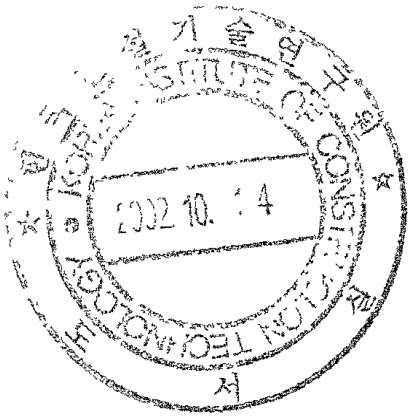
환경부 제정

상수도시설기준

1997. 12



한국수도협회

머 리 말

상수도는 국민의 일상생활과 경제활동에 없어서는 안될 기본적인 사회간접시설로서 그 중요성이 새롭게 인식되어지고 있습니다.

그동안 상수도는 급속한 도시화와 산업발전으로 날로 늘어나는 물수요량을 제때에 안전하게 공급함으로서 국민생활 향상과 경제발전의 뒷받침 역할을 다하여 왔습니다.

그러나 국민의 건강과 삶의 질에 대한 관심이 점차 증대되고 소득수준이 향상됨에 따라 보다 나은 수돗물을 마시고자 하는 국민적 욕구에 부응하여 단순한 양적인 충족뿐만 아니라 질적인 안정성을 넘어 맛좋은 물을 공급하는 일은 새로운 시대적 과제가 되고 있으며, 다가오는 21세기는 환경의 세기로 물의 중요성이 새롭게 부각될 것입니다.

상수도 시설기준은 1980년에 최초로 제정되었으며, 1992년에 이를 개정한바 있으나, 수돗물 수질기준의 강화, 기술발전, 관계법령개정등 그간 변화된 제반 여건을 반영하여 재개정하게 된 것은 상수도 시설의 현대화와 과학화를 지향하는 국가적 시책의 일환으로 매우 뜻깊은 일이라 하겠습니다.

앞으로 본 기준이 상수도 시설의 계획, 설계, 시공의 길잡이로서 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대하며, 내용에 있어 미비한 점은 계속 보완해 나갈 계획입니다.

끝으로 본 기준이 개정되기까지 수고해주신 한국수도협회 연구위원 및 자문에 응하여 주신 여러분의 노고에 심심한 감사의 뜻을 표하는 바 입니다.

1997년 11월 30일

환경부 상하수도국장 정 국 현

발 간 사

우리 나라의 현대식 상수도는 60~70년대의 경제개발기를 거치면서 급속한 양적 성장을 이룩하였으며, 이러한 성장 과정에서 상수도 시설이 점차 우리나라의 자체적인 계획과 설계에 의하여 건설되고 운영되어 왔습니다.

"상수도 시설기준"은 외국의 기준에 의존하던 시대에서 자립의 시대로 전환되면서 1980년도에 우리 실정에 알맞는 "상수도 시설기준"이 최초로 제정되었으며, 1992년에 일부 개정을 통하여 보완된 바 있습니다.

최근에와서 원수수질의 급격한 악화로 기존의 표준 급속여과 방법으로는 소비자가 만족할 만한 수돗물을 생산하기가 어려운 지역이 생겨났으며, 이를 해소하기 위하여 고도정수시설의 도입이 확대되고 있는 시점에서 경제적이고 효율적인 상수도 시설을 건설하기 위한 새로운 기준 및 지침이 필요하게 되어 이번에 그간의 관련법규 개정 및 기술발전의 변화를 보완하여 전면 개정하게 되었으며 고도정수시설에 대한 지침등을 현실에 맞도록 추가하였습니다.

이 상수도 시설기준의 개정은 상수도 시설의 효율을 증진하여 양질의 수돗물을 생산할 수 있도록 하는데 목표를 두고 환경부의 위탁으로 1996년 8월 우리협회 회원 18명으로 구성된 연구위원회에서 개정작업에 착수한 이래 지난 1997년 8월에 개정 연구를 완료하여 발간 보급하게 된 것입니다.

그동안 이 기준 개정연구에 참여하여 주신 연구위원 여러분의 노고에 대하여 깊은 감사를 드리며, 앞으로 이 기준이 활용되어 우리 상수도사업 선진화에 기여하게 되기를 바라는 바입니다.

1997년 11월 30일

한국수도협회 회장 곽 영 필

목 차

제1장 총 론 1
제1절 적용범위 1
제2절 상수도시설의 목적 1
제3절 용어의 정의 1
제4절 기본계획 8
4.1 기본계획 수립순서 8
4.1.1 기본방침 수립 9
4.1.2 기초조사 10
4.1.3 정비내용의 결정 14
4.2 기본계획 수립시의 주의사항 14
4.2.1 수량면에서의 안정성 확보 14
4.2.2 수질면에서의 안전성 확보 17
4.2.3 적정수압의 확보 등 18
4.2.4 기 타 18
4.3 시설의 규모 결정 18
4.3.1 계획년도 18
4.3.2 계획급수면적 19
4.3.3 계획급수인구 19
4.3.4 계획 1인 1일 최대급수량 22
4.3.5 계획1일 최대급수량 23
4.3.6 계획1일 평균급수량 23
4.3.7 원수의 수질과 정수시설 24
4.3.8 예비용량 24
4.4 시설의 일반사항 27
4.4.1 수원의 위치 27
4.4.2 정수장의 위치 27
4.4.3 종합적인 시설의 배치 28
4.4.4 정수시설의 배치 30
4.4.5 슬러지 처분시설 30
제5절 상수도시설의 내진설계 30
5.1 총칙 30
5.2 내진 계획·설계·시공 31
5.3 지반조사 및 내진설계 31

5.4 내진성자재 및 조인트의 선택 ····· 32
5.5 상수도시스템의 내진화 ····· 32
5.6 기존시설의 정비와 내진성 강화 ····· 33
제6절 상수도시설의 일반구조에 대한 사항 ····· 33
6.1 일반사항 ····· 33
6.2 설계기준 ····· 34
6.3 하중 및 외력 ····· 34
6.4 콘크리트 ····· 34
6.5 지반 및 기초 ····· 35
6.6 수도용 기기 및 자재 ····· 35

제2장 수 원 시 설 ····· 39
제1절 일반사항 ····· 39
1.1 강수의 현황 및 특성 ····· 39
1.2 수원의 종류와 특성 ····· 39
1.3 수원의 이용실태 ····· 41
제2절 수원의 선정과 구비요건 ····· 42
2.1 수원의 선정 ····· 42
2.2 수원의 구비요건 ····· 43
2.3 계획취수량 ····· 44
2.4 취수량의 조절 ····· 45
제3절 수원의 수량 및 수질조사 ····· 46
3.1 일반사항 ····· 46
3.2 저수시설의 환경에 대한 영향 ····· 49
3.3 원수의 수질기준 ····· 49
3.4 하천표류수의 유량 및 수질조사 ····· 49
3.5 하천표류수의 유량측정방법 ····· 54
3.6 호소수원의 조사 ····· 56
3.7 저수지 수원을 위한 조사 ····· 57
3.8 저수지 수원을 위한 갈수면의 선정 ····· 64
3.9 지하수 수원의 조사 ····· 64
3.10 지하수 채수층의 결정 ····· 68
제4절 저수지 시설 ····· 69
4.1 저수지의 유효저수량 결정 ····· 69

4.2 다목적 저수지의 용량분배 ····· 70
4.3 저수댐의 위치 ····· 72
4.4 댐의 높이 ····· 72
4.5 댐 형식의 선정 ····· 73
4.6 댐의 부대설비 ····· 74
제5절 지하수 시험 ····· 76
5.1 지하수의 양수시험 ····· 76
5.2 지하수의 경제양수량 ····· 77
5.3 우물의 적정양수량 ····· 77

제3장 취 수 시 설 ····· 83
제1절 수원별 취수시설의 위치 ····· 83
1.1 하천표류수 취수지점의 선정 ····· 83
1.2 호소수 취수지점의 선정 ····· 84
1.3 저수지 취수지점의 선정 ····· 84
1.4 지하수 취수지점의 선정 ····· 85
1.5 취수언제·댐 및 방조제의 위치 ····· 86
1.6 취수문의 위치 ····· 87
1.7 취수탑의 위치 ····· 87
1.8 취수틀의 위치 ····· 87
제2절 수원별 취수시설의 구조 ····· 87
2.1 기본사항 ····· 87
2.2 표류수의 취수시설 ····· 88
2.2.1 하천표류수의 취수시설 ····· 88
2.2.2 호소 및 저수지 취수시설 ····· 90
2.3. 취수언제(둑) 및 취수댐 ····· 90
2.3.1 취수언제·댐의 높이와 취수구 ····· 90
2.3.2 취수언제·댐의 애프론 ····· 92
2.3.3 취수언제·댐 지점의 하상보강 ····· 93
2.3.4 취수언제·댐의 가동위어 ····· 93
2.3.5 취수언제·댐의 부대설비 ····· 94
2.3.6 방조제 ····· 94
2.4 취수탑 ····· 95
2.4.1 취수탑의 형상과 높이 ····· 95
2.4.2 취수탑의 구조 ····· 95

2.4.3 취수탑의 취수구 ····· 96
2.4.4 취수탑의 부대설비 ····· 98
2.5 취수문 ····· 98
2.5.1 취수문의 구조 ····· 98
2.5.2 게이트식 취수문의 구조 ····· 99
2.5.3 물반지식 취수문의 구조 ····· 99
2.5.4 취수문 스크린의 구조 ····· 100
2.5.5 취수문의 크기와 유입속도 ····· 100
2.5.6 취수문의 모래제거 시설 ····· 100
2.6 취수관거 ····· 101
2.6.1 취수관거의 취수구 구조 ····· 101
2.6.2 취수관거의 제방횡단과 보호공 ····· 101
2.7 취수틀 ····· 102
2.7.1 취수틀의 구조 ····· 102
2.8 지하수의 취수시설 ····· 103
2.9 집수매거 ····· 104
2.9.1 집수매거의 구조 ····· 104
2.9.2 집수매거의 방향 ····· 104
2.9.3 집수매거의 매설깊이 ····· 104
2.9.4 집수매거의 길이와 양수량공식 ····· 106
2.9.5 집수매거의 집수공 ····· 109
2.9.6 집수매거의 경사와 관내의 유속 ····· 109
2.9.7 집수매거의 이음과 되메우기 ····· 109
2.9.8 집수매거의 접합정 ····· 109
2.10 얕은 우물 ····· 110
2.10.1 얕은 우물의 형상과 구조 ····· 110
2.10.2 얕은 우물의 배치와 수직 집수정 ····· 111
2.10.3 얕은 우물의 크기 ····· 112
2.10.4 얕은 우물의 부대시설 ····· 113
2.11 깊은 우물 ····· 114
2.11.1 깊은 우물의 구조 ····· 114
2.11.2 깊은 우물의 배치 ····· 114
2.11.3 깊은 우물의 스트레이너 ····· 115
2.11.4 깊은 우물의 자갈채움 ····· 115
2.11.5 깊은 우물의 마무리 ····· 116

2.11.6 깊은 우물의 예비우물과 예비펌프 ····· 116
2.12 용천수의 취수시설 ····· 116
2.13 강변여과수 취수시설 ····· 117
2.14 침사지 ····· 118
2.14.1 침사지의 위치와 구조 ····· 118
2.14.2 침사지의 형상 ····· 118
2.14.3 침사지의 수 ····· 120
2.14.4 침사지의 용량과 평균속도 ····· 120
2.14.5 침사지의 수위와 여유고 ····· 120
2.14.6 침사지의 유효수심 ····· 120
2.14.7 침사지 바닥의 경사 ····· 120
2.14.8 침사지의 부대설비 ····· 121

제4장 도수시설 및 송수시설 ····· 123
제1절 총 설 ····· 123
1.1 총 칙 ····· 123
1.2 계획도수량 및 계획송수량 ····· 123
1.3 도수방식 및 송수방식 ····· 124
제2절 도수거 및 송수거 ····· 125
2.1 총 칙 ····· 125
2.2 구 조 ····· 126
2.3 유 속 ····· 127
2.4 노 선 ····· 128
2.5 신축이음 ····· 128
2.6 월류설비와 순찰도로 ····· 128
2.7 접합정과 맨홀 ····· 129
2.8 터 널 ····· 130
2.9 수로교 ····· 131
제3절 도수관 및 송수관 ····· 132
3.1 총 칙 ····· 132
3.2 관 종 ····· 133
3.3 관 경 ····· 142
3.4 유 속 ····· 144
3.5 관로노선 ····· 145
3.6 접합정 ····· 147

3.7 제수밸브 ····· 148
3.8 공기밸브 ····· 149
3.9 배출수설비 ····· 151
3.10 맨 홀 ····· 151
3.11 하저횡단 ····· 152
3.12 철도 및 간선도로 횡단 ····· 152
3.13 이형관 보호 ····· 153
3.14 매설위치와 깊이 ····· 154
3.15 수관교와 교량첨가관 ····· 155
3.16 신축이음 ····· 156
3.17 위험한 위치의 관로 부설 ····· 158
3.18 관의 기초 ····· 159
3.19 전식 및 부식방지 ····· 159
3.20 수압시험 ····· 161
3.21 추진공법 ····· 162
3.22 쉬일드(shield)공법 ····· 166
3.23 수격방지 설비 ····· 169
3.24 전용도로 ····· 169
3.25 원수조정지 ····· 170

제5장 정 수 시 설 ····· 173
제1절 총 설 ····· 173
1.1 기본사항 ····· 173
1.2 조 사 ····· 174
1.3 계획정수량과 시설능력 ····· 177
1.4 정수방법 및 정수시설의 선정 ····· 178
1.5 배출수처리 ····· 186
1.6 정수시설의 배치계획 ····· 187
1.7 수질관리 ····· 189
1.8 시설의 개량, 교체 ····· 190
1.9 안전대책 ····· 192
제2절 착수정 ····· 194
2.1 총 칙 ····· 194
2.2 구조 및 형상 ····· 194

2.3 용량 및 설비 ····· 195
제3절 응집용 약품주입설비 ····· 196
3.1 총 칙 ····· 196
3.2 응집제 ····· 196
3.3 pH조절제 ····· 200
3.4 응집보조제 ····· 202
3.5 검수 및 저장설비 ····· 202
3.6 주입설비 ····· 204
제4절 응집지 ····· 204
4.1 총 칙 ····· 204
4.2 혼화지 ····· 206
4.3 플록형성지 ····· 207
제5절 약품침전지 ····· 210
5.1 총 칙 ····· 210
5.2 구성 및 구조 ····· 212
5.3 용량 및 평균유속 ····· 213
5.4 정류설비 및 유출설비 ····· 214
5.5 슬러지 배출설비 ····· 216
5.6 월류관, 배출수관 및 슬러지 배출관 ····· 217
5.7 경사판 등의 침전지 ····· 218
5.8 고속응집침전지 ····· 221
제6절 급속여과지 ····· 226
6.1 총 칙 ····· 226
6.2 구조 및 방식 ····· 228
6.3 여과면적과 지수 및 형상 ····· 229
6.4 여과유량조절 ····· 229
6.5 여과속도 ····· 231
6.6 여층의 두께 및 여재 ····· 231
6.7 자갈층의 두께 및 여과자갈 ····· 234
6.8 수심 및 여유고 ····· 234
6.9 하부집수장치 ····· 235
6.10 세척방식 ····· 239
6.11 세척수량 ····· 243
6.12 세척탱크 및 세척펌프 등 ····· 245

6.13 세척배출수거 및 트라프 ····· 246
6.14 급속여과지의 배관 및 밸브류 ····· 247
6.15 배관회랑 및 조작회랑 ····· 249
6.16 다층여과지 ····· 249
6.17 자연평형형 여과지 ····· 251
6.18 직접여과 ····· 258
제7절 보통침전지 ····· 258
7.1 총 칙 ····· 258
7.2 구성 및 구조 ····· 259
7.3 표면부하율 및 평균유속 ····· 259
7.4 정류설비 및 유출설비 ····· 259
7.5 슬러지배출설비 ····· 259
7.6 월류관, 배출수관 및 슬러지배출관 ····· 260
제8절 일차여과설비(조대입자여과) ····· 260
8.1 총 칙 ····· 260
8.2 구조 및 형상 ····· 260
제9절 완속여과지 ····· 261
9.1 총 칙 ····· 261
9.2 구조 및 형상 ····· 262
9.3 여과속도 ····· 263
9.4 여과면적 및 지수 ····· 264
9.5 모래층의 두께 및 여과모래 ····· 264
9.6 지갈층의 두께 및 여과자갈 ····· 265
9.7 하부집수장치 ····· 266
9.8 수심 및 여유고 ····· 267
9.9 조절정 ····· 268
9.10 여과수의 역송장치 ····· 269
9.11 유입설비 ····· 269
9.12 월류관 ····· 271
9.13 배출수관 ····· 271
9.14 세사설비 등 ····· 271
제10절 정수지 ····· 272
10.1 총 칙 ····· 272
10.2 구조 및 수위 ····· 272

10.3 용 량 ····· 275
10.4 유입관, 유출관 및 측관 ····· 276
10.5 월류 및 배출수설비 ····· 277
10.6 환기 및 출입설비 ····· 278
10.7 수위계 등 ····· 279
제11절 소독(살균)설비 ····· 280
11.1 총 칙 ····· 280
11.2 염소제의 종류, 주입량 및 주입장소 ····· 280
11.3 저장설비 ····· 284
11.4 주입설비 ····· 287
11.5 염소주입제어 ····· 294
11.6 보안용구 ····· 294
11 7 제해설비 ····· 295
11.8 배관기타 ····· 297
11.9 이산화염소 주입설비 ····· 297
제12절 전염소·중간염소 처리설비 ····· 298
12.1 총 칙 ····· 298
12.2 전염소처리 ····· 299
12.3 중간염소처리 ····· 299
제13절 포기설비 ····· 300
13.1 총 칙 ····· 300
13.2 포기방식 ····· 300
제14절 분말활성탄 흡착설비 ····· 304
14.1 총 칙 ····· 304
14.2 정수처리 공정과의 조합 및 품질 ····· 305
14.3 검수 및 저장설비 ····· 306
14.4 주입설비 ····· 307
제15절 입상활성탄 흡착설비 ····· 309
15.1 총 칙 ····· 309
15.2 처리공정의 배열 ····· 311
15.3 흡착설비의 계획 ····· 316
15.4 흡착설비 ····· 320
15.5 세척설비 ····· 321
15.6 저장설비, 계량설비 및 이송설비 ····· 323
15.7 재생설비 ····· 325

제16절 오존처리설비 ····· 331
16.1 총 칙 ····· 331
16.2 처리공정 배열과 주입률 ····· 331
16.3 오존발생 및 주입설비 ····· 334
16.4 배출오존설비 ····· 341
16.5 보안설비 기타 ····· 343
제17절 생물학적 전처리설비 ····· 344
17.1 총 칙 ····· 344
17.2 침적여과상장치(하니콤방식, Honeycomb) ····· 346
17.3 회전원판장치 ····· 351
제18절 생물제거설비 ····· 357
18.1 총 칙 ····· 357
18.2 다층여과 ····· 357
18.3 마이크로스트레이너 ····· 358
18.4 약품처리설비 ····· 359
18.5 이단응집처리시설 ····· 362
제19절 철, 망간 제거설비 ····· 363
19.1 총 칙 ····· 363
19.2 철제거설비 ····· 364
19.3 망간제거설비 ····· 365
19.4 철박테리아 이용법 ····· 366
제20절 그 밖의 처리 ····· 367
20.1 총 칙 ····· 367
20.2 pH의 조정 ····· 367
20.3 침식성 유리탄소의 제거 ····· 369
20.4 불소주입 및 제거 ····· 369
20.5 색도의 제거 ····· 371
20.6 트리할로메탄 대책 ····· 371
20.7 트리클로로에틸렌등 대책 ····· 372
20.8 음이온계면활성제의 제거 ····· 373
20.9 맛, 냄새의제거 ····· 375
20.10 암모니아성질소의 제거 ····· 376
20.11 질산성 질소의 제거 ····· 377
제21절 배출수 및 슬러지 처리설비 ····· 378
21.1 총 칙 ····· 378

21.2 계획배출수처리량 ····· 385
21.3 조정시설 ····· 386
21.4 농축조 ····· 389
21.5 자연건조시설 ····· 392
21.6 탈수전처리시설 ····· 394
21.7 탈수기 ····· 400
21.8 처분시설 및 재활용 ····· 408
제22절 장내연락관로 및 수로 ····· 409
22.1 총 칙 ····· 409
22.2 연락관 및 연결수로 ····· 410
22.3 평균유속 ····· 411
제23절 관리용 건물 ····· 412
23.1 총 칙 ····· 412
23.2 배치 및 구성 ····· 412
23.3 면 적 ····· 415
23.4 구 조 ····· 415
23.5 건축설비 및 기타 ····· 417
제24절 유량측정설비 ····· 417
24.1 총 칙 ····· 417
24.2 측정방식 ····· 419
제25절 수질시험설비 ····· 421
25.1 총 칙 ····· 421
25.2 수질시험실의 규모 ····· 422
25.3 수질모니터링 설비 ····· 425
25.4 수질검사실의 설치장소 및 구조와 구성 ····· 428
25.5 수질시험실의 건축설비 ····· 432
25.6 수질시험실의 시험설비 ····· 433
25.7 시험배액 및 배기의 처리 ····· 434
제26절 보안설비, 동결방지대책 ····· 434
26.1 총 칙 ····· 434
26.2 보안설비 ····· 434
26.3 동결방지대책 ····· 435

제6장 배 수 시 설 ····· 437
제1절 총 설 ····· 437

1.1 기본사항 ····· 437
1.2 계획배수량 ····· 439
1.3 계획시간최대배수량 ····· 439
1.4 소화용수량 ····· 440
1.5 배수방식 ····· 443
1.6 배수시설의 배치 ····· 444
제2절 배수지 ····· 445
2.1 총 칙 ····· 445
2.2 위치와 높이 ····· 446
2.3 구 조 ····· 447
2.4 용 량 ····· 447
2.5 유효수심과 수위 ····· 448
2.6 여유고와 바닥경사 ····· 448
2.7 유입관과 유출관 ····· 448
2.8 월류관 ····· 448
2.9 배출수설비 ····· 449
2.10 환기장치, 맨홀 및 검수구 ····· 449
2.11 수위계 ····· 449
2.12 측 관 ····· 449
2.13 배수지의 상부이용 ····· 449
제3절 터널배수지 ····· 450
3.1 위치와 높이 ····· 450
3.2 구 조 ····· 450
3.3 용 량 ····· 450
3.4 유입관과 유출관 ····· 451
3.5 월류관 ····· 451
3.6 환기장치, 맨홀 및 검수구 ····· 451
3.7 수위계 ····· 451
제4절 배수탑과 고가탱크 ····· 451
4.1 총 칙 ····· 451
4.2 위치와 높이 ····· 452
4.3 구 조 ····· 452
4.4 용 량 ····· 453
4.5 수 심 ····· 454
4.6 기초와 지주(支柱) ····· 454

4.7 유입관과 유출관 ····· 455
4.8 월류관 ····· 455
4.9 배출관 ····· 455
4.10 신축이음 ····· 455
제5절 배수관 ····· 456
5.1 총 칙 ····· 456
5.2 관 종 ····· 456
5.3 관 경 ····· 458
5.4 배 치 ····· 460
5.5 수 압 ····· 461
5.6 소화전 ····· 462
5.7 제수밸브 ····· 463
5.8 감압밸브와 안전밸브 ····· 463
5.9 유량계와 수압계 ····· 464
5.10 매설위치와 깊이 ····· 464
5.11 전식 또는 기타 부식방지 ····· 465
5.12 위험한 접속 ····· 465
5.13 공기밸브 ····· 466
5.14 누수방지 ····· 466
5.15 신축이음 ····· 467
5.16 배출수설비 ····· 467
5.17 맨 홀 ····· 467
5.18 하저횡단 ····· 467
5.19 철도 및 간선도로횡단 ····· 468
5.20 이형관 보호 ····· 468
5.21 수관교와 교량첨가관 ····· 469
5.22 관의 기초 ····· 469
5.23 수압시험 ····· 469
5.24 추진공법 ····· 469
5.25 쉬일드공법 ····· 469
5.26 하저 사이펀 ····· 469
5.27 공동구내 배관 ····· 470
5.28 부단수공법 ····· 471
5.29 관의 갱생 ····· 472
5.30 기존관내 부설공법 및 기타 특수공법 ····· 474

5.31 관로 표지 ····· 475

제7장 기 계 및 전 기 설 비 ····· 477
제1절 펌프설비 ····· 477
1.1 계획수량과 대수 ····· 477
1.2 구 경 ····· 478
1.3 전양정 ····· 479
1.4 펌프의 특성 ····· 482
1.5 펌프의 선정 ····· 485
1.6 축동력 ····· 486
1.7 원동기의 출력 ····· 487
1.8 연결방식(전동방식) ····· 488
1.9 흡입양정과 캐비테이션 ····· 488
1.10 펌프의 수격작용 ····· 491
1.11 흡입관 ····· 493
1.12 펌프정(흡수정) ····· 494
1.13 기 초 ····· 495
1.14 펌프용 밸브 ····· 495
1.15 펌프의 부속설비 및 보조설비 ····· 496
제2절 펌프의 제어 ····· 497
2.1 자동운전용 기기 ····· 497
2.2 유량제어 ····· 499
2.3 보호장치 ····· 500
제3절 전동기 ····· 500
3.1 종 류 ····· 500
3.2 형 식 ····· 501
3.3 기동장치 ····· 502
3.4 보호장치 ····· 502
제4절 내연기관 ····· 503
4.1 내연기관의 분류 ····· 503
4.2 기관의 출력 ····· 505
4.3 기관의 부속장치 ····· 505
4.4 기관의 설치 ····· 506
제5절 밸 브 ····· 507

5.1 총 칙 ····· 507
5.2 밸브의 용도와 종류 ····· 508
5.3 밸브의 선정 ····· 513
5.4 밸브의 압력기준 ····· 520
5.5 밸브의 구동장치 ····· 522
제6절 각종 기계설비 ····· 526
6.1 기본사항 ····· 526
6.2 수처리 기계설비 ····· 526
6.3 크레인 ····· 530
6.4 환기설비 ····· 531
제7절 전기설비 ····· 533
7.1 기본사항 ····· 533
7.2 수전계획 ····· 534
7.3 수전전압 ····· 534
7.4 수전인입선 ····· 534
7.5 자가용 전기설비 ····· 535
7.6 수전설비 ····· 535
7.7 변전설비 ····· 536
7.8 배전설비 ····· 536
7.9 역률개선설비 ····· 537
7.10 예비동력 ····· 539
7.11 직류전원설비 ····· 539
7.12 보호 및 보안설비 ····· 539
제8절 펌프실 및 전기실 ····· 541
8.1 구 조 ····· 541
8.2 감시실 ····· 541
8.3 조명시설 ····· 542
8.4 소음방지 ····· 542

제8장 급 수 장 치 ····· 543
제1절 총 칙 ····· 543
1.1 급수장치의 의의 ····· 543
1.2 구조 및 재질 ····· 543
1.3 급수방식 ····· 544
1.4 설계수량 ····· 546

1.5 절수방안 ····· 548
제2절 급수관 ····· 549
2.1 총 칙 ····· 549
2.2 관 경 ····· 550
2.3 관 종 ····· 551
2.4 관의 분기 ····· 552
2.5 배 관 ····· 553
2.6 위험한 접속 ····· 553
2.7 매설심도 ····· 554
2.8 관의 포설과 접합 ····· 554
2.9 보호공 ····· 556
제3절 저수조(물탱크) ····· 557
3.1 저수조의 의의 및 종류 ····· 557
3.2 지하저수조 ····· 558
3.3 고가수조 ····· 561
3.4 가정용 소형수조 ····· 562
제4절 급수기구 ····· 562
4.1 총 칙 ····· 562
4.2 수도계량기 ····· 563
4.2.1 수도계량기의 선정 ····· 563
4.2.2 수도계량기의 성능 ····· 569
4.2.3 수도계량기의 설치 ····· 570
4.3 분수전 ····· 572
4.4 지수밸브 ····· 572
4.5 급수밸브(수도꼭지) ····· 575
4.6 계량기 보호통 ····· 576
4.7 역류방지기구 ····· 577
4.8 보호안전기구 ····· 580
4.9 특수기구 ····· 582
4.10 절수기기 ····· 583
제5절 오염방지 ····· 586
5.1 급수장치와 수질 ····· 586
5.2 역류방지 ····· 587
5.3 급수와 설비배관 ····· 588

제9장 계 측 제 어 설 비 593
제1절 총 설 593
1.1 계측제어의 정의 593
1.2 계측제어의 목적 593
1.3 계측제어의 기본조건 593
1.4 계측제어의 안전대책 594
제2절 계측제어용 기기 596
2.1 총 칙 596
2.2 기기 및 신호의 선택 597
2.3 검출부 599
2.4 표현부 612
2.5 조절부 615
2.6 조작부 618
2.7 전송부 621
제3절 감시조작설비 624
3.1 총 칙 624
3.2 감시설비 625
3.3 제어설비 629
3.4 조작설비 632
3.5 데이터 전송기기 633
3.6 동력원 635
3.7 관리실 637
제4절 각종시설의 계측제어 638
4.1 총 칙 638
4.2 저수 및 취수시설 638
4.3 도수시설 641
4.4 착수정 641
4.5 응집용 약품주입설비 642
4.6 응집지 및 침전지 643
4.7 여과지 645
4.8 정수지 648
4.9 소독설비 648
4.10 활성탄 흡착설비 650
4.11 오존처리설비 651

4.12 배출수처리설비 ····· 653
4.13 송수시설 ····· 653
4.14 배수시설 ····· 654
4.15 펌프설비 ····· 656
4.16 전기설비 ····· 662
제5절 컴퓨터 시스템 ····· 662
5.1 시스템 계획 ····· 662
5.2 시스템 설계 ····· 664
5.3 하드웨어(hardware) ····· 666
5.4 소프트웨어(software) ····· 667

※ 부 록 : 개정요지 및 개정내용 요약 ····· 671
1. 개정요지 ····· 671
2. 개정내용 요약 ····· 673

제 1 장 총 론

제 1장 총 론

제1절 적용범위

이 상수도 시설기준은 일반상수도 또는 급수용 전용수도 설치시에 필요한 상수도시설의 계획 및 설계에 적용된다. 만약 이 기준에 언급되지 않은 시설을 설치하려는 경우에는 이 기준과 동등하거나 또는 그 이상의 규정에 의하여 설치되도록 하여야 한다.

제2절 상수도시설의 목적

상수도시설의 목적은 합리적인 건설비와 유지관리비를 투자하여 소비자에게 질적으로 안전하고 양적으로 안정한 물을 공급하는데 있다

제3절 용어의 정의

이 기준에 사용되는 용어의 정의는 다음과 같으며, 다음에 수록된 용어 이외의 것은 건교부제정 건설용어 대사전에 따른다

[ㄱ]

가설공사(temporary work)－공사를 하기 위하여 임시로 필요한 설비를 위한 공사.

가정용수(domestic use)－음료, 요리, 세탁, 수세식 변소, 목욕 등 일반가정에서 쓰는 물.

강열감량(ignition loss)－물을 증발시킨 후 다시 강열시켰을 때 감소되는 손실량으로서 대부분 유기물질임.

개수로(open channel)－고체성의 주벽에 의하여 완전히 폐합되지 않고 대기압을 받는 자유수면을 가지는 수로.

건조중량(dry weight)－건조된 시료의 무게.

결합잔류염소(combined chlorine residual)－클로라민(chloramine) 참조.

계기압력(gauge pressure)－절대압력에서 대기압을 뺀 압력

계량기(water meter)－수관에 장치하여 수량을 계량하는 계기.

계획급수구역(area to be served)－계획년도까지 배수관을 부설하여 급수할 구역.

계획급수인구(population to be served)－계획년도에 있어서의 급수인구

계획배수량(proposed quantity to be distri-buted)－배수펌프나 배수관의 계획에 쓰이는 수량을 말하며, 일반적으로 평상시의 계획시간최대배수량과 화재시의 계획1일 최대급수량에 소화용수를 가산한 수량중 더 큰 수량을 채택한다.

계획송수량(proposed quantity to be trans-mitted)－정수지에서 배수구역까지 송수하는 계획수량.

계획시간최대배수량(proposed hourly maxi-mum consumption)－배수관계획에 사용되는 시간최대급수량

계획1일최대급수량(proposed daily maximu-m consumption)－상수도시설의 규모를 결정하는데 사용되는 수량으로서 년간 1일 최대정수량에서 정수장 사용수량을 뺀 수량.

계획1일평균급수량(proposed mean water consumption per day)－연간 총송수량을 365일로 나눈 수량.

계획정수량(proposed treatment plant capacity)－계획1일최대급수량에 정수장 사용수량을

가산한 수량.

계획취수량(proposed intake capacity)－수원에서 취수하는 계획수량이며, 일반적으로 계획 1일최대급수량의 105~110%를 취수함.

고가탱크(elevated tank)－배수량이나 수압을 조절하기 위하여 높은 지대위에 설치한 탱크.

고속응집침전지(high rate solid contact unit)－약품주입, 혼화, 응집 및 침전 등이 동일 지내(池內)에서 이루어지게 하는 기계.

공공용수(public use)－일반관공서, 학교, 병원, 병영의 급수, 도로의 분수, 살수, 하수세척용수, 소화용수 등의 일반 공공용수.

공극비(void ratio) 혹은 간극비－흙 속의 흙 입자부분의 용적에 대한 공극용적의 비

$$e = \frac{V_V}{V_S}$$

여기서, e . 공극비
Vv · 공극의 용적
Vs : 흙입자의 용적

공극율(porosity) 혹은 간극율－흙 전체의 용적에 대한 공극용적의 백분율

$$n = \frac{V_V}{V} \times 100(\%)$$

여기서, n . 공극율
Vv · 공극의 용적
V : 흙의 용적

공기밸브(air valve)－관로의 높은 곳에 설치하여 공기가 자동적으로 출입할 수 있도록 하는 밸브.

공기압축기(air compressor)－공기를 압축하는 기계.

공기물세척(backwashing by air and water)－압축공기와 압력정수를 하부로부터 역류시켜서 여과층의 여과재를 세척하는 것.

공동현상－캐비테이션(cavitation) 참조.

과망간산칼륨소비량(oxygen consumed)－과망간산칼륨($KMnO_4$)을 사용하여 원수 혹은 처리수내의 유기물질의 산화에 따른 $KMnO_4$의 소비량을 말하며, COD와 구별하여 산소소비량으로 불리어지며 대체로 5일간 BOD값보다 작다.

관로(pipe line)－관으로 된 수로

관망(pipe net, pipe line net)－그물 형상으로 조직된 관수로.

관받침(saddle support)－관로를 지지하는 받침.

관수로(pipe line)－물이 충만해서 흐르며, 자유수면을 가지지 않는 수로.

규조토(diatomaceous earth)－바다밑 등에서 자라던 해초류의 퇴적물이 변질된 유기질 점토.

균등계수(uniformity coefficient)－입도곡선에 있어서 중량백분율이 10%의 점의 입경(D_{10})과 60%의 점의 입경(D_{60})과의 비, 즉

$$Uc = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

급속여과지(rapid sand filter basin)－빠른 속도(1일 약 100m 이상)로서 여과하는 못.

급속혼화지(flash mixer, rapid mixing basin)－원수에 약품을 기계적으로 급속히 혼합하는 못.

급수전(service connection tap)－급수관의 말단에 설치하는 수도꼭지.

[ㄴ]

누수(leakage)－수도관에서 새는 물.

누수율(leakage ratio)－누수량과 배수량의 비.

누적곡선(mass curve)－강우량이나 유출량과 같은 수문량의 누가치를 종축으로, 시간을 횡축으로 표시한 곡선.

[ㄷ]

도류벽－물을 정체시키지 않고 흐르도록 하기 위하여 배수지 등의 내부에 설치하는 벽.

도수(conveying raw water)－취수설비에서 정수장까지 원수를 보내는 것.

동점성계수(kinematic coefficient of viscosity)－점성계수를 그 유체의 밀도로 나눈 값

D.O.(dissolved oxygen)－수중에 용해되어 있는 산소량을 mg/L로 표시한 것으로 용존산소를 말함.

[ㅁ]

마이크로스트레이너(microstrainer)－원통에 가는 철망 또는 나이론망을 붙여 통수시 부유물질을 제거하는 장치.

마찰손실수두(friction head loss)－관수로 또는 개수로의 흐름중에 생기는 마찰에 의한 손실수두.

맹암거(dummy ditch)－지하배수를 위해 땅속에 묻는 잡석 등으로 된 암거.

메쉬(mesh)－1인치(inch)에 대한 체(sieve) 눈의 수.

모래(sand)－입경 0.05~2mm의 사력(**砂礫**).

밀도율(density current)－밀도가 다른 물들이 접촉할 때에 온도의 차로서 일어나는 물의 운동

무수수량(**無收水量**, unaccounted for water)－배수량중 요금징수의 대상이 되지 않는 수량 즉 수도사업용수량, 수도계량기 불감수량, 소화용수량 및 부정수량.

무수율(**無收率**, rate of unaccounted for water)－무수수량을 배수량으로 나누어 100분율로 나타낸 것.

무효수량(**無效水量**, unaccounted for use)－배수량중 누수 기타 손실된 수량

[ㅂ]

배기밸브(air valve)－공기밸브 참조.

배수(drainage)－지표수 또는 지하수를 배출시키는 것.

배수관(distribution pipe)－배수지 또는 배수펌프(pump)를 기점으로 하여 급수장치까지의 배수를 목적으로 부설한 관

배수시설(water distribution system)－배수지 또는 배수펌프(pump)를 기점으로 하여 급수장치까지의 시설(배수지, 배수탑, 고가탱크, 배수관, 펌프 등)

배수지(distributing reservoir, service reservoir)－정수를 저장하였다가 배수량의 시간적 변화를 조절하는 못.

배플(baffle)－정류벽 참조.

보통침전법(plain sedimentation)－약품의 주입없이 수중의 입자를 자연침강만으로 침전시키는 방법.

부사(**浮渣**)－스컴(scum) 참조.

부수두(negative head)－대기압 이하의 수두.

브라운 운동(brownian movement)－수중에 부유하고 있는 콜로이드(colloid)입자가 끊임없이 불규칙한 운동을 계속하는 현상.

B.O.D(biochemical oxygen demand)－생화학적 산소요구량을 말하는 것이며 수중의 오염물질이 안정될 때까지 소비될 수중의 용존산소량을 mg/L로 표시한 것.

비속도(specific speed)－펌프 임펠러(impeller)의 형상을 구분하는 척도로서 그 수치는 펌프(pump)의 특성을 나타내는 중요한 값이다.

$$Ns = N\frac{\sqrt{Q}}{\sqrt[4]{H^3}}$$

여기서, Ns : 비속도
N : 펌프의 회전수(rpm)
H : 양정(m)
Q 양수량(m^3/분)

[ㅅ]

사류펌프(mixed flow pump)－베인(vane)의 원심력 및 양력에 의하여 물이 베인의 축에 대하여 경사진 방향으로 흐르는 펌프

사수량(dead storage)－저수지의 최저저수위 이하의 저수량.

사이펀(siphon)－관의 일부가 그 동수경사선 위에 있어도 물이 자연유하로서 흐르는 관수로

산기식(diffused aeration, air blower system)－포기조(aeration tank)의 저부에 산기판 혹은 산기관을 설치하는 포기방식.

산기장치(air diffuser)－미세한 기포를 수중에 분출시키는 장치.

색도(color)－용해성 물질, 콜로이드상 물질에 의하여 나타나는 유황색 내지 유갈색의 정도 (백금 1mg을 함유하는 색도표준액을 물 1L 중에 녹였을 때 나타내는 색상을 1도라함)

생석회(quick lime)－석회석을 구워 물을 가하지 않은 석회로서 순도가 높은 것은 마그네슘 산화물(magnesium oxide)이 0.5~2.5% 정도 포함되어 있으며 순도가 낮은 것은 35~40% 가량 포함되어 있다. 화학분자식은 CaO 임.

서어징(surging)－수압관로중의 유수량의 급격한 변동으로 조압수조내에 생기는 수위의 파동적 변화.

석회(lime)－석회석을 구워 만든 백색분말로서 화학반응에 적합하도록 불순물을 제거시킨 생석회나 소석회.

세척밸브(flush valve)－수세식변소에서 손잡이나 버튼을 움직여 세척수를 분출시키는 기구.

세척속도(back wash rate)－역세척수가 단위시간내에 여과면을 통과하는 길이

세척장치(washing mechanism)－급속여과지의 사층의 여재를 세척하는 장치.

세척탱크(flush tank, wash water tank)－급속여과지의 세척에 쓰일 물을 저류시켜 놓은 탱크.

세척펌프(wash water pump)－급속여과지에 세척수를 압송하는 펌프 또는 세척탱크에 양수하는 펌프.

소석회(hydrated lime)－석회석을 구워 만든 생석회에 물을 가한 것으로서 순도가 높은 것은 72~74%의 CaO와 23~24%의 물이 포함되어 있으며, 순도가 낮은 것은 40~48%의 CaO, 25~34%의 MgO, 15~27%의 물이 포함된 석회. 화학분자식은 $Ca(OH)_2$.

손실수두(loss of head, head loss)－물이 유하할 때 손실되는 수두.

송수시설(transmission line)－정수시설로부터 배수구역 시점까지 정수를 보내는 시설

수소이온농도(hydrogen ion concentration)－수소화합물의 수소가 수중에서 이온화하고 있는 비율.

스컴(scum:부사)－하수로부터 발생하는 가스 등에 의하여 수면에 뜨는 고형물의 덩어리.

스크레이퍼(scraper)－침전지로부터 침전된 고형물질을 제거하는 기구.

스트레이너(strainer)－(1)펌프의 흡입관의 하단 또는 관정의 측벽 채수부에 장치하여 자갈과 모래 또는 기타 협잡물을 들어오지 못하게 하는 장치.

(2)급속여과지의 여과층 하부에 설치하여 여과수, 세척수를 균등하게 유출입시키는 장치.

슬라임(slime)－관 내면, 저수탱크 내면 등에 침적한 미생물에 의해 생기는 점액성 물질.

슬러리(slurry)－액성한계 이상의 수분을 내포하는 약품과 물과의 혼합체 혹은 슬러지와 물과의 혼합체.

슬러지(sludge:오니)－탱크 또는 못에 침전한 원수 혹은 하수중의 고형물의 덩어리

슬러지건조상(sludge drying bed)－슬러지를 햇볕에 의해 건조하기 위하여 만든 상(bed).

슬러지농축(sludge thickening, sludge concentration)－슬러지의 함수율을 적게 하는 방법.

슬루스밸브－제수밸브 참조.

습식주입(solution feed)－분말약품을 수용액으로 개량하여 물에 주입하는 방법(염소가스의 경우는 기체로 계량한 후 수용액으로 만들어 주입함).

시간최대급수량(maximum hourly consumption)－1일을 통하여 시간당의 급수량의 최대의 것

C.O.D.(chemical oxygen demand)－주로 수중의 산화될 수 있는 유기물질이 $K_2Cr_2O_7$에 의하여 산화될때 소비되는 산소량을 mg/L로 나타낸 것(주로 하수도에서 쓰임).

[ㅇ]

악셀레이터(accelerater)－약품침전지의 일종으로 급속혼합, 플록형성, 침전 등의 각 과정이 동일 지내에서 이루어지는 강제침전지

안전밸브(safety valve)－이상수압이 발생하였을 때 자동적으로 물을 배수하여 관로의 안전을 꾀하는 밸브.

알부미노이드 질소(albuminoid nitrogen)－단백질이 부패하는 초기에 생기며 쉽게 산화되어 암모니아성 질소가 되는 유기성 질소화합물 중의 질소.

알칼리도(alkalinity)－수중의 HCO_3^-, CO_3^{--}, OH^-의 농도를 탄산칼슘($CaCO_3$)으로 환산하여 mg/L로 표시한 것.

알칼리제(alkaline chemical)－물의 알칼리도를 높이거나 pH값을 조정하기 위하여 사용하는 약품.

암거(culvert)－토사로 덮은 비교적 작은 통수거

암모니아성 질소(ammonia nitrogen, NH_3 -N)－수중에 있는 암모늄염을 뜻한다 NH_3-N은 유기질소가 무기화되는 제1단계이며 산화되어 아질산성질소(NO_2-N)와 질산성질소(NO_3-N)로 된다.

압력간선(force main)－펌프장으로부터 나오는 압력수로.

압력계(pressure gauge)－압력을 측정하는 계측기.

압력수두(pressure head)－정지 또는 흐르는 물이 지닌 압력에너지로 물기둥의 높이로 표시한 것.

압력수로(pressure conduit)－내면 전체에 수압을 받는 수로.

압력여과기(pressure filter)－급속여과기의 일종으로서 여과 탱크를 밀폐하고 원수에 압력을 가하여 여과하는 여과기

압력탱크(pressure tank)－물탱크 중의 수량이 감소하여 수압이 떨어지면 부설펌프가 자동적으로 작동하여 물을 퍼올려 수압 및 수량을 회복하게 하는 탱크

약품침전법(chemical sedimentation)－약품을 가하여 응결 침전케 하는 화학적인 처리방법.

양수정(gauging well)－삼각 위어 등을 설치하여 유량을 측정하는 우물.

양수율(pumping rate)－단위 시간당 양수된 수량

S.S.(suspended solid)－부유물질이라고 하며 물속에 부유하고 있는 입경 1㎛이상의 물질

에어리프트 펌프(air lift pump)－압축공기를 우물 안에 혹은 유사한 곳에 도입하여 물과 혼합시켜 물의 비중을 가볍게하여 양수하는 펌프.

엘보우(elbow)－소구경관에 사용되는 곡관.

여과(filtration)－물을 여과재를 사용하여 거르는 것.

여과속도(filtration rate)－원수가 1일 또는 단위시간에 여과지의 사면을 통과하는 길이 또는 원수가 단위시간내에 사면의 단위면적을 통과하는 양.

여과수두(filtration head)－여과지 수면과 여과수 유출수면과의 수위 차

여과재(filter media)－여과에 사용되는 재료.

여과지속시간(filtration duration)－여과를 개시하여 여과를 지속할 수 없는 상태까지의 시간.

여과층(filter layer)－여과지내의 여과재의 층.

역사이펀(inverted siphon)－하천, 운하, 철도, 도로 등 횡단장소에서 관거를 부분적으로 낮추어 땅속으로 지나가게 부설한 것

역세척(back wash)－압력정수(또는 정수와 공기)를 여과 흐름방향과 반대방향으로 압송하여 여과층을 씻어내는 것.

역지밸브(check valve)－관로에 설치하여 물의 역류하는 것을 막는 밸브

연수(soft water)－경수가 아닌 물, 즉 마그네슘, 칼슘염이 수중에 용해되어 있는 양이 70mg/L(CaO로 환산) 이하인 물($CaCO_3$로는 100mg/L 이하).

염소멸균(chlorination)－순염소 또는 클로르칼키로서 수중의 세균류를 사멸시키는 것.

염소소비량(chlorine consumed)－수중의 유기성물질, 무기물질 등으로 소비되는 염소량(일반적으로 1시간 접촉중에 소비되는 염소량).

염소요구량(chlorine demand)－물에 염소제를 가해서 일정시간(일반적으로 1시간) 접촉 후 유리염소를 남기기에 필요한 염소량.

염소주입(chlorination)－염소처리 참조.

염소처리(chlorination)－(1)살균, 살조(**殺藻**) 및 유기물, 철, 망간, 암모니아 등을 제거할 목적으로 염소제를 물에 가하는 일의 총칭.

(2) 유기물을 소독하여 부패작용을 지연 또는 산화시키기 위하여 폐수중에 염소를 가하는 것.

영구경도(permanent hardness)－수중의 칼슘, 마그네슘의 황산염, 질산염 등의 산화물에 의한 경도로 비탄산염 경도라고도 함.

오니(sludge)－슬러지 참조.

완속여과지(slow sand filter basin)－느린 속도로 여과를 행하는 못.

원수(raw water)－정수 처리전의 물.

유리염소(free available chlorine)－물에 염소를 넣었을 때 하이포 클로라이트(hypochlorite) 이온(OCl^-) 혹은 하이포 클로라스 애시드(hypochlorus acid) (HOCl)의 형태로 존재하는 유효염소.

유리잔류염소(free available residual chlorine)－물에 염소를 넣었을 때 일정시간 후 소멸되지 않고 남아있는 유리염소.

유수수량(**有收水量**, accounted water)－요금징수의 대상이 되는 수량(조정수량).

유수율(**有收率**, rate of accounted water)－유수수량을 배수량으로 나누어 100분율로 나타낸 것.

유효경(effective grain size)－모래의 입도곡선에서 10% 통과율의 모래의 크기를 mm로 나타낸 것.

응집보조제(coagulant aid)－응집제의 효과를 향상시키기 위하여 첨가하는 약품.

응집제(coagulant)－수중의 콜로이드(colloid)를 응집시키기 위하여 가하는 약품.

이토관(blow-off pipe)－관로의 낮은 곳에 설치하여 관내의 토사를 배출하는데 사용되는 특수 T자관.

이토밸브(drain valve, blow-off valve)－이토관에 붙는 밸브.

이형관(fitting)－관로의 곡선부에 설치하는 곡관, 관의 연결을 위한 T 및 Y자형 접속관 등을 총칭한 것.

인입관(inlet pipe)－탱크, 우물 및 못에 물을 끌어 넣는 관.

인출관(outlet pipe)－탱크, 못, 우물의 물을 빼내는 관.

일류관 또는 월류관(overflow pipe)－여분의 물을 넘어가게 하는 관.

일류위어(overflow weir)－여분의 물 혹은 유출수를 유출시키기 위하여 설치한 위어.

일반세균(general bacteria)－수중에 서식하고 있는 세균으로서 보통 한천배지(**寒天培地**) 집락(**集落**, colony)을 형성하는 균.

1인 1일 최대급수량(maximum consumption per day per capita)－1일 최대급수량을 1인당으로 나타낸 것.

1인 1일 평균급수량(average consumption per day per capita)－1일 평균급수량을 급수인구 1인당으로 나타낸 것.

임시수로(diversion channel)－공사를 하기 위하여 유로(**流路**)를 변경한 수로.

임시배수터널(diversion tunnel)－하천을 막고 하천수를 배수하기 위하여 만든 터널.

[ㅈ]

자유수면(free water surface)－대기와 경계를 이루는 물 표면.

자정작용(self purification)－물이 하천 또는 호수 등을 흐르는 동안 자연히 정화되는 작용.

전양정(total dynamic head)－펌프에 의하여 물

에 가해지는 모든 수두의 합계 즉 실양정과 손실수두를 합산한 것.

전염소처리(pre-chlorination)－여과에 앞서 철, 망간, 냄새, 맛, 생물의 제거 또는 사멸 시키기 위하여 염소를 주입시키는 것.

접근유속(approaching velocity)－오리피스 또는 위어에 접근할 때 가지는 물의 평균유속.

접합정(junction well)－종류가 다른 관 또는 도랑의 연결부, 관 또는 도랑의 굴곡부 또는 관로의 수두를 감쇄하기 위하여 그 도중에 설치하는 시설.

정수지(clear well)－여과수를 배수지에 양수할 경우에 여과지와 펌프장간에 설치하여 정수를 저장하여 여과 및 펌프 조작과의 조절을 하는 동시에 염소와 정수를 접촉케 하는 못.

제수문(regulating gate)－통수량을 가감하거나 단수하기 위하여 수로에 설치하는 수문.

제수밸브(valve)－통수량을 가감하거나 통수의 개폐를 위하여 관로에 설치하는 기기로 여러 가지 형태가 있음.

정류벽(baffle wall)－물을 정체하지 않도록 균등하게 흘리기 위하여 침전지 등의 내부에 설치하는 유공벽.

조도계수(coefficient of roughness)－유수에 접하는 면의 거치른 정도를 나타내는 계수

조압수조(surge tank)－수압관 및 도수관에 발생하는 수압의 급격한 증감을 조정하는 수조

조절지(regulating well, regulating cham -ber)－양수장이나 배수지에서 유입수의 수위조절과 양수를 위하여 설치한 작은 우물.

진공여과(vacuum filter)－슬러지를 탈수하는 방법의 일종이며, 진공드럼의 둘레에 면포, 모직물, 합성섬유 등으로 감고 회전시켜 탈수하는 기계.

진공펌프(vacuum pump)－공기를 밖으로 방출하여 진공상태를 만들어 양수하는 펌프

집수매거(infiltration gallery)－복류수(subsur -face water)를 취수하기 위하여 매설한 유공관거.

집수면적(catchment area, drainage area)－강수가 집중되는 구역의 면적.

[ㅊ]

착수정(gauging well)－정수장 혹은 배수지 등에 설치하여 유입수의 수위조절과 계량을 목적으로 한 구조물.

천정(淺井, shallow well)－제일 불투수층까지의 물을 집수하는 우물, 얕은 우물.

체류시간(detention time, retention time)－못의 유효용량을 단위시간당 유량으로 나눈 값.

최확수(most probable number, MPN, 혹은 최확치)－ 확률론의 원리를 응용하여 수학적으로 산출한 대장균군의 수를 나타내는 수치

축동력(brake horse power)－펌프를 운전할 때 펌프의 주축을 회전시키는데 요하는 동력.

축류펌프(axial flow pump)－펌프의 축방향으로 흐르는 저양정 펌프.

취수구(intake)－하천, 수로 또는 저수지 등에서 물을 취입하는 설비를 한 장소.

취수댐(intake weir, intake dam)－하천의 물을 끌어오기 위하여 축조한 낮은 댐.

취수문(intake gate)－문 모양으로 된 지표수의 취수용 수문

취수탑(intake tower)－하천, 저수지 또는 호소 등에서 취수하기 위하여 설치하는 탑 모양의 구조물.

침사지(sand basin, grit chamber)－수로에 유입한 토사류를 침전시켜서 이를 제거하기 위한 곳.

[ㅋ]

캐비테이션(cavitation)－(1)펌프에 있어서 임펠러 입구의 정압이 그 수온에 상당하는 포화증기압 이하로 될때 발생하며 펌프의 성능이 저하하고 소음 및 진동이 발생하는 현상

(2) 관로의 흐름이 고속일 경우 압력이 저

하되기 때문에 저압부에 기포가 발생하여 공동(空洞)을 형성하는 현상

콜로이드(colloid)－입경 0.1 μ 이하, 0.001 μ 이상의 입자.

클로라민(chloramine)－염소가 수중에서 암모니아와 결합되어 생성되는 화합물로서 살균력이 있으며 결합잔류염소라고도 함.

[ㅌ]

탁도(turbidity)－물의 흐린 정도를 표시하는 표준.

[ㅍ]

파아샬 플루움(parshall flume)－유출입 수량을 측정하는 계량설비.

포기(aeration)－액체중에 미세한 기포를 통하거나 또는 이와 유사한 방법으로하여 공기를 액체에 접촉시키는 것.

표면세척(surface wash)－압력정수를 분사하여 여과층의 표면을 세척하는 것.

풋밸브(foot valve)－흡입관 하단에 붙어 있는 펌프 또는 우물의 물이 역류하는 것을 방지하는 밸브.

플록(floc)－물에 응집제를 혼합시켰을 때 형성되는 응집물.

플록형성지(flocculation basin)－플록을 형성시키는 못.

pH－수소이온 농도의 역수의 대수로 표시한 값.

P.P.M(parts per million)－농도의 단위로 1/1,000,000 중량비.

[ㅎ]

하부집수장치(filter underdrain)－(1) 완속여과지에서는 여과수를 집수하기 위하여 설치하는 지거.

(2) 급속여과지에서는 균등한 여과 및 유효한 역류 세척을 하기 위해 설치하는 장치

혐기성(anaerobic)－용존산소가 없는 상태의 뜻.

호기성(aerobic)－용존산소가 있는 상태의 뜻.

혼화지(mixing basin)－원수에 약품을 혼화시키는 못.

후염소처리(post chlorination)－흔히 여과시설 후에 행하는 염소처리로서 병원균을 사멸시키기 위한 처리

제4절 기본계획

4.1 기본계획 수립순서

기본계획을 수립할 때의 절차는 기본방침 수립(계획목표 설정), 기초조사, 정비내용의 결정 등의 순서로 한다.

【해 설】

상수도사업은 각각 역사도 다르고 시설의 규모, 체제, 재정상황도 다르다. 지형, 지질, 수원의 상황 및 재해가 일어날 가능성과 같은 자연적인 조건 및 토지 이용, 지역발전의 상황 및 수요자의 의식과 같은 사회적인 조건도 다르다. 따라서 상수도시설을 계획할 때에는 그 지역의 특성에 적합한 방식을 찾아내는 연구 노력이 필요하다.

또한 상수도시설의 정비를 계획할 때에는 평면적인 양적확대를 위한 시설의 증설이나 확장에 국한하지 말고 기존설비의 개량등도 함께 고려하는 것이 바람직하다.

합리적인 상수도사업 운영과 시설의 현대화 등 장래 정비계획이 중복될 수도 있으므로 전체적으로 장기적인 목표를 설정하여 기본계획을 수립할 필요가 있다. 따라서 상수도사업자는 자연적, 사회적인 상황, 수요 수량의 증감, 수원의 수량, 수요자의 의식, 기존시설의 문제점 등에 관해서 각종 조사를 실시하여 시설정비에 관한 계획 목표를 독자적으로 설정하여야 한다.

기본사항은 시설의 신설, 확장 및 개량 등 어떠한 시설정비를 할 경우라도 항상 기초가 되는 것이다. 기본사항을 결정할 때에는 각종 조

사를 기초로 하여 계획목표를 세운 뒤 그에 입각하여 계획 연차, 계획 급수구역, 계획 급수인구, 계획 급수량을 정한다.

계획 목표를 달성하기 위해서는 시설의 확장이나 개량 등 시설정비가 필요해지므로 여기서 정하는 계획 연차는 이들 모든 시설정비를 포함한 장기적인 계획 기간을 설정하여야 한다.

정비내용의 결정은 현재 보유하고 있는 시설의 평가를 포함하는 각종 기초 조사에 근거하여 기본사항에 대응하는 시설정비내용(대상 시설, 규모), 공정, 사업비를 결정하고 필요하면 몇 개 사업으로 나누어서 작성한다.

4.1.1 기본방침 수립

기본방침을 수립할 때에는 다음 각 항에 대해 밝히도록 한다.

1. 급수 구역에 관한 사항
2. 상수도 정비 기본계획 등 상위 계획과의 적합성에 관한 사항
3 급수 서비스 향상에 관한 사항
4. 갈수, 지진 등의 비상시 대비책에 관한 사항
5. 유지관리에 관한 사항
6. 경영에 관한 사항

【해 설】

1. 급수구역은 지역 독점사업인 상수도사업에 있어서 가장 중요한 사항이다. 사업의 확장, 축소, 통합, 폐지 등 사업경영의 근간을 좌우하는 것이 급수구역이다. 기본방침에 있어서는 항상 상수도의 보급을 위해 노력하고 미보급 지역의 해소에 힘쓰는 것을 기본으로 상수도사업의 현재 급수구역 내외의 물 수요공급 상황, 경영 상황 등을 감안하여 도시 발전상황이나 그 장래계획, 생활용수 확보의 현황 등을 검토하여 급수구역에 관한 장기적인 전망을 밝혀야만 한다

2. 기본방침을 수립할 때에는 상수도정비 기본계획 등과 조화시켜 적합성을 도모해 나가야만 한다.

3. 깨끗하고 저렴한 물의 풍부한 공급을 도모하며 공중위생의 향상과 생활환경의 개선에 기여하는 것이 상수도의 사명이다 동시에 사회·경제에서 차지하는 상수도의 중요성을 감안해 볼 때 평상시의 안정적인 공급을 도모하는 것은 물론이고 유사시에도 필요한 물의 공급이 확보되도록 안전성과 안정성이 높은 시설을 목표로 해야할 것이다.

물의 안전성의 확보는 상수도에 있어서 가장 중요한 과제 중 하나이다. 그러므로 상수도사업자는 하천등의 공공용 수역이나 지하수등의 오염방지 대책이 제대로 잘 추진되도록 관계기관에 요청하는 한편 상수도에 대해서도 시설정비 측면 및 유지관리 측면에서 적절한 대책을 강구하여 수요자가 안심하고 마실 수 있는 물의 공급을 확보할 필요가 있다. 필요에 따라서 고도정수시설을 도입하는 등의 대책을 강구하거나 수질 정보의 교환, 수질관리조직의 설치 등 수질관리를 위해 노력해야만 한다.

위생적으로 안전한 물을 필요한 수량, 적절한 수압으로 상시 공급하기 위해서는 물 수요에 대응하는 수원을 확보하여 적절한 상수도시설의 정비를 위해 노력하여야 한다.

확보해야 하는 적정수압은 상수도시설의 정비 상황이나 도시화의 진행 상황등에 따라서 설정해야 하는데 목표로 하는 수압은 중층(3~5층) 건축물에 대해서 직결급수가 가능하도록 배려하는 것이 바람직하다 그러기 위해서는 배수시설의 정비에 힘쓰는 한편 급수장치에 대해서도 수두손실이 적은 기기나 신뢰성이 있는 역지밸브 개발 등의 동향에 관심을 가지고 수요자들의 요구사항에 부응하기 위한 급수 서비스 향상에 노력하여야 된다.

4. 상수도가 생활용수 확보를 위한 유일한 수단이 된 오늘날, 도시에 있어서 주택의 고층화, 도시 기능의 고도화 등에 따라 상수도의 단수 및 감수가 시민 생활과 도시 생활에 미치는 영향이 더욱 증대하게 되었다. 그러므로 물 수요의 증가에 대응한 안정적인 공급의 확보 뿐만

아니라 가뭄이나 지진시 등에 있어서도 기반 시설로서의 기능의 확보를 도모하기 위하여 상수도사업자는 다음과 같은 사항에 유의하여 시설정비를 도모할 필요가 있다.

① 가뭄(갈수)시에도 시민의 생활에 현저한 지장을 초래하는 일이 없을 만큼의 급수를 확보할 것

② 지진, 호우시의 재해에 대해서 상수도시설 전체적인 안정성을 확보하여 재해를 당하더라도 급수에 미치는 영향을 가능한 한 최소 범위로 줄이고 신속하게 평상시의 급수상태로 복귀할 수 있도록 도모할 것

③ 노후화시설의 개량 등을 계획적으로 추진할 것

한편 실제로 가뭄이나 지진 등의 이상 사태가 발생했을 경우, 공평한 급수를 확보하기 위한 시설의 운용방법, 타 기관이나 사업체와의 연결 체제, 수요자에 대한 홍보 및 공급체제의 정비를 위해 노력하여야 한다.

5. 상수도시설 정비의 기본 방침을 수립할 때에는 유지관리에 대해서도 배려해야 한다.

시설을 선정할 때에는 그 유지관리에 필요한 업무량이나 기술수준을 파악하고 확보 가능한 유지관리 능력의 적절한 검토가 필요하다.

또 앞으로 예상되는 수원의 수질오염의 다양화 및 복잡화에 대응해서 충분히 수질관리와 나아가 안정적인 공급을 위해 고도의 배수관리를 하기 위해서는 상수도의 유지관리체제를 한층 더 충실화하고 강화시켜 나가야 한다.

6. 급수구역의 확장, 안전한 물의 안정적인 공급, 비상시에 대한 대응강화, 유지관리의 충실 등을 도모하려면 적절한 시설정비를 위한 투자를 하여야 한다.

기본방침수립에 있어서는 1~5에 관련된 시설 정비의 기본방침이 경영에 미치는 영향에 대해서도 배려할 필요가 있다.

4.1.2 기초조사

기본계획을 수립할 때의 기초조사는 필요에 따라서 다음 각 항에 의거하여 실시하기로 한다 또 실시할 때에는 각 항에 기술한 조사사항을 참고로 한다.

1. 급수구역의 결정에 필요한 기초자료의 수집과 조사

2. 급수량의 결정에 필요한 기초자료의 수집과 관련 계획 등의 조사

3. 종합적인 상위계획 및 관련 상수도 사업 계획 또는 상수도 용수 공급계획에 대한 조사

4. 상수도시설의 위치 및 구조 결정에 필요한 자연적, 사회적 조건의 조사

5 유사하거나 같은 규모의 기설 상수도시설 및 그 관리실적 등에 대한 자료의 수집과 조사

6. 각종 수원에 대한 이수(利水)의 가능성과 수량 수질의 조사

7. 개량을 해야 하는 시설의 범위, 시기를 결정하기 위해 현재 보유하고 있는 시설의 평가

8. 공해방지 및 자연환경의 보전을 도모하기 위한 환경 영향 평가의 조사

【해·설】

1. 계획 급수구역을 결정할 때에는 행정구역내의 자연적·사회적 조건 및 이와 관련된 장래의 계획을 파악한다. 특히 토지 이용도, 지역별 물 수요현황 및 장래의 전망에 대해서 조사할 필요가 있다.

이 경우 상수도가 가지는 사회적 역할의 중요성을 고려하여 되도록이면 급수구역을 넓게 설정할 필요가 있다. 그와 동시에 유지관리의 난이도, 경제성등에 대해서도 조사해 둘 필요가 있다.

2. 계획 연차에 있어서의 급수량을 합리적으로 결정하기 위해 다음 사항에 대한 조사가 필요하다.

1) 급수량의 실적은 사용수량의 용도별 또는

구경(口徑)별 내역의 실적에 대해서 과거 10년간 정도의 자료를 수집한다.

특수한 용도의 수요가 있을 경우에는 그 수요에 대해서도 조사한다. 예를 들면 관광지역인 경우에는 관광인구 및 사용 수량 또는 선박 급수량등에 대해서도 자료를 수집하여 조사한다.

2) 용도별 사용수량의 변동요인을 분석하기 위한 자료를 수집한다.

3) 수돗물 이외에 지하수를 직접 이용하고 있는 지역에 대해서는 실태조사등을 실시하여 그 이용 상황 등을 파악해 둔다. 특히 다량을 사용하는 건축물, 지하수의 양수(揚水)규제로 인하여 발생할 수돗물로의 전환등에 관한 예측을 세워 둔다.

4) 도시의 성격, 발전 상황등에 대하여 유사 도시의 용도별 사용 수량 또는 1인 1일 수량의 추이를 조사한다.

5) 물 수요에 관련된 계획, 예를 들어 도시 정비에 관한 계획, 주택 건설에 관한 계획, 공업 입지에 관한 계획, 하수도의 정비에 관한 계획등을 조사한다.

3. 상수도정비 기본구상이나 상수도정비 기본계획 등 종합적인 계획이 결정되었을 경우에는 해당 계획과의 적합성을 도모할 필요가 있다. 그 계획 내용, 예를 들면 물 수급에 관한 장기적인 전망, 상수도의 정비에 관한 기본적인 방침등에 대해서 충분히 파악해 둔다.

원수공급 사업에 있어서는 자기 수원의 실태, 계획 급수량 등에 대해서 조사한다. 한편 원수를 공급받는 상수도사업에 있어서는 공급측의 장래계획 및 공급방식 등에 대해서 조사한다.

또 수원의 상호 유통에 의한 물의 효과적인 이용, 시설 공동화에 의한 합리적인 유지관리 등을 위해 광역적인 시야에 입각한 상수도계획과 인접한 상수도사업 및 상수도용수 공급 사업의 계획에 대해서도 충분히 파악해 둘 필요가 있다.

4. 상수도시설은 건설 및 관리가 안전하고 용이한 장소에 설치되어야만 한다 그러므로 예정지의 자연적, 사회적 조건에 대해서 다음 사항을 중심으로 조사한다.

1) 자연적 조건에 관한 조사

(1) 지형, 지질 등에 관한 조사

상수도시설의 위치를 결정하기 위해 도로, 구릉, 호소 및 하천 등의 위치, 지반의 고저차 및 주요 수준점 등을 조사한다.

또 시설의 위치, 구조 및 공사의 난이도 등을 판단하기 위해 지반, 토질 및 지하수위 등에 대해 조사한다 이 조사에는 지질도, 지질조사(boring) 등의 토질 조사 자료, 지하수위 및 지반의 침하 상황에 관한 자료등을 가능한 한 수집, 정리해 나간다.

(2) 재해 기록 조사

시설 예정지에 있어서 과거에 발생한 지진, 풍수해 등에 의한 재해에 대해서 그 규모와 피해 상황에 대해서 조사한다.

2) 입지조건에 관한 조사

시설 예정지와 그 주변 도로의 정비 상황, 노면 교통의 실태, 택지개발의 상황, 가옥의 형태, 토지의 소유 구분 및 주민 의식의 동향 등 환경에 관한 사항을 조사한다.

3) 토지이용계획 등에 관한 조사

(1) 지역지정 등에 관한 조사

시설 예정지 및 그 주변 지역이 지역 지정 및 그 지역의 규제 사항에 대해서 조사한다.

또 시설 예정지에 국가나 지방자치단체장이 지정한 중요 문화재, 사적, 명승, 천연기념물 등 또는 이미 확인된 매장 문화재(고분, 주거 유적 등)가 존재하는지의 여부를 조사함과 동시에 관계지역에 관한 역사 서적, 향토지등을 참고로 하여 미확인된 매장 문화재의 존재 여부에 관한 조사를 할 필요가 있는 경우도 있다.

(2) 개발계획 등에 관한 조사

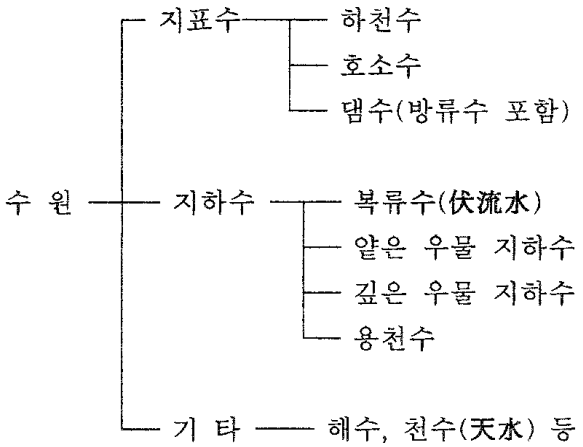
시설의 위치를 결정할 때 그 예정지 및 주변 지역이 각종 개발 사업 등의 대상이 되어 있는지의 여부에 대해서 조사한다.

5 가능한 한 이미 설치된 유사한 상수도시설에 관하여 수원의 종별과 수질, 정수방법, 시설

의 배열, 관리수준 및 관리실적등에 대해서 조사한다. 이들 조사는 원수 수질에 적합한 정수방법, 합리적인 시설 배열등의 결정시에 참고로 한다.

확장할 경우에는 과거시설과 새 시설이 유기적으로 하나가 되어 최대의 기능을 발휘할 수 있도록 현재 보유하고 있는 시설의 처리 능력의 재평가를 포함하여 상세한 조사를 실시한다.

6. 수원을 분류하면 다음과 같다.



지표수, 특히 하천 표류수는 강우량의 영향을 크게 받는 특성을 갖는다. 특히 하천에서는 갈수 유량의 대부분을 기존 수리권이 차지하고 있어 갈수기에 상수도용수를 취수하기 어려우므로 댐 등을 건설하여 강수량의 변동을 조정하여 수원을 확보하는 경우가 많아지고 있다.

지하수 중에서 깊은층 지하수는 장기간의 강우로 지하에 고여 모인 것으로 일정 양수량의 범위 내에 있어서는 안정된 수원이 될 수 있다 그러나 수질면으로 보면 유역의 개발, 도시화의 진전 등에 의하여 지표수의 수질오염이 호전되지 않고 있으며 지하수도 화학물질 등에 의하여 수질이 오염되고 있어 수원을 선정할 때에는 다음 사항에 대하여 조사할 필요가 있다.

1) 수량에 대해서

(1) 지표수의 경우

적어도 최근 10년 동안 수문(水文)에 관해 기록된 국가 및 지방자치단체의 자료를 수집하고 연간 유량과 연간 수위 등을 조사한다. 특히 가뭄시의 유량·수위 파악은 필수적이다.

일반적으로 하천이나 호소는 상수도용수, 농업용수, 공업용수의 수리(水利)외에도 발전, 어업 등에 이용되므로 새로 지표수를 취수할 경우에는 수리권 등 물 이용의 실태에 대해 조사한다. 댐 건설이나 강 어귀에 둑을 건설하는 등 수원개발에 공동 참가하여 수원을 확보하는 경우도 많으므로 미리 수원에 관한 각종 정보를 취득한다.

또 다른 용수를 상수도용수로 수리권 전용을 한 실례도 있으므로 관계 기관과 연결을 긴밀히 하여 농업용수, 공업용수의 이용 상황, 수요동향에 대해서도 조사하는 것이 바람직하다.

(2) 지하수, 복류수의 경우

이미 만들어진 우물등에 의해 지층이나 지하수·복류수에 관한 기존 자료를 수집하고 또 필요에 따라서는 전기 탐사등을 실시하여 수맥 및 지질구조 등을 조사한다 다음에 시험용 우물을 만들거나 또는 이미 파져 있는 우물 등을 이용하여 양수(揚水)시험을 한다. 이때 지반 침하 대책으로서의 지하수 양수 규제의 동향에 대해서도 사전에 조사한다

용천수(湧泉水)의 경우에는 특히 갈수시의 용수량을 파악하기 위해 가능한 한 장기간에 걸쳐 조사하도록 한다.

(3) 기타

수원이 부족한 섬 등에 있어서는 해수의 담수화, 해저송수(海底送水) 등에 관한 기술정보를 수집 조사한다.

해수 등을 이용할 경우에는 담수화의 방법, 취수하는 해역의 수질, 농축배수가 해역에 미치는 영향, 에너지 문제, 요원의 확보, 관리상의 어려움, 건설비용, 관리비등에 대한 검토가 필요하다.

2) 수질에 대해서

수원의 수질을 조사하는 목적은 먼저 원수의 수질이 현재 또는 앞으로도 적정한가의 여부를 조사하기 위한 것과, 어떤 정수방법을 선택해야

하는지를 판단하기 위한 것이다.

상수도는 수원의 수질이 악화되었을 경우에도 수질 기준에 적합한 물을 공급하지 않으면 안되므로 수질이 악화되었을 시기의 수질조사가 더욱 필요하다.

(1) 지표수의 경우

일반적으로 취수 예정 지점과 그밖에 필요한 지점에서 수돗물의 수질 기준의 주요 항목에 대한 검사를 해야 하는데 이 경우 적어도 1년 동안 한달에 한번씩 조사함과 동시에 홍수나 가뭄등으로 수질이 악화되었을 경우의 수질도 가능한 한 상세하게 조사한다.

농약이나 비료에 의한 수질 오염이 예상되는 경우에는 그 사용 실태, 영향의 정도를 가능한 한 자세히 조사한다.

유역의 지역개발 현황과 앞으로의 동향, 하수도 정비계획 등에 대해서도 조사함과 동시에 수원 수질에 영향을 미치는 사업에 대하여 환경영향평가 등을 통해 미래의 수질을 검토해 본다 특히 호소수·댐수에 관해서는 조류(藻類)나 플랑크톤에 의한 장애가 발생할 우려가 있으므로 이들에 대해서도 조사해 둔다. 또 동일한 수계에 있어서의 기존 수질 자료가 있으면 이를 조사해 두는 것도 바람직하다

수원이 호소인 경우에는 호소의 수질 보전에 관한 방침이 결정되어 있으므로 이를 참고로 데이터를 수집하여 그 내용을 조사해 둔다.

(2) 지하수의 경우

지하수의 수질은 일반적으로 양호하지만 지질에 따라서는 특수한 정수처리를 필요로 하는 경우가 있다. 또 지하수는 지표의 오염원으로부터 흘러나온 오수에 의해 오염되는 경우가 있는데 그 경우에는 수질의 회복에 매우 긴 시간이 걸린다. 그러므로 화학 물질에 의한 오염이나 농약, 비료 등의 영향에 대해서도 배려하여 충분한 수질조사와 함께 주위의 상황을 충분히 파악해둘 필요가 있다.

용천수는 지층수나 균열된 부분에서 나온 물이 지상에 유출된 것으로, 일반적으로 수질은 양호하지만 강수의 영향을 받는 경우도 있으므로 이 역시 충분히 조사해 둘 필요가 있다

7. 시설의 평가는 계획 목표를 달성하기 위해서 상수도시설부터 급수장치에 이르기까지 모든 시설에 대해서 수질의 안전성, 수량의 안정성, 적정 수압의 확보면에서 조사 검토를 하고 계획 기간내에 있어서 개선해야 할 내용등을 분명하게 밝혀 정비 내용을 결정하는데 활용하도록 한다

각 시설에 대한 조사 검토를 시행해야 할 구체적인 사항은 다음과 같다.

① 수원

부영양화 등에 의한 수질 장애, 댐의 경우 퇴사가 진행됨에 따른 유효 용량의 감소, 지하수 수질 오염 등

② 취수·도수 시설

노후화에 따른 기능 저하, 하상(河床)의 변화에 의한 취수 능력 저하, 내진성 등

③ 정수시설

원수 수질의 악화에 의해 악취가 나고 이상한 맛이 나는 물의 발생, 노후화에 따른 기능 저하, 내진성 등

④ 송수 및 배수시설

관내 녹 발생에 의한 수질 장애나 통수(通水) 능력의 저하, 노후화에 따른 누수량의 증가, 내진성 등

⑤ 계측제어설비

노후화에 따른 기능 저하, 기술 수준의 향상에 따른 진부화(陳腐化) 등

이와같이 각 시설에 대한 평가는 물론 시설 총체적인 평가를 위해서 노력할 필요가 있다. 시설 총체적인 평가란 각 시설간의 정비수준의 균형이 유지되고 시설 전체적인 안정성이 확보되어 있는지 여부에 대한 검토를 하는 것이다.

현재 보유하고 있는 시설에 대한 평가를 내릴 때는 각종 지침을 참고로 하여 가능한 한 양적인 평가를 내리는 것이 바람직하다.

8. 취수시설, 저수시설등의 건설, 정수시설로부터의 배수, 펌프 운전시의 소음 등은 주변환

경에 영향을 줄 우려가 있으므로 필요에 따라서 공해 방지 및 환경의 보전을 위해 충분한 대책이 필요하다.

4.1.3 정비내용의 결정

정비내용을 결정할 때에는 시설의 전체적인 적합성 등을 감안하여 사업의 내용, 공정, 개괄적인 사업비 등을 밝혀야 한다.

【해 설】

정비내용을 결정할 때에는 시설 전체적인 합리성을 배려할 필요가 있다 시설 전체적인 합리성이라는 것은 각 시설간의 용량, 능력 등의 균형이 이루어져 있으며 시설을 전체적으로 보았을 때 능력의 낭비가 없을 것, 확장 계획의 경우에는 목표 연차까지의 수요의 추이에 잘 대응하여 지나치거나 부족함이 없이 공급 가능할 것, 개량 계획의 경우에는 대상 시설 선정에 합리성이 있는 한편 시설간의 정비수준에 충분히 균형이 갖추어져 있을 것 등을 말한다.

각 정비계획의 실시시기에 대해서는 각 시설정비의 우선성, 긴급성 및 시설의 개량에 수반되는 일시적인 시설능력의 저하 등을 배려하여 결정할 필요가 있다. 또 각 시설정비의 사업비나 실시 시기에 바탕을 두고 재정계획을 수립하는 등 재정면에서도 계획에 무리가 없도록 검토해야 한다

정비내용은 시설확장을 중심으로 한 확장계획과 각 시설의 개량을 중심으로 한 정비계획으로 크게 나눌 수 있다

확장계획에는 급수구역의 확장에 수반되는 송·배수관이나 배수지등의 신설, 정수장의 증설·신설, 신규 수원의 개발, 저수시설의 정비 등이 있다.

정비계획에는 정수시설 정비나 도·송·배수시설 정비, 또는 취수부터 배수시설에 이르기까지 물 운용시스템의 통합관리, 수질정보의 수집, 시설의 무인화에 따른 원격조작등을 위한 텔레미터·텔레콘트롤 시스템의 정비, 시설전체에 관련된 내진성의 향상 대책을 위한 시설 내진화 등 다양한 종류가 있다.

정수시설 정비에는 정수시설의 개량, 고도정수시설의 도입, 정수장 예비시설의 확보, 정수시설의 내진화, 정수시설 관리의 효율화등의 사업을 포함하게 된다. 또 도·송·배수시설 정비에는 노후된 관로의 개량, 배수관의 증설, 내진화를 포함한 배수관망의 정비, 배수계통의 적정화 촉진과 유량계·수압계·수질계기의 설치, 직결급수 범위의 확대, 균등급수를 도모하기 위한 배수관의 정비 및 가압시설의 설치, 조정지와 배수지용량의 증설과 적정배치, 배수시설에 있어서의 소독제 추가 주입시설의 설치, 도·송·배수 관거(管渠)의 복선화, 도수관로·송수관로의 연결 등도 포함된다.

이와 같이 정비사업의 내용은 광범위한데 제각기 서로 유기적으로 기능을 발휘함에 따라 상수도시설 전체의 안정성·안전성을 향상시켜 나갈 수 있게 되는 것이다.

정비내용에 대해서는 급수 서비스 수준의 향상과 상수도사업 경영기반의 확립에 이바지한다는 점에서 설정할 필요가 있다. 그러기 위해서는 시설의 충실을 기하는 한편 유지관리의 효율화와 함께 경영·인사관리·영업등 각 분야의 업무와 연대된 구상도 필요해진다. 예를 들면 컴퓨터 도입에 의한 사무·기술관리의 효율화, 수도계량기의 자동 원격 검침의 도입, 컴퓨터 맵핑 시스템의 도입 등과 같은 사업도 실시할 필요가 있다.

4.2 기본계획 수립시의 주의사항

기본 계획을 수립할 때의 주의 사항은 다음과 같다.

4.2.1 수량면에서의 안정성 확보

상수도는 평상시의 물 수요에 대응한 안정적인 급수는 물론 가뭄이나 지진 등의 유사시에 있어서도 주민의 생활에 현저한 지장을 주는 일이 없도록 급수하여야 한다.

급수의 수량적인 안정성을 확보하기 위해 상수도 시설 전체적으로 균형잡힌 여유를 확보해 둘 필요가 있다. 그러기 위해서는 원수 및 정수의 저류·조정기능과 종합적인 물의 운용기능을 높이거나 정수장에 예비능력을 부여하는 등의 배려를 할 필요가 있다. 즉 수원의 다계통화, 원수 조정지의 설치, 정수장 예비력의 보유, 배수지 용량의 증가·적정배치, 관로의 루프(loop)화와 복수계통화, 간선관로의 상호연결, 사업자간 상호연결시설 등을 고려한다 또 평상시는 물론 유사시의 물 운영 시뮬레이션을 실시하여 필요한 배수지 등의 용량, 관로의 구경 및 펌프 용량 등을 결정한다. 이밖에 계획취수량, 계획정수량 등을 결정할때에는 각각의 상수도시설의 조건에 따라 여유분을 내다보고 책정하는 일에 대해서도 고려한다. 급수의 안정성 확보는 기본적인 요건이지만 이를 위해 필요한 대책은 해당 상수도의 자연적 조건, 사회적 조건 등과도 밀접한 관련성을 지니기 때문에 상수도 재정과 직접적인 관련성을 가지게 된다 따라서 안정적인 급수대책의 선택은 일률적인 것이 아니라 각 상수도사업의 제반 조건과 이념 등에 적합한 것이어야만 한다. 개개의 시설에 대해서 수량적인 안정성을 확보하기 위한 유의사항은 다음과 같다

1. 수원 및 저수시설

저수시설은 계획 취수량을 안정적으로 확보할 수 있어야 한다 지리적인 조건이나 경제적 효과 등의 이유로 댐 호수의 신규 개발 수량은 계획 대상의 갈수 규모를 10년에 1번 정도로 결정하는 경우가 많다. 계획 대상의 갈수 규모를 크게 잡으면 그만큼 급수의 안정성이 높아지게 되는데 이 갈수 규모의 결정에 있어서는 신중하게 조사, 검토할 필요가 있다. 계획 규모를 초과하여 갈수에 대응하는 댐을 건설함으로써 급수의 안정도를 높이는 방법도 있으나 이 경우에는 활용방법, 활용시의 제한점, 수리권 확보의 문제점, 비용 부담의 방법 등에 대해서도 신중히 검토해야만 한다. 댐, 호수는 시간이 지남에 따라 퇴사(堆砂)하여 저수용량이 줄어들게 되는데 정해진 퇴사 용량 이상으로 퇴사하게 되면 댐, 호수 본래의 기능이 떨어져 계획 취수량의 확보가 어렵게 된다. 이와 같은 경우에는 댐, 호수의 준설 및 증축에 의해 저수 용량의 회복에 힘쓰는 것도 효과적이다. 지하수는 적정 양수량의 범위 내에서는 효과적인 수원이기 때문에 양수 기능의 유지를 위해 노력하는 한편 수질도 고려하여 관리한다. 한편 평상시 수원으로서 사용하지 않는 것이라도 긴급수원으로서 확보해 두는 것이 바람직하다. 수원의 안정성을 향상시키기 위해서는 수원의 다계통화 및 복잡화를 도모하여 상호 운용이 가능해지도록 시설을 정비해 두는 것이 바람직하다. 서로 다른 종류의 복수 수원, 또는 같은 종류의 수원이라도 다른 수계의 복수 수원을 보유하는 것으로 갈수, 사고시의 위험을 분산시킬 수 있고 시설을 개량할 때 대응하기가 쉬워진다. 이밖에 필요에 따라 상수도 이외의 다른 목적의 잉여 수원의 이용, 재생수나 빗물의 이용, 해수의 담수화 등에 대해서도 검토한다.

2. 취수·도수시설

계획취수량은 계획1일 최대급수량에 5~10% 정도의 여유를 두고 결정한다 복수의 취수시설 설치가 가능한 경우에는 이들 시설을 상호 연결하기 위한 원수 연결시설을 만드는 것이 바람직하다. 이 경우의 연결수량은 과거 갈수시의 경험이나 사고를 당하였을 때의 운용수량을 고려하여 결정해야 한다 또 도수시설의 일부로 원수 조정지를 만들어 수량 및 수질 양면에서 평상시는 물론 유사시에 있어서도 급수의 안정도를 높일 수 있다. 원수 조정지의 저류량은 가능한 한 크게 잡는 것이 바람직하다. 그렇지만 실시할 때에는 원수 또는 정수중 어느쪽의 저류·조정기능을 강화하는 것이 더 효과적인지, 또 원수 조정지로 적합한 곳이 있는지의 유무, 용지 취득의 난이도, 건설비, 유지관리비 등에 대해 충분히 검토할 필요가 있다

3. 정수시설

정수장은 상수도의 기본적인 시설로서 높은 신뢰성이 요구되므로 가능한 한 급수에 영향을 미치지 않도록 해야 한다. 계획정수량은 계획 1일 최대급수량 외에 정수장 내의 작업 수량 등을 고려하여 결정한다. 정수장 내의 작업수량 등은 각 정수장마다 다를 수 있으므로 기존시설의 실적을 참고로 하여 결정해야 할 것이다.

사고시, 개량시에 대비하여 정수장 내의 시설을 복수의 계열로 분할하여 상황에 따라서는 정수장을 분산시켜서 복수의 정수장을 건설하는 내용에 대해서도 검토한다. 시설능력은 계획정수량 외에, 원수 수질의 오염이나 시설의 사고시 또는 개량시에도 대응이 가능하도록 정수장의 예비력을 확보하여 결정하여야 한다.

정수장의 예비력은 장내시설을 계열화한 정수장의 경우, 하나의 계열에 상당하는 분량정도로 해서 해당 정수장의 계획정수량의 25%정도를 기준으로 한다. 단 정수장의 예비력은 다른 안정 급수 대책과 마찬가지로 각 상수도사업의 제반 조건 등에 의해 필요한 경우에 만드는 것이지 일률적으로 모든 정수장에 만드는 것은 아니다. 또 복수의 정수장을 보유한 경우에는 원수 및 정수의 상호 연결시설을 만드는 것으로 탄력적인 물 운용을 가능하게 함과 동시에 주력 정수장을 중심으로 예비력을 확보하는 등의 배려가 필요하다.

4. 송·배수시설

계획 송수량은 계획 1일 최대 급수량을 기준으로 하고 계획 배수량은 계획시간 최대배수량 또는 계획 1일 최대급수량의 1시간당 수량과 소화수량의 합계를 기준으로 한다.

정수를 수송하는 기능을 담당하는 송수 및 배수 시설은 급수의 안정성을 크게 좌우한다. 즉, 탄력적인 물 운용을 가능하게 하는 송·배수시설의 상호연결, 배수계통의 적정화와 배수관의 정비 및 평상시는 물론 유사시에도 대응할 수 있는 조정지, 배수지의 저류량 확보 등에 의해 안정성을 높일 수 있다. 서로 다른 정수장 계통의 송·배수간선 및 각 배수계통에 대해서는 상호 지원체제를 강화하기 위해 연결관을 설치하는 것이 바람직하다 연결수량은 과거의 자료나 장래의 사고를 상정하고 개량계획 등을 종합적으로 판단하여 결정한다.

또 평상시는 물론 유사시에 있어서도 원활한 배수조정과 공평한 급수를 확보함과 동시에 원거리감시·제어설비 등을 정비하는 등 배수 컨트롤 시스템의 충실을 기하는 것이 바람직하다.

배수지는 저류·조정기능을 보유하고 있으며 사고시에는 응급 급수의 기지가 되기 때문에 급수 구역 내에 적절하게 분산시켜 둘 필요가 있다. 또 사고시, 개량시 등에 대한 물 운용계획을 세워 각 상수도 사업의 특성에 맞는 용량, 위치 등을 결정해야 한다.

배수지의 유효용량은 계획 1일 최대급수량의 12시간분을 표준으로 하여 급수의 안정성을 높이기 위해 가능한 한 크게 잡는 것이 바람직하다. 또 배수지 용량을 크게 잡았을 경우에는 배수지에 있어서의 잔류염소의 감시·제어 등의 적절한 수질 관리가 필요하다.

상수도용수 공급사업에 있어서 조정지의 유효 용량은 실적으로는 계획송수량의 1~10시간분 정도인데 공급량의 시간 변동, 사고시의 물 운용방법, 물을 공급받는 측의 배수지 정비 상황 등을 고려하여 여유를 가지고 결정한다.

5. 기 타

상기 사항 이외에도 정전에 대비하여 2 계통으로부터의 수전이나 자가발전 설비의 설치, 주요기기에 대해서는 예비분을 설치하는 등 신뢰성을 높여 가는 것이 바람직하다.

한편 시간이 지남에 따라 기능이 저하되는 시설 또는 내진성이 결여된 시설 등에 대해서는 계획적으로 개량하는 동시에 누수방지 대책도 함께 추진해 나가야 한다. 또 가까운 상수도 사업자간의 연결시설 정비나 상수도용수 공급사업에서 상수도사업에 대한 지원기능의 충실화를 통해 지역적인 견지에서 쌍방의 상수도시설의 안정성 향상을 도모하는 것도 중요하다

4.2.2 수질면에서의 안전성 확보

상수도는 가정용수, 도시 활동용수 확보의 유일한 수단으로서 중요성이 커지고 있으므로 수질 면에서 안전하고 더 질이 좋은 양질의 물을 공급할 필요가 있다.

한편 상수도를 둘러싼 수질 문제는 복잡한 양상을 띠고 있어 수원 수질의 오염, 호소나 댐의 부영양화로 인한 악취와 이상한 맛, 화학물질 및 기타 수질 사고 등의 다양한 문제가 발생하고 있다

수돗물 수질의 안전성을 확보하기 위해 가장 기본적인 것은 수원 수질의 보전이다. 관계기관에 한층 더 수원 수질의 보전을 위해 유의해 줄 것을 요청하는 한편 환경 행정과의 밀접한 제휴하에 수원 수질 보전에 적극 관여하지 않으면 안된다 또 필요에 따라 정수장에 고도정수시설을 도입하여 더 질 좋은 물을 급수하는 것을 목표로 삼아 나가야 한다.

수질의 안전성을 확보하기 위한 유의사항은 다음과 같다.

1. 수원 대책

수원의 수질보전대책은 주로 환경관련 행정기관에서 행해지고 있으므로 이들 기관과의 밀접한 제휴와 협력이 중요하며 또 상수도전용댐 등 상수도 독자적으로 대응할 수 있는 경우에는 상수도 사업자 스스로가 적극적으로 대처할 필요가 있다. 또 복수의 상수도 사업자가 관련되었을 경우에는 서로 제휴관계를 가지고 협동하여 추진해 갈 필요가 있다

구체적인 수원 수질 보전대책으로서 하천, 호소, 댐 등의 유역에서는 생활배수대책, 공장·사업소 배수 대책, 농업 축산 배수 대책, 폐기물 침출수의 적정 처리, 정화용수의 도입, 유역환경의 보전과 개발의 억제 등이 있다. 호소, 댐에서는 호수물 순환, 선택 취수, 바닥 진흙의 준설, 수생식물에 의한 수질 개선, 저류수의 방류관리 등이 있다. 지하수에서는 철, 망간, 질산성질소 등에서부터 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 1,1,1-트리클로로에탄 등이 문제가 되고 있다. 따라서 원수의 수질 감시를 충분히 하고 실태 파악에 힘씀과 동시에 필요에 따라서 관계 기관이나 관련 사업소에 협력을 요청할 필요가 있다.

이외에도 취수 지점을 선정할 때에는 장래의 환경 변화도 고려하여 수질상 가장 적절한 위치를 선정하는 것은 물론 유류 등의 유입과 같은 돌발적인 사고에 대응하기 위한 오일 펜스 등 오염 물질의 유입 방지시설, 수질 감시를 위한 모니터링 설비의 설치 등을 적극적으로 검토해 나가야 한다.

2. 정수 대책

수원의 수질은 본래 통상적인 정수처리로 충분히 대응할 수 있는 양질의 수원을 선정하는 것이 기본이지만 원수 수질의 동향에 따라서는 상수도 독자적인 대책으로서 고도의 정수 시설을 도입할 필요가 있다

실제로 통상적인 정수 처리로 대응하기 어려운 사태가 발생하였을 경우, 동일 수원 계통의 다른 상수도 사업에서 비슷한 사태가 발생하였을 경우 및 오염 발생원의 입지 상황, 원수의 수질 오염의 상황, 호소·댐의 부영양화의 진행 상황 등으로 인해 비슷한 사태가 예견될 경우에는 고도의 정수 시설을 신설, 증설하거나 또는 앞으로 설치하기 위한 용지의 확보나 수리적인 낙차의 여유를 둘 필요가 있다.

이밖에 유류, 화학약품 등의 유입에 의한 수질 사고에 대비하여 기름 제거설비, 분말활성탄 주입설비 등을 설치해 놓는 것이 바람직하다.

3. 송·배·급수 대책

수돗물이 급수전에서 소정의 잔류염소를 보유하고 있는 것은 상수도 위생상의 관점에서 필수적인 일이지만 특히 급수 구역이 광범위한 경우에는 정수장으로부터의 거리의 장단에 의해 잔류 염소의 감시를 실시하고 필요에 따라서는 송·배수계에 있어서도 잔류 염소의 감시를 실시하고 또한 필요시 송·배수 과정에서 염소의 추가 주입을 하는 등의 제반 대책을 강구하는 것이 바람직하다.

4.2.3 적정 수압의 확보 등

수량, 수질과 함께 상수도시설이 충족시켜야 할 기본 요소인 수압에 대해서도 적절한 대책을 강구하므로써 건축물로의 직결 급수체계를 추진할 필요가 있다.

상수도 사업자는 상수도시설의 정비 상황, 도시화의 진행 상황 등에 의하여 독자적인 목표로 세워서 배수관의 최소동수압 및 급수방식을 정한다. 특히 지하저수조에서의 수질저하의 해소 및 에너지 절약을 위하여 직결급수체계의 촉진을 고려하여 적정수압을 정할 필요가 있다.

4.2.4 기 타

1. 상수도시설에 의해 발생되는 소음, 진동, 배수, 배기가스 등이 환경에 나쁜 영향을 주는 일이 없도록 배려하는 것이 필요하다 특히 시설을 건설할 때 주변에 주는 영향이나 정수장으로부터의 배수, 펌프장 주변의 소음이나 진동이 문제가 되는 경우가 많다. 펌프장의 소음이나 진동은 펌프의 특성, 유량제어 펌프 및 지반 등의 복잡한 요소가 원인이 되므로 충분한 배려가 필요하다.

2. 정수장의 오염을 방지하고 안전과 위생을 유지함에 있어 울타리 등의 설비 또는 감시 장치의 설비 등에 대해서도 충분히 배려할 필요가 있다. 배수지의 상부를 공원이나 운동장으로서 일반 국민들에게 개방하거나 타 목적 용도의 용지 지하에 배수지를 건설할 경우에는 특히 위생적인 측면을 충분히 배려함과 동시에 유지관리에 지장이 없도록 하여야 한다.

상수도용 기기, 자재 및 도료 등은 위생적으로 안전하여 수돗물과 접촉해도 유해물질을 용출시키거나 이상한 냄새나 맛, 기타 수질에 나쁜 영향을 미치지 않는 것을 선정하여야 한다.

4.3 시설의 규모 결정

시설의 규모는 계획기간, 급수면적, 급수량, 원수의 수질 등에 의하여 결정된다

4.3.1 계획년도

> 새로운 상수도시설 혹은 기존시설에 대한 확장시설을 하려는 경우에도 장래 5~15년간을 고려하여 계획하여야 한다.
>
> 단, 장기적인 인구추정이 불가능한 경우이거나 혹은 급수량 추정이 불확실한 경우에는 예외로 한다

【해 설】

계획기간 혹은 계획년도는 계획 당시의 자금사정, 건설비, 유지관리비, 시설의 수명 등에 의하여 결정된다 이 기준에서 설정한 5년을 기준으로하여 시설하는 경우에는 준공과 더불어 확장계획 혹은 공사를 실시하게 될 경우가 있으므로 되도록 장기계획을 수립하여 설치하는 것이 바람직하다.

만약 30년 가량의 장기계획을 세우는 경우에는 건설비의 추정이 어렵고 또한 설치한 시설의 노후로 계획상의 결함이 많아 비경제적일 수도 있다. 각 시설의 규모결정에 있어서 계획년도는 앞으로의 공사의 난이도를 고려하여 서로 다른 계획년도를 설정할 수 있다.

fair와 geyer는 상수도시설물에 대한 설계 계획기간을 표 11과 같이 주고 있다.

<표 1.1> 설계기간

구 조	특 징	계획기간(년)
큰댐 및 대구경 관로	확장이 어렵고 비싸다.	25~50
정호, 배수관로 및 여과지	확장이 쉬우나 이자율이 3% 이하인 경우 3% 이상인 경우	20~25 10~15
직경 30cm 이상인 관	더 적은 구경대체는 결과적으로 더 비싸다.	20~25
직경 30cm 이하인 관	제한된 지역에서는 요구조건이 급속히 변화	개발완료

출처 Fair and Geyer, Water Supply and Waste Water Disposal, John Wiley and Sons. N.Y.(1954)

4.3.2 계획급수면적

급수면적 즉 급수지역은 계획기간내에 배수관을 매설하여 급수하는 지역이다.

【해 설】

계획년도에 급수가 되는 지역이 급수지역이다. 막연히 시내 일원이라고 하여도 급수지역이 아닐 수 있다 인구밀도가 매우 적은 산림지역이나 장래 도시의 발전 전망이 적은 곳에 급수구역을 설정하는 것은 특별한 경우를 제외하고는 건설비가 많이 소요된다.

4.3.3 계획급수인구

계획급수 인구는 계획급수량의 결정에 필수적인 사항으로 인구추정시에는 다음 각 항을 기초로 하여 결정하여야 한다.

1. 계획급수인구는 계획기간 내에 추정된 인구에 급수보급율을 곱하여 결정한다

2. 인구추정방법은 각 도시 혹은 지방자치단체 등에 의하여 추정된 자료를 사용하거나 다음 방법 혹은 공인된 기타 방법에 의하여 과거 약 20년간의 인구증감을 고려하여 결정한다.

만약 과거의 인구통계가 없거나 혹은 비정상적인 발전을 하였거나 기타 특수한 여건을 갖는 도시는 예외이다.

(1) 타 도시와 비교방법
(2) 등차급수 방법
(3) 등비급수 방법
(4) 감소율 성장방법(decreasing rate of increase)
(5) 로지스틱 S(logistic S) 방법
(6) 비교법(ratio and correlation)

장래 인구추정은 상기 방법을 사용하되 그 도시의 성질을 고려하여 결정되어야 한다. 즉 산업발전에 따르는 인구의 증가 또는 기타 사회적 조건에 따른 인구의 증감 등을 고려하여야 한다

3. 급수시설을 신설하는 경우에는 급수보급율을 결정하여야 한다 이때에는 대상도시와 유사한 성질을 갖는 도시와 비교하여 결정하는 것이 좋은 방법이며 만약 시설을 확장하는 경우에는 과거의 실적을 고려하여 결정하여야 한다

【해 설】

1. 추정인구는 상주인구에 관한 것이다. 예로서 유람객 등은 상주인구에 포함되지 아니한다.

2. 재경원을 비롯해서 각 도시의 해당지구에서는 장래인구를 추정하고 있다. 이 자료는 공인된 자료로서 상수도시설 적용여부를 검토한 후 사용될 수 있다

계획급수인구 추정에 있어서 각 추정방법에 대한 계산예를 [예]에 나타내었다

[예] A도시의 인구자료가 다음 표 1.2와 같을 때 2000년도의 인구를 구하라.

<표 1.2> A도시의 인구자료

연도	인 구	연도	인 구
1990	177,800	1994	194,500
1991	182,500	1995	199,200
1992	187,000	1996	203,700
1993	192,300		

1) 연 평균인구증가수에 의한 방법

[계산예]

1990~1997의 평균인구증가수는

$$\frac{203,700-177,800}{6}=\frac{25,900}{6}=4,317$$

2000년도의 인구 $203,700+4\times4317=220,968$

2) 최소자승법에 의한 방법

$y=ax+b$

여기서, 상수 a,b는 최소자승법으로

$$a=\frac{n\sum xy-\sum x\sum y}{n\sum x^2-\sum x\sum x}$$

$$b=\frac{\sum x^2\sum y-\sum x\sum xy}{n\sum x^2-\sum x\sum x}$$

y : 기준년으로부터 x년후의 인구

x : 기준년으로부터의 경과년수

n : 인구통계 자료 수

이 방법은 단기간 인구추계에 적합하다.

[계산예]

기준년을 계열 중앙에 놓아 계산을 간편하게 하면

$$a=\frac{7\times118,600}{7\times28}=4,236$$

$$b=\frac{28\times1,337,000}{7\times28}=191,000$$

즉, $y=4,236\times x+191,000$

2000년은 기준년 1993년부터 7년이므로

$y=4,236\times7+191,000=220,652$

<표 1.3> 최소자승법에 의한 계산표

연 도	인구(y)	x	x^2	xy
1990	177,800	-3	9	-533,400
1991	182,500	-2	4	-365,000
1992	187,000	-1	1	-187,000
1993	192,300	0	0	0
1994	194,500	1	1	194,500
1995	199,200	2	4	398,400
1996	203,700	3	9	611,100
계	1,337,000	0	28	118,600

3) 연 평균인구증가율에 의한 방법

$$y=y_0(1+\gamma)^x$$

$$\gamma=(\frac{y_0}{y_t})^{\frac{1}{t}}-1$$

여기서,

y : 기준년으로부터 x년 후 인구

y_0 : 현재인구

x : 현재로부터 계획년차까지의 경과년수

y_t : 현재로부터 t년 전의 인구

γ : 연평균 증가율

이 방법은 상당 기간동안 비슷한 인구증가율을 보이는 발전적 도시에 적합하고 인구증가율이 점감하는 도시에는 적합하지 않다.

[계산예] 2000년의 인구는

$$\gamma=\left(\frac{y_0}{y_t}\right)^{\frac{1}{t}}-1=\left(\frac{203,700}{177,800}\right)^{\frac{1}{6}}-1$$

$$=1.029-1=0.0229$$

$$y=y_0(1+\gamma)^x=203,700\times1.0229^4$$

$$=203,700\times1.0948=223,000$$

4) 지수 곡선식에 의한 방법

$$y=y_0+Ax^a$$

여기서,

y : 기준년으로부터 x년 후의 인구

y_0: 기준년의 인구

x : 실적 초년도부터 계획년도까지의 경과년수

A 및 a : 상수

<표 1.4> 지수 곡선식에 의한 계산표

연도	인구(y)	x	X=logx	x^2	$y-y_0$	$Y=\log(y-y_0)$	XY
1990	177,800	0	-	-	-	-	-
1991	182,500	1	0	0	4,700	3 67210	0
1992	187,000	2	0.30103	0.09062	9,200	3 96379	1.19322
1993	192,300	3	0.47712	0.22764	14,500	4 16137	1.98547
1994	194,500	4	0.60206	0 36248	16,700	4.22272	2 54233
1995	199,200	5	0.69897	0.48856	21,400	4.33041	3.02683
1996	203,700	6	0.77815	0.60552	25,900	4 41330	3.43421
계		N=6	2.85733	1 77482		24.76369	12.18206

A 및 a를 구하기 위하여 윗식으로부터

$\log(y-y_0)=\log A+a\log x$

여기서

$\log(y-y_0)=Y$

$\log x=X$

$\log A=b$ 라 하면

$Y=aX+b$ 가 되며

Y와 X에 관한 과거자료로 최소자승법을 써서 a, b를 구한다.

이 방법은 많은 도시에 적용할 수 있다.

[계산예] 1990년을 기준년으로 한다

$$a=\frac{N\sum XY-\sum X\sum Y}{N\sum X^2-\sum X\sum X}$$

$$=\frac{6\times 12.18206-2.85733\times 24.76369}{6\times 1.77482-(2.85733)^2}$$

$$=\frac{73.09236-70.75803}{10.64892-8.16433}=\frac{2.33433}{2.48459}=0.93952$$

$$b=\frac{\sum X^2\sum Y-\sum X\sum XY}{N\sum X^2-\sum X\sum X}$$

$$=\frac{1.77482\times 24.76369-2.85733\times 12.18206}{6\times 1.77482-(2.85733)^2}$$

$$=\frac{43.95109-34.80817}{10.64892-8.16433}=\frac{9.14292}{2.48459}=3.67985$$

$\log A=b$이므로

$A=10^{3.67985}=4,784.63$

$y=177,800+4,784.63x^{0.93952}$

2000년의 인구는

$y=177,800+4,784.63\times 10^{0.93952}$

$=177,800+4,784.63\times 8.7$

$=177,800+41,626=219,426$

5) 로지스틱 곡선식에 의한 방법

$$y=\frac{K}{1+e^{a-bx}}$$

여기서

y 기준년으로부터 x년후의 인구

x : 기준년으로부터의 경과년수

e . 자연대수의 밑

K 포화인구

a, b 상수

상수 a 및 b의 산정에는 최소자승법이나 삼점법을 쓴다

이 방법은 인구가 무한년전에 0이고 경과년수에 따라 점증하여 중간기에는 증가율이 가장 크고 그후 증가율이 점감하여 무한년후에 포화된다는 이론에 기초를 둔 것이다

* 최소자승법에 의한 해법

도시포화인구(K)를 먼저 추정하여야 한다

앞에서의 식을 변형하면

$b\,x\log e-a\log e=\log y-\log(k-y)$

여기서,

$x\log e=X$

$a\log e=C$

$\log y-\log(k-y)=Y$ 라 하면

<표 1.5> 로지스틱 곡선식에 의한 계산예

연도	인구(y)	x	x^2	k-y	log y	log(k-y)	Y=log y -log(k-y)	XY
1990	177,800	-3	-	172,200	5 24993	5 23603	0.01390	-0 04170
1991	182.500	-2	4	167,500	5.26126	5 22401	0 03725	-0 07500
1992	187,000	-1	1	163,000	5 27184	5 20952	0.06232	-0.06232
1993	192,300	0	0	157,700	5 28398	5 19229	0.09169	0
1994	194,500	1	1	155,500	5 28892	5 19173	0.09719	0 09719
1995	199,200	2	4	150,800	5 29929	5 17840	0 12089	0 24178
1996	203,700	3	9	146,300	5 30899	5 16524	0 14375	0 43125
계		0	28				0 56699	0 59120

bX-C=Y 가 되며

$$a=\frac{C}{\log e}=\frac{1}{\log e}\cdot\frac{\sum X\sum XY-\sum X^2\sum Y}{N\sum X^2-\sum X\sum X}$$

$$b=\frac{N\sum XY-\sum X\sum Y}{N\sum X^2-\sum X\sum X}$$

단, N은 인구자료 수

[계산예] 기초년을 계산 편의상 중간에 두고 포화인구(K)를 350,000으로 정하여 계산하면

$$\sum X=\sum x\log e=0$$

$$a=\frac{1}{\log e}\times\frac{\sum X\sum XY-\sum X^2\sum Y}{N\sum X^2-\sum X\sum X}$$

$$=\frac{1}{\log e}\times\frac{(-\sum X^2\sum Y)}{N\sum X^2}$$

$$=\frac{-\sum Y}{N\log e}=\frac{-0.56699}{7\times 0.43429}=-0.1865$$

$$b=\frac{N\sum XY-\sum X\sum Y}{N\sum X^2-\sum X\sum X}=\frac{\sum XY}{\sum X^2}$$

$$=\frac{\log e\sum xY}{(\log e)^2\sum x^2}=\frac{\sum xY}{\log e\sum x^2}$$

$$=\frac{0.59120}{0.43429\times 28}=0.04862$$

$y=\frac{K}{1+e^{-0\ 1865-0\ 04862x}}$ 가 되며

2000년도의 인구는

$$y=\frac{350,000}{1+e^{-0\ 1865-0\ 04862\times 7}}=\frac{350,000}{1.5905}$$

= 220,056

계산예를 통한 결과를 종합해 보면

2000년의 인구는

연평균인구증가수에 의한 방법	220,968
최소자승법에 의한 방법	220,652
연평균인구증가율에 의한 방법	223,000
지수 곡선식에 의한 방법	219,426
로지스틱 곡선식에 의한 방법	220,056

실제에 있어서의 인구는 우리가 계산으로 얻어진 인구와 비교할 적에 완만(smooth)하지 않으며 따라서 우리가 추정한 값과 장래의 실제의 인구가 꼭맞아 떨어진다고는 볼 수 없다

특히, 소도시에 있어서는 대도시에서 보다 큰 오차가 발생되는데 그 이유는 소도시에 있어서는 인구 증가에 대한 여러 가지 요소들이 보다 민감하게 작용될 수 있기 때문이다. 따라서 우리가 추정한 값도 장기적인 안목으로 볼 때의 평균적인 장래 추정이며 대체로 20% 혹은 그 이상이 틀린다고 하여도 인구의 증가 추세가 우리가 추정한 값과 아주 차이가 있다고 단편적으로 말할 수는 없다.

어느 경우에서나 항상 인구추정의 신빙도는

① 추정년도가 커질수록

② 인구가 감소되는 경우가 흔할수록

③ 인구증가율이 증가될수록 적어진다.

4.3.4 계획 1인 1일 최대급수량

> 급수시설을 신설하는 경우에 있어서 계획 1인1일 최대급수량은 대상도시와 유사한 성질을 갖는 도시의 기존 자료를 이용하여 결정하여야 한다.
>
> 만약 시설을 확장하는 경우에 있어서는 과거의 자료를 이용하여야 하며 장래에 대하여도 고려하여야 한다.

【해 설】

계획 1인1일 최대급수량을 추정하기 위해서는 1인1일 최대급수량 혹은 1일 최대급수량의 실측자료를 검토하여야 한다.

또한 1일 최대급수량에 관계되는 요소인 도시의 규모, 성질, 입지조건, 기상조건, 생활정도 및 생활양식 기타 경제 및 사회적인 조건에 따라 그 크기가 변화되므로 이에 대한 고려도 필요하다.

따라서 계획 1인1일 최대급수량을 결정할 때에는 과거의 실측자료를 검토하는 것이 바람직하며 또한 용도별 급수량을 세분하여 분석하고, 합리적이며 정확한 자료를 산출하여 장래의 1인1일 최대급수량을 추정할 수 있다.

참고적인 자료로 최대 1인1일 급수량은 4.3.6에서 보충 해설하였다

4.3.5 계획1일 최대급수량

계획1일 최대급수량은 계획 1인1일 최대 급수량에 계획급수인구를 곱하여 결정한다.

【해 설】

계획1일 최대급수량은 상수도시설의 규모 결정의 기초가 되는 수량이다.

4.3.6 계획1일 평균급수량

계획1일 평균급수량은 계획 1일 최대급수량의 70~85%를 표준으로 하여야 한다.

【해 설】

계획1일 평균급수량은 약품, 전력 사용량의 산정이나 유지관리비와 상수도요금의 산정 등에 사용되므로 재정계획에 필요한 수량이다.

1일 평균급수량은 연간 총 급수량을 365일로 나눈 값이며 1인 1일 평균급수량은 평균급수량을 급수인구로 나눈 값이다.

최근 5개년간의 우리나라 상수도현황은 표1.6과 같고, 전국 시설현황은 표1.7과 같다.

<표 1.6> 최근 5개년 상수도 현황

구분 \ 연도	단위	1991	1992	1993	1994	1995
총인구	천인	43,268	44,569	45,077	45,512	45,974
급수인구	〃	34,665	35,639	36,568	37,351	38,107
보급율	%	80 1	80 0	81 1	82 1	82 9
시설용량	천톤/일	16,870	18,787	20,093	20,967	21,844
1일1인당급수량	L	376	385	394	408	398

주) 출처 · 상수도통계(1996), 환경부

이미 4.3.4에서 설명한 바와 같이 급수량은 도시의 규모, 성질 및 제반조건에 따라 변화되므로 이에 대한 분석이 필요하다. 도시의 규모가 커질수록 대체로 급수량은 증가되며 기온이 높을수록 증가된다 생활정도의 생활양식에 있어서는 그 정도가 높을수록 증대되며 수세식 변소나 목욕탕의 보급이 증가할수록 증대된다

<표 1.7> 전국 시설현황(1995년말 기준)

도시명	총인구 (인)	급수인구 (인)	보급율 (%)	시설용량 (톤/일)	급수량 (톤/일)	1일1인당 급수량 (L)
계	45,973,806	38,107,237	82.9	21,843,570	15,179,471	398
시 계	21,892,610	21,446,133	98.0	12,358,000	9,426,131	440
서울특별시	10,556,943	10,534,302	99.9	6,190,000	4,958,904	469
부산광역시	3,892,972	3,790,110	97.4	2,508,500	1,483,012	391
대구광역시	2,465,977	2,438,504	98.1	1,610,000	1,070,002	439
인천광역시	2,362,132	2,249,354	95.2	1,615,500	1,061,000	472
광주광역시	1,287,134	1,198,966	93.2	610,000	358,000	299
대전광역시	1,288,452	1,184,897	93.4	829,000	495,213	418
도 계	24,081,196	16,661,104	69.2	8,484,570	5,753,340	345
경기도	7,811,488	6,475,558	82.9	3,305,000	2,194,172	339
강원도	1,530,000	1,138,536	74.4	645,800	395,629	347
충청북도	1,442,191	918,918	63.7	430,400	326,043	355
충청남도	1,853,925	800,890	43.2	391,090	245,994	307
전라북도	2,009,651	1,313,775	65.4	668,150	488,144	372
전라남도	2,186,808	1,039,487	47.5	619,570	390,364	347
경상북도	2,777,856	1,671,231	60.2	746,000	655,887	380
경상남도	3,949,908	2,783,610	70.5	1,405,670	995,112	336
제주도	519,394	519,099	99.9	272,080	171,995	331

주 1) 보급율은 급수도시인구에 대한 급수인구의 백분율

2) 출처 상수도통계(1996), 환경부

생활정도의 향상에 따라 외국에서는 대도시의 경우 500~800L까지 계획할 수도 있다.

이와같은 격차는 가정용수가 실제 가정에서 사용하고 수도요금을 납입하는 수량을 말하는데 반하여, 1일1인 평균급수량은 가정용수 외에 상공업용수와 공공 및 소방용수 등을 상주인구당으로 할당한 이외에 도시에 따라서는 시설용량이나, 시설용량에서 약간의 추정누수량 등을 뺀 수량을 말하는 경우도 있어 수량기준에 혼란을 일으키므로 차제에 1일1인 평균급수량에 대해 정의해 보고자 한다.

즉, 1일 평균생산량은 정수장에서의 연간 총 생산량을 365일로 나눈 값이며, 1일 평균부과량은 년간 총부과량을 365일로 나눈 값으로 할

때 1일 평균생산량과 1일 평균부과량 사이에 1일 평균급수량이 존재한다

급수량은 유수수량(부과량)에 유효무수수량 즉 상수도사업용 수량, 수도계량기 불감수량, 소화용 수량 및 부정사용량 등을 가산한 수량이며 누수량 등은 급수량에서 제외되어야 한다.

이와 같이 불확실하고 정량이 불가능한 수량이 내포되고 있으므로 이 기준에서는 급수량을 생산량과 같은 것으로 정의하여 누수량까지 합계한 수량을 급수량으로 정의하는 것이 타당하겠다.

참고로 1995년도 특별시 및 광역시 상수도 1일1인당 급수량을 보면 서울시가 469L/인/일로 가장 많고, 부산시는 391L이고 대구시는 439L, 인천시는 472L, 광주시는 299L, 대전시는 418L를 나타내고 있다.

4.3.7 원수의 수질과 정수시설

원수의 수질에 따라서 좋은 수질을 생산할 수 있는 시설을 설치하여야 한다.

【해 설】

계획 1인1일 급수량이 결정된 후에는 수도법이 허용하는 수질로 처리하여야 한다. 같은 처리시설이 필요한 경우일지라도 비교적 양호한 원수는 비교적 규모가 작은 처리시설로 같은 수질의 물을 생산할 수 있다.

그 예를 들면 원수가 비교적 양호한 경우에는 필요한 소요 체류시간이 짧게 되며 여과지의 운전지속시간이 길어질 수도 있다 반면에 원수가 불량하면 필요한 소요 체류시간이 길게 되며 여과지도 자주 역세척시켜야 한다 따라서 원수의 수질을 잘 검토하여 처리시설의 규모를 결정하여야 한다.

표1.8은 대장균군수에 따르는 필요한 정수시설로서 미국보건성(USPHS)의 기준이며, 표1.9는 미국 캘리포니아주에서 기준으로 사용하는 원수의 수질에 따라 필요한 정수시설을 개략적으로 나타내고 있다.

또한 세부적인 지침으로서 fair와 geyer에 의하면 표1 10 및 표1.11과 같다.

환경오염 물질은 지하수를 오염시키고 있으며 결과적으로 정수설비의 개선을 앞으로 요망할지도 모른다. 따라서 수원은 되도록 오염원의 상류에 위치하도록 하여야 한다.

참고적으로 우리나라 수도법에는 상수원보호구역의 지정을 규정하고 있다

<표 1.8> 대장균군수에 따르는 필요한 처리시설

구분	처리형식	대장균군수
I	별도처리시설이 필요치 않음	대장균에 의한 오염이 없는 경우
II	간단한 소독정도	어느 월에 있어서나 평균 50 /100mL 이하인 원수
III	급속 여과 및 소독	어느 월에 있어서도 총시료수의 20% 이하가 평균 5,000 /100mL 이하인 경우
IV	예비침전(pre-sedimentation), 사전염소처리 등이 구분III의 시설에 첨가됨	구분III에 평균치는 같으나 총시료의 20% 이상이 5,000 /100mL보다 크며 총시료의 5% 이하가 20,000/100mL 이상인 원수

출처 . Manual of Recommended Water Sanitation Practice USPHS (1946)

4.3.8 예비용량

처리시설의 규모 결정에 있어서 처리시설의 고장 등을 대비하여 예비용량을 고려하여야 한다.

【해 설】

처리시설에 있어서의 고장은 장기간일 수가 있다. 이러한 경우를 고려하여야 한다.

<표 1.9> 미국 캘리포니아주의 기준

수 질	소독만 필요한 원수	여과와 소독만 필요한 원수	여과·소독이외에 기타 특수 혹은 보조처리가 필요한 원수
BOD-mg/L			
월평균	0 75~1 5	1 5~2 5	>2 5
일최대 혹은 최대치	1 0~3 0	3 0~4.0	>4 0
대장균군수-MPN/100mL			
월평균	50~100	50~5,000	>5,000
월최대 혹은 최대치	시료수의 5%이하가 100이상	시료수의 20%이하가 5,000이상	시료수의 5%이하가 20,000이상
용존산소			
평균-mg/L	4.0~7 5	4 0~6 5	4 0
포화도-%	75 혹은 그 이상	60 혹은 그 이상	
pH평균치	6 0~8 5	5 0~9 0	3 8~10 5
염소(최대)-mg/L	50 혹은 그 이하	50~250	>250
불소-mg/L	<1 5	1 5~3 0	>3 0
페놀(phenol)화합물			
최대-mg/L	없 음	0 005	>0 005
색도	0~20	20~150	>150
탁도	0~10	10~250	>250

(출처 Water Quality Criteria. State of California, Water Pollution Control Board, Sacramento, Calif <1963>)

<표 1.10> 정수의 단위조작과 효과

효 과	포 기	약품침전(a)	석회소다법에 의한 연수화와 침전	(a)를 사용치 않는 완속여과	(a)를 사용한 후의 급속여과	(염소)살균
박테리아	0	++	(+++)(1 2)	++++	++++	++++
색 도	0	+++	0	++	++++	0
탁 도	0	+++	(++)(2)	++++(3)	++++	0
냄새와맛	++(4)	(+)	(++)(2)	++	(++)	++++(5) --(6)
경 도	+	(--)(7)	++++	0	(--)(7)	0
부 식 성	+++(8) ---(9)	(--)(10)	(11)	0	(--)(10)	0
철및망간	+++	+(12)	(++)	++++(12)	++++(12)	0

(출처:Fair and Geyer, Water Supply & Waste Water Disposal, John Wiley and Sons, N.Y(1954))

(주) +는 4개가 최대를 표시한다. +는 효과가 있음을 나타내며 -는 역효과, 0는 효과가 없음을 나타낸다.

(1) 과잉의 석회처리로 매우 높은 pH가 될때

(2) 세균이 플록중에 포함될때

(3) 탁도가 높아 여과지가 쉽게 막혔을때는 제외

(4) 클로로페놀(chlorophenol)은 제외

(5) 과염소주입(breakpoint chlorination)을 할때

(6) 강한 취미가 있을 때 (5)의 방법을 사용치 않는 경우

(7) 어느 종류의 응집제는 탄산염을 황산염으로 변화시킨다.

(8) CO_2가 제거됨에 따라

(9) 용존산소가 적을 때 용존산소의 보충에 의해

(10) 어느 종류의 응집제는 탄산가스를 발생시킨다.

(11) 금속에 따라 다르지만 어느 금속은 높은 pH에서 부식된다

(12) 포기를 한 후

<표 1.11> 단위처리공법의 적용범위

불순물	농도	예비처리				일반적인 정수설비					특수정수설비			
		스크린	전염소처리	일반침전	포기	석회법에의한연수화	응집침전	급속여과	완속여과	후염소처리	과염소주입혹은클로라민형	활성탄	특수화학처리	탈염방법
대장균군수 (MPN/100mL) (월평균)	0-20 20-100 100-5,000 >5,000		 E E	 O O ‖			 O E E	 O E E	 O O	E E E E	 O			
탁도	0-100 10-200 >200	O O O		O**			 E E	 E E	O					
색도	20-70 >70						O E	O E			O O			
맛과냄새	감지		O	O	O				O		O	E		
탄산칼슘 (mg/L)	>200					E	E	E					E	
철과망간 (mg/L)	<0 3 0.3-1 0 >1 0		O E	O	 O E		 E E	S E E	 O O				 O	
염소 (mg/L)	0-250 250-500 500+													O E
페놀화합물 (mg/L)	0-0.005 >0.005						O E	O E			O O	O E	O	
독성물질							E	E				E	O	
비교적 독성 적은물질							O					O	O	

(출처 Fair and Geyer, Water Supply and Waste Water Disposal, John Wiley and Sons, N Y.<1954>)

(주) E:필수, O.선택, S 선정시에 특별한 배려가 필요함

++:다른 방법으로는 염소의 농도가 적은 희석수 사용

*·과염소주입은 탈염소처리후에 행할 것

‖·이중침전(double setting)을 대장균군수가 20,000MPN을 초과하는 경우에 설치할 것

**·탁도가 매우 큰 경우에는 중력식 예비침전지를 설치하는 것이 좋다

4.4 시설의 일반사항

4.4.1 수원의 위치

수원의 위치와 취수지점을 선정하기 위하여서는 다음 사항에 유의하여야 한다.

1. 수질 및 수량
2. 처리장 및 급수지역과의 거리
3. 취수공사의 난이도, 안전 및 유지관리
4. 시설비와 유지관리비
5. 장래 확장의 가능성
6. 기타

【해 설】

수원의 종류로서는 표류수와 지하수가 있다. 수원으로서의 적합성 여부중에서 가장 중요한 여건은 수량과 수질이다.

수량은 갈수기에 있어서도 1일 최대급수량을 확보할 수 있는 정도라야 하며 수질은 일반적으로 흔히 사용되는 처리시설로 수도법이 정하는 수질의 음료수를 생산시킬 수 있는 수질이어야 한다 수원의 선정시에는 2~3곳의 후보지를 건설 및 유지관리비면에서 비교검토하고 장래의 확장 가능성 및 공사의 난이도 등을 검토하여 결정하여야 한다.

수원의 선정은 수도법이 정하는 상수원 보호구역에서 택하는 것이 좋으나 보호구역이 아닌 곳은 보호구역으로 설정하여야 한다.

수원과 정수시설 및 급수구역이 가까우면 먼 곳보다 건설 및 유지관리비가 저하된다.

수원의 위치 선정은 정수장과의 상호관계를 검토하여야 하며 기타 고려사항으로 정수장의 위치 선정에 언급되는 해설도 참조하여야 한다.

4.4.2 정수장의 위치

정수장의 위치는 다음 사항을 고려하여 결정하여야 한다.

1. 정수시설의 공사와 설치 후에 있어서 유지관리가 쉽고 장래의 확장이 가능하며 지가가 저렴한 곳이라야 한다.
2. 몇 개의 후보지를 선정하여 비교 검토하여야 한다
3. 부지의 모양
4. 공사비에 영향을 주는 홍수기록, 지반상태, 지하수위선 등의 검토
5. 전원(電源)의 확보문제
6. 기존도로 및 철도와의 연결관계
7. 배출되는 슬러지의 처분방법
8. 인근 주민과의 관계
9. 주위의 자연환경
10. 소요시의 보호문제

【해 설】

1. 정수시설은 대체로 장래 확장될 가능성이 매우 크기 때문에 장래의 급수량을 추정하여 미리 부지를 선매하여야 한다. 만약 부지가 협소하고 지가가 높은 경우에는 부지 매수 이전에 관계법령을 검토하고 또한 기술적으로 소요부지를 절감시키는 방법 등을 면밀히 검토하여야 한다.

부지를 선정하기 이전에 어느 정도의 부지가 소요될 것인가를 정수시설의 대체적인 배열로 얻을 수 있으며 소요부지의 정확한 자료는 지가가 높을수록 매우 중요하다

2. 정수시설의 후보지를 선정한 후에는

(1) 가용부지 면적과 지가를 비교하여야 하는데 장래에 비교적 가용면적이 넉넉한 곳이 좋다.

(2) 또한 수원으로부터 정수장까지와 정수장으로부터 급수지역까지의 취수관로 및 배수관로가 짧은 것이 좋으나 이 때에는 어떠한 특별한 문제점이 없는가도 검토하여야 할 것이다.

3 부지의 모양은 매우 중요한 요소이다 즉 현재의 계획시설 뿐만 아니라 장래의 계획시설과의 상호관계에 있어서 운전 등의 문제점이 없는가를 미리 검토하여야 할 것이다

4 홍수기록은 매우 중요한데 특히 수몰지역인 경우에는 지반을 높혀 주어야 하므로 과거

의 홍수기록을 면밀히 검토하여야 할 것이다.

5. 정수시설 혹은 취수설비는 전력을 많이 필요로 한다. 따라서 가까운 곳에서 전력을 공급받을 수 있는가도 매우 중요한 사항이다.

6. 도로와 철도는 공사시의 자재운반 뿐만 아니라 처리시설의 설치 후에도 필요한 약품들을 쉽게 공급할 수 있다.

7. 침전지나 여과지는 슬러지를 배출한다. 슬러지의 양은 원수의 수질, 정수시설의 형식 및 사용되는 약품의 종류와 양에 따라 다르다. 따라서 생산되는 슬러지의 양에 따라서 정수장의 위치가 문제가 될 수 있다. 즉 슬러지를 건조, 매몰시키는 경우에는 소요부지면적이 증가되기 때문이다

8. 정수시설에 따라서 소음 등이 발생되어 인접 주민으로부터 불평이 발생될 가능성도 있으며 또한 주민들로부터 생산되는 오물에 의한 오염가능성도 있다. 따라서 정수장의 위치선정시에는 이러한 대민관계도 염두에 두어 불평요소 등을 미리 제거시키도록 하여야 한다

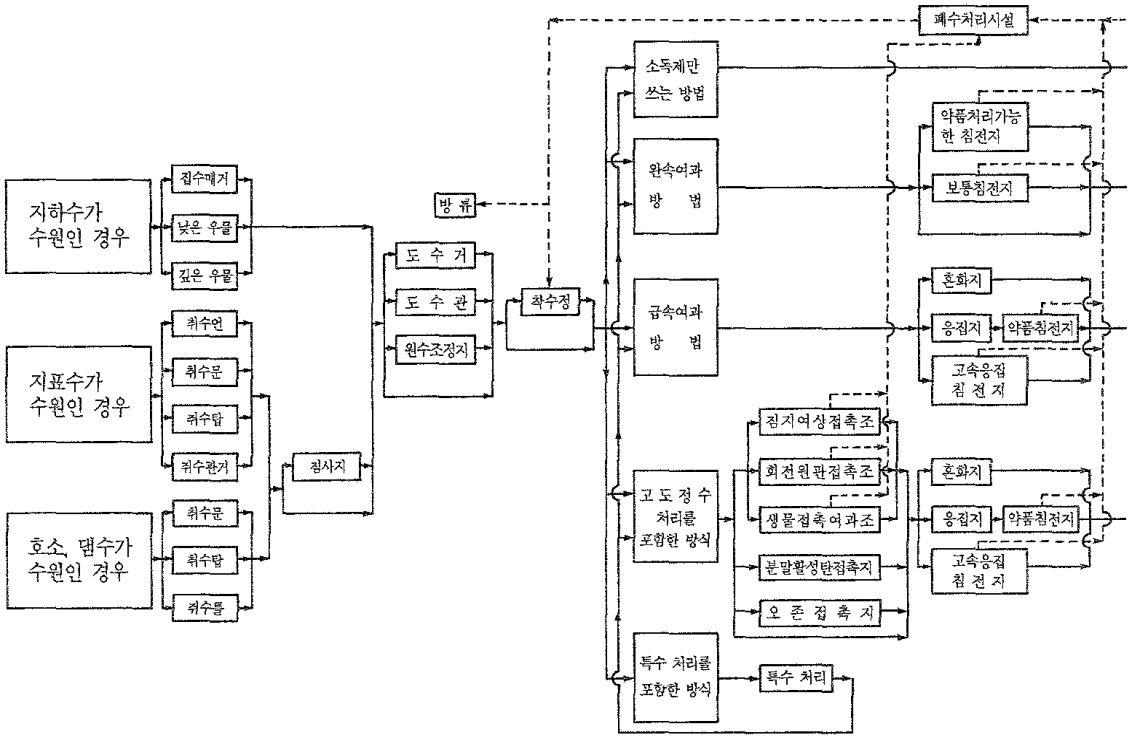
9. 상수도시설은 공공시설로서 되도록 주위환경에 적합한 부지로 조성하는 것이 좋다. 또한 정수시설은 매력적인 인상을 주도록 설치하는데 노력하여야 할 것이다.

10. 공공시설로서 상수도시설은 매우 중요한 시설이다. 따라서 비상시에는 잘 보호될 수 있도록 적당한 배려를 하는 것이 바람직하다.

4.4.3 종합적인 시설의 배치

취수지점, 정수설비, 급수시설, 관로 및 관로에 부수되는 양수펌프 등을 배치할 때는 다음 사항을 고려하여야 한다.

1. 지형적인 조건에 적합 여부
2. 공사의 난이도, 안전도 및 유지관리문제
3. 시설비 및 유지관리비가 저렴한가의 검토
4. 도시발전에 따르는 장래 확장 가능여부



<그림 1.1> 일 반 적 인

5. 취수장, 정수장 및 배수지의 위치와 적합성

6 각종 재해에 대한 안전도

【해 설】

수원을 선정한 후에는 취수지점을 결정하여야 한다

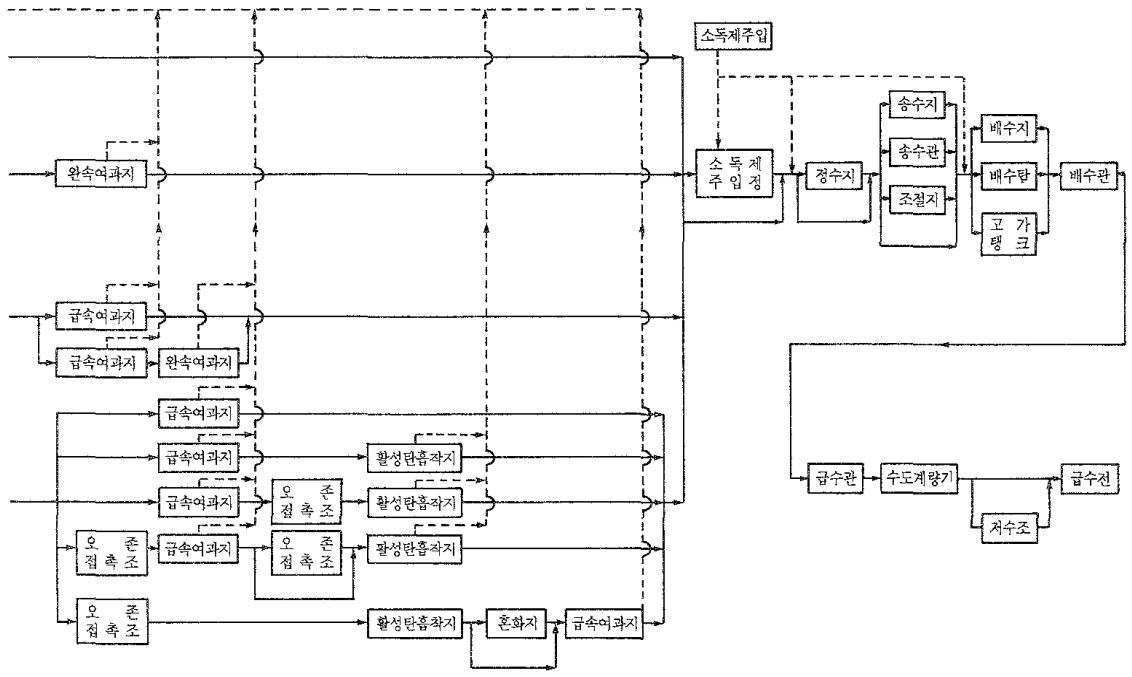
취수지점은 정수장 및 배수장의 위치와 잘 연결되도록 선택하여야 하는데 즉 취수지점으로부터 자연유하식으로 정수장에 연결 가능하면 매우 좋다 또한 양수펌프를 사용하는 경우에는 몇 개의 안에 대해서 경제성 검토와 공사의 난이도 및 안전 등을 고려하여야 할 것이다. 배수지의 위치도 마찬가지로 자연유하식 혹은 양수펌프 등을 사용할 것인가를 검토하여 몇 개의 지점을 선정하여 경제성 등을 검토하여야 한다.

그림1.1은 일반적인 계통도이다 취수지점으로부터 급수지역까지의 각종 시설은 지형 및 기능에 따라 그 위치를 선정하여야 한다

또한 취수, 정수, 배수설비 등의 위치선정은 비교안을 검토하여 결정되어야 하며 또한 용지매수의 난이도, 기초지반, 토공량, 자료운반의 난이도 등을 검토하여 결정하여야 하며 설치후의 유지관리면도 고려하여야 한다. 취수 지점부터 급수지역까지의 제반 시설의 규모 및 위치는 장래의 도시발전을 고려하여 결정하여야 할 것이다

취수설비, 정수설비, 배수설비의 위치가 결정되면 각 시설간에 있어서의 수위관계가 타당하여야 한다. 즉 계획급수량에 대해서 계획된 기능이 충분히 나타나도록 계획되어져야 하며 또한 확장사업의 경우에도 기존시설과의 유기적인 관계가 원활히 성립되도록 신중을 기하여 배치되어야 한다

이상과 같은 고려 이외에도 태풍, 폭우, 폭설 등의 자연 재해에 대한 고려를 충분히 하여야 하며 인근 주민에 의한 불평의 원인이 되어서는 안된다



상 수 도 계 통 도

4.4.4 정수시설의 배치

정수시설의 배치는 다음 각 항을 고려하여 설정되어야 한다.

1. 좋은 수질을 생산할 수 있는 배열이어야 한다.

2 최소한의 시설로 쉽게 운전될 수 있어야 한다.

3. 유지관리 집중화의 필요성

4. 약품주입관은 되도록 짧게 설치되어야 한다.

5 약품의 주입 및 약품의 관리가 쉽게 이루어지도록 하여야 한다

6. 꼭 필요한 장치만 설치하여야 한다.

7. 적절한 자동화가 바람직하다.

【해 설】

1. 아무리 좋은 시설을 하였다고 하더라도 양호한 수질의 물이 생산되지 않으면 좋은 시설이 아니다. 양호한 수질은 각 정수시설의 설계도 중요하지만 각 정수시설의 배열에 의하여 결정된다. 따라서 원수의 수질과 처리후의 목표수질을 잘 검토하여 양호한 수질의 물이 생산되도록 처리시설을 배열하여야 한다.

2. 예비용시설을 포함한 최소한의 시설을 설치하여 유지관리가 쉽도록 하여야 한다.

3. 여과지, 플록형성지, 플록형성기, 약품주입장치는 비교적 손이 많이 가는 설비이다. 따라서 이러한 시설은 되도록 집중화시켜서 유지관리가 쉽도록 하여야 한다. 이러한 시설이 서로 떨어져 있으면 유지관리에 보다 많은 시간이 소모된다.

4 일반 상수도관과는 달리 약품주입관은 유지관리가 어려우므로 짧게 설치되어야 한다 이러한 이유로 약품혼화지는 약품저장지와 인접된 곳에 설치한다.

5. 일상 사용되는 약품은 되도록 쉽게 하역되고 저장되어서 유지관리가 쉽도록 배열되어야 한다. 이미 설치된 시설에 있어서도 유지관리가 불편한 경우에는 그 결점을 개선하여야 한다

6. 꼭 필요한 시설이나 장치만 설치하여 유지관리가 쉽도록 배치하여야 한다. 즉 계획 및 설치시에 목적이 뚜렷치 못한 장치는 되도록 설치를 하지 말아야 한다. 계획 및 설계시에 목적이 애매한 경우에는 시설 후에 필요에 따라서 설치되도록 하여야 한다

7. 취수로부터 급수까지 모든 시설을 자동화한다는 것은 경비가 허락한다고 하여도 무리이다. 왜냐하면 자동화에 어떠한 문제점이 발생되는 경우에 있어서 이에 대한 대책이 되어 있지 않는 한 매우 큰 문제를 야기하기 때문이다.

응급책은 항상 많은 경비를 요구한다. 하지만 유지관리가 어렵고 또한 손이 많이 가는 곳은 국부적으로 자동화 시킴으로써 경비를 절감하고 효율적인 운전을 할 수 있다.

4.4.5 슬러지 처분시설

처리시설 및 기타 설비로부터 배출되는 슬러지 및 기타 환경오염물질은 적절하게 처리 및 처분되어야 한다.

【해 설】

수도법에 의하여 상수원 보호구역을 설정할 수 있다. 우리나라는 인구 밀도가 매우 커서 어느 수원이든지 하류지방의 수원은 오염의 위협을 받고 있다. 따라서 하류지방의 수원은 마땅히 보호되어야 하며 처리시설 혹은 기타 시설로부터 발생되는 슬러지나 환경오염물질을 하천과 같은 수원에 투기시키는 것은 수질환경보전법 제29조 ①항에 의거 금지되어 있으며 적절한 방법을 통해 처리 및 처분되어야 한다.

제5절 상수도시설의 내진설계

5.1 총칙

상수도시설은 지진이나 풍수해 등 재해시에 안전성을 도모하기 위해 내진설계를 고려하는 것이 바람직하다

【해설】

상수도시설은 시민생활 및 도시기능을 유지하기 위하여 기본적인 시설이므로 우리나라의 제반여건의 변화에 대비하여 상수도시설을 설계함에 있어서 내진설계를 고려하여 지진시에도 급수기능을 최대로 확보할 수 있도록 지진대책에 만전을 기하여야 한다.

상수도의 지진대책에는 시설의 내진성 향상은 물론이고 재해발생시의 긴급급수 및 긴급복구 대책이 포함되어야 한다. 이를 위해서는 적절한 피해 예측하에 이에 따른 예방대책과 재해발생시의 긴급대응책, 효과적인 긴급복구 계획 등을 총체적으로 고려하여야 한다.

지진 등 재해를 대비한 내진설계에 있어서 아직 상수도시설 내진설계에 대한 기준이 확정되어 있지 않으므로 기 수립된 내진설계관련 기준(내진설계기준, 건교부, 1996. 9)과 지침(고속도로 교량의 내진설계지침, 한국도로공사 1996.12) 및 건축법 및 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙과 외국의 예를 참조하여 설계하도록 한다.

특히 상수도시설중에서 다른 건설관련 내진설계기준과 관련이 있는 것에 대해서는 필요에 따라 그 내진관계 조항에 의하며, 탑상(塔狀) 구조물, 수관교 기타 특수구조물에 대해서는 충분히 검토한 후 설계하는 것이 바람직하다.

5.2 내진 계획 · 설계 · 시공

상수도시설을 계획 · 설계 · 시공함에 있어서는 해당 상수도사업체의 특성과 지진의 영향을 충분히 고려하여 합리적인 계산에 따르는 것이 바람직하다. 또한 지진에 의해 피해를 입더라도 상수도시설 전체로 볼때에 급수기능을 최대로 발휘할 수 있도록 하여야 한다.

【해설】

상수도시설은 대부분이 지하 매설물로 구성되어 있어 재해를 당하였을 때에 정확한 피해부위를 발견하기 어려우며 복구에도 상당한 시일을 요하게 되므로 시설물을 계획 · 설계시에 지진구역도 및 지진계수 등과 그 지역의 특성과 시설물의 중요도, 공사비 등을 종합적으로 검토하여 설계하여야 한다. 즉, 그 지역의 과거 지진기록을 면밀히 조사하고 장차 지진발생 가능성 여부, 발생할 가능성이 있다면 그 발생규모를 상정(想定)하고 지반 · 지질조사 결과에 근거한 시설전반의 배치, 주요시설의 분산 · 분할과 예비시설 및 상호 연결시설 등을 고려하여 적절한 상수도시스템의 계획을 수립함과 동시에 시공에 만전을 기하여야 한다.

상수도시설은 수원에서부터 각 가정의 급수장치에 이르기까지 광범위한 지역에 분포되어 있으며 각 시설물에는 토목구조물, 관로, 기계설비, 전기설비, 계측제어설비와 건축물등의 다양한 구조물이나 기기로 구성되어 있다 구조물에 작용하는 지진력은 그 지점의 지진위험도, 지형, 지반이나 구조물의 역학적 특성에 따라 크게 차이가 나므로 이런 여러가지를 충분히 검토하여 합리적인 계산에 근거하여 설계하는 것이 바람직하다.

또한 상수도시설은 넓은 지역에 유기적으로 연결되어 있으므로 지진발생시 시설의 일부라도 손상을 받을 수 있다. 그러므로 시스템 전체로서 급수기능을 보전할 수 있도록 하기 위하여 시설의 분산 · 분할, 예비시설의 확보, 계통간의 연결 및 관망화, 전원의 2중화 및 자동화, 시설의 예비, 대체 등을 충분히 배려하여야 한다. 한편 지진 발생시 단수가 불가피하게 될 경우를 대비하여 최소한의 음용수, 생활용수를 신속히 급수할 수 있도록 하는 비상급수대책 등을 종합적으로 수립하여야 한다.

5.3 지반조사 및 내진설계

상수도시설은 되도록 지반이 양호하고 지형이 안정된 장소에 건설하는 것이 바람직하며, 내진설계시에는 구조물의 특성이나 주변의 지반조건 등을 고려하여야 한다.

【해설】

취수, 저수, 도수시설, 정수장, 배수지, 송·배수간선 등의 상수도시설은 양호한 지반을 선정하여 건설하여야 한다

구조물에 작용하는 지진력은 동일지역에서도 지반에 따라서 현저한 차가 있으며 지질·지형에 따라서도 지진력이 크게 다르다. 그러므로 중요시설의 건설에 있어서는 지진발생시의 동특성(動特性)의 조사를 포함하여 건설장소의 지반을 면밀히 조사하고 이에 근거하여 시설본체의 구조, 기초공 등을 설계하여야 한다. 그러나 배수시설의 대부분은 지반조건을 불문하고 해당 급수구역에 설치하지 않을 수 없으며 기타 시설도 용지사정상 불가피하게 좋지 않은 지반에 설치해야 할 경우에는 기초공사, 지반 개량공사, 사면 안전공사 등을 행하여 지진발생시의 지반 변위(變位), 침하(沈下) 및 부상(浮上) 등에 대응할 수 있도록 대책을 강구하여야 한다.

내진설계에서 일반적으로 고려해야 하는 지진의 영향에는 다음과 같은 것이 있다.

① 지진시의 지반의 변위 또는 변형
② 구조물의 자체무게, 적재하중에 기인하는 관성력
③ 지진시 토압
④ 지진시 동수압
⑤ 수면동요

5.4 내진성 자재 및 조인트의 선택

상수도시설의 중요한 부위에는 내진성이 있는 자재를 사용하여야 하고, 수밀성의 확보가 필요한 부분과 지진에 의하여 상대변위(相對變位)가 발생할 수 있는 구조물의 연결부위에는 신축성이 있는 내진 조인트를 설치하는 등 변위의 흡수와 응력(應力)의 완화가 가능한 구조로 하는 것이 바람직하다.

【해설】

댐시설, 침전지, 여과지, 배수지, 건축물 등의 구조물, 관로시설 및 기계·전기설비 등 상수도시설을 구성하는 주요 구조물이나 설비에 대하여는 내진성이 높은 재료를 사용하여야 한다.

지진시에는 지반에 발생하는 상대변위에 수반하여 지중에 매설된 관로가 변형하게 된다. 이와같은 상대변위는 지질이나 지형이 급변하는 장소에서 더욱 증대하는 경향이 있다.

한편 구조물과 관로의 연결부위 등과 같이 강성(剛性)이 다른 부위에서는 커다란 상대변위가 발생하고, 액상화(液狀化) 지반에서 지표면이 경사졌거나 호안(護岸)의 이동이 예상되는 경우에는 지반의 이완이 발생한다 그러므로 이런 부위에는 지진시 예상되는 상대변위를 흡수할 수 있는 신축성이 있는 조인트를 설치하든지 내진재료를 사용하여 상대변위에 의한 시설물의 피해가 발생하지 않도록 하는 것이 바람직하다.

수밀성을 필요로 하는 콘크리트 구조물의 설계·시공시에는 콘크리트의 배합, 철근의 배치, 벽의 두께, 방수공사, 신축 조인트 및 벽체 관통부의 처리 등 세심한 주의가 필요하며 지반의 부등침하로 인하여 수밀성이 파괴되지 않도록 하여야 한다

5.5 상수도시스템의 내진화

상수도시스템의 내진 설계시는 다음 사항에 유의하여야 한다.

1) 지진 피해가 되도록 극히 일부분에만 한정되도록 할 것
2) 피해 부분의 복구가 용이하게 될 수 있도록 할 것
3) 2차 피해를 입지 않도록 하기 위한 방지대책을 강구할 것

이를 위하여 중요시설의 이중화, 계통간의 연결 및 환상(loop)화, 관망의 블럭화, 긴급차단밸브의 설치 등 대비책을 수립하는 것이 바람직하다.

【해설】

상수도시설의 내진화를 위하여는 각 시설별 내진화에 국한하지 말고 하나의 시스템으로서 전체적인 내진성 향상에 노력하는 것이 중요하다. 도수로, 송·배수간선 등이 지진으로 피해를 입게되면 신속한 복구가 어렵고 장기간을 소요하게 되므로 단일시설로 하는 것을 되도록 피하고 2개 이상으로 분할시설하든지, 예비시설을 설치하는 것이 바람직하다. 분할시설이나 예비시설은 동시에 피해를 입는 것을 방지하기 위하여 상당한 거리를 두고 설치할 필요가 있다. 예비시설의 용량은 본 시설과 동등한 용량으로 하는 것이 바람직하나 경제적 여건이 어려울 경우에는 최소한의 급수기능을 확보할 수 있는 용량으로 한다.

도수관로·송수관로 및 배수간선이 지진으로 파손되었을 때를 대비하여 단시간내에 단수조작을 할 수 있는 차단밸브를 설치하도록 하며, 이런 시설이 손상을 받으면 그 계통의 전 급수구역이 단수되어 큰 영향을 미치게 되므로 서로 다른 계통간을 상호연결하여 대응하여야 한다. 또한 유사시에 대비하여 인접 도시간에 상호협정을 체결하여 간선 상호간 연결이 되도록 하는 것도 바람직하다.

관망설계에서는 지진의 피해를 최소로 하기 위하여 다음 사항에 유의하여야 한다.

1) 관망중의 지수밸브의 설치간격을 적게하여 재해 발생시 단수범위를 적게하는 등 피해를 극소화하여야 한다

2) 관로의 매설심도를 필요이상으로 깊게 매설하지 않도록 하고, 점검공(孔)이나 작업공(孔)을 설치하여 피해부위의 복구를 신속, 용이하게 할 수 있도록 한다.

3) 상수도시설의 재해가 인근 주민이나 공공민간시설에 2차 재해를 일으키지 않도록 충분한 대책을 세워야 한다.(염소중화장치의 설치나 하천이나 철도횡단 전·후에 긴급차단밸브의 설치 등)

4) 지진이나 재해등 사고에 대비하여 조정지, 배수지 등에 긴급차단밸브를 설치하거나 밸브의 원격조정장치등 시설의 감시, 제어를 위한 통신망의 무선화 등 대비책을 강구하도록 하는 것이 바람직하다

5.6 기존시설의 정비와 내진성 강화

상수도시설의 내진대책은 재해발생시 급수확보에 그 목적이 있으므로 주요시설의 내진성 강화를 우선적으로 고려하여 재해발생시 부분적인 피해를 당하였을 때 단수시간을 최소화할 수 있도록 배려하여야 한다.

이를 위하여 주요시설의 이중화, 상호연결 기능의 정비, 배수블럭화의 구축으로 전체시설의 안정성을 강화하도록 해야 하며, 특히 높은 곳에 설치된 배수지나 시가지에 설치된 정수장 등과 같이 지진에 의한 2차 피해를 입을 염려가 있는 시설물과 석면 시멘트관, 콘크리트관 등 내진성이 약한 관로, 또는 배수탑, 저수조 등의 설계시에도 내진성을 고려하여야 한다 또한 관로 피해에 따른 단수시에 대비하여 긴급피난장소에의 긴급급수 거점확보 및 재해 대비용 비상급수조의 설치와 그 정비가 급선무이다

제6절 상수도시설의 일반구조에 대한 사항

6.1 일반사항

상수도시설의 일반구조는 다음 각 항을 고려하여야 한다.

1 시설은 자중, 적재하중, 수압, 토압, 풍압, 진동, 적설하중, 빙압, 온도응력 등의 하중이나 외압에 대하여 구조가 안전하고 내구성이 있어야 한다

2 시설은 누수가 없고 외부로부터의 오염이 없는 구조로 하고 특히 정수시설은 구조 외에도 재료의 선택, 시공 등에 유의하고 위생적이며 수밀성이 있어야 한다.

3. 시설은 마찰이나 약품에 의한 손상을

받는 곳도 있으므로 이러한 경우에는 재료의 선택, 설계, 시공에 만전을 기하며 필요에 따라 내마모성 구조로 하여야 한다.

4. 지하수위가 높은 곳에 축조되는 구조물이나 관로는 내부가 비었을때 부력으로 구조물이 부상하거나 기울어지는 일이 있으므로 방지책을 세워야 한다.

6.2 설계기준

상수도시설의 설계기준은 다음 각 항을 고려하여 결정하여야 한다.

1. 건축 구조물 설계에는 건축관계법에 따라야 하며 하중, 외력, 재료의 허용응력도, 콘크리트와 지반 등에 관한 기준은 건교부에서 제정한 하천시설기준(1993년 12월), 터널공사 표준시방서 및 동 해설(1996년 5월), 토목공사 일반 표준시방서(1996년 3월), 콘크리트 표준시방서(1996년 7월), 구조물기초 설계기준(1986년 12월) 등 설계당시에서 가장 최근의 제반 시방서 또는 이와 동등한 시방서에 준하여야 한다

2. 기계류 등에 대한 것은 한국산업규격(KS) 혹은 이와 동등한 기준에 의하여 설계되어져야 한다.

3. 전기시설의 설계에는 전기설비에 관한 관계법령에 따라야 하며 전기설계에 관련된 한국산업규격 혹은 이와 동등한 기준에 의하여 설계되어야 한다.

6.3 하중 및 외력

하중 및 외력은 다음 각 항에 따라야 한다.

1. 설계에 사용하는 재료의 단위중량은 표 1.12를 표준으로 한다.

2. 토압은 일반적으로 인정되는 이론에 따라 정한다.

3. 풍압은 속도압에 풍력계수를 곱하여 산정한다.

4. 적설하중은 적설 단위중량에 그 지방에서의 수직 최심적설 깊이를 곱하여 산정한다

5. 결빙면에 비하여 결빙 두께가 큰 구조물의 설계에는 빙압을 고려하여야 한다.

【해 설】

2. 토압은 원칙적으로 토질시험을 하여 그 결과를 가지고 이론적으로 계산함이 바람직하다.

3. 풍압은 고가탱크나 배수탑 등에는 반드시 고려해야 하며 건축물 구조기준 등에 관한 규칙 제13조 규정에 따라 계산한다

4. 적설하중은 건축물 구조기준 등에 관한 규칙 제12조 규정에 따라 계산한다.

5 빙압은 특별한 경우를 제외하고 15kg/cm^2 정도로 함이 가하나 넓은 수면을 가진 구조물에서는 이처럼 높은 빙압은 발생하지 않을 것으로 보인다

<표 1.12> 재료의 단위중량

재 료	단위중량(kg/m^3)
물	1,000
철 근 콘 크 리 트	2,400
콘 크 리 트	2,300
P.S 콘 크 리 트	2,450
모 르 터	2,100
벽 돌	2,000
동	8,960
강 철	7,850
주 강	7,840
주 철	7,870
연	11.340
석 재	2,600
자 갈 및 잡 석	1,900
모 래	1,900
흙	1,600
목 재	800

단, 자갈 및 잡석이 포화함수상태에서는 1,900kg/ m^{3}임

6.4 콘크리트

콘크리트는 다음 각 항에 적합하여야 한다

1. 수밀콘크리트나 철근콘크리트 구조물은 수밀에 특히 유의하고 구조물 균열이 생기지 않아야 한다.

2. 한냉기에는 수면 부근의 콘크리트표면이 동결 융해가 반복되는 경우가 있으므로 이러한 장소에는 특별한 고려가 필요하다.

3. 콘크리트 및 철근콘크리트 구조물에는 필요에 따라 신축이음을 설치하여야 한다.

4. 부정정구조물의 설계시에는 온도응력을 고려하여야 한다.

【해 설】

1. 콘크리트와 철근콘크리트 구조물의 수밀성은 누수를 방지하는 것 뿐 아니라 구조물의 내구성에도 큰 영향이 있으므로 건교부 제정 콘크리트표준시방서(1996년 7월)의 규정에 따라 물-시멘트비, 워어커빌리티(workability), 자갈의 최대치수, 혼화재료, 타설시기, 양생 등에 유의하고 시공이음은 될 수록 피해야 하나 부득이할 때는 시방서에 따라 주의깊게 시공하여야 한다.

또 콘크리트 표면은 수중에서 더욱 빨리 부식되며 염소주입은 부식을 더욱 촉진시키므로 시멘트사용량, 물-시멘트비, 철근피복두께 등에 특별한 고려가 필요하며, 필요에 따라 도장을 하여야 한다.

2. 한냉기에 수로, 수문, 지상구조물 등의 표면 부근에서 콘크리트 표면에 물이 침입하여 그 부분의 동결과 융해가 반복되어 콘크리트가 급속히 약화되는 경우가 있으므로 이러한 부분에는 부배합이나 철근의 피복두께를 깊게 하는 등 적절한 대책을 세워야 한다.

3 일반적으로 콘크리트 구조물에는 10~15m, 철근콘크리트 구조물에는 20m 정도 간격으로 신축이음을 설치하면 안전하다 신축이음에 쓰이는 지수판은 염화비닐제품이나 고무제품을 쓴다.

4. 일반적으로 온도의 승강(昇降)은 15℃를 표준으로 하나 단면최대치수가 70cm 이상일때는 10℃로 해도 되며 콘크리트 및 철근의 열팽창계수는 1℃에 대하여 1×10^{-5}으로 한다.

6.5 지반 및 기초

지반 및 기초의 조사와 설계는 다음 각 항에 적합하도록 하여야 한다

1 지반조사는 건교부제정 구조물 기초설계기준의 규정에 따라 시행하여야 한다

2. 지반의 허용지지력도는 지반의 성상, 기초의 크기, 형태 및 기초 심도 등에 따라 시행하여야 한다.

3. 지반이 불량할때는 부등침하에 대하여 시설이 안전하도록 하여야 한다.

4. 말뚝 기초를 설계할 때는 하중, 지반 및 시공조건을 고려하여 가장 적합한 방법을 선택하여야 한다

5 한냉지에서는 지하동결과 동상을 고려하여 지하구조물을 설계하여야 한다.

【해 설】

1. 지반의 허용지지력도는 정력학적 공식이나 재하(載荷)시험으로 구한 극한지지력도를 소요안전율로 나누어 구한다.

필요한 지지력이 없는 장소는 말뚝기초를 하거나 지반개량공법으로 지반을 개량 강화하여야 한다

2. 동상현상은 지하 동결부분 이하의 수분도 모세관작용으로 상승 동결하여 불균등하게 구조물을 끌어 올리며 융해시에는 부등침하를 일으키므로 기초를 동결심도 이하로 깊이 설치하거나 모래, 자갈 등 부동상성(不凍上性) 토양기초로 바꾸는 등의 방호방법을 써야 한다.

6.6 상수도용 기기 및 자재

상수도시설 및 급수장치에 사용하는 기기 및 자재는 다음 각 항을 충분히 고려하여 선정하여야 한다.

1. 장기간의 사용에 견딜 수 있어야 한다.
2. 수돗물과 접촉하여 수질에 악영향을 미치지 않아야 한다
3. 유지관리가 용이하여야 한다.
4. 환경친화적이어야 한다

【해 설】

상수도시설 및 급수장치에 사용할 기기 및 자재를 선정할 때에는 장기간에 걸쳐 상수도시설 및 급수장치의 기능을 확보할 수 있다는 점을 기본으로 하고 시공 및 경제성에 대해서도 배려하여야 한다 이를 위해 한국산업규격(KS), 한국수도협회규격(KWWA) 및 국제적으로 공인된 규격 등에 의해 규격화, 기준화가 이루어져 있다 이외의 기자재에 대해서는 재질, 강도 등에 대해서 조사한 뒤 적절한 기기나 자재를 선정하여야 한다.

1. 상수도에 사용하는 기기 및 자재는 장기적으로 사용하는 것이므로 재질이 변화하지 않고 강도도 충분히 높아 장기간의 사용에도 견딜 수 있는 것이어야 한다.

2. 기기 및 자재는 위생상 안전이 필수요건이다. 따라서 수돗물과 접촉하여 유해물질을 용출시키거나 악취, 맛 등 수질에 악영향을 미치는 것을 선정해서는 안된다. 이때 보통 수질에 있어서는 문제가 없더라도 pH값이 낮아질 경우에 수질에 악영향을 미치지 않아야 한다.

3. 기기는 정기적으로 부품교환을 해 주어야 하며 때로는 사고 등의 보수로 인해 부품을 바꾸어야 할 경우도 있다 따라서 기기를 선정할 때에는 부품조달이 신속하게 이루어질 수 있는지, 타 부품과의 호환성은 어떤지 등에 대해 배려할 필요가 있다. 또 기기에 따라서는 제작자로부터 기술적인 서비스를 받을 수 있는지에 대해서도 고려해야 한다

4 기기 및 자재를 선정할 때에는 장기적인 내구성, 환경에 대한 적응성에 대해 충분히 조사해야 한다 땅속에 매설된 자재는 지질조건, 지하수위 등의 외적요인을 충분히 고려할 필요가 있다. 수중에서 사용되는 기기 및 자재의 경우는 녹방지대책이 관리상의 중요한 과제가 된다. 바다와 가까운 곳 등에서는 공기중에 포함된 염분에 의해 또는 공업지대 근처에서는 공장에서 나오는 배출물질에 의해 부식이 비정상적으로 빨리 진행될 경우도 있다.

내구성을 확보함과 동시에 유지관리를 가능한 한 간편하게 하고 유지관리 비용을 절감하기 위해 그 환경에 맞는 기기 및 자재를 선정하여야 한다

1. 한국산업규격(KS)

기호·번호	명 칭
B 2331	수도 꼭지
B 2332	수도용 제수 밸브
B 2333	수도용 버터플라이 밸브
B 2334	수도용 덕타일 주철 제수 밸브
B 2340	수도용 공기밸브
B 2341	수도용 분수전
B 2342	수도용 새들붙이 분수전
B 3578	수도용 도복장 강관 이형관
B 4309	수도용 주철 이형관
B 6153	수도용 감압밸브
B 8501	수도용 타르 에폭시 수지 도료 도장 방법
D 0066	수도용 저장 합금 용어
D 3565	수도용 도복장 강관
D 3608	수도용 에폭시 수지분체 내외면 코팅 강관
D 3619	수도용 폴리에틸렌 분체 라이닝 강관

기호·번호	명 칭
D 4316	수도용 원심력 닥타일 주철관의 모르터 라이닝
D 8502	수도용 액상 에폭시 수지 도료 및 도장 방법
F 4410	수도용 석면 시멘트관
F 4411	수도용 석면 시멘트관의 석면 시멘트 이음관
F 4412	수도용 석면 시멘트관의 주철 이음 및 주철 이형관
M 3368	수도용 내충격성 에이·비·에스 이음관
M 3401	수도용 경질 염화비닐관
M 3402	수도용 경질 염화비닐 이음관
M 3408	수도용 폴리에틸렌 관
M 3409	수도용 경질 염화비닐관용 접착제
M 3411	수도용 폴리에틸렌 관의 이음관
M 6613	수도용 고무

2. 한국수도협회규격(KWWA)

기호·번호	명 칭
B 100	수도용 급속 공기밸브
B 101	수도용 새들 분수밸브
B 102	수도용 소프트 실 슬루스 밸브
B 103	수도용 밸브 캡
B 104	수도용 대구경 버터플라이 밸브의 면간 및 주요치수
B 105	수도용 2단식 지수밸브 보호통
B 106	수도용 주철 지수밸브 보호통
B 107	수도용 나사식 제수밸브 보호통
B 108	수도용 지하식 소화전
D 100	수도용 스테인리스 강관
D 101	수도용 스테인리스 강관 이음쇠
D 102	수도용 대구경 도복장 강관 이형관
D 103	수도용 도복장강관 특수 이형관
D 104	수도용 폴리에틸렌관 금속 이음쇠
D 105	수도용 동관
D 106	수도용 동관 이음쇠
D 107	수도용 피복 동관
D 108	수도용 T자관 및 특수 관 이음쇠
F 104	수도용 강관 모르터 라이닝
F 105	수도용 콘크리트 지수밸브 보호통
M 100	수도용 알긴산소다
M 102	수도용 소다회
M 103	수도용 메타인산나트륨
M 106	수도용 차아염소산나트륨
M 107	수도용 규산나트륨 용액
M 108	수도용 폴리아크릴아미드
M 109	수도용 진한 황산
M 110	수도용 이산화염소 용액
M 111	수도용 액체 염소
M 112	수도용 황산구리
M 120	수도용 수지 코팅관 이음쇠
M 122	수도용 흑색 바니쉬
M 123	수도용 닥타일주철관 합성수지도료
M 124	수도관 갱생용 무용제형 이액에폭시 수지도료
M 130	수도용 고밀도 폴리에틸렌관
M 131	수도용 폴리에틸렌관 융착식 대구경 이음관
M 132	수도용 폴리에틸렌관 플랜지
M 133	수도용 폴리에틸렌관 트랜지션 이음관
M 134	수도용 중밀도 폴리에틸렌관
M 135	수도용 중밀도폴리에틸렌관 이음관
M 136	수도용 내충격성 경질 염화비닐관
M 137	수도용 내충격성 경질 염화비닐관 이음관

제2장 수 원 시 설

제 2 장 수 원 시 설

제1절 일반사항

1.1 강수의 현황 및 특성

상수도의 수원을 확보하기 위해서는 먼저 우리나라의 강수실태를 파악하는 것이 필요하다.

1. 강수현황
2. 강수의 특성

【해 설】

수원의 근본이 되는 강수는 강우, 강설, 우박, 서리 등을 총칭하는 것이다.

1 우리나라의 연간 평균 강수량은 1,274mm로서 세계평균치의 1 3배 정도이나 1994년말 기준으로 인구 1인당 강수량은 세계 평균의 1/10 수준에 불과하여 국제인구행동연구소(PAI)의 보고서에 의하면 우리나라는 물부족국가로 분류되고 있다.

2. 우리나라 강수량(과거 평균치)의 특성을 보면 하천유역별로는 한강이 1,230mm, 낙동강 1,106mm, 금강 1,290mm, 섬진강 1,344mm, 영산강 1,285mm, 안성천 1,284mm, 삽교천 1,279mm, 만항강 1,230mm, 형산강 1,020mm 및 동진강이 1,220mm로 섬진강 유역이 가장 많은 1,344mm이고 낙동강 및 형산강 유역은 가장 적은 1,020~1,100mm 정도에 불과하다

강수량은 지역적으로 상당한 차이가 있을뿐 아니라 하천유역의 형태상 수계의 분수령이 동쪽에 치우쳐 동해안의 하천은 급경사로 강수가 일시에 바다로 유출되고 서남해안의 하천들도 상류부는 급경사로 강수가 일시에 유출되어 완만한 중·하류부에 이르러 홍수피해를 가중시키게 된다. 그리고 강수량의 연도별 편차를 보면 갈수년인 1939년에 770mm, 풍수년인 1956년에 1,636mm로 기록되어 변화폭이 크고 대체로 연간 강수량의 3분의 2가 6~9월에 편중되고 있다.

1.2 수원의 종류와 특성

수원의 종류와 특성을 고려하여 상수도 수원을 선정하여야 한다.

1. 천수(빗물)
2 하천수
3. 호소·저수지수
4. 복류수
5. 우물물(지하수)
6. 용천수
7. 해수

【해 설】

1. 천수(빗물)

천수는 우수를 주로 하며 강우 등을 포함한 강수를 총칭하는 것이며 천연의 증류수로 순수에 가깝다 천수에 함유된 불순물은 비의 응결핵인 미세한 부유물질 외에 해수가 날려서 대기중에 함유된 염화물이 있다. 이 외에도 지상에 이르기까지 여러가지 물질을 동반하게 된다. 즉 대기중에서 산소, 탄산가스의 용해 외에 대기중에 부유하는 생물, 세균, 매연 및 먼지 등을 함유한다.

도시의 우수는 보통 산성이다. 이는 대기중에 석탄, 석유, 가스 등의 연소에 의한 아황산가스가 많이 함유되어 있기 때문이다 또한 최근에는 원자핵 실험에 의한 핵분열 생성물(fission product)이 함유되는 경우도 있어 문제가 되고 있다.

비가 처음 내릴 때는 일반적으로 불순물이 많으나 계속되면 수질이 좋아지며 이들 불순물이 있다해도 지상에 내린 후에 함유되는 것에 비하면 극소량이다. 빗물은 칼슘 등의 미네랄을

별로 함유하지 않으므로 연수로서 순수에 가까운 것이 특징이다.

2. 하천수

보통 하천수는 수량이 풍부하나 계절에 따라서 유량이 현저히 변화한다. 하천수는 보통 다소 오탁하나 유역의 토질이나 유입 오·폐수 등의 정도에 따라 다르며 호우시나 고수위의 경우는 유수중의 부유물과 세균수가 증가한다.

강우의 유출초기에는 지표의 오염물이나 퇴적된 오염물을 유출시키므로 수질이 많이 악화된다. 하천의 자정작용은 호수에 비하여 느리고 오염이 유수에 의하여 멀리까지 미치게 되는 것도 하천수의 특징이며 자정작용에는 충분한 시간이 필요하게 된다. 그러므로 오염원과 취수지점의 거리가 가까우면 오염의 영향을 직접 받게 된다.

그러나 일반적인 하천수는 연수인 경우가 많으므로 침전과 여과에 의하여 용이하게 정화되는 경우도 많다

3. 호소수 및 저수지수

저수지도 그 성질이 호소와 거의 같으므로 저수지수도 여기에 포함되는 것으로 생각할 수 있다. 호소수는 하천 유수보다 자정작용이 큰 것이 특징이다. 호소는 오염물의 확산이 연안에서 가까운 부분에 한정되고 호소 중심까지는 하천수의 유입에 의하여 연안에 따라 운반되는 외에는 바람에 의한 흐름에 따라 확산이 일어나며 보통 하천수의 수질보다 양호하다.

호수의 유량변화는 하천수처럼 현저하지는 않으며, 조류 등 부유생물이 수중의 세균을 감소시키고 유기물을 흡수하여 제거하는 외에 유기물을 분해하고 물에 산소를 공급하나 물에 냄새, 색깔을 나타내며 여과지의 폐색 등 정수기능에 장애를 일으키는 경우가 있다.

플랑크톤의 증식을 억제하는 데는 영양염류의 차단이 효과적이다. 그러나 유출이 적은 호소에서는 플랑크톤의 사체가 다시 분해되어 물에 영양염을 보충하는 cycle이 존재하므로 영양염을 완전히 차단하는 것은 어렵다.

식물성 플랑크톤이 증식하면 이에 따라 동물성 플랑크톤이 증가하는 것이 보통이다. 플랑크톤의 증식은 물에 냄새와 맛을 일으키며 여기에는 살아있는 생물이 내는 냄새와 사후 분해되어 나는 것이 있다. 후자의 경우가 많으며 저수지의 바닥 슬러지를 청소한 후에는 냄새의 발생이 중지된 사례도 있다.

4. 복류수

하천이나 호소 또는 연안부의 모래·자갈중에 함유되어 있는 지하수를 말한다. 복류수는 반드시 가장 가까운 하천이나 호소의 물이 지하에 침투되었다고는 할 수 없다. 멀리서 흘러온 지하수가 그 수역에 함유되어 있는 경우가 있기 때문이다. 이 판단을 위해서는 복류수와 하천수 및 호소수의 수질실험 결과를 비교하여 비슷한 점이 있는지의 여부를 조사하여야 한다.

복류수의 수질은 그 원류인 하천이나 호소의 수질, 자연여과, 지층의 토질이나 그 두께 그리고 원류의 거리 등에 따라 변화한다. 그러나 대체로 양호한 수질을 얻을 수 있어 그대로 상수원으로 사용되는 경우가 많으며 또는 정수공정에서 침전지를 생략하는 경우도 있다.

그러나 취수량이 많아서 자연여과가 불충분한 때는 수량 증가에 따라 자연여과 효과가 감소하여 복류수가 탁하게 되는 경우도 있다.

5. 우물물(지하수)

우물은 보통 불투수층 이내 정도까지의 깊이의 것을 얕은 우물 그리고 그 이하 깊이의 것을 깊은 우물이라고 한다. 물이 대지를 침투할 때 대기 중이나 지표에서 유입된 미생물, 먼지, 매연, 세균류, 유기물 등은 대부분 지층에 의해 물리적으로 제거된다. 지층의 상부에서는 유기질이 토양중의 세균에 의하여 분해되어 탄산가스, 물 및 암모니아화합물 등으로 된다. 이와같은 정화작용을 통하여 지하수가 지중에 침투하고, 유리탄산이 많으므로 용해력이 증가되어 지층의 유기질을 용해시키게 된다

부식토가 많은 지방에서는 부식질이 용해되어 물에 색깔을 띠게 된다. 무기질이 물에 용해되는 순서는 암석중의 염화물이 먼저 용해되고

다음으로 알카리금속의 황산염, 칼슘 및 마그네슘, 탄산염, 철 및 망간화합물 그리고 마지막으로 난용해성인 규산염이다.

이와같이 지하수는 지층내의 정화작용에 의하여 거의 무균상태인 양질의 물이 되나 얕은 우물의 경우는 정화작용이 불완전한 경우가 있으며 특히 주택이나 산업시설 부근에서 오·폐수의 침투가 쉬운 곳은 자연정화작용을 기대할 수 없는 경우가 있으며 대장균군이 출현하는 때도 있다. 깊은 우물은 수온도 연간을 통해 대체로 일정하고 물의 성분도 많은 변화가 없으며 양질이나, 보통 경도가 높은 경우가 많으며 깊은 층에서는 산소가 부족하여 황산염이 황화수소(H_2S)로, 질산이 암모니아(NH_3)로 환원되는 등 환원작용을 일으키는 때가 있다

6. 용천수

용천수는 지하수가 종종 자연적으로 지표에 나타난 것으로 그 성질도 지하수와 비슷하다. 그러나 용천수는 얕은층의 물이 솟아나오는 경우가 많으므로 수질이 불량한 때도 있다 바위틈이나 석회암 사이로 나오는 물은 대지의 정화작용없이 그대로 나올 가능성이 있으므로 주의할 필요가 있다.

용천수의 수원이 깊은지 얕은지의 판단은 수온을 조사하는 것이 가장 간단하며 기온의 변화에 따라 수온의 변화가 있는 것은 얕은 수원으로 생각하는 것이 좋다.

7. 해수

도서(島嶼)지역에서는 해수를 담수화 목적으로 상수의 수원으로 사용할 수 있으며 장래에는 연안지역, 특히 담수수원이 부족한 지역에서도 해수가 상수원으로 활용될 수 있다.

1.3 수원의 이용실태

'96년말 현재 우리나라 수자원의 이용실태는 다음과 같다.

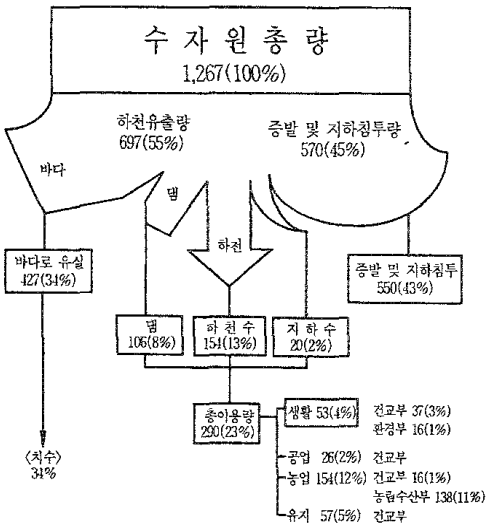
1 수자원의 총이용량 290억m^3/년

2. 광역상수도 시설용량 10,601천m^3/일

3. 지방상수도 시설용량 21,844천m^3/일

【해 설】

1. 우리나라 수자원의 이용량은 1996년 기준으로 총량의 23%에 불과하며 수원별 분포를 보면 그림 21과 같다.



※부처별 수자원량 관리비율

- 건교부 45%(치수 34%, 생활용수 3%, 공업용수 2%, 농업용수 1%, 유지용수 5%)
- 농림부 11%
- 환경부 . 1%

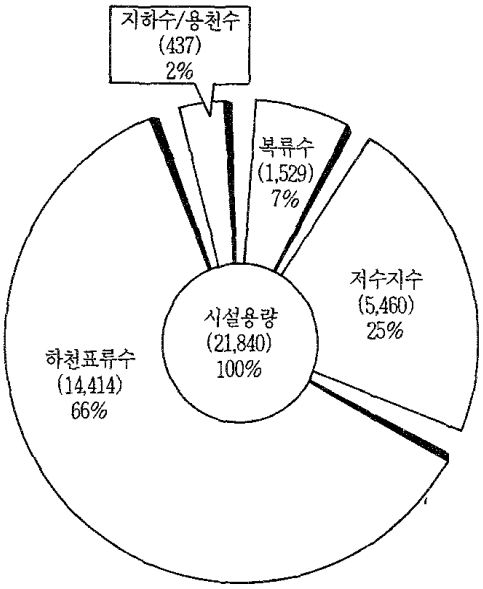
<그림 2.1> 수자원 이용현황 (단위 : 억m^3/년)

2 수자원공사의 광역상수도는 시설용량이 10,601천m^3/일이며, 이중 76%인 8,061천m^3/일이 저수지수이고 24%가 하천표류수로 구성되어 있다

3. 지방상수도의 경우 하천표류수가 차지하는 비율이 높아서 원수의 수질과 수량면에서 계절적인 영향을 많이 받으므로 안전급수에 위험성을 내포하고 있다.

이에 대한 대책방안으로 수원의 다원화 방안이 절실히 요구된다. 즉 갈수와 홍수를 대비한 하천원수 저류조의 건설, 지하수 이용량 확대 및 중수도 시설의 이용으로 수요량을 절감하기 위한 대책이 필요하다. 구미 등 외국의 경우 현

재 지하수 이용량이 20%에 이르고 있으며 중수도 사용량도 계속 증가되고 있는 실정이다.



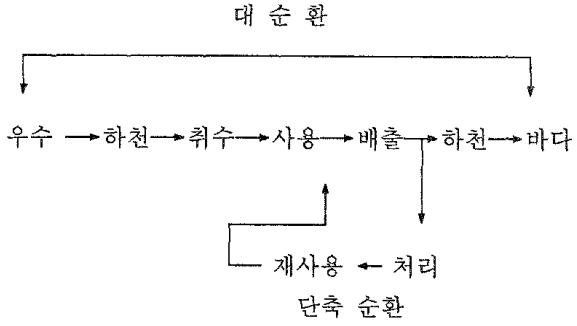
· 취수장 수 : 803개소
· 보호구역 : 386개소

<그림 2.2> 우리나라 상수도 취수시설용량 (단위 : 천m^3/일)

용수에는 반드시 음료수와 같이 고도의 수질을 요하지 않는 시설도 있다. 이와같은 용도에 대해서는 수질을 중급정도로 하여 공급하는 "중수도" 개발로 대처할 수 있다 즉 한 번 사용한 물을 다시 처리하여 "재사용"하는 것이 간접적인 수원의 확보대책이 되는 것이다.

중수도는 물의 대순환(cycle)에서 국소적으로 단축순환을 부가하여 인공적으로 가속시켜 수량부족에 대처하는 것으로 다음 그림과 같은 순환체계로 수돗물을 추가생산한 것과 같은 효과를 얻으며 하수도의 부하량을 낮출수 있다.

그러므로 공업용수나 사무실 등의 잡용수, 냉동, 냉각 및 하수처리장의 배수를 이용하여 재생처리를 하여 이를 수세변소, 냉방기, 냉각용 공업용수, 세차용수, 도로청소용수, 조경용수 및 소방용수 등으로 사용할 수 있다.



<그림 2.3> 물의 순환

제2절 수원의 선정과 구비요건

2.1 수원의 선정

수원의 종류에 따른 취수지점을 선정하기 위해서는 다음에 열거된 각 항목을 비교 조사하여야 한다.

1. 수원으로서의 구비요건을 갖추어야 한다.
2. 수리권의 확보가 가능한 곳이어야 한다.
3. 상수도시설의 건설 및 유지관리가 용이하며 안전, 확실하여야 한다.
4. 상수도시설의 건설비 및 유지관리비가 가능한 저렴해야 한다.
5. 장래의 확장을 고려할 때 유리한 곳이어야 한다.
6. 상수도보호구역의 지정, 수질오염방지 및 관리에 무리가 없는 지점이어야 한다.

【해 설】

1. 수원은 크게 천수, 지표수 및 지하수로 분류된다. 천수는 우수를 주로 하여 눈, 우박, 싸락눈을 합한 강수를 총칭하는 것으로 수질이 깨끗하나 수량이 모자라므로 대규모 상수도의 수원으로는 부적합하지만 도서지방이나 강수가 많은 지역에서는 개별 가정의 음료수원 정도로서 이용될 수 있을 것이다. 지표수원은 다시 하천표류수, 호소수, 그리고 저수지수로 세분되며

현재 대규모 상수도의 수원으로 가장 많이 이용되고 있지만 점점 오염이 심해져서 부적합한 실정이 되고 있다. 지하수원은 얕은 지층수, 깊은 지층수, 용천수 그리고 복류수로 분류되며, 때로는 얕은 지층수와 깊은 지층수를 지하수라고 부르기도 한다

이 밖에도 폐수나 해수를 적당한 방법으로 처리하면 훌륭한 수원이 될 수 있으나 아직 경제적이지 못하므로 우리나라의 경우는 부적합한 수원이라고 할 수 있다. 그러나 장래 도서지역과 지표수원이나 지하수원만으로 수원이 부족한 지역에서는 고려할 대상이다

위에서 설명된 수원중에서 어떠한 수원을 선택하느냐에 따라 정수방법이 달라지며 취수지점의 선정도 영향을 받게 될 뿐만 아니라 상수도시설 전반의 배치와 구조가 현저하게 달라질 수도 있다

일반적으로 수원의 후보지를 2~3개 선정하여 필요한 조사를 충분히 실시한 다음 시설물을 설계해서 소요되는 건설비와 유지비를 종합적으로 비교 검토한 다음 가장 알맞는 수원을 선정하여야 한다.

수원으로서 갖추어야 할 구비요건에 관하여서는 다음 2.2에서 다시 상세히 설명되겠지만 대체적으로 알맞는 수원은 최대갈수기에서도 계획취수량의 확보가 가능해야 하며 수질도 경제적인 정수가 가능하도록 될 수 있는 한 양호하여야 한다. 그리고 이러한 조건이 현재 뿐만 아니라 장래에도 계속 충족되어야 한다는 점에 유의하여야 한다.

2. 한 수원의 물은 생활용수, 농업용수, 공업용수, 발전용수 등 그 용도가 여러가지이므로 수원의 수리권을 명백히 해두지 않으면 분쟁이 일어날 가능성이 있으므로 사전에 충분한 조사와 관계자와 협의를 해둘 필요가 있다

3. 앞에서도 언급되었지만 수원의 후보지별로 상수도시설 전반에 걸쳐 건설의 난이성을 비교검토하여야할 뿐만 아니라 시설의 유지관리가 안전한가 또 용이한가를 조사하여야 한다.

4 또한 건설비와 운영비를 비교해서 경제적인 수원을 선정하여야 함은 재론할 필요가 없다.

5. 수원의 장래 확장계획에 대해서는 수량과 수리권 뿐만 아니라 수질면에서도 양호한가를 따져 보아야 하며 한편으로는 상수도시설 전반적인 확장에 필요한 용지가 충분한가를 수원의 후보지별로 검토하여야 할 것이다.

6. 상수원은 장래 수질오염이 예상되는 지점을 피해야 하고 상수원 보호구역 지정 및 관리에 무리가 없는 지점이어야 한다.

2.2 수원의 구비요건

수원을 선택할 때에는 다음의 구비요건을 조사하여야 한다

1. 수량이 풍부하여야 한다.
2. 수질이 좋아야 한다
3 가능한 한 높은 곳에 위치하여야 한다.
4. 상수 소비지에서 가까운 곳에 위치하여야 한다

【해 설】

1. 수원의 수량이 풍부하여야 한다는 것은 최대갈수기에도 계획취수량의 확보가 가능해야 한다는 뜻으로 이는 수원에 대한 유량조사를 실시함으로써 확인할 수 있다.

그러나 결코 현재의 수량에만 국한된 의미는 아니며 미래의 수원, 수량에 대해서도 고려하여야 한다.

현재 충분한 수량을 가진 수원이라 하더라도 미래에는 상류에서의 지표수 사용이나 지하수의 고갈 등 여러가지 원인에 의해서 수량이 부족하게 될 수도 있으며 취수량의 증가로 인하여 수원의 수량만으로 부족한 경우가 생길 수 있다. 특히 하천이 수원인 경우에는 유량의 관점만이 아니고 기상변동에 의한 수위의 변화도 고려하여야 할 것이다

2. 수원의 수질이 양호해야 한다는 점은 매우

중요한 사항이다. 왜냐하면 수질이 양호한 경우 정수비용이 적게 요구되며 급수시설의 유지 및 관리가 용이해질 뿐만 아니라 상수가 인체에 미치는 해를 최소화 할 수 있기 때문이다.

일반적으로 수원의 수질이 나쁜 경우 비용만 더 들이면 좋은 수질을 가지도록 정수할 수 있다고 단순히 생각하고 있으나 이러한 사고방식은 때로는 큰 잘못일 수도 있다. 왜냐하면 먹는물 수질기준은 인위적인 것이므로 비록 먹는물 기준을 만족시킬 수 있는 정도의 수질을 가진다고 하더라도 기준치보다 더 낮은 농도의 오염물을 가진 먹는물을 계속 마시는 경우 장기간 후에 인체에 어떤 해가 가해 지는가는 불확실한 것이며 또한 현대의 정수기준으로서도 원수내의 오염물을 제거시키지 못하는 경우도 있기 때문이다. 예를 들어 살균방법으로서 염소를 물속에 주입하였을 경우 염소는 병균을 죽이는데 소모되겠지만 일부는 오염물로 물속에 존재하는 탄수화물이나 기타 유기물과 결합하여 유해부산물질이 될 수도 있다는 점이 최근에 연구 결과 차차 알려지고 있는 실정이다.

3. 또한 수원은 가능한 한 정수장이나 도시보다 높은 곳에 위치함으로써 도수, 송수 및 배수가 자연유하식이 되도록 하는 것이 바람직하다. 그렇지 못한 경우는 펌프를 사용하는 가압식이 되어야 하므로 펌프시설을 위한 건설비와 운영비가 요구된다.

특히 우리나라와 같이 전력비가 높은 경우에는 수원의 고도상 위치는 매우 중요한 의미를 갖게 된다 더구나 간이상수도 같은 소규모 급수시설에서는 송수거리가 조금만 길어지더라도 높은 곳에 위치하는 수원을 구하는 것이 훨씬 경제적일 때가 많다.

비록 수원의 표고가 정수장이나 물소비지보다 높다고 하더라도 수로나 관로내에서의 마찰손실 때문에 자연유하식이 되지 못하고 펌프가 필요할 때라도 펌프의 양정이 감소되므로 경제적이라는 것은 확실하다

또한 급수의 신뢰성을 따지더라도 자연유하식이 요구된다. 왜냐하면 가압식인 경우 동력원에 이상이 있다든지 펌프에 고장이 생기는 경우 급수는 일시적으로 중단되어야 하며 따라서 상수소비자들은 큰 불편을 겪게 될 뿐만 아니라 만약 화재가 발생한다면 소방용수가 부족하게 되어 피해는 가중될 염려가 있다.

4. 수원이 물소비지에 가까와야 한다는 것은 건설비와 운영비면에서 경제적이라는 뜻이다.

도시에서 먼 곳보다 가까운 곳에 수원이 위치하면 그만큼 도수 및 송수관로가 짧게 되므로 관로의 재료비나 시공비가 적게 요구되며 도수 및 송수관로의 길이가 짧아지면 그만큼 마찰손실이 줄어들어서 펌프의 규모를 줄일 수 있거나 펌프 운영비가 절감된다. 또한 관로의 유지비가 감소된다는 점에 있어서도 경제적이다.

그러나 실제 수원을 선정하려면 위에서 설명된 네가지의 구비요건을 모두 만족시키는 수원은 거의 존재하지 않으므로 한두가지의 구비요건을 희생시켜야 하는 경우가 대부분이며 여러개의 수원후보지를 비교하여 가장 신빙성이 있고 경제적인 수원을 선정하는 것이 좋다.

나머지 급수시설이 아무리 좋다고 하더라도 수원이 적당하지 않으면 만족스러운 급수가 되지 못하므로 수원 선정시에는 신중을 기하여야 한다

2.3 계획취수량

> 계획1일 최대급수량은 배수 및 급수시설에서의 누수 등 손실수량과 정수장에서의 역세척수를 포함하여야 하며, 계획취수량은 여기에 도·송수 시설에서의 손실을 추가하여야 한다.

【해 설】

상수도의 계획에서는 계획년차에서의 계획1

일 최대급수량이 계획취수량의 선정을 위한 기준이 된다.

계획1일 최대급수량은 배수시설 및 급수장치에서의 누수 등의 손실수량이 전부 포함되나 취수시설로부터 정수시설까지의 손실수량은 포함 안된다.

정수시설에서는 여과지의 역세척, 여과의 시동방수(始動防水) 등의 작업용수 손실이 있고 또한 도수시설에서의 누수나 증발 등에 의한 손실도 일어나므로 이들의 몫으로 취수량을 증가시켜야 한다.

이들 손실은 도수시설의 길이와 그 구조, 여과지가 급속여과지인지 완속여과지인지에 따라서 다르나 계획1일 최대급수량의 5~10% 정도가 된다.

완속여과지의 작업용수는 적으므로 그다지 문제가 되지 않는다. 급속여과지에서는 여과수의 약 5%가 역세척수로 소모된다.

2.4 취수량의 조절

취수장에서는 수리사용 허가수량내에서 취수하고 취수량 기록을 보존하며 취수량과 정수장 착수량 및 정수량을 비교함으로써 도수 및 정수시설에서의 수량의 손실유무를 파악하여야 한다.

정수량 및 송·배수량의 변동에 따른 필요한 취수량을 확보하고 조정하기 위하여 다음과 같은 방법으로 펌프의 유량제어(조절)를 한다.

1. 펌프의 운전대수를 조절하는 방법
2. 펌프의 회전수를 조절하는 방법
3 토출밸브를 조절하는 방법
4. 부관(by-pass)을 설치하는 방법

【해 설】

1. 펌프운전대수 조절

운전대수의 변경에 의한 유량조절은 가장 간단한 방법이다 그러나 수량변화가 단계적으로 되고 흡입 혹은 토출수면의 수위가 변동되므로 운전대수를 조절하는 자동운전에서는 수위의 변동이 심하면 기동 및 정지가 몇 번씩 반복되는 헌팅(hunting)현상이 발생하여 전동기의 과열과 밸브 및 기동기의 소모가 심하고 기기의 수명이 매우 단축되기 때문에 계획시 주의하여야 한다.

2. 펌프회전수 조절방법

회전수 N를 바꾸면 펌프의 특성은 다음과 같은 관계로 변화한다

$$Q \propto N$$
$$H \propto N^2$$
$$P \propto N^3$$

펌프의 회전수 제어는 밸브의 조절방법보다 효율이 좋고 유량의 조절이 가능하다. 특히 실양정에 비해서 관로저항이 큰 계통에 대해서 유효하다

그러나 내연기관이나 증기기관 등에서는 비교적 간단히 회전수를 임의로 변경할 수 있으나 전동기일 때는 간단하지 않다.

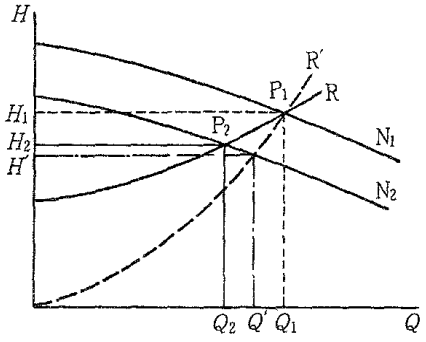
그리고 보통 회전수 제어용 기기는 고가로 소형의 펌프에 비해서 경제적이지 못하므로 회전수의 조절에 의한 유량조절은 종래 그리 많이 사용되지는 않았다.

근래 펌프가 대형화되고 배수지의 수위나 배수관말의 수압을 조절하기 위하여 유량을 자동적으로 조절하는 방법이 성행해 가고 있어 밸브의 열림조정보다는 회전수변경에 의한 유량조절이 우수하고 동력비도 절감된다.

다른 조건이 같으면 회전수가 1750rpm일 때 토출량과 양정이 $10m^3$/분×18 2m이라면 회전수가 1450rpm일 때 양수량(Q)과 양정(H)은 다음과 같다

$$Q = \frac{1450}{1750} \times 10 = 8.3(m^3/분)$$

$$H = \left(\frac{1450}{1750}\right)^2 \times 18.2 = 12.5(m)$$



<그림 2.4> 펌프의 회전수 조절

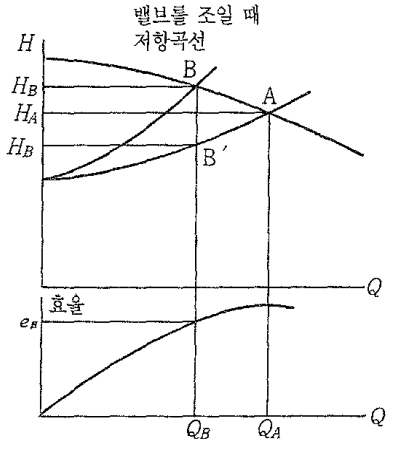
3. 토출밸브의 조절방법

밸브는 구조 및 특성으로 볼 때 차단용과 유량조절용으로 구분된다. 밸브의 열림을 조절하는 방법은 간단하기 때문에 보통 운전대수조절과 병용할 때가 많다.

토출밸브를 조이면 저항이 증가되어 저항곡선의 경사가 급하게 되므로 양수량이 감소된다.

펌프의 운전점은 최대효율점에서 이동하게 되며 한편 H_B와 H_B'는 그림에서와 같이 나타나므로 펌프의 총효율은 $e_B \times \frac{H_H}{H_B}$로 된다.

밸브의 열림조절은 이와같이 효율은 떨어지나 적은 비용으로 유량조절이 되므로 근래에 많이 이용되고 있다.



<그림 2.5> 밸브의 조절에 의한 유량제어

4. 토출구에서 흡입구로 부관(by-pass)을 설치하여 필요에 따라 토출량의 일부를 펌프정으로 역류시켜서 송수량을 조절한다.

제3절 수원의 수량 및 수질조사

3.1 일반사항

안정된 급수를 확보하기 위해서는 안정된 취수가 가능한 수원을 확보하는 것이 기본이 된다 따라서 연간 계획취수량을 확실히 취수하는 것이 필요하며 특히 갈수시에도 가능한 한 안정도가 높아야 한다

1. 저수시설은 풍수시의 물을 저류하고 강수량의 변동을 흡수하여 취수의 안정을 꾀하는 시설이므로 그 설치에 있어서는 입지조건, 저수용량, 계획취수량 및 개발비에 대해서 충분한 검토가 필요하다

2. 저수시설의 설치장소는 저류수의 수질이 가능한 한 청정하고 장래에도 오염의 우려가 적은 장소가 바람직하다.

3. 저수시설의 건설에 있어서는 그것이 주변환경에 미칠 영향을 충분히 검토하고 주변지역 등에 환경악화를 초래하지 않도록 배려하여야 한다.

【해 설】

1. 상수도 수원으로 수량이 풍부한 지하수나 하천표류수를 이용할 수 있는 경우는 저수시설을 설치할 필요가 없으나 보통 새로이 지표수를 취수할 경우에는 기존의 수리권과 조화를 이루도록 수자원개발을 할 필요가 있다.

즉 독자적으로 저수시설을 설치하거나 또는 다목적 저수시설계획에 참여하여 필요한 취수량을 확보할 수 있게 된다.

저수지를 설치하는 경우 어느 정도의 규모, 형태의 저수시설을 설치하는가 하는 문제는 계획취수량과 수질의 확보에 중점을 두고 하천 등의 상황, 저수시설 설치 예정지점의 지형 및

지질, 건설 및 유지관리의 경제성, 환경에 미칠 영향 등의 조건을 종합적으로 검토할 필요가 있다.

저수시설을 형태별로 분류하면 댐, 호수, 유수지, 하구둑, 유지(溜池), 지하댐 등의 형식이 있다.

또한 저수시설을 사용목적에 따라 분류하면 상수도용으로만 건설되는 전용저수시설과 홍수조절, 발전, 관개, 공업용상수도 등의 상수도 이외의 용도와 공동으로 건설되는 다목적 저수시설이 있다.(댐시설기준 참조)

전용저수시설은 상수도사업자가 자체에서 건설하고 관리하는 것으로 수량, 수질의 관리가 자체적으로 시행되는 이점이 있다. 그러나 계획에서 건설 그리고 관리에 이르기까지 고도의 기술을 요하고 경제성에 대해서도 다목적 저수시설에 비해서 불리한 경우가 있으므로 건설할 때에는 어떤 형태가 채용가능하며 유리한가에 대해서 충분한 검토가 필요하다.

한편 다목적저수시설에 의한 상수도 수원개발의 경우는 우선되는 개발계획이 있으므로 시설의 배치, 취수계획, 구조, 관리 등에 대해서 상수도사업자의 의향을 충분히 반영하여야 한다. (3 2 참조)

이와 같이 저수시설의 형식을 선정하는 데는 각 저수형태의 장점과 단점을 충분히 고려한 후에 신중하게 검토해야 한다. 주요 저수시설을 비교하면 다음 표 2.2 및 2 3과 같다.

2 수질이 반드시 양호하다고만 할 수 없는 지점에 부득이 저수시설을 하지 않으면 안될 경우에는 유역의 환경오염원 등에 대해서 충분한 조사를 하는 것과 동시에 수질의 장래예측을 실시하고 부영양화의 방지 등 수질보전대책을 적극적으로 강구할 필요가 있다.

즉 저수시설 주변으로부터 유입오염부하량에 대한 감시, 댐·호내의 포기순환설비나 선택취수설비의 정비 등을 행하는 것이 필요하다.

3. 일정규모 이상의 저수시설의 건설은 환경변화행위이며 계획의 내용 및 실시방법 여하에 따라 주변이나 호수 등의 환경에 악영향을 끼칠 우려가 있다. 계획의 입안이나 변경을 할 때는 당해계획이 환경에 미칠 영향을 예측하고 환경보전상의 필요조치를 강구할 필요가 있다.

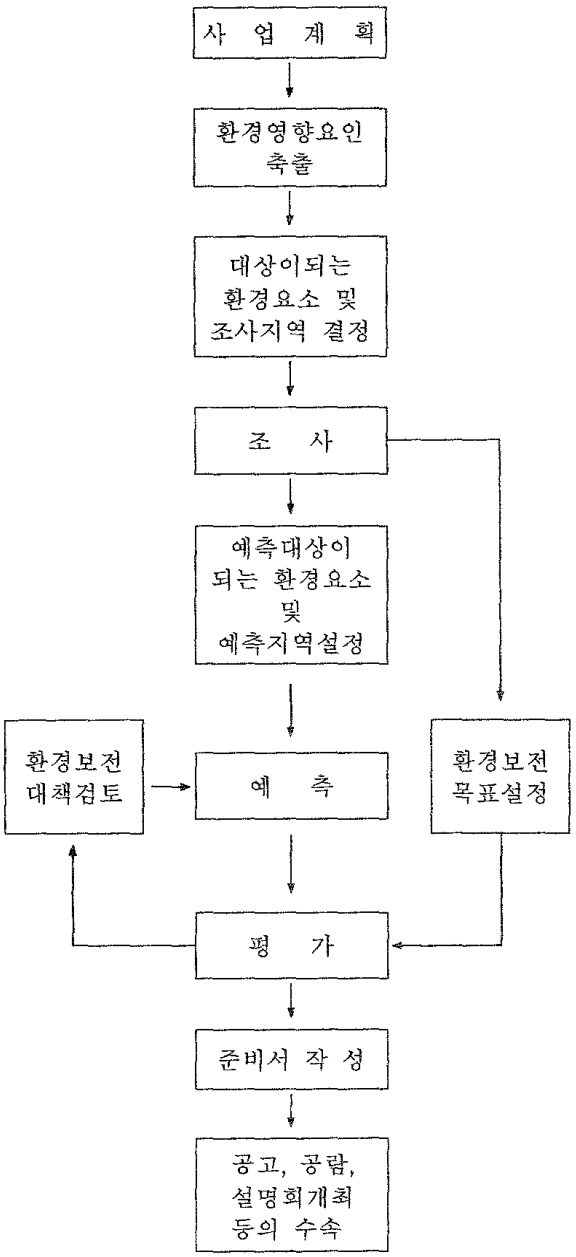
<표 2.2> 저수시설의 형태별 분류

분 류	저 수 방 법	비 고
댐	계곡 또는 하천을 콘크리트나 토석 등에 의해 구조물로 막고 풍수시 하천수를 저류하고 방류량을 조절하여 하천수의 유효한 이용을 꾀한다	소양강댐, 안동댐, 충주댐, 남강댐, 합천댐, 섬진강댐, 주암댐, 대청댐, 운문댐, 영천댐
호 소	호소에서 하천에 유출하는 유출구에 가동보나 수문을 설치하고 호소수위를 인위적으로 변동시켜 이의 상하한 범위를 유효저수용량으로 할 수 있다.	
유수지	과거에는 치수 측면에서만 생각했던 유수지를 이용하여 유수지 바닥을 깊이 파는 등에 의해서 이수용량을 확보할 수 있다	
하구둑	하구 부근에 둑을 설치하여 과거에는 바닷물이 강물과 혼합되어 이용불가능하던 하천수를 이용가능토록 한다	안성천, 삽교천, 영산강, 금강, 낙동강 하구둑
유지(溜池)	본래 농업용으로 만들었으나 준설 등의 재개발에 의해서 상수도용으로 사용할 수 있다	
지하댐	지하의 대수층 내에 차수벽을 설치하여 상부에서 흐르는 지하수를 막아서 저류하는 동시에 하부에서 스며드는 바닷물의 침입을 막는다	

<표 2.3> 주요 저수시설의 비교

구분	전용댐	다목적댐	하구둑 등 저류를 목적으로 하는 둑
개발수량	작은 규모가 많다	대량의 개발수량이 기대된다	일반적으로 중소규모의 개발이 기대된다. 하구둑의 경우 둑의 조작으로 하류의 유지용수를 확보한다. 이물을 새로운 이용수량으로 사용이 가능하다.
저류수의 수질	자체관리로 비교적 양호한 수질을 유지할 수 있다.	공동관리 또는 하천관리자가 관리하므로 상수도사업자의 의향이 충분히 반영되도록 그리고 가능한 한 양호한 수질을 유지하기 위한 노력이 필요하다.	하구둑의 경우 염소이온 농도에 주의를 요한다
설치지점	작은 하천에 축조하는 경우가 많다	비교적 유량이 많은 하천에 홍수조절과 겸해서 건설하는 경우가 많다.	하구둑의 경우 수요지 가까운 하천의 하구에 설치하여 농업용수에 바닷물의 침해방지 기능을 겸하는 경우가 많다.
경제성	일반적으로 비교적 비싸다	댐지점으로 유리한 지점이 적어서 비교적 고가이다.	일반적으로 댐보다 저렴하다.
기타	상수도사업자의 고도의 기술이 요구된다 일반적으로 규모가 작아서 비교적 환경에 영향이 적다	일반적으로 규모가 크고 수몰지역도 넓어서 환경에 영향이 크고 건설에 장기간이 소요된다	하류의 어업에 대한 배려와 둑상류의 이수, 치수상의 배려 등이 중요한 사항이다

대상사업의 시행자는 환경영향평가 등을 실시하게 되며 그 기본적인 실시절차는 다음 그림2.6과 같으며 면밀한 준비와 충분한 시간을 두고 진행할 필요가 있다. 또한 담수 면적 200ha 미만의 댐에 대해서도 부영양화의 예측을 위한 환경영향평가를 하는 것이 바람직하다. 이 외에 저수시설의 설치에 있어서는 환경보전법, 자연공원법 등 각종 법규제, 지방자치체 조



<그림 2.6> 환경영향조사 등의 실시흐름도

례의 규제를 받을 경우가 있으므로 이에 대한 주의를 요한다.

한편 저수시설의 형식선정에 있어서는 계획취수량, 장래수질, 설치지점, 경제성, 환경영향 등에 대해서 충분한 검토를 행하여야 한다

3.2 저수시설의 환경에 대한 영향

저수시설을 건설할 때는 저수시설이 건설됨으로써 주위환경에 어떠한 영향을 미치는지 미리 충분한 검토를 하여야 한다.

【해 설】

저수시설을 건설함으로써 주위환경에 나쁜 영향을 주어서는 안된다 최근에는 각종 개발행위를 시행하기에 앞서 주위환경에 대한 영향을 충분히 예측 평가하여 개발을 환경보전의 확보범위내에서 시행하여야 한다는 환경보전 우선개념이 도입되고 있다.

비교적 규모가 큰 저수지의 건설은 환경을 변화시키는 행위이며 계획내용이나 실시방법에 따라서는 환경에 더 나쁜 영향을 줄 수 있으므로 미리 환경보전상 필요한 조치를 하여야 한다

저수지에 대한 환경영향 평가는 대개 다음 자료의 정비가 필요하다

1. 자연환경의 현황과 개발계획에 의한 환경변화 예측 및 평가

2 유량, 수질, 유지용수 등의 현황이 개발계획에 따라 어떻게 변화할 것인지 탁도, 수온, 부영양화 등을 포함한 수질변화 예측

3 사회환경의 현황과 개발계획에 의한 변화 예측과 평가

이상 상기한 외에도 저수지의 예나 타국의 사례 등을 참고로 하여 광범위한 분야의 환경에 관한 지식과 정보를 수집함이 요망된다.

3.3 원수의 수질기준

원수의 수질은 수원의 종류에 따라 그 기준이 다르다.

1. 하 천
2. 호 소
3. 지하수
4. 해 역

【해 설】

환경정책기본법 제10조 및 동시행령 제2조 관련 원수의 수질기준은 표 2.4 "가~라"와 같다

3.4 하천표류수의 유량 및 수질조사

하천표류수를 수원으로 하는 경우에는 예정 취수지점에 대하여 다음에 열거되는 항목을 장기적으로 조사하여야 한다.

1 수량과 수위
   1) 갈수량, 갈수위
   2) 저수량, 저수위
   3) 평수량, 평수위
   4) 풍수량, 풍수위
   5) 홍수량, 홍수위
   6) 최대갈수량, 최대갈수위
   7) 최대홍수량, 최대홍수위
   8) 기준갈수량, 기준갈수위
   9) 계획고수량, 계획고수위
2 수리권
3. 수질
   1) 강우와 탁도의 관계
   2) 연간의 수질변화

【해 설】

하천을 수원으로 선택하기 전에 먼저 그 하천의 유량이나 수질에 관하여 장기간에 걸친 풍부한 자료가 있는가를 파악하여야 한다 만약 자료가 풍부한 경우에는 그 자료에 근거를 두고서 수원으로서의 적합성 여부를 판정하게 되겠지만 자료가 불충분한 경우에는 비록 단기간

에 걸친다 하더라도 수원에 대한 유량조사를 가능한 범위내에서 세밀히 조사하여야 하며 하천연안의 상태를 파악하여 취수지점의 선정에 도움이 되도록 하여야 할 뿐만 아니라 하천을 따라 거주하는 주민 특히 그 지방에 오래 거주해 온 노인들로부터 하천의 수문에 관한 정보를 입수하도록 노력해서 가능한 한 정확한 유량 및 수위조사가 이루어지도록 하여야 한다.

1. 수량과 수위

1) 갈수량과 갈수위는 1년 중에서 355일 동안 이보다 이하로 내려가지 않는 수량과 그 때의 수위를 말한다.

2) 저수량, 저수위는 1년 중에 275일은 이보다 이하로 내려가지 않는 수량과 그 때의 수위를 뜻한다.

3) 평수량과 평수위는 1년 중에서 하천의 수량과 수위가 185일 이상 유지될 때의 유량과 수위를 뜻한다.

4) 풍수량과 풍수위는 1년 중에 95일 동안 이보다 이하로 내려가지 않는 수량과 그 때의 수위를 뜻한다.

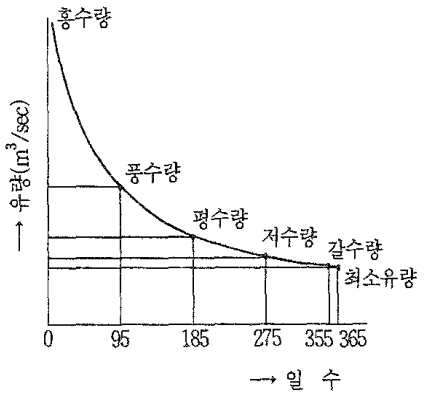
5) 홍수량과 홍수위는 홍수기간중에 지속되는 하천의 유량과 수위로서 댐이나 취수시설 등의 수중구조물의 설계에 영향을 미침으로써 수의 수문자료로서 중요한 의의를 가진다

6) 최대갈수량과 최대갈수위는 하천의 유량과 수위에 관한 자료중에서 가장 낮은 값을 말하며 이들에 관한 자료는 계획취수량과의 비교를 위한 근본 기준이 되므로 상수도시설의 계획상 대단히 중요한 위치를 차지한다 즉 하천유량과 계획취수량과의 관계를 따져 보면 최대갈수량이 계획취수량보다 크면 취수가 문제없게 되지만 최대갈수량이 계획취수량보다 적은 경우에는 부족되는 수량을 저수할 수 있는 저수지를 설치하든지 아니면 다른 하천이나 지하수원으로부터 부족한 양을 보충받아야 한다

7) 최대홍수량과 최대홍수위는 취수시설의 설계를 위하여 필요한 자료이다. 즉, 취수시설은 최대갈수기에도 취수할 수 있도록 취수구의 높이를 결정해야 되고 최대홍수위에서 침수되거나 파손되지 않는 높이에 위치하여야 하므로 최대홍수위에 관한 자료는 계획취수량의 안전한 취수를 위해서 대단히 중요한 것이다.

8) 기준갈수량, 기준갈수위 : 수리사용 허가, 하천종합개발계획 등에 있어서 기준이 되는 갈수량과 그 수위를 말한다. 보통 과거 10년간의 각 연도의 갈수유량 가운데 최소의 것과 그 수위(20년간에서는 제2위, 30년간에서는 제3위의 것)를 뜻한다.

9) 계획고수량, 계획고수위 · 치수계획에 있어서 대상이 되는 홍수의 유량과 그 수위로서 취수시설의 안전계산, 구조물의 제원을 결정하는데 필요한 것이다. 보통 하천관리자가 공사실시 기본계획 등에서 결정하는 것이므로 하천관리자와 충분한 협의가 필요하다.



<그림 2.7> 하천유황 곡선도

2. 수리권에 관해서는 앞에서 언급되었으나 하천은 상수도의 수원뿐만 아니라 농업용수, 공업용수, 발전용수 등의 용도로도 사용되고 이밖에도 어업, 해운 등의 목적으로도 이용되는 경우가 많으므로 상류나 하류에서 기득권를 가지고 하천수가 사용되는 경우, 취수시설을 신설하게 되면 이들 기득권에 대한 침해가 되어 법적 문제로 번진다든가 아니면 많은 비용을 들여서 준비한 상수도계획을 포기하여야 할 경우가 생길 수도 있으므로 수원으로 선정될 하천에 관

한 수리권을 사전에 상세히 파악하여 둘 필요가 있다

3. 수 질

1) 강우와 탁도의 관계를 정확히 파악하는 것은 특히 정수설비의 계획을 위하여 대단히 중요하다 보통 강우량이 크면 하천유량이 증가하고 탁도도 높아지므로 강우량, 하천유량 그리고 탁도와의 시간적 변화 관계를 정확히 파악하고 이해하여야 한다.

일반적으로 최대의 탁도는 최대홍수시에 함께 발생하는데 그 정도나 지속시간이 항상 일정한 값을 갖는 것은 아니므로 이를 신중히 파악하여 둘 필요가 있다.

이들 자료는 침사지, 침전지, 응집시설의 설계를 위하여 필요한 자료이며 슬러지량의 추정을 위해서도 필요하다. 원수의 탁도가 아주 높을 때 정수장의 처리능력이 부족하면 처리된 상수의 질이 저하되든지 아니면 처리될 상수의 양을 감소시켜야 한다

더구나 겨울에 눈이 쌓였다가 봄에 녹아 하천의 유량이 증가하는 경우에는 그 기간이 길며 또한 수온이 낮아서 물의 점성이 크게 될 뿐만 아니라 탁도도 높아서 정수가 어렵게 되거나 아니면 많은 비용을 요구하게 된다

따라서 하천수원의 유량과 탁도와의 관계에 관한 자료를 충분히 수집 조사하여 정수시설을 검토함으로써 곤란이 생기지 않도록 해야 될 것이다.

2) 수질에 관해서는 하천수원의 수질에 대해 간단히 언급하기로 한다

하천표류수를 수원으로 할 경우에는 암모니아성 질소, 아질산성 질소, 질산성 질소, 염소이온, 화학적 산소요구량, 대장균군, 철, 망간, 경도, 증발 잔류물, pH, 냄새, 맛, 외관, 색도, 탁도, 생화학적 산소요구량(BOD), 알카리도, 산도(유리탄산), 미생물 기타 무기성 혹은 유기성 독성물질의 농도에 관해 조사하여야 한다.

여기서 특히 강조해야 할 점은 화학적 산소요구량을 측정할 경우 산화제로서 옛날에는 과망간산 칼륨을 사용하였으나 현재는 산화력이 더 강한 중크롬산칼륨을 사용한다는 것이다.

또한 우리나라의 하천표류수는 각종 공장폐수나 농업용 살충제 때문에 크게 오염되고 있다는 것이 입증되고 있으므로 옛날에는 별로 관심을 끌지 않은 무기성 및 유기성 독성물질의 검출에 특히 유의하여야 하겠다.

상기 조사항목은 대부분 먹는물 수질기준에 명기된 것이며 비록 명기되지 않은 것이라도 필요하다고 인정되는 경우에는 조사를 실시하여야 한다.

이들 항목의 조사는 그 수원이 상수를 위한 수원으로서 적합한가를 결정짓는 중요한 요소가 되며 필요한 정수방법과 정수시설의 규모를 결정짓는데 필수 불가결한 요소이다

또한 우리가 잘 알고 있듯이 하천표류수를 포함한 모든 수원의 수질은 항상 일정한 것이 아니고 시간에 따라 변하며 보통 오염의 정도가 시일이 지남에 따라 증가하는 실정이므로 수질조사를 한번 실시한 것으로 만족하지말고 일정한 시간 간격으로, 아니면 필요하다고 인정되는 경우마다 실시하여 그 변화를 확인함으로써 상수도시설의 신설, 증설 혹은 운영에 참고가 될 수 있도록 하여야 한다.

하천표류수의 수질변화와 관련시켜 언급해 두어야할 점은 상류에서의 댐건설이나 하천유로(流路)의 변경에 의해서 하천의 수질이 큰 영향을 받는다. 즉 댐의 건설에 의해서 물의 운동형태나 태양에너지의 수용량에 변화가 생겨서 하천에서는 일어나지 않았던 현탁물질의 퇴적, 수질의 평균화, 새로운 물질변화나 순환이 생긴다.

예를 들면 댐 건설에 의한 하류의 탁도 분포형태의 변화로 하류에서의 물 이용방법에 큰 영향을 주게 되며 댐에 의해 저수지가 형성되면 플랑크톤 증식이 일어나서 그것이 하류에 운반되는 경우 수질의 변화를 일으켜서 정수에 곤란을 일으키는 경우가 생길 수도 있다.

가. 하천

<표 2.4> 원수의 수질기준

구 분	등 급	이용목적별 적용대상	기 준				
			수소이온 농도(pH)	생화학적 산소요구량 (BOD)(mg/L)	부유물질량 (SS)(mg/L)	용존산소량 (DO)(mg/L)	대장균군 수 (MPN/100mL)
생활환경	I	상수원수1급 자연환경보전	6.5-8.5	1이하	25이하	7.5이상	50이하
	II	상수원수2급 수산용수1급 수영용수	6.5-8.5	3이하	25이하	5이상	1,000이하
	III	상수원수3급 수산용수2급 공업용수1급	6.5-8.5	6이하	25이하	5이상	5,000이하
	IV	공업용수2급 농업용수	6.0-8.5	8이하	100이하	2이상	-
	V	공업용수3급 생활환경보전	6.0-8.5	10이하	쓰레기 등이 떠 있지 아니할 것	2이상	-

구 분	등 급	기 준
사람의 건강보호	전 수 역	카드뮴(Cd) : 0.01㎎/L이하, 비소(As) : 0.05㎎/L이하, 시안(CN) · 검출되어서는 안됨, 수은(Hg) · 검출되어서는 안됨 유기인 · 검출되어서는 안됨, 납(Pb) 0.1㎎/L이하, 6가크롬(Cr^{6+}) . 0.05㎎/L이하, 폴리클로리네이티드비페닐(PCB) : 검출되어서는 안됨, 음이온 계면활성제(ABS) : 0.5㎎/L이하

비 고 :	1. 수산용수1급 : 빈부수성수역의 수산생물용 2. 수산용수2급 · 중부수성수역의 수산생물용 3. 자연환경보전 : 자연경관 등의 환경보전 4. 상수원수1급 · 여과 등에 의한 간이정수처리 후 사용 5. 상수원수2급 : 침전여과 등에 의한 일반적 정수처리 후 사용 6. 상수원수3급 : 전처리 등을 거친 고도의 정수처리 후 사용 7 공업용수1급 · 침전 등에 의한 통상의 정수처리 후 사용 8. 공업용수2급 · 약품처리 등 고도의 정수처리 후 사용 9 공업용수3급 : 특수한 정수처리 후 사용 10. 생활환경보전 : 국민의 일상생활에 불쾌감을 주지 아니할 정도

나. 호소

구분	등급	이용목적별 적용대상	기준						
			수소이온농도(pH)	화학적 산소 요구량 (COD) (mg/L)	부유물질량 (SS)(mg/L)	용존 산소량 (DO) (mg/L)	대장균군수 (MPN /100mL)	총인 T-P (mg/L)	총질소 T-N (mg/L)
생활환경	I	상수원수1급 자연환경보전	6.5-8.5	1이하	1이하	7.5이상	50이하	0.010이하	0.200이하
	II	상수원수2급 수산용수1급 수영용수	6.5-8.5	3이하	5이하	5이상	1,000이하	0.030이하	0.400이하
	III	상수원수3급 수산용수2급 공업용수1급	6.5-8.5	6이하	15이하	5이상	5,000이하	0.050이하	0.600이하
	IV	공업용수2급 농업용수	6.0-8.5	8이하	15이하	2이상	-	0.100이하	1.0이하
	V	공업용수3급 생활환경보전	6.0-8.5	10이하	쓰레기 등이 떠 있지 아니할 것	2이상	-	0.150이하	1.5이하

사람의 건강 보호	전수역	카드뮴(Cd) · 0.01mg/L이하, 비소(As) · 0.05mg/L이하, 시안(CN) 검출되어서는 안됨, 수은(Hg) : 검출되어서는 안됨 유기인 · 검출되어서는 안됨, 폴리클로리네이티드비페닐(PCB) 검출되어서는 안됨, 납(Pb) · 0.1mg/L이하, 6가크롬(Cr^{6+}) · 0.05mg/L이하, 음이온 계면활성제(ABS) · 0.5mg/L이하

다. 지하수

지하수 환경기준 항목 및 수질기준은 수도법 제4조에 의한 먹는물 수질기준 등에 관한 규칙 제2조 및 별표 1을 적용한다. 다만, 환경부장관이 고시하는 지역 및 항목은 적용하지 아니한다

라. 해역

등급	기준								
	수소이온농도(pH)	화학적 산소 요구량 (COD) (mg/L)	용존 산소량 (DO)(%)	부유 물질량 (SS) (mg/L)	대장균군수 (MPN / 100mL)	노말헥산 추출물질 (유분) (mg/L)	총질소 (mg/L)	총인 (mg/L)	무기물질 등(mg/L)
Ⅰ	7.8~8.3	1이하	포화율 95%이상	10이하	200이하	검출되어서는 안됨	0 05 이하	0.007 이하	6가크롬(CR^{6+}) 0 05이하 비소(As) . 0.05이하 카드뮴(Cd) . 0 01이하 납(Pb) 0 1이하 아연(Zn) : 0.1이하 구리(Cu) . 0.02이하 시안(CN) · 유기인 · 수은(Hg) · 폴리크로리네이티드비페닐(PCB) 검출되어서는 안됨
Ⅱ	6 5~8.5	2이하	포화율 85%이상	25이하	1,000이하	검출되어서는 안됨	0.1이하	0 015 이하	
Ⅲ	6.5~8.5	4이하	포화율 80%이상	-	-	-	0.2이하	0 03 이하	

비고 1. DO를 농도로 표시하는 경우에는 등급 Ⅰ은 6㎎/L, 등급 Ⅱ와 등급 Ⅲ은 5㎎/L이상이어야 한다.
2 등급 Ⅰ은 수산생물의 서식, 양식 및 산란에 적합한 수질을 말한다
3 등급 Ⅱ는 해수욕 등 해양에서의 관광 및 여가선용과 등급 Ⅰ이외의 수산생물에 적합한 수질을 말한다.
4. 등급 Ⅲ은 공업용수, 선박의 정박 등 기타 용도로 이용되는 수질을 말한다.
5 총질소는 NO_2-N, NO_3-N, NH_3-H의 합계를 말한다
6. 총인은 PO_4-P의 형태를 말한다

3.5 하천표류수의 유량측정방법

하천의 유량을 측정하기 위해서는 다음에 열거된 순서에 따라서 실시하여야 한다.

1 하천수위의 측정
2. 유속의 측정
3. 하천유량의 산정

【해 설】

하천표류수를 수원으로 하는 경우에는 3 4에서 설명한 바와 같이 각종 수량과 수위를 알아야 하는데 이들의 측정법은 다음과 같은 방식이 있다.

1 하천수위라 함은 임의의 기준면으로부터의 하천표류수 표면의 표고를 뜻하는데 기준면으로서 평균 해면을 취할 경우도 있으나 하천 바닥보다 조금 더 낮은 면을 기준면으로 택하는 경우도 있다.

실제의 수원선정을 위해서 필요한 자료는 하천유량이지만 계속적으로 하천유량을 측정한다는 것은 어려운 일이므로 하천수위를 연속적으로 측정하여 다음에 소개될 방법에 의하여 이를 유량으로 환산하여 사용할 수 있다.

하천수위를 측정하는 계기를 수위표라 하며 보통수위표와 자기수위계로 크게 나눌 수 있다

보통수위표 중에서 가장 간단한 것은 준척수위계로서 눈금을 가진 자로 되어 있다.

즉 눈금이 매겨진 자를 교각이나 제방 기타 구조물에 고정시켜 자의 눈금과 일치하는 하천의 수위를 측정하면 된다.

이외에도 보통수위표로는 쇠사슬, 테이프, 부

표, 전기 테이프 등의 여러가지가 있다.

자기수위계의 종류에는 부자식, 공기방울식, 압력식, 전기식 등 여러가지가 있으나 현재 우리나라는 부자식을 주로 이용하고 있다.

부자식 수위표에서는 부표가 쇠줄이나 테이프에 의해 바퀴 주위를 돌아 기록기에 연결되어 있어 수위변동에 따라 부표가 움직이면 바퀴가 돌게 되고 바퀴가 돌면 펜이 움직이게 되어 일정한 속도로 회전하는 기록지 위에 수위를 자동적으로 기록하게 된다.

또한 펜이 기록지의 한쪽 끝에 도달하면 자동적으로 방향을 바꿀 수 있도록 장치가 되어 있어 연속적인 수위의 기록을 얻을 수 있다.

2. 한 수위측정지점에서 유량을 산정하기 위해서는 유속과 그에 해당하는 통수단면적을 알아야 한다.

유속측정은 역학적 원리를 이용한 계기에 의한 방법과 화학적 및 전기적인 원리를 사용하는 방법으로 크게 나눌 수 있으며 실제 유량측정을 위해서는 보통 기계적인 방법을 많이 채택한다.

기계적인 계기에는 회전식 계기, 동력식 계기, 부표식 계기가 있으며 가장 많이 사용되는 것은 회전식 유속계이다.

회전식 유속계의 대표적인 것으로는 미국 지질조사국(U. S. geological survey)에서 사용하고 있는 프라이스 유속계(price meter)를 들 수 있는데 이것은 6개의 원추형 컵이 수직축 주위로 회전하게 되어 있어 흐르는 물이 가지는 유속, 즉 운동에너지에 의하여 컵이 회전하고 컵이 회전할 때마다 전기회로가 구성되어 수신기에 소리가 나도록 되어 있어 관측자는 수신기를 사용하여 일정한 시간동안에 소리가 나는 횟수를 헤아림으로써 컵의 초당 회전수를 얻게 된다

컵의 초당 회전수 N과 유속 V(m/초) 간에는 다음과 같은 일반식이 성립된다.

$$V = A + BN \cdots\cdots \cdots (2\text{-}1)$$

위 식에서 A와 B는 상수로서 각 계기에 따라 다르므로 사용하는 계기를 검정하여 결정할 수 있다.

검정은 유속계를 정지된 수중에 위치시키고 일정한 거리를 일정한 속도로 이동시킬 때의 이동속도와 컵의 회전수를 동시에 측정함으로써 이루어진다

3. 하천 수위측정점에서의 유량측정을 위해서는 그 관측점에서의 평균유속을 결정하기 위하여 충분한 수의 점유속을 유속계로 측정하여야 한다 이와같이 얻어진 평균유속을 통수단면적에 곱하면 그 단면을 통과하는 유량을 얻을 수 있다.

그러나 홍수기처럼 하천수위가 급격하게 변할 경우에는 충분한 수의 점유속을 측정하기 위해 많은 시간을 소모하지 않도록 주의를 요한다.

실제로 유량측정을 하는 절차는 다음과 같다 먼저 관측점에서의 통수단면의 모양을 하천 횡단측면에 의해 결정한 후 여러 개의 연직단면으로 나눈다. 이때 소단면이 총 유량의 10% 이상을 포함해서는 안되며 20~30개의 작은 구간으로 나누는 것이 일반적이다

한 연직면에서의 유속은 하천 바닥에서는 영이 되고 바닥에서 떨어짐에 따라 점차로 증가하여 대략 포물선의 유속분포를 가지게 되며 수면 부근에서 유속은 최대가 된다.

미국 지질조사국에서는 다년간의 경험에 의하여 다음 식을 소단면의 평균유속 결정에 사용토록 권장하고 있다.

$$V_m = \frac{1}{2}(V_{02} + V_{08}) \cdots\cdots \cdot (2\text{-}2)$$

여기서, V_m은 소단면의 평균유속이며 V_{02}, V_{08}은 수면으로부터 각각 수심 20%, 80% 아래에 있는 점에서의 유속을 말한다.

하안부근의 얕은 곳에 있어서의 평균유속으로는 수면으로부터 수심의 60% 만큼 아래에 있는 점의 유속을 측정하여 그대로 사용하기도 한다

위에 설명된 식을 사용하여 각 소단면의 평

균유속이 결정되면 소단면의 면적을 곱하여 각 소단면을 통해 흐르는 유량을 결정할 수 있고 이를 전체 하천단면에 걸쳐 합하여 전체 유량 Q를 결정할 수 있다.

$$Q=\sum_{i=0}^{n} A_i V_{mi} \cdots\cdots\cdots (2\text{-}3)$$

여기서 A_i와 V_{mi}는 소단면의 면적 및 평균유속이며 n은 소단면의 수이다

이와같이 유속측정에 있어 유량계산을 위해서는 하천의 한쪽 하안으로부터 반대쪽 하안으로 횡단하면서 각 소단면의 점유속을 측정하게 된다.

하천횡단방법은 걸어서 건너거나 케이블(cable), 교량, 배(boat) 등을 이용하는 방법이 있으며 얼음으로 하천이 덮였을 때는 유속계가 자유롭게 통과할 수 있도록 충분히 큰 구멍을 뚫어 얼음 위에서 직접 측정할 수도 있다

3.6 호소수원의 조사

호소수를 수원으로 하는 경우에는 3.4에 열거된 하천표류수 수원을 위한 조사사항 외에 다음에 열거된 항목을 조사하여야 한다.

1. 호소 연안의 상황과 풍향 및 풍속
2. 유입하천과 호소의 수질, 그리고 미생물의 계절적 발생상황

【해 설】

1 호소수의 수질은 호소연안의 상태나 오염원의 유무, 바람의 강약 및 방향에 의하여 영향을 받으며 특히 계절풍이 빈번한 지방에서는 취수지점에서의 수질도 크게 변할 수 있다.

호소에 유입하는 오염물이 호소수와 혼합되는 율은 완만하며 확산속도도 미소하고 또 유입하천에 의한 교란도 약하므로 바람에 의한 영향은 크게 된다. 정체기에 호소로 유입하는 하수는 호안에 접하여 호소바닥으로 파급되나 일부는 변화수층(thermocline)의 상부를 따라 흘러 복잡한 오염상태를 나타낸다. 따라서 예정되는 취수지점에서의 수질변화를 세밀히 조사할 필요가 있다.

2 호소로 유입하는 하천의 수질상태에 따라 호소의 수질이 크게 영향을 받으므로 장기간에 걸친 유입수의 수질조사가 필요하며, 때로는 호소에 유입하는 하천의 수원이 용천수일 수도 있어 수질 파악에 만전을 기하여야 한다

또한 호소에서는 저수지에서와 같이 계절적인 미생물의 과도한 번식이 있을 수 있으며 이때는 호소수의 색이 변하고 맛과 냄새를 가지게 되어 정수시에 여러가지 어려움을 일으키는 경우가 빈번하다.

특히 수심이 깊은 호소나 저수지에서는 계절적인 성층현상(stratification)이 발생하여 수심에 따라 수질의 현저한 변화가 생길 수 있으므로 수심에 따른 취수지점의 선택을 고려해야 할 경우도 생긴다.

따라서 계절적으로 발생하는 미생물의 종류와 수량 그리고 수심에 따른 탁도의 변화를 조정해서 취수지점의 선정에 도움이 되도록 하여야 한다.

호소나 저수지의 물은 연간 각 계절에 따라 물의 온도, 밀도 및 바람의 작용에 의해서 여러가지의 특징을 나타내는 온도성층(thermal stratification)을 나타낸다.

즉 겨울철에 수면이 얼면 얼음 그 자체의 온도는 0℃ 이하로 되어도 얼음 바로 밑의 수온은 실제로 0℃에 머물게 되고 동시에 바닥부의 온도는 물의 최대밀도의 온도인 4℃에 가깝다. 이 상태에서는 물은 비교적 안정한 성층상태에 있어서 겨울의 정체를 나타낸다.

그러나 이른 봄이 되어서 얼음이 녹아 수면부근의 수온이 상승하기 시작하여 4℃에 도달하면 최대밀도가 되어서 하강경향을 나타내나 온도가 다시 상승하면 밀도는 작게 되므로 가볍게 되어 차가워서 무거운 중층이하의 물 위에 안정한다. 그러나 낮이나 야간의 온도변화나 바람 등에 의해서 안정이 파괴되어 연직방향의 순환이 일어난다

이 현상은 수온이 균일하게 수직방향으로

4℃ 부근일때 특히 현저하며 이른 봄의 순환이라 한다.

수면온도가 다시 높아지면 한층 더 안정도가 증가하여 마침내 연직방향의 순환은 극히 표층에서만 발생한다

여름이 되어서 표층수가 따뜻하게 되어도 열전도율은 극히 낮으므로 심층의 수온은 봄철의 수온 그대로 거의 변하지 않는다.

즉 가벼운 표면수가 무거운 심층수 위에 차례로 쌓여 있는 성층상태로 되어서 제2의 안정평형기가 나타나며 이를 여름의 정체라고 한다

가을이 되면 표층의 수온이 내려가서 밀도가 크게 되므로 하강하여 평형이 다시 파괴되어 물이 교란된다. 가을이 깊어감에 따라 점점 깊은 곳까지 교란되어 마침내는 바닥까지 도달하며 그 결과 전체의 물이 혼합 및 순환을 완료해서 등온으로 된다.

이를 가을 대순환 혹은 완전순환이라고 부르며 이와같은 상태는 수온이 4℃로 내려갈 때까지 계속되나 4℃ 이하로 되면 재차 밀도가 낮아지기 때문에 표층에 멈추는 경향을 나타낸다

그러나 저온에서의 밀도차는 극히 작으므로 강풍 등에 의해서 혼합되고 결빙해서부터 비로소 저온수가 상층에 위치하는 상태 즉 역렬(逆列)성층을 보이는 경우가 많다

초봄에 해빙하여 온도가 상승하면 재차 앞에서 설명된 봄 순환기에 들어가며 여기에서 연간의 순환주기가 끝나는 것이다

여름철에 수심에 따라서 수온을 측정하면 정렬성층이므로 하부의 물일수록 저온이 되는 것은 당연하나 그 사이에 급격하게 수온이 저하하는 얇은 수층이 발견된다

이 층을 변화수층 또는 수온약층이라 하고 약층 위의 수층을 표수층(epilimnion), 약층 밑의 수층을 심수층(hypolimnion)이라 한다

표수층에서의 물은 바람의 영향이나 대류때문에 수평이나 연직으로 움직이나 심수층에서의 물은 정지하고 있다.

약층의 형성에 대해서는 확실히 알려져 있지 않으나 물속에서의 열교환에 관계한다고 생각되고 있다.

호소의 오염에 중요한 영향을 끼치는 것은 식물의 성장에 필요한 영양분이고 그 중에서도 질산염과 인산염은 자연수중에는 적게 존재하므로 식물의 성장을 감소시킨다. 그러나 하수가 호소에 흘러 들어가면 많은 양의 영양분이 공급되고 그것이 축적되면 여름철에는 호소 심층의 물이 용존산소 결핍상태에 있게 되며 심하면 조류의 대량번식 때문에 물의 탁도는 증가하고 어류는 죽게 되며 사람이나 가축의 음료수로서도 부적합할 뿐만 아니라 공업용수로도 부적당하게 되며 오락용으로도 좋지 않다. 이와 같이 되어가는 현상을 부영양화(eutrophication)라 한다.

호소가 일단 산소 결핍이 되면 영양분 유입을 단절시켜도 어느 정도로 오랜기간 그와 같은 상태가 계속된다. 그러므로 상류 유역오염원의 오염부하량 조사 및 저수지 형성후 정체수역과 순환수역에 대한 평가가 필요하다.

3.7 저수지 수원을 위한 조사

저수지를 수원으로 할 경우에는 댐 예정지점에서 다음에 열거된 각 사항을 장기간 동안 철저히 조사하여야 한다

1. 강우량과 저수지의 증발량
2. 유입하천의 유량과 유사(流砂)
3. 계획홍수량
4. 유역면적의 상태
5. 수 질
6. 수리권
7. 기 타

【해 설】

하천의 갈수량이 계획취수량보다 적으나 하천의 연간 평균유량이 계획취수량보다 큰 경우에는 저수지를 축조하여 계획취수량의 취수가 가능하도록 하여야 한다.

이의 결정을 위해서는 앞에 언급된 하천 표

류수의 수량에 관한 장기간의 풍부한 자료가 필요하며 자료의 획득이 불가능하거나 현재 자료가 불충분한 경우에는 직접 관측을 실시하여 충분한 자료를 획득하도록 하여야 한다.

1. 하천, 호소, 저수지 등의 유량에 관한 자료가 없는 경우에는 강우에 관한 자료를 필요로 한다.

우량의 크기는 일정한 면적 위에 내린 총우량을 그 면적으로 나눈 깊이로서 표시하며 우리나라에서 사용하는 단위는 mm이다.

우량을 측정하는 계기를 우량계라 하며 크게 보통우량계와 자기우량계로 구별된다.

우리나라에서 많이 사용하고 있는 보통우량계는 직경 20cm, 높이 60cm의 상단이 개방된 원통형강관 혹은 아연도금 강관으로서 이 관 상단의 내부에 깔때기 모양의 수수기(受水器)가 있어 빗물을 받은 다음 이를 눈금이 있는 유리 우량측정관에 부어 측정하게 된다.

관측우량은 매일 1회 상오 9시로부터 다음날 상오 9시까지의 우량이 일우량으로 측정된다.

일우량이 0.1mm 이하일 때는 무강우로 취급하며, 비 이외의 다른 강수의 측정은 수수기(受水器)에 담긴 눈, 우박 등에 일정량의 더운물을 넣어 녹인 후에 전체수량을 측정한 후 가해 준 물의 양을 빼면 된다.

자기우량계에 의한 우량측정은 기록지에 누가우량의 시간적 변화상태를 기록함으로써 얻게 되며 기록지상의 누가우량곡선(rainfall mass curve)으로부터 각종 목적에 알맞는 우량자료를 얻게 된다.

현재 우리나라에는 약 457개소의 우량관측점과 약 244개소의 수위관측점이 있다.

이 중에서 487개는 건교부에서 운영하고 있으며 수계별로는 표 2.5와 같다.

나머지 수문관측점들은 한국수자원공사, 농어촌진흥공사, 기상청 등에서 관리운영하고 있다.

우리나라에서는 1917년에 본격적인 수문관측이 시작되었으며 1962년에 건교부는 1917년부터 1961년까지의 일우량기록을 관측점별로 집성하여 「한국수문조사서」라는 단행본으로 출간하였다.

1962년 이후의 일우량자료는 건교부가 매년 출간하는 「한국조사연보」에 수위자료와 함께 관측점별로 수록되고 있다.

한편 기상청에서 운영하는 우량관측점의 자료는 「기상월보」 및 「기상연보」에 다른 기상인자의 측정자료와 함께 수록·출간되고 있다. 일반적으로 강우에 대한 유역의 평균 우량 산정방법은 대략 다음 세가지로 분류될 수 있는데 이들 방법에 의해 산정되는 평균우량은 실제의 평균우량과 어느 정도의 편차를 가지며 그 편차정도는 우량계측망의 밀도에 따라 직접적인 영향을 받게 된다.

<표 2.5> 우량관측소(건교부 운용)

수 계 명	수 위	우 량
한 강	46	83
금 강	28	44
안 성 천	6	5
삽 교 천	6	3
만 경 천	2	2
동 진 강	1	4
영 산 강	11	6
섬 진 강	27	32
순 천 동강	4	2
낙 동 강	52	89
회 야 강	2	1
태 화 강	4	5
형 산 강	4	2
왕 벽 천	-	1
삼척오십천	1	1
양양남대천	1	2
강릉남대천	1	-
진 천	1	-
연 곡 천	-	1
대 천 천	-	2
탐 진 강	1	-
반 월 천	2	2
계	200	287

가장 간단한 방법은 유역내 관측점의 강우량을 산술 평균하여 평균우량을 얻는 산술평균법이다. 이 방법을 식으로 표시하면 다음과 같다.

$$P_m = \frac{p_1 + p_2 + \cdots + p_n}{N} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{n} P_i \cdots\cdots\cdots (2\text{-}4)$$

위의 식에서 P_m은 어떤 호우로 인한 유역의 평균강우량이며, p_1, p_2, …, p_n은 유역내 각 관측점에 기록된 강우량이고 N은 유역내 관측점의 총수이다.

산술평균법은 강우에 대한 산악효과나 우량계의 분포상태, 밀도 등에 대한 고려가 전혀 없으므로 비교적 평야지역에서 강우분포가 균일할 경우에 사용하는 것이 좋다

우량계가 유역내에 불균등하게 분포되어 있을 경우에는 디-쎈(Thiessen)의 가중법을 사용한다.

이 방법에서는 전 유역면적에 대한 각 관측점의 지배면적비를 가중인자로 잡아 이를 각 우량치에 곱하여 합산한 후 이 값을 전 유역면적으로 나눔으로써 평균우량을 산정하는 방법이다. 각 우량계의 지배면적은 우선 인접 관측점들을 직선으로 연결하여 삼각형을 만든후 각 변의 수직이등분선을 그어 각 관측점의 주위에 다각형을 만들어서 결정된다.

다각형으로 둘러 싸인 면적이 곧 각 우량계의 지배면적 또는 유효면적이 되며 구적기로 구할 수 있다

이 방법을 식으로 표시하면 다음과 같다.

$$P_m = \frac{A_1P_1 + A_2P_2 + \cdots + A_NP_N}{A_1 + A_2 + \cdots + A_N}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{N} A_iP_i}{\sum_{i=1}^{N} A_i} \cdots\cdots\cdots (2\text{-}5)$$

식 2-5에서 P_m은 유역의 평균강우량이며 P_1, P_2, …, P_N은 유역내 각 관측점에 기록된 강우량이고, A_1, A_2, …, A_N은 각 관측점의 지배면적이다.

이 방법에서도 강우에 대한 산악효과는 무시되고 있으나 강우계의 분포상태를 고려하고 있으므로 산술평균법보다는 정확하며 실제로 가장 널리 사용되고 있는 방법이다.

강우에 대한 산악의 영향은 등우선법에 의해 고려될 수 있다. 이 방법에서는 우선 지도상에 관측점의 위치와 강우량을 표시한 후 등우선을 그리고 각 등우선간의 면적을 구적기로 측정한 후 전 유역면적에 대한 등우선간 면적비를 해당 등우선간의 평균우량에 곱하여 이들을 전부 합산하여 전유역에 대한 평균우량을 구하게 된다. 여기서 두 등우선간의 평균우량으로는 보통 등우선상의 우량치를 평균한 것이 사용된다 등우선법을 식으로 표시하면 다음과 같다.

$$P_m = \frac{A_1P_{1m} + A_2P_{2m} + \cdots + A_NP_{Nm}}{A_1 + A_2 + \cdots + A_N}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{N} A_iP_{im}}{\sum_{i=1}^{N} A_i} \cdots\cdots (2\text{-}6)$$

여기서 A와 P는 식 2-5에서 정의된 것과 같고 N은 등우선에 의해 나누어지는 면적구간의 수이며, P_{im}은 두 인접 등우선간의 면적에 대한 평균 강우량이다. 현재까지의 경험에 의하면 우량계가 비교적 등분포되어 있고 유역면적이 약 500km^2 미만인 지역에서는 산술평균법도 다른 방법에 못지않은 정확성을 가지고 있으며, 산악효과가 비교적 적고 유역면적이 약 500~5,000km^{2}인 곳에서는 디-쎈(thiessen)법을 사용하는 것이 좋다. 유역면적이 더 이상 커지면 등우선법을 사용하는 것이 가장 정확한 결과를 얻을 수 있으나 우량계의 밀도가 조밀하여야 할 뿐만 아니라 등우선을 그리는 과정에서 생기는 오차에 특별히 주의하여야 한다

저수지면에서의 증발에 의한 물의 손실은 일반적으로 증발이 일어나는 저수지 수면 부근의 대기상태, 즉 물과 공기의 온도, 바람, 상대습도, 대기압, 수질 및 물표면의 성질과 형태에 의해서 결정되며 수심에 비하여 표면이 큰 저수지에서는 저수량에 큰 영향을 미칠 수가 있으므로 타 저수지의 예를 참고로 하든지 아니

면 증발접시를 사용하여 직접 측정하여야 한다. 우리나라에서 현재 사용되고 있는 증발접시에는 내경 20cm, 깊이 10cm의 동제(銅製) 원통형의 소형 증발접시와 내경 120cm, 깊이 30cm의 대형 증발접시의 두가지가 있다. 증발접시에 의한 증발량의 측정방법은 비교적 간단하다. 접시에 일정량의 물을 담아둔 후 일정한 시간이 경과한 후에 접시 내 수위 강하량을 mm로 측정한다. 측정시간 간격을 1일로 잡으면 일증발량을 얻게 되며, 일증발량 자료로부터 월 및 년 증발량을 얻을 수 있다.

표 2.6은 소형 증발접시를 사용하여 측정한 우리나라 주요 지방의 월 및 년평균 증발량이다.

증발현상은 여러가지 인자에 의해서 영향을 받게 되며 특히 증발접시 자체는 물론 그 속에 들어 있는 물이 태양열을 받아 온도가 상승하므로 자연상태에 있는 저수지로부터의 증발량보다 훨씬 큰 율로 증발하게 된다. 뿐만 아니라 소형 증발접시와 대형 증발접시로 측정한 증발율은 서로 다르다.

수원지방에서 관측한 값에 의하면 대형 증발접시의 증발량은 소형 증발접시에 의한 것보다 23% 정도 낮은 증발율을 보이고 있다.

이와같이 증발접시에 의한 측정치와 저수지로부터의 실제 증발량은 증발면적이 다르기 때문에 큰 차이를 가지고 있으므로 측정된 증발량을 저수지 증발량으로 환산하기 위하여 증발접시계수를 사용한다. 이 계수는 저수지 증발량의 접시증발량에 대한 비를 표시하여 월별 혹은 년별로 실험에 의해 결정하는 것이 원칙이다. 증발접시계수는 대체로 0.65~1.12의 값을 가지며 측정조건에 따라 크게 변한다.

한국수자원공사는 충주댐 지점에서의 저수지 증발량을 산정하기 위하여 대형 증발접시의 계수로서 0.7을 사용하였다

이외의 공식을 사용하여 증발량을 산정할 수도 있으며 몇가지 예를 들면 다음과 같다.

$$E=0.14(\ell_s-\ell_a)u \cdots\cdots\cdots (2\text{-}7)$$

$$E=0.345(e_u-e)(1+0.25W_6) \cdots\cdots (2\text{-}8)$$

$$E_0=\frac{133.3(e_1-e_2)(w_2-w_1)}{(T+459.4)\log e(h_2/h_1)^2} \cdots\cdots (2\text{-}9)$$

식 2-7은 일본의 이또오(伊藤)에 의해서 제안된 공식으로,

E 증발량(mm/cm^2/일)

ℓ_s 수면에서의 대기증기압(mmHg)

ℓ_a 수면상 2m 높이에서의 대기증기압 (mmHg)

<표 2.6> 소형증발계에 의한 평균증발량(mm)

월별 / 지방명	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	년총계
강 릉	207 9	188 8	211 9	227 6	251 7	192 0	161 7	181 8	181.0	216 7	184 8	188 8	239.5
서 울	180 4	181 7	207.4	227 5	256 8	213 9	179 3	201 5	205.6	231 2	179 6	160 5	242.5
인 천	195 2	197 0	219 3	237 9	261 9	219 7	188 6	219 0	217 5	243 9	189.5	175 6	256 5
울릉도	94 9	110.9	169.4	214 3	236 9	190 1	166 9	206 5	170.4	188 2	140 9	106.2	199 5
추풍령	87 3	189 9	212 2	234 5	261 2	217 0	188 0	215 5	187.2	227 3	190 1	180 9	249 1
포 항	179 2	170 2	190 9	202 5	218 8	167.5	151 4	206 1	158.0	197 1	167.3	176 1	218 5
대 구	204 0	193 1	222 7	230 9	259 3	219 4	204 2	222 3	183 1	221 1	192 1	189 5	254 2
전 주	159 6	161 1	201 1	219 5	246 3	211 9	190 8	216 4	194.5	218 9	174 1	147 7	234 2
울 산	208 6	190 3	206 2	216 0	241 0	193 3	187 5	210 9	169 2	209 7	192 7	199 8	242.5
광 주	166.0	170 6	198 9	222 4	240 4	205 0	187 2	234 3	185 5	223 3	184 9	159 5	237.8
부 산	205 1	190 0	212 6	218 7	241 0	195.7	183 0	231 6	181 5	218 0	195 8	198 4	247 1
목 포	136.9	151 9	199 1	208 5	232 8	198 6	181 5	228.1	190 1	217.9	168 1	138 4	225.2
여 수	191.3	189.1	210.0	214 3	227 0	191 5	156 7	230 9	171 1	223 8	195 1	186.4	238 7
제 주	73.7	111 0	173 6	205 0	227 4	200 2	225 1	247 9	177 3	197 5	143 1	88 2	207.0

u : 풍속(m/초)

식 2-8은 네델란드의 Ijsselmieer 호에 적용하기 위하여 만들어진 공식으로,

E : 저수지면으로부터의 증발율(mm/일)
e_w 저수지면의 수온에 있어서의 포화증기압(mmHg)
e : 실제 증기압(mmHg)
W_6 수면으로부터 6m 되는 점에 있어서의 풍속(m/초)

식 2-9는 Thornthwaite-Holzman 식으로 알려져 있으며,

E_0 증발율(in/시)
e_1, e_2 : 증발면으로부터 높이 h_1, h_2(ft, $h_1 < h_2$)에 있어서의 증기압(in/Hg)
w_1, w_2 : 높이 h_1과 h_2에 있어서의 풍속(mi/시)
T : h_1과 h_2 사이의 평균대기온도(°F)를 표시한다.

식 2-9로부터 알 수 있는 바와 같이 계산되는 증발율은 수면에 가까운 두 고도간의 증기압차 및 풍속차이에 직접 비례하므로 측정장치 설치 및 조작에 세심한 주의를 하여야 한다.

2. 저수지의 계획을 위하여 필요한 유량은 일유량으로서 10년 이상의 관측치를 필요로 하므로 계획의 시초에 관측을 시작한다면 10년 이상 관측을 계속해야 하는 난점이 있기 때문에 보통 유입 하천에서 이미 얻어 놓은 유량자료를 이용한다.

하천유량에 관한 자료는 건교부에서 발간되는 「한국수문조사서」나 기타 관계기관에서 구할 수 있다 이들 자료는 대체적으로 장기간의 자료로서 이용가치가 크다고 볼 수 있다. 계획지점의 유량자료가 없는 경우에는 동일 하천의 다른 관측지점에서 얻은 자료를 이용하거나 강우량, 하천유역의 상태 및 유역면적비를 비교검토하고 동시에 비교를 위해서 유량의 관측을 실시하여 유량을 측정할 수도 있다

강우량을 이용하여 하천유량을 측정할 경우에는 그 지역의 강우량, 유역면적, 그리고 유역의 유출계수를 알아야 하며, 그 지역에 대한 장기간의 강우자료가 없는 경우에는 부근의 유사한 지역의 강우자료를 이용할 수도 있을 것이다. 유량의 결정은 저수지계획의 기본이 되므로 기존자료를 이용할 뿐만 아니라 어느 정도의 기간동안 유량관측을 실시하여 기존 자료나 실측치 및 기타 추정치의 정확도를 비교해야 한다.

이를 위해서는 기왕의 유황에 대한 자료가 부족한 우리나라의 실정을 고려하여 탱크모델(tank model)이나 가지야마식 등을 이용한 비교검토를 하는 것이 유리하다.

유입하천의 유사(流砂)는 저수지의 바닥에 침전하여 저수지의 용량을 감소시키므로 유역내의 삼림상태, 토사발생상황, 입자의 크기, 비중 그리고 하천의 하상상태, 경사 등의 제 상태를 관찰하여 유량과 유출토사량과의 관계를 조사하여야 한다 또한 유사의 침전은 저수지의 크기나 형상에 의해서 영향을 받으므로 비슷한 조건을 가진 다른 저수지의 예를 참고로 할 수 있다.

많은 저수지가 유사의 침전으로 인해서 짧은 기간내에 이용가치가 줄어들거나 심한 경우에는 아무 쓸모가 없게 된 예는 얼마든지 있으며, 이런 현상은 특히 유역내의 토양이 쉽게 씻겨 나가거나 식물에 의해서 덮이지 않고 노출되었을 때 혹은 저수지의 크기가 유사를 운반하는 유입유량에 비하여 작을때 현저하게 나타난다. 따라서 저수지의 계획시에는 유입하천에 의해서 저수지로 운반되어 올 유사의 양과 특성에 대해서 고려해야 한다

토사를 많이 함유하는 물은 저수지내의 맑은 물에 비하여 무거우므로 저수지 바닥을 따라 흐르는 밀도류를 형성하게 된다 이 밀도류는 저수지 바닥을 따라 흐르다가 댐에 도달하면 물 표면으로 솟아 오르게 되며, 저수지가 얕은 경우에는 토사의 일부가 여수로를 거쳐 나가나 대부분은 저수지에 남아서 결국 침전하게 된다

저수지내에서의 유사의 퇴적은 밀도류가 흘

러나갈 수 있는 댐의 위치에다 유출구를 설치함으로써 일부 감소시킬 수 있으며 혹은 유역내에서 토양보호(soil conservation)를 실시하여 토양이 빗물이나 하천 물에 의해서 씻겨 내려가는 것을 방지하는 방법을 택할 수도 있다.

저수지의 바닥에 침전한 토사를 제거하는 것은 때로는 저수지를 새로 만드는 것보다 더 비경제적일 수도 있으며 가능한 한 토양보호를 실시하여 유입하천의 유사량을 감소시키도록 하여야 한다. 그러므로 총저수지 용량을 결정할 때는 유효저수용량에 퇴사의 상태를 감안하여 용량을 결정하여야 한다.

3. 계획홍수량은 3.4에서 구해진 장기 유량중에서 이미 구한 최대홍수량보다도 적어서는 안된다.

강우량으로부터 홍수량을 구하기 위하여 시간강우량과 실측에 의한 단위유량도(unit hydrograph)를 이용하는 경우, 혹은 일우량과 최대홍수량과의 상관곡선이 알맞는 정도를 갖고 있는 경우에는 그러한 방법을 따르는 것이 좋지만 수식을 사용하여 구할 수도 있다. 계획홍수량의 결정을 위하여 사용될 수 있는 공식으로서 식 2-10의 가지야마(梶山)공식이 있다.

$$Q_{max} = CA\,0.877 - 0.04\log A \cdots\cdots (2\text{-}10)$$

여기서,

Q_{max} : 최대홍수량(m^3/초)

A : 유역면적(km^2)

C : $F(310+r)\left(4+\frac{A}{L^2}\right)$

r . 유역내의 최대 24시간 우량 평균(mm)

L · 유로의 길이(km)

F . 유역의 경사 및 임야상황에 의한 계수 (표 2.7 참조)

가지야마 공식이 생긴 이후 우리나라의 사정에 맞도록 수정되었으며 그 수정공식을 소개하면 다음과 같다

① 유역면적이 42.91km^2보다 작을 경우

$$Q = F(310+r)\left(4+\frac{A}{L^2}\right)A^{1\,016-0\,1135A} \cdots \cdots (2\text{-}11)$$

<표 2.7> F의 값

유 역 상 황	F 의 값
급경사, 임야가 적고 유출이 많은 유역	0.0079
비교적 유출이 많은 유역	0 0075
유출이 보통인 유역	0 0071
비교적 유출이 적은 유역	0 0067
가장 유출이 적은 유역	0.0063

② 유역면적이 42.91km^2보다 큰 경우

$$Q = 1.886F(310+r)\left(4+\frac{A}{L^2}\right)A^{0\,6784-0\,0101\,\log A}$$

…… ··(2-12)

식 2-11과 2-12에서,

F는 0 0104~0 0072의 범위에 속하며 그 중간치는 0.0088에 비하여 ±18.2%의 상대적 오차를 가진다.

가지야마 공식이나 가지야마 수정공식은 계수 F가 객관적인 타당성이 없는 점이며 사용자의 주관에 따라 최대 20~36%까지 오차가 발생할 수 있다.

다음에 낙동강유역의 각 지점에 대한 최대홍수량 기록을 정리하여 필요한 기대확률년에 대한 계획홍수량을 구하는 공식으로 가지야마 공식을 수정한 것이 있는데 이것은 식 2-13 및 2-14와 같다.

① 유역면적이 25.89km^2보다 작을 경우

$$Q = (1200+r)\left(3+\frac{A}{L^2}\right)A^{0\,96-0\,03\,\log A} \cdots\cdots (2\text{-}13)$$

② 유역면적이 25.89km^2보다 클 경우

$$Q = 0.786(1,200+r)\left(3+\frac{A}{L^2}\right)A^{1\,104-0\,08\,\log A}$$

·· ····(2-14)

여기서,

r 유역의 기대확률 일최대강우량(mm)

F . 유역상태에 따라 결정되는 계수

F = 0.0027…급경사이고 임야가 적고 유출이 많은 지역

F=0.0025…유출이 보통 정도의 지역

F=0 0022 ··가장 유출이 적은 지역

전술한 가지야마 공식이나 수정공식에 대하여 정점홍수유량을 주로 평균 경사의 지수형과 일최대우량으로 나타낸 공식이 식 2-15와 같이 제안되었다.

$$Q = AS^{0.5}(0.169 - 0.0065L^2/A)R \cdots\cdots (2\text{-}15)$$

여기서,

Q : 일최대량에 대한 우량-시간 곡선상의 정점홍수유량(m^3/초)

S : 하천 평균경사

A : 유역면적(km^2)

L : 유로연장(km)

R : 일최대우량(mm)

여기서 S는 수원 일대의 분수령 가운데서 가장 중간에 속한다고 생각되는 곳의 표고와 현안지점과의 표고차를 유로연장으로 나눈 값이다.

가지야마 공식이나 그 수정공식이 모두 유역형상계수 A/L^2를 포함하고 있는데 비하여 정점홍수량공식은 그 역수 L^2/A를 포함하고 있어서 이 값이 크면 가늘고 긴 유역이 된다.

겨울철에 쌓였던 눈이 녹아서 홍수를 일으키는 유역에서는 2월부터 3월사이에 예정된 대표점의 적설깊이, 적설량을 실측하여 적설조사를 실시하여야 한다.

이 적설조사로부터 얻은 자료를 열수지와 관련된 이론적인 방법과 기온일수에 의한 경험적인 방법을 적용시켜서 하천의 유출량을 추정한다.

저수지의 유효저수량을 산정하기 위해서 필요한 것은 적설상황에 의한 눈이 녹을 때의 유량을 조사하는 것이다.

또한 댐에 이상이 생겼을 경우의 안전을 위해서 계획홍수량보다도 상당히 더 큰 이상홍수량을 다음에 열거된 각 항목을 고려하여 결정하여야 한다. 보통 이상홍수량은 계획홍수량보다 20% 정도 더 크게 한다.

(1) 계획홍수량 산정의 기초로서 수리자료의 신빙도

(2) 이미 얻은 수리관측치와 부근의 비슷한 하천에서 얻은 관측치의 차이점

(3) 하류에 대한 영향

(4) 유목(流木), 유사 등이 방수능력에 미치는 영향

(5) 장래에 예견되는 유역면적내의 변화, 즉 하천의 정비, 치산 등에 의한 홍수유출량 증가의 가능성

(6) 여수로와 수문의 구조

(7) 유역면적의 크기

(8) 보통 때의 만수위 이상의 초과저수량의 크기

4. 저수지 유역면적내의 삼림의 분포상태, 지형, 지질, 그리고 개발상태 등은 강우가 있을 때 유출량의 크기, 유사, 유목, 수질 등에 직접적으로 영향을 미치며 수몰지역내의 재산에 대하여 적절한 보상을 하기 위해서라도 필요하므로 이들에 대하여 구체적으로 조사를 실시하고 그들간의 관계를 명확히 파악해 두는 것은 매우 중요한 일이다

5 수질은 앞의 3.4와 3.6에 준하지만 저수지에 하천물이 저류(貯留)되는 경우 원래의 하천수질과는 전혀 다르게 변할 수도 있다. 강우로 인한 탁도의 경우 저수지내에서 침전하지 않는 미립자가 장기간 부유하다가 유출되는 경우가 있다. 따라서 미리 다른 저수지에서의 예를 참고로 하여 대책을 세워야 한다.

저수지가 깊은 경우에는 호소의 경우와 마찬가지로 계절에 따라서 정체 및 순환현상이 일어난다. 따라서 수면으로부터 태양광선이 입사하고 대기중의 산소는 수면으로부터 용해되어 순환현상에 의해서 순환부 속에 포함되며, 저수지내에서 유기물의 분해 결과 생긴 기체는 수면으로부터 대기중에 방출된다. 여름철에는 수온 약층내에서 용존산소의 감소와 분해기체의 농도상승이 나타나며, 약층 밑에서 용존산소의 농도는 최소치에 도달하고 분해기체의 농도는 최대치에 도달한다 저층수중의 용존산소 불포화도나 분해기체의 과포화도는 수질 및 바닥의 청정도에 관계되는 분해작용의 강약에 의해서

결정된다.

6. 과거에 이미 획득된 수리권에 대해서는 3.4에서 이미 언급되었으며, 하류에서 이미 획득된 수리권이나 유량의 계절적 변화의 상황, 하천유지용수의 상황 등을 상세히 조사하여야 한다

특히 상류에 저수지를 건설하기 위해서는 하류에서 갈수기 등에 바닷물의 염분에 의해서 해를 입을 경우에 대한 대책을 고려할 필요가 있다 또한 이미 설계된 저수지의 경우에는 저수운용계획 등을 알맞게 적용하여 하천의 유황(流況)에 따른 종합적 조정을 실시해야 한다.

7 저수지 수원을 위해서는 실제 개발가능 여부를 판단하기 위해서 저수지 설치에 따라 예상되는 문제점(환경, 하천계획과 개발가능성, 계획유역내 기존 댐조사, 수원개발과 타 사업과의 관련성, 축제재료 획득가능성, 지질조사 등) 등을 조사하여야 한다.

3.8 저수지 수원을 위한 갈수면의 선정

저수지의 유효저수량의 결정에 이용되는 기준 갈수면의 선정은 10년에 한번 정도의 빈도를 갖는 갈수년을 표준으로 한다.

【해 설】

기준 갈수년의 선정은 장기간에 걸쳐 이미 구한 갈수년중에서 최대인 것을 선정하는 것이 이상적이지만 그렇게 하면 대단히 큰 저수량을 필요하게 되는 경우가 많다 반면 갈수정도가 낮은 해를 기준으로 하면 계획 취수량을 만족시킬 수 있는 기간이 짧게 될 우려가 있다. 따라서 사업의 경제적인 효과를 고려하여 10년에 한번 정도(30~40년 기록중에서 3번째 정도의 갈수년)의 빈도를 갖는 갈수년을 기준으로 하는 것이 적당하다. 그러나 다목적저수지의 경우에는 관개(灌漑)나 기타의 관계를 고려하여 별도로 결정해야 된다.

3.9 지하수 수원의 조사

1. 자유면지하수 및 피압지하수의 경우에는 시험용굴착 및 전기검층을 실시하여 적당한 채수층을 결정하고, 양수시험을 실시하여 수량과 수질을 조사하여야 한다. 그러나 만약 근처에 존재하는 우물을 이용하여 수질과 수량을 확인할 수 있는 경우에는 이를 생략하여도 된다.

2. 복류수의 경우에는 다음 각 항에 기준을 두고 조사를 실시하여야 한다.

1) 갈수시에 있어서 하천표류수와 제내 혹은 제외의 복류수와의 관계, 그리고 호소 부근과 옛 하천부지에서의 복류수의 상태 등을 조사한다.

2) 근처에 얕은우물 혹은 집수매거가 있는 경우에는 그것의 수량, 수질 및 지질구조 등을 조사한다.

3) 복류수 예정 취수지점에서는 반드시 시험굴착을 행하여 지하구조를 조사하고 양수시험에 의거하여 갈수시 및 홍수시의 수량 및 수질 등을 조사한다.

3. 용천수의 경우에는 수량, 수질 및 수온의 변화상태를 상당한 기간에 걸쳐 조사하여야 한다.

4. 취수지점이 부득이 오염원 가까이에 위치하는 경우에는 시험용우물을 사용하여 장기간에 걸쳐 수질시험을 행함으로써 오염의 영향이 있는가를 확인하여야 한다.

【해 설】

지하수는 강수와 지표수가 일부 땅속으로 침입해서 생기는 물로서 그 일부는 토사나 모래·자갈의 간극, 혹은 암석의 빈틈이나 절리중에 함유되고, 나머지 부분은 하강해서 불투수성 지층의 위에 정체하거나 측방향으로 흐른다. 이렇게 해서 땅속의 간극이 물로서 채워진 부분을 포화대, 그 부분의 물을 포화대수라 하며 정수압을 가지고 있다.

포화대의 윗쪽에 있는 땅속 간극의 일부가

물로 채워진 부분을 통기대, 그 물을 통기대수라 하며 포화대 및 통기대의 경계면을 포화대면이라 한다.

포화대면으로부터 모세관작용에 의해서 상승한 물이 통기대의 최하부를 채운 부분을 모관수면층, 그 물을 모관수라 한다

포화대수중에서 간극성 지층의 간격에 채워진 물을 간극수, 암석의 절리나 빈틈 등에 채워져 있는 물을 암장수라 하고, 그들 빈틈이나 간극이 빈구멍상태를 나타내고 있는 경우에는 그 속의 물을 동혈수라 한다. 동혈수는 석회암, 백운암 등의 용해성 암석이 화산 가스를 함유한 물에 녹아서 생긴 빈구멍 내에 고인다든가 혹은 흐르는 것으로서 산지에 많이 분포한다.

간극수는 우물물로서 지하수 중 가장 중요한 것이다.

지하의 포화대면이 자유지하수면이고 포화대의 지하수 증감에 따라 자유로이 오르내리므로 이 지하수를 자유면지하수라 하고 이것을 감싸고 있는 대수층을 자유면지하수층(nonartesian)이라 한다.

상하 두 개의 불투수층에 끼어 있는 포화수대의 지하수층을 자유면지하수층에 대해서 피압면지하수층(artesian)이라 하며 그 속의 물을 피압면지하수라 한다

피압면지하수층 중에 판 우물의 수면으로부터 용출되는 연속 수면을 피압지하수면이라 하고 자유지하수면과 함께 넓은 의미의 지하수면으로 취급하고 있다

피압지하수면이 지표면 상부에 있을 경우 지하수는 우물로부터 용출하게 되는데 이를 용천수라 한다.

한편 하천이나 호소의 밑바닥 또는 측부의 모래·자갈층에 포함되는 지하수를 특히 복류수라 한다. 복류수는 모두 가까운 곳에 있는 하천이나 호소의 물이 지하에 침투한 것이라고 단정할 수는 없다

왜냐하면 먼곳으로부터 흘러온 지하수가 그 수역에 함양되어 있는 경우가 있기 때문이다.

1 자유면 및 피압면지하수의 경우에는 시굴을 실시하여 얻은 표본(sample)과 전기검층에 의하여 알맞는 대수층을 결정하여야 한다

그런 다음 5.1에서 설명된 양수시험을 실시하여 지질, 투수계수, 수량, 수위 및 수질 등에 관한 상세한 자료를 획득하여 수원용의 우물을 설계하여야 한다

지하수를 수원으로 하는 경우 위에서 언급된 충분한 자료를 획득하기 위해서는 충분한 비용을 들여서 조사하고 시굴을 한 곳에만 한정하지 말고 가능한 한 많이 실시하여야 하며 또한 주위에 수위관측정을 설치하여 상세한 조사를 실시하여야 한다.

부근에 상당한 수의 우물이 현존하기 때문에 그들로부터 수량, 수질 그리고 수위를 상세히 확인할 수 있는 경우에는 시굴을 생략하여도 관계없지만 현존하는 우물이 단지 하나만 일 경우에 그 한 개의 우물로부터 얻은 자료를 사용하여 수원용 우물을 설계한다면 위험성이 크므로 반드시 시굴을 실시하여야 한다.

부근에 현존하는 우물이 있어 그에 의존하여 시험우물 굴착을 생략하는 경우에는 그 우물에 대하여 다음 사항을 조사하여야 한다.

① 갈수기의 최대양수량
② 연간의 수질변화
③ 수위 및 우물의 깊이
④ 풍수기 및 갈수기에 있어서의 최고 및 최저수위
⑤ 우물의 구조와 시공 연대
⑥ 우물 시공 당시의 지질구조
⑦ 양수시험에 의하여 산출된 투수계수

지하수는 지표수가 침투하여 지하에 도달한 것으로 그 과정에서 대지의 정화작용을 받기 때문에 깊게 될수록 오염물질은 정화되어서 양질의 물이 된다 한편 지하수는 유리탄산을 많이 함유하기 때문에 물질을 용해하는 힘이 크므로 유기질을 많이 용해해서 칼슘이나 마그네슘, 중탄산염, 염화물, 황산염을 많이 함유하여 경도가 높은 물이 많다 또 철분이나 망간을 함

유하는 것도 많고 이와 같은 물에서는 철박테리아가 많이 서식하고 있다.

지표에서 어느 정도의 오염을 받은 지표수는 지층을 통과할 때에 정화된다.

이와 같은 작용은 정수장에서의 여과작용과 같으므로 정수시의 모래여과는 이 작용을 모방한 것이다. 부유물질은 대부분이 지층에 의하여 물리적으로 제거된다. 지층의 상층에서는 유기질이 토양중의 세균작용으로 분해해서 탄산가스, 물, 암모니아화합물 등으로 된다. 암모니아화합물은 다시 아질산 및 질산생성균의 작용을 받아서 마지막으로는 질산으로 되어 안정된다. 이들 작용은 산소가 풍부한 표층에서 이루어지고 있다.

저습지대에서는 대량의 부식토를 함유하고 있어 물이 강한 산성을 나타내고 질산화균의 성장을 방해하여 질산화합물은 암모늄화합물로 잔류한다. 세균도 지층을 통과하면서 흡착에 의하여 제거되고 토양중에서 생물의 먹이로 변한다.

정화는 지층을 통과하면서 행해지고, 온도는 높을수록 생물의 활동이 활발해진다. 이와 같은 정화작용을 받으면서 지표수는 지중으로 침투하고, 한편 유리탄산이 증가하기 때문에 용해력이 증가하여 지층으로부터 무기질을 잘 용해시킨다. 부식토가 많은 지방에서는 부식질(humin material)을 용해시켜서 물이 색깔을 띠게 된다. 무기질이 물에 녹는 순서는 암석중의 무기질이 먼저 녹고 다음에 알칼리금속의 황산염, 칼슘 및 마그네슘의 탄산염, 철분 및 망간화합물, 최후에 난용성의 규산염이 용해된다

얕은지층수는 지층이 얕아서 이상과 같은 정화가 아직 불충분한 상태의 물이므로 수질은 위생상 위험할 때가 있고 대장균군이 나타나는 경우도 있다 깊은지층수는 대지의 정화작용이 왕성하여 균이 없던가 아니면 이에 가까운 상태의 물이다

수온도 계절을 통하여 대체로 일정하고 물의 성분변화도 적다 그러나 심층에서는 산소가 부족되기 때문에 오히려 환원작용을 받을 수가 있다. 따라서 황산염이 황화수소(H_2S)로, 질산이 암모니아로 환원되는 경우도 있다

대지의 정화작용에는 일정한 한계가 있기 때문에 오염된 물이 계속해서 통과하면 정화능력을 상실하므로 인구밀도가 높은 도시에서의 지하수는 점차로 나쁜 수질이 되기 쉽다.

지하수의 수온은 계절적 변화가 적고, 일반적으로 2℃ 정도로 낮기 때문에 사용하기에 좋다

지하수의 연평균온도는 그 토양의 연평균온도(기온)보다 1~2℃ 높고, 지표밑 극히 얕은 곳에 있는 지하수의 온도는 기온에 따라 변화하나 10~20m 이상 깊은 곳에서는 대체로 연중 온도가 변하지 않는다

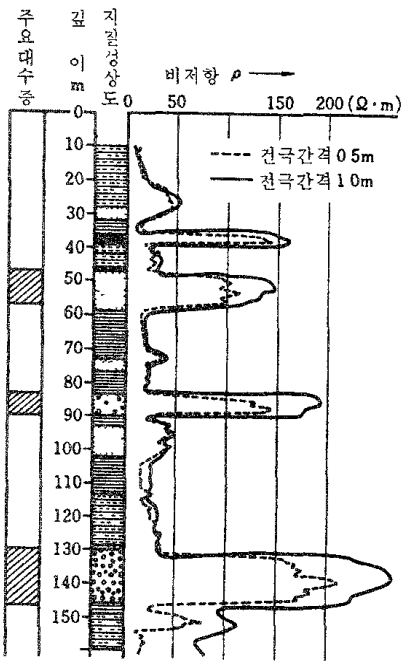
전기탐사법이나 탄성파탐사법을 이용하여 얻은 토질구조에 관한 자료만으로는 수량과 수질을 정확히 판단할 수는 없다. 따라서 수원용 우물 예정지점에 반드시 한번은 시굴을 실시하여야 한다

전기검층법은 케이싱(casing)을 넣고 있지 않는 우물에 전극을 내려서 지상의 전극과의 사이에 전류를 흐르게 하여 지층의 자연전위(Sp)와 비저항을 측정하여 그림 2.8과 같이 비저항 ρ와 지층의 깊이, 자연전위와 깊이와의 관계를 도표로 표시함으로써 지층의 성질, 깊이에 따른 지층의 두께 등을 판정하고 이들 자료로부터 대수층에 함유되어 있는 물의 개략적 성질을 판단하는 방법이다.

전기검층법을 실시할 때 우물에 물이 있는 경우에는 어떤 특수한 경우를 제외하고는 자연전위를 반드시 필요로 하지 않는 경우가 많다.

전기검층법의 경우 전극을 배열하는 방법에는 다섯가지 종류가 있는데, 수원용 우물에 사용하는 방법은 4전극법과 표준3전극법이다.

전극의 간격은 대수층의 두께와 우물의 직경에 의해서 결정되지만 대부분의 경우 우물의 직경과 같은 길이이거나 직경의 2~4배 간격으로 측정하는 것이 바람직하다.



<그림 2.8> 전기검층도

전기탐사법은 전류를 땅속에 흐르게 하여 지상에서 비저항을 측정해서 지층의 종류를 추정하는 방법이다 암석은 종류에 따라서 전기저항이 다르고 특히 물이 포함되어 있는 지층은 낮게 나타난다.

전기탐사법에서의 전극 간격은 탐사하려는 깊이의 3배가 되어야 한다. 비저항 ρ와 지층의 토질과의 관계는 일반적으로 표 2.8과 같으나 지층의 퇴적상태, 지하수의 성상에 의하여 변한다.

탄성파탐사법은 지중에서 화약을 폭발시킴으로써 인공지진파를 발생시켜 인공지진파의 전파속도를 측정하여 지질의 구조를 개략적으로 확인하는 방법으로 기반이 얕은 곳을 조사하는데 알맞다.

2 복류수는 위의 해설에서 설명된 바와 같이 반드시 하천이나 호소의 표류수가 침투해서 생긴다고 말할 수는 없으며, 하천의 경우를 예로 들면 하천의 표류수는 그림 29에 표시된 바와 같이 부근 지하수와 항상 교류되고 있다고 볼 수 있다.

그림 2.9의 A의 경우에서 지하수와 표류수가 동등한 수위를 가지고 있기 때문에 상호간의 교류는 없다고 볼 수 있으나 B의 경우에는 표류수가 제내지를 향하여 유출하게 되며 이런 현상을 복류침투라고 한다

한편 C의 경우에서는 제내지의 지하수가 하천의 표류수를 향하여 유입하게 되는데 이런 현상을 함양(涵養)침투라고 한다

D의 경우에는 한편에서는 복류침투가 일어나고 반대편에서는 함양침투가 일어난다. 1년을 통하여 하천에 물이 많아서 수위가 높을 경우에는 복류침투가 생기고 갈수기가 되어서 하천의 수위가 낮아지면 반대로 함양침투가 일어나게 되어 수량 및 수질이 변화하기 때문에 갈수기에 있어서 하천표류수와 복류수의 관계를 전기탐사법이나 시굴에 의하여 상세히 조사하여야 한다. 또한 호소 부근이나 옛 하천부지에도 동일한 현상이 생긴다.

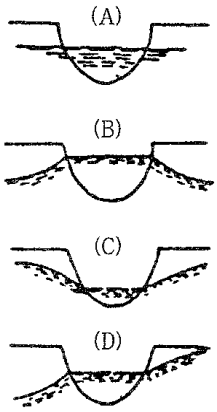
<표 2.8> 비저항과 지층의 토질

지층의 종류	지질구성		비저항(Ω/m)
	지 하 수		80~100
	지 표 수		80~200
충 적 층	점 토		10~200
	모 래		100~600
	사력(砂礫)		100~100
홍 적 층	로옴(loam)		100~100
	모래·자갈		300~300
	상호섞인 지층	자갈이 대부분인 경우	120~250
		모래+모래질 점토가 대부분인 경우	80~120
		점토+모래질 점토가 대부분인 경우	20~80
신 제3기층	사 암		50~500
	혈 암		20~200
	역 암		100~500
화 성 암 류	의회암		20~200
	용암		500~100000
	안산암		100~2000
	화강암		1000~10000

복류수를 취수하기 위해서는 집수매거를 많이 사용하는데 이렇게 하기 위해서는 예정지점에 접하는 여러장소에 시굴을 실시하여 지질구조를 조사하여야 한다. 또한 이들 시험용우물을 사용하여 양수시험을 실시함으로써 갈수시 및 홍수시의 수량과 수질을 조사하여야 한다.

복류수에 있어서는 갈수시와 홍수시에 따라 수량이 현저하게 변하고 홍수시에는 탁도가 발생하기 쉬우므로 이에 대한 상세한 조사도 요구된다.

또한 복류수의 수량, 수질, 지질구조의 조사는 이미 설명된 해설 1에 준하고, 이미 시공된 우물이나 집수매거의 양수량에 대해서는 갈수시의 최대양수량을 조사하여야 한다.



<그림 2.9> 표류수와 지하수간의 교류

3. 지표수의 영향을 직접 받는 얕은 지층의 복류수는 강우에 의하여 수량과 수질이 계절적으로 변하게 되며, 또한 삼림의 벌채까지 따져서 수량과 수질의 변화를 고려하여야 한다. 따라서 이들에 관한 현재 및 장래의 상황을 상세히 검토할 필요가 있으며, 깊은 지층에 존재하는 복류수는 비교적 안정되어 있다.

4. 얕은층의 지하수, 즉 얕은지층수는 가정하수, 공장폐수 혹은 인분 등을 함유하는 오수의 침투에 의하거나, 오물투기, 거름, 가축배설물에 의하여 수질이 쉽게 오염될 위험성이 있다.

따라서 취수지점은 가능한 한 오염원을 피해서 선택되어야 하며, 부득이 오염원에 가까이 위치하여야 하는 경우에는 시험용우물을 사용하여 장기간에 걸친 수질시험을 실시함으로써 오염에 의해서 영향을 받는 지의 여부를 확실히 조사하여야 한다.

상류에서 배출되는 공장폐수나 기타 폐수때문에 하류의 지하수가 오염되는 예는 얼마든지 많다.

3.10 지하수 채수층의 결정

채수층은 다음 각항에 근거를 두고 결정하여야 한다.

1 굴착중에 각 지층의 표본을 깊이에 따라 채취하여, 특히 대수층을 관찰함으로써 지층 입자의 크기, 형상과 색깔 등을 상세히 조사한다.

2. 굴착 종료 직후에 전기검층을 실시하여 각 지층에 맞는 비저항곡선도를 작성한다.

3 굴착중 물빠짐의 유무를 조사하고 가능한 한 물이 빠지는 현상이 일어나는 장소를 확인하여야 한다.

【해 설】

1. 채수의 대상이 되는 대수층은 가능한 한 간극을 많이 가지고 입자의 직경이 큰 모래·자갈층이 좋다. 또한 사층입자의 색깔은 일반적으로 붉은 색을 가진 것이 좋으며 푸른 색을 가진 것은 철분을 함유하는 경우가 있다. 또한 지질표본을 선택하는 방법은 다음과 같다.

(1) 입자의 크기가 크고 깨끗한 자갈층은 함수율이 크다

(2) 굵은 모래층은 자갈층 다음으로 함수율이 크다

(3) 두께가 큰 점토층에 끼어 있는 가는 모래층으로부터도 취수할 수 있지만 그런 경우에는 가능한 한 집수면적이 큰 스트레이너를 사용하여야 한다

(4) 점토층이나 암석층으로부터는 일반적으로 취수가 곤란하다. 암석층 내부의 단층에는 절리 등이 있어서 물이 흐를 수 있으나 그 양

은 대단히 적은 경우가 대부분이다.

2. 전기검층에 의한 대수층의 대략적인 비저항치는 일반적으로 다음과 같으며 더 상세한 값에 대해서는 표 28을 참조하면 된다.

(1) 자갈층의 경우는 200~500Ω/m

(2) 모래·돌층의 경우는 150~300Ω/m

(3) 모래층의 경우는 100~150Ω/m

그런데 채수층으로서는 (1)이 가장 좋고 다음으로 (2)가 좋으며, (3)이 가장 나쁜 조건이다 또한 모래층 또는 모래·자갈층에 있어서도 비저항치가 100Ω/m 이하인 경우에는 염분, 철분 혹은 하수 등의 영향을 받는 경우가 대단히 많으므로 채수의 대상으로부터 제외하는 편이 좋다.

전기검층은 3.9에서 설명한 바와 같이 두 종류의 전극간격으로 측정하는 것이 좋으며, 그 두 곡선간의 폭이 큰 부분은 수량적인 면에서나 그리고 수질적인 면에서도 좋은 채수층이라 말할 수 있다.

3 물빠짐 현상은 굴착에 사용하는 물이 굴착도중에 대수층으로 빠져 나가는 것을 말한다. 굴진중에 공벽이 허물어지는 것을 방지하기 위해서 벤토나이트(bentonite) 또는 점토를 진하게 녹인 물을 주입해서 공벽을 점토로 굳힌다 이러한 물빠짐 현상은 대수층의 공극이 큰 곳에서 일어나는데 일반적으로 물빠짐 현상이 많이 일어나는 층이 좋은 대수층이라고 말할 수 있다 그러나 난굴(難掘)지대 등에서는 각 대수층의 압력이 현저하게 감소하므로 물빠짐 현상에 주의하여야 한다.

제4절 저수지 시설

4.1 저수지의 유효저수량 결정

저수지의 유효저수량은 기준 갈수년에 있어서의 유황을 참고해서 다음 각 항에 기초를 두고 결정하여야 한다

1 유효저수량은 기준 갈수년에 있어서 댐 지점의 하천유량과 계획취수량과의 차를 누적시켜서 구하면 된다.

2. 계획취수량을 결정할 때에는 상수도계획을 위한 취수량 외에도 하천유지용수, 이미 얻어진 수리권 수량 등을 추가시켜야 한다.

3 추운 지방에서는 취수지점에서의 결빙의 영향을 고려하여야 한다

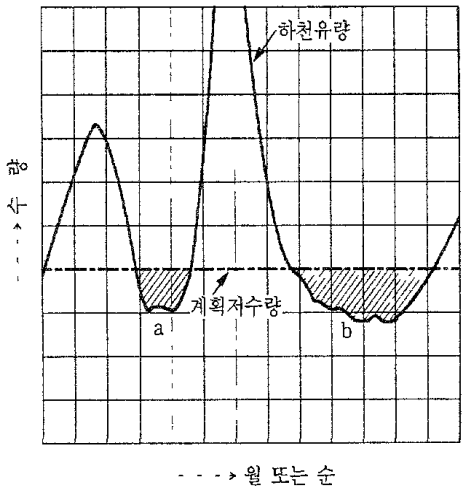
【해 설】

1 유효저수량의 결정을 위한 하천유량과 계획취수량과의 차를 구하기 위해서 일별로 따지는 것이 가장 정확하겠지만 하천유량이 유효저수량에 영향을 주는 것은 최대갈수기 때보다는 어떤 기간동안 계속되는 갈수유황시이기 때문에 순별(旬別) 혹은 월별 정도의 비교로도 충분하다. 그러므로 순간 혹은 월간에 걸친 유량의 평균유량을 일유량으로 계산하면 된다.

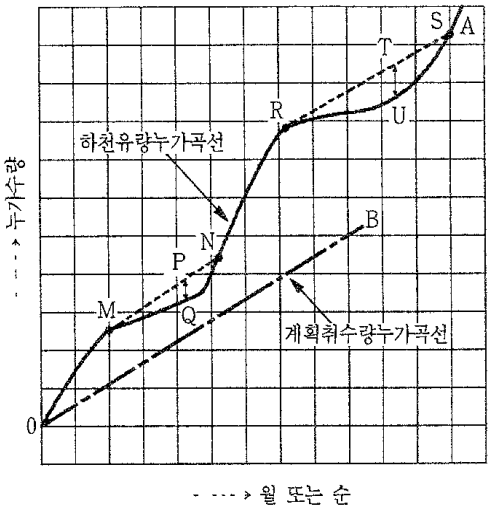
계획취수량은 매월 그리고 매순마다 변화하지만 매월이나 매순마다 일어나는 변화는 일정한 것이 아니고 달마다 그 변화는 다르다. 달마다 일어나는 계획취수량의 변화는 도시의 형태 혹은 도시의 발전정도 등에 따라 다르지만 일반적으로 계획취수량의 취수는 날씨가 무더운 7월이나 8월에 발생하며 그밖의 달에는 그 도시 특유의 변화율로 변화하므로 그 변화율에 따라서 실시하며 하천유량에 대응하여 순간 또는 월간의 평균취수량으로 산출한다

그림 2 10에 설명된 유량도표에 의한 방법에서는 매월 또는 순마다 하천유량의 변화를 도시하고, 이에 매월의 계획취수량을 기입하여 이들의 값을 나타내는 선으로 둘러싸인 면적중에서 최대인 것이 (그림 2.10에서는 b부분이다) 그 기간에 있어서의 총공급량, 즉 유효저수량이 된다.

그림 2 11에 도시된 유량누가곡선도표에 의한 방법은 Ripple법이라고 불리우는데 매월의 순별로 하천유량과 계획취수량을 누가하여 각각의 유량누가곡선도표를 작성한 후에 두 곡선을 비



<그림 2.10> 유량도표에 의한 방법



<그림 2.11> 유량누가곡선도표에 의한 방법

교하여 하천의 유량누가곡선이 계획취수량누가곡선보다 완만한 MQ 혹은 RU 부분의 기점인 M 혹은 R로부터 계획취수량누가곡선 OB에 평행한 선 MN 혹은 RS를 그으면 하천유량누가곡선과의 수직거리 PQ 혹은 TU 중에서 최대의 것이 그 기간의 유효저수량이 된다. 여기서 주의할 점은 계획취수량이 매월마다 변하는 경우에는 계획취수량누가곡선이 직선이 아니고 곡선이 된다는 점이다

이상과 같이 공급해야 할 기간과 그 유량이 도표에 의해서 구해지기는 하나 정확성을 기하기 위해서는 검산을 실시해야 한다

즉 공급해야 할 기간에 있어서 순간 또는 월간의 하천유량과 계획취수량과의 차이를 계산한 다음 누가하여 누가량의 최대치를 구하면 유효저수량이 된다. 계산과정에서 수량의 단위를 m^3/일 로 하면 숫자가 너무 크게 되기 때문에 계산이 틀리기 쉬우므로 m^3/초 의 단위를 사용하면 좋다. 예를 들어 m^3/초 대신 m^3/일 의 단위를 사용하면 하루는 24×60×60=86,400초 이므로 유량의 숫자가 초에 비하여 86,400배가 되어 계산이 복잡하게 된다.

유효저수량은 급수량 외에도 수면에서의 증발, 누수나 침투에 의한 손실이 있으면 그 양을 고려하여 결정되어야 한다 그러나 최근에는 이상적인 댐 장소를 구하기가 어려우므로 다목적 저수지로 수자원의 고도이용을 시도하게 되고 따라서 저수지의 규모가 먼저 결정되는 수가 허다하므로 이런 경우에는 저수량으로부터 반대로 취수 가능한 수량을 구하여야 한다.

2. 일반적으로 하천에는 유지용수와 하류에서 이미 취득된 수리권 수량이 흘러야 하는 것이 보통이다 따라서 유효저수량의 결정에 사용되는 계획취수량은 상수도계획의 취수량 외에도 하천유지용수와 수리권 수량의 계절적 변화를 고려하여 가산하여야 한다. 이에 따른 상세한 사항은 『댐시설기준』에 준한다.

3. 추운지방에서는 저수면이 얼어서 그 두께가 상당히 두껍게 될 경우가 있으므로 특히 수심이 얕은 저수지에서는 유효저수량이 현저하게 감소한다. 이때 유역내의 적설이 녹아 흘러내리는 때가 아니라면 하천의 유량이 크게 감소할 수 있다. 따라서 빙설이 유효저수량에 큰 영향을 미치는 경우에는 저수지의 계획시에 평균 얼음두께를 고려하여 여유를 두어야 한다

4.2 다목적 저수지의 용량분배

다목적 저수지는 각각의 계획을 종합조정하여 용량분배를 결정함으로써 다목적 효과를 얻도록 하여야 한다.

【해 설】

다목적 저수지는 홍수조절, 발전, 관개, 상수도, 공업용수 등 여러 가지 목적을 위해 사용된다. 따라서 다목적 저수지 사용의 성공은 저수지의 저수용량이 여러가지 목적을 동시에 어느 정도까지 만족시킬 수 있느냐에 따라 결정된다.

관개용수의 요구량은 계절에 따라 변하며 특히 여름철에는 그 요구량이 크고 겨울철에는 그 요구량이 작거나 아니면 완전히 없다. 그러나 연도별로 보면 그 변화량은 크지 않은 편이지만 대체로 강우량이 적은 해에 그 요구량은 크고 강우량이 많은 해에는 반대로 낮게 된다.

보통 관개농지의 면적이 증가하지 않는 한 연평균 관개용수요구량은 비교적 일정하다고 볼 수 있다.

관개용수의 면에서 보면 다목적 저수지는 갈수기에 대한 하나의 대비책이므로 관개용수 요구량을 만족시킬 수 있도록 충분한 물을 저수할 수 있어야 한다.

생활용수 요구량은 관개용수에 비하면 연중 그 변화량이 더 적은 편이며 최대요구량은 여름철에 생긴다. 그러나 생활용수 요구량은 해마다 증가하는 경향이므로 이에 대한 고려가 요구된다 따라서 갈수기간에 물의 부족을 피하기 위한 알맞는 여유를 저수지에 주어야 한다. 위생적인 관점에서 볼 때 생활용수의 공급이 하나의 목적이 되는 다목적저수지는 오락용으로 사용되어서는 안될 것이다

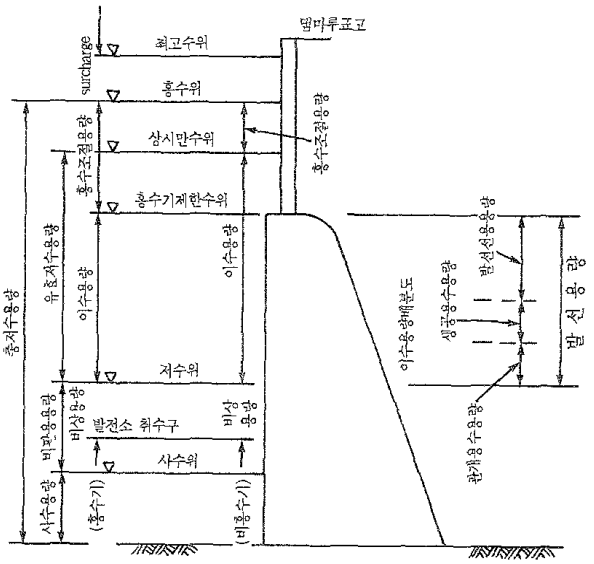
전력요구량은 전력이 공급되는 지역에 따라서 계절적으로 큰 변화를 보일 수 있으나 대부분의 발전소는 상호 연결되어 있으므로 발전용물의 사용은 타 용도와 충분히 협조해서 실시될 수 있는 융통성이 크다

발전용수는 소모성이 아니므로 타 용도로 겸용될 수 있다 예를 들어 발전용수는 하류에서 관개용수나 급수용 등의 목적으로 충분히 사용될 수 있다. 따라서 극단적인 경우에 발전용수를 타목적으로 방출하거나 남는 물을 방출할 수도 있는 것이다. 그러나 이런 경우 발전소의 부하는 낮게 되어 전체 효율을 감소시킨다는 것에 유념하여야 한다

댐 하류부근의 하천 선박운항을 위한 저수요구량은 계절에 따라 크게 변하나 보통 건기의 마지막 부분에서 크게 된다 해운을 위하여 하천에 괴어 있는 물을 이용할 수 있도록 만들기 위한 저수지는 수문을 요구하므로 높이에 제한을 받게 되고 따라서 타 목적을 위한 대규모의 저수용량을 가질 수 없게 된다.

홍수통제를 위해서는 홍수기에 많은 물을 저수할 수 있도록 충분한 저수용량을 가진 다목적 저수지가 필요하다

오락을 목적으로 큰 저수지를 축조한다는 것은 아직까지 비현실적이며 보통 타 목적으로 만들어진 저수지가 오락용으로 겸용된다. 이상적인 오락용 저수지는 오락이 실시되는 계절동안 물이 가득 차 있어서 뱃놀이, 낚시, 수영 기타 경기를 허용할 수 있는 것이다. 한꺼번에 많은 양의 물을 배수해서 수위가 크게 변하는 저



<그림 2.12> 다목적 저수지 용량분배

수지는 오락용으로 부적합하다.

다목적 저수지와 관련된 또 하나의 문제는 물고기나 야생동물을 보호하는 것으로 저수지의 건설은 물고기나 야생동물의 서식처에 변화를 일으키고 따라서 물고기나 야생동물의 종류에 변화를 일으킬 수 있기 때문에 이에 대한 고려가 요구된다. 다목적저수지의 계획에서 또 하나 고려되어야 할 점은 하류의 하천에 항상 알맞는 물을 공급해서 비위생적인 문제가 생기지 않도록 하는 것으로 이 문제는 타 용도에 의한 물의 방출로 쉽게 해결될 수 있다

위에서 설명된 바와 같이 관개용수, 해운용수, 급수용수는 한꺼번에 겸용될 수 없고 각각 일정한 양을 요구하므로 그림 2.12에서 보는 바와 같이 다목적 저수지의 일부 공간을 각각 요구한다. 발전용수는 소모성이 아니므로 타 목적으로 사용되는 물은 발전용으로도 사용될 수 있다.

4.3 저수댐의 위치

댐의 위치를 결정하기 위해서는 가능한 한 많은 지점을 조사 검토하여 다음의 각 요구사항을 만족시키는 지점을 선택하여야 한다.

1 가장 작은 댐의 크기로서 필요한 양의 물을 저수할 수 있어야 한다.

2. 댐 지점 및 저수지의 지질이 양호하여야 한다

3 저수지용지 내에 보상해야 할 대상물이 적어야 한다.

4 유역면적은 커야 하나 반면 수원보호상 유리한 지형이 되어야 한다

5. 축조재료를 쉽게 획득할 수 있는 지점이어야 한다.

【해 설】

댐이라는 것은 계곡이나 하천을 가로질러 만들어진 구조물로서 저수, 취수, 사방(砂防) 등의 목적으로 이용되는 모든 것을 말하나 여기서는 저수용의 댐만을 취급한다

저수댐의 위치는 최소의 비용으로 최대의 효과를 얻을 수 있도록 이 장에 열거된 여러 가지 요건을 고려해서 선정되어야 한다.

4.4 댐의 높이

댐의 높이는 소요되는 저수량을 획득할 수 있도록 기준고를 결정하되 그 이외에 파랑을 대비할 수 있는 여유를 고려해서 결정하여야 한다.

【해 설】

댐의 높이는 기초지반과 댐 정상간의 고저차를 말하고 이 높이를 두 가지로 나누어 기준고와 여유고로 한다. 기준고는 기초지반부터 계획최고수위까지의 높이를 말하며, 계획최고수위부터 댐 정상까지의 높이를 여유고라 한다.

위에서 기초지반이라 함은 지수벽, 차수벽. 심벽 등의 하부에서의 최저기초지반을 말한다. 한편 계획최고수위는 상시만수위를 말하는 경우가 많지만 계획홍수량으로 유하하는 경우에는 상시 만수위보다 높은 수위로 유하하므로 이 수위를 계획홍수위라 말하는 것이고 파랑 등에 대한 여유를 포함하지 않는다.

제정(堤頂)이라고 하는 것은 비월류부(非越流部)의 제정면을 말하는 것이나 제정에 페러피트(parapet)를 설치하였을때, 또는 비월류부의 제정면이 명확하지 않은 경우에는 계획최고수위에 여유고를 더한 높이라고 생각하면 된다.

여유고는 예상되는 큰 홍수시나 수문 조작상 예기하지 않았던 사고 또는 바람이나 지진으로 인한 파랑 등의 각 요소를 고려하여 결정하여야 하는데 일반적으로 이들 요소에 대한 자료가 불충분하고, 있다고 하더라도 신뢰도가 낮아서 이들을 계산하여야 하는 경우가 많다

그런 경우에 저수지의 계획최고수위의 여유고 H_f는 식 2-16에서 2-18까지를 사용하여 산출한 수치를 기준으로 정하는 것이 좋다

이런 경우 콘크리트댐에 있어서는 이상홍수량을 고려한 계획홍수위에다 바람을 고려한 파

랑고를 더한 것 이상으로 하고, 필(fill-type) 댐에 있어서는 이상홍수량을 고려한 계획홍수위에 바람에 의한 파랑고를 고려하고 그 외에 0.5m 이상의 여유고를 가산하여야 한다 (『댐 시설기준』 1993 참조)

1. 콘크리트 중력댐의 여유고

(1) 상시만수위인 여수로 수문이 있는 경우

$$H_f = h_n + h_u + h_e \cdots\cdots\cdots\cdots (2\text{-}16)$$

($h_w+h_c<1.5$ 일 때는 $h_n+2.0$)

(2) 상시만수위인 여수로 수문이 없는 경우

$$H_f = h_n + h_u + h_e \cdots\cdots\cdots\cdots (2\text{-}17)$$

($h_w+h_c<2.0$ 일 때는 $h_n+2.0$)

H_f 여유고

h_n : 상시만수위(m)

h_w : 바람에 의한 파랑의 저수지 수면부터의 높이(m)

h_e : 지진에 의한 파랑의 저수지 수면부터의 높이(m)

2. 필(fill-type) 댐

$$H_f = R + \Delta h + h_1 + h_2 \cdots\cdots\cdots\cdots (2\text{-}18)$$

R 파고(파랑이 올라가는 높이)

Δh : 이상(異常) 홍수시 상승 수위

h_1 여수로 형식에 의한 안전고

h_2 안전고

(보통 1.0m, 수문식 0.5m, 기타 0.0m)

또한 다소의 차이는 있겠지만 저수지에서는 유사(流砂)가 침전하는 것을 피할 수 없다. 유사의 침전에 관해서는 특별한 정설이 없지만 설계시 외력의 산정을 위해서 100년간의 유사 침전량을 저수지의 상황, 침전하는 유사입자의 크기 등을 고려하여 추정하여야 한다

4.5 댐 형식의 선정

댐의 형식은 다음 각 항을 고려해서 비교검토하여 축조 목적에 일치하고, 안전하며 가장 경제적인 것을 선택하여야 한다

1. 댐 지점의 지형과 지질
2. 수리적 조건
3. 축조재료 취득의 난이성
4. 기상상의 조건
5. 교통관계
6. 유지관리의 난이 정도

【해 설】

댐의 형식은 축조재료에 따라서 콘크리트 댐과 필(fill-type) 댐으로 분류되며 더 상세히 분류하면 다음과 같다.

1 콘크리트 댐에는 중력댐(gravity dam), 아아치댐, 중공중력댐(hollow-gravity dam), 그리고 부벽댐(buttress dam) 등이 있다.

2. 필 댐에는 록필(rock-fill) 댐과 흙댐 등이 있다.

댐의 형식은 본문에 열거된 6개 항목에 의해서 좌우되지만, 간접적으로는 공사기간, 기술수준, 건설기계 등의 조건에 따라 영향을 받는다

위의 1~6까지의 항목중에서 특히 중요한 것은 1, 2, 3이고 댐의 형식 선정에 있어서는 주로 이들 3개조건이 지배적인 경우가 많지만 지점에 따라 선례 등을 참고하여 비교검토하여 축조 목적을 만족시킬 뿐만 아니라 안전하고 가장 경제적인 형식을 선택하는 것이 좋다.

아아치 댐은 특히 댐 지점의 지형과 지질상황에 따라 크게 지배를 받으므로 기초암반이 대단히 견고한 암반은 아니라도 비교적 견고한 것이 요구된다. 그러나 연약부분에 있어서도 일반적인 기초처리공법으로 대처하는 경우가 많다 록필 댐 및 흙 댐 등 필댐의 경우에는 대형기계가 효율적으로 작업할 수 있는 비교적 넓은 계곡이 적당하다. 그러나 무엇보다도 중요한 것은 댐건설에 필요한 재료의 취득과 운반이다

따라서 현장조건과 기타 여건을 조사하여 가장 경제적인 댐을 건설하여야 한다. 또한 기초지질 등이 어느 정도 나쁜 경우에는 기초처리공법을 적용시켜야 한다

댐의 설계시 고려해야 할 하중으로는 자중, 정수압, 양압력, 침전물에 의한 압력, 지진력, 동수압, 빙압(氷壓) 등이 있으며 이들 하중에 충분히 견디어 낼 수 있게끔 댐을 설계하여야 한다. 아아치 댐의 경우에는 상기 하중 외에도 온도응력을 고려해서 설계하여야 한다.

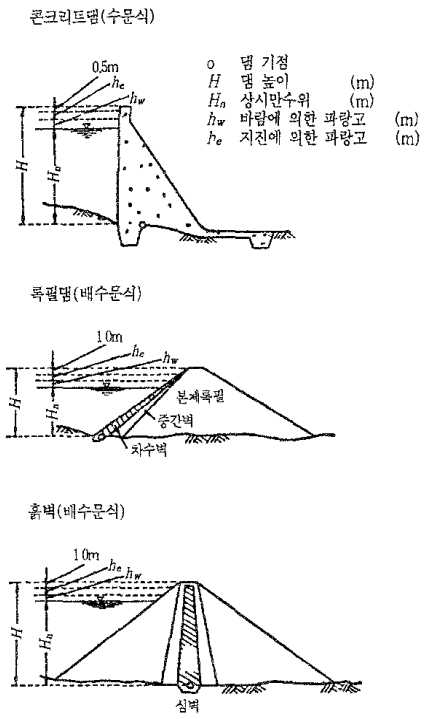
4.6 댐의 부대설비

1 댐의 설계시에는 이상 홍수량을 안전하게 방류할 수 있도록 여수로를 반드시 설치하여야 한다.

2. 댐에서는 댐의 유지 및 보안을 위하여 댐내 측정시설 외에 수위, 우량관측소, 경보, 통신시설 등의 관리시설을 설치하여야 한다.

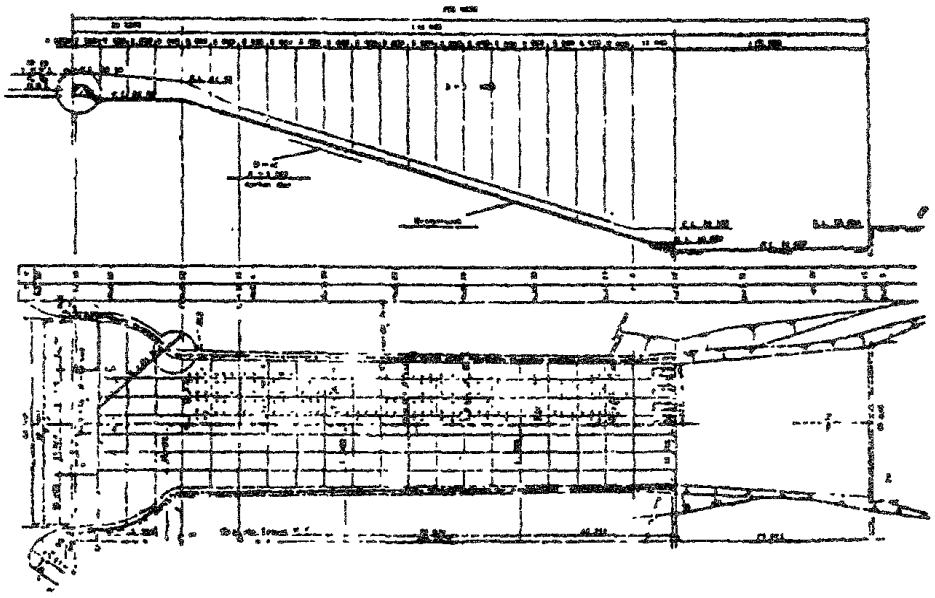
【해 설】

1. 댐에 건설되는 여수로에는 제정월류 여수로, 슈우트(chute)식 여수로 및 터널(tunnel)식 여수로 등이 있으나 각 종류의 댐에 알맞는 형태를 선정하여 설치하여야 한다.

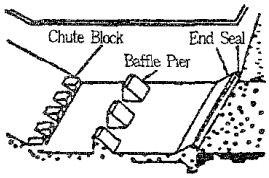


<그림 2.13> 댐 형식과 높이

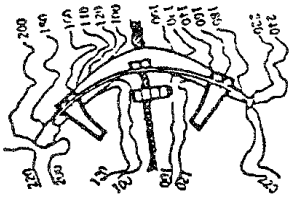
2 댐의 관리상 필요한 수위, 우량 등의 관측소는 원칙적으로 유선 또는 무선식의 무인원격 관측소가 요구된다. 댐에서의 방류에 의해 하천의 수위가 크게 늘어나는 경우에는 특별히 댐

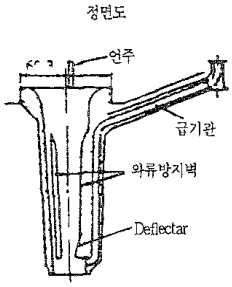


<그림 2.14> 사연제 Chute식(횡단면도, 평면도) 여수로 형식

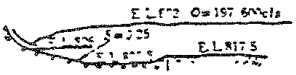


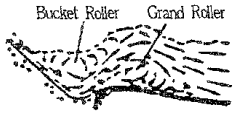
Baffle Pier와 보조구조물


일본 一瀬댐 Ski Jump식수제공

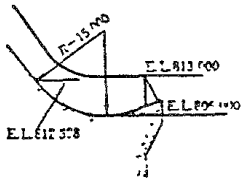


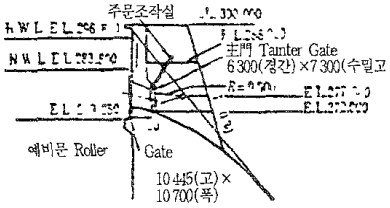
미국트라니티댐
Morning glory형 여수토


미국 노리스댐 순 경사(Baffle pier)

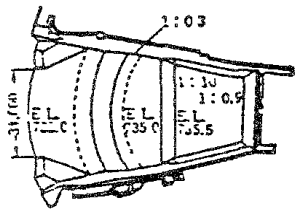


Bucket형 Baffle pier

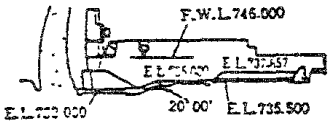

일본 畑薙 제2댐사출단형상
Ski Jump식



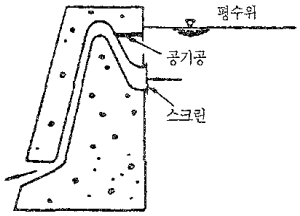
일본 下久保댐 Onfice식



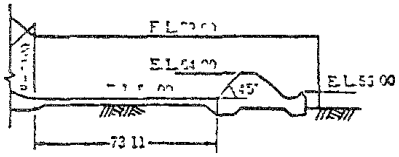
횡단면도



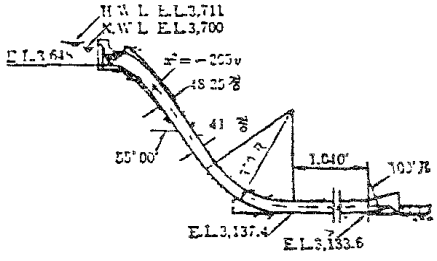
일본 稻枝댐 자유낙하식수세공



Syphon식



일본 鶴田댐 도수 Ski Jump 병용식감세공



미국 Grand Canyn Dam Tunnel식 여수토

<그림 2.15> 각종 여수로 형식

하류의 하천 부근주민들에게 알릴 수 있는 경보시설이 요구된다.

보통 댐에서의 방류는 홍수시나 폭우시 등 비바람이 강한 때인 경우가 많으므로 유선시설이 파괴되어 전화가 불통될 경우가 많기 때문에 댐의 관리사무소와 주요지점간에는 단파무선전화시설 등의 특별한 통신시설을 준비하는 것이 좋다. 또한 댐내의 측정시설, 경보 및 통신시설에 관해서 언급하면 높이가 15m 이하인 댐에서는 하류에 미치는 영향이 비교적 짧은 경우가 대부분이므로 이들 시설을 생략할 수도 있다.

<표 2.9> 여수토 구성요소

유입부		도류부	감세공	
월류식	정면월류형	chute식	도수식	수평baffle pier형
	횡월류형	tunnel식		경사baffle pier형
	반원월류형	제체유하식		bucket형
	morning glory형			ski jump식
orifice식 siphon식				자유낙하식

제5절 지하수 시험

5.1 지하수의 양수시험

양수시험은 다음 각 항에 기초를 두고 실시하여야 한다.

1 양수시험은 최대갈수기 중에 최소한 1주일간 연속하여 실시하여야 한다.

2. 얕은우물의 경우는 구경 600mm 이상, 깊은우물의 경우는 구경이 150mm 이상인 시험용우물을 설치한다. 그러나 부득이한 경우에는 각각의 구경을 150mm 혹은 100mm까지 사용해도 좋다.

3. 시험용우물을 양수시험하는 경우에는 양수량, 수질 및 수위의 변화를 조사하여 계획양수량을 결정한다

4. 얕은우물 혹은 집수매거의 최대양수량은 최대갈수시에 평형을 유지할 수 있는 양수량이어야 한다. 그러나 부근에 있는 우물의 수위에 미치는 영향을 고려하여야 한다

【해 설】

1. 최대양수량은 풍수기와 갈수기를 비교할 때 그 비가 4 : 1 정도까지도 될 만큼 시기적으로 상당한 변화를 일으키므로 양수시험은 최대갈수기때에 실시하여야 한다. 더욱이 단시간내에 정확한 양수량을 안다는 것은 불가능하므로 1주일간을 계속하여 계량기를 운전하여 수위의 변화가 없는 것을 확인하여야 한다. 또한 정확을 기하기 위해서는 양수시험을 여러번 실시할 필요가 있다.

2. 얕은우물의 경우는 깊이가 얕기 때문에 구경이 600mm 이상인 시험용우물을 설치하여야 한다. 그러나 대수층이 비교적 깊고 많은 수의 시험용우물을 설치하고 싶을 때는 구경이 100mm 까지도 좋지만 수원용 우물의 예정지점에서는 구경이 600mm 이상인 시험용우물을 설치하여야 한다.

깊은우물의 경우는 다음 사항을 따라야 한다.

(1) 수량과 수질을 정확하게 조사하기 위해서는 구경 150mm의 시험용우물을 설치하여야 한다. 그러나 수량과 수질을 대략적으로 조사할 경우에는 직경이 100mm인 시험용우물을 사용하여도 좋다.

(2) 수량과 수질을 정확히 파악하고자 하는 경우에는 직경이 300mm 정도인 시험용우물 겸 본우물을 설치하는 것이 편리하다.

(3) 시험용우물에 의한 양수시험을 실시할 경우에는 양수펌프를 가동시키는 처음부터 양수량의 수질 및 수위의 변화를 상세히 조사하여야 하며 특히 수위의 변화에 대해서는 최초의 수위강하가 현저하게 큰 5~10분간 10초 간격으로 조사하고 평형양수량 부근에서는 30~60분간마다 조사하여야 한다 또한 시험용우물의 상류측과 하류측에는 직경이 25~50mm인 여러개의 수위관측정을 10m 정도의 간격으로 설치해서 시험용우물의 수위를 조사함과 동시에 관측정의 수위도 조사한다.

그 다음에 시험용우물의 수위가 최저로 되어 평형이 유지되면 수위가 안정되고 10시간 이후

에는 완료된 것으로 볼 수 있다.

최후로 양수를 중지하고 수위의 상승을 조사하여야 하는데 처음에는 1~5분간에 일어나는 수위상승을 조사하고 그 다음에는 5~10분마다 조사하여 평형점 근처에서는 30~60분마다 조사한다. 또한 이 기간 동안에 관측정의 수위도 동시에 조사한다.

이상 설명한 조사로부터 우물의 영향반경, 수리전도도 등 설계에 필요한 자료를 획득함으로써 수원용 우물의 계획양수량을 결정하여야 한다.

(4) 본우물에 대해서도 양수시험을 실시하여 최대양수량을 결정하여야 한다 이 경우에는 최대갈수기에 허용수위로 계속 1주일간 양수펌프를 운영하여 평형이 유지되는 경우의 양수량이 최대양수량이 된다 허용수위는 보통 펌프중심고나 흡수관의 풋밸브(foot valve)의 위치로 결정된다 정확을 기하기 위해서 본우물의 양수시험을 여러번 실시하여야 한다.

또한 최대양수량을 양수하는 경우는 근처에 이미 있는 우물의 수위에 큰 영향을 주어서는 안된다. 만약 큰 영향을 미칠 경우에는 양수량을 줄여야 한다.

5.2 지하수의 경제양수량

경제양수량은 양수시험으로부터 구한 최대양수량의 70% 이하로 되어야 한다.

【해 설】

지하의 대수층은 얕은층이나 깊은층 모두 우수 혹은 지표수가 침투하여 저류되는 곳으로서 그 침투량은 우기와 건기에 따라 상당한 차이가 있다. 즉 얕은지층수는 가뭄이 심한 기간 중에는 고갈되고 강우가 많은 기간중에는 풍부해지지만 깊은지층수는 그러한 영향을 적게 받는다

양수시험은 지표수의 침투량이 가장 적은 건기에 실시하되 하천표류수의 최대갈수량과 같은 의미의 최소공급량을 확인하기 위하여 실시하여야 하며 대수층의 두께와 면적에 관계되므로 상당히 긴 기간동안 양수시험을 실시한다 하더라도 지표수 침투량과 대수층에 저류된 지하수가 혼입되어 최소공급량을 상회하는 양이 양수되는 수가 있다

그러므로 양수시험 때의 최대양수량은 그 때의 계획양수량보다 크지만 장래의 최대양수량은 감소하게 된다 또한 우물을 완공한 직후에는 일시적으로 양수량이 증가하여 전혀 지장이 없는 것 같이 보이는 경우에도 양수를 장기간 계속하면 양수량은 반드시 줄어들게 된다.

또한 가능한 양수량을 넘어서 과도히 양수하면 스트레이너 외부에 모래·자갈입자가 몰려들거나 다른 불순물이 침전하는 상태가 발생하여 수량 및 수위의 현저한 저하를 초래하게 되므로 조심해야 한다. 이러한 현상에 의한 피해를 방지하기 위해서는 양수량을 조절하여야 할 필요가 있다. 즉 최대양수량의 70% 이하로 경제양수량을 유지하여 채수층의 이상변화를 방지하여야 한다.

여기에 경제양수량의 의의가 있다. 이러한 사항을 고려함으로써 좋은 우물을 얻는 예는 많다. 관정을 잘 보호하기 위해서는 1년에 한번 정도로 관정을 청소하는 것이 요망된다.

5.3 우물의 적정양수량

1 우물의 적정양수량을 판정하기 위해서는 단계양수시험을 실시하여야 한다 2. 양수량은 상시 적정양수량 이내로 유지되어야 하며 합리적인 양수를 유지하기 위해서 최선을 다 하여야 한다.

【해 설】

1. 일반적인 지하수에 대해서는 5.2의 경제양수량에서 설명된 것과 같이 최대양수량의 70% 이내로 양수하여야 하나 특히 깊은우물의 경우에는 단계양수시험을 실시하여 적정양수량을 결정하여야 한다.

따라서 깊은우물의 경제양수량은 적정양수량

이내이기 때문에 각각의 용도에 따라서 우물의 수명을 길게 유지하기 위해서 경제적 견지에서 정해진 양수량이다

적정양수량이란 어떤 우물에서 현저한 우물 손실의 증가나 지하수층의 물리적 성질에 이상 변화를 생기게 하지 않는 범위의 양수량을 말한다.

이와 별도로 적정양수량이란 것은 그 우물에 속하는 지하수층의 지하수용량을 심하게 소모하지 않는 범위의 양수량을 말하는 것으로서 그 대수층의 안전함양량과 일치한다. 엄밀하게 말하면 적정양수량을 적정채수량과 일치시키는 것이 정상상태이나 일반적으로는 거기까지 고려되어 있지 않은 것 같다.

적정양수량의 이론과 그 결정방법을 소개하면 다음과 같다.

한 우물로부터 양수되는 지하수량은 대수층의 투수계수와 동수경사에 의해서 정해지는 것으로 우물의 직경을 크게 하거나 펌프의 용량을 크게 해도 대수층을 따라서 자연히 모여드는 수량에는 한계가 있다.

만일 이 한계 이상으로 양수하면 스트레이너 부근의 대수층에서의 유속이 빨라지면서 모래가 유동해서 막힌다든가 다량의 배사(排砂), 지반의 함몰, 비정상적인 수위강하, 오수의 혼입 등을 유발하는 결과로 된다

양수한 경우에 우물에 모여 드는 지하수에는 다음 4종이 있다.

① 대수층의 간극중의 지하수
② 자연상태하에서 흐르고 있는 지하수
③ 양수에 의해 생긴 동수경사 때문에 유동하는 지하수
④ 대수층의 상위에 있는 지층으로부터 짜내는 지하수

일반적으로 양수에 의해서 우물로 유입하는 지하수는 ② 및 ③이다

지하수의 흐름은 Darcy의 공식

$$V=k\frac{h}{\ell}$$

에 따라 층류이나, 그 흐름이 빨라져서 난류상태로 되면 벌써 Darcy의 공식은 적용할 수 없게 되고 다음과 같은 형의 식이 적용된다.

$$V=k\left(\frac{h}{\ell}\right)^n \qquad \text{단, } n<1$$

이것은 양수정의 경우에도 적용되고, 층류에서의 양수량과 수위강하와의 관계는 Darcy 공식에 의거하여

$$\frac{q_1}{q_2}=\frac{h_1}{h_2}$$

으로 된다. 단, 위 식에서

q_1 : 수위강하 h_1일 때의 양수량

q_2 : 수위강하 h_2일 때의 양수량

유속이 크게 되어 난류의 영역에 들면

$$\frac{q_1}{q_2}=\left(\frac{h_1}{h_2}\right)^n \qquad \text{단, } n<1$$

로 된다.

단계시험은 양수량을 몇 개의 단계로 나누어 먼저 가장 낮은 양수량으로 양수를 몇 시간 계속하여 수위가 안정되면 그 다음으로 높은 양수량으로 증가시켜서 다시 수위가 안정될 때까지 양수를 계속하는 방법이다

일반적으로 최초에는 양수량을 점차로 증가시키는 단계강하측정법과 그 다음에 양수량을 단계적으로 감소시키는 단계상승측정법을 함께 사용한다

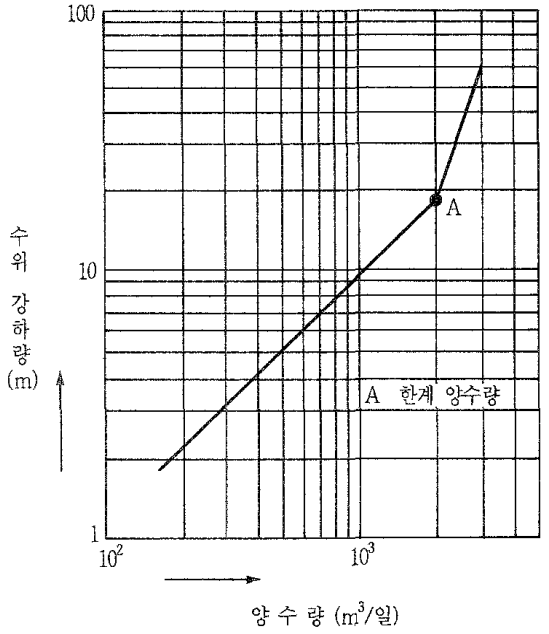
양수시험에서 양수량을 단계적으로 높여가서 각 단계에서 수위가 안정되었을 때의 수위를 측정한 다음 대수지표의 X축을 양수량 Q, Y축을 수위강하량 S로 해서 그래프에 나타내면 그림 2 16과 같이 된다.

그림에서 보다시피 층류에서는 n=1이므로 X축과의 각도는 45° 이나 난류로 되면 X축과 45° 이상의 각으로 된다.

일반적으로 층류범위의 양수량이 ②, ③의 지하수로 생각된다 그러나 실제에는 양수량이 극히 적을 때 혹은 양수량이 ②, ③의 지하수 보급량을 넘는 상태로 되면 ①의 지하수가 보급된다.

또, 45° 이하의 각도를 이룰 경우는 스트레이너보다 상위의 지층이 가는 모래 혹은 점토

가 섞인 모래로 된 우물에서 볼 수 있고 ②, ③의 지하수 외에 ④의 지하수가 상위의 지층으로부터 짜내지기 때문이라고 보아진다.



<그림 2.16> 단계양수곡선도

양수량이 A점보다 많게 되면 지층중의 흐름은 난류로 되어서 수위강하가 크게 되는데 비해 양수량은 증가하지 않게 된다 이 상태에서는 가는 모래나 점토는 부동(浮動)해서 지하수와 함께 우물에 들어가서 배사(排砂)의 현상을 일으키게 된다. 여기서 중요한 것은 지하수의 흐름이 층류로부터 난류로 옮기는 부근에서 대수층이 물리적 변화를 받게 된다는 것이다
많은 실험치에 의하면 난류시의 1/n값은 각도로 표시하면 대수층이 사력인 경우에서는 58° ~63°, 모래의 경우에서는 50° ~54° 로 되어 있다

지층은 불완전하나마 탄성체로 보여진다 양수하면 대수층의 압력이 감소하므로 압축되며 양수를 중지하면 대수층이 팽창하는 것은 이미 실험에서 알려져 있다

유입하는 지하수의 흐름이 층류인 영역에서는 대수층의 한계내에서 외압이 가해져 있는 것으로 양수를 중지하면 대수층은 본래의 형으로 복귀하나 난류의 경우에는 대수층에 탄성한계를 넘는 외압이 가해지는 것이 되므로 대수층은 탄성체로서의 성질을 상실해서 항복점을 넘는 상태로 되면 외압을 제거해도 본래의 대수층의 상태로 회복하기 힘들고 마침내는 비탄성체로서의 성질을 점차로 나타내게 된다.

경제양수량과 적정양수량과의 관계에 대해서는 배사를 수반하지 않는 최대양수량이 거의 적정양수량에 상당한다고 생각해도 큰 오차는 없을 것이다. 단, 경제양수량을 적정양수량의 몇 %로 해야 되는가에 대해서는 양수를 계속하는 기간과도 관계가 있으므로 관개용이면 휴지기간이 긴 것에 의거 90%, 냉방용이면 80%, 냉난방 겸용이면 70%, 또 연간 쉬지 않고 계속되는 상수도 및 공업용상수도에서는 50% 정도로 하는 것이 좋다

상수도시설에서는 적정양수량을 한계양수량의 약 80%로 하고 경제양수량은 적정양수량보다 약 10% 적게 해서 한계양수량의 약 70%로 하는 것이 좋다.

2 우물의 양수량이 서서히 줄어들면 최소한도 1년에 1~2회의 단계시험을 실시하여 항상 적정양수량 이내에서 양수하도록 하여야 한다. 이상과 같이 합리적으로 취수를 실시하는 것이 수질을 좋게 유지하고 우물의 수명을 길게 할 수 있는 좋은 방법이다.

우물의 양수량을 위한 수리계산식에는 여러가지가 있으나 가장 일반화되어 있는 것은 Thiem식과 Theis식이다.

Thiem 식은 아래의 식 2-19과 같다.

$$Q=\frac{2\pi Kb(H-h)}{2.3\log\frac{R}{r}} \cdots\cdots\cdots (2\text{-}19)$$

위 식에서

H-h . 수위강하(m)

r . 우물의 반경(m)

b 대수층의 두께 또는 스트레이너의 길이(m)

K 투수계수(m/초)

R : 영향반경(m)

Q : 양수량(m^3/초)

Thiem식의 경우 자유수면 우물과 피압수 우물을 구분하여 산출공식을 명기하여야 한다.

우물의 유지관리에 가장 중요한 것은 항상 적정양수량 이하로 양수를 하는 것이다. 무리한 양수는 우물을 향한 지하수의 유입속도가 크게 되고 모래가 유동해서 이 때문에 스트레이너 주변의 눈막힘이 생기게 되기 때문이다

우물의 경우는 모래에 의한 눈막힘 외에 스트레이너의 녹슬음이나 철박테리아에 의한 슬라임(slime)의 부착 등에 의한 스트레이너의 막힘이 일어난다든가 과잉양수에 기인하는 대수층의 탈수압밀(대수층이 그 상하의 지층에 의해 압축되어서 투수성이 감퇴하는 것)이 발생해서 통수량이 감소한다

우물의 통수량이 감퇴했을 때는 우물을 검사해서 그 원인이 지하수의 감소에 의하는가 스트레이너의 막힘에 의하는가를 판단하지 않으면 안된다.

최근에는 우물의 직경이 150mm 이상의 경우는 수중카메라를 내려서 스트레이너부를 직접 촬영해서 스트레이너의 막힘상태를 직접 확인할 수가 있도록 되어 있다.

우물의 수명은 대수층의 함유량 감소라는 외부요인 문제를 제외하면 스트레이너의 막힘과 스트레이너의 파손이란 두가지 문제로 귀결된다 그래서 이들에 대한 대책으로서 우물의 수리공법이 있으나 우물의 관리상으로 수리공법을 언제 실시하는가가 문제이다.

스트레이너의 파손은 지하수의 수질에 관계되는 경우가 많다. 케이싱과 스트레이너의 재질이 다른 경우에는 양자 사이에 전식작용을 일으켜서 부식을 생기게 하는 경우가 있다.

또 배사(排砂)가 많은 우물에서는 우물구멍이 마모되어 확대하는 경우도 간혹 생긴다 이와 같이 스트레이너가 파손된 우물을 수리하는 것은 극히 곤란하며 공사에 의해 오히려 악화되는 경우도 있다

대수층의 함유량 감소는 일반적으로 우물 수위의 저하로 나타난다. 그 결과로서 펌프의 양정 증가라든가 펌프의 교환 또는 펌프설치위치를 낮추는 등의 조처를 안할 수 없게 된다

이 현상은 우물 자체의 과잉양수에 의해서 생기는 경우도 있으나 지역적인 양수량의 증가에 의하는 경우가 많다

또 지역적인 함유량의 감소까지는 안되었지만 근접해서 우물이 설치되면 상호 간섭의 현상에 의해 우물수위의 저하가 일어난다.

우물의 수위저하상태에 따라 그 원인을 추정할 수가 있다 즉, 평수위는 거의 변화되지 않는데 같은 양수량에 대하여 양수위가 시간의 경과와 함께 계속 저하할 경우는 대개 스트레이너의 막힘이라고 생각해도 좋다.

평수위가 계속 저하할 경우는 대개 그 지역에서의 지하수 함유량의 감소에 기인한다. 이 경우는 일정하게 양수하여도 평수위는 계속 저하한다. 그래서 만일 양수위의 저하비율이 평수위의 저하비율보다도 크게 될 경우는 스트레이너의 눈막힘도 합해서 일어나고 있다고 생각해도 좋다

다음에 양수량의 감소상황에 의거, 그 원인을 추정하면 다음과 같다.

① 양수량의 감소는 대체로 우물수위의 저하와 병행해서 발생하나, 수위의 저하 때문에 펌프의 양수능력이 대응되지 않는 경우

② 펌프의 회전부 등이 모래 때문에 마모하고 양수능력이 저하하는 경우로 이 경우는 양수에 의한 수위강하는 작게 된다

③ 스트레이너의 파손에 의해서 우물구멍이 확대되면 손실수두가 감소해서 양수량이 증가하는 경우가 있다. 이 경우는 배사량도 급격히 증가하는 것이 보통이다.

다음에 배사량의 증가현상 원인으로서는 다음과 같은 것이 있다.

① 배사량이 급격히 증가하여 어느 기간을 지나면 배사를 볼 수 없게 된다. 이것은 지진 등의 심한 진동에 의한 것이다.

② 어떤 때에는 급격히 배사량이 증가하나

곧 배사가 그치고 또 어떤 기간을 두고 부터 급격히 배사량이 증가하며, 이와 같은 현상이 자주 발생한다. 이런 종류의 사고는 스트레이너가 대수층의 전체 두께에 미치지 않고 상부에 스트레이너가 없는 부분이 남아 있는 경우에 발생하는 경향이 있다. 소량의 모래가 장기에 걸쳐 유출해서 스트레이너부가 공동이 되어 때때로 상부지층이 무너지는 것으로서 지표에까지 함몰이 미치는 것도 있다.

③ 배사량이 점진적으로 증가하는 경우는 스트레이너가 부식이나 전식에 의하여 파손되었을 때에 많이 일어난다.

제3장 취 수 시 설

제3장 취 수 시 설

제1절 수원별 취수시설의 위치

1.1 하천표류수 취수지점의 선정

하천표류수의 취수지점은 다음 각 항에 따라서 선정하여야 한다.

1. 장래에 일어날 수 있는 수심의 변화, 하상의 상승 혹은 저하에 대비해서 유속이 완만한 지점을 선택하여야 한다.
2. 취수지점과 그 주위지역은 지질이 견고한 상태여야 하며 홍수나 산사태에 의해서 취수가 방해를 받거나 취수시설이 피해를 받지 않는 지점이어야 한다.
3. 취수지점은 하수에 의한 오염이 생기지 않는 곳이어야 하며 바닷물의 역류에 의한 영향이 없는 곳이어야 한다.
4. 장래의 하천개수계획을 고려해서 그 실시에 지장이 생기지 않는 지점이어야 한다.

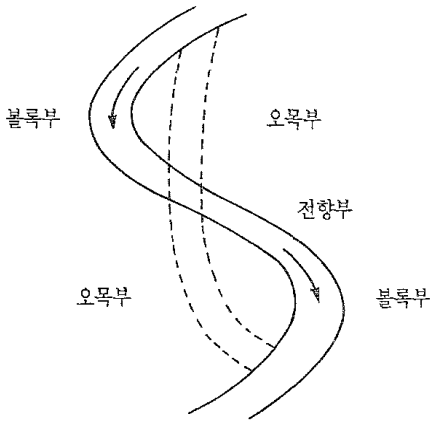
【해 설】

1. 하천의 상태는 때때로 변할 수 있다는 점을 고려해서 취수지점을 선택해야 함은 당연하다. 홍수가 일어나면 흔히 유로가 변화하는 수가 있으며 취수시설이 하천의 굴곡부에 위치하는 경우에는 그림 3.1에 도시된 바와 같이 유사의 퇴적에 의해서 취수구가 막힐 염려가 있다.

또한 하천유역의 산림개발, 남벌, 황폐에 의해서 토사나 자갈이 흘러 내려서 하상이 상승하는 수도 있으며 반대로 상류에 저수지가 축조되면 모래·자갈이 흘러내리지 않게 되므로 하류에서 계속 자갈을 채취하면 하상이 낮아지는 경우도 있다.

따라서 취수지점을 선택할 경우에는 현존하는 좋은 조건만을 생각하지 말고 위에서 설명한 바와 같이 장래에 일어날 수 있는 변화를 감안하여 선정에 만전을 기하여야 한다. 그러나 부득이해서 하안의 변화가 일어날 수 있는 지점에 수원을 선정하여야 하는 경우에는 취수언제, 댐, 하상에 인공심벽 등을 설치하는 것이 좋다.

또한 추운 지방에서는 유수가 얼어 붙어서 취수가 곤란하게 될 수도 있으므로 취수지점의 선택에 유의하여야 하며, 하상의 변동이 적을 것으로 예상되는 지점은 그림 3.1에서와 같이 오목부와 볼록부를 피한 지점이어야 한다.



<그림 3.1> 굴곡하천에서의 모래섬 발생

2. 하천의 상류부분에서는 대부분이 좁고 깊은 계곡부가 되어 호우시에 취수시설이 파괴될 우려가 있으며 또한 하천의 하류부분에 취수지점이 선정될 경우에는 최대홍수시에 하안의 제방이 파괴되거나 유실되기 쉬우므로 취수지점 부근의 지질과 지형을 상세히 조사해서 취수에 지장이 없도록 하여야 한다 부득이한 사정으로 그러한 협곡에 취수시설을 만들어야 하는 경우에는 충분한 방호시설을 하여야 한다.

3. 취수지점으로서 다른 조건이 모두 좋다고 하더라도 하수가 유입되는 지점을 피하는 것이 좋으나 부득이한 경우에는 상류오염원의 하수를 차집하여 취수지점 하류로 방류하는 시설을 설치함이 좋다. 또한 취수시설의 상류지점에서 하수가 유입되는 일이 있는 경우에는 갈수시에 오염의 영향이 어느 정도 되는가를 미리 조사할 필요가 있다.

하구 가까이에 취수지점을 선정해야 할 경우에는 조수에 주의하고 장래의 하안저하를 고려해서 해수의 영향이 없는 곳을 선정하여야 한다.

4. 하천의 하류부분에서는 하천의 개수로 인해서 제방의 위치나 유로가 변경되는 경우가 많으므로 개수계획이 확정되었거나 혹은 새로운 계획의 가능성이 있는가를 하천관리자로부터 의견을 들은 다음에 취수지점을 선정하여야 한다.

취수지점의 선정시 상수원 보호구역 지정에 의한 관련 주민들의 피해가 최소가 되도록 유의하여야 한다.

1.2 호소수 취수지점의 선정

호소수를 수원으로 하는 경우 취수지점은 다음 각 항을 기초로 하여 선정하여야 한다.

1 하수가 유입되는 지점은 피하여야 하고 바람이나 흐름에 의하여 호소바닥의 침전물이 교란될 가능성이 적은 지점을 택하여야 한다.

2. 항로에 가까이 위치하는 지점은 피하여야 한다.

3. 취수지점은 갈수기의 계획저수위에서도 계획취수량을 확보할 수 있어야 한다

4 취수시설의 축조를 위해서 양호한 기초지반을 가진 지점이어야 한다.

【해 설】

1. 하수가 유입되는 지점에서는 호소수의 수질이 악화되고 따라서 정수처리를 어렵게 하므로 그러한 지점은 취수시설을 위한 다른 조건이 모두 좋다고 하더라도 가급적 피하는 것이 좋다.

또한 태풍이나 계절풍 등에 의해서 호소바닥에 침전된 물질이 교란되어 다시 떠 오르면 수질이 오염될 수도 있으므로 그러한 영향을 받는 지점은 가급적 취수지점으로서 회피하는 것이 좋다.

2. 선박이 통행하는 호소에서는 항로에 접근하여 취수시설이 위치되는 경우 배에서 버린 기름이나 기타 오물이 취수될 수 있으므로 항로에서 상당한 거리를 띄우는 것이 좋다.

3. 취수지점은 갈수기의 계획저수위(L.W L)에서도 안전하게 계획취수량을 확보할 수 있어야 하고 호소내 정체수역은 피하여 선정하는 것이 좋다.

4. 취수시설을 안전하게 축조하기 위해서는 호소 바닥의 지형이나 지질을 상세히 조사해서 장래 취수시설의 구조에 이상이 생기지 않는 지점을 택하여야 한다.

1.3 저수지 취수지점의 선정

저수지수를 수원으로 하는 경우에 취수지점을 선택하기 위해서는 다음 사항에 유의하여야 한다.

1. 파랑, 산사태 등에 의하여 수원의 탁도가 커지거나 부유물이 떠내려 오는 지점은 피하여야 한다.

2. 취수시설을 안전하게 축조할 수 있는 견고한 지반이어야 한다.

3. 취수지점은 갈수기의 계획저수위에서도 계획취수량을 확보할 수 있어야 한다.

4. 다목적저수지의 경우에는 관계자간의 협조와 조정을 거쳐서 취수시설의 위치를 결정하여야 한다

【해 설】

1. 바람이 세게 불거나 그 지방 특유의 계절

풍이 강하게 부는 경우에는 저수지에 파도가 생겨서 호안을 침식하고 수원의 탁도에 영향을 미치며 따라서 수질을 악화시키므로 그러한 지점을 피하여야 한다.

또한 호안에서 산사태가 발생하면 수질이 악화될 뿐만 아니라 취수구가 막힐 수도 있어서 취수에 큰 영향을 미치므로 그 원인을 규명해서 산사태가 생기지 않도록 하든지 아니면 그런 지점은 피하여야 한다.

2 저수지의 바닥이나 지질 등이 취수시설에 의해서 가해지는 하중에 견딜 수 있을만큼 기초지반이 좋아야만 장래에 구조상 불안한 일이 생기지 않게 되며 특히 필(fill-type)댐에서는 취수시설을 댐의 제체에 가까이 위치하는 견고한 산쪽으로 위치시키는 것이 좋다.

3 취수지점은 갈수기인 계획저수위(L.W.L)에서도 안전하게 계획취수량을 확보할 수 있어야 하고 저수지내 정체수역은 피하여 선정하고 유수단면이 급확대되는 지점은 유사의 퇴적이 심하게 진행될 우려가 있어 이러한 지점은 가능한 피하는 것이 좋다.

4 다목적저수지에서는 각 이수 목적이 다르므로 각각의 목적을 달성할 수 있도록 취수지점을 달리 위치시켜야 하겠지만 모든 목적을 동시에 만족시킬 수 있도록 하나의 취수시설을 가지는 것이 보통이다.

따라서 관계자들이 협의를 거쳐 각각의 목적을 만족시킬 수 있는 하나의 취수지점을 선정하도록 하는 것이 좋다.

1.4 지하수 취수지점의 선정

지하수를 수원으로 하는 경우에는 다음의 조건을 만족시킬 수 있는 취수지점을 선정하여야 한다

1 해수의 영향을 받지 않는 지점이어야 한다.

2 부근의 우물이나 집수매거에 되도록 영향을 적게 미치는 지점을 선정하여야 한다.

3. 얕은층의 물이나 복류수의 경우에는 오염원으로부터 15m 이상 떨어져서 장래에도 오염의 영향을 받지 않는 지점이어야 한다.

4 복류수의 경우에 장래 일어날 수 있는 유로변화 혹은 하상의 저하 등을 고려하고 하천개수계획에 지장이 없는 지점을 택하여야 한다. 그리고 하상 원래의 지질이 이토질(泥土質)인 지점은 피하여야 한다

【해 설】

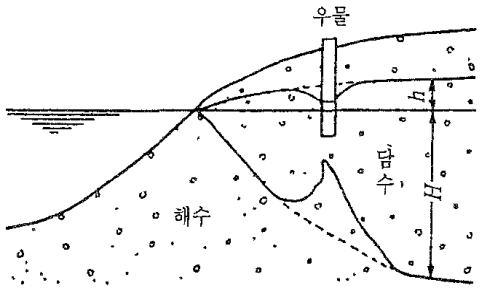
1 해안지방의 취수지점은 해수의 영향을 받을수 있으므로 현재는 물론 미래에도 해수의 영향을 받을 가능성이 있는 지점은 피하여야 한다

해안의 지하수는 육지로부터 바다를 향하여 유출하는 담수층과 바다로부터 육지로 침입하는 염수층으로 이루어지며 이상적으로 균일한 지층을 가상할 경우, 그 관계는 그림 3.2에 도시한 것과 같다 그러므로 해안에 위치하는 우물의 수위는 해면 이하가 되어서는 안된다 왜냐하면 그림 3 2에서 Ghyben-Herzberg법칙에 의하면 H=42h가 되는데 h=0인 경우 H=0이 되어서 해수가 침입하게 된다.

일단 해수의 침입에 의해서 담수층이 오염되면 우물의 수질을 다시 회복하기 위해서는 수년이 걸리므로 가능하면 담수층이 바닷물에 의해서 오염되지 않도록 하여야 한다

또한 하천의 하류부에서는 하천개수에 의하거나 모래 혹은 자갈의 대량 채취로 인해서 해수가 상류에 미치는 영향이 의외로 커지는 수가 있으며 특히 갈수기에는 더욱 그러하다. 따라서 이러한 점을 면밀히 고려해서 취수점을 선정하여야 한다

2 부근에 이미 존재하는 우물에 미치는 영향은 특히 갈수기에 크므로 제2장 5 1에서 설명된 양수시험을 실시하여 영향반경을 조사함으로써 갈수기에도 상호간섭이 적은 취수지점을 선택하여야 한다. 보통 자유면 지하수에서는 300m, 피압지하수인 경우에는 우물을 500~1,000m 정



<그림 3.2> 담수와 해수의 평형도

도 간격을 두는 것이 안전하다.

3. 얕은층의 물이나 복류수인 경우에는 공장폐수, 하수, 오물투기, 거름, 가축 등에 의한 오수가 침투하여 오염되기 쉬우므로 우물을 그러한 근원으로부터 최소한 15m 이상 떨어지게 하여야 할 뿐만 아니라 오염의 발생여부를 철저히 감시하여야 한다. 또한 장래의 오염을 방지하기 위하여 수원 주위에 미리 넓은 공간을 확보할 수 있는 취수지점을 선택하는 것이 좋다.

4. 복류수는 하천표류수와 밀접한 관계가 있어서 하천의 유로가 변하든지 하상이 저하하는 경우에는 갈수량이 심히 감소할 수 있으며 때로는 취수가 전혀 불가능한 경우도 있다. 해수의 영향을 받아서 수질이 악화된다든지 홍수시의 탁도증가로 인해서 집수매거가 부설된 후에 쓸모없게 되는 예는 얼마든지 있으므로 그러한 수질의 변화가 생기지 않는 지점을 선택하여야 한다. 또한 하천개수계획이 있는 경우에는 그 계획을 고려해서 취수지점을 선택하여야 하며 하천개수계획이 없는 경우에는 하천관리당국과 의견을 교환해서 취수지점 선정시 참고로 하여야 한다.

하상 원지반의 토질이 이토질인 경우 집수매거층의 폐쇄가 이루어져 장기간 후에는 계획취수량을 취수할 수 없다

1.5 취수언제 · 댐 및 방조제의 위치

취수언제 · 댐과 방조제의 위치는 다음 사항을 고려하여 결정하여야 한다.

1. 홍수시 유심이 통과하는 하상에 가까우며 안정되고 견고한 지반에 설치하여야 한다.

2. 취수언제 · 댐은 양안(兩岸)이 암질인 경우를 제외하고는 하천의 협곡부에 설치해서는 안된다.

3. 일반적으로 하천의 방향에 직각이 되도록 설치하여야 한다.

4 정체수의 영향, 홍수시의 수면상승으로 인해서 상류에 위치하는 하천구조물에 미치는 영향이 적은 지점에 위치하여야 한다.

【해설】

취수언제 · 댐은 소규모 시설로서 취수지점에서의 수위를 높이기 위하여 요구되며 일반적으로 콘크리트로 축조되는 것이 요망된다.

1. 취수언제 · 댐은 취수구 바로 하류 부근에 위치하는 것이 좋으며 보링(boring)이나 기타의 방법으로 지질조사를 실시하여 취수언제 · 댐의 축조 예정위치 부근에서의 지반상황이나 침투수의 정도를 조사하여 그러한 사항을 우선적으로 고려해서 결정되어야 한다. 언제 · 댐은 암반기초 위에 축조되는 것이 가장 이상적이나 부득이해서 취약지반 위에 축조하여야 하는 경우에는 하상의 지지력을 상세히 조사해서 기초 전체에 알맞는 기초를 하여야 한다. 또한 침투유로를 길게하여 양압력을 감소시키기 위해서 상류단에 차수벽을 설치한다.

차수벽으로는 나무널말뚝, 콘크리트널말뚝, 강철널말뚝 등이 쓰이며 사력(砂礫)지반에 약액주입하는 공법도 이용된다. 또한 프리팩트(pre-packed) 콘크리트 공법도 연구하여 이용하면 좋다

2. 지반이 양호한 경우에는 하천의 협곡부에 축조하는 것이 가장 경제적이지만 협곡부의 양안이 양호한 지반을 갖지 않은 경우에는 홍수시에 세굴될 염려가 있으므로 언제 · 댐의 기초조사와 동시에 양안부의 지질조사도 상세히 실

시하여야 한다.

3. 취수언제·댐이나 방조제가 홍수시 유심(流心)에 직각이 아니면 언제·댐에 작용하는 충격력, 세굴력, 월류수세(越流水勢) 등이 한곳으로 집중하게 되어 구조물이 붕괴되는 원인이 된다.

4. 저수시나 홍수시의 수면상승으로 인해서 상류부의 교량, 도로, 농경지 등에 미치는 영향은 물론 상하류부의 하상 상승 및 저하에 의한 영향도 고려하여야 한다. 그리고 언제(댐) 설치 이전과 이후의 각 유황별 배수위계산을 실시하여 설치후 배수위 상승에 대한 영향을 분석하여야 한다.

1.6 취수문의 위치

취수문의 위치는 다음 각항을 고려하여 결정하여야 한다.

1. 지반이 견고한 지점에 위치하여야 한다.
2. 토사의 유입이 적은 지점이어야 한다

【해 설】

1. 취수문은 하안에다 직접 취수구를 설치하는 방식으로 농업용수의 취수에 사용되는 구조와 같으며 지반이 견고하지 못해서 부등침하가 생기면 취수문이 파괴되고 관거를 따라 누수가 생기므로 주의하여야 한다.

2. 취수문은 유속이 낮은 하안에 설치되므로 토사 유입의 위험성이 크다 따라서 토사 유입의 위험성이 있는 경우에는 이를 방지할 수 있는 시설을 한다든지 토사가 적게 유입하는 지점을 선택하여야 한다.

1.7 취수탑의 위치

취수탑은 최소 수심이 갈수기에도 2m 이상인 장소에 위치하여야 한다.

【해 설】

취수탑은 연간 수위변화의 폭이 큰 지점이나 큰 하천의 중·하류부 또는 저수지, 호소로부터 취수할 때 사용되며 수심이 2m 이하인 곳에서는 취수구의 설치가 곤란하므로 수심이 갈수기에도 최소한 2m 이상이 되는 곳에 위치하여야 한다.

1.8 취수틀의 위치

취수틀(crib)은 매몰, 유실의 위험성이 적은 지점에 설치되어야 한다.

만약 선박의 항로에 근접한 지점이라면 최소 수심이 3m 이상은 되어야 한다.

【해 설】

취수틀은 호소, 하천 등의 수중에 설치되는 취수설비로서 하상이나 호상(湖床)의 변화가 심한 곳에서는 부적당하므로 안정된 장소에 설치하는 것이 중요하다

또한 선박의 항로에 가까운 경우에는 취수틀 주위의 일정한 범위안에 배가 들어가는 것을 막기 위하여 보호책을 설치할 수도 있으며 선박 항해에 대한 장해가 되지 않기 위해서는 최소한도 수면에서 3m 이상의 깊이에 위치하여야 한다.

제2절 수원별 취수시설의 구조

2.1 기본사항

상수도의 수원은 지표수(하천표류수, 호수 및 저수지수)와 지하수로 구분된다 어느 경우이든 취수시설은 양질의 물을 안정적으로 취수하고 또한 유지관리가 용이하도록 고려하여야 한다

【해 설】

1. 취수시설은 수원의 종류에 관계없이 연간 계획취수량을 확실히 취수할 수 있는 지점을 선택하여야 한다.

2. 수원이 지표수인 경우는 홍수시나 갈수시

에도 확실히 취수되는 것이 필요하다. 특히 하천의 경우는 홍수시의 유목, 잡초 등이 떠내려와서 취수구를 막고 취수를 할 수 없도록 하는 경우가 있다. 또한 홍수시에 돌이나 토사가 퇴적하여 취수에 장해를 일으키며 하상이 세굴되어 수위가 낮아지거나 갈수시에 취수에 영향을 미칠 수 있으므로 이를 감안하여야 한다

3. 수원이 지하수인 경우는 지하수의 과잉취수에 의하여 지하수위가 낮아져서 취수량이 감소되는 때도 있다. 얕은 지하수의 경우는 갈수시에 취수가 곤란할 때도 있다.

4. 취수시설은 수질이 양호하고 장래에도 오염의 우려가 없는 지점에 설치하여야 한다. 그러므로 취수시설은 하수나 다른 오수의 유입지점 부근을 피해서 설치하는 것이 좋다. 이를 위해서 공장, 하수종말처리장, 분뇨 처리장, 폐기물 처리장, 가축사육장 등 오염원의 조사를 실시하고 현재 상황 및 장래의 환경변화 등에 대해서도 충분히 검토해야 한다. 또한 수질사고의 신속한 발견을 위해서 수질감시설비를 설치하고 연락통보체제를 정비할 필요가 있다.

5. 취수시설은 유지관리가 안전하고 용이하며 항상 안정적인 취수가 되도록 기능을 유지하지 않으면 안된다.

홍수때와 같은 악조건하에서도 유지관리가 안전하고 용이하도록 해야 한다 그리고 바닷물의 침입에 대한 주의를 요하며 이에 대한 대비책도 고려되어야 한다 또한 장래 시설확장의 경우 새로운 용지취득이나 대규모의 공사가 요구되지 않도록 당초부터 장래확장을 고려한 구조로 하는 등의 배려가 필요하다. 그러므로 취수시설의 용량은 약 50년의 장래수요를 고려한 1일최대급수량을 기준으로 하는 것이 바람직하다

그러나 이런 경우 취수구조물의 설치와 건설비의 확보가 매우 어려운 일이다. 만일 현재 수요량의 2배의 용량으로 취수설비를 건설할 때는 보통 추가 건설비가 약 20~30% 소요된다. 그러나 잘 설계된 중·대형 취수장의 경우는 정수설비에 소요되는 총공사비의 15~20% 정도가 될 수도 있다.

6. 취수시설은 보통 침사지와 펌프장을 같이 설치하는 경우가 많다. 취수설비는 정수처리와 급수를 위해 원수를 취수하는 시설이므로 정수장과 가장 가깝고 시설설치에 유리한 수원지점에 설치하여야 한다.

2.2 표류수의 취수시설

2.2.1 하천표류수의 취수시설

1. 하천표류수의 취수시설은 최대홍수시나 최대갈수시에도 지장을 받지 않고 계획취수량을 취수할 수 있는 구조로 축조되어야 한다.

2. 세굴, 유수, 유빙(流氷), 또는 유사 때문에 취수가 불가능한 경우에는 보호시설을 설치하여야 한다.

3. 취수시설은 취수지점의 상황과 구조물의 기능을 고려하여 적절한 방법을 선택한다.

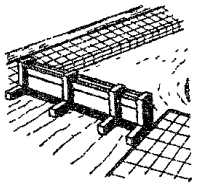
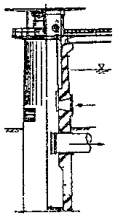
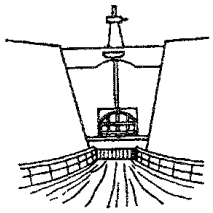
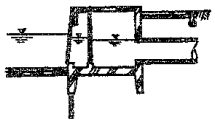
【해 설】

1. 취수시설을 설계할 때에는 정확한 최대갈수위, 최대홍수위 뿐만 아니라 설치지점의 하상에 적합하도록 위치, 방향, 높이, 단면 및 구조를 결정하여야 하며 최대홍수위에서도 수문을 안전하게 조작할 수 있어야 한다. 또한 동절기의 유빙 때문에 계획취수량의 취수가 곤란한 경우에는 이들 얼음을 제거하여야 한다

2. 취수시설은 최대홍수시의 수압, 세굴 그리고 유목(流木), 유빙 등의 유하물에 충분히 견디어낼 수 있는 구조이어야 하며 또한 불의의 장해가 일어날 가능성이 있는 경우에는 특별한 보호시설을 설치하여야 한다.

3. 하천표류수를 취수하는 방법으로서 가장 널리 사용되고 있는 취수시설로는 취수언제(취수둑), 취수탑, 취수문 및 취수관거 등이 있으며 이들에 대한 특징을 열거하면 표 3.1과 같다.

<표 3.1> 하천표류수 취수시설 비교

취수시설	취 수 언 제(둑)	취 수 탑	취 수 문	취 수 관 거
개략도				
기능·목적	하천수를 막아 계획취수위를 확보하여 안정된 취수를 가능하게 하기 위한 시설로서, 둑 본체·취수구·침사지 등이 일체가 되어 기능을 한다	하천 수심이 일정이상이 되는 지점에 설치하면 연간 안정적인 취수가 가능함 취수구를 상하에 설치하여 수위에 따라서 좋은 수질을 선택, 취수할 수 있다	취수구시설에서 스크린, 수문 또는 물반지를 설치하여 일체가 되어 작동하게 된다	취수구부를 복단면하천의 바닥 호안에 설치하여 표류수를 취수하고 관거부를 통해서 제내지로 도수하는 시설이다.
특징	안전된 취수와 침사효과가 큰 것이 특징, 개발이 진행된 하천 등에서 정확한 취수조정이 필요한 경우, 대량 취수할 때, 하천호름이 불안정한 경우 등에 적합하다	대량 취수시 경제적인 것이 특징, 유황이 안정된 하천에서 대량으로 취수할 때 특히 유리하다 취수언제에 비해서 일반적으로 경제적이다	유황, 하상, 취수위가 안정되어 있으면 공사와 유지관리도 비교적 용이하고 안정된 취수가 가능하나, 갈수시, 홍수시, 결빙시에는 취수량확보 조치 및 조정이 필요하다	유황이 안정되고 수위의 변동이 적은 하천에 적합하다 시설은 지반 이하에 축조되므로 하천호름이나 치수, 주운 등에 지장이 없다
취수량의 대소	보통 대량취수에 적합, 그러나 간이식은 중 소량 취수에도 사용된다	보통 대·중용량 취수에 쓰인다 특히 대량 취수의 경우 우수하다	보통 소량취수에 이용된다 그러나 언제에 비해서는 대량취수에도 쓰인다	보통 중규모이하의 취수에 쓰이며, 언제와 병용해서 대량취수도 가능하다
취수량의 안전상황	안정된 취수가 가능하다	보통 안정된 취수가 가능하다	하천유황의 영향을 직접 받으므로 불안정하다 그러나 하천유황이 안정되고 관리가 잘되는 소규모에서는 안전성이 높다	보통 안정된 취수가 가능하다 그러나 하천의 변동이 큰 곳에서는 취수에 지장이 발생되는 경우도 있다
하천의 유황	유황이 불안정한 경우에도 취수가 가능하다	보통 유황이 안정된 하천에 적합하다	보통 유황이 안정된 하천에 적합하다	보통 유황이 안정된 하천에 적합하다
하천유심의 상황	유심이 안정한 곳이 아니면 취수구의 매몰우려가 있음 그러나 모래제거문을 설치하므로 매몰을 방지할 수 있다	유심이 불안정한 곳에는 취수구가 매몰되거나 노출되는 우려가 있으므로 부적합하다	유심이 안정된 하천에 적합하다	좌와 같음
수심의 상황	보통 영향이 적다	갈수기에 일정수심을 확보할 수 없는 곳에서는 취수불가능하게 된다 수심은 2m이상 필요하다	갈수시 일정수심확보가 안되면 취수가 불가능하다	갈수기에 일정 수위 이상의 수심이 확보 안되면 취수곤란, 일반적으로 관거내면 상단이 갈수위보다 30cm 낮게 설치한다
토사유입 등의 상황	모래제거기능의 직절한 유지, 취수구의 기능적 설계에 의해서 토사유입은 매우 적다 따라서 정수장의 부하는 별로 적다 그러나 하천표면의 부유물이 스크린에 걸리기 쉬우므로 그 대책을 검토해야 한다	취수언제와 달리 어느정도의 모래유입은 피할 수 없다 그러나 하천유량에 따라 수문조작으로 상당히 방지할 수 있다 부유물 대책은 유입속도에 비해서 하천유속이 빠른 경우가 많아서 취수언제보다 유리하다	토사유입의 방지는 거의 불가능하다 부유물 대책도 비교적 곤란하다	어느 정도의 토사 유입은 피할 수 없다

2.2.2 호소 및 저수지 취수시설

호소·저수지수를 취수하기 위한 시설은 다음 사항을 고려하여 결정하여야 한다.

1. 취수시설은 호소 및 저수지의 계획최저수위에서도 지장없이 계획수량을 취수할 수 있는 구조이어야 한다.

2. 미생물의 발생과 탁도의 분포를 고려하여 임의의 수위에서 취수할 수 있도록 취수구의 위치를 정하여야 한다.

3. 다목적저수지인 경우에는 관계자간의 조정에 의하여 취수시설의 구조를 결정하여야 한다.

4. 취수방법의 선택은 각종 구조물의 특성을 고려하여 적절한 방법을 선정한다.

【해 설】

1. 호소 및 저수지수의 취수시설을 계획할 때에는 계획최고수위와 계획중간수위뿐만 아니라 계획최저수위에서도 계획취수량을 확실히 취수할 수 있는 구조이어야 한다.

2. 여러 종류의 미생물과 조류가 발생하고 홍수시에는 탁도가 증가할 수 있으므로 여러 지점의 수위에서 취수할 수 있도록 취수구의 배치를 고려해야 하며, 조류가 많이 발생할 경우는 중간 수위 이하에서 취수가 가능토록 하고 전도현상(turn over)이 발생할 때는 표층수가 저수지 수위는 물론 수질도 가장 유리하므로 표층수를 취수할 수 있는 구조로 하여야 한다.

3. 다목적저수지의 경우에는 관계자들 간의 조정에 의해서 최대의 이익을 얻을 수 있는 구조로 취수시설을 만들어야 한다

4. 저수지와 호소에서 가장 대표적으로 이용되고 있는 취수방법은 취수탑, 취수문 및 취수틀이며 일반적으로 취수틀은 취수탑보다 공사비가 저렴하다. 적절하게 설계되고 설치된 취수유입구는 수심이 6~9m 정도이면 얼음에 의한 영향을 최소화할 수 있으며 선박운항 등에 의한 영향은 거의 받지 않는다

저수지와 호소의 취수시설에 대한 특징을 열거하면 표 3.2와 같다.

2.3. 취수언제(둑) 및 취수댐

2.3.1 취수언제·댐의 높이와 취수구

1 취수언제·댐의 높이는 계획취수량을 취수할 수 있도록 정하여야 한다.

2. 취수구는 언제나 계획취수량을 취수할 수 있고 취수구에 토사가 유입하거나 퇴적하지 않는 구조로 유지관리에 편리하여야 한다.

3. 취수구의 바닥높이는 배토문(排土門) 바닥 높이보다 0.5~1.0m 이상 높게 하여야 한다.

4. 취수구 유입속도는 0.4~0.8m/초를 표준으로 하고 취수구의 폭은 바닥높이에서 유입속도 범위가 유지되도록 결정해야 한다.

5. 제수문 측면에는 스크린을 설치하고 취수구로부터 유입한 수류를 원활(圓滑)하게 도수로까지 유입시키는 취수 유도수로를 설치하여야 한다.

6. 계획취수위는 도수로 기점으로부터 취수구까지의 손실수두를 계산하여 결정하여야 한다.

【해 설】

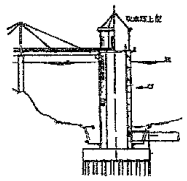
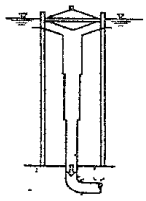
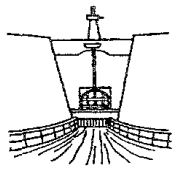
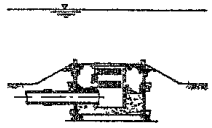
1. 취수언제·댐의 높이는 제일 먼저 취수위와의 관계를 고려하여 결정하여야 하며 그외에도 기초의 지지력, 저수지의 영향 및 토사의 유입정도 등도 고려하여야 한다.

또한 추운 지방에서는 저수면이 결빙하는 경우 얼음의 평균 두께를 고려해서 취수언제·댐의 높이를 결정하여야 한다.

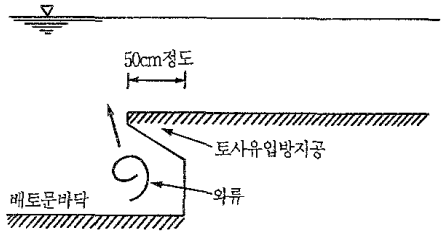
2. 취수구는 계획취수량을 취수하기 위하여 스크린, 제수문, 문주, 취수 유도수로, 배토구 및 여수토 등을 설치하여야 한다

취수구는 일반적으로 유심이 하안에 가깝고 충분한 수량을 유지할 수 있는 곳으로서 유심방향에 직각으로 설치하여야 하며 취수구 측면

<표 3.2> 호소, 저수지 취수시설의 비교

취수시설	취수탑		취수문	취수틀
	고정식	가동식		
개략도				
기능·목적	호소, 저수지의 대량취수시설로서 많이 쓰인다. 취수구의 배치를 고려하면 선택취수가 가능하다	저수지 등의 수심이 특히 깊고 일반적으로 철근콘크리트 구조의 취수탑 축조가 곤란한 경우에 많이 이용된다	취수구시설로 스크린, 취수문 또는 문비를 설치하여 일체가 되어 작동하게 된다	호소의 중·소량 취수시설로 많이 쓰인다 구조가 간단하고 시공도 비교적 용이하다 수중에 설치되므로 호소표면수는 취수할 수 없다
특징	수위변화가 많은 저수지에서도 계획취수량을 안정되게 취수할 수 있는 것이 특징이다	수위변동에 따라 표면수를 취수하는 것이 특징이다 필요에 따라 임의의 수심에서도 취수가 가능하다	호소상황, 취수위가 안정되어 있으면 공사 및 유지관리도 비교적 용이하여 안정취수가 가능하나 갈수시, 홍수시, 결빙시에는 취수량 확보조치 및 조정이 필요하다	단기간에 완성하고 안정된 취수가 가능하다
취수량의 대소	보통 대량취수에 적합하다	취수량의 대소에 관계없이 이용되고 있다	보통 소량취수에 쓰인다	보통 소량취수의 경우에 쓰인다
취수량의 안정상황	안정된 취수가 가능하다	좌와 같음	갈수기에 호소에 유입되는 수량 이하로 취수할 계획이면 안정 취수 가능.	보통 안정 취수가 가능하다
수위의 변화	보통 영향이 적다	좌와 같음	보통 수위변동이 적은 호소 등에 적합함	보통 영향이 적다 그러나 틀이 노출 안되도록 고려해야 한다
수질의 상황	수문 조작으로 선택 취수가 가능하므로 비교적 양질의 원수가 취수된다	선택취수의 가능으로 수온, 수질에 따라 취수가능	좌와 같음	호소의 수질변화에 직접 영향 받는다
수심의 상황	전혀 영향을 안 받으나 수심이 너무 깊으면 탑의 안전성 확보면에서 적당하지 않다	수심이 큰 경우에 적당하다	전혀 영향이 없다	영향없이 취수가능하나 일반적으로 수심이 깊으면 유지관리가 곤란하고, 비교적 얕은 장소에 적합하다

에서 발생하는 와류에 의하여 부상하는 토사의 유입방지 시설을 설치하는 것이 좋다.



<그림 3.3> 취수구 토사방지공

3. 일반적으로 하천수의 토사 함량의 수직분포를 보면 바닥으로부터 0.4 수심에서 급증하여 0.2 수심인 깊이에서 최대가 되므로 취수구의 바닥표고는 될수록 높게 하는 것이 바람직하다.

4. 취수구 유입속도는 하상상태, 하천유황, 함사량(含砂量), 탁도 등을 고려해서 정해야 하며 농업용수의 유입속도는 대개 0.6~1m/초로 하고 있으나 안전하게 하기 위하여 상수도에서는 0.4~0.8m/초 정도로 하는 것이 좋다. 취수구의 폭은 계획최대취수량의 유입이 가능하도록 정하여야 하며 취수량이 많을 때에는 취수구를 분할하여 2개 이상으로 하여야 한다.

대개 인력 인양식에서는 1~2m 폭, 기계 인양식에서는 3~5m 폭으로 한다.

5. 취수 유도수로는 취수구로부터 유입한 수류가 원활하게 도수로로 유입되도록 점차 감속시키는 접속부를 말한다.

6. 계획취수량을 제대로 도수로까지 유입시키기 위하여 취수구로부터 도수로 기점까지의 손실수두를 계산하여 필요 수두를 정해야 한다.

2.3.2 취수언제 · 댐의 애프론

취수언제 · 댐의 애프론(apron)은 다음 사항을 고려해서 설치하여야 한다.

1 취수언제 · 댐을 암반 이외의 지반에 설치할 경우에는 애프론의 길이가 하상의 세굴을 방지할 수 있도록 충분히 길어야 한다

2. 애프론의 두께는 30cm 이상이 되어야 한다.

3. 취수언제 · 댐을 넘쳐 흐르는 물의 힘을 감소시키기 위해서 애프론의 선단부에는 배플위어(baffle weir)나 톱니바퀴 모양의 위어를 설치하고 애프론의 중앙부에는 배플피어(baffle pier)를 설치한다.

【해 설】

1. 애프론의 길이는 하상의 세굴을 방지할 수 있도록 충분히 길어야 하며 연약지반 위에 취수언제(둑)을 설치하여야 할 경우에는 침투류를 고려해서 침투경로를 충분히 길게 하여 취수언제 · 댐에 위험을 주지 않도록 하여야 한다.

애프론의 길이는 식 3-1을 사용하여 계산할 수 있다.

$L = CH$ ……(3-1)

여기서,

L : 침투경로의 길이(m)

H : 댐의 낙차(m)

C : 계수(표 3.3 참조)

<표 3.3> 애프론의 길이 계산을 위한 C의 값

지질	입자의 크기	C 값
점토 혹은 매우 가는 모래	60% 이상이 0.15mm 체를 통과하는 것	18
가는 모래	80% 이상이 0.2mm 체를 통과하는 것	15
굵은 모래		12
자갈과 모래가 혼합된 것		9~5

2. 애프론의 두께는 크기에 따라 다르나 선례에 의하면 30cm 이상이 필요하다. 언제 · 댐이 높아서 월류수 유속이 클 때나 전석(轉石)이 생길 염려가 있는 경우에는 애프론의 두께가 충

분히 두꺼워야 한다. 연약지반상의 애프론에서는 부등침하를 방지하기 위해서 말뚝 또는 옥석(玉石)기초를 실시하여야 한다.

3. 언제·댐을 넘쳐 흐르는 물의 힘이 강한 경우에는 애프론의 선단에 배플위어나 톱니바퀴 모양의 위어를 설치하여 수세(水勢)를 감소시키고 하상의 세굴을 방지한다. 수심이 깊은 곳에는 배플피어를 설치해서 수세를 감소시킨다.

일반적으로 애프론 선단에는 하상의 세굴이 애프론의 하부에 미치는 영향을 방지하기 위하여 애프론 콘크리트 두께를 2배 정도로 하고 필요에 따라 차수벽을 설치하여야 한다 기타 취수언제·댐의 애프론시설에 대한 상세한 내용은 『하천시설기준』을 참조한다

2.3.3 취수언제·댐 지점의 하상보강

취수언제·댐지점의 하상보강을 위해서 애프론과 접하는 하류측 하상과 필요하면 상류측 하상에도 석축, 포장, 돌망태 등의 하상보강시설을 하여야 한다.

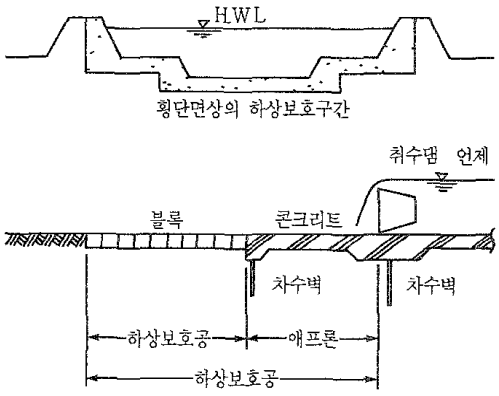
【해 설】

언제·댐의 기초가 양질의 암반인 경우에는 애프론이 접하는 하류측 하상에 석축, 포장, 목공침상(木工沈床), 콘크리트 블록 혹은 돌망태 등으로 하상을 보강하여야 한다.

하상보강공사를 실시한 후에는 홍수시에 유실되거나 손상되는 일이 없도록 항상 하상관리를 철저히 하여야 한다. 취수언제·댐의 상류부에도 하류부분과 마찬가지로 세굴을 방지하기 위하여 하상보강공사를 하여야 할 경우가 있다.

2.3.4 취수언제·댐의 가동위어

취수언제·댐에 가동위어(weir)를 사용하는 경우에는 계획홍수량을 침하시킬 수 있도록 그 크기와 문의 수를 결정하여야 한다.



<그림 3.4> 하상보호공

【해 설】

홍수량이 큰 하천에서는 완전월류언제·댐을 설치하여야 하고 월류수심이 깊어서 언제·댐에 작용하는 모든 하중이 크게 되므로 이들 큰 하중에 견딜 수 있도록 언제·댐을 축조하자면 큰 경비가 소요된다. 그런 경우 언제·댐의 일부에 가동위어를 설치하면 홍수량의 대부분을 유하시킬 수 있고 월류수심이 저하되어 매우 경제적이 된다.

또한 가동위어를 배사문(排砂門)으로 병용함으로써 모래·돌의 유하(流下)가 많은 하천에서는 배사의 역할도 담당하게 할 수 있다

가동위어의 가장 간단한 형태는 물반지나 기계식위어이며 일반적으로 테인터 게이트(tainter gate), 슬루스 게이트(sluce gate), 로울러 게이트(roller gate), 캐터필러 게이트(caterpillar gate) 등이 사용된다.

테인터 게이트는 수심이 별로 깊지 않는 경우에 가장 경제적이다.

슬루스 게이트는 활동면이 접촉하여 수밀성이 높으나 수심이 깊고 마찰 저항이 커서 수문을 올리는데 힘이 많이 요구되는 경우에는 로울러 게이트나 캐터필러 게이트가 적당하다.

로울러 게이트는 수심 6~15m를 표준으로 한다. 위어의 유량은 식 3-2, 3-3, 3-4를 사용하여 구할 수 있으며 월류수심과 월류공식의 계수값은 그림 3.5, 표 3 4와 같다.

1. 완전 월류위어의 경우

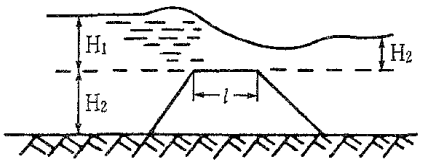
$$Q = mbH_1\sqrt{2gH_1} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3\text{-}2)$$

2. 불완전 월류위어의 경우

$$\frac{Q}{bH_1}\sqrt{2gH_1} = a\frac{H_2}{H_1} + \beta \cdots\cdots\cdots\cdots (3\text{-}3)$$

3. 잠수위어의 경우

$$Q = m'bH_2\sqrt{2g}(H_1 - H_2) \cdots\cdots\cdots (3\text{-}4)$$



<그림 3.5> 월류수심도

2.3.5 취수언제 · 댐의 부대설비

취수언제 · 댐에는 필요에 따라서 배사문, 어도(魚道), 유목로(流木路), 로크(locks) 등을 설치하여야 한다.

【해 설】

토사의 유하가 심한 하천에서는 배사문이 필요하다. 배사문은 가동위어의 하단보다 낮게 설치하며 슬루스 게이트가 많이 사용된다. 그러나 수압이 큰 경우에는 로울러 게이트나 캐터필러 게이트가 사용된다.

어도는 언제 · 댐의 일부에 개거구조의 낮은 경사를 가진 폭 2m 정도의 수로로 만들어지며 필요에 따라서는 수세(水勢)를 감쇄시키기 위하여 물반지모양의 칸막이나 콘크리트벽을 설치한다. 로크(locks)는 선박운항이 필요한 곳에 설치된다. 로크에 사용되는 게이트는 로울러 게이트가 많으나 수압이 낮은 곳에서는 슬루스 게이트도 좋다.

2.3.6 방조제

1. 해수가 역류할 가능성이 있는 곳에는 방조제를 설치하여야 한다.
2. 방조제의 높이는 현지의 최고 조수위 이상으로 하여야 한다.

【해 설】

1. 방조제는 하구 부근의 해수 역류의 가능성이 있는 곳에 설치되므로 일반적으로 연약지반상에 시공되는 경우가 많다. 구조는 취수언제 · 댐에 준하나 만조시에는 해수가 기초지반을 통하여 역류침투할 가능성이 있으므로 침투경로의 길이를 길게 하기 위하여 그라우트(grout)공법을 적용하여 차수벽을 만드는 것이 좋다.

<표 3.4> 월류공식의 계수

구분	단면형태	완전월류계수(m)	경계의 $\frac{H_2}{H_1}$ 값	불완전월류		경계의 $\frac{H_2}{H_1}$ 의 값	잠수위어 $\frac{m'}{m}$
				$\frac{\alpha}{m}$	$\frac{\beta}{m}$		
1	하류측경사 3/5 이하(상류측은 수직~3/4)	$0.31+0.23\frac{H_1}{H_d}$	0 60	0 030	1,018	0 7	2.6
2	하류측경사 1/1 정도(상류측은 수직~3/2)	$0.29+0.32\frac{H_1}{H_d}$	0 45	0.200	1,090	0 8	2 6
3	하류측경사 3/2 정도(상류측은 수직~3/1)	$0.38+0.37\frac{H_1}{H_d}$	0 25	0 124	1,032	0 8	2 6
4	장방형단면 $H_1/L<1/2$	0 35	2/3	-	-	2/3	2 6

또한 취수구를 방조제보다 어느 정도 상류에 위치시키는 것도 하나의 방법이다

방조제에 로크나 어도를 함께 설치하는 것이 일반적이며 특히 게이트나 강널말뚝 등이 염분에 의하여 부식되지 않도록 방지책을 강구하여야 한다.

2. 폭풍시의 파랑에 의한 역월류를 고려하여 방조제의 높이를 최고 조수위보다 50cm 이상 높게 하는 것이 안전하다.

2.4 취수탑

2.4.1 취수탑의 형상과 높이

1. 취수탑의 단면이 원형 혹은 타원형인 경우에는 장폭방향을 흐름방향과 일치하도록 설치하여야 한다.

2. 탑체의 상단은 하천, 호소 혹은 저수지의 계획최고수위보다 1~1.5m 이상 높아야 하며 도교(渡橋)의 하단은 계획최고수위보다 높게 위치하여야 한다.

3. 취수탑의 내경은 필요한 수의 취수구를 적당하게 배치할 수 있는 크기를 가져야 하며 홍수시에도 부력에 안전하도록 구조물 단면을 결정하여야 한다. 또한 취수탑은 기초지반이 견고한 지점에 위치하여야 한다

【해 설】

1. 취수탑의 단면을 원형이나 타원형으로 만들면 외관적으로나 구조적인 면에서도 좋다. 특히 타원형은 대형의 취수탑에 많이 채택되며 유수에 의한 저항을 줄이기 위해서 장폭방향을 흐름방향에 일치시킨다.

2 탑체의 상단은 계획최고수위보다 1~1.5m 이상 높아야 하나 도교의 구조 혹은 제방의 높이에 의해서 3~4m 정도 높아야 할 경우도 있다. 따라서 하천, 호소 혹은 저수지의 관리자와 충분한 협의를 한 다음에 결정하여야 한다. 댐에 취수탑이 부설될 경우에는 당연히 그 이상의 높이로 하여야 한다.

3. 철근콘크리트탑체의 내경은 취수구의 크기, 취수구의 수 혹은 취수구의 배치를 고려해서 결정하여야 하지만 이때에 종철근은 구조상 불안한 점이 생기지 않도록 균등하고 도중에 중단되지 않도록 배열하여야 한다

내경이 결정되면 외경은 구조상 필요한 벽두께를 더해서 결정할 수 있다

취수탑은 기초지반이 견고한 지점에 위치하여야 하며, 홍수시에도 부력에 안전하도록 구조물 단면을 결정하여야 한다.

2.4.2 취수탑의 구조

취수탑의 구조는 다음 사항을 만족시켜야 한다.

1. 취수탑은 우물통침하공법(sinking well method)에 의하여 시공할 경우에는 탑벽의 하단에 강판제의 커브슈(curb shoe)를 부착시켜야 하며 철근콘크리트벽의 두께를 두껍게 함과 동시에 배력철근을 충분히 배치하여야 한다.

2. 세굴의 위험성이 있는 경우에는 돌이나 콘크리트 등의 재료를 사용하여 취수탑 주위의 하상을 보강시켜야 한다.

【해 설】

1. 우물통침하공법에 의하여 취수탑을 시공할 경우에는 선단에 커브슈를 부착시켜야 하며 침하작업장에 예측하지 못했던 큰 압력이 생길 수도 있으므로 배력철근을 충분히 배치하여야 하고 또한 벽체도 안전성이 높도록 충분히 두껍게 만들어야 한다

2. 하천에 설치되는 취수탑 주위의 지반이 세굴될 위험성이 있을 만큼 약할 경우에는 돌부침, 콘크리트공, 침상(沈床) 등 적당한 하상보강공사를 실시하여야 한다.

2.4.3 취수탑의 취수구

취수탑의 취수구는 다음 각 항에 적합하게 만들어야 한다.

1. 계획최저수위의 경우에도 지장없이 계획취수량을 취수할 수 있도록 취수구를 위치시켜야 하지만 수위가 변하는 경우 여러 수위에서도 취수가 가능하도록 각각 다른 높이에 여러 개의 취수구를 설치해야 한다.

그러나 취수구를 많이 만드므로 취수탑체의 강도가 약해지지 않도록 특히 주의하여야 한다

2. 취수구의 형태는 장방형 또는 원형으로 하며 단면적은 하천의 경우 유입속도가 15~30cm/초, 특별한 경우나 호소 또는 저수지에서는 1~2m/초 정도가 되도록 정한다.

3. 취수구의 전면에 스크린을 설치하여야 한다.

4. 취수구에는 탑체 내측이나 외측에 슬루스 게이트, 버터플라이 밸브 등의 제수밸브를 설치하여야 한다.

5. 수면의 결빙시에도 취수에 지장을 주지 않도록 하여야 한다.

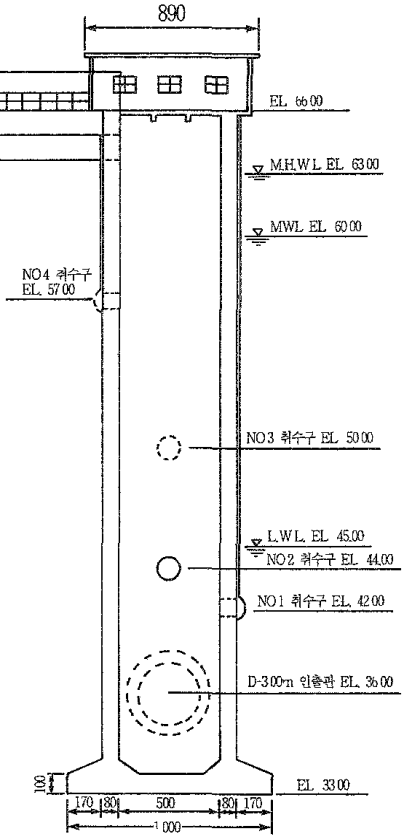
【해 설】

1. 최하단 취수구를 설계할 때에는 장래의 이상갈수, 그리고 하상의 저하를 고려하여 계획최저수위의 경우에도 계획취수량을 취수할 수 있도록 가장 먼저 고려하여야 하며 계획최고수위나 중간수위 등 각층으로부터도 소요량을 취수할 수 있도록 상부 및 중간부분에도 취수구를 설치하여야 한다. 특히 저수지나 호소 등에서는 가장 좋은 수질의 층으로부터 임의로 취수할 수 있도록 다단식 취수구를 설치할 필요가 있다. 또한 가동식 취수구를 설치하여 취수하는 방법도 있다

이밖에도 2.4.1과 2.4.2에서 설명된 사항을 고려하여 구조물의 강도면에서 문제점이 생기지 않도록 하여야 한다.

2. 취수구의 형태는 슬루수 게이트나 제수밸브의 모양과 관계가 있으므로 장방형이나 원형으로 하는 것이 좋다.

한편 유입속도가 크면 취수구의 단면이 작게 되는 대신 부유물이나 토사 등의 유입이 심하게 된다.

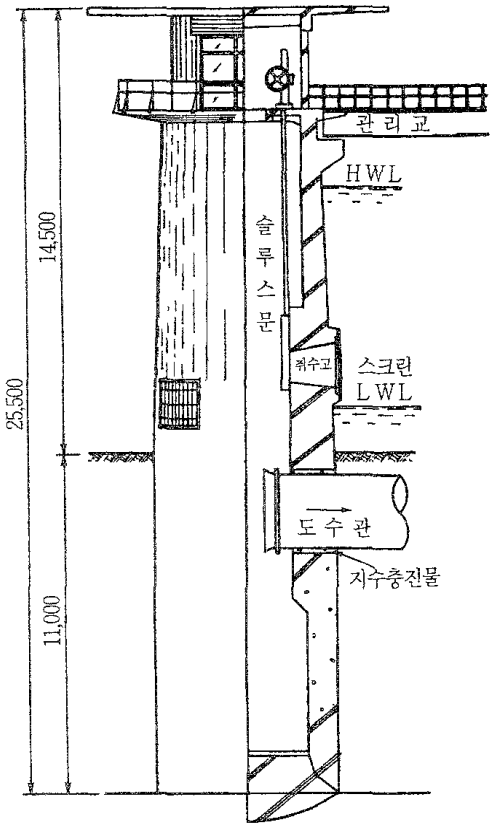


<그림 3.6> 울산 사연제 취수탑

따라서 수원별로 유입속도가 다를 수 있으며 토사유입의 가능성이 큰 하천에서는 유입속도를 15~30cm/초로 하고 토사유입의 가능성이 적은 저수지나 호소에서는 1~2m/초 정도로 증가시킬 수 있다.

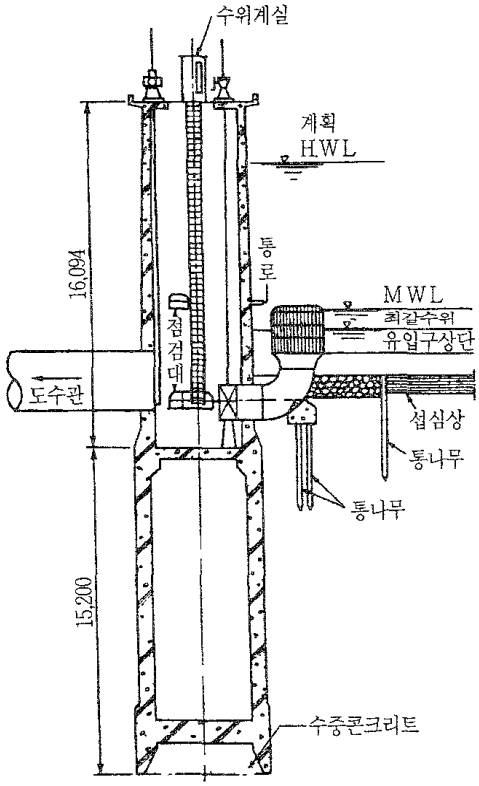
3. 취수구를 통하여 유입하는 큰 부유물을 제거하기 위하여 취수구 측면에 3~5cm 간격의 스크린을 사용한다. 스크린에 걸린 부유물은 기계장치에 의해서 제거되는 것이 보통이며 사고에 대비하기 위하여 예비스크린을 준비하는 것이 좋다

(A)

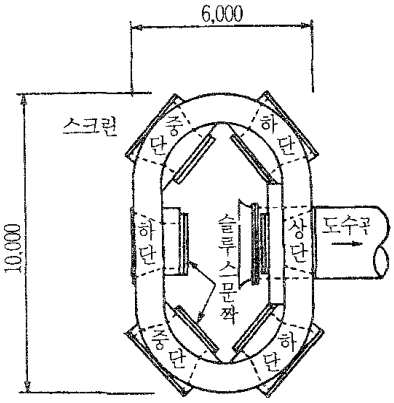


단면도

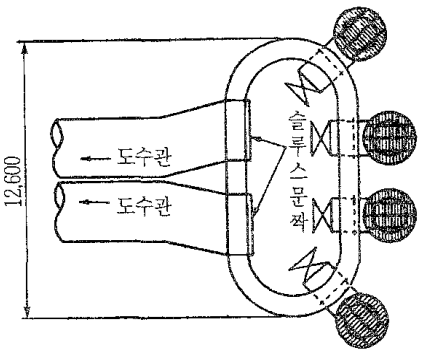
(B)



단면도

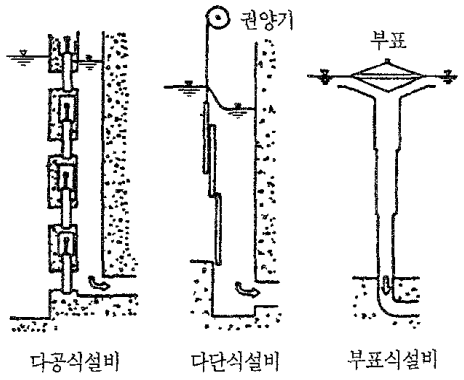


평면도



평면도

<그림 3.7> 취수탑 구조도



<그림 3.8> 취수구 형식

4. 슬루스 게이트 또는 버터플라이 밸브나 기타 제수밸브를 취수탑의 내측이나 외측에 설치하여야 하는데 하천에 위치하는 취수탑에서는 유목(流木) 등에 의한 충격이나 장해를 피하기 위해서 내측에 설치하는 것이 좋다.

그러나 호소·저수지의 취수탑에서는 외측에 설치하는 경우가 많다.

조작은 수동식 또는 전동식이 될 수 있는데 전동식인 경우에는 수동식도 겸해야 한다.

5. 추운 지방에서는 취수구 주위가 얼어붙어서 취수가 곤란한 경우가 있으며 그런 경우에는 필요한 수량을 취수하기 위해서 취수구 앞부분의 수중에 공기를 불어 넣어서 수면을 움직이든지 전열선을 사용하여 결빙을 방지할 필요가 있다.

2.4.4 취수탑의 부대설비

취수탑에는 전등설비, 피뢰침, 하안 연결용 도교(渡橋) 및 수위표를 설치하여야 한다

【해 설】

일반적으로 필요한 부대설비중에서도 하안과의 연결용으로 사용되는 도교는 제수밸브나 슬루스 게이트 등의 반출입시의 하중을 고려하여 설계하여야 한다.

또한 취수탑이 하천에 위치할 경우에는 유목 등에 대비하기 위해서 철근콘크리트제의 충격 방지말뚝 등을 상류측에 박을 필요가 있다. 또한 수위표를 취수탑의 외측에 설치한다.

2.5 취수문

2.5.1 취수문의 구조

취수문의 구조는 다음 조건을 만족시킬 수 있어야 한다.

1. 지반이 좋은 하안에 위치되어야 한다.
2. 문주(gate chamber)는 콘크리트, 철근콘크리트, 돌, 벽돌 등의 재료로 축조되어야 한다.
3. 문주에는 게이트나 물반지(stop planks)가 설치되어야 한다.
4. 게이트 혹은 물반지를 사용하는 경우 홈(grove)이 파손되는 것을 방지하기 위하여 수밀성이어야 한다.
5. 추운 지방에서는 적설, 결빙 등에 의하여 게이트의 개폐가 지장을 받지 않아야 한다.

【해 설】

1. 취수문은 상수도시설의 가장 앞쪽에 위치하는 중요한 구조물이며 이러한 시설에 사고가 생겨서 단수가 일어나면 수리하여 복구시키는데 큰 곤란과 시간을 요한다

그러므로 취수문은 지반이 좋은 곳에 설치되어야 하며 부득이한 이유로 사력층과 같은 연약지반 위에 축조되어야 하는 경우에는 기초공을 견고히 실시하여야 한다.

2. 문주(門柱)의 구조는 취수문 설치장소의 지형, 재료의 사정 등에 의하여 결정되며 돌, 벽돌, 콘크리트를 사용하여 축조할 수도 있으나 일반적으로 철근콘크리트로 축조한다.

3. 취수량의 조절은 게이트나 물반지를 사용하여 실시한다. 물반지에 비하여 게이트는 조작이 용이한 설비이나 소규모의 취수문에서는 물반지를 많이 사용한다

4. 문주는 게이트나 물반지와 접촉하는 부분으로 수밀성과 윤활성이 있어야 한다.

5. 추운 지방에서는 겨울에 적설이나 결빙 때문에 취수문이 제 기능을 충분히 발휘할 수 없는 경우가 있으므로 빙설의 제거가 용이하도록 주의해서 취수문을 설치하여야 한다.

2.5.2 게이트식 취수문의 구조

게이트식(gate type) 취수문은 다음 사항을 만족시킬 수 있는 구조이어야 한다.

1. 게이트는 목재, 주철, 강철제로서 수밀성이 보장되어야 한다.
2. 동력을 사용하여 취수문을 개폐시키는 경우에는 수동식으로도 개폐할 수 있는 구조를 겸하여야 한다.
3. 모래·돌의 유입이 많은 경우에는 수문의 상류에 물반지를 설치하여야 한다.

【해 설】

1. 게이트는 일반적으로 강철로 만들지만 크기와 사정에 따라서 주철이나 목재로 만드는 경우도 있다.

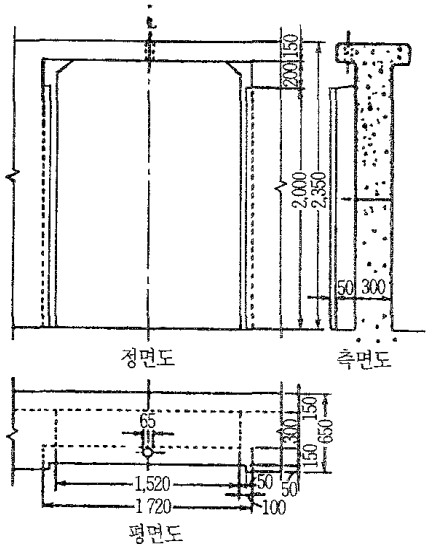
목재인 경우에는 내구성이나 강도를 고려해서 만들어야 하며 부상을 방지하기 위해서 납판이나 강철판을 장치한다든지 맨 위에 철근콘크리트 재료를 사용하는 것도 고려하여야 한다.

2 게이트를 열고 닫을 때에는 일반적으로 전동기나 내연기관 등의 동력을 사용하나 정전이나 고장에 대비하여 수동으로도 조작이 가능해야 한다.

또한 수동식인 경우에는 취수문의 폭을 3m 이내로 하는 것이 요망된다.

취수량이 적을 경우에는 한개의 수문을 사용하나 취수량이 많은 경우에는 취수문을 여러개로 나누어서 만든다.

3. 하천의 평수량에 대하여 취수량이 비교적 커서 모래·돌의 유입염려가 있는 경우에는 취수문 앞에 물반지를 설치해서 이 물반지를 조정함으로써 하천의 수량변동에 대처하고 이 물반지는 사력의 유입을 방지하는 데에도 유효하다.



<그림 3.9> 취수문의 일반구조
(단위 : mm)

2.5.3 물반지식 취수문의 구조

물반지식 취수문은 다음의 조건을 만족시킬 수 있는 구조이어야 한다

1. 물반지는 나무, 강철 등의 재료로 만들며 나무로 만드는 경우에는 부상을 방지하기 위하여 납 등 무거운 물체로 무게를 가해주어야 한다.
2. 수문의 크기는 조작의 어려움을 고려하여 정하여야 한다

【해 설】

1. 물반지의 재료가 강철인 경우에는 찬넬, I빔 등을, 목재인 경우에는 내구성과 강도가 높은 나무로 된 각재를 사용하는데 홍수시에 유석(流石)이나 유목이 부딪치는 장소에서는 목재를 사용하지 않는 것이 좋다

목재를 사용하는 경우에는 부상을 방지하기 위한 장치를 하여야 하는데 이를 위해서는 무게가 무거운 납판이나 강철판을 부착시켜야 한다. 또한 물반지는 최악의 경우 함수율이 높은

토사의 토압을 한쪽만 받을 때도 있으므로 이에 충분히 견딜 수 있는 강도로 설계하여야 한다.

2. 물반지식 수문은 일반적으로 수동으로 조작되므로 조작이 용이하도록 수문의 폭을 정할 필요가 있으며 통상 약 3m 이내로 한다.

2.5.4 취수문 스크린의 구조

스크린(screen)은 협잡물, 유목, 유빙 등의 유입을 방지하기 위하여 취수문 앞 상류측에 충분한 크기로 경사지게 설치하여야 하며, 가능하면 취수문 전방에 부상식 스크린을 설치하여 하천에 부유하는 비닐, 유목 등의 유입을 억제토록 한다.

【해 설】

수문의 상류측에 5cm 정도의 간격을 가진 눈이 크고 견고한 스크린을 윗부분에서 하류측을 향하여 경사지게 설치한다.

스크린의 청소가 용이하도록 설계시에 미리 고려하여야 하며 교대로 사용할 수 있도록 예비스크린을 준비하는 것도 좋다

2.5.5 취수문의 크기와 유입속도

취수문을 통한 유입속도가 0.8m/초 이하가 되도록 취수문의 크기를 정하여야 한다.

【해 설】

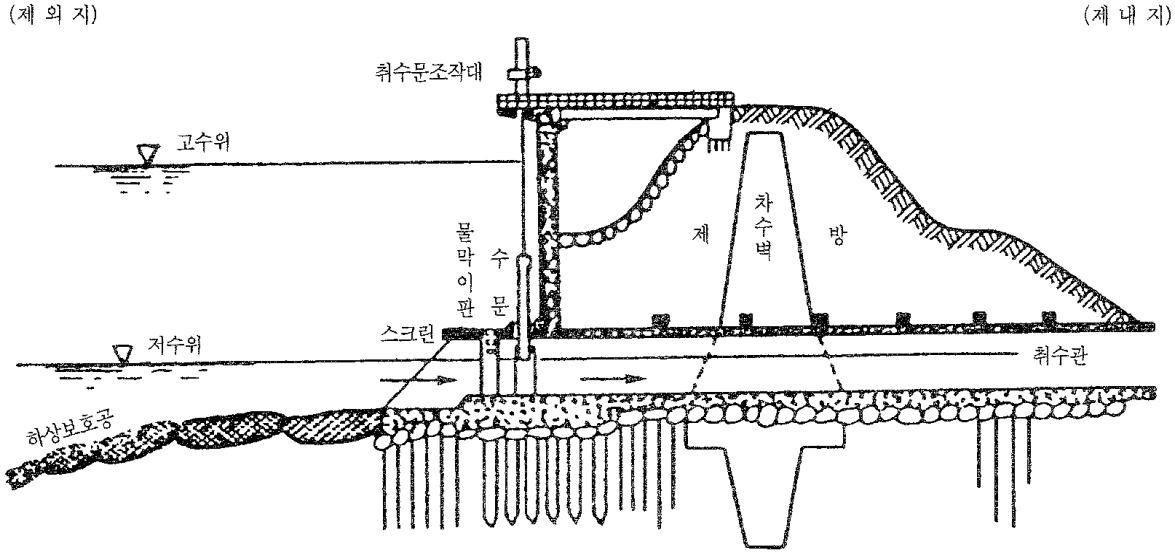
취수문에서의 유입속도가 너무 크면 모래나 잔자갈 등이 유입될 염려가 있으므로 이 점을 고려해서 취수문의 크기를 결정하여야 한다 큰 하천에서 소량의 표류수를 취수하는 경우에는 어느 정도 유입속도를 크게 해도 되겠지만 반대로 갈수기에 취수하는 경우에는 유입속도를 1m/초 이하로 하여야 한다.

2.5.6 취수문의 모래제거시설

취수문의 유사시설(sand trap)은 다음 조건을 만족시킬 수 있어야 한다.

1 취수구와 침사지간의 수로가 긴 경우에는 필요에 따라서 유사시설을 두어야 한다.

2 유사시설은 취수구 가까이 위치하여야 하며 침전된 모래를 쉽게 제거할 수 있는 구조로 만들어야 한다.



<그림 3.10> 취수문 구조도

【해 설】

1. 하천에 설치되는 취수문의 직하류(直下流)에는 홍수시에 자갈이나 굵은 모래가 침전하여 취수를 어렵게 하는 경우가 많다 그런 경우에는 침사지가 취수문 부근에 설치되어야 하는데 그렇게 하는 것이 곤란할 때도 있다. 그런 경우에는 소규모의 제사(除砂)설비가 필요한데 이것을 유사시설이라 한다.

2. 유사(溜砂)시설의 설치장소는 취수문에 가까운 하류인데 침전된 자갈이나 굵은 모래를 쉽게 제거할 수 있도록 설계되어야 한다.

유사시설은 2개의 실(室)로 나누어져 있어서 상호 교대로 모래를 제거할 수 있게 한다. 배사로(排砂路)는 급경사로 유수력을 이용하여 배사할 수 있게 하거나 혹은 배사장치를 설치할 수도 있다.

2.6 취수관거

2.6.1 취수관거의 취수구 구조

취수관거의 취수구 부분의 구조는 다음에 열거된 조건을 만족시켜야 한다

1. 취수구 상류측에 조절용 물반지를 설치한다.

2 스크린을 설치하여야 한다 물반지가 설치될 경우에는 스크린을 그 하류측에 설치하여야 된다

3. 물반지나 스크린과 함께 필요에 따라서 유사(溜砂)시설을 사용할 경우에는 그 상단이 홍수위와 같은 높이로 되어야 하고 맨홀을 가진 슬래브(slab) 구조이어야 한다.

4. 관거유출 수로상단은 갈수위보다 30cm 정도 낮아야 하며 관거내면의 바닥은 물반지의 바닥보다 낮거나 같은 높이에 위치하도록 포설되어야 한다.

5 물반지 개구부분의 유수단면적은 갈수위 때의 관거단면적의 2~3배가 되어야 한다.

【해 설】

취수관거는 연간을 통해서 갈수량과 갈수위가 일정한 값 이상이며 그 변화가 작은 호소에 적합하다

1. 취수관거 취수구의 상류측에 물반지를 설치하여 하상의 변동에 대응하므로 토사유입이 일어나지 않도록 그 높이를 조절한다

2 스크린은 큰 부유물의 유입을 방지하기 위해서 설치되며 평강(平鋼)이나 강봉(鋼棒)을 5~10cm 간격으로 배열해서 만드는 것이 보통이고 자갈의 유입을 방지하려면 5cm 이하가 바람직하다

3 취수관거가 긴 경우에는 유입된 모래가 취수관거내에서 침전할 염려가 있으므로 유사시설을 설치하여야 한다. 유사시설의 깊이는 30~50cm, 길이는 3m 정도가 보통이며 상단은 관리상 홍수위와 같은 높이로 하며 맨홀을 가진 슬래브구조로 하여야 한다.

4 최대갈수위 때에도 계획취수량을 확보할 수 있도록 취수관거의 유입구 상단이 갈수위보다 30cm 낮게 취수구를 위치시켜야 한다. 특히 하상이 저하할 가능성이 있는 하천에서는 그 저하량을 추정해서 그만큼 더 낮게 설치하여야 한다.

취수관거가 하상보다 낮게 설치될 경우에는 물반지를 설치할 필요가 있으며 하부높이는 관거내부 바닥보다 높거나 같은 위치이어야 한다

5 물반지부분은 취수관거의 최초 유입구부분이 되므로 관거내로 모래 등이 유입되는 것을 방지하기 위하여 유입단면적이 커야 한다. 그러기 위해서는 갈수위의 경우 관거 단면적의 2~3배가 되도록 하는 것이 표준이며 물반지부분에서는 일반적으로 자연유하식으로 하고 평균유속은 0.6~1.0m/초로서 관거내 평균유속의 1/2~1/3이 된다.

2.6.2 취수관거의 제방횡단과 보호공

1. 취수관거가 제외지에 포설되거나 제방을 횡단하는 경우에는 그 매설깊이와 길이 그리고 공법에 관하여 관계당국과 상세히 협의하여 결정하여야 한다.

2. 제방을 횡단하는 취수관거는 시공 후의 영향을 고려하여 충분한 보호공을 설치하여야 하며 사고시에 대비하여 관거를 2조 부설하는 것이 바람직하다.

3. 세굴의 영향을 받는 제외지에서는 취수관거 주위의 하상을 보강하여 취수관거를 보호하여야 한다.

4. 관이 제방의 비탈면을 따라 횡단하는 경우에는 원칙적으로 계획제방단면 외에 여분의 성토를 한 후 횡단하여야 하며 충분한 보호공을 하여야 한다. 또 사용하는 관은 내압과 외압에 대하여 충분한 강도가 있어야 하고 사고 등으로 제방에 나쁜 영향이 없도록 하여야 한다.

【해 설】

1. 하천을 수원으로 하는 경우에 취수관거를 제방을 횡단하여 부설하기 위해서는 하천관리자의 허가를 받아야 하며 제방의 유지관리에 영향을 주지 않는 공법을 채택하고 관계관청이나 관계인들과 충분한 협의를 거친 후 결정하여야 한다.

2. 제방은 성토하여 축제하는 것이므로 될 수 있는대로 취수관거가 성토부분을 횡단하지 않도록 하여야 하며 원 지반내에 매설하여 제방을 횡단시키는 것이 바람직하다.

제방을 잘라서 횡단시키는 경우에는 시공 후 제방에 악영향을 주지 않도록 차수공을 설치하여 누수가 일어나지 않도록 하여야 한다. 또한 복구가 곤란한 장소에서는 파손이 생기지 않도록 충분히 견고한 기초 위에 취수관거를 구조상 견고하게 매설하여야 하며 2조의 관거를 부설함이 바람직하다.

3. 제외지에 취수관거를 매설하여야 할 경우에는 하상에 평행하게 매설하거나 직각으로 매설하든 간에 홍수시의 하상세굴에 의하여 피해를 받지 않도록 그 구조를 특히 견고하게 하여야 하며 취수관거 주변에는 돌망태, 침상(沈床), 콘크리트 등으로 하상 보강시설을 하여야 한다.

4. 관은 지형 등으로 부득이할 때를 제외하고 제체 외에 타설하여야 하며 성토로써 충분한 피복을 하여야 하나 제방의 상태에 따라서는 철근콘크리트로 피복하는 구조로 하여 관을 보호하여야 한다. 또 성토부분의 호안공(護岸工)으로서 비탈면 보호공도 하여야 한다.

관은 내압과 외압에 견딜 수 있는 강도를 가진 강관, 닥타일관, 주철관, 흄관 등을 사용하고 관내경은 성토에 의하여 제방에 끼칠 수 있는 나쁜 영향을 줄이기 위하여 될 수 있는 한 600mm 이하의 관을 사용하는 것이 좋다.

부득이 하천관리자와 협의하여 제체 내에 관을 타설할 경우에는 양수펌프에 의한 압력이 직접 작용하여 제방에 나쁜 영향을 미치지 않도록 하기 위하여 펌프와 제방 사이에 압력조절 탱크를 설치하여 정수압상태로 제내지에 송수할 수 있는 방안을 세우는 것이 바람직하다.

2.7 취수틀

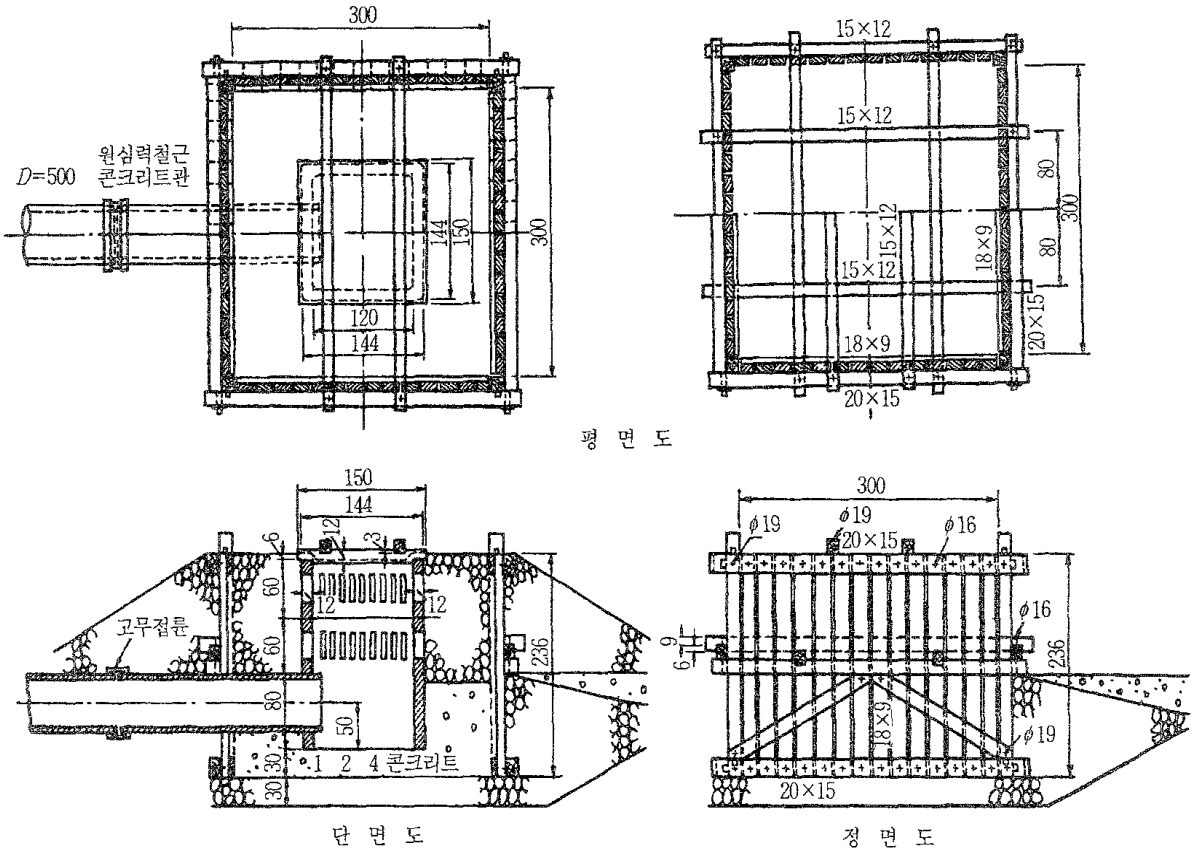
2.7.1 취수틀의 구조

취수틀의 구조는 다음 각 항을 만족시켜야 한다.

1. 취수구의 높이는 수심이 깊은 곳에서는 바닥에서부터 1m 정도에 취수틀의 상단이 위치하도록 하고 수심이 얕은 곳에서는 바닥보다 0.3~1.0m 깊게 매설한다.

2. 취수구의 주위는 각재나 콘크리트 블록으로 보호하여 그 주위를 견고한 목재틀이나 철근콘크리트 틀로 다시 보호한다. 틀의 내외부는 석축이나 콘크리트말뚝으로 보호한다.

3. 취수구의 크기는 하천의 경우 유입속도가 15~30cm/초, 특별한 경우나 호소의 경우에는 1~2m/초가 되도록 정하여야 한다.



<그림 3.11> 취수틀 구조도

【해 설】

1. 취수틀의 취수구 위치는 취수에 지장이 없도록 한다.

2. 취수구가 쉽게 손상되거나 토사의 유입으로 인해서 쉽게 막힐 염려가 있는 경우에는 보호를 위한 대책을 세워야 한다

3. 하천에 위치될 경우에는 홍수시 모래, 자갈 등의 유입을 막기 위해서 유입속도를 15~30cm/초로 하고 호소와 같이 탁도가 적은 수원에서는 1~2m/초로 한다.

2.8 지하수의 취수시설

지하수는 지층수와 암장수의 형태로 존재하며 이들의 취수를 위해서는 다음과 같은 취수시설이 이용된다.

1. 집수매거
2. 얕은 우물
3. 깊은 우물
4. 용천수 취수
5. 강변여과수 취수

【해 설】

1 복류수는 하천수(호소수)나 하상(호소상) 또는 그 부근 지하에 흐르는 물로서 이를 취수하는 데는 주로 집수매거가 이용되며 얕은 우물을 이용하는 경우도 있다

2. 지층수 중에는 자유지하수와 피압지하수가 있으며 자유지하수는 지하의 가장 얕은부에 있는 모래나 자갈 등의 지층 중에 함유된 지하수로서 강수량의 변동에 의해서 수위가 변동되며 수량자체도 증감된다 또한 대수층이 지표에서

얕기 때문에 지상으로부터 오염되기 쉽다.

자유지하수의 취수시설로는 얕은 우물이 일반적으로 이용된다.

3. 피압지하수는 대수층이 불투수성 지층에 의해서 눌려 있기 때문에 압력을 받으며 경우에 따라서는 지상으로 분출되는 때도 있다.

피압지하수는 주로 모래·돌과 같은 공극을 갖는 지층내에 존재하며 수온은 연간 일정하며 일반적으로 수질도 양호하다. 피압지하수의 취수시설로는 깊은 우물이 이용된다.

4 용천수는 지층수·암장수가 지표로 용출되는 특이한 지하수로 집수정으로 취수가 가능하다. 지하수 취수방법으로 잘 이용되고 있는 이들 시설의 특성과 구조에 대한 특징은 표 35와 같다.

5. 강변 여과수 취수는 강둑에 집수정을 설치하여 취수하는 방식으로 집수정의 위치에 따라서 표류수와 지하수가 적당량씩 혼합된다

이 경우는 하천수를 직접 취수하여 상수원으로 이용하는 방법보다는 유기물질이 60~70%가 제거된 보다 깨끗한 원수를 확보할 수 있다

2.9 집수매거

2.9.1 집수매거의 구조

1. 집수매거는 철근콘크리트로 만들어진 유공관거(有孔官渠)로서 그 단면은 원형 혹은 장방형으로 한다
2. 집수매거가 세굴의 영향을 받는 제외지에 설치될 때에는 나무 혹은 철근콘크리트로 된 틀을 설치해서 보호하여야 하며 하상보강공사를 실시하여야 한다.

【해 설】

집수매거는 주로 하천의 제내지나 제외지 혹은 호소부근에 매설되어 복류수를 취수하기 위하여 사용된다

1. 집수매거는 철근콘크리트로 만들며 관거의 단면은 원형이 가장 많이 사용되나 정방형이나 장방형도 사용될 수 있으며 유공관거이다.

관거의 내경은 포설 후에 점검, 수리 등 유지관리의 편리를 고려해서 600mm 이상으로 하는 것이 요망된다. 관거의 길이는 현장에서 만드는 경우 60~100cm가 보통이며 최근에는 원심력 철근콘크리트관을 사용하게 되어 길이를 주문에 따라 임의로 제작한다.

2. 제외지가 세굴될 염려가 있는 경우에는 관거가 이동되는 것을 방지하기 위하여 목재나 철근콘크리트로 된 보호틀을 설치하여야 하며 하상보강공사를 실시하여 세굴이 일어나지 않도록 한다 또한 기초지반이 불량한 장소에서는 관거의 부등침하를 방지하기 위하여 통나무 등을 사용하여 기초공을 하여야 한다.

2.9.2 집수매거의 방향

집수매거의 방향은 통상 복류수의 흐름방향에 직각이 되도록 한다.

【해 설】

복류수의 흐름방향과 직각이 되도록 집수매거를 매설하면 취수하는 데에 유리하나 용지의 제약이나 지형상의 문제로 복류수의 흐름방향과 직각이 되도록 매설할 수 없는 곳도 있으며 복류수가 풍부한 곳에서는 흐름방향과 평행방향으로도 집수매거를 매설할 수 있다. 많은 량의 물을 취수할 경우에는 집수매거의 본관에 수개의 지관을 분기하여 사용할 수 있다.

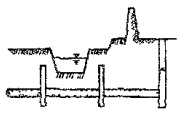
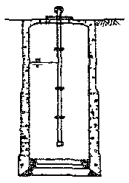
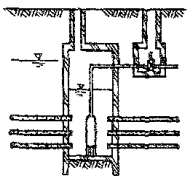
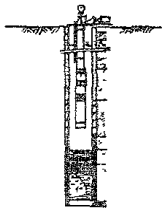
2.9.3 집수매거의 매설깊이

집수매거의 매설깊이는 5m를 표준으로 하나 지질이나 지층의 제약으로 부득이한 경우에는 그 이하로 할 수도 있다.

【해 설】

집수매거를 너무 얕게 묻으면 지표수의 영향을 많이 받게될 염려가 있으므로 매설깊이의 표준을 5m로 하되 불투수층이 얕게 위치할 경

<표 3.5> 지하수 (복류수 포함) 취수시설

취수시설	집수매거	얕은우물		깊은우물
		얕은우물	방사상집수정	
개략도				
기능·목적	제내지, 제외지, 구하천부지 등의 복류수를 취수하는 시설	제내지 또는 제외지에 설치한다 우물을 파거나 케이싱을 설치한다 바닥 또는 측면으로 취수된다	제내지 또는 제외지에 설치한다 대구경으로 바닥 부근에 다공집수관을 방사형으로 설치한다 일반 얕은 우물에 비해서 다공집수관을 설치한 만큼 집수면적이 크다	피압지하수를 양수하며 케이싱의 구경은 150mm~400mm의 것이 많다 양수방법은 거의 수중모터펌프에 의한다
특징	복류수의 유황이 좋으면 안정된 취수가 가능하며 비교적 양호한 수질이 기대된다. 지상구조물이 축조되지 않는 경우의 취수시설로서 유효하다 얕은 때는 노출, 유실의 우려가 있음	간이취수방법이다	다공집수관의 위치가 깊으므로 자연정화작용이 기대되어 오탁이 진행되고 있는 하천 등에 유리하다. 일반 얕은 우물에 비해서 다량의 취수가 가능함	양수되는 지하수는 일반적으로 수온, 수질이 안정되어 있다
취수량의 대소	보통은 소량취수에 쓰인다	보통은 소량취수에 쓰인다	보통은 소량취수에 쓰이나 대수층이 두꺼운 때는 중용량취수에도 쓰인다	우물로서는 비교적 다량의 취수에 이용된다
취수량의 안정상황	하천바닥에 묻혀 있기 때문에 관리가 어렵고 막혀서 취수가 불량할 때가 있다	비교적 안정된 취수가 가능하다	과잉취수가 없으면 안정취수가 가능하다	안정된 취수가 가능하다
하천의 상황	유황의 영향이 비교적 적다	영향이 거의 없다	좌와 같음	보통은 관계가 없다
하천 유심의 상황	보통은 영향이 적으나 유심이 안정되어 있는 곳이 바람직하다	좌와 같음	보통은 영향이 적다	관계 없다.
수심의 상황	보통은 영향이 적다	좌와 같음	좌와 같음	좌와 같음
토사유입 등의 상황	침투된 물을 취수하므로 토사유입은 거의 없고 대개는 수질도 좋다	좌와 같음	보통은 양질의 물을 얻는다	보통은 없다

우에는 불투수층을 제거하거나 하류에 보를 막아 인위적으로 필요한 매설깊이를 확보하여 매설토록 하고 하층에서 중금속이 유입될 경우는 얕게 매설하되 필요한 깊이를 확보하여야 한다.

집수매거 부설지점이 암반인 경우는 집수매거 설치 단면의 터파기 경사를 완만하게하여 영향반경을 크게 하여야 하며, 사력층인 경우는 복류수의 유입이 원활하므로 관부설공사에 적합하도록 터파기 경사를 결정하여야 한다.

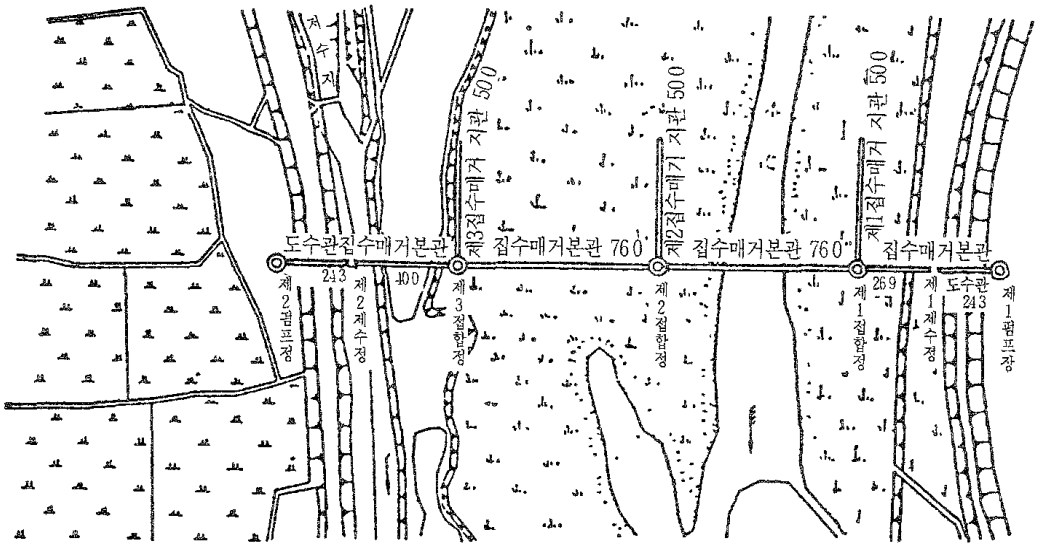
2.9.4 집수매거의 길이와 양수량공식

> 집수매거의 매설 깊이는 시굴정의 양수시험결과에 따라서 정해야 하며 집수공에서의 유입속도가 3cm/초 이하가 되어야 한다.

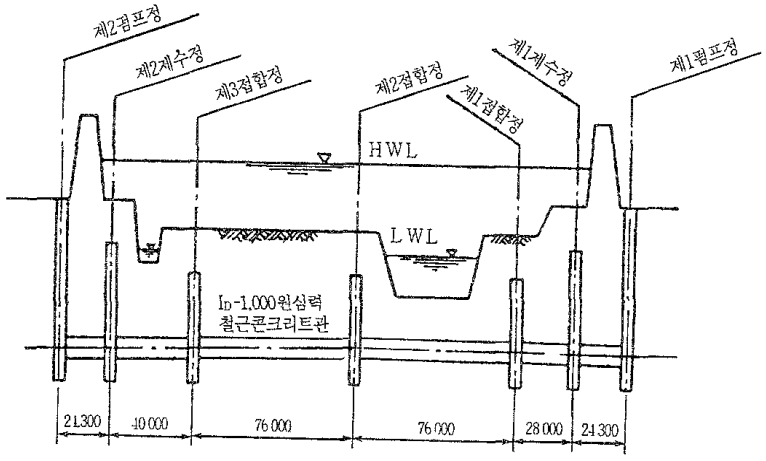
【해 설】

시험용굴착우물을 사용하여 제2장 5.3에서 설명된 양수시험을 실시한 다음 그 자료로부터 집수매거의 조건에 가장 적합한 수리공식을 사용하여 집수매거의 길이를 정한다.

또한 집수매거의 길이를 결정할때 모래가 유입하여 집수공을 막지 않도록 유입속도를 3cm/초 이하로 제한해야 하며 다른 하천에서의 실

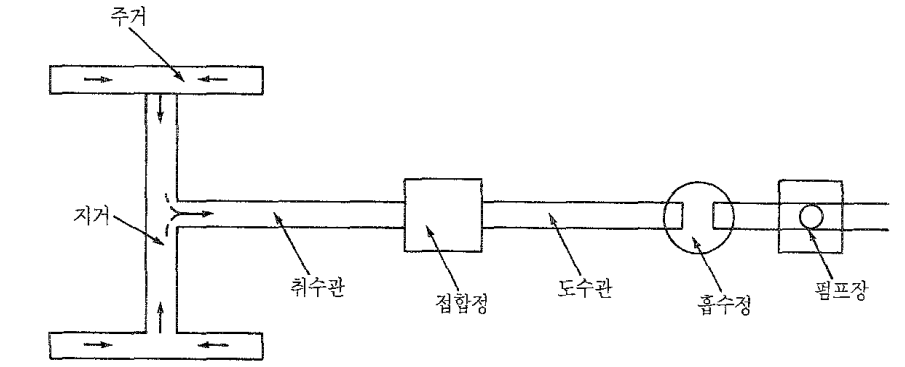


(A) 평면도

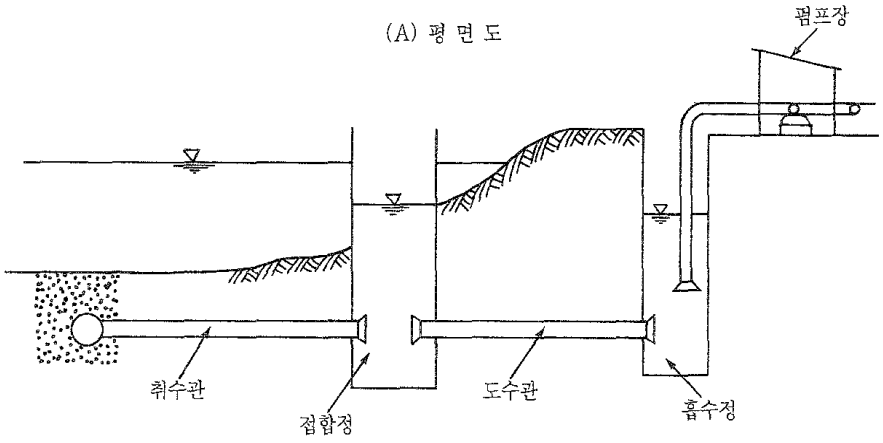


(B) 종단도

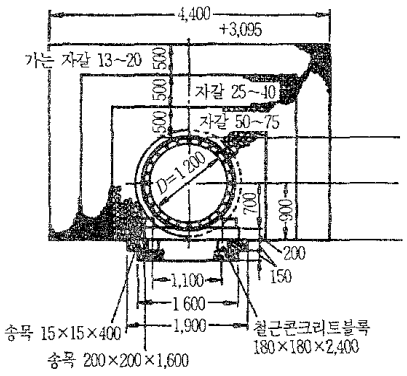
<그림 3.12> 집수매거 참고도 (단위 : mm)



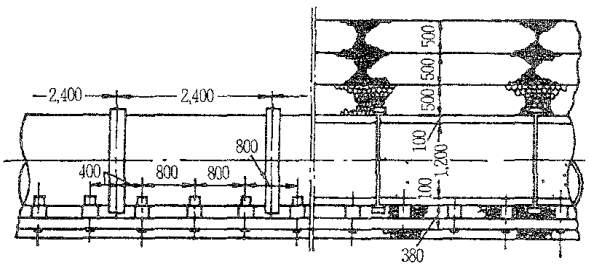
(A) 평 면 도



(B) 측 면 도



(C) 횡단면도



(D) 종단면도

<그림 3.13> 집수매거 구조도

례를 참고하여 결정하면 좋다.

집수매거의 양수량 공식은 다음과 같다.

1. 자유수면 지하수

1) 수평의 불투수층위에 집수매거를 설치하여 복류수가 집수매거의 양측으로부터 유입하는 경우(그림 3.14 (A) 참조)

$$Q=\frac{KL(H^2-h_0^2)}{R} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3\text{-}5)$$

위 식에서

Q : 양수량(m^3/초)

K · 투수계수(m/초) (표 3 6 참조)

H : 대수층의 두께(m)

h_0 집수매거내의 수면과 불투수층간의 높이 차(m)

<표 3.6> 각종 지질의 투수계수 (K)

종 류	입자 크기(mm)	K(cm/초)
점 토	0 00~0 01	-
실 트	0 01~0 05	-
아주 가는 모래	0 05~0 10	-
모 래	0 10~0 25	0 016
중 간 모 래	0 25~0.50	0 086
굵 은 모 래	0 50~1 0	0 34
잔 자 갈	1 0~5 0	2 8

2) 매거바닥이 불투수층에 도달하지 않았으나 불투수층까지의 깊이가 얕을 때(그림3 14(B) 참조)

$$Q=\frac{KL(H^2-h_0^2)}{R}\cdot\sqrt{\frac{t-0.5r_0}{K}} \cdots\cdots (3\text{-}6)$$

위 식에서

r_0 · 매거반경(m)

h 매거수위에서 불투수층까지의 깊이(m)

t · 매거내 수심(m)

3) 불투수층이 깊고 매거바닥에서 취수할 때 (그림 3.14(C) 참조)

$$Q=\frac{\pi KL(H-h_0)}{2.3\log(2R/r)} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3\text{-}7)$$

원 지하수면은 수평인 것으로 가정하고 있으나 실제 지하수면이 경사지고 있으며 집수매거로 인한 배수의 영향도 생기게 되므로 집수매거의 길이가 짧을 때에는 H를 수평으로 보아도 되나 길어지면 H 및 h_0가 장소에 따라 달라지므로 집수매거의 길이를 적당하게 분할하여 계산하여야 할 때도 있다.

2. 하상내의 매거(그림 3.14(D) 참조)

$$Q=\frac{2\pi K\{H+a-(P_0/w_0)\}}{2.3\log(4a/d)} \cdots\cdots\cdots\cdots (3\text{-}8)$$

위 식에서

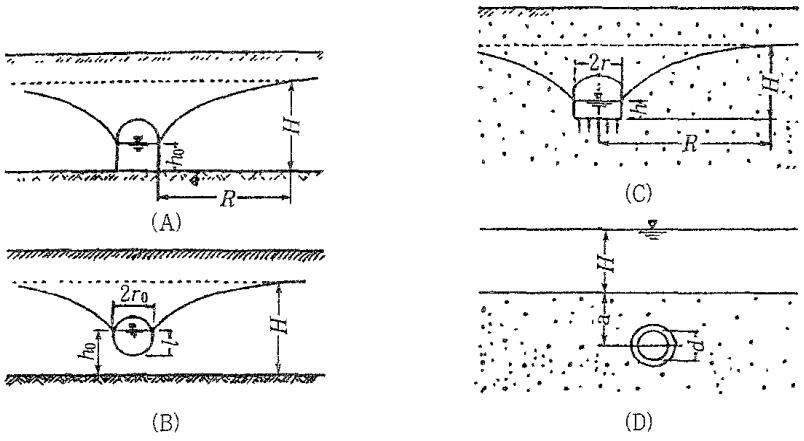
d . 매거 지름(m)

H · 투수층상의 수심(m)

a . 하상으로부터 매거중심까지 깊이(m)

P_0 : 매거내 수압(t/m^2)

w_0 : 물의 단위중량(t/m^3)



<그림 3.14> 복류수 유입 설명도

Q : 매거단위길이당 유입량(m^3/초/m)

2.9.5 집수매거의 집수공

집수매거의 집수구멍의 직경은 10~20mm로 하며 그 수는 관거 표면적 $1m^2$ 당 20~30개 정도로 한다

【해 설】

집수공의 직경이 크면 모래가 유입할 위험성이 있고 너무 작으면 모래에 의해서 막히거나 유입속도가 너무 높을 위험성이 있으므로 10~20mm로 하는 것이 좋으며 그 수는 $1m^2$당 20~30개 정도로 한다

집수공이 막히는 것을 방지하기 위하여 집수공의 직경이 외측은 작고 내측은 크게 되도록 하는 방법이 있다

유입속도를 3cm/초 이하로 줄이기 위하여 집수공의 단면을 타원형으로 하여 구멍의 면적을 증가시키는 방법도 있다. 최근에는 원심력 철근콘크리트관을 집수관거로 많이 사용한다

2.9.6 집수매거의 경사와 관내의 유속

집수매거는 수평 혹은 1/500 이하의 완만한 경사로 매설되며 관내의 유속은 집수매거 유출단에서 1m/s 이하가 되도록 유지되어야 한다

【해 설】

집수매거의 경사는 보통 수평 혹은 1/500 이하의 완만한 경사여야 한다

또한 집수매거내의 유속은 집수매거의 크기, 집수공에서의 유입속도 등에 관계되나 집수매거 유출단에서 평균유속이 1m/s 이하가 되어야 한다

2.9.7 집수매거의 이음과 되메우기

1. 집수매거의 이음은 수구-삽구식(受口-插口式) 혹은 칼라(collar)식으로 한다.
2. 집수매거의 주위에는 안쪽에서 바깥쪽으로 굵은 자갈, 잔 자갈, 굵은 모래의 순으로 각각의 두께가 50cm 이상이 되도록 채운 다음 그 위에 되메우기 한다.

【해 설】

1. 집수매거의 이음은 수구-삽구식이나 칼라식이음으로 하는 것이 보통이며 이음 부분을 밀폐시키지 않음으로써 이음부분을 통해서 복류수가 유입하도록 한다.

2 집수매거의 둘레에는 모래의 유입을 방지하면서 복류수의 유입을 원활히 하기 위하여 내측부터 굵은 자갈, 잔 자갈, 굵은 모래를 각각 50cm 이상의 두께가 되도록 채운 다음 되메우기를 한다.

2.9.8 집수매거의 접합정

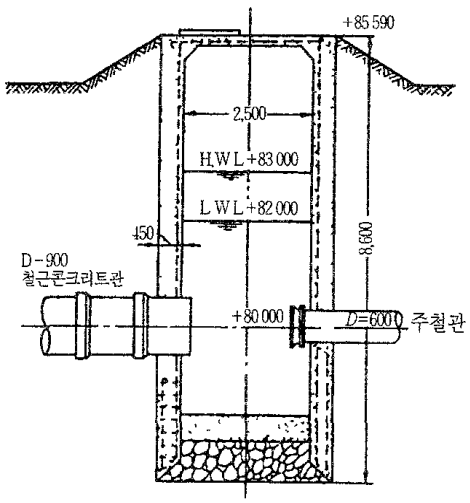
1. 집수매거에는 종점, 분기점 기타 필요한 장소에 접합정을 설치하여야 한다
2. 접합정의 내경은 1m 이상이 되어야 하며 철근콘크리트로 만들되 수밀구조가 되어야 한다.

【해 설】

1. 집수매거의 점검과 수리 등의 편의를 위하여 집수매거의 종점, 분기점, 굴곡점 기타 필요한 장소에 접합정을 설치한다.

2 접합정의 내경은 청소가 용이함은 물론 집수매거내의 점검과 모래의 반출에 편리하도록 1m 이상이 되어야 한다 또한 지표수나 하수가 침투하는 것을 방지하기 위하여 수밀성 철근콘크리트 구조로 하고 맨홀을 설치하는 것이 보통이다

그리고 집수매거내에 수위상승 및 하강에 의한 접합정내에 수위변동이 용이하도록 접합정의 환기가 가능한 구조가 되도록 한다



<그림 3.15> 접합정 구조도
(단위 : mm)

그 외 접합정의 바닥을 얕은 우물 구조로 해서 집수할 수도 있다

2.10 얕은 우물

2.10.1 얕은 우물의 형상과 구조

얕은 우물의 형상과 구조는 다음 사항을 만족시켜야 한다.

1. 우물의 단면은 원형 또는 타원형이며 철근콘크리트로 만든다.
2. 우물의 바닥으로부터 집수하는 경우 우물바닥에서 불투수층까지의 높이가 우물 외경의 1/4 이상이 되어야 한다
3. 우물의 바닥으로부터 집수하는 경우 우물의 바닥에 단단하고 깨끗한 자갈을 깔아야 한다. 자갈층의 두께는 90cm 정도로서 하부에서부터 순차적으로 직경 2~3cm의 잔자갈, 직경 3~4cm의 중간자갈, 직경 4~5cm의 굵은 자갈을 각각 30cm 정도의 두께로 깔아야 한다.
4. 우물침하공법에 의하여 시공되는 얕은 우물은 그 하단에 강판제의 커브 슈(curb shoe)를 붙여야 하며 철근콘크리트벽의 두께를 두껍게 할뿐만 아니라 배력철근을 충분히 배치하여야 한다.
5. 우물의 측벽으로부터 집수하는 경우에는 집수공을 우물의 최저수위보다 낮게 위치시켜야 한다.
6. 강관을 사용하는 우물의 경우에는 깊은 우물에 준한다.

【해 설】

1. 얕은 우물은 주로 얕은 지층에 존재하는 지하수나 복류수를 취수하기 위하여 사용되며 직접 지표수의 영향을 받을 염려가 있으므로 어느 정도 깊게 하여야 하며 통상 8~10m의 깊이로 시공한다. 그 모양은 보통 원형이나 타원형이 사용될 수도 있다.

2. 우물의 바닥으로부터 집수하는 경우에는 지하수의 유입저항을 낮게 할 수 있도록 우물바닥이 불투수층보다 우물외경의 1/4 이상의 깊이를 유지하여야 한다.

3. 우물의 바닥으로부터 집수하는 경우에는 대수층의 모래가 우물로 유입되는 일이 있으므로 하부로부터 잔자갈, 중간자갈, 굵은자갈을 각각 30cm씩 모두 90cm 정도 되도록 깔아서 모래의 유입을 방지하여야 한다.

4. 우물침하공법에 의하여 얕은 우물을 설치할 경우 우물의 하단이 파괴되거나 침하작업이 곤란한 경우가 많으므로 반드시 강판제의 커브슈를 부착하여야 한다.

또한 우물은 반드시 철근콘크리트로 만들되 시공중 부등침하에 의해서 경사질 경우 예측하지 않았던 큰 응력이 생길 수도 있으므로 벽두께를 두껍게 하고 배근을 충분히 하여야 한다.

5. 우물의 측벽으로부터 집수하면 우물주위의 모래, 지표수 혹은 하수가 유입하기 쉬우므로 좋지 않다. 그러나 바닥으로부터의 집수량만으로는 불충분해서 부득이 측벽으로부터도 집수하여야 하는 경우에는 우물의 측벽 저수위 이하에 집수공을 설치하여야 하나 그렇게 하더라도 양수할 때는 우물의 수위가 낮아져서 집수

공이 최저수위보다 높게 노출되어 지표수가 유입하는 일이 있으므로 주의하여야 한다.

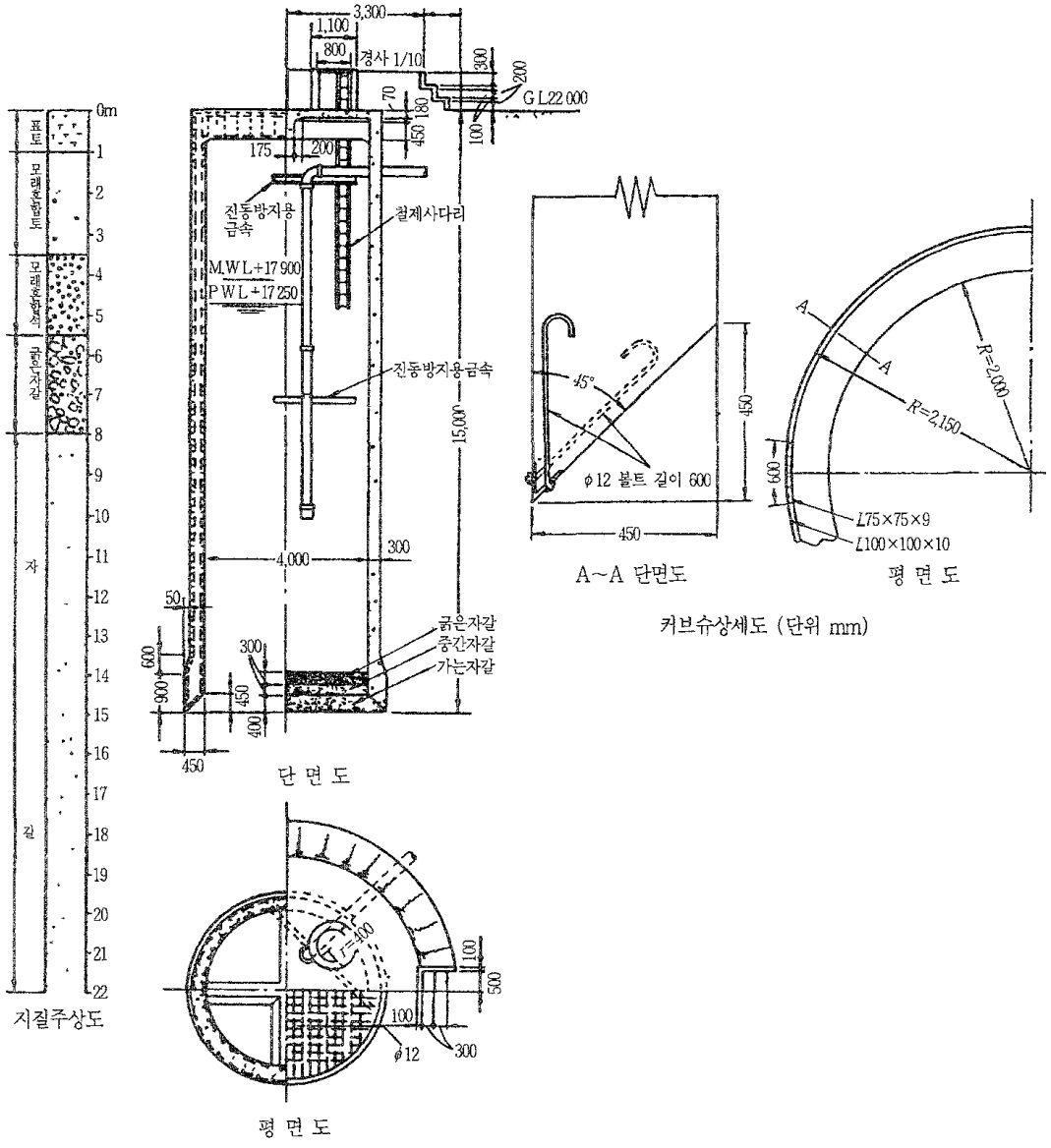
집수공은 이 장 2.9.5에서 설명된 사항에 준해서 설치하면 된다.

6. 관정의 경우에는 강관을 사용하며 깊은 우물에 준해서 설치하면 된다.

2.10.2 얕은 우물의 배치와 수직 집수정

1. 얕은 우물을 2개 이상 설치할 경우에는 가능한 한 지하수나 복류수의 흐름방향과 직각되는 방향으로 위치시키며 상호영향이 적도록 간격을 유지하여야 한다

2. 수직집수정의 설치위치는 대수층이 두껍고 투수성이 큰 곳이라야 하며 우물 직경



<그림 3.16> 얕은 우물 구조 (단위 : mm)

은 우물의 측벽으로부터 다공집수관을 수평방향으로 돌출시키는 기계를 우물내에서 조작하는데 필요한 크기로 하여야 하고 우물통은 토압이나 양압력에 충분히 견딜 수 있는 구조로 하여야 한다.

【해 설】

1. 얕은 우물을 2개 이상 설치한 경우에는 지하수나 복류수의 흐름방향에 직각이 되도록 배치시키면 취수에 유리하다.

우물의 간격은 제2장 3.9 및 5.1로부터 얻은 자료를 근거로 하여 상호 간섭이 적게 생기도록 간격을 정해야 한다.

2. 수직집수정은 대수층이 양호한 장소에 설치하는 대구경 얕은 우물로서 우물통 측벽으로부터 대수층내에 다공집수관을 대략 수평방향으로 방사상(**放射狀**)으로 돌출시킴으로써 돌출된 길이만큼 우물통반경이 커지게 하는 방법이며 대수층이 두꺼운 모래·돌층으로 투수성이 크고 우물바닥이 불투수층인 암반에 도달함이 바람직하다.

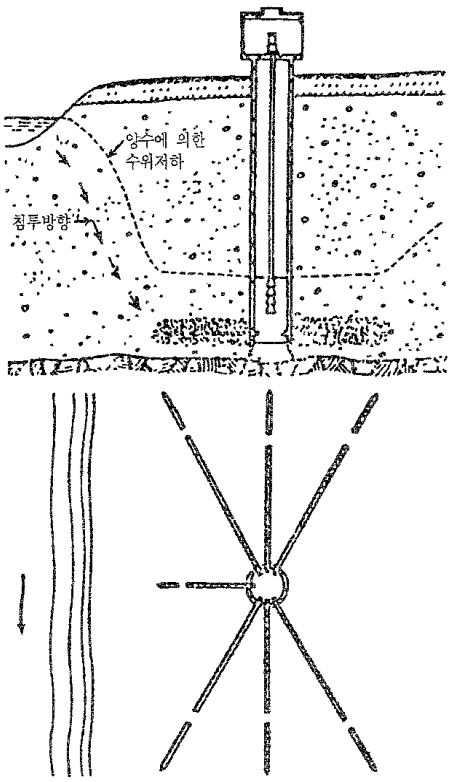
우물통의 직경은 우물통내에서 해머 등으로 다공집수관을 대수층에 돌출시키는 작업이 가능한 크기로 하고 우물통을 철근콘크리트조로 하고 우물바닥도 철근콘크리트로 막는다. 우물내부를 점검하거나 수리하기 위하여 우물내의 물을 전부 배제하였을 때에도 토압이나 양압력에 견딜 수 있는 구조로 하여야 한다.

2.10.3 얕은 우물의 크기

얕은 우물의 크기는 시굴정의 양수시험 결과에 따라서 정하는 것이 좋으며 우물 바닥으로의 유입속도가 3cm/초 이하가 되도록 하는 것이 좋다

【해 설】

시험용 우물로부터 제2장 5.1에서 설명된 양수시험을 실시하여 얻은 자료를 사용하여 우물



<그림 3.17> Ranney법에 의한 복류수의 취수

의 조건에 적합한 수리공식을 이용함으로써 우물의 크기를 정하는 것이 좋으며 일반적으로 내경 10m 이하의 것이 많다. 또한 우물바닥으로부터 모래가 유입되면 좋지 않으므로 유입속도를 3cm/초 이하로 유지하는 것이 필요하며 그런 관점에서 우물의 크기를 고려해야 한다. 그러나 지하수나 복류수가 풍부한 경우에도 바닥으로의 유입속도를 따져서 우물을 작게 만드는 것은 피하는 것이 좋다.

얕은 우물에 적용시킬 수 있는 수리계산식의 예를 들면 다음과 같다.

1. 우물바닥이 불투수층까지 도달하는 경우 (그림 3.18 (A) 참조)

$$Q=\frac{\pi k(H^2-h_0^2)}{2.3\log\frac{R}{r_0}} \quad \cdots\cdots(3\text{-}9)$$

여기서

Q : 양수량(m^3/분)

k 투수계수(m/분)

H 대수층의 두께(m)

h_0 우물내의 수심(m)

r_0 : 우물의 반경(m)

R 영향반경(m)

영향반경 R은 통상 500~1,000m이며, 대부분의 경우 지형, 지질, 우물의 수위저하량, 양수량 등에 의해서 경험적으로 구한다

2. 우물의 바닥이 불투수층에 도달하지 않는 경우

1) 우물의 바닥으로만 유입하는 경우

(그림 3.18 (B) 참조)

$$Q=4kr_0(H-h_0)\cdots\cdots \quad \cdots\cdots\cdots \quad (3\text{-}10)$$

여기서

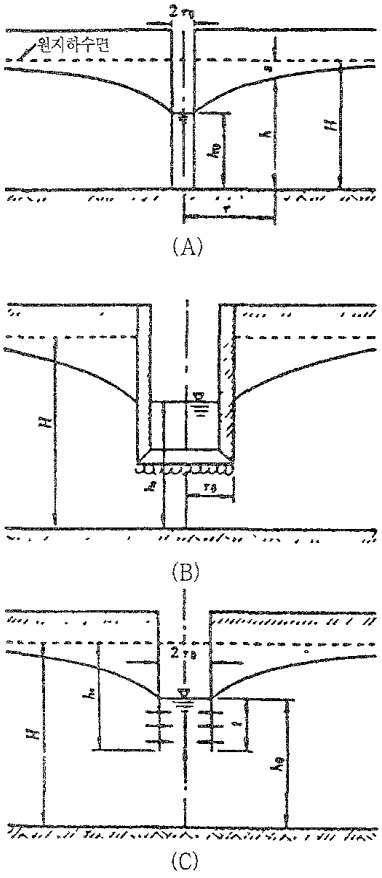
h_0=불투수층으로부터 우물내의 수면까지의 높이(m)

2) 우물의 바닥과 측벽으로부터 유입하는 경우(그림 3.18 (C) 참조)

$$Q=\frac{\pi k(H^2-h_0^2)}{2.3\log\frac{R}{r_0}}\cdot\sqrt{\frac{t+0.5r_0}{h_0}}\cdot\sqrt[4]{\frac{2h_0-t}{h_0}}$$

$\cdots\cdots(3\text{-}11)$

식 3-11을 사용하는 경우 대수층이 너무 두꺼우면 Q의 값이 너무 작게 되므로 주의를 요한다.



<그림 3.18> 지하수 유입형식

2.10.4 얕은 우물의 부대시설

1 우물의 상단은 지표면에서 최소한 30cm 이상 높아야 하며 수밀성의 뚜껑, 통기공 그리고 맨홀이 설치되어야 한다

2 복류수를 취수하기 위하여 제외지에 설치된 우물의 통기공은 최대홍수위보다 높게 위치하여야 하며 우수, 먼지 혹은 곤충 등의 침입을 방지하는 장치를 가져야 한다.

3 우물의 바깥둘레에는 배수시설을 하고 하수의 침입을 방지할 수 있는 보호공을 시설하여야 한다.

4 우물에는 수위계를 설치하여야 한다.

【해 설】

1 우물의 상단은 외부로부터 하수 등 불순물의 유입을 방지하기 위하여 지표면으로부터 30cm 이상의 높이에 위치하여야 하며 반드시 뚜껑이 설치되어야 한다 뚜껑에는 우물내 수위의 급격한 변화에 대응하기 위한 환기공과 점검시의 출입에 필요한 맨홀을 설치하여야 한다

2. 제외지에 얕은 우물을 위치시킬 경우에는 홍수시에 환기공을 통하여 하수가 들어가지 못하도록 환기공을 최대홍수위 이상으로 돌출시켜 설치하여야 하며 우수, 먼지, 곤충 등 작은 동물이 들어가지 못하도록 작은 눈금의 금속제 스크린을 부착하여야 한다

3 우물의 측벽을 따라서 지표수나 하수가 지하로 침입하는 것을 방지하기 위하여 우물주위

를 배수해야 하는데 이를 위해서 지표 부근을 콘크리트 또는 점토층으로 보호하면 된다.

4. 펌프의 운영을 합리적으로 하기 위해서 우물내에 수위계를 설치해서 수위를 측정하여야 한다.

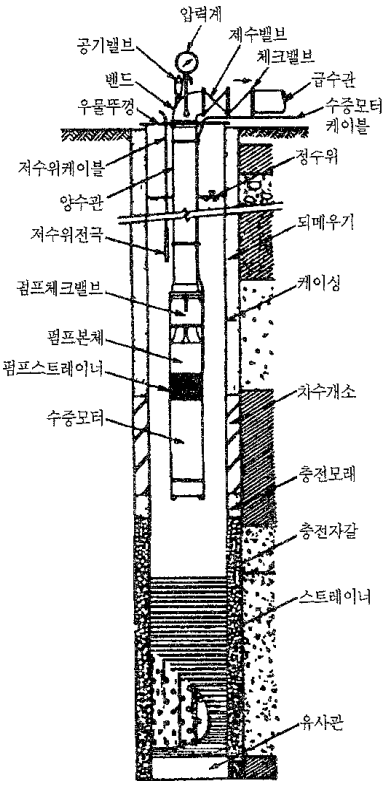
2.11 깊은 우물

2.11.1 깊은 우물의 구조

케이싱(casing)은 보통 두께가 6mm 이상의 원형 단면으로 두께가 균등해야 하며 관경 250mm 이상의 강관을 사용하되 이음은 용접이나 나사이음으로 하여 수밀성을 유지하여야 한다.

【해 설】

깊은 우물의 깊이는 보통 30m 이상으로서



<그림 3.19> 깊은 우물구조

400m에 달하는 것도 있다. 케이싱의 이음은 나사이음이나 용접이음으로 한다. 강관 이외에 합성수지관이나 석면 시멘트관을 사용할 수도 있다.

일반적으로 양수량에 따른 관경의 결정은 다음 사항을 참조하면 된다.

1. 양수량이 1,500m^3/일 미만인 경우 관경은 250mm(양수관경은 100mm)로 한다.

2. 양수량이 1,500~2,500m^3/일인 경우 관경 300mm(양수관경은 125~175mm)로 한다.

3. 양수량이 2,500m^3/일 이상인 경우에는 관경을 350mm 이상(양수관경은 175mm 이상)으로 한다.

2.11.2 깊은 우물의 배치

우물을 2개 이상 설치할 경우에는 일반적으로 지하수의 흐름방향과 직각으로 배치하거나 혹은 Z자 모양으로 배치하며 그 간격은 상호간의 영향이 가능한 적도록 정한다

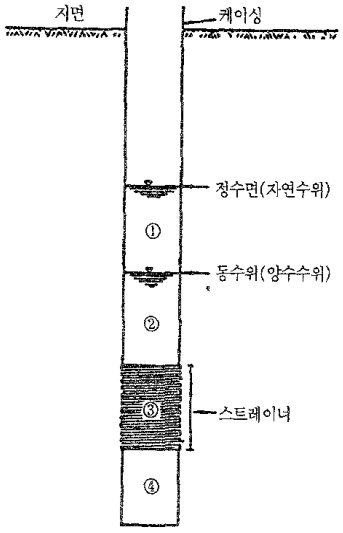
【해 설】

우물과 우물 사이의 간섭을 피하기 위해서 일반적으로 지하수의 흐름에 직각이 되도록 우물들을 배치하는 것이 좋으며 영향반경이 어느 정도인가를 정확히 파악하기 위하여 본우물의 주위에 최소한도 2개 이상의 수위관측우물을 설치하는 것이 좋다.

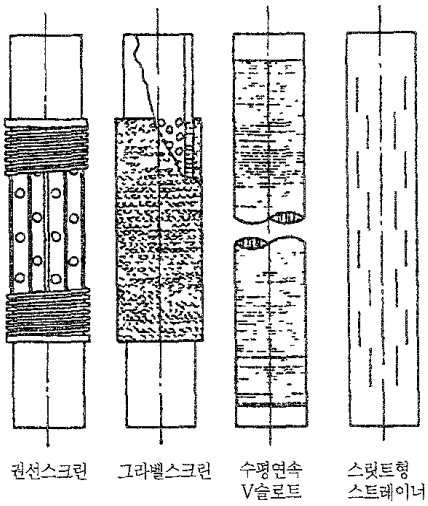
본우물과 관측우물과의 간격은 그 지역의 조건에 따라 다르며 일반적인 기준이 정해진 것은 아니나 10~15m가 적당하다.

이때 수위관측우물의 스트레이너는 본우물의 채수층과 같은 층에 설치되어야 한다.

또한 영향권은 일반적으로 원이라고 생각하나 지질의 구성에 따라서는 타원형이나 기타 복잡한 모양을 가질 수도 있다는 점에 주의하여야 한다.



<그림 3.20> 양수펌프설치 위치도



<그림 3.21> 스트레이너 구조

2.11.3 깊은 우물의 스트레이너

1 스트레이너의 위치는 가능한 한 제1대수층을 피하고 제2대수층 이하에 설치하여야 하며 가장 깊은 곳의 스트레이너 하부에는 유사(溜砂)시설용으로 길이가 5~10m인 맹관(盲管)을 하부에 붙여 사용한다.

2. 스트레이너는 케이싱에 직접 천공하는 방법과 별도의 스크린을 설치하는 방법이 있다

3 스트레이너 내로 유입하는 물의 속도는 채수층을 구성하는 입자의 크기에 따라서 결정되나 가능한 한 낮아야 한다.

【해 설】

1. 제1대수층은 지표수가 침투하여 오염되는 경우가 많으므로 제1대수층에는 가능한 한 스트레이너를 위치시키지 않는 것이 좋다 또한 계속해서 양수하면 모래가 유입하게 되므로 길이가 5~10m인 맹관을 스트레이너 하부에 붙여 사용한다.

2 스트레이너의 구조는 채수층을 구성하는 사력입자의 크기, 모양, 배열, 퇴적의 상태 등에 따라서 결정되어야 한다

입자가 크고 둥근 자갈층에서는 케이싱관에 직접 원형공 또는 종공(縱孔)을 만들어서 스트레이너로 사용하는 수도 있으나 일반적으로 모래층에서는 강선이나 V형 강선 슬로트(slot) 등의 스크린을 스트레이너로 사용하는 것이 좋다

3. 채수층이 자갈층인 경우에는 문제가 없으나 모래가 섞인 자갈층이나 모래층으로부터 채수하는 경우에는 모래가 섞여서 유입할 염려가 있으므로 스트레이너의 집수면적을 크게 해서 유입속도를 감소시켜야 한다. 그 뿐만 아니라 하나의 대수층으로부터 집수할 수 있는 능력에는 한계가 있으며 스트레이너를 삽입할 수 있는 채수층의 두께에도 한도가 있으므로 스트레이너의 삽입위치와 길이에 대해서 충분히 고려하여야 한다

2.11.4 깊은 우물의 자갈채움

채수층이 모래층 혹은 모래가 혼합된 자갈층인 경우에는 케이싱관과 공벽(孔壁)과의 간격부분을 스트레이너의 구조와 채수층 입자의 크기에 알맞는 자갈로 채워야 한다

또한 그렇게 하는 경우 스트레이너가 우물구멍(well opening)의 중심에 위치하도록 고려하여야 한다.

【해 설】

모래층이나 모래·돌층의 경우 케이싱관과 공벽간의 간격부분을 자갈로 채움으로써 모래의 유입과 공벽의 붕괴를 방지할 수 있으며 이렇게 하는 것을 그레이블 팩(gravel pack)공법이라고 부른다.

수평연속 V형 슬로트에서는 채수층의 시료를 채수 분석하여 균등계수를 구하고 이에 알맞는 스트레이너의 슬로트간격과 채움용 자갈의 크기를 선정한다.

철사로 두른 스트레이너에 사용되는 자갈은 일반적으로 권선(卷線)의 간격부분으로 유입하지 않는 범위의 크기를 가져야 하며 대형권선의 간격이 0.5~1.5mm이므로 보통 3~5mm를 사용한다.

원형 및 종공(縱孔) 스트레이너에서는 내부로 유입하지 않는 정도의 것으로 보통 3~5mm의 자갈을 사용한다. 또한 케이싱과 스트레이너간의 간격부가 75mm 이상되는 것이 요망되므로 스트레이너를 구멍의 중심에 설치할 수 있도록 센터라이저(centerizer)를 사용한다.

2.11.5 깊은 우물의 마무리

굴착에 사용된 점토수는 베일러(bailler) 또는 점토수펌프에 의해서 어느 정도 맑은 물과 바꾸어 점토벽을 제거함으로써 완전한 채수층의 물을 유도하여야 한다.

【해 설】

1. 굴착이 끝난 우물은 가능한 한 우수한 스트레이너를 사용하고 알맞는 자갈을 채워서 마무리를 충분히 하여야 한다. 현재 사용되고 있는 우물청소방법에는 다음과 같은 것들이 있다.

1) 스와빙(swabbing)법 : 케이싱관의 내경보다 약간 작은 직경을 가진 스웨지 볼(swedge ball)이라고 불리우는 철구(鐵球)를 철선에 달아 스트레이너의 바로 상부까지 조용히 내린 뒤 급속히 당겨 올린다

이때 철구의 아랫쪽이 심한 감압상태가 되므로 스트레이너 부근에 부착해 있는 가는 모래가 우물 안으로 딸려 나오게 된다. 우물안에 딸려 나와서 떠있거나 침전한 모래는 뒤에 베일러를 사용하여 제거한다.

2) 관내단속양수법 : 우물내에 양수펌프를 적당한 위치에 강하시켜 과대양수와 단속양수를 반복 실시하여 채수층에 충격을 줌으로써 점토벽을 제거하고 잔모래를 배출시켜 지하수가 흘러 들어오게 하는 방법이다.

3) 고속젯팅(jetting)법 : 스트레이너의 내부로부터 외부를 향해 물을 분사시켜 스트레이너의 눈을 깨끗이 함으로써 지하수를 유도하는 방법이다

4) 백 블로윙(blowing)법 우물내로 압축공기를 불어 넣어서 지하수를 유도하는 방법이다.

수평연속 V형 슬로트에 대해서는 1)과 2)의 방법이 사용되나 3) 혹은 4)의 방법을 병용할 수도 있다.

권선 혹은 기타의 스트레이너를 위해서는 1) 방법이 가장 효과적이나 1)방법만으로 불충분한 경우에는 2)~4)의 방법을 병용할 수도 있다.

2.11.6 깊은 우물의 예비우물과 예비펌프

깊은 우물에는 필요에 따라서 예비우물을 설치하여야 하며 예비펌프도 준비하여야 한다

【해 설】

깊은 우물을 수원으로 하는 경우 계획취수량을 취수할 수 있는 우물의 수 외에 비용이 허용하는 범위내에서 예비우물을 준비하는 것이 요망되며 깊은 우물을 하나만 가진 경우에는 특히 예비우물이 필요하다.

예비우물을 설치할 경우에는 펌프의 고장을 예상해서 예비펌프를 준비하여야 한다.

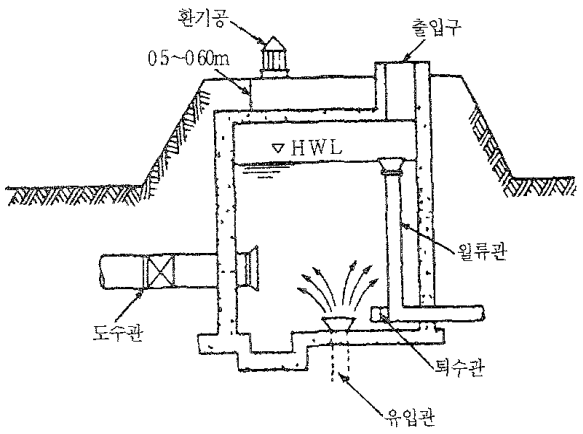
2.12 용천수의 취수시설

용천수의 취수시설에는 두껑을 설치하여 외부로부터의 오염을 방지할 수 있는 구조로 하여야 한다.

【해 설】

용천수를 수원으로 하는 경우에는 지표수, 하수, 먼지, 곤충, 야생동물, 가축으로부터 수원을 보호하기 위하여 뚜껑을 설치하여야 하며, 뚜껑의 형태는 돌출형(raised curbing type)으로 하고 자물쇠가 있는 맨홀을 설치하여야 한다

용천수는 보편적으로 수질이 양호하며 원수를 그대로 음용할 수 있으므로 취수원으로 사용할 경우 용출하는 자연상태 그대로 취수할 수 있도록 뚜껑이 있는 집수정을 만들어 취수하는 것이 보통이다.



<그림 3.22> 용천수 취수시설

2.13. 강변여과수 취수시설

강변여과수는 원수를 장기간 강변의 대수층에서 채류시켜 자연지층의 자체정화능력을 이용하여 원수중의 오염물질을 상당량 저감한 후 취수하는 방식으로 하천변에서 깊은 우물형식의 집수정을 이용하거나 원수의 인공함량에 의해서 채수하는 방안이 있으며 취수시설을 결정할 때에는 다음 사항을 고려하여 시행한다

1. 수질이 지표수를 취수하는 것 보다 유리하여야 한다

2. 구조물설치와 취수의 효과를 위해서는 퇴적층의 분포가 양호한 지역에서 개발해야 한다

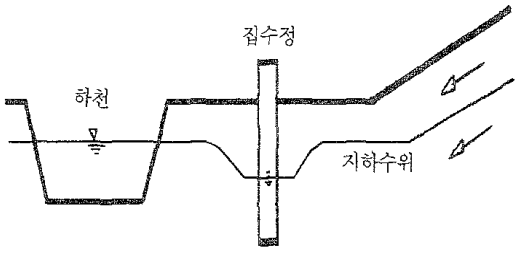
【해 설】

1 일반적으로 강변여과수는 지표수에 비하여 수질면에서는 다음과 같은 이점이 있다

1) 수온을 비교적 균등하게 유지할 수 있다 여름철에는 수온을 낮게 유지할 수 있고, 반대로 겨울철에는 비교적 높게 유지할 수 있어 대수층에서는 특히 겨울철에도 미생물에 의한 암모니아 산화가 일어나므로 어느정도 함유된 암모니아는 강변여과만으로 제거에 효과가 크다.

2) 강에서 돌발적인 오염사건이 발생하여 독성물질이 유입되더라도 장기간 대수층에 체류하는 동안 미생물 분해, 흡착 등에 의해 독성물질이 상당량 제거된다. 강물에 수질변동이 있더라도 강변여과수는 거의 균등한 수질을 유지한다

3) 침강, 여과 및 침투과정에서 부유물질과 미생물 등이 제거되기 때문에 강물이 오염되지 않는 경우는 소독없이 급수할 수도 있다



<그림 3.23> 강변 여과수 취수

4) 용해성 물질도 대수층에 존재하는 여과매질의 큰 표면적과 오랜 체류 시간동안 흡착되거나 침전 혹은 미생물에 의해 분해된다. 강변여과과정에서 일반적으로 강물에 포함된 DOC 등은 60~70% 정도 저감된다.

5) 용이하게 흡착되는 입자상의 유기물질과 중금속은 주로 하상바닥이나 침투층 상부에 부착하므로 홍수기때 쉽게 씻기게 되어 하상의 기능이 재생되므로 인위적인 하상변동이 없으면 영구히 이용 가능하다.

6) 흡착이 잘되지 않는 물질과 난분해성 물질은 강변여과층을 침투하는 과정에서 연속적으로 흡착과 탈착이 일어나고, 고정상의 성분과 화학적으로 반응하며, 또 일반지하수에 의해 희석되기도 한다

7) 생물학적으로 쉽게 분해될 수 있는 물질은 침투과정에서 용이하게 제거된다 부하되는 유기물질이 일시적으로 많은 경우는 혐기성 상태가 되어, 완전 분해가 일어나지 않는다. 또, Fe와 Mn이 환원되어 Fe^{2+}, Mn^{2+}로 용출되기도 하나, 다시 호기성 상태가 되면 산화되어 수산화물로 침전한다

2. 강변여과수 개발부지를 선정할 때는 면밀한 사전조사가 필요하며 조사시에는 다음 사항과 그림 3.24의 과정을 고려하여 결정한다.

1) 원수수질은 환경정책기본법의 원수의 수질기준 Ⅲ등급 이상이 바람직하다.

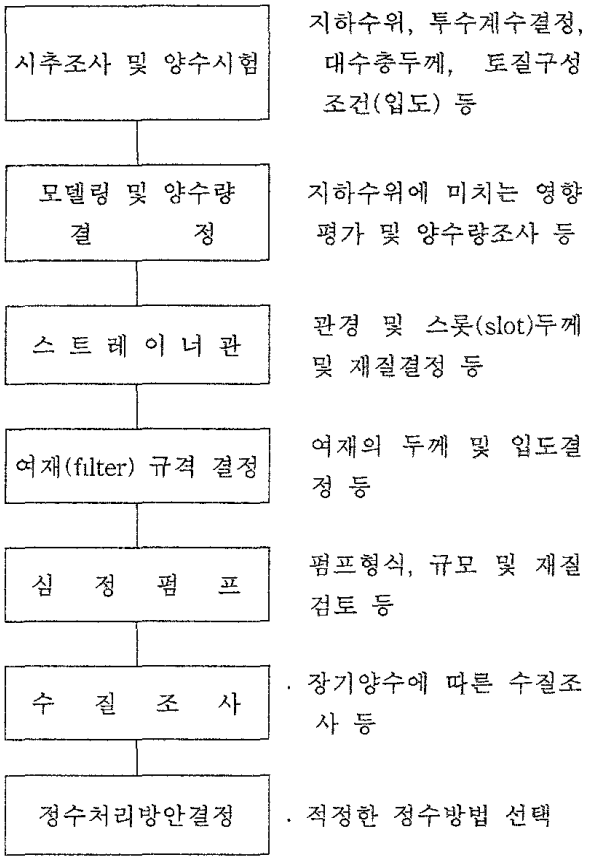
2) 대부분 강물이 채수되나 일부 지하수의 유입에 의한 영향을 고려한다.

3) 토양오염의 여부를 확인한다.

4) 충적층 조건(토양성분, 대수층두께, 지하수위)을 검토한다.

5) 제방 또는 인근마을과의 이격거리를 고려한다.

6) 공급조건을 검토한다.



<그림 3.24> 강변 여과수 개발흐름도

2.14 침사지

2.14.1 침사지의 위치와 구조

1. 침사지는 가능한 한 취수구에 가까운 제내지에 설치하여야 한다.
2. 침사지의 구조는 침전지의 구조에 준한다.

【해 설】

1 수원으로부터 취수된 물속의 모래가 도수관거내에서 침전하는 것을 방지하기 위하여 취수구 부근의 안전한 제내지에 침사지를 만들어야 할 경우도 있다.

2. 침사지는 일반침전지와는 다르나 물속의 모래와 기타 부유물의 일부를 제거하는 것이 주목적이므로 그 구조는 침전지에 준한다.

2.14.2 침사지의 형상

침사지의 모양은 장방형으로 하며 유입부는 점차적으로 확대되고 유출부는 차차 축소되는 모양으로 만든다

또한 길이가 폭의 3~8배가 되게 한다.

【해 설】

침사지의 모양이 장방형인 경우 지(池)의 길이는 식 3-12를 사용하여 구할 수 있다

$$L = k\left(\frac{h}{u}V\right) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3\text{-}12)$$

위 식에서

L . 침사지의 길이(m)

h 유효수심(m)

u 제거되는 모래의 침강속도(cm/초)

V 지내의 평균유속(cm/초)

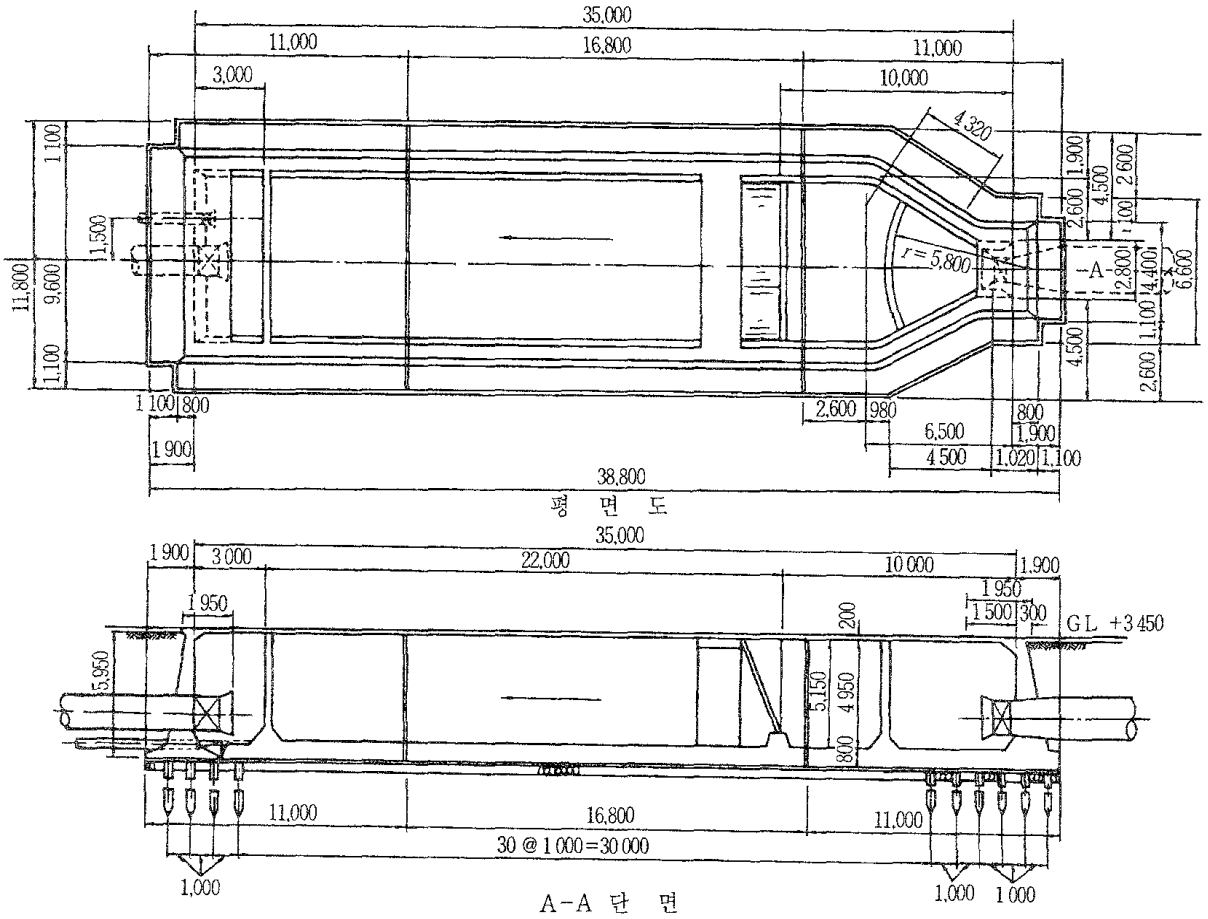
k 안전율(1 5~2 0)

<표 3.7> 모래입자의 침강속도

입자의 직경(mm)	침강속도 (cm/초, 10℃)	비 중
0.30	3.2	2 65
0 20	2 1	
0 15	1 5	
0 10	0 8	
0.08	0 6	

모래입자의 침강속도는 표 3.7에 나타내었다

침사지에서 제거되는 모래의 직경은 0 1~0 2mm 정도가 보통이다. 또한 침사지내에서 와



<그림 3.25> 침사지 구조도

류가 생기는 것을 방지하기 위하여 유입부는 점차로 확대되게 하고 유출부는 점차로 축소되도록 한다.

2.14.3 침사지의 수

침사지의 수는 2개 이상으로 하되 1개인 경우에는 중간벽을 설치하여 두 부분으로 나누거나 측관(by-pass)을 설치하여야 한다

【해 설】

침사지의 수는 청소, 수리 등에 대비하기 위하여 최소한도 2개는 되어야 하며 1개만 있는 경우에는 칸막이벽을 사용해서 두 부분으로 나누거나 우회시킬 수 있도록 측관을 설치하여야 한다.

2.14.4 침사지의 용량과 평균속도

1. 침사지의 용량은 침사지내의 고수위까지의 유량으로서 계획취수량을 10~20분간 저류할 수 있어야 한다. 2. 침사지내에서의 유속은 2~7cm/초가 되도록 한다.

【해 설】

1 침사지의 체류시간 10~20분은 안전율을 고려한 값이다.

2 침사지의 목적을 달성하기 위해서는 평균유속을 2~7cm/초로 하여 모래를 제거해야 한다.

2.14.5 침사지의 수위와 여유고

1. 침사지의 고수위는 계획취수량이 유입할 수 있도록 취수 하천의 최저수위 이하로 정하여야 한다 2. 침사지 상단의 높이는 침사지내 고수위보다 높아야 하며 지내에 월류설비가 없을 때에는 60~100cm, 월류설비가 있을 때에는 30cm 정도 높게 한다.

【해 설】

1. 자연유하로 유입되는 경우에는 침사지의 고수위는 취수하천이 최저수위인 경우에도 계획취수량을 완전히 취수할 수 있는 높이가 되도록 함이 원칙이나 지형상 침사지의 깊이를 그렇게 시공하기 곤란한 경우와 하천갈수시에는 모래의 유입이 적은 것을 감안하여 침사지의 효율을 크게 저하시키지 않는 범위내에서 침사지의 고수위를 하천의 최저수위보다 약간 높게 하는 것이 좋을 때도 있다

2 침사지는 일반적으로 취수구로부터 관거를 거쳐 자연유하식으로 물이 유입할 수 있도록 그 위치를 낮게 하므로 월류설비를 설치하는 경우가 많다. 그러나 월류설비가 없는 경우에는 여유고를 충분히 두어야 한다

2.14.6 침사지의 유효수심

침사지의 유효수심은 3~4m가 표준이나 침전된 모래가 차지하는 깊이인 0.5~1m를 추가로 가산하여야 한다

【해 설】

침사효과면에서 보면 침사지의 깊이를 얕게 하는 것이 좋겠지만 그렇게 하자면 폭이 커지고 유입속도에 의한 와류가 생기기 쉬우므로 유효수심을 3~4m로 하는 것이 좋으며 침전된 모래가 제거되기 전까지 쌓이므로 0.5~1m의 여유를 가산하는 것이 좋다.

2.14.7 침사지 바닥의 경사

침사지의 바닥은 모래제거를 위해서 중앙에 도랑(gutter)을 만들고 길이방향으로는 배수구를 향하여 1/100, 횡방향으로는 중앙을 향하여 1/50 정도의 경사를 두어야 한다.

【해 설】

침사지의 바닥은 배수 및 모래제거에 편리하

도록 경사를 두어야 한다

2.14.8 침사지의 부대설비

1. 유입정류벽의 하류에 약 70° 의 각도로 스크린을 설치하여야 한다 2 유입 및 유출구에는 제수밸브 혹은 슬루스 게이트를 설치하여야 한다.

【해 설】

1. 취수구 스크린을 통과한 부유물을 제거하고 침사지 내의 정류작용을 위해서 침사지의 상류측에 수직으로 스크린을 설치하면 효과적이나 스크린에 걸린 부유물을 제거하기가 어려우므로 70° 정도의 경사로 설치하는 것이 좋다 .재료는 취수구 스크린 모양으로 평강이나 강봉을 사용하며 간격은 20~25cm 정도로 하는 것이 보통이다.

2. 침사지의 제수밸브와 슬루스 게이트는 유량의 조절에 사용된다. 따라서 조작이 확실하고 용이하도록 설치되어야 하며 월류 등의 사고가 생기지 않도록 충분한 고려가 필요하다

제 4 장　도수시설 및 송수시설

제 4장 도 수 시 설 및 송 수 시 설

제1절 총 설

1.1 총칙

1. 도수시설

도수시설은 취수시설로부터 정수시설까지 원수를 끌어들이는 시설로 도수관 또는 도수거, 펌프설비 등으로 구성되어진다.

도수시설은 사고가 발생할 경우, 도수량의 저하나 도수의 정지에 의해 광범위한 단수, 감수를 일으키게 되어 상수도시설 전반에 커다란 영향을 주기 때문에 필요량을 확실하게 도수할 수 있도록 함과 동시에 높은 신뢰성이 요구된다 한편 도수시설의 설계에서는 적절한 노선의 선정, 시설의 내진성 및 내구성의 확보, 도수중의 수질오염방지, 유지관리의 용이성, 경제성 등에 대해서도 충분하게 검토할 필요성이 있다. 이 경우 몇개의 노선에 대해 지형도를 이용한 답사, 지표지질 자료수집(필요시 지질조사 시행) 등을 행하여 시점·종점간의 고저차 관계, 길이, 지형, 지세, 건설의 난이도 등에 대해 검토한 후, 수리적, 경제적으로 최적의 노선을 선정하도록 한다.

또한 유지관리를 합리적으로 수행하기 위해 수위, 수압, 도수량 등을 항상 감시할 수 있는 원격감시장치(TMS)를 설치하는 것이 좋다. 이들 자료는 계속적으로 축적·정리하여 장래의 시설 개량에 도움이 되도록 한다.

또한 이러한 자료는 도수로에 사고가 발생할 우려가 높은 경우 보강, 개량 또는 별도의 노선 설치 등을 검토할 필요가 있다

그 외에도 지형, 지질, 민원, 지가(地價) 등을 고려하여 지형조건이 가능하다면 원수를 일시 저류하였다가 갈수시나 수질오염사고시나 긴급시 등의 비상급수시에 수량확보를 도모하기 위한 상수원수에 대한 원수조정지를 만드는 것을 검토해 볼 필요가 있다.

2. 송수시설

송수시설은 정수장으로부터 배수지까지 정수를 수송하는 시설이며, 송수관 또는 송수거, 송수펌프 및 밸브 등의 부속설비로 구성되어진다.

송수시설은 정수의 수질오염방지 등 안전성을 확보하기 위해 관수로에 의한 것을 원칙으로 하지만, 부득이 개수로로 하는 경우에는 수밀성이 있는 구조로 하고, 정수에 대한 오염을 일으키지 않도록 해야 한다 또한 송수시설은 정수시설, 배수시설과의 수위관계 및 중간의 지형, 지세에 따라서 자연유하식과 펌프가압식으로 나누어진다

송수시설은 그 역할의 중요성 때문에 평상시의 안정급수는 말할 것도 없고 사고시나 갈수시 등의 비상시에도 시민생활에 현저히 지장을 초래하지 않을 정도의 안정된 송수를 확보하도록 한다.

1.2 계획도수량 및 계획송수량

1. 도수시설의 계획도수량은 계획취수량을 기준으로 하여야 한다.
2. 송수시설의 계획송수량은 계획1일 최대 급수량을 기준으로 하여야 한다.

【해 설】

1. 계획도수량은 계획취수량을 기준으로 하되 장래 확장에 대한 수원의 취수량 증가 가능성이 있을 경우와 다음과 같은 경우에는 장래의 확장분을 포함하여 미리 계획하는 것이 유리하다.

(1) 특히 시공이 곤란한 장소(터널, 제방횡단 등)

(2) 장래의 확장분을 별도로 시공하기 보다 동시에 시공하는 편이 장기적인 측면에서 경제적인 장소

(3) 장래의 확장분에 대한 용지매수나 용지취득의 곤란이 예상되는 장소

2. 계획송수량은 계획1일최대급수량을 기준으로 하나 만일 정수장에서 배수지까지 송수관로로 운반되는 과정에서 누수 등의 손실량이 있을 때는 이 손실량을 계획1일최대급수량에 가산하여야 한다. 그러나 송수시설의 유지관리가 적절하면 송수량에 영향을 줄 정도의 누수가 있을 수 없으므로 특별한 경우를 제외하고 계획송수량은 계획1일최대급수량을 기준으로 한다.

한편, 계획송수량을 결정함에 있어서 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다

① 계획송수량은 기본계획상의 계획년도의 수요수량으로 할 것

② 배수지가 복잡한 경우, 연결관의 계획송수량은 각각 계통의 수요수량에 대응함과 동시에 연결관에 의한 다른 계통으로의 보급에도 대처할 수 있도록 결정할 것

③ 정수장 및 배수지가 복잡한 경우에는 합리적인 물운용이 가능하도록 송수관의 계획송수량을 결정할 것

1.3 도수방식 및 송수방식

1. 도수방식 및 송수방식의 선정에서는 수원에서 정수장까지 또는 정수장에서 배수지까지의 고저관계, 계획 도·송수량의 대소, 노선의 입지조건, 건설비, 유지관리비 등을 종합적으로 비교·검토하여 결정하여야 한다.

2. 송수방식은 관수로에 의함을 원칙으로 하되, 개수로로 할 때는 터널 또는 수밀성의 암거로 하여야 한다.

3. 광역상수도 등의 송수시설에서 정수를 공급할 때는 조정지를 설치함이 바람직하다.

【해 설】

1. 도수방식 및 송수방식은 노선의 시점과 종점간의 고저관계에 의한 수위차, 노선의 지형 및 지세 등에 따라서 자연유하식 또는 펌프가압식을 고려할 수 있다. 자연유하식은 유지관리상 안전은 확실하지만 시점수위가 종점수위보다 낮을 때는 펌프가압식으로 할 수 밖에 없다. 즉, 시점과 종점간의 유효낙차, 노선연장, 지형, 도·송수량, 경제성 등을 종합 검토하여 결정하여야 한다.

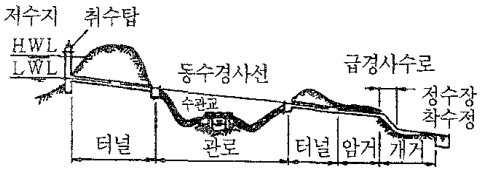
도수관로에서는 개수로를 채택할 수 있으며 관수로와 개수로를 비교할 때는 동수경사, 지표면상태, 경제성, 수질보전 등을 고려하여 결정하여야 하며, 동수경사선이 지표면보다 높게 될 때는 일반적으로 관수로를 채택한다.

개수로는 통상 1/1,000~1/3,000의 균일한 동수경사를 유지하여야 한다.

개거, 암거, 터널 등은 주로 지표면으로부터의 부설심도에 따라 결정되며 개수로가 채택되더라도 기존도로를 이용할 때 또는 소유량일 때는 암거보다 관로(자유수면을 가진)가 유리하다. 또 개거에서는 증발에 의한 수량손실, 식물번식, 외부로부터의 수질오염, 재해나 토사유입에 의한 매몰 등의 위험이 있으나 관로의 손실수두를 적게 할 수 있다. 또 수량이 크고 터널시공이 적합한 경우에는 관로보다 연장이 많이 줄어든다.

실제의 노선선정에서 개수로로 하는 경우라도 하천, 산, 골짜기, 철도, 도로 등을 횡단하는 경우에는 수로교, 터널 및 사이펀을 이용하는 등 지세에 따라서 관수로와 개수로를 병용할 수도 있다(그림 4.1 참조).

또한 시점과 종점간의 수위차가 과대할 때는 수로중간에 급경사수로를 설치하거나 접합정을 설치하고 제수밸브로 조절하는 방식도 쓰인다.



<그림 4.1> 도수노선 종단면도

2 외부로부터의 오염방지상 송수관로는 관수로에 의함을 원칙으로 하나, 수량이 크고 터널시공이 적합한 경우에는 관로에 비하여 연장이 줄어들어 유리하다 또 이때에는 터널 단면을 크게 하여 배수지 겸용으로 사용할 수 있다.

정수장과 배수지 사이에 필요한 수량을 송수하기 위해 충분한 수위차를 확보할 수 있는 경우에는 안정성이 높고, 운전관리가 용이하며, 동력비가 불필요한 자연유하식이 일반적이다. 그러나 정수장이 배수지의 위치 보다 낮은 경우나 필요한 수량의 송수에 충분한 수위차가 확보될 수 없는 경우에는 펌프가압식으로 하는 것이 바람직하다. 또, 송수관의 도중으로부터 배수관을 직접 분기하여 배수구역내에 급수하는 것은 바람직하지 않으므로 피하여야 한다 부득이 분기하는 경우는 송수량의 유지관리측면, 동력비 등에 미치는 영향, 또 분기한 구역의 최소동수압을 확보할 수 있는가에 대해서 충분히 검토를 하여 결정하여야 한다. 이 경우 담당한 계획배수구역의 계획배수량에 계획송수량을 첨가하여 배수구역내의 동수압이 정수장의 송수압을 약간 증가하는 경우는 상관이 없으나, 급수하기 위해 송수압을 올려야 하는 경우에는 적당한 위치에 펌프장을 설치하여 증압하여야 한다. 또, 분기시에는 수량관리상 분기점 부근에 유량계나 수압계를 설치하여 일상의 배수량과 그 시간변화 및 수압상황을 파악할 수 있도록 하여야 한다

3. 광역상수도에서 여러 지역에 정수를 공급할 경우 상류시설의 사고시에도 단시간 동안은 급수중단없이 송수할 수 있도록 하기 위하여 가능하다면 송수시설 중간에 조정지를 설치함이 바람직하다. 이 때에는 수요량이 적을 때 조정지 유입측의 잔류수두를 이용할 수 있도록 측관을 설치하는 것이 좋다. 이와같은 조정지의 용량은 1~5시간 분량이 적당하다.

용수공급업무를 원활하게 하고 적정화하기 위하여 공급자와 수요자 사이에는 다음과 같은 항목을 명시한 계약을 체결해 두는 것이 필요하다.

(1) 급수시점
(2) 수량 및 수량계산방법, 인정기준
(3) 수량조정 일시와 방법
(4) 공급수의 수질
(5) 급수지점에서의 잔류염소농도
(6) 수질과 잔류염소농도의 유지를 위한 검사항목과 빈도
(7) 평상시와 긴급시의 연락방법
(8) 기타 필요한 사항 등

제2절 도수거 및 송수거

2.1 총칙

도수거는 취수지점으로부터 정수시설까지 원수를 개수로 방식으로 도수하는 시설로서, 수리학적으로 자유수면을 갖고 중력의 작용으로 경사진 수로를 흐르는 시설이고, 구조적으로는 개거, 암거 및 터널 등 각 종류가 있으며, 균일한 동수경사(통상, 1/1,000~1/3,000)로 도수하는 시설이다

송수거는 정수시설로부터 배수지까지의 일부구간을 개수로 방식으로 송수하는 시설로서 정수를 취급하므로 오염되지 않도록 덮개를 하여야 하며, 수밀성에 유의하여야 한다. 또 염소에 의한 수로 내면의 침식을 방지할 수 있도록 액상에폭시계통 도료 등으로 도장할 필요성이 있다

도·송수거는 필요 수량을 확실하게 보낼 수 있어야 하며, 그 형상 및 구조는 지형, 지세를 고려하고, 용지취득비, 건설비의 대소, 유지관리

의 용이성, 재해에 대한 안전성을 종합적으로 판단하여 결정하여야 한다. 그리고 도·송수거는 비교적 지반이 평탄하고 양호하며 성토나 절토의 필요성이 없는 곳에서는 개거 또는 개거에 덮개를 한 구조의 암거가 많이 이용되는데, 산이나 구릉횡단으로 절토량이 많게 될 때에는 터널이 적합하고, 하천이나 계곡 등을 횡단할 경우에는 수로교나 역사이펀이 적합하다.

터널의 시공은 지질조건 및 터널내 작용하는 각 수압조건에 적합하도록 각각의 경우마다 필요한 제반검토를 실시해야 하며, 최소단면은 터널연장 및 시공상의 제약요소 등을 감안하여 결정하는 것이 바람직하다

한편, 도·송수거는 외부에서 하수의 침투에 대해서 각별히 유의해야 하며 또한 연약지반이나 액상화의 우려가 있는 장소에서는 도·송수거를 계획해서는 안된다.

2.2 구 조

구조와 형식은 다음 각 항에 따라 결정하여야 한다.

1. 개거와 암거는 콘크리트 또는 철근콘크리트로 만들어야 하며, 구조상 안전한 것으로 충분한 수밀성, 내구성이 있는 시설로 만들어야 한다.

2. 도·송수거는 한냉지에서 뿐만 아니라, 기타 장소에서도 될 수 있으면 암거로 하여야 한다. 부득이 개거로 할 경우에는 수질오염방지 또는 필요에 따라 위험방지의 조치를 강구하여야 한다.

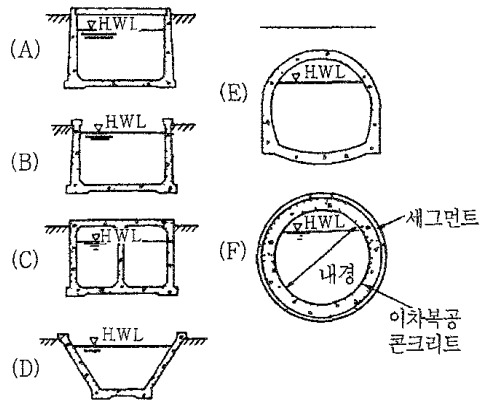
3. 개거의 경우에는 대개 30~50m 간격으로 시공이음을 겸한 신축이음을 설치하여야 한다.

【해 설】

도수거의 형식은 도수량의 대소에 따라서 그림 4.2와 같이 구분된다

그림 4.2의 (A)는 도수량이 작을 때의 일반적인 도수거이고, (B)는 소수로인데, 주위에서 토사의 붕괴나 오염이 적은 경우에 이용되는 일반적인 형태이다 장래 개거에 덮개를 하는 경우나 계획도수량 증가가 예상되는 곳에 적합하다. 그리고 (C)는 유지관리측면 및 구조상 격벽을 설치, 2개의 실로 한 단면인데 일련을 단수한 후의 내부점검 등에 유리하다.

그림 42의 (D)는 도수거중에서도 수리학적으로 유리하다. 일반적으로 도수량이 클 때 채용된다. (E)는 터널의 일반적인 단면이다. 무압터널은 일반적으로 말굽형 단면이 이용된다. 측벽의 원호는 반경이 큰 쪽이 시공이 용이하기 때문에 지질이 양호한 경우는 측벽을 수직 또는 이에 가까운 곡률로 한다 그리고 (F)는 쉬일드터널이다.



<그림 4.2> 개거 및 암거 단면도

1 개거 또는 암거는 물의 원활한 유하나 탁수방지, 수로내면의 세굴방지를 위해서 콘크리트로 만들거나 또는 철근콘크리트로 만들되, 되도록 저부와 측벽이 일체가 되는 구조로 하여야 한다 또 단면의 형상이 사다리꼴인 개거는 수리학적으로는 유리한 단면이며, 양측의 토질이 특히 양호하고 절토된 지형일 때는 적당하나 연약한 토질 또는 성토의 경우는 불안전하며 부적당하다. 직사각형 개거는 보통 제일 많이 사용하는 단면이고 터널 또는 단면이 큰 암거로 할 때는 말굽형을 쓰며 직사각형 라아멘

조 암거로 할 때도 있으나 라아멘조가 시공이 곤란한 경우에는 블록 두껑으로 한다 이상 어떤 경우에도 지반이 양호한 장소에 축조하는 것은 물론이나 부득이 성토 또는 불량 지반상에 축조할 경우는 말뚝박기 기초로 하여야 한다. 지질에 따라서는 콘크리트블록을 이용하거나, 강판재로 하는 것도 있는데 어느 경우에도 수압이나 토압에 견딜 수 있도록 구조상 안전한 것이어야 한다.

2. 한냉지에 있어서 도·송수거는 반드시 암거로 하고 강설과 결빙의 해를 방지할 수 있도록 하여야 하며, 기타 지역에도 되도록 암거로 하는 것이 바람직하다. 부득이 개거로 할 때는 수질오염, 사람과 가축에 대한 위험을 방지하기 위하여 다음과 같은 조치를 고려하여야 한다.

(1) 측벽은 수면보다 여유고 30cm 이상, 또 주위의 지반보다 20cm 이상 높게 하고, 굴곡부에서는 원심력 때문에 내외벽에 수위차가 발생하므로 이를 고려하여야 한다.

(2) 절토하여 수로를 만들 경우는 절취면의 비탈 하부에는 반드시 측구(**側溝**)를 만들고 빗물과 오수의 유입을 방지하여야 한다

(3) 인가의 근처에는 쓰레기나 오물의 투입을 금지하는 표시판을 세우고 장소에 따라서는 사람의 출입을 금지하는 철망을 설치하여야 한다.

(4) 대규모의 수로에서 인가 근처나 기타 위험한 장소에는 양안에 제방을 높게 하거나 철망을 설치하고 출입금지 표시판을 세워 사람과 가축을 보호하여야 한다.

(5) 도로를 횡단하는 수로에는 철망이나 출입금지 표시판 등을 설치하고 될 수 있는 한 도로의 전후는 암거로 하여야 한다

3. 개거에는 온도변화에 따른 콘크리트의 신축을 위해 신축이음을 설치한다 이음의 간격은 수로의 크기, 철근의 유무, 배수의 상황, 기온 및 수온의 변화 등을 고려하여 정하는 것으로 대략 30~50m가 적당하다.

2.3 유 속

도·송수거 평균유속의 최대한도는 3 0m/초로 하고 도수거의 최소유속은 0.3m/초로 하여야 한다

【해 설】

도·송수거는 평균유속의 최대한도를 일반적으로 도·송수거가 콘크리트로 만들어졌기 때문에 수로를 유하하는 모래입자에 의한 수로내면의 마모를 방지하기 위하여 3 0m/초로 하고, 도수거에는 가는 모래가 수로내에 가라앉지 못하게 최소유속은 0.3m/초로 하여야 한다. 여기서, 평균유속이란 다음식에 따르는 것으로 한다.

$$\text{평균유속} = \frac{\text{계획 도·송수량}}{\text{통수단면}}$$

수로의 단면은 수리학상 높이가 바닥폭의 1/2인 직사각형 개수로와 저폭과 비탈면 깊이가 같은 사다리꼴 개수로가 통수능력이 제일 크다.

주어진 유수단면에 대해서 직경깊이가 최대가 되는 단면형을 수리학적 최적단면이라고 하는데, 이러한 개수로의 단면 결정에 대하여 첫째, 취수시설의 최저수위와 정수장내 착수정의 최고수위에 의하여 수면경사를 구한다

다음은 단면을 가정하여 평균유속공식에서 평균유속을 계산하고, 여기에 가정단면적을 곱하여 유량을 구한다. 이 유량이 계획수량이 될 때까지 여러차례 단면을 가정하여 계산을 반복하면 된다.

만일 지세 등 때문에 평균유속이 최대허용한도인 3.0m/초 이상일 때는 적당한 장소에 접합정 등을 설치하고 0 3m/초 이하의 경우에는 펌프의 사용을 고려하여야 한다.

개수로의 평균유속공식은 Ganguillet-Kutter공식 또는 Manning공식이 있는데, 보통은 Manning공식을 사용한다.

Manning공식은 다음과 같다.

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad \cdots \quad (4\text{-}1)$$

또한 Ganguillet-Kutter공식은 다음과 같다.

$$v=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0.00155}{I}}{1+\left(23+\frac{0.00155}{I}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}\sqrt{RI} \quad (4\text{-}2)$$

여기서, v . 평균유속(m/초)
R : 경심(m)
I : 수면경사
n : 조도계수

설계의 경우, 조도계수 n은 보통 0.013~0.015로 한다.

경사를 급하게 하면 수로의 단면은 작아지고 유량이 많아져서 수로시설의 공사비는 경감되나 수두의 손실이 커져 배수시설에도 악영향을 주므로 종합적으로 보아 반드시 경제적인 것은 아니다.

2.4 노 선

노선의 선정에 대해서는 비탈 하부 성토 등 지반이 불안전한 장소는 되도록 피하는 것이 좋다

【해 설】

비탈부 또는 비탈 상부는 붕괴되기 쉽고, 비탈 하부는 상부의 붕괴에 따라 수로가 매몰되기 쉬워 좋지 않으며 성토와 매립지는 침하되기 쉽고 또 편하중이 있는 터널도 또한 같다.

관수로와 달라 경사가 일정하기 때문에 재래지반에 고저가 있어 성토해서 축조하거나 수로교 또는 터널을 만들 필요가 생기게 되므로 수로의 연장이 길어지게 되어 공사비가 증가되더라도 적당한 지반 위에 축조하는 것이 도리어 경제적일 때가 있다 그러나 굴곡부가 너무 많아 손실수두가 비교적 많은 점도 고려해서 결정하는 것이 좋다.

2.5 신축이음

신축이음은 다음 각 항에 따라 결정하여야 한다.

1. 개거 또는 암거는 대개 30m~50m 간격에 신축이음을 설치하지 않으면 안된다.

2. 지질이 변화하는 장소 또는 접합정, 수로교, 위어(weir), 맨홀, 수문(sluice gate) 등의 전후는 부등침하가 생기기 쉬우므로 플렉시블한 신축이음을 설치하여야 한다.

【해 설】

1. 개거 또는 암거에는 온도변화에 따른 콘크리트의 신축을 위해 신축이음을 설치할 필요가 있다. 특히 수로교의 전후에는 부등침하의 가능성이 크기 때문에 반드시 완전한 신축이음 시공이 이루어지지 않으면 오히려 이음장소가 약점이 되어 누수원인이 되므로 특히 주의할 필요가 있다. 신축이음부에는 지수판을 사용하고, 시공시에는 섬세한 배려가 필요하다.

암거는 지중에 매설되기 때문에 온도변화가 비교적 적으나 수온의 변화가 있고, 시공중 콘크리트의 수축에 따른 균열이 생기기 쉽기 때문에 신축이음을 설치할 필요가 있다. 신축이음과 신축이음 사이에는 원칙적으로 시공이음을 설치하지 않아야 하나 부득이 설치할 때는 누수가 없도록 고려하여야 한다. 이음의 간격은 수로의 크기, 철근의 유무, 배수(排水)의 상황, 기온 및 수온의 변화 등을 고려하여 정하되 대개 30m~50m가 적당하다.

2. 지층의 변화점에서 지진시에 커다란 신축이나 부등침하가 예상되는 장소에는 커다란 신축을 지닌 플렉시블축이음을 설치할 필요가 있다.

2.6 월류설비와 순찰도로

수로의 도중에 월류설비를 설치하고, 필요에 따라서는 전체 노선에 걸쳐 순찰도로를 설치하여야 한다.

【해 설】

개거 또는 암거의 연장이 짧은 경우는 반드시 필요한 것은 아니나 긴 경우, 그 수로 도중에 사고가 생겼을 때 개거에서 물이 넘쳐 흘러 부근에 피해를 주고 또는 암거에서는 압력수로가 되어 구조물에 악영향을 주기 때문에 도중에 월류설비를 설치하는 것이 안전하다. 또 월류설비와 함께 이토관도 설치하여 여수(餘水)와 침전물을 처분할 수 있으면 편리하다 또 월류설비의 하류부에는 지수설비를 반드시 설치하여야 한다.

월류설비의 유량은 계획도수량을 기준으로 함이 이상적이나 목적에 따라 적절히 정하되, 대개는 수로의 단면, 연장, 여유고 또는 사고발생후 유입구의 제수문 또는 제수밸브의 조작에 필요한 시간과 정수장내의 월류설비 등을 고려하여 결정하는 것이 좋다.

개거의 설치조건은 되도록 인가가 적은 산간 등이 적지라 할 수 있으나 사고의 발견이 늦고 인가가 많은 곳은 오염의 위험이 많으므로 매일 전체 노선을 순찰하여 사고를 미연에 방지토록 하여야 하며, 이 때문에 수로의 전체 노선을 통하는 순찰도로를 만들 필요가 있다. 또 낙엽 등의 유입이 예상되므로 도중에 이를 제거하기 위하여 스크린(screen)을 설치하는 것이 좋다.

2.7 접합정과 맨홀

접합정 또는 맨홀은 다음의 각 항을 기준으로 정하여야 한다.

1. 도·송수거에는 분기점, 합류점, 기타 필요한 장소에 접합정 또는 맨홀을 설치하여야 한다.

2. 접합정 또는 맨홀은 원형과 각형의 콘크리트 또는 철근콘크리트로 만들어야 하며, 구조상 안전한 것으로 충분한 수밀성, 내구성을 지니고 용량은 계획수량의 유하를 저해하지 않는 용량으로 하여야 한다.

3 필요에 따라 유량측정장치, 이토관과 월류장치를 설치하고 이토관 유출구에는 제수밸브를 설치하여야 한다.

4. 특히 송수거에서는 오염방지를 위하여 덮개를 하여야 한다.

【해 설】

1. 접합정은 도·송수거에서 암거구조가 변화하는 장소, 도·송수거에서 압력수로 등 도·송수거가 변화하는 접속장소 및 여수토 설비 등과 겸하여 도·송수거의 도중에 설치한다 또한, 도·송수거의 분기점, 합류점과 기타 필요한 장소에는 접합정 또는 맨홀을 설치하여야 한다

2. 접합정의 크기는 도·송수거 크기 또는 사람의 출입이 가능한 크기로 정하여야 하나, 접합정에 유량측정장치나 월류장치가 설치될 때는 이들의 형식에 따라 결정되는 경우도 있다 또한, 접합정은 구조상 안전하고 충분한 수밀성, 내구성을 지니며 용량은 계획수량의 유하를 저해하지 않는 용량으로 하여야 한다.

3. 접합정에는 필요에 따라 유량측정장치를 설치하고 유량을 측정할 때 유입속도를 약하게 하여 위어로 측정하는 편이 좋다. 또 이토관과 월류장치를 설치하는 것이 안전하다.

월류장치는 접합정의 수위를 일정하게 유지할 뿐 아니라 사고발생의 경우에도 대비할 수 있다. 만일 접합정의 하류측에 사고가 발생한 경우 유입량의 조절이나 차단이 완료될 때까지의 유입량은 여수토(餘水吐)에서 처분하지 않으면 안된다. 그러므로 여수토의 용량은 계획도수량을 유하시킬 수 있는 크기로 함이 이상적이다. 또 도수거와 접합정의 조사 때문에 물을 배출하는 일이 있으므로 필요에 따라 이토관도

설치하는 것이 편리하다.

이토관의 용량은 접합정의 크기와 도수가 정지되었을 때 여수토로 처리할 수 없는 수량을 배출하는 시간을 고려해 넣어야 한다.

4. 송수거의 접합정에는 덮개를 설치하므로 정내에 염소가 충만하고 수문이 침식되어 작동하지 않게 되는 일이 없도록 주의를 요한다.

2.8 터 널

터널은 다음의 각 항을 기준으로 정하여야 한다.

1. 터널은 콘크리트라이닝(concrete lining)을 하는 것을 원칙으로 하되, 필요에 따라 그라우팅(groutıng)을 하고 입·출구는 충분히 보호하여야 한다.

2. 산악터널의 설계는 건설교통부의 터널표준시방서에 준하여야 한다.

3. 쉬일드터널의 설계는 건설교통부의 터널표준시방서 및 본장 3.22 쉬일드공법에 준하여야 한다.

4. 터널내부의 청소·점검 등이 가능하도록 터널내부에 바이패스(bypass)설비를 두어야 한다.

【해 설】

1. 터널은 공사비가 일반적으로 많이 소요되나 수로연장이 단축되고 수두의 손실이 적은 이점이 있다. 터널의 시공은 지질조건 및 터널내 작용하는 각 수압조건에 적합하도록 각각의 경우마다 필요한 제반검토를 실시해야 하며, 최소단면은 터널연장 및 시공상의 제약요소 등을 감안하여 결정하는 것이 바람직하다.

터널의 설계 시공은 도로, 철도의 경우와 같으나 수로로서 이용하기 때문에 누수가 없게 수밀성에 유의하여야 한다. 그러므로 터널지반은 암반이 이상적이나 양질의 암반의 경우에도 유수면 이하는 반드시 콘크리트라이닝(concrete lining)을 하지 않으면 안된다 그밖의 경우에는 그라우팅(grouting)을 시공하는 편이 수밀성 유지나 구조물 안전상에도 바람직하다.

터널 출입구는 안전을 위해 입구부터 5m 까지는 특히 견고한 콘크리트라이닝을 하여야 하며 절취면은 붕괴되지 않도록 충분히 보호하여야 한다.

또 공사중의 갱도와 수로와의 교점 부근은 과다한 굴착으로 아아치부에 사고가 나기 쉬우니 특별한 주의를 요하며 기둥을 받쳐 콘크리트를 시공할 필요가 있다. 또 터널을 축조하는 부근의 우물이 고갈할 염려가 있기 때문에 당초부터 그 대책을 강구하지 않으면 안된다. 터널공사중 경사갱(斜坑)이나 가로갱(橫坑)을 설치할 경우 터널 완성 후 묻지 않고 이것을 보강하여 두었다가 여수토나 이토구 또는 맨홀로 이용하는 것이 편리하다. 또한, 터널의 중심선을 지상에 표시해 두는 것도 필요하다.

2. 터널은 지형, 지질조건 및 환경 등에 좌우되는 요소가 많기 때문에 조사, 계획, 설계 및 시공시에는 이를 충분히 고려하고 건설교통부 터널표준시방서에 준하여야 한다.

터널의 단면형상으로는 산악터널의 경우, 보통 말굽형 단면이나 TBM공법으로 시공된 원형단면 등이 이용된다 지질이 양호한 곳에서는 측벽부를 수직으로 하는 것도 있다. 또, 지질이 불량한 장소에서는 원형단면을 고려하여야 한다

터널의 내공(內空)단면은 계획 도·송수량을 유입할 수 있는 크기를 지녀야 한다. 터널내의 최대통수량은 터널의 단면형과도 관계되나 수심이 터널높이의 약 90% 전후의 경우인데, 이 경우 안정된 흐름상태를 유지하기 어려우므로 단면결정시 수심을 터널높이의 약 80% 이하로 결정하는 것이 안전하다.

터널은 수밀성을 높이기 위해 터널의 지반이 양질의 지반일 경우라도 콘크리트라이닝을 하여야 한다. 콘크리트 복공두께는 터널의 크기, 토피(土被)가 적은 곳, 중요한 도로, 하천의 횡단장소 및 지반이 나쁜 장소 등은 필요에 따라 복공두께를 늘리던가, 철근을 삽입하는 등의 보

강을 하여야 한다. 콘크리트의 시공이음으로는 지수판을 삽입한다. 콘크리트라이닝과 지반(地盤)과의 사이에는 공극이 생기기 때문에 수밀성의 유지와 구조물의 안전성 측면에서 공극에 모르터나 기타에 의한 이입(裏込)주입을 행한다. 특히, 압력터널에 대해서는 주의를 하여 이입을 행하여야 한다.

시공시 터널의 입·출구부는 안전을 위해서 입구에서 5m 정도는 특별히 견고한 콘크리트라이닝으로 하고, 절토된 법면이 붕괴되지 않도록 충분히 방호하여야 한다. 터널의 연장이 긴 경우에는 가로갱이나 경사갱을 맨홀로 이용하거나, 여수토나 배출수설비에 이용하면 편리하다

터널을 압력수로로서 사용하는 경우는 내외부 수압에 견디기 위해 철근콘크리트로 라이닝하는 것이 좋으며, 입·출구부에는 강관 또는 닥타일주철관과 연결되는 경우와 암질이 좋지 않은 구간에 대해서는 30m 이상 강관 또는 닥타일주철관을 삽입하여야 한다.

2.9 수로교

> 수로교는 다음의 각 항을 기준으로 정하여야 한다.
>
> 1. 수로교는 철근콘크리트 또는 강재(鋼材)를 사용하여 구조상 안전한 시설로, 수로는 충분한 수밀성 및 내구성을 지닌 시설로 축조하여야 한다.
>
> 2. 온도변화, 부등침하 및 지진시 등의 상대변위 등에 대비한 유효한 신축이음을 설치하여야 한다.

〔해 설〕

1. 도·송수거가 깊은 계곡이나 하천을 횡단할 경우에는 교량을 설치하여 상부구조를 수로로서 도·송수하는 경우가 있다. 이 수로교는 일반교와 동일하나 수로의 저면은 종단적으로 편경사이고 상부에 하중이 걸려서 횡방향의 지진력에 대하여 수로가 지점에서 탈락하지 않는 구조로 축조하여야 한다. 단경간(短徑間)이고 교각이 낮을 때는 철근콘크리트로 축조하여도 되나 높을 경우에는 강재로 함이 안전하다

어느 경우에도 교각의 지내력을 시험하여 만일 부족하면 말뚝박기기초나 기타 충분한 기초공을 하여야 한다

철근콘크리트 수로교의 구조에는 단순보, 라아멘(rahmen), 연속보 등이 있으나, 이들 모두 수로를 빔(beam)으로 생각하는 것이 보통이고 필요한 장소에는 완전한 신축이음을 설치하여야 하나 이 이음이 누수의 원인이 될 때가 많으므로 이를 줄이기 위하여 경간을 비교적 길게 하는 방법도 고려하여야 한다

강재 수로교의 구조는 2개의 판항(鈑桁)을 측벽으로 하여 여기에 슬래브(slab)를 연결하고 판항자체를 수로의 측벽으로 생각함이 보통이나 이 때 주 빔(beam)의 풍하중을 각부에 전달하기 위하여 지승부(支承部)에 특별한 고정장치를 하여야 한다.

콘크리트 수로교나 강재 수로교의 어느 경우에도 수로교와 수로의 접속부분은 지반의 부등침하나 기타 사유로 사고가 발생하기 쉽기 때문에 특히 그 부분을 보강하여야 한다. 또, 하천횡단의 경우는 그 교대나 교각이 세굴되지 않게 하고 하천관리자와 충분히 협의하여 호안공을 하여야 한다. 철근콘크리트나 강재 등 어느 경우에도 수로교에는 순찰도로를 설치하는 것이 필요하다

도·송수거의 구조는 철근콘크리트로 하거나 강재 또는 프리스트레스트콘크리트 등으로 하고, 수로는 충분한 수밀성, 내구성이 있는 것으로 하여야 한다 형식은 단순보, 라멘 및 연속보 등이 있는데, 어느 것이나 수로를 다리의 구조부재로 고려하는 것이 보통이다

수로교는 자중, 물하중, 풍압 및 지진 등의 하중에 대해서 안전성이 있는 것으로 하여야 한다. 특히, 수로교는 물하중이 장기간에 걸쳐 작용하기 때문에 도로교나 철도교와 비교하여 경간사이를 짧게 하는 쪽이 안전하다. 또, 수로는 저면이 종단적으로 편구배이고, 교각의 상

부에 하중이 집중하는 구조이므로 수평방향의 지진력에 대해서 수로가 지승점(支承點)에서 탈락하지 않도록 유의하여야 한다.

2. 수로교와 접속부 및 수로교의 가동지승부 부근에는 각각 온도변화, 부등침하 및 지진시의 상대변위 등 각종 변위를 흡수할 수 있고, 수밀성을 지닌 신축이음을 설치하여야 한다.

수로교의 신축이음에 대해서는 본장 2.5 신축이음 및 3.16 신축이음 그리고 3.15 수관교와 교량첨가관을 참조하면 된다.

제3절 도수관 및 송수관

3.1 총칙

도수관은 취수지점으로부터 정수장까지 원수를 관수로로 도수하는 시설이며, 송수관은 원칙적으로 정수장에서 배수지까지의 단일관로로 송수하는 것이 일반적이나 급수시설의 상대적인 설치에 따라서는 여러 곳의 배수지에 송수할 때도 있다. 이와같은 도수관 및 송수관은 최악의 조건하에서도 필요수량을 확실하게 보낼 수 있어야 한다. 도수관은 주로 전용도로나 공공도로에 개착공법으로 부설하며 지반, 지형 및 지층에 대한 사전조사를 충분히 실시하고 적절한 관종선정과 기초공 및 이형관보호 등을 실시하여야 한다. 또 하천, 철도, 주요도로 등을 횡단하거나 지형적으로 최소동수경사선을 넘는 산악, 구릉 등을 횡단할 때는 수관교 가설, 추진공법, 터널공법 또는 쉬일드(shield)공법 등 비개착공법을 채택하는데, 이들 공법은 개착공법에 비하여 대개 3배이상 공사비가 소요되며 사고발생시의 복구에도 곤란이 많으므로 가능한 최단거리로 횡단하도록 하여야 한다. 상기 공법중 어느 것을 택하는 가를 결정하기 위하여는 연장, 지형, 지질, 재해에 대한 안전성과 공사비 등을 종합적으로 검토하여야 한다.

도수관로는 일반적으로 원수를 압력이 있는 상태로 끌어들이는 시설이므로 도수관 본체, 펌프설비, 차단·제어용밸브, 공기밸브 및 유량계, 배출수설비, 접합정, 조압수조, 감압밸브, 그외 부속설비로 구성되는데 부속설비의 배치시, 관수로로서의 수리조건에 적합하고 유지관리를 고려한 적절한 것을 선택하여 적재적소에 배치하여야 한다.

도수관의 노선은 관로가 항상 동수경사선 이하가 되도록 설정하고, 부압이 되는 것을 피하여야 한다. 관로의 위치가 동수경사선 보다 위가 되는 것을 피할 수 없는 경우에는 지세를 잘 조사하여 부압이 생기는 장소의 상류측에 대해서는 관경을 크게, 하류측에 대해서는 관경을 작게 하는 것, 또는 접합정을 설치함에 따라 동수경사선의 상승을 도모할 필요가 있다.

관로에 작용하는 최대정수두가 사용하는 관종의 KS규격 시험수압 이하라야 한다는 이유는 본장 3.2 관종에서 기술한 바와 같고, 부득이 고압이 되는 경우에는 특수한 고압관을 사용하거나 또는 그 지점 상류측의 적당한 위치에 접합정을 설치한 뒤 자유수면에 압력을 개방하고 최대정수두를 감소시켜야 한다.

도수관의 초기 도수량은 계획도수량에 크게 미달할 때가 많으므로 소유량시의 유량조절설비와 계량설비를 측관으로 설치해 두는 것이 바람직하다

송수관에서도 도수관에서와 같은 고려가 필요하나 특히 송수관에서 유의할 사항으로서는 송수관 중간에서 배수본관을 분기하여 직접 급수구역에 급수할 경우가 있는데, 이때에는 분기점까지의 송수시설은 계획송수량외에 계획급수구역의 계획배수량을 필요한 동수압으로 급수할 수 있도록 고려하여야 한다. 또, 수량관리상 송수관으로부터의 분기점 부근에 유량계를 설치하여 일배수량과 배수량의 시간적 변화를 파악해 두어야 한다

송수관은 통상 정수장에서 배수지까지의 단일관로로서 설치되므로 수압, 외력에 대해서 안전하고, 환경조건에 적합한 관종을 선정하고, 좋은 지반의 위치를 선정, 유의하여 시공하여야 한다.

한편, 기존에 설치된 송수관에 대해서 유지관리의 실적, 기타 정보에 기초하여 지진시 등에서의 안전성이 낮다고 평가되는 경우, 보강하던가, 복선배치하는 등으로서 안정된 송수확보를 도모하여야 한다 또, 계획년도 이전의 사용에서 소유량인 경우에도 안정되게 송수가 가능할 수 있도록 소유량시의 유량 및 수압의 조절설비를 적절히 설치하여야 한다.

3.2 관 종

도·송수관의 관종은 다음 각 항을 기준으로 정하여야 한다

1. 닥타일(ductile)주철관, 도복장강관, 프리스트레스트콘크리트관, 프리스트레스트실린더콘크리트관, 원심력철근콘크리트관 또는 동급이상의 상수도용관 등을 사용하여야 한다.

2. 이들 관종중 닥타일주철관은 부식성과 관석(scaling)형성 등을 방지하기 위해서 내면에 모르터라이닝(KSD 4316)을 실시하고, 외면에는 외부부식에 대한 고려를 하여 역청질계도료로 도장하는 것 등이 필요하다 도복장강관의 외면에는 콜타르에나멜도복장(KSD 8307), 아스팔트도복장(KSD 8306), 수도용 타르에폭시수지도료 도장(KSD 8501) 또는 동급이상의 도장을 한 상수도용 도복장강관(KSD 3565)을 사용하는 것이 좋다 그리고 내면에는 관내부에서 수질악화를 초래할 가능성이 적은 수도용 액상에폭시수지도료 도장(KSD 8502)을 하는 것이 바람직하다.

3. 실제로 작용하는 내압 또는 외압을 고려하여 관종별로 규격에 맞는 압력관을 사용하여야 한다.

【해 설】

1. 도수관 및 송수관은 배수관과 달리 급수분기를 하지 않으며, 또 최저수압의 제한이 없으므로 배수관으로는 부적당한 프리스트레스트콘크리트관이나 원심력철근콘크리트관 등을 사용할 수도 있다. 이들은 다른 관종에 비하여 내식성이 크나 중량이 무겁고 진동에 대하여 이음이 약한 결점이 있다

프리스트레스트콘크리트관과 원심력철근콘크리트관의 규격은 시험수압에 따라 종류가 여러 단계로 구분되므로 관을 사용함에 있어서는 최대정수압, 수격압, 차량하중, 매설심도, 지승조건과 안전율 등을 고려하여 결정하여야 한다. 프리스트레스트콘크리트관의 이음은 일반적으로 고무링을 사용하며, 원심력철근콘크리트관의 이음은 콤포(compo)로 채우는 칼라식 이음과 고무링을 사용한 소켓(socket)식이 있으나, 원칙적으로 신축이음의 일종인 소켓식을 사용해야 한다.

표 4 1은 우리나라에서 생산되며 KS규격 표시로 허가된 각종 상수도용 관종을 나타낸 것이다.

<표 4.1> 국내에서 생산되는 상수도용 관종

관 종	규 격	관경(mm)
수도용 원심력 닥타일주철관	KS D 4311	80~1,200
수도용 닥타일주철 이형관	KS D 4308	80~1,200
상수도용 도복장강관	KS D 3565	80~3,000
상수도용 도복장강관 이형관	KS D 3578	80~3,000
일반 배관용 스테인레스강관	KS D 3595	8~300
수도용 에폭시수지분체내외면코팅강관	KS D 3608	6~500
수도용 폴리에틸렌 분체라이닝 강관	KS D 3619	15~100
프리스트레스트 실린더콘크리트관	KS F 4405	500~2,000
이음매 없는 동 및 동합금관	KS D 5301	8~150
원심력 철근콘크리트관	KS F 4403	150~3,000
수도용 경질염화비닐관	KS M 3401	13~300
수도용 경질염화비닐 이음관	KS M 3402	13~300
새마을 간이상수도용 경질염화비닐관	KS M 3403	13~100
수도용 폴리에틸렌관	KS M 3408	10~150
수도용 폴리에틸렌 이음관	KS M 3411	10~50

[비고 수도용 강관의 콜타르 에나멜(coal-tar enamel) 도복장 방법 (KS D 8307)
수도용 강관의 아스팔트 도복장 방법(KS D 8306)
수도용 타르에폭시 수지도료 도장방법(KS D 8501)
수도용 액상에폭시 수지도료 도장방법(KS D 8502)
수도용 원심력 닥타일주철관의 모르터라이닝(KS D 4316)]

2 관종의 선정시 내압, 외압에 대해서 안전하고, 매설환경에 적합하며, 내구성도 뛰어난

관종으로 한다. 즉, 관은 내압 또는 외압 등에 어느 때고 견딜 강도를 갖지 않으면 안된다. 따라서 무근콘크리트관, 도관, 목관, 죽관의 종류는 사용하여서는 안된다. 내압은 실제로 작용하는 최대정수압과 수격압을 고려하여야 하고 외압은 토압과 노면하중을 고려해야 하며, 그밖의 경우에는 그에 맞는 하중조건을 고려하여 관의 두께를 산정 비교하여 큰 수치를 채용하는 것으로 한다. 그러나 각 관종은 KS규격으로 규격화가 되어 있어 특별한 경우를 제외하고는 그에 상응한 규격 관종을 사용하면 좋다 어느 관종 또는 이음을 채용하느냐는 부설장소의 상황, 토양의 부식환경, 공사비 혹은 장래의 유지관리측면을 충분히 고려하여 각각의 관 특징을 보아 합리적인 계획을 하여야 한다

각 관종에는 규격에 따라 KS규격 시험수압, 수압시험, 최고허용압력, 사용압력, 정수두 등이 정해져 있고, 또한 그 값에 따라 1종관, 2종관, 3종관, 기타 등의 구별이 있다. 설계시는 관로상 각 지점에 실제 작용하는 최대정수두에 해당하는 관종을 사용하면 안전하고 경제적이다. 따라서 작용수압에 따라 구간별로 관종을 바꾸어 사용하는 것이 합리적이다.

표 4.2는 각 관종별 시험수압을 표시하였으며, 프리스트레스트콘크리트관이나 프리스트레스트실린더콘크리트관, 원심력철근콘크리트관 등의 사용수압과 제작구경, 닥타일주철관의 관경, 토피(土被) 및 정수두에 따른 관종 선정기준과 도복장강관의 두께 산정식은 다음에 기록된 기준에 따라야 한다.

KS규격이 정하는 닥타일주철관, 도복장강관 등 규격관의 두께는 관로상 각 지점에 실제 작용하는 최대정수두를 산정하고, 그 위에 2.5~5배의 안전율을 고려하여 산정하고 있다.

원심력철근콘크리트관은 다른 관종과 달라 시험수압(1,2,3,4,5,6,8,10kg/cm^2)과 최대사용정수두가 표시되고, 수격압은 가산하지 않으므로 이 관을 펌프압송관과 같은 충격을 받을 염려가 있는 장소에 사용하는 경우에는 시험수압에서 수격압을 공제한 수치의 1/2을 최대사용정수압으로

<표 4.2> 관종별 시험수압

관종 \ 관경 및 시험방법	호칭지름(㎜)	시험수압(kgf/cm^2)		
		1종관	2종관	3종관
수도용 원심력 닥타일주철관 (KS D 4311)	300 이하	70	60	50
	350~600	60	50	40
	700~1000	50	40	32
	1000~2000	40	32	25
	호칭 지름(DN)	수압시험(kgf/cm^2)		
수도용 닥타일주철이형관 (KS D 4308)	300 이하	25		
	350~600	16		
	700~1200	10		
	종류의 기호	수압시험(kgf/cm^2)		
상수도용 도복장강관 (KS D 3565)	STWW 30	25		
	STWW 38	35		
	STWW 41 호칭두께 A	25		
	STWW 41 호칭두께 B	20		
	종류의 기호	최고허용압력(kgf/cm^2)		
상수도용 도복장강관 이형관 (KS D 3578)	F 12	12.5		
	F 15	15		
	F 20	20		
수도용 에폭시수지분체 내 외면코팅강관(KS D 3608)	사용압력 10kg/cm^{2}이하			
수도용 폴리에틸렌 분체라이닝 강관(KS D 3619)	정 수 두 100m이하			
수도용 폴리에틸렌관(KS M 3408)	사용압력 7.6kg/cm^{2}이하, 수압시험 25.5kg/cm^{2}이하			
수도용 폴리에틸렌 이음관(KS M 3411)	수압시험 25kg/cm^{2}이하			
수도용 경질염화비닐관(KS M 3401)	사용압력 7.6kg/cm^{2}이하 수압시험 40.8kg/cm^{2}이하			
수도용 경질염화비닐 이음관(KS M 3402)	수압시험 40.8kg/cm^{2}이하			
새마을 간이상수도용 경질염화비닐관(KS M 3403)	정수두 20m이하			
일반 배관용 스테인레스 강관(KS D 3595)	사용압력 10kg/cm^{2}이하			

하여야 한다.

수격압을 다른 관과 같이 50m 정도로 하면 시험수압 5kg/cm^2 이하의 관은 사용할 수 없다는 결론이 된다.

프리스트레스트콘크리트관이나 프리스트레스트실린더콘크리트관의 사용에 있어서는 사용정수압과 수격압 및 외압의 환산 내압과의 합산값을 구하여 여기에 적당한 여유를 두어 사용내압을 결정하여야 한다.

3. 강관두께의 결정

미국수도협회(AWWA manual M11)에 의한 상수도용 도복장강관의 두께 결정방법은 대략 다음과 같다.

(1) 관내수압에 의한 관두께 결정

$$t = \frac{pd}{2s} \qquad \cdots (4\text{-}3)$$

여기서, t : 관체두께(mm)

p 관내수압(kg/cm^2)

d 관내경(mm)

s : 강관의 허용응력(kg/cm^2), 통상 강관 항복점 응력의 60%

<표 4.3> 프리스트레스트(P.S.)콘크리트관 및 P.S.실린더콘크리트관 시험수압표

관종 / 압력관 종별	P.S 콘크리트관 (kg/cm^2)	P.S 실린더관 (kg/cm^2)	호칭지름 (mm)
1 종	18	25	500~1,500
2 종	14	21	500~1,800
3 종	10	17 5	500~2,000
4 종	6	14	500~2,000
5 종	4	11	500~2,000

[비고 원심력철근콘크리트관은 시험수압 2,4,6 kg/cm^2, 내경 150mm~3,000mm까지 제작할 수 있다]

(2) 외압에 의한 관두께 결정

강관 매설후 되메우기, 토압 및 통과차량에 의한 압력으로 관내 도장을 손상시키지 않게 하기 위하여 액상에폭시 도복장강관인 경우에는 이들 중량에 의한 관체변형이 관경의 5% 미만이어야 하고, 시멘트모르터도장인 경우 관경의 3% 이내이어야 한다. 이 경우에 관체에 작용하는 토압은 마스톤(Marston)공식으로 계산한다. 통과차량에 의한 작용하중에는 50%의 토피(土被)를 감안한 충격계수를 고려하여야 한다. 대기압 혹은 수증압(hydrostatic force)에 노출되는 경우에는 외압이 다음 이하가 되도록 하여야 한다.

1) t/d가 0.023 이하이고, 파괴외압 P가 41kg/cm^2 이하인 경우(좌굴파괴)

$$P = 3{,}500{,}000(t/d)^3 \qquad (4\text{-}4)$$

2) t/d가 0.023 이상이고, 파괴외압 P가 41kg/cm^2 이하인 경우(소성파괴)

$$P = 6{,}100(t/d) - 98 \qquad (4\text{-}5)$$

안전율은 1 5~2.0 정도 되어야 한다.

(3) 특수부분 외압에 의한 관두께 결정

대기에 노출시키는 강관을 교량형식으로 지지하고자 할 때 그 지지형식이 새들(saddle)인지 또는 링가아더(ring girder)인지에 따라 그 지지부의 응력을 검토하여야 한다.

한편, 지진력 등을 고려해서 산정하는 보다 자세한 강관이나 주철관의 두께결정을 위한 계산식은 [참고사항1]에 제시하므로 참고하면 된다.

<표 4.4> 닥타일주철관 관종선정 표준일람표

1 연 신 율 10% 이상
2 인장강도 43kg/mm^2 이상
3 충격수압 5 5 kg/cm^2

수 압 (kg/cm^2) / 호칭 지름(mm)	시험수압			비고
	1종관	2종관	3종관	보증수압 (2종관기준)
ϕ 80	70	60	50	100
100	70	60	50	100
125	70	60	50	100
150	70	60	50	100
200	70	60	50	100
250	70	60	50	100
300	70	60	50	100
350	60	50	40	100
400	60	50	40	91
450	60	50	40	87
500	60	50	40	84
600	60	50	40	84
700	50	40	32	80
800	50	40	32	76
900	50	40	32	74
1000	50	40	32	74
1100	40	32	25	72
1200	40	32	25	72

(주) (1) 시험수압이란 제조 당시에 결함이 발생되는가를 확인하는데 그 목적이 있다
(2) 보증수압은 참고로 관파열수압의 70% (최고 100kg/cm^2)이다 (JIS 닥타일주철관 G5526-1989 해설집 참조)
(3) 실내에서 규정대로 접합시킨 접합부의 보증수압도 관의 보증수압과 동일하다

<표 4.5> 도복장강관의 관종선정 일람표

흙덮기 (m)	관경(㎜) / 최고허용 압력(kg/㎠)	80A ~ 300A	350A ~ 600A	700A ~ 800A	900A ~ 1,000A	1,100A ~ 3,000A
1.2	12.5	30	A	B	B	B(A)
	15					
	20	38				
	25					
1.5	12.5	30	A	B	B	B(A)
	15					
	20	38				
	25					
1.8	12.5	30	A	B	B	B(A)
	15					
	20	38				
	25					
2.1	12.5	30	A	B	B(A)	A
	15					
	20	38				
	25					
2.4	12.5	30	A	B	A	A
	15					
	20	38				
	25					
2.7	12.5	30	A	A	A	A
	15					
	20	38				
	25					

[참고사항1] 관두께 계산식

1. 강관두께의 결정

매설강관의 관두께는 1)내압, 2)외압, 3)부등침하. 4)지진하중 등의 조건을 충분히 반영하여 안전하도록 결정하여야 한다.

결정된 관두께는 다음 1)항내지 4)항의 모든 요구를 충족시켜야 하며, 이 경우에도 최소두께 이상이어야 한다. 또한, 강관 제작상의 두께에 대한 허용오차는 KS 규격을 기준으로 하고 두께 결정에는 고려하지 않는다

o 최소 관두께

$$t=\frac{D}{288}\ \text{㎜}\quad (\text{관경}\ \ D=1,350\text{㎜}\ \text{이하})$$

$$t=\frac{D+20}{400}\ \text{㎜}\quad (\text{관경}\ \ D=1,350\text{㎜}\ \text{초과})$$

1) 내압에 대해서는 관내수압(동수압 + 수격압, 혹은 정수압) 2가지 중에서 큰 값을 적용하여 산출한다.

$$t=\frac{p\cdot d}{2\,\sigma_{sa}}$$

여기서, t : 관두께(㎜)

p : 관의 최대내압(kg/㎠)

d : 관의 내경(㎜)

σ_{sa} : 관의 허용응력(kg/cm^2)

2) 외압에 의한 안정계산은 상수도시설기준 본문에 부합되고 다음 사항을 준수하여야 한다.

(1) 토질조사 결과에 따른 주요 구간별 대표 토질정수중, 경제성 및 시공성을 고려하여 전체 설계구간의 대부분에 적용할 수 있는 지반의 토질정수를 기준으로 하여 노면하중(도로구간 등 필요시)을 포함한 외부하중에 따라 관두께를 결정하여야 하며, 이때 고려한 토질정수가 확보되도록 시방서에 시공법 및 품질관리 기준을 규정하여야 한다.

(2) 상기 (1)항의 기준지반이 노면하중이 없는 개활지 등으로서 관로의 침하는 없을 것으로 예상되나, 자연함수비가 높은 점토질이고 일반적인 다짐관리가 곤란한 토질의 경우에는 토피의 과도한 침하 및 이에 따른 주변구조물의 악영향 등을 고려하여 시방서에 시공법 및 품질관리 기준을 규정하여야 한다.

(3) 상기 (1), (2)항의 적용기준에 부합되지 않는 암반, 하저, 국부적 노면하중 발생구간, 관로의 침하가 발생할 수 있는 연약지반 등에 대해서는 각 조건별로 별도 대책을 수립하여야 한다.

(4) 강관 매설후 되메우기, 토압 및 통과차량에 의한 압력으로 관내도장을 손상시키지 않게 하기 위하여 도복장강관에는 이들 중량에 의한 관체변형이 관경의 5% 이내이어야 하고, 시멘트모르터라이닝관인 경우 관경의 3% 미만이어야 한다.

(5) 대기압 혹은 수중압을 받는 경우에는 외압이 다음 이하가 되도록 하여야 한다.

가) t/d가 0.023 이하이고, 파괴외압 P가 41kg/㎠이하인 경우(좌굴파괴)

$$P=3,500,000(t/d)^3$$

나) t/d가 0.023 이상이고, 파괴외압 P가 41kg/cm^2 이하인 경우(소성파괴)

$$P = 6{,}100(t/d) - 98$$

(6) 대기에 노출시키는 강관을 교량형식으로 지지하고자 할 때 그 지지형식이 새들(saddle) 또는 링가아더(ring girder)인가에 따라 그 지지부의 응력을 검토하여야 한다.

(7) 외압 계산방법

가) 상부 토피하중

① 시트파일(sheet pile) 등 토류벽 시공에 따른 수직굴착의 경우

$$W_v = \gamma_s \cdot H$$

여기서, W_v : 상부 토피하중(kg/㎠)

γ_s : 흙의 단위중량(kg/㎤)

H : 토피(㎝)

② 일반 굴착의 경우

수직굴착 경우의 상부 토피하중보다 값이 작으면 수직굴착 경우의 상부 토피하중을 적용한다.

$$W_v = C_d \cdot \gamma_s \cdot B_a$$

여기서, W_v : 상부 토피하중(kg/㎠)

C_a : 도랑(trench) 상수

(Marston공식)

$$C_d = \frac{1 - \mathrm{EXP}(-2K \cdot \mu' \cdot \frac{H}{B_d})}{2K \cdot \mu'}$$

여기서, γ_s : 흙의 단위중량 (kg/㎤)

{입도다짐도 관련사항}

H : 토피(㎝)

B_a : 관상단에서의 도랑(trench) 폭(㎝)

K : Rankine 토압계수

$$(K = \frac{1 - \sin\theta}{1 + \sin\theta})$$

μ' : 되메우기 흙과 사면의 마찰계수($\mu' = \tan\theta'$)

θ 되메우기 흙의 내부마찰각

θ' : 되메우기 흙과 사면의 내부 마찰각(보통 $\theta' \fallingdotseq \theta$)

나) 노면하중

$$W_t = \frac{2np \cdot (1+i)}{[nL + (n-1) \cdot C + b + 2H\tan\theta]} \cdot \frac{1}{(a + 2H\tan\theta)}$$

여기서, W_t : 노면하중 [truck 하중강도 (kg/㎠)]

p : 후륜(1륜) 하중(kg)

n : 점유폭에 접하여 나란한 truck 대수

L : 후륜 중심간격

C : 인접 truck간의 후륜 중심간격(㎝)

H : 토피(㎝), b : 후륜 접지폭(㎝)

θ 분산각(°), a 차륜접지장(㎝)

i : 충격계수

<참고 표 4.1> 충격계수

토피(m)	i
$H \leq 15$	0.5
$15 < H < 65$	0.65 - 01 H
$H > 65$	0.0

다) 변형량 계산

$$\Delta X = \frac{2K_x \cdot (W_v + W_t) \cdot R^4}{EI + 0.061E \cdot R^3}$$

여기서, ΔX 수평방향 변형량(㎝)

W_v 상부 토피하중(kg/㎠)

W_t : 노면하중(kg/㎠)

R 관의 평균반경(㎝)

E : 관의 탄성계수

(2,100,000kg/㎠)

I : 관의 단위폭당 단면 2차 모멘트($t^3/12$) (m^4/cm)

K_x : 지지각에 의해 결정되는 수평방향 변형계수

E' 흙의 반력계수(kg/㎠)

<참고 표 4.2> 지지각에 따른 계수값

기초 지지각	K_b	K_x	(0.061 K_b - 0.083 K_x)
60°	0.189	0.103	0.00307
90°	0.157	0.096	0.00171
120°	0.138	0.089	0.00107
150°	0.128	0.085	0.00082

<참고 표 4.3> 흙의 반력계수

흙의 종류 (통일분류법에 따름)	다짐도에 따른 E'(kg/㎠)		
	다짐 않음	약간의 다짐 Proctor밀도로 < 85% 상대밀도로 < 40%	중간정도의 다짐 Proctor밀도로 ≥ 85-95% 상대밀도로 ≥ 40-70%
세립토(LL>50) 중정도의 소성부터 고소성까지의 흙 CH, MH, CH-MH	이용할 수 있는 데이터가 없다 토질전문가와 협의, 기타의 경우는 E' = 0을 사용		
세립토(LL≤50) 중정도의 소성부터 소성이 없는 흙까지 CL, ML, CL-ML (세립부분 25%이하)	35	14	28
세립토(LL≤50) 중정도의 소성부터 소성이 없는 흙까지 CL, ML, CL-ML (세립부분 25%이하) 세립토를 함유한 조립토 GM, GC, SM, SC (12%이상의 세립토를 함유)	7	28	70
세립토를 거의 함유하지 않던가, 전혀 함유하지 않은 조립토 GW, GP, SW, SP (12%이하의 세립토를 함유)	14	70	140

※ 관체 허용변형율
- 도복장강관 관경의 5% 이내
- 시멘트모르터 라이닝관 관경의 3% 미만

라) 휨응력 계산

$$\sigma_b = \frac{2(W_v + W_t)}{f \cdot z} \cdot Coef.$$

$$Coef. = \frac{K_b \cdot R^2 \cdot EI + (0.061 K_b - 0.083 K_x) E' \cdot R^5}{EI + 0.061 E' \cdot R^3}$$

여기서, σ_b : 외압에 의한 관저부의 휨응력 (kg/㎠)

f : 형상계수(1.5)

z : 관의 단위폭당 단면계수 ($t^2/6$) (cm^3/cm)

t : 관두께(cm)

K_b : 지지각에 의해 결정되는 관저에서의 휨모멘트계수

3) 부등침하에 대해서는 다음과 같은 사항을 고려한다.

(1) 부등침하에 대한 검토는 상기 1)항, 2)항에 의해 결정된 관두께에 대해 관로 전체구간에서 별도 처리하는 것이 타당하다고 판단된 구간에 대해 적용하며, 관로의 휨에 의한 응력, 내압에 의한 응력 및 온도변화에 의한 응력 등 총응력에 대한 변형율을 검토하여야 한다.

(2) 변형율 검토 결과에 따라 해당구간에 대해 관두께 변경, 신축이음, 지반개량 등을 통한 지지력 보강 등 유형별로 대책을 수립하여야 하며 다음식으로 총응력에 대한 변형율을 계산한다.

□ **변형율 계산**

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

여기서, ε : 변형율

σ : 응력

E : 강관의 탄성계수(2,100,000kg/㎠)

※허용변형율
- 부등침하 및 상시하중 < 0.1%
- 지진시 < 0.3%

4) 지진하중에 대해서는 다음과 같은 사항을 고려한다.

(1) 현재까지 국내의 상수도관로에 대한 내진 설계기준은 없으나 최근 지진 발생추이에 따라 시설물의 중요도에 비추어 내진대책이 필요하므로 교량 등의 내진설계 기준을 준용하고 향후 기준 설정 결과에 따라 적용한다.

□ 매설 강관로의 내진계산

가) 설계 수평진도

$$K_h = \frac{3}{4} \cdot \Delta_1 \cdot K_0$$

여기서, Δ_1 : 지역계수

K_0 : 표준설계 수평진도

나) 매설관 위치에서 최대 수평변위

$$U_h = \frac{2}{\pi^2} \cdot S_v \cdot T_G \cdot K_h \cdot \cos\frac{\pi h}{2 H_s}$$

여기서, U_h : 매설위치에서 지반의 수평변위 진폭(cm)

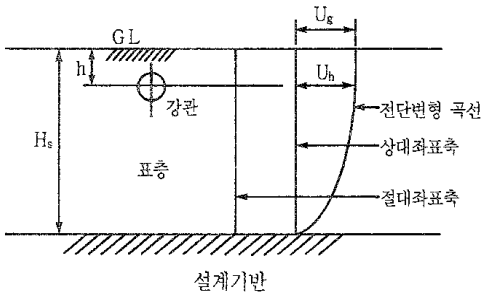
h' : 지표면에서 관중심까지의 깊이(cm)

H_s : 표층의 지반두께(cm) ($h + h'$)

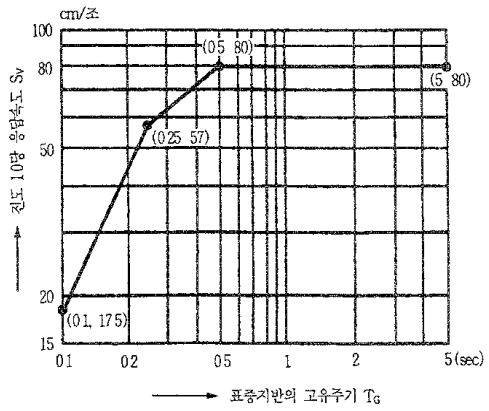
K_h : 내진 계산상의 기반면에 있어서 설계 수평진도

S_v : 단위 진도당 응답속도(cm/초)

T_G : 표층지반의 기본 고유주기(초)



<참고 그림 4.1> 매설관 위치의 최대수평변위



<참고 그림 4.2> 단위진도당 응답속도 (cm/초)

다) 표층지반의 고유주기

$$T_G = S \sum_{i=1}^{n} \frac{H_i}{V_{si}}$$

여기서, H_i = 제 i층의 두께(cm)

V_{si} = 제 i층의 전단 탄성파속도 (cm/초) · N치로 추정

S = 4(점성토), 5.2(사질토)

라) 지진시의 지반 변형

$$\varepsilon_L = \pi \cdot U_h / L$$

$$\varepsilon_B = 2\pi^2 \cdot D \cdot U_h / L^2$$

마) 지진동 파장

$$L = (2 L_1 \times L_2)/(L_1 + L_2)$$

$$L_1 = T_G \cdot \overline{V_s}$$

$$L_2 = T_G \cdot V_{os}$$

여기서, T_G : 표층지반의 기본 고유주기 (초)

$\overline{V_s}$: 표층지반의 평균 전단 탄성파속도(cm/초)

$$\overline{V_s} = \sum \frac{H_i}{\sum \frac{H_i}{V_{si}}}$$

여기서, H_i : 제 i층의 두께(cm)

V_{si} : 제 i의 전단 탄성파속도 (cm/초)

V_{os} : 기반면의 전단 탄성파속도 (cm/초)

<참고 표 4.4> 전단 탄성파속도(V)의 산정식(cm/초)

구 분		표층지반	기 반
충적층	점성토	$122N^{0.0777}$	$143N^{0.0777}$
	사질토	$61.8N^{0.211}$	$103N^{0.211}$
홍적층	점성토	$129N^{0.183}$	$172N^{0.183}$
	사질토	$123N^{0.125}$	$205N^{0.125}$

바) 지반의 강성계수

$$K_{g1} = k_{g1} \cdot \gamma_s \cdot \frac{V_s^2}{g} \text{ (kg/cm}^3\text{)}$$

$$K_{g2} = k_{g2} \cdot \gamma_s \cdot \frac{V_s^2}{g} \text{ (kg/cm}^3\text{)}$$

여기서, K_{g1} 관축방향 지반의 강성계수 (kg/cm³)

K_{g2} : 관축직각 지반의 강성계수(kg/cm³)

k_{g1} : 관축방향의 단위길이당 지반의 강성계수에 대한 정수(≒3)

k_{g2} : 관축직각방향의 단위길이당 지반의 강성계수에 대한 정수(≒3)

γ_s : 매설위치의 흙의 단위중량(kg/cm³)

V_s : 매설위치의 표층지반 전단 탄성파속도(cm/초)

g 중력가속도(980cm/초²)

사) 지반변위에 의해 생기는 관축방향 합동변형

$$\varepsilon_{1e} = \sqrt{\gamma \cdot \varepsilon_{pL}^2 + N \cdot \varepsilon_{pB}^2}$$

$$\varepsilon_{pL} = \alpha_1 \cdot \varepsilon_L = \alpha_1 \cdot \frac{\pi U_h}{L}$$

$$\varepsilon_{pB} = \alpha_2 \cdot \varepsilon_B = \alpha_2 \cdot \frac{2\pi^2 DU_h}{L^2}$$

여기서, γ : 파동성분에 의한 계수 (≒1.0)

ε_{pL} : 지진시 축방향 변화

ε_{pB} : 휨에 의한 축방향 변화

α_1 : 지반에 생긴 축변형 ε_L의 관에 대한 전달율

α_2 : 지반에 생긴 휨변형 ε_B의 관에 대한 전달율

$$\alpha_1 = \frac{1}{1+(\frac{2\pi}{\lambda_1 L'})^2},$$

$$\lambda_1 = (\frac{K_{g1}}{EA})^{\frac{1}{2}}$$

$$\alpha_2 = \frac{1}{1+(\frac{2\pi}{\lambda_2 \cdot L})^4},$$

$$\lambda_2 = (\frac{K_{g2}}{E \cdot I})^{\frac{1}{4}}$$

여기서, E : 관의 탄성계수(kg/cm²)

A : 관의 단면적(cm²)

I 관의 단면 2차모멘트(cm⁴)

U_h : 매설위치에서의 수평변위 진폭(cm)

L' : 외관상의 파장(cm) ($L' = \sqrt{2}L$)

L : 파장(cm), 마)항의 L값

2. 닥타일주철관 관두께 계산식

정수압, 수격압, 토피에 의한 토압, 트럭하중에 의한 토압을 전부 동시에 고려하여 유도하고 있다. 정수압을 P_s로, 수격압을 P_d로 나타내

면 내압에 의해서 발생하는 인장응력 σ_t는 다음과 같다.

$$\sigma_t = \frac{(P_s + P_d)d}{2t}$$

또, 토피에 의해 발생하는 휨모멘트를 M_f, 트럭하중에 의해 발생하는 휨모멘트를 M_t로 하면 외압에 의해서 발생하는 휨응력 σ_b 는 다음과 같다.

$$\sigma_b = \frac{(M_f + M_t)}{Z}$$

$$Z = \frac{bt^2}{6}$$

여기서, b : 단위길이

$$\therefore \sigma_b = \frac{6(M_f + M_t)}{t^2}$$

토피에 의한 토압을 W_f, 트럭하중에 의한 토압을 W_t로 나타내면,

$M_f = K_f \cdot W_f \cdot R^2$

$M_t = K_t \cdot W_t \cdot R^2$

이므로 이를 위식에 대입하면,

$$\sigma_b = \frac{6(K_f W_f + K_t W_t)R^2}{t^2}$$ 이 된다.

그런데 σ_b는 휨응력이기 때문에 인장응력으로 환산하기 위해 0.7을 곱하고, 허용응력을 σ_s로 하면, 관두께는 다음식을 만족하도록 결정하면 된다.

$$\sigma_t + 0.7\sigma_b = \sigma_s$$

여기서, 정수압에 대한 안전율 2.5

수격압에 대한 안전율 2.0

토피에 의한 토압안전율 2.0

노면하중에 의한 토압안전율 2.0

를 대입하고, 관재의 인장강도를 S로 하면 계산식은,

$$2.5\sigma_{ts} + 2.0\sigma_{td} + 1.4\sigma_b = S$$

여기서, σ_{ts} 정수압에 의한 발생응력

σ_{td} 수격압에 의한 발생응력

R ≒ Dm/2로 놓고 계산하면,

$$St^2 - (1.25P_s + P_d)dt - 2.1(K_f W_f + K_t W_t)Dm^2 = 0$$

Dm ≒ d로 두고 t에 대해서 풀면

$$t = \frac{(1.25P_s + P_d) + \sqrt{(1.25P_s + P_d)^2 + 8.4(K_f W_f + K_t W_t)S}}{2S} d$$

가 된다

여기서, t 계산관 두께(mm)

d 관구경(mm)

P_s : 정수압(kg/cm^2)

P_d 수격압(kg/cm^2)

W_f : 토피에 의한 토압(kg/cm^2)

W_t : 노면하중에 의한 토압(kg/cm^2)

S : 관재의 인장강도(kg/cm^2)

K_f : 관저의 지지각에 따라서 결정되는 계수로 참고 표 4-5와 같다.

K_t : 관정 0.076, 관저 0.011

또한 공칭관두께 T는

T = (t+2)×1.1(mm), t+2≧10mm인 경우

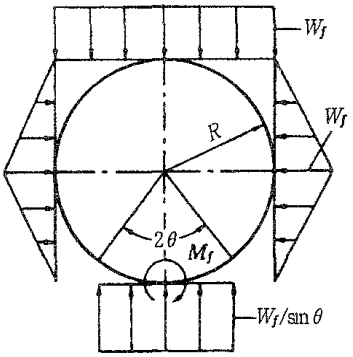
T = (t+2)×1 (mm), t+2<10mm인 경우

이다.

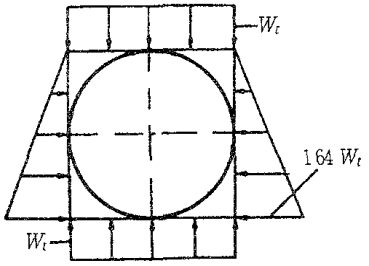
관정, 관저의 양쪽에 대해서 계산하여 큰 쪽을 채용한다.

<참고 표 4.5> 관저의 지지각에 따라서 결정되는 계수치(닥타일 주철관)

위치 \ 관저의 지지각	40°	60°	90°	120°	180°
관 정	0.140	0.132	0.121	0.108	0.096
관 저	0.281	0.223	0.160	0.122	0.096



<참고 그림 4.3> 토피에 의한 하중분포



<참고 그림 4.4> 노면하중에 의한 하중분포

3.3 관 경

도·송수관의 관경은 다음 각 항을 기준으로 하여 정하여야 한다.

1 관경의 산정에 있어서 시점의 수위는 저수위, 종점의 수위는 고수위를 기준으로 하여 동수경사를 산정하여야 한다.

2. 닥타일주철관 또는 강관을 사용하는 경우는 통수년수의 경과에 따라 통수능력이 감소되므로 설계시 15~20년후를 고려하여 산정하여야 한다. 다만, 시멘트모르터, 액상에폭시수지도료 등으로 내구성이 있는 도장을 시공한 것은 통수능력이 거의 감소하지 않는 것으로 본다.

3. 펌프 도·송수의 경우에는 펌프양정과 관경과의 사이에 경제적 관계를 고려하여 설계하여야 한다.

【해 설】

1. 도·송수관은 어떤 조건하에서도 계획 도·송수량이 유하할 수 있어야 하므로 관경은 동수경사로써 고려할 수 있는 최소의 경우에 대해서 산정해 두면 안전하다.

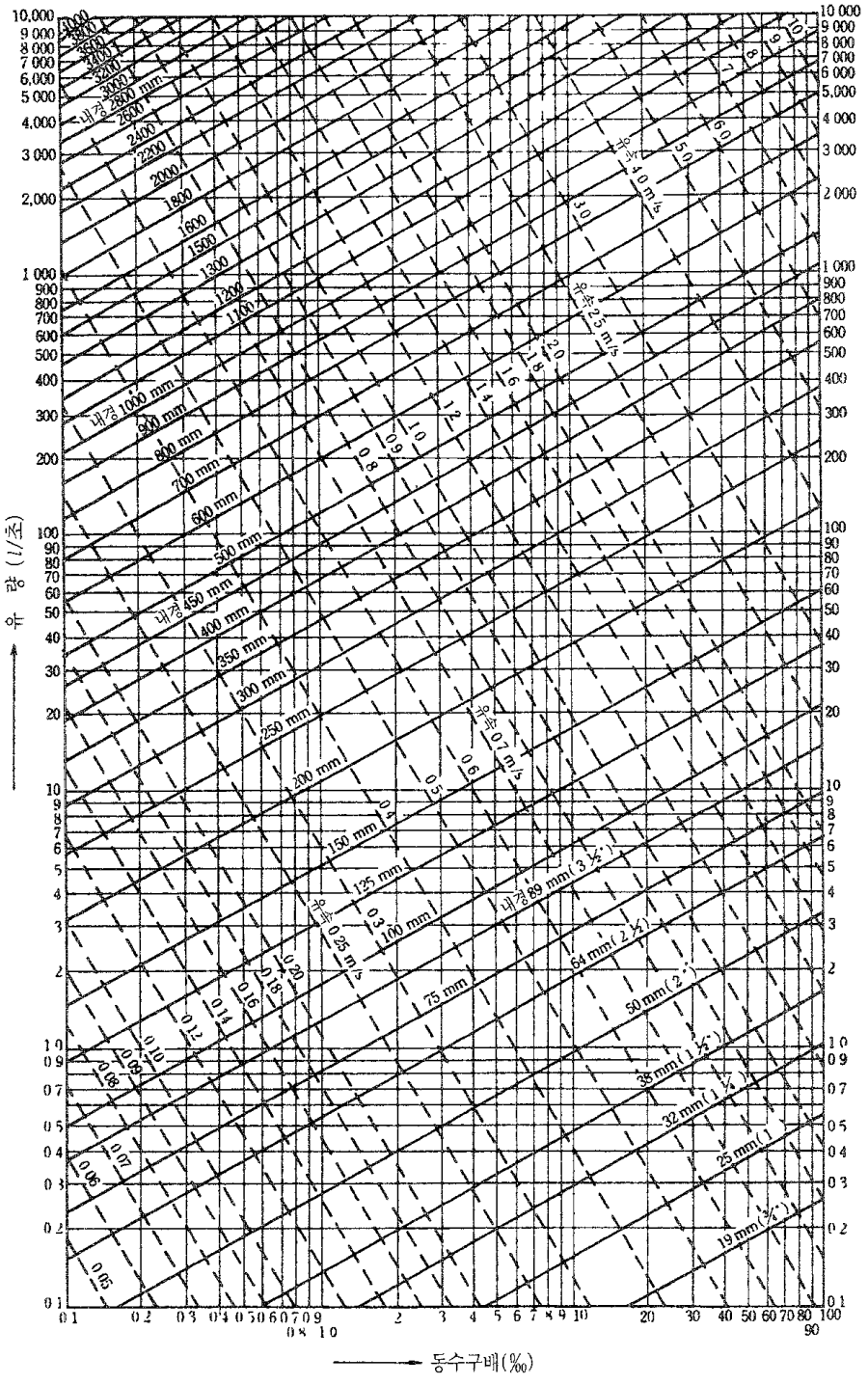
도수관로는 자연유하인 경우에는 시점과 종점이 모두 자유수면을 가지며, 각각 고수위와 저수위가 있기 때문에 시점의 저수위와 종점의 고수위인 경우가 가장 작은 동수구배인 최소 동수경사가 된다. 펌프도수의 경우에는 펌프 흡수정의 저수위와 정수장 착수정과의 낙차 및 도수관로의 손실수두로부터 펌프의 전양정을 산정하면 된다. 관로의 손실수두를 산정할 때 마찰손실을 먼저 산정하고, 곡관부와 그 외의 손실수두를 가산하여야 한다. 다만, 곡관과 기타 이형관이 적을 경우는 이들의 손실을 무시하고 계산하여도 지장은 없다.

2. 프리스트레스트(P.S)콘크리트관 및 원심력철근콘크리트관에서는 통수년수의 경과에 따라 통수능력의 감소가 거의 없다고 생각하고 있으나, 닥타일주철관 또는 도복장강관이 내면에 충분한 내구성이 있는 도복장을 시공하지 않은 것은 통수년수에 따라 내면에 관석(scaling)이 생겨 단면이 축소되고 조도가 증가하여 통수능력이 점차로 감소한다.

따라서 새롭게 관을 부설할 때는 새로운 관의 내면상태에 따라 관경을 정하기 때문에 통수년수가 경과하면 유량이 부족하게 된다. 그러나 관의 내용년수가 경과된 후까지 고려하는 것이 안전하기는 하나 비경제적이다. 그러므로 15~20년후 관의 내면상태를 고려해서 관경을 정하여 두는 것이 바람직하다.

한편, 펌프가압식인 경우에는 관의 내용년수와 기계, 전기시설의 내용년수를 고려하여 유속계수 변화에 의한 손실수두를 염두에 두고 계획하여야 한다.

이상은 도·송수관을 신설할 때를 말한 것이나 확장 또는 개량의 경우는 기존 설치된 관과 신설관을 각기 다른 조도계수를 적용하여 계산



<그림 4.3> 헤젠 · 윌리암스 공식도표(C=110)

하지 않으면 안된다. 기존 설치된 관의 조도는 반적으로 사용되는 관수로의 유량공식은 헤젠
될 수 있는 한 실측하는 것이 바람직하다 일 · 윌리암스(Hazen-Williams)공식으로써 그 공

식과 각 C값에 대한 관경별 유량도는 그림 4.3과 같다.

헤젠·윌리암스공식은 다음과 같다.

$V = 0.84935 \cdot C \cdot R^{0.63} \cdot I^{0.54}$ ---- (4-6)

$Q = AV$ ---- (4-7)

여기서, V. 평균유속(m/초)

C. 유속계수

R: 경심 = D/4(m)

I: 동수경사 = h/L

L. 연장(m)

h. 길이 L(m)에 대한 마찰손실수두 H(m)

D: 관내경(m)

Q: 유량(m^3/초)

A. 관단면적(m^2)

위 식에서 C는 유속계수로서, 여기에서는 C = 110에 대한 유량도표를 예시하였다.

일반적으로 매설된 C의 값은 관내면의 조도에 따라 다르나 주철관의 신설관은 130 정도로 보며 수질의 영향에 따라 상이하나 통수년수의 경과에 따라 점차 감소되므로 15~20년후를 고려하여야 한다. 신설관 설계시 C의 값을 관종별로 보면 표 4.6과 같다.

<표 4.6> 설계시 헤젠·윌리암스공식의 C값

관 종	C값	비 고
주철관 도복장강관	110	부설후 20년
원심력 철근 콘크리트관 P.S 콘크리트관	130	굴곡부 손실 등을 고려하여 C=110~130 정도가 안전하다.
경질염화비닐관	110	

3. 자연유하식 관로의 경우는 주어진 시점과 종점간의 낙차를 최대한도로 이용하고 유속을 가급적 크게 하는 편이 관경이 최소가 되고, 따라서 관의 부설비도 최소로 되어 매우 경제적인 설계가 된다.

즉, 자연유하식 관로에 있어서는 그 관경이 주어진 개개의 수리조건에서 정해지는 것이다.

그러나 펌프양수의 관로에 있어서는 도·송수관의 관경과 펌프양정과의 상관관계를 무수히 조합할 수 있는데 관경을 작게 하면 관의 부설비가 저렴하나 통수저항을 증가시켜 동수경사가 급하게 됨과 동시에 손실수두가 커지기 때문에 펌프양정이 커진다. 따라서 펌프 설비비가 커질 뿐만 아니라 장래에 걸쳐서 전력비가 높아져 비경제적이 된다.

반대로 관경을 너무 크게 하면 펌프설비비는 적으나 관의 부설비가 증가되어 어느 경우에도 비경제적인 설계가 되기 쉽다.

일반적으로 관로관계비용과 펌프관계비용의 합산치를 연간 총경비(건설비, 이자, 시설의 감가상각비 및 유지관리비의 합산치)의 형태로 생각하면 그 동안에 주어진 유량에 대하여 총경비가 최소이며, 가장 경제적인 관경이 반드시 하나 존재하는데, 이를 상수도관로의 경제적 관경이라고 한다.

이 경우 유속, 유량, 동수경사가 각각의 관경에 대한 경제유속, 경제유량, 경제동수경사가 된다. 즉, 이들의 경제적 수리제원은 주어진 관종, 부설조건에 대하여 하나의 물가체계상에서는 각 관경별로 항상 일정값을 표시하는 것이다.

경제적 설계조건에 영향을 주는 요소로서는 관부설의 재료비 및 인건비, 펌프설비비(가건물 포함), 건설자금의 이자율, 관 및 펌프설비의 감가상각율과 유지보수율(고정자산보존율), 전기요금 등이 있고, 그 중 하나가 변동하면 경제적 제원이 따라서 변화한다.

3.4 유 속

도·송수관을 설계할 때의 평균유속은 다음 각 항에 따르는 것으로 한다.

1. 자연유하식인 경우에는 도·송수관의 평균유속의 최대한도는 표 4.7의 값과 같고,

도수관의 평균유속의 최소한도는 0.3m/초로 하지 않으면 안된다.

2. 펌프가압식인 경우에는 경제유속으로 한다.

【해 설】

1. 자연유하식 도수관의 경우에는 주어진 시점과 종점간의 낙차를 최대한도로 이용하여 유속을 가능한 한 크게 하는 쪽이 관경이 최소가 된다. 즉, 도·송수관에서의 평균유속의 최대한도는 관내면이 마모되지 않도록 하기 위하여 표 4.7의 값 이내라야 한다. 유속의 최소한도는 모래입자의 침전을 방지하기 위하여 0.3m/초로 한다.

다만, 송수관로에 있어서는 정수를 취급하므로 토사의 퇴적을 고려할 필요가 없으며 평균유속의 최소한도를 정할 필요가 없다.

2. 펌프가압식 도·송수관로의 경우, 본장 3.3 관경의 경제적 관경에 대한 유속이 경제유속이 된다.

<표 4.7> 도·송수관 평균유속의 최대한도

관의 내면상태	평균유속의 최대한도(m/초)
모르터 또는 콘크리트	3.0
모르터라이닝 쉬일드도장	5.0
강관, 닥타일주철, 경질염화비닐	6.0

3.5 관로노선

도·송수관의 관로노선은 다음 각 항에 적합하도록 해야 한다

1. 원칙적으로 공공도로 또는 수도용지로 하여야 한다

2. 수평이나 수직방향의 급격한 굴곡을 피하고, 어느 때고 최소 동수경사선 이하가 되게 선정하여야 한다.

3. 펌프양수시 관로연장이 길 경우 필요에 따라 관로에 안전밸브 또는 조압수조(Surge tank)를 설치하는 등 수격작용에 대처하여야 한다

4. 사고의 경우를 고려하여 필요에 따라 관을 2계열 부설하고 중요한 장소에 연결관을 설치하여야 한다.

5 몇 개의 노선에 대해서 건설비 등의 경제성, 유지관리의 난이도 등을 비교·검토하고, 종합적으로 판단하여 결정하는 것이 바람직하다.

【해 설】

1 도·송수관은 상수도에 있어 가장 중요한 간선의 일부이므로 그 관로는 유지관리상 사유지를 피해 공공도로 또는 수도용지내에 부설하는 것이 바람직하다.

유지관리상 수도용지가 이상적인데, 용지취득 또는 가옥이전이 곤란하며, 고액의 매수비용을 요하는 곳도 있으므로 먼저 공공도로 이용을 원칙으로 하되 공공도로가 없을 경우나 있어도 도로폭이 협소하거나 지나치게 우회하는 경우 또는 굴곡이 심하여 도·송수관로로서 부적당한 경우에는 되도록 수도용지를 확보하여 수도전용 노선을 고려한다. 또, 포장도로중 특히 경질포장에서 관의 부설비에 비해 노면복구비가 대단히 고액이 되거나 연장이 지나치게 길게 될 때는 최단거리의 수도전용 노선을 매수하는 편이 경제적이 될 때도 있다.

장래 수도전용 노선을 공공도로에 편입하는 것을 조건으로 매수를 용이하게 할 수도 있다

이런 때와 또 부근의 발전에 따라 장래 공공도로가 예상될 때는 당초부터 공공도로로서 노면하중을 고려하여 흙덮기와 관두께를 고려해서 설계하여야 한다.

먼저, 공공도로에 부설하는 경우는 최초로 하천횡단이나 철도횡단과 같은 특수한 장소에 대해서 점용이 가능한가 사전에 각 관리자와 협의하여 시행하면 된다

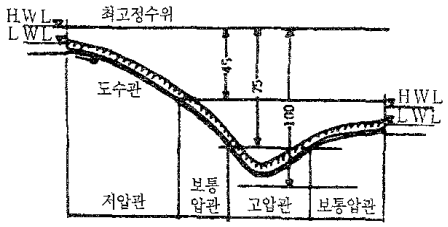
2 수평이나 수직방향의 급격한 굴곡은 손실수두를 크게 하고 수리학적으로 좋지 않으며 수압과 유속에 따라 관로와 외측을 향하는 힘이 작용하여 구조상의 약점이 되므로 이것을 피하지 않으면 안된다.

관로의 일부가 동수경사선보다 높은 때 관의 상부는 관내압이 대기압보다도 작아지고, 거기에 수중의 공기가 분리되어 축적되면 통수에 방해가 될 뿐 아니라 만일 이음의 틈새나 관에 균열이 생기면 주위에서 역으로 빗물과 오수를 관내에 흡인하여 위생상에도 좋지 않으므로 관로상 어떤 점도 동수경사선보다 항상 낮게 위치하도록 노선을 선정하여야 한다. 최소 동수경사선보다도 상승함을 피하지 못할 경우에는 그 지점부터 상류측의 관경을 크게 하여 동수경사선을 상승시키고 하류측의 관경을 원래의 계획보다 작게 하거나, 그 지점에 접합정을 설치하는 방법이 과거에는 흔하게 채택되었으나 실제에 있어서는 접합정을 생략하는 편이 경제적이고 유지관리상에도 편리하므로 지금은 접합정이 거의 쓰이지 않는다(그림 4.5 및 그림 4.6 참조).

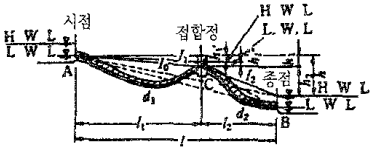
관로에 작용하는 최대정수두가 사용하는 관종의 KS규격 시험수압 이하라야 한다는 것은 이미 본장 3.2의 관종에서 기술한 바 있으며, 부득이 고압이 될 경우에는 특수한 고압관을 사용하거나 또는 그 지점 상류측의 적당한 위치에 접합정을 설치한 뒤 자유수면에 압력을 개방하고 최대정수두를 감소시켜야 한다(그림 47 참조).

3 펌프양수시 관로연장이 긴 경우는 펌프의 운전개시, 정지, 정전 기타의 사고가 있을 때나 하류측 제수밸브의 개폐시 등에 관로에 이상수격압이 일어나기 때문에 필요에 따라 그 완화대책으로서 안전밸브 또는 자유수면을 가진 조압수조(surge tank)를 설치하여야 한다.

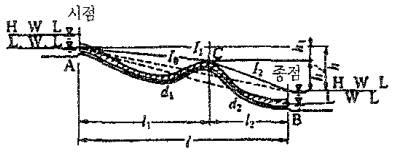
또, 양수관로에서 펌프에 가까운 거리에 종단면상으로 상승경사가 되는 장소에는 펌프 급정지시 수격작용에 따라 일단 진공이 되어 수주



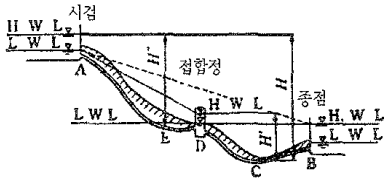
<그림 4.4> 최대사용정수두



<그림 4.5> 접합정의 설치에 의한 동수경사선 상승법



<그림 4.6> 관경변화에 의한 동수경사선 상승법



<그림 4.7> 접합정 설치에 의한 동수경사선 하강법

분리를 일으키고 이것이 결합할 때 대단히 큰 수격압이 생긴다.

이 경우는 한 방향 조압수조를 설치하는 것이 안전하다 또 관경이 크고 연장이 길 경우에는 도중 관로의 파열사고에 대비하여 자동차단밸브를 설치하면 안전하다.

4. 관로의 사고시 다른 계통에서 보급이 안될 경우 또는 복구에 곤란이 예상될 경우에는 전노선이나 또는 위험성이 큰 구간의 관로를 2계

열로 하고 중요한 장소에 연결관을 설치하여 사고시의 안전을 기하는 것이 바람직하다.

5. 노선의 선정에 있어서는 몇 개의 노선에 대해서 먼저 도면상에서 조사를 행하고, 다음에 현장답사하여 설계상 문제가 되는 점의 조사를 실시한다. 또, 이외의 노선에 대해서 용지취득비, 건설비 등의 경제성, 내진성, 유지관리의 난이성 등에 대해서 비교·검토하고, 종합적으로 판단하여 노선을 결정하는 것이 바람직하다

관로노선 선정시 부득이한 경우를 제외하고는 가능한한 연약지반을 피하여 관로를 우회함이 좋다.

3.6 접합정

접합정은 다음의 각 항에 적합하도록 해야 한다.

1. 원형 또는 각형의 콘크리트 또는 철근콘크리트로 축조하여야 한다. 단, 구조상 안전한 것으로 충분한 수밀성, 내구성을 지니며, 용량은 계획도수량의 1.5분 이상으로 함이 바람직하다.

2. 유입속도가 큰 경우는 접합정중에 월류벽을 설치하여 유속을 감쇄한 후, 유출관으로 유출시키는 구조로 하여야 한다 또, 수압이 높은 경우는 필요에 따라서 수압제어용 밸브를 설치하는 것이 바람직하다.

3. 유출관의 유출구 중심높이는 저수위에서 관경의 2배 이상 낮게 하는 것을 원칙으로 한다

4. 필요에 따라 양수장치, 이토관 월류장치를 설치하고 유출구와 이토관에는 제수밸브 또는 제수문을 설치하여야 한다

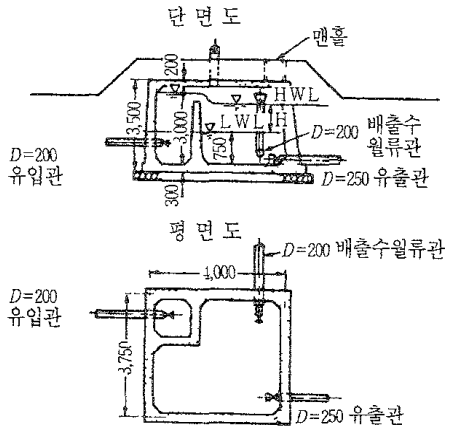
【해 설】

1. 도·송수관의 접합정은 주로 관로의 수압을 경감하는 목적으로 설치하는 것이므로 그 위치는 실제로 작용하는 정수압이 관종의 최대 사용정수두 이하가 되고 배수하기 용이한 수로가 부근에 있는 장소를 선정하여야 한다.

또한, 관로의 도중에 설치하는 접합정은 주로 관로의 수압을 조절할 목적으로 설치하기 때문에 그 위치는 관로에 작용하는 수압외의 수리학적 상황을 종합적으로 검토하여 결정하여야 한다. 통상, 접합정은 철근콘크리트, 프리스트레스트콘크리트, 강판 등으로 만들어졌는데, 어떠한 경우도 수밀성과 내진성을 지닌 구조로 하여야 한다. 접합정의 용량은 수압을 조절함과 함께 수면의 동요를 흡수하고, 원활한 도수가 가능한 것으로, 통상 계획도수량의 1.5분 이상으로 하며, 수심은 3.0~5.0m를 표준으로 한다. 계획도수량이 작을 때는 수면면적이 작아져, 수면동요를 흡수할 수 없기 때문에 최소 $10m^2$ 정도가 바람직하다. 구조 및 형상은 제5장 제 2절의 착수정을 참조하면 된다

2. 도·송수관로의 수압경감의 목적으로 접합정을 설치한 경우에 있어 접합정의 상류측 관내의 유속이 클 때 등에는 접합정내에서 난류가 되어 유출관에 공기를 끌어 들일 염려가 있고, 또 접합정의 수위는 일정한 것이 바람직하므로 정내에 월류벽을 설치하여 유속을 줄여주는 것이 바람직하다.

또, 유입속도가 큰 경우에는 접합정내에 월류벽을 설치하여 유속을 줄이고, 접합정내 수위의 안정을 도모하는 것이 필요하다(그림 4.8 참조).



<그림 4.8> 접합정(단위 : mm)

3. 유출구가 저수위에 가까울 때는 유출관 속으로 공기를 끌어 들여 통수능력 저해의 원인이 되므로 이것을 방지하기 위해 저수위보다 관경의 2배 이상 낮게 설치하면 안전하나 대구경 관로의 경우에는 현실적으로 어려움이 있으므로 적절하게 조정한다.

4. 제수밸브, 공기밸브, 배출수설비 등의 부속설비는 각 항의 해설이나 본장 3.23 수격방지설비의 【해설】을 참조하면 도움이 될 것이다.

3.7 제수밸브

제수밸브는 다음 각 항에 따르는 것으로 한다.

1. 도·송수관의 시점, 종점, 분기장소, 연결관, 주요한 이토관에는 원칙적으로 제수밸브를 설치하고 중요한 역사이펀부, 교량, 철도횡단 등으로 사고를 일으킬 가능성이 크고 복구가 곤란하다고 생각되는 장소에는 그 전후에 설치하여야 한다.

2 선항 이외의 장소에도 3~5km 간격에 설치하면 좋다.

3. 수압이 높은 장소로서 관경이 400mm 이상의 제수밸브에는 부제수밸브를 설치하여야 한다.

4. 관경 800mm 이상의 제수밸브실에는 밸브 후단에 맨홀을 설치함이 좋다.

5 제수밸브실은 도로의 종류별, 배관의 구경별 및 현장조건에 따라 소형, 중형, 대형으로 구분하여 설치하여야 한다.

6. 제수밸브실은 설치 및 유지관리가 용이하도록 충분한 공간을 확보하여야 하며, 이상수압 발생시 즉시 감지하기 위한 수압계의 설치 등 배수 및 점검을 위한 설비를 갖추어야 한다.

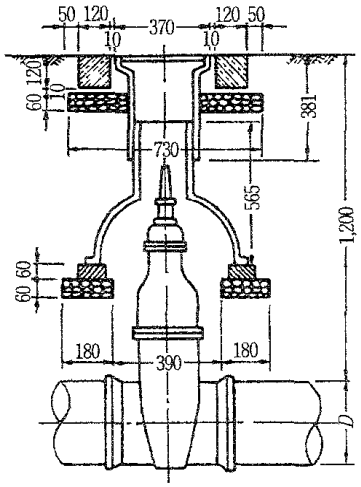
【해 설】

1. 제수밸브 설치의 목적은 관내의 유수정지와 수량의 조절에 있다.

또, 유수의 정지는 도·송수작업상의 필요에 의하거나 사고 또는 공사때문에 단수를 하되 배출수량을 최소한도로 막고 싶은 경우의 두가지가 있다.

2. 전자는 유지관리상의 필요에서 설치하는 것이고 후자는 특수한 장소로서 사고가 발생하기 쉽고 보수에 장시간이 소요되어 피해를 다른 곳에 파급시킬 염려가 있을 만한 곳으로써 소규모의 것을 제외하고는 그 전후에 설치한다. 또 특수한 장소나 분기관이 없는 관로에서도 충수, 통수, 배출수 등의 작업과 사고시를 고려하여 3~5km 간격으로 제수밸브를 설치하는 편이 좋다. 제수밸브는 축방향에 따라 입형과 횡형이 있으며 관경 600mm 이상의 개폐장치는 톱니바퀴 조립에 의함이 일반적이다. 또 필요한 흙덮기를 유지할 수 없는 장소와 제수밸브의 설치에 필요한 공지가 없는 장소에는 버터플라이밸브(butterfly valve)의 사용이 유리하다. 버터플라이밸브는 대구경이 될 수록 값이 싸고 개폐가 용이한 장점이 있다.

3. 제수밸브는 그 전후의 수압이 같거나 그 차가 적은 경우에는 개폐가 용이하나 그 차가 지나친 경우에는 마찰저항 때문에 문짝의 개폐가 곤란하다. 이 저항은 수압이 높을 수록 크고 관경이 클 수록 크다. 따라서 이런 경우에는 버



<그림 4.9> 제수밸브실(단위 : mm)

터플라이밸브를 사용하거나 수두 40m 이상으로 관경 400mm 이상의 제수밸브에는 부제수밸브를 설치하고 주밸브의 개폐에 앞서 부제수밸브를 개폐함으로써 양측의 수압이 균형되도록 한 다음 주밸브의 개폐를 용이하게 하고 수격압을 경감하는 것이다. 또 부제수밸브는 소량의 수량이나 수압을 조절하는 데도 편리하다.

한편, 1,650mm 이상의 대구경 밸브는 설치 및 조작이 어려우므로 관을 분기하여 소형밸브를 설치하는 방안도 검토할 필요가 있다

5. 밸브실 기준은 표 4.8과 같다

3.8 공기밸브

공기밸브는 다음 각 항에 적합하도록 해야 한다

1. 관로의 상단부에 설치하나 제수밸브의 중간에 상단부가 없는 경우에는 높은 편의 제수밸브 바로 밑에 설치하여야 한다.

2 관경 400mm 이상의 관에는 반드시 쌍구공기밸브 또는 급속공기밸브를 설치하여야 한다.

3 공기밸브에는 필요에 따라 보수용의 제수밸브를 설치하여야 한다

4. 매설관에 설치하는 공기밸브에는 공기밸브실을 설치하여야 하며, 공기밸브 주위의 지하수가 높을 때는 하수가 역류하지 못하도록 필요한 높이의 관을 이어서 높게 하여야 하며, 밸브실내에 공기의 유출입이 용이하도록 환기구를 설치하여야 한다

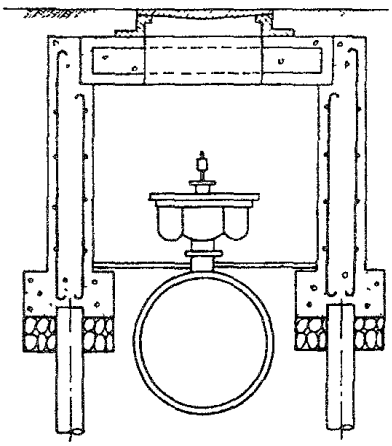
【해 설】

1. 공기밸브 설치의 목적은 관내 공기를 배제하거나 흡인하기 위해서이다. 관로의 상단부에는 수중에 용해되어 있는 공기가 유리되어 축

<표 4.8> 밸브실 기준

구분	밸브실명	적용관종	적용관경 (mm)	적용장소	기타
소형	밸브실 보호통	닥타일 주철관	D 80~300	보도 및 폭좁은 도로, 도로폭 6m이하로서 중차량 통행이 빈번하지 않은 도로	제수밸브실 규격은 슬루스밸브 치수에 의함
중형	원형(圓形) 밸브실	〃	D 80~300	도로폭 15m 이하의 도로 소형 밸브실 설치가 곤란한 경우	
대형	구형(矩形) 밸브실(A)	〃	D 80~250	도로폭 20m 이상의 차도	
	〃 (B)	〃	D 300~600	D 400mm이상 제수밸브 설치시 · 도로폭 20m 이상 차도에 D 300mm 제수밸브 설치시	
	〃 (C)	강관	D 700 이상	D 700mm 이상 제수밸브 설치	제수밸브실 규격은 버터플라이밸브 치수에 의함.
기타	이토 및 배기밸브실	닥타일 주철관	D 80~300	도로폭 15m 이하의 도로	

주 (1) 밸브실 표준도는 많이 사용되고 있는 관종, 제수밸브실의 규격을 기준함
(2) 상수도 뚜껑(KS D 6021) 및 틀은 개량 원형 뚜껑 및 틀이 생산될 때까지 기존 철개와 병행 사용 가능



<그림 4.10> 쌍구공기밸브실

적되고 이것을 배제하지 않으면 통수 단면적을 감소시키기 때문에 이 공기를 자동적으로 배제해야 한다 또 관을 부설할 때나 단수후에 물을 다시 채울 때는 관내의 공기를 배제하면서 충수하여야 하며, 또 공사할 때나 작업상 필요에 따라 단수할 때 관내의 물을 빼내면 관내는 진공에 가깝게 되어 외압 때문에 관이 변형될 염려가 있다. 그러므로 이런 경우에는 공기를 자동적으로 관내에 빨아 들여야 한다.

이상의 목적 때문에 공기밸브를 관로의 상단부에 설치하는 것이다. 이 경우의 상단부는 전체 관로를 통한 최고부가 아니고 국부적인 그 부근의 최고점이다. 교량첨가관이나 수관교의 중앙부도 여기에 상당한다. 충수작업의 만전을 기하려면 제수밸브와 제수밸브 사이에 공기밸브가 없으면 안되나 그 사이에 상단부가 없으면 위치가 높은 편의 제수밸브의 바로 밑에 설치하면 비교적 공기가 나가기 쉽고, 상단부가 없을 때나 연장이 길 때는 적당한 간격에 공기밸브를 설치하는 것이 좋다

2. 관경이 커지면 공기밸브로 출입하는 공기량이 많아지므로 쌍구공기밸브 또는 급속공기밸브를 사용한다. 또 관경 400mm 미만의 관이라도 공기의 유출입이 특히 많다고 생각되는 경우는 쌍구공기밸브 또는 급속공기밸브를 사용하고, 특히 동수경사선상에 설치된 터널 입·출구 등에는 공기배제용관(stand pipe)을 세우는 것이 바람직하다.

관경에 따른 공기밸브의 적용구경은 다음 표 49와 같다.

3. 공기밸브의 누수보수나 교체시 등을 고려하여 공기밸브용 T자관과 공기밸브의 사이에 핸들이 붙은 제수밸브를 설치하면 편리하다. 공기밸브는 그 기능을 완전하게 발휘하기 위하여 수평으로 설치하여야 한다. 매설관의 공기밸브에는 반드시 밸브실을 설치하여야 한다 특히 한냉지에서는 공기밸브의 동결을 막기 위하여 밸브실 뚜껑을 이중구조로 하거나 밸브실 내에 적당한 방한재를 채워야 하며, 또 공기밸브실의 외부를 덮는 방한공도 할 때가 있다.

4. 공기밸브의 보호 및 유지관리를 위하여 매설관에서는 밸브실, 노출관에서는 외함을 설치한다 밸브실은 밸브의 유지관리가 가능한 크기의 철근콘크리트 구조로 하며 배수가 가능하도록 하여야 한다.

<표 4.9> 쌍구 및 급속 공기밸브 적용 구경

쌍구 공기밸브		급속 공기밸브	
구 경 (mm)	관 경 (mm)	구 경 (mm)	관 경 (mm)
80	400~600	80	400~900
100	600~900	100	600~1,200
150	900이상	150	900 이상
200	1,600이상	200	1,600 이상

3.9 배출수설비

배출수설비는 다음 각 항에 적합하도록 설치하여야 한다.

1. 관로의 凹부에 적당한 배출수로 또는 하천이 있는 부근을 택해서 배출수설비를 하여야 한다.

2. 이토관의 관경은 도·송수관 관경의 1/2~1/4로 하고 가능하면 치수가 큰 것을 택하여야 한다

3. 방류수면이 관저보다 높을 때는 이토관과 토출구 도중 필요에 따라 배출슬러지실을 설치하여야 한다.

4. 토출구 부근의 호안은 방류수에 의하여 침식 또는 파괴되지 않도록 견고하게 축조하여야 한다.

【해 설】

1. 배출수설비의 설치 목적은 관을 부설했을 때 관저에 남는 이토나 모래 등을 배출하게 하고 아울러 평소 유지관리상 관내 청소와 정체수의 배제 등을 하는데 있다. 따라서 그 설치위치는 관로의 凹부 부근에 관경에 알맞는 배출수량을 수용할 수 있을 정도의 수로(하천, 하수관거, 측구 등)가 있는 곳이 아니면 안된다.

관로가 특히 낮은 곳이 아니라도 부근에 적당한 배출장소가 있을 때는 되도록 이토관을 설치하는 것이 좋다. 가깝게 적당한 배출수로가 없을 때는 배출수관로가 상당한 거리가 되더라도 하는 수 없다. 이토관에는 반드시 제수밸브를 설치하여야 하며, 중요한 이토장소에는 주관에도 제수밸브를 설치하되 이 경우 이토관 전후에 2개의 제수밸브를 설치하는 것과 주관에 설치된 한개의 제수밸브의 양측에 2개의 이토관을 설치하는 두가지 방법이 있다. 또 이토관은 제수밸브와 제수밸브 사이에 적어도 한개는 설치하는 것이 바람직하다.

2 이토관의 관저고는 본관의 관저고와 일치시켜야 하며, 관내를 충분히 세척하기 위하여는 상당히 빠른 유속이 필요하기 때문에 이토관의 관경 규격에서 관경 1,650mm 이상의 특대 구경관 이외에는 주 관경의 1/2~1/4 정도로 하게 되어 있으나 가능하면 크게 하는 것이 편리하다. 소구경관에서는 이토관 대신 T자관을 사용할 때도 있다. 그러나 관경 500mm 이상의 관에서는 토출구의 수로가 범람할 염려가 있으므로 이런 때에는 배출 가능한 장소마다 여러개의 배출수설비를 할 수도 있다.

3. 방류수로의 하수가 관내에 역류하지 못하게 토출구는 반드시 방류수로의 고수위 보다도 높게 설치하여야 한다 세척수 배출만을 위하여 설치한 이토관에서는 방류수면보다 토출구를 높게 하는 것이 좋으나 관내에서 완전하게 물을 빼내고자 할 때는 이토관의 도중에 배출슬러지실을 설치하여 펌프로 배출이 가능하도록 하지 않으면 안된다.

4. 토출구 부근이 대량의 방류수에 의하여 침식 또는 파괴될 염려가 있는 장소는 반드시 보호공을 하여야 한다.

3.10 맨홀

관경 800mm 이상의 관로에는 관로 내부의 검사와 보수때문에 필요한 장소에 맨홀을 설치하여야 한다.

【해 설】

맨홀은 사고의 가능성이 많은 수관교, 역사이펀, 제수밸브, 지형과 지질이 변화하는 장소와 기타 중요한 장소에 설치하여야 하고, 또 일반 관로에도 적당한 간격으로 설치하는 것이 좋다. 흙덮기가 큰 장소에는 외부로부터의 검사와 보수가 불가능하므로 특히 맨홀 설치가 필요하다.

맨홀의 크기는 대개 직경 600mm로 충분하다. 맨홀은 보통 상향으로 설치하고, 그 부분의 공기배제 때문에 공기밸브 또는 소화전을 설치하며 소화전은 수압조사나 수질시험에도 사용되므로 편리하다

3.11 하저횡단

하저횡단은 다음 각 항에 적합하도록 해야 한다.

1. 하저횡단의 역사이펀관은 2계열 이상으로 하고 되도록 거리를 두어 부설하여야 한다.

2. 하저의 매설심도, 연장 또는 제방횡단 공법 등은 당초부터 관계당국과 충분히 협의하여 결정하여야 한다.

3. 역사이펀부 전후 연결관의 경사는 부득이한 경우외에는 45° 이하로 하고, 굴곡부는 콘크리트지지대에 충분히 정착시켜야 한다.

4. 관을 보호하기 위해서는 콘크리트 등으로 보호공을 시공하고 유수부의 하상은 필요에 따라 하상보호공을 시공해야 한다.

5. 대하천의 하저를 두터운 흙덮기로 횡단함으로써 보수하기가 곤란한 경우는 검사, 보수가 용이하도록 적당한 대책을 강구하여야 한다.

6. 연약지반의 역사이펀은 기초를 완전히 하거나 지반의 부등침하에 대응하는 구조로 하여야 한다.

【해 설】

1. 하저횡단의 역사이펀관은 사고가 발생할 염려가 있는 곳일 뿐더러 사고가 발생하더라도 발견하기가 어렵고 발견하더라도 보수가 곤란하며 장시간이 걸리므로 기초공에 유의하여 내구성이 큰 구조로 축조하여야 한다. 그 중요도와 하천의 상황에 따라 당초부터 2계열 이상으로 분리 설치하고, 되도록 상호 거리를 두어 부설함으로써 전체 관로가 동시에 단수되지 않게 하는 것이 좋다.

2. 하천부지내에 공작물을 설치할 때는 하천법에 따라 그 설계와 공법에 대하여 하천관리자의 허가를 받지 않으면 안된다 따라서 하천관리자와 당초부터 협의하여야 한다 또 상수도의 입장에서도 하천에 따라서는 매년 하상이 저하하는 일이 있으며, 또 개수계획에 따라 장래 하상고와 하폭이 변화하는 일이 있으므로 부설위치, 매설깊이 및 연장을 당초부터 하천관리자에게 알리고 또 제방횡단의 경우 그 공법과 시공시기를 하천관리자와 충분히 협의하여 정할 필요가 있다.

3. 역사이펀관 전후의 연결관은 피해가 일어나기 쉬운 장소이므로 되도록 완경사로 하고 기초를 견고하게 한다. 굴곡부는 상하부를 모두 콘크리트지지대에 정착시켜 이음의 탈출을 방지하도록 하여야 하므로 역사이펀관에는 플렉시블축이음으로 하면 안전하다.

4 및 5. 대규모의 역사이펀 공사 또는 쉬일드(shield)공법으로 하저를 횡단할 경우는 흙덮기가 대단히 크기 때문에 내부에서 검사, 보수가 가능하도록 양단에 맨홀과 이토관을 설치하여야 한다. 또 사용하는 관종은 내면에서 보수가 가능한 것을 선정하여야 한다.

6. 하상은 일반적으로 지반이 연약하므로 말뚝박기로 기초를 견고하게 한다. 또 지지층이 깊고 지반침하가 큰 장소에는 관의 이음이 부등침하를 허용하는 메카니컬이음 등으로 할 필요가 있다.

3.12 철도 및 간선도로 횡단

철도 및 간선도로 횡단은 다음 각 항에 적합하도록 해야 한다.

1. 관이 레일상의 차량하중과 진동을 직접 받지 않도록 측벽과 떼어낼 수 있는 슬래브(slab)로 된 암거나 내경 600mm 이상의 삽입관 등으로 관을 보호하여야 한다.

2. 관경 400mm 이상의 관에서는 필요에 따라 그 보호공내의 관을 보수, 검사하기 위하여 사람이 출입할 수 있는 크기로 하여야 한다.

3. 관이 전식을 받을 염려가 있는 경우에는 상황을 충분히 조사하여 적당한 전식

(electrolytic corrosion)방지 조치를 강구하여야 한다. 또 횡단장소 양단에는 매설위치를 나타내는 표지판을 세워야 한다.

【해 설】

1. 철도를 횡단하여 관을 부설할 때는 그 설계와 공법에 따라 철도관리자의 승인을 요한다. 상수도의 입장에서는 철도의 하중과 진동이 직접 관에 전해지지 않도록 보호공내에 관을 넣는 것이 좋다. 슬래브로 된 암거는 상부 슬래브를 떼어낼 수 있도록 하여 두면 보수할 때 편리하다.

공법은 철도관리자와 협의하여 정해야 하나 열차운행의 영향을 되도록 적게 하기 위하여 최근에는 개착에 의하지 않고 삽입관을 재크(jack) 등으로 굴진하는 추진공법을 선택하는 경우가 많다.

삽입관으로서는 원심력철근콘크리트관이 보통이나 강관의 추진도 많이 사용되고 있으며, 그 관경은 안에 사람이 들어가 작업할 수 있는 규격으로써 도·송수관의 연장과 관경이 클 수록 크게 한다.

2. 관경 400mm 이상의 중요한 도·송수관에서는 사고에 의한 단수가 있으면 영향이 크기 때문에 보호공내의 관검사와 보수를 위하여 사람이 출입할 수 있는 크기로 한다. 그것이 불가능할 경우는 적어도 이음에서 누수 등의 우려가 없는 구조로 하여야 한다.

3. 단선가공식 전기철도를 횡단하여 철관을 부설하는 경우는 절연피복 기타의 방법을 강구하나 부설후 철관의 대지전위와 관내를 흐르는 전류를 측정해서 전식의 염려가 있다고 판정될 때는 본장 3.19 전식 및 부식방지에 따른 전식방지의 조치를 강구하지 않으면 안된다

3.13 이형관 보호

이형관 보호는 다음 각 항에 적합하도록 해야 한다.

1. 닥타일주철관 메카니컬이음의 경우에는 관경에 관계없이 모든 90° 곡관, 관경 100mm 이상의 45° 곡관, 관경 300mm 이상의 22° 1/2 곡관, 관경 500mm 이상의 11° 1/4 곡관과 관경 100mm 이상의 T자관에 대하여 이들의 외부를 콘크리트지지대 또는 말뚝박기를 병용하거나 이탈방지압륜으로 보호하여야 하나, 아아크용접 등으로 견고하게 연결된 이음을 사용하는 경우에는 보호공을 하지 않아도 된다

2. 전항보다 소관경의 곡관과 T자관이라도 지반이 연약한 곳이나 특히 수압이 높은 곳에는 전항에 준하여 보호공을 설치하여야 하나, 연약지반의 경우 콘크리트보호공을 설치할 때에는 침하 등의 문제가 발생될 수 있으므로 시공시 주의하여야 한다.

【해 설】

1 곡관이나 T자관 등의 이형관은 수평과 수직방향에서 관내의 수압 합력에 의하여 외측으로 작용하는 힘을 받으며 그 힘의 크기는 수압, 관경 및 곡관각도가 클 수록 큰 것으로서 (4-8)식으로 계산된다.

$$P = 2\,pa\,\sin\frac{\alpha}{2} \quad \cdots \quad (4\text{-}8)$$

여기서, P : 수압에 의하여 곡선부에 작용하는 외향력의 합력(kg)

p : 관내수압(kg/cm^2)

a : 관단면적(cm^2)

α 곡선각도

유속에 의한 원심력으로 외측을 향해 일어나는 힘이 있으나 수압에 의한 힘에 비하면 훨씬 적은 것이다 이 힘에 의해 이형관이 외측으로 이동하고 이음이 탈출할 염려가 있으므로 이를 방지하기 위하여 이음이 관체와 같은 정도의 강도로서 연결되어 있는 경우를 제외하고 외측으로 향해 일어나는 힘에 대하여 보호하여야 한다. 닥타일주철관 등의 강한 관을 사용하는

경우는 이형관 양측의 관까지 일체화하는 것이 밖을 향하는 힘에 대하여 유효하다. 그러나 주철관이나 석면시멘트관과 같이 부러지기 쉬운 관을 사용하는 경우는 콘크리트지지대 안으로 관을 끌어들이지 않는 편이 안전하다. 수직방향의 곡선은 하향력이 작용하는 장소로서 연약지반일 때 말뚝박기 등으로 기초를 보강할 필요가 있다. 위로 향한 힘이 작용하는 장소에서는 곡관부의 하중이 위로 향한 힘보다 크지 않으면 안된다.

2. 전항에 해당하지 않는 이형관, 관경 200mm 미만의 90° 곡관, 관경 300mm 미만의 45° 곡관 등도 수압에 의하여 외측으로 향하는 힘이 작용하는 것은 동일하나 전후 이음의 강도, 주위 흙의 마찰, 기타에 의존하여 보호공을 생략하고 있다.

따라서 지반이 약한 곳과 특히 수압이 높은 경우에는 보호공이 필요하게 된다. 그러나 연약지반 등에 콘크리트보호공을 설치할 때에는 침하 등에 주의하여야 한다. 수구이음의 절관(切管) 또는 원심력금형주철관을 사용한 경우는 메카니컬이음 등에 준하여 특히 보호공을 강화하여야 한다.

3.14 매설위치와 깊이

매설위치와 깊이는 다음 각 항에 적합하도록 해야 한다.

1. 공공도로에 관을 매설할 경우에는 도로법 및 관계법령에 따라야 하며 도로관리자와 협의하여야 한다.

2. 도로관리자와의 협정이 없을 경우와 공공도로 이외에 관을 매설할 경우는 매설깊이를 관경 900mm 이하는 120cm 이상, 관경 1,000mm 이상은 150cm 이상으로 하여야 하나, 노면하중을 고려할 필요가 없을 때는 그러하지 아니한다. 또 노면하중을 고려하여야 할 위치에 대규모 관을 부설할 경우에는 매설깊이가 관경보다 작지 않게 하여야 한다.

3. 노면하중을 고려할 필요가 있으나 지반이 암반인 경우 등으로 부득이 매설깊이를 매우 얕게 하여야 할 때에는 관의 보호공을 실시하여야 한다.

4. 한냉지에서 관의 매설깊이는 동결심도보다 깊게 하여야 한다.

5. 주요 관로에는 필요에 따라 표시석을 일정 구간마다 설치하고 매설위치, 매설깊이, 관종 및 관리기관명 등을 표시한다.

【해 설】

1. 공공도로에 관을 매설할 때는 도로법에 의해 도로관리자에게 점용원을 제출하고 허가를 받아야 한다. 도로관리자와 상수도, 하수도, 지하철, 가스, 전력, 전신, 전화 등 지하매설물시설자와의 사이에는 매설물의 위치와 깊이를 도로의 종별에 따라 협정하여 두는 것이 보통이고, 특별한 경우를 제외하고는 그 협정을 따르도록 한다.

2. 매설관의 깊이는 토압과 노면 동하중에 대하여 관이 안전하도록 정하는 것이므로 그에 필요한 깊이는 토질, 노면상태, 도로등급과 종별에 따라 다르고, 또 관의 재질, 구조, 관경에 따라 정해지는 것이나 관경이 클 수록 흙덮기를 많이 하여야 한다. 따라서 도로에도 보도밑이나 중차량의 교통을 불허하는 수도용지내에 매설할 경우에는 표준보다 얕게 해도 좋다.

3 수관교 연결부의 제방 횡단장소나 다른 매설물과의 교차관계 또는 기초지반이 견고한 암반일 경우 등으로 매설깊이를 표준 또는 규정값까지 깊게 매설하지 못할 경우에는 흙덮기를 60cm 까지 감소시킬 수 있으며, 이 때에는 관의 바로 윗 부분의 노면에 콘크리트 또는 철근콘크리트의 슬래브(slab)를 놓거나 라아멘(rahmen)으로 관을 싸서 보호한다.

4. 한냉지에서는 동결심도보다 20cm 이상 깊게 매설하여야 하며, 구경 500mm 이상의 관에서는 관경의 0.5배 이상 깊게 매설하여야 한다.

동결심도는 건교부 국립건설시험소에서 1980년부터 1989년까지 10년에 걸쳐 57개소를 조사하여 1989년에 발간된 동결심도 조사보고서에 의하면 인제 135cm, 홍천 125cm, 횡계 115cm, 속초 95cm, 춘천 82cm, 서울 79cm 등이다.

3.15 수관교와 교량첨가관

수관교와 교량첨가관은 다음 각 항에 적합하도록 해야 한다.

1. 관은 가능한 한 강관을 사용하고 닥타일주철관을 사용할 때는 되도록 플랜지(flange) 이음관의 사용을 피하여야 한다.

2. 교대의 매입(埋込)부분은 플렉시블축이음을 설치하고 곡관은 이음의 탈출을 피하도록 보호하여야 한다.

3. 교량의 가동단에 맞추어 신축이음을 설치하고 또 1경간마다 상부구조에 정착시켜야 한다.

4. 교대, 교각부에는 플렉시블축이음을 설치하고 경간 중간에도 동하중에 따른 휨이 클 경우에는 적당히 플렉시블축이음을 설치하여야 한다.

5. 교량과 연결하는 부분의 관 경사는 부득이한 경우 이외에는 45° 이하로 하고, 굴곡부는 교대 또는 기초가 견고한 콘크리트 지지대에 충분히 정착시켜야 한다.

6. 강관 자체를 주 보(beam)로 하는 수관교에서는 필요에 따라 선박 또는 표류물에 대한 보호시설을 설치하고 원칙적으로 교대와 교각상에는 플렉시블축이음을 설치하여야 한다.

7. 부득이한 경우를 제외하고는 나무다리에 관을 가설 또는 첨가하는 일은 피하여야 한다.

8. 지반침하가 큰 지역으로서 교대와 연결부 지반과의 사이에 큰 부등침하가 예상되는 장소에는 대변위가 가능한 플렉시블축이음을 설치하여야 한다

9. 한냉지에서는 적당한 방한공을 시행하여야 한다.

10 필요에 따라서 수관교 교각의 상하류에 보호말뚝을 설치하여야 한다.

11. 장대한 수관교에는 통로를 설치하여야 한다

12 수관교 하부공간은 건축한계 기타 관계법규의 정하는 바에 따라야 한다.

13 수관교에서 가장 높은 곳에 공기밸브를 설치하여야 한다.

【해 설】

1. 관으로 하천이나 수로 상부를 횡단하는 방법에는 공공도로교에 대한 첨가, 상수도 전용교의 가설과 관자체를 주 보(beam)로 하는 수관교 등의 세가지 방법이 있다 첨가관 또는 가설관은 가설비에 큰 차가 없는 경우는 중량의 경감과 내진동성의 점에서 강관이 안전하고, 신축성이 없는 플랜지이음의 닥타일주철관은 온도변화에 따른 신축 등으로 관이 파손되기 쉽고, 또 지진시에는 특히 플랜지부분이 파손되기 쉬우므로 사용하지 않는 편이 좋다

2. 주로 관에 대한 지진 등 진동의 영향을 경감하기 위하여 교대와 관과는 절연하고 또 본장 3.13의 이형관 보호의 해설에서 기술한 이유를 고려하여 곡관을 보호하여야 한다.

3. 온도변화에 따른 교량 보의 신축에 대응하여 관에도 신축이음을 설치하는 것이 안전하다. 그 위치는 교량의 가동단에 맞춘다. 또, 관축방향의 진동에 대비하여 진동력이 양단 연결부에 집중하는 것을 방지하고 각 교각, 교대에 분산시키기 위하여 경간마다 관을 상부구조에 정착시켜야 한다

4 상수도관로를 가설 또는 첨가할 교량이 단순보의 경우에는 동하중으로 지점인 교대와 교각부에서 각변위하는 까닭에 관에도 같은 위치에 신축성이 있는 이음을 설치할 필요가 있다.

또 동하중에 따른 교량보의 휨이 클 때는 관

에 무리한 휨을 일으키지 않토록 경간의 중간에도 플렉시블축이음을 설치할 필요가 있다.

5. 수관교 또는 교량첨가 연결관의 굴곡각도가 급각도가 되면 수압에 따른 외향력이 크게 되어 구조상 불안하므로 부득이한 경우 외에는 굴곡각도를 45° 이하로 하고, 또 지반침하 또는 진동에 따른 연결관의 피해가 많으므로 이것을 방지하기 위해 곡관보호를 겸하여 연결관을 교대부에 정착해서 일체화하거나 혹은 기초가 교대기초와 같은 정도의 견고한 콘크리트지지대에 정착시킬 필요가 있다

6. 근래 강관 자체를 주 보(beam)로 하는 수관교가 보급되어 왔으며, 스판(span)에 따라 관두께를 바꾸어 어느정도 대응이 된다. 지승부(支承部)에는 환상(環狀)의 보강재(ring guard support)를 부착하며 교각은 철근콘크리트말뚝 또는 강관말뚝을 박는 것이 간단하나 수로의 상황을 조사한 결과 필요가 있다고 인정할 때는 선박에 대비, 강관 등으로 보호 보를 관의 상하부에 설치하거나 또는 보호용 트러스로 관의 둘레를 싼다. 일반적으로는 단순보 형식으로 하나 이때 교대, 교각상의 온도에 따른 신축과 빔의 변형에 일치시키기 위하여 신축 겸용의 신축성이 있는 이음을 설치할 필요가 있다.

7. 나무다리에 관을 가설하면 화재나 보수후의 재가교(再架橋) 등이 곤란하며, 또 나무다리에서는 진동이 심하여 불리한 점이 있어 되도록 피하는 편이 좋다.

8. 지반침하가 심한 지역에서는 충분한 깊이의 기초로서 거의 침하가 일어나지 않는 교대와 여기에 접속하는 관과의 사이에는 큰 부등침하가 생겨 사고를 일으키게 되므로 이것을 피하기 위해 대변위에 신축성이 있는 이음을 3~6m 정도 거리를 두고 2개 설치하여 1조로 함이 필요하다.

9 한냉지에서 관내의 물이 동결할 염려가 있을 경우는 관의 외주에 방한공을 시행할 필요가 있다. 방한공으로는 일반적으로 관의 외주에 석면대, 우모(牛毛)휠트, 글래스화이버(glass fiber) 혹은 발포폴리스티로폴 등의 방한재를 감고 그 위를 철판으로 덮는 공법이 채용되고 있다.

10. 하천의 상황을 조사한 결과 필요가 있다고 인정할 때는 선박, 뗏목, 유목(流木), 유빙(流氷) 기타 표류물에 대비하여 교각의 상하류 또는 그 둘레에 말뚝을 박아 교각을 보호한다.

11. 점검 보수를 위하여 설치하는 통로는 관의 상부보다 양측이 좋다.

12 및 13. 수관교 하부공간은 건축한계나 기타 관계법규에서 정하는 바에 따라 결정되어야 하며, 관로의 종단상 가장 높은 장소에는 공기밸브를 설치해야 한다.

3.16 신축이음

신축이음은 다음 각 항에 적합하도록 해야 한다.

1. 신축이 되지 않는 보통이음을 사용하는 관로의 노출부에는 20~30m의 간격에 신축이음을 설치하여야 한다

2. 매설한 원심력철근콘크리트관 등에는 20~30m 마다 신축이음을 설치하고, 지반이 나쁜 장소에는 4~6m 마다 휨성이 큰 신축이음을 설치하여야 한다.

3. 매설되는 상수도용 도복장강관의 관로부에는 별도의 신축이음관이 필요하지 않으나 제수밸브, 펌프 등 관로중간에 자유단이 발생하는 경우에는 밸브실내에 접합관을 설치하고, 관의 밸브실 통과부에는 관의 축방향 변위를 가능하게 하되, 외부지하수 등이 침입할 수 없는 구조로 하여야 한다.

4. 수관교, 역사이편 기타 연약지반으로 부등침하가 염려되는 장소에 휨성이 큰 신축이음을 설치하여야 한다.

5. 경질염화비닐관에서 접착제로 연결하는 T.S.이음관 등을 매설할 경우에는 필요에 따라 신축이음을 설치하여야 한다.

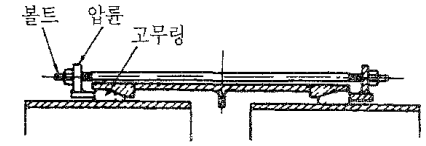
【해 설】

1. 신축이음 설치의 목적은 온도(외기와 관내의 물사이) 변화에 따른 관로의 신축에 대응시키기 위해서이다. 노출부는 매설부보다 온도변화의 정도가 크고 주위 흙과의 사이에 마찰도 없으므로 관의 신축이 커지기 때문에 관이음이 신축성이 있는 경우를 제외하고 신축이음을 삽입하는 것이 필요하다

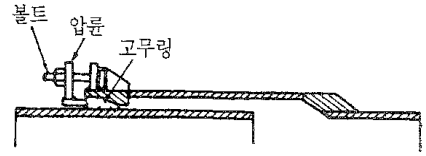
2. 원심력철근콘크리트관 등의 이음은 신축성과 휨성도 없는 칼라(collar)이음을 사용하므로 지반이 양호한 장소에는 온도변화에 따른 신축에 대비 20~30m 간격에 신축이음을 삽입한다. 또 지반이 불량한 장소에는 부등침하에 적응할 수 있도록 4~6m 마다 휨성이 있는 신축이음을 삽입하여야 한다. 원심력철근콘크리트관 등의 신축이음과 휨성이 있는 이음에는 고무링을 끼운 이음이 사용된다

3. 상수도용 도복장강관은 온도응력에 대하여 강도가 크고 또한 용접이음이기 때문에 관의 파이프라인으로써 일체감을 줌과 동시에 흙에 의한 구속감이 있기 때문에 신축이음을 거의 사용하지 않는 설계를 하는 것이 바람직하고, 필요에 따라 삽입하면 안전하다. 즉, 제수밸브, 곡관, T자관의 전후지점에 한하여 온도응력이 일어나면 파손할 염려가 있는 곳, 부등침하의 우려가 있는 곳, 구조물 통과부 등에는 신축성 또는 휨성의 신축이음을 필요에 따라 삽입하여야 한다. 또 강관 부설공사에서 최후의 접합장소는 용접에 따른 열응력을 적게 하기 위하여 신축이음을 설치함이 좋으며, 그렇지 않을 경우 하루중 기온이 가장 낮은 시간대에 용접을 하는 것이 바람직하다. 즉, 매설되는 관로는 일단(一端)이 자유단인 경우나, T형관 또는 신축이음관 등이 근접(100~200m)되어 설치되는 경우 등을 제외하고는 관로주변 흙의 마찰력으로 온도변화에 따른 신축 변위량을 충분히 억제시키므로 밸브실과 밸브실 사이에는 신축이음관이 필요하지 않으므로 피하는 것이 바람직하다.

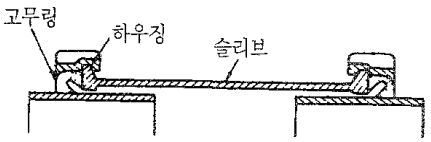
밸브실 내부에서는 관로부설작업을 용이하게 하고 밸브실 주변에서 나타나는 잔류신축변위 및 미소한 수직방향의 부등침하를 수용하면서 밸브실내의 밸브플랜지의 조임, 교체 등 유지보수에 필요한 여유공간을 제공할 수 있도록 밸브 접합관을 물흐름방향(편수압 작용방향)에서 밸브 앞쪽에 1개소를 설치하여야 한다. 이때 밸브실내부의 편수압에 의한 응력을 주변지반으로 전달시켜 소산할 수 있도록 하되 외부 지하수가 침입할 수 없도록 관로와 밸브실 벽체 사이에 여유공간을 두고 그 공간을 수팽창성 지수재료 등으로 차수할 수 있는 구조로 하여야 한다. 그러나 밸브실주변 지반에서 접합관 및 강관관로가 허용할



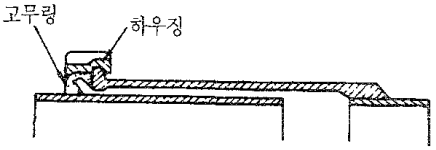
(A) 드레서(dresser)형



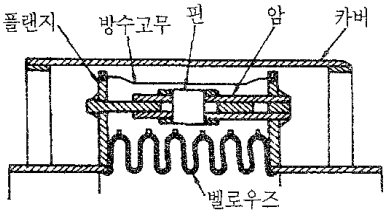
(B) 텔레스코프(telescopic)형



(C) 빅톨릭크로스(victaulic cross) A형



(D) 빅톨릭크로스(victaulic cross) B형



(E) 벨로우즈(bellows)형

<그림 4.11> 도복장강관의 신축이음

수 없는 부등침하가 발생할 경우 또는 관주변 토사의 구속력이 부족하여 편수압을 주변지반에 소산시키기 곤란한 경우 등에는 별도의 대책을 수립하여야 한다.

4. 관의 각변위나 지반의 부등침하량이 적은 경우는 메카니컬이음, 텔레스코프형신축관, 빅톨릭크로스이음 등을 사용하면 좋으나 지반침하지대 또는 부등침하량이 특히 큰 장소에는 휨성 고무링이음이나 벨로우즈(bellows)형이음 등을 사용하면 좋으며, 2개이음 사이에 단관을 설치하는 방법 등도 간혹 사용된다.

5 T.S 이음을 사용할 경우에는 대략 40~50m간격으로 신축이음을 설치함이 바람직하다. 그러나 지반침하가 커질 가능성이 있는 장소에는 T.S.이음 대신에 플렉시블축이음을 설치함이 바람직하다. 이형관보호공 전후에도 신축이음을 설치하여야 한다.

신축이음에서는 드레서(dresser)형이나 주철칼라이음을 사용하는데 여름철에는 수구 끝까지 삽입하고 겨울철에는 직선부길이 10m마다 양측 수구에 10mm 씩 여유를 두어 관을 삽입하여야 한다.

3.17 위험한 위치의 관로 부설

부득이 하여 지반이 불안정하고 위험한 위치에 관을 부설할 경우에는 충분히 지질을 조사하고 다음에 열거하는 조치를 취하여야 한다.

1. 비탈면은 충분한 법면 보호공을 실시하여 비탈면이 침식되거나 붕괴되는 일이 없도록 하고 표면수와 침투수 및 지하수를 배제하는 대책을 세워야 한다.

2. 급경사진 곳이나 사태가 날 위험이 있는 곳에 근접하거나 그 일부에 관을 부설할 경우에는 성토량과 절토량을 최소한으로 줄여서 시공하여야 한다. 또, 급경사의 도로 또는 경사면에 연하여 부설하는 경우에는 관체의 흘러내림 및 되메움토 유실방지를 위해 지수벽을 설치하여야 한다.

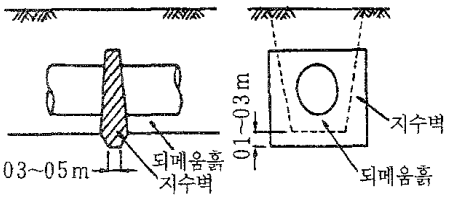
3. 성토한 곳이나 매립지 등 지반이 불량한 장소에는 지반을 미리 개량하거나 말뚝박기기초를 함으로써 안전을 기하여야 한다.

【해 설】

도·송수관로 결정에 있어서 단층, 파쇄대, 사태날 가능성이 있는 지대나 급경사면, 비탈머리나 비탈기슭 또는 성토된 지질 등으로 지반이 불량한 장소는 되도록 피해야 하나 부득이 이러한 위험지대에 관을 부설할 때는 표층, 퇴적층, 토질 또는 암질, 지질구조, 지하수 및 산지의 거동 등에 대해서 사전에 충분한 조사를 행한 후 필요한 보호시설을 하여야 한다.

1. 비탈면의 침식이나 붕괴는 주로 비탈면의 배수(排水)가 잘 되지 않는데 기인하므로 옹벽, 석축, 돌붙임 등으로 비탈면을 보호함과 아울러 비탈면 배수를 충분히 고려하여야 한다. 비탈면을 보호하기 위하여는 비탈기슭에 측구를 설치함과 아울러 비탈면으로부터 용출수가 있더라도 비탈면을 침식하지 않도록 종횡의 배수구를 설치해야 한다. 대구경관을 매설할 때는 매설관이 지하수를 정체시키지 않도록 필요한 장소에 관로에 직각으로 집수관을 매설하는 등의 방법으로 지하수를 배제함이 바람직하다. 또 소량의 누수라도 지하에 침투하여 비탈면의 붕괴를 조장·유발시킬 염려가 있기 때문에 특히 유념하여 시공하여야 한다.

2. 급경사지나 사태가 날 염려가 있는 장소에서는 토사의 절취와 성토 또는 식목, 벌채 등이 비탈면 붕괴의 원인이 되므로 최소한의 절토로서 시공함이 좋다. 이러한 장소에는 되도록 관을 부설하는 것보다는 수관교를 가설하거나 노출배관으로 함이 도리어 좋을 때도 있다. 또한, 급경사의 도로 또는 경사면에 연하여 관을 부설하는 경우에는 콘크리트 또는 불투수성이 높은 점질토에 지수벽을 설치, 관체가 흘러내리



<그림 4.12> 지수벽의 예

거나 강우에 의한 되메움토의 유출을 방지하는 것이 필요하다(그림 4.12 참조).

3. 연약지반에 관을 매설할 때는 관의 침하를 줄이기 위하여 지반을 개량하거나 말뚝박기기초를 하여야 한다. 지반개량공법에는 환토법(換土法), 다짐공법, 탈수압밀법, 고결법 등이 있으며 충분한 토질조사와 토질시험을 실시한 다음에 공법을 결정하여야 한다.

기초지반이 변화하는 장소나 수관교 또는 밸브실 등 구조물의 접속부에는 부등침하에 따른 응력집중이 발생하기 때문에 휨성이 큰 신축이음을 사용하여야 한다. 연약지반에서는 대개 지하수위가 높으며 관이 부상하기 쉬우므로 방지대책을 세워야 한다

3.18 관의 기초

연약지반이나 지층이 급변하는 급경사지에 관을 부설할 때는 다음 각 항에 따르는 것으로 한다.

1. 지반과 지형 및 지층을 사전에 조사하여 관종을 선정하고 최적의 공법을 채택하여야 한다.

2. 견고한 지반과 연약지반이 단층으로 접해 있을 때와 관의 한쪽이 구조물에 고정되어 있을 때는 부등침하에 대비하여 휨성 신축이음을 사용하여야 한다.

【해 설】

1. 매우 연약한 지반에 배관할 때는 환토법(換土法), 샌드드레인(sand drain) 등의 탈수압밀공법, 고결법(固結法) 등의 근본적인 지반개량이 필요하나 일반적인 연약지반에 대하여는 콘크리트기초, 침목기초, 사다리기초 또는 환토기초로서 관저 이하의 토사를 관경 정도의 두께까지 자갈이나 양질의 모래로 치환하고 관의 주위도 강모래 등으로 되메우기 한다.

관체에 발생하는 응력은 관저의 지지각에 따라 많은 영향을 받으므로 지지각을 크게 하는 것이 어느 경우에나 유리하다. 또 사다리기초나 침목기초에서 침목의 간격이 너무 넓으면 하중이 집중하며 특히 강관에서는 좌굴(座屈)의 염려가 있다.

연약지반에서의 이형관보호공에 중량이 큰 콘크리트블록을 사용하면 부등침하의 원인이 되므로 이탈방지이음과 같은 경량의 보호공이 유리하다. 또, 지하수위가 높고 관중량이 가벼울 경우에 관내가 비어 있으면 부상하는 일이 많으므로 대책이 필요하다.

2. 지반이 급변하거나 구조물로부터 연약지반으로 관로가 접속될 때는 관로가 부등침하할 염려가 있으므로 예상침하량이 적을 때는 접륜 등 플렉시블축이음을 2개 이상 사용하고, 예상침하량이 클 때는 신축과 휨성이 큰 이탈방지용 특수이음을 사용함과 아울러 전항의 기초공을 실시해야 한다.

3.19 전식 및 부식방지

관을 부설할 때에는 전식과 기타부식을 방지하기 위하여 다음 각 항에 따르는 것으로 한다.

1. 금속관을 전식의 위험이 있는 철도 가까이 부설할 때에는 충분한 조사에 따라 적절한 방지조치를 취하여야 한다.

2. 관을 부식성이 강한 토양, 산이나 염수 등의 침식이 있을 수 있는 장소에 부설할 때에는 관종 선정에 유의하여야 하고, 적절한 방식대책을 취하여야 한다.

3. 관의 콘크리트 관통부, 토양이 다른 곳의 부설 등에는 매크로부식(macro corrosion)이 발생하지 않도록 적절한 조치를 취하여야 한다.

【해 설】

1. 전철과 지하철에서는 철도의 레일(rail)이 전류의 귀로로 이용되므로 레일를 통하여 변전소로 돌아갈 전류가 부분적으로 지중을 통하여 변전소로 귀류할 때 지중에 매설된 상수도관, 가스관, 통신용관, 전력용관 등의 금속매설관이 있으면 저항이 적은 금속관으로 전류가 흐르게 되므로 전류 유출부에 전식(electrolytic corrosion) 현상이 일어난다.

이와같은 전식을 줄이기 위해서는 지중으로 흘러 들어온 전류가 관에 유입하거나 관에서 유출되지 않도록 전기철도에 접근, 평행, 교차하지 않는 관로계획을 함이 바람직하나 부득이 할 때는 충분한 조사에 따라 적절한 전식방지 조치를 해야 한다. 특히 통신용 납피복케이블, 전력용케이블 및 가스용 강관 등은 전식을 받을 염려가 커서 유입전류의 배류시설(**排流施設**)이 되어 있는 경우가 있으므로 이와같은 배류시설이 있는 금속관에도 접근, 평행, 교차하여 관을 부설하는 것은 바람직하지 못하다.

전식방지 방법으로는 전류를 방출하는 측에서 레일의 이음을 용접하는 등 연결부 접속을 견고히 하고, 레일과 변전소 연결전선의 강화증설, 레일과 대지간(**對地間**)의 절연 증가를 위한 침목 및 노상의 개량 등 방법을 사용하도록 협력을 구하는 것이 바람직하다.

또 금속관을 부설하는 측에서는 아스팔트나 콜타르계 도복장으로 관 외면을 피복하여 전기유입을 방지하는 방법, 관과 레일 교차지점 등에서 관과 레일간에 아스팔트, 콘크리트판 등 절연물로 차폐하는 방법, 관로에 전기적 절연이음을 삽입하여 관의 전기적 저항을 증대시키는 방법, 관이 레일에 대하여 정(+)전위가 되는 장소에서 관과 변전소의 음극이나 관과 음극 전원이나 레일사이를 저저항의 도선에 의해 전기적으로 접속하고, 그 사이에 선택배류기를 삽입하여 관을 흐르는 전류가 직접 대지로 유출하는 것을 방지하고 레일에 일괄 귀류시키는 선택배류법이 있다. 기타 금속관의 일반적인 전기방식법으로는 관과 양극접지체간에 직류전원을 설치하여 전원-배류선-양극접지체-대지-관-배류선-전원의 전기회로를 형성시켜 관을 항상 음극상태로 유지시키는 외부전원법, 관에 절연도선(**絶緣導線**)으로 관재질보다 저전위 금속인 아연(Zn), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al) 등을 접속하여 양자간의 고유 전위차를 이용하여 저전위 금속이 항상 양극으로 되어 소모되는 동안 관을 음극상태로 유지시키는 희생양극법 등이 있다. 일반적으로 전식을 가장 많이 받는 관은 강관이며, 닥타일주철관은 강관에 비하여 피해가 적은 편이다.

2. 관이 화학적 부식을 받을 염려가 있는 지대에서는 관부설지대의 흙의 비저항, pH, 황화물이나 지하수 수질을 미리 조사하여 이상이 있을 때는 관외면에 고도의 부식방지 방법을 시행하여야 한다.

미국의 주철관연구협회에서 제시한 주철관부설시의 토양부식성 평가기준으로 표 4.10에서의 합계 점수가 10점 이상이 되면 특수방식방법을 채용하여야 한다고 권고하고 있다.

한편, 국내에서도 부식방지에 관한 자세한 사항은 한국건설기술연구원(KICT)의 "수도관 개량을 위한 의사결정지원시스템 개발", "수도관 개량을 위한 관로진단 매뉴얼(manual)" 그리고 "상수관 부식방지 기법" 보고서 등을 참고하면 많은 도움이 될 것이다.

산성의 공장폐수등이 지하에 침투한 장소, 해변의 지하수중에 다량의 염분이 함유된 장소, 유황분을 함유한 석탄재로 성토한 곳, 이탄지대, 쓰레기로 매립한 지대 등에 부식되기 쉬운 관을 부설할 때는 콘크리트로 씌우거나 아스팔트계도장, 에폭시계도장, 플라스틱피복 또는 각종 부식방지용 테이프 등으로 관외면의 방식공을 시행하여야 한다. 이때에 이음부분의 볼트, 너트도 스테인레스강제를 사용하거나 방식산화피막처리, 에폭시 등에 의한 도장, 고무피복, 폴리에틸렌튜브로 이음부분을 피복하는 등 방식공법을 사용해야 한다

<표 4.9> 주철관에 대한 토양의 부식성 평가

토양의 비저항	700 이하	10점	
	700~1,000	8	
	1,000~1,200	5	
	1,200~1,500	2	
	1,500~2,000	1	
	2,000 이상	0	
pH	0~2	5	황화물이 존재하고 낮은Redox 전위를 나타낼 때는 3
	2~4	3	
	4~65	0	
	65~75	0	
	75~85	0	
	85 이상	3	
Redox 전위 (mv)	100 이상	0	
	50~100	35	
	0~50	4	
	(-)	5	
수분	배수가 안되고 언제나 습윤할 때	0	
	배수가 잘되나 대개 습윤할 때	1	
	배수가 양호하고 대개 건조할 때	0	
황화물	(+)	35	
	흔적이 있을 때	2	
	(-)	0	

주·(1) 토양 비저항 측정방법은 토양봉을 매설심도까지 삽입하고 교류발신기로 발신음이 최저가 되도록 다이얼을 조정한 다음 그 위치에서의 비저항을 측정한다

(2) pH 측정방법은 유리전극식 pH계를 토양에 삽입하고, 직접 그 지시값을 측정한다 또 토양이 완전건조시에는 토양 1에 대하여 증류수 25의 비율로 추출한 상징액을 pH계나 pH시험지로 측정할 수 있다

(3) Redox 전위측정법은 백금전극과 포화감말전극을 조합하여 토양중에 삽입하고 그 간의 전위차를 측정한다

(4) 황화물의 정성적 측정방법은 0.1N 요오드용액중에 3% Na아지드(NaN_3) 용액을 혼합하여 대상토양이든 시험관에 주입하면 황화물이 의존할 때는 N_2가스가 발생하므로 황화물 유무를 알 수 있다

콘크리트관종도 유리탄산이 많은 산성토양중에 매설할 때 시멘트성분이 용해하며, 경질염화비닐관에서도 자외선, 고온, 저온, 유기용제 등의 영향을 받지 않도록 하여야 한다

3.20 수압시험

관로의 수압시험은 다음 각 항에 따라 시행하여야 한다.

1. 관로가 부설된 후 수밀성과 안전성을 확인하기 위하여 수압시험 또는 기밀시험(산소압축시험)을 하는 것이 바람직하다.

2. 수압시험을 한 다음 그 결과에 따라 적절한 조치를 취하여야 한다.

【해 설】

수압시험의 순서 및 방법은 다음과 같다

1 수압시험을 위한 물의 주입에 앞서 어느 정도 관로를 임시로 되메우기 위하여 관로가 수압시험중에 이동하는 것을 막아야 한다

2 관로에 물을 주입할 때는 관내 공기를 배제하면서 천천히 주입해야 하며, 충수중에 공기밸브 등에서 공기배제가 잘되고 있는지 또는 관로에 이상이 있는지를 확인해야 하며 누수장소에는 적절한 지수조치를 하여야 한다.

관내 충수후 적어도 24시간을 방치시켜 관내 잔류공기를 모두 배제하고, 특히 시멘트모르터 등 라이닝이 충분히 포화된 다음 수압시험을 시행하며, 시험방법은 일정수압을 24시간 유지하여 관로에 이상이 있는지를 확인함과 아울러 이 동안의 보급수량 즉, 누수량을 측정한다

이 때의 일정수압은 설계사용수압으로 함이 바람직하며 누수허용량은 관종, 관경, 이음형식, 수압 및 부대설비 상황 등에 따라 다르나, 고무링을 이용한 소켓접합 방식의 경우 관경 1cm, 연장 1km에 대하여 50~100L/일(AWWA의 경우는 25L/일) 정도를 표준으로 한다.

부득이 하여 상기와 같은 수압시험을 할 수 없을 때에는 압력유지시험으로써 대체할 수 있다 압력유지시험은 관로를 300m 내외로 제수밸브나 블라인드플랜지(blind flange) 등으로 분할하여 수동펌프 등으로 사용수압까지 가압하고 수압의 시간적 변화를 도표로 작성하거나 자기기록장치로 압력강하상태를 검토하여 관로의 이상이나 누수상태 등을 판단하는 것으로 대개 5kg/cm^{2}의 수압으로 10시간 정도의 경과

를 측정하는 것이 보통이다

또, 큰 구경의 관에서는 이음부의 수밀성까지도 5kg/cm^{2}정도의 수압으로 검사한 다음에 되메우기함이 바람직하다.

한편, 용접이음 강관의 경우에는 수압시험 대신에 용접부의 기밀시험과 방사선투과(RT)검사 또는 초음파탐상(UT)검사를 실시하는 것도 한 방법이 될 수 있다.

3.21 추진공법

추진공법은 다음 각 항에 따르는 것으로 한다.

1 토질, 장해물, 환경 등을 사전 조사하고, 관계기관과도 사전 협의하여 공사의 난이도, 안전성, 확실성 등을 종합 검토하여 적절한 공법을 선정하여야 한다.

2 추진관의 관종은 강도, 내구성, 시공의 난이도 등을 고려하고, 소요 구경, 연장, 매설심도 및 공법에 적합한 관종을 정하여야 한다.

3. 선도관(先導管)은 추진관의 구경, 토질, 공법에 적합한 구조로 하여야 한다

4. 삽입수직갱은 추진관을 계획선상에 정확하게 압입하기 위하여 강널말뚝 등을 사용하여 견고하게 축조하고 필요에 따라 콘크리트지압벽(back concrete)이나 가이드레일(guide rail) 등의 설비를 하여야 한다 또, 도달수직갱도 작업이 용이하도록 축조하여야 한다.

5. 연약지반이나 지하수위가 높은 곳에서 시공할 때는 미리 적당한 지반강화나 지수조치를 취함과 아울러 적절한 보조공법을 병용하여 안전하게 시공할 수 있도록 하여야 한다

6. 외부관 추진공법을 채택할 때는 내부에 들어갈 관의 손상을 방지하기 위한 조치를 취하고, 관추진후의 노면침하 방지를 위한 지반보강 등의 조치를 취하여야 한다.

【해 설】

비개착공법은 추진공법과 쉬일드공법으로 나누어지며, 추진공법은 굴진단면의 규모가 작고 연장이 대개 50~100m 정도 까지가 일반적이다 여기에 비하여 쉬일드공법은 단면적이 크고 연장이 길며 규모가 큰 경우에 채택된다.

추진공법은 압입수직갱을 파고 추진용 칼날을 붙인 선도관을 앞세우고 추진용 재크로 압입하고 관내 토사를 배제시켜 굴진하면서 순차로 관을 연결하여 터널을 형성시켜 가는 공법이다. 또 추진공법은 철도, 하천, 간선도로횡단이나 도심지에 관을 부설할 때 등에 많이 쓰이며 개착공법과 비교하면 다음과 같은 장·단점이 있다.

【 장 점 】

① 개착부가 수직 갱부분뿐이므로 발생토량과 흙막이공이 절감되어 공사규모가 작아진다.

② 칼날굴착과 수직갱굴착 등 공사범위가 한정되어 공사관리가 용이하고 소음발생이 방지된다

③ 작업인원이 적고 공사기간 단축이 가능하다.

④ 흙덮기가 많을 때에 비하여 공사비가 절감된다

【 단 점 】

① 추진중에 방향전환이 불가능하며, 다른 매설물의 안전을 위하여 매설심도를 깊게 하여야 될 때가 있다.

② 특히 연약지반에서는 오차가 발생하기 쉽고, 이러한 오차를 수정하기가 곤란하다.

③ 관의 기초와 보호공설치가 불가능하므로 지반에 따라서는 노면침하가 생길 수 있다.

④ 흙덮기가 적어도 될 때에 비하여 공사비가 고가이다.

1 추진공법은 칼날부, 작업부, 추진부로 구성되고 관을 재크로 굴진시키는 공법으로서 추진

부설된 관의 사용방법에 따라 외부관추진공법과 철관추진공법으로 나눌 수 있다.

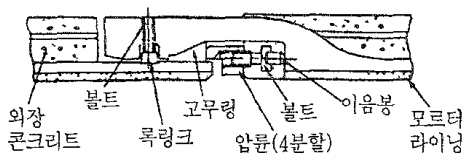
외부관추진공법은 추진부설된 관내에 상수도관로를 설치하는 2중관방식이고, 철관추진공법은 외장을 한 주철관이나 강관을 추진시키고 그 관자체가 직접 상수도관로로 사용되는 방식이다

추진공법의 공사 난이도는 토질에 달려 있으므로 토질의 N값, 지하수위, 지층구성 등을 조사하고, 사층에서는 입도, 간극비, 투수계수, 실트 및 점토층에서는 함수비, 액성한계, 소성한계, 일축압축(一軸壓軸)시험 등의 조사시험을 하여야 한다. 또 매설물의 추진장소에 접근 또는 직상부의 시설물을 확인하고 현지의 교통사정과 주택상황 및 공사장의 넓이 등의 조사도 사전에 실시하여 적절한 조치를 취하여야 한다.

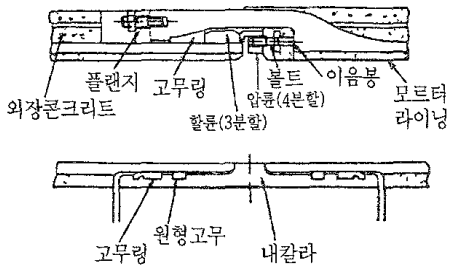
2. 추진공법에 사용되는 관은 추진력에 대하여 충분한 강도와 하중에 의한 휨모멘트에 견딜 수 있고, 수밀성과 시공이 쉬운 관으로서 추진공법에 적합한 관종을 선정하여야 한다 일반적으로 외부관추진공법으로 시공하고 관내 토사를 인력으로 반출이 가능할 경우에는 관경 800mm 이상의 원심력철근콘크리트관을 사용하는 경우가 많다 이와같은 공법으로 시공가능한 연장은 토질에 따라 차이가 있으나 관경 1,500mm~2,000mm에서 30m 정도이며 그 이상의 연장이 필요할 때는 중압관을 삽입하여 여기에 재크를 거치하여 삽입수직갱에서와 함께 2개소 또는 그 이상에서 압입하는 다단압입공법 등이 사용된다.

철관추진공법에서는 닥타일주철관과 강관이 사용된다. 닥타일주철관에서는 내면이음식이나 내면칼라이음식이 사용되고, 강관에서는 콜타르에나멜 규격관으로 도복된 관이 사용된다 특히 본 공법에서는 시공중에 내면도장이 손상되는 수가 많으므로 손상방지에 충분히 유의해야 함과 아울러 추진 종료후에는 반드시 조사하여 도장면 파손부를 재도장하여야 한다

3. 관내에 사람이 들어가서 시공할 수 있는



(A) 내면이음식 (적용관경 700~2,600 mm)



(B) 내면칼라이음식 (적용관경 200~900 mm)

<그림 4.13> 추진용 닥타일주철관

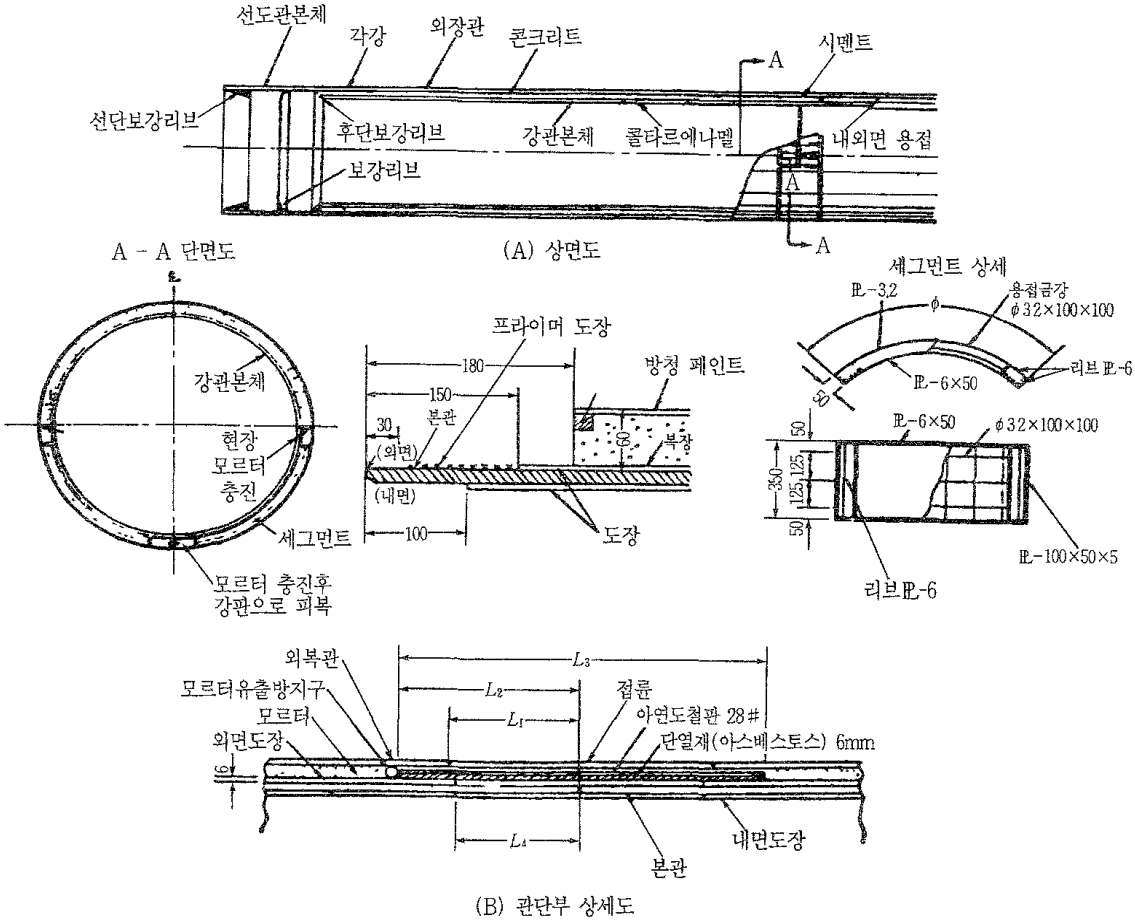
중·대구경관 추진시의 선도관은 칼날부와 작업부 및 추진관과의 연결부로 구성되는데, 특히 칼날부에서 추진시의 저항을 감소시키고 지중에 관입(貫入)이 잘 되도록 선단부의 내면측을 경사지게 한다. 또 토질에 따라서는 칼날부를 폐쇄하여야 할 때도 있으므로 흙막이를 장치할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 또 작업부는 관내 토사를 안전하게 굴착할 수 있는 넓이가 되어야 하고, 연결부는 추진관과 선도관을 고정하는 부분으로서 어느 관종이라도 연결할 수 있는 구조로 하여 두는 것이 편리하다

사람이 안에 들어가서 일할 수 없는 구경의 관추진에서는 수평보오링으로 굴진시킨 소선(rod)에 연하여 관내에 토사가 들어오지 못하도록 맹판을 붙인 선도관으로 압입하는 방식과 노즐이 붙은 선도관에 의한 젯트(jet)수류방식이 있으나 너무 빨리 굴진되어 뒤따라 가지 못하는 일이 없도록 주의하여야 한다.

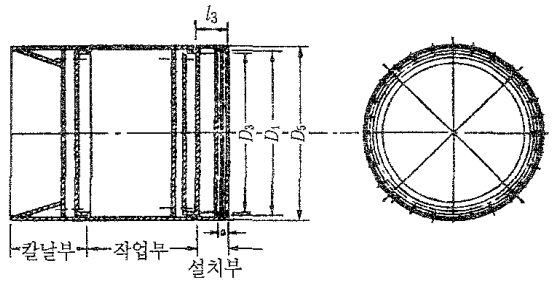
특히 300mm 이하 관경으로 연장이 짧은 경우에는 관의 선단에 금속뚜껑을 씌워서 유압재크로 압입하는 철관착진기에 의한 방식도 있다 최근 시공의 안전성과 정확성을 기하기 위하여 많이 쓰이는 공법으로서는 본관을 재크로 추진하면서 관내에 들어오는 토사를 흙오거(earth

auger)로 배토하면서 추진매설하는 수평오거방식이나 P.C 강선을 수평보오링 구멍에 관통하여 전방으로 끌어 당기는 견인식공법 등도 있다

4. 압입수직갱은 추진관의 토피(土被), 필요한 추진력, 소요설비 등에 따라 그 넓이가 정해지나 추진관의 반입이나 콘크리트지압벽(back concrete)의 축조 등의 설비가 기능적으로 배치되고 안전하며 능률적으로 관내 토사를 반출할 수 있는 구조로 하여야 한다. 추진관을 안전하고 확실하게 추진시키기 위하여는 추진력계산과 널말뚝 및 콘크리트지압벽 등을 검토하여 재크대수 등을 산출하고 이상의 제원을 고려하여 압입수직갱의 여러 설비를 배치하여야 한다



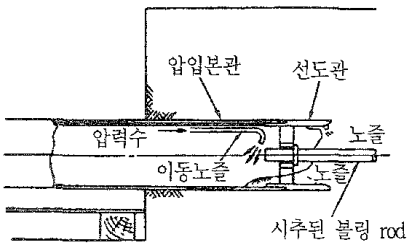
<그림 4.14> 추진용 강관



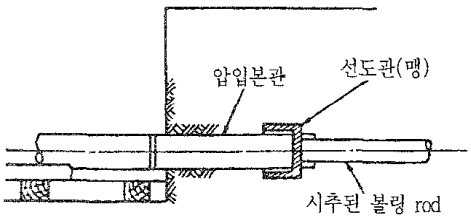
선도관명부 (단위 mm)

구경	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,350	1,500	1,500	1,650	1,800	2,000	2,100	2,200	2,400
D_3	738	841	944	1,047	1,150	1,252	1,406	1,560	1,656	1,707	1,854	2,067	2,170	2,286	2,464
D_4	753	898	1,002	1,107.5	1,213.5	1,314.5	1,471.5	1,627.5	1,732	1,782	1,934	2,150	2,252	2,370	2,552
D_5	831	938	1,043	1,151	1,258	1,362	1,521	1,679	1,786	1,839	1,990	2,209	2,314	2,433	2,617
l_3	316	316	316	286	286	286	286	286	336	336	336	366	366	366	366
a	68	68	68	70	70	70	70	73	73	73	73	75	77	78	81
b	26	26	26	31	31	31	31	36	36	36	36	41	41	41	41

<그림 4.15> 대구경 선도관의 구조

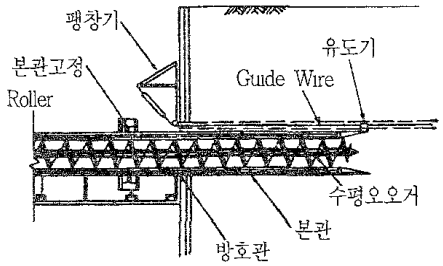


(A) 젯트수류방식

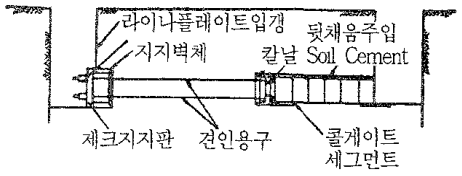


(B) 맹압(盲壓)식

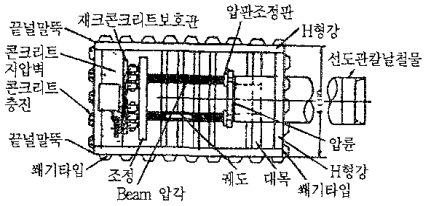
<그림 4.16> 중소구경관 선도관의 개요도



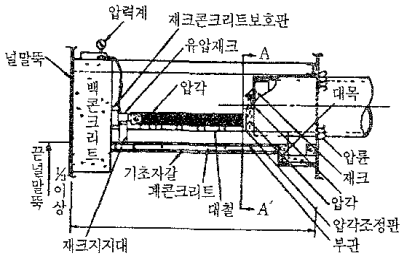
<그림 4.17> 수평오오거(auger)방식 개요도



<그림 4.18> 견인방식 개요도

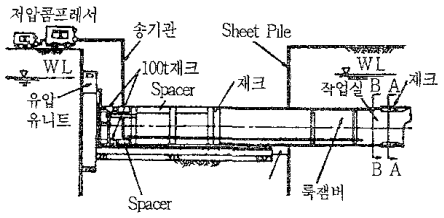


(A) 평면도

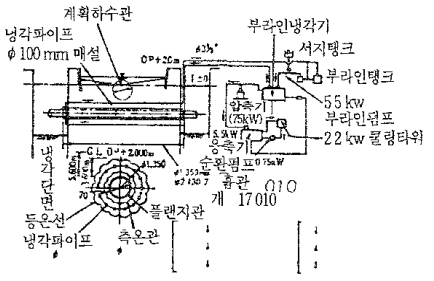


(B) 단면도

<그림 4.19> 압입입갱 개요도

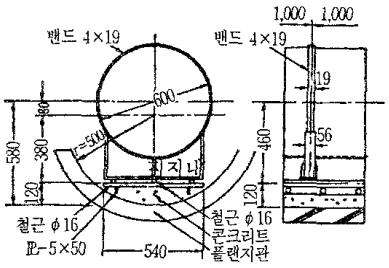


(A) 압축공기(壓氣)공법



(B) 동결공법

<그림 4.20> 연약지반에서의 공법개요



<그림 4.21> 압입관내 인입시공법

압입수직갱으로부터 선도관을 압입하는 추진갱구는 선도관의 외경보다도 약간 큰 직경으로 널말뚝 등을 절단할 필요가 있을 때, 이때 널말뚝과 선도관의 간격으로 부터 토사가 흘러나와 갱이 무너지는 일이 없도록 적절한 조치를 취하여야 한다.

5. 연약지반에서는 추진관 선단의 주위부로부터 붕괴되는 것을 방지하기 위하여 토질에 따라 약액주입이나 지하수위 저하 등 적절한 보조공법을 병용할 필요가 있다. 그밖에도 압축공기공법이나 동결공법이 있으며, 이들 공법은 지하수위가 높고 연약한 토질조건하에서 관내로 토사가 지하수와 함께 유입할 수 있는 장소에 적합하다.

압축공기공법은 추진관에 작업실과 록챔버(lock chamber)를 갖춘 관을 접속하고 작업실에 압축공기를 공급하여 용출수를 줄이고 토사붕괴를 방지하면서 전진하는 공법이다

동결공법은 관추진 예정부지의 주위에 동결관을 매설하고 그 외주의 흙을 동결시켜 연속된 흙막이 지수벽을 형성시키면서 굴착하는 공법이다.

이와같은 특수공법들은 대설비가 되고 고도의 기술이 요구되며 보안대책상이나 환경보전 문제 등이 생길 염려가 있으므로 신중한 검토가 필요하다.

6. 외부관추진공법에서 외부관 부설이 완료되고 그 내부에 상수도관로를 설치할 때는 외부관의 관저에 콘크리트를 깔고 필요에 따라서는 간이레일 등을 콘크리트에 고정시켜서 관체가 그 위를 통해서 설치되도록 하여 관체의 손상을 방지하여야 한다.

관을 설치한 다음에는 외부관과 상수도관로 사이에 시멘트모르터, 콘크리트 등으로 채우고 또 외부관 출입구에서 내부로 토사가 유입하여 노면침하 등이 일어나지 않도록 양단 출입구에 콘크리트나 블록 등으로 채워야 하며, 이때에 상수도관로에 전단력이 가해지는 일이 없도록 하여야 한다.

3.22 쉬일드(shield)공법

쉬일드공법은 다음 각 항에 따르는 것으로 한다.

1. 관계법규가 정하는 바에 따라 수속과 대책을 검토함과 동시에 입지조건, 지장물, 지형 및 지질, 환경보전을 위한 조사를 하여야 한다

2. 터널 소요단면은 공사방식과 관경 등에 따라 정하고 시공상 안전하고 능률적인 것이어야 한다

3 터널선형은 직선 또는 완곡선을 택하고, 터널의 토피(土被)는 지질과 지형에 따라 정하여야 한다.

4 입갱부는 원칙적으로 입갱실을 축조하고 필요에 따라 제수밸브, 공기밸브 및 배출수설비 등을 설치하여야 한다.

5. 쉬일드기종과 보조공법은 지반조건과 시공조건에 적합하여야 하며 주위지역의 환경보전에 유의하여야 한다

【해 설】

쉬일드공법은 쉬일드(shield)를 사용하여 시행하는 터널공사이다. 쉬일드는 주로 원통형 강재의 스킨플레이트(skin plate)와 내장된 재크로 구성된다.

선단 칼날부에서 굴착하고 내부에서 일차 복공의 세그먼트(segment)를 조립하고 후부의 재크를 세그먼트의 반력(反力)으로 추진한다. 스킨플레이트가 붕괴하지 않도록 지반을 지지하

고 터널을 구축한다. 쉬일드공법을 굴착방법으로 분류하면 다음과 같다.

① 인력굴착식 쉬일드
② 블라인드식 쉬일드
③ 반기계식 쉬일드 . 쇼오벨계 굴착적재, 커터계 굴착적재
④ 기계식 쉬일드 . 회전굴착, 요동굴착
⑤ 니수(泥水)가압식 쉬일드 회전굴착

쉬일드공법은 추진공법에 비하여 대형의 터널공사로서 추진연장이 500~1,000m를 표준으로 하고, 방향수정을 쉽게 할 수 있고 선형도 평면곡선 또는 20% 정도까지의 경사를 지게 할 수 있다.

또 지반이 불안정하고 칼날의 붕괴나 지표면의 함몰 또는 침하의 염려가 있을 때는 지반의 조건이나 환경 등을 고려하여 압축공기공법, 지하수위저하공법, 약액주입공법, 파이로트 터널에 의한 지반안정공법, 동결공법 등의 보조공법으로 지반의 안정을 도모하여야 한다.

1 쉬일드공법은 법규의 규제를 받는 일이 많아서 관계기관에 대한 수속이 필요할 때가 많이 있으므로 규제정도와 수속절차 및 대책 등에 대한 사전검토가 필요하며, 또 지반의 토질, 지층, 지하수상태 등과 지표상황에 따라야 할 때가 많으므로 이와같은 상황을 고려한 사전조사가 필요하다. 사전조사 자료는 터널의 노선선정과 쉬일드공법 채택 여부 및 쉬일드공법의 규모나 내용을 결정하는데 중요한 자료가 된다

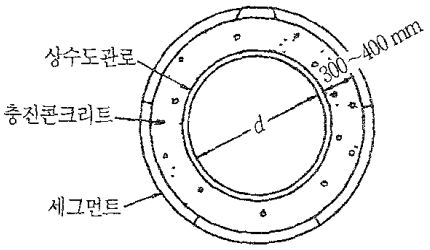
2. 쉬일드(shield)의 단면형상은 일반적으로 원형이 채택되며, 그 이유는 외압에 대하여 견고하고 쉬일드추진이나 제작조립이 편리하며 쉬일드추진중의 로우링(rolling)에 대하여도 단면 이용상 지장이 적은 점 등이다.

도수터널에서는 콘크리트로 이차복공을 한 채로 관로로 이용할 때가 있으나 송·배수터널에서는 대부분이 압력관로이므로 강관이나 닥타일주철관을 터널내에 삽입배관하는 방식이 많이 사용되며 대표적인 방법은 다음과 같다.

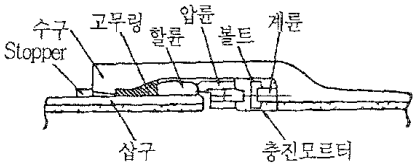
(1) 콘크리트충진방법

상수도관로 구경보다 600~800mm 정도가 더 큰 내경의 일차복공을 전체 연장에 걸쳐 축조한 후, 강관이나 닥타일주철관을 순차로 삽입하여 터널과 동심원상에 배관 접합하고 일차복공과 관과의 간격을 콘크리트로 충진하는 방식으로서 가장 많이 쓰이는 방법이다 본 방식에서 관의 접합작업은 내면에서 해야 하므로 강관에서는 내부 용접하고, 닥타일주철관에서는 내면이음인 U형관 등이 사용된다.

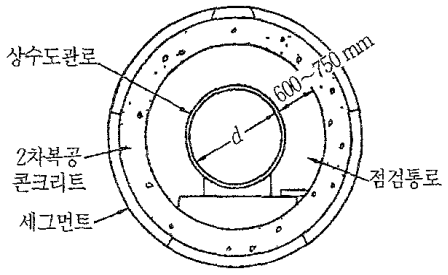
일차복공과 관과의 간격은 쉬일드가 배기와 배수를 위하여 종단상으로 경사를 가질 때에도 관을 소정의 위치에 배관할 수 있는 여유와 최소한의 이차복공 콘크리트 두께를 고려하여 정하여야 한다. 본 방식은 검사통로방식에 비하여 쉬일드단면이 작고 공사비도 적게 드나 터널관의 검사와 보수시에 단수하여야 하므로 유지관리상 다소 불편하다. 또 터널내 배관용 U형 닥타일주철관은 구경 700~2,600mm의 범위로 관내면에서 이음시공이 가능하게 되어 있으며 수밀성은 일반용(K형)과 동일하다 본 U형관은 좁은 터널내에서도 운반과 진출 겸용 특수대차를 사용하여 터널의 굴곡 등에 대응한 배관을 쉽고 빠르며 확실하게 시행할 수 있다



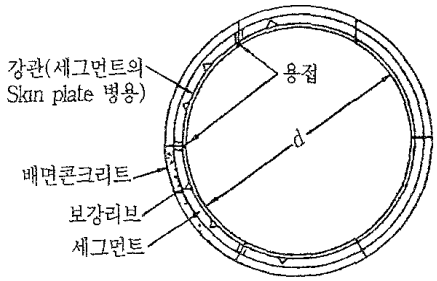
<그림 4.22> 콘크리트충진방식



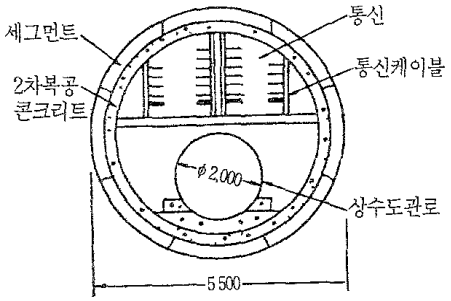
<그림 4.23> 이음구조도



<그림 4.24> 점검통로방식



<그림 4.25> 세그먼트형 강관방식



<그림 4.26> 구분사용방식(단위: mm)

(2) 검사통로방식

상수도관로의 구경보다 1,200~1,500mm 정도가 더 큰 구경의 이차복공 내공단면의 터널을 축조하고, 그 속에 강관 또는 닥타일주철관을 배관하는 방식으로 복공과 관과의 공간은 검사통로로 이용한다.

본 방식은 콘크리트충진방식에 비하여 쉬일드단면이 크고 공사비도 많이 드나 터널과 관을 검사하기 위하여 단수할 필요가 없으므로 유지관리상 유리하다. 본 방식에서는 일반적으로 시공오차에 대한 여유를 둘 필요가 없다.

(3) 세그먼트형 강관방식

일차복공 세그먼트를 두꺼운 강판으로 제조, 조립, 용접하고 그대로 상수도관로로 겸용하는 방식으로 공사비는 앞의 2개 방식보다 적게 소요되나 비교적 나쁜 조건하에서 용접하여야 하므로 숙련공이 주의 깊게 용접하여야 하며, 지하수위 이하의 지층이나 특히 지하수 정체지반에서는 본 방식이 부적당하다. 일반적으로 압력도수터널 등에서 사용되며 설치오차에 대한 여유를 둘 수 없으므로 시공에 특히 주의하여야 한다.

(4) 구분사용방식

상수도관로와 함께 다른 용도의 시설을 동일 터널내에 수용할 때는 각기 용도별로 필요한 공간을 확보할 수 있도록 터널내 공간을 정하여야 한다.

터널단면의 최소한계는 일반적으로 내경 1.8 m이나 짧은 구간의 터널공사에서는 최근 소단면세그먼트공법이 개발되고 실용단계에 들어가고 있다.

일차복공 세그먼트는 쉬일드추진에 있어 재크 추력지대로 되며 쉬일드테일(shield tail)로부터 떨어진 다음에는 지보공 역할을 한다

3 터널선형은 직선이나 완곡선으로 하고 터널 추진을 위한 최소 토피(土被)는 굴착외경의 1~1.5배가 필요하며 추진작업과 용출수 처리 등 시공상 안전하고 유리한 지층을 통과하도록 선정하여야 한다. 지하수가 많은 지층 특히 하저나 해저를 통과할 때는 터널의 부상과 압축공기공법에서의 공기누출이나 분출에 대하여 검토하여야 한다

도로교차점 등에서 급각도의 방향전환이 필요할 때는 특수한 보조공법으로 극소 반경의 곡선으로 굴진할 때도 있으나 일반적으로는 방향전환용의 입갱을 축조하여 쉬일드의 방향전환을 하거나 또는 쉬일드와 쉬일드를 지하에서 결합시키는 방식이 쓰인다

지하접합방식에서 주의할 점은 양질지반을 확인하고 쉬일드 상호의 관계, 위치파악과 정확한 위치조절 및 압축공기공법에서는 쌍방 압축공기의 밸런스 조절 등이다.

4. 관로의 유지관리상 터널의 종단경사의 요철부에 입갱을 설치하고 凹부입갱에는 공기밸브, 凸부입갱에는 배출수설비를 설치한다 이때에 인접 입갱간의 터널경사는 편경사로 하여야 한다. 입갱부는 상기 설비외에 맨홀, 제수밸브, 터널과 입갱내의 배출수와 환기설비를 설치해야 한다 이와같이 하기 위하여 입갱실을 설치하고 터널과 입갱실내의 보수 및 기자재 반입을 위한 맨홀을 설치하지 않으면 안된다.

5. 지반조건과 시공조건에 적합한 쉬일드기종을 선정하고 압축공기공법, 약액주입공법, 지하수저하공법 등의 보조공법 채택에 있어서도 그 적부를 미리 조사할 필요가 있다 또 입갱 주위 공사장의 방음과 방진대책도 환경보전 측면에서 고려되어야 한다.

3.23 수격방지 설비

수격작용에 의해서 관로에 영향을 미칠 우려가 있는 경우에는 이를 경감하기 위해 다음 각 항에 따라서 보호설비를 설치하는 것이 바람직하다.

1 압력저하에 따른 부압방지 대책으로서 플라이휠(fly wheel), 에어챔버(air chamber), 조압수조(surge tank), 공기밸브 등을 설치한다.

2 압력상승에 따른 배관 및 가압설비의 보호대책으로서 안전밸브(safety valve) 즉, 스윙역지밸브(swing check valve), 급폐식역지밸브, 콘밸브(cone valve) 또는 니들밸브(needle valve), 릴리프밸브(relief valve), 에어챔버(air chamber), 바이패스라인(bypass line) 등을 설치한다

【해 설】

펌프의 급격한 기동(起動), 정지 또는 밸브의 개폐에 의한 물의 운동상태 급변에 따라서 관로에 커다란 압력상승 또는 저하를 일으키는데, 이같은 비정상상태의 수리현상에 의해서 발생하는 압력변동 현상을 수격작용이라고 하며, 이 작용을 완화하고 경감하는 장치를 수격방지 설비라고 한다

도·송수중의 펌프가 급격히 구동력을 잃은 경우, 회전수의 저하에 의해서 양수능력을 잃고, 관내압은 급속히 저하한다 관내 압력이 그 온도에서 물의 포화증기압 이하가 되면 관내 물속의 공기가 기화하고, 공동부(cavitation area)가 발생하여 수주분리를 일으키는데, 어느 시기가 경과하면 역류가 시작, 수주가 다시 결합할 때, 큰 압력을 유발하여 관로를 파손하는 일도 있다

노선계획의 측면에서 보면 펌프장의 토출측이 급격히 올라가 있는 장소나 지형여건상 관로가 凸형이 되는 장소에 커다란 수격작용이 발생한다

수격작용을 경감하는데는 압력저하 및 압력상승을 경감하는 방법이 있는데, 실제로 무엇이 문제가 되는가를 검토하고, 필요에 따라서 여러 방법을 병용하여야 한다

3.24 전용도로

1 상수도시설의 유지관리를 위한 전용도로는 유지관리용 장비의 원활한 진행에 지장이 없는 구조와 폭을 확보하여야 한다

2 상수도시설의 유지관리를 위한 전용도로가 일반도로의 기능을 겸용할 경우에는 도로법 제 39조에 의한 「도로구조 등의 기준」에 관한 규정에 따라 도로의 종류 및 등급에 맞는 구조와 폭을 확보하여야 하다

【해 설】

1 관로의 전용도로는 기존 도로를 최대한 활용하는 것이 좋으나, 새로 축조해야 할 경우에는 용지보상비가 적게 되도록 하는 것이 필요하다.

(1) 시가지 구간은 기존도로를 이용한다

(2) 기존도로 병행구간으로서 도시의 확장, 토지의 이용변경 등으로 인한 관로 이설 요인이 발생되지 않는 구간은 도로의 노견 및 도로 인접 토지에 매설한다.

(3) 기존도로가 없는 산지 및 농경지 통과지역의 경우에는 관로 전용도로를 축조한다.

관로 전용도로의 폭은 관로시설의 일상점검을 위한 순찰차량의 통행과 유지보수 작업을 위한 작업차량 및 장비의 통행에 필요한 최소 도로폭을 확보하는 것이 필요하다. 일반적으로 전용도로의 폭은 진입장비의 폭을 감안하여 4~5m로 하나, 지형상 부득이 한 경우에는 지형조건에 적합하게 증감 조정한다 또한 작업차량과 장비의 교행을 감안하여 직선구간에서는 300~500m마다, 시계가 불량한 곳에는 적당한 간격으로 도로의 폭을 넓게 설치한다

2. 지역의 여건상 관로의 전용도로가 일반도로의 기능을 겸용할 것이 예상되는 경우에는 도로관리담당부서에 도로개설을 요구하고, 부득이 상수도사업자가 도로를 개설할 경우에는 도로관리담당부서와 협의하여 선형. 구조, 폭 등을 결정하는 것이 필요하다

3.25 원수조정지

원수조정지는 지형특성 등을 고려하여 되도록 설치 가능하도록 하고, 설치할 경우에는 다음의 각 항에 따르는 것으로 한다.

1. 취수시설과 정수시설 사이에 설치한다

2. 용량은 상황에 따라 적절한 것으로 한다.

3 필요에 따라 펌프 및 그외의 부속설비를 설치한다

4 필요에 따라서 오염방지 및 위험방지를 위한 조치를 강구하도록 한다.

【해 설】

원수조정지는 도시의 성격, 지역의 특성에 따라 비상시 또는 갈수시 취수제한, 수질사고시, 취수시설의 보수, 개량시 등의 취수정지시 등 가능한 한 감수나 단수의 영향을 완화하기 위하여 도수시설의 일부로서 설치하는 조정지를 말한다 원수조정지에서는 계절에 따라 혹은 기상조건에 따라 수요수량이 수리권 수량보다 적을 경우에 수요수량과의 차이만큼 저류하여 두고, 그 저류수를 비상시 또는 갈수시나 수질사고시 등에만 보급하여 부족수량을 보충하는 등 원수운용을 용이하게 하는 것이다.

한편, 원수조정지에서는 원수중 현탁물질의 자연침강작용 등에 의한 원수수질의 개선도 기대된다 그러나, 원수의 수질 및 지내의 저류상황에 따라서는 부영양화 등의 수질악화도 예상되므로 주의가 필요하다.

원수조정지의 계획 수립시에는 상수도시설의 정비계획, 특히 배수지용량의 증강계획과 관련한 고려가 필요하다. 즉, 상수도시설 전체의 견지에서 원수나 정수중 어느 측에서의 저류, 조정기능이 유익한지 충분히 검토하여야 한다.

원수조정지의 용지확보시에는 그 위치가 도수시설의 근방에 한정되는지, 또한 장소에 따라서는 도시화의 진전도 고려되므로 현지의 지형, 그밖의 환경에 대해 충분한 조사가 필요하다. 한편, 농업용 저수지 등 유휴시설이 있으면 이해와 협력을 얻어 이것을 전용하는 것도 유효한 방법이다 그리고, 용지의 결정시에는 원수조정지와 취수지점, 정수장과의 수위관계에 관한 검토도 필요하다.

1. 원수조정지는 수리권 수량의 범위내에서 취수하고 수요수량과의 차이 만큼을 저류하므로 그 위치는 취수시설과 정수시설 사이이며, 가능하면 도수관·거에 근접한 장소를 선정하여야 한다. 취수시설에서 정수장까지 자연유하로 도수할 수 있을 경우에는 원수가 원수조정지를 경유하도록 함으로써 원수의 저류를 도모할 수 있다.

그러나, 취수시설과 정수시설과의 수위관계에 따라서는 펌프가압 또는 자연유하 병용에 의해 도수하여야 한다 따라서, 이같은 경우에는 수

원사정, 수급관계, 경제성 등을 고려하여 가장 합리적인 운용에 의해 저류를 하여야 한다.

2. 원수조정지는 그 용량이 크면 클 수록 비상시 또는 갈수시나 사고시 등에 급수의 안정성이 높아지게 된다. 그러나 실제로는 용지확보의 제약 등도 있기 때문에 다음의 사항에 대해서 어느 정도 급수의 안정성을 확보할 수 있는지를 검토한 후, 적정한 용량을 결정하는 것이 바람직하다.

(1) 갈수시의 취수제한에 대해서는 수원하천의 수문상황 및 수리학적 상황, 하천의 개발계획 및 과거의 갈수 발생빈도와 규모 등에 대해 조사하고, 장래 예상되는 취수제한의 규모와 계속일수를 기초로 하고, 원수조정지로부터의 1일당 계획보급량과 보급계속일수를 근거로 용량을 정한다.

(2) 원수의 수질오염사고에 대해서는 수원하천 등의 유역에서 도시화의 진전상황, 공장 등의 입지상황 및 이들의 동향에 대해 조사하는 외에도 과거 수질오염사고의 기록, 유사한 다른 하천 등에서의 기록을 조사하여 예상되는 사고시 예상 취수정지시간 등을 고려하여 용량을 정한다.

(3) 2개 이상의 수원 또는 정수장을 가지고 있고, 수원 사이에 원수 연결관이 정비되어 있거나, 정수장 사이가 송수관에 의해 연결되어 있는 경우에는 수원전체로서의 안정성을 검토한 후 용량을 정한다. 또한, 배수지가 정비되어 이상시 대응용량이 확보되어 있을 경우에는 그 용량에 대해서도 고려한다.

3. 상시 및 비상시의 원수 운용을 원활하게 행하기 위해 원수조정지와 취수시설, 정수시설과의 수위관계에 따라서는 수리학적 조건을 만족하는 펌프, 밸브, 월류설비 기타 부속설비를 설치하여야 한다.

4. 외부로부터의 오염방지에 적절하게 대처함은 물론 위험방지를 위해 울타리를 설치하는 등의 조치를 강구하여야 한다

제5장 정 수 시 설

제5장 정 수 시 설

제1절 총 설

1.1 기본사항

정수시설은 상수도시설의 중추시설이므로 정수방법, 시설의 선정 및 유지관리 상의 적부등 수도전반에 직접적인 영향이 있으므로 정수시설의 계획은 상수도계획 전체와 연계하여 입지조건, 정수방법, 건설조건 및 유지관리 계획에 대하여도 충분한 조사가 필요하다.

신설 및 확장 계획의 조사에 있어서는 시설규모, 수원, 원수수질, 정수수질의 관리목표, 정수방법, 용지의 지형 및 취득조건, 적용하는 기술수준, 주위환경에 대한 고려, 법 규제 등에 대하여서도 조사가 필요하며, 개량 또는 재배치 계획에 있어서는 신구시설의 연계성도 조사할 필요가 있다

시설의 규모는 상수도시설 전체의 기본계획에서 결정되지만 정수시설의 계획은 장래 확장분까지도 고려하여 결정하는 것이 바람직하다

또한 시설규모를 결정할 때에는 정수시설은 다른 상수도시설과 같이 평상시에는 계획 정수량을 처리할 뿐아니라 일정한 예비능력을 구비함으로서 시설의 개량 및 사고시 등에 계획 정수량을 확보할 수 있게 하는 것이 바람직하다.

수원에 대하여는 취수 가능량이 정수시설의 규모를 결정하게 되는 것이므로 수원에 대하여 충분히 검토할 필요가 있으며 현재 확보되어 있는 수리권에 의한 수량뿐만 아니라 장래 가용 수량에 대하여서도 고려하여야 한다.

지하수를 수원으로 할 경우에는 지하수의 규제사항 및 지하수위의 저하문제 등에 대하여도 조사가 필요하다. 정수방법의 선정에는 원수수질이 가장 중요한 요소이므로 현재까지 얻어진 각종 자료의 분석뿐만 아니라 장래의 원수수질에 대한 예측이 요구되기도 한다 그러므로 수원수질에 영향을 주는 요인으로 수원 주변의 도시개발 계획, 공업단지 계획 또는 농업개발 등의 장래 계획에 대하여도 조사할 필요가 있다.

또한 정수수질의 관리목표는 정수장에서의 수질기준에 적합한 것은 물론이고 급수전을 대상으로 최소한 지킬수 있는 기준까지 고려하여 더욱 좋은 수질을 관리목표로 설정할 필요가 있다 정수처리 방법에는 소독만 하는 방식, 완속여과방식 또는 급속여과방식이 있으며, 고도정수처리 또는 기타 처리방식을 추가하는 방식이 있는데 이와같은 처리방법의 선정은 정수수질의 관리목표를 만족시킬 수 있는 적절한 방법을 선정하는 것이 바람직 하다

정수방법이 결정되면 이 방법에 적합한 정수시설을 선정하게 되며 정수시설의 선정에 있어서는 같은 정수방법이라도 선택되는 시설의 조건에 따라 달라지게 되므로 앞에서 말한 조사결과와 건설비, 유지관리 등에 대하여서도 고려하여 선정하는 것이 바람직하다

정수시설을 설치하는 정수장의 위치조건은 용지의 취득이 용이한 것은 물론이고 고저차를 이용한 합리적인 배치계획이 되어야 한다.

건설계획은 지형 측량을 행하고 배치계획에 따라 지질조사(boring 및 토질시험 포함)를 시행한 기초자료를 토대로하여 시공계획을 작성하되 시공계획에는 시공 공정계획, 토공계획, 공사용 도로, 공사용 전결 및 용수 등에 대한 계획이 포함된다

정수시설은 자연재해에 대한 피해를 미연에 방지하고 최소화 할 수 있도록 하며 기기의 사고나 고장에 대비하여 예비기를 설치한다든지

수전계통을 2회선(또는 2계통)으로 하는 등의 대책이 요망된다.

1.2 조 사

정수시설을 계획할 때에는 다음 각항에 대한 조사를 하여야 한다.

1. 신설 및 확장의 경우
   1) 입지계획을 위한 조사
   2) 정수계획을 위한 조사
   3) 건설계획을 위한 조사
2. 개량 및 교체의 경우

상기 신설 및 확장의 조사항목에 추가하여 신구(新旧)시설의 연계 및 통합을 위한 조사

【해 설】

1. 정수장의 입지계획에 있어서는 다음의 각 사항에 대하여 충분한 조사를 한다

1) 상수도시설 전체에 대한 배치계획을 고려한다.

정수시설은 취수로부터 배수에 이르기까지 타시설과 일체가 되어 상수도시설로서의 기능을 하는 것이므로 입지계획은 상수도시설 전체의 평면배치 및 수위관계를 고려하는 것이 중요한 조건이다.

2) 위생적인 환경이어야 한다.

정수장은 음용수를 생산하는 장소이므로 인근에 오염원이 있는 곳은 피하여야 하며 특히 정수장은 넓은 수면이 노출되어 외부로부터 오염을 받기 쉬우므로 주위 환경에 대하여 충분한 조사가 필요하다

3) 재해(災害)에 대하여 안전하여야 한다.

정수장뿐만 아니라 모든 상수도시설은 재해에 대하여 안전하여야 하며 재해에 의하여 정수장의 기능이 정지되어 급수가 불가능하게 되어서는 안된다. 재해를 입어도 최소한의 Life-Line으로서의 기능을 할 수 있도록 안전성을 높게할 필요가 있다.

지진, 호우, 태풍 등에 의하여 시설의 도괴(倒壞)·파손, 침수, 염해(鹽害) 등의 재해를 받기 쉬운 장소에 시설계획을 하는 것은 급수의 안전성을 확보하는 점에서 바람직 하지 못하여 입지계획에서는 이러한 재해에 대해서 안전한 장소를 선정하는 것이 중요하다.

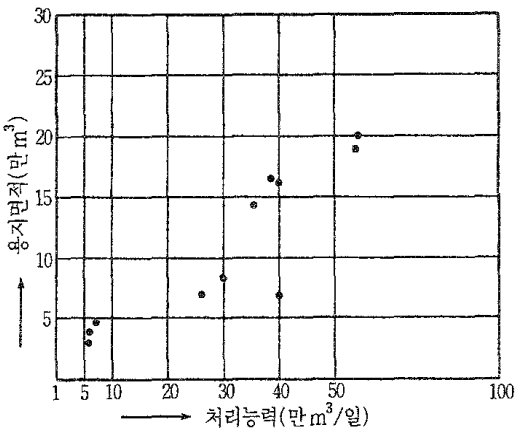
지진에 대해서는 연약지반을 피하고 견고한 지반의 장소를 선정하고 호우나 침수의 우려가 있는 저지대는 피하고 배수가 양호한 장소를 선정한다.

4) 용지는 필요한 면적과 형상(形狀)이 확보되어야 한다.

정수장의 용지는 정수처리 시설 이외에 관리건물용, 관로용, 유지관리를 위한 공간이 필요하므로 가능한 동일 평면의 용지가 필요하며 용지가 충분히 확보되지 않을 경우에는 시설의 기능이 부적합할 뿐만 아니라 유지관리도 불편하게 된다

정수시설의 건설계획은 몇번으로 나누어 단계별로 실시하게 되는 것이 많아서 용지를 그때마다 취득하는 것은 곤란하므로 처음부터 전체 용지를 확보하는 것이 일반적이다

정수장의 처리능력과 용지면적의 관계는 그림 5.1에 표시한 바와 같으며, 이 용지 면적은 급속여과 방식인 경우이므로 정수처리 방식에 따라 상이하다.



<그림 5.1> 정수장시설규모(급속여과방식)와 용지면적

또한 용지의 형상은 좁고 긴 것보다는 장방형이 유리하며 가능한 한 평탄한 것이 바람직하나 고저차가 있어도 처리시설의 수위관계에 적응할 수 있다면 불리하지 않으며, 일부 낮은 장소는 배출수 처리시설을 배치하는 방법도 있다.

5) 시설물 유지관리 하기에 편리한 위치 일 것

정수장은 상수도시설 중에서도 중추시설이고 상도시설의 유지관리에 근간이 되고 있으므로 항상 유지관리가 용이한 위치에 있는 것이 유리하며 또한 정수장에는 약품이나 자재의 반입 등이 용이한 것이 바람직 하다.

그리고 정수장에는 관련되는 취수시설, 도수시설, 송수시설 등을 원격관리하는 것이 많고 원거리의 시설을 무선으로 제어하는 경우에는 도중에 전파 방해가 없어야 한다.

6) 기 타

도시에서는 정수장 용지의 취득이 대단히 어렵고, 앞의 (1)~(5)항까지의 사항 이외에 부지가 도시계획상 어떠한 규제가 있는지 기타 법규에 제한을 받지 않는지, 주변은 장래에 어떠한 발전이 예상되는지를 확인하는 것이 필요하며, 또한 문화재 등의 매장물, 유적 등도 사전에 충분히 조사하는 것이 필요하다.

이상과 같이 정수장의 입지에 있어서는 여러 가지 요건을 고려하여야 하며 토지취득이 곤란한 경우에는 각 사업체가 안고 있는 사정을 고려하여 종합적인 판단을 하여야 한다.

2. 정수계획은 원수수질 파악이 중요하며 원수에 포함되는 성분이나 농도는 변화가 많고 수원에 따라 고유의 특징이 있다. 또한 유역의 도시화 진전 및 개발 등에 의해 폐수의 영향을 받아 수질오염이 진행되는 경우가 있으므로 현재의 수질을 충분히 파악하고 유역의 개발 동향에 따라 장래의 수질예측을 충분히 하여야 한다.

정수시설 계획은 원수 수질조건의 파악뿐만 아니라 각 처리시설에 대한 처리특성, 배출수 처리방식 또는 관리방식 등에 대하여서도 충분한 조사가 필요하다

1) 수질현황 파악

(1) 수질 조사 항목

현상수질 파악을 위한 조사수질 항목은 원수수질이 가장 악화된다고 생각되는 홍수시 및 갈수시 등을 포함하여 적어도 월1회의 비율로 1년간 수질 기준 전항목은 물론이고 필요에 따라서는 암모니아성 질소, 철, selenium, 생물학적 산소요구량, 화학적 산소요구량, 부유물질, 침식성 유리탄산, 총질소, 총인, 트리할로메탄 생성물질, 농약 등에 대한 조사를 하는 것이 바람직하다

상기의 수질조사는 여러 곳의 수원에 대하여 행할 필요가 있으며, 각 수원에 대한 특기 사항은 다음과 같다. (필요에 따라서는 기존 자료를 충분히 이용할 필요가 있다.)

① 하천수의 경우

하천의 수질은 기온, 유량, 유역의 지질, 배수 등이 자연환경이나 사회환경의 영향을 받기 쉽고, 그 영향의 정도는 지역이나 시기에 따라 다르므로 수질조사 항목은 각 수원의 상황에 따라 적정한 시험개소, 시험항목, 시험빈도 등을 정하는 것이 좋다.

홍수시에는 특히 탁도의 변동이 심하므로 가능하면 시간변동까지 상세히 조사할 필요가 있다 또한 갈수시에는 유량의 감소에 따라 용해성물질의 농도가 높아지며 유입하는 배수의 영향을 직접받기 쉬우므로 암모니아성 질소(NH_3-N), 과망간산칼륨(KM_nO_4)소비량, 생물학적산소요구량(BOD), 음이온계면활성제, 페놀 등에 대하여는 특히 주의해서 조사할 필요가 있다.

② 댐, 호소수의 경우

기존의 댐호로부터 취수할 경우에는 부영양화의 원인 물질이 되는 총질소(T-N), 총인(T-P)이나, 여과 장해, 이취미 등의 문제를 일으키는 프랑크톤(plankton) 조류 등의 생물에 대하여서도 조사가 필요하다.

생물은 댐·호소의 성층기나 순환기 등에 의하여 변동하므로 년간을 통하여 조사할 필요가 있다. 또한 댐·호소의 저층부에서는 용존산소의 저하에 의하여 철, 망간이 용출하므로 심도별로 수온, 용존산소(DO), 철, 망간 등의 조사가 필요하며 신설하는 댐으로부터 취수할 경우에는 유사한 댐에 대해서도 조사하여 참고하는 것이 바람직하다. (다만 기존자료가 충분히 있을 경우에는 이를 이용하는 것이 더 확실할 경우도 있다.)

③ 지하수의 경우

지하수에는 천층수와 심층수가 있으며, 일반적으로는 수질이 양호하나 천층지하수는 지표수의 영향을 받기 쉽고 심층지하수는 대수층 주위의 지질에 따라 고유한 특징이 있다.

수질조사 항목으로는 수온, pH값, 색도, 침식성, 유리탄산, 암모니아성질소, 아질산성질소, 질산성질소, 철, 망간, 철박테리아, 세균 등의 조사가 필요하며 지역에 따라서는 불소를 추가하는 것도 필요하다. 또한 유기용제에 의한 오염의 사례가 많으므로 트리클로로에틸렌(trichlor-oethylene), 테트라클로로에틸렌(tetrachloroet-hylene), 1,1,1-트리클로로에탄(trichloroethane)의 조사가 필요하다.

④ 복류수의 경우

복류수는 하천수가 투수성이 좋은 지층으로 흐르고 있는 상태이므로 하천수보다 탁질 등이 제거되어 탁도가 적고 수온등도 비교적 안정되어 있으므로 수질적으로는 지표수와 지하수의 중간성질을 가지고 있으며, 시험항목은 하천수와 지하수에 준하여 시행한다.

(2) 수질자료의 해석

정수시설은 원수의 수질이 나쁠때도 충분히 처리할 수 있도록 계획하여야 하며 원수의 수질은 동일 하천에서도 취수지점 및 시기에 따라 다르며 특히 홍수기, 갈수기, 해빙기 등에는 탁도, 알카리도, pH값, 암모니아성 질소, 과망강산 칼슘 소비량, 세균수 등이 현저하게 변동한다. 이와같이 하천수나 지표수는 수질의 변동이 크고, 탁도는 평균치에 비하여 최대치는 수십배가 되기도 하며 호소수나 댐호에 있어서는 계절에 따라 부영양화의 진행에 의하여 조류의 증식이 될 수도 있다

이와같이 변동하는 수질특성을 파악하기 위해서는 통계처리가 유력한 수단이며, 연평균치의 75%치, 95%치 라고하는 대표치에 의한 장기변동의 해석을 시행하는 동시에 유량, 수온 등의 계절변화가 원인이 되어 발생하는 변동을 시계열적으로 처리, 해석할 필요가 있을때도 있다.

따라서 수질자료와 유역의 환경, 홍수, 갈수, 해빙, 기온 등의 관계에 대하여 해명하고 수원의 수질 특성을 명확하게 한다.

특히 갈수시 하천유량이 감소하거나 호소나 댐의 이상 수위저하시에는 수질악화가 현저하다. 이 때의 자료는 통계적 해석에서 특이치이므로 충분한 주의가 필요하다.

수질 자료 해석수법으로는 다음과 같은 것이 있다

- 수질 자료의 분포
  - histogram
  - 비초과 확률 (非超過 確率)
    (정규분포, 대수정규분포)
- 수질 자료의 대표치
  - 평 균 치
  - 중간치 · 75%, 95%
  - 최 대 치
  - 분 산
- 수질 자료의 상호관계
  - 상관 matrix
  - 단회귀 분석
    (95% 신뢰 구간 포함)
  - 중회귀 분석
  - cluster 분석 (주성분분석 포함)
- 주기 특성의 해석
  - 자기상관계수
  - power spectra
- 시계열의 해석
  - Fourier 해석

2) 장래 수질 예측

하천수, 댐수, 호소수를 수원으로 하는 경우에 원수는 장기적으로는 유역의 개발 등에 의하여 오탁이나 부영양화가 진행하는 것도 예측하는 것이 좋다. 이의 예측 방법으로는 추세(trend) 또는 오탁 부하량 해석에 의한 예측이 알려져 있으나 상세한 것은 관련 문헌을 참고로 한다

그리고 댐호의 이상 수위저하시에는 충분한 주의가 필요하다.

3) 처리 특성 등

원수 수질조사 이외에 원수의 처리특성 등에 대하여도 조사하는 것이 필요하며 이 경우 동일수계를 원수로 하는 타 정수장이나 원수수질이 유사하고 시설규모가 비슷한 타 정수장에 대한 다음 사항을 조사하여 참고하는 것이 바람직하다.

(1) 정수장 계획시에 고려할 사항과 실제 운전처리 상황
(2) 정수장 전체의 물 수지(收支)
(3) 원수수질과 처리수 수질
(4) 정수처리 방식과 시설규모의 특징
(5) 응집·침전·여과 특성
(6) 사용약품의 종류와 주입상황
(7) 배출수의 농축·탈수특성, 케이크의 발생량과 처분상황
(8) 사용기기의 신뢰성, 유지관리성 등 참고가 되는 정수장이 없을 경우에는 현지에서 파이롯 프랜트(pilot plant)에 의한 처리 특성의 확인을 하는 것도 바람직하다

3 정수장 건설계획의 작성을 위하여 지형조사 및 지질조사가 필요하다

1) 지형 조사

정수시설의 배치계획, 공사용 가설계획, 공사용 도로계획, 토공계획, 시공공정 등을 작성하기 위한 지형측량을 한다

2) 지질 조사

구조물의 기초설계 및 내진 설계를 위하여 보링(boring)조사, 재하시험(필요할 경우), 토질시험, 지하수위 측정 등을 행하며 가능한한 지하수위 측정 등은 공사구역 외에 대하여도 영향을 조사하여 대책을 수립하는 것이 필요하다

3) 기타 조사

건설에 관계되는 사전조사로서는 소음·진동의 예측, 문화재의 유무 등을 포함한 주변환경의 조사도 필요하며 법률 등에 의한 규제사항 및 인허가 사항 등에 대하여도 사전에 조사한다

4. 정수시설의 개량 및 교체는 일반적으로 기존시설을 가동하면서 시행하여야 하므로 기존시설과에 영향을 가능한한 적게 하는 동시에 개량 및 교체가 완료된 후에도 새로운 시설과 기존시설의 기능이 일체가 될 수 있도록 기존시설도 충분히 정비를 하여야 한다.

이를 위하여 앞의 조사사항 이외에 다음 사항에 대하여 조사하는 것이 필요하다

(1) 개량, 교체 시설의 선정
(2) 개량, 교체의 시공 방법
(3) 기존시설의 능력감소를 보완하기 위한 대책
(4) 공사에 따른 진동 및 분진 등이 유지관리에 미치는 영향
(5) 부지 내에서의 시설의 배치관계
(6) 시설간의 수위관계
(7) 신구시설의 유지관리 방식의 통합성

1.3 계획정수량과 시설능력

정수시설의 계획정수량 및 시설능력은 다음 각 항에 의하여야 한다.

1 계획정수량은 계획 1일 최대 급수량을 기준으로 하고 여기에 작업용수 등을 예측하여 결정한다.

2 정수시설은 계획정수량을 적정하게 처

리할 수 있는 능력이 있어야 한다. 그리고 개량, 개체시에도 정수능력을 확보하기 위하여 예비능력을 갖는 것이 바람직하다.

【해 설】

1. 계획정수량은 계획 1일 최대 급수량을 기준으로 하고 여기에 정수장 내에서의 작업용수, 잡용수, 기타 손실수량을 고려하여 결정한다. 작업용수로서는 침전지의 배니(**排泥**), 여과지의 세척용수 또는 모래세척용수, 약품용해수, 염소주입용 압력수, 기기의 냉각수 및 시설의 청소용수가 있으며 잡용수로서는 정수장내 급수, 정수장내 청소용수 및 분수용(**噴水用**) 등이 있다

2. 정수시설은"1"에서 결정한 계획정수량을 상시 안정적으로 처리할 수 있는 능력을 갖추어야 한다. 또한 상수도가 갖는 중요성을 고려하여 앞으로 예상되는 개량, 교체시, 사고시에 있어서도 항상 계획능력을 유지할 수 있도록하는 것이 바람직하므로 정수시설은 예비능력을 갖는 것이 바람직하다.

1) 예비능력의 필요성

(1) 변경, 개량

시설의 개량, 교체, 고도정수시설 등의 도입을 위한 공사로 인하여 장시간에 걸쳐 정수능력을 저하시키지 않으면 안될 경우에 예비능력을 투입하여 정수능력의 감소를 보완한다.

(2) 사고 · 고장

정수시설이 독립하여 몇 개의 처리계열로 되어 있을 경우에 기기의 고장이나 사고로 인하여 한 계열이 정지되지 않으면 안될 경우에는 예비능력을 투입하여 정수능력의 감소를 보완한다.

(3) 예비능력의 설정

예비능력은 과거에 일상적인 소규모의 고장, 청소, 점검 등에 의한 것이 아니고 대규모로 장기적인 정수능력의 감소를 의미하는 것으로서 여과지의 예비지와 같이 항상 운전관리상 필요한 것은 예비능력이 아니다.

정수장의 예비능력은 정수장이 여러 계열로 되어 있는 경우에 1계열에 상당하는 용량으로서 당해정수장의 계획정수량에 25% 정도를 목표로 한다.

그러나 정수장의 처리계열이 1계열 또는 2계열만 있는 경우에는 예비능력으로서 1계열분을 추가하는 것은 대단히 어려울 뿐아니라 1계열을 추가하게 되면 과대하게 된다. 따라서 이와 같은 경우에는 침전지, 여과지는 복수로 하는 것이 원칙이지만 침전지는 체류시간을 높이고 여과지는 2층여과 등에 의해 간단하게 정수능력을 높이는 것이 예비능력을 확보할 수 있는 방법이다.

이와같은 예비능력의 상한치는 어느 상수도에도 일률적으로 적용되는 것이 아니고 정수시설용량, 배수지용량, 원수연락관(원수의 안정성) 등 상수도시설의 정비상황에 따라 상이하다.

또한 복수의 정수장을 보유하는 경우에는 원수 및 정수의 상호 연락관 시설을 확보하므로 탄력적인 운용을 가능하게 하는 동시에 주력이 되는 정수장을 중심으로 예비능력을 확보하는 등이 요망된다.

그리고 예비능력으로 확보한 시설에 대하여서도 사고시에 대응능력을 높이기 위하여 상시가동을 하여야 한다.

1.4 정수방법 및 정수시설의 선정

정수방법 및 정수시설의 선정에는 다음 각 항에 적합하도록 한다.

1. 정수방법은 수질기준에 적합한 수돗물을 안정적으로 급수하는 것으로서 다음 정수방식에 적합하도록 선정한다. 이 이외의 방식을 선정할 경우에는 실험에 의하여 안전성 등을 확인한다.

   1) 간이처리 방식

   2) 완속 여과 방식

3) 급속 여과 방식

2. 원수 수질 조건에 따라 필요할 경우 고도정수시설 등을 추가한다.

3. 정수시설은 원수수질, 정수수질의 관리목표, 시설규모, 시설의 운전·계장제어 및 유지관리 방법, 건설비, 유지관리비, 용지의 조건(넓이 및 위치, 취득조건) 등을 고려하여 신뢰성이 높은 것으로 선정한다.

【해 설】

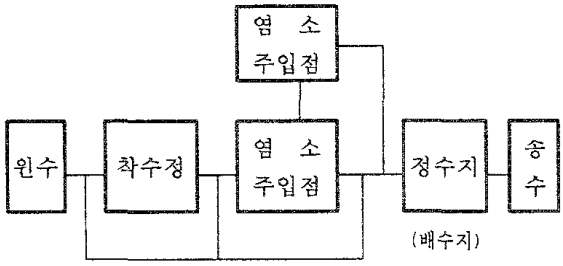
1. 정수방법은 원수의 수질이 최악의 경우에도 확실히 처리되고 정수수질의 관리목표를 만족시킬 수 있는 방법을 선정하여야 한다. 수도법, 수질기준에 관한 환경부령, 환경부에서 정한 기준 등은 급수전의 수돗물을 대상으로 최소한 지켜야 하는 기준이라는 것을 고려할 때 정수장에서는 더욱 양질의 수질을 목표로 하여 정수수질의 관리목표를 설정하는 것이 요망된다.

정수방법을 크게 분류하면 간이처리 방식, 완속여과방식, 급속여과방식이 있으나 12 조사에서 조사된 원수수질의 조건에 따라 상기 방식 중에서 가장 적절한 방식을 선정하여야 한다. 그리고 이 이외의 정수방식을 선정할 경우에는 장기간 실험에 의하여 안전성, 확실성, 경제성 및 유지관리 계획 등을 명확히 하여야 할 것이다.

1) 간이처리 방식

원수수질이 양호하고 대장균군 50(100mL, MPN) 이하, 일반세균 500(1mL) 이하, 기타 항목이 정수수질 기준 등에 상시 적합할 경우에는 간이처리 방식으로 할 수가 있다.

일반적으로 이방식은 수질이 양호한 지하수를 수원으로 하는 경우에 적용하는 방식으로 정수처리 방법 중에서 가장 단순하며 처리공정은 그림 5.2와 같다.

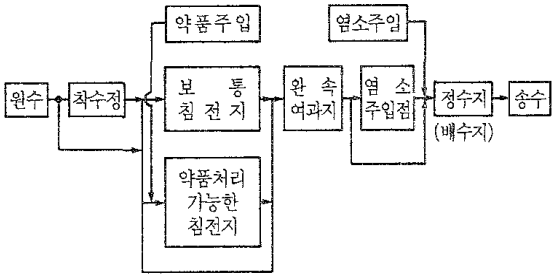


<그림 5.2> 간이처리 방식의 처리 공정도

2) 완속 여과 방식

원수의 수질은 비교적 양호하며, 대장균군 1,000(100mL, MPN)이하, 생물학적 산소요구량(BOD) 2mg/L 이하, 최고 탁도 10도 이하인 경우에는 완속여과 방식으로 할 수 있다.

이와같은 원수는 지하수, 부영양화가 진행되지않는 댐수·호소수, 오염이 진행되지 않는 하천수 등에서 원수중에 소량의 탁질 및 미량의 유기물질 제거를 목적으로 하는 처리방법으로서는 완속여과 방식이 적합하며 완속여과 방식의 공정은 그림 5.3과 같다.



<그림 5.3> 완속여과 방식의 공정도

완속여과 방식은 비교적 얇은 사층을 통과하여 천천히 여과함으로써 원수를 정화하는 것으로 사층과 사층 표면에 증식하는 미생물군이 물 속의 불순물을 융합하여 산화분해하는 작용에 의존한 정수방법이다. 이 작용에 의하여 탁질로부터 미량의 암모니아성 질소, 망간, 세균, 냄새물질 등도 제거된다.

<표 5.1> 먹는 물의 수질기준

구 분	항목			기 준
	한 글	기호	영 문	
1. 미생물에 관한 기준 (2개 항목)	(1) 일 반 세 균	-	Heterotrophic Bacteria	1mL 100CFU를 넘지 아니할 것
	(2) 대 장 균 군	-	Total Coliforms	50mL서 검출되지 아니할 것
2 건강상 유해 영향 무기물질에 관한 기준(10개 항목)	(1) 납	Pb	Lead	0 05mg/L 넘지 아니할 것
	(2) 불 소	F	Fluoride	1 5mg/L 〃
	(3) 비 소	As	Arsenic	0 05mg/L 〃
	(4) 세 레 늄	Se	Selenium	0 01mg/L 〃
	(5) 수 은	Hg	Mercury	검출되지 아니할 것
	(6) 시 안	CN	Cyanide	검출되지 아니할 것
	(7) 6 가 크 롬	Cr^{6-}	Hexachromium	0 05mg/L 넘지 아니할 것
	(8) 암모니아성질소	NH_3 - N	Ammonium Nitrogen	0 5mg/L 〃
	(9) 질 산 성 질 소	NO_3 - N	Nitrate Nitrogen	10mg/L 〃
	(10) 카 드 늄	Cd	Cadmium	0 01mg/L 〃
3 건강상 유해 영향 유기물질에 관한 기준(17개 항목)	(1) 페 놀		Phenols	0 005mg/L 〃
	(2) 총트리할로메탄	THMs	Trihalomethanes	0 1mg/L 〃
	(3) 다 이 아 지 논		Diazinon	0 02mg/L 〃
	(4) 파 라 티 온		Parathion	0 06mg/L 〃
	(5) 말 라 티 온		Malathion	0 25mg/L 〃
	(6) 페니트로티온		Fenitrothion	0 04mg/L 〃
	(7) 카 바 릴		Carbaryl	0 07mg/L 〃
	(8) 111트리클로로에탄		1 1 1-Trichloroethane	0 1mg/L 〃
	(9) 테트라클로로에틸렌	P C E	Tetrachloroethylene	0.01mg/L 〃
	(10) 트리클로로에틸렌	T C E	Trichloroethylene	0 03mg/L 〃
	(11) 디클로로메탄		Dichloromethane	0 02mg/L 〃
	(12) 벤 젠		Benzene	0.01mg/L 〃

구 분	항목			기 준
	한 글	기호	영 문	
3 건강상 유해 영향 유기물질에 관한 기준	(13) 톨 루 엔		Toluene	0 7mg/L 〃
	(14) 에 틸 벤 젠		Ethylbenzene	0 3mg/L 〃
	(15) 크 실 렌		Xylenes	0 5mg/L 〃
	(16) 1,1디클로로에틸렌		1,1-Dichloro-ethylene	0 03mg/L 〃
	(17) 사염화탄소		Carbon tetrachloride	0 002mg/L 〃
4 심미적 영향 물질에 관한 기준 (16개 항목)	(1) 경 도		Hardness	300mg/L 넘지 아니할 것
	(2) 과망간산칼륨 소 비 량		Consumption of $KMnO_4$	10mg/L 〃
	(3) 냄 새		Odor	소독으로 인한 냄새 이외의 냄새가 있어서는 아니될 것
	(4) 맛		Taste	소독으로 인한 맛 이외의 맛이 있어서는 아니될 것
	(5) 동	Cu	Copper	1mg/L 넘지 아니할 것
	(6) 색 도		Color	5도를 〃
	(7) 세제(음이온 계면활성제)	A B S	Alkyl Benzene Sulfonate	0 5mg/L 〃
	(8) 수소이온농도		pH	5 8~8 5이어야 할 것
	(9) 아 연	Zn	Zinc	1mg/L 넘지 아니할 것
	(10) 염 소 이 온	Cl	Chloride	150mg/L 〃
	(11) 증발 잔유물	T S	Total Solids	500mg/L 〃
	(12) 철	Fe	Iron	0 3mg/L 〃
	(13) 망 간	Mn	Manganese	0 3mg/L 〃
	(14) 탁 도		Turbidity	2도 〃
	(15) 황 산 이 온	SO_4^{2-}	Sulfate	200mg/L 〃
	(16) 알 루 미 늄	Al	Aluminium	0 2mg/L 〃

주) 먹는 물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙 (제2조 제1항 관련), 1997년 1월 1일 기준

이 기준은 계속 강화되므로 변경되거나 추가되는 항목에 대해서는 관련 규칙의 개정에 따른다

<표 5.2> 수도전에 있어서의 음용수의 잔류염소

구 분	유 리 잔 류 염 소	결합 잔류염소의 경우
(1) 수도전에 있어서의 경우	항상 0 2mg/L 이상되도록 할 것	1 5mg/L 이상되도록 할 것
(2) 병원생물에 의하여 오염되거나 요염될 우려가 있는 경우	0 4mg/L 이상되도록 할 것	1 8mg/L 이상되도록 할 것

주) 수도시설의 청소 및 위생관리 등에 관한 규칙 (제2조 제3항 관련)

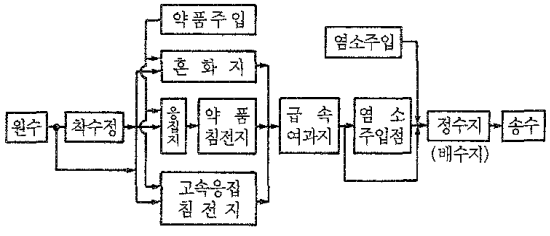
완속여과 방식은 유지관리가 간단하고 고도의 기술을 요구하지 않으면서 안정된 양질의 처리수를 얻을 수 있는 장점은 있으나 여과속도가 느려서 넓은 면적과 모래 삭취 등을 위한 노력이 많이 필요하다

그리고 원수수질에 의한 보통침전지를 설치하는 경우와 생략하는 경우가 있으며 필요에 따라서는 침전지에 약품처리가 가능한 설비를 갖춘다.

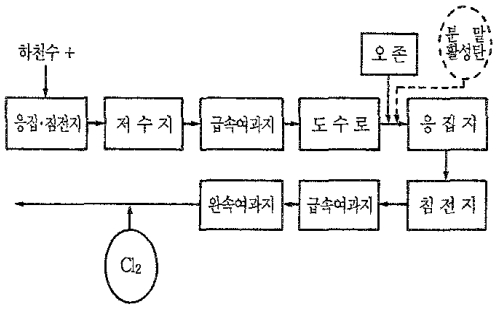
3) 급속 여과 방식

원수 수질이 간이처리 방식 및 완속여과 방식으로 정화할 수 없는 경우에는 급속여과 방식이 적합하다. 이 방식은 약품침전지, 급속여과지, 소독시설로 구성되어 있고, 현탁물질을 처음부터 약품처리에 의해 응집시켜 플록을 침전지에서 효율적으로 침전 제거하고 다음에 급속여과지에서 여과 제거하는 방식이다. 여과지내에 유입된 미세 플록은 여재입자 표면에서 물리·화학적 작용에 의하여 부착되거나 플록 상호부착에 의하여 억류되는 것으로 생각되며 비교적 대량의 부유물질의 제거가 가능하다. 그러나 용해성물질의 제거능력은 적으므로 문제가 되는 용해성 물질의 종류 및 농도에 따라서는 고도정수시설을 추가할 필요가 있으며 일반적인 급속여과 방식의 공정은 그림 5.4와 같다

유럽에서는 급속여과 방식과 완속여과 방식의 특징을 이용하여 2단으로 여과를 시행하기도 하며 이방식은 급속여과에 의해 현탁물질을 제거하고, 완속여과에 의한 용해성 물질을 제거하려는 방식으로서 예를 들면 처리 공정은 그림 5.5와 같다



<그림 5.4> 급속여과 방식의 공정도



<그림 5.5> 우에스 가스베루 정수장(네델랜드)의 예

2. 앞의 내용과 같이 일반적인 정수처리 방법으로서는 원수의 냄새, 색도, 미량 유기물질, 트리할로메탄 전구물질, 암모니아성질소 등의 제거에는 한계가 있다. 따라서 제거하려는 대상에 따라서 고도정수시설인 활성탄처리시설, 오존처리시설, 생물처리시설 및 stripping 처리시설을 단독 또는 조합해서 도입할 필요가 있다.

또 철, 망간, 유리탄산 등을 처리하는 목적으로서 전염소처리, 포기방법(aeration), 알칼리제처리 등의 처리방법을 도입할 필요가 있다.

1) 냄새의 처리를 목적으로 하는 경우

원수에 냄새가 있을 경우에 그 원인이 사고에 의한 일시적인 것인지 또는 매년 발생하는 것인지 또는 발생 냄새의 원인에 따라 제거방법도 달라진다. 사고에 의한 일시적인 원인일 경우에는 그 빈도가 많지 않을 때에는 취수를 중단시키거나 분말 활성탄을 임시로 투입하는 등의 대처가 필요하다.

일반적으로 냄새는 상류 유역에서 하수의 유입에 의한 하수냄새, 저수지·호소 및 하천의 부영양화에 의하여 발생된 조류에 의한 곰팡이 냄새 등이 있으며 이와 같은 원인은 극히 미량에서도 수돗물에 냄새를 느끼게 되므로 이의 처리는 대단히 곤란하다. 예를들면 냄새발생물질의 하나인 2-MIB는 5ng/L로도 감지가 되고 있다는 정도다. 이의 처리방법으로는 다음과 같은 방법이 있다.

(1) 포 기 (aeration)

원수를 공기와 접촉시켜 냄새물질을 제거하는 방법은 황화수소냄새 등에는 유효하며 이 방식에는 분수식, 충전탑식이 있다.(제13절 포기설비 참조)

(2) 생물처리

원수에 포함된 냄새물질을 미생물에 의해 분해하는 방법으로서 이 방법은 미생물의 생물화학반응을 이용하기 때문에 수온의 영향을 받기 쉽다. 이 방법에는 침적여상방식:honey comb), 회전원판방식, 생물접촉여과방식 등이 있다. (제17절 생물학적 전처리설비 참조)

(3) 활성탄 처리

활성탄의 강한 흡착작용을 이용하여 냄새물질을 제거하는 방법으로서 활성탄에는 분말과 입상이 있으며 분말 활성탄을 착수정(또는 흡착조) 등에서 원수에 주입하여 사용하며 이 경우 전용시설이 없이도 일시적으로 사용할 수 있다. 또한 입상 활성탄을 흡착조(또는 입상 활성탄 흡착지)를 설치하여 사용함으로써 장기적으로 사용할 수 있으며 이때 전단계에서 염소처리를 하지 않고 입상활성탄 층내에 증식된 미생물의 작용과 병행하여 활성탄의 흡착작용 등을 이용하는 방법도 있다. (제14절 분말활성탄 흡착설비, 제15절 입상활성탄흡착설비 참조)

(4) 오존처리

오존의 강한 산화력을 이용하여 원수중에 냄새 물질을 분해·제거하는 방법으로서 오존 단독으로는 사용하지 않고 후속 공정으로 활성탄에 의한 흡착으로서 분해 생성물을 제거하는 것이 필요하다.

최근에 오존주입시 과산화수소를 추가하여 OH라디칼을 형성하여 효과를 높이는 고급산화법(advanced oxidation process)도 연구중에 있다

2) trichloroethylene 등의 제거를 목적으로 하는 경우

trichloroethylene, tetrachloroethylene (4염화에틸렌), 1,1,1-tricloroethane 등은 전자부품 등의 세척제 또는 드라이크리닝제로서 많이 사용하며 그 폐액이 지하수를 오염시키는 경우가 있다. 그 처리 방법으로서는 다음과 같은 것이 있다

(1) stripping 처리

앞의 물질들은 휘발성이 높은 것을 이용하여 포기를 함으로써 대기중에 휘산(揮散)시켜 제거한다. (제13절 포기설비 참조)

(2) 활성탄 처리

활성탄의 흡착작용을 이용하여 제거하는 방법이다. (제14절 분말활성탄 흡착설비, 제15절 입상활성탄 흡착설비 참조)

3) 암모니아성 질소(NH_3-N)의 제거를 목적으로 하는 경우

원수가 생활하수 등으로 오염되었을 경우에는 암모니아성 질소가 많아지며 암모니아성 질소는 염소처리에 큰 영향을 끼치므로 제거할 필요가 있다.

이의 처리방법으로서는 다음과 같은 것이 있다.

(1) 염소처리

전염소처리 또는 중간염소처리를 하여 암모니아성 질소를 염소로서 제거하는 방법이다 (제12절 전염소·중간염소처리설비 참조)

(2) 생물처리

생물의 분해작용을 이용하여 제거하는 방법으로서 수온이 낮을 때에는 제거 효과가 떨어지는 것에 유의하여야 한다. (제17절 생물학적 전처리 설비 참조)

4) 트리할로메탄(trihalomethane)을 감소하는 경우

원수중의 유기물, 특히 휴믹(humic)물질은 정수처리 공정에서 염소처리를 함으로써 사람의 건강에 영향을 미칠 우려가 있는 트리할로메탄을 생성하며 이의 처리방법으로는 전구물질을 제거할 경우와 생성된 트리할로메탄을 제거할 경우로서 다음과 같은 방법이 있다.

(1) 중간염소처리

원수중의 트리할로메탄 전구물질을 응집·침

전에서 가능한한 제거한 다음에 전염소처리 대신에 중간 염소처리를 하여 트리할로메탄 생성이 감소되는 방법이다.(제12절 전염소·중간염소처리 설비 참조)

(2) 활성탄 처리

활성탄의 흡착작용을 이용하여 분말 또는 입상 활성탄에 의한 트리할로메탄 전구물질을 가능한한 제거한 후에 염소처리를 한다. 트리할로메탄을 입상활성탄으로 제거하는 방법이 있으며 이 방법은 활성탄의 수명이 짧고 재생빈도가 많아지므로 공정의 전단계에서 염소처리를 행하지 않고 활성탄의 흡착작용과 병행하여 입상 활성탄 층내에서 증식된 미생물의 작용을 이용하여 전구물질을 제거하는 방법도 있다.(제14절 분말 활성탄 흡착설비, 제15절 입상활성탄 흡착설비 참조)

(3) 결합염소처리

유리 염소처리와 비교할 때 결합염소처리는 트리할로메탄의 생성이 적으며 시간이 경과하여도 증가하지 아니한다

5) 철·망간의 제거를 목적으로 하는 경우

원수에 포함된 철·망간은 수돗물의 적수, 흑수 등의 장해를 발생시키므로 제거 할 필요가 있다. 이의 처리 방법에는 다음과 같은 방법이 있다.

(1) 전염소처리

전염소처리로 철을 산화한 후 응집·침전, 급속여과에 의하여 제거하는 방법이다(제12절 전염소·중간염소처리 설비 참조)

(2) 망간 접촉 여과

전염소처리로 망간을 산화한 후 망간 접촉여과에 의하여 제거하는 방법으로서 이 경우에는 철도 동시에 제거된다. 또한 전염소처리 대신 과망간산칼륨 처리를 하는 방법도 있다(19.3 망간 제거설비 참조)

(3) 철 박테리아 (bacteria) 이용법

철 박테리아의 생물작용을 이용하여 철 박테리아 이용법에 의해 철·망간을 제거하는 방법이다 (19.4 철 박테리아 이용법 참조)

(4) 포 기

철을 포기에 의하여 산화시키고 침전, 여과에 의해 제거하는 방법이다. (제19절 철, 망간제거설비 참조)

6) 음이온 계면 활성제를 제거하는 경우

음이온 계면활성제는 생활배수 등의 영향으로 증가하며 일정량을 초과하면 발포(發泡) 등의 장해가 발생하므로 제거할 필요가 있으며 그 처리 방법에는 다음과 같은 방법이 있다.

(1) 생물처리

생물의 분해작용을 이용하여 제거하는 방법으로서 수온이 낮을 때에는 제거 효과가 떨어지는 것에 유의할 필요가 있다.(제17절 생물학적 전처리설비 참조)

(2) 활성탄처리

활성탄의 흡착작용을 이용하여 제거하는 방법으로서 단기간에 처리하는 방법으로는 분말활성탄을 장기간에 처리하는 방법으로는 입상활성탄을 사용한다. 또한 공정의 전단계에서 염소처리를 하지 않고 활성탄의 흡착작용과 병행하여 입상 활성탄층 내에서 증식된 미생물의 작용을 이용하여 제거하는 방법도 있다.(제14절 분말 활성탄 흡착설비, 제15절 입상 활성탄 흡착설비 참조)

(3) 오존 처리

오존의 강한 산화력을 이용하여 제거하는 방법으로서 이 경우에는 오존처리를 한 후에 활성탄 흡착처리를 추가한다.(제16절 오존처리설비 참조)

7) 색도를 제거하는 경우

원수의 색도는 철·망간에 기인하는 경우와 휴믹물질(humic substances) 등에 기인하는 경우가 있으며 이것들은 어느 것이나 수돗물의 착색장해가 되며 또한 휴믹물질 등은 트리할로메탄의 원인 물질이 되므로 제거할 필요가 있다

철·망간의 처리방법은 제19절의 철·망간의 제

거방식에 의하여 휴믹물질 등에 대하여는 다음과 같은 방식이 있다

(1) 활성탄 처리

(2) 오존 처리

(제14절 분말 활성탄 흡착설비, 제15절 입상 활성탄 흡착설비, 제16절 오존처리 설비, 제19절 철·망간 제거설비 참조)

8) 침식성 유리탄산을 제거하는 경우

유리탄산이 많으면 상수도시설의 부식 등의 장해를 일으키므로 제거할 필요가 있다

이의 처리방법에는 다음과 같은 방법이 있다

(1) 포 기

(2) 알칼리제 처리

(제13절 포기설비, 20.3 침식성 유리탄소의 제거 참조)

9) 생물을 제거하는 경우

원수중에 생물이 많으면 정수처리의 장해나 이취미의 발생원인이 되므로 제거할 필요가 있으며 처리방법에는 다음과 같은 방법이 있다

(1) 마이크로 스트레이너

(2) 2단 응집처리

(3) 다층여과

(4) 약품처리

(제18절 생물제거 설비 참조)

이상의 처리 대상 물질에 대한 처리 방법을 정리하면 표 5.3과 같다

<표 5.3> 처리대상 물질과 처리방법

처 리 대 상 물 질	처 리 방 법
• 냄 새	① 포 기 ② 생물처리 ③ 활성탄처리 ④ 오존처리
• 트리클로로에틸렌 등 (Trichloroethylene)	① 탈기처리 ② 활성탄처리
• 암모니아성 질소	① 염소처리 ② 생물처리
• 트리할로메탄 (Trihalomethane)	① 중간염소처리 ② 활성탄처리 ③ 결합염소처리
• 철·망간	① 전염소처리 ② 망간접촉여과 ③ 철 박테리아 이용법 ④ 포 기
• 음이온 계면활성제	① 생물처리 ② 활성탄처리 ③ 오존처리
• 색 도 (휴믹물질)	① 활성탄처리 ② 오존처리
• 침식성 유리탄산	① 포 기 ② 알칼리제 처리
• 생 물	① 마이크로 스트레이너 ② 2단 응집처리 ③ 다층 여과 ④ 약품처리

3. 안정된 급수를 하려면 상수도시설 전반에 걸쳐 신뢰성을 높이지 않으면 안되며 특히 정수장의 기능정지는 그 영향이 클 뿐만 아니라 복구도 용이하지 않으므로 정수시설의 신뢰성은 극히 중요하다. 이와같은 관점에서 정수시설의 선정에 있어서는 다음 사항에 대하여 고려할 필요가 있다.

정수수질의 관리목표는 단지 수질기준에 맞게 설정하는 것 보다는 높게 설정할 필요가 있다 예를 들면 수질기준에서는 망간이 0.3mg/L 이하로 규정되어 있으나 실제로는 색도의 증가, 흑색 부유물질의 유출 등을 방지하기 위하여 정수장에서는 그 보다 더 낮게 0.05mg/L 정도를 목표로 하고 있는 곳이 있다 이와같이 어떻게 수질관리를 하는가를 목표로 설정할 필요가 있다

정수방법 및 정수시설의 선정은 유입원수의 수질에 대한 적정방식을 선정할 필요가 있으며, 취수원 수계의 과거오염사고, 원수의 수질특성,

주변 정수장의 정수방식 등을 검토하여 선정하되 수원이 동일 수계라 할지라도 정수장을 반드시 동일처리시설이나 방식으로 할 수는 없다 또는 소규모 시설을 대규모 시설과 같이 한다는 것은 합리적이지 못하다

시설의 운전·제어 및 유지관리의 방법도 시설의 선정에 중요한 조건이며 정수시설의 운전·제어는 컴퓨터에 의한 자동제어가 많으나 안이하게 고도의 자동화를 목표로 하는 것은 문제가 있다.

즉 어떠한 시설이 자동화하기 용이하며 어느 정도의 자동화 시설이 유지관리면에서 바람직한지에 대하여도 검토할 필요가 있다

또한 사고시에 대응이 용이하게 한다는 관점에서도 검토할 필요가 있고, 이와 병행하여 상이한 처리 시설에 대하여는 사전에 경제성 비교를 하는 것이 필요하다.

그리고 각 상수도사업의 기술수준, 기술의 축적, 근무체제, 외부의 관리위탁 등 운전관리에 관한 조건을 충분히 검토하는 것이 중요하다

용지가 넓은 것도 선정의 조건이 된다. 그러나 용지가 협소한 장소에서는 높은 능률의 시설을 목표로 하여 입체 배치를 계획하는 것도 고려할 필요가 있다.

기타 배출수 처리시설과의 관계도 중요하므로 침전지 및 여과지 등으로부터 배출되는 슬러지의 농도 및 양은 배출수처리 시설의 선정에 영향을 미친다. 또한 시설 주변에 미칠 영향, 소음 진동, 냄새 등에 대하여서도 종합적인 검토가 필요하다.

1.5 배출수처리

배출수처리시설은 다음 각 항에 적합하도록 한다

1. 배출수처리 시설은 정수처리 시설로 발생하는 배출수를 처리 및 처분하는데 충분한 기능과 능력을 갖추어야 한다.

2. 배출수처리 시설의 방법은 정수처리 시설과의 관계, 원수수질, 배출수의 양과 질, 슬러지의 성상, 유지관리, 용지면적, 건설비, 지역의 환경을 고려하여 적절한 방식을 선정하여야 한다.

【해 설】

1. 시설용량 10,000㎥/일 이상의 정수장은 수질오염 방지법에서 특정시설로 지정되어 배출수의 하천방류가 규제되어 있고 배출수처리시설을 설치하도록 규정하였다.

일반적인 방법으로는 배출수를 농축 및 탈수를 하여 케이크를 장외로 반출하고 분리액은 원수에 반송하는 방식(또는 공정)이 많다. 그 중에서도 기계탈수기로 탈수하는 방법은 처리가 비교적 안정되어 있다.

또한 기후조건이 양호하거나 소규모인 경우에는 천일건조 방식도 유력한 방법이다

배출수처리시설을 계획할 때 고려하지 않으면 안 될 조건은 ①케이크의 처분방법 또는 유효하게 이용하는 방법 ② 처리능력이다

배출수처리시설로서의 충분한 역할을 달성하려면 케이크의 최종 처분방법과 유효하게 이용하는 방법을 병행하여 검토하는 것도 필요하다. 구체적으로 케이크에 대한 검토사항으로는 함수율, 중금속, 석회, pH값, 냄새, 형상 등이며 방류수에 대하여서는 부유물질량, pH값, 중금속, 유기계 고분자 응집제의 농도 등이다. 이러한 사항은 법적규제를 받게 되므로 법적규제 사항도 검토하여야 한다

처분지는 환경오염방지의 관점에서 지하수의 오염방지 등의 규제조건을 고려하여 적당한 면적과 정수장으로부터 운반거리가 짧은 장소를 선정할 필요가 있다.

또한 배출수처리시설은 영속적으로 필요한 시설이므로 10년 정도의 목표로 계획하는 것이 바람직하다

케이크의 유효이용계획은 케이크 처분지의 확보가 점점 어려워지고 있기 때문에 더욱 더 필요하다. 이는 비용의 절감을 위한다기 보다 폐기물을 배출하지 아니한다는 관점에서도 검토되어야 한다

현재 매립성토재, 유기질비료, 일반점토벽돌, 경량골재, 건축재료, 요업재료 및 화분용 경석 등 여러가지를 시도하고 있으나 농업용 흙으로 이용할 수 있으면 가장 바람직 하다.

배출수 처리시설은 즉시 처리를 할 필요는 없으며, 슬러지 발생 변동량이 크기 때문에 반드시 각 정수장마다 설치하는 것이 유리하다고 할 수는 없다. 그리고 배출슬러지지 또는 배출수지 등의 용량은 가능한한 크게 하는 것이 변동이 큰 발생량에 대하여 처리를 평준화할 수 있으므로 유리하다.

2. 배출수처리 방법은 각종방법(제21절 배출수 및 슬러지 처리설비 참조)이 있는데 이를 대별하면 자연의 천일건조(**天日乾燥**), 기계에 의한 탈수, 열처리(가열에 의한 건조), 동결융해(**凍結融解**) 등의 방법이 있으며 이를 개략적으로 설명하면 다음과 같다.

천일건조 방식은 농축된 슬러지를 수영장과 같이 연못에 도수하여 슬러지 자신에 의한 침강탈수, 태양열에 의한 건조 등 자연력을 이용하는 방식으로서 경비가 싸고 유지관리도 간단하지만 넓은 용지가 필요할 뿐아니라 일기조건에 따라 능력이 좌우되므로 한냉지 등에서는 결점이 있다.

기계탈수 방식은 농축 슬러지를 기계로 탈수하는 방식으로서 처리효율은 슬러지의 질에 좌우되지만 비교적 안정적이며 유지관리도 비교적 용이하며 케이크의 함수율도 낮고 설치면적도 적으며 주위환경에 대한 영향도 없으므로 슬러지의 여과성 등을 정확하게 파악하여 도입함으로써 안정된 처리가 기대되는 방법이다.

열처리 방법은 탈수된 케이크를 가열하여 함수율을 낮게하는 방법으로서 이 방법은 가열을 위한 경비가 증가하며 배출가스처리를 하지 않으면 안된다.

동결융해법은 농축이 어려운 성질의 슬러지를 동결시킴으로써 탈수성이 양호한 케이크로 개선하여 탈수하는 방법으로서 시스템이 복잡하고 경비가 비교적 높아진다

1.6 정수시설의 배치 계획

정수시설의 배치는 다음 각 항에 적합하도록 한다.

1. 시설의 계획에 있어서는 착수, 응집, 침전, 여과, 소독 등의 시설이 각기 제기능을 충분히 발휘할 수 있고 정수장 전체 시설과의 조화와 효율화를 기하며, 유지관리상 편리한 위치에 배치한다.

2. 처리계열은 가능한한 독립된 2이상의 계열로 분할하는 것이 바람직하다. (시설용량이 중·소 규모인 경우에는 기능별로 계열의 기능이 발휘될 수 있도록 한다.)

3. 각 시설간의 수위결정을 위한 손실수두는 수리계산이나 실험에 의하여 결정한다.

4. 정수장내의 화장실, 오수저류시설 및 폐기물 수집소 등은 정수시설에 대하여 위생상의 문제가 없도록 구조와 배치에 유의하여야 한다.

【해 설】

1. 정수시설의 평면배치 계획은 용지의 넓이와 형상에 제약을 받게 되며 원수의 유입방향, 송수방향, 수전위치(**受電位置**), 접근도로의 위치 등 외부시설조건, 처리공정의 계통, 관리에 필요한 공간, 정수장내에 기능상 필요한 건축물의 배치 등과 소음·진동, 염소냄새 등 외부에 영향이 있는 시설을 종합적으로 고려하여 배치한다. 또한 장래 확장계획이 예정되어 있는 경우에는 확장부지의 확보와 상호연락을 위한 관로 및 수로 등을 처음부터 배치 계획에 포함시켜야 한다.

정수시설의 배치는 처리공정의 순서대로 계획하는 것이 원칙이며 이러한 배치는 물이 균

등하게 흐르고 약품주입이 용이하며 계장용 케이블 배선이 짧고 시설의 교체 사용도 용이할 뿐아니라 수리계통의 운영 및 유지관리가 유리하다.

착수정은 그 이후의 공정인 응집·침전·여과와 계속되는 처리공정을 원활하게 하는 위치에 선정한다.

응집·플록형성, 침전은 일련의 연속된 처리공정으로서 각기 분리 배치하는 것은 바람직하지 못하다. 이들 시설이 분리되면 거리가 멀어지고 유하시간이 길어져서 양호한 플록의 형성을 방해하고 수로의 도중에서 플록의 침전이 일어나기도 한다. 또한 배출슬러지의 방법, 배출슬러지관의 방향을 고려하여 침전지의 방향과 배치를 고려한다.

여과지는 여과수로, 유입관, 역세척관 등 여러개의 관을 배치하여야 하므로 배관실을 설치하여 배관의 연락, 변류의 설치 및 유량조절장치 등의 설치를 용이하게 한다.

소독은 여과수가 집합된 장소에 혼화거를 설치하여 염소제를 주입한다

여과 이후에는 오염을 방지하기 위하여 밀폐된 구조로 하는 것이 원칙이지만 일반적으로 혼화거는 여과수가 정수지로 유입되기 전에 정수거의 일부(경우에 따라서는 정수지의 일부)를 이용하는 것이 많다

정수지는 넓은 면적이 필요하고 수위가 낮은 위치에 설치하므로 지하구조로 되는 것이 많으며 상부의 공간은 여과지를 배치하고 입체구조로하여 이용되기도 하지만 이 방식은 구내손실수두가 커지는 단점이 있다.

착수정으로부터 정수지까지는 자연유하로 연결되므로 가능한한 수로(관로)를 짧게 하여 구내손실수두를 최소화 하는 것이 중요하다 만약 용지의 제약상 이와같은 사항을 근접시켜 배치하지 못 할 경우에는 응집지로부터 침전지까지는 가능한한 하나의 구조로 하고 여과지와 정수지는 약간 떨어진 장소에 배치하는 것이 바람직하다.

송수펌프장은 정수지와 가깝게 배치하는 것이 수리상 바람직하며 송수방향에 맞추어 배치하는 것이 구내배관의 연장을 짧게하게 되어 구내배설관 등이 집중되는 것을 피하는데 편리하다. 또한 펌프장은 소음의 발생원이기도 하므로 주위의 환경을 고려하여 외부와의 영향이 없도록 배치할 필요가 있다.

약품투입동은 주입점 및 본관 관리실에 가까운 장소가 편리하며 주입점이 가까우면 약품주입관, 샘플링관과 배관연장이 짧게되고 제어 및 유지관리에 있어서도 유리하다.

고도정수시설은 어떠한 방식을 채택하느냐에 따라서 정수처리 공정중에서의 배치가 다르게 된다.

배출수처리 시설은 정수처리 공정과는 직접 관계가 없으므로 다소 떨어진 장소에 설치하든가 별도의 용지에 설치하는 경우도 있다. 그러나 장거리의 슬러지 이송은 관이 막히는 경우가 있으므로 충분한 주의가 요망된다.

배출슬러지(排泥)를 자연유하로서 배출수 시설에 이송이 될 수 있도록 정수장 중에서도 낮은 위치에 계획하는 것이 유리하다. 또한 케이크의 냄새와 주위의 환경에 미치는 영향도 충분히 고려하는 것이 바람직하다.

수변전시설(受變電施設)은 가능한한 용지 경계에 가까운 위치로 하고 정수시설과 근접시킬 필요는 없으며 배전선로가 짧아지고 전압강하를 적게하기 위하여 사용전력량이 가장 많은 송수펌프장의 인근에 배치하는 것이 유리하다. 또한 유지관리상 지하매설 케이블은 관로 및 공동구와 교차되지 않게 하는 것이 바람직하다.

2. 정수처리 공정이 1계열일 때에는 청소, 보수, 부품의 교체 및 불의의 사고등이 발생할 경우에 정수처리공정의 전체가 정지하여야 된다 또한 시설의 교체 또는 갱신 등으로 장시간 정지하는 경우를 고려하여 2계열 이상의 독립된 처리공정으로 계획하는 것이 필요하며, 2계열로

할 경우에는 계열간 관거로 연결하고 게이트나 밸브를 설치하여 상호 이용할 수 있도록 한다

3 완속여과 방식의 정수장인 경우에는 착수정으로부터 침전지, 여과지까지의 전체 손실수두는 1~2m 정도이며, 급속여과 방식의 경우에는 고도정수처리 등을 하지않는 통상적인 응집·침전·여과까지의 시설 전체의 손실수두는 3.0~5.5m 정도가 된다

이 손실수두의 대부분은 여과지의 손실수두이고 그 외에는 응집지, 관로, 관거의 저항, 유량제어용 밸브 및 게이트의 손실 등이 있다

정수장 전체의 수위는 각 처리 공정마다 수리적으로 연계구간을 짧게하면 제어가 용이하다 착수정·응집지·침전지·여과지간의 연계구간이 짧아지지 않을 경우에 손실수두를 적게하기 위하여 처리공정이 상호간섭 받도록 하는 것은 바람직하지 못하다

정수장의 손실수두는 수리계산에 의하여 결정되지만 복잡한 시설인 경우에는 수리실험에 의한 비율보정을 고려하여 결정할 수도 있으며 그 외에 시설의 개량, 노후화에 의한 표면조도(表面粗度)의 증가 등을 예상하여 여유를 갖는 것이 일반적이다

정수장에 고도정수 시설의 도입이 있으면 손실수두는 다시 커지며 특히 고정상의 활성탄 흡착지는 거의 급속여과지와 동일한 기구이므로 손실수두 역시 거의 비슷하다. 기타 오존접촉지, 생물처리지 등의 손실수두는 시설계획에 따라 다르다

정수시설 계획에서 수리적으로 중요한 것은 손실수두 뿐만 아니라 병행 운용이 되는 각 지(池)의 유입수를 여하히 균등하게 배분이 될 수 있게 하느냐가 대단히 중요하다 급속여과지는 유량제어 시스템에 따라 각지별로 균등성을 확보할 수 있으나 침전지는 각 지별로 균등한 유입량의 제어가 대단히 어렵다 그 이유는 각 지까지의 수로 또는 관로의 길이 차이에 따른 수리적인 불균형, 수로 또는 관로 도중에 플록의 퇴적에 의한 유하 단면의 감소, 게이트 제어의 어려움 및 불편 등을 들 수 있다

이와같은 단점을 보완하기 위하여 수로 및 관로 등의 손실수두를 동일하게 하도록 연구할 뿐아니라 미세한 유량제어가 될 수 있도록 게이트의 전동화 등의 대책이 필요하다.

4 정수장내의 화장실, 오수저류시설, 폐기물 수집소 등의 오염원은 오수가 누출되지 않도록 수밀구조로 하고 침전지, 여과지, 정수지, 배수지 등의 중요한 시설로부터 될 수 있는 한 떨어진 장소에 설치하는 것이 바람직하며 부득이한 경우에는 시설물과 직접거리가 상당히 떨어진 장소에 두는 것이 안전하다.

1.7 수질관리

> 정수장에서는 설정된 목표에 적합하도록 정수의 수질관리를 하기 위하여 필요한 수질시험설비를 설치한다

【해 설】

정수장에서는 더욱 좋은 수질을 얻기 위하여 설정된 수질관리 목표에 적합한 정수를 얻기 위하여는 각각의 처리공정별로 수질관리를 하는 것이 중요하다

확실한 수질관리를 하기 위하여는 수원으로부터 급수전에 이르기까지 각 과정에 대하여 이화학시험, 미생물시험 및 생물시험의 각 수질시험을 행하고 그 결과를 상수도시설의 관리운영에 반영시켜 각종 조작을 적절히 하는 것이 필요하다

특히 정수처리에 있어서는 원수, 침전수, 여과수, 정수 등 각 처리과정의 수질을 측정하고 처리 효과를 확인하는 동시에 그 결과를 정수처리 약품주입의 조정이나 정수처리 방법의 개선 등에 반영시키는 것이 중요하다.

그러기 위하여 원수의 수질상황과 정수처리 방법 및 시설의 규모에 따라서 수질시험실을 설치할 필요가 있다.

또한 수질의 연속측정과 기록이 가능한 자동 수질 모니터링 설비를 정수시설, 배수시설 및 급수장치 등의 적당한 위치에 배치하는 것이 요망된다. 그리고 수질시험실에 각 처리과정의 물을 집중 채수할 수 있도록 할 경우에는 배관의 관로 도중에서 수질이 절대로 변화되지 않도록 충분히 유의하여야 한다.

1.8 시설의 개량, 교체

시설의 개량 및 교체에 있어서는 다음 사항에 적합하도록 한다.

1. 기존 정수처리 시설의 성능, 안정성 및 운전관리상의 합리성을 상실하지 않고 새로운 시설의 능력이 발휘될 수 있도록 한다.

2. 가동중인 시설의 능력감소에 대한 대응방안을 미리 준비하고 공사시행으로 인하여 가동중인 기존 시설에 대한 영향이 최소화 되도록 대책을 강구하여야 한다.

3. 원수의 수질이 악화되어 적절한 정수처리를 할 수 없게 될 염려가 있을 때에는 필요한 시설을 증설, 개량, 교체하여야 한다.

【해 설】

1. 시설의 개량, 교체의 내용은 기존시설과 동일한 방식의 개량, 교체를 할 경우, 기존시설의 처리방식을 새로운 처리방식으로 변경할 경우, 기존시설과는 다른 처리방식의 시설을 추가할 경우 이외에 정수처리와는 직접 관계가 없는 배출수 처리시설, 전기기계시설, 계장설비 등의 교체 및 신규 시스템의 도입 등이 있다.

시설의 개량, 교체는 기존시설과 조화를 이루기 위하여 다음 사항을 고려한다

(1) 가동중인 기존시설의 처리효과를 감소시켜서는 안된다.

(2) 수리적인 변경이 발생할 경우에는 적절한 조치를 강구하여야 한다.

(3) 새로운 시설의 운전관리 방식은 기존시설과 조화가 되도록 한다.

특히 새로운 처리방식을 도입할 때에는 실제의 모델 프랜트(model plant) 등에 의한 실험을 하고 효과를 확인하는 것이 바람직하다.

또한 새로운 처리방식의 도입은 유지관리상 문제점을 일으키기 쉬우며 일상의 운전, 점검, 보수 등은 시설 규모에도 따르나 기기의 종류가 많고 복잡한 것 등에 의하여 일의 양과 질이 좌우된다. 따라서 개량, 교체에 있어서는 운전, 점검, 유지관리 등을 용이하게 할 수 있는 방안이 필요하며 동시에 시설의 안정성을 높이기 위하여 2중화나 예비설비 등을 충분히 고려하여야 한다.

수리적인 문제로서는 개량, 교체로 인하여 유량의 균등배분이 적정하게 되지 못할 때도 있다. 이는 수로의 형상, 구배 등은 기존의 것과 동일하게 하고 수리계산에서 유량을 균등하게 하여도 실제로는 불균등한 흐름이 될 경우가 있다. 이에 대한 대책으로서는 유량조절용의 수문이나 밸브의 설치가 필요하며 또한 관로, 수로도 되도록이면 짧은 거리로 연결이 되도록 하는 것이 요망된다.

손실수두는 기존시설과 새로운 시설을 동일하게 한다는 것은 어려우며 또한 기존 처리공정에 새로운 공정을 추가하면 손실수두는 커진다. 이와같은 경우에는 수두를 보완하기 위하여 저양정의 펌프설치가 필요하게 되며 펌프설치는 플록의 파괴를 방지하기 위하여 처리공정중 응집으로부터 침전이 종료될 때까지는 피하고 급속혼화 전이나 또는 침전지 이후로 하는 것이 바람직하다.

시설배치에서는 기존시설과의 거리를 짧게 하는 것이 수리계획상 유리하고 또한 처리공정의 순서에 따라 배치하는 것이 바람직하다. 유지관리도 용이하게 되며 약품주입 및 계장에도 편리하다

개량이나 신처리 방식의 선정은 새로운 기기의 도입에 수반하게 되어 필요한 전력량이 증가되며 그로 인하여 수·배전시설의 용량 검

토가 필요하다.

시설의 개량 및 교체의 예와 유의할 점을 표시하면 표5.4와 같다.

2 개량, 교체시에는 기존시설을 가동하면서 시행하여야 하므로 충분한 예비능력을 갖춘 경우를 제외하고는 일반적으로는 정수능력의 저하를 피할 수 없다. 이와같은 문제점을 보완하기 위하여 수요량이 적은 시기의 선정, 타 정수장으로부터 보충 등의 대책 이외에 수질 및 수리상의 문제가 없는 범위내에서 침전지 및 여과지 등의 과부하 운전에 의하여 정수장내에서 대응할 수 있다 그러나 이 대책은 처음부터 무리가 없도록 계획을 수립하여 검토하여야 한다.

또한 개량, 교체는 노후된 시설에 접근하여 시행하는 것이 많으므로 기존시설에 영향이 없도록 하여야 한다 영향의 예로는 굴착에 의한 지반의 변동이나, 항타(抗打) 또는 건설기계의 진동, 지하수의 저하에 의한 압밀침하(壓密沈下) 등에 의한 기존 구조물의 변위, 침하, 손상, 구조 조인트(joint) 부분이 넓어질 뿐아니라 관로의 변형 및 이탈에 의하여 누수가 발생하기도 한다. 따라서 붕괴의 방지, 약액주입(藥液注入), 저진동 공법, 분할시공 등에 대하여 충분히 검토할 필요가 있으며 시공전에 지하매설물의 조사는 물론이고 준공도 뿐만 아니라 시굴(試掘)을 하여 매설물을 확인하여 케이블의 절단, 관로의 절손(折損) 등을 방지하여야 한다. 그리고 공사용수의 공급, 배수로의 설치, 공사현장의 방벽설치 등에 대한 검토를 한다 공사용 전력에 대하여는 원칙으로 정수시설용과는 별도로 가설하여야 하며 유지관리를 위한 소규모의 공사인 경우에는 정수장내 전력을 사용하기도 한다.

기타 정수장의 유지관리와는 관리구역을 명확히 하고 작업원이 공사구역외에의 출입을 방지하기 위한 울타리, 조명, 화장실(현장조건에 따라 조정함) 등을 설치하는 것도 고려한다.

3. 원수의 수질이 악화되면 정수처리 효과가 떨어지므로 그 대책이 필요하다.

<표 5.4> 시설의 개량 및 개체의 예와 유의 할 점

시설명	방 법	유 의 할 점
착수정	●외벽을 높인다	●수면 동요를 흡수할 면적이 필요함
응집·플록형성	●급속교반의 변경 ●응집기의 개량	●응집, 플록형성의 효과 확인 ●여유공간의 유무, 구조상 안전성 ●유지관리의 용이 등
침전지	●경사판 등의 설치 ●정류벽, 유출시설의 개량 ●슬러지 제거기의 개량 ●기타 시설의 개량	●효과의 확인 ●여유공간의 유무 ●구조상의 안전성 ●슬러지의 재부상
여과지	●여과층의 2층화 ●여과유량 조절기능의 교체 ●세척장치의 개량	●여과 및 세정효과의 확인 ●여유공간의 유무 ●여재의 유출
약품주입장치	●약품의 변경 ●주입기의 개량	●효과의 확인, 법령상의 제약 ●저장장소의 확인, range의 변경
전기·기계	●설비의 교체 ●용량의 증강	●계장 제어와의 관계 ●전력용량의 여유 ●유지관리의 변경
계장	●system의 변경 ●설비의 교체 등	●제어의 효과와 신뢰성 ●유지관리의 변경 ●여유공간의 유무
케이블, 관로, 공동구	●단면 증대 ●본수의 증가	●신호·전력용량의 확보 ●유량·손실수두의 확보 ●점검·피난의 안전 확보
배출수처리	●방식의 배경 ●기기의 교체 등	●처리능력과 cake의 질 ●여유공간의 유무 ●유지관리의 변경 ●분리수의 반응

일반적으로 원수 수질이 악화되는 것은 탁도와 생물, 유기물, 철 망간 및 유리탄산 등의 증가에 기인하며, 탁도와 생물 및 유기물의 증가에 대처하기 위하여는 침전지와 여과지를 개량하며 철, 망간 및 유리탄산 등의 증가에 대하여는 특수처리설비의 도입이 고려될 수 있다.

이때에 제일 먼저 필요한 사항은 원수 수질을 분석하여 처리대상이 무엇인가를 명확히 하여야 한다. 처리대상이 확실해져서 특수처리설비의 계획을 수립할 때에는 기존시설을 충분히 파악하고 각 처리대상 물질에 대한 처리방법을 이해한 후 적절한 처리방법을 선택하여야 한다.

1.9 안전대책

> 정수시설은 자연재해, 기기의 사고, 수질사고 등에 대하여 안전대책을 강구하여야 한다.

【해 설】

1. 자연재해대책

자연재해에 대한 안전성을 확보하고 사고·고장을 미연에 방지하며 만약에 사고가 발생되어도 그 영향을 최소한으로하여 정수처리 공정에는 영향이 없도록 하여야 한다.

자연재해에 대하여는 설계단계에서 충분한 검토가 이루어지며 관련 법률, 각종 기준에 따라서 역학적 및 수리학적으로 안전하여야 된다. 안전대책은 대상에 따라 다음과 같이 분류한다.

1) 지진시의 안전성

정수시설의 용지 취득은 도시에서는 대단히 어려우며 내진상 연약지반 지역에서는 건설을 할 수 없다든지, 또는 충분한 넓이를 확보할 수 없는 경우도 있다. 따라서 좁은 용지내에 시설을 입체화를 계획하는 등으로 정수시설은 점점 복잡하여지는 경향이며 앞으로는 지진에 대한 대책도 함께 검토 되어야 할 것이다.

내진설계는 각종 기준 및 지침 등에 따라 설계하여야 한다 내진대책은 일반적으로 다음과 같은 대책으로 분류한다

연 약 지 반 --- 지반개량·환토(換土), 압밀공법
토목구조물 --- 항의 기초 및 지의 내진설계, 연결부(joint)의 벌어짐 대책
건 물 --- 항의 기초 및 상부건물의 내진설계
관 로 --- 구조물과의 연락부의 신축관, S관 등에 내진연결구의 사용
설 비 --- computer 대책[면진상(免震床), 정전대책 등], 긴급차단에 의한 수류의 정지
위 험 물 --- 염소, 약품류 및 유류의 저장대책

정수시설에서 특히 피해를 입기 쉬운 장소는 구조물의 연결부와 관과 구조물의 연결부분 등이며 구조물의 연결부는 지진시에 블록 거동의 차(差)에 의하여 변위가 크게 되고, 연결부는 벌어지며 부등침하가 되어 상하차이가 발생하기도 한다. 이에 대하여는 수평변위를 예측해서 여유가 있는 연결을 하고 충분한 지지에 의한 기초설계를 할 필요가 있다

또한 구조물과 관과의 연결부는 신축관, 2중관 등에 대하여 느슨한 구조로하여 응력의 집중을 피하는 구조로 하는 것의 바람직하다.

2) 화재대책

정수장에서의 가연성 물질로는 자가발전용 등의 연료유, 가연성의 약품, 난방 등에 사용하는 등유 및 가스, 변압기 절연류, 케이블 피복재, 건축재료 등이 있다. 이것들의 저장 또는 건축재 등은 소방법, 건축법 및 위험물 관리법 등에 따라야 하며 법의 규제가 없는 사항은 각종 조례에 의하여 시행한다.

3) 호우시의 배수

정수장은 호우시라 하여도 정상의 기능을 발휘하여야 하며 정수장이 침수될 경우에는 정수처리가 불가능하게 될 뿐아니라 복구에는 장시간이 소요되고 경제적 손실도 크게 된다 따라서 배수가 불량한 장소에서는 정수장내의 지반고를 주위보다 한단계 높게 한다든지 우수용 유수지의 설치 및 배수펌프를 설치하는 등의 배수대책을 강구한다

호우시에는 지하수위가 상승하므로 정수지 등 지하에 설치한 지(池)가 빈 상태이면 부력이 중력을 상회할 경우도 있으므로 지의 부력 방지책 및 지하수위의 상승을 방지하는 배수대책이 필요하다. 또한 법면(法面)이 호우시에 상실되

지 않도록 안정구배의 확보, 배면(背面)의 물빠짐 등에 유의하여야 한다

4) 강풍시의 대책

정수시설이 강풍에 의하여 직접피해를 받는 것은 극히 적으나 침전지, 여과지 등에 먼지 및 쓰레기가 날아오므로 상부건물이 시설되면 해결되나 침전지등은 특별한 대책이 없다. 이 이외에 강풍시의 피해로서는 문짝의 파손, 통신탑·전신주·나무 등이 쓰러지므로 바람이 강한 장소에서는 이에 대한 보강 등의 대책이 필요하다

5) 염해 대책

해안에 가까운 지역에서는 바다 바람의 염분에 의하여 염해를 일으킬 수 있다 특히 전기시설의 단락사고를 발생시킬 경우도 있으므로 밀폐형의 설비를 하는 등의 대책을 강구할 필요가 있으며 이 이외에 철제품은 부식이 빠르므로 방식도장을 하든가 스테인레스, 알루미늄, FRP 등의 재료를 사용하는 것도 필요하다

6) 설해 대책

폭설지대에 비교하여 눈이 적은 지역에서는 설해 대책이 허술하게 되기 쉽다 설해에는 송전선의 절단 등에 의한 정전, 약품류의 반입 지연, 설하중(雪荷重)에 의한 건물의 파손, 전주등이 쓰러지기도 한다.

그 대책으로서는 수전설비는 송전계통이 서로 다른 2계통으로하여 위험을 분산하든지 또는 자가발전시설 등의 방안이 있다. 그 외에는 약품반입의 지연에 대비하여 저류조의 용량을 크게 할 수 있으며 설하중에 대하여는 기준에 따라 설계하는 등 설해대책에 유의하여야 한다

2. 시스템으로서의 안전 대책

정수장은 수 많은 기기의 집합체이므로 그 일부의 고장에도 전체가 정지되는 경우가 있다

이로 인하여 어느 정도의 고장은 불가피하다고 하여도 안전성을 보증하는 것이라야 한다 또한 기기의 조작도 항상 정확하게 시행한다고 할 수 없으므로 다음과 같은 사항을 고려하여 설계하여야 한다.

(1) 정수장을 복수의 독립된 계열로하여 일부의 영향이 전체에 파급되지 않도록 한다.

(2) 수전계통이나 신호케이블 등에 대하여는 2중화한다

(3) 펌프설비, 약품주입설비 등에 대하여는 예비 시설을 설치한다.

(4) 약품이 누수되는 인근에서 케이블이 손상되는 등의 2차 재해를 방지한다.

(5) 전기 기기등은 조작을 잘못할 경우에 안전장치가 가동 되도록 한다.

상기와 같은 시스템의 안전 대책은 절대적인 것보다는 여러가지 조건에 따라 계획되어야 한다.

3. 기기의 고장·사고 대책

정수장에서는 사용되는 기기의 종류가 많으며 특히 제어용 기기는 복잡하고 정밀한 것이다. 일반적으로 고장이나 사고가 많은 기기는 약품관계의 기기, 수질계기, 전자제어기기, 수몰(水沒), 기기의 마모 등이다 이러한 고장이나 사고를 방지하려면 기기 자체의 신뢰성이 높은 것을 선정하는 것은 물론이고 설비가 간단하고 유지관리가 용이한 것이 바람직하다

설치 환경도 중요하므로 습도가 높은 장소, 온도가 높은 장소, 분진이 많은 장소, 통풍이 나쁜 장소, 진동이 많은 장소 등의 설치 환경을 고려하여 기기를 선정한다.

4. 수질사고의 대책

원수에 기인한 수질사고의 대책으로서는 그 원수를 정수장에서 취수 하지 않는 것이 중요하며 이를 위한 시설로는 차단용 게이트 또는 밸브를 착수정 이전에 설치한다. 유류에 대하여는 수표에 oil fence 등을 설치하며 정수장내에 유입될 경우를 고려하여 배수관을 설치하는 것도 필요하다.

수질사고는 조기에 발견되면 대책이 용이하므로 이를 위하여 수질감시 장치를 설치한다든지 동일 수계의 정수장이나 하천관리자와 연락통신망을 정비하는 것이 요망된다

제2절 착수정

2.1 총 칙

착수정은 도수시설에서 도수되는 원수의 수위동요를 안정시키고, 원수량을 조절하여 다음에 연결되는 약품주입, 침전, 여과 등 일련의 정수작업이 정확하고 쉽게 처리될 수 있도록 하기 위하여 설치되는 것이다. 또한 착수정은 원수수질이 일시 이상상태를 나타낼 때 분말활성탄의 주입, 고탁도시에 알카리제 및 응집보조제의 주입, 여러 곳의 수원으로부터 취수할 때 원수의 혼합, 약품혼화지로 원수의 균등한 분배, 역세척수의 반송수 수수(收受) 등의 목적과 기능도 가지고 있다. 따라서 상기의 목적과 기능을 안정적으로 달성하기 위하여 적절한 정류설비와 표면적 및 체류시간을 필요로 하며 원수량을 조절, 파악하기 위하여는 계량설비를 구비하여야 한다. 그러나 착수정을 설치하지 않고도 이상의 목적과 기능을 충분히 수행할 수 있는 정수장에서는 이들 설비의 일부 또는 전부를 생략할 수 있다.

2.2 구조 및 형상

착수정의 구조 및 형상은 다음 각 항을 지침으로 할 수 있다.

1. 착수정은 2조 이상으로 분할하는 것이 원칙이나 분할하지 않는 경우에는 필히 바이패스(by-pass)관을 설치하여야 한다.
2. 형상은 일반적으로 직사각형 또는 원형으로 하고 유입구에는 제수밸브 등을 설치하여야 한다.
3. 착수정의 수위가 고수위 이상으로 올라가지 않도록 월류관이나 월류위어를 설치하여야 한다.
4. 착수정의 고수위와 주변벽체 상단간에는 60㎝ 이상의 여유를 두어야 한다
5. 먼지와 조류 등을 제거할 필요가 있는 장소에는 스크린을 설치하여야 한다.
6. 배수설비를 설치하여야 한다.

【해 설】

1 착수정 및 부대설비의 수리와 청소등을 위하여 착수정은 2조 이상으로 분할함이 원칙이나 규모가 작거나 하여 분할하지 않는 경우에는 필히 바이패스(by-pass)관을 설치하여야 한다. 또한 여러 곳의 수원으로부터 원수가 유입하거나 역세척배수의 반송수를 수수(收受)하는 경우에는 이들의 균등한 혼합이 이루어 질 수 있도록 관을 배치하고 월류위어를 설치하도록 배려하여야 한다.

2. 착수정의 형상이 직사각형일 때 정류, 월류, 유량측정, 유출의 순서로 2~3실로 함이 바람직하다. 또 원형일 때는 착수정 중심부의 아래측에서 원수가 유입하고 월류, 정류, 도류, 유량계실, 유출의 순서로 2~3실로 함이 적합하다. 유입구에는 사고등에 대비하여 제수밸브나 제수문 등을 설치하여야 한다.

3. 착수정은 용량이 적으므로 수위와 수량의 급변에 대처하기 위하여 반드시 월류관 및 월류위어를 설치하여야 한다. 월류위어의 길이는 유량에 따라 설정하되 전폭위어는 0.5m이상, 사각위어는 0 15m 이상 하는 것이 바람직하며 그 위치는 고수위에 설치하여야 한다.

월류관의 유량은 유입량의 1/5 이상으로 하며, 설치위치는 유입수 유입시 파고형상에 의한 월류로 인하여 원수의 손실이 염려되는 경우를 고려하여 고수위보다 2~5cm 높게 설치할 수도 있다 착수정에 역세척배수의 반송수가 수수되는 경우에는 반송수에 의한 수위의 상승을 고려하여야 한다

4. 착수정은 상기한 바와 같이 용량이 적고 도수되는 원수의 수위변동과 동요도 정수장의 타 시설보다 일반적으로 크고 급격하므로 여유를 침전지나 여과지보다 크게 60cm 이상으로 하고 수위가 고수위 이상으로 상승할 때는 월류설비에서 빨리 배출할 수 있어야 한다.

5. 먼지나 부유물이 유입하는 경우는 후속되

는 공정에 영향을 미칠 수 있으므로 스크린 등의 제거설비를 갖추어야 한다.

6. 수선과 청소 등에 대비하여 배수설비를 설치하여야 한다

2.3 용량 및 설비

1. 착수정의 용량은 체류시간을 1.5분 이상으로 하고 수심은 3~5m 정도로 함이 바람직하다.

2. 원수의 수량을 정확하게 측정하기 위하여 유량측정장치를 설치하여야 한다. 유량측정장치는 위어와 유량계로 하고 유량계를 설치할 때는 유량계실을 설치하여야 한다.

3. 필요에 따라 분말활성탄을 주입할 수 있는 장치를 설치하는 것이 바람직하다.

4. 착수정에는 원수수질을 파악할 수 있도록 채수설비와 수질측정장치를 설치하는 것이 바람직하다.

【해 설】

1. 착수정은 그 목적을 달성할 수 있는 범위내에서 경제성을 고려하여 너무 크게할 필요가 없고 체류시간을 1.5분 이상으로 하고 수위변동이나 기타 유지관리상으로 보아 수심을 3~5m 정도로 하는 것이 바람직하다. 그러나 소규모 정수장에서 체류시간을 15분 정도로 하면 표면적이 너무 작아져서 유지관리가 곤란하므로 표면적이 $10m^2$ 이상 되도록 체류시간을 연장하는 것이 바람직하다

2. 약품주입, 침전, 여과 등의 정수작업을 적정하게 시행하기 위하여는 원수의 유입량을 정확하게 파악하는 것이 필요하다. 더하여 여러곳의 수원으로부터 원수를 수수(收受)하는 경우에는 계통별로 원수량을 측정하는 것이 필요하다. 또한 역세척배수의 반송수를 수수하는 경우에도 별도의 계량이 필요하다.

위어에 의하여 착수정에서의 유출수량을 측정할 때는 수위의 동요를 완전 소멸시키고 양수의 정확도를 증대시키기 위하여 유공정류벽 등을 설치한다. 이때 정류벽이 유입구에 너무 접근되어 있으면 정류효과가 감소되므로 1m 이상 떨어지게 설치하여야 한다. 또 위어가 정류장치와 너무 가까우면 수위에 영향을 주고 유량측정이 부정확하게 되므로 적어도 2m 이상 떨어지게 설치하여야 한다.

위어의 월류수심을 쉽게 파악할 수 있도록 착수정의 벽면에 위어의 끝단을 영점으로 하고 상향의 수심을 측정할 수 있는 눈금자를 설치하여야 한다. 위어 하류측의 수위는 수중위어로 되지 않도록 낮게하여 배수가 원만하여 완전월류를 유지하여야 한다.

유량계로 원수를 측정할 때는 착수정에 유출수조와 유량계실을 설치하고 유출실의 수심이 너무 얕으면 공기흡입 등으로 유량측정에 악영향을 주므로 수심이 유출관 중심에서 관경의 2배 이상이 되도록 하여야 한다.

유량계를 설치할 때는 사고나 수선 등에 대비하여 유량계 앞에 제수밸브나 물반지를 설치하고 정확한 유량측정을 하기 위한 유량계의 시방서에 따라 유량계 전·후에 일정한 직선거리를 유지하여야 한다. 또 유량계 다음에는 유량제어가 가능한 버터플라이밸브를 설치하는 것이 일반적이다 유량계실에는 수선 기타에 대비하여 출입구나 기기 반·출입구를 설치하는 것이 바람직하다.

3. 돌발적이거나 일시적으로 발생하는 원수의 수질이상에 대처하기 위하여 착수정과 약품혼화지 사이에 분말활성탄 주입지를 설치하는 것이 바람직하나 기존의 정수장에서는 응급적으로 착수정에서 분말활성탄을 주입할 필요가 있다. 그러므로 분말활성탄 주입설비를 설치하고 이로부터 슬러리화 된 분말활성탄을 착수정에 주입할 수 있는 장치를 설치함이 바람직하다.

4. 착수정은 원수수질을 쉽게 파악할 수 있는 장소이므로 채수펌프, 수질측정장치 등의 설치가 필요하다.

제3절 응집용 약품주입 설비

3.1 총 칙

급속여과방식의 정수방법에서는 전처리로서 약품에 의한 응집이 불가결하다. 원수중에 부유하는 미세입자는 그대로는 쉽게 침전하지 않으며 급속여과에서는 이들 대부분이 여과층에 억류되지 않고 통과하여 버리므로 미리 응집제를 사용하여 응집시켜서 고액분리가 가능한 상태로 변화시켜야 한다

완속여과에서는 원수의 탁도가 30도 이상이 되면 보통 침전 후의 탁도가 높아서 여과층 폐색기간이 빨라지므로 응집침전으로 탁도를 낮추어야 한다. 따라서 이와 같은 경우에는 완속여과시설에서도 응집용약품의 주입설비가 필요하다.

응집용약품은 응집제, 알카리제, 응집보조제로 크게 구분된다.

응집제는 원수중의 현탁물을 플록형태로 응집시켜 침전하기 쉽고 여과지에서 포착되기 쉽게 하며 알카리제는 원수의 알카리도가 부족한 때에 사용하며, 응집보조제는 플록형성과 침전 및 여과효율을 향상시키기 위하여 응집제와 함께 사용한다. 사용하는 약품은 처리효과를 향상시키는 외에도 주입후의 수질이 외관이나 독성 등의 면에서도 위생적으로 지장이 없어야 하며 취급하기 쉬운 조건 등을 구비하여야 한다.

약품주입량은 설비용량 결정에 필요하며 원수의 수질에 따라 변하므로 충분한 조사가 필요하다.

응집용약품의 저장설비는 사용량을 고려한 적절한 용량으로 하고 주입설비는 최소주입량으로부터 최대량까지 정밀하게 계량조절하여 주입할 수 있는 용량과 대수가 필요하다.

주입방식은 약품의 성상과 처리수량 등에 따라 습식과 건식, 정량주입과 유량비례주입 등 사용조건에 적합한 방식을 선정하여야 한다.

약품은 대개 강한 산성이나 알카리성을 띄고 있으므로 설비를 내식성으로 하여 대응할 수 있는 구조와 재질로 하여야 한다.

3.2 응집제

1. 응집제의 종류는 원수의 양과 질, 탁도, 여과방식 및 배출수처리방식 등과 관련하여 적절하여야 하고 위생적으로 지장이 없어야 한다.

2. 주입량은 다음 각호에 정하는 바에 따라야 한다.

(1) 주입율은 원수의 수질에 적합하도록 실험에 의하거나 다른 곳의 예(例)를 참고로 하여 정하여야 한다. 또한 주입율은 원수수질의 변화에 따라 적시에 적절하게 조정하는 것이 바람직하다

(2) 응집제를 용해시키거나 희석하여 사용할 때의 농도는 주입량이 너무 크거나 작지 않고 취급상 용이하도록 정하여야 한다. 희석배율은 가능한한 적은 것이 바람직하다.

(3) 주입량은 처리수량과 주입율에 의하여 산출하여야 한다.

3. 주입지점은 혼화방법에 따라 다를 수 있으나 관내 설치 혼화기, 낙차지점, 또는 희전익의 근접지역이나 유입관의 중심부 등 주입과 동시에 신속한 교반이 이루어 질 수 있는 지점이어야 한다.

【해 설】

1. 정수용 수처리제는 환경부 고시로 지정된 제품 또는 국립환경연구원의 자가기준을 득하여 시, 도지사가 허가하도록 되어 있으며 응집제는 황산알루미늄, 폴리염화알루미늄 (poly aluminum chloride, PAC) 등의 알루미늄염이 주로 사용된다. 그외에 황산제1철, 황산제2철, 염화제2철 등의 철염과 외국에서는 여러가지의 유기고분자응집제(polymer)를 사용하기도 한다. 다만 유기고분자응집제는 식품에 첨가할 정도의 안전성이 공인된 것 이외에는 정수처리과정

에서 사용하는 것은 바람직하지 않다.

유기고분자 응집제 중에서 폴리아크릴산계 아크릴아미드와 아크릴산염의 공중합체 등의 폴리아크릴아미드계는 건강상의 위해성이 논란이 되고 있으므로 정수처리과정에서 사용하는 것이 바람직하지 않다. 알루미늄도 건강상의 위해도에 대한 고려로 처리수중의 잔류알루미늄 농도 허용치가 0.2mg/L로 규제되고 있으므로 응집제 투입량의 최적화가 필요하다

알루미늄염의 응집작용은 알루미늄염을 물에 가하면 쉽게 가수분해하여 정전하된 수산화알루미늄이 발생한다. (중합체에서 $Al(OH)_3$ 로 된다고 함) 수중의 탁질 콜로이드는 그 표면이 부전하 되어 있으므로 콜로이드가 상호 반발하여 침전이 잘 되지 않으나 수산화 알루미늄의 정전하로 중화되면 미립자가 상호 집합하여 커지면서 물속에 있는 유기물, 세균, 무기물, 생물 등까지 끌어들여 플록으로 성장한다. 황산알루미늄은 황산반토라고도 하며 고형과 액체가 있으며 최근에는 취급이 용이하므로 대부분의 경우 액체가 쓰인다.

황산반토는 대부분의 탁질에 대하여 유효하다. 고탁도시나 저수온시 등에는 응집보조제를 병용함으로써 처리효과가 상승된다 액체황산알루미늄은 겨울철에 산화알루미늄의 농도가 높으면 결정이 석출하여(그림 5.6 참조) 송액관을 막히게 하는 예가 있으므로 사용농도에 주의하여야 한다

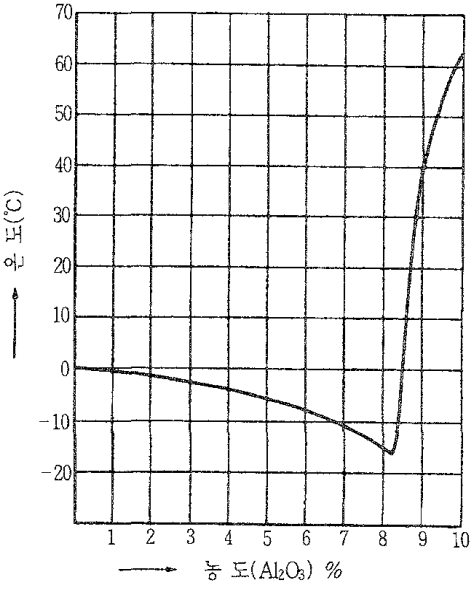
폴리염화알루미늄은 액체로서 그 액체가 가수분해로 중합되어 있으므로 일반적으로 황산알루미늄보다 응집성이 우수하고 적정주입의 pH 범위가 넓으며 알칼리도의 저하가 적은 점 등의 특징이 있다. 그러므로 최근에는 처리가 쉬워서 소규모시설과 한랭지 상수도에서도 상시 사용하는 곳이 많아졌다. 다만 폴리염화알루미늄의 산화알루미늄 농도가 10~18%이고 -20°C 이하에서는 결정이 석출하므로 보온장치를 하는 것이 필요하다.

처리가 잘 되고 경제적인 면으로 보면 평상시에는 황산알루미늄(alum)을 사용하고 고탁도시나 저수온시에는 폴리염화알루미늄(PAC)을 사용하는 방법도 좋다

폴리염화알루미늄은 수개월 이상 저장하면 변질될 가능성이 있으므로 주의하여야 한다 또 폴리염화알루미늄을 황산알루미늄과 혼합 사용하면 침전물이 발생하여 송액관을 막히게 하므로 혼합 사용하지 말아야 한다 알루민산나트륨은 알루미늄분을 많이 함유하고 또 알칼리제로서의 기능도 있으나 황산알루미늄과 병용해야 하고 수질에 따라서는 효과적일 때가 있으나 사용하는 예가 적다. 이들 알루미늄염의 품질규격은 표 5.5에 표시된 바와 같다

2. 저장과 주입설비의 용량은 약품주입량에 따라 결정되며 설계상 필요한 수치는 최대, 최소 및 평균 주입량이다.

(1) 응집제의 주입율은 약품의 종류, 원수의 수온, 탁도, pH, 알카리도 등에 따라 달라진다. 또 철, 망간, 이취미의 처리를 위하여 전염소처리나 분말활성탄처리를 할 때나 응집침전시설의 효율, 침전지와 급속여과지에서의 탁질부하배분, 직접여과법에 의한 처리등 많은 요소에 따라 달라지나 설비용량을 결정하는데 기초가



<그림 5.6> 액체황산알루미늄의 결정석출곡선

<표 5.5> 응집제의 규격

응집제의 종류	수 도 용 황 산 알 루 미 늄						수 도 용 폴리염화 알루미늄
규 격	KS M 1411						KS M 1510
종 류	고 형 1 종		고 형 2 종		액 체 3 종		
	1급	2급	1급	2급	1급	2급	
겉 모 양	-	-	-	-	흑색 또는엷은황색을 띤 투명한액체		
비중(20℃)							1.19이상
불용분(%)	0 1이하	0 2이하	0 4이하	0 8이하	0 05이하	0 2이하	-
pH	3 이상	3이상	3이상	3이상	3이상	2.9이상	3.5~5.0
산화제이철 (%)	0 01이하	0.05이하	0 9이하	0 9이하	0 03이하	0.3이하	0.01이하
산화알루미늄(%)	17이상	17이상	16이상	16이상	7이상	7이상	10~18 0
암모니아성질소(%)	0 03이하	0.03이하	0 03이하	0 3이하	0 01이하	0.01이하	0 01이하
비 소 (%)	0 01이하	0 01이하	0.01이하	0.01이하	0.005이하	0.005이하	0.005이하
SO_4이온(%)	-	-	-	-	-	-	3 5이하
Mn (%)	-	-	-	-	-	-	0 0025이하
Cd (%)	-	-	-	-	-	-	0 0002이하
Pb (%)	-	-	-	-	-	-	0 001이하
Hg (%)	-	-	-	-	-	-	0 00002이하
Cr (%)	-	-	-	-	-	-	0.001이하
중금속(%)	0.02이하	0 02이하	0 02이하	0 02이하	0 01이하	0 01이하	-
염기도(%)	-	-	-				45~60

되는 주입율을 다음과 같은 방법으로 정한다.

원수에 대해서 홍수에 의한 고탁도시, 저탁도시, 저수온시 및 그 하천환경으로부터 예상되는 최고온도 등에 해당하는 인공현탁액을 그 하천바닥의 고운 흙이나 점토를 써서 만들고 이들 현탁액에 대한 자 테스트(jar-test)를 실시하여 응집제의 선정, 알칼리제와 응집보조제의 필요여부, 사용 약품종류에 따른 최고, 최저 및 평균주입율 등을 정한다. 자 테스트 후, 상징수의 알카리도는 30 mg/L 이상이 되는 것이 바람직하다.

응집제 투입량의 결정은 동일 수계의 타 정수장의 경우 등도 참고로 한다

원수의 수질은 하루중에도 변화가 많을 수 있으므로 응집제의 주입율은 원수수질이 변함에 따라 적시에 적절히 조절할 수 있도록 대비함이 바람직하다 외국에서는 제타포텐셜측정기(zeta potential meter)나 SCD(stream current detector) 등의 측정기기를 활용하여 응집제 주입량을 자동보정하려는 추세도 있다.

(2) 고형 황산알루미늄은 중량비로 5~10%용액으로 하여 사용하는 것이 편리하다. 주입량이 적을 때는 농도를 적게 하고 주입량이 클 때는 20~30%까지 할 수 있다. 액체 황산알루미늄은 원액을 그대로 사용할 때가 많으나 결정 석출의 염려가 있을 때는 산화알루미늄으로서 6~8% 정도의 일정 농도로 희석하여 사용한다. 다만 황산알루미늄 용액이 너무 희석되면 응집효능을 잃게되므로 주의 하는 것이 좋다.

폴리염화알루미늄은 물에 용해시키면 가수분해를 촉진하므로 원액을 그대로 사용하는 것이 바람직하다

(3) 주입량은 처리수량에 응집제주입율을 곱하여 산정한다. 고형 황산알루미늄을 용해하여 사용할 때는 농도에 따라 주입량이 달라지고, 액체 황산알루미늄의 원액을 희석하여 사용할 때는 주입율 산정시 희석배수도 계산에 고려하여야 한다. 액체주입율은 고형 황산알루미늄 환산주입율(mg/L), 용적주입율(mL/m^3), 액체중량주입율(mg/L) 등으로 표시방법이 여러 가지이나 모두 ppm으로 호칭되므로 주의하여야 한다.

주입량 산출식을 예시하면

고형 황산알루미늄의 용적주입율

$$V_v = Q \times R_S \times \frac{100}{C} \times 10^{-3}$$

여기서

V_v : 고형 황산알루미늄을 용해하여 C(%)의 농도를 가진 황산알루미늄용액의 용적주입율(L/시간)

Q : 처리수량(m^3/시간)

R_s : 고형황산알루미늄 주입율(mg/L)

C : 고형황산알루미늄을 용해하였을 때의 용액농도(%)

고형 황산알루미늄의 중량 주입율은

$$M = Q \times R_S \times 10^{-3}$$

여기서

M : 고형 황산알루미늄의 중량주입율(kg/시간)

액체 황산알루미늄의 용적주입율(주입율을 고형 황산알루미늄으로부터 산정하였을 때)

$$V_v = Q \times R_S \times \frac{C_1}{C_2} \times \frac{1}{d} \times 10^{-3}$$

여기서,

V_v : 액체황산알루미늄의 용적주입율(L/시간)

C_1 : 고형황산알루미늄의 Al_2O_3(%)

C_2 : 액체황산알루미늄의 Al_2O_3(%)

d : 액체황산알루미늄의 밀도(kg/L)

액체 황산알루미늄의 용적주입율 (주입율을 액체 황산알루미늄의 주입용량으로부터 산정하였을 때)

$$V = Q \times R_L$$

여기서,

V:액체황산알루미늄의 용적주입율(L/시간)

R_L : 액체 황산알루미늄 주입율(mg/L)

액체 황산알루미늄의 용적주입율 (주입율을 액체 황산알루미늄의 주입질량으로부터 산정하였을 때)

$$V = Q \times R_m \times \frac{1}{d} \times 10^{-3}$$

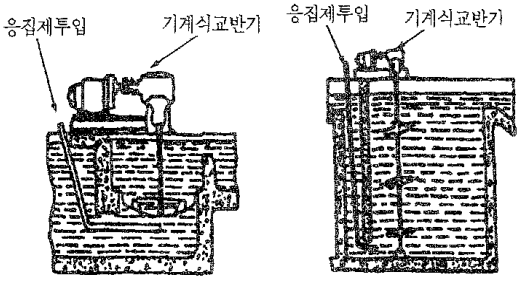
여기서,

V : 액체황산알루미늄의 용적주입율(L/시간)

R_m : 액체 황산알루미늄 주입율(mg/L)

d : 액체 황산알루미늄의 밀도(kg/L)

3. 응집제가 주입된 후 수중에서 가수분해하여 콜로이드 입자와 반응하는 데 걸리는 시간은 원수내 상황에 따라 수십분의 일초에서 수초내에 종료되는 것으로 알려지고 있다. 따라서 효과적인 응집이 이루어 지기 위하여는 급속교반을 할 수 있는 혼화장치 외에도 주입 즉시 강한 교반을 받을 수 있도록 응집제의 주입지점을 정하는 것도 매우 중요하다. 주입지점은 주입방식에 따라 기계적 교반을 하는 경우에는 그림 57과 같이 교반장치 회전익의 최근접지점이거나 원수유입관 끝부분의 중심부 등이어야 하며 수리적 에너지를 이용하는 경우에는 낙차지점이나 도수 직전과 같이 신속하고도 충분한 혼화에 필요한 난류가 발생하는 장소이어야 한다. 또한 관내 혼화를 하는 경우에는 관내에 설치된 혼화기의 직전이어야 한다



<그림 5.7> 응집제 주입지점의 예

3.3 pH 조절제

1. pH 조절제의 종류는 원수의 수질에 따라서 응집효과를 높이는데 적절하고, 또 위생적으로 지장이 없는 것이라야 한다.

2. 주입량은 다음 각호의 정하는 바에 따라야 한다.

(1) 주입율은 원수의 알칼리도, pH 및 응집제의 주입율 등을 참고로 하여 정한다.

(2) pH 조절제를 용해 또는 희석하여 사용할 때의 농도는 주입량이 적절하고 취급상으로도 쉽게 되도록 하여야 한다.

(3) 주입량은 처리수량과 주입율에 의하여 산출하여야 한다.

3. 주입장소는 응집제 주입장소의 상류측이라야 하며 혼화가 잘 되는 장소여야 한다. pH 조절제의 주입을 위하여 체류시간 1분정도의 별도의 혼화지를 설치할 수도 있다.

【해 설】

1. pH 조절제로는 원수의 pH를 높이기 위하여 소석회, 소오다회 및 액체가성소오다 등을 쓸 수 있으며, 부영양화 등의 이유로 높아진 원수의 pH를 낮추기 위하여 황산 등의 산성약품을 쓸 수도 있다. 다만 정수를 목적으로 사용되는 약품은 환경부가 고시하는 제품 또는 국립환경연구원의 자가기준을 득하여 시·도지사가 허가한 것이어야 한다.

응집작용의 원리에서 알루미늄염은 수중의 알칼리성분과 반응하여 표 56에 표시된 비율에 따라 소비되므로 원래 알칼리도가 낮은 원수나 다량의 응집제가 사용되는 고탁도시에 부족되는 알칼리분을 보충하여 알칼리도와 pH를 조정하고 충분한 응집효과를 내도록 하여야 한다.

알칼리제로서는 소석회, 소오다회 및 액체가성소오다 등이 사용된다 이 중 소석회는 경제적이나 분말이므로 취급하기가 곤란하고 완속여과지에 사용하면 여과사가 서로 부착하는 일이 있다.

<표 5.6> 응집제 1mg/L 주입에 따른 알칼리도의 감소

종 류	알칼리도의 감소 (mg/L)
황산알루미늄(固形) [Al_2O_3 15%]	0 45
황산알루미늄(액체) [Al_2O_3 8%]	0 24
폴리염화알루미늄 [Al_2O_3 염기도 50%]	0 15

소오다회는 입상일 때 취급하기 쉽다 액체가성소오다는 극약이므로 취급에 주의하여야 하며 주입하기는 쉽다. 알칼리제에 대한 품질규격은 공업용에 대하여는 KS규격이 있으나 상수도용에 대한 규격이 없으므로 일본수도협회에서 정한 규격을 소개하면 다음 표 5.7과 같다.

상수원이 부영양화 되어 있는 경우에는 조류의 번성시 pH가 높아지는 경우에는 응집에 필요한 적정 pH로 조절하기 위하여 황산을 사용할 필요가 있다.

2. 주입량에 관해서는 본장 3.2 응집제 해설을 참조할 것

(1) 알칼리제주입율을 결정할 때에는 원수의 알칼리도, 응집제주입율과 자 테스트시의 상징수 알칼리도(물의 부식성과의 관련상 30mg/L 이상 잔류함이 바람직하다)등으로부터 알칼리제의 필요여부, 필요할 때는 최고, 최저, 평균주입율도 정하여야 한다. 알칼리제의 주입율은 표 58에 표시한 바와 같이 알칼리제의 종류에 따라 달라지므로 다음 식에 의하여 산출한다.

$$W = [(A_2 + K \times R) - A_1] \times F$$

여기서

W 알칼리제 주입율(mg/L)

A_1 · 원수중의 알칼리도(mg/L)

A_2 · 처리후 남아 있어야 할 알칼리도 (mg/L)

K : 표 56에서 제시한 사용 응집제 수치

R · 응집제주입율(mg/L)

F 표 5.8에서 제시한 사용 알칼리제 수치

<표 5.7> 일본수도협회의 수도용 알칼리제 규격

알칼리제의 종류	소 석 회	소 오 다 회	액체가성소오다
외 관	백색	-	-
산화칼슘(CaO)(%)	72이상	-	-
As(ppm)	4이하	2이하	2이하
Pb(ppm)	20이하 (全重金屬)	20이하	10이하
분 말 도 분(%)	5이하	-	-
총알칼리(Na_2CO_3) (%)	-	99이상	-
가열감량(加熱減量) (%)	-	5이하	-
Cr(ppm)	-	5이하	5이하
Cd(ppm)	-	2이하	2이하
Hg(ppm)	-	0 2이하	0 2이하
수산화나트륨(NaOH) (%)	-	-	45이상
염화나트륨(NaCl) (%)	-	-	1 5이하

<표 5.8> 알칼리도를 1mg/L 상승시키는데 필요한 알칼리제

종 류	알칼리제 (mg/L)
소 석 회 (CaO 72%)	0 77
소 오 다 회 (Na_2CO_3 99%)	1 06
액체가성소오다 (NaOH 45%)	1.78
액체가성소오다 (NaOH 20%)	4 00

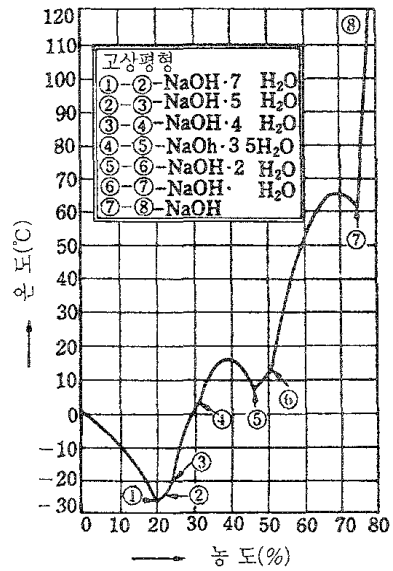
전염소처리를 할 때는 염소 1mg/L에 대하여 알카리도는 이론상 1 41mg/L를 소비하나 전염소주입율이 높을 때는 보정이 필요하다.

(2) 소석회와 소오다회는 대개 건식주입을 하나 습식주입을 할 때는 소석회를 석회유로 하여 10~20%, 소오다회는 5~10% 정도의 용액으로 하면 사용하기가 편리하다.

액체가성소오다에서 45% 원액은 액온 5~10 ℃ 이하에서 그림 5.8에서 보는 바와 같이 결정이 석출하므로 저장조 등에서 가온하거나 또는 가성소오다 20~25%로 희석하여 저장 사용하면 된다

(3) 주입율 산출은 본장 3.2 응집제 참조

3. pH 조절제는 응집제를 가장 양호한 조건하에서 사용할 수 있도록 알칼리도와 pH치를 조정하기 위한 것이므로 일반적으로 응집제 투입지점보다 상류측에서 주입한다. 그러나 응집제주입 후 알칼리제를 주입하는 것이 효과적일 때도 있으므로 자 테스트에 의하여 비교 결정하여야 한다.



<그림 5.8> 액체가성소오다의 결정산출곡선

3.4 응집보조제

1. 응집보조제는 원수의 수질에 따라 플록 형성과 침전 및 여과의 효과를 높이는데 적당하고 위생적으로 지장이 없는 것이라야 한다.

2. 주입량은 다음 각호의 정하는 바에 따라야 한다.

(1) 주입율은 원수의 수질에 따라 실험에 의하거나 다른 곳의 예 등을 참고로 하여야 한다.

(2) 응집보조제를 용해 또는 희석하여 사용할 때의 농도는 주입량이나 취급상 적절하여야 한다.

(3) 주입량은 처리수량과 주입율에 의하여 산출하여야 한다.

3. 주입장소는 실험으로 정하고 혼화가 잘 되는 곳이라야 한다.

【해 설】

1. 강우로 인하여 원수의 탁도가 높아졌을 때나 겨울철에 저수온일 때 또는 처리수량을 증가시키고자 할 때는 응집제만을 사용하거나 알칼리제와 병용하는 일반적인 방법으로서는 플록형성이 잘 되지 않고 침전수의 탁도가 상승하여 여과수탁도가 높아질 때가 있다. 이와같은 경우에 크고 무거운 플록을 형성시켜서 침전분리가 잘 되도록 하고 플록을 단단하게 하여 급속여과지에서 제거되기 쉽도록 할 필요가 있다. 또 철, 망간, 생물제거와 분말활성탄주입시 등에 침전과 여과효율을 더욱 높여야 할 때가 있으므로 이와 같은 목적을 달성하기 위하여 응집보조제를 사용한다.

이와 같은 여러 경우에 있어 응집제로서 황산알루미늄을 사용할 때는 일반적으로 응집보조제가 필요하고 폴리염화알루미늄를 사용할 때는 필요로 하지 않는 경우가 많다.

응집보조제로서의 활성 규산과 수도용 알긴산소오다가 사용되고 있으며 외국에서는 그밖에 여러가지의 합성 유기고분자 응집제가 활용되기도 한다. 합성 유기고분자 응집제는 다양한 기본물질에서 개발되고 있으나 다만 식품에 첨가할 정도의 안전성이 공인된 것 이어야 하며 건강상 위해성이 논란이 되고 있는 물질을 정수처리과정에서 사용하여서는 안된다.

활성규산은 규산나트륨을 산으로 어느정도 중화시켜서 숙성하여 규산을 중합시켜 고분자 콜로이드로 만든 것으로 그 작용은 규산콜로이드와 응집제에서 생성된 수산화알루미늄과의 하전중화라고 말하고 있다 보조제로서의 기능은 우수하나 여과지의 손실수두 상승이 빠르고 활성화 조작에 난점이 있다. 규산을 활성화시키는 데는 황산과 염소 및 탄산가스가 사용된다.

알긴산소오다는 미역과 같은 해초로 만들어지는 천연고분자제로서 그 작용은 가교흡착과 이온교환작용이라고 말하고 있다. 분말을 그대로 용해하여 사용하므로 편리하나 순도가 높으면 점성이 커서 용해시키는데 시간이 걸린다.

2. 주입량에 관하여는 본장 3.2【해설】을 참조할 것.

(1) 응집제의 주입율을 결정할 때는 쟈 테스트의 결과 등으로 응집보조제의 필요 여부를 판단하고 필요한 경우에는 최고, 최저 및 평균 주입율 등 응집보조제의 주입율범위를 동시에 정하여야 한다. 통상 활성규산은 SiO_2 로서 1~5mg/L, 알긴산소오다는 0.2~2mg/L의 범위로 주입된다.

(2) 활성규산은 활성화가 과대하면 응고하여 주입장치를 막히게 하므로 SiO_2 기준으로 0.5% 정도 희석한 용액으로 사용하여야 한다. 알긴산소오다는 1%이하로 희석 사용하여야 한다.

(3) 주입량 산출은 본장 3.2【해설】을 참조할 것.

3. 주입장소를 응집제주입의 전, 후 동시의 어느 장소로 하는가를 자 테스트로 효과를 비교하여 결정한다.

3.5 검수 및 저장설비

1 응집약품을 수수, 저장함에 있어 적절한 검수용 계량장비를 설치하여야 한다.

2. 약품의 저장설비는 구조상으로 안전하고 약품의 종류와 성상에 따라 적절한 재질이어야 한다.

3. 저장설비의 용량은 계획정수량에 각 약품의 평균주입율을 곱하여 산정하고 다음 각호를 표준으로 하여야 한다.

(1) 응집제는 30일분 이상으로 하여야 한다.

(2) 알칼리제는 연속주입일 때 30일분 이상, 단속주입일 때는 10일분 이상으로 하여야 한다.

(3) 응집보조제는 10일분 이상으로 하여야 한다.

【해 설】

1 응집약품을 수수함에 있어 약품의 형태와 저장규모에 적합한 계량장치를 설치하여 공급자와 수납인이 납입량을 확인할 수 있도록 함이 필요하다. 또한 외관검사, 밀도검사 등의 간단한 품질확인을 하고 공급자로부터 품질분석표를 받도록 하는 것이 바람직하다.

2. 응집용약품의 저장조는 콘크리트제, 강제, 플라스틱(FRP) 등으로 구조상 안전하여야 하고 관리와 주위환경을 고려하여 적당한 장소에 설치하여야 한다. 설치장소로서는 옥내외를 막론하고 누출액을 발견하기 쉽고 검사와 관리가 용이한 구조와 배치가 되어야 한다. 또한 만약의 경우에 응집제가 누출되는 경우에 대비하여 주변에 방액제, 폐액저류조 등을 설치하여 두는 것이 바람직하다. 황산알루미늄을 액상으로 저장하는 설비는 에폭시수지라이닝, 경질 또는 연질의 염화비닐판을 붙이는 등 내산재료를 사용하거나 스테인레스클래드강(stainless clad steel) 등의 내산재료를 사용하여야 한다.

라이닝을 할 때는 내식성재료를 선정하는 것도 중요하나 시공이 더욱 중요하다 라이닝이 실패하는 것은 대개 용접부분이 불완전하거나 핀홀(pin hole)의 발생 또는 접착부분이 박리되는 것 등 이므로 시공하기 쉬운 재료를 선정하고 시공관리를 충분히 하여야 한다

최근 많이 사용되기 시작한 폴리염화알루미늄은 수도용 황산알루미늄 보다 pH값은 중성에 가까우나 부식성이 커서 스테인레스강도 침식하므로 주의하여야 한다 폴리염화알루미늄의 저장조는 합성수지, 고무 등으로 라이닝 하거나 FRP제의 저장조를 사용하는 경우가 많다.

액체 황산알루미늄은 운반이나 저장을 위해서 농도가 높을수록 유리하나 농도가 너무 높으면 결정이 석출하거나 점성이 높아져서 계량과 주입에 지장이 있다

실험에는 그림 5.6에서 보는 바와 같이 가장 안정된 산화알루미늄농도인 6~8%를 사용한다. 기온이 많이 떨어지는 지대에서는 석출 온도 이하로 온도가 하강할 때가 있으므로 저장설비와 계량 및 주입설비에도 보온장치를 할 필요가 있다.

고형 황산알루미늄은 운반이 용이하도록 저장장소를 용해조 근처에 설치하는 등 작업동선을 고려하여야 한다. 또 운반량이 많을 때는 엘리베이터, 벨트콘베이어, 포오크 리프트 등의 운반용구가 필요하다.

약품을 바닥에 직접 놓지 않는 것도 필요하다. 알칼리제중 가성소오다와 같이 pH치가 높은 것은 유기물을 용해하는 성질이 있어 위험하므로 내알칼리성 재료를 사용하여야 한다. 뿐만 아니라 가성소다는 독극물이므로 저장소 이외로 비산 또는 유출되는 것에 대비하여 대책을 강구하여 두어야 하며 취급작업시 인체에 접촉하지 않도록 하며 방호설비 및 세안기 등을 설치하여야 한다.

가성소오다는 공기중의 탄산가스를 흡수하여 그 효과가 감소하므로 밀폐식 구조로 하여야 한다. 또 가성소오다는 45% 용액을 구입하여 운전하는 것이 일반적이나 액온이 5~10℃ 이하가 되면 결정이 석출하므로 보온설비를 하거나 용액의 농도를 20~25%로 희석하여 저장한

다. 가성소오다를 직접 공장에서 구입할 때 액온이 70℃에 가까운 고온이고 희석할 때 격렬한 발열반응이 있으므로 조의 구조와 라이닝이 큰 폭의 온도변화에 견딜 수 있도록 하여야 한다.

소석회는 습기가 많으면 탄산칼슘으로

$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$

변하여 소석회의 유효함유량이 감소한다. 소오다회는 습기가 들어가면 결정수를 갖는 탄산나트륨으로 변하여 분말이 서로 밀착하여 고결되어서 물에 녹지 않게 되고 사용할 수 없게 되므로 저장실은 완전한 방습구조로 하여야 한다.

3. 약품저장량이 너무 과대하면 설치비가 많이 들고 너무 과소하면 정수처리에 지장을 주므로 필요한 최소한의 용량을 유지하여야 한다.

3.6 주입설비

응집용 약품의 주입설비는 다음 각항에 적합하도록 하여야 한다.

1. 주입장치 용량은 최소주입량에서 최대주입량까지 안정하게 주입할 수 있고 또한 여유가 있어야 한다.

2. 주입방식은 사용약품의 종류와 성상에 따라 적정한 주입을 할 수 있는 방식을 선택하여야 한다.

【해 설】

1. 주입설비는 주입량의 정밀도와 내식성 및 내마모성을 고려하여 제어방식과 경제성 등의 조건들을 비교검토하여 결정하여야 한다.

약품주입량은 처리수량에 주입율을 곱하여 산출하나 주입율은 원수의 수질에 따라 차이가 있으므로 어느 기간동안의 실험이나 과거의 실적을 참고로 하여 결정하여야 한다 최대주입량과 최소주입량의 비는 약품의 종류에 따라 차이가 있으나 수배에서 수 10배까지 광범위하며 처리수량의 변화에 따라서도 크게 변하므로 주입기를 복수 조합으로 사용할 수 있도록 배치하고 언제나 최대주입량에서 최소주입량까지의 변동범위에 적응할 수 있도록 계획하여야 한다. 또 주입기의 고장이 많으므로 1대가 고장났을 때 타 주입기가 자체 최대주입량의 75%까지 추가보충이 가능한 용량으로 설계하여야 하며 예비기를 설치하여 두는 것이 바람직하다.

2. 약품의 주입방식은 응집제의 종류. 원수특성, 처리수량의 변화, 후속처리공정, 비용 등을 종합적으로 고려하여 정하도록 한다. 약품주입장치에는 습식과 건식이 있어 사용하는 약품의 종류에 따라 적당한 방법을 선택하여야 한다.

일반적으로 분말은 유동성이 매우 불량하여 건식으로 안정주입을 기대하기는 쉬운 일이 아니다. 습식에서는 오리피스를 이용한 자연유하방식의 정량주입설비나 원심력 펌프 또는 플런저 펌프(plunger pump) 등에 의한 펌프방식이나 이젝터(ejector)방식 등이 있다.

펌프방식중 용량제어식 펌프는 제어는 가능하나 주입량이 설정치와 일치하는가를 확인하기가 어려우므로 원심력 펌프와 조절밸브·전자유량계의 조합이 더 양호한 방법으로 보인다.

건식에서는 중량계량으로 주입하는 방식과 용량계량으로 주입하는 방식이 있으나 이 중 어느 것을 택하는 가는 약품의 성상과 설비규모 및 기능상의 장단점 등을 고려하여 결정하여야 한다. 일반적으로 쓰이는 각 약품의 주입방식은 표 5.9와 같다.

약액주입펌프에는 고무나 염화비닐의 라이닝을 한 내식성 펌프를 사용하고 배관재료도 염화비닐관, 고무라이닝강관, 염화비닐라이닝강관 등의 내식성이 큰 것을 사용하여야 한다.

제4절 응집지

4.1 총 칙

원수중의 탁질중 입경이 0.01mm 이상인 것은 보통침전으로 제거가능하나 입경이 1μ 이하가 되면 일반적으로 콜로이드입자라고 총칭되고 그대로의 상태로서는 거의 침전하지 않을

뿐더러 급속여과기구에서도 포착되지 않는다.

그러므로 급속여과방식에서는 이와같은 탁질을 효과적으로 제거하기 위하여 전처리로서 응집조작에 의하여 콜로이드상의 탁질을 플록화하여 약품침전이나 급속여과기구에서 포착할수 있도록 탁질의 성상을 변화시키는 것이 반드시 필요하다 그러므로 양호한 플록을 효과적으로 형성시키는 응집지를 설치하여야 한다.

응집조작의 기능을 검토하여 보면 응집제를 첨가한 후 될 수록 빨리 교반하여 탁질을 미소한 플록으로 생성시키는 단계와 생성된 미소플록을 크게 성장시켜 후속단계인 침전과 여과처리를 쉽게 하기 위한 느리게 교반하는 단계로 구분할 수 있으며 이 두가지 기능을 분리하여 전단계를 혼화, 후단계를 플록형성이라 한다 즉 응집지는 이와같은 기능에 대응하여 혼화지와 플록형성지로 구성된다.

응집제를 첨가하고 혼화와 플록형성의 과정을 경유하여 후속되는 침전과 여과처리를 하는 정수과정중에서 응집은 가장 중요한 조작이며 급속여과방식의 정수처리 효과를 좌우하는 요소이다 그러므로 플록형성 상황은 항상 적절하고 확실하게 감시할 필요가 있으며 야간감시를 위하여 조명설비를 설치하는 등 조치가 취해져야 한다 조명설비는 수면 30~45cm 아래에 수중조명을 설치하는 것이 바람직하다

급속여과방식중 침전과 여과의 제거조작중 어느것에 중점을 두는 가에 따라 두가지의 정수 개념이 성립 될 수 있다

그 중 한가지는 플록형성까지도 포함한 침전을 중요시하는 종래의 개념이고 또 한가지는 탁질부하가 비교적 경미할 때 여과층의 억류기능을 고도로 이용하고 침전처리의 부하를 경감하거나 생략하여 탁질부하를 대폭 여과지에 부담시키는 개념이다. 이와같은 개념에 입각하여 볼 때는 플록을 크게 성장시켜서 침전시켜야 할 필요가 없으므로 응집조작은 혼화가 주 기능이 된다 즉 이것이 직접여과법이라 칭하는

<표 5.9> 약품의 주입방식

약품의 종류		주입 방식	비 고
응집제	액체Alum	습 식	알루미나(Al_2O_3) 농도 6~8% 사용
	PAC	습 식	알루미나농도 10~11% 사용
	고형Alum	습 식	고형 Alum은 수용액으로 주입한다 용해방법은 배치식으로 일정농도의 용액으로 하는 방식과 용해농도에 따른 비중차를 이용한 연속용해장치에 의한 방법이 있다 전자의 방식은 큰 수개의 용해조에 교반장치가 장치된 것이 필요하고 후자는 큰 용해조가 필요하지 않으나 연속적으로 일정농도로 하기 위한 구조로 하여야 한다.
알칼리제	가성소오다	습 식	일반적으로 20~25%로 희석하여 사용한다
	소 석 회	건식 또는 습식	소석회는 건식주입기를 사용하거나 일정농도의 석회유로 하여 용량계량펌프로 주입한다.
	소오다회	건식 또는 습식	소오다회는 세립상의 것을 건식으로 주입할 때와 배치 식으로 일정 농도의 수용액으로 하여 주입하는 경우가 있다
응집 보조제	활성 규산	습 식	규산소오다용액(SiO_2 15%)을 활성화한 후 SiO_2 0.5% 정도의 용액으로 희석 사용한다
	알긴산소오다	습 식	

것으로 침전처리에의 의존도를 가능한 한 줄이고자 하는 것이므로 원수의 수질, 탁질부하의 성상, 미소플록의 성상, 응집제 주입 제어장치의 정비, 여과지의 여과층 구성과 세척방식 등의 여러 가지 문제에 대한 충분한 검토가 필요하다.

다만 정수장의 건설시 혼화지나 플록형성지에서 침전지를 거치지 않고 여과지로 직접 연결되는 연결관을 설치하여 두면 저탁도 원수가 유입되어 침전효율이 없을 때는 정수장 관리인의 판단으로 직접여과를 할 수 있으므로 정수장 운영의 효율을 높일 수 있어 바람직 하다.

4.2 혼화지

응집을 위한 혼화지는 다음 각항에 적합하여야 한다.

1. 혼화지에는 응집제를 주입한 후 즉시 급속교반을 할 수 있는 혼화장치를 설치하여야 한다.

2 혼화장치는 혼화효과와 유지관리의 방침 등에 입각하여 적절한 방법으로 작동할 수 있도록 하여야 한다.

3. 응집제의 혼화시간은 신속하고 균일한 혼화가 되면 계획정수량에 대하여 1분 내외가 바람직하나 수질 및 현장조건에 따라 pH 조절제의 혼화와 연관하여 조정할 수 있다.

4. 혼화지는 수류 전체가 동시에 회전하거나 단락류를 발생하는 일이 없도록 구조에 유의하여야 한다.

【해 설】

1. 가장 효과적인 응집이 되게 하기 위하여는 응집제 첨가후 응집제가 신속하고 균일하게 원수중에 확산되어야 한다. 응집제가 수중에서 가수분해하여 현탁콜로이드 입자와 중합반응을 일으키는 속도가 대단히 빠르므로 가능한 최대한의 급속교반으로 수중에 균일하게 확산시켜 탁질콜로이드와 반응시키는 것이 필요하다

2 혼화방식에는 외부로부터 기계적 에너지를 작용시키는 방식과 수류 자체의 에너지에 의하여 수중에서 난류와 와류를 발생시킴으로써 혼화를 행하는 방식의 두 가지가 있다.

(1) 수류자체의 에너지에 의한 방식

수로중에 수평 우류(迂流)식이나 상하 우류식의 조류판을 설치하여 수류방향을 급변시켜 크게 난류를 일으키는 방식 또는 관로중에서 난류를 일으키는 방식이 있다.

어느 경우에나 유속이 1.5m/초 정도 필요하다. 이 외에 파아샬 프룸(partial flume)이나 도수현상을 이용하는 방식, 노즐에서의 분사류에 의하여 난류를 일으키는 방식 등이 있다.

수류자체에 의한 혼화방식은 기계적 작동부분이 없으므로 고장이 없고 유지관리가 용이하나 설비에 탄력성이 없고 미리 정해진 유량범위내에서만 적용된다.

혼화를 위하여 필요한 손실수두는 혼화지의 구조에 따라 다르나 약 45~60㎝이다.

(2) 외부로부터 기계적 에너지를 작용시키는 방식

현재 가장 많이 사용되는 형식이 플래시 믹서(flash mixer)이다. 연직축의 주위에 붙은 수개의 회전익이 주변속도 1.5m/초 이상으로 회전하여 혼화한다. 회전속도를 변화시켜서 교반강도를 조절할 수 있으므로 유량변화에 대한 적응성이 있으나 기계고장이 많다. 일반적으로 기계교반 방식은 수두손실이 거의 없는 것이 특징이다

이 밖에도 원수의 일부를 펌프로 가압하여 나머지 원수와 충돌시켜 혼화하는 방식도 있으며 이는 펌프확산방식으로 수중에 기계작동부분이 없어 유지관리상 문제가 적으나 일반적으로 플래시 믹서 방식에 비하여 소요동력이 크다 또한 양수펌프의 임펠라(impeller)를 이용한 교반이나 공기교반방식 등도 있다.

기계교반에 필요한 에너지를 이론적으로 분석하기는 어려우므로 현재까지의 실적을 토대로 추정하여 계획할 수밖에 없다.

3. 혼화시간은 원수의 수질에 따라 달라지며 입경이 작은 유기질콜로이드를 대량 포함하고 있을 때는 부전하량이 커서 충분한 혼화시간이 필요하나 주로 점토질콜로이드와 같이 큰 콜로이드를 함유하는 원수는 단시간 혼화하면 된다. 약품의 전체 혼화시간은 투입하는 응집제 및 응집보조제의 종류를 고려하여 정하되 양호한 혼화가 이루어 진다면 1분이내라도 충분할 수 있는 것으로 생각되고 있다

4. 기계교반방식의 혼화지는 수조중의 물이 교반익의 운동에 따라 동시에 함께 회전하지 않도록 하기 위하여 원형조보다도 사각형의 조가 유리하고 또 측벽에 직각으로 조류판을 설치하면 회전운동을 줄이고 수조중의 속도경사를 크게할 수 있다. 또 혼화지의 유입수와 유출수는 단락류가 발생하지 않는 구조로 하고 효과적으로 혼화할 수 있도록 배려가 필요하다.

4.3 플록형성지

플록형성지는 다음 각항에 따라야 한다

1. 플록형성지는 혼화지와 침전지 사이에 위치하고 침전지에 접속하여 설치하여야 한다.

2. 플록형성지는 직사각형이 표준이며 플로큐레이터(flocculator)를 설치하거나 또는 저류판을 설치한 유수로로 하는 등 유지관리면을 고려하여 효과적인 방법을 선택하여야 한다.

3. 플록형성시간은 계획정수량에 대하여 20~40분간을 표준으로 한다.

4 플록형성은 응집한 미소플록을 크게 성장시키기 위하여 적당한 교반이 필요하다.

(1) 플록형성지내의 교반은 하류로 갈수록 그 강도를 점차 감소시키는 것이 바람직하다.

(2) 교반설비는 수질변화에 따라 교반강도를 조절할 수 있는 구조로 함이 바람직하다.

(3) 플로큐레이터의 주변 속도는 15~80 cm/초로 하고 유수로형에서는 평균유속을 15~30cm/초를 표준으로 한다.

5 플록형성지는 단락류나 정체부분이 생기지 않도록 하고 충분한 교반이 가능한 구조로 하여야 한다.

6. 플록형성지에서 발생한 슬러지나 스컴의 제거가 가능한 구조로 함이 바람직하다.

【해 설】

1. 성장한 플록이 침전지에 도달하는 사이에 유동되거나 외부로부터 영향을 받으면 파괴될 염려가 있으므로 플록형성지는 혼화지와 침전지 사이에 일체구조로 설치하는 것이 바람직하다

2. 플록형성지의 형상은 유수로, 기계설치 등을 감안하여 직사각형으로 하는 것이 바람직하다.

3. 플록형성지의 체류시간은 보통 20~40분간이 적당하며 너무 짧으면 교반에너지를 충분히 투입하였다 하더라도 플록형성의 효과가 크게 저하한다. 반대로 체류시간이 너무 길면 형성된 플럭이 침강되거나 파괴되는 경우가 생긴다.

4. 혼화에 의하여 원수중의 탁질이 미소플록으로 응집된 후 침전과 여과가 원활히 이루어지기 위하여는 응집된 플록이 크고 무거워지며 견고한 플록이 되어야 한다 플록형성과정은 응집한 미소플록을 크게 만드는 조작이다.

플록은 서로 충돌하면서 응집하고 성장하는 것으로 그 기초이론식은 캠프(camp)와 스타인(stein)의 식이 있다

$$N = \frac{1}{6} n' n'' \sqrt{\frac{\psi_m}{\mu}} (d' + d'')^3$$

여기서,

N · 단위시간중에 단위체적안에서의 플록의 충돌회수 ($1/m^2 \cdot$ 초)

n' 단위체적중의 직경 d'의 플록 입자수

$(1/m^3)$

n″ : 단위체적중의 직경 d″의 플록 입자수 $(1/m^3)$

$\sqrt{\frac{\psi_m}{\mu}}$: G값, 속도경사를 나타내는 항

G값은 지내의 단위수량에 주는 일 양 ψ_m에 비례하고 점성(μ)에 반비례한다. 위 식으로부터 플록의 충돌결합의 크기 즉 플록 형성의 정도는

① 플록입자의 농도의 제곱에 비례한다

② 플록크기 즉 입자경의 세제곱에 비례한다

③ G값에 비례한다.

즉, 큰 플록을 형성시키기 위하여는 플록농도가 클수록 효과적이고 적당한 교반이 필요하며 입자경의 삼승에 비례하여 급속성장함을 알 수 있으므로 플록 형성지의 단계에서는 효과적인 교반과 적당한 교반시간에 의하여 플록을 성장 촉진시키는 것이 필요하다. 한편 G값이 과대하면 플록의 성장이 증대하기 보다는 전단력 증가로 플록이 파괴되므로 G값을 크게 하는데도 한계가 있다 캠프는 많은 실례를 검토한 결과 G=10~75/초가 플록형성에 알맞는 교반조건이라고 하였고, 그 후에 수리적 조건뿐 아니라 체류시간도 관계된다고 하여 GT(G값에 플록형성지의 체류시간 T를 곱한것)값을 제안하였으며 GT=23,000~210,000이 알맞는 교반조건이라고 하였다. 또한 최근에는 G, T 외에도 원수중의 현탁물 농도 C를 고려하여 GCT 값을 사용하기도 한다. 이 개념은 수중에 현탁물의 농도가 높을수록 교반시 충돌기회가 증가하여 짧은 시간의 교반으로도 플록을 성장시킬 수 있다는 것으로 합리적이기는 하나 적정 GCT값의 범위가 보다 보편적으로 인정받아야 하는 점을 남기고 있다. 현재로는 적정 GCT값을 1,000,000 정도로 사용하는 경우가 있다.

(1) 교반에 의하여 플록이 어느 크기까지 성장하면 수류에 위한 전단작용에 저항하지 못하여 파괴되므로 플록의 성장에 한계가 있고 교반정도도 한계를 상정할 수 있다. 그러므로 될수록 큰 플록을 만들기 위하여는 플록의 입경이 작은 초기에는 교반강도를 강하게 하고 플록이 점차 크게 성장함에 따라 3~4단으로 나누어 교반강도를 줄여가는 방식을 채택하는 경우가 많다.

(2), (3) 교반방법을 대별하면 다음과 같으며 유지관리를 고려하여 효과적인 방법을 선택하여야 한다.

가) 수류자체의 에너지에 의한 교반

이 방법은 유수 자체의 수두를 교반에 이용하는 것으로 그림 5.9와 같은 우류(迂流)식이 대표적인 형식이다

우류 방식에 의한 교반에너지는 다음식으로 표시된다

$$\psi_m = \frac{wQh_f}{al} = \frac{wvh_f}{l}$$

여기서,

ψ_m : 단위부피당 교반에너지(kg중 · m/초 · m^3, 1kg중 · m/초 · m^3=9.8W/m^3)

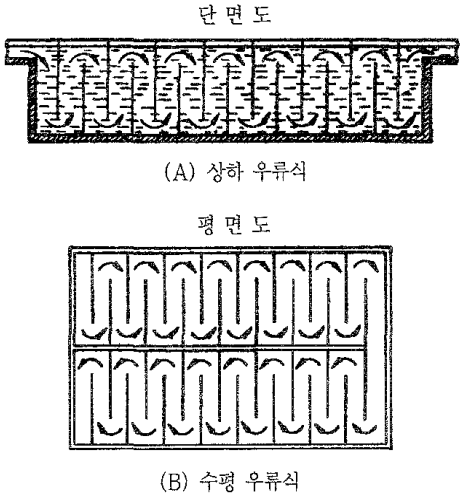
w 물의 단위중량(1000kg중/m^3)

Q · 단위시간당 유입량(m^3/초)

h_f : 플록형성지에서의 총수두손실(m)

a : 우류수로의 단면적(m^2)

l : 우류수로의 총연장(m)



<그림 5.9> 우류(迂流)식 플록 형성지

v : 지내속도(m/초)

위 식에서 h_f 는 유속 v의 제곱에 비례하므로 교반에너지 ϕ_m는 유속의 삼제곱에 비례함을 알 수 있다 그래서 유량이 감소하면 교반이 심하게 부족하게 되며, 유량이 증대하면 경우에 따라서는 플록이 파괴된다 이와같은 일들을 방지하기 위하여 저류벽의 수나 치수를 변화시켜 대처할 수 있으나 일반적으로 우류방식에서는 수량이나 수질의 변동이 심할 때에 대응하는 융통성이 없다.

우류방식에는 상향우류식과 수평우류식 또는 이들 양자를 복합한 형태가 있다

우류방식에서는 교반을 위하여 많은 수두손실을 필요로 하나 기계를 사용하지 않으므로 유지관리면으로 대단히 용이하다 저류벽에 의한 손실수두는 다음에 의하여 계산한다

상하우류식의 하부굴곡손실수두(h_b)

$$h_b = f_b \frac{v^2}{2g}$$

여기서

f_b : 굴곡손실수두계수 2~4 5, 평균 3.5

상하우류식의 암거의 마찰손실수두(h_c)

$$h_c = \frac{lv^2}{RC^2}, \quad C^2 = \frac{1}{n^2} R^{1/3}$$

여기서

l 환산수로 길이(m)

C : Chezy계수

n : 조도계수

R : 경심(m)

상하우류식의 월류손실수두(h_0)

속도수두가 전부 소실되는 것으로 보고

$$h_o = \frac{v^2}{2g}$$

실제 계산에서는 저류벽 간격이 협소 할 때는 잠류나 월류시에도 h_b로 계산하고 여기에 h_C를 가산하는 것이 좋으며 간격이 넓을 때는 $h_0+h_c+h_b$가 실제치에 근사하게 된다

수평우류식에서는 상하우류식과 전적으로 동일하게 생각하여 180도 굴곡에 의한 손실수두 h_b에 개거로서의 마찰손실수두를 가산하면 된다 그러나 h_c의 계산에서 상하우류식에서는 경심 R을 암거로 계산하나 수평우류식에서는 R을 개거로서 계산한다.

나) 기계에너지에 의한 교반

기계적 교반방식에는 여러가지가 있으나 모두 교반익에 의하여 수류를 교반하고 플록의 성장을 촉진하는 형식으로 대표적인 것으로 패들(paddle)식 교반장치가 있다 이 때의 교반효율은 교반익과 주위의 물과의 상대속도가 최대일 때가 가장 유효하며 이 때에 주위의 물이 함께 회전하지 않도록 주벽에 고정익을 설치하거나 패들 익판의 물을 헤치는 면적이 수로단면적의 10% 정도로 적게 하여야 한다

패들의 주변속도는 성장한 플록이 파괴되거나 침전하지 않도록 15~80cm/초 정도로 함이 좋다

소요마력은 실제 설계에는 실험이나 실적 등을 참고로 하여 결정하는 것이 좋다. 플로큐레이터는 손실수두가 적고 처리수량이나 수질변화에 따라 교반강도를 변화시킬 수 있는 설계가 가능한 점 등, 유리한 점이 있으나 기계작동부분이 수중에 있으므로 유지비가 많이 들고 회전축근방의 교반강도가 약하여 균일한 교반이 잘 되지 않고 단락류가 발생하기 쉬운 점 등 불리한 점 도 있다.

플로큐레이터의 G값은 다음과 같이 계산할 수 있다

① 교반날개의 회전속도와 저항계수로 부터

$$G = \sqrt{\frac{\rho C \sum_i (a_i v_i^3)}{2\mu V}}$$

여기서

ρ : 물의 밀도(4℃에서 1000kg/m^3)

C 교반익의 저항계수
(형상에 따라 1 5~1 8)

a_i 운동방향에 직각인 교반익 i의 면적(m^2)

v_i 교반익 i의 평균속도(m/초) (교반익 선속도의 0 7~0 8)

μ : 물의 점성계수(10^{-3}kg/m · 초, 20°C)

V . 혼화지의 용량(m^3)

② 구동장치의 축동력을 기준으로 하면

$$G = \sqrt{\frac{P\eta}{\mu V}}$$

여기서

P · 구동장치의 축동력(kg · m^2/$초^3$)

η : 감속기의 효율

5. 어떤 방법으로 플록을 형성시키거나 가장 중요한 점은 유입수가 동일한 교반을 받을 수 있도록 지의 수리적 구성을 하여야 한다.

플록형성이 잘 되지 않는 가장 일반적인 원인은 단락류나 정체부분이 생김으로써 유효체류시간이 크게 저하하는데 있으므로 이를 방지하기 위하여는 플록형성지에 저류벽이나 정류벽 등을 적절하게 설치하여야 한다.

6. 플록형성지에는 상류로부터 흘러 들어오거나 지내에서 발생한 스컴이 저류벽이나 정류벽에 걸려서 지내에 축적되는 일이 많고 또 크게 성장한 플록이 슬러지가 되어 지저에 대량 억류되는 일이 있다. 이들을 그대로 방치하면 플록형성지의 기능을 저해하므로 정기적으로 이를 제거하기 위하여 지저에 배니구를 설치하고 수면 근처에는 스컴제거설비를 갖추도록 하여야 한다.

제 5절 약품침전지

5.1 총칙

약품침전지는 약품주입, 혼화 및 플록형성의 단계를 거쳐 크고 무겁게 성장한 플록의 대부분을 침전 분리작용에 의하여 제거함으로써 후속되는 급속여과지에 걸리는 부담을 경감하기 위하여 설치한다 침전지에는 침전, 완충 및 슬러지배출의 3개 기능을 갖추는 것으로서 그들이 정수처리 전체의 흐름 속에서 검토되어야 한다

침전지를 생략하고 혼화지에서 직접 여과지를 통해서 정수되는 직접여과법도 있으나 이와 같은 처리를 하기 위하여는 원수의 탁도가 안정되고 혼화효과의 감시를 확실하게 할 수 있고, 그 결과를 즉시 약품주입에 반영시킬수 있는 설비를 설치하여야 하고, 탁질의 억류기능에 대하여 큰 여과층을 채용하는 등 제 여건을 충분히 검토한 후에 결정하여야 한다.

침전기능이란 주입된 탁질을 가장 효과적으로 침전시키는 일로서 침전지에서 침전효율을 나타내는 가장 기본적인 지표로서는 표면부하율(surface loading)이라는 개념을 사용한다 그림 5.10과 같이 표면부하율 v_o는 침전지에 유입하는 유량을 Q, 침전지의 표면적을 A라 하면

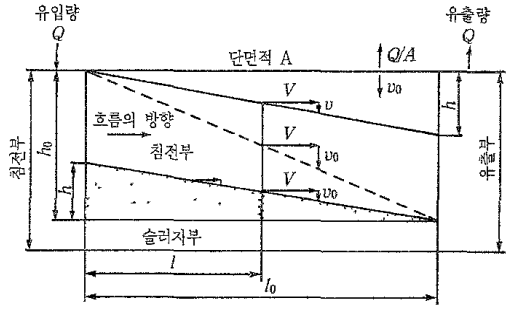
$$v_o = \frac{Q}{A}$$

로 나타내며 일반적으로 mm/분과 같이 속도의 단위를 지니게 된다.

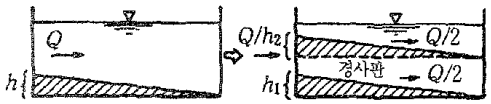
표면부하율은 이상적인 흐름의 침전지에서 최상단으로부터 유입하여 출구에서 침전지의 바닥에 침전하는 플록의 침강속도와 같은 값을 지닌다. 따라서 단락류나 밀도류가 없는 이상적인 침전지에 유입하는 플록 중에서 침강속도가 표면부하율보다 큰 플록은 100% 제거되며 침강속도 v 가 표면부하율 v_o 보다 적은 플록은 v/v_o의 부분제거율을 나타내게 된다.

따라서 표면부하율이 큰 침전지 보다는 작은 침전지가 보다 침강속도가 낮은 플록도 침전시킬 수 있다. 이와같은 이유로 표면부하율은 침전지의 제거효율을 나타내는 기본적인 요소가 된다. 표면부하율의 식으로 부터 알 수 있는 바와 같이 플록제거율을 높이려면

① 지의 침전면적 A를 크게 하고



<그림 5.10> 횡류식 침전지(이상형)



(1) h의 범위에 유입한 입자는 침전한다　　(2) h_1h_2의 범위에 유입한 입자는 침전한다

<그림 5.11> 경사판의 효과

② 플록의 침강속도 v를 크게 하며

③ 유량 Q를 적게 한다.

이상 세가지 방법을 생각할 수 있다.

침전지의 침강면적 A를 크게 하기 위하여는 그림 5.11에 표시된 바와 같이 지의 중간에 판을 설치하면 좋다. 이 판에 의하여 제거율은 2배가 되고 이같은 판을 2매 삽입하면 제거율은 3배가 되는 것을 쉽게 이해할 수 있다.

이와같은 생각에 의해서 만들어진 침전지가 다층침전지이다.

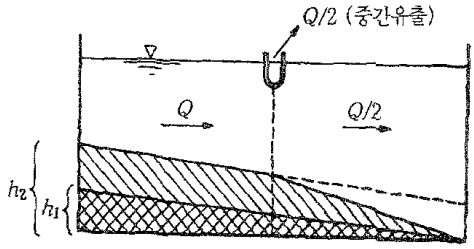
층수를 증가시키면 제거율이 그만큼 증가되므로 궁극적으로 경사판 형성의 침전지를 고안하게 된 것이다. 침전지에 삽입한 판은 원활하게 슬러지를 제거시키기 위하여 경사지게 한 것으로 생각하면 된다.

다층침전지는 용지의 점용면적의 비율보다도 큰 용적의 침전지를 만들 수가 있고 용량효율도 좋다. 그 반면, 구조와 관리가 복잡하므로 충분히 검토한 후에 계획할 필요가 있다.

플록의 침강속도 v를 크게 하고 침전효율을 보다 높이고자 하는 시도로서 여러 가지 방식이 개발되었으며 될 수록 크고 무거운 플록을 만들고자 응집제나 응집보조제의 연구, 응집조작의 원리 구명등 큰 노력이 경주되어 왔다.

이와 같은 기본적인 연구에 의하여 새로 생긴 활성이 있는 미세 플록을 기성의 플록과 적극적으로 접촉시켜 큰 플록으로 만들고 분리 청징을 효과적으로 시키는 방법이 일반화되었으며 이것이 고속응집침전지이다

최근에는 응집의 단계에서 미세한 모래입자를 첨가하여 플록의 핵으로 하고 무거운 플록



침전가능 범위가 h_1에서 h_2까지 확대된다

<그림 5.12> 중간유출의 효과

을 형성시켜 침전을 촉진시키는 장치도 나타나고 있다.

다음 유량 Q를 작게함으로써 침전효율을 높일수가 있다. 그림 5.12에 표시된 바와 같이 침전지의 중간에서 상징수를 유출시키면 효율이 상승된다 중간에서 유출시켜 침전효율을 개선한 양만큼 지의 수심을 얕게 하고 건설비를 절감하는 것도 가능하다.

그밖에도 외부적인 요인에 의하여 침전지내의 수류가 흔들리는 등 침전효율에 큰 영향을 주는 요소가 많으므로 종합적으로 검토하여 최고의 계획을 세워야 한다.

침전지로 유입된 원수의 수량과 수질은 년간을 통하여 큰 변동을 나타낸다 침전지는 이들에 의한 탁질량의 변동을 흡수하여 여과지의 부담을 될 수록 일정하게 유지할 수 있도록 하여야한다. 이와 같은 완충기능은 침전기능의 안정성 또는 여유라고 할 수 있으며 침전기능과 함께 생각해야 할 대단히 중요한 일이다.

침전의 고속화를 도모하고 체류시간을 단축시키는 것은 완충기능을 저하시키는 요인이 될 때가 많다. 이것을 보충하기 위해서는 안정된 처리능력을 확보할 수 있는 구조를 채택하고, 감시와 능률적인 뒷받침을 충실하게 할 필요가 있다.

침전기능을 언제나 충분히 확보하기 위하여 침전지에는 그 구조에 알맞는 슬러지 배출설비를 설치하여야 한다. 원활한 슬러지배출이 이루어지지 않을때는 침전지의 사용을 정지시켜야 할 때가 있으므로 슬러지배출의 기구는 고장이

적고 퇴적된 슬러지를 충분히 배출시킬수 있어야 한다. 또 다음에 이루어 질 슬러지처리의 관련도 고려하여 그 일환으로서의 역할을 고려하는 것이 바람직하다.

5.2 구성 및 구조

약품침전지의 구성과 구조는 다음 각항에 의하여야 한다.

1. 지수는 원칙적으로 2지 이상으로 한다.
2. 배치는 복수의 침전지에 균등하게 유출입시킬 수 있도록 수리적인 고려를 하여 결정하여야 한다.
3. 각 지마다 독립하여 사용 가능한 구조로 하여야 한다.
4. 지의 형상은 직사각형으로 하고 길이는 폭의 3~8배를 표준으로 한다.
5. 유효수심은 3~5.5 m로 하고 슬러지 퇴적심도로서 30cm 이상을 고려하되 슬러지 제거설비와 침전지의 구조상 필요한 경우에는 합리적으로 조정할 수 있다.
6 고수위에서 침전지 벽체 상단까지의 여유고는 30cm 정도로 하여야 한다
7 지저에는 슬러지 배제에 편리하도록 배출수구를 향하여 경사지게 하여야 한다.

【해 설】

1. 침전지의 물을 뺀 다음에 슬러지를 배출할 때 기계적 슬러지 배출설비를 설치하였더라도 완전하게 슬러지가 배출이 되지 않으므로 때에 따라서는 침전지의 물을 빼는 것이 필요하고 침전지설비의 고장 등도 있을 수 있으므로 지수가 1지일때는 침전지를 사용할수 없게 될 때가 있다. 그러므로 청소, 검사 및 수리 등의 경우를 고려하여 침전지의 지수를 2지 이상으로 하여야 한다.

그러나 단시간동안이면 침전지를 생략하고 혼화지에서 여과지로 직접 조작을 해도 무방한 원수조건인 경우에는 측관을 설치하고 예외로 1지로 할 수도 있다.

2. 배치계획에 있어서는 유출입의 균등화, 수리작업의 작업공간의 확보 등에 충분한 고려를 하여야 한다. 복수의 침전지에 균등하게 유출입시키는 것은 쉬운 일이 아니므로 도수거, 혼화지, 플록형성지, 침전지 및 침전수거 등의 일련의 시설의 배치를 결정하는데 있어서 수량배분이 될 수록 균일하게 되도록 수로구조, 정류설비 및 유출입 밸브의 설치 등 수리학적인 구조상의 고려를 하여야 한다.

3. 지의 청소, 수리 및 검사를 할 때 유출, 유입 및 슬러지 배출 등의 각 설비가 1지마다 독립하여 사용할 수 있도록 구성하고 가동중인 타 지에 영향을 주어서는 안된다.

4. 관내의 수류상태를 최대한으로 균등하게 하고 지의 용량을 될 수록 유효하게 활용하여 침전시간을 길게 하기 위하여 횡류식침전지의 평면형상은 직사각형으로 하고 수류는 일단에서 타단까지 직선적으로 흐르도록 하는 것이 좋다. 원형이나 정사각형 지의 중앙에서 유입시키는 방사류 침전지에서는 수류의 방향성이 결여되고 바람 등의 2차적 영향이 큰 것 등으로 수류상태가 극히 불안정한 것이 확인되고 있어서 될 수록 만들지 않는 것이 바람직 하다. 선형이나 기타도 같다

직사각형지에 있어서도 길이에 비하여 폭을 크게 하면 지내의 수류가 균등하지 못하여 정체부가 많아 지고 편류나 단락류를 발생하여 용량효율이 감소함으로써 침전효율이 감소된다 그러므로 수류의 안정화에는 지의 폭을 좁게하고 길이를 길게 함과 동시에 흐름을 직선적으로 하는 것이 중요하다. 길이에 비하여 폭을 너무 좁게 하면 건설비가 증대하므로 실험결과나 실적에 의하면 길이를 폭의 3~8배로 하는 것이 적당한 것으로 되어있다

중간정류벽을 설치할 때는 3~5배 정도로 하는 경우가 많다. 도류벽을 설치하여 전장을 수개 구간으로 구분 할 경우에는 그 구간마다 상

기 비율을 적용하는 것이 좋다 침전지의 폭은 설비면에서 또는 수리학적으로 15m 정도 까지의 것이 많다. 또 지내의 수류의 안정에 관하여는 본장 5.4를 참조할 것.

5 침전지에서 플록이 침강할 때 플록간의 침강속도의 차이에 의하여 충돌과 응집이 이루어져 더욱 큰 침강속도의 입자가 되어 침전된다. 이것을 응집성침전이라 하고 단일입자 침강을 기초로 한 표면부하율의 현상으로서는 설명할 수 없는 현상, 즉 침전지의 수심이 침강효율에 영향을 주고 수심이 깊은 것이 제탁효과도 좋은 결과가 나타난다 경험상으로 표면부하율과 침강특성을 고려할 때 지의 유효수심은 3~4m가 적합하다고 일반적으로 평가되고 있다 그러나 우리나라의 경우 대규모 정수장에서 침전지의 설치부지가 제한을 받을 경우 수심을 5 5 m까지 연장함도 현실적으로 큰 무리가 없다. 따라서 정수장의 상황과 슬러지 제거설비의 형상, 침전지의 구조에 따라 수심을 다소간 조정하는 것이 합리적일 수 있다.

수심을 너무 얕게 하면 바람이나 기온등의 영향을 크게 받으므로 바람직하지 않으나 2층 침전지의 하단이나 복개를 설치한 침전지에서 지장이 없는 것이 확실한 경우에는 어느 정도까지 수심을 감축시킬 수가 있다.

지의 수심으로서 유효수심 외에 슬러지의 퇴적을 위하여 30cm 이상을 두어야 한다. 슬러지 퇴적깊이의 추정에 있어서는 원수의 수질상황과 슬러지의 배출작업의 빈도 등에 대하여 고려하여야 한다 슬러지 퇴적량은 원수탁도, 응집제의 종류와 양, 수온, 퇴적슬러지의 압밀성상 등의 영향인자가 많아서 추정하는 것이 쉽지 않으므로 같은 수계의 유사한 정수처리를 하고 있는 장소의 실험을 참고로 하는 것이 바람직하다.

침강성이 양호한 경우에는 침전지의 유입측에 대량의 슬러지가 퇴적하므로 유입측의 퇴적심도를 크게 하고 저판을 하류측으로 향하여 상향경사로 하는 것이 양호한 효과를 가져온다고 한다

6 고수위에서 침전지 천단까지의 여유고는 침전지도 포함하여 그 전후에 있는 자유수면의 크기, 월류설비의 용량 등을 기초로 한 수면변동의 해석이나 바람에 의한 수면 상승등을 고려하여 결정하는 것이 바람직하다.

일반적으로는 상류측에서 여분의 수량이 유입되거나 또는 하류 여과지측 유출량이 급변하더라도 침전지의 자유수면의 면적이 크므로 단시간에 급속한 수위상승은 생각할 수 없으므로 30cm 정도를 표준으로 하여야 한다.

7 침전지의 퇴적된 슬러지를 어떠한 수단으로 배출하느냐에 의해서 결정하여야 한다.

약품침전지의 슬러지는 보통침전지에 비하면 유동성이 있다고 할 수 있으나 침전지 바닥의 경사만으로 전량을 배출할 수는 없다 인력에 의하여 배출할 경우에는 배출구를 향하여 1/200~1/300 정도의 경사를 두는 것이 바람직하다 슬러지 배출구는 배출시의 슬러지 유송거리가 될 수록 짧아지도록 유입방향에서 침전지 길이의 1/4~1/2 정도의 장소에 설치하는 것이 좋으나 배치상 그렇게 할 수 없을 경우에는 슬러지양이 많은 유입측에 설치한다.

슬러지 이동방향의 바닥 중앙에 배출구를 설치하여 양측에서 배출구를 향하여 1/200~1/300의 경사로 하고 또 이 배출구 바닥도 1/200~1/300 의 경사로 하여 배출구로 향하도록 하면 배출작업이 용이하다

정류벽등으로 침전지가 구분되어 있을 때는 배출구나 작업용 구멍을 관통하여 두면 편리하다.

슬러지를 기계적으로 모아서 배출할 때는 인력으로 배출하여야 할 슬러지양이 적으므로 경사를 1/500~1/1000 까지 감축시킬 수 있다.

5.3 용량 및 평균유속

약품침전지의 용량과 평균유속은 다음 각 항에 의하여야 한다

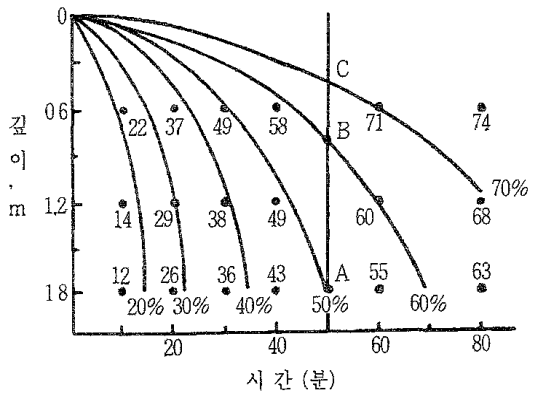
1. 용량은 용량효율 등을 고려하여 계획정수량의 3~5 시간 분을 표준으로 한다.
2. 약품침전지 내의 평균유속은 40cm/분 이하를 표준으로 한다.

【해 설】

1. 침전지에서 필요로 하는 체류시간은 원수의 수질, 응집의 성과, 침전지의 정류 정도 및 수온 등에 의하여 크게 차이가난다. 침전특성은 그림 5.13에서와 같이 일반적으로 침전시간을 길게 할수록 침전효과는 양호해지나 너무 용량을 증가시켜도 그 비율에 따라서 효과가 높아지는 것은 아니다.

이 밖에 지내의 수류의 흔들림이나 단락류 등에 의한 용량효율의 감소도 크다. 이와같이 실제에 있어서의 침전효율의 감소, 수질변동으로 인한 침전능력에 대한 여유를 보아 3~5시간 정도를 기준으로 하는 것이 일반적인 표준이다.

2. 지내 유속은 입자의 침강속도, 수류의 정류(整流) 정도 및 침강거리 등과 밀접한 관계가 있으며 또 지저에 침전된 슬러지를 재부상 시키지 않는 소류(掃流)한계유속으로부터도 한도가 있어서 경험상의 실적을 고려하여 평균유속으로 40cm/분 이하를 표준으로 정한다 침전지에 대한 적정 수리학적 부하량을 산출하기 위하여 지내 평균유속 외에도 표면부하율을 사용



<그림 5.13> 탁도제거율 분석

하기도 하나 현재 우리나라의 자료가 부족하여 적정값을 산정하기에 무리가 있다. 다만 일본의 상수도 시설 설계, 지침 및 해설에 따르면 횡류식 단층침전지의 표면부하율은 15~30 mm/분을, 다계층식 침전지의 표면부하율은 15~25 mm/분을 적정값으로 제시하고 있다

5.4 정류설비 및 유출설비

약품침전지의 정류설비 및 유출설비는 다음 각항에 의하여야 한다.

1 정류설비는 지내의 편류, 밀도류 등을 발생시키지 않고 또 용량효율을 높일 수 있어야 한다.

2. 유입구는 지 단면에 될 수록 균등하게 유입하도록 그 위치 및 구조를 정하여야 한다.

3 유입부에는 정류벽등을 설치하여 침전지 단면에 균등하게 유입하도록 하여야 한다. 정류벽의 위치는 유입구에서 1.5m 이상 떨어져서 설치하여야 한다

4. 지내에는 필요에 따라 도류벽이나 중간정류벽을 설치할 수 있다.

5. 정류벽의 공(孔)의 유수단면적에 대한 비율은 총면적의 6% 정도를 표준으로 한다

6. 유출설비는 지내의 유체의 흐름을 흐트러뜨리지 않는 구조로 하여야 한다.

【해 설】

실제의 횡류식침전지에서는 지내의 수류는 수류 자체의 흔들림이나 외부로부터의 영향으로 이상적인 상태와는 거리가 먼 수류상태를 나타낸다. 수리학적으로 말하면 수류자체의 흔들림은 레이놀즈(Re) 수에 의해 결정되나 개수로에서는 수온 0℃ 의 경우

$Re \leq 500$ -------- 층류역

$Re \geq 2000$ -------- 난류역

이것은 실제의 침전지에서는 $Re \fallingdotseq 10^4$ 정도의 난류역이 된다. 유동을 층류에 가깝게 하기 위하여 유속만을 작게 하면 외부로부터의 영향에

의하여 수류의 안정성이 나빠지는 경향이 있다.

이 수류의 안정성은 Froude(Fr) 수에 의해 결정된다 $Fr \geq 10^{-5}$ 정도로 하면 유체의 흐름은 대단히 개선된다고 하지만 실제의 침전에서는 $Fr=10^{-6}$ 정도가 된다. 지내의 유속을 크게 하면 후루드수가 커져서 수류의 안정성이 증대하나 한편 표면부하율이 크게 되어 침전효율이 저하되고 침전지 바닥에 침전된 슬러지가 다시 떠오르는 현상도 발생하므로 유속의 증가에는 한도가 있다.

수류의 안정조건만으로 생각한 이상적인 지의 형상은 $R_e=500$, $Fr=10^{-5}$으로 계산 할 수 있으나 Fisherstrom에 의하면 이와같은 지의 폭과 수심의 비는 1:700으로 극단한 단면형이 된다.

1. 수류의 흔들림은 수류 자체에 의한 것 외에 외부로부터의 영향도 크다. 그 주요한 것은 지내수와 유입수간에 생기는 수온차나 탁도차에 의한 밀도류, 바람이나 유입, 유출의 불균일에 의한 편류등이 있다 수온차 1℃ 에 의하여 생기는 단락류의 유속은 지내 평균유속의 10배에 달한다

이들 외부로부터의 영향에 의한 수류의 흔들림은 실질적으로 표면부하율을 증대시키고 용량효율을 감소시키므로 침전효율에 큰 영향을 준다. 밀도류나 편류에 의한 침전효율의 감소를 방지하기 위해서는

① 지내의 유입수를 될수록 균일하게 유입시키기 위하여 유입부에 정류벽을 설치한다.

② 지의 수면에 복개를 설치하여 외부의 영향을 차단하고 수류의 안정을 도모한다.

이상의 방법을 생각할 수 있으나 ②의 방법은 유지관리상의 지장이 많으므로 일반적인 것은 못된다.

2. 유입시의 빠른 유속 뿐만 아니라 수류의 방향이 변화하는데 따라서 일어나는 관성을 지내의 침전부까지 미치게 하는 것은. 침전에 극히 나쁜 영향을 주므로 유입전의 수류방향등에 대하여 배려하여야 하는 외에 될 수록 정류벽, 조류판 등을 설치하여 전 단면에 균등하게 유입되도록 하는 것이 중요하다.

유입구에는 유입량을 조절할 수 있는 밸브를 설치할 때가 있다 이 때에 밸브의 직경과 설치갯수는 유입수가 가능한 한 균등하게 유입되도록 하기 위하여 수문의 폭을 길게 하거나 밸브의 수를 늘리는 것이 바람직하다.

일반적으로 유입부에는 정류벽을 설치하고 또 1지에 대해서 3~5 개소 정도의 밸브나 수문으로 유입시키는 경우가 많다.

3. 정류벽은 물의 흐름에 있어서 에너지의 국부적 불균형을 시정하고 전체의 흐름이 될 수록 균일하게 하기 위하여 설치하는 것으로 정류벽의 개구면적은 너무 크면 정류효과가 줄어들고 너무 작으면 정류공 통과부의 유속이 과대하게 되어 지내 수류나 플록 파괴의 점에서 바람직하지 못하다.

지금까지의 실험에 의하면 정류벽공의 경은 10cm 전후, 공의 단면적은 수류의 통과단면적의 약 6% 정도가 좋다고 말하고 있다. 또 이 정류벽은 유입단에서 15m 이상 떨어진 위치에 설치하는 것이 바람직하다

정류벽공을 통과할 때에 생기는 분류의 영향은 하류 1~2m 까지 이르고 침전작용에 나쁜 결과를 주므로 정류벽 설치에 있어서는 전체적으로 침전효율이 개선되도록 배려하여 설치하여야한다

정류벽의 정류효과를 적극적으로 활용하여 용량효율을 높이기 위하여 유입, 유출단 뿐만 아니라 침전지 중간에도 1~3 개소 정류벽을 설치하는 경우가 있으며, 이를 중간정류벽식 침전지라 부르고 있다.

그러나 중간정류벽을 설치하는 경우에는 링크벨트식이나 수중대차식과 같은 슬러지 제거설비를 활용하기가 매우 난이하거나 불가능할 수 있으므로 중간정류벽을 설치할 경우에는 슬러지 제거를 위한 합당하고 효과적인 대책이 필요하다

침전지에 도류벽을 설치하거나 중간판을 삽입하면 수류가 안정된다 이것은 수리학적으로 말하면 물에 접하는 벽면을 증가시킴으로써 윤변을 크게하는 것이 된다. 윤변이 크게 되면 레이놀즈수가 작아지고 후루드수가 커지므로 수류상황이 개선되어 침전 효율을 높이게 된다.

4. 유출부에는 트라프(위어 또는 오리피스)를 설치하고 될 수록 저탁도의 침전수를 지내 수류를 흐트러 뜨리지 않고 유출시킬수 있도록 하여야 한다. 트라프에 의하여 전체 폭의 표면부에서 유출시키기에는 월류부하(유출수량/위어전장)를 충분히 적게 하여 정체부가 생기거나 슬러지를 끌어올리고 또는 지내수류까지 영향을 줄 수 있는 흐름의 발생 등을 방지하는 것이 필요하다 월류 부하를 감소시키기 위하여 트라프를 너무 근접시키면 서로 간섭이 되어 효과가 나빠진다. 월류부하는 일반적으로 500m^3/일/m 이하가 바람직한 것으로 생각되고 있으나 실제에는 구조적인 제약에서 350~400m^3/일/m 정도가 한도로 생각된다.

월류방식중 수중 오리피스 형식이 시공의 용이성, 수면부유물의 여과지 유입방지, 플록파괴방지 및 한냉지역의 침전지 결빙시 집수의 용이성에서 우수한 것으로 나타나고 있다.

5.5 슬러지 배출설비

약품혼화지의 슬러지 배출설비는 다음 각항에 의하여야 한다.

1 슬러지 배출방식은 침전지의 구조와 유지관리, 슬러지의 성상등을 고려하여 적당한 것이라야 한다.

2. 기계적으로 슬러지를 끌어 모을때에는 침전지바닥에 호퍼(hopper)나 밸브를 설치하는 등으로 수압에 의한 슬러지 배출 또는 펌프에 의한 슬러지 배출이 원활하게 될 수 있는 구조로 하여야 한다

3 침전지의 물을 빼고 슬러지를 배출할 경우에는 필요에 따라 슬러지 배출을 위하여 압력수를 이용할 수 있는 설비를 설치하는 것이 바람직하다

4. 배슬러지 밸브는 정전등의 사고가 있을 때 열림상태에 있지 않도록 하여야 한다.

【해 설】

1. 침전지에서 슬러지 배출이 원활하게 되지 않으면 침전의 기능을 정지시키지 않으면 안되게 된다. 슬러지 배출기능은 침전지의 작업중에서 중요한 것 중의 하나이다.

슬러지 배출설비의 설계원칙은 다음과 같다.

① 원활하고 고장이 없이 작동할 수 있을 것.

② 슬러지 양에 알맞는 능력을 가질 것.

③ 소량으로 농도가 높은 슬러지 배출이 가능할 것.

등이다 이 중 ① ②에 관하여는 많은 배려를 하였으나 ③의 항목에 대해서는 지금까지 소홀히 한 경향이 있다.

침전지로부터 슬러지를 배출하는 것은 일반적으로 고농도로 소량배출시키는 것이 다음 처리를 위하여 유리하다 이러한 관점에서 슬러지 배출 호퍼의 크기나 형태 및 슬러지 배출의 방법등이 검토되어야 한다.

2 슬러지 스크레이퍼를 설치하는 여부는 슬러지 양, 지수, 지 용량의 여유정도, 기계의 신뢰도, 슬러지 배출 작업의 상황 및 경비등을 고려하여 결정하면 된다 스크레이퍼의 형식으로서는 주행식, 링크벨트식, 수중 견인식, 회전식 등이 있으며 설비비나 침전지 구조에도 관계가 깊고 장래 장기간에 걸쳐 유지관리작업에 관계되므로 신중히 결정하여야 한다.

침전지 별로 각각 설치하거나 한가지 형태로 여러 침전지에 병용하는 등의 설치형태와 슬러지의 수집범위 등은 기종, 슬러지의 양과 그 분포, 1회전 또는 1왕복의 소요시간, 회전 또는 왕복 빈도 등에 따라 차이가 있다. 스크레이퍼의 속도는 슬러지를 혼란시키지 않고 끌어 모을 수 있도록 느린 속도라야 한다 기존시설의

운영실적과 경험에서 볼 때 12m/시간 정도가 기준으로 된다.

기종에도 따르나 레일의 포설시 연결점 단차 방지, 사행방지를 위한 지의 폭, 리밋 스위치의 내구성, 안전장치 등에 세심한 주의를 기울여야 한다.

슬러지 배출시에 농도가 높은 슬러지를 일단 호퍼에 모아 여기로부터 밸브나 펌프에 의하여 배출할 필요가 있다. 호퍼의 용량과 형상에 관하여는 슬러지 양과 그 성상 및 기계의 구조 등에서 검토되는 것이 바람직하다.

3 스크레이퍼를 설치하지 않을 경우에는 물론 설치할 때에 있어서도 필요에 따라 압력수 삽출장치를 비치하는 것이 바람직하다 압력수 배관을 고정하여도 좋고 운반 가능한 펌프 등에 의하여 인접지의 물을 가압송수하여 사용하여도 좋다

4. 정전 등의 사고시에 배슬러지 밸브가 열려 있게 되면 정수처리, 배출수처리 등에 지장을 받게되므로 배슬러지 밸브가 열리지 않도록 설치하여야 한다. 그리고 배슬러지 밸브는 슬러지로 인한 장애가 적고 내마모성이 우수한 것으로 다이어프램(diaphragm)밸브 또는 편심밸브 등이 일반적으로 사용된다

5.6 월류관, 배출수관 및 슬러지 배출관

약품침전지의 월류관, 배출수관 및 슬러지 배출관은 다음 각항에 의하여야 한다.

1 약품침전지에는 필요에 따라 월류관을 설치하는 것이 바람직하다

2. 약품침전지에는 배출수관을 설치하는 외에 필요에 따라서 슬러지 배출관을 설치하여야 한다

3 배출수 및 슬러지 배출관의 관경은 시간 및 수량에 따라 과부족이 없도록 하여야 한다

4 배출수 및 슬러지 배출관의 토구는 상시배출이 가능하고 오염수가 역류하지 않을 장소라야 한다

【해 설】

1. 침전지에 부유하고 있는 먼지나 유지등을 제거하기 위하여 풍향을 조사한 다음 바람의 아래 방향의 우각부 등의 먼지가 모이기 쉬운 곳에 월류관을 설치하는 것이 좋다 월류관은 지저의 배출수관과 동일계통을 경유하여 방류될 경우에는 배출수관의 근처에 설치하고 도중에서 합류되면 경제적이다.

침전지는 자유수면이 넓으므로 급격한 수면 변동은 쉽게 생기지 않는다 그러므로 최근에는 월류사고를 방지하는 의미로서 월류관을 착수정 부근에 설치하고 침전지에 설치하는 것은 적어졌다

2. 침전지의 청소, 수선 등에 있어서 지의 물을 빼기 위하여 지저에 배출수관을 설치한다. 슬러지 스크레이퍼를 설치하여 통수된 상태에서 슬러지 배출이 가능할 때에는 당연히 슬러지 배출관도 겸하게 된다 그 관이나 밸브류의 직경은 슬러지 배출빈도와 1회의 배출량, 배출시간에 따라 결정되지만 단시간에 배출시키기 위해서는 관경 및 방류선의 용량도 크게 하여야 한다

장기간에 걸쳐 지저에서 압밀을 받은 슬러지를 수압이 없는 상태에서 유출시켜야 할 때도 있으므로 관 경사 및 관경을 충분히 크게 하여 슬러지 배출에 지장이 없도록 하고 필요에 따라 맨홀을 설치하여야 한다. 또 이와같은 사항을 고려하여 배출수관 및 슬러지 배출관의 구경은 150mm 이상으로 하는 것이 바람직하다

배출수 및 슬러지 배출을 빠르고 또 완전하게 하기 위해서는 지의 저부보다 한 층 얕은 위치에 배출구를 설치하고 배출관의 상단은 지저보다 관경의 2배 이상 얕게 설치하여야 한다. 배출구의 크기나 경사에 관하여는 충분한 검토 후에 설계하는 것이 바람직하다

3 침전지의 배출수 및 슬러지 배출은 고형물

농도가 높은 것이 일반적이므로 슬러지 배출지를 설치하여 배출하는 것이 보통이다. 배출수 및 슬러지 배출은 자연유하에 의한 것이 가장 바람직하나 부득이 할 때에 펌프를 설치하여 배출하지 않으면 안된다 이 때에 배출수 펌프의 용량이 작으면 배출 작업에 큰 지장을 주므로 여유가 있어야 한다 배출수조의 크기는 펌프의 운전시간을 고려하여 계상하여야 한다.

5.7 경사판 등의 침전지

1. 경사판 등의 침강장치를 설치하는 경우에는 원수수질, 처리수질의 목표 및 침전지의 형식 등을 고려하여 침강장치의 종류와 형식을 정한다.

2. 침전지의 유입부에는 경사판 등의 침강장치로의 유입을 균등하게 하고, 단락류를 방지하기 위하여 유효한 조치를 취하여야 한다.

3. 기타설비에 대하여는 약품침전지의 기준에 준하여야 한다.

4. 수평류식 경사판 침전지는 다음 각호를 표준으로 하여야 한다.

(1) 경사판의 경사각은 60°을 표준으로 한다.

(2) 지내의 평균유속은 0.6m/분 이하로 하여야 한다. 또한 표면부하율은 침전수의 목표수질에 적합하도록 실험과 실적에 의하여 결정하도록 한다.

(3) 경사판 내의 체류시간은 경사판 간격 100mm의 경우에 20~40분으로 한다.

5. 상향류식의 경사판을 설치하는 경우에는 다음을 표준으로 한다.

(1) 침강장치는 1단으로 한다

(2) 표면부하율과 지내 평균상승 유속은 목표수질을 달성할 수 있도록 실험과 실적에 의하여 정하여야 한다

(3) 경사각은 60°로 한다.

(4) 상향수류를 가능한한 침강장치내로 통과시키기 위하여 다음의 각 사항들을 참고하여야 한다.

1) 침강장치의 설치면적은 침전지의 상향류부분의 90% 이상으로 하여야 한다. 다만 구조적인 제약 등으로 인하여 불가피한 경우에는 80% 이상으로 하되 저류벽 등을 설치하여 단락류가 생기지 않도록 주의하여야 한다

2) 침강장치와 침전지 측벽 또는 저류벽과의 간격은 100 mm 이하로 하여야 한다

6. 수평류식 경사판이나 상향류식 침강장치를 직사각형의 침전지에 설치하는 경우에는 경사판 하단과 침전지 바닥과의 간격은 1.5m 내외로 하고 경사판의 끝에서 침전지의 유입부 벽과 유출부 벽의 거리는 각기 1.5m 이상이 되도록 설치하는 것이 바람직하다. 또한 상향류식 침강하부의 입구에서 평균유속은 70cm/분 이하가 되도록 하는 것이 바람직하다.

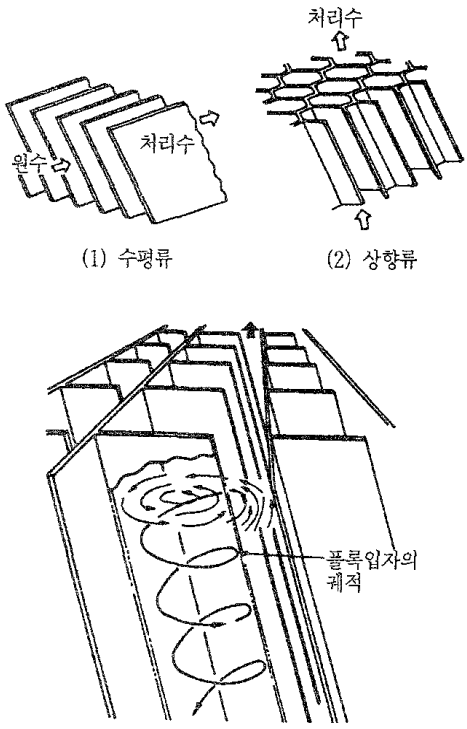
7 경사판을 설치할 때는 경사판에 쌓인 슬러지를 제거하기 위한 장치를 설치하거나 경사판의 중간에 통로를 주어 청소하는 사람이 통행할 수 있도록 하여야 한다.

8. 경사판 등의 침강장치는 지진이나 경사판에 쌓인 슬러지의 무게로 인하여 경사판이 파손되는 일이 없도록 적절한 조치를 강구하는 것이 바람직하다.

【해 설】

1 경사판 등의 침전지는 침전지 내에 경사판이나 경사관을 삽입하고 일종의 다층침전지를 구성하여 침전효율을 높이고자 하는 것으로서 침강장치로는 각종 형상의 것이 사용된다.

그림 5.14에 표시된 바와 같이 침강장치의 형상에 따라서는 주로 수평류에서 사용되는 것, 상향류에서 사용되는 것, 어느 방향의 수류에나 사용할 수 있는 것 등이 있으며, 원리적으로는 동일하나 그 성질이 각기 약간 차이가 있으므로 각각의 침강장치의 기능이나 실적과 침전지



<그림 5.14> 침강장치와 수류방향

의 형상특성을 충분히 조사한 다음에 선택하여야 한다.

그림 5.15(1)에서와 같이 수심 H 의 침전지에 경사판을 삽입하였을 때 지내의 현탁입자의 최대침강거리는 H에서 h 로 짧아지며 침전효율은 H/h 배로 증대된다. 이를 다른 방향에서 보면 H/h 계층의 다층침전지를 형성하고 있는 것으로 생각할 수 있다. 이상은 경사판의 형성에는 관계없이 또는 침전지내의 수류의 방향이 수평류나 수직류 일때도 성립된다

침전지내에 이와같은 경사판 등의 침강장치를 설치하여 침전효율의 개선을 도모했을 때는 그 효과에 따라서 체류시간을 감소시키고 침전지의 처리 능력을 향상시킬 수가 있다.
경사판 등의 침강장치와 외관은 유사하나 원리적으로는 전연 다른 신종의 침강장치도 출현하고 있다.

2. 경사판 등의 침강장치는 침강거리를 짧게 함으로써 침전처리의 고속화를 도모하는 것이므로 지내의 수류의 흔들림이나 단락류에 의한 영향은 일반적인 약품침전지에 비하여 대단히 크다. 그러므로 지내로의 유입을 균등하게 하기 위하여 적당한 정류벽을 설치하거나 단락류를 발생하지 않도록 지저와 경사판간에는 저류벽을 설치하는 것 등이 필요하다 실제에 있어서 단락류방지벽의 설치가 불충분함으로써 실패한 예가 많다

3. 경사판 등의 침강장치는 침전효율만을 개선하기 위하여 설치하는 것이 아니고 그밖에도 침전처리에 필요한 응집, 슬러지 배출 및 침전수의 유출 등 침전지의 요건에 관하여 일반적으로 약품침전지와 꼭 같지 않으면 안된다.

4. 경사판 등의 침강장치 중에서 일반적으로 많이 사용되는 경사판 장치에 관한 설계기준을 명시한 것이다

(1) 경사판 장치를 침전효율 면에서만 생각하면 경사판이 0° 에서 제일 침전효율이 좋은 것으로 되지만 경사판상의 슬러지를 자연스럽게 연속적으로 지저로 흘러내리도록 하기 위하여 어느 정도의 경사각이 필요하다. 실험이나 경험상으로 볼 때는 60° 정도면 대개 지장없이 슬러지가 흘러내릴수가 있다. 그러나 지금까지의 사용실적을 보면 슬러지가 경사판에 걸려서 경사판을 파괴하는 사고도 일어나고 있으며 경사판의 강도 및 그 조립에 대하여 충분한 검토가 필요하다.

(2) 지내의 평균유속과 장치내 통과시간은 지금까지 실적으로 정한 표준적 수치이며 경사판 장치의 이론치에다 실제 침전지에 있어서의 효과의 저하까지를 고려한 것으로 생각된다

경사판 등의 침강장치의 표면부하율은 수평류나 상향류를 막론하고 처리수량을 침강장치 침강판의 수평 투영 연면적으로 나누어 얻은 값으로 한다 일본의 실적에 의하면 수평류식 경사판의 표면부하율은 4~9mm/분이 적합한 것으로 나타나고 있다

다음에 경사판 장치의 설계 예를 표시한다.

입자의 침강속도를 v_o, 유량을 Q 라고 하면 침전지의 소요침강면적 A는

$$A = Q / v_o$$

경사판 1매의 표면적을 s, 경사각을 θ 라고 하면, 유효침강면적 a 는

$$a = s \cos\theta$$

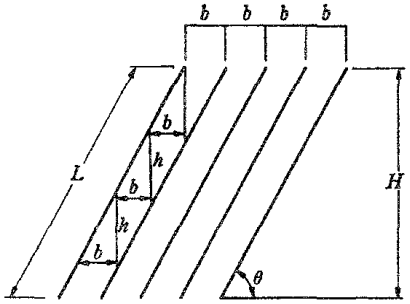
경사판 효율을 η 라고 하고 필요한 경사판의 매수를 N 이라 하면

$$N = A / (a\eta)$$

지폭을 d, 경사판 간격을 t, 경사판 장치 1단 1열의 매수를 n 이라 하면

$$n = d / t$$

경사판 장치의 단수를 m, 열수를 R 이라고 하면



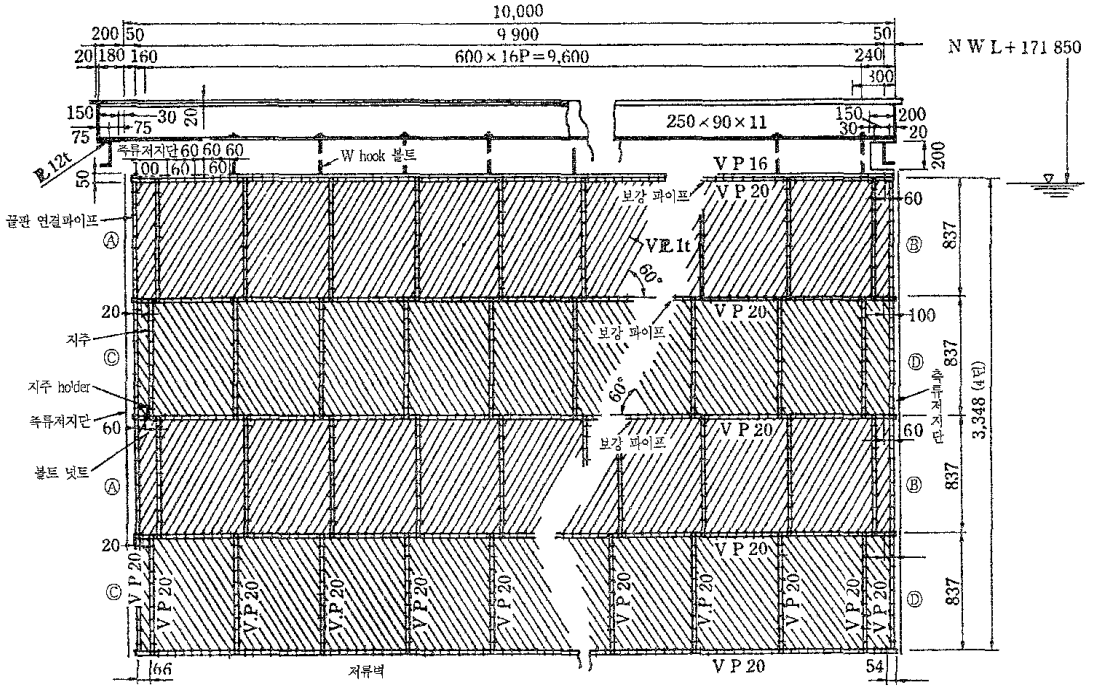
(1) 경사판의 역할

$$R = N / (nm)$$

이상의 계산에 의하여 소요 경사판 장치의 t, m, n, R 등을 결정할 수가 있다. 그리고 최후에 지내평균유속 및 장치내통과시간을 검토한다. 또 지내 체류시간은 일반적으로 원수수질의 변동이 심한 경우나 소규모 상수도의 경우에는 1시간 이상으로 하는 것이 관리상 바람직하다.

5. (1) 상향류식의 침강장치에서 수평류식과 같이 여러 단으로 설치하면 상승수류의 영향으로 인하여 침강장치의 면이 꺾이고 접히는 부분에서 슬러지가 퇴적하거나 편류가 발생하여 침강효율을 저하시키는 경향이 있다. 그러므로 상향류식 침강장치는 1단으로 설치하는 것이 일반적으로 받아들여지고 있다.

(2) 상향류식의 침강장치의 기능으로는 정류작용, 침강면적의 증가, 침강장치내에서의 2차 응집효과 등을 예측할 수 있다 다만 상향류식 침강장치는 1단으로 설치하므로 침강면적의 증가는 크게 기대할 수 없다. 상향류식 침강장치의 표면부하율은 이러한 점과 실적으로 판단하



(2)경사판 장치 조립예

<그림 5.15> 경사판 장치

여 목표수질을 달성할 수 있도록 정하여야 한다 일본은 실적과 경험으로부터 약 7~14 mm/분을 표준으로 삼고 있다

상향류식 침강장치의 상승유속은 유량을 침강장치의 수평단면적으로 나누어서 얻어진다 이때 침강장치와 침전지 측벽과의 거리, 침강장치 사이의 간격 등을 제외하고 유효단면적 만을 사용한다. 상승유속이 클수록 많은 수량을 처리할 수 있으나 반면 제거율이 낮아진다.

(3) 4.(1)의 해설을 참고로 한다.

(4) 상향류식의 침강장치를 설치하였을 때는 유출수 전량이 경사판을 통과하는 것이 이상적이다. 그러나 침강장치의 형상과 크기, 침전지의 형태 등으로 인하여 전면적에 설치를 하지 못하는 경우가 있다. 그러나 유출수가 침강장치를 거치지 않고 트라프로 유출되면 침전수질이 저하되므로 가능한 한 침전지의 최대한 면적에 침강장치를 설치하도록 하여야 한다.

6 경사판 장치 하단과 침전지 바닥간에는 1.5m 정도의 슬러지 퇴적심을 두어 배슬러지설비를 하거나 배슬러지작업, 경사판 장치의 유지검사를 하기 쉽도록 하여야 한다

경사판 장치와 지저와의 사이는 침전지 가동중에는 저류벽으로 완전차단하고 단락류를 방지 하여야 하며 필요할 때는 사람이 출입할 수 있는 구조로 하여야 한다.

배슬러지방법은 구조상으로 제약을 받으므로 인력에 의하거나 링크벨트 식이나 수중견인식의 장치를 사용하게 되며 어느 방법에 의하더라도 고장이나 기타 원인으로 슬러지가 넘쳐서 경사판의 일부까지 쌓이게 되면 경사판이 파손되므로 경사판이 없는 침전지의 경우보다 슬러지의 퇴적과 배출을 철저하게 감시하여야 한다.

경사판 장치가 침전지의 유입부 벽에 너무 접근 할 때는 장치내로 유입이 균등해지지 아니하거나 플록이 파괴되는 경우가 발생하며 유출부 벽에 너무 근접하면 편류에 의하여 침전된 플록이 다시 떠오르는 일이 생기게 된다

7. 경사판에 슬러지가 쌓였을 때 이를 자동적으로 세척할 수 있는 장치를 설치함으로써 침전지수를 배출함이 없이 청소하도록 하는 것이 바람직 하지만 침전지수를 배출한 다음에도 경사판을 하나 하나 뜯어 내어야만 청소가 가능한 경우에는 파손과 고장 등으로 재사용까지 많은 시간이 소요되거나 심지어 재사용이 불가능한 경우도 있으므로 청소에 대한 고려가 필요하다

8 경사판 등 침강장치는 지진이나 배수시에 떨어져 파손되어 정수처리에 지장을 주는 경우가 있다 경사판에 쌓인 슬러지의 하중으로 전도되는 경우도 있다 그러므로 침강장치는 충분한 강도가 있어야 하며 조립대에 견고하게 접속되어 있어야 한다. 그러므로 침강장치를 조립하는 방법에 대하여 충분한 검토를 하여야 한다 경사판 침강장치의 조립예는 그림 5.15(2)에 예시하였으며 훅(hook)에 의하여 침강장치에 작용하는 지진시 동수압을 완화하는 방법도 있다

5.8 고속응집침전지

1 고속응집침전지를 채택할 때는 다음 조건을 고려하여 결정하여야 한다.

(1) 원수의 탁도는 10도 정도가 바람직하다.

(2) 최고탁도는 1,000도 이하인 것이 바람직하다.

(3) 탁도, 수온의 변동이 적어야 한다

(4) 처리수량의 변동이 적어야 한다

2. 고속응집침전지의 지수 및 구조는 다음 각 호에 적합하여야 한다

(1) 용량은 계획정수량의 15~20 시간분으로 한다

(2) 지내의 평균상승유속은 40~50mm/분을 표준으로 한다

(3) 슬러지 배출 설비는 지내의 잉여

슬러지를 수시로 또는 상시 연속하여 충분하게 배출할 수 있는 구조로 하여야 한다.

(4) 청소, 고장등의 경우에도 침전에 지장이 없는 지수로 하여야 한다.

【해 설】

1. 고속응집침전지는 기성 플록의 존재하에서 새로운 플록을 형성시키는 것으로 응집침전의 효율을 향상시키는 것을 목적으로 한 것이다.

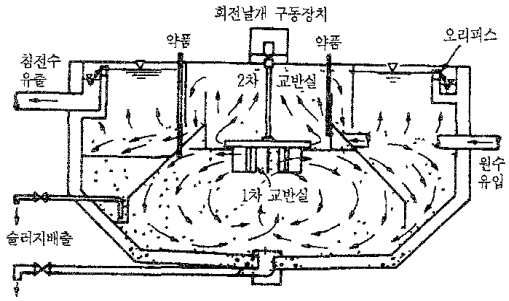
고속응집침전지는 원리상 또는 기구상으로 슬러리 순환형, 슬러지 블랑켓형 및 양자의 복합형으로 대별할 수 있으며 각기 다수의 기종이 있고 원수조건과 사용조건에 대하여 적용범위를 가지고 있으므로 계획하는 정수장의 조건과 각종 고속응집침전지의 특징을 충분히 검토하고 기종을 선택하여야 한다

고속응집 침전지의 재질이 강판인 경우에는 유지관리상 부식방지 도장 및 도장의 박리에 대하여 주의를 기울여야 한다.

① 슬러리 순환형

그림 5.16에 표시된 바와 같이 유입원수와 응집제는 순환되고 있는 기존의 슬러리와 혼화, 교반된 후에 순환류와 함께 분리부에 유입시키고 여기서 상징수의 상승수류와 침강분리되어 순환되는 하강슬러리류로 분리된다.

상징수는 수면에 배치된 트로프를 통하여 유출하고 잉여 슬러지는 저부 또는 순환부의 일부에 설치된 슬러지 호퍼에서 배출된다.



<그림 5.16> 고속응집침전지(슬러리 순환형)

교반부분의 크기와 구조는 기종에 따라서 차이가 있으며 교반과 순환을 일으키는 방식은 회전익에 의한 것 외에 수류에 의한 것, 공기에 의한 교반방식 등이 있다.

특히 슬러지 양이 많은 경우에 적합하도록 회전식 슬러지 스크레이퍼를 갖춘 기종도 있다.

② 슬러지블랑켓형

그림 5 17에 표시된 바와 같이 상승수류에 의하여 부유상태에 있는 슬러리의 하측에서 응집제를 혼합한 원수가 통과하게 되어 현탁물질은 다수의 기존 플록과 접촉하고 슬러리층 상면에 도달할 때 까지 성장하여 상승수류와 균형을 유지하게 된 플록은 상승수류에서 분리되어 기존의 부유슬러리층으로 들어간다 일반적으로 순환류는 없고 슬러리의 부유는 상승수류에만 의존하는 것이 많다

교반은 회전익에 의한 것 외에 맥동에 의한 것, 펌프가압수류에 의한 살수기의 회전에 의한 것 등이 있다. 잉여슬러지의 배출은 지저부에서 행하는 것이 많으나 맥동형에서는 분리면 상단으로 역류시킨 다음 슬러지를 배출하고 있다.

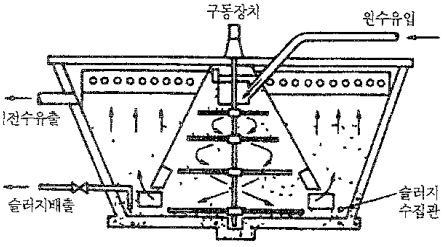
평면 형상은 원형과 직사각형의 것이 있다.

③ 복합형

그림 5.18과 같이 최초의 응집과정을 슬러리 순환방식으로 행하고 다음에 슬러지의 성장과 분리를 슬러지 블랑켓 방식에 의한 것으로 이 형식의 것이 많이 사용되고 있다. 슬러리 순환의 교반은 회전익에 의한 것, 수류자체에 의한 것 및 살수기회전에 의한 것 등이 있다.

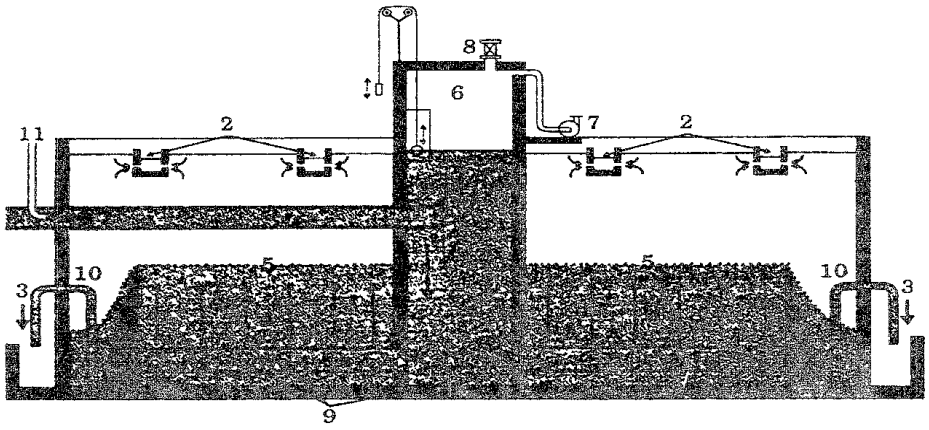
(1) 고속응집침전지가 그 빠른 상승유속과 짧은 체류시간으로 처리기능을 발휘하기 위하여는 슬러리의 존재가 필요조건이다. 슬러리를 상시 보유하기 위하여는 끊임없이 어느 정도의 플록의 유입과 슬러지 제거에 의한 슬러리의 신진대사를 필요로 한다

신진대사가 없으면 플록의 흡착응집능력이 저하되거나 슬러리 중의 유기물의 부패로 새로운 원수에 대한 제탁능력을 발휘할 수 없게 된다.



(A) 슬러지 블랑켓형

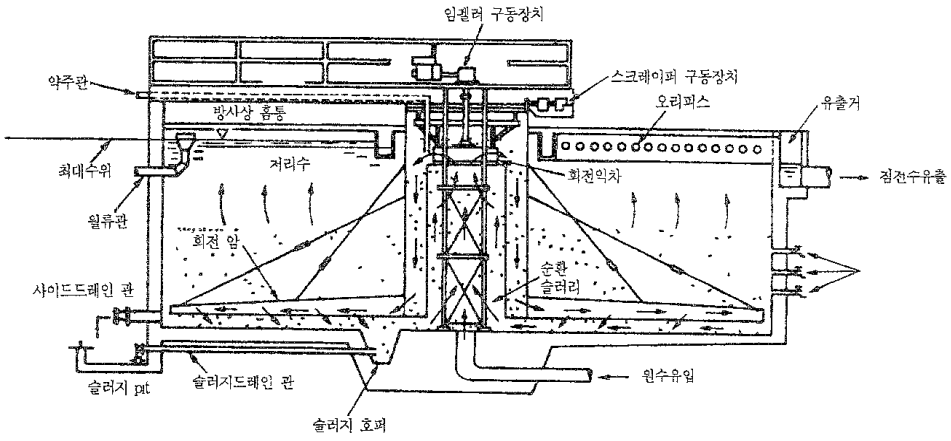
또 저수온에서 탁도 5도 이하의 경우는 양호한 플록이 생기질 아니하고 고속응집침전의 이점이 발휘되지 않을 때가 많으므로 원수의 최저탁도가 항상 10도 정도인 경우가 아니면 효율이 크게 저하됨을 주의하여야 하며 또 실적에 의하면 원수탁도가 10도 정도에서 안정한 처리가 이루어진다



1 - 원수 유입관
2 - 침전지 유출 트라프
3 - 슬러지 배출관
4 - 정류판
5 - 슬러지 상부위치
6 - 진공실
7 - 진공펌프
8 - 배기구
9 - 원수분배관
10 - 슬러지 농축실
11 - 응집제 주입

(B) 맥동형

<그림 5.17> 고속응집침전지



<그림 5.18> 고속응집침전지(복합형)

(2) 특히 고탁도에 적합하도록 설계한 것을 제외하고는 일반적으로 고속응집침전지는 너무 높은 탁도에는 적합하지 않다. 즉 일반적인 고속응집침전지에서 구조상으로 슬러지 퇴적심도를 고려하지 않으므로 잉여 슬러지는 압밀농축이 불충분한 희박한 상태로 제거된다. 그러므로 1,000도 이상의 고탁도에서 유입되는 탁질과 배출되는 탁질의 균형을 유지하고 침전수에 슬러리를 유출시키지 않기 위해서는 슬러리 배출수량이 유입수량의 수 10%가 되는 때도 있어 처리수량이 감소하는 등의 지장을 초래하게 된다.

또 퇴적된 슬러지의 점결력이 강한 경우에는 슬러지의 압밀농축성은 좋으나 반대로 침전지내의 유로를 막히게 하여 침전지 자체의 기능이 저해되는 일이 있으므로 슬러지 배출회수를 늘려야 한다.

약품침전지는 슬러지 퇴적부가 크고 고탁도시에도 슬러지를 저류시킬 수 있으므로 기능적으로는 지장이 없으나 일반적으로 고속응집침전지는 1,000도 이상의 고탁도에는 적합하지 않다.

(3) 원수의 탁도와 수온의 변동에 의하여 제탁능력이 저하하고 침전수에 슬러지가 유출하는 것을 방지하기 위하여 슬러리 농도와 슬러지 블랑켓 면의 유지가 중요하다. 이를 위하여 탁도와 수온의 변동에 대처할 수 있는 약품의 주입량과 종류를 파악함과 동시에 변동폭이 아래 수치 이하일 것이 바람직하다.

탁도변화 1시간에 100도

온도변화 1시간에 0 5~1 0℃

그러므로 계획에 있어서 원수의 탁도에 관하여는 시간변화와 지속시간의 검토가 필요하고 수온에 관하여는 특히 상승시의 변화의 상황을 조사하는 것이 필요하다.

(4) 고속응집침전지내에는 대량의 슬러지를 보유하고 있으므로 유입수량의 변동폭이 너무 크지 않으면 슬러지 농도와 슬러지 블랑켓 면의 승강 신축의 어느 범위에서는 흡수완충의 능력이 있다.

슬러리순환형에서 순환수량을 유입수량의 수배로 하고 있을 때는 비교적 영향이 적은 것 같으나 슬러리의 부유를 기계의 교반에 의해서 보다 유입수에 의한 상승수류에 의존하는 비율이 큰 기종일수록 유량변화를 피하지 않으면 안된다 유량의 변동은 슬러리 분리의 균형을 파괴하고 슬러리 유출의 원인이 되며, 그 회복도 어렵다.

그러므로 부득이 유량이 변화하는 경우에는 원수수질과 기종에 의한 시간당 허용변동폭에 따라서 신중히 행하여야 한다.

일반적으로 주간에만 사용하거나 또는 단시간에 단속운전을 하는 사용조건에서는 적합하지 않다.

2. (1) 체류시간은 탁도, 탁질 등의 원수조건과 기종에 의한 기능, 구조의 상이 등에 의하여 차이가 있으므로 개개의 사례에 맞도록 선정하는 것이 바람직하다.

고속응집침전지는 일반적으로 표면부하율만으로 기능을 평가하기 쉬우나 수심이나 체류시간도 제탁능력과 밀접한 관계가 있으므로 조건이 허락하는대로 수심도 깊게 하고 용량도 크게 하는 것이 바람직하다. 그러나 효과와 건설비의 관계에서 크기의 한계가 있다.

또 최소한의 용량을 채택한다 하더라도 기구상과 구조상 일정한 한도 이하로는 될 수 없다. 그러므로 여기서는 이들 조건과 실적을 고려한 용량으로서 1.5~2.0 시간을 필요로 한다.

(2) 상승유속은 침전효과를 크게 좌우하고 그 결과가 건설비에 영향을 주므로 설계에 있어서는 기초적 조사항목중 가장 중요한 것의 하나이다

상승유속을 결정하는 요소는 플록의 침강속도와 플록생성의 상황 및 제탁율을 파악하는 것으로 여기에 실적치를 가미하여 판정하여야 한다.

또 여과지와의 제탁부하의 분담, 여과계통의 구조, 용량과의 관계 등도 고려하는 것이 바람직하다.

일반적으로 가벼운 플록이 생기는 경향이 있는 경우에는 느린 상승유속으로 35~45mm/분 정도가 바람직하다.

반대로 침강속도가 빠른 플록이 생기는 경향이 있는 경우에는 상승유속을 60mm/분 정도로 운전할 수 있다. 이와같은 경향이 있으므로 원수나 응집제 사용 조건 및 수처리면에서 충분히 검토되어야 한다

상승유속을 너무 빨리 하면 원수수질 악화시나 조작이 부적정한 경우에 슬러리의 유출을 일으키기 쉽고 반대로 너무 느리면 안정성은 증대하나 부지면적이 많이 소요되고 고속응집침전지로서의 경제성이 줄어든다 슬러지 블랑켓형에 있어서는 슬러지 블랑켓 면의 저하에 의한 효과의 저하등을 일으키는 경우도 있으므로 경험상 상승 유속을 40~50 mm/분 으로 정한다. 이 기준에서 평균 상승유속은 슬러리와의 분리면에서의 유속을 말하고 그 유효분리면적은 일반적으로 내부면적의 80~85% 전후이다

고속응집침전지에서 원수 조건이나 처리방법과 기종의 특성에 의한 조건과의 균형을 상실하면 제탁능력이 저하될 뿐만 아니라 처리불능이 되거나 슬러지 퇴적에 의한 기능장해 등을 일으키는 경우가 있다. 다수의 기종중에서는 장치상에서 상승유속의 상한과 하한을 갖고 있는 것도 있으므로 기종의 선정에 있어서는 충분한 고려가 필요하다. 또 경사판 등의 침강장치를 삽입하여 상승유속을 높이는 방법도 있으나 그 채용에 있어서는 충분한 검토가 필요하다

(3) 고속응집침전지에서는 유입탁질과 유출탁질이 균형을 유지함으로써 언제나 슬러리의 농도와 슬러지층 계면의 높이가 적정범위내에 있고 양호한 처리상태를 유지할 수 있다

슬러지가 장치내에 퇴적하면 여러 가지 지장의 원인이 되므로 슬러지배출 설비의 구조나 용량의 설계에 있어서는 특히 주의를 기울여야 한다.

잉여 슬러지의 양이나 점착성은 원수 조건에 의하여 정하여지는 것이나 슬러지 배출 호퍼의 크기와 형상을 결정하는데 있어서도 중요하므로 될 수록 조건이 비슷한 정수장의 상황을 상세히 조사 검토하는 것이 바람직하다. 점착성이 높은 경우 일수록 호퍼를 작게 하고 퇴적시간을 두지 않고 슬러지 배출회수를 늘리는 것이 좋다.

고탁도 등으로 잉여슬러지의 양이 많고 퇴적이 예상되는 경우에는 슬러지의 적극적 배출설비로서 스크레이퍼를 내장한 기종을 선택하여 지장이 없도록 하여야 한다.

슬러지 배출 밸브는 개폐 타이머에 의한 자동조작을 원칙으로 한다. 슬러지 배출시에 지내에 주는 영향을 되도록 적게 하고 될 수록 큰 농도의 슬러지를 소량 배출하여 수량손실을 적게하고 또 슬러지 처분을 쉽게 하는 것을 목적으로 하여 슬러지 배출 밸브를 수 10분 마다 5초 정도의 단시간에 빈번히 개방하는 것이 바람직하며 주야 구별 없이 연속하여 슬러지를 배출하여야 하므로 타이머가 필요하다

또 슬러지 배출밸브는 정전 등의 사고시에도 폐지상태가 되는 방식의 것이라야 한다.

일반적으로 약품침전지에 비하여 고속응집침전지의 슬러지 배출은 저농도의 슬러지가 다량으로 발생하고, 또 슬러지 배출을 할 때에는 언제나 침전지에서 배출시킬 수 있어야 하므로 배출수조와 배출수 펌프에 대해서 상당한 고려를 하여야 한다.

(4) 슬러지의 퇴적으로 인하여 처리불능이 되었을 때와 기계부분의 보수나 도장의 필요가 있을 때는 침전지를 일시 휴지하지 않으면 안되므로 지수는 2지 이상으로 하는 것이 바람직하다

일반적으로는 청소, 도장 검사를 겸하여 1~수년마다 1회씩 지를 비워두는 경우가 있으나 돌발사고 이외에는 처리수량이 적은 시기에 행하는 것이 통례이다. 이 때에 타 지의 수량부담이 그만큼 증가하므로 지수나 상승유속의 결정에 있어서는 지장이 없도록 고려하여야 한다

제6절 급속여과지

6.1 총칙

급속여과지는 원수중의 현탁물질을 약품에 의하여 응집시키고 분리하는 급속여과 방식의 여과지를 총칭한다.

급속여과지에서는 원수중의 현탁물질을 응집한 후 입상층에 비교적 빠른 속도로 물을 통과시켜 여재에 부착시키거나 여층에서 체거름작용에 의한 탁질제거를 기대하는 것이므로 제거대상이 되는 현탁물질을 미리 응집시켜 부착 혹은 체거름되기 쉬운 플록으로 형성할 필요가 있다.

여층에서 현탁물질의 제거기작은 두 단계로 나눌 수 있다. 제1단계는 현탁입자가 유선에서 이탈되어 여재 표면 근처까지 이송되는 단계로 체거름작용, 저지작용과 중력침강작용이 주로 작용한다.

제2단계는 이송된 입자가 여재표면에 부착하여 포착되는 단계로, 이때는 현탁입자와 억류표면(여과초기에는 여재표면이 되고 그 후에는 포획된 현탁입자에 의해 생성된 표면)의 관계에 의존한다.

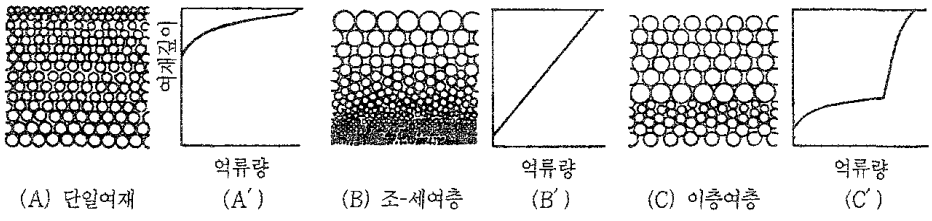
이러한 여재 표면에서의 부착에 의한 억류가 여과작용의 주요 인자가 되므로 가능한 한 많은 여재표면이 부착에 사용될 수 있도록 하여 여과작용을 유효하게 할 수 있다.

단위여과면적당 여재표면적은 여재 입경을 작게 할수록 억류효과가 높고 여층높이가 낮아도 탁질을 억류할 수 있으나, 억류물이 특정(표면) 여층에 집중되어 손실수두가 높아지므로 장기간 여과지속은 어렵고 얇은 여층에서 억류되는 탁질량은 한계가 있다. 이에 반해 여층 내부로 플록을 침입시켜 여층전체를 이용하여 탁질을 포착할 수 있는 여층을 사용하면 대량의 탁질을 여층내에서 억류할 수 있고 손실수두도 작다. 그러나 탁질 누출의 염려가 있으므로 계속적인 감시가 필요하다. 여과기능을 부담하는 여층의 두께에 따라 전자를 표면여과, 후자를 내부여과(체적여과)라 한다.

또, 여층에서의 플록의 포착상태는 플록의 강도에 따라 달라진다. 일반적으로 탁질당 응집제량(Al/T비)이 높은 플록은 강도가 낮고 일단 여재입자 표면에 부착되었어도 수류 전단력에 의해 파쇄되어 누출되기 쉽다. 한편, Al/T비가 낮고 강한 교반으로 생성된 플록은 강도가 높고 잘 누출되지 않는다.

일반적으로 여재는 조대한 것과 미세한 것이 혼합된 입경분포를 가지므로 역세척하면 미세한 여재가 위에 집적되고, 조대한 여재는 아래로 분배되는 경향이 있다. 그것을 모형적으로 나타내면 그림 5. 19(A)와 같이 된다. 이 여층에 하향으로 원수가 흐르면 수중 플록의 대부분은 표층 근처에서 제거되고 억류량은 그림 5. 19(A′)와 같은 분포를 갖는다. 따라서 표층의 손실수두가 높아지고 여층내부의 억류용량을 충분히 이용하지 못한 채 여과를 중단하고 세척해야 한다. 여과지에 이와 같은 대량의 부하를 줄 수 없으므로 침전지에서 제탁을 강화하고 여과지의 부담을 줄이는 경향이 있다.

모래만을 여재로 하는 단층여과지에서 이와



<그림 5.19> 여층의 입도분포와 탁질억류량의 분포

같은 단점을 완화시키기 위하여는 여재의 입경 분포 폭을 작게 하고, 또 입도를 크게 하여 표층에서 억류량의 집중을 줄이고 더 나아가서 여층을 두껍게 함으로써 탁질의 누출을 지연시키는 연구가 필요하다. 이것은 내부여과의 장점을 약간 채택하는 것을 의미한다.

내부여과에서는 공극률이 큰 여재로 비교적 고속의 여과를 함으로써 플록을 내부로 침입시켜 내부에 억류시키는 것이나 플록의 침입이 지나치면 누출되기 쉬우므로 누출이 시작하기 전에 여과를 정지시킬 수 있는 여과수 탁도의 연속감시 등 고도의 기술관리능력을 필요로 한다.

그림 5. 19(B)와 같이 입경, 공극률이 수류방향에 따라 점점 작아지게 여재구성을 만들면 고도의 탁도제거능력과 대량의 억류기능을 함께 갖출 수 있다

역세척의 경우에 이같은 여층구조를 유지하기 위해서는 상층보다 하층을 구성하는 여재의 침강속도를 크게해야 한다. 이를 위해 하층에 밀도가 큰 여재를 사용해야 한다. 그러나 사용할 수 있는 여재의 종류는 한정되어 있으므로 여재의 입경이 상부에서 하부로 향하여 연속적으로 작아지는 급속여과지는 아직 실현되지 못하고 있다.

조립층에서 세립층으로 물이 흐르게 하는 여과지의 형태로 밀도가 다른 복수의 여재를 이용한 다층여과가 있다. 실제로 많이 이용되는 것은 모래위에 안스라사이트를 넣은 이층여과로 탁질의 억류를 모래에 비해 입경이 크고 밀도가 작은 안스라사이트층에서 하고, 억제기능을 모래층에서 각각 분리하여 실행하는 것이다. 이 입경분포는 그림 5. 19(C)와 같이 되어 각층의 상층에 미세한 여재가 집적되는 경향을 피할 수 없으나, 전체적으로 위에서부터 조립여재, 세립여재 순으로 여층을 구성할 수 있다. 이층여과에서는 억류량 분포가 그림 5 19(C′)와 같은 것이 바람직하다고 생각된다. 일반적으로 단층여과에서 그림 5. 19(A)를 상향류로 여과하는 방법(상향류여과)은 조립에서 세립으로 고르게 입경이 변화되는 여층에 의한 여과가 가능하나, 여층의 팽창에 따라 탁질이 누출되기 쉬운 경향이 있고 세척시에 세척배수가 여과지내에 잔류할 염려가 있다. 또, 일부에 이런 방식을 취한 것으로 여층 상부와 하부에서 원수를 유입시키고 여층 중앙부에서 처리수를 집수하는 상하향류여과가 있으나 상향류여과와 동일한 문제가 있다.

또한, 여과지는 정수처리공정에서 탁질을 제거하는 최종단계에 있으므로, 다음과 같은 기능을 필요로 한다.

① 완전한 탁질제거 기능
② 탁질의 양적 억류기능
③ 수질, 수량의 변동에 대한 완충기능
④ 충분한 세척기능

여층 내의 탁질억류 상태는 유입 플록의 성상과 양, 여층의 구성, 여과속도, 여과지속시간 등에 따라 달라지므로 세척방식은 이러한 것들을 통합하여 설계하여야 한다

급속여과지는 급속여과방식이라는 종합적인 고액분리 시스템의 일환이므로, 시스템 전체에서 여과지에 해당하는 탁질제거 부하와 완충능력(부하변동 흡수)에 대응하여 설계하여야 한다. 즉, 정수시설의 계획에 맞는 원수수질, 특히 탁도에 대해 고려하고 침전 및 여과에 대한 양적 질적 부하와 여과수 안전확보를 위한 여유를 계산하여 그 결과로 여과지에 부과된 기능을 만족시킬 수 있는 설계가 되어야 한다.

여과지 설계에서 선택할 수 있는 주요한 항목은 여재입경, 여층두께를 포함한 여층의 구성, 여과속도와 그 조절방식, 여층의 세척방식과 세척빈도 등이다. 이들은 상호간에 밀접한 관련을 갖고 있으므로, 그 선택시 전체적인 조화가 유지되도록 고려하여야 한다.

일반적으로 표면여과의 경향이 있는 여과지에서는 억류가 표면에 집중되어 손실수두가 단시간에 증가하므로 세척을 자주 할 필요가 있고 결과적으로 탁질의 누출은 비교적 적다. 그

러므로 1회의 여과지속시간당 억류탁질량이 적으나 유지관리는 비교적 쉽다. 또 부압발생을 없애고 긴 여과지속시간을 유지할 목적으로 여층위의 수심은 비교적 깊게 한다. 한편 내부여과의 경향이 높아짐에 따라 여과지속시간은 길어지고 억류용량은 크게 되지만 탁질이 여층에서 누출될 위험이 증대할 수도 있으므로 억제능력이 높은 여층을 하부에 설치하거나 여과수의 탁도감시를 철저히 할 필요가 있으며, 고도의 기술관리능력을 필요로 한다.

6.2 구조 및 방식

급속여과지의 구조 및 방식은 다음 각 항에 의한다.

1. 급속여과지의 구조 및 방식은 여과 및 세척이 충분하게 이루어질 수 있어야 한다.

2. 급속여과지는 중력식을 표준으로 한다

【해설】

1. 현재 가장 많이 사용되고 있는 여과지의 형식은 적절한 입도로 체분리된 천연의 규사를 여재로 하여 하향으로 여과하고 세척은 역세척과 표면세척을 동시에 실시하는 형식이다.

여과능력은 합리성, 효율성 및 경제성을 추구하며, 여과지 규모와 용도에 따라 많은 형식이 개발되고 있다.

이들은 다음과 같이 분류된다.

① 여층구성에 따라 단층과 다층

② 사용여재에 따라 모래만을 사용하거나 비중이 다른 여재의 병용

③ 수류방향에 따라 하향류와 상향류

④ 여과속도에 따라 120~150 m/일의 것과 그 이상의 속도로 여과가 가능한 것

⑤ 수리적으로 중력식과 압력식

⑥ 형태적으로는 개방형과 밀폐형

⑦ 여과수량의 시간변화에 따라 정속여과와 감쇄여과

⑧ 여과수량의 조절방식에 따라 유량제어형, 수위제어형, 자연평형형

⑨ 세척수의 공급방식에 따라 세척펌프로 공급하는 형식과 여과지, 정수지의 물 또는 다른 여과지에서 공급하는 형식

⑩ 처리할 원수의 종류에 따라, 응집·침전처리한 물을 여과하는 일반적인 방식과 응집처리만 한 물을 처리하는 직접여과방식

이중에서, 정수 목적에 부합하여 필요한 여과기능 및 여과능력을 구비하고 동시에 충분한 세척이 이루어질 수 있는 시설을 설계하여야 한다.

여과공정은 수량, 수질적으로 필요한 여과기능을 지속할 수 없는 시점, 즉 여과수 탁도가 한계를 초과하고 손실수두가 증가해 필요한 여과유량을 얻을 수 없게 되면 정지시키고 세척하여 재생시킨다. 이러한 탁도와 유량의 한계를 충분히 고려하여 설계해야 한다.

일반적으로 표면여과의 경향이 높은 여과지에서 정속여과를 할 때는 탁질누출보다 먼저 손실수두가 한계에 도달하고, 내부여과 경향이 큰 여과지에서는 반대로 탁질누출이 선행된다.

여과지의 억류능력을 충분히 발휘하게 한다는 관점에서 여과수 탁도를 계속 감시하고 누출이 발생하면 여과를 정지하는 것이 합리적이나, 안전성 및 실용적 측면에서는 누출이 발생하기 전에 일정한 손실수두에 도달할 때나 일정 여과시간마다 여과를 정지하여 세척하는 것이 일반적이다.

2. 급속여과지는 수리적으로 중력식과 압력식으로 분류할 수 있다

압력식여과지는 취수 및 도수계통에서 배수까지 압력관의 도중에 설치하면 펌프가압이 1회로써 끝나므로 경제적이며 소규모시설에서 쓰인다.

압력식 여과지는 이밖에 자동조작이 쉽고 부압발생이 없으며 높은 손실수두가 될 때까지 여과를 지속할 수 있는 등의 이점이 있으나, 여층을 감시하기 어렵고, 정압여과의 경우에는 여과속도의 변화폭이 크다는 결점이 있다. 그러므

로 여과지내 자유수면을 유지하고 자연유하로 여과하는 중력식 여과지를 표준으로 한다.

또, 압력식의 밀폐형여과지와 중력식에서도 수면 바로위에 복개를 하고 강판형 탱크내에 밀폐된 형태의 여과지에서는 여과지 수, 여층, 세척방식을 중력식 여과지에 준하는 외에 점검, 수리를 위해 구경 600mm 이상의 맨홀을 설치해야 한다.

한냉지에서는 중력식이나 압력식을 막론하고 동결을 방지하기 위하여 필요한 보온시설을 하거나 상부건물을 건설할 필요가 있다.

6.3 여과면적과 지수 및 형상

급속여과지의 여과면적과 지수 및 형상은 다음 각 항에 의한다

1. 여과면적은 계획정수량을 여과속도로 나누어 구한다.

2 지수는 예비지를 포함하여 2지 이상으로 하고 10지를 넘을 때는 지수의 1할 정도를 예비지로 설치하는 것이 바람직하다

3. 1지의 여과면적은 150m^2 이하로 한다.

4 형상은 직사각형을 표준으로 한다

【해설】

1 소요 여과면적은 계획정수량을 여과속도로 나누어 구한다.

2 여과지는 부분적 고장이나 계획적인 여재 교환 등의 경우를 고려하여 최소한 예비지를 포함하여 2지가 필요하며, 10지를 넘을 때는 지수의 1할 정도의 예비지를 설치함으로써 대개 전체로서 여과수량의 생산이 가능하다고 생각된다

3. 여과지 1지의 면적이 너무 크면 여과와 세척의 평면적 균일성을 얻기 힘들며 세척설비도 커져야 하므로 정수장의 규모에 따라 적절하게 정하여야 하며, 이러한 점을 고려할때 1지의 면적은 150 m^2 정도가 한도라고 생각된다.

4. 여과지의 형상은 직사각형이 원형이나 부채꼴형보다 건설측면에서 유리하고 유지관리면에서도 문제가 적으므로 이를 표준으로 한다. 단, 장축비가 너무 크게되면 지내로의 수류의 균일성이 확보되기 어려워지므로 대개 5:1 이하를 목표로 하는 것이 바람직하다.

6.4 여과유량조절

급속여과지에는 여과유량을 조절하는 기구를 구비하여야 한다.

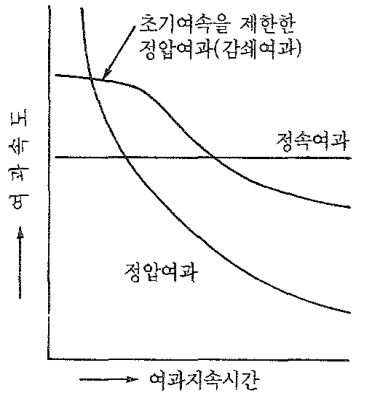
【해설】

어떤 형태의 여과지이든 급속여과지에서는 여과유량을 조절하는 기구를 구비하지 않으면 안된다.

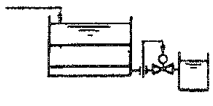
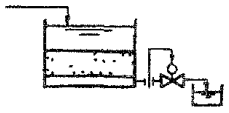
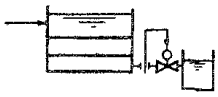
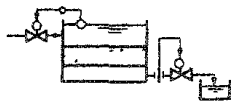
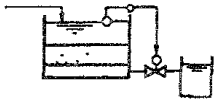
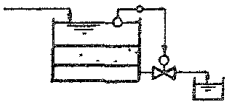
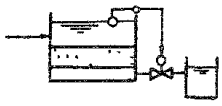
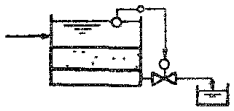
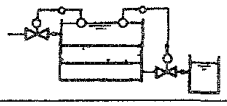
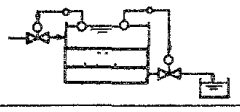
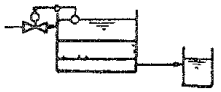
여과를 지속하면 여층에 탁질이 억류됨에 따라 여층내의 유로단면적은 감소하고 투수성이 낮아진다 따라서, 여층의 상류측수위와 하류측수위, 즉 여층에 걸리는 압력차가 일정하면 여층의 폐쇄에 따라 여과유량은 서서히 감소한다. 이를 정압여과라 한다.

이에 반해, 폐쇄가 진행됨에 따라 상류측 수위를 높이거나 또는 하류측 유량제어계의 저항을 낮추어서(밸브를 엶) 여층에 걸리는 압력차를 증가시키면 여과수량의 감소를 보충할 수 있어 일정한 여과유량을 유지할 수 있다 이 방식을 정속여과라 한다.

시간 경과에 따른 여과유량의 변화를 정속여과, 정압여과의 양 방식으로 표시하면 그림



<그림 5.20> 여과속도와 시간변화

조절방식		유입법	유출법	
			비캐스케이드	캐스케이드
정속여과법	유량제어형	캐스케이드		
		비캐스케이드		
		수위제어		
	수위제어형	캐스케이드		
		비캐스케이드		
		수위제어		
	자연평형형	캐스케이드		
감쇄여과법		비캐스케이드		
		수위제어		

주) 캐스케이드 방식이라는 것은 낙하방식으로, 유입 혹은 유출측이 수면과 떨어져 있는 방식을 말한다.

<그림 5.21> 유량조절방식과 유출입 방식

5.20과 같다. 그러나 상한을 정하지 않은 정압여과에서는 수량관리상에 지장이 있으므로 여과속도의 상한을 어느 한도로 억제하고 어느 정도의 여과속도로 저하할 때까지 여과를 지속하는 감쇄여과방식으로 정압여과가 운용된다.

일반적으로 광범위하게 사용되고 있는 것은 정속여과이다. 정속여과의 제어에는 유량제어형, 수위제어형 및 자연평형형 세가지 방식이 있다.(그림 5 21 참조)

유량제어방식은 여과수류 출구측에 계량장치와 유량조절장치를 설치하며 여과초기에는 조절장치가 큰 손실수두를 발생시켜 여과유량을 제어한다 여과가 진행됨에 따라 여층의 폐쇄가 진행되어 여층내 손실수두가 증가한 만큼 밸브를 열어, 조절장치에서의 손실수두를 감소시키는 것으로 여과유량을 일정하게 유지한다. 이 방법은 여과모래면에서 유입거 수위까지의 고저차를 비교적 작게 하는 것이 가능하다는 장점을 갖는 반면, 장치가 비교적 복잡하고 높은 손실수두시에 부압발생에 의한 수질악화를 초

래할 가능성이 있는 등의 단점이 있다.

수위제어방식은 여과지의 수위를 검지하고 그 신호를 유량조절기에 전달하여 정속여과를 유지하는 것이다 비교적 얕은 사면 위의 수심으로 하는 것은 가능하나 기구가 복잡해진다.

자연평형형방식은 유출측에서 사면보다 높은 위치에 위어를 설치하여 여과지 자체의 사면상의 수심이 서서히 높아질 때 여층의 폐쇄에 따른 통수량의 감소를 방지하여 일정한 여과유량을 얻는 방법이다. 사면상의 수심이 설정치에 도달하면 여과를 정지하고 세척을 하므로 사면상의 수심을 크게 하면 여과지속시간이 길어진다 이 방식은 유출측의 여과속도 조절없이 정속여과가 가능하다는 것, 여층내에 부압 발생의 위험이 작아진다는 등의 장점을 갖고 있으나 여과지가 깊어지는 단점을 갖고 있다.

한편, 정압여과에서는 여과속도가 저하하고 소요 수량을 얻을 수 없게 될 때까지의 시간을 길게하기 위해서는 여층, 하부집수장치, 유출측 배관 등에서의 저항을 작게 하여야 한다 그러나 이것을 너무 작게하면 초기의 여과속도가 너무 커져서 탁질의 누출이 생기기 쉽게 되며 여과유량이 급격하게 변동하므로 유량관리가 어려워진다. 이 때문에 일반적으로 유출부에 고정된 조절부를 설치해 여과속도의 상한을 어느 한도로 억제한다. 감쇄여과방식은 정압여과의 전형적인 방법이다.

감쇄여과방식은 다수의 여과지를 갖는 경우에만 적용할 수 있다 여과지에서의 유입수량을 그대로 여과하므로 여층의 저항에 의해 여과유량이 감소된다. 정압여과로 해도 여과수량이 감소하면 지내 수위는 자연히 상승한다 여과속도가 저하하여 수위가 일정정도 이상으로 상승할 경우에는 여과지를 세척하여 전체 여과능력을 회복시켜 수위를 저하시킨다.

이 방식은 구조가 단순하고, 필요한 수두가 작으며, 여층의 폐쇄에 따라 자연적으로 유량이 감소되므로 탁질의 누출위험이 작다는 것 등의 장점이 있다.

그러나, 여과지수가 작은 경우는 여과속도의 감쇄에 따라 유량관리가 어렵고 여과지의 휴지와 복귀에 따른 여과속도 등의 변동과 수위변동이 크게 된다는 단점도 있다.

유량조절기구는 계량 및 유량조절장치로 이루어지며 통상 전자에는 전자유량계, 차압식유량계, 후자에는 버터플라이밸브가 사용되고 있다.

6.5 여과속도

여과속도는 120~150m/일을 표준으로 한다.

【해설】

효율적인 여과를 위한 여과속도는 유입수의 수질, 여층구성, 여과지속시간 등을 고려하여 결정하는 것이 적절하다.

여기서, 여과속도를 120~150 m/일로 한 것은 이 기준에서 나타내고 있는 정도의 응집·침전처리, 여과사의 형질 및 여과사층구성을 하는 경우 안정한 여과수와 유지관리상에서 필요한 여과지속시간을 얻기 위한 여러 가지 실험값에서 일반적으로 이 정도의 여과속도가 적당하다고 생각되기 때문이다.

그러나 여층이 유효경이 큰 여재로 여층의 두께가 깊게 구성된 경우에는 여과속도를 이 이상으로 할 수 있다. 응집·침전처리가 특히 양호한 경우는 이를 초과하는 여과속도를 적용하는 것도 가능하나 그런 경우에는 실제의 원수를 사용해 적용하고자 하는 정수 프로세스를 충분히 고려한 후에 실험하여 결정하는 것이 안전하며 적절하다.

6.6 여층의 두께 및 여재

급속여과지의 여과층의 두께 및 여과재는 다음 각 항에 의하여야 한다.

1. 사층 두께는 60~120cm의 범위로 한다.

2. 여과사의 품질은 다음에 의한다.

(1) 여과사는 석영질이 많은 견고하고 균일한 모래로서 편평하거나 약한 모래와 먼지 또는 점토 등의 불순물이 적은 것이라야 한다.

(2) 여과사의 유효경은 0 45~1.0mm의 범위내에 있어야 한다.

(3) 여과사의 균등계수는 1.7이하로 한다.

(4) 신규로 투입하는 여과사의 세척탁도는 30도 이하여야 한다.

(5) 신규로 투입하는 여과사의 강열 감량은 0.7% 이내라야 한다.

(6) 신규로 투입하는 여과사의 염산가용율은 3.5% 이내라야 한다

(7) 여과사의 비중은 2 55~2.65의 범위에 있어야 한다.

(8) 여과사의 마모율은 3% 이내라야 한다.

(9) 여과사의 최대경은 2mm 이내라야 하고 최소경은 0.3mm 이상이라야 하며 부득이한 경우에도 최대경을 초과하거나 또는 최소경에 미달하는 것이 1% 이하여야 한다

【해설】

1. 플록의 질을 일정한 것으로 가정하였을 때 플록의 여과층으로의 침입심도 즉 여과층의 필요 두께는 여재경과 여과속도에 비례한다.

그러므로 역세척에 의하여 약하게 성층된 실제의 여과지에서는 여과재의 입도가 클 때, 균등계수가 작을때 또는 여과속도가 빠를 때는 플록이 내부까지 침입하므로 다량의 탁질을 억류시킬 수 있는 반면 여과층두께를 깊게 하여야 한다 입도와 여과속도 등의 조건이 동일하면 여과사층두께를 줄일수록 여과수에 탁질이 누출되는 시간이 빨라진다

또 탁질이 억류되는 정도는 플록의 성질이나 수온의 영향이 크므로 여과층의 엄밀한 필요두께는 실제 사용할 원수의 탁도 변동폭의 범위내에서 계획된 전처리조건에 따라 실험에 의하여 구하는 것이 바람직하다.

그러나 종래부터 사용된 표준적 정수방법의 여과지에서는 여과지속시간과 여과효과를 고려한 경제적 면과 여과사층으로의 탁질침입정도로 보아 경험상 대개 60~70cm의 여과사층두께가 적당한 것으로 생각된다.

최근에는 여과사의 유효경을 1.0mm까지 크게하고 여과층두께를 120cm까지 두껍게 하는 방식도 사용되고 있다.

또 여과지가 깊어져도 여과속도를 빠르게 하고 입도가 큰 모래를 사용하며 여과층심부까지 여과억류를 기대하는 경우와 여과지속시간을 길게 하고자 하는 경우 및 안전에 대한 여유를 크게 하고자 할 경우 등 특별한 목적이 있을 경우에는 여과층을 두껍게 설계하는 방법을 취할때가 있다. 반대로 표층에서의 탁질저지율을 높게 하고자 여과속도를 줄이고 세립자의 여과재를 사용하는 대신에 세척회수를 늘리는 방식을 채택할 경우에는 여과지 유입수의 수질이 항상 양호하여야 하며 여과사층의 두께를 표준보다 얇게 할 수 있다.

2. 여과사의 품질은 다음 항목에 알맞아야 한다.

(1) 여과의 기능을 유지하고 빈번한 세척에 견딜 수 있도록 할 필요에서 여과재는 석영질이 많고 견고하고 균일하여야 하며 편평한 모래, 약한 모래, 불순물 등이 많이 혼입되면 안된다

(2) 여러 가지 입경의 입자의 혼합체인 모래의 입경을 표시하는 방법으로는 여러 가지가 있으나 여기에서는 상수도에 관용적으로 사용되는 유효경으로 표시한다.

세립자의 여과사를 사용할수록 플록의 저지율은 높고 표면여과의 경향이 되므로 억류탁질량이 적고 머드볼(mud ball)이 생성하기 쉬우며 손실수두가 빨리 증가하는 등의 단점이 있으나 역세척유속이 적어도 되고 여과사층의 두께를

줄일 수 있는 등의 잇점이 있다.

반대로 큰 입경의 여과사를 사용한 경우에는 내부여과의 경향이 커지므로 여과사층을 두껍게 하고 모래의 균등계수를 적게 하며 역세척 속도를 높이고 공기세척을 병용하는 등으로 손실수두의 증가를 억제하고 여과 지속시간을 길게 하며 여과속도를 높게 할 수가 있다.

여과층두께가 60~70cm인 보통의 급속여과지에서는 저지율, 여과지속시간, 역세척 유속 및 광범위한 원수 수질변화 등에 대응하는 관점에서 유효경 0.6~0.7mm의 모래가 널리 사용된다.

또한 최근에는 여과층 두께를 120cm 까지 두껍게 하며 이때는 유효경 1.0mm 까지 크게 한다.

(3) 모래의 입도가적곡선으로서 60% 통과경과 10% 통과경과의 비를 균등계수라 하며 입경분포의 균일 정도를 나타내는 지표이다.

자연에 존재하는 모래의 균등계수는 대체로 1.5~3.0의 범위내에 있으나 이들을 그대로 여과재로 하면 조사의 간격에 세사가 들어가서 세밀충진상태가 되어 여과의 탁질저지율이 극히 높아지는 반면 손실수두가 너무 커져서 빨리 폐쇄되므로 충분한 여과지속시간을 유지할 수 없고, 역세척중에 여과층 상층의 모래와 하층의 모래가 혼합되어 세척되므로 세척정지등에 조립의 모래는 침강속도가 빨라서 하층에 모이고 세립자는 상층에 모이는 경향이 있다

균등계수가 큰 모래에서는 표층의 세사와 하층의 조사의 분리가 더 한층 커짐과 동시에 세밀충진의 경향을 나타낸다. 그러므로 여과층표면에서의 고저지율이 나타나는 것을 완화하고 여과층내부에 높은 탁질억류능력을 갖게 하기 위하여는 여과사의 입경의 균일도를 높일 필요가 있다. 그래서 균등계수의 상한을 1 7로 정한다.

균등계수는 1에 가까울 수록 입경이 균일하고 여과층의 공극률이 커지며 탁질의 억류가능량도 증가한다. 그러나 균등계수가 적어질 수록 원사에서 얻을 수 있는 여과사의 양은 적어지고 균등계수가 1.3 이하가 되면 그 가격이 너무 높아지므로 유효경 0 6~0.7mm에서 1 3~1 6 정도의 균등계수가 채택되고 있다.

(4) 신규 여과사의 세척탁도를 30도 이하로 정한 것이나 다만 가공한 망간사의 경우에는 이 항을 적용하지 않는다

(5) 여과사는 될수록 불순물이 적은 양질의 것이 바람직하며 유기성 불순물이나 석탄입자, 석탄석, 조개껍질 등의 혼잡물의 혼입의 상한을 비교적 간단하게 시험할 수 있는 강열감량 0 7% 이하로 정하였다.

(6) 전항과 같이 혼잡물의 혼입한도를 염산가용률 3.5% 이하로 정한 것이다

(7) 천연규사의 비중은 2.6 전후에서는 큰 차이가 없으나 비중이 다른 모래나 광물이 혼합되어 있으면 역세척을 반복함에 따라서 설계상태와 다른 여과층구성이 되기 쉬우므로 여과사의 비중의 범위를 2.55~2 65로 한정한 것이다.

(8) 세척을 반복함에 따라 여과사가 파쇄마모되어 세척배출수중에 유출되고 여과층의 입도구성이나 여과재층이 설계상태와 차이가 커지는 것을 방지하기 위하여 여과사의 마모율을 3% 이하로 정한것이다.

(9) 역세척을 반복함에 따라 표층에는 작은 입자의 모래가 많고 하층에는 조립자의 모래가 많아진다 여과사의 유효경과 균등계수만으로는 입도분포중 10%경 이하와 60%경 이상의 분포에 관한 한계가 없으므로 분급의 경향이 극단적으로 커지는 것을 피하기 위하여 입경의 상하한으로 0 3~2 0mm를 정하였다. 실제로 0 3mm 이하의 모래는 표층을 빨리 폐쇄시키고 급속여과에는 알맞지 않다. 또 2mm 이상의 모래는 통상의 깊이의 여과층에서는 여과효과에 기여되지 않는다. 또 여과지에 여과재를 투입함에 있어서는 투입후 팽창률 30%를 초과하지 않는 역세척을 2~3회 반복하여 표층에 모이는 극히 작고 가벼운 성분이나 점토 등 수 cm를 주의깊게 삭취하여야 한다

6.7 자갈층의 두께 및 여과자갈

급속여과지의 자갈층 두께 및 여과자갈은 다음 각 항에 적합하여야 한다

1. 여과자갈은 그 형상이 구형에 가깝고 경질, 청정하며 질이 균등한 것이 좋고 먼지나 점토질 등의 불순물을 포함하지 않아야 한다.

2. 여과자갈의 입경과 자갈층의 두께는 하부 집수장치에 적합하도록 결정하여야 한다.

3. 여과자갈은 조립자의 것을 하층에, 세립자의 것을 상층에 배치하는 것을 표준으로 하며 입도 순서대로 깔아야 한다.

【해설】

1. 자갈층은 여과층을 지지하며 세척면으로 보아 경질구형의 것이 좋다.

2. 자갈층의 표준적인 구성은 표 5.10과 같다

3. 자갈층은 모래층을 지지하는 것이 목적이며 자갈층중에 여과사가 침입하지 않도록 상부에 세립 자갈을 깔고 하층에 갈수록 조립자의 자갈로 하여 성층시키는 것을 기준으로 한다.

6.8 수심 및 여유고

급속여과지의 수심 및 여유고는 다음 각 항에 적합하여야 한다.

1. 여과지 사면상의 수심은 여과중에 부압을 발생시키지 않도록 1m 이상으로 해야 한다

2. 고수위로부터 여과지 가장 높은 곳까지의 여유고는 30cm 정도로 하여야 한다

【해설】

1 현탁물질이 여과재의 간극내에 억류되고 여과재입자간의 수로가 폐쇄되면 손실수두가 증가하여 여과층내의 수압이 점차 저하되어 간다. 이 관계를 단층여과층에 대하여 모식적으로 도시한 것이 그림 5 22이다.

그림에서 직선 ① : 여과지에 물을 만수시키면 직선의 수압분포를 얻을 수 있다.

절선 ② . 여과를 시작한 직후에는 여과층 및 자갈층의 저항에 따른 수압분포를 표시한다

곡선 ③ 여과를 계속하여 여과층내에 현탁물질의 억류가 진행하면 여과층에 의한 손실수두가 크게 된다. 여과층 내에서의 현탁물질의 억류분포는 약품주입량, 플록의 크기 및 강도,

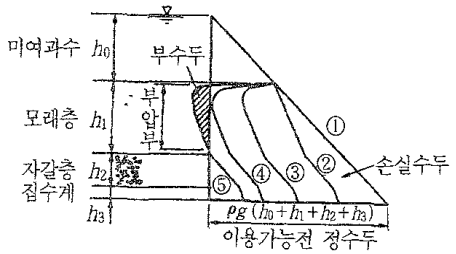
<표 5.10> 자갈층의 표준적 구성

하부집수장치	최소경 (mm)	최대경 (mm)	층수	전층두께 (mm)	여층구성의 예
스트레이터형 및 휠라(wheeler ball)형	2	50	4층 이상	300~500	(4층인 경우) 1층 입경 2~5mm 두께 100mm 2층 입경 5~10mm 두께 100mm 3층 입경 10~15mm 두께 100mm 4층 입경 15~30mm 두께 150mm
유공관형	2	25	4층 이상	500	(4층인 경우) 1층 입경 2~5mm 두께 100mm 2층 입경 5~9mm 두께 100mm 3층 입경 9~16mm 두께 150mm 4층 입경 16~25mm 두께 150mm
유공 블록형	2	20	4층	200	(4층인 경우) 1층 입경 2~3.5mm 두께 50mm 2층 입경 3.5~7mm 두께 50mm 3층 입경 7~13mm 두께 50mm 4층 입경 13~20mm 두께 50mm

여과재의 입경 및 균등계수, 여과속도 및 여과층두께와 기타 요인에 의하여 차이가 있으나 주로 표층부에 많은 현탁물질을 억류시키는 방식으로 하는 때가 많다 그러므로 표층부에서의 손실수두가 기타 부분에 비하여 현저하게 크다.

곡선 ④ · 총손실수두가 크게되어 이용가능한 총수두의 대부분이 소모된 상태에서 통수능력면에서 여과를 정지하지 않으면 안될 상태에 있다. 실제 급속여과지에서는 총손실수두를 1~2m 정도로하여 여과를 하고 있는 경우가 많다

곡선 ⑤ · 여과지 전체의 압력차가 통수능력을 유지할 수 있는 경우에도 폐색이 많이 일어난 여과층부분에서 국부적으로 대기압보다 얕은 부분이 발생하는 때가 있다 이와같은 국부적 부압현상은 현탁물질의 억류가 여과층표면에 집중하는 경우나, 사면상 수심이 과소한 경우에 발생하기 쉽다.



<그림 5.22> 여층내의 수압분포

부압수두가 여과지내에 발생하면 그로 인하여 수중의 용존가스가 유리되고 이들이 여과층중에 집적하여 기포를 발생한다. 이와같은 상태가 되면 통수면적이 감소하고 여과능력도 감소하거나 다른 부분에 과부하를 일으키게 한다. 그리하여 일반적으로 급속여과지의 수심을 1~1 5m로 하는 경우가 많다.

단층여과층에서 여과속도를 크게 하는 경우나 여과지속시간을 길게 하고자 할 때는 부압수두의 발생을 피하기 위해 큰 수심을 필요로 한다.

한편 내부여과의 경향이 강하여 손실수두의 발달이 지연되는 경우나 또는 소정의 손실수두에 미달한 상태에서 빈번히 세척하는 경우에 부압수두의 발생이 없는 것이 확인되면 수심을 표준보다 얕게 할 수가 있다. 또 여과속도의 제어는 유출측에서 행하는 방식이 일반적이나 유입측에서 제어하는 방식도 사용된다.

유입측에서 제어하는 방식에는 각 여과지로 유입량을 균등히 배분하는 방식과 각 여과지의 유입구가 연결되어 여과지 상호 유입량이 융통성을 갖도록 만들어진 방식이 있다

이 중 각 여과지로의 유입량을 균등하게 배분하는 방식을 채택할 경우에는 사면상 수심의 최대한도가 여과지속시간을 규정하는 것이 되므로 사면상 수심은 일반적으로 유출측제어시보다 더 깊게 할 필요가 있다 또한 시설의 개선 등에도 대처할 수 있도록 사면상 수심은 여유를 두는 것이 바람직하다.

2 급속여과지에서는 일반적으로 약품침전지에서 월류관을 설치하므로 월류관을 설치하지 않는 것이 보통이다. 또한, 수면변동의 흡수를 고려해서 고수위로부터 여과지 상부까지의 여유높이를 30 cm 정도로 해야 한다.

6.9 하부집수장치

하부집수장치는 균등하고 유효한 여과와 세척이 가능한 구조로 하여야 한다

【해설】

여과지에는 여과재의 지지, 여과수의 집수 및 역세척수의 균등배분 등의 기능을 함께 가진 하부집수장치를 설치한다. 적절한 하부집수장치의 선정에는 여과지 세척방식을 고려하여야 하며, 공기세척방식을 병용하는 경우에는 이에 맞는 하부집수장치를 선정하여야 한다 하부집수장치를 통과하는 역세척시의 유량은 여과시의 수배에 달한다. 그러므로 수리적으로 역세척시의 유량배분이 균일하게 되는 조건을 만족시키면 여과수의 집수시 균일성은 충분히 달성될 수 있다.

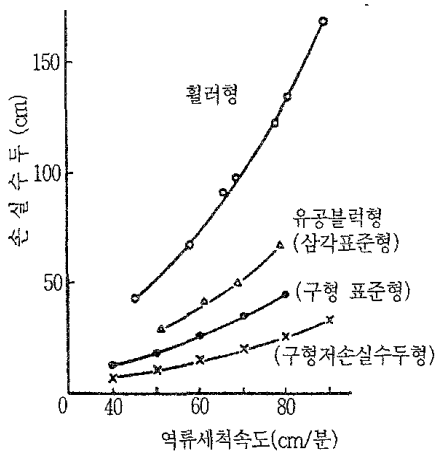
그러므로 집수장치는 물의 수송과정에 있어서는 단면을 충분히 유지함으로써 수두손실을 적게 하고 수압의 평면적인 균일화를 도모하며 물의 분배과정에 있어서는 통수공경(**通水孔徑**)을 줄이고 통수저항을 어느 정도 크게 함으로써 평면적인 균일한 유출입을 도모하도록 설계된다.

세척이 평면적으로 균일하지 않으면 여과시 세척부분으로만 물이 통과하게 되며 여과속도가 매우 빠른 부분이 생기고, 세척이 불충분한 부분에서는 여과층의 부분적 폐쇄가 서서히 발생한다. 따라서 세척의 균일성 확보는 여과지의 기능을 계속하기 위해 중요하다

하부집수장치로는 손실수두와 단면이 작은 것이 경제적이므로 이러한 값을 가능한 한 작게 하고, 거기에 수류분포(**水流分布**)의 균일성을 얻기위한 연구가 이루어져야 하며 다음에 표시된 것과 같은 다양한 형태의 장치가 이용되고 있다.

그러나 한편 작은 수두손실로서 균등분포를 확보할 수 있는 하부집수장치일수록 장치로서는 우수하지만 통수저항이 작으므로 반대로 여과수거(**濾過水渠**)등 유출측에서의 수위변동이 여과지내에 전달되어 여과조건을 교란시키기가 쉽다. 그러므로 손실수두가 적은 하부집수장치를 채택하는 경우에는 하류측에서 수리적으로 연속되지 않도록 여과수거등 유출측 수위변동이 작은 구조로 하는 것이 필요하다

수리적 조건이외에는 하부집수장치는 내식, 내구 및 내압성이 큰 재질로 만들어져 저판에 견고히 고정될 필요가 있다. 하부집수장치가 파손되면 세척이 불균등하게 되어 모래가 압력실을 통과하여 여과수거까지 유출하고 여러 가지 문제점 발생의 원인이 된다 또 여과상(**濾過床**)하부의 장치로서 검사, 수리가 쉽지 않으므로 신뢰성이 높은 것을 사용하여야 한다. 즉 장치는 상시 수류에 노출되고 또 세척시에는 염소와 접촉되므로 내식성이 큰 것이라야 한다. 또 여과재의 중량에 견뎌야 하고 세척시에는 급격한



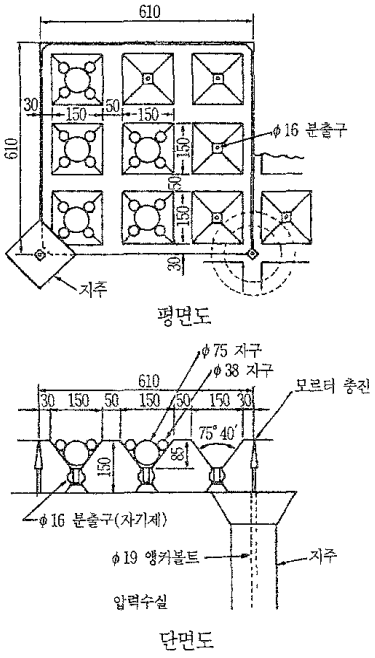
<그림 5.23> 하부집수장치의 손실수두 실측예

수압에 견딜 수 있는 역학적 강도를 가지고 있어야 한다 또 하부집수장치의 손실수두는 개구부의 면적, 유속 및 형상계수에 의해서 결정된다. (그림 5.23 참조)

이하는 구체적인 하부집수장치에 대해 그 요건과 해설을 서술한 것이다.

1. 휠러형(wheeler ball type)

그림 5.24에 표시된 바와 같이 여과지 바닥판상에 지주를 설치하고 그 위에 콘크리트 성형품



<그림 5.24> 휠러형 하부집수장치

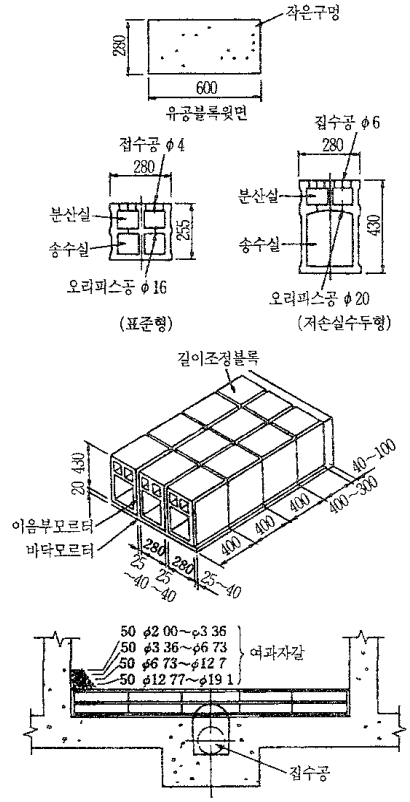
을 고결시킨 것이 많고 성형품과 저판의 사이에는 압력수실이 된다. 성형품의 상면은 도각추형의 요부가 있다 그 중에 대소 5개 또는 14개의 자구를 놓은 것이다.

도각추형(倒角錐形)의 중심간격은 지금까지의 경험으로 20~30cm 정도가 적당하다. 중앙부의 분출구의 총단면적은 여과면적의 0 25~0.4% 정도가 좋다. 도각추형부에 들어가는 구는 질이 견고하고 정확한 형태라야 한다. 보통 잘 소성된 경질자구가 사용된다. 판을 지대상에 거치할 때는 세척수압에 의해서 부상되는 일이 없도록 볼트, 너트에 충분히 정착함과 동시에 이음에는 모르터이음으로하여 누수가 없도록 하여야 한다 압력수실에는 검사 등을 위하여 충분한 크기의 맨홀을 설치하여야 한다.

압력수실의 세척관을 연결할 때는 세척수가 균등하게 압력수실에 충분히 분포되도록 고려하여야 한다 이와 같은 사항이 이행되지 않으면 세척수의 수류가 부딪치는 부분에서는 속도수두가 압력수두로 변화하여 그 부분의 여과상에 특히 많은 물이 올라와서 세척의 불균형을 일으킬 뿐더러 급격한 역세척 수압에 의하여 여과자갈이 떠 올라서 여과상을 손상시키는 일이 발생할 수 있다.

2. 유공블록형

바닥판상에 분산실과 송수실을 갖는 성형블록을 병렬 연결한 것으로 블록의 표준성형 및 매설상황은 그림 5.25에 표시된 바와 같다 이 형은 오리피스공을 통과한 이단구조에 의한 균압효과와 블록상면에 배열된 다수의 집수공에 의하여 평면적으로 균등한 여과와 역세척 효과를 기대하는 것으로 휠러형에 비해 시공이 쉽고 구조물의 깊이를 줄일 수 있으며 평면적으로 균등하게 만들기가 쉬운 장점이 있다. 송수실 단면의 크기가 클수록 물 수송과정에서의 균등압력이 유지되므로 집수공의 공경(孔徑)을 크게 하여도 물 분산의 평면적 균일성을 유지할 수가 있어 결과적으로 하부집수장치에 있어서의 손실수두를 감소시킬 수 있다



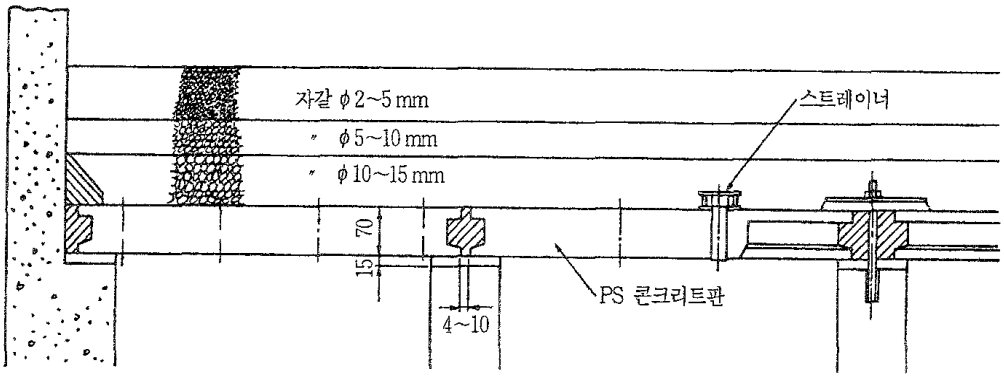
<그림 5.25> 유공블럭형 하부집수장치

유공블록의 재질은 내식성, 내구성 및 내압성이 큰 것으로 형상은 변형이 없는 것이라야 한다 도자기로 만든 경우에는 성형시의 불량품이나 시공시의 파손에 주의할 필요가 있다. 또 여과지의 중앙이나 관 외곽측에는 집수거를 설치하여 블록과의 사이에 물이 유출입을 하게 하고 그 단면적은 여과면적의 1% 이상(역세척속도 0.6m/분일때)으로 한다.

보통 사용되는 것의 개구비(집수공 총면적에 대한 비)는 0.6~1.4%이다

블록의 포설길이가 너무 길면 위치에 의한 압력의 불균형이 크기 때문에 일반적으로는 5m 정도가 한도라고 생각된다.

또한, 역세척시에는 블록의 일부에 상향력이 작용하기 때문에 적당한 간격으로 앵커(anchor)를 설치해 고정해야 하며 블록사이는 누수되지 않도록 시공해야 한다.



<그림 5.26> 스트레이너형 하부집수장치

3. 스트레이너형

저판상에 매설된 관 또는 지지판에 스트레이너를 붙여서 이를 통과하여 물이 유출, 유입되게끔 하는 것으로 이 표준형상 및 매설상황은 그림 5.26에 표시한 바와 같다. 관과 연결할 때는 관과 물이 유출입하는 집수거를 여과지 중앙에 설치한다. 관은 내구성의 것으로서 관 설치에 있어서 스트레이너의 최하공의 근처까지 콘크리트를 충전하여 물이 정체하는 부분을 없앰과 동시에 스트레이너가 관에서 떨어지지 않도록 충분히 고정하여 둘 필요가 있다. (그림 5.26 참조)

스트레이너의 간격은 너무 넓으면 균등한 여과와 세척이 되지 않는다. 또 너무 좁으면 비경제적이 된다. 지금까지의 경험으로 보면 10~20cm가 적당하다. 그리고 스트레이너 상부의 높이가 동일하도록 설치하는 것이 필요하다.

스트레이너 설치에 필요한 단의 총 단면적은 여과면적의 0.25~1.0%로 하면 역세척시에 적당하고 균등한 역세척속도를 얻을 수가 있다. 이보다 크면 균등한 세척을 할 수가 없다. 또 이보다 작으면 균등한 역세척은 할 수 있으나 손실수두가 너무 크게 되어 역세척 수압이 필요 이상으로 커져야 하므로 비경제적이다.

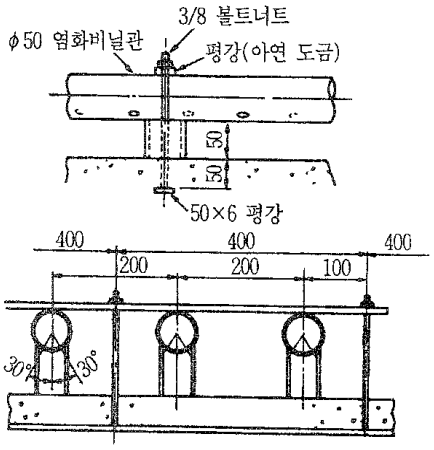
스트레이너 장치가 잘 되게 하기 위하여서는 스트레이너의 부식과 폐색을 방지하여야 한다. 부식방지에는 내식성이 강한 금속이나 합성수지재료를 사용하고 스트레이너 슬릿의 폭은 0.25~0.75mm로 하는 것이 적당하다. 폐쇄방지에는 스트레이너 슬릿의 크기에 맞는 자갈의 직경과 자갈층의 두께를 유지함으로써 또는 여과시의 과대한 여과속도를 피함으로써 세립자의 탈락을 예방하고 또 스트레이너의 형상치수를 모래가 탈락하여도 폐쇄되지 않는 것을 선택하는 것이 좋다.

4. 유공관형

통수공을 개방한 관을 공(孔)이 하향이 되도록 저판상에 지대를 설치하여 매설하는 것으로 그림 5.27에 표시한 것과 같은 것이다. 사용하는 관은 내식성, 내구성 및 내압성이 큰 재질로 만들어진 것으로 소공은 구경, 각도가 균등하게 개방된 것이라야 한다.

집수지관(集水支管)의 간격은 30cm 이하로 하고 그 길이는 관경의 60배 이하로 한다. 관경에 비하여 관길이가 너무 길면 역세척시에 관내수압이 불균형하게 되어 균등한 세척이 어렵게 된다. 소공의 경은 6~12mm 정도가 적당하고, 소공의 간격은(소공의 총단면적, 소공의 경 및 집수지관의 간격과 상관적인 것이나) 대개 7.5~20cm 정도로 하고 버싱(bushing)을 붙인다. 단 경질염화비닐관을 사용할 때는 버싱이 없어도 된다.

소공의 총단면적은 여과면적의 0.2% 정도 또는 지관의 총 단면적의 20~50% 정도가 좋으며, 본관 단면적은 지관의 총 단면적의 1.75~2.0배 정도로 하는 것이 좋다. 지관과 본관이 너무 소구경일 때는 역세척시의 손실수두가 불균형하게 되어 균등한 세척을 할 수 없게 되며



<그림 5.27> 유공관형 하부집수 장치(단위:mm)

대구경일 때는 비경제적이 된다.

유공관형은 세척시에 관이 진동하기 쉬우므로 지대에 충분히 정착하여야 한다. 소공을 하부로 향하여 경사지게 개방하면 세척수가 일단 상판에 부딪쳐서 잘 확산되고 자갈층에 충격을 주는 일이 적고 또 모래입자 등으로 소공이 막히는 위험이 적은 이점이 있다.

이 형에서 지관 말단이 폐색되면 그 부근에서는 속도수두가 압력수두로 변화하므로 그 부분에서는 세척수가 타부분보다 잘 분출하는 경향이 있다. 이와같은 현상이 일어나지 않도록 하기 위하여는 집수관말단이 생기지 않도록 상호연결하여 역세척시의 집수관내의 압력분포를 될 수록 균등하게 하는 것도 좋은 방법이다.

5. 다공판형

직경이 수 mm의 입상물을 성형한 판으로 저판상에 지벽(支壁)을 설치하여 압력실로 하고 지벽상에 다공판을 붙여서 집수장치로 하는 것으로 다공판에서 요구되는 성질은 통수성의 지속력과 역학적 강도이다.

통수성능으로서는 통기율 55m^3/m^2/분(지주 50mm의 공기압차 20℃에서), 공극률 34~38% 정도가 필요하다. 여과재중에서 세립 모래의 탈락에 의한 폐색을 예방하기 위하여는 무리한 여과나 불균일한 세척을 피하여야 한다. 화학적 폐색을 방지하기 위하여는 재질의 내식성이 요구된다. 또 상부하중이나(판의 폐쇄에 기인함) 역세척수압에 의하여 판에 균열이 생기면 큰 피해를 가져오므로 역학적으로 충분한 강도가 필요하다.

이들 요건을 만족하는 것으로서 현시점으로서는 장경 3mm 정도의 용융알루미나를 우각으로 깍아서 동그랗게 만든 것을 소결한 판이 사용된다

또 다공판 상호의 이음은 다공판 상호를 연결하여 수류의 자유로운 유통이나 여과재의 탈락을 영속적으로 방지하여야 한다. 또 세척시에 부상되는 일이 없도록 저판에 견고히 정착하여야 한다

다공판의 장점은 일반적으로 자갈층을 생략할 수 있으므로 구조물의 깊이를 엷게 할 수 있는 것이나 판의 가격이 다른 것에 비하여 고가이다

6.10 세척방식

> 여과층의 세척은 역류세척과 표면세척을 합한 방식을 표준으로 하고 여과층이 유효하게 세척되는 것이어야 하며, 필요에 의해 공기세척을 조합할 수 있다.

【해설】

세척의 좋고 나쁨은 여과효과에 큰 영향을 미치므로 세척은 균등하고 유효하게 행해지는 방식을 선택하지 않으면 안된다. 균등하고 유효한 세척이란 여과층표면 전역 및 여과층깊이에 있어서 될 수록 청정한 여과재를 유지하는 것이다.

세척방식을 결정하는 경우 세척배출수가 청정하더라도 반드시 세척효과가 좋다고는 할 수 없으며 일년에 1회는 세척 전후의 여과층에서 채취한 여과재에 관하여 탁질량을 측정하고 오염도를 비교하여 판정하는 것이 필요하다.

세척효과가 불충분할 때는 여과지속시간의 감소, 여과수질의 악화, 머드볼(mud ball)의 발

생외에 여과층의 균열, 여과층표면의 불균일, 측벽과 여과층간에 간극이 생기는 등 여러가지 장해 요인이 되므로 주의하여야 된다.

세척 즉 여과층에 역류되어있는 탁질을 제거하는 데는 두가지 방법이 있다.

첫번째 방법은 표면세척과 역세척을 조합한 표준적인 방법으로 여과층표면의 탁질을 수류에 의한 전단력으로서 파괴하고 다음에 여과층을 유동상태가 될 때까지 세척속도를 높여 여과재 상호간의 충돌, 마찰이나 수류에 의한 전단력으로 부착 탁질을 떨어뜨려 여과층에서 배출시키는 방법이다.

두번째 방법은 공기세척과 역세척을 조합한 방법으로서 상승 기포의 미진동에 의하여 부착 탁질을 떨어뜨린 다음에 비교적 저속도의 역세척 속도로 여과층으로부터 배출시키는 방법이다.

어느방법을 선택하는가는 원수의 수질, 전처리의 정도, 여과층의 입도구성 및 두께등에 의해서 결정된다. 여과층에서의 탁질억류 분포상태를 잘 파악한 다음에 신중히 판단하는 것이 필요하다.

여과층내에서의 탁질억류분포가 표층부에 극단적으로 많은 여과방식에는 표면세척과 역세척을 조합한 표준적인 세척방식을 사용하는 것이 좋다.

공기세척을 채택하는데 있어서는 공기압력, 공기량 및 공기를 여과층 전체에 균등하게 분산시키기 위한 장치, 역세척과 시간적 조합등이 세척효과에 크게 영향을 주므로 충분히 연구검토하여야 한다.

또 공기압축기의 기종에 따라서는 상당한 소음을 발생하는 일이 있으므로 주변환경에도 충분히 주의를 기울여야한다.

1. 표면세척

표면세척은 여과층표면부에 억류된 탁질을 강한 수류의 전단력으로 파쇄할 수 있어야 한다.

원수수질, 전처리의 정도 및 여과층구성 등으로 정해지는 여과방식으로 표층부에 탁질이 심하게 많은 억류분포상태에서는 역세척만으로서는 충분한 세척효과를 기하기가 어렵다. 즉 역세척만으로는 여과층 표면부에 탁질이 남고 세척효과가 나쁘며 오랫동안 여과층표면의 여과재에 진흙과 같은 물질이 축적되어 여과층의 탁질억류용량을 감소시킬 뿐만아니라 결국은 머드볼이 형성되는 일이있다 이와같은 결점을 보완하기 위하여 역세척외에 표면세척을 병용하지 않으면 충분한 세척효과를 얻을수없다.

표면세척은 여과층표층부에 압력수를 고속으로 분사시키고 강력한 수류에 의하여 전단에너지로 진흙상태의 상부를 파쇄함과 동시에 여과재상호의 충돌, 마찰을 증대시켜서 세척효과를 높이고자하는 것이다. 표면세척은 역세척 개시전에 분출노즐로부터의 고압수가 여과층 전표면에 고루고루 분포되도록 하여야 한다.

표면세척장치에는 고정식과 회전식이 있다. 고정식에는 수평관 자체에 천공하여 살수시키는 것과 수평관으로부터 수직관을 분지하여 그 선단에 다수의 구멍을 만들고 분출노즐을 붙여서 여기로부터 살수시키는 것이 있다.

회전식은 수직회전축의 하단에 붙인 수평회전관의 측면 및 선단의 공에서 살수시키고 그 압력에 의해서 수평 회전관을 회전시키는 것이 있다.

(1) 고정식은 60~90cm 간격의 관경 25mm 관을 수직으로 배열하고 여과사 위 약 10cm의 선단에 분출노즐을 붙이거나 또는 관을 여과사 위 5~10cm의 높이에 수평간격 약 60cm로 배치하고 여기에 약 30cm마다 공을 양측에 설치한다.

(2) 회전식은 중앙에 회전축을 갖는 관을 사면상 5~25cm의 높이에 배치하고 관의 측면 및 선단에 토출노즐을 붙이며 7~10회/분의 속도로 회전시키는 구조로한다. 또 실제 설계에 있어서는 실험에 의해 각부 형상, 치수 및 여과사위의 위치등을 결정하는 것이 좋다.

2. 역세척

표면세척에 의하여 파쇄된 탁질을 여과층으로부터 배출함으로써 여과층내에 억류되어있는 탁질을 여과재로부터 분리하고 또 트라프까지 월류시키는데 필요하고 충분한 역세척속도와 균등한 수류분포가 유지되도록 하여야한다.

역세척은 2단계로 되어 있으며 1단계는 역세척수에 의한 여과재상호의 충돌, 마찰이나 수류의 전단력으로 부착탁질을 떨어뜨리는 단계이며, 2단계는 여과층상에 배출된 이들 탁질을 트라프(trough)로 배출시키는 단계이다.

역세척에서는 먼저 여과층을 유동화시키는 것이 중요하다. 여과층의 하부로부터 역세척수를 보내면 어느 유속까지는 여과층이 정지하고 있으나 유속이 증대함에 따라 여과재입자가 도약하고 여과층이 유동화하기 시작한다. 다시 유속을 증대하면 여과재입자가 부유하여 유동화상태에 달한다 유속을 더 한층 증대함으로써 여과재입자의 운동은 활발하게되고 결국은 유동상태의 여과층에서 떨어져나오게 된다 역세척은 여과층을 유동화시키고 여과재입자가 부유하여 팽창상태를 유지하고 또 유동화한 여과층으로부터 여과재입자를 떨어지게 하는 상태로 하는 것이 중요하다

여과재가 모래면 팽창모래층 바닥에서 모래층 표면까지 크고 느린 순환류 외에 국부적인 단락류나 작은 와류가 발생하여 모래의 흐름이 생긴다.

역세척의 제 1단계는 역세척수에 의하여 여과층을 이와같은 유동상태로 하고 여과재 상호의 충돌, 마찰, 수류의 전단력에 의하여 부착탁질을 분리시키는 것이다.

부착탁질의 분리나 여과층으로부터의 배출은 여과층을 20~30% 팽창시켰을 때에 유효하고 세척효과가 좋다고 말하고 있다.

제 2단계는 여과층상에 배출된 탁질을 빨리 유출시키는 것으로 트라프의 높이와 간격 등에 영향이 있다. 그러나 어느 단계에서도 역세척수가 균등하게 분출될 수 있는 하부집수장치와 자갈층이 설치되어있는 것이 필요하다.

그러나 다공판형의 하부집수장치에 있어서는 자갈층을 생략할수도 있다.

3. 공기세척

공기 세척방식에는 팽창이 없는 공기와 물 동시 세척방식(simultaneous air and water washing without expansion)과 공기 세척후 물 연속세척방식(washing with air and water in succession)이 있으며 각 방식의 개요는 다음과 같다. 그러나 공기량과 세척수량은 세척모형시험과 하부집수장치 제조사의 자료를 근거로 하여 정한다

1) 팽창이 없는 공기와 물 동시 세척 방식

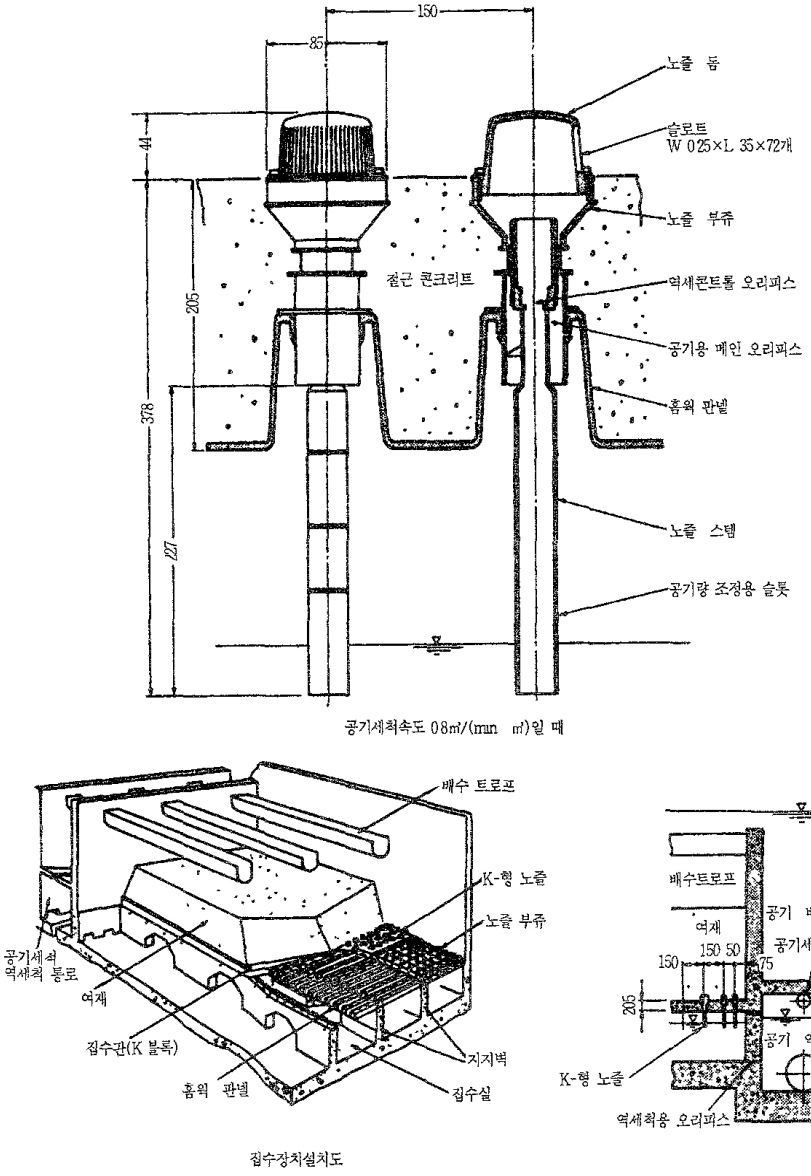
(약해서 공기와 물 동시 세척방식)

유효경 0.9mm 정도의 조사로 이루어진 여과층의 역세척에 쓰이는 이 방식은 모래 등이 팽창하지 않는 역세척 속도를 유지하면서 동시에 여과층의 하부로부터 공기를 송풍함으로써 여과재에 부착된 탁질을 떨어뜨려 씻어주는 세척방식이며 모래층은 안정된 상태로 있으나 모래표면의 탁질은 공기에 의하여 완전히 떨어지므로 머드볼 현상은 발생하지 않는 세척방식이다

이 방식은 공기를 주입하는 동안 역세척수의 유량은 변할 수 있으나 $0.08m^3/(분 \cdot m^2)$ 이하로 떨어지면 안되며, 최적의 유속은 여과재 또는 여과인자에 따라 결정된다.

탁질이 여과재로부터 탈리되어 모래층과 배수트라프 사이의 물속에 모이게 되면 깨끗한 물이 더러운 물을 밀어낼 수 있도록 행구기(rinsing)를 하여야 하며 이는 공기주입을 중단하고 난 후에 아래와 같은 여러 가지 방식으로 할 수 있다

- 역세척 배수가 깨끗한 물이 나올때까지 역세척을 일정 유량으로 계속하는 방식으로서 역세척 지속시간은 유량에 반비례하고 여과재상의 수심에 비례하게 되며 역세척 유속은 $0.2m^3/(분 \cdot m^2)$ 이상으로 하여야 한다.
- 행구기하는 동안은 유속을 최대한 $0.25m^3/(분 \cdot m^2)$ 이상으로 증가 시키는 방식



<그림 5.28> 스트레이너형의 공기 분배장치 (단위 : mm)

• 역세척과 동시에 원수나 정수를 사용하여 날개벽 측에서 균등하게 유입되는 수평류를 사용하여 세척을 촉진하는 방식

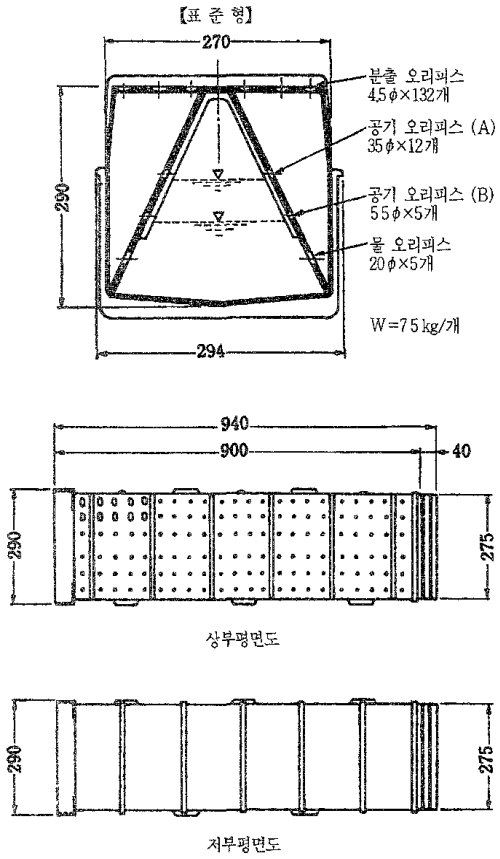
• 모래층 상부의 더러운 물을 빼내고 수평류를 사용하여 표면세척을 하는 방식 등이 있다.

세척방법에는 여러 가지 방식이 있으나 한가지 예를 들면 다음과 같다.

처음에는 공기와 물을 약 3~5분 정도 동시에 공급하며 일반적으로 이때의 공기량은 0.8~10m^3/(분 · m^2) 정도이며 다음에는 공급을 중단하고 약 6~10분 정도 물로 세척을 하는 방식이 많이 사용된다.

2) 공기세척후 물 연속세척방식

이 방식은 여과재의 특성으로 인하여 여과재가 역세척시 배수구로 넘어가 손실되는 위험성 때문에 공기와 물을 동시에 사용할 수 없는 경우에 사용하는 세척방식으로서 여과상이 고운 모래, 밀도가 낮은 안트라사이트, 활성탄 등과 같은 여과재로 된 경우에 사용되며 이 방식은



<그림 5.29> 유공블럭형의 공기 분배장치
(단위 : mm)

여과층의 하부로부터 먼저 공기를 공급하여 여과재에 부착된 탁질을 떨어뜨린후 물로서 역세척하는 방식이다.

이 세척방식에는 여러가지가 있고, 예를 들면 다음과 같은 것이 있다. 첫번째는 5분 정도 공기를 흡입해 이것을 멈추고 약 1분 공기를 배출한 후, 물로 10분 정도 세척하는 방법으로 공기량은 0.8~1.5 m^3/(분 · m^2), 수량은 0.6~0.8 m^3/(분 · m^2)이다.

두번째는 5분 정도 물과 공기로 동시에 세척하고, 그 후 공기를 멈추어 물만으로 10분 정도 세척하는 방법으로 공기량은 0.8~1.0 m^3/(분 · m^2)이다.

세번째는 초기에 0.8~1.0 m^3/(분 · m^2)의 속도로 공기를 5~8분 불어넣는다 공기를 불기 시작하고부터 1~2분 후에 0.2~0.4 m^3/(분 · m^2)의 느린 속도로 물에 의한 세척을 시작하고, 공기를 멈춘후 0.6~0.8 m^3/(분 · m^2)의 빠른 속도로 5~8분 물만으로 세척을 하는 방법이다.

공기세척시 중요한 것은 공기의 균등한 분배 문제이다 공기는 물에 비해 점성이 작아서 약간의 압력차가 있어도 분출 공기량이 커지고 균형이 깨지기 때문에, 공기를 여과층전체에 균등하게 분산시키는 장치는 신중하게 선정해야 한다

여과지 내에서 공기의 분산방식으로서는 ① 하부집수장치와는 다르게 공기분배관을 여과층 최하부에 포설하는 방식, ② 하부집수장치의 스트레이너를 이용해 공기와 세척수의 분산을 같이 공기분배장치로 하는 방식(그림 5.28), ③ 공기와 물 병용이 가능한 유공블록형 하부집수장치를 사용하는 방식(그림 5.29), ④ 공기와 물 병용이 가능한 다공판형 하부집수장치를 사용하는 방식 등이 있다.

6.11 세척수량

> 급속여과지의 세척수량은 다음 각 항에 의하여야 한다.
>
> 1. 세척에는 염소가 잔류하고 있는 정수를 사용하여야 한다.
> 2. 세척에 필요한 수량, 수압 및 시간은 충분한 세척효과를 얻을 수 있도록 하여야 한다.

【해설】

1 세척에는 여과층중에 조류(藻類)나 소형동물이 서식하여 오염이나 여과장애를 발생하지 않도록 잔류염소가 존재하는 물을 사용하여야 한다.

다만 여과지의 방식에 따라 특별한 경우에는 여과수를 사용할 수 있으며 또한 여과지 이후 처리공정에 입상활성탄 여과지(특히 생물활성탄 여과지)를 추가할 경우에는 활성탄 흡착층의 보호를 위하여 여과지의 역세척수를 잔류염소가 존재하지 않는 여과수를 사용할 경우도 있

다. 그러나 이때에는 여과층을 철저히 감시하고 정기적인 소독을 할 필요가 있다

2. 세척수량, 수압 및 시간 중 어느 것이 감소하면 세척효과가 불충분하게 되고 너무 커지면 비경제적이 된다.

원수의 수질, 수온, 전처리의 정도 모래층의 입도 및 두께, 여과지속시간 등을 충분히 고려하여 설계하는 것이 좋다.

표 5.11은 세척수량의 대략의 표준을 표시한 것이나 물론 모든 조건을 고려하여 이 표 이외의 수치를 채용하는 경우도 있다.

표면세척에서는 여과층 표층면의 진흙과 같은 퇴적물을 파쇄하기 위하여 유수에 의한 급격한 에너지를 줄 필요가 있다.

이때에 표 5.11에 표시한 수압, 수량 및 시간의 세척을 하면 표층여과재로부터 부착탁질이 떨어지고 충분한 세척효과를 기대할 수 있다.

표면세척장치는 머드볼의 발생을 방지하기 위한 목적으로 고안된 것이나 분출노즐이 팽창여과층 중에서 작동하면 표층뿐이 아니고 더욱 깊은 부분의 여과재입자 상호의 충돌, 마찰이

<표 5.11> 세척수량, 수압 및 시간의 표준

세척방식 / 항목	표면세척과 병용하는 경우		역세척만의 경우
	고정식	회전식	
표면분사수압(m)	15~20	30~40	
동 수량(㎥)	0 15~0 20	0 05~0.10	
동 시간(분)	4~6	4~6	
역세척 수압(m)	1 6~3.0	1 6~3 0	1.6~3 0
동 수량(㎥)	0.6~0 9	0 6~0 9	0.6~0.9
동 시간(분)	4~6	4~6	4~6

주:1) 표면분사수압은 분출부에 있어서의 동수두

2) 역세척수압은 하부집수장치의 분출부(하부집수장치는 포함하지 않는다.)에 있어서의 동수두. 이것은 여과층과 자갈층의 손실수두 0 4~0.8m와 하부집수장치 천단으로부터 세척트라프 월류수면까지의 표준 수심 1 2~1 6m에 여유를 가산한 것이다

3) 수량은 매분당 여과면적 $1m^2$당의 량

증대하여 세척효과를 더욱 높일 수가 있다.

역세척속도와 팽창률의 관계는 여과재의 종류, 수온등에 의해서 차이가 있으며 실험적으로 이것을 구하여야한다

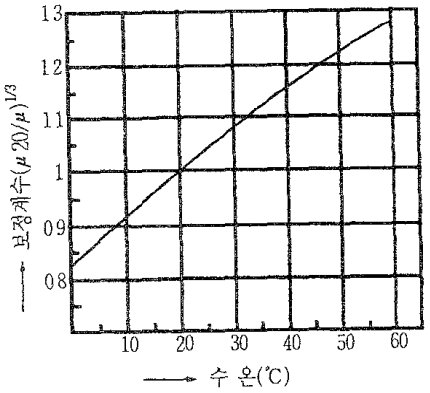
유효경 0.6mm, 균등계수 1 3의 모래층에서는 수온 20℃의 경우 약 0.3m/분의 역세척속도이면 유동하고 팽창을 시작하지만 탁질성분을 여과재로부터 떨어뜨리고 충분히 배출하기에는 부족하다. 역세척속도를 0.6m/분으로 하면 팽창률은 약 20%가 되고 모래층은 적당한 유동상태로 되며 모래입자 상호의 충돌, 마찰이나 수류에 의한 전단력에 의하여 부착 탁질이 떨어져서 모래층으로부터의 배출이 원활해진다. 세척효과를 높이기 위하여는 여과층을 이와같이 유동상태로 하는 것이 중요하다. 그러므로 여과층을 20~30% 팽창시키고 이것을 유지할 수가 있고 여과층으로부터 배출된 탁질이 트라프로 빨리 배출할 수 있는 역세척속도를 설정하는 것이 필요하다.

일반적으로 동일한 팽창률이 되기 위한 역세척속도는 여과재입자경에 비례한다. 현재 많은 여과지에서 사용되고 있는 유효경 0.6~0.7mm의 모래입자 범위에서는 표 5.11에 표시된 역세척속도폭에서 20~30%의 팽창률을 얻을 수가 있다.

또 표 5.11에 나타난 바와 같이 4~6분으로 여과재로부터 부착탁질을 떨어뜨리고 여과층으로부터 배출된 탁질을 트라프로 배출시키기에 충분하다고 생각된다. 그러나 역세척속도를 0.9m/분 이상으로 하면 여과재가 트라프까지 배출할 염려가 있으므로 피하는 것이 좋다.

또 팽창률은 수온에 의해서 차이가 나며 같은 역세척속도에서도 수온이 높으면 작고, 수온이 낮으면 크게 된다. 같은 팽창률이 되기 위하여 필요한 역세척속도의 수온에 의한 보정계수(20℃의 경우의 역세척속도에 곱하는 계수)를 그림 5 30에 표시한다

그러므로 수온차이가 큰 지역에서는 계절에 따라 팽창률이 달라지므로 세척효과를 일정하



<그림 5.30> 최적역세척속도의 온도에 의한 보정계수

게 유지하기 위하여는 언제나 같은 팽창률이 될 수 있도록 수온이 높을 때의 역세척속도를 기준으로 시설을 설계하고, 수온에 의하여 연수회 역세척속도를 변경할 수 있도록 하는 것이 바람직하다

팽창률은 실험에 의하여 정하거나 실제 지에서 팽창하는 여과층면을 실측하는 등의 방법으로 파악하는 것이 필요하다

6.12 세척탱크 및 세척펌프 등

세척수 및 공기를 공급하기 위한 세척탱크, 세척펌프, 송풍기는 세정에 필요한 수량, 수압 및 공기량을 확보할 수 있어야 한다

【해설】

세척펌프와 세척탱크의 선택은 건설비, 유지관리비에 크게 영향이 있으며, 또 운전조작상으로도 대단히 중요한 사항이므로 정수장의 규모에 따라서 비교 검토한 다음 신중하게 결정하여야 한다

펌프직송으로 세척할 때는 일시에 다량의 물을 펌프로 양수해야 하므로 상당히 큰 용량의 펌프를 필요로 하며 유지관리비가 세척탱크를 설치하는 경우보다 일반적으로 고가이다.

그러므로 펌프직송으로 하느냐, 세척탱크를 설치하느냐는 규모, 건설비, 전력용량, 유지관리비 및 입지조건등을 종합적으로 검토한 다음에 결정하여야 한다

1. 세척탱크

세척탱크의 용량은 적어도 1지를 세척할 수 있는 물을 저장할 수 있는 크기로 하고 여과지수가 20지를 넘는 경우에는 2지 이상을 동시에 세척할 수 있는 것으로 하는 것이 바람직하다.

또한, 수심은 될 수 있는 대로 얕게 하여 세척수압의 변화를 적게 하는 것이 바람직하다

탱크에는 유입관, 유출관, 월류관, 배수관 및 만수경보장치(**滿水警報裝置**) 등을 설치한다 유출관은 그 중심을 저수위로부터 관경의 2배 이상 얕게 하거나, 벽을 설치하는 등으로 공기가 혼입하는 것을 방지하고 여과지에 공기가 따라 들어가지 않도록 하여야 한다

탱크의 저수위는 트라프 상단 높이에 역세척배관, 밸브류, 유량조절기, 하부집수장치, 자갈층 및 여과층 등의 손실수두를 가산하고, 역세척수가 트라프로부터 충분히 유출할 수 있도록 결정하여야 한다 이 경우, 모래층으로부터 하부집수장치까지의 손실수두는 1~2m로 하는 것이 적절하다

세척탱크의 양수펌프는 30분~1시간 동안 탱크를 가득 채울 수 있는 용량으로 하고 반드시 예비를 설치하여야 한다.

세척설비에는 세척유량 또는 속도를 측정하고 지시하기 위한 장치 및 용량을 제어하기 위한 조절장치를 설치할 필요가 있다 특히 역세척에 있어서는 역세척시간에 역세척속도를 일정하게 유지하기 위하여 유량조절기를 설치하여야 한다.

세척탱크는 장시간에 걸쳐 사용하면, 내부의 점검, 보수에 의해 일시적으로 사용하지 못하는 시기가 생긴다. 이러한 사태에도 대처하기 위해 구내 급수관과 송수관의 분기를 이용해 세척이 가능하도록 해야 한다.

2. 역세척펌프

세척수를 직송할 때의 역세척펌프의 용량은

표 5.11을 참고로 하여 필요한 세척수량을 충분히 송수할 수 있어야 한다.

계절에 따라 수온차가 큰 지역에서는 역세척 속도를 변경하는 것을 고려하여 역세척펌프 용량을 결정하여야 한다

송수펌프의 양정은 세척배관, 밸브, 유량조절기, 하부집수장치, 모래층 및 여과층 등의 손실수두에 펌프조 수위와 트러프 상단의 고저차를 가산한 것에 다소의 여유를 두어 트러프로부터 역세척수가 충분히 유출할 수 있도록 결정하지 않으면 안된다. 역세척펌프에는 반드시 예비를 두어야 한다. 그 밖의 것은 세척탱크와 같다.

3. 표면세척펌프

표면세척에 필요한 수량은 역세척에 비해 적기 때문에 장내용 압력 급수의 이용을 먼저 검토하고, 이것을 이용하지 못할 경우에는 전용펌프를 설치해야 한다.

세척펌프의 용량은 표 5.11을 참고하여 결정한다. 양정은 세척배관, 펌프 및 노즐 등의 손실수두, 펌프조 수위와 노즐 상단의 고저차 및 표5.11을 참고한 표면 분사 수압을 가산하여 결정한다. 펌프조 및 예비 등 고려방법은 역세척펌프와 같다. 또한, 표면세척관의 배관은 여과지 수위보다 너무 높은 위치에 설치하면 부압이 발생해 공기가 분리되므로 피해야 한다.

펌프의 역지밸브가 고장난 경우 여과지의 물이 역류되므로 사이펀을 설치해야 한다.

4. 세척용 송풍기

공기세척을 하기 위한 송풍기의 용량은 6.10 세척방식의 3.공기세척을 참고하고 토출압력은 사면 위 수심, 배관 및 하부집수장치의 손실수두를 고려해 결정해야 한다

송풍기는 1~2대로 1지의 소요풍량에 대응할 수 있으며 고장 등에 대비해 예비를 설치해야 한다. 공기배관은 여과지 물이 송풍기내로 들어가지 않도록 여과지 수위보다 높은 위치에 설치하던가 배관을 수위보다 높게 올렸다가 내리도록 하고 공기흡입측에는 필터, 소음기를 설치해 소음, 진동의 대책을 고려한 부속기기를 설치해야 한다. 또한, 공기와 공기량을 감시하기 위한 계기와 유량 조절장치를 설치해야 한다.

흡입공기는 각 여과지의 하부에 송풍되지만 그때에 급히 송풍되면 기기와 여과상에 나쁜 영향이 있으므로 자동밸브 등을 설치해 천천히 송풍되도록 하는 것이 바람직하다.

6.13 세척배출수거 및 트라프

세척배출수거 및 트라프(trough)는 다음 각 항에 적합하여야 한다.

1. 세척배출수거 및 트라프의 크기는 최대 배출수량의 약 20% 여유를 두어 트라프에서 완전히 월류하는 상태가 유지될 수 있는 용량이어야 한다.

2. 트라프는 내식성, 내구성 및 내압성이 큰 재질로 만들어지고 그 상단은 완전히 수평하고 동일높이로서 견고하게 설치되어야 한다.

3. 월류하는 상단의 간격은 1.5m 이하로 하고 그 상단으로부터 여과재의 팽창고에 따라 여과층표면상에 적당한 높이로 하여야 한다.

【해설】

1. 세척배출수거, 세척배출수 트라프의 크기는 최대세척수를 완전히 배출할 수 있는 것이라야 하나 세척수량에 관하여는 표 5.11에 표시되어 있는대로 설계하면 지장이 없으나 실제 세척실적에 대하여 20% 정도의 여유를 갖는 것이 무난하다. 또 트라프의 설계에는 미러공식, 캠프공식 및 나까가와(中川)공식이 있다.

(1) 미러 공식

$$Q = 1.0\ 5\ B\ (h_o + L\tan i\ )^{1.5}$$

여기서, Q 트라프에 흐르는 유량 $(m^3/초)$
B : 트라프 폭 (m)
h_o 트라프 상류측 수심 (m)
L . 트라프 길이 (m)
i : 트라프의 밑변이 수평과 이루는 각도

(2) 캠프 공식(하류끝에서 자유월류일 경우)

$$h_0=\sqrt{2h_c^2+(h_c-\frac{iL}{3})^2}-\frac{2}{3}iL$$

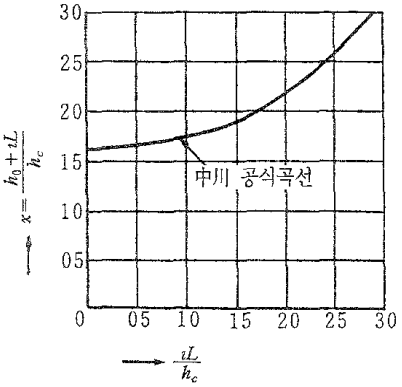
여기서, h_c : 한계수심 = $(\frac{\alpha Q^2}{gB^2})^{\frac{1}{3}}$

α : 속도 에너지의 보정계수 (≒1.10)

(3) 나까가와(中川) 공식

$$h_0=h_c(x-\frac{iL}{h_c})$$

여기서, x : iL/h_c에 의해 결정되는 값으로 그림 5.31에서 구한다.



<그림 5.31> 트라프 상류단 수심계산도

2. 트라프는 일반적으로 강판제, 철근 콘크리트조, 프리스트레스 콘크리트제 및 합성수지제 등이 사용된다. 지가 비었고 트라프가 만수일 때, 트라프가 비고 지가 트라프의 외측까지 만수일 때 등의 하중조건에 대하여 재료의 선택과 강도계산은 신중히 하여야 한다

트라프의 상단은 완전하게 수평이고 또 동일고가 아니면 세척수를 배출할 때 전면적으로 균등히 배제할 수가 없다 또 트라프의 상단의 월류부는 외측으로 꾸부리지 않은 것이 좋다. 여과층으로부터 배출되는 세척배수가 유출하기 어렵기 때문이다.

3. 트라프의 월류하는 상단과 상단간의 간격이 너무 넓으면 중간부분에 여과층으로부터 배출된 탁질의 체류부가 생기고 전부 흘러가는데 장시간이 걸린다. 그러므로 트라프의 간격이 좁을수록 시간이 단축되어서 좋으나 너무 좁게하면 여과재의 투입작업등에 지장이 있고 또 트라프의 수가 많으므로 공사비가 약간 높아진다 그러므로 1.5m 이하가 적당한 것으로 생각된다

또 여과층표면 트라프의 상단까지의 높이는 여과재가 유출되지 않을 정도로 얕게 하면 탁질의 배출을 단시간에 할 수 있으나 트라프의 밑바닥이 너무 여과층표면에 가까우면 세척중에 트라프의 직하부 여과층표면이 세굴(洗掘)되므로 바람직하지 못하다 그러므로 여과층표면상의 트라프의 상단까지의 높이는 세척속도, 여과재입도, 여과층의 팽창율 및 트라프의 형상 치수 등을 고려하여 40~70cm로 하는 것이 좋다.

6.14 급속여과지의 배관 및 밸브류

급속여과지의 배관 및 밸브는 다음 각 항에 적합하여야 한다

1. 급속여과지의 배관의 구경, 관의 단면은 유속, 손실수두를 고려하여 적절히 정하여야 한다.

2 관과 밸브류는 확실히 고정하고, 보수하기 위하여 분해할 수 있는 구조로 하여야 하며 구조물에 신축이음을 설치한 부분에는 관에도 반드시 설치하여야 한다.

3. 밸브는 여과 및 세척과정을 완전하게 전환할 수 있는 것이라야 한다

4 밸브는 긴급시에 안전하게 작동하는 것이라야 한다.

5 여과수가 세척배출수 등에 의하여 오염될 염려가 없는 구조로 하여야 한다.

【해설】

급속여과지내의 배관의 좋고 나쁨은 여과지의 기능, 건설비 및 유지관리에 영향이 크므로 이러한 면을 비교 검사하여야 한다

1. 침사지, 여과지 및 정수시간의 수위 관계를 잘 고려하여 연락관거는 각 여과지의 수리조건이 대략 동일한 상태를 유지하도록 하여야 한다

표 5.12는 일반적인 표준을 표시한 것으로 최대여과속도에서도 그 유속은 최대치를 초과하지 않도록 하여야 한다

(1) 유입관거는 될수록 넓은 자유수면을 갖추어서 유속을 적게 하고 여과지의 세척 또는 여과속도를 변경할 때에 여과지의 수위의 승강이 작도록 하는 것이 바람직하다

각 여과지에서의 분기는 여과지내의 물의 정온이 유지되도록 유입에 주의하여야 한다.

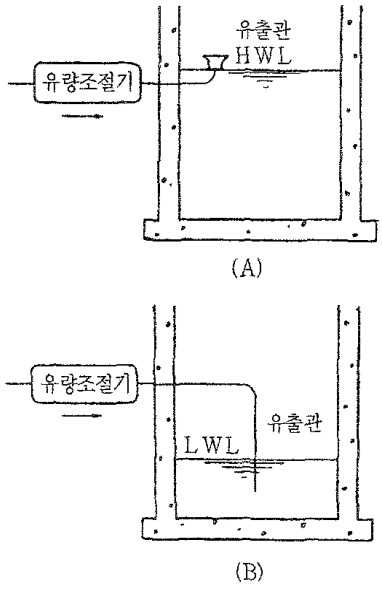
(2) 각 여과지의 유출관은 유량조절기의 최대유량에 의하여 그 관경을 정하여야 한다.

유량조절기 이하의 배관은 유출관거의 수위의 승강에 영향을 받지 않도록 그림 5 32(A)와 같이 하여야 한다.

그림 5.32(B)와 같이 하면 유출관거의 수위가 유량조절기의 수평위치보다 낮아졌을 때 유량조절기 이하의 배관에 흡출수두가 발생하고 유량의 제어에 나쁜 영향을 줄 염려가 있다.

또 그림 5.32(B)에서 유출관의 선단수위가 L.W.L 보다 위에 위치하게 되면 수위가 유출관의 선단보다 낮아졌을 때 공기가 침입하여 유량제어가 불가능하게 될 수 있다.

(3) 세척관의 본관은 각지의 세척압력을 될수록



<그림 5.32> 유출관거의 배관도

<표 5.12> 급속여과지내의 배관의 유속

각 칭	유속(m/초) 평균	유속(m/초) 범위	주의사항
유입관거	0 60	0.50 ~0 75	
유출관거	1 00	0 60 ~1.50	유량조절기의 표준량으로 관경을 정한다.
세척관 본관	2.00	1 50 ~3.00	각지의 세척압력을 될 수 있는대로 같게 한다.
세척관 지관	2.50	2.00 ~3.50	압력수실이 있으면 세척수가 균등히 분포되도록 한다
세척배출수관	2.00	1.50 ~3.00	빨리 배제하기 위하여 충분한 크기로 한다.

동일하게 되도록 하고 세척속도를 규정의 크기로 하기 위하여 유량조절기 또는 유량지시계를 설치할 필요가 있다.

(4) 세척배출수관거에 있어서 세척배출수의 배제가 불충분하면 규정의 세척속도로 세척할 수가 없어 세척에 많은 시간과 세척수를 낭비할 뿐 더러 충분한 세척을 할 수 없게 될 때가 있으므로 빨리 배제할 수 있도록 특별히 주의하여야 한다

2. 관의 넓이가 한정된 관 회랑내에 밸브나 이형관을 연속하여 배관하므로 관의 지지정착에 특별히 주의하고 수선에 있어서 관, 밸브의 교환이 가능하도록 충분한 공간을 두어야 함과 동시에 유량조절기나 기타 계기류의 검사에 편리하도록 하여야 한다 관은 구조물에 정착되므로 구조물의 신축이음을 설치한 부분에는 관에 반드시 설치하지 않으면 관이 절단될 때가 있다.

3 급속여과지에는 각종의 밸브를 필요로 하며 다수의 밸브를 단시간에 조작하여야 하므로 전동 또는 공기압이나 수압에 의한 자동조작으로 하면 좋다.

소구경의 밸브는 전동으로 하면 밸브자체 보다 전동부가 커지고 또 중량이 커지므로 충분히 지지 정착하도록 고려하여야 한다.

이들 밸브는 1개소에서 조작할 수 있도록 조작대로 집중시키고 또 밸브의 개폐상황을 알기 쉽게 표시하거나 여과공정과 세척공정의 상황

을 파악하기 위하여 필요한 계기류를 집중하여 설치하는 등 확실한 조작이 가능하도록 하여야 한다

4 긴급시의 상황에 따라 밸브는 현상을 유지하는 것이 좋을 때가 있고 또는 개방이나 폐쇄되어 있는 것이 좋을 때가 있다

긴급시의 밸브의 작동은 여러가지 경우를 충분히 고려하여 어떠한 종류의 긴급시에도 대처할 수 있도록 하여야 한다.

정전과 같은 긴급시에는 통상 현상유지가 바람직하고, 그 점으로 보아 전동밸브가 좋으나 공기압이나 수압 등으로 조작하여 밸브는 개방되었던 것이 폐쇄되거나 폐쇄되었던 것이 개방되는 경우가 있으므로 설치에 있어서는 충분한 대책을 강구하여야 한다.

공기압과 수압 등으로 조작하는 밸브는 밸브체와 실린더부를 각기 독립한 형태로 하고, 상시 개방된 것은 횡형(橫形), 수평형으로 설치하고, 밸브가 자연히 폐쇄되지 않도록 하여야 한다. 부득이 종(縱)으로 설치할 경우에는 제동장치를 설치하거나 또는 카운터 웨이트(counter weight)를 설치하는 것이 좋다.

5. 여과수가 세척배출수 기타에 의하여 오염되지 않도록 유출거는 여과지의 하부를 이용하여 설치하는 것이 좋으며 유출거와 배출수거는 각기 분리하여 설치하거나 또는 배출수거는 여과지 외부에 설치하는 등의 고려가 필요하다

배출거 위의 슬래브에 맨홀을 설치할 경우 슬래브보다 10cm 높이고 보통 때는 밀봉하여야 한다.

6.15 배관회랑 및 조작회랑

급속여과지의 배관회랑과 조작회랑은 다음 각 항에 적합하여야 한다.

1. 배관회랑은 기계의 검사 및 설치 교환에 편리한 구조로 하고 통풍, 배출수 및 제습에 주의하여야 한다

2. 조작회랑을 설치하는 경우에는 여과지 전면을 감시할수 있는 구조로 하여야 한다

【해설】

배관회랑은 각종 관거 및 밸브류가 혼합하여 설치되므로 이들의 설치, 검사, 수선, 교환 등을 하는데 효율이 좋고 편리한 구조로 할 필요가 있다.

이 때에 통풍이나 배출수의 배수가 잘 되지 않을 가능성이 있으므로 제습, 환기 및 배출수 등에 충분한 고려가 필요하다.

2 조작회랑은 여과지를 조작하기 위하여 조작대 등을 수용할 필요가 있을 때 설치하는 것으로 조작대 등을 외기로부터 보호하는 건물을 설치하거나 여과지의 가동상황을 충분히 감시할 수 있는 구조로 하여야 한다.

6.16 다층여과지

다층여과지는 다음 각 사항에 적합해야 한다.

1. 여과재의 품질은 충분한 여과와 세척기능 및 여과층구성을 유지할 수 있어야 하며, 위생적인 것이어야 한다.

2. 총 여과층두께는 60~80㎝를 표준으로 한다

3. 여과층의 구성은 충분한 여과 효과와 함께 상하 여재의 분리와 세척시의 팽창이 적절하도록 하여야 한다.

4 지지층에 관하여는 6.7 자갈층의 두께 및 여과자갈에 준한다. 다만, 최하층에 입경이 가장 가는 여과재를 사용하는 경우에는 통수시에 여재의 누출을 피하기 위한 배려를 하여야 한다.

5 여과 속도는 240m/일 이하를 표준으로 한다.

6 세척 방식은 여재의 경계부와 여층의 내부에 억류되어 있는 탁질을 효율적으로 제거할 수 있도록 하여야 한다.

【해설】

다층 여과지는 밀도와 입경이 다른 복수의 여과재를 사용하여 수류방향으로 큰 입경으로부터 가는 입경으로 구성된 역입도(逆粒度)여과층을 구성하여 모래단층 여과지에 비하여 여과기능을 보다 합리적·효율적으로 발휘하기 위한 여과지이다. 두 종류의 여과재를 사용한 경우는 이층여과지, 세종류의 여과재를 사용한 경우는 삼층여과지라 부르지만, 복수의 여과재를 쓰는 여과지를 총칭하여 다층 여과지라 한다.

다층 여과지는 모래단층 여과지와 비교하여 다음과 같은 특징이 있다.

① 내부 여과의 경향이 강하므로 여과층의 단위체적당 탁질억류량이 커서 여과 효율이 높다.

② 탁질억류량에 대한 손실 수두가 적어 여과 지속 시간이 길다.

③ 여과 속도를 크게 할 수 있다.

④ 여과수량에 대한 역세척 수량의 비율이 작다.

⑤ 고속여과로 여과 면적을 작게 할 수 있다

1. 여과재입경이 상층이 크고 하층이 작은 역입도의 여과층을 형성하기 위하여 모래와 비중이 다른 여과재를 병용하는 예로서 모래보다 가벼운 여과재로는 무연탄, 인공경량사 및 플라스틱구(球) 등이 있고 모래보다 무거운 여과재로는 석류석 등이 있다. 모래와 비중이 다른 입상물질이라도 마멸율, 탁질부착력 등 여과재로서의 물리적 및 화학적 요건에 적합하고 독성물질의 용출 등 위생적으로 불안한 요소가 없고 또 쉽게 구할 수 있으며 가격이 저렴한 것이라야 함은 말할 필요가 없다.

여과재구성은 최대의 여과효과를 발휘할 수 있도록 조합하여 선정하여야 하며 또 비중이 다른 여과재를 사용할 경우 역세척에 있어서의 팽창률, 최적 역세척속도, 세척종료 후의 침강속도 등이 여과재의 종류에 따라 차이가 있으므로 세척시 여과층의 혼합이나 온도의 팽창을 피할 수 있도록 적절한 여과재구성을 필요로 한다. 세척방식은 여과재입도가 변화하는 위치의 억류물도 충분히 제거할 수 있는 방식이라야 한다.

모래 이외의 여과재에 대하여는 아직 확실한 근거가 없으므로 앞으로의 연구결과에 따라 달라지는 것을 전제로 현재까지의 여러 문헌을 참고로 한 수치를 기술하면 다음과 같다.

무연탄여과재에 대하여는 한국수도협회에서 정한 KWWA F101 수도용 안스라사이트 시험방법을 참고하는 외에 양질의 무연탄파쇄물을 체로 분류한 것으로 청정하여야 하며 세장(細長)하거나 편평한 파쇄물을 포함하지 않고 유효경 0.7~1.5mm, 균등계수 1.5 이하, 세척탁도 100도 이하, 산가용률(酸可溶率) 5% 이하, 비중 1 4~1.6, 최대경 2.8mm, 최소경 0.5mm이며 부득이한 경우에는 최소 및 최대경 초과분이 1% 이내라야 한다.

무연탄의 대표적인 화학적 성질은 고형탄소 80% 이상, 회분 10% 이하, 고유수분 5% 이하, 유황분 1% 이하, 휘발분 8% 이하 등이며 무연탄과 모래여과재를 사용하는 다층여과지의 경우 모래층 두께 20~50cm, 무연탄층 두께 20~50cm를 표준으로 한다.

특히 무연탄 여과층의 경우 트라프의 높이를 모래 여과층만의 여과지에서 쓰이는 높이보다 높게 하지 않으면 역세척시 손실량이 커지므로 주의하여야 한다.

팽창성 혈암 등의 점토공물을 소결하여 체로 분류한 인공경량사에 관하여는 염산가용률 1.5% 이하로서 마멸을 1.5% 이하인 것이라야 한다

석류석과 티탄(tıtanium) 철염여과재에 관하여는 불순물이 적고 염산가용률 5% 이하. 비중 3.8 이상으로 편평, 세장한 것이 적은 것이라야 한다

2. 층여과층 두께는 상층의 안스라사이트층에 엄밀한 탁질제거기능을 기대하기 어려우므로 모래단층 여과지의 경우보다 두껍게 한다. 실례로 60~80cm로 하는데 이를 표준으로 한다.

3. 여과층의 구성은 여과속도, 지속시간, 손실수두, 유입수 수질, 세척방식 등에 관하여 검토한 다음 결정해야 한다. 다층여과지에서 상층의 여과재와 하층의 여과재가 경계부로 혼합되면 여과층의 다른 부분과 비교하여 공극률이 작아지게 되어 이 부분에 막힘현상이 생긴다. 그림 5.33에 이층여과지에서의 탁질의 억류분포의 상황을 모식적으로 나타내었다.

따라서 여과재는 입자의 침강속도를 고려하여 혼합과 전이층이 생기지 않도록 조합하여 채용해야 한다.

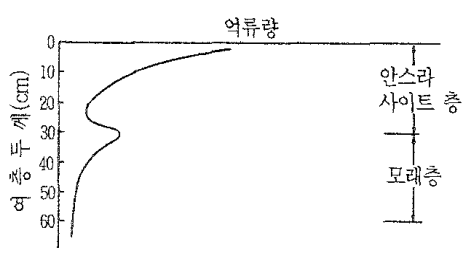
이제까지의 경험으로부터 표준적인 여과층구성을 표 5.13에 나타내었다.

4. 이층 여과지의 지지층(자갈층)은 하부집수장치에 따라 입경, 층두께도 다르지만 6.7 자갈층의 두께 및 여과자갈에 준한다

삼층 여과지에서 최하층의 여과재로 입경이 작은 석류석 등을 사용하는 경우는 그것이 자갈층과 혼합하여 통수시에 누출할 우려가 있으므로 자갈층 위에 지지층으로 1.5~3 0mm 정도 입경의 석류석 등을 사용할 필요가 있다.

5. 다층여과는 내부여과를 큰 특징으로 하고 있고 여러가지 실험 결과에 의하면 원수 수질이 양호하고 운전 관리가 충분한 경우 300m/일 정도의 고속여과도 가능하지만 응집처리와 여과층의 구성 등에 따라 차이가 있으며 또 실적도 대단히 적다. 그러므로 여과속도의 결정에 있어서 연중 수질적으로 안정한 처리수를 얻으려면 240m/일 이하의 여과속도를 표준으로 하는 것이 바람직하다.

6 다층 여과지 세척방식은 여과재의 경계부와 여과층내부에 억류된 탁질을 효율적으로 제



<그림 5.33> 이층여과지의 탁질억류량 분포

<표 5.13> 표준적인 여과층의 예(이층 여과지) (단위 : mm)

구분	안스라사이트		여과사		총 여층 두께
	여층두께	유효경	여층두께	유효경	
경우 1	200~300	0.9~1.4	300~400	0.45~0.6	600
경우 2	200~400		300~500		700
경우 3	300~500		300~500		800

거할 수 있어야 한다. 이를 위하여는 ① 표면세척과 역세척을 조합하는 방식, ② 공기세척과 역세척을 조합하는 방식, ③ 표면세척과 역세척의 조합에 공기세척을 추가하는 방식이 있다 다만 공기세척을 하면 안트라사이트에 기포가 부착하여 트라프로의 유출이 발생하기 쉬우므로 주의해야 한다

표면 세척에 관하여는 여과재의 경계부를 효율적으로 세척하기 위하여 상층여과재와 하층여과재의 각각의 표면으로부터 5㎝ 정도의 높이에 회전관을 설치하여 2단식의 회전 표면 세척 장치의 채용도 검토하는 것이 바람직하다.

안스라사이트는 유출되기 쉬우므로 역세척 유속, 표면세척과 역세척이 겹치는 시간, 여과재의 입경, 균등계수, 여과층표면에서 트라프상단까지의 높이 등은 타 사업체에서의 실적 등을 검토하여 결정해야 한다.

6.17 자연평형형 여과지

자연평형형 여과지는 다음 사항에 의한다

1 유입량의 억제는 사이펀, 밸브 등 확실한 방법으로 하여야 한다.

2 그룹으로 제어하는 여과지는 확실한 역세척을 하기 위하여 그 여과지 수가 적절하여야 한다.

3. 지별식(개별식)으로 제어를 할 경우에는 역세척 방식에 적절하여야 한다.

4. 사면위 수심의 변화에 충분히 대처할 수 있는 구조로 하여야 한다

【해설】

자연평형형 여과지는 자동 여과지라고도 하며, 유입 수량과 유출 수량이 자연적으로 평형을 이루는 방식이다.

자연평형형 여과지는 자기 역류 세척형, 역류세척 탱크 보유형, 역류 세척 장치 이동형, 지별제어형으로 크게 나눌 수 있는데, 같은 형식 중에서도 여러 가지 방식이 있다.

따라서, 자연평형형여과지의 채용에 있어서는 계획하는 정수장의 규모, 유지관리 체제 등의 조건과 각 기종의 특징 등을 충분히 검토하여 선정하여야 한다.

1. 자연평형형여과지의 각 형식에 공통적인 특징은 유출측에 유량 조절기 등을 설치하지 않아 여과지로 유입된 물을 그대로 유출한다

유입측에는 사이펀, 밸브 등을 설치하여 여과되지 않은 물의 차단과 유입을 확실히 제어할 수 있어야 한다. 유출측의 유량조절기구가 없으므로 배관 등은 간단하게 한다.

또, 처리수는 사면보다 높은 위치에 설치한 위어를 넘어 유출할 수 있으므로 사고 등으로 유입이 정지한 경우에도 여과지 내의 수면이 저하하여 여과층내에 공기가 흡입되지 않는다. 또, 유량이 일시적으로 과대해진 경우에도 급격히 수면이 상승하여 여과지의 상단까지 월류하는 일이 없으므로 사고 등에 대한 운전관리면에서의 안전도가 크다.

2. 자기역류 세척형과 역세척장치이동형의 여과지는 운전중인 다른 지 또는 구획의 처리수를 사용하여 역세척한다. 따라서 확실한 역세척을 하기 위하여는 1지 또는 1구획의 세척에 필요한 수량이상을 처리할 수 있는 지수 또는 구획을 1그룹으로 제어할 필요가 있다.

3. 지별로 제어를 하는 자연평형형 여과지는 1지별로 독립하여 제어를 하며 역세척 역시 지별로 외부 공급에 의하여 세척을 하므로 63 여과면적과 지수 및 형상에 준한다.

4. 이 형식의 여과지는 손실수두의 증가에 대응하여 지내의 수면이 상승하여 일정한 여과속도를 유지하는 형식이므로 여과지의 전체 깊이는 수면 상승만큼 일반 여과지보다 커진다.

여과지의 수위는 유출위어의 높이에 손실 수두를 더한 것이 되나, 최대 손실수두는 1.5~2.5 m로 하는 것이 적당하다.

(1) 자기 역류 세척형

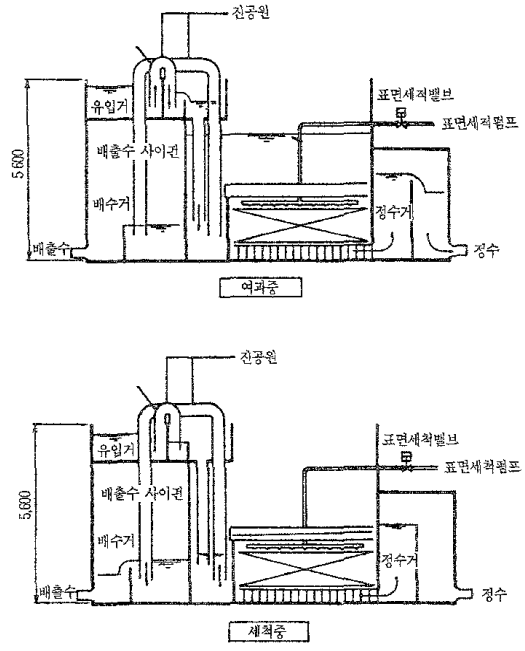
이 형식의 여과지는 6~8지를 1군으로 하여, 1지가 세척을 필요로 하는 상태에 될 경우, 정수거에 유입하는 다른 여과지의 처리수로 세척을 하는 것이다.

정수거는 각 여과지에 공동으로 하고 거내 수위는 여과지 내의 배수 트라프보다 높게 설치한 위어를 넘어 유출하는 구조로 한다.

설비의 개요는 그림 5.34에 나타내었다.

유입수는 유입거에서 사이펀 등에 의해 유입한다 이때의 유입량은 유입위어 등으로부터 각 여과지에 균등하게 분배된다

여과지에 유입한 물은 여과층에서 여과되어 정수거에 들어가 배수트라프 상단의 높이보다 약 900mm 위에 설치된 유출위어에서 유출한다.



<그림 5.34> 자기역세척형(단위 mm)

여과지 내의 수위는 여과개시때에는 유출위어의 높이와 거의 동일하게 되지만, 여과를 계속함에 따라 상승하고 일정수위에 도달한 시점에서 세척한다.

세척은 우선 유입사이펀을 끊어 유입을 정지하고 여과를 계속해서 지내의 수위를 유출위어의 상단에 근접할 때까지 저하시킨다 다음에 배수사이펀을 가동시켜 지내의 물을 배수하고, 서서히 역세척을 시작함과 함께 표면 세척을 개시한다

여과지 수위가 배수트라프의 상단의 위치까지 낮아지면, 역세척을 규정의 유량으로 행한다. 이 경우의 역세척수는 세척하지 않는 다른 지로부터 정수거에 유입한 물을 이용하고 역류세척 유속은 대개 유출위어의 높이와 배수트라프상단의 높이의 차이로 결정한다.

따라서, 역류 세척 유속의 변경이 가능하도록 유출위어의 높이를 다소 조절할 수 있도록 배려할 필요가 있다.

설비로는 유입부 및 배수부에서 물의 유입. 정지용으로 사이펀 또는 밸브가 사용된다 이들의 작동에 사용되는 진공 발생원으로는 진공펌프, 인젝터 또는 진공발생조가 있고, 이들이 각종 자기역세척형 여과지의 특색이 된다.

통상, 사용되는 사이펀의 구경은 최대 유속이 1.3m/초 정도가 되도록 그리고, 유입, 유출의 위어폭은 월류수심이 10 ㎝ 이하가 되도록 결정하여야 한다 또, 각 여과지의 유입위어는 유입수가 균등하게 분배되도록 정해진 높이로 정밀하게 설치해야 한다

이 형식의 장점은 다음과 같다.

① 역류 세척 탱크 또는 역류 세척 펌프가 필요하지 않다

② 배관 등의 기구가 단순하여, 운전 관리가 용이하다.

한편, 단점으로는 다음과 같은 것이 있다.

① 여과지수는 여과 속도가 150m/일 의 경우에도 최저 6지 이상 필요하게 된다. 이 이하의 경우 또는 세척시의 처리수량이 역세척수량보다 작은 경우는 외부로부터 물의 보급이 필요하다

② 세척을 하고 있는 시간대는 여과지 전체에서의 처리수량이 큰 폭으로 감소하며, 후속의 소독용 염소의 주입 제어가 어렵게 된다.

③ 세척개시 때에는 다른 지의 여과 속도가 급히 증가한다.

④ 진공 배관은 길이가 길어지면 진공도의 저하와 수류가 발생하기 쉽고 냉한지에서는 동결되기 쉽다

⑤ 사이펀 브레이크의 소리와 유입수의 낙하음이 크다

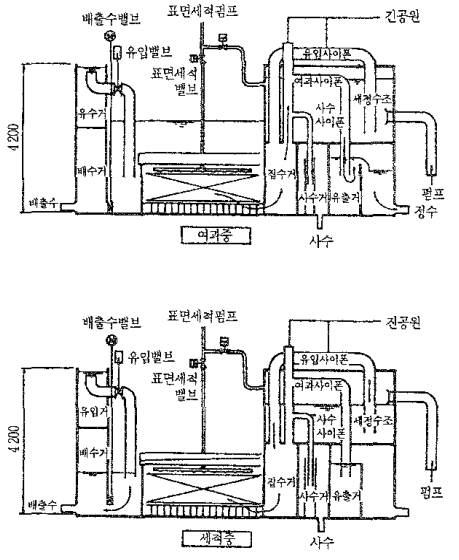
⑥ 전염소, 중간 염소 처리를 하지 않은 경우는 염소가 잔류하는 물로 세척하는 것은 불가능하다.

(2) 역세척탱크 보유형

이 형식의 여과지는 자기 역류 세척형과 같이 유입부에서 유입수를 각지에 균등하게 분배하고 유출부에서는 유량조절을 하지않고, 유출위어에서 유출하게 되는 것이다.

역세척에서는 처리수를 펌프로 양수하여 여과지에 가깝게 설치한 저치형 세척탱크에 저수하여 사용한다

설비의 개요는 그림 5.35에 나타내었다



<그림 5.35> 역세척탱크보유형(단위 mm)

유입수는 유입거 내에 설치한 위어를 월류하여 유입관을 통해 각 여과지로 흘러 들어간다. 각 여과지에 들어간 물은 여과층에서 여과되어 여과수 사이펀을 통해 정수거를 거쳐 유출위어에서 유출한다. 이 위어의 높이는 여과층표면보다 높게, 배수트라프 상단보다는 낮게 설정된다.

여과개시 때의 지내의 수위는 배수트라프 상단의 높이이나 여과가 계속됨에 따라 수위가 상승하고 일정 높이에 달한 시점에서 세척한다.

세척은 우선 유입 밸브를 닫아 유입을 정지하고 여과를 계속하여 지내수위를 배수트라프의 상단 근처까지 저하시킨다 다음으로 표면세척을 개시하고 저치형(低置形) 역세척탱크에 접속한 사이펀을 가동시켜 역세척을 시작한다. 세척탱크의 용량은 고가형의 경우와 같이 1지의 세척에 필요한 수량 이상으로 하고 유효수심(H.W.L-L.W L)은 1m 정도로 한다.

설비로는 유입부 및 유출부에서 물의 유입·정지용으로 전동밸브 또는 사이펀, 여과수부, 사수부(捨水部) 및 역세척부에서 사이펀이 이용된다.

이 형식의 장점은 다음과 같다

① 역세척 탱크를 보유하고 있으므로 지수(池數)에 대한 제약이 없다.

② 유출위어의 높이가 자동 역류 세척형보다 낮게 할 수 있으며 지 전체의 깊이를 작게 할 수 있다.

한편 단점은 다음과 같다.

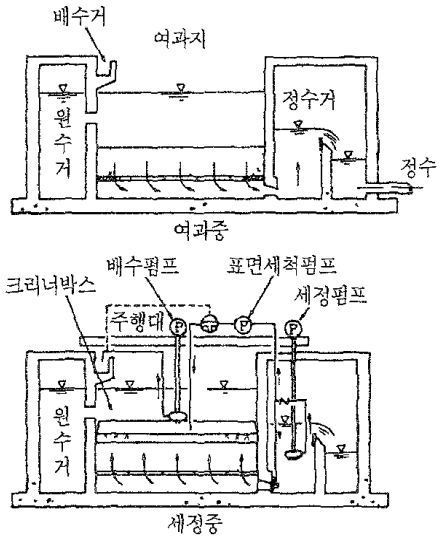
① 세척펌프 및 세척탱크를 필요로 한다.

② 사이펀기구에 대해서는 자기 역류 세척형과 같다.

(3)역세척장치 이동형

이 형식의 여과지는 여과층보다 상부는 1지 1구획으로 하고 있지만, 여과층 및 여과층보다 하부는 소구획으로 구분하고, 세척은 소구획마다 펌프로 세척수를 흡입하여야 하고 세척수는 여과중인 다른 구획의 처리수를 사용한다.

설비의 개요는 그림 5.36에 나타내었다.



<그림 5.36> 역세척장치 이동형

유입수는 유입거의 개구에서 여과지에 유입하고 여과지에 들어간 물은 여과층에서 여과되어 정수집수관을 통하여 정수거에 들어가서, 여과층표면보다 높은 위치에 설치된 유출위어에서 유출한다 여과층은 폭 200~300mm로 구획되어 횡방향으로 연속적으로 나란히 배열되고 그 구획은 여과사와 다공관형의 하부집수장치로 구성되고 자갈은 사용하지 않는다.

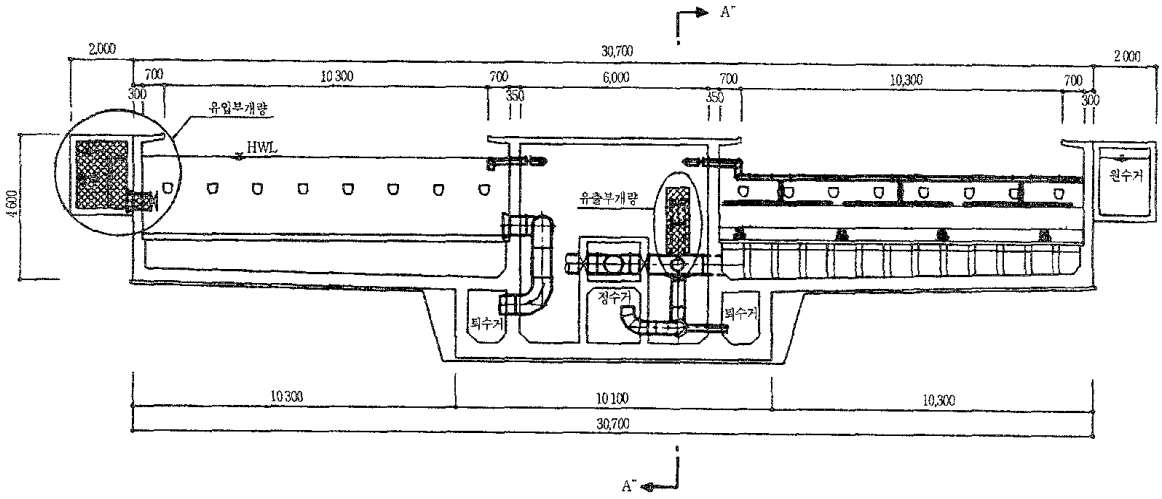
세척은 여과층의 위를 전동장치에 의해 이동하는 저속 주행대차가 달린 세척장치에 의해 이루어진다. 이 세척장치는 역세척 펌프, 표면세척펌프, 배수펌프 및 대차로 구성되어 있다.

세척방법은 세척장치가 세척하는 소실(小室)의 바로 위에서 정지하여 세척펌프가 가동하여 토출한 물은 일부는 표면세척펌프로 가압되어 표면세척수가 되고, 나머지는 정수집수관을 통과하여 정수실에 들어가 여과층을 역세척한다. 세척후의 배수는 배수펌프로 배수거에 이송된다

이 형식의 장점은 다음과 같다.

① 유입에서 유출까지의 총 손실수두는 약 1m로 작다. 이 때문에 여과지전체를 얕게하는 것이 가능하다

② 정수거의 여과수를 역류 세척펌프로 양수



<그림 5.37> 유·출입부 개량 예(지별제어형)

하므로 세척탱크가 필요없다.

한편, 단점은 다음과 같다.

① 주행대차, 펌프 등의 기기류가 많다.

② 여과지 전체를 덮는 건물이 필요하다

③ 여과층의 두께가 얇은 경우에는 수질 변동에 대한 제어가 어렵다

(4) 지별제어형(池別 制御型)

이방식의 여과지는 자기 역세척형과 동일하게 유입부에서 유입수를 각지에 균등하게 배분하고 유출부에서는 유량조절을 하지 않고 각 지별로 설치된 유출위어를 거쳐 집수거로 유출시킨다.

역세척은 물만으로 세척하는 방식과 공기와 물 세척방식이 있으며 세척방식에 따라 여과지의 내부구조가 다르며 세척방식은 6.10 세척방식에 준한다

◉ 물만으로 세척하는 방식

이 방식의 여과지는 일반 여과지의 지수에 준하며 세척에 필요한 물은 세척탱크 또는 세척펌프를 설치하여 세척수를 공급한다.

일반적으로 신설보다는 기존의 여과유량 조절 방식의 여과지에서 설비를 단순화시키고 유지관리를 용이하게 하며 정수수질을 향상시키기 위하여 여과지를 개량하는데 많이 이용되고 있다 그 예는 그림 5 37과 같다.

유입수는 지별로 설치된 위어로 월류하여 각 지에 균등하게 유입되며 각 여과지에 유입된 물은 여과층에서 여과되어 지별로 설치된 유출위어로 월류하여 정수거로 유입된다. 각 지별에 설치되는 유출위어의 높이는 여과층표면 상부에 설치된 배수트라프 상단 높이보다 10~30cm 정도 낮게 설정한다.

여과개시 시점에 지내의 수위는 배수트라프 상단의 높이가 되며(유출위어의 높이에 따라서는 지내수위가 낮아질 경우도 있음) 여과가 지속되면서 여과층의 저항(손실수두)에 따라 지내수위가 상승하며 일정수위에 도달하면 세척을 행한다

세척은 우선 유입수를 차단하고 여과를 계속하여 지내 수위를 어느 정도까지 낮춘다 이어서 표면세척을 개시하고 역세척 탱크 또는 세척펌프를 작동시켜 역세척을 시작한다. 세척탱크 방식인 경우에는 1지의 세척에 필요한 수량 이상으로 하고 유효수심은 낮을수록 좋다

설비는 여과 유량조절 방식을 개량할 때에는 지별로 설치된 유량계는 삭제되고 유량조절용 정수밸브는 on-off 형식으로 변경되며 유입·유출부에 위어가 신설된다

이 형식의 장점은 다음과 같다

① 여과 유량조절 기능이 단순화 되어 운전관리가 용이하다.

② 여과층 내에서 부압발생이 없으므로 수질관리가 안정화된다.

③ 여과지의 자동운전이 용이하다.

또한 이 방식의 단점은 다음과 같다.

① 세척펌프 및 세척탱크가 필요하다. (기존시설이 있을 경우에는 재 이용함)

② 세척 개시로부터 종료시까지 다른 지의 여과속도가 급격히 증가한다. (기존시설인 경우에는 동일 조건임)

③ 유입·유출수가 월류하는 소음이 크다.

④ 기존시설을 개량할 경우에 여과이용 수두가 낮아서 여과지속시간이 짧아진다

● **공기, 물 세척방식**

이 방식의 여과지는 일반 여과지의 지수에 준하며 세척에 필요한 공기는 송풍기(blower)로, 역류 세척수는 세척펌프로, 역세척수의 추가 공급은 유입수로 공급하여 세척을 하는 것이다.

그림 5 38은 이 방식의 한 가지 예이다. 그림 5 38의 여과지는 유효경 0 9mm 정도의 조사(粗砂)로 이루어진 깊은 여과층을 가지며, 역세척수는 배수거로 배수된다. 유출위어의 높이는 여과지 배수거의 상단 위어 높이보다 수리적으로 약간 낮거나 같게 설정한다.

여과개시 시점에 지내의 수위는 배수거의 상단 위어 높이가 되며 여과가 지속되면서 여과층의 저항(손실수두)에 따라 지내수위가 상승하며 일정수위에 도달하면 세척을 한다.

세척은 원칙으로 유입수를 차단하지 않고 정수밸브만을 차단하고 배수밸브를 열고 지내 배수를 하면 지내수위가 배수거 상단에서 정지된다. 이어서 역세 공기밸브을 열고 송풍기를 가동하면 공기가 지내에 균등하게 상승하게 되며 이때 역세척펌프를 가동하고 역세척밸브를 열면 공기와 물이 동시에 공급되면서 세척을 하게 된다. 일정시간이 경과된 후(약 2~4분 정도) 송풍기를 끄고 역세척 물만 공급하여 행구기를 계속하며 유입수는 여과지내의 배수를 촉진하는 역할을 하게 된다.

그리고 역세 송풍기 및 역세펌프는 가능한한 공급량을 조절할 수 있도록 하는 것이 바람직하며, 특히 공기 배관에는 관내 공기압을 배기하는 시설과 여과지에서 물이 역류되지 않도록 구성하여야 한다.

설비의 특성은 타 자연평형형 여과지와 비교할 때 배수트라프 및 표면 세척 설비는 없으나, 세척용 송풍기 및 세척용펌프 설비를 갖추어야 한다. 그러나 역세척 공급유량이 약 1/3로 감소되므로 세척펌프의 용량 및 관경이 작아지는 특성도 있다.

또한 각 여과지의 유입수가 균등하게 배분되고 각 지내에 소정의 높이에 시설된 날개벽을 통하여 지내에 균등하게 유입되도록 유의하지 않으면 않된다

이 방식의 장점은 다음과 같다.

① 세척개시로부터 종료시까지 타 지의 여과속도가 변화하지 아니한다

② 자기 역세척형과 같이 최소 여과지수의 제한이 없으며 지 전체의 깊이가 낮다

③ 역세척 수량이 약 $0.25m^3/m^2$/분 정도이므로 대단히 적게 소요된다.

④ 세척을 하고 있는 시간대에도 여과지 전체 처리수량이 대폭 감소되지 않으므로 후속의 소독용 염소의 주입제어가 용이하다.

⑤ 여과지내 설비(배수트라프 및 표면세척설비)가 없으므로 여과사의 투입, 교체, 삭취 등 유지관리가 용이하다

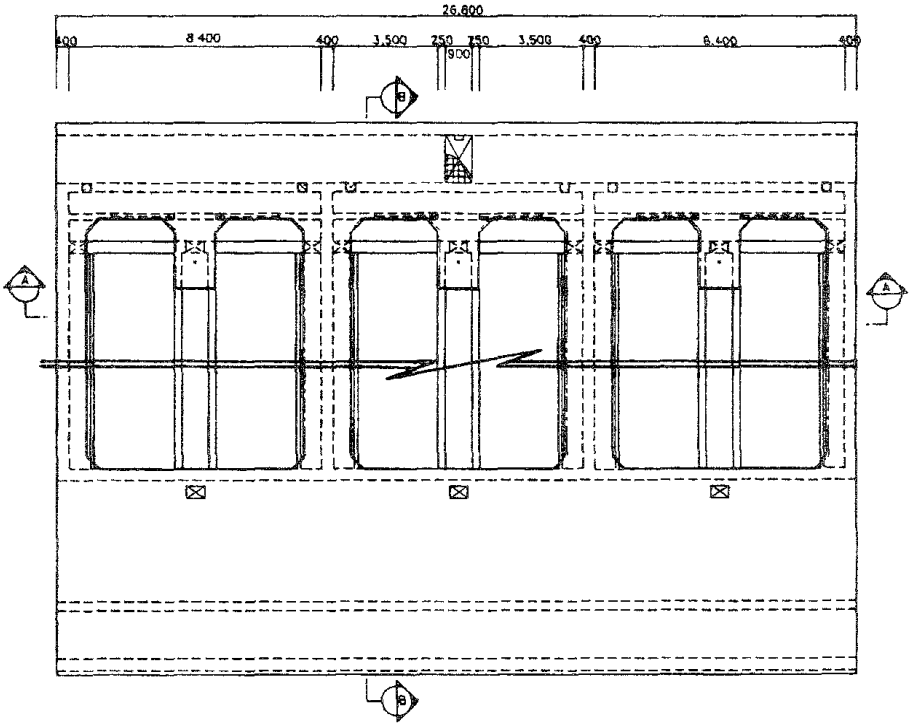
⑥ 지별 제어 방식이므로 설비의 관리로 인한 타 여과지의 영향이 전혀 없다.

또한 이 방식의 단점은 다음과 같다.

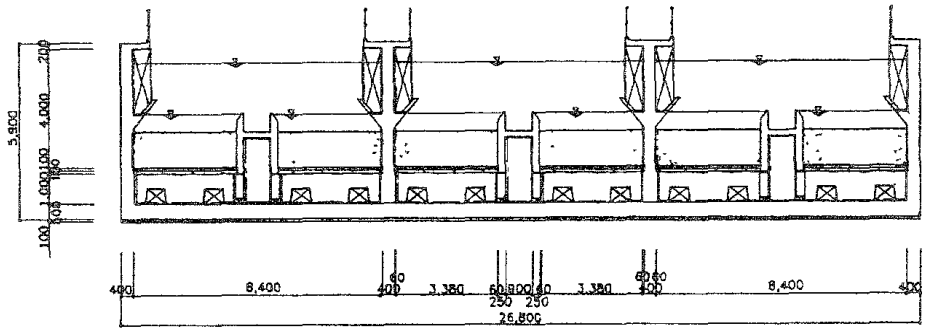
① 역세척용 송풍기 및 펌프 설비와 그 부속설비가 필요하다.

② 유입측에서 낙차로 인한 소음이 크다.

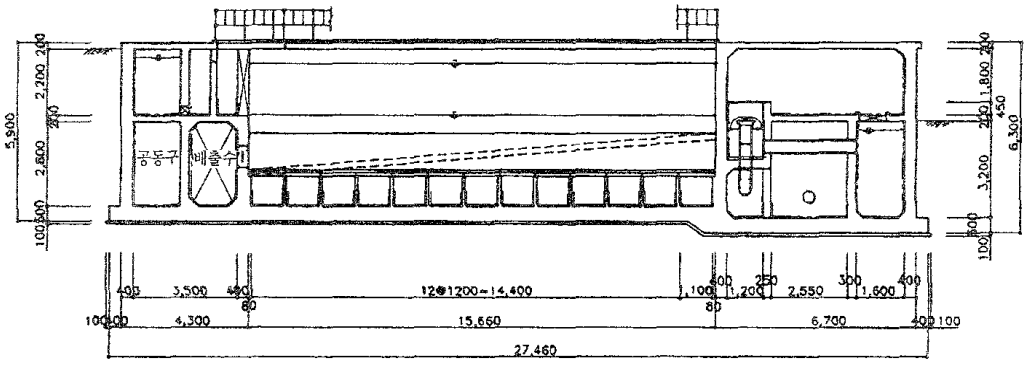
③ 하부집수장치(스트레이너 포함)의 설치 및 관리가 어렵다



평 면 도



A-A 단 면



B-B 단 면

<그림 5.38> 지별제어형 (공기와 물 세척방식)

6.18 직접 여과

직접 여과의 채용에 있어서는 다음의 사항을 따라야 한다.

1. 원수의 수질이 양호하고, 장기적으로 안정하여야 한다.

2. 응집 및 여과의 관리가 적절하여 충분한 수질 감시가 이루어져야 한다.

3. 원수 수질이 악화하는 경우에는 통상의 응집침전, 급속여과방식에 있어 대처할 수 있는 설비를 보유하여야 한다.

【해설】

직접 여과는 저탁도원수를 대상으로 하여 소량의 응집제를 주입한후, 플록형성과 침전처리를 하지 않고, 여과를 하는 것이다. 또는 응집제를 주입하고 단기간의 플록형성까지만 시킨 후 여과를 하는 경우도 있다.

탁도가 낮은 경우도 여과지에 의한 탁질의 제거를 기대하면, 플록의 입경을 크게 하기 위하여 탁질당 응집제 양을 많게 해야 하는데, 이 경우 플록의 밀도가 작아 깨지기 쉽게 되므로, 여과지에서의 누출이 생기기 쉽다.

또, 여과지 슬러지는 농축성, 탈수성이 나쁘고 슬러지의 처리, 처분이 곤란한 경우가 많다 이러한 문제를 개선하기 위하여 저탁도의 원수에 대하여 적접여과를 하기도 한다.

1. 표준적인 여과층구성과 여과 속도로 직접여과를 할 경우, 원수탁도가 대체로 10도 이하이면 양호한 처리결과를 기대할 수 있다. 다만, 10도 이하라도 단시간에 원수탁도가 변동하는 경우에는 처리가 안정하지 않아 여과폐쇄를 일으킬 수 있다. 따라서 직접여과의 적용은 탁도가 10도 이하로, 또 거의 일정한 상태가 장기적으로 계속되는 시기에 한하여야 한다.

또 원수에 여과장해생물이 발생한 경우에는 현저한 여과지 폐쇄가 생기기도 하므로 기계적인 생물 제거 설비가 없는 한 직접 여과를 행할 수가 없다.

2. 직접 여과에서는 플록을 성장시키지 않고 미세한 상태 그대로 여과지에 유입시킬 필요가 있다.

일반적인 처리에서 혼화지에 응집제를 주입한 경우 여과지까지의 유로가 길어 플록이 성장할 때에는 여과지 직전에 응집제를 주입하여 혼화한다

저탁도시에 직접여과로 할 경우에는 응집제의 주입량을 통상처리의 1/3~1/4까지 감소시키는 것이 좋다.

따라서, 응집제 주입 설비는 넓은 범위에 걸쳐 정확히 주입할 수 있어야 하며, 제어 가능한 주입율의 하한은 알루미늄으로 0.1㎎/L정도가 바람직하다.

여과지에서는 플록이 여과층 내부까지 침입하므로 일반적인 처리의 경우보다 주의하여 세척을 해야 한다. 또 세척을 종료하고 여과를 개시한 직후에는 양호한 처리수를 얻을 수 없으므로 여과배수에 대해 고려할 필요가 있다.

또, 일반적인 처리의 경우는 중간단계의 침전처리수의 탁도를 감시하여 수처리상태를 어느 정도 확인할 수 있지만, 직접여과에서는 도중에 수질상태를 확인할 수 없으므로 여과수 탁도의 감시를 특히 엄격히 하여야만 한다.

3. 태풍, 호우 등으로 인해 원수 수질이 악화되어 반드시 직접여과법으로는 처리할 수 없는 경우가 있다. 따라서, 이 방법을 채용한 정수장에서는 원수수질이 악화되는 경우에는 통상의 응집침전, 급속여과로 대응할 수 있는 설비를 보유할 필요가 있다.

제7절 보통침전지

7.1 총칙

보통침전지는 응집처리를 하지 않은 원수를 자유침강에 의하여 현탁물질을 분리하고 완속여과지에 걸리는 부하를 경감하기 위하여 설치하는 것이 목적이다

그러기 위하여 침전효율을 향상시킬 필요가 있으며, 침전작용을 저해하는 수류의 발생을

피할 수 있도록 지의 형상이나 유입 및 유출부, 정류설비 등의 설계에 충분히 고려해야 한다. 또 원수의 연간 최고탁도가 30도 이상인 경우에는 응집처리가 가능한 시설을 구비하는 것이 필요하다. 그러나 저수지나 지하수를 수원으로 하고 원수탁도가 통상 10도 이하인 경우에는 보통침전지를 생략할 수 있다

7.2 구성 및 구조

보통침전지의 구성 및 구조는 본장 5.2 구성 및 구조에 준한다.

【해설】

응집제를 사용하지 않는 보통침전지에서도 침전효과를 향상시키기 위한 수류조건은 약품침전지와 동일하므로 본장 5.2 구성 및 구조의 해설에 준한다

원수 중에 다량의 플랑크톤, 조류가 포함되어 있는 경우와 용량이 큰 저류부가 있는 경우에는 플랑크톤, 조류의 번식으로 일반적으로 pH가 높고, 지의 물이 녹~암적색으로 착색되고 악취가 나는 경우가 있다. 이러한 경우에는 염소처리가 가능한 설비를 고려해야 할 필요가 있다 이때, 후속 완속여과지의 여과막 생물에 악영향이 없도록 신중하여야 한다

완속여과지가 그 기능을 정상적으로 계속하여 발휘할 수 있도록 유입수 탁도 한도를 경험상 대개 10도로 한다.

그러므로 유입수 탁도로 판단하여 침전지 청소 기간만 일시적으로 침전지를 경유하지 않고 유입시키더라도 완속여과에 큰 지장을 초래하지 않으므로 1지로 하여도 된다.

7.3 표면부하율 및 평균유속

보통침전지의 표면부하율 및 평균유속은 다음 각 항에 의하여야 한다.

1. 표면부하율은 5~10 mm/분을 표준으로 한다.
2. 침전지내의 평균유속은 30cm/분 이하를 표준으로 한다.

【해설】

1. 표면부하율은 원수의 탁질분포와 침강속도의 실측자료 등에 의하여 결정하여야 한다.

일반적으로 지의 형상이나 정류설비의 설계에 따라 침전효율을 향상시키도록 배려하고, 표면부하율은 5~10 mm/분으로 하고 깊이를 본장 5.2 구성 및 구조에 따라 정하고, 체류시간은 약 8시간으로 한다

2. 지내유속을 결정하는 방법은 5.3 용량 및 평균유속의 2항을 참고로 하고, 유속이 너무 크면 침전을 저해하거나 침전된 슬러지가 다시 떠오를 염려가 있으므로 경험적으로 침전지내 평균유속은 30cm/분 이하를 표준으로 한다

7.4 정류설비 및 유출설비

정류설비 및 유출설비는 본장 5.4 정류설비 및 유출설비에 준한다.

보통침전지는 용량이 커서 침전지내의 수류는 그 자체의 난류와 외부의 영향으로 난류상태를 나타내므로 정류벽을 설치하여 침전지의 물을 균등하게 인출하도록 해야 한다.

7.5 슬러지배출설비

슬러지배출설비는 본장 5.5 슬러지배출설비에 준한다.

【해설】

보통침전지에는 일반적으로 고탁도수가 유입하는 일은 적으므로 슬러지가 점하는 체적도 적다. 그러므로 슬러지 스크레퍼를 고정하여 설치할 필요성은 적으며, 침전지를 비우고 슬러지

를 콘베이어 등으로 반출하는 것이 일반적이다

7.6 월류관, 배출수관 및 슬러지배출관

월류관, 배출수관 및 슬러지배출관은 본장 5.6 월류관, 배출수관 및 슬러지배출관에 준한다.

【해설】

침전지의 급격한 수면 변동에 대처하고 침전지에 부유하는 쓰레기, 기름 등을 제거하기 위해서 월류관을 설치한다. 월류관을 침전지 하부의 배수관과 동일한 계통으로 방류하는 경우에는 배수관 가까이 설치해서 도중에 합치는 것이 경제적이다. 또 침전지의 슬러지 배출, 청소, 수리 등을 위하여 침전지를 비울 수 있게 배수관을 하부에 설치한다 관, 밸브의 구경은 필요한 배수시간으로 결정되지만 배수를 신속하고 안전하게 하기 위해서는 침전지의 바닥보다 일반적으로 낮은 위치에 배수구를 설치한다 배수관 상단은 침전지 바닥보다 낮은 위치에 설치해서 배수가 자연유하에 의해 이루어지도록 하는 것이 바람직하다.

제 8절 일차여과설비(조대입자 여과)

8.1 총칙

일차여과설비는 플랑크톤, 조류, 탁질 등의 부유물질을 제거하여 완속여과지의 부담을 줄이기 위해 완속여과지 앞에 필요에 따라 설치한다. 일차여과에서 부유물질을 제거하는 데는 한계가 있으며 제거율은 60~70%로 하는 것이 좋다 장기간 사용하면 부유물질을 제거하는 효과가 낮아지는 경향이 있다. 이것은 주로 여과층의 세척이 불충분한 것에 기인한다. 더욱이 침전지 내에서 생물 등이 번식할 경우가 있으므로 여과층의 세척에 주의하여 설계해야 한다 일차여과지의 실례가 적기 때문에 사전에 실험을 통해서 설계의 제원을 정하는 것이 바람직하다.

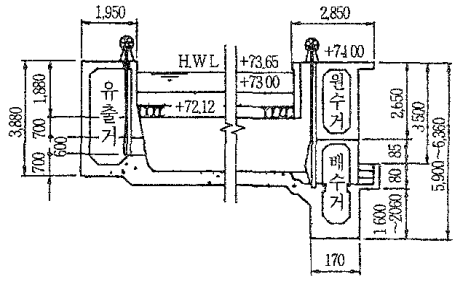
8.2 구조 및 형상

일차여과설비의 구조 및 형상은 다음과 같다.

1. 구조, 여과면적, 침전지 수 및 하부집수장치 등은 급속여과지에 준한다.
2. 여과속도는 80~100m/일을 표준으로 한다
3. 여재의 입경 및 두께는 실험으로 정할 수 있으나, 입경은 2~6mm, 두께는 35~65cm가 적당하다.
4. 세정방식은 공기와 물을 함께 사용한다.

【해설】

1. 일차여과에는 하향류와 상향류로 할 수 있고 구조는 각각 다르다. 하향류의 구조는 급속여과지와 거의 같으며 상향류는 여과층하부의 압력수실을 크게 해서 침전효과를 기대하는 것과 함께 슬러지의 배출을 위해 사람이 들어갈 공간을 확보하며 또 배수를 위해 여과상에는 적당한 구배를 둔다 침전지의 면적은 여과와 세척의 균일성을 유지하기 위해 하나의 지를 100m^2 이하로 한다 (그림 5.39 참조)



<그림 5.39> 일차여과지 (단위 : mm)

2 여과속도는 원수수질, 여과재의 입경, 여과층두께 등에 따라 다르기 때문에 실험으로 정하는 것이 바람직하지만 일반적으로 80~100

m/일이 사용된다.

3. 여과재로는 가는 자갈을 사용하고 그것의 입경은 2~6 mm, 여과층두께는 35~65cm 정도가 적당하다(표 5.14 참조)

<표 5.14> 여과재 및 여과층의 두께

여과자갈	입경(mm) 두께 (cm)	2 ~ 6 35 ~ 65
지지자갈	입경(mm) 두께(cm)	10 ~ 20 15 ~ 30

4 일차여과지는 가는 자갈을 여과재로 사용하기 때문에 여과층의 세척은 물 만으로는 불충분하여 공기세척을 병행한다. 또 보조적으로 기계 또는 인력으로 교반, 세척하는 방법도 사용된다. 세척수량 등은 표 5.15와 같다

<표 5.15> 세척수량, 공기량, 시간 및 압력

세 척 수 두	(m)	5 ~ 10
세 척 수 량	(m^3/분 · m^2)	0.6 ~ 1.0
세 척 시 간	(분)	5 ~ 8
공 기 량	(m^3)	0.8 ~ 12
공 기 압	(m · 수주)	3 ~ 5
통 기 시 간	(분)	5 ~ 7

제 9절 완속여과지

9.1 총칙

완속여과법은 모래층과 모래층 표면에 증식한 미생물군에 의하여 수중의 불순물을 포착하여 산화 분해하는 방법에 의존하는 정수방법이다. 그러므로 생물의 기능을 저해하지 않는다면 완속여과지에서는 수중의 현탁물질이나 세균뿐만 아니라 어느 한도내에서는 암모니아성 질소, 취기, 철, 망간, 합성세제, 페놀 등의 제거도 가능하다.

그 정화기능을 세분하여 보면 여과되지 않은 물이 세밀충전된 가는 모래층을 느린 속도로 통과함으로써 모래층 표면에서의 기계적 체분리 작용과 수중미립자가 모래입자에 표면부착에 의해 수중의 현탁물질이 모래층 표면에 억류된다 이 억류된 물질에 다시 수중의 부식질이나 영양염류가 부착하고 그 위에 조류나 미소생물이 번식하고 또 이들을 분해하는 다수의 박테리아가 번식하여, 축적된 현탁물과 생물군, 그 분비물이 피막을 이루면서 생물여과막이 형성된다 완속여과의 정화기능의 대부분은 이 생물여과막의 체분리 작용, 흡착 및 생물산화 등의 작용에 의하여 이루어진다.

이 생물여과막에는 규조를 주체로 한 조류가 번식하여 햇빛을 받아서 탄소동화작용을 하며, 물에 다량의 용존산소를 공급하고, 막내에 존재하는 박테리아에 의하여 유기물 산화가 촉진된다 또 탄소동화작용에 의하여 물의 pH 값이 상승함으로써 모래층의 전하를 정전하로 역전시켜 흡착효과를 높이고 철이나 망간의 산화를 촉진시킨다고 한다.

이들 생물여과막이 형성되면 표층에서의 현탁물의 저지율이 매우 높아지며 유기물은 산소농도가 높은 이 막 내에서 무기화된다 또 여과층내부의 모래입자의 표면에는 박테리아와 그 대사산물이 부착해서 한천상의 피막을 형성하고 있어 유하하는 수중의 암모니아 등을 산화, 안정시키는 기능도 가지고 있다

이들 표층의 생물여과막과 내부 모래 입자 표면에 한천상의 생물피막에 의하여 완속여과에서는 세균은 물론 암모니아성질소 등의 용존물질까지도 제거되므로 복개를 해야 하는 한냉지에서는 모래층 표면에 광선이 닿지 않아 박테리아의 작용만에 의존하여야 하므로 암모니아 등의 정화작용이 제약된다 (조류에 의한 산소의 공급이 없더라도 원수중의 용존산소만으로 여과층내가 호기상태로 유지되려면 암모니아성 질소 0.1mg/L, BOD 2mg/L 정도이어야 한다. 또 복개를 해야 하는 장소에서는 문을 설치하는 등 모래면에 햇빛이 도달하도록 하는 것이 바람직하다)

완속여과에서 현탁물의 저지는 여과사층 표층부에 집중되기 때문에 그 부분에서 큰 여과 손실수두가 생긴다. 손실수두의 증가에 따라 유출부의 수위를 낮추어(밸브를 개방하여) 정속여과를 유지한다. 그렇지만 손실수두가 커져서 필요한 통수량이 유지되지 않으면 여과를 정지해서 표층 10mm 정도의 모래를 삭취해 모래표면을 재생한다. 완속여과의 장점은 약품처리 등을 필요로 하지 않고 이같은 정화기능을 안정하게 얻을 수 있다는 것이다 따라서 완속여과지의 설계에서는 이런 장점을 고려해야 한다. 한편 단점은 광대한 면적을 필요로 하는 것과 오래 사용한 표층을 삭취해야 한다는 것이다. 완속여과지는 그 기능상 유입되는 원수 수질에 대해서 다음과 같은 제약이 있다. 우선 완속여과지에서는 여과사층의 표층에서만 현탁물의 억제가 이루어지기 때문에 탁도가 높은 물과 플랑크톤, 조류가 많은 물은 표층의 손실수두를 단시간에 높여 여과지속시간을 단축시키기 때문에 적당하지 않다. 여과지 유입수의 탁도는 연중 최고일때도 10도를 초과해서는 안된다. 2주정도의 여과지속일수 밖에 얻을 수 없는 경우에는 탁도와 플랑크톤, 조류 등을 미리 전처리하여 농도를 저하시키는 것이 바람직하다. 탁도 제거에는 보통침전과 일차여과가, 또 플랑크톤 제거에는 저수지에서의 처리, 취수수위 조절, 마이크로스트레이닝(micro straining), 일차여과 및 응집침전 등의 방법이 있다 한편 원수중 철·망간에 의한 색도는 완속여과지에서 일부가 제거 가능하지만 휴믹산 등의 천연의 안정한 화합물에 의한 색도는 거의 제거가 불가능하다. 또한 완속여과의 정화는 주로 생물작용에 의한 것이기 때문에 정상적인 생물기능을 저해할 정도로 오염된 물이나 중금속, 시안 등 독물의 농도, pH 값등 이 박테리아나 조류의 기능을 해칠 정도로 높은 물이나, 여과층내부의 호기성박테리아의 생존을 위협할 정도로 산소소비율이 크거나, 용존산소능도가 적은 물은 직접 완속여과지에 유입시키는 것이 적당하지 못하다. 또한 여과층내에서 유기물과 철·망간이 산화되기 위해서는 여과층내부가 호기성 상태여야 한다 만약 여과사층내부에서 용존산소가 결핍되면 여과사층내부에서 유기물 분해와 질소 산화를 하는 호기성세균이 기능을 하지 못할뿐 아니라 여과사층내에 축적되어있는 철·망간등이 용출되기 때문에 용존산소농도가 낮은 물은 직접 완속여과가 적당하지 않다.

그러므로 완속여과는 어느 오염도까지는 급속여과가 미치지 못하는 광범위한 용해물질 제거기능을 갖추고 있으나 이 정도를 초과하면 정수기능을 발휘할 수 없게 된다. 이와같은 경우에는 전처리를 첨가하여 수질개선을 도모하거나 다른 정수방법으로 변경하여야 한다.

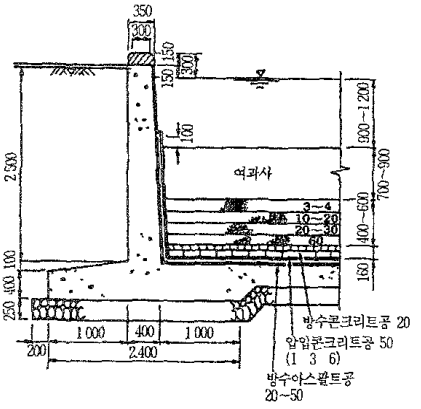
9.2 구조 및 형상

완속여과지의 구조 및 형상은 다음 각 항에 의하여야 한다.

1. 여과지의 깊이는 하부집수장치의 높이에 자갈층 두께, 모래층 두께, 모래면 위의 수심과 여유고를 더하여 2.5~3.5m를 표준으로 한다.
2. 여과지의 형상은 직사각형을 표준으로 한다.
3. 배치는 몇 개의 여과지를 접속시켜 1열이나 2열로 하고 그 주위는 유지관리상 필요한 공간을 둔다.
4. 주위벽의 상단은 지반보다 15cm 이상 높여서 여과지내로 오염수나 토사 등의 유입을 방지하여야 한다.
5. 한냉지에서는 여과지 물이 동결할 염려가 있으므로 여과지에 덮개를 설치한다.

【해 설】

완속여과지의 구조는 깊이 2.5~3.5m의 콘크리트조로 지의 저부에 하부집수장치를 설치하고 이 위에 여과자갈 및 모래를 각기 일정한 두께로 부설한 것이다 (그림 5.40 참조)



<그림 5.40> 완속여과지 단면도(mm)

또 여과지의 한쪽 끝에는 원수 유입구를 설치하고 다른 쪽 끝에는 여과유량을 조절할 수 있는 조절정을 설치한다.

그리고 조절정에는 가동위어나 제수밸브, 수위나 손실수두를 표시하는 지시계 등을 장치한다.

1. 여과지의 깊이는 하부집수장치의 높이, 자갈층 두께, 모래층 두께, 모래면 위의 수심 및 여유고로서 정하여지는 것이나 너무 깊게 하면 여과지의 축조비가 증대할 뿐 아니라 여기에 부속되는 다른 구조물도 비경제적인 깊이를 필요로 하는 단점이 있으므로 2.5~3.5m의 범위내가 적당하다.

2. 직사각형의 여과지가 원형이나 부채형보다도 건설면이나 유지관리면에서 유리하므로 직사각형을 표준으로 한다 여러개의 여과지를 서로 접속시켜 축조할 경우 주벽 및 칸막이벽의 길이 및 경제성을 고려하여 형상 및 크기를 갖도록 배려하는 것이 바람직하다.

3 여과지는 1열 혹은 2열로 배치하지만 마주보게 배치한 경우는 그 중간 혹은 외측에 여과지를 접해서 조절정을 설치하는 것 외에 삭취한 표층이나 혹은 보충용 모래를 두는 장소로 이용하기 위해서 여과지 면적에 따라서 충분히 넓은 공간을 두어야만 한다.

4. 여과지는 수돗물을 생산하는 중요한 시설이므로 지표면으로부터의 오염수나 토사 등의 유입을 방지하여야 한다. 이를 위하여 여과지 주벽부는 지면보다 적어도 15cm 이상을 높일 필요가 있다.

5. 한냉지에서는 동절기에 여과지 물이 동결하는 경우가 있고 여과지 물이 동결하면 작업이 불가능하다. 이러한 염려가 있는 지역에서는 여과지 물의 동결을 방지하는 방법으로서 완속여과지에 덮개를 설치한다. 이 경우 표층을 삭취하는 기기의 반입·반출, 삭취된 모래 및 보충용 모래를 둘 공간, 세척된 모래의 공간 및 기기를 두는 곳 등을 고려해서 지장이 없는 구조로 가능한 한 중간에 기둥이 없는 것이 바람직하다. 또한 여과지의 벽 상단보다 적어도 2.1 m 이상의 공간을 둘 필요가 있다.

9.3 여과속도

완속여과지의 여과속도는 4~5m/일을 표준으로 한다

【해 설】

완속여과는 본질적으로 표면여과이며 또 표층을 삭취(削取)함으로써 여과층을 재생하기 때문에 여과층내부에 현탁물질을 침입시키는 것을 절대 피하여야 한다 그러므로 여과속도를 너무 빠르게 하면 여과층 전체가 빨리 악화되어 탁질의 누출을 초래하고 높은 손실수두가 발생되어 지속일수의 단축을 초래하는 등 단점이 있으므로 여과속도가 느릴수록 완속여과의 정수기능이 우수하게 발휘된다.

경제성까지 포함하여 경험상으로 종합판단해 볼 때 일반 표류수에서는 4~5m/일이 적절하므로 이를 표준으로 한다 단, 원수수질이 양호하고 특별한 지장이 없을 때는 그 보다 빨리 할 수 있다.

그러나 여과속도를 너무 빨리하면 여과지속일수가 단축되고 유지관리상 장해가 있으므로 8m/일까지를 한계로 한다.

여과속도별 여과손실수두의 초기치는 표 5.16에 표시된 바를 참고로 하면 된다

<표 5.16> 모래층의 손실수두

90cm 두께의 청정한 모래의 손실수두(cm)

여과속도(m/일)	모래의 유효경(mm)			
	0.30	0.35	0 40	0 45
0.935	1.22	0.91	0.61	0.61
1.870	2 74	2.13	1.52	1 22
2.805	3.96	3.04	2.44	1 83
3.740	5 49	3.96	3.04	2.44
4.675	6.71	4.88	3 66	3 04
5.610	8.23	6 10	4.57	3 66
6.545	9.45	7.01	5 49	4.27
7.480	9 73	7.92	6 10	4.88

주 : 1) 모래층 두께가 1 00m인 경우의 손실수두는 표의 수치에 100/90을 곱하여 구한다.
2) 이 표는 수온이 10℃ 일 때의 수치이다

9.4 여과면적 및 여과지수

완속여과지의 여과면적 및 여과지수는 다음 각 항에 의한다.

1. 여과면적은 계획정수량을 여과속도로 나누어 구한다.

2. 여과지수는 예비지를 포함하여 2지 이상으로 하고, 예비지는 10지마다 1지의 비율로 하여야 한다.

【해 설】

1. 여과지의 총면적은 계획정수량을 여과속도로 나누어 구한다. 또 1지의 면적이나 지수 중 어느 하나만 정하면 총면적으로부터 자연히 구할 수가 있다. 여과지의 운용은 운전, 정지, 삭취 및 모래 보충 작업 등의 순환이므로, 이것과 정수장의 규모, 건설비 및 유지관리의 난이도 등을 고려하여 1지의 크기를 적절히 정한다. 일반적으로 사용되는 지의 크기는 큰 것은 4,000 ~5,000m^2, 작은 것은 50~100m^2 정도로 만들어진다.

2. 계획정수량과 여과속도로부터 구한 필요 여과면적이 작더라도 여과지 운영상 예비지가 필요하다. 필요한 여과지가 1지인 경우라도 반드시 예비지를 설치하여야 한다. 이때에 가능하면 필요한 여과면적을 2등분하여 2지로 하고, 별도로 동형의 여과지 1지를 예비지로 설치하는 것이 전체적으로 바람직하다고 생각된다.

필요한 예비지 수는 여과지의 지속일수, 오사삭취시간이나 모래보충의 소요일수에 의해서 차이가 있으나 적어도 10지마다 1지의 비율로 설치하는 것이 필요하다.

지속일수는 주로 유입수의 수질, 여과속도에 따르며 또는 삭취시간이나 모래보충 일수는 그 작업능률이나 면적에 의하여 결정된다

9.5 모래층의 두께 및 여과모래

완속여과지의 모래층의 두께 및 여과모래는 다음 각항에 의하여야 한다.

1. 모래층의 두께는 70~90cm를 표준으로 한다.

2. 여과모래의 품질은 다음에 의한다.

(1) 외관은 먼지, 점토질 등의 불순물이 없을 것
(2) 유효경은 0 3~0.45mm 일 것
(3) 균등계수는 2.0 이하일 것
(4) 세척탁도는 30도 이하일 것
(5) 강열감량은 0 7% 이하일 것
(6) 산가용율은 3.5% 이하일 것
(7) 비중은 2.55~2.65의 범위일 것
(8) 마멸율은 3% 이하일 것
(9) 최대경은 2mm 이하일 것

【해 설】

1. 완속여과는 탁질제거면에서 보면 표면여과이나 내부여과층에 용해물 제거기능을 가지고 있으며 여과수의 안전을 확보하기 위하여 어느 정도의 여과층두께가 필요하다. 간단한 삭취만으로도 계속해서 여과기능을 재생할 수 있도

록 하기 위하여 저사(貯砂), 여과사표면의 숙성 등도 겸하여 모래층의 최초의 두께 또는 모래 보충 후의 두께는 70~90cm가 적당하다.

삭취를 반복하였을 때 여과수에 수질저하를 일으키지 않는 모래층의 최소 두께는 원수의 수질, 여과속도, 모래입자의 오염 및 모래의 입경 등에도 관계가 있으나 모래층의 생물기능의 분포 및 경험적으로 약 40cm가 한계이다. 실제로도 모래층 두께가 감소함에 따라 모래층내의 오염비율이 급속히 증가하여 여과수질이 악화되는 경향이 있는 등의 이유에서 그 이상 모래층 두께를 얇게 하는 것은 바람직하지 않다.

2 여과모래의 품질은 다음과 같은 것이라야 한다.

(1) 외관은 먼지, 점토질 등의 불순물 또는 편평하거나 취약한 모래를 많이 포함하지 않고 석영질이 많은 굳은 균질의 모래라야 한다.

(2) 유효경은 0.3~0.45mm 이어야 한다. 여과층에 의한 세균 및 미립자의 제거효과는 가는 모래일수록 크나 반면 가는 모래는 폐쇄되기 쉽고 삭취 회수가 많아져서 비경제적이므로 작업상 및 경제상의 관점에서 완속여과지의 모래입자의 유효경은 0 3~0.45mm가 바람직하다.

(3) 균등계수는 2 0 이하이어야 한다 완속여과는 표면여과이므로 급속여과와 같이 세척에 따른 조립자와 미립자의 상하 분리가 발생하지 않으므로 균등계수의 상한은 그렇게 중요한 의미를 갖지 않는다. 그러나 균등계수가 너무 크면 세조(細粗)의 여과재가 치밀한 여과층을 구성하여 높은 저지율(沮止率)을 나타내는 반면 손실수두가 너무 커진다.

또 오사(汚砂)의 세척에 의하여 장시간 작은 입자가 유출하여 전체의 입경분포가 변화하고 유효경을 증대시키게 된다.

(4) 세척탁도는 30도 이하라야 한다. 모래의 오염정도를 될수록 적게하기 위하여 세척탁도는 30도 이하로 한다 여과수가 직접 수돗물이 되므로 여과모래가 미리 세척되어 청정한 것이라야 한다.

(5) 마멸율은 3% 이하라야 한다. 완속여과에서는 모래를 빈번히 세척하는 것은 아니므로 마멸율이 높은 모래는 삭취한 모래의 세척이나 재생시에 파쇄되어 세립화하고 유실되어 바람직하지 않으므로 이와같이 정한다.

(6) 최대경은 2mm 이내로 하며 부득이할 때에도 최대경을 초과하는 것이 1% 이하라야 한다. 최대경은 급속여과에서의 여과사와 같게 했으나 최소경은 완속여과용에 대하여는 정하지 않았다

9.6 자갈층의 두께 및 여과자갈

완속여과지의 자갈층의 두께 및 여과자갈은 다음 각 항에 의하여야 한다.

1. 자갈층의 두께는 40~60cm를 표준으로 한다

2. 여과자갈은 최대경 60mm, 최소경 3mm의 것을 4층으로 체로 분류하여 조립자를 하층에, 세립자를 상층에 순서대로 부설하여야 한다.

3. 여과자갈은 그 형상이 구형에 가깝고 경질청정하며 질이 균질한 것이 좋으며 먼지, 점토질 등의 불순물을 포함하여서는 안된다

【해 설】

1 여과모래의 하층에 자갈층을 설치하는 것은 모래층을 지지하고 여과모래가 여과수와 함께 하부로 유출하지 않도록 하는 것이 목적이다 그러므로 최소한 40cm의 자갈층 두께가 필요하며 40~60cm를 표준으로 한다.

2. 여과모래가 여과수와 함께 유출하는 것을 방지하기 위하여 가는 자갈부터 순서대로 하부로 향하여 큰 것으로 배치하고 최하부에는 직경 60mm의 자갈을 평탄하게 부설하여야 한다. 또 자갈층은 4층으로 체로 분류하여 시공하는 것이 좋으며 그 표준은 표 5 17과 같다.

3 사용하는 자갈은 여과수의 유하저항을 작

<표 5.17> 자갈층의 두께 및 자갈의 평균경

층 별	자갈의 평균경	자갈두께
4층의 경우		
1 층	3~4mm	8~10cm
2 층	10~20mm	8~10cm
3 층	20~30mm	12~15cm
4 층	60mm	12~15cm

게하기 위하여 구형이 좋으며 깬 자갈이나 깬 조약돌은 공극율이 불균일하므로 사용하지 않는 것이 좋다.

9.7 하부집수장치

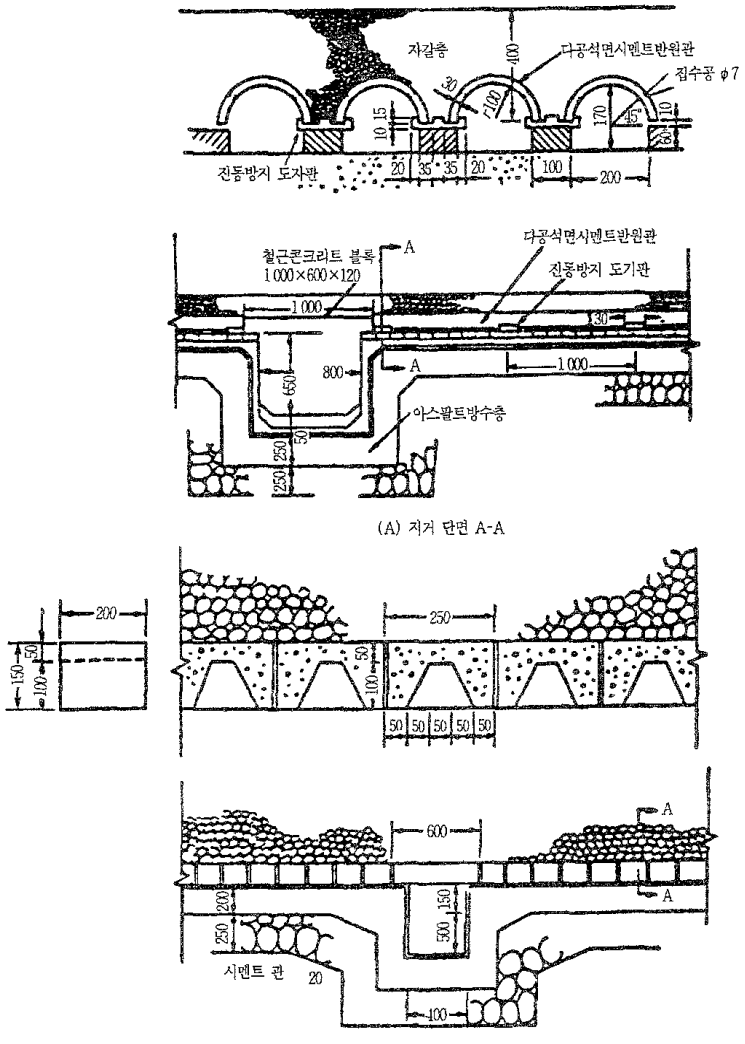
완속여과지의 하부집수장치는 다음 각 항에 적합하여야 한다,

1. 하부집수장치는 여과지 모든 부분에서 균등한 여과가 가능한 구조로 배치되어야 한다.

2. 하부집수장치 및 지저(池底)에는 배수를 고려하여 필요한 경사를 두어야 한다.

【해 설】

1. 여과되지 않은 물이 유입구로부터 여과지로 유입되어 조절정으로 유출할 때에 수리적으로 손실수두가 최소인 부분을 선택하여 흐르므로



<그림 5.41> 하부집수장치 단면도(단위:mm)

집수설비가 부적당하면 여과가 불균일하게 되어 여과속도가 부분적으로 빠른 곳이 생긴다 그러므로 설계시에는 여과지의 모든 부분에서 동일하게 집수하고 또 작은 손실수두로서 유출시킬 수 있도록 할 필요가 있다.

또 완속여과에서는 역세척을 행하는 것이 아니므로 일반적으로 간단한 구조로서 집수주거(集水主渠) 및 지거(支渠)위에 골격이 있는 콘크리트 블록과 유공블록을 세운 정도로서 충분하다 (그림5.41 참조) 거내(渠內)유속과 지거(支渠)의 평균거리는 다음과 같이 정한다.

(1) 여과속도의 불균일은 여과지 운영상 피하여야 하나 집수장치의 관내 손실수두가 크면 조절정 부근과 유입구 부근에서 손실수두의 차가 생겨 여과속도도 여기에 비례하여 조절근은 빠르고 유입구 부근은 늦은 불균일 여과가 되게 된다.

관거내의 손실수두는 유속이 커짐에 따라서 증대하므로 거내의 유속은 지거에 있어서는 15cm/초 이하, 주거에 있어서는 20cm/초 이하를 표준으로 정한다

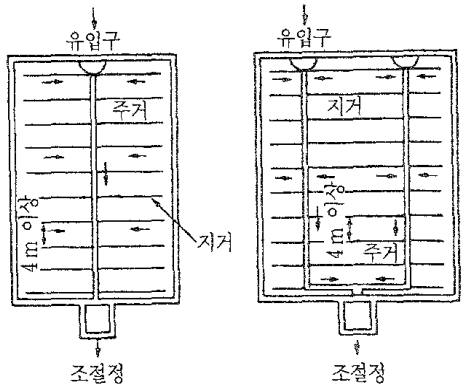
(2) 여과지 저부의 어느 점으로부터도 지거까지의 수평거리는 4m 이하여야 한다.

지거의 간격을 너무 크게하면 1개의 지거가 담당하는 집수면적이 과대하게 되어 여과가 불균일하게 된다. 그림 5.42에 하부집수장치의 배치의 일반 예를 표시하였다.

2. 하부집수장치의 바닥에 설치하는 경사에 관한 표준은 다음과 같다.

(1) 하부집수장치의 저부경사는 주거는 1/200, 지거는 1/150 정도로 한다.

지거 및 주거의 표준유속이 정해지면 단면적은 계산으로 구할 수 있다. 저부경사는 이들 단면적이 하류에 갈수록 증대되며 청소 및 기타 목적으로 여과지를 비울 때 물이 유출하는데 충분한 경사가 있으면 된다. 경사를 크게 하면 구조상 지의 깊이도 커지므로 비경제적이다. 종래의 경험으로 보아 거의 경사와 지저경사는



<그림 5.42> 하부집수거의 배치

동일하며 대체적인 표준에 의하면 된다.

(2) 지저경사는 주거를 향하여 1/150 정도로 한다 (1)에서 기술한 바와 같이 지저경사도 대체로 지거 및 주거의 경사에 준하여 정하면 된다. 또 경사를 필요이상으로 급하게 하면 여과지의 깊이가 증대되며 자갈층 두께가 불균일하게 되는 점 등이 있고 그 밖에 여과지내의 물을 배출시킬 때 적당한 경사를 필요로 하는 관계상 1/150 정도의 경사로 하는 것이 적당하다.

9.8 수심 및 여유고

완속여과지의 수심 및 여유고는 다음 각 항에 의한다.

1 여과지 모래면 위의 수심은 90~120cm를 표준으로 한다.

2. 고수위에서 여과지 상단까지의 여유고는 30cm 정도로 한다.

【해설】

1 여과층이나 집수장치 등의 마찰저항을 극복하고 물을 통과시키는 필요한 수두가 여과수두이므로 여과수두의 허용한계는 모래면 위의 수심까지로 한 것이다. 즉 여과수의 수위(유출수위)는 모래층 표면보다 저하시키면 안된다. 그 이유는 손실수두가 그 이상 커지면 모래층내에 부수두(負水頭)가 발생하여 수중의 공기가 유리되고 모래층간에 축적되어 에어 바인딩(air

binding)을 일으켜서 여과를 방해하기 때문이다. 그런 면에서 여과수두를 증가시키기 위하여는 미리 수심을 증가시켜야 한다 수심이 얕으면 손실수두에 여유가 적게되어 지속일수가 감소된다. 또 조류의 발생이나 풍랑에 의하여 여과막이 손상될 염려가 있다. 그러나 너무 수심을 크게 하면 여과지의 깊이가 커지고 모래층을 단단하게 만드는 역효과도 있으므로 모래면 위의 수심은 90~120cm를 표준으로 한다

또 여과가 지속되는 중에는 여과층에 수류변동을 일으키지 않도록 여과지 수위는 일정하게 유지하여야 한다 그러기 위하여는 원수(침전수) 유입량을 총 여과수량에 대응시켜서 조절하기 위한 제수게이트, 밸브 및 월류설비 등을 수위조절에 유효한 위치에 설치하여야 한다.

2. 여유고를 필요 이상으로 크게 잡으면 여과지의 깊이가 커지고 여러 가지 폐해를 일으킨다. 그러나 여유고가 너무 적으면 여과지내의 수위조절에 불편을 느끼게 되며 여과지 크기에도 관계되므로 적어도 풍랑에 의하여 월류하지 않도록 하여야 한다. 일반적으로 여유고는 30cm 정도가 적당하다.

9.9 조절정

완속여과지의 조절정은 다음 각 항에 적합해야 한다.

1. 여과지마다 조절정을 설치하여야 한다.

2 조절정에는 유량조절장치, 여과손실수두계, 여과속도 및 여과수량 지시계 외에 필요한 관이나 밸브류를 설치하여야 한다.

3. 유량조절장치가 위어인 경우 그 높이는 여과지 내에 부수두가 발생하지 않도록 하여야 한다.

4. 조절정은 지내 여과수가 오염되지 않는 구조로 하고 필요에 따라서 건물을 설치하여야 한다.

【해설】

1. 조절정은 여과지에 근접하여 설치하나 삭취 직후의 여과지와 장기간 사용하고 있는 여과지는 여과조건이 차이가 있으므로 각 여과지를 독립하여 운영할 수 있도록 각 여과지마다 조절정을 설치하여 여기에 조절장치를 설치한다.

또 여과지의 배치 등을 고려하여 조절정 및 조절장치의 조작부분을 한 장소에 집약할 수 있으면 여과지의 관리상 능률적이다.

2. 여과수량을 설정하고 또 여과속도를 항상 일정하게 유지하기 위하여 유량조절장치를 설치하고 그밖에 여과조작을 원활하게 하기 위하여 상기의 계기류, 제수밸브 및 관류를 설치하여야 한다.

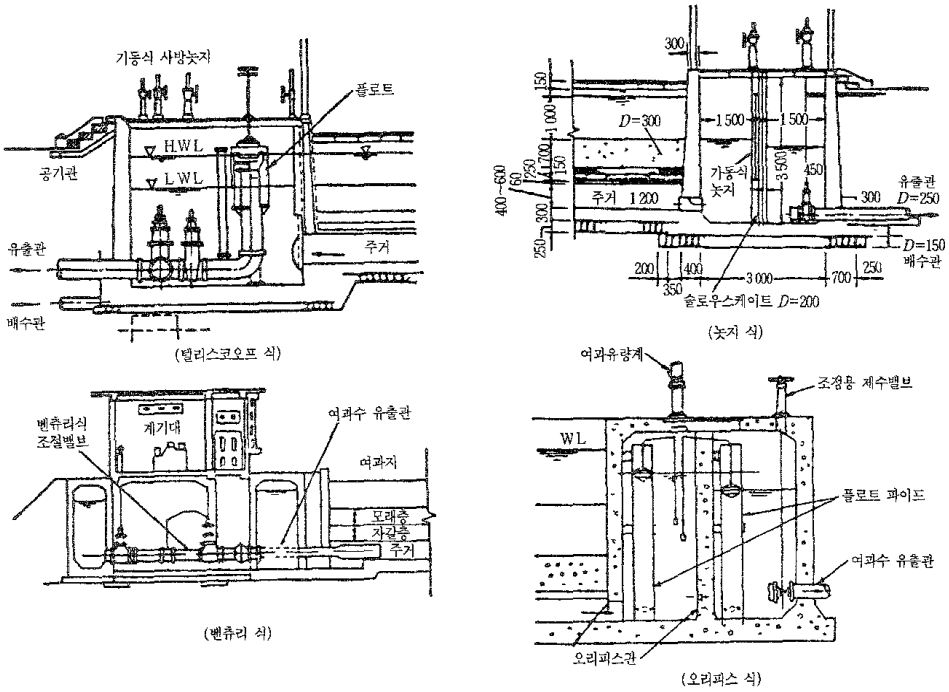
3. 여과수량을 유출측에서 조절하는 장치에는 여러 가지가 있으며 예를 들어 그림 5.43과 같이 가동위어에 의한 유량을 조절하는 방식(놋지식)이나 여과수 유출관의 선단을 상하로 신축할 수 있는 구조로 하고 이것을 일종의 가동위어로서 유량을 조절하는 것(텔리스코오프식)이 있으며 또 벤츄리를 사용하여 유량을 계측하고 제수밸브에 의하여 이를 조절하는 것(벤츄리식) 또는 오리피스판의 전후의 수위차에 의하여 유량을 조절하는 것(오리피스식) 등이 있다

유량조절장치는 가동위어, 텔리스코오프식 등 위어형의 것을 사용하는 때는 여과층내에 부수두가 발생하지 않도록 하기 위하여 위어의 최저 위치는 계획 모래층 두께의 모래면보다 높게 하여야 한다.

상기 2종의 조절장치는 공기를 함께 흡인할 염려가 있으므로 유출관에 배기장치를 설치할 필요가 있다.

또 오리피스나 벤츄리관에 의한 경우에도 여과층내에 부수두가 발생하지 않는 구조로 만들어야 한다

4. 조절정내로 직접 여과수가 유입할 때는 특히 외부로부터 오염되지 않도록 하기 위하여 조절정의 구조는 균열 등이 발생하지 않는 수밀성 구조로 하여야 한다. 또 조절정의 상부에는 조작대, 계기류가 설치되어 있으므로 필요에



<그림 5.43> 완속여과지의 유량조절장치 (단위 : mm)

따라 건물을 설치하여야 한다

9.10 여과수의 역송장치

완속여과지의 여과수의 역송장치는 다음 각 항에 적합하여야 한다

1. 조절정에 연결되는 여과수의 역송장치를 설치하여야 한다.

2 인접여과지의 여과수를 이용하는 경우 유출관이나 측관을 역송장치로 하여야 한다.

【해설】

1 오사(汚砂) 삭취작업 후 지내에 원수를 유입시키기 전에 여과수를 조절정을 경유하여 역송한다. 이것은 모래면 하부에 발생한 공기를 서서히 배제하고 여과의 장해가 되지 않도록 하기 위한 것이다.

역송한 물이 모래면상 10cm 정도가 되었을 때 역송을 중지하고 원수를 서서히 유입시킨다

여과수 역송에 있어서 조절정 내에 장치된 여과수 유출설비 중 양수위어나 사이펀 등으로는 역송할 수 없으므로 별개의 연결용의 역송관을 설치하여야 한다

2. 인접 여과지의 여과수를 이용할 때는 특별히 역송장치를 설치하지 않고 유출관 또는 측관에 의하여 직접 역송하나 일반적으로 이 조작은 타 지의 여과작업에 지장을 줄 염려가 있으므로 실시에는 신중을 기하여야 한다.

9.11 유입설비

완속여과지의 유입설비는 다음 각 항에 적합하여야 한다

1 여과지에 접하여 유입측에 유입주관을 설치하고 여기에 연결되는 유입지관에는 제수게이트나 제수밸브를 설치하여야 한다.

2. 유입지관은 여과지의 크기에 따라 1~2개소 설치하고 그 관경은 평균유속 50cm/초 정도가 되도록 한다

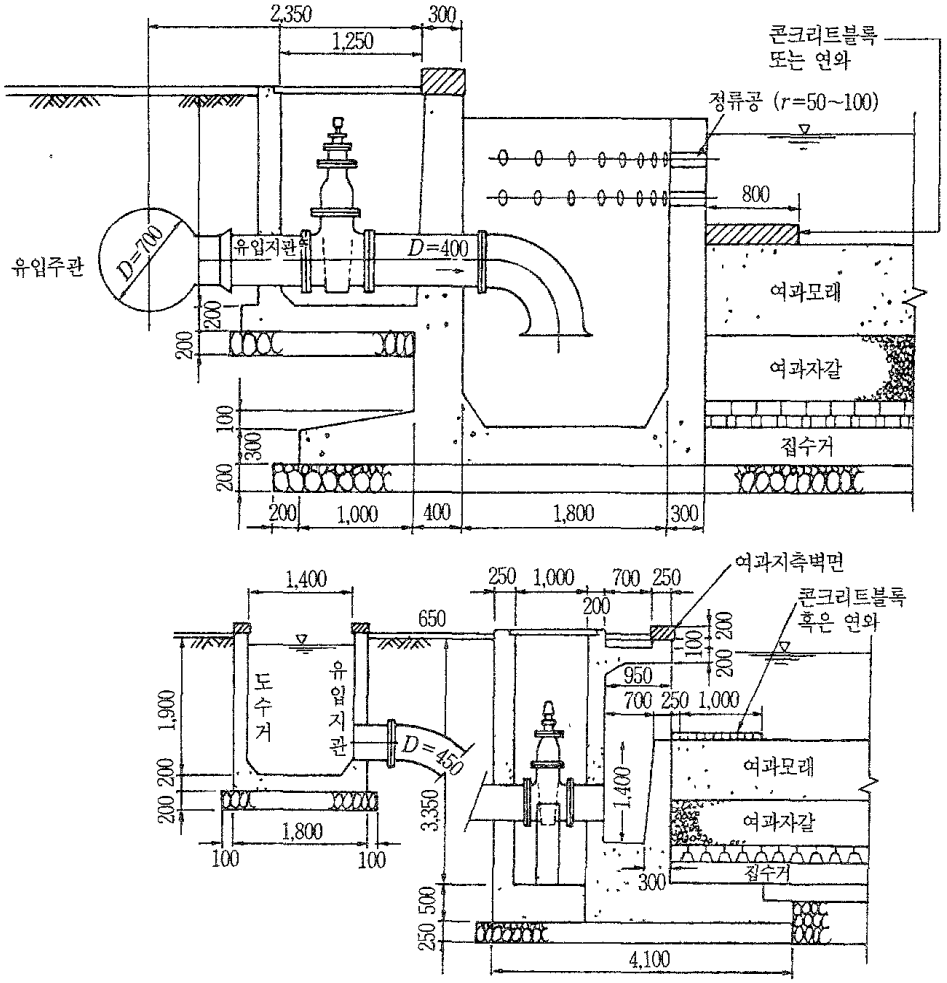
3 유입부의 주위에는 모래면 보호설비를 설치하여야 한다.

【해설】

1. 원수를 여과지에 도입하기 위하여는 여과지에 근접하여 유입측에 유입주관(거)을 설치하여야 하고 이것으로부터 각 여과지에 유입하는 부분에는 여과지의 휴지시에 대비하거나 또는 유입량을 조절하기 위하여 제수게이트나 제수밸브를 설치하여야 한다.

2. 유입지관은 여과지의 크기에 따라 1~2개소 설치하는 것이 통례이나 유입속도가 빠르면 유입부 부근의 여과사가 교란되고 여과가 불균등하게 될 염려가 있으므로 유입지관의 관경은 될수록 크게 하여 서서히 여과지에 유입하도록 하여야 한다. (그림 5.44 참조)
또 유입속도는 평균 50cm/초 정도를 표준으로 한다. 실제로는 대개 30~60cm/초가 많다.

3. 유입부의 주위는 앞의 2에서 기술한 바와 같이 완만하게 원수가 유입하여도 어느 정도는 여과사가 교란되므로 이를 최소한도로 방지하기 위하여 유입부 주위의 모래면 폭 1m정도에 콘크리트판 등을 설치하여 모래면이 세굴되지 않도록 보호하여야 한다 이밖에 유입부에 반원형 월류위어를 설치하여 이 가운데에 벨마우스(bell mouth)를 하향으로 설치하는 방법, 반원형 유공정류벽을 설치하는 방법 또는 유입측 측벽 수 m를 월류위어식으로 하여 유입시키는 방법 등이 있다.



<그림 5.44> 완속여과지 유입설비 (단위 : mm)

9.12 월류관

완속 여과지에 월류관을 설치하는 경우는 본장 5.6 월류관, 배출수관 및 슬러지 배제관의 1항에 준한다.

9.13 배출수관

완속여과지의 배출수관은 다음 각 항에 의하여야 한다.

1. 모래 면위의 배출수관의 관경은 배출시간을 3~4.5시간으로 하며, 모래면 하부 배출수관의 관경은 1~1.5시간 정도로 배출할 수 있는 구경으로 한다

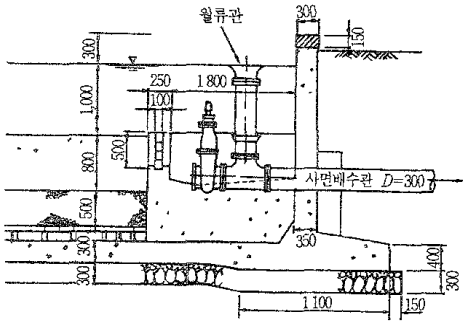
2. 배출수관의 토구는 상시 배출이 가능하고 또 오염수가 역류하지 않는 장소에 설치하여야 한다.

3. 상시 배출할 수 없을 때는 배출수 펌프 및 배출수조를 설치하여야 한다.

4. 배출수조의 크기는 펌프를 사용하는 경우 배출수량의 4분간 분량 이상으로 한다.

【해설】

1. 모래면상의 배출수관은 오사 삭취작업을 할 때에 모래면 위의 여과수를 빨리 제거하기 위하여 설치한다 보통은 여과를 단속하여 여과지의 수위를 고수위로부터 30cm 정도 저하시킨 다음 모래면 하부 약 20cm까지의 수량을 모래면 상부 및 모래면 하부의 배출수관으로 배출한다. 모래면 상부는 약 3~45시간, 모래면 하부는 30cm를 1~1.5시간으로 배출할 수 있는 관경으로 정한다 보통은 유출관과 같은 직경의 것을 필요로 한다 합계 4~6시간으로서 완전히 배출할 수 있는 관경으로 정하는 것이 바람직하다.(그림 5 45 참조)



<그림 5.45> 모래면상 배출수관
(단위 : mm)

9.14 세사설비 등

완속여과지의 모래세척설비 등은 다음 각 항에 의하여야 한다

1 여과지에 가까운 곳으로 모래의 반입, 반출에 편리한 장소에 보충용 깨끗한 모래 및 삭취(削取)한 오사(汚砂)를 각기 저장할 수 있는 통을 설치하여야 한다

2. 장내에서 모래를 세척할 경우에는 모래세척장치외에 적당한 수량, 수압을 가진 세척수압관, 세척배출수 침전조 등 필요한 설비를 설치하여야 한다.

【해설】

1. 여과지 근처에는 본장 9 2 구조 및 형상의 3항에서 기술한 바와 같이 삭취오사의 반출, 깨끗한 모래의 저장, 운반을 위한 공지를 필요로 한다.

그리고 깨끗한 모래는 먼지 등 불순물의 혼입을 피할 목적으로, 더러워진 모래에서는 비산을 피할 목적으로 구분된 저장조를 각각 설치하여야 한다.

2 오사를 장내에서 세척 재생하는 경우에는 모래세척장치, 세척수조 등을 설치한다.

모래세척장치에서는 오사를 세척하고, 또한 사용중 파쇄된 가는 모래나 혼입된 자갈, 나무조각 등을 제거하여야 한다

모래세척기는 대별하여 수류식과 회전체식의 두 형식이 있다.

세척에는 통상 수압 2kg/cm^{2}으로 오사량의 15~20배 정도의 수량을 필요로 한다

그 수압이나 수량이 부족하면 세척능률 및 세척효과가 저하된다. 또 과대하면 모래가 유출되기 쉬우므로 적절한 수압과 수량이 유지되는

고압수설비를 설치하여야 한다.

모래세척 배출수에는 중량으로 오사량의 10~20%의 슬러지나 미사(微砂)를 포함하므로 배출수중에 미사 등을 침전분리할 수 있는 저장조를 설치하여야 한다 또한 세척 배출수의 처리에 대하여는 제21절의 배출수 처리시설을 참조한다.

제10 절 정수지

10.1 총칙

정수지는 정수처리 운전관리상 발생하는 여과수량과 송수량 사이의 불균형을 조절 완화하는 것과 동시에 사고, 고장에 대응하고, 수원, 수질이상시에서의 수질변동에 대응하며, 시설의 점검, 안전작업 등에 대비하여 정수를 저류하는 곳으로 정수시설로는 최종단계의 시설이다.

일반적인 상황에서는 정수량과 송수량은 일정하여 수요량의 시간적 변화에 대하여는 배수지에서 대처하는 것이 원칙이나 정전 등으로 요구량이 급변하였을 때에는 정수량을 증감하기 위하여 수량조절 조작을 하는데 상당한 시간이 필요하므로 정수지가 필요하다. 그러므로 정수장내에 배수지가 있으면 배수지가 이같은 목적을 담당한다.

또 정수지는 염소혼화지가 없을 때 주입한 염소를 균일하게 혼화하는 목적도 겸하고 있다

10.2 구조 및 수위

1. 정수지의 구조는 다음 각 항에 적합하여야 한다.

(1) 구조적, 위생적으로 안전하고 충분한 내구성과 내진성, 수밀성을 가져야 한다.

(2) 한냉시나 혹서시 수온유지가 필요할 때에는 적당한 대책을 강구하여야 한다.

(3) 지하수위가 높은 장소에 축조할 때는 부력에 의하여 부상하는 것을 방지하기 위한 적당한 대책을 강구하여야 한다.

(4) 원칙적으로 2지 이상으로 하고 1지의 경우는 격벽(隔壁)으로서 2등분하여야 한다

2 정수지의 수위는 다음 각 호에 적합하여야 한다.

(1) 유효수심은 3~6m를 표준으로 한다.

(2) 최고수위는 시설 전체에 대한 수리조건에 의해 결정하여야 한다.

(3) 정수지의 유출관 하부 저수위 밑에 배출관을 설치하여야 한다

3. 정수지의 여유고 및 지저경사는 다음 각호에 적합하여야 한다.

(1) 고수위로부터 정수지 상부 슬래브까지는 30cm 이상의 여유고를 가져야 한다.

(2) 지저는 저수위보다 15cm 이상 낮게 하여야 한다.

(3) 지저에는 필요에 따라 배출수를 위한 경사를 붙여야 한다.

【해설】

1 정수지의 구조는 다음에 알맞아야 한다.

(1) 정수지는 정수를 저류하는 시설이므로 우수 및 먼지 등 외부로부터의 오염과 직사광선을 막고 조류의 발생을 방지하기 위해 복개하고, 수밀성과 내구성을 갖는 구조로 하여야 한다.

정수지는 일반적으로 철근 콘크리트조, 프리스트레스트 콘크리트로 만든 것, 강판제, 강화플라스틱제 등이 있다

철근 콘크리트조의 경우 형상은 직사각형이 일반적이나 지형, 규모등을 고려하여 원형 등의 형상으로 하기도 한다. 정수지의 구조는 빔구조와 평판 슬래브구조가 일반적이나 측벽부는 옹벽식이나 부벽식으로 하기도 한다.

철근 콘크리트조의 경우는 수밀성을 유지하기 위해서 양질의 콘크리트를 사용하고 특히 이음부는 누수의 원인이 되기 쉬우므로 그것의 위치, 방향에 관한 사항을 설계에 명시하여 공을 들여 시공을 하여야 한다. 이러한 경우 지수판을 설치하기도 한다 콘크리트의 경화수축이

나 온도변화에 의한 피해를 최소화하기 위해 20~30m마다 신축이음을 설치해야 한다 신축이음은 구조상 약점이 되는 경우가 있으므로 그 간격은 효과적인 범위에서 될 수 있는한 길게 하는 것이 바람직하고, 공법등에 대해서는 설계를 명시하여야 한다 신축이음이 있는 장방형 정수지의 경우, 측면이 개방된 box형으로 생각되며, 지진시에는 윗 상판에 큰 수평력을 주어 비틀림이 일어난다. 이러한 경우 신축이음에 부합되게 내진벽을 설계하는 것이 좋다.

상판(슬래브), 벽 등의 개부구의 주변에는 응력집중에 의한 피해가 발생되므로 보강을 위한 철근을 배치하여야 한다

콘크리트의 열화에 대해서는 ① 콘크리트에 사용된 골재의 알칼리 반응에 의한 피해 ② 콘크리트의 중성화 ③ 염해로 분류할 수 있다

①은 골재중에 포함된 비결정 실리카성분이 시멘트중의 알칼리 성분과 반응하여 골재표면에 규산 소다(물 유리)를 생성하고, 이것이 주위의 수분을 흡수하여 생성 물질이 체적 팽창을 하게 되어 골재 주변부가 그 팽창압에 의해 균열이 생기는 현상이다.

$$(S_iO_2 + 2NaOH + nH_2O \rightarrow Na_2H_2OSiO_4 \quad nH_2O)$$

건조수축과 온도 응력에 의한 균열과 같으나, 반응이 진행되면서 거북이 등 모양의 균열이 현저해지고 균열 폭도 특이하게 커진다. 기존시설의 경우 균열에 수지 주입과 방수 도장 등의 차수조치로 수분의 보급을 막고 반응 진행을 억제하여야 한다. 신설시 실리카 광물에 의한 골재에 알칼리 반응이 예측되는 경우, <골재의 알칼리 실리카 반응성 시험 방법>에 의해 실험한다. 반응성 골재를 사용할 수 밖에 없는 경우는 저알칼리형 시멘트(총 알칼리 0.6%이하) 등을 사용하여 알칼리 골재 반응을 억제할 필요가 있다

②는 공기중의 이산화탄소가 콘크리트중의 수산화칼슘과 반응하여 콘크리트 중의 pH를 낮추는 현상으로, pH값이 낮아지면 철근의 부동태가 존재하지 않아 철근의 부식이 진행된다 이산화탄소가 존재하면 반드시 진행되며 내구성 외에 중요한 것은 그 속도이다. 그 때문에 물 시멘트비를 작게하여 공을 들여 시공함과 함께 철근의 피복 두께 증가, 수밀성이 높은 표면 마무리, 철근 자체의 방식 등이 필요하다. 특히, 이음부 처리는 적절히 하여야 한다

③은 세골재로 사용된 바다 모래에 함유된 염분에 의한 것과 외부로부터 콘크리트에 침입한 염분에 의한 것이 있다. 바다 모래에 포함된 염화물의 허용한도는 전 염소이온량을 0.3kg/㎥ 이하로 한다. 이러한 경우 세골재의 건조 중량에 대해 NaCl로 환산하여 0.03% 이하가 된다 바다 모래 중에 함유된 염화물의 대부분은 NaCl의 형태로 존재하고 있고 철근을 부식시킨다 또한 알칼리 골재반응을 촉진시키는 것도 있으므로 바다모래의 사용에 대해서는 충분한 주의가 필요하다. 정수지 내부는 염소가스에 의해 콘크리트면이 침식될 염려가 있으므로 액상 에폭시 수지도료의 도포로 누수방지의 기능을 겸하는 것과 함께 방식하는 것도 검토하면 좋다

도료의 사용에는 사용목적, 기초처리 등의 시공조건을 충분히 고려하여 사전에 시험 등을 통하여 적절한 도료를 선정하는 것이 바람직하다

또한. 도장을 하지 않고서 겉을 두껍게 하여 염소에 대한 대책으로 한다.

정수지의 윗 상판면에는 방수공을 설치함과 함께 1/100~1/300 정도의 구배를 주어 빗물의 신속한 배제가 가능하도록 한다. 덧붙여, 윗상판에 흙덮개를 하는 경우는 자갈 등을 펼쳐서 투수층을 만들고 여기에 투수관 및 반원관 등을 포설하여, 신속하게 빗물를 배제하여 방수성을 높이는 것이 바람직하다. 흙덮개가 없을때는 상부슬래브에 방수공을 시행함과 동시에 경사를 붙여서 빗물을 빨리 제거할 수 있도록 하는 것이 바람직하다 또 정수지는 고농도의 염소가 존재하여 콘크리트면이 침식될 염려가 있으므로 타르에폭시나 에폭시계의 도료를 도포하는

등으로 방수기능을 겸함과 동시에 방식(防蝕)에 도 대비하는 것이 필요하다.

P S.콘크리트조의 경우 형상은 역학적 특성으로 원관형이 일반적으로 사용되고 수압에 의해 발생하는 휨모먼트에 대처하기 위하여 측벽의 종방향에 PC강봉을, 또 원주방향에 작용하는 수평인장응력에 대처하기 위하여 PC강선을 사용하여 프리스트레스를 준다. 원주방향에 프리스트레스를 주는 방법으로서는 조(槽)를 원주방향으로 4~8등분한 위치에 기둥을 설치하고 PC강선을 정착시키는 방법과, 기둥을 설치하지 않고 원주방향에 PC강선을 감는 방법이 있다. 측벽과 저반(低盤)과의 접합에는 고정 힌지(hinge) 및 활동의 형식이 있으나 약점이 되기 쉬우므로 충분히 검토하여 설계 시공 하여야 한다. 또 지붕의 구조에는 돔(dome), 프래트 슬래브 및 프리캐스트 판 등이 있고 측벽과의 접합에는 이음을 설치하는 경우가 많다. 유입, 유출관 및 검사구 등은 PC강선의 배치를 적정하게 하기가 어려우므로 저반이나 지붕을 설치하는 것이 좋다.

PS 콘크리트조의 설계 시공은 건교부제정 콘크리트 표준시방서에 의하고 신뢰할 수 있는 업자로 하여금 시공시켜야 한다

강판제의 경우에는 형상은 역학적 특성으로 원주형으로하고 저반은 평판, 지붕은 돔형이 일반적이다. 그 이음은 통상 용접이음이 사용된다. 특히 소용량의 경우에는 패널(panel)조립식이 있다

용접부분의 시공은 신뢰할 수 있는 시공업자로 하여금 주의깊게 시공시킨 다음 엄중한 검사가 필요하다. 강판은 수밀성과 재질의 균일성이 좋고 강도가 높은 점 등의 이점이 있으나 부식되기 쉬운 점 등 문제가 있다 특히 내부는 염소와 접하므로 타르 에폭시도료 등의 내염소도장(耐鹽素塗裝)을 하고 외부에는 내기후성도장(耐氣候性塗裝)을 하여야 하나 현시점에서 이들 방식도료에는 완전한 것이 없고 정기적인 재도장이 필요하다. 도장에 의하여 강재의 부식을 방지할 뿐더러 사용하는 강재를 SS재(일반구조용 압연강재)나 SM재(용접구조용 압연강재)보다 더 내기후성을 갖는 SMA재(용접구조용 내기후성 열간압연강재) 등을 사용하여 재도장 회수를 적게하는 방법도 있다. 특히 저반하부의 기초와 접하는 부분은 재도장을 할 수 없으므로 아스팔트를 도포하고 거기에 오일샌드, 아스팔트, 모르터 등을 5~10cm의 두께로 깔고 부식을 적게 하여야 한다

강화플라스틱제의 경우는 일반적으로 소용량의 정수지에서 채용되며 그 형상은 원통형 또는 구형이 많다. 방식에 있어서는 내부는 문제가 없으나 외부는 자외선에 의한 열화가 있으므로 도장이 필요하다.

정수지는 미관상, 보온상 및 부상방지 대책상으로 흙덮개를 두는 경우가 많으나 고저차의 관계가 허락하면 정수지를 일부 지상에 노출시켜서 굴착을 적게하고 토공량을 줄이는 것이 수리적으로나 경제적으로도 유리하다.

(2) 지역에 따라서는 지내의 수온이 외부로부터 영향을 받는 것을 방지하기 위하여 30~60cm 정도의 흙덮개를 두는 등의 대책이 필요하다.

(3) 정수지는 그 구조상으로 지하수위가 높은 장소에 축조하였거나 되메우기 한 부분에 빗물이 고였을 때 관리상 지를 비우거나 지의 수위가 저하하면 부상으로 불의의 사고를 일으키는 경우가 있으므로 부상방지대책에 특히 유의하여야 한다.

구체적 대책으로서는 흙덮개를 두어 하중을 크게 하는 방법과 말뚝박기를 하여 지반에 정착시키는 방법, 지하수위를 저하시키는 방법 등이 있다

용지 이용 효율화를 위해 정수지를 플록 형성지, 여과지 등의 하부에 설치하기도 한다. 축조위치가 깊게 되기 때문에 구조에 주의를 기울이고 특히 부력, 내진성, 수밀성에 대해 충분히 검토하여 시설의 안전성을 도모해야 한다.

(4) 정수지는 검사, 청소 및 수선 등으로 비

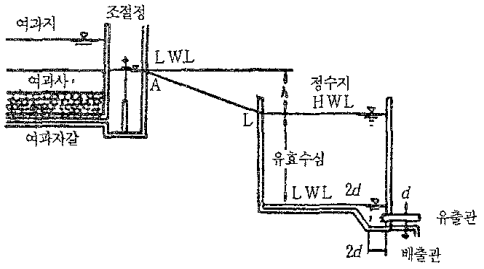
울 때가 있으므로 유지관리상 2지 이상으로 분할하는 것이 바람직하며, 1지인 경우에는 격벽으로 2분하여 그 기능을 2지로 하여야 한다 또한 각지의 수위의 균형을 유지할 수 있는 구조와 연결관 등에 대해서도 고려해야 한다.

2. 정수지의 수위는 다음에 알맞아야 한다.

(1) 정수지는 정수장내에서 수리적으로 말단의 비교적 얕은 위치에 설치하는 경우가 많으므로 송수수위를 될 수록 높게 하고, 또 그 변동을 적게 하여야 하며, 건설비면에서도 유효수심을 너무 크게 하지 않는 것이 좋다 경험상 3~6m 정도가 일반적이나 정수장의 용지에 고저차가 있어 수리적으로 가능하면 이것보다 깊게 정수지를 축조할 수도 있다.

(2) 정수지의 고수위는 완전하게 여과지의 수위조절이 가능하도록 여과지와의 사이에 충분한 낙차를 두어야 한다.

그림 5.46에 표시한 바와 같이 수위 A는 급속여과지의 유출거(관) 또는 완속여과지의 조절정의 최저수위(여과수두에 대한 것)를 표시하고 정수지의 고수위 B는 수위 A로부터 AB간의 손실수두만큼 낮춘 위치에 두지 않으면 여과지 기능이 완전하지 않다.



<그림 5.46> 여과지와 정수지와의 수위관계도

(3) 정수지의 구조는 침전물이 배출관을 통하여 제거가 용이하고 저수위 이하의 물은 배수되지 않도록 시설하는 것이 바람직하다

3 정수지의 여유고와 지저경사는 다음에 알맞아야 한다.

(1) 밸브의 조작이 잘못되었거나 송수계통의 부주의한 사고 등으로 정수지 수위가 상승하여 상부슬래브에 상향의 압력이 걸리는 것을 방지하기 위하여 고수위를 설정하고 상부슬래브와의 사이에 적당한 여유높이를 두어야 한다. 고수위시는 월류설비를 설치하여 수위상승을 방지하는 것이 바람직하다. 여유고는 많을수록 좋으나 경험상 최소 30cm 정도가 필요하다.

(2) 정수지는 정수를 저류하는 것이므로 오랜 기간이 지나면 물때가 끼거나 모래 등의 침전물이 쌓이므로 이들이 유출관으로 흘리들어가지 않도록 저부로부터 적어도 15cm 정도까지의 수량은 사용하지 않도록 저수위를 결정하는 것이 좋다.

(3) 저수위 이하의 물을 배제하기 위하여 배출관을 설치하여야 하며 배출구를 향하여 1/100~1/500 정도의 경사를 주는 것이 좋다

지가 큰 경우는 장축방향에 1/500, 단축방향에 1/100~1/250정도의 경사를 줄 수도 있다. 바닥면적이 큰 경우는 본체 콘크리트 타설시 경사를 주는 것이 어려우므로 따로 경사용 콘크리트를 타설하는 것이 일반적이다.

정수지의 청소시 배수를 용이하게 하기 위하여 적당한 장소에 골(타원형 또는 구형)을 설치할 수 있으나 골에 슬러지가 침적하거나 시공이 조잡하게 될 우려가 있으므로 골을 설치할 때에는 골의 수를 필요한 범위안에서 최소한으로 하고 정밀시공이 되도록 하여야 한다.

10.3 용량

정수지의 유효용량은 계획정수량의 1시간분 이상으로 하여야 한다

【해설】

정수지는 여과수량과 송수량의 변동을 조절·완화하므로 정전이나 여과수량, 송수량의 급변보전 작업 시간의 확보를 위한 용량이 필요하다 따라서 수량조절등이 필요한 시간을 고려하여 지의 용량이 적어도 계획 정수량의 1시간분 이상으로 하여야 하며 가능한한 2~3시간분 이

상으로 하는 것이 바람직하다 또한 소독제 주입이 정수지의 직전에서 행해지므로 염소와의 접촉시간을 확보하는 역할을 가지고 있다. 균등한 소독제의 혼화 및 제어를 위하여 소독제 혼화지를 확보하는 것이 효과적이다.(제11절 소독(살균)설비 참조).

참고로 염소소독 혼화방법은 와류에 의한 방식이 많이 이용되며 혼화시간은 6~10분 정도가 바람직하다.

10.4 유입관, 유출관 및 측관

1 정수지의 유입관 및 유출관은 다음 각 호에 적합하여야 한다.

(1) 지수가 정체하지 않도록 지의 형상과 구조를 고려하여 그 위치 및 수를 결정하여야 한다.

(2) 유출관의 유출구 중심고는 저수위로부터 관경의 2배 이상 낮게 하여야 한다.

(3) 관이 정수지의 벽체를 관통하는 장소는 수밀성에 주의하고 벽의 외측 근처에 필요에 따라서 플랙시블축이음을 설치하여야 한다.

(4) 유입관 및 유출관에는 각각 제수밸브를 설치하여야 한다.

(5) 배출관에는 필요에 따라서 긴급차단장치를 설치하는 것이 바람직하다.

2. 정수지의 측관은 다음 각 호에 적합하여야 한다.

(1) 정수지를 경유하지 않고 직접 송수할 수 있도록 측관을 설치하여야 한다.

(2) 측관(bypass)에는 제수밸브를 설치하여야 한다

【해설】

1. 유입관 및 유출관은 다음에 알맞아야 한다.

(1) 정수지는 보통의 사용상태에서는 유입량과 유출량이 대개 동일한 것이 배수지와 차이가 있는 점이다. 수위가 대략 일정한 상태에서 사용하면 지내에 유수의 정체부가 생기므로 이를 방지하기 위하여 도류벽을 설치하는 것이 일반적이다. 도류벽을 설치하지 않을 경우에는 지의 형상에 따라서 유입관과 유출관 모두 2개 이상으로 하는 것이 좋다.

(2) 유출관의 위치는 유효저수량을 전부 유출시킬 수 있도록 정한다. 정수지의 수위가 하강함에 따라 수심이 얕아지므로 유출구의 직상부에 와류를 발생하고 공기를 흡입하여 송수관의 유량을 감소시키는 일이 있다. 그 결과 실질적인 저수위가 높아지고 유효수량이 감소하여 비경제적이 된다. 그러므로 유출관의 관 중심고는 유출관의 관경 및 유출량에 따라서 차이가 있으므로 수리실험에 의해서 정해야 하나 일반적으로 저수위보다 관경의 2배 이상 얕게 할 필요가 있으므로 유출관의 개구부에는 핏트(pit)를 설치하여 저수위와의 사이에 충분한 수심을 두어야 한다. 핏트 저부의 일변의 길이는 유출관경의 3배 이상으로 하는 것이 바람직하다.

(3) 관이 벽체를 관통하는 장소는 누수가 일어나기 쉬우므로 특히 주의하여 시공하고 수밀성 구조가 되도록 하여야 하므로 콤포(compo)공으로 하거나 지수판이 붙은 관으로 하여 콘크리트에 매입하는 것이 유효하다. 또 정수지본체와 관매설부와는 일반적으로 기초조건이 차이가 있고 부등침하가 일어나기 쉬우므로 그 침하량에 따라서 플랙시블축이음을 벽의 외측 근처에 설치하여야 한다

(4) 지의 수리, 검사 및 청소를 위하여 지를 비우거나 송수관로의 수선 검사를 위하여 유입관 및 유출관에는 제수밸브를 설치하여야 한다.

제수밸브를 밸브실내에 설치할 때는 관축방향으로 활동할 수 있는 이음을 사용하면 설치나 수리시에 편리하다. 유입관은 정수의 지내 유입속도를 작게 하고 염소의 균등한 혼합을 도모하기 위하여 수직으로 세우는 것이 바람직하다.

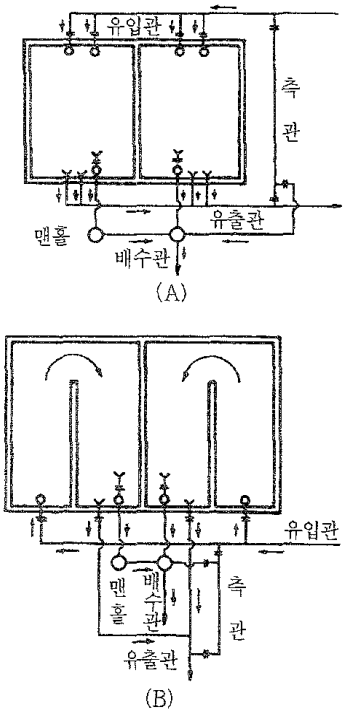
(5) 불의의 사고나 지진 등의 재해에 의하여 송수관이 파손되고 정수가 유출하는 것을 방지하기 위하여 정수지 유출관을 단시간내에 차단할 수 있는 긴급차단장치를 설치하는 것이 바

람직하다. 이 장치에는 자동으로 차단하는 형식과 비상전원을 구비한 유압작동형식이 있다 단시간에 유출관을 차단하면 관내에 부압이 발생하여 예기치 않은 사고가 일어날 때가 있으므로 송수관로에 흡기관, 공기밸브 또는 서지탱크 등을 설치하는 것이 필요하다

2 정수지의 측관은 다음에 알맞아야 한다

(1) 수리, 검사 및 청소 등을 위하여 정수지를 비울 때는 유입관과 유출관을 연결하는 측관을 설치하여 두면 정수지를 경유하지 않고 송수할 수 있으므로 조작상 안전하다 정수지가 2지로 분리되어 있을 때도 위험분산의 점으로 측관을 설치하는 것이 좋다.

(2) 측관은 항상 사용하는 것은 아니므로 측관내의 물은 사수가 된다. 그러므로 제수밸브를 설치하여 절연시켜 두어야 한다. 측관을 사용할 때는 이 사수를 배출할 필요가 있으므로 제수밸브를 설치하여 배출관에 접속시킬 필요가 있다 (그림 5.47 참조)



<그림 5.47> 정수지 유입관, 유출관의 표준배치도

10.5 월류 및 배출수설비

1 정수지에는 필요에 따라 월류설비 및 배출수설비를 설치하여야 한다.

2. 월류설비는 다음 각 호에 적합해야 한다

(1) 고수위에 설치하고 벨 마우스 또는 위어로 하여야 한다.

(2) 월류능력은 지의 면적, 여유고 및 유입량을 고려하여 결정하여야 한다

(3) 월류설비의 방류선의 고수위는 정수지의 월류 수위보다 낮아야 한다

3. 배출수설비는 다음 각 호에 적합해야 한다

(1) 지저의 최저부에 배출수관을 설치하고 여기에 제수밸브를 설치하여야 한다.

(2) 배출수관의 구경은 저수위 이하의 수량, 배출시간을 고려하여 결정하여야 한다.

(3) 배출수관 토구의 고수위는 정수지의 최저부보다 낮게 설치하는 것이 바람직하나 전량을 자연배출할 수 없는 경우에는 배출수조를 설치하여 펌프배수가 가능한 설비로 해야 한다

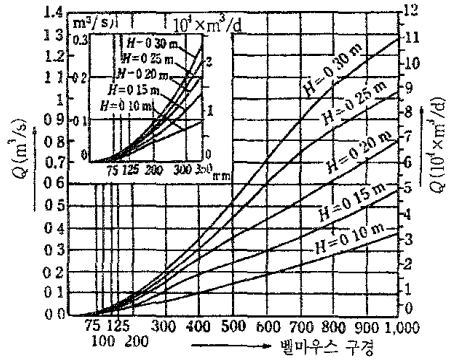
【해설】

1 월류설비는 다음에 알맞아야 한다

(1) 정수장 내의 수위는 착수정에서 종합적으로 조절하여야 하나 만일의 경우 정수지의 수위가 상승하여 상부슬래브에 압력이 걸려서는 안되므로 월류설비를 설치하는 것이 원칙이다.

(2) 월류관의 크기는 만일의 경우 유출밸브가 폐쇄되었을 때 유입량과 지의 면적 및 여유고(10 3 용량 참조)로부터 구하고 여유용량으로부터 여유시간(여유용량/유입량)을 구하며, 여기에서 유입수 정지조작에 필요한 시간이 길 때에는 적어도 그 시간차에 대응하는 수량을 정지조작 시간내에 월류시킬 수 있는 크기로 하여야 한다

그림 5 48은 벨 마우스 관의 월류수심이 10~



<그림 5.48> 월류관(벨 마우스부)에 의한 월류수심(H)와 월류량(Q)와의 관계

30cm일 때의 관경별 월류량을 표시한 것이다.

(3) 정수지는 지하에 축조할 때가 많으므로 오염수가 정수지에 역류하지 않도록 월류관의 방류선(하천, 하수도, 배수지 등)의 고수위와 정수지의 월류수위를 잘 조사하여 항상 자연배출할 수 있도록 하게 하고 근거리에서 자연배출할 수 없을 때는 월류관의 토출구를 상당한 거리까지 연장시켜야 한다.

2. 배출수설비는 다음에 알맞아야 한다.

(1) 수리, 점검, 청소 등을 위해서 정수지를 비워야 하는 경우가 있으므로 핏트(pit)부에 배출수 설비를 설치하여야 한다.

(2) 배출수관은 지내를 비우는 것이 목적이므로 될 수록 단시간에 비울 수 있는 관경으로 하여야 한다. 저수위까지의 수량은 기본적으로는 송수관으로 처리할 수 있으므로 저수위 이하의 수량을 고려한다. 일반적으로 배출수관경은 유입관경의 1/3~1/2 정도이다.

(3) 앞의 1의 (3)에서 기술한 바와 같이 오염수가 정수지에 역류하지 않도록 자연배출이 가능한 것이 바람직하다. 자연배출이 어려울 때는 펌프에 의하여 직접 지내로부터 유출시키는 것이 아니고 일단 지외의 핏트(pit)에 유입시켜서 펌프배출하는 구조로 하고 역류에 의하여 정수가 오염되는 일이 없도록 하여야 한다.

또한 배수되는 경우 잔류염소에 의해 어류의 폐사가 발생될 염려가 있으므로 필요에 따라서 탈염소 처리를 한다. 장외로의 배수가 규제되는 경우에는 월류수나 배출수를 배수지에 받아 착수정에 반송하는 시스템에 대해 검토할 필요가 있다.

10.6 환기 및 출입설비

1 환기설비는 다음 각 항에 의한다

1) 환기장치는 점검실 등에 설치한다.

2) 송수량의 변동에 상당한 공기량이 자유로 출입할 수 있는 환기면적을 갖추고 그 수는 될수록 적게 하여야 한다.

3) 외부로부터 우수, 먼지 및 소동물 등이 들어오지 않는 구조로 하여야 한다

2 출입설비는 다음 각 항에 의한다.

1) 정수지의 출입설비는 유지관리가 용이하도록 반드시 계단시설을 갖춘다.

2) 출입용 계단설비의 출입부는 환기설비와 겸용할 수 있으며 구조는 환기설비에 준한다.

【해 설】

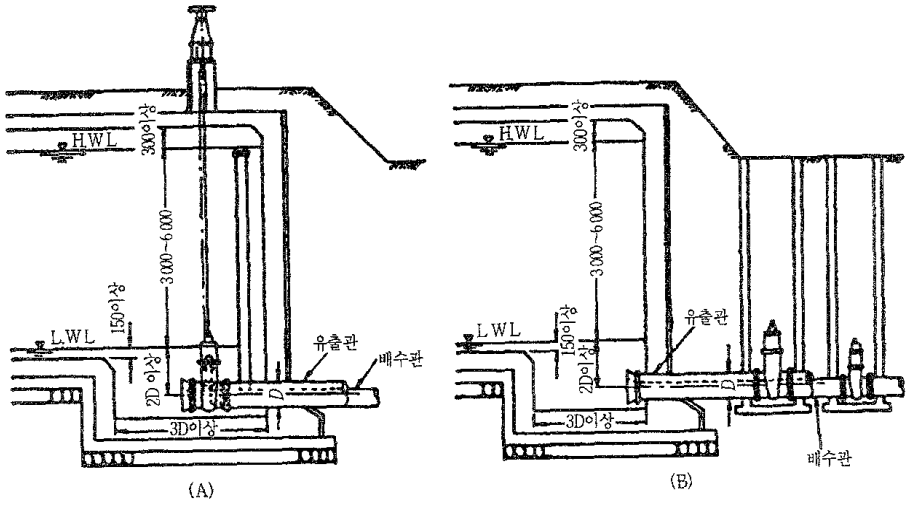
1 환기설비는 다음 사항에 준하여 시설하며 출입설비와 겸용으로 할 경우에는 양목적에 적합하도록 하여야 한다.

1) 정수지는 정수를 저장하는 구조물이므로 오염방지를 갖춘 환기장치, 지내의 출입구, 검수(檢水) 등을 고려하여 이러한 목적이 달성할 수 있는 점검실 등을 설치하는 것이 바람직하다.

눈이 많이 오는 지역에서는 환기장치가 눈에 묻혀서 효과를 발휘할 수 없을 때가 있으므로 충분한 주의를 하여야 한다.

또한 환기장치 주변의 전기설비, 주택, 풍향 등의 영향에 대하여도 잘 조사하여 설치위치는 평면적인 배치, 높이, 방향성도 고려하여야 한다

예를들면 지내로부터 통기관을 점검실 등에는 개방하고(방충망이 없이) 점검실의 환기장치에 의존하게 되며 이물질등이 직접 지내에 들



<그림 5.49> 정수지의 유출관 (단위 : mm)

어가는 위험을 방지할 수 없다.

점검실이나 감시실 등의 출입구의 문, 통풍구, 손잡이 등은 내식성을 사용한다. 그리고 모든 출입구는 잠금장치를 설치하여야 한다.

2) 환기장치는 송수량의 시간변동에 따른 정수지내 수위변동에 따른 공기의 출입이 목적이다 공기의 유출입은 물보다 저항이 적으므로 통풍면적은 유출관의 단면적 정도 있으면 충분하다.

3) 환기장치의 개구부에는 외부로부터 우수, 먼지, 소동물, 곤충등이 들어가지 못하도록 갤러리(gallery) 또는 방충망을 설치한다 지내의 공기는 염소를 포함한 부식성이 강하므로 각 종재질은 염화비닐, 스테인레스 또는 FRP가 사용된다.

2 정수지의 출입설비는 다음 사항에 적합하도록 한다.

1) 정수지는 정수를 저장하는 구조물이므로 정수지의 점검, 장기적인 청소, 시설의 유지관등을 위한 지내 출입설비는 반드시 계단식으로 한다. 계단시설은 가능한한 완만하게 하며 지가 깊을 경우에는 중간을 시설하며 출입실의 출입문, 통풍구, 손잡이 등은 내식성을 사용한다. 그리고 모든 출입구는 잠금장치를 설치하여야 한다.

2) 출입용 계단설비의 출입부를 환기설비와 겸용으로 사용할 경우에는 2가지 목적을 달성할 수 있는 기능을 갖추어야 하며 특히 우수, 먼지 및 소동물등이 들어가지 못하도록 특별히 유의하여야 한다

10.7 수위계 등

정수지에는 보기 쉬운 장소에 수위계를 설치하고 필요에 따라서 수위지시계와 연결작동되는 경보장치 및 유량계를 설치하여야 한다.

【해설】

정수지의 수위는 중앙관리실은 물론 여과지나 펌프실의 조작반실 등에 원격지시되어 있으면 조작상 편리하다. 또 유출입밸브를 원격조작하면 정수지 조작상 수위급변의 경우에도 안전하다. 또, 수위가 고수위 이하 저수위 이상 각기 30cm 정도에 달하면 경보가 나도록 설치하면 송수의 조작상 대단히 편리하다.

또한 정수가 수질기준에 적합한가 잔류염소가 목표치가 되는가를 감시할 필요가 있으므로 검수설비, 수질계기 등을 설치한다. 필요에 따라서 유출측의 관로에 유량계를 설치한다.

계측제어설비장치에 대해서는 제9장 4.8 정수지를 참조할 것

제11절 소독(살균)설비

11.1 총 칙

수돗물은 병원생물에 오염되지 않고 위생적으로 안전한 것이 중요하다. 침전과 여과로는 수중의 세균을 완전히 제거하는 것이 불가능하며, 배수계통에서 위생상의 안전을 유지하기 위하여 수돗물은 항상 확실히 소독되어야 한다. 그러기 위하여 정수시설에는 정수방법의 종류나 시설규모의 대소에 불구하고 반드시 소독설비를 설치하여야 한다. 소독방법으로는 염소에 의한 것, 오존 등에 의한 것이 있으나 수도법에 의한 수질기준에서 급수전수에 유지되어야 할 잔류염소를 규정하고 있다.

염소제의 장점은 소독효과가 우수하고 대량의 물에 대해서도 용이하게 소독이 가능한 동시에 소독효과가 잔류하는 점을 들 수 있다.

한편 트리할로메탄 등의 유기염소화합물을 생성하며 특정물질과 반응하여 냄새를 유발하기도 하고 암모니아성 질소와 반응하여 소독효과를 약하게 하는 등의 문제가 있을 수 있다.

염소제의 선정은 시설규모나 취급성 등을 고려하고 주입량은 수질에 따라 다르므로 충분히 조사하여 이를 기초로 시설용량을 결정한다. 급수전수에서의 잔류염소량의 상한은 정해지지 않았으나 과잉 주입이 되지 않도록 주의할 필요가 있다. 염소제의 저장설비는 사용량을 고려하여 적절한 용량으로 하고 주입 설비는 최소 및 최대 주입량까지 정확히 계량, 조절하여 주입할 수 있도록 해야 하며 예비주입기를 포함한 용량과 대수가 필요하다. 주입방식은 염소제의 종류, 처리수량의 다소(多少) 등을 고려하여 습식과 건식, 정량주입이나 유량비례주입 등 사용조건에 적합한 것을 선택한다

제해 설비는 염소가스가 누출되는 경우 중대한 사고로 연결되지 않도록 충분한 중화능력을 갖도록 해야 한다. 염소제중 특히 액화염소는 고압가스 관련법령이나 기준의 적용을 받으므로 설비의 구조, 재질 및 유지 관리면에 있어서 이들 법령에 충분히 부합될 수 있도록 해야 한다.

오존은 매우 강력한 살균효과를 가지고 있어 바이러스나 원생동물의 포낭을 쉽게 무력화할 수 있다. 그러나 염소와 같은 잔류효과가 없으며 수중의 유기물질과 반응하여 유해한 소독부산물을 생성할 가능성도 있다. 오존에 의한 효과 및 오존시설에 대한 상세한 설명은 제 16절을 참고로 한다.

11.2 염소제의 종류, 주입량 및 주입장소

1. 염소제의 종류는 처리수량, 취급성, 안전성 등을 고려하여 적절한 것으로 선정한다.

2. 주입량은 다음 각 호를 고려하여 결정한다.

1) 주입량은 물의 염소소비량, 염소요구량, 관로 등에 의한 소비량을 고려하여 급수전수에서의 잔류염소농도가 먹는물 수질기준에 적합하도록 결정한다.

2) 염소제를 용해 또는 희석하여 사용할 때의 농도는 주입량과 취급성 등을 고려하여 결정한다.

3) 주입량은 처리수량과 주입율로부터 산출된다

3. 주입장소는 착수정, 염소혼화지, 정수지 입구 등 잘 혼화되는 장소로 한다.

4. 정수장외에서 염소의 재주입이 필요한 경우에는 배수지, 관로시설 등에 추가 주입설비를 설치하는 것이 바람직하다.

【해 설】

1. 액화염소, 차아염소산나트륨 및 차아염소산칼슘(고도표백분 포함) 등이 있으며 차아염소산나트륨은 전해법에 의해서 자가 생산하여 사용하는 경우도 있다 액화염소는 염소가스를 액화하여 용기에 충전한 것으로 염소가스는 공기보다 무겁고 자극성 냄새를 가진 가스로서 독

성이 강하므로 취급에 충분한 주의가 필요하며, 관계법령의 규정을 준수하여야 한다. 액화염소 중의 유효염소성분은 거의 100%이므로 타염소제에 비하여 저장용량은 적어도 되며 품질이 안정되어 있다.

차아염소산나트륨은 유효염소농도가 5~12% 정도의 담황색 액체로 알칼리성이 강하다. 농도가 높은 것일 수록 불안정하여 저장 중에 유효염소가 감소한다. 액화염소에 비하면 안정성과 취급성이 좋으며 법적 규제는 없으나 용액으로부터 분리되는 기포(산소)가 배관 내에 누적되어 물의 흐름을 저해할 가능성이 있으므로 충분한 배려가 필요하다. 차아염소산나트륨 자가생산장치에 의한 생산품은 유효염소 농도가 1% 이하의 묽은 용액이므로 시판되는 차아염소산나트륨에 비하여 기포에 의한 장애는 적지만 장치설비비가 고가인 반면 처리비용은 낮고 운전관리도 용이하다.

차아염소산칼슘은 분말, 과립, 정제가 있으며 유효염소 농도는 60%이상으로 보전성이 좋다. 염소제의 선정에 있어서 전술한 바와 같은 각종 염소제의 특성, 유지관리의 난이도 및 재해시의 안전성 등을 고려할 필요가 있다. 일반적으로 중규모 이하의 상수도에서는 시판 또는 자가생성의 차아염소산나트륨이 사용될 수 있다 또 재해 등 비상용으로 준비해 두기에는 취급성, 화학적 안전성 측면에서 차아염소산칼슘이 좋다.

염소제의 품질은 표 5.18에 나타난 바와 같다.

<표 5.18> 염소제의 품질 표준

항목 \ 종류	액화염소 (KS M 1103)	수도용차아염소산나트륨	고도표백분	
			1호	2호
유효염소 (%)	99.5%이상	5이상	70이상	60이상
유리알칼리 (%)		2이하		
불용해분 (%)		0.01이하		
수은(Hg)(ppm)		0.2이하		
비소(As) (ppm)		1이하		
납(Pb) (ppm)		1이하		

2. 저장 및 주입 설비용량은 염소제 주입량을 기초로 결정되어 진다. 설계에 필요한 값은 최대, 최소 및 평균 주입량이다.

1) 수도법에 의한 먹는물 수질기준에서 급수전수의 잔류염소 농도를 규정하고 있으므로 이 규정농도를 유지하기 위한 염소주입율은 다음 사항을 고려하여 결정한다.

(1) 급수전수에서 유지하고자 하는 유리잔류염소농도 또는 결합잔류염소농도는 이질균, 장티프스균 등의 병원생물을 소독하기에 충분한 농도이어야 하며, 평상시에는 유리잔류염소로 0.2mg/L(결합잔류염소로 1.5mg/L)이상, 소화기계 전염병 유행시나, 광범위의 단수후 급수를 개시할 때 등에는 유리 잔류염소로 0.4mg/L(결합잔류염소로 1.8mg/L)이상으로 하는 것이 수도법에 의한 먹는물 수질기준, 수질검사방법, 건강진단 및 위생상의 조치에 관한 규정에 포함되어 있다.

(2) 물과 접촉하는 상수도시설에 의하여 소비되는 염소량은 배수지, 송·배수관, 급수관, 펌프 및 계량기 등 물과 접촉하는 상수도시설에 의하여 소비되는 염소량이며, 시설에 따라 거의 일정하다

(3) 물의 염소요구량 또는 염소소비량

염소는 수중의 유기물, 철, 망간, 암모니아성 질소, 유기성 질소 등의 피산화물(被酸化物)에 의하여 소비되므로 원수에 대하여 수질변동기록을 포함하여 염소요구량 또는 염소소비량을 측정한다

동시에 이 결과로부터 유리염소, 결합염소 및 파괴점염소처리 등 어느 소독방법으로 하느냐를 정한다

주입율 범위(최고, 최저 및 평균)는 위 (1)과 (2)의 합계에 (3)의 값을 고려하여 결정한다. 최고 주입율은 원수중의 암모니아성 질소(수질에 따라 다르나 10배 이상의 염소를 소비함)의 장래 동향에 충분히 유의하여 결정한다.

2) 차아염소산나트륨은 통상 원액 그대로 사용하지만, 계량 등의 관계로 희석하는 경우에

는 유효염소농도를 5~6%정도로 하면 자연분해가 낮다.

다만 희석수의 경도가 높으면 관내에 스케일이 형성되므로 주의가 필요하다. 차아염소산칼슘은 유효염소농도 5~6%정도로 용해하여 주입하며 사용조건에 따라서는 이보다 높은 농도도 사용된다.

3) 주입량은 처리수량에 염소제 주입율을 곱하여 산정하며 다음에 예시하였다.

(1) 액화염소의 질량주입량

$$V_W = Q \times R \times 10^{-3}$$

여기서, V_W : 질량주입량(kg/시간)

Q : 처리수량(m^3/시간)

R . 액화염소주입율(mg/L)

(2) 차아염소산나트륨의 용적주입량

$$V_V = Q \times R \times \frac{100}{C} \times \frac{1}{d} \times 10^{-3}$$

여기서, V_V · 용적주입량(L/시간)

C : 유효염소농도(%)

d . C %일 때의 밀도(kg/L)

3. 소독설비만 있는 정수시설에 있어서는 착수정, 염소혼화지, 정수지입구 등에서, 여과지를 갖춘 시설에 있어서는 여과지 이후의 염소혼화지, 정수지입구 등에서 주입한다. (5.12 전염소·중간염소처리설비참조)

4. 송·배수관로의 연장이 길거나 배수지 용량 등의 관계로 잔류염소농도가 현저하게 감소하거나 특정지역의 급수전까지의 거리가 지나치게 길어 정수장에서의 염소제의 과잉 주입의 우려가 있는 경우에는 가능한 급수전에서의 잔류염소를 균일하게 하고 필요한 잔류염소를 유지하기 위하여 배수지나 배수관 도중에 염소주입설비를 설치하여 염소제의 추가주입을 고려할 필요가 있다.

[참고-1] 소독효과

염소 및 차아염소산나트륨이 수중에 주입된 후에는 차아염소산 및 차아염소산이온이 생성된다. 염소의 경우

$$Cl_2(g) + H_2O \rightleftarrows HOCl + H^+ + Cl^-$$

$$HOCl \rightleftarrows OCl^- + H^+$$

차아염소산나트륨의 경우

$$NaOCl + H_2O \rightleftarrows HOCl + Na^+ + OH^-$$

$$HOCl \rightleftarrows OCl^- + H^+$$

차아염소산(HOCl)과 차아염소산이온(OCl^-)은 같은 유효염소지만 소독력에 있어서는 차아염소산(HOCl)이 강하다. 차아염소산과 차아염소산이온은 pH가 낮아질 수록 차아염소산의 존재비율이 높아지므로 소독효과는 커진다.

[참고-2] 유효염소

차아염소산나트륨(NaOCl)의 유효염소는 차아염소산이온 중의 염소가 가진 산화력과 순수염소의 산화력을 비교하여 산정된다.

$$2e^- + Cl_2(g) \rightleftarrows 2Cl^-$$

$$2e^- + 2H^+ + NaOCl \rightleftarrows Cl^- + Na^+ + H_2O$$

$Cl_2(g)$는 전자 1 mole을 받아 들이기 위해 35.5g이 필요한 반면 차아염소산나트륨은 37.27g이 필요하므로 같은 무게일 경우 순수 차아염소산나트륨은 순수 Cl_2에 비해 95%의 유효염소를 가지고 있는 것으로 계산된다.

[참고-3] 유리잔류염소, 결합잔류염소

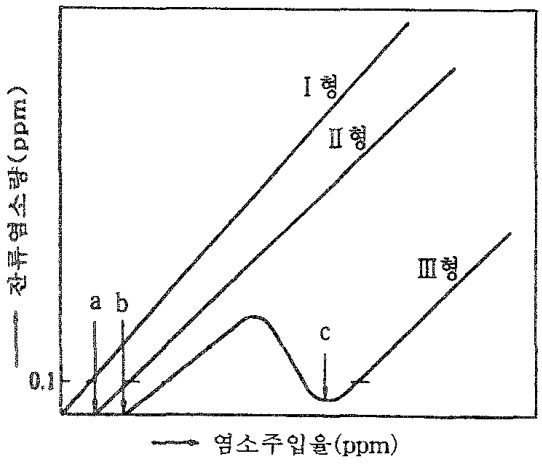
염소는 물에 용해되면 물과 반응하여 차아염소산(HOCl)과 염산으로 되며 차아염소산은 그 일부가 차아염소산이온(OCl^-)과 수소이온으로 해리된다. 이 반응은 가역적이며 물의 수소이온농도(pH)나 수온에 따라 변화한다. 차아염소산과 차아염소산이온을 유리염소 또는 유리잔류염소라고 한다. 한편 염소는 수중의 암모니아화합물과 반응하여 클로라민을 생성한다. 클로라민은 반응진행정도 및 pH에 따라 모노클로라민(NH_2Cl), 디클로라민($NHCl_2$) 및 트리클로라민(NCl_3)으로 존재한다 모노클로라민과 디클로라민을 결합염소 또는 결합잔류염소라 한다. 유리염소와 결합염소와의 소독력에는 차이가 있어 가장 좋은 조건하에서 같은 접촉시간으로 동등한 소독 효과를 달성하기 위해서는 결합잔

류염소는 유리잔류염소에 비하여 25배의 양을 필요로 하고 같은 양을 사용하여 동등한 효과를 올리기 위해서는 약 100배의 접촉시간이 필요하다.

[참고-4] 염소요구량, 염소소비량

유리염소에 의한 소독방법에서는 염소요구량을, 결합잔류염소에 의한 소독방법에서는 염소소비량을 각각 기준으로 하여 주입율을 결정할 필요가 있다. 일반적으로 양질의 물에서는 염소요구량과 염소소비량은 같으나 암모니아성질소 등의 농도가 높은 물에서는 그 차이가 커진다.

그림 5.50은 염소주입율과 잔류염소농도와의 관계를 나타낸 것인데, 수질에 따라 Ⅰ,Ⅱ, Ⅲ형으로 구분된다. Ⅰ형은 유기물이나 피산화물을 전혀 함유하지 않은 물로 실제로는 존재하지 않는다. Ⅱ형은 일정한 염소요구량을 가지고 있는 물로 염소주입량의 증가에 비례하여 유리잔류염소가 검출되는 경우이다. Ⅲ형은 수중에 암모니아화합물이나 유기성질소화합물(알부미노이드, 아미노산, 아민 등)을 함유한 경우로 이와 같은 물에 염소를 주입하면 결합잔류염소를 생성하며 투입된 염소량에 따라서 점차 증가한다. 그러나 어느 양에 도달하면 염소주입율이 증가함에도 불구하고 잔류염소는 감소하며 영(零) 또는 그에 가깝게 된다. 이는 과잉염소에 의하여 클로라민이 분해되기 때문이다. 이때 다시



<그림 5.50> 염소주입율과 잔류염소량의 관계

염소주입율을 증가하면 투입된 염소량에 비례하여 유리잔류염소가 증가한다. Ⅱ형에서는 a점까지의 염소주입율이 염소요구량이며 염소소비량이기도 하다 Ⅲ형에서는 b점까지의 염소주입량이 염소소비량, c점까지의 염소주입량이 염소요구량이다.

[참고-5] 결합염소에 의한 소독

특정 지하수에서와 같이 세균이 적고 암모니아성질소가 일정수준 존재할 경우는 결합염소(클로라민)에 의하여 소독할 수도 있다. 그러나, 결합잔류염소는 소독효과가 낮으므로 세균오염도가 높은 경우에는 파괴점염소처리를 고려하는 것이 바람직하나 THM 등 부산물 생성에 유의해야 한다.

잔류염소를 오래 지속시킬 필요가 있는 경우나 색도의 상승, 맛·냄새의 발생방지 등의 이유로 결합염소에 의하여 소독을 할 경우는 미리 염소주입에 의하여 암모니아성 질소 및 생성된 클로라민을 분해한 후, 암모니아의 첨가에 의하여 결합염소를 생성, 소독하도록 한다. 암모니아는 액체암모니아를 사용하면 염소주입기와 같은 장치에 의하여 주입이 가능하다. 결합염소에 의하여 소독할 경우 주입 후 사용될 때까지 충분한 접촉시간을 갖도록 한다. 또한 원수가 다른 처리수를 배수지에서 혼합하는 경우 유리형과 결합형 등 소독방법이 다르게 되어 있으면 잔류염소가 소멸할 염려가 있으므로 혼합은 피하여야 한다.

[참고-6] 파괴점염소처리

수중에 암모니아성 질소가 있어 클로라민을 생성하는 경우에 생성된 클로라민을 모두 파괴하고 유리잔류염소에 의하여 소독을 행하는 방법을 말하며 그림 5.50의 Ⅲ형의 c점을 파괴점(breakpoint)이라 칭하고, 이점을 넘어서 유리잔류염소가 존재하도록 염소를 주입하는 방법을 파괴점염소처리라 한다. 유리염소는 소독력이 강하여 소독효과를 충분히 달성할 수가 있다.

파괴점 염소소독을 행할 경우 수중의 유기물질과 반응하여 염소계 유기화합물을 생성하는

경우가 있으므로 이에 대한 고려도 필요하다

11.3 저장설비

1. 액화염소의 저장량은 항상 1일 사용량의 10일분 이상으로 한다.

2. 액화염소의 용기에 의한 저장설비는 다음 각 호에 적합하여야 한다.

1) 용기는 100kg, 1ton들이의 것을 사용하며 법령에 의한 각종검사에 합격하고 등록증명서가 첨부된 것이라야 한다.

2) 용기는 40℃이하로 유지하고 직접 가열해서는 안된다

3) 용기를 고정하기 위하여 용기가대(**容器架臺**)를 설치하고 1ton 용기를 사용할 경우에는 용기의 반출입을 위한 장치를 설치한다

3. 액화염소의 저장설비는 다음 각 호에 적합하여야 한다

1) 저장조에 의한 저장설비에는 액화염소의 수입용(**受入用**)공기원(**空氣源**) 장치를 설치하여야 한다

2) 저장본체는 법령에 따라 각종 검사에 합격한 것이라야 한다.

3) 저장은 비보냉식(**非保冷式**)으로 밸브 등의 조작을 위한 조작대를 설치한다.

4) 저장조는 2기이상 설치하고 그 중 1기는 예비로 한다.

4. 액화염소의 저장실은 다음 각 호에 적합하여야 한다

1) 실온은 10~35℃를 유지하는 것이 바람직하고 출입구 등으로부터 직사일광이 용기에 직접 닿지 않는 구조로 한다

2) 내화성으로 하고 안전한 위치에 설치한다

3) 습기가 많은 장소는 피하고 외부로 부터 밀폐 가능한 구조로 하며 두 방향에 문을 설치하거나 환기장치를 설치하여야 한다.

4) 저장조를 설치한 저장실의 출입구는 기밀(**氣密**)구조로 하고 이중으로 문을 설치하는 것이 바람직하다.

5) 누출된 액화염소의 확산을 방지하는 구조로 한다

6) 염소주입기실과 분리하고 용기의 반출입이 편리한 위치로서 감시하기 쉬운 곳에 설치한다.

5 차아염소산나트륨의 저장설비는 다음 각 호에 적합하여야 한다.

1) 저장조 또는 용기로 저장하고 2기 이상 설치한다.

2) 저장조 또는 용기는 직사일광이 닿지 않는 통풍이 좋은 장소에 설치한다.

3) 저장조 주위에는 방액제(**防液堤**) 또는 핏트를 설치한다.

4) 저장실은 필요에 따라 환기장치 또는 냉방장치를 설치한다.

5) 저장실바닥은 경사를 주고 내식성 모르터 등을 시공한다.

6. 기타 염소제의 저장은 5항에 준한다

【해 설】

1. 염소제는 연속적인 주입이 확보되며 또 수시 주입을 강화할 수 있도록 항상 어느 정도의 여유량을 저장하고 있어야 한다.

저장량은 지리적 조건 등에 따른 염소제 취득의 난이도에 따라 차이가 있으므로 안전율을 고려하여 계획정수량과 평균주입율로부터 산출된 1일 사용량의 10일분 이상으로 한다 한냉지에 있어서는 동절기에 취득이 곤란하게 되는 경우가 있으므로 그 동안의 소요량을 저장하는 것이 바람직하다.

2 액화염소를 저장 또는 소비할 때는 고압가스 안전관리에 관한 관계 법령에 의한 엄격한 규제가 있으므로 계획시 법령의 준수는 물론 법령에 의해 정해진 규칙상의 기술적 기준에 적합하고 각각의 기능이 충분히 발휘되며 또 유지관리가 용이해야 한다

1) 용기는 보통 100kg용기와 1ton용기가 사

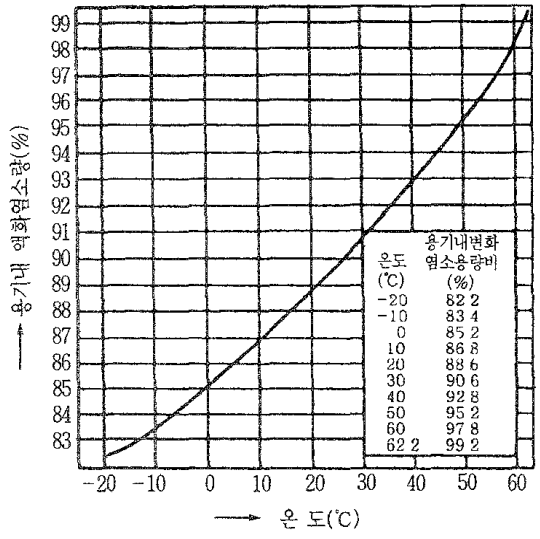
용된다. 1일 사용량과 용기의 교체횟수를 고려하여 용기의 크기를 선정한다.

2) 용기는 지붕이 있는 통풍, 환기가 좋은 장소에 보관하고 항상 40℃이하로 유지하여야 한다. 50kg용기의 경우 상온에서 용기용적의 약 88%를 점하고 있는 액화염소는 온도가 높아지면 압력, 부피가 늘어 약 65℃에서는 99%이상을 점하게 된다 또 염소용기는 절대로 직접 가열해서는 안된다

이는 주입기에 들어 있는 가스가 급히 냉각되면 재액화하여 기계에 고장을 일으키거나 용기가 파열되는 원인이 되기 때문이다.

3 용기를 사용할 때는 전도 등의 사고가 없이 안전하게 용기를 조작할 수 있는 장치를 설치한다.

가대(架臺)의 주위에는 용기의 출입, 밸브조작 등을 위한 충분한 넓이가 필요하며 예비용기를 보관하기 위한 여유가 필요하다 다수의 100kg용기를 나란히 직립 고정하는 가대로서 강재의 구조인 것은 용기중심간격을 충분히 두고 각각의 용기는 밴드로 가대에 고정하여야 하고, 다수의 1ton 용기를 횡치식으로 병렬할 때는 용기중심간격을 충분히 두고 용기중심높이는 바닥에 대하여 가능한 낮게 하며 액화염



<그림 5.51> 온도와 용기의 용적에 대한 액화염소의 용량비(%)

소로 사용할 때는 소비용기의 분출측이 다소 낮아지도록 경사를 두는 것이 바람직하다. 1ton 용기를 저장할 때 용기의 반입, 반출을 위하여 용기를 기중기로 운반하는 장치가 필요하다. 그 구조는 로우헤드형 등으로서 반입트럭의 하대(荷臺)로 부터 높이를 확보하고 기중속도와 주행속도는 용기운반에 위험이 없는 저속도로 하며 소용돌이 방지장치를 하여야 한다.

1) 저장조에 의한 저장은 대규모의 소독설비에서 사용된다 저장을 위한 액화염소의 수입(受入)은 탱크로리로부터 배관을 접속하여 행하며 다량의 압축건조공기를 필요로 한다 이 압축건조공기를 제조하는 설비가 액화염소수입용 공기원장치이며 수분이 적고 압력이 높은 건조공기를 다량 제조하는 능력을 필요로 한다.

(1) 공기제습장치

건조제에 공기를 통과시킴으로써 공기중의 습기를 제거하는 흡습제법이 주로 사용된다

(2) 공기압축기

고압가스의 제조 기기로서 규제를 받는다

(3) 냉각분리기

압축된 고압공기를 냉각코일에 의하여 물로 냉각시킴과 동시에 먼지나 기름을 공기청정기로 제거한다

(4) 공기조

제조된 고압건조장치를 저류하기 위한 것으로 안전밸브를 설치한다

2) 저장조의 크기는 염소의 충전량을 기준으로 한다.

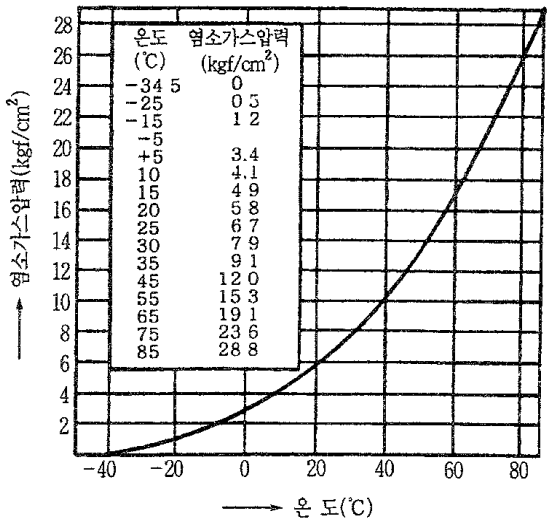
3) 액화염소는 상온에서 안전하게 저장할 수 있으므로 저장본체는 비보냉식(非保冷式)으로 한다.

4) 저장조는 2기 이상 설치하고 그 중의 1기는 예비로 하여 상시 비어두고 저장조의 사고 등이 있을 때 빈 저장조에 액화염소를 이송가능토록 설비하는 것이 바람직하다

4. 염소저장실의 계획에 있어서는 먼저 사고방지, 공공의 안전을 제일로 하여야 한다.

1) 용기내의 온도가 상승하면 염소가스의

압력이 높아지고 액체가 팽창하므로 용적이 증대된다. 온도가 40℃가 되면 압력이 10.5kgf/㎠가 되므로 용기에는 직사일광이 닿지 않도록 할 필요가 있다. 또 기화기를 사용하지 않는 경우 동절기에도 실온을 10℃이상으로 유지하지 않으면 염소가스를 빼내기 어려우므로 실온은 항상 10~35℃로 유지하는 것이 바람직하다. (그림 5.52 참조)



<그림 5.52> 온도와 염소가스압력과의 관계

2) 저장실은 위험방지를 위하여 내화구조로 한다. 저장소는 두께 12㎝이상의 철근콘크리트조 또는 그 이상의 강도를 가진 구조로 한다.

높이는 2.5m이상으로 하는 것이 바람직하다.

저장소 그 외면부터 각 보안물건에 대하여 법에 정하여진 설비거리 이상을 유지한다

3) 저장실은 저지등 항상 습기를 받는 장소를 피하고 건조하고 통풍이 좋은 장소에 설치한다. 지하실등 통풍이 불량한 장소에서는 그 구조물의 상부에 환기공(강제환기장치 포함)을 설치하여 통풍환기를 양호하게 하고 비상시 밀폐할 수 있는 구조로 하여 염소가스의 확산을 방지한다. 염소가스는 공기보다 무거우므로 누출될 경우 바닥면에 깔려 정체하므로 누출가스를 중화하는 제해장치의 흡인구는 하부에 설치한다.

4) 장래 저장조의 교체를 고려하여 반출입구를 준비할 필요가 있으며 벽부(**壁部**)를 블록등으로 쌓아서 용이하게 뜯어낼 수 있는 구조로 할 필요가 있다.

5) 누출된 액화염소의 실외유출을 방지하기 위하여 방액제(**防液堤**)를 설치하여야 한다. 또, 액화염소의 증발, 기화를 가능한 적게 하기 위하여 펏트(pit)를 설치하여야 한다. 이들의 용량은 설비의 내용에 따라 관계법령에 정해져 있다. 따라서, 저장실의 측구는 외부와 관통되어서는 안된다.

6) 염소취급의 안전확보를 위하여 저장실은 주입기실과 동일하게 하지 않고 분리하는 것이 바람직하다. 이렇게 함으로써 저장실에의 작업검사를 위한 출입횟수도 현저히 감소하고 주입기실과 같은 보온을 해야 하는 비경제성도 감소된다.

최근 대규모의 정수장에서는 저장조방식에 의한 설비가 증가되고 있으며 용기방식에 의한 경우와 그 개략을 비교하여 보면 다음과 같다.

1) 작업성으로 볼 때 용기방식은 반입과 교체 등의 빈도가 많으므로 이 점에서 저장조방식이 우수하다.

2) 설비의 면으로 볼 때 저장조방식은 수입(受入)공기원장치, 각종 밸브류, 감시용조작반 및 여기에 따른 보안검사 등이 복잡하므로 용기방식이 간단하여 좋다.

3) 법 규제면으로 볼 때 저장조방식은 제조설비의 기준에 따라 작업주임자가 필요하고, 신청수속 등 보수관리상으로도 복잡하며 용기방식이 편리하다.

4) 경제성의 면으로 볼 때 저장설비, 탱크, 수입(受入)공기원장치 및 호이스트 등 제반 설비비와 인건비, 염소구입비 및 전기요금 등의 운전경비에 따로 포함하여 비교하면 1ton 50개 정도까지는 용기방식이 유리하다.

5. 차아염소산나트륨(NaOCl)은 보존중 유효염소가 감소하므로 다음과 같은 점에 유의하여 저장한다.

1) 차아염소산나트륨용액을 저장할 경우 저

장조에 의하지만 소용량(小用量)을 저장할 경우는 용기를 사용한다. 저장조는 밀폐구조(단, 배기접속구는 설치함)로 하고, 2조이상 설치하여 교대로 사용한다

2) 차아염소산나트륨은 직사일광, 특히 자외선에 의하여 분해가 촉진되며 또 온도의 상승과 함께 유효염소농도가 저하하므로 저장조 또는 용기는 직사일광이 닿지 않게 하기 위하여 실내에 설치하는 것이 바람직하고 예비조를 설치하는 경우도 있다.

3) 차아염소산나트륨은 강한 알칼리성과 산화력을 가지므로 내식성재료로 저장조를 제작한다. 또 산류, 응집제 등의 산과 반응하여 염소가스를 발생하므로 누출되는 경우에 확산을 방지하기 위하여 방액제(**防液堤**) 또는 핏트를 설치한다. 방액제 또는 핏트의 용적은 1조의 전 저장량분의 크기 이상으로 하여 타 약품과 혼합되지 않도록 한다

4) 차아염소산나트륨용액의 저장실에는 환기장치 또는 냉방장치를 설치하는 것이 바람직하다. 주위온도의 상승을 억제함으로써 기포의 발생이나 유효염소농도의 저하를 최소화 할 수 있다

5) 누출된 차아염소산나트륨으로부터 바닥 콘크리트면을 보호하기 위하여 내식성 모르터나 내식도료로 시공한다. 또, 누출시의 바닥 세척을 용이하게 하기 위하여 바닥경사를 둔다.

6. 차아염소산나트륨 생성장치는 전해조내에서 식염수를 전기분해하여 차아염소산나트륨을 생성시키는 것으로서 저장량은 원료염으로 평균 주입량(염소환산)의 10일분 이상으로 한다 생성 차아염소산나트륨용액의 저장은 시판되는 차아염소산나트륨용액과 같은 배려가 필요하다 차아염소산칼슘은 밀봉하여 건조한 냉암소에 가연성 물질이나 폭발성 물질과의 접촉을 피하여 저장한다.

11.4 주입설비

1. 염소제의 주입설비는 다음 각 호에 적합하여야 한다

1) 용량은 최대부터 최소 주입량까지 안정하고 정확하게 주입 가능하며 또 예비기를 설치한다

2) 구조는 내부식성, 내마모성이 높고 보수가 용이하게 한다

3) 배치는 보수, 점검이 편리하도록 한다

2. 액화염소의 주입설비는 다음 각 호에 적합하여야한다

1) 사용량이 20kg/시간 이상의 시설에는 원칙적으로 기화기를 설치한다.

2) 염소주입기실은 지하실이나 통풍이 나쁜 장소를 피하고 가능한 주입점에 가까우며 주입점 수위보다 높게 한다.

3) 염소주입기실은 내진, 내화성으로 하고 상부에 환기구를 설치하며 바닥은 콘크리트로 하고 한냉시에도 실내온도를 항상 15~20℃로 유지되도록 간접보온장치를 설치한다

4) 주입기실 면적은 주입설비의 조작에 지장이 없는 넓이로 한다

5) 주입량 및 잔재량을 검사하기 위하여 계량설비를 철저히 하여야 한다

6) 적당한 작동압을 유지할 수 있도록 기계용에 따른 용기를 선정하여 설비하여야 한다.

3. 차아염소산나트륨용액의 주입장치는 다음의 각호에 적합해야 한다

1) 주입장치는 자연유하방식의 경우 주입에 필요한 위치수두를 확보한다.

2) 주입장치는 가능한 주입점에 가까운 장소로 실내에 설치한다.

【해 설】

1 염소제의 주입기에 대한 설명은 다음과 같다

1) 주입기의 용량은 최대부터 최소주입량까

지 안정되고 정확하게 연속주입이 가능하도록 용량 및 대수를 정하여야 한다.

주입기의 용량에 비하여 소요주입량이 적으면 계량기의 눈금폭이 작으므로 조정기구가 부정확하게 되기 쉽고, 주입량이 불안정하기 쉬우므로 평상시는 기계용량의 60~80%의 범위내에서 조작하는 것이 가장 안전하고 확실하다.

또 주입기는 고장 등으로 염소소독을 중단하는 일이 없도록 하기 위하여 또는 염소소독의 강화를 수시 가능하게 하기 위하여 예비주입기를 설치하는 것이 필요하고 최소 2대를 필요로 한다.

설비용량은 상기 목적으로부터 2대의 경우에는 적어도 최대주입량부터 최소주입량까지 충분히 주입할 수 있는 같은 용량의 것을 2대로 하는 등 예비를 포함하여 몇 조의 주입기설비로서 전 변동 범위에 대응할 수 있는 용량 및 대수를 정하여야 한다

2) 주입기는 사용하는 염소제의 성상 및 설치조건에 따라 다음을 참고한다

(1) 액화염소 주입기

염소주입기는 용기 또는 염소기화기로부터 연속적으로 공급되는 염소가스를 안전하고 정확하게 계량하여 주입하는 장치이며 건식과 습식이 있다. 일반적으로 습식진공식 염소주입기가 가장 많이 사용되고 있다.

a. 습식진공식 주입기

습식진공식 염소주입기는 인젝터와 압력조정기구에 의하여 진공을 발생하며 진공상태로 염소가스를 계량, 제어하여 인젝터내에서 압력수와 혼합, 염소수로서 주입점에 송액하는 장치이다. 대기압이하의 압력에서 계량, 제어하므로 염소의 누출이나 용기내에 염소가 남는 일이 적다 인젝터의 급수압력이 저하하여 기내의 진공압력이 정압으로 되면 자동적으로 염소를 정지하는 등의 기능을 가지고 있다. 대표적인 염소주입기를 그림 5.53, 5.54에 예시하였다

인젝터의 사용수량은 주입기의 용량에 따라 다르나 대략의 값을 표 5.19에 나타내었다. 염소수의 농도는 0.3% 이내로 설계하는 것이 바람직하다. 염소농도가 높고 혼합용수의 수온이 낮은 경우에는 염소의 결정이 생길 염려가 있다.(그림 5.55 참조)

인젝터의 급수압력은 인젝터본체의 운전에 필요한 압력과 인젝터로부터 주입점까지의 손실수두를 고려하여 결정한다.(그림 5.56 참조)

b. 습식압력식 염소주입기

용기중의 액화염소를 염소가스로서 유출시켜 계량하고 이를 진한 염소수로 한후 처리하는 수중에 주입하는 것이다. 건식 주입기에 비하여 염소의 혼화가 균등하게 행해지며 과거부터 소형 용량에 많이 사용되고 있다.

c. 건식압력식 염소주입기

용기중의 액화염소를 염소가스로서 유출시켜 계량하고 가스상의 상태로 직접 처리하는 물에 주입하는 것이다 가스자체를 수중에 방출하므로 용해되지 않은 염소가 공중으로 비산하는 기회가 많고 그러므로 주입율이 불균등하게 되기 쉬운 결점이 있으므로 거의 사용되지 않는다.

d 염소혼합용수의 수량, 압력 및 설비

염소의 혼합용수의 소요압력 및 수량은 주입기의 종류 또는 용량에 따라 차이가 있으나 대략의 표준은 표 5.19에 제시된 바와 같다.

고가탱크, 송수펌프 등의 설비가 있을때는 그 토출측에서 분기하여 적당한 수압과 수량이 되도록 배관하면 좋으나 적당한 수압이 안될때는 펌프를 설치하여야 한다.

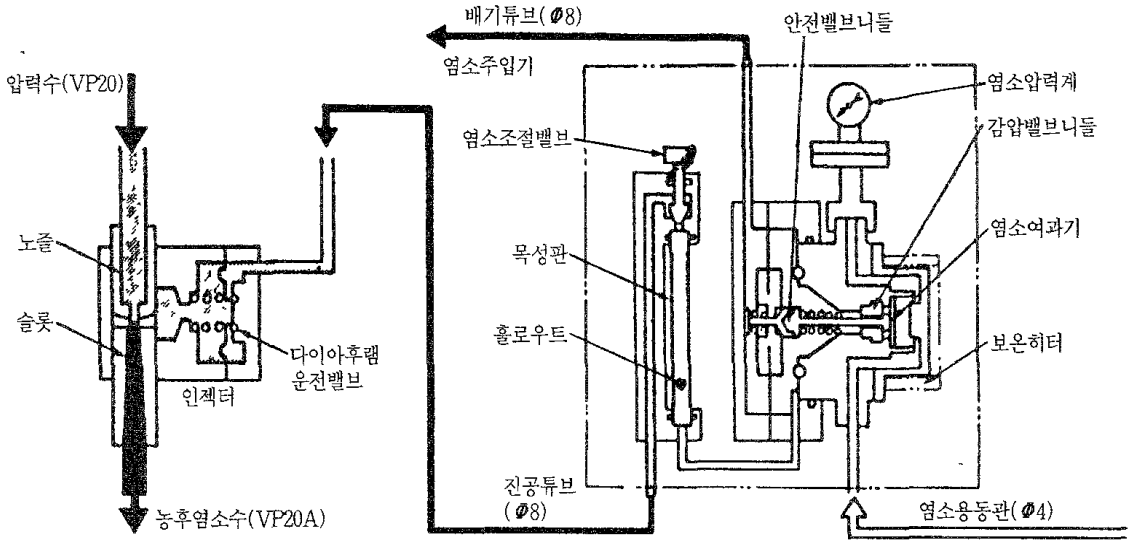
(2) 차아염소산나트륨용액의 주입기

a. 자연유하식

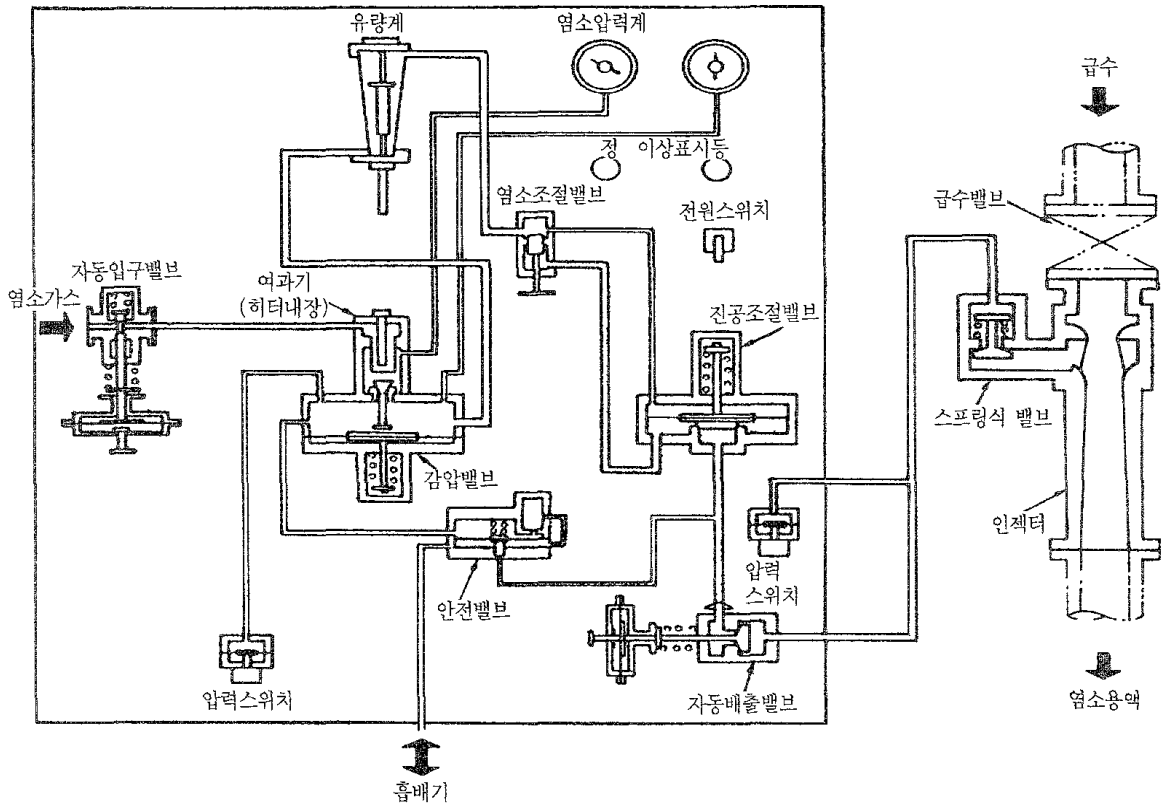
저장조 등의 위치수두 조절기를 갖춘 점적기 또는 오리피스관을 통하여 주입하는 방식으로 구조가 단순하기 때문에 주입량의 변동이 적은 소규모 시설에 적합하다

b. 인젝터 방식

압력수를 인젝터에 공급하여 차아염소산 나트륨과 혼합시킨 후 주입점에 송액하는 방법이다 인젝터에 공급하는 압력수는 스케일 생성을



<그림 5.53> 습식진공식 염소주입기(소형)의 예



<그림 5.54> 습식진공식 염소주입기(대형)의 예

피하기 위하여 가능한 경도가 낮은 물을 사용한다.

c. 펌프방식

원심펌프, 계량펌프 등에 의하여 주입점에 송액하는 방법으로 주입량의 제어범위가 넓다. 단, 펌프의 흡입부에서 기포가 발생할 수 있으므로 주의해야 한다.

(3) 생성차아염소산나트륨용액의 주입

포화소금물을 전기분해하여 생성된 차아염소산나트륨용액을 주입하는 방식으로 유효염소농도는 생성방법에 따라 다르므로 주의가 필요하다.

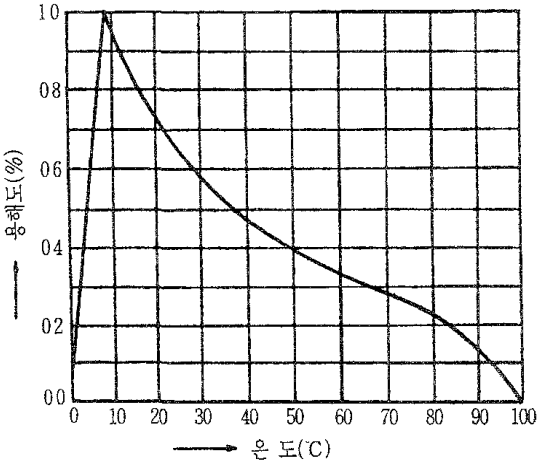
생성법에는 무격막방법과 격막방법이 있으며, 소규모시설에서는 무격막방식, 대규모시설에서는 격막방식이 유리하다

a. 무격막법

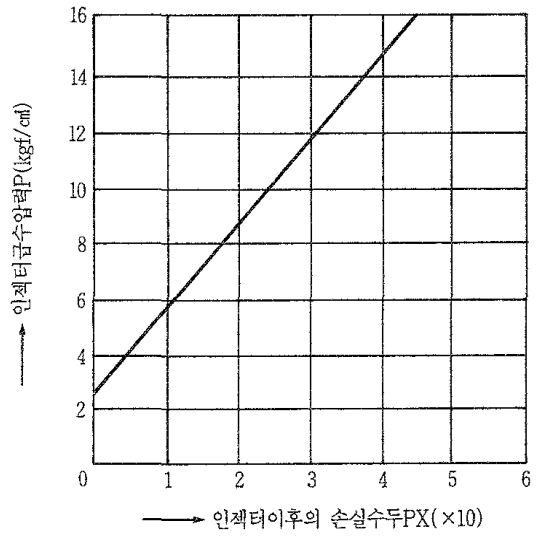
전기분해조에 양극판과 음극판이 설치되며 두판사이에 격막은 없다 공급된 소금물은 전기분해되어 양극에서는 염소가, 음극에서는 수소가스와 수산이온이 생성된다.

<표 5.19> 염소혼합용수의 소요수량

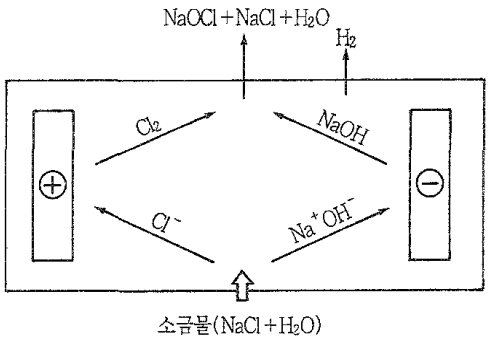
종별 / 수압 / 기계용량 (kg/시간)	습식압력식 주입량	습식진공식 주입량
	0.5 kg/㎠	2~3 kg/㎠
0.5	10 L/분	15 L/분
1.0	10	15
1.5	10	20
2.0	13	25
2.5	17	30
3.0	20	35
4.0	27	40
5.0	33	45
6.0	40	50
10.0	-	60
50.0	-	300
100.0	-	600
200.0	-	1,200



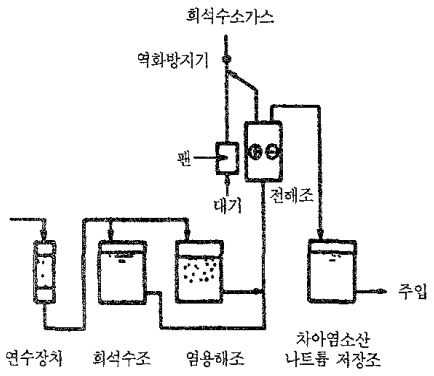
<그림 5.55> 염소의 물에 대한 용해도와 온도와의 관계



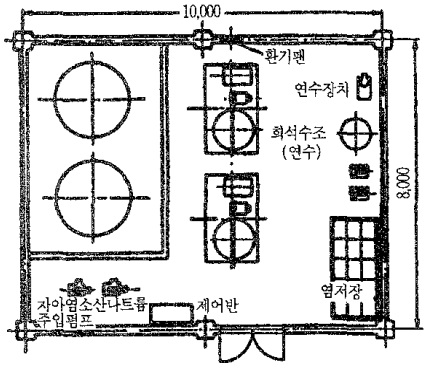
<그림 5.56> 인젝터급수압력(kgf/cm²)



<그림 5.57> 무격막법의 원리



<그림 5.58> 무격막법에 의한 차아염소산나트륨 생성장치의 흐름도



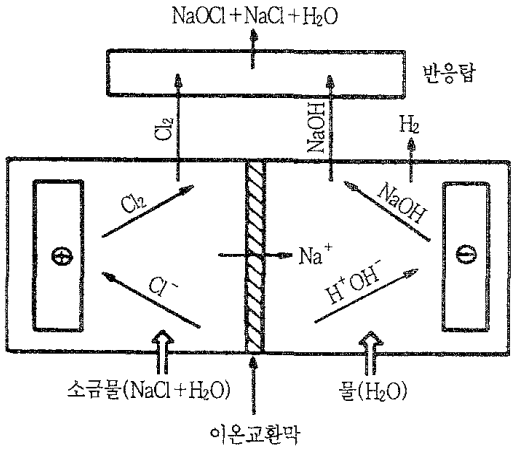
<그림 5.59> 소생성규모 75kg/일의 차아염소산나트륨 생성장치배치도의 예

나트륨이온과 음극에서 생성된 수산이온은 가성소다를 형성하며 양극에서 생성된 염소와 반응하여 차아염소산나트륨(NaOCl)이 생성된다

b. 격막법

전기분해조의 양극과 음극간에 이온교환막을 설치하여 양극측에 소금물, 음극측에 물을 공급하면 양극에서는 염소가 발생하며 나트륨이온이 교환막을 투과하여 음극으로 이동한다. 음극에서 생성된 수산이온과 양극으로부터 이동해 온 나트륨이온은 가성소다를 생성하며 수소가스도 발생된다.

양극에서 발생된 염소가스와 음극에서 생성



<그림 5.60> 이온교환막법의 원리

된 가성소다가 반응탑에서 반응하여 차아염소산나트륨(NaOCl)이 생성된다. 원리도를 그림 5.60에 나타내었다

생성액의 유효염소농도는 높고 타성분의 함유량은 유리알칼리를 제외하고는 일반적으로 낮다. 공정흐름도 및 배치도의 예를 그림 5 61, 그림 5 62에 나타내었다.

3) 주입기는 보수, 점검이 용이하도록 주벽(周壁) 혹은 인접기로부터 적어도 80㎝이상 떨어지게 하는 것이 바람직하다.

2 액화염소주입기에 대한 설명은 다음과 같다.

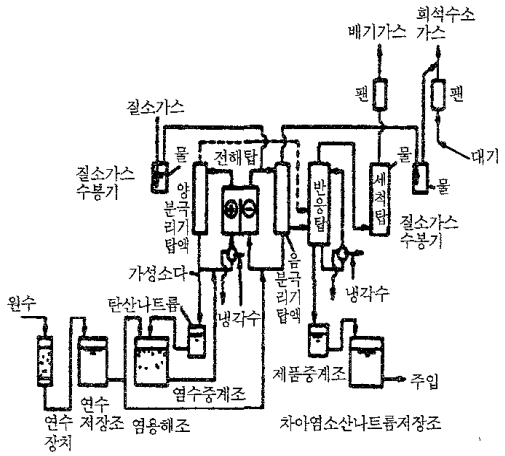
1) 기화기는 저장시설로부터 이송된 액화염소를 온수에 의하여 간접적으로 가온, 액화염소를 연속적으로 가스화하는 장치로서 염소사용량이 큰 시설에 사용된다.

가열방법에는 전열온수식, 증기온수식 등이 있으며 상수도시설로서는 거의 전열온수식이 사용된다. 기화기의 설치 및 사용은 다음사항을 고려한다.

(1) 사용량이 20kg/시간 이상의 경우 상온에서는 기화량이 부족하므로 기화기를 사용한다

(2) 기화능력은 최대염소사용량 이상으로 한다.

(3) 예비를 포함하여 2대이상으로 하며 주위 및 천정높이는 분해청소 및 반출입을 위하여 충분한 공간을 확보한다.



<그림 5.61> 이온교환막법에 의한 차아염소산나트륨생성 장치 흐름도의 예

(4) 설비상황에 따라 제조시설의 법적규제를 받으며, 이 경우 법정기준의 각종검사에 합격하여야 한다.

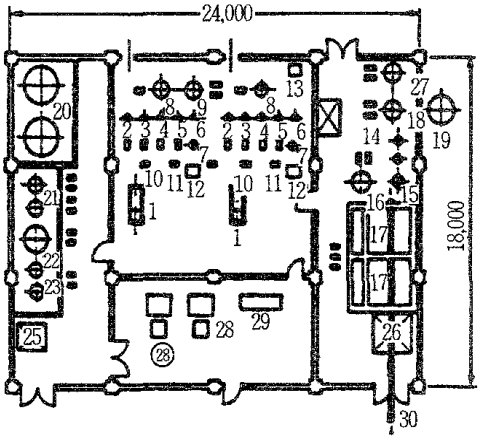
(5) 용기내의 액화염소를 가온하는 온수의 온도는 통상 40℃전후에서 제어된다. 염소는 온도에 따라서 압력이 변하므로 기화기의 온도를 제어하는 것으로 기화압력을 제어할 수 있다. 기화된 염소가 식으면 재액화되므로 저장실보다 주입기의 실온이 낮아지지 않도록 하는 것이 바람직하다.

(6) 기화기에는 제어장치, 계측감시장치, 안전장치, 경보장치를 설치한다 염소주입설비의 흐름도의 예를 그림 5.63에 나타내었다.

2) 염소주입기실은 지하실 등 통풍이 나쁜 장소를 피한다. 염소가스는 습기가 있으면 고도의 부식성을 나타내므로 습기가 많은 장소도 피하여야 한다.

염소주입기실과 주입점과의 거리는 주입시간 지연이나 주입관의 누출사고를 최소화하기 위해 가능한 가깝게 한다. 또 주입기실은 인젝터의 급수압력이 저하한 경우라도 역류를 방지하기 위하여 주입점 수위보다 높게 할 필요가 있다.

3) 주입기실은 내화구조로 하고 환기구를 설치한다. 필요에 따라 통풍환기를 좋게 하기



1	전해조	16	연수조
2	양극기액분리탑	17	염용해조
3	음극기액분리탑	18	냉각수조
4	반응탑	19	냉각탑
5	수소가스수봉기	20.	차아염소산나트륨저장조
6	세정탑	21	가성소다저장조
7	질소가스수봉기	22	가성소다수인조
8	제품증계조	23	탄산나트륨저장조
9	염수증계조	24	질소봄베보관소
10	음극액열교환기	25	소다회보관장
11	반응액열교환기	26	염 보관장
12	반응탑배가스팬	27	원수조
13	수소가스희석팬	28	정류기
14	연수장치	29	제어반
15	재생염수조	30	호이스트레일

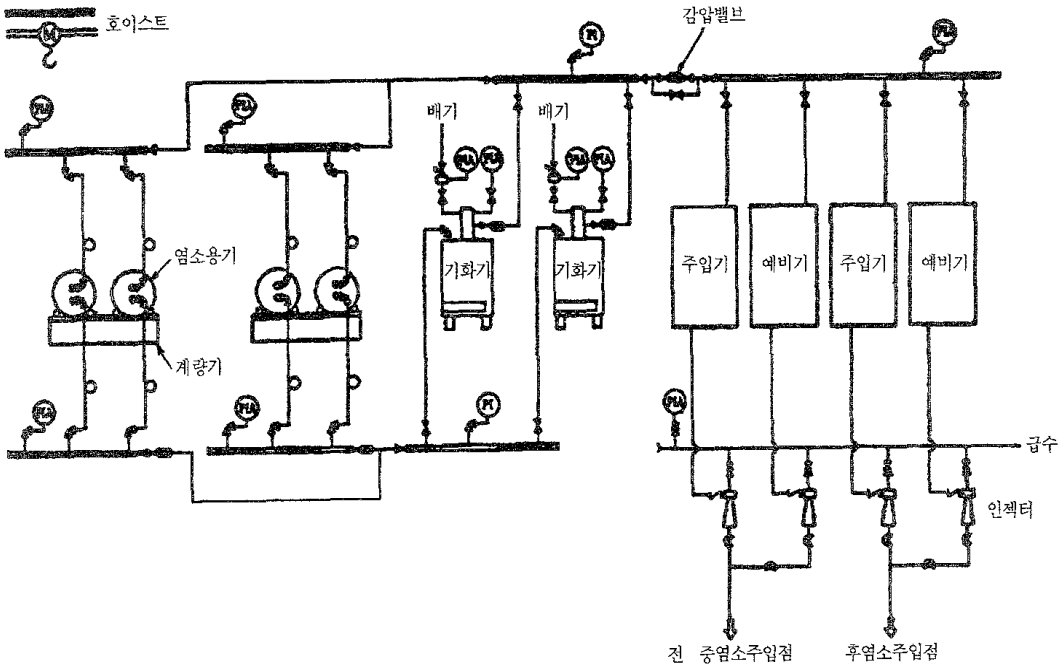
<그림 5.62> 염소생성규모 1,000kg/일의 차아염소산나트륨생성장치 흐름도의 예

위하여 강제환기장치를 설치하며 비상시 밀폐가능한 구조로 한다. 염소가스의 확산을 방지하기 위하여 제해장치의 흡입구는 실(室)의 하부에 위치시킨다. 실내온도는 재액화방지를 위하여 15~20℃로 유지한다.

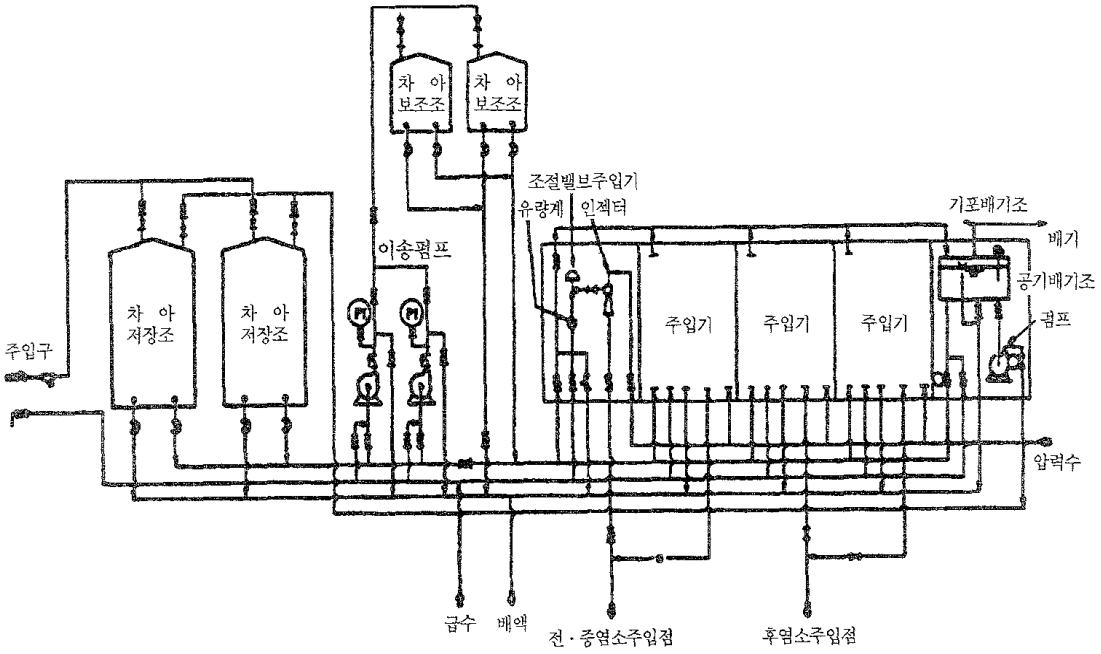
4) 바닥면적은 주입기의 종류, 형식에 따라 다르지만 대개 기계 2대일때 8㎡정도로 하고 1대 더할때마다 2㎡정도를 증가한다.

바닥면적은 보수, 점검 및 주입조작에 지장이 없는 넓이로 하고 너무 넓으면 난방비용증가 등으로 비경제적이다.

5) 용기내 염소의 감량관리를 위하여 계량기를 설치하여 염소주입기의 계량기의 지시와 실제의 용기로부터 유출된 염소량을 비교하여 주입기가 유효하게 작동하는가를 확인하고 주



<그림 5.63> 염소주입기 흐름도의 예



<그림 5.64> 차아염소산나트륨 주입기 흐름도의 예

입량의 정확을 기하기 위하여 용기내의 잔류량을 검사하여 용기교환의 시기를 예측하고 염소주입이 중단되지 않도록 주의할 필요가 있다.

6) 용기로부터 유출된 염소가스는 주입기의 감압밸브로 항시 적당한 압력으로 조정한 다음 사용하는 것이나 일시에 다량의 가스를 사용하면 100kg 용기 1개로서는 기화열에 의하여 용기의 표면이 빙결하여 가스의 발생이 악화되고 소요량의 주입이 부정확하게 되기 쉽다.

주입량과 가스발생량과의 균형를 유지하고 확실하게 주입시키기 위해서는 실온 15~20℃에서는 경험상 1kg/시간에 대하여 100kg 용기 1개를 설치하는 것이 적당하다. 염소의 주입량이 상시 7kg/시간 이상의 장소에서는 1ton용기나 저장조를 사용하는 것이 바람직하다.

3. 차아염소산나트륨의 주입기에 대한 설명은 다음과 같다

1) 주입에 필요한 위치수두는 주입방식에 따라 다르나 자연유하식에서는 저장조의 레벨을 높게 하거나 저장조와 주입기 사이의 높은 장소에 작은조를 설치하여 펌프로 항상 일정수준이상의 액위가 유지되도록 제어장치를 설치할 필요가 있다 차아염소산나트륨주입기 흐름도의 예를 그림 5.64에 제시하였다

2) 차아염소산나트륨용액은 분해되어 산소가스를 발생시킨다. 이 기포가 배관 또는 주입기내에 저류되면 불안정 주입의 원인이 되므로 주입기는 가능한 주입점에 가까운 곳에 설치하는 것이 바람직하다

11.5 염소주입제어

염소의 주입제어에는 수동정량제어, 유량비례제어 및 잔류염소제어가 있으며 시설의 규모 및 유지관리방법에 따라 적절한 방식을 선정한다.

【해 설】

적절한 염소주입제어방식의 선정을 위해서는 수량, 수질의 변화, 시설의 규모, 유지관리 등을 고려할 필요가 있다.

(1) 수동정량제어

처리수량과 염소요구량의 변화가 적고 거의 일정량의 염소의 주입으로 목표로 하는 잔류염소가 유지가능한 경우에 사용되는 제어 방법이다

(2) 유량비례제어

처리수량은 변화하나 수질의 변화가 적어 염소요구량이 거의 일정할 때에 처리수량의 변화에 상응하는 염소량을 주입하면 목표로 하는 잔류염소가 유지되는 경우에 사용되는 제어방법이다.

(3) 잔류염소제어

처리수량과 염소요구량이 변화하는 경우에 일정 잔류염소농도를 기준으로 하여 주입량을 제어하는 방법이다.

11.6 보안용구

염소주입기실 및 저장실 근처의 안전한 장소에 보안용구를 상비하고, 또 적절한 상태로 유지되도록 한다

【해 설】

액화염소를 취급하는 시설에서는 유지관리상 필요한 보안용구 및 비상용구를 상비해야 한다.

보안용구의 보관장소는 저장실이나 주입기실에서 염소가스가 누출한 경우에 신속한 처리를 하기 위하여 저장실 및 주입기실에 가까워야 하며 또 염소가스에 노출되지 않고 보안용구를 꺼낼 수 있어야 한다.

보관장소는 보안용구 및 비상용공구의 종류와 수량을 고려하여 쉽게 꺼내고 착용할 수 있는 넓이로 한다.

보관장소는 정전시에도 염소가스의 누출에 대하여 긴급조치가 취해질 수 있도록 비상조명을 설치한다.

보안용구의 구비 및 유지관리는 다음과 같이

한다

1. 보안용구의 종류와 개수

(1) 방독마스크

① 공기호흡기 또는 송기식 마스크 3개 이상

② 격리식 방독마스크(전면고농도형) 3개이상

③ 공기 또는 산소 예비용기 3개 이상

(2) 보호구

① 보호의 (고무제) 2벌이상

② 보호장갑 및 보호장화(고무제) 2켤레이상

③ 안전모 2조이상

(3) 비상시 공구

① 누출방지용 안전 캡

② 넛트 및 패킹류

③ 연전(鉛栓) 또는 목전(木栓)

④ 맹플랜지

⑤ 철선 및 테이프류

⑥ 응급수리용 공구

액화염소를 1,000kg 이상 저장하고 소비하는 시설 등에서는 상기 수량을 기준으로 하고 있으나 긴급작업에 종사하는 작업원의 수에 적절한 예비수를 가한 수량을 설치하여야 한다 또 100kg 용기를 사용하는 소비시설에서도 적어도 격리호흡식 마스크 3개이상, 보호구 및 비상용 공구는 각기 정한 수량을 구비하여야 한다.

방독마스크는 티오황산나트륨 또는 활성탄을 사용한 것이 유효하나 염소가 농후한 경우에는 공기가 부족하여 호흡곤란이 되므로 산소용기를 구비한 방독마스크가 필요하다.

누출을 확인하기 위한 암모니아수는 28% 이상 함유하는 농후한 것이라야 좋고 암모니아가스는 염소에 접촉하면 염화암모니움이 되어 백색연기를 발생하므로 미량의 염소의 누출이라도 검출할 수가 있다.

11.7 제해설비

염소가스의 제해설비는 다음의 각항을 고려하여 설치한다.

1. 저장량 1,000kg 미만의 시설에서는 염소가스의 누출에 대비하여 중화 및 흡수용의 제해제를 상비하고 가스누출검지경보설비를 설치하는 것이 바람직하다.

2. 저장량 1,000kg 이상의 시설에서는 염소가스의 누출에 대비하여 가스누출검지경보설비, 중화반응탑, 중화제저장조, 배풍기 등을 갖춘 중화장치를 설치한다

3. 중화장치의 능력은 누출된 염소가스를 충분히 중화하여 무해하게 만들 수 있어야 한다.

【해 설】

염소가스의 제해설비는 법령에 규제되어 있으나 염소가 누출될 경우 효과적으로 중화처리하고 이차재해를 방지하며 염소주입 중단을 방지할 수 있도록 설비능력은 기준보다 여유를 가지는 것이 바람직하다

염소가스가 누출되었을 때의 제해설비는 확산방지설비, 가스누출검지경보설비 (이하 검지경보설비라 한다.), 제해설비, 흡수제 및 보안용구 등이다

1 저장량 1,000kg 미만의 소규모의 소비시설에서도 염소가스는 극히 독성이 강하므로 누출에 대비하여 방독이나 제해의 조치를 강구해야 한다. 따라서 소규모 시설에서도 검지경보시설 및 소형제해설비를 갖추는 것이 바람직하다.

이 경우에 누출방지대책의 일례로서 저장실 또는 주입기실 근처의 편리한 장소에 소석회를 비치함과 동시에 용기가 쉽게 들어갈 수 있는 정도의 깊이 약 1m의 구멍을 파고 또 복토할 수 있는 토사와 삽 등을 준비하여 두고 만약 용기로부터 염소가 누출할 때에는 용기를 이 구멍에 넣고 위로부터 소석회를 충분히 살포하고 토사로 덮어 염소가 다른곳으로 유출되지 않도록 하여야 한다 또 100kg 용기를 그대로 수용할 수 있는 바퀴가 붙은 기구를 비치하고 이것으로 사고용기를 안전하게 처리하여야 한다

누출염소에 대한 흡수제인 소석회의 보유량은 기준 등에서 정하는 양 이상으로 하고 실제 제해조작에 있어서는 될 수록 단시간에 소정량을 균일하게 살포할 수 있는 수동식, 가압식 또는 동력식의 살포기 등을 사용하여야 한다. 또 소석회를 포대에 든 상태대로 보존할 경우에는 습기로 인하여 탄산가스의 흡수에 의한 유효성분의 저하, 가루의 고결이 일어나므로 될 수록 건조한 장소에 보존하여야 한다.

2. 1,000kg 이상의 소비시설 및 저장소 등에서는 다음의 조치를 강구한다.

1) 확산방지설비

누출된 액화염소의 기화를 억제하고 또 제해활동을 쉽게 하기 위하여 방액제(防液提) 및 핏트를 설치한다.(11.3 저장설비 참조)

2) 가스 누출 검지 경보설비

누출된 염소가스를 연속적으로 검지하여 누출가스가 설정된 농도에 달했을 때 경보가 발령됨과 동시에 제해장치의 제기구를 작동 할 수 있어야 한다.

3) 중화설비

중화설비는 염소가스를 알칼리제에 접촉반응시켜 중화시키는 시설로서 여러 중화제 중에서 일반적으로 가성소다용액이 사용된다.

반응식은 다음과 같다.

$$Cl_2 + 2NaOH \rightleftharpoons NaOCl + NaCl + H_2O$$

$$x = a \times \frac{2(NaOH의\ 분자량)}{Cl_2의\ 분자량} \times \frac{1}{\eta}$$

$$x = a \times \frac{2 \times 40}{71} \times \frac{1}{\eta} = \frac{1.12a}{\eta}$$

여기서, x : 중화에 필요한 가성소다의 양 (kg)

a 누출염소 (kg)

η : 반응율 (약 0.6~0.8)

(1) 가성소다용액의 저장량

저장량은 기준 등에서 정해진 양 이상으로 하고 중화처리되는 염소량에 의하여 정해지며 농도는 10~20%의 범위이다

(2) 처리능력

중화설비의 처리능력은 1시간에 염소가스를 무해가스로 처리할 수 있는 양(kg/시간)으로 표시한다. 용기에 저장하는 경우의 처리능력은 500kg/시간 또는 1,000kg/시간, 저장조에 저장하는 경우는 1,000kg/시간 이상이 일반적이다.

(3) 배풍기

누출된 염소가스를 중화반응탑에 송풍할 목적으로 설치되며 염소의 누출속도(kg/분), 실내유효용적 등을 고려하여 용량을 결정한다.

(4) 송액펌프

중화반응탑에 가성소다용액을 이송하는 펌프로 용량은 상정(想定)한 염소가스의 누출속도(kg/분)에 대하여 가성소다가 100% 반응했을 때의 이론치의 4배 이상으로 한다.

(5)중화반응탑

가성소다용액과 염소의 기액반응조로서 다음과 같은 방법이 있다.

a. 충전탑식

중화반응탑 하부로부터 염소가스를 보내고 탑상부로부터는 반응액을 보내서 탑 내의 충전제 속을 통과할 때에 접촉반응을 시켜 중화한다. 중화탑내에서는 반응열에 의하여 온도가 높아지므로 이를 고려하여 구조, 재질 등을 선정한다. 또, 탑은 내부의 청소가 용이한 구조로 하고 사용후는 수세가능한 배관으로 한다.

b. 회전흡수방식

중화탑입구에서 염소가스를 흡인하고 중화탑 주축(主軸)의 회전에 의하여 회전날개에 발생하는 가성소다용액의 피막과 날개말단에서 생기는 용액방울이 염소가스와 접촉하여 중화한다.

c. 경사판 방식

중화탑하부에서 염소가스를, 탑상부에서 반응액을 보내 탑내의 경사판면에 생기는 가성소다용액의 피막과 경사판에 있는 소공(小孔)에서 나오는 가성소다 용액방울이 염소가스와 접촉하여 중화한다

3. 제해처리후의 방출염소가스 농도는 조례, 기준 등으로 최고농도가 정해져 있는 경우가 있으므로 이에 적합해야 하며 외국의 경우 중

화반응탑 방출구에서 10mg/L 이하, 정수장 등의 경계선에서 0.1mg/L 이하로 하는 예가 있다.

11.8 배관기타

1. 염소(액화염소, 염소수)용 배관 및 차아염소산나트륨용 배관은 내압력, 내산성의 재료를 사용하고 점검이 용이한 방법으로 배관한다

2 저장실, 주입기실내에 설치하는 전기기구 등의 금속류는 내산처리를 한 것이라야 한다

【해 설】

1 염소는 습기가 있을 때 대부분의 금속을 부식시키나 완전히 건조한 염소는 상온에서 강(鋼)이나 동(銅) 등의 금속과 반응하지 않는다

(1) 액화염소에 사용하는 재료는 특히 압력, 부식거리를 고려한 두께로 하고 주요 밸브류는 단강제, 주배관은 압력배관용 탄소강관, 용기로부터 꺼내는 배관에는 동관을 사용한다. 또, 저장조에는 저온압력용기용 탄소강판, 수입(受入) 배관에는 저온배관용 탄소강 강관을 사용하는 것이 바람직하다

용기에는 보조밸브, 배관의 시작부분에는 긴급차단밸브, 저장조에는 주밸브와 긴급차단밸브를 설치한다. 구조물의 관통부 등에는 이중배관으로 하는 등 보수, 검사가 용이하도록 해야 한다 또 용기내 압력과 배관로의 필요한 부분의 압력감시를 할 수 있도록 압력계 등을 설치하고 긴급차단밸브를 설치하는 것이 바람직하다.

(2) 염소수에 사용하는 재료는 경질염화비닐, 경질고무, 테플론(teflon) 등의 내식재료로 하고 배관에는 경질염화비닐관. 경질염화비닐라이닝강관 또는 경질고무라이닝관을 사용한다.

주입기실에서 주입점까지의 관 포설은 개방가능한 독립된 배관용 닥트 또는 공동 구내배관으로 하고 필요한 곳에는 플랜지 이음이나 신축이음으로 하여 점검 보수를 용이하게 하는 것이 바람직하다.

주입기 고장시에도 역류하지 않도록 주입점보다 주입기의 위치를 높게하고 배관은 공기고임이 일어나지 않도록 기복은 가능한 피한다

(3) 차아염소산나트륨용액용 배관은 경질염화비닐관, 경질염화비닐라이닝강관, 연질염화비닐관, 폴리에틸렌관 등을 사용하고 저장조부터 주입기까지의 배관은 곡부를 적게하고 기복을 없게하며 기포제거 관 또는 장치를 설치할 필요가 있다.

주입배관도 가능한 기포가 고이지 않게끔 배관하며 부득이 기복이 있는 배관일 경우에는 기포제거 밸브를 설치할 필요가 있다. 또 인젝터방식에서는 스케일이 부착될 경우에 세척을 용이하게 할 수 있도록 예비관을 설치하여 주입관을 변경할 수 있도록 한다.

각종 배관은 액체별로 색깔로 구분하고 흐르는 방향을 나타내는 화살표 및 유체의 이름을 요소에 표시하여 보수관리가 용이하도록 한다.

2 염소가스는 습기가 있으면 부식성을 나타내므로 용기의 설치와 교환 등에 충분히 주의하고, 내산처리를 한 전기기구를 사용하며 전기배선 등은 가능한 높은 곳에 설치하는 것이 바람직하다.

11.9 이산화염소 주입설비

이산화염소처리와 관련된 시설은 원수수질과 처리목적에 따라 문헌, 실험결과 등을 기초로 하여 결정하여야 하며 유해부산물 생성에 유의하여야 한다.

【해 설】

이산화염소는 1811년 험프리 데이비(Humprey Davy)가 발견하였으며 $NaClO_2$(sodium chlorate)에 염산을 반응시켜 발생한 황녹색가스를 이우클로린(euchlorine)이라 칭하였다.

그후에 계속 발전하여 현재는 진공상태에서

$NaClO_2$용액에 염소가스를 주입하여 발생시키는 것이 일반적이며, 고농도의 가스상에서 불안정하고 압축시킬 수 없고 온도, 압력, 빛에 대한 불안정한 물질로서 대기중에 4% 이상 존재하면 폭발하기 때문에 저장과 수송에 위험이 따르므로 현장에서 발생시켜 사용하여야 한다.

또 이산화염소는 독특한 냄새를 갖는 연황색의 액체로 어는점이 -15℃, 끓는점이 105℃이며 비중은 1.05~1.15(20℃)이다.

이산화염소에 의한 소독은 최근 상수원수의 수질이 악화됨에 따라 유리염소에 의한 THM 생성을 피하기 위한 대체 소독제라 할 수 있다

1 이산화염소의 효과

1) 소독력에서는 오존과 이산화염소가 양호하지만 오존은 잔류성이 없어 배수계통에서 미생물이 재활성화하는 경우가 있는데 비하여 이산화염소는 잔류효과도 양호하다.

2) 이산화염소는 페놀화합물을 분해하며 정수의 이취미와 색도의 제거에도 효과적이고 클로로페놀까지도 어느정도 제거 가능하다.

또 이산화염소는 맹독성시안(CN) 화합물을 산화시켜 무해한 시안산염(CNO^-)을 거쳐 탄산가스와 질소로 분해하며 아질산염을 질산염으로, 아황산염을 황산염으로 산화시킨다.

3) 이산화염소가 존재하면 염소로부터 생성된 황화수소(H_2S)나 R-SH 등 황화합물로 인한 냄새제거가 가능하다.

4) 이산화염소는 THM의 생성반응을 일으키지 않으나 클로라이트(chlorite), 클로레이트(chlorate) 등의 무기 음이온이 생성되며 이들 부산물은 유해한 것으로 밝혀져 주입량, 부산물 발생량 등에 주의하여야 하며 필요량보다 초과하여 주입하지 않도록 하여야 한다.

5) 액상 이산화염소 용액을 사용할 경우 유효성분과 제조과정에서 발생되어 함유될 수 있는 유해물질을 확인해야 하며 인체유해성이 없어야 한다.

2. 이산화염소의 주입량

염소와 같은 소독효과를 얻기 위한 이산화염소주입량은 염소주입량의 반으로 보고 있다. 즉 1mg/L의 이산화염소는 2mg/L의 염소와 같은 소독효과가 있다는 것이다.

제12절 전염소 · 중간염소처리설비

12.1 총 칙

염소는 통상 소독의 목적으로 여과후에 주입되나 소독, 살조(殺藻)작용과 함께 강력한 산화력을 가지고 있기 때문에 오염된 원수의 정수처리대책의 일환으로서 응집, 침전 이전의 처리과정에서 주입하는 경우와 침전지와 여과지의 사이에서 주입하는 경우가 있다. 전자를 전염소처리, 후자를 중간염소처리라고 하며 목적은 다음과 같다.

1. 세균의 제거

원수중의 일반세균이 1mL 중 5,000 이상 혹은 대장균군(MPN)이 100mL중 2,500이상 존재하는 경우 여과전에 세균을 감소시켜 안전성을 높이고 또 침전지나 여과지 내부를 위생적으로 유지한다.

2. 철, 망간의 제거

원수중에 철, 망간이 용존하여 후염소처리시 탁도, 색도를 증가시키는 경우에는 미리 전염소 또는 중간염소처리하여 불용해성의 산화물로 존재 형태를 바꾸어 후속공정에서 제거한다.

3. 암모니아성 질소, 유기물 등의 처리

암모니아성 질소, 아질산성 질소, 황화수소, 페놀류, 기타 유기물 등을 산화한다.

4. 맛, 냄새 제거

황화수소, 하수, 조류 등의 냄새 제거에 효과가 있으나 종류에 따라서는 염소에 의하여 맛, 냄새를 강하게 하거나 새로운 냄새를 발생시키는 경우가 있으므로 주의가 필요하다.

전염소 및 중간염소 처리는 위와 같은 목적으로 채택될 수 있으나 원수수질에 따라 충분한 효과를 얻지 못하는 경우도 있으므로 결정

하기전에 효과를 확인 할 필요가 있다.

또 원수 중에 부식질(humic substance) 등의 유기물이 존재하면 유리잔류염소와 반응하여 트리할로메탄이 생성되므로 이러한 우려가 높은 경우에는 응집, 침전으로 부식질을 어느 정도 제거한 후 중간염소처리를 하는 것을 고려할 수 있다,

12.2 전염소처리

전염소처리는 다음 각 항을 고려한다

1. 염소제 주입장소는 취수시설, 도수관로, 착수정, 혼화지, 염소 혼화지 등에서 교반이 잘 일어나는 장소로 한다.

2. 염소제 주입율은 처리목적에 따라 필요로 하는 염소량 및 원수의 염소요구량 등을 고려하여 산정한다.

3. 염소제의 종류, 주입량, 저장·주입·제해설비 등에 관하여서는 제5장 11절 소독설비에 준한다

【해 설】

1. 전염소처리는 염소제를 침전지 이전에 주입하는 방법이므로 처리목적에 따라 적절한 장소에 주입한다 특히 암모니아성 질소의 파괴를 위해 전염소처리를 할 경우에는 반응시간을 충분히 확보하기 위해 염소 혼화지를 별도로 설치하거나 착수정 이전의 주입을 고려할 수 있다. 이 경우 파괴점이후에 잔류가능한 유리잔류염소에 의한 트리할로메탄생성에 유의해야 하며 필요에 따라 탈염소공정(분말활성탄 등)의 추가를 고려할 수 있다.

2 전염소의 주입율은 원수 수질, 처리목적에 따라 다르므로 다음 사항을 참고로 하여 결정한다.

1) 처리목적에 따라 필요로 하는 염소량

이론상 철이온 1mg/L를 산화하기 위해서는 0 63mg/L의 염소가 필요하며 망간이온에 대해서는 1.29mg/L, 암모니아성질소에 대해서는 7 6mg/L의 염소가 필요하다.

2) 일정장소에서 유지하여야 할 잔류염소농도

여과수에서 유지하여야 할 잔류염소농도는 소독을 목적으로 할 경우는 0 1~0.2mg/L정도, 망간처리를 목적으로 할 경우는 0.5mg/L정도이다.

3) 침전지 등의 시설에서 소비되는 염소량

수중의 염소는 직사일광을 받으면 분해되므로 계절, 날씨, 주야에 따라 소비되는 양이 다르다. 또 염소와 분말활성탄을 동시에 투입하면 활성탄에 의하여 염소가 감소한다 따라서 이러한 사항 등을 고려하여 응집지, 침전지 등의 시설에서 소비되는 염소량을 추정한다.

4) 원수의 염소요구량

전염소처리는 통상 암모니아성질소 제거를 목적으로 하는 경우가 많으며 이 경우 파괴점 염소처리가 일반적이다 따라서, 원수의 수질변동기를 포함하여 염소요구량을 측정한다. (제5장 11절 소독설비의 참고-1~4를 참조)

일반적으로 염소주입율은 원수중의 암모니아성 질소 농도의 약 10배 내외가 되며 여과수에서의 유리잔류염소 0 5mg/L 정도의 유지가 대체적인 척도이다. 그러나. 원수수질 및 처리목적, 후속 입상활성탄 흡착공정의 유무 등에 따라 다르므로 위(1~4)를 참고로 하여 주입율 범위(최고, 최저, 평균)를 결정하고 과도한 주입이 되지 않도록 유의한다

12.3 중간염소처리

중간염소처리는 다음 각항을 고려한다.

1 염소제의 주입장소는 침전지와 여과지의 사이에서 잘 혼화되는 장소로 한다.

2 염소제의 주입율은 제5장 12절 전염소처리의 2항에 준한다

3 염소제의 종류, 주입량, 저장·주입·제해 설비 등에 관하여는 제5장 11절 소독설비에 준한다

【해 설】

1. 중간염소처리는 침전지와 여과지 사이에서 염소제를 주입하는 방법이다. 이 방법은 주로 트리할로메탄 전구물질(부식질 등) 또는 염소에 의하여 곰팡이 냄새 원인물질을 수중에 방출하는 조류 등을 응집·침전에 의하여 어느 정도 제거한 후에 염소처리를 함으로써, 트리할로메탄 및 곰팡이 냄새 생성을 최소화하기 위함이다.

또 주입점에서 염소혼화지를 설치하는 것이 바람직하나 새로이 염소혼화지를 설치하는 것이 불가능한 경우에는 주입한 염소제가 잘 혼화되는 장소를 선정하여야 한다.

침전지의 경사판이나 집수장치 등의 부속설비에서 조류 등의 번식에 의한 장애가 염려되는 경우나 조류의 박리(slough off)로 여과장애의 염려가 있는 경우에는 간헐적인 전염소처리를 할 수 있는 설비가 바람직하다

오염도가 높은 원수의 처리에서 전염소처리를 중간염소처리로 전환하는 경우 원수에 용해성 망간과 암모니아성 질소가 고농도로 공존하고 있을 때 망간의 색 콜로이드가 형성된다. 이 색 콜로이드는 망간사에 의한 접촉산화로 제거하기 곤란하므로 색도가 높아질 염려가 있어 주의가 필요하다.

제 13절 포기설비(暴氣設備)

13.1 총 칙

포기(aeration)는 물과 공기를 충분히 접촉시켜 수중의 가스상물질을 휘발시키거나 수중의 특정물질을 산화시키기 위해 실시한다. 포기의 처리효과는 다음과 같다.

1) 수중의 유리탄산을 제거하여 pH값을 상승시킨다

2) 휘발성 유기염소화합물(트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 1,1,1-트리클로로에탄 등)을 제거한다.

3) 물에 공기중의 산소를 공급하여 용해성 철이온(Fe^{2+})의 산화를 촉진한다. 수중에 용존하여 있는 탄산수소제일철은 포기에 의하여 다음과 같이 탄산제일철을 생성한다.

$$Fe(HCO_3)_2 \rightarrow FeCO_3 + CO_2 + H_2O$$

탄산제일철은 가수분해하여 수산화제일철을 생성한다.

$$FeCO_3 + H_2O \rightarrow Fe(OH)_2 + CO_2$$

이 수산화제일철이 다시 산화되면 난용성의 수산화제일철을 생성한다.

$$2Fe(OH)_2 + \frac{1}{2}O_2 + H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_3$$

그러나 철의 형태에 따라서는 포기만으로는 완전히 산화되지 않는 경우가 있다. (제5장 19절 철·망간제거설비 참조)

4) 황화수소 등의 불쾌한 냄새물질을 제거한다.

포기에는 분수식, 충전탑식 등이 있다. (그림 5.65 참조)

분수식에는 고정 또는 회전식의 노즐에 의하여 분무상태로 분수시키는 방식이 있으며, 그 구조는 단순하나 물을 분무하기 위한 동력이 소모되고 물이 공기와 함께 비산하는 단점이 있다.

충전탑식은 수직 원통형의 탑내에 충전재를 채워 넣은 것으로 충전재에는 여러 가지 형상, 재질이 있으며 기액접촉 효율도 뛰어나다.

기타의 방식으로 탑내에 다공판 등의 선반을 몇 단쯤 설비한 단탑식(**段塔式**), 수중에 공기를 흡입하는 방식, 물을 5~10m의 높이에서 낙하시키는 폭포식이 있다.

트리클로로에틸렌 등을 제거 대상으로 할 경우에는 필요에 따라 배출가스처리를 위해 활성탄 흡착설비를 한다.

13.2 포기방식

1 분수식 포기장치는 다음 각 항에 부합되도록 한다

1) 노즐은 분무된 물과 공기가 잘 접촉되게 설치한다

2) 노즐은 처리하고자 하는 물을 균등히 분출하도록 배치한다.

3) 포기실은 물방울의 비산을 막는 구조로 하고 2실 이상 설치한다.

2. 충전탑식 포기장치는 다음 각 항에 부합되도록 한다.

1) 충전탑의 구조는 수직원통형으로 하고 내식성물질을 사용한다.

2) 충전재는 공극률이 크고 공기저항이 적으며 내식성으로 기계적 강도가 높아야 한다.

3) 충전탑 직경은 공기 유속을 고려하고 충전층 높이는 용량계수 등을 고려하여 결정한다.

4) 기액비는 원칙적으로 실험에 의하여 결정한다.

5) 송풍기는 충전탑 공기 유입부쪽에 설치하고 소요동력은 풍량과 충전재 등에 의한 압력손실을 고려하여 결정한다.

【해 설】

1. 분수식 포기장치

1) 노즐의 출구는 작을수록 유효하지만 막히기 쉬우므로 5~10㎜정도가 바람직하다. 또 노즐은 상향으로 설치하여 분무된 물이 실의 바닥부에 낙하하는 동안 공기와 접촉되도록 한다

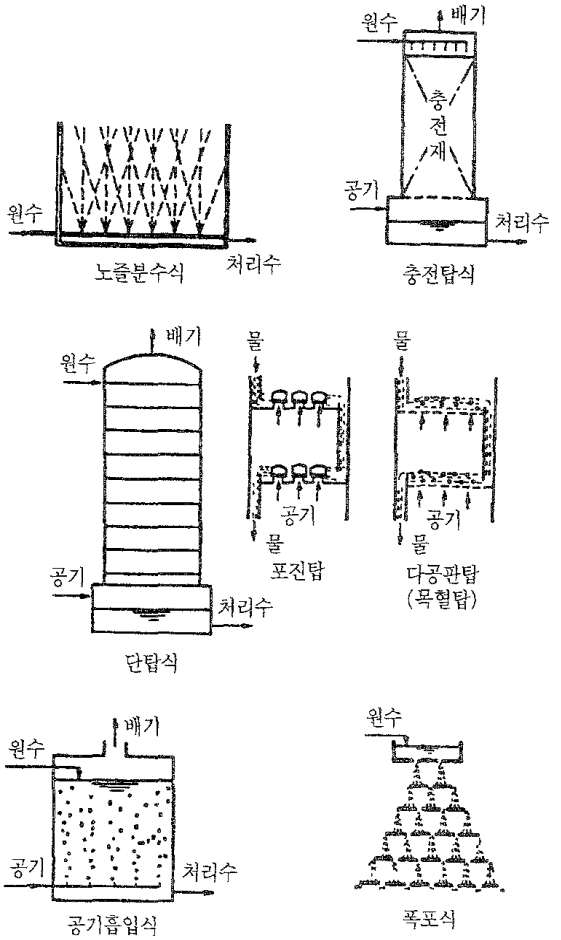
2) 처리할 물을 균등히 분출시키기 위하여 노즐간격을 균등히 하고 관의 말단을 서로 연결하여 출구에서의 동수두(**動水頭**)를 균일하게 한다. 노즐 출구에서의 동수두는 3~10m정도가 필요하다

3) 포기실에는 측벽을 설치하여 물방울의 비산을 막고 방수구조로 하며 청소, 고장에 대비하여 2실 이상으로 한다

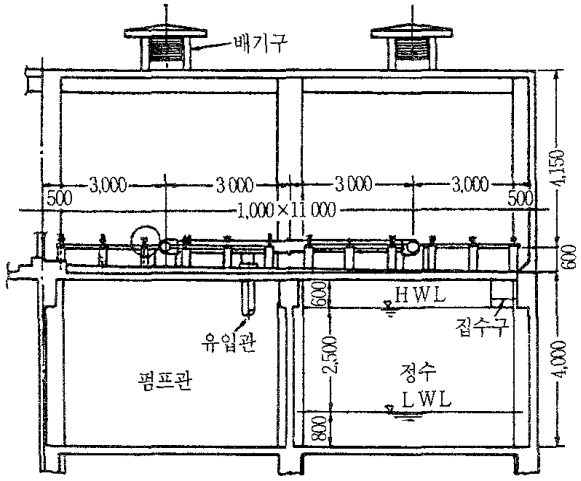
지하수를 원수로하여 여과지를 설치하지 아니하는 경우는 외부로부터 먼지 등의 유입을 방지하기 위하여 뚜껑을 설치하고 밑바닥 면적의 5% 이상의 면적을 가진 통기구를 실의 상하에 만들고 간격 1㎜ 이하의 그물망을 설치하여 외부로부터의 진개 유입을 방지한다 또 조류의 번식을 방지하기 위하여 차광하는 것이 바람직하다. 포기실 바닥은 1/50~1/100의 경사를 두어 집수나 청소를 편리하게 하고 원수에 모래가 혼입하는 경우는 바닥에 모래펏트를 만들어서 제거하는 것이 바람직하다(그림 566참조)

2. 충전탑식 포기장치

1) 충전탑은 원통형의 내부에 충전재를 채워넣고 탑꼭대기에 설치된 물 분포기를 통하여 공급된 물이 충전재의 표면을 박막상으로 유하하도록 하여 충전재의 간극을 흐르는 동안 탑



<그림 5.65> 포기설비



<그림 5.66> 포기 장치도
(노즐분수식)(단위㎜)

하부로부터 공급된 공기와 접촉하도록 한다.

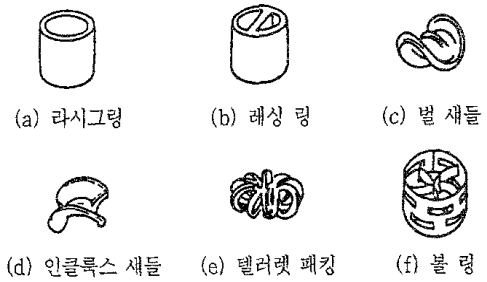
물분포기는 다공판, 스프레이노즐, 월류관식 등이 있다. 충전재의 지지판은 충분한 기계적 강도와 함께 충분한 개구비(開口比)를 갖도록 한다. 개구비가 너무 작으면 지지판이 있는 곳에 공기가 모여(로딩상태) 공기의 압력 손실이 커진다. 지지판의 개구비는 50%이상으로 충전탑의 공극율보다 크게 한다.

2) 크기가 작은 충전재는 공기의 저항을 증가시키고 물의 유하를 방해하여 탑 상부에서 물이 넘칠(flooding) 염려가 있고 큰 충전재는 편류를 일으킬 수 있다

충전재는 도자기(磁製), 폴리프로필렌제 염화비닐제등으로 유해물질이 용출되지 않아야 한다. 직경은 통상 20~50㎜정도이다.(그림 5.67참조)

3) 목표제거율 달성을 위해 필요한 충전탑 직경과 충전층 높이를 결정하여야 한다.

충전탑 직경의 결정은 물의 넘침 현상 방지와 물의 균등 분포 측면을 고려하여야 하며 물의 부하량은 5m/㎡/시간 이상이 적절하다고 보고되어 있다. 충전탑은 송풍공기의 유속을 공기부하(loading)점 부근에서, 넘침(flooding) 유량의 50~75%정도로 운전하며 충전탑의 공기유속으로부터 소요 탑직경을 결정한다.



<그림 5.67> 각종 충전재

충전층 높이는 총괄물질이동계수, 물의 이동속도, 기액비, 제거대상물질의 농도, 제거율 및 헨리상수 등을 고려하여 결정한다.

충전탑의 높이는 충전층 높이에 탑 상부의 물분포기와 물방울 비산방지장치, 하부의 공기공급관 설치높이를 더하여 결정한다.

4) 이상적인 충전탑의 경우 처리에 필요한 기액비의 최고값은 헨리상수의 역수이나 실제 사용하는 기액비는 최소 기액비의 수배가 되며 실험에 의하여 결정한다

5) 송풍방식에는 탑내를 정압(正壓)으로하는 방법과 부압(負壓)으로하는 방법이 있으나, 송풍기를 충전탑 하부공기 유입부쪽에 설치하여 탑내를 정압으로 유지하는 방식이 바람직하다.

소요동력은 기액비에 의하여 정해지는 송풍량과 충전탑에서의 압력손실 등 탑전체의 압력손실에 여유값을 고려하여 결정한다.

송풍기는 회전수나 유속이 큰 경우 소음이 크므로 소음박스를 사용하는 등 운전소음 저감대책을 마련할 필요가 있다

【참고-1】 공기 부하와 넘침(flooding)

충전탑의 송풍량이 크면 충전탑내 물에 의한 저항이 강해져 공기의 압력손실이 증가한다.

그림 5.68에 나타낸 바와 같이 억류되는 충전층 단위체적당 수량은 처음에는 일정하나 송풍량이 어느 점에 도달하면 증가하기 시작하여(a점) 마침내 탑상부에서 물이 넘치게 된다(b점)

이 증가 시작점을 공기 부하점, 넘쳐 나오는 점을 넘침점이라 한다.

공기의 압력손실도 공기부하점부터 급격히 증가하여 넘침점에서 최대로 되어 충전탑의 운전은 불가능하게 된다.

【참고-2】 헨리상수

휘발성 물질로 오염된 물과 공기가 일정온도에서 평형상태일때 공기중의 물질농도는 물 속의 물질농도에 비례하는데, 이를 헨리의 법칙이라한다.

$$C = H \cdot P_{가스}$$

여기서, C : 수중의 휘발성오염물질농도

$P_{가스}$: 공기중의 휘발성 오염물질(가스) 분압(기압)

H : 헨리상수로 물질에 따라 정해짐 (mg/L-기압)

헨리상수는 공존하는 전해질농도의 영향을 받으나 통상의 수돗물의 전해질농도범위에서는 이 영향을 무시할 수 있다.

헨리상수에 미치는 온도의 영향은 반트호프(Van't Hoff)의 법칙을 참조한다. 일반적으로 헨리상수가 큰 물질일수록 포기에 의해 제거하기 쉬우며 그림 5.69에 휘발성 유기화합물질의 헨리상수를 표시하였다.

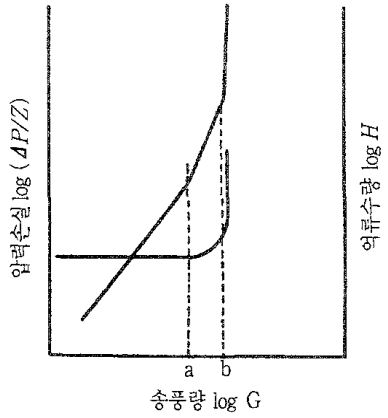
【참고-3】 물질이동속도와 물질이동계수

기액간의 물질 이동속도N_A는 이동계수 k와 경계면의 면적A, 물질의 농도차△C의 곱으로 나타내지며 △C는 물질이동을 유발하는 힘이다

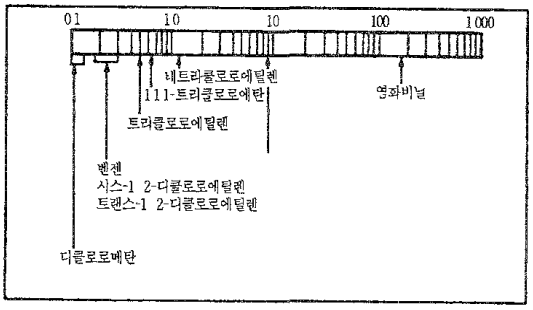
$$N_A = k \cdot A \cdot \triangle C$$

그림 5.70은 물질농도 χ_i(g/m³)를 갖는 물이 물질농도 y_i(g/m³)를 갖는 공기와 접촉하여 정상상태로 되었을때 경계면 부근의 물질농도 분포를 표시한 것이다. 그림에 나타난 바와 같이 경계면 농도 χ_i와 y_i와는 동일하지 않으며 이들 값을 실측하는 것은 어렵다.

양자간의 관계는 정확히 규명되어 있지는 않으나 일반적으로 χ_i와 y_i는 평형을 이루는 것으로 알려져 있다. 기액경계막에서의 추진력(농



<그림 5.68> 충전탑의 압력손실 및 억류수량



<그림 5.69> 헨리상수의 비교

도차)은

기상측 : $\triangle y = y_i - y$

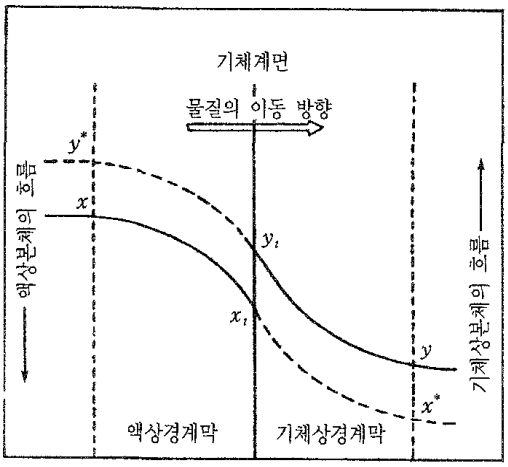
액상측 : $\triangle \chi = \chi^* - \chi_i$ 이다

액상농도 χ와 평형상태인 가상적인 기상 농도를 y^*라 하고 기상농도 y와 평형상태인 가상적인 액상농도를 χ^*라 할 때 기액양경계막을 통한 총괄추진력은

총괄기상기준 : $(\triangle y)G = y^* - y$

총괄액상기준 $(\triangle \chi)L = \chi - \chi^*$이다.

경계면 면적A를 통한 물질이동속도N(g/시간)이 일정할 때 위 식들을 종합한 다음 식에서 각 물질에 대한 물질이동계수가 정의된다.



<그림 5.70> 기액양상의 농도분포

$N_A = K_L A(y^* - y) = K_X A(\chi - \chi^*)$

$= k_L A(y_i - y) = k_\chi A(\chi - \chi_i)$

K_L : 기상농도기준의 총괄물질이동계수

K_X : 액상농도기준의 총괄물질이동계수

k_L : 기상측물질이동계수

k_X : 액상측물질이동계수

여기에서 면적A의 단위가 m^2일때 물질이동계수의 단위는(m/시간)이다

제14절 분말활성탄 흡착설비

14.1 총 칙

활성탄은 형상에 따라 분말활성탄과 입상활성탄으로 나누어진다. 분말 및 입상활성탄은 처리 형태에 따라 사용이 구분되나 활성탄으로서의 물성 및 흡착기작 등은 유사하기 때문에 본장에서 종합하여 기술한다

1) 처리대상

활성탄 처리는 응집, 침전, 여과 등 통상의 정수처리로 제거되지 않는 맛·냄새 원인물질(2-MIB, 지오스민 등), 합성세제, 페놀류, 트리할로메탄과 그 전구물질(부식질 등), 트리클로로에틸렌 등의 휘발성 유기화합물질, 농약 등의 미량유해물질, 수원 상류 수계에서의 사고 등에 의하여 일시적으로 유입되는 화학물질, 기타의

<표 5.20> 활성탄의 종류

	종	류
원 료	나무	야자각, 목재, 뼈 등
	석탄	이탄, 아탄, 갈탄, 역청탄 등
	피치	석유피치, 합성수지, 각종 유기질탄화물 등
제조방법	약품	염화아연, 황산염, 인산 등
	가스	수증기, 이산화탄소, 공기 등
	기타	약품과 수증기의 병용
형 상	분말	200 메쉬 이하
	입상	

유기물 등을 제거하기 위하여 적용된다.

2) 특성

활성탄은 나무, 톱밥, 야자껍질, 석탄 등을 원료로하여 탄화(carbonization), 활성화(cctıvatıon) 과정을 거쳐 생산된 흑색 다공성의 탄소질 물질로서 기체와 액체중의 미량유기물을 흡착하는 성질이 있다. 활성화는 원료를 900℃ 전후의 수증기로서 하는 방법과 나무계통 원료를 염화아연, 황산 등의 약품에 담근 후 탄화시키는 약품제조법이 있으나, 정수처리용 활성탄은 수증기에 의한 제조법이 주류를 이루고 있다. (표 5.20참조)

활성탄은 세공 구조가 발달한 탄소재료로서 원료, 탄화 및 활성화 방법에 따라 물리·화학적 특성이 다르며 흡착능력도 크게 다르다.

또 활성탄의 일반적인 성상으로서 활성탄의 내부는 10^{-5}~10^{-7}m(10㎛~100㎚)정도의 직경을 가진 대세공(macropore)과 10~0 1㎚ 정도의 미세공(micropore)으로 구성되어 있다 이들 세공의 내부표면적은 700~1400㎡/g으로 매우 크며 이것이 흡착성능이 높은 이유이다. 활성탄의 물리적 특성은 공극율, 비표면적, 세공용적, 세공크기 분포 등으로 나타낸다.

또 활성탄은 공기중의 산소를 서서히 흡착하기 때문에 저장조 등의 밀폐용기내에서는 산소가 고갈될 염려가 있으므로 보수, 점검할 때에는 주의가 필요하다.

3) 장점

활성탄의 장점은 수중에 용해되어 있는 유기물의 제거능력이 크며 약품처리의 경우와 달리 처리수에 반응생성물을 남기지 않는 것이다 활성탄 흡착시설의 설계시에는 사전에 제거대상물질의 특성, 오염실태, 처리효과 등에 대하여 실험을 포함한 충분한 조사가 필요하다.

조사는 현재의 오염실태는 물론 제거대상 물질의 장래변화 추이 등도 고려하여 공정배열, 처리설비의 규모 및 방식을 결정한다.

4) 활성탄의 종류와 처리특성

<표 5.21> 분말활성탄처리와 입상활성탄 처리의 장·단점

항 목	분말활성탄	입상활성탄
처리시설	기존시설을 사용하여 처리 가능하다.	여과지를 만들 필요가 있다 (건설비가 많이 든다)
단기간 처리의 경우	필요량만 구입하므로 경제적이다	탄층이 얇거나 두꺼워도 비경제적이다.
장기간 처리의 경우	경제성이 향상되지 않는다	탄층두께가 두꺼워지며 재생하여 사용하므로 경제적이다
주입작업 및 노무관리	곤란하다.	용이하다
처리중단의 위험성	있다 (기기고장, 정전, 호퍼내 브릿지)	없다
재생사용	곤란이 따른다.	가능하다.
미생물의 번식	없다.	번식 가능성이 있다
폐기시의 애로	침적된 탄분(炭粉)을 포함하여 흑색 슬러지는 공해 원인이 된다.	슬러지를 발생하지 않으므로 염려가 없다.
누출에 의한 흑수현상	특히 겨울철에 일어나기 쉽다.	거의 염려가 없다
처리관리의 난이	곤란하다	용이하다

입상활성탄중 야자껍질을 원료로 하여 생산된 입상활성탄은 직경 3㎚이하의 세공이 많고 30㎚이상의 세공은 적다. 따라서 내부표면적은 크고 세공용적은 작기 때문에 저분자량의 물질이 제거되기 쉬우며 기상용으로 많이 쓰인다 석탄계 활성탄은 3㎚부터 약간 큰 세공까지 폭넓게 존재하므로, 내부표면적은 다소 작지만 세공은 크기 때문에 비교적 큰 분자량의 물질이 제거되기 쉬우며 수처리용으로 많이 쓰이고 있다. 입상활성탄에는 0.1~수㎛ 크기의 대세공(macropore)이 존재하여 피흡착물질의 입자내로의 확산통로가 된다

일반적으로 소수성이 강하고 분자량이 클수록 활성탄에 흡착되기 쉽다. 또 물에 용해도가 높고 분자량이 작은 물질은 활성탄에 흡착되기 어려운 경향이 있다

물에 잘 녹지 않는 농약은 활성탄에 흡착되기 쉬우나 부식질과 같이 분자량은 크지만 물에 녹기 쉬운 물질은 활성탄에 의한 흡착에 제한을 받는다 이와 같이 유기물질의 물에 대한 용해도나 활성탄의 세공크기 분포 등이 제거효율에 영향을 준다

5) 활성탄 처리방식

비상시 또는 단기간 처리할 경우에는 분말활성탄 처리가 적합하고 연간 연속 또는 비교적 장기간 처리할 경우에는 입상활성탄 처리가 유리한 것으로 알려져 있다. 또 활성탄의 흡착특성은 종류에 따라 다르기 때문에 사용목적에 적합한 품질의 제품을 선정할 필요가 있다.

분말활성탄과 입상활성탄은 사용목적이나 처리기간에 따라 유지관리, 경제성이 다르며 장단점은 표 5.21과 같다.

14.2 정수처리 공정과의 조합 및 품질

1 분말활성탄처리는 응집, 침전 및 여과 등의 정수처리 공정과 조합한다.

2 분말활성탄의 품질은 처리효과가 양호하고 또 위생상 지장이 없어야 한다

【해 설】

1. 분말활성탄은 통상 응집처리전의 원수에 주입하여 물과 혼화, 접촉시켜 수중의 오염물질을 제거하며 주입된 분말활성탄은 응집, 침전, 여과에 의하여 제거된다. 분말활성탄은 미세한 분말이므로 급속여과의 역세척 주기가 길어질 경우 여과수중에 활성탄이 누출될 수 있다. 특히 겨울철 저수온시에는 응집효과가 낮아지므로 폴리염화알루미늄, 응집보조제의 사용이나 여과지 전에서의 이단응집 등에 의하여 응집효과를 높힐 필요가 있다. 여과후 활성탄 누출의 유무는 10배율 현미경으로 확인할 수 있으므로 수시로 점검할 필요가 있다.

전염소처리를 할 경우 활성탄에 의하여 염소가 소비되므로 (활성탄 1mg은 염소 0.2~0.25㎎ 정도 소비) 동시주입은 피한다. 분말활성탄을 사용하면 일반적으로 정수처리과정에서 발생하는 슬러지의 탈수성이 좋아져 냄새발생이 적어지나 탈수케익이 검게 되며 케익량도 증가한다.

<표 5.22> 분말활성탄의 선정표준

항 목	선 정 표 준	구 입 시 방	비 고
pH	5~8	5~8	
전기전도도	900㎲/cm 이하		
염화물	0.5%이하	0.5%이하	
비소	2 wt ppm 이하	2 wt ppm 이하	
아연	50 wt ppm 이하	50 wt ppm 이하	
카드뮴	1 wt ppm 이하	1 wt ppm 이하	200메쉬의 체 통과분
납	10 wt ppm 이하	10 wt ppm 이하	
메칠렌블루 탈색력	-	150 ㎖/g 이상	
요드흡착력	-	1000 ㎎/g 이상	
건조감량	20~50%	45~50%	
체거름	75㎛체에 잔류분	75㎛체에 잔류분	
잔류량	10%이하	10%이하	

2 활성탄은 종류에 따라 흡착 특성이 다르므로 문헌 등을 참조하고 기본적으로 처리하고자 하는 물과 제거목표물질에 대한 실험에 근거하여 최적의 제품을 선택한다. 또 위생적 측면에서 처리된 물의 수질에 악영향을 주는 용해성 성분을 함유하지 않아야 한다. 통상 상수도용 분말활성탄은 수증기 활성화법으로 제조되며 입도는 간격 75㎛(200mesh)의 체로 칠때 통과하지 않는 양이 10%이하인 것이 좋다.

분진의 발생을 적게 하기 위하여 수분 50% 정도의 분말활성탄(웨트탄)이 사용되기도 하나, 밀폐상태에서 사용하면 분진발생은 억제된다.

분말활성탄의 시험방법은 KS M 1413과 표 5.22를 참고한다

14.3 검수 및 저장설비

분말활성탄의 검수 및 저장설비는 다음 각 항에 적합하도록 한다.

1. 분말활성탄의 성상 및 운반방식, 양을 고려하여 적절한 검수용 계량장치를 설치한다.
2. 입하된 분말활성탄을 저장설비에 이송하기 위한 설비를 설치한다.
3. 저장설비는 사용량과 수급관계를 고려하여 적절한 용량으로 한다.
4. 저장설비를 설치하는 건물은 내화성 구조로 하고 방화대책을 강구한다.
5. 건조탄의 저장조에는 가교(bridge) 방지대책을 한다

【해 설】

1 일반적으로 분말활성탄은 소포장(봉지나 포대 10~20kg/개 정도) 또는 컨테이너백(100~500kg/개 정도)의 방식으로 운반되며 일부 드라이탄은 차량 장착 밀폐용기로 직접 운반된다. 구입한 활성탄의 양을 검수하기 위하여 습기정도(웨트 및 드라이탄), 운반방식, 양에 적합한 계량설비를 갖춘다. 비교적 소량을 취급할 때에는 저울을 사용할 수 있으며 대량의 경우 트럭스케일을 설치하는 것이 적당하다.

2. 검수 완료된 활성탄은 포대 또는 컨테이너백 그대로 저장설비에 저장된다. 또 일부 드라

이탄은 차량장착 용기로부터 직접 저장조에 충전되기 때문에 운반방식에 따라 저장설비로 이송하기 위하여 적절한 설비가 필요하다. 특히 대규모 설비에서는 공기이송 방식이 사용되는 경우도 있으나 통상적으로 호이스트, 컨베이어, 운반차 등을 설치하면 충분하다.

3. 저장설비의 용량은 연속주입의 경우는 20일분 이상, 가끔 주입하는 경우엔 10일분 이상을 표준으로 하여 사용량, 사용기간 및 제조회사의 공급능력 등을 고려하여 정한다. 일반적으로 컨테이너백(500kg 정도) 방식에서는 2단 쌓기 정도로 건물내에 수용하고 밀폐용기에 의한 방식에서는 2조 이상의 저장조를 설치한다.

4. 분말활성탄을 저장하는 건물 및 저장조는 분말활성탄이 가연성이기 때문에 화기(火氣), 산화제 등에서 멀리하고 특히 드라이탄 저장시설은 완전밀폐 구조로 한다. 또 전기설비는 분진에 의한 합선사고와 스파크에 의한 화재를 방지하도록 한다. 또 이송, 저장 등의 작업내용에 따라 집진장치, 바닥 등의 세척용 살수(撒水)장치, 방진장비, 샤워시설 등이 필요하다.

5. 가교(bridge) 방지대책은 저장조의 출구 크기를 크게 하고 조내면에 평평한 활성탄 부착방지용 라이닝을 포설하며 진동장치(vibrator), 통기장치를 측벽의 적당한 장소에 설치하면 효과가 있다.

14.4 주입설비

분말활성탄의 주입설비는 다음 각 항에 적합하도록 한다.

1. 주입장소는 혼화, 접촉이 충분히 이루어지고 또 전염소처리 효과에 영향을 주지 않도록 선정하며 필요에 따라 접촉지를 별도로 설치한다.

2. 주입율은 원수수질 등에 따라 문헌 등을 참조하고 기본적으로 처리하고자 하는 물과 제거목표물질에 대한 실험에 근거하여 정한다.

3. 슬러리농도는 2.5~5%(건조환산값)를 표준으로 한다

4. 주입량은 처리수량과 주입율을 고려하여 결정한다.

5 주입방식에는 습식과 건식이 있으며 제어성, 작업성 등을 고려하여 선정한다.

6. 주입장치는 주입방식에 따라 적절한 설비구성으로 충분한 용량을 가져야 한다

7. 주입장치의 총용량, 대수 및 주입계통의 구성은 최소부터 최대주입량까지 적절한 주입이 가능하도록 한다.

8 습식주입에 있어서의 슬러리조는 충분한 교반이 가능한 구조로 하고 적절한 용량이어야 한다.

9. 주입배관은 적절한 구경, 재질 등으로 시공한다.

10. 분말활성탄이 접촉하는 부분의 재질은 활성탄에 대하여 충분한 내식성과 내마모성이 있는 것으로 한다.

11. 주입설비실은 가능한 주입장소에 가까운 곳에 설치하고 설비의 유지관리에 편리한 넓이를 확보한다.

【해 설】

1. 분말활성탄의 접촉시간은 길수록 처리효과를 높힐 수 있으나 필요한 접촉시간은 원수수질, 제거대상물질 등에 따라 다르기 때문에 실험에 의하여 결정하는 것이 바람직하다. 분말활성탄 접촉지를 신설할 경우에는 철근콘크리트 또는 강제 등의 재질로 2지 이상으로 한다. 충분한 혼화, 접촉이 일어나도록 수로형상, 유속 등을 정하여 수류 에너지를 효과적으로 이용하고 필요에 따라 교반기 등을 설치한다. 또한 청소, 수리를 위하여 세척, 배수에 필요한 설비를 한다.

접촉지가 없는 기존의 정수시설에서 비상시 분말활성탄 처리가 필요할 경우에는 착수정, 혼

화지 등 가능한 장시간의 접촉이 이루어질 수 있는 장소에 주입한다. 취수직후에 주입하여 도수시설을 통과하는 사이에 접촉시키는 것도 한 예이나 도수로의 부식성 등을 고려한다. 활성탄과 염소를 동시에 주입하면 활성탄과 염소가 반응하여 양쪽 모두 기능이 저하되므로 공정배열 및 접촉시간은 실험을 통하여 최적 방법을 결정한다.

2. 주입율은 처리하고자 하는 물과 제거대상물질에 대하여 자테스트(jar test)의 실험을 통해 제거효과를 조사한 후 결정한다 이 경우 예상되는 제거대상물질의 현재농도와 장래변화를 고려하여 적절히 설정하고 실험할 필요가 있으며 제거대상물질의 농도와 적정 주입율의 관계도를 작성하여 두면 유용하다. 통상 사용되는 주입율은 수질, 제거대상물질의 종류, 농도 등에 따라 다르나 맛·냄새물질 제거의 경우에는 10~30mg/L(건조환산값), 트리할로메탄 전구물질(부식질 등)제거의 경우는 30mg/L 이상이 필요한 것으로 보고되고 있으나 오염농도, 처리목표수질에 따라 다르며 주입량이 과다한 경우 미제거된 분말활성탄이 여과지 유출수로 나오는 흑수현상이 발생할 가능성이 있다.

3. 주입은 분말 그대로 연속적으로 계량, 주입하는 건식과 일정농도의 슬러리액을 만든 다음 주입하는 습식이 있다. 슬러리농도는 슬러리조에서의 균일농도의 유지와 원활한 이송을 위해 2.5~5%(건조환산값)가 적당하다.

4. 주입량은 원수수질, 제거대상물질의 종류 및 농도, 제거물질농도 등을 고려한 주입율에 계획처리수량을 곱하여 산정한다.

5. 건식은 분말계량기로 활성탄을 분말상태로 연속계량 주입하여 혼합조에서 물과 혼합, 슬러리액을 만들어 인젝터, 펌프 등으로 주입하는 방법이다. 습식은 물과 정량(포대, 컨테이너백 등)의 분말활성탄을 슬러리조에서 혼합하여 일정농도의 슬러리액을 만든 후 계량장치를 거쳐 인젝터, 펌프 등에 의하여 주입하는 방법이다 방법의 선정은 제어성, 작업성 등을 고려하여 결정되나 일반적으로 주입 정밀도가 좋고 분진발생 등에 대하여 작업성이 좋은 습식이 많이 사용된다.

6. 건식 및 습식주입설비 구성도의 예를 그림 5.71에 나타내었다.

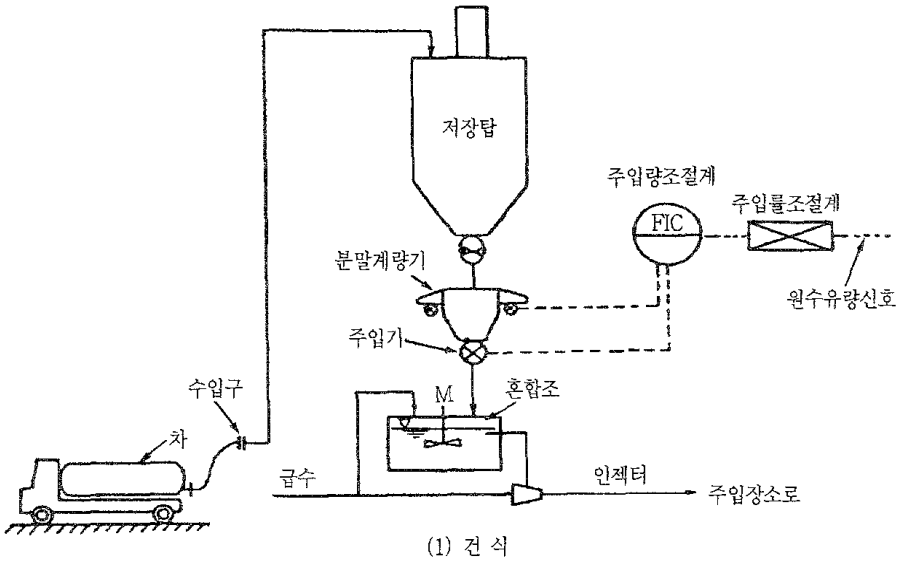
7. 처리수량 및 주입율의 변화에 따라 주입량이 광범위하게 증감하므로 조건변화에 따라 정확한 주입이 가능하도록 각 주입장치의 용량, 대수 및 주입계통 등을 결정한다. 특히 용량, 대수의 결정에 있어서는 주입량의 제어방법을 고려한다.

8. 슬러리조는 내식성 라이닝강판제, 합성수지제 등을 사용하고 원칙적으로 2조 이상 분리 설치한다. 용량은 슬러리액의 농도와 주입량에 따라 적절한 값으로 해야하나 자동 제조방법에 의하지 않을 경우에는 야간의 조제작업을 피하기 위하여 12시간분 이상으로 할 때가 많다. 또 슬러리조에는 내식성 및 내마모성이 있는 교반기와 순환 펌프 등을 설치하여 슬러리 농도를 균일하게 유지해야 한다.

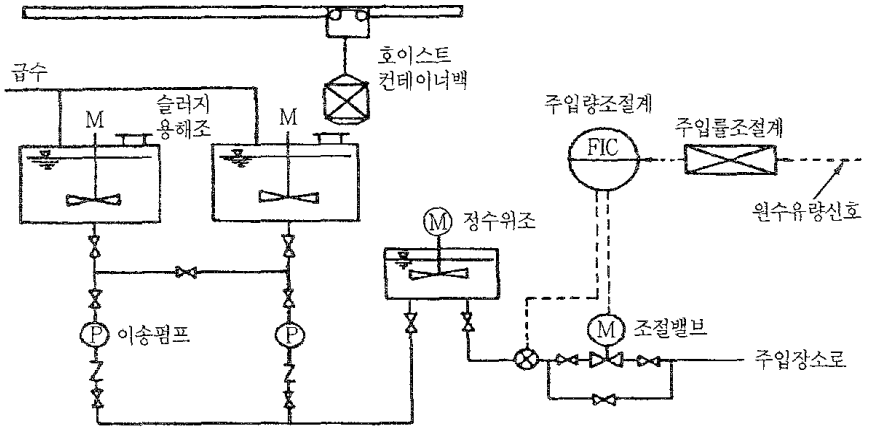
9. 주입배관에서 분말활성탄 슬러리액을 이송하는 경우 관내유속이 너무 느리면 활성탄이 퇴적되고 너무 빠르면 관이 마모되기 때문에 1~2m/초의 범위가 바람직하며 통상 경질염화비닐관이 사용된다. 사용후에는 배관을 세척할 수 있도록 한다.

10. 활성탄과 접촉하는 재료 특히 금속은 활성탄에 의한 마모나 전식에 의한 부식이 일어나기 쉽다. 적절한 재료로서 건조상태의 활성탄에 대하여는(건조상태를 유지하는 것이 매우 어려우므로 주의가 필요하다.) 강철, 주철 등이 또, 습윤상태에서는 스테인레스강 및 경질고무라이닝 강철이 좋다

11. 슬러리 이송거리가 길면 곡관 등이 많아져 막힘현상이 발생하기 쉬우므로 주입설비는 주입장소 가까이에 설치한다. 바닥면적은 설비의 조작, 점검, 보수가 편리한 배치가 되도록 확보한다.



(1) 건 식



(2) 습 식

<그림 5.71> 분말활성탄 주입설비 구성도의 예

제15절 입상활성탄 흡착설비

15.1 총 칙

입상활성탄흡착설비는 흡착탑 또는 흡착지에 입상활성탄을 충전하고 여기에 처리할 물을 통과시켜 목표오염물질을 흡착하여 제거하는 것이다.

1. 입상활성탄 처리방법

입상활성탄 처리는 기본적으로 잘 발달된 활성탄 내부 세공(pore)의 표면에 오염물질이 이동, 흡착됨으로써 액상(liquid phase)용존상태에서 고체상(solid phase)흡착상태로 상변환을 일으켜 오염물질을 제거하는 공정이다 상수원수 중에는 일반적으로 부식질과 같은 자연유기물질(natural organic matter, NOM)과 미량의 각종 유기물질(micropollutants)이 다양하게 포함되어 있으며 수질기준, 오염물질의 종류와 농도에 따라 처리목표가 결정된다

활성탄의 오염물질 제거능력은 오염물질에 따라 큰 차이가 있으며 운전시간이 지남에 따라 흡착능력은 점차 감소하여 포화상태에 도달하고 처리목표달성이 어려워지는 시점에서 재생 또는 교체가 이루어진다. 입상활성탄의 외부표면형상(surface topography)은 미생물 부착이

용이한 모양으로 되어 있어 일정기간 운전후에는 미생물의 번식이 수반되며 이 미생물에 의해 일부 생분해성 오염물질이 제거된다. 활성탄 흡착공정 이전에 오존처리를 할 경우 일부 난분해성 유기물의 생분해성이 높아져 미생물에 의한 제거를 용이하게 하고 오존은 용존산소농도를 증가시킨다. 또한 생분해에 의한 오염물질 제거율은 수온에 의해 큰 영향을 받는다. 일반적으로 오존 등을 사용하여 입상활성탄 흡착지에서의 생화학적 분해를 촉진시키면서 장기간 운전하는 방식을 생물활성탄(biological activated carbon. BAC)공정이라 한다.

그러나, 오존처리를 할 경우에도 생분해성 증가와 전체적 오염물질제거율은 제한적이므로 원수수질, 제거목표물질 및 농도, 처리효율, 경제성 등을 종합적으로 고려하여 생물활성탄으로의 운전여부를 결정한다.

2. 흡착능력과 여과

일반적으로 단일성분의 흡착능력은 흡착용량(평형흡착량)과 흡착속도로 평가된다. 활성탄의 흡착능력은 활성탄의 종류와 피흡착물질, 수온, pH, 공존물질에 따라 다르다

1) 등온흡착평형(isotherm)

일정온도에서 활성탄과 피흡착물질을 함유한 물을 접촉시켜 평형상태에 도달시킨후 액상농도와 그 농도에서의 활성탄흡착량과의 관계를 나타낸 것을 등온흡착선이라 한다. (그림 5.72 참조)

등온흡착선을 수식화한 것을 등온흡착모델(isotherm model)이라 하며 후로인트리히 모델(freundlich model)이 많이 사용된다.

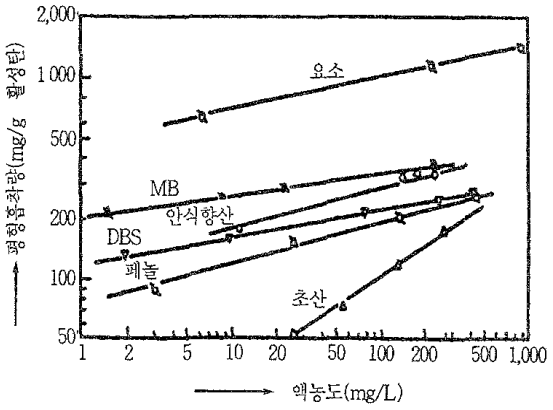
후로인트리히 모델

$$q = KC^{\frac{1}{n}} \cdots\cdots (1)$$

$$\log q = (1/n)\log C + \log K \cdots\cdots (2)$$

여기서, q : 활성탄의 단위 무게당 피흡착물질의 흡착량(mg/g-활성탄)

C 활성탄흡착후 피흡착물의 액상평형농도(mg/L)



<그림 5.72> 피흡착물질에 대한 등온흡착선의 예(25℃)

K, n . 상수

식 (1)의 양변에 log를 취하면 식(2)로 되며, log-log 그라프용지에 C(x축)와 q(y축)의 관계를 그림으로 나타내면 직선을 얻게 되고 기울기로부터 1/n값을 C=1일때의 절편으로부터 K값을 얻는다

흡착등온선을 구하는 방법은 KS M 1802를 참고한다.

후로인트리히 모델에 있어서 1/n의 값이 0.1~0.5의 경우에는 저농도에서 많이 흡착되어 효과적이나 1/n>2의 때는 사용활성탄량을 증가하여도 피흡착물질농도가 저하함에 따라 흡착량이 크게 저하되기 때문에 비효율적이다.

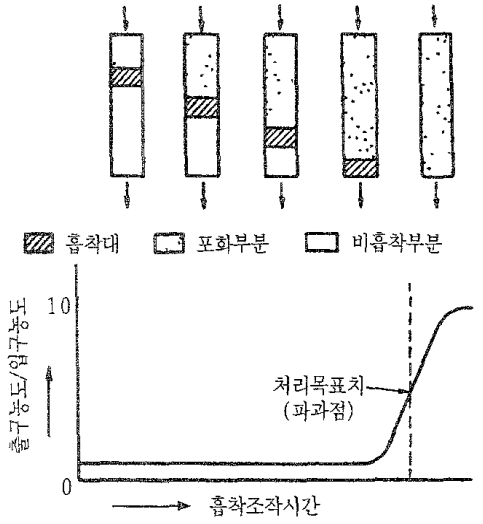
후로인트리히 모델에 기초를 둔 등온흡착선은 log-log그래프상에서 많은 경우 거의 직선을 나타내지만 부식질과 같은 다성분계의 경우에는 평형농도구간에 따라 곡선과 직선이 혼재하는 경우가 있다.

2) 파과(breakthrough)

제거하고자 하는 피흡착물질은 운전초기에 고정층의 최초유입부에서 대부분 흡착이 이루어지며 이부분을 흡착대(adsorption zone)라 한다. 운전이 계속되면서 고정층의 유입부측으로부터 점차로 포화가 진행되어 흡착대는 층 아래쪽으로 이동한다. 흡착대의 선단이 층 출구부근에 도달하며 유출수중의 피흡착물질의 농도는 급격히 상승하게 되며 궁극적으로는 유입수

농도에 접근한다. 처리수량 또는 처리시간을 x축으로 하고 유출농도를 y축으로 한 농도변화도를 파과곡선(breakthrough curve)이라 부른다. (그림 5.73 참조)

파과곡선의 모양은 피흡착물질별 흡착능, 입자 외부 및 내부 확산속도, 운전조건에 따라 다르다. 페놀과 같이 흡착속도가 빠른 물질의 경우는 전형적인 S자형 곡선이 되지만 부식질, 계면활성제와 같이 분자량이 크고 흡착속도가 느린 물질은 전형적인 S자형의 파과곡선을 나타내지 않는 경우가 많다. 통상 유출농도가 처리목표농도에 도달한 시점에서 활성탄을 재생 또는 교체한다.



<그림 5.73> 흡착대의 성장과 파과

15.2 처리공정의 배열

1 입상활성탄에 의한 제거목표물질은 다음을 참조한다

1) 냄새물질 제거

2) 트리할로메탄 및 트리할로메탄전구물질(부식질 등) 제거

3) 색도의 제거

4) 음이온계면활성제, 페놀류 등 유기물의 제거

5) 트리클로로에틸렌 등 휘발성유기화합물질 제거

6) 암모니아성 질소와 고농도유기물의 동시제거

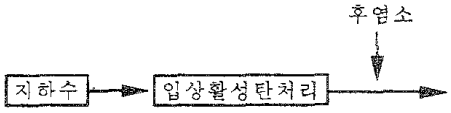
2. 공정배열은 문헌을 참고하고 소형실내실험, 파일럿규모실험, 실증플랜트실험 등으로부터의 결과를 기초로 선정하는 것이 바람직하다

【해 설】

입상활성탄흡착설비의 처리공정배열은 원수수질, 처리목표물질 및 농도, 경제성 등 다양한 현장조건에 따라 다를수 있으므로 다음을 참조하여 적절한 배열을 선정하거나 수정하여 적용할 수 있다.

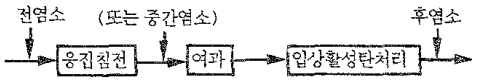
1)처리공정배열의 예

①



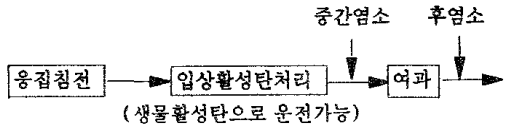
원수를 직접 활성탄처리하는 배열로서 지하수 등의 오염도가 낮은 원수의 처리를 위해 적용가능하며, 미생물이 이용하는 유기물이 적으므로 미생물 활동은 낮으며 색도, 휘발성유기화합물질 등의 제거에 이용될 수 있다

②



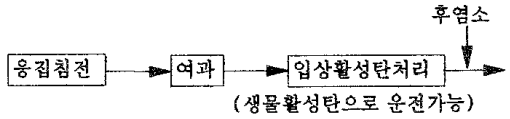
전염소 또는 중간염소 처리에 의해 철·망간을 산화하여 불용화한후 후속 응집·침전·여과과정에서 제거하고 활성탄 처리를 통하여 맛·냄새물질, 미량유기물질 등을 제거한다

③



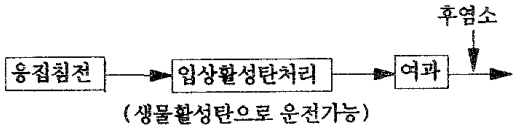
응집침전후에 활성탄처리를 한 다음 중간염소처리, 여과에 의하여 탁도, 철, 망간을 제거한다. 맛·냄새, 트리할로메탄전구물질 등의 제거에 이용될 수 있다.

④



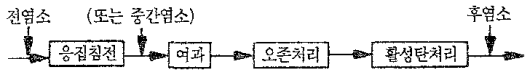
응집침전, 여과후에 활성탄처리를 하는 배열로서 철, 망간 농도가 낮은 원수의 처리에 적합하며 처리효과 및 처리목적은 ③과 같다.

⑤



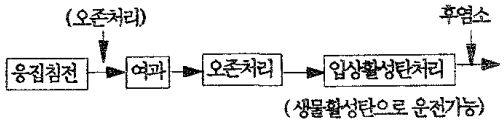
응집침전 다음에 활성탄처리를 한 후 여과과정을 거치는 배열로 철, 망간 농도가 낮은 원수의 처리에 적합하며 처리효과 및 처리목적은 ③과 같다 생물활성탄으로 운전할 경우 후속여과공정이 있어 미생물 누출의 위험도가 해소된다.

⑥



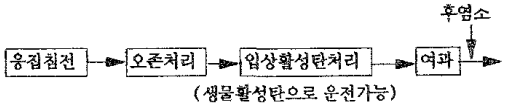
②의 활성탄처리공정의 앞에 오존처리공정을 추가한 배열로 ②에 비하여 농도가 높은 맛·냄새물질, 미량유기물질 등의 제거에 효과가 있다.

⑦



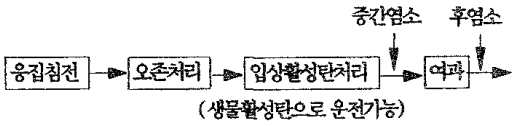
④의 활성탄처리공정 앞에 오존처리를 추가한 배열로 오존처리효과와 아울러 생물활성탄처리효과를 촉진한 것이다. ④에 비교하여 더욱 농도가 높은 맛·냄새물질, 트리할로메탄전구물질 등의 제거에 효과가 있다. 여과공정의 앞에 오존처리를 함으로써 철, 망간 농도가 높은 원수에도 적용될 수 있다

⑧



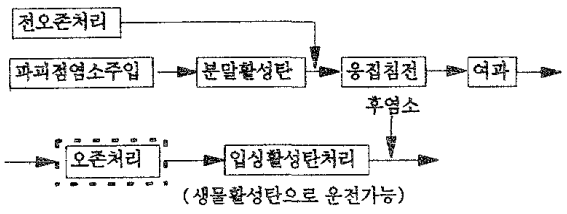
⑤의 활성탄처리의 앞에 오존처리를 추가한 배열로 오존처리효과와 함께 생물활성탄처리의 효과를 촉진한 것이다. ⑤에 비교하여 더욱 농도가 높은 맛·냄새물질, 트리할로메탄전구물질 등의 제거에 효과가 있다.

⑨



⑧의 활성탄처리후에 중간염소처리를 하는 배열로서 철, 망간 농도가 높은 원수의 처리에 적합하다 처리효과 및 처리목적은 ⑧과 같다.

⑩



처리공정중 ③, ⑤, ⑧, ⑨는 여과전에 활성탄 흡착지를 설치하므로 활성탄지에 탁도의 부하가 비교적 높아서 역세척을 자주 하여야 할 필요가 있다. 암모니아성질소의 농도가 높아 이의 제거를 위해 파괴점염소주입이 불가피할 경우 현장운전상 파괴점이후에 잔존할 수 있는 유리잔류염소의 제거를 목적으로 분말활성탄 접촉지를 추가하고 응집·침전·여과후에 오염도가 높은 유기물질을 오존처리(선택) 및 활성탄 처리로 제거하는 배열이다.

2) 유의사항

(1) ③~⑤, ⑦~⑩(생물활성탄으로 처리시)의 배열에서는 수온이 낮을 때 생물처리효과가 저하한다.

(2) ③~⑤의 배열에서 유입수의 용존산소가 낮고 암모니아성질소 농도가 높을 경우 활성탄층에서 혐기성으로 되어 철, 망간이 용출될 가능성이 있다.

(3) ④, ⑥, ⑦, ⑩의 배열에서 특히 생물활성탄으로 운전할 경우 활성탄층에서 번식한 미생물이나 미소생물이 누출될 가능성이 있다

1. 입상활성탄 흡착설비를 도입할 경우에는 제거대상물질에 따라 설비의 내용과 구성이 다르므로 원수의 오염실태, 장래의 수질변화 및 기준강화, 처리목표물질의 식별 및 처리목표농도 등을 충분히 조사하여 제거대상물질을 선정한다. 단, 제거대상물질은 아래에 예시한 물질들과 타 오염물질이 복합적으로 선정될 수 있으므로 종합적인 검토가 필요하다

1) 냄새물질의 제거

통상의 정수방법으로서는 충분히 제거할 수 없는 냄새물질(곰팡이냄새) 등은 ②~⑩의 공정배열중에서 선정할 수 있다.

곰팡이냄새 물질농도가 아주 높은 경우에는 활성탄층 두께가 작을 때 입상활성탄 단독공정으로는 완전히 제거되지 않을 수 있으므로 공정배열 ⑥~⑩을 고려한다.

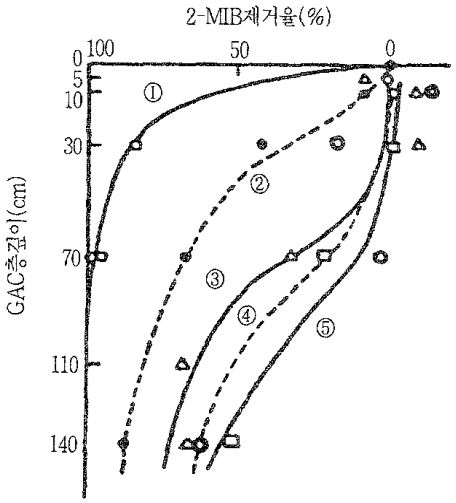
입상활성탄처리 앞단계에서 염소처리가 이루어지고 있는 경우에는 활성탄의 사용기간이 단축되어 약 1년만에 재생하는 예가 있다.

실험 예에서는 앞단계에서 염소처리한 후에 입상활성탄흡착(그림 5.74)을 행한 경우 200일 정도까지 제거율 93%, 그 이후 2년까지는 60~40%로 감소한다.

앞단계에서 염소처리를 행하지 않은 입상활성탄흡착(그림 5.75)에서는 겨울철 수온이 낮을 때에는 일시적으로 제거율이 저하하나 입상활성탄의 사용기간 3년후에도 대략 90~100%의 높은 제거율을 보인다. 이는 활성탄의 흡착이외에 활성탄층내에서 생물학적 산화가 일어나기 때문이다.

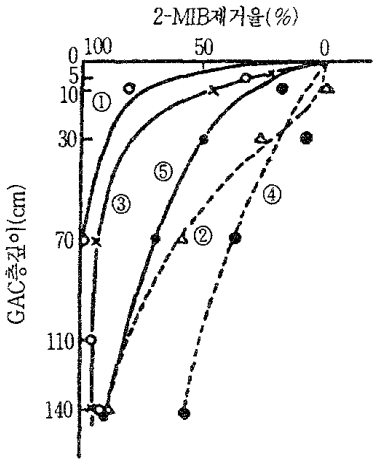
2) 트리할로메탄 및 트리할로메탄 전구물질의 제거

정수중의 트리할로메탄을 저감하기 위해서는 트리할로메탄을 직접 흡착제거하거나 전구물질을 흡착제거하는 방법이 있다 활성탄의 트리할로메탄흡착용량이 비교적 낮아 제거효율은 높지 않으며 유효흡착기간도 짧다.



실험번호	실험방법	유입수 2-MIB 농도 (mg/L)	여과계속일수 (日)	수온 (℃)
①	2-MIB발생시	14	27	21.5
②	첨가실험	98	233	6.0
③	첨가실험	88	352	20.0
④	첨가실험	290	597	5.5
⑤	2-MIB발생시	86	728	25.0

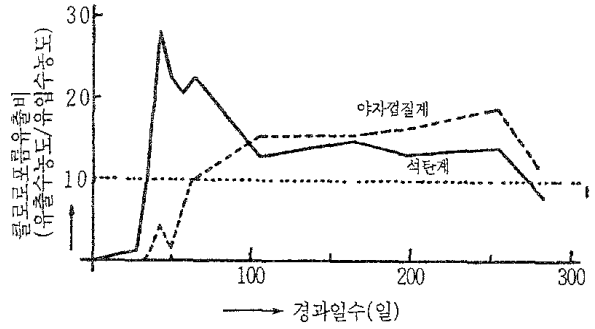
<그림 5.74> 입상활성탄 흡착에 의한 2-MIB물질의 제거(유염소계)



실험 번호	실험 방법	유입수 2-MIB 농도 (mg/L)	여과 계속 일수 (日)	수온 (℃)
①	첨가실험	44	9	21 5
②	첨가실험	91	261	6 0
③	첨가실험	140	380	20 0
④	첨가실험	200	625	5 5
⑤	첨가실험	215	1 244	25 0

<그림 5.75> 입상활성탄 흡착에 의한 2-MIB물질의 제거(무염소계)

원수수질과 활성탄흡착지의 운전조건에 따라 유출수중의 클로로포름의 농도는 유입수중의 농도보다 높아지는 경우도 있다.(그림 5 76)



<그림 5.76> 입상활성탄흡착지에서 클로로포름의 유출

트리할로메탄 전구물질의 제거를 위해서는 타미량오염물질의 제거목표를 고려하여 ①~⑩ 중 적절한 공정배열을 선정한다

트리할로메탄 전구물질로는 원수중 유기물질의 반이상을 점하는 부식질(humic substance)이 있으며 부식질은 자연으로부터 유래된 것과 인위적 오염으로부터 유래된 것이 있다.

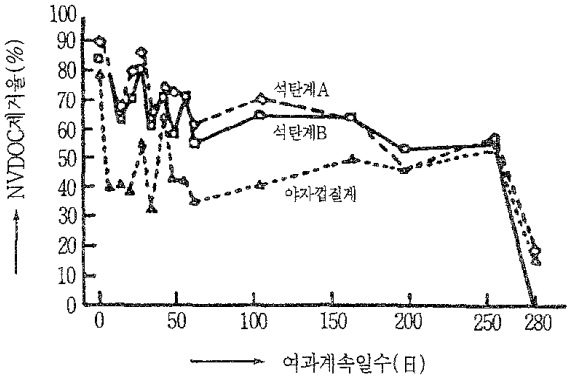
부식질은 휴믹산(humic acid)과 펄빅산(fulvic acid)으로 대별된다. 부식질중 분자량 1,500이상의 물질은 응집침전에 의해 어느정도제거되나 그 이하 분자량의 휴믹산 및 펄빅산은 응집침전만으로는 충분히 제거되지 않기 때문에 활성탄흡착의 대상이 된다.

오존을 병용한 생물활성탄 처리에 의한 트리할로메탄 전구물질의 제거는 오존을 사용하지 않을 경우보다 제거율이 높다. 실험예에서 트리할로메탄전구물질의 제거율은 200일정도까지는 80~50%, 그 이후로는 50~30%로 낮아지며 약 3년이 되면 거의 제거효과가 없어진다.

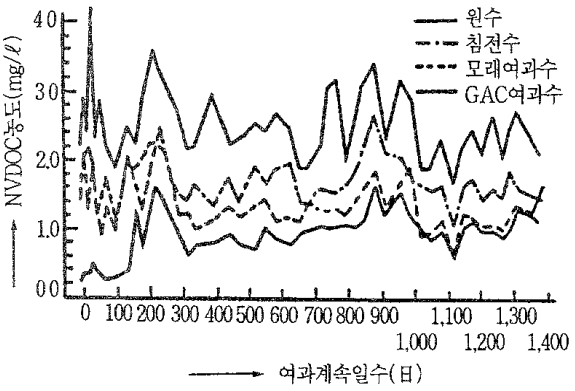
3) 색도의 제거

통상의 정수처리로 제거되지 않는 색도제거를 위해서는 ①~⑩의 공정배열에서 선정할 수 있다. 색도는 부식질로부터 기인된 경우가 많으며 트리할로메탄생성능과도 관련되어 있다. 처리성평가를 위해서는 비휘발성 용존유기탄소(NVDOC)를 지표로 할 수 있다.

NVDOC의 흡착처리시험예(공간속도 7.1)에서 염소처리한 후에 활성탄흡착(그림 5.78)공정을 위치시킬 경우 NVDOC는 200일정도까지 70%, 그 이후 급격히 제거율이 저하하여 300일 전후



<그림 5.77> 입상활성탄흡착에 의한 NVDOC제거율의 변화



<그림 5.78> 입상활성탄흡착에 의한 각 처리과정에의 NVDOC의 제거변화

에 거의 제거성이 없어진다. 앞단계에서 염소처리를 행하지 않은 활성탄흡착(그림 5.78)공정에서는 제거율은 서서히 저하하고 제거율은 낮으나 3년정도까지는 제거효과가 지속한다.

4) 음이온계면활성제, 페놀류 등의 유기물 제거를 위해서는 공정배열 ②~⑩에서 적의 선정한다. 이들 유기물질의 농도가 높은 경우에는 ③~⑤, ⑦~⑩의 공정배열중에서 선정하는 것이 바람직하다.

음이온계면활성제, 페놀류는 생분해되기 쉽고 생물활성탄처리를 이용한 실험예에서 음이온계면활성제는 장기간 제거된 사례가 있다

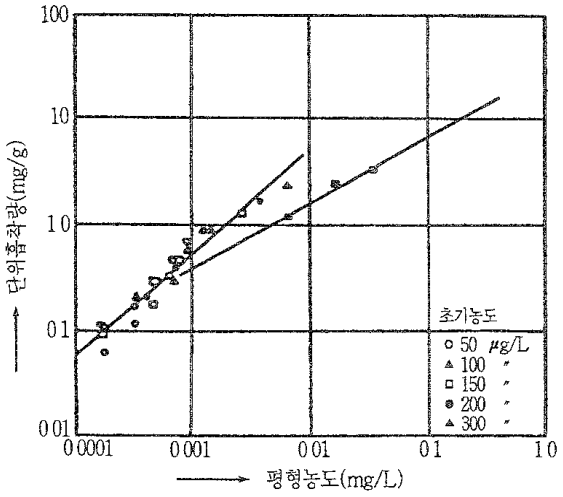
5) 트리클로로에틸렌등 휘발성유기화합물질(volatile organic compounds, VOC)의 제거

트리클로로에틸렌등 VOC의 제거를 위해 포기공정이 채택될 수 있으나 입상활성탄으로도 제거가 가능하다. 입상활성탄처리공정이 트리클로로에틸렌등 VOC만의 제거가 목적일 때는 ①의 공정배열을 적용할 수 있다. 등온흡착선의 예를 그림 5.79, 5.80에 나타내었다. 활성탄종류에 따라 흡착능력이 다르기 때문에 실험을 할 필요가 있으나 예와같은 등온흡착선을 참고하면 단위활성탄당 처리수량을 개략적으로 산정할 수 있다. 예를들면 테트라클로로에틸렌이 0.20mg/L 존재하는 원수를 처리하여 0.01mg/L까지 저감시킬 경우 0.01mg/L 평형농도에서 활성탄의 단위흡착량은 약 8mg/g 이다. 즉, 물질확산속도를 고려하지 않을 경우 활성탄 1ton으로 대략 40,000m³의 물을 처리가능한 것으로 계산된다.

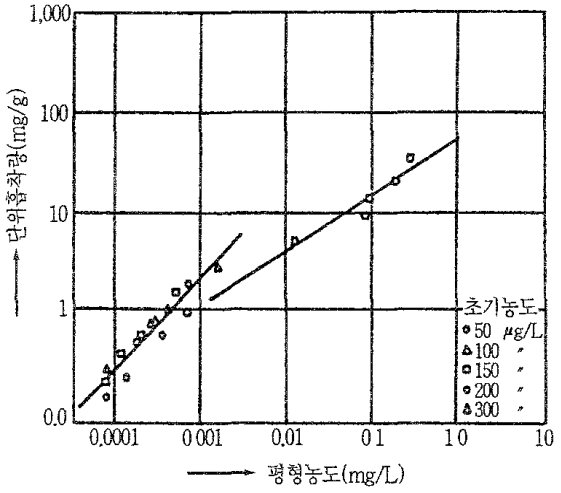
6) 암모니아성질소와 고농도 유기물의 동시제거

암모니아성질소와 유기물 오염농도가 높을 경우 공정배열 ⑩을 선정할 수 있다 파괴점염소주입은 고농도의 암모니아성질소제거를 위해 매우 효과적이나 잉여잔류염소에 의한 트리할로메탄등 염소소독부산물 생성가능성과 후속입상활성탄공정에의 악영향이 우려된다. 분말활성탄공정은 파괴점 이후의 잉여 유리잔류염소에 의한 트리할로메탄등 소독부산물(disinfection byproducts)의 생성과 후속입상활성탄에의 악영향을 방지한다

부식질, 미량유기물질 등의 농도가 비교적 높을 경우 입상활성탄의 수명연장과 처리효율의 제고를 위해 오존처리공정을 추가할 수 있다. 우리나라의 경우 수온이 낮은 겨울철에 암모니아성질소 농도가 높아지는 상수원이 많으므로 생물활성탄에 의한 질산화로는 암모니아성질소 농도를 먹는물 수질기준 이하로 낮추기 어려운 경우가 있다. 원수중의 암모니아성질소 농도가 낮아 파괴점 염소처리나 전염소처리가 불필요한 시기(봄, 여름, 가을 등)에는 염소접촉지를 전오존접촉지로 겸용(오존처리공정 채택시)할



<그림 5.79> 트리클로로에틸렌 등온흡착선의 예



<그림 5.80> 테트라클로로에틸렌 등온흡착선의 예

수 있는 설계도 고려할 수 있다.

2. 공정배열은 1.에서 기술한 바와 같이 다양한 조합이 있다. 염소주입점, 활성탄처리의 조합 및 배치에 따라 적용할 수 있는 원수수질, 처리대상물질 및 제거효과가 다르므로 실제원수를 시료로 하여 실험을 하고 효과를 충분히 확인한 다음에 결정하는 것이 바람직하다.

15.3 흡착설비의 계획

1. 입상활성탄은 처리목적에 따라 최적의 것을 선정하며 규격은 분말활성탄의 규격과 KS M 1421을 참고한다.

2. 흡착방식은 기본적으로 고정상(fixed bed)식과 유동상(fluidized bed)식으로 분류되며 각 방식의 특성과 처리효과, 유지관리, 경제성 등을 고려하여 결정한다.

3. 적정한 접촉시간은 입상활성탄의 성능, 제거대상물질의 종류, 농도에 따라 다르므로 공간속도(SV), 탄층의 두께, 공상체류시간(EBCT)등은 문헌 등을 참고로 하고 실험 등에 의하여 결정한다.

【해 설】

입상활성탄흡착설비는 고정상식과 유동상식이 있으며 흡착설비의 설계시 활성탄의 흡착기능을 최대한 발휘할 수 있도록 공상체류시간(EBCT), 선속도(LV), 활성탄층의 두께, 입경 등의 제 요소를 결정한다. 또한 활성탄층의 역세척, 집수장치, 활성탄의 재생을 용이하게 할 수 있는 반입 반출장치, 이송설비, 등을 고려한 구조로 한다. 처리수의 공간속도(SV), 활성탄층의 두께, 공상체류시간(EBCT)은 활성탄의 흡착능력, 처리대상물질 및 농도 등에 따라 다르므로 비교실험 등에 의한 평가가 필요하다.

1 입상활성탄은 종류에 따라, 제거목표물질에 따라 흡착능력이 다르므로 문헌 등을 참조하고 실험에 의하여 적절한 것을 선정할 필요가 있으며 또 위생적으로도 지장이 없어야 한다. 입도분포는 입자가 작은 것일 수록 단위용량당 흡착효율이 커지지만 탄층에서의 손실수두(통수저항)도 충분히 고려하여 결정한다.(그림 5.81 참조)

입상활성탄의 규격은 표 5.23의 KS 규격과 표 5.22의 분말활성탄 규격을 참조한다.

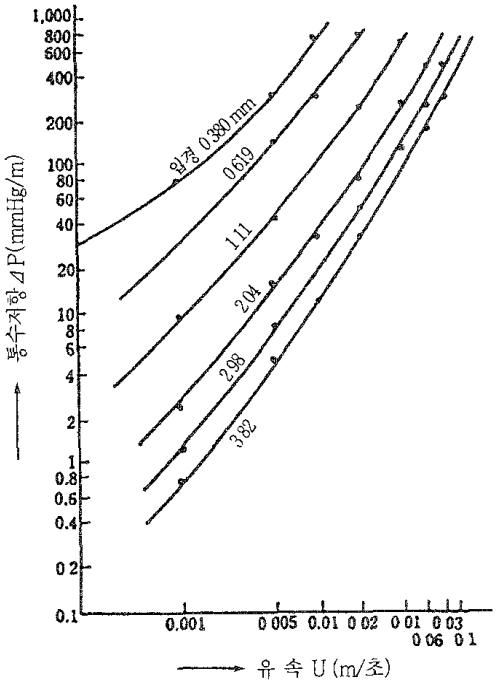
유동상을 채용하는 경우는 입상활성탄 입도의 균일성, 밀도 등에 특히 유의할 필요가 있다. pH가 높은 활성탄이나 제조시에 발생하는 입상활성탄의 미분탄은 흡착조에 반입한 후에는 역세척등으로 씻어지기 어려우므로 제조시에 적절히 처리한 후 납품되도록 구입사양등에서 정하여 두는 것이 좋다.

2. 흡착방식은 고정상식과 유동상식이 있으나 통상 고정상식이 많이 사용된다. 고정상식 흡착방법은 하향류로서 중력식개방형(그림 5.82)과 가압식(그림 5.83)이 있다. 중력식은 대규모 설비에 적합하고 가압식은 소규모 설비에 적합하다 구조는 통상의 급속사여과지와 유사하며 입상활성탄은 입경 0.4~2.4mm, 균등계수 1.5~2.1정도의 것이 많이 사용되고 있다. 고정상식의 장점은 조작이 간단하고 입상활성탄입자의 누출이 적은 점이다. 단점은 부유현탁물의 층공극내 퇴적에 의한 손실수두를 낮추기 위하여 정기적으로 역세척할 필요가 있고 역세척시 입

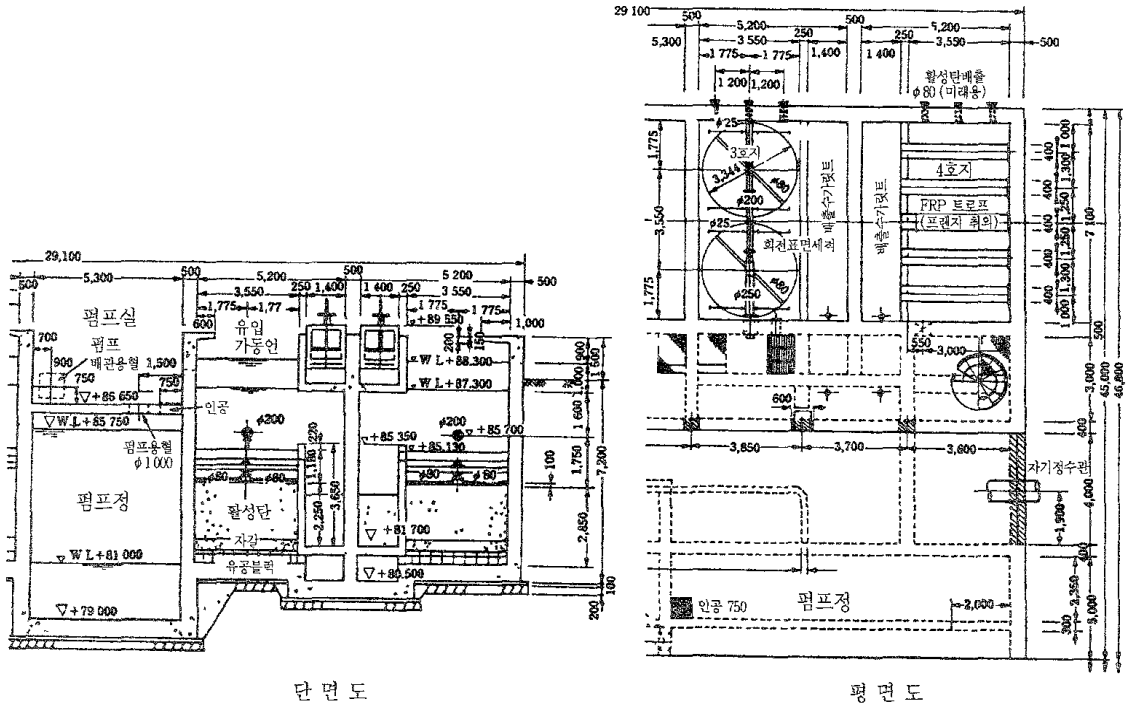
상활성탄이 유출될 가능성이 있다.

유동상식 흡착방법은 상향류로서 가압식과 개방형(그림 5.84)이 있으며 양방식 모두 입상활성탄층이 팽창하여 입상활성탄입자가 유동화되는 유속으로 통수한다. 이 방식은 입상활성탄을 균등하게 유동시킬 필요가 있기 때문에 입상활성탄은 입경 0.3~0.9mm, 균등계수 1.5~2.1정도의 구형(球形)에 가깝고 가능한 단단한 것을 사용한다.

유동상식의 장점은 손실수두가 작고 빈번한 세척을 필요로 하지 않는 점과 고정상식에 비하여 입경이 작은 입상활성탄을 사용함으로써 접촉시간을 작게 할 수 있는 점이다. 단점은 이용가능 유동폭이 좁은 점과 입경의 균일성, 입도 등에 유의하여야 하는 점이다 또 처리수중에 입상활성탄이 넘쳐나오는(carry-over) 경우가



<그림 5.81> 입상활성탄의 통수저항

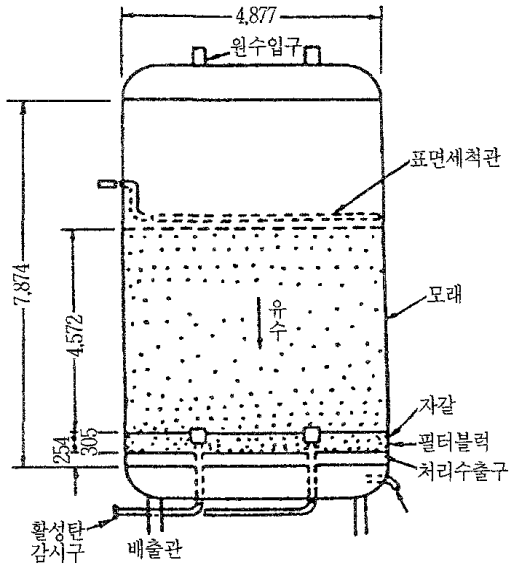


단 면 도 평 면 도

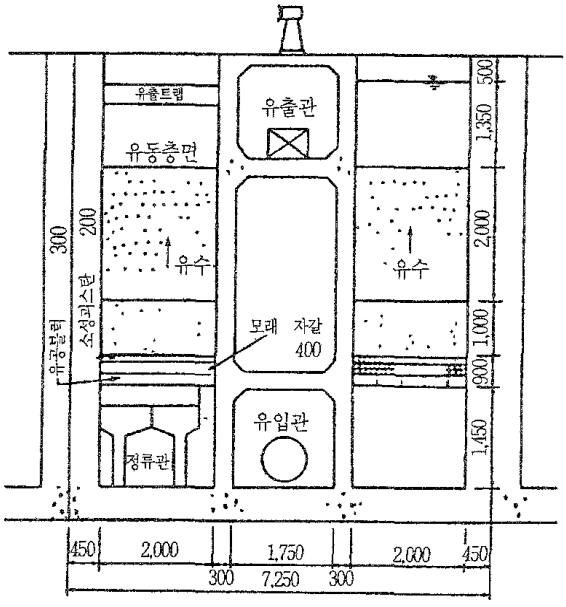
<그림 5.82> 중력식 개방형 하향류 고정상 방식의 예 (단위 : mm)

<표 5.23> 입상활성탄의 규격(KSM 1421)

항 목 \ 종 류	1급
건조감량(%)	5.0 이하
경도(%)	90 이상
충전밀도(g/m^3)	0.48 이하
요드흡착량(mg/g)(액상용)	1100 이상
벤젠평형흡착성능(%)(기상용)	35 이상
입도(%)	95 이상



<그림 5.83> 가압식 하향류고정상의 예 (단위 mm)



<그림 5.84> 개방형 상향류유동상의 예 (단위 mm)

있어, 유량의 급변동에는 주의가 필요하다. 고정상식에 의한 흡착시스템으로는 직렬, 병렬, 또는 이들을 조합한 것이 있다.

1) 병렬식

1조(지)마다 단독으로 사용하는 경우인데 유지관리가 용이하기 때문에 많은 정수장에서 사용되고 있다.

2) 직렬식

2조(지)이상의 고정층을 직렬로 이어서 일반적으로 하향식으로 처리하는 방식이다.

3. 입상활성탄의 처리효율에 대한 설계값은 접촉시간 또는 공간속도, 선속도, 탄층의 두께, 입경 등의 상호관계로부터 결정되며 공간속도를 우선 정하고 각 정수장의 조건에 적합한 탄층의 두께를 결정한다.

1) 공상체류시간(empty bed contact time, EBCT)

공상체류시간은 입상활성탄의 충전량(㎥)을 처리수량(㎥/시간)으로 나눈 값으로 한다. 또 공상체류시간이 결정되면 탄층의 두께와 선속도의 관계가 결정되며 선속도를 크게 하려면 입상활성탄의 층고를 두껍게 한다.

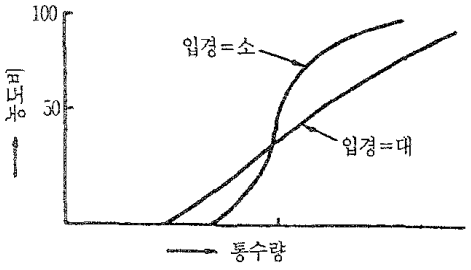
공상체류시간은 통상 5~30분이 일반적이다. 유럽에서는 생물화학적분해를 효과적으로 이용하고 입상활성탄 흡착능의 장기유지를 기대할 때는 10~25분이 필요하다고 보고 있으며 이 경우 탄층의 두께도 두꺼워진다. 일반적으로 공상체류시간이 길 수록 처리효과는 증가한다

2) 공간속도

공간속도(SV: space velocity)는 입상활성탄층을 통과하는 1시간당의 처리수량을 입상활성탄의 용적으로 나눈 값으로 표시되며 공상체류시간의 역수이다. 즉 1시간에 통과하는 수량이 입상활성탄용적(㎥)의 몇배가 되느냐를 나타낸 것이다.

3) 선속도

선속도(LV: linear velocity)는 처리수량을 흡착지면적으로 나눈 값으로서 여과속도에 해



<그림 5.85> 파과곡선에 미치는 입경의 영향

당된다. 중력식고정상의 경우에는 10~15m/시간, 가압식경우는 15~20m/시간이 일반적이다. 그리고 유동층의 경우는 10~15 m/시간 정도이다.

4) 탄층의 두께(H)

탄층이 두꺼운 경우 탄층의 손실수두가 커지므로 운전수위가 높아지며 흡착지의 높이가 커진다. 또 탄층두께를 얇게 하여 일정의 접촉시간을 유지하려면 지의 면적이 커진다 탄층의 두께(H)는 접촉시간(T)과 선속도(LV)로 계산한다. 즉, H = LV×T로 구할 수 있다. 고정상의 경우 일반적으로 1.5~3.5 m의 탄층두께가 많이

<표 5.24> 고정상과 유동상의 예

항목 \ 종류	고정상	유동상
통수방식	하향류	상향류
활성탄입경	0 5~2.0㎜	0 3~0 6㎜
활성탄투입량	많다.	적다.
활성탄층두께	2~3 5m정도	1~1 5m 정도
손실수두	크다	작다.
역류세척조작	필요	빈도가 작다(상향류)
운전조작	쉽다.	어렵다
활성탄투입과 배출	슬러리화 하는데 다량의 물 필요	소량의 물로도 슬러리화가 쉽다
통수속도	SV 5~10	SV 10~15
설비실적	많다.	적다.

<표 5.25> 일본에서의 입상활성탄에 의한 정수처리의 예

사업체	정수장	처리수량 (㎥/일)	탄층방식	조면적 (㎡), 조수	구조	접촉시간 (분)	선속도 LV (m/시)	공간속도 S.V (L/시)	탄층두께 (m)	입도 (㎜)	취체빈도
盛岡市	盲淵	33,000	중력식 고정층	23 2× 4지	구형 RC조	6	15	10	1.5	2.362~ 0.495	—
仙台市	富田	44,000	가압식 고정층	22.2× 6조	원통형 강판	6	22 5	10	2.25	〃	3년
茨城縣	霞浦	165,000	중력식 고정층	41 0× 12지	구형 RC조	10	15	6	2 5	〃	10개월
	鰐川	15,000	중력식 고정층	30 8× 2지	구형 RC조	10	15	6	2 5	〃	10개월
君津企業団	大寺	135,000	중력식 고정층	32 8× 16지	구형 RC조	15	10	4	2.4	〃	1년
狭山町	太満池	3,000	중력식 고정층	22.0× 3지	구형 RC조	10	15	6	2.5	〃	1년
三田市	山田	4,600	중력식 고정층	10 6× 2지	원통형 강판	7	9	9	2 0(1 0)	〃	2년
柳井市	和田山	13,000	중력식 고정층	18.3× 3조	원통형 강판	10	10	7	1 5	〃	3년
千葉縣	柏井	409,500	유동층	56 0× 11지	구형 RC조	4~6	15	15	1 0	0 41	3개월

주) 처리대상수는 여과수이다
처리대상물질은 냄새물질이다
三田市山田정수장은 상하부로부터 유입되어 중앙부로 유출된다

(大阪市水道局조사)

사용되고 있으며 유동층의 경우는 정지시 두께로서 1.0~15 m정도가 많이 사용되고 있다 탄층의 두께가 커질 수록 오염물질 제거율은 높아지므로 처리목표의 달성여부, 재생주기 등을 고려하여 결정한다.

5) 입경

입상활성탄의 입경이 작으면 단위용적당 표면적은 커지고 따라서 흡착대는 짧아진다.

그림 5.85의 입경의 크기에 따른 파과곡선의 비교사례에서 볼 수 있듯이 유출농도가 낮을 때는 입경이 작을 수록 처리수량이 많아지나 전반적으로 볼 때 조작방식의 차이나 처리대상수의 수질에 따라 적합범위는 달라진다.

(1) 고정층 하향류에서는 초기 손실수두 측면과 운전에 따른 손실수두 증가 측면을 고려하여 입경 0.4~2.4 ㎜ 정도의 것이 많이 사용되고 있다. 표 5.24에는 고정상과 유동상의 예를 나타내었다.

6) 외국의 실시예

일본에서의 입상활성탄처리에 대한 주요 실시예는 표 5.25에 나타내었다.

대부분 고정상으로서 공상체류시간(EBCT)은 고정상의 경우 6~10분, 유동상에서 4~6분, 선속도(LV)는 고정층에서9~25m/시간, 유동층에서 15m/시간, 공간속도(SV)는 고정층에서 4~10L/시간, 유동층에서 15L/시간, 탄층의 두께(H)는 고정층에서 1.5~2.5m, 유동층에서 1.0m로 설계되어 있다.

표 5.26에는 독일에서의 입상활성탄처리방식에 대한 설계기준을, 표 5.27에는 유럽의 주요 실시예를 나타내었다.

<표 5.26> 독일의 입상활성탄처리공정 설계기준 (1979년)

처리방식	선속도 (m/시간)	탄층두께 (m)	접촉시간 (분)	재생까지의 통수량비 (m^3/m^3GAC)
탈염소처리	25~30	2	2~ 4	> 1,000,000
취미제거	20~30	2~3	6~15	100,000
유기물제거	10~15	2~3	8~15	25,000
생물활성탄처리	8~12	2~3	15~25	100,000

<표 5.27> 입상활성탄 처리의 예

나라 정수장	스위스 Lengg	한국 공주	네덜란드 Kralingen	프랑스 Merysur Oise
형식	고정상	고정상	고정상	고정상
흡착지 면적(m^2)	45	180	29	108
흡착지수	12	4	12	12
LV (m/시간)	24	6.5	26	9
SV (m/시간)	20	2~4	6.5	9
BH(m)	1 2	0.8	4	1
처리대상 물질	비상시 유해화학물질, 유기물 제거	DOC 및 미량유기 오염물질 제거	비상시유해화학물질, 유기물 제거 취미제거	유기물 제거 취미제거

15.4 흡착설비

흡착설비는 다음 각 항에 적합하도록 한다.

1. 흡착지의 면적 및 지수는 6 3 여과면적, 지수 및 형상에 준한다.

2. 흡착지의 구조는 효과적인 흡착과 역세척이 가능하고 또 활성탄교체 등이 용이하도록 한다.

3 집수장치는 편류가 없는 균등한 수류와 균등한 역세척, 그리고 활성탄의 지지 및 활성탄의 유출방지 등의 기능을 갖춘다.

【해 설】

고정상 흡착지는 설비규모, 수위 등을 고려하여 중력식 또는 압력식 중에서 선택하되 유지관리, 경제성 등도 충분히 검토하여 결정한다. 중력식은 비교적 대규모의 시설에 적합하며 점검이 용이하고 철근 콘크리트지의 경우에는 내구성이 있다 압력식은 소규모의 설비에 적합하

며 강판제로 할 수 있다. 또 선속도(LV)를 크게 할 수 있는 장점이 있다.

1. 흡착지의 면적은 계획 정수량을 선속도로 나누어 구한다. 흡착지의 면적이 너무 크면 균일한 흡착과 역세척이 어려워지고 역세척 시설의 규모가 커지며 사여과지에 비하여 입상활성탄층 상하의 교체가 많은 점 등을 참작하여 정수장 규모에 따라 적절한 크기로 결정하여야 한다

외국의 경우 1지의 면적은 50~100㎡정도가 일반적이다. (6.3 여과면적, 지수 및 형상에 대한 해설 참조)

처리를 계속하면 입상활성탄의 흡착능력이 감소하여 파과점 또는 처리목표 농도 부근에 도달할 때 새로운 입상활성탄(또는 재생탄)으로 교체하게 된다 따라서 흡착지는 최소한 예비지를 포함하여 2지 이상으로 하고 10지를 넘는 경우에는 10% 정도의 예비지를 확보할 필요가 있다.

2. 흡착지는 통상의 급속여과지와 유사한 구조를 가지며 입상활성탄의 교체가 용이하도록 해야 한다. 또, 흡착지는 정수처리의 최종공정인 경우가 많으므로 외부로부터의 오염이 충분히 방지되는 구조로 한다

3. 충전, 통수, 역세척, 사용된 활성탄의 인출공정과 관련하여 집수장치의 역할은 중요하며 구조형식은 다음에 적합하도록 한다

① 흡착지의 탄층에서 편류가 없는 균일한 수류가 확보되도록 한다.

② 입상활성탄 역세척용수와 공기의 균일분산 및 입상활성탄의 유출방지책을 강구한다

③ 입상활성탄 인출이 원활하도록 한다.

1) 하부집수장치(고정상식)

하부집수장치는 급속여과지에 준한다 (6.9 하부집수장치참조)

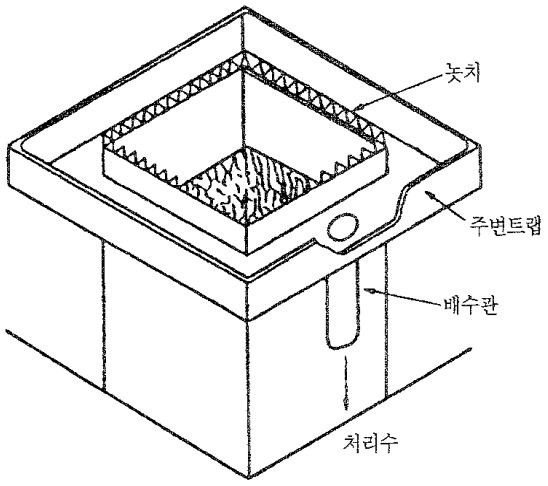
역세척과 입상활성탄을 유동시키면서 인출하는 방법에서 필요한 하부집수장치의 조건은 다음과 같다.

① 역세척수의 분산이 탄층전면에 균일하고 입상활성탄의 유동화에 필요한 상향유속을 확보할 수 있어야 한다.

② 입상활성탄 슬러리의 이송에 장해가 되지 않아야 한다.

2) 상부집수장치 및 상저부(床底部·활성탄층 바닥)구조 (유동상식)

유입수를 아래서부터 상향으로 통수하여 입상활성탄을 균일하게 유동화시켜야 하므로 상저부에 편류가 없이 통수할 수 있는 장치가 필요하다 주요 상저부의 구조는 스트레이너방식, 유공블록방식으로 분류된다. 한편, 상부집수장치는 편류가 없도록 균등히 집수할 수 있어야 하고 유동입상활성탄입자의 유출을 방지할 수 있어야 한다. 상부개방형에 있어서는 상향류처리수를 유출관거로 보내기만 하면 되므로 트라프형(그림 5.84)이나 V-놋치언형(그림 5.86)이 사용되고 있다.



<그림 5.86> V-놋치언형 집수장치의 예

15.5 세척설비

세척설비는 다음의 각 항에 적합하도록 한다

1. 탄층의 세척은 역세척에 적당한 보조세척을 추가한 것으로 활성탄의 누출방지를 고려해야 한다.

2. 세척에는 활성탄처리수 또는 정수를 사용하고 필요한 수량, 수압 및 시간은 실험 등에 의하여 결정한다.

3. 세척설비의 용량, 구조 등은 6.12 세척탱크 및 세척펌프 등에 준한다

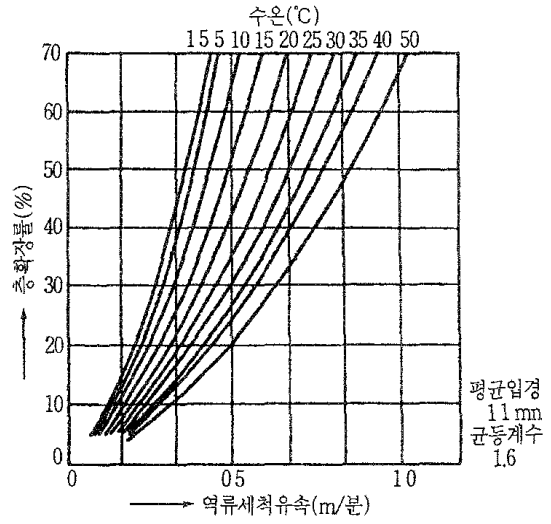
【해 설】

1. 세척의 목적은 탄층에 축적된 현탁물질에 의하여 일어나는 흐름의 저항을 감소시키는 것이다. 세척의 빈도는 처리수량, 처리수 중의 현탁물질의 성질, 농도, 입상활성탄입자의 크기, 흡착방식(고정상, 유동상)에 따라 다르다. 흡착지가 여과지 뒤에 위치하는 경우에는 탁도부하가 적으므로 물세척만으로 입상활성탄표면에 축적된 고형물의 효과적 제거를 달성할 수 있으나 경우에 따라서는 공기세척 또는 표면세척과의 조합이 필요하다. 표면세척방식으로는 회전식 또는 고정식이 있다. (6.10 세척방식 참조)

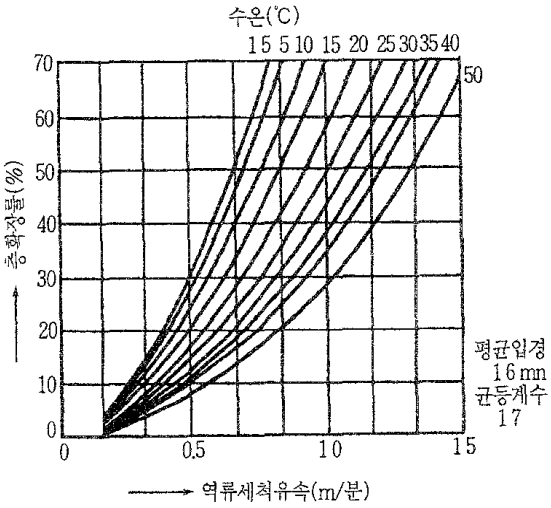
2. 고정상식에서의 역세척속도는 사용하는 입상활성탄에 따라 다르며 탄층의 팽창율은 수온의 영향을 받는다. 통상 탄층 팽창율이 30~40%정도가 되게 역세척한다. 그림 5.87, 5.88에 예로서 나타낸 바와 같이 야자껍질계 입상활성탄에서는 수온 20℃, 팽창율 40% 할 때의 역세척수 유속은 약 0.48 $m^3/(분 \cdot m^2)$로 되어 일반적으로 입경이 동일할 때 모래여과지보다 느리다.

입상활성탄 흡착공정의 앞단계에서 염소처리를 실시하지 않은 경우는 물론 염소처리를 실시한 때에도 활성탄지내에서 미생물이 번식하며 이를 먹이로 하여 미소동물이 증식하는 경우가 있다. 이러한 경우의 세척빈도는 손실수두와 미소동물의 생명주기를 모두 고려하여 정한다.

이 경우 정수로 세척하여도 단기적이기 때문에 생물활성탄의 처리효과에는 거의 영향을 주지 않는다.



<그림 5.87> 역세척시 입상활성탄층의 팽창율(야자껍질)



<그림 5.88> 역세척시 입상활성탄층의 팽창율(석탄계)

물에 의한 역세척을 보조하는 공기세척은 입상활성탄 입자의 유실, 마모 및 잔류기포에 의한 편류의 문제가 있으나 입상활성탄의 입자상호간에 주는 전단력이 크므로 수역세척만으로는 세척이 불충분한 경우에 효과적이며 세척효과가 크다. 표 5.28에는 세척조건을 예시하였다.

<표 5.28> 세척조건

			활성탄 (입도 2.38 ~ 0.59㎜)	활성탄 (입도 1.68 ~ 0.42㎜)
수역류세척과공기세척	수역류세척	역류세척속도	0.67 ㎥/(분·㎡)	0.4 ㎥/(분·㎡)
		역류세척시간	8~10분	15~20분
	공기세척	역류세척속도	0.83 ㎥/(분·㎡)	좌 동
		역류세척시간	5분 공기세척과 수역류세척을 행할 때 주의 필요	좌 동
수역류세척과표면세척	수역류세척	역류세척속도	0.67 ㎥/(분·㎡)	0.4 ㎥/(분·㎡)
		역류세척시간	8~10분	15~20분
	표면세척	세척속도	0.1 ㎥/(분·㎡)	좌 동
		세척시간	5분	좌 동

유동상식에서는 활성탄의 충전이 완료된 후 미분탄을 씻어내기 위하여 물역세척을 실시한다. 또 사용이 끝난 활성탄을 인출한 후 지지구조물을 세척한다. 또 흡착기간 중에 적시 실시하는 세척은 입상활성탄에서의 부착물제거에 유효하다. 흡착설비의 세척배수는 배수지에서 일시 저류하고, 질적, 양적으로 균일화하여 원수에 반송하는 것이 바람직하다.

3 세척설비의 용량, 구성 등은 위 1 및 2에 의한 결정사항을 기초로 6.12 세척탱크 및 세척펌프 등에 준하여 적절히 정한다. 또 기존의 급속여과지의 세척설비를 이용하여도 좋다

15.6 저장설비, 계량설비 및 이송설비

1. 입상활성탄은 일정기간 운전후 흡착능력이 없어지면 재생 또는 교체를 하여야 할 필요가 있으므로 신탄 또는 재생탄의 저장설비를 설치한다.

2. 신탄, 사용된 탄 및 재생탄의 점검, 또는 계량을 위하여 운반방식, 양에 적합한 계량설비를 설치한다.

3. 이송설비는 활성탄 및 설비의 마모를 최소한으로 억제하여 원활하고 능률적인 이송이 가능하도록 한다.

4. 흡착지는 설비의 규모, 재생빈도에 따라 활성탄을 적절히 충전, 인출할 수 있도록 한다.

【해 설】

1 입상활성탄 저장조의 용량은 재생빈도를 고려하여 정하되 적어도 흡착조 1지(조)분 이상이 필요하다. 또 재생주기가 변화하는 경우가 있으므로 흡착지의 수가 많은 경우에는 충분히 대처가능한 용량을 확보한다. 이송설비를 시설하지 않는 경우에는 재생하는 동안에 사용된 활성탄을 저장할 수 있는 장소도 확보한다.

저장조의 바닥이 수평일 경우에는 넓은 밑바닥의 모든 부분에서의 균일한 배출이 어렵다. 원추 또는 각추(角錐)형 바닥을 갖는 저장조는 받침기둥과 받침대(架台)를 크고 견고하게 할 필요가 있다. 형상은 어느 정도 높이가 높은 편이 부지가 적게 들고 입상활성탄의 인출이 용이하나 기초에서의 지반응력, 풍압 등을 고려하여 결정한다. 입상활성탄의 형상과 저장도의 사용조건에 따라 적절한 반입, 반출 장치를 설비하고 내압에 충분히 견딜 수 있어야 하며 필요한 양의 활성탄을 충분히 저장할 수 있는 유효용량을 확보한다.

가교현상(bridging)의 방지를 위해 호퍼(hopper)의 형상을 적절히 하는 동시에 필요에 따라서 폐색방지용 공기주입장치 등의 보조설비를 설치한다.

부속기구는 필요에 따라 저장조용 받침대(架台), 점검구, 집진장치 등을 갖추어 보수점검이 용이하도록 한다

저장설비의 재질은 일반적으로 고무라이닝 또는 플라스틱코팅 강제(鋼製)원통용기 또는 스테인레스강제(STS304, STS316)의 원통용기를 쓴다. 강제용기는 라이닝을 하지 않으면 전식작용에 의하여 부식이 일어난다 부식의 진행은 빠르고 약 6㎜/년이라는 사례도 보고되어 있다

고무라이닝을 시공한 경우 반드시 핀홀테스트 등의 검사를 실시한다 또 부식방지를 위하여 부속기기에는 스테인레스강 (STS304, STS316)을 쓰는 것이 좋다.

입상활성탄 관련설비의 설계는 다음 사항에 주의한다.

① 밀폐저장조내에서는 산소결핍 현상이 일어나는 경우가 있으므로 환기를 포함한 안전에 관한 조치를 한다.

② 큰 저장조의 경우 산소(공기)호흡기를 착용하고 저장조에 들어갈 수 있도록 작업용 점검구를 크게 설치한다

③ 입상활성탄을 취급하는 시스템에서는 고전압의 정전기가 축적하여 전기충격이나 스파크를 일으키는 경우가 있으므로 입상활성탄설비는 모두 적절한 접지(어스)를 하여야 한다.

④ 입상활성탄은 분말활성탄과는 달리 분진의 비산은 비교적 적으나 분진이 발생할 경우에는 작업내용에 따라 집진, 세척, 샤워설비, 방진장구 등을 구비하고 환경의 보전 및 공해방지와 관련된 각종 법적 규제를 준수해야 한다.

2. 컨테이너백(500kg/개 정도)은 트럭스케일로, 소형포장(10~20kg/개 정도)은 저울 등으로 계량한다. 계량설비가 없는 곳에서는 계량증명사업자가 발행한 중량증명서로 확인한다

컨테이너백은 재사용되므로 형상, 용량, 재질 등을 규격화하여 두면 운반 및 계량을 포함한 취급이 용이하다. 재생설비를 설치하여 정수장내에서 사용된 활성탄을 재생하는 경우는 주로 레벨계 등을 사용한 용적법으로 계량한다 레벨계는 일반적으로 추식 또는 음향식(초음파)을 사용하며 입상활성탄 상부를 수형상태로 유지한 후 계측한다. 추식은 구조가 단순하고 측정이 확실히 되나 추나 선의 절단 등의 단점이 있다. 초음파식은 액체, 고체에 비접촉으로 측정되기 때문에 수명, 유지관리, 장치 등의 점에서 우수하지만 발신기에 분진 등이 부착하면 오작동하는 단점이 있다.

3. 이송방법은 직접, 수력(水力), 공기이송방식(분진확산방지가 필요하고 관로의 마모나 입상활성탄이 파괴되기 쉬워 많이 사용되지 않는다)이 있으며 특징은 다음과 같다

1) 직접방식에는 호이스트, 컨베이어 등을 사용하여 인력으로 이송하는 방식과 흡인차에 의하여 이송하는 방식이 있다. 인력에 의한 방식은 설비구성이 단순하지만 인력에 의존하기 때문에 소규모시설에 적합하다. 이 방식은 이송작업시 건조한 활성탄의 분진이 비산하기 때문에 집진대책 등이 필요하다.

흡인차에 의한 방식은 흡인 송풍기(blower), 집진장치 등이 흡인차에 장착되어 흡인 송풍기에 의하여 흡인호스로부터 활성탄을 공기와 함께 흡인차의 탱크로 이송하는 것이다. 이 방식은 고정 설비를 필요로 하지 않고 호스로 간단히 활성탄을 전량이송할 수 있는 특징을 가지고 있어 중규모에서 대규모시설까지 사용될 수 있다. 흡인차가 출입할 수 있는 공간, 작업공간, 흡착지상부에 호스용 뚜껑(hatch)의 확보가 필요하게 된다.

2) 수력이송방식은 입상활성탄을 슬러리상태로 이송하는 방식이다. 더러움이 적고 조작이 간단하며 단기간에 이송이 이루어진다. 이송량은 입상활성탄의 물성에 따라 다르며 슬러리농도, 슬러리유속, 이송관경의 영향을 받는다. 외부재생에서는 반출전에 물기를 제거해야 하며 정수장내 자체생산시에는 재생전에 탈수하며 최종적으로는 50%정도의 함수율로 하는 것이 바람직하다

각 방식의 특징은 다음과 같다

(1) 자연유하방식은 설비는 간단하나 설치조건이 제한된다.

(2) 인젝터압송방식은 가동(可動)부분이 적고 교체가 용이하며 초기투자가 적은 반면 부식과 마모가 일어나기 쉽고 슬러리농도가 낮아서 물의 사용량이 많아지며 능률이 저하되고 이물질에 의해 막히기 쉬운 등의 단점이 있다 또 수측(水側)의 압력은 토출측의 소요압력에 따라 다르며 통상 5~8kgf/㎠(0 490~0 785MPa)를 필요로 한다. 토출압의 한계는 30kgf/㎠(2.942MPa)정도이며 이 이상이 되면 효율이 급격히 저하한다.

(3) 펌프압송방식은 일반의 펌프와 같은 압입식을 사용하는 것이 좋다 이송되는 입상활성탄의 슬러리 농도가 높고 인젝터에 비교하여 이송능력이 크나 펌프에 들어가는 희석수량을 적당히 제어(control)할 필요가 있으며, 회전익, 케이싱 모두 부식, 마모되기 쉽고 입상활성탄의 마모도도 높다

(4) 압력조압송방식은 입상활성탄과 물을 압력조보다 높은 위치에 설치한 공급조에서 슬러리 상태로 만들고 이 슬러리를 압력조안으로 유입시킨후 밸브를 닫고 수압으로써 방출관을 통해 슬러리를 송출하는 방식이다.

부식방지를 위하여 적당한 라이닝을 한 강재 혹은 스테인레스강을 쓰는 것이 보통이며 물의 소요압력은 개략 고저차에 의한 압력 1.0kgf/㎠(0 098MPa)을 더한 것으로 생각할 수 있으며 가동부분이 없어서 보수점검이 용이하다 또 이송 고저차에 좌우되지 않으며, 물의 사용량이 가장 적고 부식, 마모의 위험도 낮다. 최적 슬러리농도는 이송방법에 따라서 다르며 예를 표 5.29에 나타내었다.

<표 5.29> 수력이송방식의 예

이송방식	슬러리농도(kg활성탄/㎥물)
자연유하	360~480
인젝터압송	80~120
슬러리펌프압송	120~240
압력조압송	360~480

슬러리 이송배관은 다음의 조건에 적합하도록 한다.

① 저유속(1~2m/초)을 표준으로 한다.

② 슬러리 농도는 200kg/㎥를 표준으로 한다

③ 배관은 가능한 스테인레스강을 사용한다.

④ 체류부가 없도록 한다.

⑤ 세척이 용이하도록 한다.

⑥ 배관은 폐색시의 청소와 마모시의 교체를 고려하여 주요 부분의 분해 및 교체를 용이하게 한다.

⑦ 슬러리배관은 모두 열린 상태 또는 닫힌 상태로 사용하기 때문에 유량조절은 펌프의 희석수나 인젝터의 압력수의 유량을 조절하는 것으로서 시행되도록 한다.

4. 재생빈도가 적은 경우나 소규모의 정수시설에서는 급속사여과지에 있어서의 여과사 교체와 같이 인력에 의하여 입상활성탄의 충전 및 인출을 할 수 있다 또 인출은 진공차량에 의한 방법도 쓰이고 있다. 그러나 재생빈도가 높거나 대규모 정수시설에서는 입상활성탄의 이송설비를 설치하는 것이 바람직하다.

그림 5 89에는 이송설비에 의한 충전 및 인출방법을 비교하였다 입상활성탄을 이송설비에 의하여 슬러리의 유동성이 좋기 때문에 특별히 충전관을 이동할 필요가 없이 거의 균일하게 충전되며 역세척을 하면 균일충전이 된다 단, 입상활성탄의 외관밀도의 변동이 있기 때문에 입상활성탄층의 두께설정시 팽창율을 고려한다.

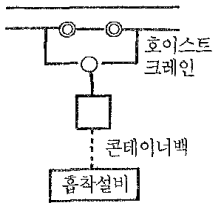
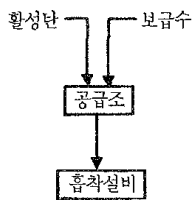
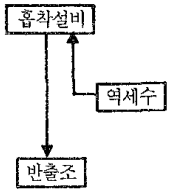
그림 5.90, 5 91에 충전장치의 예를 제시하였다.

15.7 재생설비

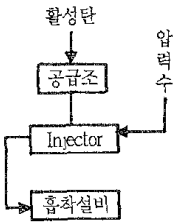
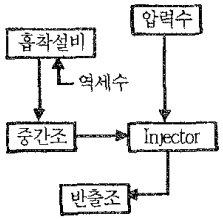
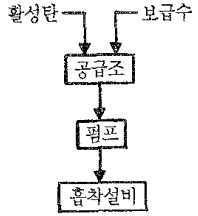
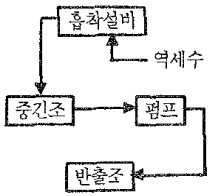
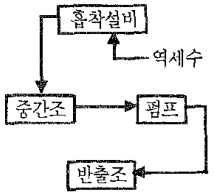
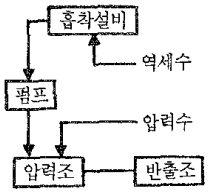
1 재생설비의 설치 여부는 재생빈도, 재생활성탄량 및 경제성을 고려하여 결정한다

2. 자가재생설비를 설치할 경우에는 다음 각 호에 적합하도록 한다.

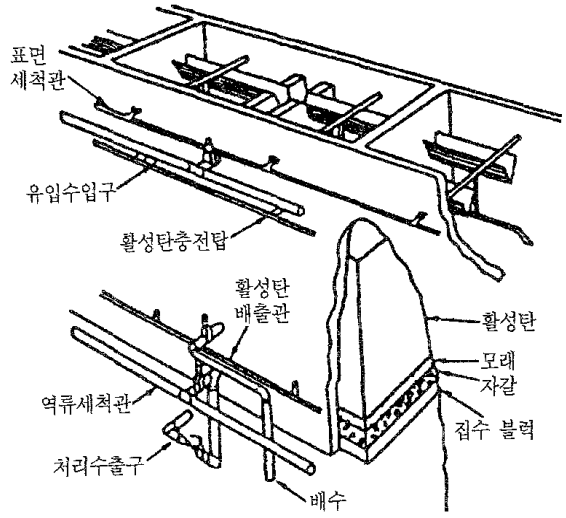
1) 재생설비는 재생본체, 저장, 계량, 제해, 연료공급 등의 설비로 구성된다 이들 설비

방식		직접이송		수력이송	
				자연유하	
		충진	배출	충진	배출
개략흐름			좌 동		
특징	설비	호이스트크레인을 설치하는 것만으로 다른 설비는 불필요		간단	
	자동화			용이	
	이송효율			양호	
	슬러지농도			10~30 %	
	배관구경			80 ㎜ 이상	
	유지관리			용이	
	설비비			적다	
	운전비용			적다	
	기타	인력에 의한 작업이므로 충진, 배출에 시간이 걸림		자연유하로 이송하기 때문에 설치조건이 제한된다	

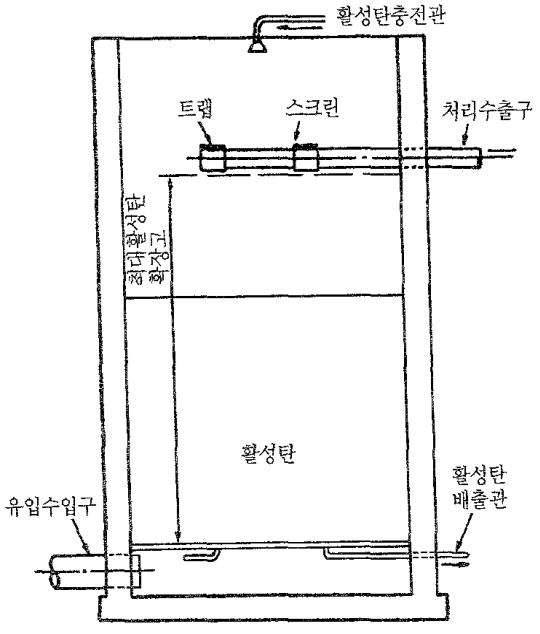
<그림 5.89> 충진 및 인출방법의 비교

방식		수력이송					
		인젝터압송		펌프압송		압력조압송	
		충진	배출	충진	배출	충진	배출
개략흐름							
특징	설비	펌프압송방법에 비해 간단		비교적 간단		완전자동화하면 비교적 복잡해짐	
	자동화	무리		곤란		용이	
	이송효율	비교적양호		인젝터방식에 비해 2배 정도 좋음		양호	
	슬러지농도	약 10%		10~20 %		30~40%	
	배관구경	25㎜이상		50 ㎜ 이상		25㎜이상	
	유지관리	비교적용이		펌프 등의 유지가 필요		비교적용이	
	설비비	중간		인젝터방식에 비해 높음		중간	
	운전비용	펌프압송방법에 비해 높음		중간		적다	
	기타	◦ 인젝터가 막힐우려가 있음 ◦ 사용빈도가 극히 높은 경우 인젝터가 마모됨 ◦ 고압(5~8 kgf/㎠)의 압력수가 필요		◦ 비교적 대용량의 활성탄이송에 적합 ◦ 사용빈도가 극히 높은 경우 펌프의 날개 부분이 마모됨		◦ 각 기기 및 활성탄의 마모가 적으므로 사용빈도가 많은 경우 적합 ◦ 운전조작은 비교적 복잡	

<그림 5.89> 충진 및 인출방법의 비교(계속)



<그림 5.90> 중력식 개방형 하향류고정상의 예



<그림 5.91> 개방형상향류유동상의 예

의 계획은 설비의 규모, 운전방법, 입지조건 등을 충분히 고려하고 재생빈도에 대해 여유가 있는 규모로 한다.

2) 재생설비는 연간재생량 및 운전조건을 고려하여 용량 및 방식을 결정한다.

3) 사용된 활성탄과 재생탄의 계량설비, 사용된 활성탄의 세정, 탈수설비, 배가스 및 배수의 처리설비, 연료 및 용수의 공급설비 등을 필요에 따라 설치한다.

【해 설】

1. 사용된 활성탄의 재생주체에 따라 수도사업자가 설비를 설치하여 실시하는 자가재생방법과 전문업자에게 의뢰하는 위탁재생 방법이 있으며 재생탄의 품질과 경제성에 대한 비교검토를 한 후 선택한다.

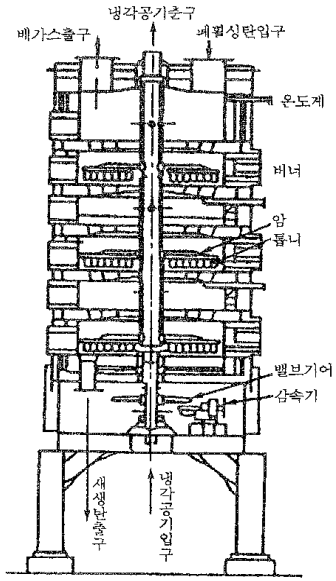
위탁재생비는 활성탄의 흡착지에의 반입, 반출, 공장까지의 수송, 활성탄재생비 이외에 10% 정도의 신탄보충분을 포함한 금액이 된다. 일일 재생량이 1.0~2.0㎥ 이상이 되는 경우는 일반적으로 자가생산이 경제적이라고 알려져 있다. 그러나 재생이 필요한 시기가 집중되는 경우는 연간 설비 가동율이 낮아지고 경제성도 낮아지며 대기오염방지시설도 필요할 수 있다.

재생설비는 규모의 대소에 관계없이 정수설비에 비하여 유지관리에 시간과 노력을 필요로 한다. 규모가 작은 정수장에서는 전체의 업무량에서 차지하는 비중이 커진다.

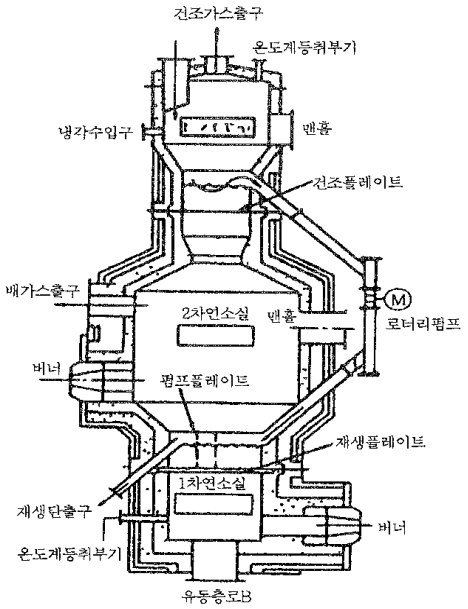
위탁재생에 의한 경우는 ① 반입, 반출을 위한 작업공간, ② 반입, 반출을 위한 저장조, ③ 계량장치가 수반되므로, 15.6 저장설비, 계량설비 및 이송설비를 참고로 한다.

반입, 반출방법 및 재생주기를 고려하여 재생량과 사용탄 및 재생탄의 일시저장장소를 확보한다.

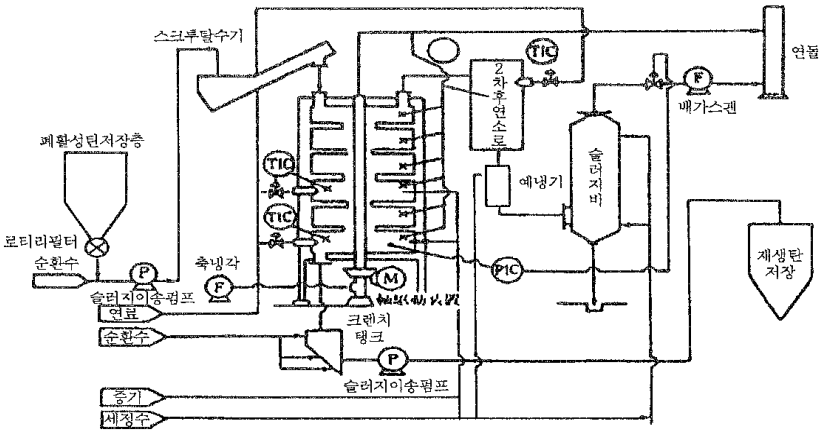
2. 1) 재생설비는 타 정수설비에 비하여 소음, 배기가스 등의 발생원이 될 가능성이 있다. 따라서 재생설비는 흡착지에 가깝고 상시의 풍



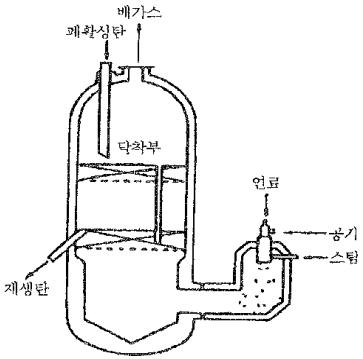
다단로



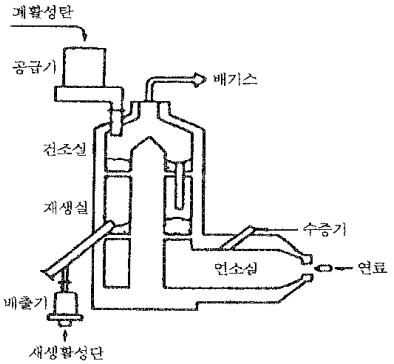
유동층로B



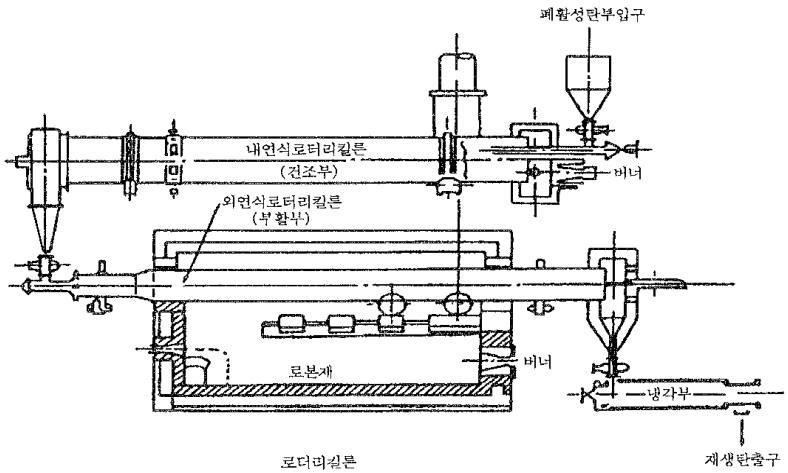
다단로를 사용한 경우의 흐름도



유동층로 A



유동층로 C



로터리킬른

향을 고려하여 주거지역으로부터 가능한 먼 위치에 설치하는 것이 바람직하다 재생설비의 소요면적은 재생능력 뿐만 아니라 활성탄 저장조의 유무, 배가스, 배수처리설비의 내용에 따라 달라진다. 일본의 한 예에서는 일일 약 4m 의 설비(장래 증설예정분 포함)에 대하여 3,500㎡의 용지가 확보되고 있다 또, 재생로 방식일 경우에 설비능력은 활성탄의 연간재생량을 재생로의 가동일수로 나눈 값을 기본으로 하는데 재생빈도의 변동, 휴일이나 정기점검일수 등도 고려하여 여유가 있는 규모로 한다.

2) 재생설비는 재생량, 재생조건, 운전방식에 따라 형식이 다르나 다음에 제시하는 방식을 참고로 연속 운전의 적합성 등을 고려하여 적절한 설비방식을 결정할 필요가 있다.

또 재생로에 의한 재생시 활성화(activation) 방식은 수증기 활성화가 일반적이다. 재생로는 주로 그림 5.92에 제시한 다단로 유동층로, 이층로, 로타리킬른로의 형식이 쓰이고 있다.

정수용 활성탄의 재생시에는 잔류가능성문제로 약품을 사용하지 않는 것이 일반적이나 유해성이 없고 경제성이 높을 경우에는 적용될 수 있다.

3) 재생로에 의한 재생시 필요한 부대설비로는 다음과 같다.

(1) 계량설비

15.6 저장설비, 계량설비 및 이송설비의 2. 를 참조

(2) 세척설비

활성탄은 흡착지에서 정기적으로 세척되고 있지만 활성탄 표면에는 현탁물이 부착하고 있는 경우가 많다. 이러한 현탁물이 재생로내로 투입되면 노체에 영향을 미치기 때문에 다시 세척하여 탈수한 후 재생로에 투입할 필요가 있다. 세척은 수조에서 유수로 교반하여 현탁질을 제거하는 것이 일반적이다

(3) 탈수설비

재생로의 열효율을 높히기 위하여 세척한 활성탄의 함수율을 가능한 낮게 할 필요가 있다. 세척된 활성탄은 방치상태에서 물을 충분히 제거할 수 있으나 대량으로 재생할 경우는 원심분리기, 스크류탈수기 등의 탈수설비가 사용된다.

(4) 분리조, 급냉조설비

재생로의 형식에 따라 재생후 활성탄에 함유되는 미분탄을 제거하기 위한 분리조, 활성탄을 냉각하기 위한 급냉조의 설비가 필요하다.

(5) 배가스 처리설비

재생로에서 배출된 가스중에는 활성탄에 흡착되어 있던 유기물, 재생과정에서 발생하는 분진, 연소에 의해서 생성되는 NOx, SOx 등이 함유되는 경우가 있다. 이러한 물질들이 방출되면 주변의 대기오염을 유발하므로 필요에 따라 집진, 이차연소, 스크러버(scrubber) 등의 설비를 설치한다.

(6) 배수처리설비

재생설비에서는 활성탄의 세척, 이송, 제진(除塵)이나 입도조정을 위해 물을 사용하므로 배수가 발생한다. 이중 스크러버배수는 배가스로부터 분리된 유기물질을 함유할 가능성이 높기 때문에 타배수와 분리하여 처리하는 것이 바람직하다. 기타의 배수는 정수장내의 배수처리설비등에서 처리한다

(7) 연료공급설비

재생에 필요한 에너지원으로서는 중유, 경유, 도시가스, LPG 또는 전기가 사용된다. 에너지원의 종류에 따라 배가스중의 NOx, SOx 의 농도가 달라지므로 선정시 재생로 본체에서의 경제성, 취급의 용이성 외에 재해설비, 저장설비에 관하여 충분히 검토할 필요가 있다. 재생에 필요한 에너지량은 재생로의 형식, 용량, 이차연소장치의 유무 등에 의하여 다르나 대략 활성탄 1kg 당 3,000~7,000Kcal(12,000~30,000KJ)이다.

[참고] 재생

가열재생방법에서는 활성탄은 건조, 탄화(carbonization), 활성화(activation)의 공정에 의하여 재생된다.

① 건조

활성탄재생로에 수분을 함유한 사용된 활성탄이 투입되어 100℃ 정도에서 건조, 일부 유기물을 탈착한다.

② 탄화

사용된 활성탄은 세공중에 많은 유기물을 흡착하고 있다. 이 활성탄을 700℃ 정도까지 가열하여 저비등점을 갖는 유기물질을 탈착시킨다 고비등점의 유기물은 열분해에 의하여 일부가 저분자화되어 탈착하고 나머지는 세공중에서 탄화시킨다.

③ 활성화

사용된 활성탄을 800~1000℃ 정도로 가열하여 탄화하고 세공중에 남은 유기물을 수증기, 이산화탄소, 산소 등의 산화성가스에 의하여 가스화하여 탈착한다. 활성화가스로는 통상 수증기를 사용한다. 일반적으로 온도가 높을수록 세공용적은 증가하고 활성화도도 높아지나 활성탄의 기질이 손상되어 강도가 저하할 염려가 있다.

제16절 오존처리설비

16.1 총 칙

오존처리는 염소보다 훨씬 강한 오존의 산화력을 이용하여 소독, 맛·냄새물질 및 색도의 제거, 유기화합물의 저감, 철·망간 등 금속류의 산화 등을 목적으로 한다

오존은 유기물과 반응하여 부산물을 생성하므로 일반적으로 오존처리와 활성탄처리는 병행된다. 오존처리 공정의 설계 및 운전요소로서 처리목적에 따라 주입점, 주입율 등을 고려하고 파일럿플랜트 등 실험결과에 근거하여 결정하는 것이 바람직하다.

오존처리에 수반되는 문제점으로서 중요한 것은 용존잔류오존과 배출오존의 처리가 있다.

처리공정 내에서의 과도한 용존잔류오존은 강력한 산화력에 의하여 후속 활성탄의 소모를 촉진한다. 배출오존이 대기중에 방출되는 경우 노동안전위생 또는 환경상의 문제를 일으킬 염려가 있으므로 완전히 파괴해야 한다. 수처리단위공정으로서의 오존처리가 타처리공정에 비하여 우수한 점은 다음과 같다.

1) 맛·냄새물질 및 색도제거 효과가 우수하다 지오스민(geosmin)이나 2-메틸아이소보니올(2-MIB) 등에 의한 냄새나 부식질 등에 의한 색도 그리고 염소와의 반응으로 냄새를 유발하는 페놀류를 제거하는데 효과적이다

2) 유기물질의 생분해성을 증가시킨다. 난분해성유기물의 생분해성을 증대시켜 후속 입상활성탄처리(생물활성탄으로 운전시)의 처리성을 향상시킨다.

3) 염소요구량을 감소시킨다 염소주입에 앞서 오존을 주입하면 염소의 소비량을 감소시킨다.

4) 철, 망간의 산화능력이 크다.

한편, 오존처리에 있어서 유의할 점은 다음과 같다

1) 충분한 산화반응을 진행시킬 접촉지가 필요하다.

2) 배출오존 처리설비가 필요하다.

3) 전염소처리를 할 경우 염소와 반응하여 잔류염소가 감소한다

4) 수온이 높아지면 용해도가 감소하고 분해가 빨라진다.

5) 설비의 사용재료는 충분한 내식성이 요구된다.

16.2 처리공정 배열과 주입율

오존처리는 처리목적에 따라 적절한 처리공정 배열을 선정한다.

1 오존의 주입점은 처리대상물질, 처리목적 등에 따라 선정한다.

1) 냄새 및 색도제거를 목적으로 할 경우

2) 응집효과의 개선을 목적으로 할 경우

3) 유기 염소화합물의 생성저감을 목적으로 할 경우

2. 오존주입률은 원수수질의 현황 및 장래수질의 예측, 문헌, 실험결과 등을 기초로 하여 결정한다.

3 오존주입량은 처리수량에 주입율을 곱하여 산정한다.

【해 설】

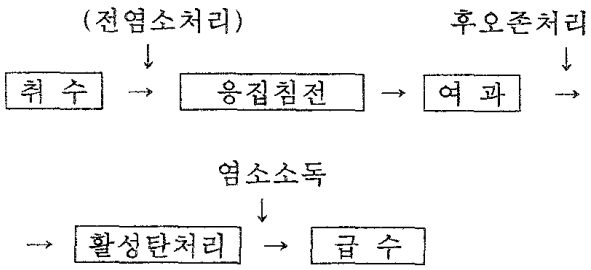
오존은 원수(전오존), 침전수(중오존), 여과수(후오존)에 주입할 수 있으며 원수에 주입하는 전오존처리는 접촉시간이 길어지므로 특히 색도성분이 많은 경우에 적합하나 현탁물질에 의한 오존소비량이 많아진다.

주입점이 어디가 되든 혼화가 잘 이루어지고 가능한 충분한 접촉시간을 확보하도록 하며 또 배출오존이 대기중으로 확산되지 않도록 밀폐식으로 접촉시킬 필요가 있다.

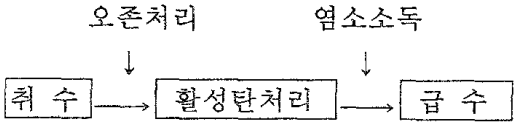
1. 오존처리를 위한 공정 배열의 몇가지 예는 다음과 같다

1) 냄새 및 색도제거를 목적으로 할 경우 일반적인 처리공정배열에 오존 및 활성탄흡착공정을 추가한다.

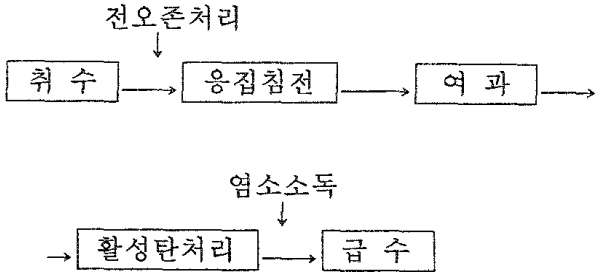
(1) 냄새제거를 목적으로 할 경우



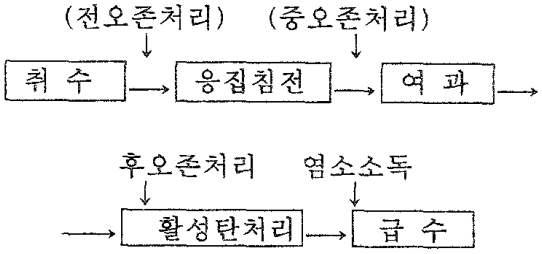
(2) 색도제거를 목적으로 할 경우



2) 응집효과 증대를 목적으로 외국에서는 저탁도원수의 처리를 위해 전오존처리를 하는 예가 있다



3) 유기염소화합물의 생성저감을 목적으로 할 경우 전염소 대신 오존 및 활성탄흡착처리를 추가하여 정수처리공정 내에서의 유기물 및 무기물의 산화는 오존에 의하고 최종소독은 염소제에 의한다.



이상의 처리공정 배열과 기타 공정배열에 대하여는 제5절 입상활성탄흡착설비를 참조한다.

그림 5.93~5.97에는 외국 정수장의 처리공정 배열의 예를 제시하였다.

2. 주입율은 처리하고자 하는 물의 수질, 제거대상물질의 종류 및 농도 등에 따라 다르며 처리효과에도 큰 영향을 미친다 따라서 문헌을 참고로 하고 필요한 경우 예상되는 제거대상물질의 농도범위에 대한 실험을 실시하여 여러 조건변화에 대한 주입율을 결정한다.

1) 맛·냄새물질의 제거

많은 정수장에서 0.5~2mg/L의 주입율로 오존접촉시간은 10분 내외로 운전하고 있다 오존 및 활성탄흡착처리 실증프랜트의 운전결과로부터 오존주입율이 0.5mg/L인 때 173ng/L의 2-MIB가 거의 100%제거되는 것으로 보고된 바 있다.

2) 트리할로메탄 전구물질 및 트리할로메탄의 저감

오존처리에 의한 이미 생성된 트리할로메탄의 저감효과는 매우 낮으며 오존에 의한 트리할로메탄 전구물질(부식질 등)의 제거율도 낮다 오존은 일부 생물학적 난분해성 유기물을 생분해성유기물로 변환하므로 생물활성탄으로 유기물농도를 저감한 후 염소소독을 실시하면 트리할로 메탄의 생성량은 적어진다

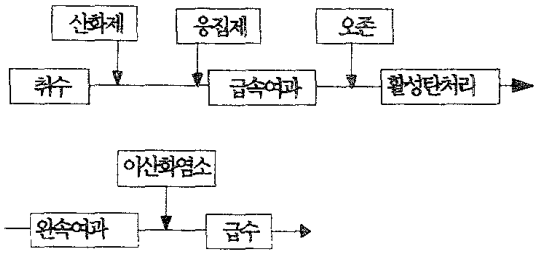
3) 망간의 제거

원수중에 용존하고 있는 Mn^{2+}이 산화되면 $Mn^{4+}(MnO_2)$ 또는 $Mn^{7+}(MnO_4^-)$가 되어 흑갈색 및 분홍색을 나타낸다.

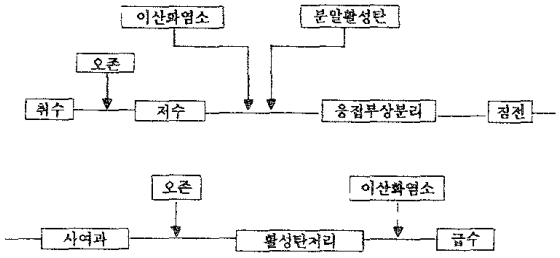
오존은 산화전위가 높기 때문에 오존주입율이 높은 경우 Mn^{7+}가 생성되며 Mn^{7+}이 공존하는 유기물을 산화하면 Mn^{7+}는 이산화망간으로 환원, 수돗물 착색의 원인이 된다 망간을 효과적으로 제거하기 위해서는 침전수에 오존을 주입(여과공정의 앞)하여 여과지 유입수에 오존이 잔류하지 않을 정도로 주입율(0.5~1.0mg/L)을 설정한다.

[참고] 오존에 의한 바이러스의 불활성화(inactivation)

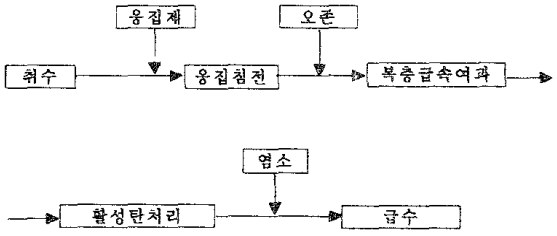
코인 등이 폴리오월스1형(1964), 2형과 3형(1967)을 사용하여 조사한 바에 의하면 연속적인 오존처리 4분 후에 있어서의 용존 잔류오존농도가 0.4mg/L일 때 월스의 불활성화율이 99.9%이상이었다. 프랑스 파리에서는 초기 오존요구량(ozone demand)이 소모된 다음 4분 후에 0 4mg/L의 용존잔류오존농도를 유지하는 기준을 채용한 바 있다. 실제 정수장에서 이와같은 최저 오존처리조건의 유효성을 확보하기 위해 오존접촉시간을 8~12분정도로 하고 있다. 미국에서는 세균과 월스의 불활성화와 관련하여 CT 값을 사용하는 추세이다.



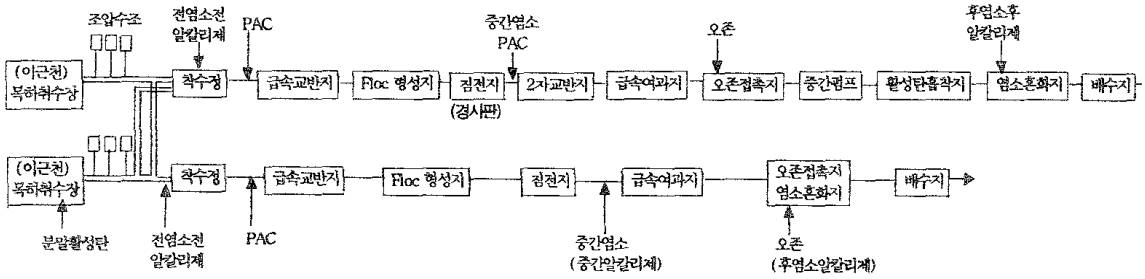
<그림 5.94> 렝정수장처리공정배열(스위스)



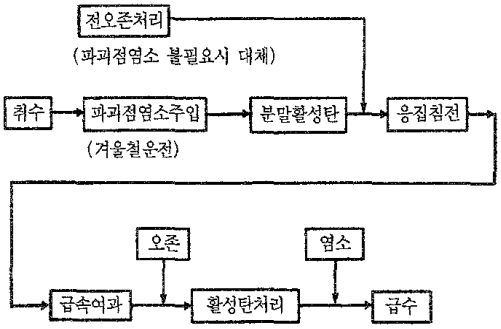
<그림 5.95> 메리-슐 오아즈 정수장 처리공정배열(프랑스)



<그림 5.96> 크라링겐 정수장 처리공정배열(네덜란드)



<그림 5.93> 千葉水道局粕井정수처리공정배열(일본)



<그림 5.97> 충남 공주 옥룡정수장 처리공정 배열(한국)

<표 5.30> 지표세균에 대한 소독실험 결과 99%의 불활성화에 필요한 CT

지표세균	소독제	농 도 (mg/L)	시 간 (분)	CT치
대장균	유리염소	0.08	0.25	0 020
	결합염소	0.50	15.3	7 65
	이산화염소	0 05	1 30	0 065
	오 존	0.05	<0.1	<0 005
아포형성균	유리염소	1.0	63	63
	결합염소	1.5	105	158
	이산화염소	1.0	34	34
	오 존	1.0	10	10

CT값은 C(잔류소독제농도, mg/L)×T(접촉시간, 분)이다. 지표세균의 99%불활성화에 필요한 CT값에 대한 소독실험결과의 예를 표 5.30에 나타내었다.

3. 주입된 오존은 일부가 용존되지 못하고 가스상으로 배출되므로 밀폐된 연속식 실험장치를 이용, 처리대상물질에 대하여 실험하고 주입점의 수, 위치 등을 정한다. 오존의 유효주입율은 직접 측정하기 어려우므로 주입 오존농도와 배출 오존농도를 측정하여 수중에서 이용된 양을 산출한다.

$$\text{유효주입율} = \text{실주입율} \times \text{이용율} \times \frac{1}{100}$$

$$\text{이용율}(\%) = \frac{(\text{주입오존량}) - (\text{배출오존량})}{(\text{주입오존량})} \times 100$$

(또는 흡수율)

16.3 오존발생 및 주입설비

1. 주입설비는 다음 각호에 적합하도록 한다.

1) 설비용량은 처리수량과 주입률로부터 산출된 주입량을 기본으로 하여 결정한다.

2) 설비는 원료가스공급장치, 오존 발생기, 접촉지, 배출오존처리설비, 오존재이용(recycle)설비 등으로 구성되며 주요기기는 2계통 이상으로 분리하고, 예비를 설치하며 유지관리가 용이하도록 한다

3) 오존처리를 효율적으로 실시하고 또 비상시도 필요한 조치가 용이하게 이루어질 수 있도록 적절한 제어방식을 선정한다.

4) 오존과 접촉하는 또는 접촉가능성이 있는 부분의 재질은 오존에 대하여 충분한 내식성 및 강도가 있고 또 위생상 안전해야 한다

2. 원료가스 공급장치는 필요한 원료가스를 제조, 공급하기에 충분한 용량을 가지며 높은 효율로 운전가능해야 하고 안전성이 확보되어야 한다.

3. 오존발생기는 다음 각 호에 적합하도록 한다.

1) 발생효율이 높고 내구성 및 안전성이 충분해야 한다.

2) 용량, 대수, 주입계통의 구성은 최소주입량부터 최대주입량까지 연속적으로 적절한 주입이 가능하도록 한다.

4. 오존발생기에서 주입장소에 이르는 배관은 적절한 내경, 재질을 가지며 유량계, 압력계 등을 갖추도록 한다. 또한 배관의 유지관리를 용이하게 하기 위하여 지중부분은 홈통(trough)내에 위치시킨다

5. 접촉지는 다음의 각 호에 적합하도록 한다.

1) 구조는 밀폐식으로 오존과 물의 혼화, 접촉이 효과적으로 이루어져 이용율이 높도

【해 설】

록 한다.

2) 용량은 오존처리에 필요한 접촉시간, 반응시간이 충분하도록 한다.

3) 오존주입풍량, 재이용풍량, 배출오존풍량 등은 풍량수지가 균형되도록 설계한다.

4) 접촉지에는 측관을 설치한다.

5) 오존재이용설비는 오존의 유효이용, 배출오존 처리설비에의 부하경감을 고려하여 설치여부를 결정한다.

6. 오존 발생에 필요한 전력설비는 충분한 용량과 기능을 갖추어야 한다.

7. 오존발생기실 등은 다음의 각 호에 적합하도록 한다.

1) 발생설비는 가능한 주입점에 가깝게 한다.

2) 건물은 내화 및 내식을 고려하여 채광, 방음, 환기, 배수등이 양호해야 한다.

3) 바닥면적은 발생기 등의 유지관리에 충분해야 한다.

1. 주입설비에 대한 설명은 다음과 같다.

1) 설비용량은 시간최대주입량과 여유분을 고려하여 결정한다. 오존설비는 대상물질에 따라 충분한 처리효과를 얻을 수 있는 구성으로 한다.

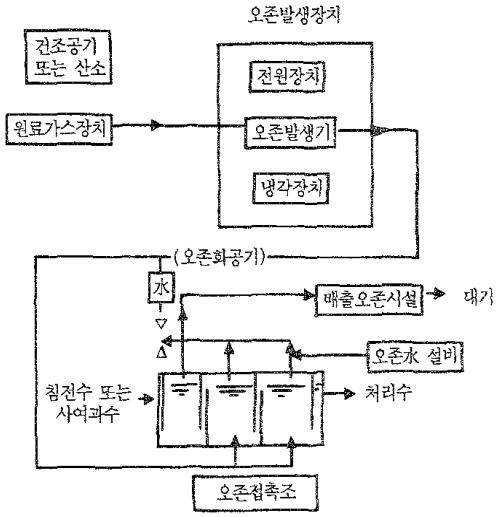
2) 장치는 원칙적으로 2계통 이상으로 분리 설치하고 고장시 보수가 용이하도록 한다.

오존처리시설의 예를 그림 5.98에 제시하였다.

3) 오존주입량의 제어를 위해 필요한 계측항목은 처리수량, 오존주입량(오존화공기의 풍량 및 오존농도), 용존오존농도 및 배출오존농도이며 제어방식은 다음과 같다.

① 주입율을 설정하고 처리수량에 비례주입하는 방식

② 처리수의 용존오존농도를 설정하고 설정된 농도를 유지하는 방식



<그림 5.98> 오존처리시스템의 예

주)1 오존 RECYCLE 시설은 이용효율을 높히기 위한 것이므로 농도가 낮은 경우 필수는 아님

주)2 2단주입일 경우는 각조에 오존주입비율을 1 1정도로 한다.

③ 접촉지의 배출오존농도를 설정하고 설정된 농도를 유지하는 방식

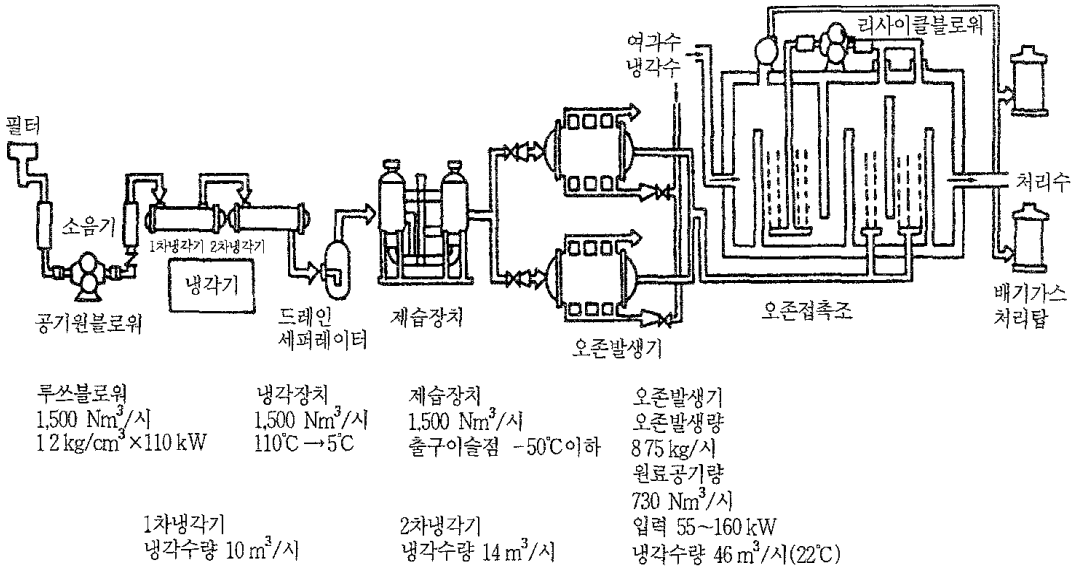
실제로 주입한 결과에 따라 적정주입율에 대한 보정을 하면 ①정도의 제어방식으로도 충분하다. 오존농도 측정기로는 자외선흡수법, 격막전극법 등을 원리로 한 것이 실용화되고 있다 오존화공기, 용존오존, 배출오존 등 측정대상에 따라 적절한 측정범위, 정도를 가진 것을 선정한다. 또 유입수 정지시 잔류오존이나 배출오존농도가 이상 증가할 경우에 오존발생기의 작동정지 등의 조치가 신속히 이루어지도록 계측제어설비에 반영한다

[참고] 자외선흡수식 오존농도계

이 방식은 오존이 자외선영역중 254nm부근에서 최대흡수대가 있는 것을 이용하여 오존농도를 측정하는 방법이다.

4) 오존은 산화력이 강하기 때문에 오존에 접촉하는 부분 및 접촉할 가능성이 있는 부분의 재질은 충분한 내식성과 강도가 있어야 한다. 이러한 재질을 구체적으로 예시하면 다음과 같다.

① 오존접촉지:스테인레스강(STS304, 316),



<그림 5.99> 오존처리공정흐름도의 예 (일본千葉縣水道局粕井淨水場)

FRP, 압축콘크리트

② 오존화공기 및 오존 재이용배관:스테인레스강(STS304, 316), 테플론 튜브

③ 재이용용송풍기:스테인레스강동품(SCS)

④ 배출오존흡인닥트:경질염화비닐, 스테인레스강

⑤ 패킹용고무:에틸렌-프로필렌고무(EPM, EPDM), 클로로술폰화, 포리에틸렌(CSM), 불소고무(FPM), 아이소프틸렌고무(ILR), 클로로피렌고무(CR)

⑥ 창틀 등.알루마이트처리 알미늄

2. 오존발생용 원료가스 공급장치는 공기법, 구입 순산소법, 발생 순산소법 및 고농도 산소공기법으로 분류된다

① 공기법은 대기를 공기압축기로 가압 건조하여 오존발생기에 건조공기를 공급하는 방식이다.

이 방식은 원료가스공급장치는 단순하나 오존발생장치가 크게된다.

② 구입 순산소법은 구입한 순산소의 저류조 및 기화장치로 구성되어 오존발생기에 산소를 공급하는 방식이다. 이 방식은 액체산소의 공급체제, 소비량 등에 부합되는 액체산소 저류조가 필요하며 또 가연성가스로서의 취급 등에 문제가 있다 그리나 단시간 동안만 오존필요량이 많은 경우에는 이 방식을 병용하는 예가 있다.

③ 발생 순산소법은 심냉분리법에 의한 제습건조 정제한 원료공기를 단열팽창에 의하여 액화하고 질소와 산소의 비점의 차(질소-195.82℃ 산소-182.97℃)에 의한 분류에 의하여 산소와 질소를 분리하는 장치와 액체산소저류조 및 기화기로 구성되어 오존발생기에 산소를 공급하는 방식이다. 이 방식은 산소발생기가 필요하며 설비구성이 다소 복잡하지만 대용량의 액체산소저류조는 불필요하다

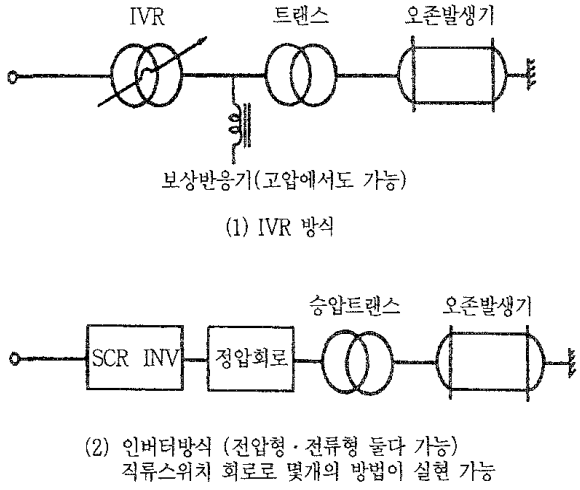
④ 고농도 산소공기법은 흡착제에 대한 질소와 산소의 흡착선택성에 의하여 산소를 분리하며 산소의 함유율을 95%정도로 하여 오존발생기로 공급하는 방식이다. 원료가스에 따라 동일한 오존발생기에서 발생량이 달라 ①공기법을 100%로 하면 ② 및 ③은 220%, ④는 150%정도가 된다.(발생오존농도는 ①에서는 20g/Nm³, ②~③에서는 50-100g/Nm³이다.)

오존발생기(공기법)의 공정배열을 그림 5.99에 예시하였다 원료공기는 그림 왼쪽의 공기송풍기(콤푸레서의 경우도 있음)로 공기를 압축

하고 공기냉각기(1차, 2차)로 온도를 내려 제습장치에서 노점 -50℃이하로 건조된 공기를 오존발생기에 공급하여 전원장치에서 공급되는 고압방전에 의하여 오존이 발생되어 오존접촉지에 공급된다. 이 중 원료가스공급장치는 입구필터→공기송풍기→공기냉각기→제습장치까지이다.

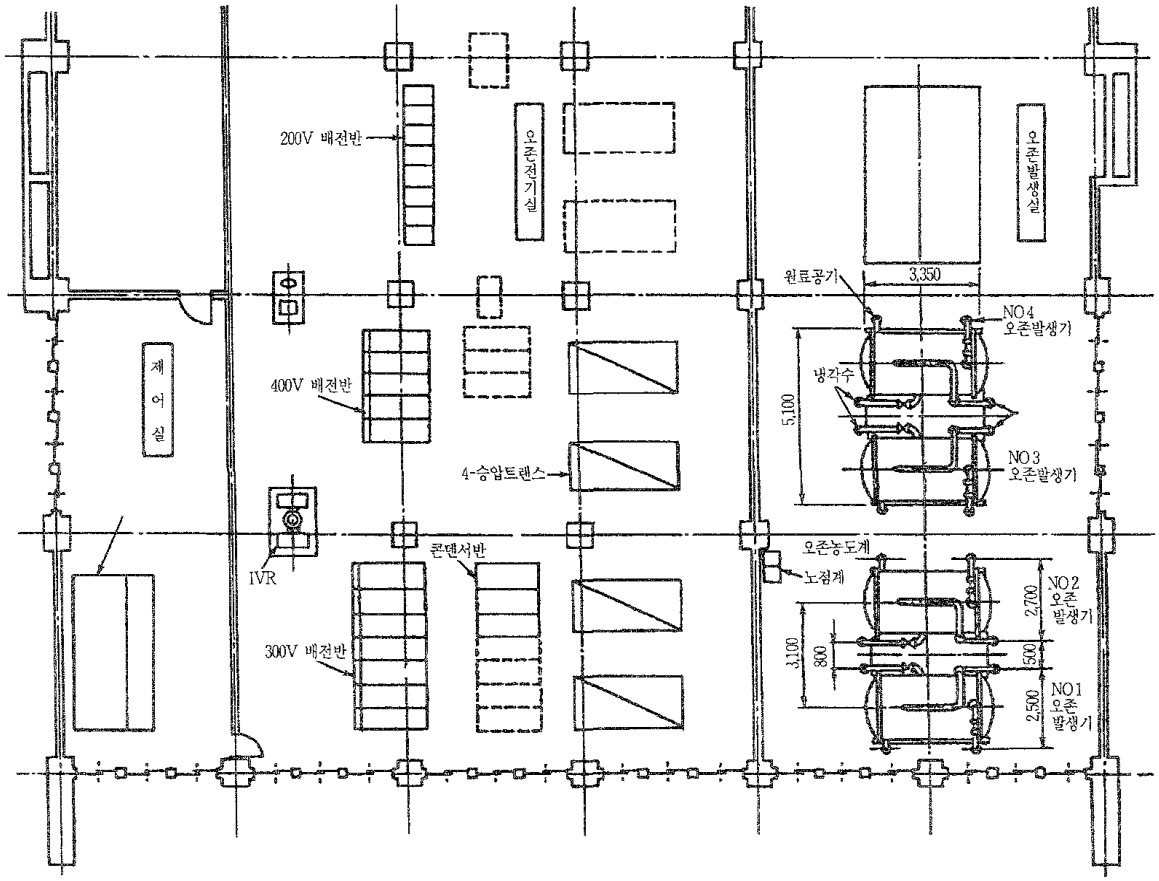
3 오존 발생방법에는 광학적방법, 전해법 등이 있으며 공업적으로 오존을 발생시키는데 최적인 방법은 무성방전법이다

오존의 생성반응은 $3O_2 \rightarrow 2O_3$-68kcal로 이론적 오존생성량은 1.2kg/kWh이다. 그러나 무성방전에 의한 오존생성 효율은 공기원료의 경우는 이론값의 7%정도, 산소원료의 경우는 10~15%정도로서 나머지의 대부분은 열로 변한다 주로 오존생성에 영향을 주는 요소로는 방전공간의 압

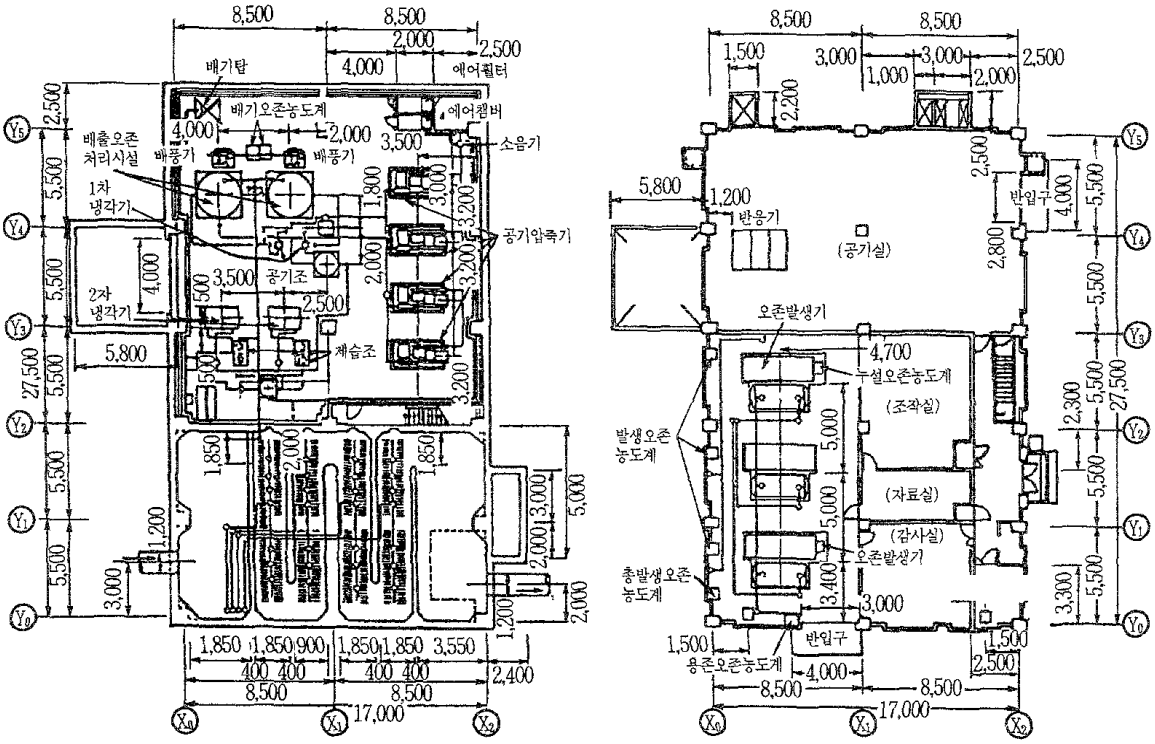


<그림 5.100> 전원전압의 조정방식

력, 산소농도, 원료가스중의 수분량(노점온도), 방전전력등이 있으며 또 분해의 요인으로는 방



<그림 5.101> 오존처리설비평면도의 예(일본千葉縣水道局粕井精水場)



<그림 5.102> 오존처리설비평면도의 예

전부의 온도, 오존농도가 있다 방전부의 온도에 영향을 주는 요소는 전극의 구조, 냉각수온, 방전공극의 길이, 단위방전면적당의 방전력밀도(W/cm^2) 등이다. 오존수율(단위전력당의 오존발생량)은 방전부의 온도가 낮을수록 분해반응이 억제되어 높아진다.

일반적으로 최고오존농도는 공기원료로는 3~4wt(%), 산소원료로는 6~8wt(%)인데 발생오존농도의 상승과 함께 오존발생에 필요한 소비전력도 상승하므로 경제적인 오존농도는 공기원료는 1 5wt(%), 산소원료로는 4~8wt(%)정도이다. 소비전력은 공기원료에서 13~14kWh/kg O_3 산소원료에서 7~9kWh/kg O_3, 이다. 단, 위 소비전력에는 원료가스공급장치 등의 소비전력은 포함되지 않았으므로 전원설비는 50~90%정도 크게 하여야한다

1) 오존발생기는 전원장치, 냉각장치 및 오존발생기 본체로 구성되며 대략 발생량이 1kg/시간 미만의 소형기는 1패키지로 제작되고 그 이상의 기종이면 각 장치가 독립되어 있다.

(1) 전원장치

오존발생기에서는 전극간에 수kV에서 수십kV의 전압을 가한다. 이 때문에 소형기에서는 200~400V, 50~60Hz의 전원전압을 유도 가압조정기(IVR)와 변압기로 승압조정하고 대형기(10kg/시간 정도)에서는 200~400V 또는 3,000~6,000V, 50~60Hz의 전원을 사용하여 인버터 변압기로 전류, 주파수(600~1,000Hz), 전압을 변화시켜 오존발생기를 조정하는 것이 일반적이다(그림 5.100 참조) 오존처리설비 배관도의 예를 그림 5.101, 5.102에 제시하였다.

(2) 오존발생기용 냉각장치

오존발생관의 직접냉각수는 순수(純水) 또는 무염소의 정수를 사용한다. 냉각용수는 사용수량이 3~5m^3/(시간 · kgO_3)정도로 많고 대형기에서의 직접냉각수는 열교환기에 의하여 냉각되며 간접냉각수는 쿨링타워 및 칠링유닛(chilling unit)에 의하여 냉각된다. 소형일 경우

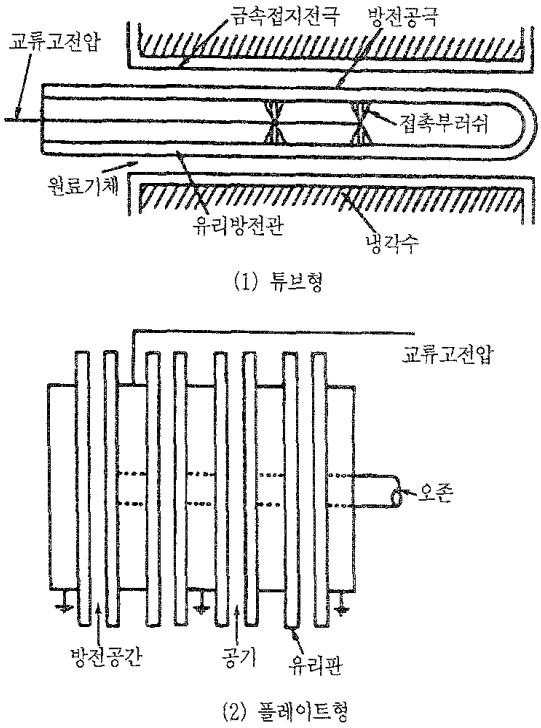
공냉식도 사용된다.

(3) 오존발생기

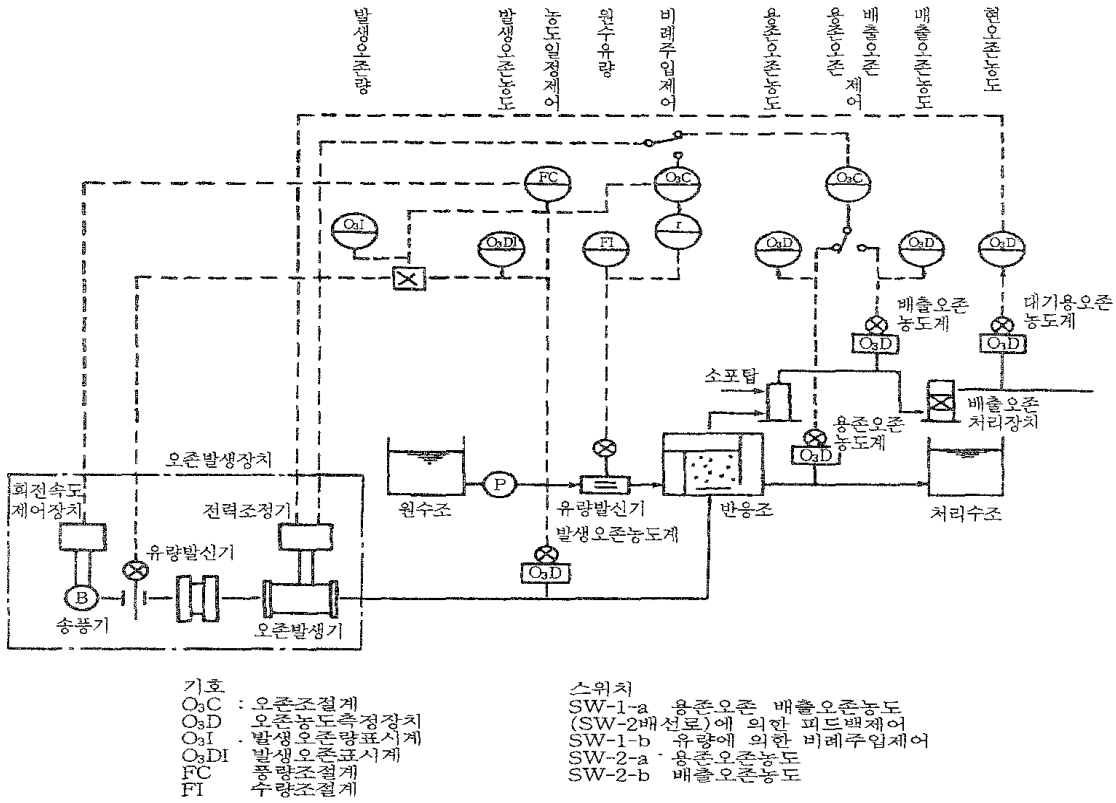
오존발생기는 일반적으로 튜브형 또는 플레이트형(plate)이 사용된다.(그림 5.103 참조)

튜브형의 방전관은 동심이중원통구조로 외관은 스테인레스 등의 금속제, 내관은 유리제(내면에 전극을 부착)로서 유전체로 되어 있는 것과 내관을 스테인레스로 하고 설치측외관의 내면에 유전체를 라이닝하여 발생효율을 향상시킨 것이 있는데 어느 것이나 내관과 외관의 간극에 원료가스가 통과하고 양관사이에 교류전압을 가하여 방전(무성방전)시킴으로써 오존을 발생시킨다.

2) 오존발생량의 제어는 전원장치에서의 제어와 원료가스공급장치로부터의 풍량제어가 있다. 전원장치에 따라 제어폭이 달라 ① 입력전압조정형에서는 20~100%, 주파수 조정형에서는 5~100%가 일반적이다 오존처리설비 구성의 예를 그림 5.104에 제시하였다.



<그림 5.103> 오존발생기의 형상



기호
O_3C : 오존조절계
O_3D 오존농도측정장치
O_3I . 발생오존량표시계
O_3DI 발생오존표시계
FC 풍량조절계
FI 수량조절계

스위치
SW-1-a 용존오존 배출오존농도
(SW-2배선로)에 의한 피드백제어
SW-1-b 유량에 의한 비례주입제어
SW-2-a · 용존오존농도
SW-2-b 배출오존농도

<그림 5.104> 오존처리, 계측제어식의 대표적 공정배열

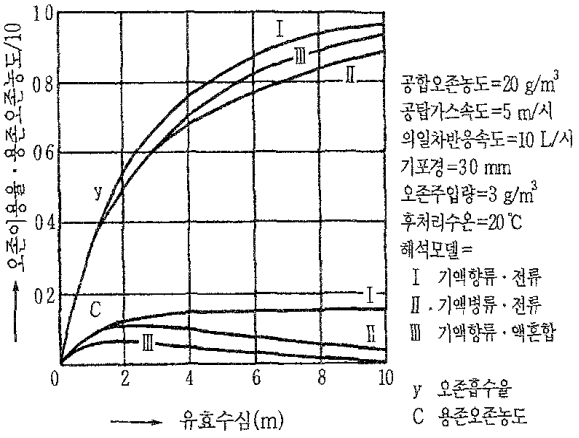
4. 오존발생기에서 주입점까지의 배관의 구경은 관내유속을 10m/초 정도로 하여 산출한다.

송출측에는 유량계, 압력계를 설치하고 지중배관은 핏트(pit)에 위치시켜 대기중의 미량오존 농도를 측정할 수 있는 환경오존 농도계로 오존의 누출을 검지한다. 누출시에는 오존발생의 정지, 주입배관의 차단 등의 조치를 취한다.

1) 오존접촉지에서의 오존이용율에 영향을 주는 요소로서 기액의 접촉방향, 기상오존농도, 오존가스유속, 오존가스의 기포크기, 접촉수심, 기액비[G/L(Nm^3/m^3)], 가스의 균등접촉이 있다. 오존접촉지에서의 오존가스의 주입은 디퓨저식(diffuser), 인젝터(injector)식, 기계교반식이 있다.

오존화공기의 주입은 이용율과 유지관리의 용이성, 경제성 측면에서 디퓨저식이 많이 사용되며 접촉지저부에 세라믹재질의 개구비 35% 정도, 기공직경 60㎛정도의 산기관, 산기판을 설치하며 오존가스가 균등하게 산기되도록 헤드, 산기관 등의 배치를 적절히 한다 또 접촉지의 저부에는 배수와 슬러지배출을 위하여 배수관을 설치한다.

물에서의 오존이용율을 높히기 위하여 디퓨저식의 경우 주입점에 있어서 기액향류로 하고 수심은 가능한 크게 한다.(그림 5.105 참조). 그러나, 접촉수심의 증가에 의하여 원료가스공급장치의 동력비가 증가하고 압력이 지나치게 높아지면 방전의 상태가 변화하여 오존발생효율이 저하한다. 이와같은 이유에서 접촉수심은 발생효율과 이용율을 고려하여 4~6m가 적절하다. 공탑가스속도(단위시간당 공기량/접촉지면적)은 5m/시 정도, 기액비는 0.1~0.2로 하는 예가 많다. 오존의 용해도는 압력의 상승, 온도의 저하에 따라 증가하며 산소에 비하여 7~8배 크고 헨리의 법칙을 따른다. 수온 t℃에서 Y mg/L의 가스중 오존농도와 평형상태의 수중의 용존오존농도(C mg/L)는 다음의 실험식에서 계산될수 있다.



<그림 5.105> 기액의 유동상태와 오존이용(흡수)율의 관계

$$C=\frac{0.604(1+t/273)}{1+0.063t}\times Ymg/L$$

2) 오존처리에 필요한 접촉시간은 제거대상물질에 따라 다르다. 망간의 제거를 목적으로 할 때 단시간의 접촉(1~3분)으로 산화효과가 있지만 유기물 등을 분해하기 위하여서는 10~20분 정도의 접촉이 필요하며 이 경우 70~90%정도의 이용율을 달성할 수 있다. 또 접촉시간은 길수록 유기물의 분해가 진행되어 제거율이 높아진다.

3) 접촉지는 배출오존이 대기중에 확산하는 것을 방지하기 위하여 밀폐실로 하므로 오존주입제어를 풍량에 의할 경우 원료가스 풍량, 재이용풍량, 배출오존풍량은 접촉지내가 약간의 부압을 견디도록 한다.

4) 보수, 점검, 수리 등을 위해 접촉지에의 통수를 정지하는 경우에 대비하여 측관을 설치한다.

[참고] 오존접촉지의 설계 예

오존이용율의 목표를 80%이상으로 하고 접촉수심을 6.0m, 공탑가스속도를 5.0m/시간으로 한다. 지의 구성은 공급가스 1단접촉, 재이용가스 1단접촉, 반응지1단으로하여 상하류대향류식으로 한다. 접촉조는 상시 3열, 예비1열의 4열로 한다. 계획정수량은 100,000m^3/일, 세척수량

비는 5%, 오존주입율은 2.0mg/L, 발생오존농도를 20g/Nm^3로 한다.

(1) 필요오존량

2×100,000×1.05/24/1,000=8.75kg/시간

(2) 오존화공기량

8.75×1,000/20=437.5 Nm^3/시간

(3) 공급가스접촉부[2단째]

1열당공기량:437.5/3=145.83(Nm^3/시간)

공급가스접촉부 면적 145.83/5≒29.17(m^2)

유효폭5.85m, 길이 5m→29.25m^2로 한다.

접촉시간:29.25×6/(105,000/1,440/3)=7.22(분)

디퓨저수:145,830/60/100=24.305→24개로 함

(4) 재이용가스 접촉부(1단째)

(3)과 같다.

(5) 반응지(3단째)

반응시간을 5분으로 하면,

105,000/1440/3×5/6≒20.255(m^2)

유효폭 5.85m, 길이 3.46m로 함

(6) 산기관, 산기판설치 등의 유의점

산기관, 산기판은 오존화공기가 균등하게 분배되고 물에 편류가 생기지 않도록 저부에서 30cm정도의 높이에 충분한 용량의 헤드를 설치한다.

5) 오존재이용설비는 발생오존의 효율적인 이용, 소비전력의 절약, 배출오존처리설비의 부하저감 등을 위하여 설치할 수 있다 오존재이용설비는 이용율을 높히기 때문에 고농도주입시 유효하다. 이 경우, 오존 재이용 송풍기의 재질은 내식성으로 한다.

6. 오존처리설비에 있어서의 전력소요량은 원료가스 공급장치, 오존발생기, 기타 부속설비를 포함하여 1kg당 20~30kWh가 필요하므로 충분한 용량으로 해야한다. 또 전력설비의 역률을 개선할 필요가 있을 경우에는 역률개선설비를 설치한다(제7장 7.9 역률개선설비 참조)

7. 1) 오존발생기실과 주입점의 거리가 멀면 설치된 오존화 공기배관의 파손이나 누출의 가능성이 증가하며 또 송기용(送氣用) 전력비도 높아지므로 가능한 주입점에 가까운 것이 바람직하다.

2) 오존은 산화성, 폭발성의 가스이므로 건물은 내화, 방폭구조로 한다. 또 점검, 정비가 용이하게 시행될 수 있도록 채광, 환기 및 배수를 좋게하며 공기압축기 등에 대하여는 소음대책을 세운다.

3) 바닥면적은 조작, 점검 및 정비가 편리한 설비배치가 가능한 넓이가 필요하다. 특히 튜브형에서는 오존발생기의 글라스튜브를 꺼내기 위한 공간이 필요하다.

16.4 배출오존설비

배출오존설비는 배출오존농도 및 풍량, 운전조건 등에 따라 다음 중에서 선정한다.

1. 활성탄흡착분해법
2. 가열분해법
3. 촉매분해법

【해 설】

오존은 광화학 옥시던트의 주성분으로 알려져 있는 매우 강한 점막 자극작용을 가진 물질이다. 오존은 물에서의 용해속도가 비교적 느리기 때문에 기도의 심부에 도달하여 세기관지나 폐포 등에 악영향을 미쳐 폐기종을 일으킨다. 오존의 독성은 공존오염물질의 영향을 크게 받는다. 독성한계농도는 표 5.31에 나타내었다 배출오존은 오존접촉지, 여과지, 활성탄흡착지에서 발생한다. 여과지나 활성탄흡착지에서의 농도는 낮지만 오존접촉지에서는 일시적으로 상당히 높은 농도가 배출되는 경우가 있다 [가장 높은 경우는 0.1wt(%)(공기중 오존농도로 환산하면 약 660ppm)가 될 때도 있다]

대기환경기준에서의 오존(O_3)농도는 8시간 평균치가 0.06ppm 이하, 1시간 평균치는 0.1ppm이하이다. 배출오존의 처리방법에는 다음에 열거한 바와 같이 여러 방법이 있으나 처리효과, 유지관리, 경제성, 안전성을 고려하여

<표 5.31> 오존농도의 생체에 대한 영향

오존농도(ppm)	생체에의 영향
0.01~0.02	냄새가 감지됨
0.1	약한냄새, 코와 후두에 자극
0.2~0.5	3~6시간폭로(曝露)에서 시상이 저하
0.5	명확하게 상부기도에 자극이 느껴짐
1~2	2시간 폭로(曝露)에서 두통, 흉부통, 상부기도에 갈증과 기침이 일어난다.
5~10	맥박증가, 폐기종을 유발
15~20	작은동물은 2시간 이내에 사망
50	인간도 1시간 이내에서 위험한 상태가 됨

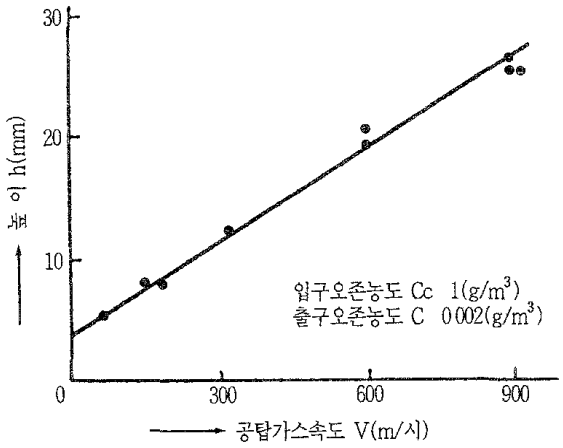
결정한다.

1. 활성탄 흡착분해법

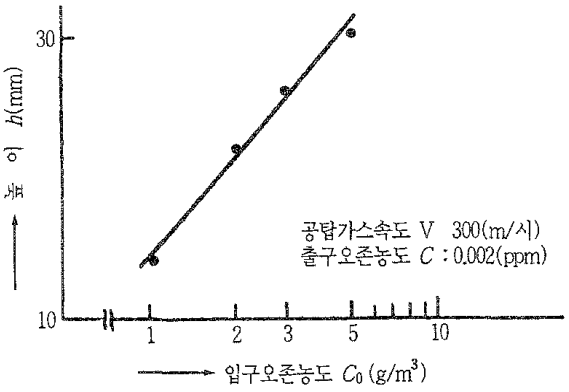
활성탄을 사용하여 분해하는 방법이다. 이 방법은 오존을 매우 효과적으로 파괴 가능하며 유지관리는 활성탄의 교체, 보충 뿐이고 가열할 필요도 없으며 간헐 운전에도 적합하다. 이 방법은 배출오존농도가 낮을 경우에 적합하며 오존을 재이용하는 오존접촉지에서 재이용설비가 고장났을 경우 고농도의 배출오존이 유입되면 활성탄이 발화할 가능성이 있기 때문에 고농도의 배출오존이 유입되지 않는 제어방법이 필요하다. 또 배출오존분해탑에서 공탑가스속도를 크게 설계하면 활성탄이 국부연소하여 재가 부분폐색의 원인이 된다 따라서 배출오존분해탑에는 온도계를 설치하여 경보기와 연결되도록 한다.

[참고-1] 활성탄흡착분해법에 의한 배출오존분해탑의 설계

계획정수량은 100,000㎥/일중 오존주입율 1.0mg/L, 이용율 70%, 배출오존율 30%, 발생오존농도 20g/N㎥, 세척수량비는 5%로 한다.



<그림 5.106> 공탑가스속도와 필요활성탄층 높이



<그림 5.107> 입구오존농도와 필요활성탄층 높이

1) 필요오존량

100,000×1.05/24/1,000=4.375(kg/시간)

2) 오존화공기량

4,375×1000/20=218.75(N㎥/시간)

$$G = \frac{\text{교체간격} \times Oa \times 24}{\text{오존분해능력}} \times \text{배출오존율} \text{-----(1)}$$

$$V=(G/P)\times 10^{-3} \text{----------(2)}$$

G=충전량(kg)

Oa=오존주입량(kg/시간)

V=활성탄용량(㎥)

P=활성탄밀도(kg/L)=0.45kg/L

3)활성탄필요량

활성탄의 분해능력을 2 gO₃/g활성탄으로하여

120일에서 교체하는 것으로 한다.

$G = \frac{120일 \times 4.375 \times 24}{2} \times 0.3 = 1,890(kg)$을 3탑에 분할

$V=(1,890/3/0.45)\times 10^{-3}=1.4(m^3)$

4) 필요단면적, 필요직경, 필요활성탄층 높이

$S_C=Q_G/V/60$----------(3)

S_C: 필요단면적(m^2)

Q_G: 처리필요풍량(m^3/분)

Q_G=매분당오존화공기량×1.1

V: 공탑가스속도(m/초)

공탑가스속도를 120m/시간→0.033m/초로 한다.

$S_C=1.22\times 1.1/0.033/60=0.68(m^2)$

$D=(4\times 0.68/\pi)^{1/2}=0.93(m)$

$H=V\times 4/\pi D^2=1.4\times 4/\pi/0.93^2 \fallingdotseq 2.06(m)$이상의 계산결과에서 내경 0.93m, 활성탄층높이 2.1m, STS 304제의 배출오존탑은 3탑 + 예비1탑으로 한다.

2. 가열분해법

수천ppm의 농도에서 오존의 반감기는 상온에서는 수십시간 이상이나 200℃에서는 수초 이내이다. 실용적으로는 350℃에서 1초 정도 체류시킴으로써 배출오존의 파괴가 충분히 가능하다.

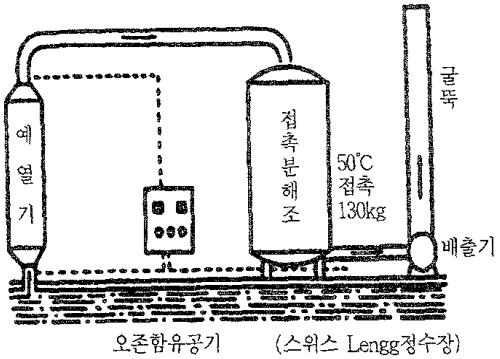
3. 촉매분해법

이 방법은 금속표면에서 오존이 촉매분해되는 것을 이용한 것인데 이 반응은 오존의 열분해보다 저온에서 일어나므로 비용면에서 유리하며 널리 이용되고 있다 촉매로는 MnO_2, Fe_2O_3, NiO가 이용되며 50℃정도로 접촉시간 0.5~5초 정도에서 반응이 이루어진다

[참고-2] 촉매분해법에 의한 배출오존파괴

그림 5108은 스위스의 렝정수장에 있어서의 배출오존파괴설비이다. 이 설비에서는 배가스를 예열기에서 50℃로 가열한 후 금속산화촉매를 충전한 분해조에 흡인하여 오존을 분해한다 사양은 다음과 같다

· 배가스량: 1,300m^3/시간



<그림 5.108> 촉매분해법에 의한 배출오존처리 흐름도

· 배가스농도: 1870ppm

· 배가스온도 20℃에서 질량환산계수:

500(0℃, 1기압일때 1g/m^3=467ppm)

· 반응온도. 50℃

· 가열에너지: 15Whr/m^3 · air

· 촉매량: 130kg

· 촉매내용년수: 5년

위 사양에서 이 금속산화촉매의 오존분해능력은

$\frac{1,870/500\times 1,300\times 24\times 365\times 5}{130,000}=1,638$

gO_3/g 이 된다

16.5 보안설비 기타

보안설비기타는 다음 각 항에 적합하도록 한다

1. 오존처리설비 및 제어방법은 누출에 대하여 충분히 안전해야 한다.

2. 오존처리설비의 설치장소 및 주변은 내화성으로 하고 보안 및 위생상 필요한 설비, 용구 등을 비치한다.

【해 설】

1. 오존접촉지나 활성탄흡착지 등의 운전중에는 출입하지 못하도록 조치를 강구함과 동시에 보수, 점검시에는 충분히 환기할 수 있도록 배

기설비를 갖춘다. 오존처리설비를 안전하게 운전하기 위하여 자동화된 오존농도계(발생오존, 배출오존, 대기환경오존)에 의하여 적절한 제어 및 긴급정지를 할 수 있도록 한다. 산업안전보건법에 오존의 1일 작업시간(8시간)동안의 시간가중평균농도(time weighted average, TWA)는 0.1ppm, 단시간노출허용농도(short term exposure limit, STEL)은 0.3ppm으로 규제되어 있다.

2. 오존접촉지, 활성탄흡착지 등 밀폐된 장소에서는 공기중의 오존농도 저하속도가 빠르지 않으므로 점검을 위하여 공기봄베에 장착된 마스크 등의 안전용구를 적절한 장소에 배치한다.

제 17절 생물학적 전처리설비

17.1 총 칙

생물학적 전처리는 통상의 정수처리로서는 충분히 제거되지 않는 암모니아성 질소, 조류, 냄새물질, 철, 망간 등의 처리에 적용된다. 생물학적 전처리는 응집, 침전, 여과 등 통상의 정수처리의 전처리로서 뿐아니라 오존, 활성탄 등의 처리공정과의 조합으로 실시되고 있는 경우도 있으므로 각 공정 상호간에 지장을 초래하는 일이 없어야 하며 전체적으로 처리효과를 제고 하도록 해야 한다. 생물학적 전처리에는 호기성처리와 혐기성처리가 있으나 상수도 분야에서는 통상 호기성처리가 사용되고 있다. 생물학적 전처리는 생물의 자연정화작용을 인위적으로 반응조안에 고효율로 진행시키는 것이며 미생물이 부착하는 표면적을 크게 증가시키기 위한 충전재 또는 원판 등을 반응조안에 설치하여 생물막을 형성시켜서 물과의 접촉을 충분히 확보한다. 생물학적 전처리의 방법에는 하니콤(honeycomb)방식, 회전하는 원판에 의한 회전원판방식(rotating biocontactor, RBC), 입상의 여재에 의한 생물접촉 여과방식 등이 사용되고 있다. 수중의 유기물, 질소, 인 등이 생물막에 존재하는 미생물에 의하여 분해 또는 섭취되기 때문에 수질의 정화가 이루어지나 생물막중의 미생물의 생물화학적 반응은 제어가 어렵고 처리대상물질을 완전히 제거하기가 곤란하다는 점과 수온의 영향을 받는 점 등의 특성이 있다. 따라서 대상물질의 처리설비에의 유입부하는 같아도 처리효과는 계절이나 원수수질에 따라 크게 달라진다.

1) 생물학적 전처리의 효과

생물학적 전처리는 암모니아성질소, 조류, 곰팡이냄새, 음이온계면활성제, 망간 제거에 효과가 있으며 또 탁도가 제거되고 이에 수반하여 색도, 과망간산칼륨 소비량, 일반세균 등도 저감된다. 그러나 트리할로메탄 등 유기 할로겐화합물 생성능은 그 전구물질이 용존성의 경우 제거율이 낮다.

2) 처리에 영향을 주는 인자

처리효과에 영향을 주는 주요 인자는 다음과 같다.

① 수온: 호기성 미생물은 20~30℃가 최적의 수온이고 수온이 내려가면 처리효과는 저하되며 특히 5℃이하에서는 생물활성은 현저하게 저하한다.

② pH: 미생물에 대한 최적 pH는 종에 따라 다르지만 대개 7.0~7.5이다.

③ 영양염류 및 산소: 미생물이 증식하기 위해서는 유기물과 암모니아성 질소, 철 등의 무기물이 필수적이다 또한 암모니아성 질소이외의 질소, 무기성 인, 기타의 미량금속이 필요하며 이 중 어느 성분이 부족하면 미생물의 영양균형이 깨져 처리효과가 저하한다. 또 미생물에 의한 유기물의 산화 분해반응이나 암모니아성 질소의 산화에는 용존산소가 필수적이다. 원수중의 산소가 부족할 염려가 있는 경우에는 포기(aeration)에 의하여 산소를 공급할 필요가 있다.

④ 저해물질: 중금속, 기름성분, 농약 등이 원수에 유입되면 처리효과가 저해된다.

⑤ 접촉시간: 생물막과 원수와의 접촉시간이

<표 5.32> 생물학적 전처리 방식의 비교

	하니콤방식	회전원판방식
처리방법	반응조에 벌집상태의 집합체(하니콤)를 두고 그 안에서 부착한 생물막과 접촉하도록 물을 순환시켜 처리한다. (순환의 동력은 공기의 흡입에 의하여 행한다.)	반응조내에 약40%가 수몰하도록 설치한 원형판열(列)을 느리게 회전시켜 부착생물막과 접촉시켜서 처리한다.
설비의 구 성	반응조, 하니콤, 순환용공기흡입장치, 세정용 공기장치	반응조, 회전원판, 구동장치 지붕
체류시간	2시간정도	2시간정도
소요면적	0.015~0.020 ㎡/(㎥ · 일)	0 020~0 030 ㎡/(㎥ · 일)
반응조 깊 이	5~7m	3~4m
손실수두	거의 없음	거의 없음
포기설비	물을 순환시키기 위하여 필요	필요없음
세척설비	막힐 염려가 있는 경우는 필요	필요없음
슬러지 배출설비	필요하게 되는 경우가 많음.	필요하게 되는 경우가 많음
유지관리 용이성	용이	매우 용이
환경에의 영향	음이온계면 활성제가 많은 경우는 거품발생 가능	지붕이 없는 경우 냄새확산가능

길면 처리효과는 높아진다 접촉시간은 단위생물막 면적당의 처리수량(수면적부하)으로 표시되나 반응조내에서 수류를 순환시키는 하니콤 방식이나 원판을 회전시키는 방식에서는 순환회수나 회전수가 처리효과에 영향을 미친다.

3) 생물학적 전처리공정의 선정

생물학적 전처리를 도입하는 경우 제거대상 수질항목과 목표수질을 명확히 하여 필요로 하는 설비의 용량을 산정한 후 경제성이나 기존 정수시설에의 적합성 등을 고려하여 가장 바람직한 처리방법을 결정한다. 생물학적 전처리가 효과적인 제거대상물질로는 암모니아성질소, 곰팡이냄새, 조류 등이다. 방식의 선정에 있어서 소요면적, 설비의 크기, 설비에서의 손실수두, 유지관리의 용이도, 세척의 방법 및 슬러지처리의 필요성, 설비의 내구성, 주변 환경에의 영향, 건설비, 유지관리비 등을 고려한다 현재까지 보고된 자료를 근거로 순환류식 하니콤과 회전원판방식의 특징을 표 5.32에 나타내었다.

4) 설비용량(면적)의 산정

생물학적 전처리의 효과는 원수의 수질에 따라 다르기 때문에 실제 설비의 용량이나 면적을 산정하는 경우 실험 등에서 얻어진 값을 사용하는 것이 바람직하다. 용량 등은 접촉면적당의 수량과 제거율의 관계를 수온, 공기흡입량, 회전 또는 순환속도 등의 조건을 변화시키면서 파악한 결과에 기초하여 산정한다.

5) 처리대상원수의 수질조건

생물학적 전처리의 대상으로 하는 원수의 수질은 다음의 조건에 적합할 필요가 있다.

① 수온: 약 10℃이상이 바람직하다. 수온의 저하는 생물막의 증식을 억제하는 큰 인자이다. 따라서 저수온기에는 제거능력이 현저하게 저하한다.

② 무기성질소. 원수중 무기성질소의 총농도가 10mg/L를 넘을 경우는 처리수중의 질산성질소가 수질기준 10mg/L을 넘을 가능성이 있으므로 원수중의 무기성질소 총 농도는 10mg/L이하 이어야한다

③ 알칼리도· 알칼리도는 암모니아성 질소농도의 10배 이상이어야한다 암모니아성 질소의 질산화가 진행되면 수소이온이 생성되어 알칼리도를 소비하며 pH가 현저하게 저하하면 질산

화균의 활성에 영향을 미치게된다. 이론적으로는 1mg/L의 암모니아성질소가 질산화될 경우 7.1mg/L의 알칼리도가 감소한다. pH를 크게 저하시키지 않게 하기 위해서는 암모니아성질소 농도의 10배 이상의 알칼리도가 필요하며, 만일 부족하면 알칼리제를 주입하여 pH를 유지해야 한다.

④ 기타: 홍수 등에 의한 고탁도시는 처리대상외로 하는 것이 바람직하다. 이유는 생물막의 생태계가 수질을 반영하여 형성하고 있어 수질이 급변하여 그 상태가 장시간 지속되면 그 환경변화에 생물(생물막)이 대응 못하여 그 때까지의 안정되어 있던 미생물 생태계를 붕괴하는 것이 되어 결과적으로 제거율의 저하로 연결되는 경우도 있기 때문이다. 따라서 원수의 유입을 수일간 정지한 경우에도 생물의 활성을 유지하기 위하여 물의 순환, 포기 등의 조작이 가능한 구조로 할 필요가 있다.

17.2 침적여과상장치

(하니콤방식,honeycomb)

침적여과상장치(하니콤튜브 수직순환류형)는 다음의 각 항에 적합하도록 한다.

1. 설비는 접촉지, 순환장치, 하니콤튜브, 세척장치로 구성하여 적절한 유지관리가 될 수 있게 한다

2. 처리계열은 2계열 이상으로 하여 각계열은 복수의 접촉지를 직렬로 배치한다. 또 복수 계열에 균등히 유입될 수 있도록 수리적으로 고려한다.

3. 접촉지는 다음의 각호에 적합하도록 한다.

1) 접촉지의 용량은 실험 등을 참고로 하여 원수수질이나 처리목표수질에 적합하도록 결정한다.

2) 접촉지의 형상 및 크기는 균등한 지내유속을 유지할 수 있도록 한다

3) 접촉지내의 평균유속은 1~3m/분정도로 한다.

4. 하니콤 튜브는 다음 각호에 적합하도록 한다.

1) 폐색을 방지하기 위하여 세척장치를 적절히 설치한다

2) 충전깊이는 2~6m를 표준으로 한다.

3) 충전율은 접촉지용적의 50%이상으로 한다.

4) 내구성이 좋고 원수수질에 적합한 셀크기(cell size)를 가지며 세척이 용이한 것을 선정한다.

5. 물의 순환방식 및 산소공급방법은 처리시설의 규모에 접합하도록 선정한다.

6. 원수수질 및 발생슬러지의 성상을 고려하여 슬러지 배출이 가능한 구조로 한다.

7. 원수수질에 따라 차광이 가능하도록 한다.

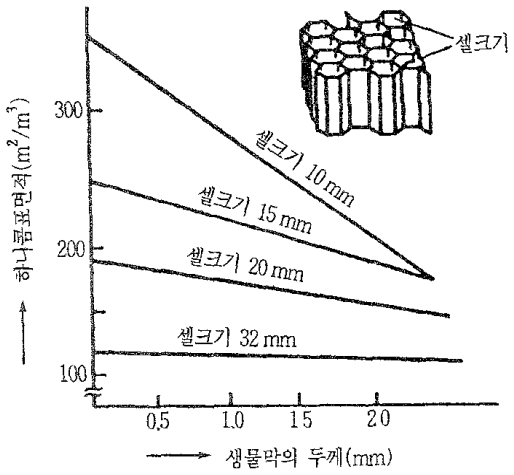
8. 원수수질에 따라 소포(消泡)용 샤워장치를 한다.

9. 계측제어설비 및 부속설비는 제어를 적절하고 확실하게 할 수 있도록 한다.

【해 설】

침적여과장치는 반응조에 합성수지제등 생물이 부착하기 쉬운 충전재를 수중에 침적하여 충전재 표면에 생물막을 형성시켜 원수를 접촉시켜서 오염물질을 제거하는 설비이다. 충전재에는 판상, 원통상, 망상등에 대해 고찰되어 있으나 여기서는 실용화되고 있는 하니콤튜브를 사용하여 수직순환류 방식의 설계를 계획, 설계하는 경우에 대하여 기술한다.

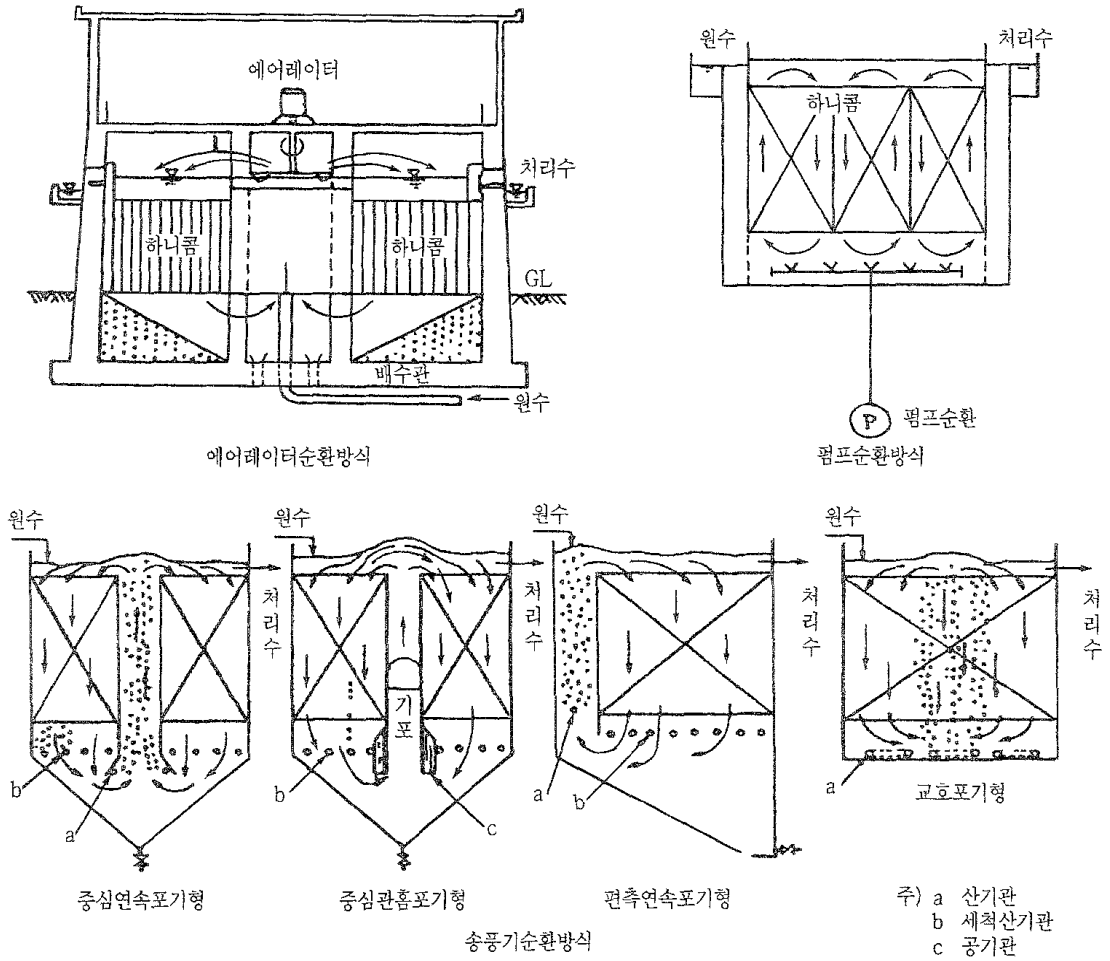
충전재로서의 하니콤 튜브는 염화비닐재료를 벌집상(균일한 육각형)으로 성형한 것으로 1개의 셀크기는 13~50mm이다. 셀크기와 표면적과의 관계는 그림 5.109와 같다.



<그림 5.109> 생물막의 두께와 셀크기별 표면적

원수수질, 처리목표농도, 하니콤 세척조건 등을 감안하여 셀크기, 충전깊이에 대하여 실험을 실시하고 최적 하니콤 튜브를 선정하는 것이 바람직하다. 처리효과를 높이기 위하여 생물막과 물의 접촉을 증가시킬 수 있도록 조내에 순환류를 발생시킬 수 있는 설비가 좋다. 두꺼운 생물막은 순환류 등에 의하여 생기는 전단력에 의하여 탈리되고 새로운 미생물이 증식하여 항상 활성도가 높은 생물막이 유지된다.

1. 하니콤 접촉지의 순환방식을 그림 5.110에 나타내었다. 접촉지 내의 하니콤튜브 내에 물을 순환시켜 접촉성을 증대하여 처리효과를 제고한다



<그림 5.110> 하니콤 접촉지의 순환방식

순환장치는 공기를 이용하는 방법과 펌프 등에 의하는 방법이 있다. 공기를 이용하여 물을 순환시킬 경우 압력공기의 일부를 하니콤의 세척에 사용할 수 있다. 설비의 시공은 문헌 등을 참고로 하고 경제성, 처리효과, 유지관리에 대하여 조사하는 것이 바람직하다 표 5.33에 하니콤 방식의 처리효과의 예를 나타내었다.

2. 접촉지는 정기점검, 청소 등으로 정지하는 때가 있으므로 처리계열은 2계열 이상으로 한다

각 계열마다 단락(short circuiting)류에 의한 효율저하를 방지하기 위하여 복수의 접촉지를 직렬로 배치하는 것이 바람직하다. (그림 5.111 참조) 각 계열마다 유량제어용밸브와 출입구를 설치하고 원수공급거(또는 관)의 유로연장을 같게하며 단면적을 충분히 확보한다.

3. 1) 접촉지의 용량과 접촉시간은 처리효율과 처리 목표수질 농도에 따라 결정된다. 사용하는 하니콤 튜브의 셀크기, 수량부하, 접촉시간 등의 조건변화에 대한 실험을 실시하여 가장 효율적인 것을 선정한다 또 수원이 같거나 원수수질이 유사한 경우등에서의 실시예나 실험조사결과가 있으면 참고로 할 수 있다

접촉시간은 처리효과를 올리기 위하여 가능한 길게 하는 것이 바람직하나 실시예에서는 1~3시간정도가 대부분이다.

2) 안정된 처리효과를 얻기 위해서는 물을 가능한 균일하게 생물막에 접촉시키는 것이 이상적이다. 접촉지의 형상 및 크기는 접촉시간, 순환 방식 등에 의하여 결정되나 부지 면적, 건설비, 유지관리비 등도 고려한다. 1지의 크기를 너무 작게 하면 건설하는 지수가 많아져 건설

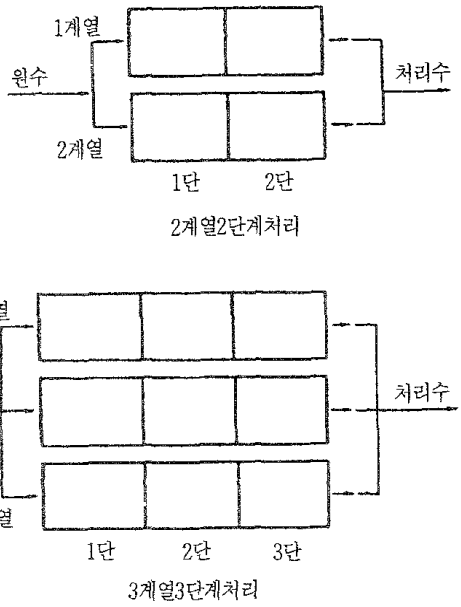
<표 5.33> 하니콤 방식의 처리효과의 예

년도	1985년 4월			1985년 12월		
체류시간	2~3			2~3		
공기량 [m^3/(시·槽)]	400			400		
	착수	처리수	제거율(%)	착수	처리수	제거율(%)
수온(℃)	12.5	12 5		7 4	7 4	
pH	8 32	7 90		7 86	7 89	
탁도	9 5	2.5	74	7.0	2.6	63
과망간산칼륨 소비량 (mg/L)	11.5	7 6	34	10 9	8.4	23
취기도(보정치)	56	24	57	34	14	59
부유물질(mg/mL)	16.5	3 9	76	12 0	4.6	62
철(mg/mL)	0 26	0 08	69	0.48	0 11	77
총망간(mg/mL)	0.02	0.00	100	0 05	0.01	80
조류수(個/mL)	15,167	6,087	60	3,720	905	76
조류우점종	synedra			microcystis		
생물막량(mg/cm^2)	1.0			1 1		
생물수(個/cm^2)	348			392		
생물우점종	stentor			vorticella		

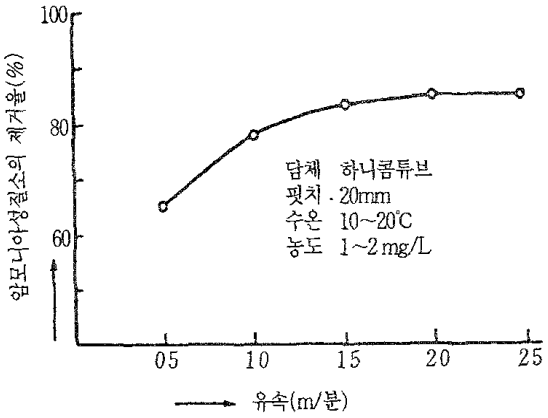
비가 증가하며 포기배관, 펌프 등의 장치, 계장 등이 여러개 필요하다. 또 1지의 크기를 너무 크게 하면 물과 생물막의 균일한 접촉을 유도할 수 있는 수리조건을 확보하기가 어려워진다. 이러한 사항을 종합적으로 고려하여 판단하는 것이 바람직하나 수직순환류 방식에 있어서의 평면 크기는 3×3 m~10×10 m정도가 대부분이다

3) 처리효과는 다른 조건이 같을 경우 하니콤을 통과하는 평균유속에 따라 달라진다. 유속이 너무 늦으면 효과가 저하되고 유속이 빠를 경우 효율은 높아진다. 그러나 유속을 극단적으로 크게 할 때 빠르게 한 만큼의 효과는 얻지 못하며 경제성이 떨어지고 생물막의 탈리가 일어나기 쉬우므로 실험에 의하여 적절한 평균유속을 선정하는 것이 바람직하다.(그림 5.112 참조)

평균유속을 선정한 후 1)의 접촉지 용량 및 접촉시간을 결정하기 위한 실험조사를 실시하면 효율적이다 평균유속 v(m/분)은 물이 하니콤 내를 통과하는 속도를 말하며 다음 식으로 계산된다. 유입수량은 순환수량에 비하여 작기 때문에 무시할 수 있다



<그림 5.111> 접촉지 배열의 예



<그림 5.112> 지내 평균유속과 암모니아성질소의 제거율

$$v = \frac{Q}{B}$$

여기서, Q . 순환수량 (㎥/분)
(하니콤을 통과하는 총수량)
B : 하니콤 단면적 (㎡)

펌프에 의하여 순환류를 일으키는 경우는 유량계를 설치하여 순환수량을 정확히 계량한다. 에어리프트(air lift)펌프방식의 경우 공기량이 같을지라도, 드라프트 튜브(공기상승용의 공극)와 산기장치의 구조에 따라 양수량이 달라진다 따라서 문헌에서의 예를 참고로 하거나 실험에 의하여 공기량과 평균유속의 관계를 파악하여 두는 것이 바람직하다.

4 1) 하니콤튜브의 폐색은 물의 순환을 매우 나쁘게 하며 생물막의 접촉효율을 저하시킨다. 또 순환이 나쁜 부분은 산소의 공급이 적고 생물막은 혐기성상태로 되어 처리효과도 저하된다 이와같은 사태를 방지하기 위하여 세척장치를 설치한다

물세척의 경우 지내의 물을 배수하여 세척하나 공기세척의 경우 순환에 쓰이는 공기의 일부를 사용하여 지내에 물을 채운 상태로 포기세척이 가능하므로 세척작업이 용이하다 공기세척장치는 순환류를 일으키게 하는 장치와는 별도로 접촉지 저부 전면에 산기관을 격자상으로 20~40cm 간격으로 설치하여 이 관에 20~

45cm간격으로 직경 3~5mm의 산기공을 만들어 놓은 예도 있다. 세척효과는 불어넣은 공기량에 따라 다르므로 실험으로 검토하여 둘 필요가 있다. 일반적으로 처리수량의 2~4 배 정도의 공기량을 필요로 한다

2) 하니콤튜브는 처리대상 수질항목의 제거효과가 저하하지 않는 한 다단으로 두껍게 충전가능하지만 관리측면도 고려한다 실시예에서는 충전층 깊이는 2~6m범위이다. 따라서 이 범위에 대한 접촉지의 건설비, 펌프양정, 설치면적 등을 검토하여 최적 충전깊이를 결정한다. 또 하나콤튜브를 3m이상의 깊이로 할 경우 하니콤튜브블럭을 직접 겹쳐 쌓으면 생물막의 두께가 커짐에 따라 하니콤튜브의 변형. 파손이 일어나는 경우도 있을 수 있으므로 대개 3블럭마다 하니콤튜브의 지지대(support)를 설치하는 것이 바람직하다

3) 하니콤튜브의 충전율이라 함은 접촉지 총 용적에서 하니콤블록이 점유하는 용적의 비율을 말한다. 충전율이 높으면 접촉지의 총 용적이 작아져 경제적이다. 그러나 하니콤 내에서의 균일한 수량의 확보 등 유입, 유출조건을 양호하게 고루 맞추기 위하여 하니콤블록 상단까지의 수심은 0.5m 정도 필요하다. 또 접촉지저부는 순환수의 양수장치, 세척장치, 저부경사(hopper)의 유무, 청소 작업 등을 고려하여 1m 이상의 공간을 필요로 한다. 이러한 사항을 고려하여도 충전율은 50%이상 하는 것이 경제적이다.

4) 일반적으로 비표면적이 큰 하니콤튜브를 사용할 경우 처리효과가 높지만 막힘현상 등 유지관리상의 문제가 발생할 가능성이 높다 셀크기와 비표면적의 관계는 그림 5 109에 나타난 바와 같으며 셀크기에 따라 생물 부착면적도 크게 변한다 대상으로 하는 원수수질로 실험을 실시하여 세척조건과 함께 적절한 셀크기를 설정하는 것이 바람직하다.

상수도에서는 10~20mm크기의 셀이 많이 사용된다.

5 접촉지 내에서의 물순환의 목적은 하니콤튜브내에 일정이상의 유속을 유지하여 생물막과 물의 접촉효율을 높히고 필요이상의 생물막 증식을 방지하기 위함이다. 순환장치의 종류에는 송풍기(blower), 펌프, 포기장치(aerator) 등이 있다.(그림 5.110 참조) 순환방식은 경제성, 유지관리의 난이성, 처리효과 등을 충분히 검토하여 선정한다. 펌프나 포기방식의 경우 접촉지와 같은 수의 장치가 필요하게 되어 건설비, 운전유지관리비 모두 커진다. 암모니아성질소 1mg의 산화에는 거의 4 6mg의 산소가 소비되므로 유입 암모니아성 질소 농도에 따라서는 펌프에 의한 순환방식의 경우 순환과는 별도로 산소공급을 목적으로 한 설비가 필요하게 되는 경우도 있다. 송풍기 방식에서는 순환과 산소공급이 동시에 이루어지나 산소공급량과 순환류를 독립하여 변경할 수가 없으므로 이러한 요소들을 설비규모에 따라 종합적으로 검토하여 결정한다

6. 과대하게 형성된 생물막의 탈리와 원수중의 부유물질의 침전 등으로 접촉지내에서 슬러지가 발생한다. 슬러지의 처리는 후속 정수처리과정에 유입시키는 방법과 접촉지로부터 배제하는 방식이 있으며 후자는 저부의 경사각도를 60° 이상으로 하여 슬러지배출이 용이하게 되는 구조로 하면 좋으나 접촉지가 깊어진다. 전자는 발생슬러지의 전량이 후속 정수처리과정으로 유출되는 구조가 되나 하니콤튜브의 세척. 접촉지의 청소를 고려하여 슬러지배출 및 배수구를 설치한다

7. 원수수질에 따라서는 하니콤 튜브의 상부에 부착조류가 현저하게 증식하여 물의 흐름을 방해할 가능성이 있으므로 차광하는 것이 바람직하다. 복개는 빗물이 괴거나 바람에 날아가지 않도록 하며 순환류상태 등의 확인 및 지내청소 등을 용이하게 할 수 있도록 떼어낼 수 있게 한다.

8. 음이온계면활성제 농도가 높은 원수에서는 접촉지에서 기포가 형성되므로 접촉조 밖으로

배출시키거나 살수(散水)하여 기포를 제거할 수 있는 시설을 고려한다.

9. 생물막에 의한 처리는 자연계에 있어서의 생물의 정화력을 활용하는 것이다. 따라서 강우 등에 의하여 원수탁도가 현저히 증가한 상태가 장기간 이어지면 생물활성이 저하되는 경우가 있으며 물과 생물막과의 접촉성을 증가시키거나 세척을 실시하여도 처리목표를 달성하지 못하는 경우도 있다. 또 생물막을 형성하는 생물상을 파괴하는 유해생물의 이상증식도 처리효과에 영향을 미친다 이와같은 경우에 대처하기 위하여 측관(bypass)을 만들어 원수를 직접후속의 정수처리과정에 우회시킬 수 있는 구조로 하는 것이 바람직하다. 한편, 원수의 유입을 장기간 정지하면 생물막의 활성을 유지할 수 없으므로 필요에 따라 침전수 등을 접촉지에 유입시킬수 있는 관로 및 설비를 갖추도록 한다.

10. 원수수질의 변동을 감시하기 위해 수온계, pH, 탁도계등이 일반적으로 사용된다. 운전관리상 처리효과를 분석하기 위해 수량부하나 순환류를 파악하기 위한 원수유량계를 설치하고 순환을 송풍기로 할 경우에는 공기유량계를 각 계열에 설치하는 것이 바람직하다. 암모니아성질소 제거시 알칼리도의 부족이 발생할 가능성이 있는 경우는 처리수의 알칼리도 측정계와 알칼리제 자동주입장치를 연계하여 설치하는 것이 바람직하다.

17.3 회전원판장치

회전원판장치는 다음 각 항에 적합하도록 한다.

1. 설비는 회전원판, 접촉지 및 구동장치로 구성하며 적절한 유지관리를 할 수 있도록 한다

2. 처리계열은 2계열 이상으로 하고 각 계열은 복수의 접촉지를 직렬로 배치하며 유입수가 모든 계열에 균등하게 배분될 수 있도록 수리적 고려를 한다.

3 회전원판은 다음의 각 호에 적합하도록 한다.

1) 원판의 필요면적은 원수의 수질조건, 처리목표수질 및 실험결과 등을 참고로 하여 산출된 수질부하를 고려하여 결정한다.

2) 폐색 등을 고려하여 원판의 간격, 직경 등을 결정한다.

3) 원판은 경량이며 내구성이 있어야 한다.

4. 접촉지는 다음의 각 호에 적합하도록 한다.

1) 접촉지의 용량은 액량면적비를 고려하여 결정한다.

2) 접촉지의 형상 및 크기는 균등한 지내유속을 유지할 수 있도록 한다.

3) 접촉지 내벽과 원판의 끝부분과의 간격은 원판직경의 10~12%를 표준으로 한다

4) 접촉지에는 배수구를 설치하고 또 지의 바닥은 배수가 용이하도록 배수구에 향하여 경사를 둔다.

5. 축의 구조 및 재질은 다음의 각 호에 적합하도록 한다

1) 축 및 각 부재(部材)는 회전원판의 자중 및 부착생물막의 무게를 지지하면서 회전하는데 충분한 구조와 강도를 가져야 한다.

2) 부식에 견딜수 있도록 내식성 재질이나 도장한 재료를 사용한다.

6. 회전원판의 구동은 다음의 각호에 적합하도록 한다.

1) 기계구동 또는 공기구동에 의한다.

2) 주변속도는 15~20m/분을 표준으로 한다.

7. 회전원판장치에는 차광의 목적이나 비산오물(飛散汚物) 등으로부터 시설을 보호할 수 있도록 지붕(복개)을 설치한다.

8 원수수질의 급격한 변화에 대처하기 위하여 측관을 설치한다.

9. 계측제어설비 및 부속설비는 공정의 적절한 제어가 이루어질 수 있도록 한다.

【해 설】

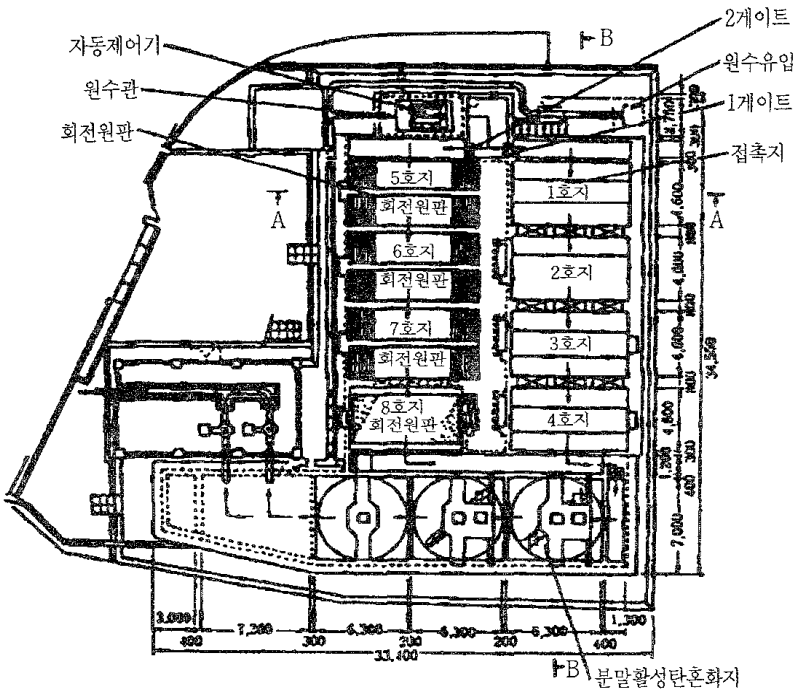
회전원판장치는 많은 수의 합성수지제 원판을 회전에 대하여 직각으로 고정시킨 회전체의 일부가 물에 잠긴상태에서 기계적 또는 공기의 부력에 의하여 일정 속도로 회전시켜 원판표면에 부착한 생물막에 물을 접촉시킴으로써 수중의 생물학적 전처리가능 물질을 제거하는 방법이다. 물에 잠기는 회전원판의 비율은 회전체의 축 등의 보수점검을 고려하여 40%정도로 한다. 생물막은 운전개시후 수일이면 원판 표면에 극히 얇게 형성되기 시작하여 2~3주후에는 눈에 보일 정도가 된다. 생물막은 원판이 회전하면서 물과 공기에 교대로 접촉하여 대기중의 산소를 흡수하고 수중의 생물학적 전처리가능 물질은 산화분해한다 생물막의 성장이 계속되어 두꺼워지면 산소가 생물막의 심부에 투과하기 어렵게 되어 혐기성층이 형성된다. 혐기성층에서는 증식된 미생물의 일부가 분해되며 이 분해가 진행되면 생물막은 회전에 의하여 생긴 전단력에 의하여 원판으로부터 탈리되고 새로운 생물막이 형성되어 항상 활성도가 높은 생물막이 유지된다.

1. 회전원판장치는 미생물의 부착매체인 회전원판, 이들을 회전시키는 구동장치, 처리하는 물과 회전원판이 위치하는 접촉지로 구성된다. 그림 5.113에는 회전원판방식에 의한 생물학적 전처리시설의 예를 제시하였다.

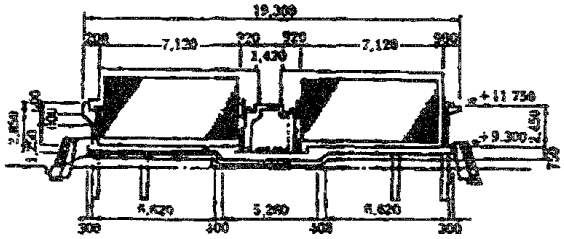
2. 접촉지는 정기점검, 청소등으로 정지하는 경우가 있으므로 처리계열은 2계열 이상으로 한다. 또 각 계열마다 단락류(short circuit)에 의한 효율저하를 방지하기 위하여 복수의 접촉지를 직렬로 배치하는 것이 바람직하다(그림 5.114) 일축다단방식으로 하는 경우는 지내에 단마다 칸막이를 한다.(그림 5 115) 흐름의 방향은 일축다단의 경우 축평행류로 하는 경우가 많다. 복수지를 다단으로 사용하는 경우는 축직각으로 유입시킨다. 접촉지의 평면형상은 장방형으로 하고 바닥의 단면형상은 슬러지의 퇴적이 적은 원형 또는 원형에 가까운 다각형으로 한다. 접촉지하부에서 처리수를 배출시키는 경우에는 장방형으로 할 수도 있다. 각 계열마다 유량제어용 밸브, 출입구를 만들고 원수유입거의 길이를 동일하게 하며 단면적은 충분하게 한다

3. 1) 회전원판의 필요면적을 결정하는 지표 중 대표적인 것에는 수량부하와 면적부하가 있다. 수량부하[㎥/(㎡ · 일)]는 원판단위면적당의 1일 처리수량이고 면적부하[g/(㎡ · 일)]는 원판단위면적당의 1일에 부하되는 제거대상 물질량이다. 시설설계의 지표로서 농도변화에 대한 고려는 할 수 없으나 산정이 단순한 수량부하가 사용된다 수량부하는 처리대상수를 사용한 실험에 의하여 결정하는 것을 원칙으로 하고 실험조건으로서 경제성을 고려한다면 0 1~0.4 ㎥/(㎡ · 일)의 범위에 대하여 검토하면 좋다. 암모니아성질소를 함유한 원수를 회전원판식으로 다단처리하는 경우 암모니아성질소의 산화속도를 암모니아성질소농도의 함수로 하여 도식화할 수가 있다. 그림 5.116은 실험데이터를 구체적으로 그림으로 나타낸 예이다. 그림 5.116의 예에서는 처리수의 암모니아성질소농도가 낮을 때(4mg/L 미만)의 반응속도는 암모니아성질소농도에 일차비례한다. 암모니아성질소농도가 높아지면(4mg/L 이상) 암모니아성질소의 반응속도는 최대로 되어 농도가 다시 상승하여도 반응속도는 거의 일정하므로 영차반응이다.

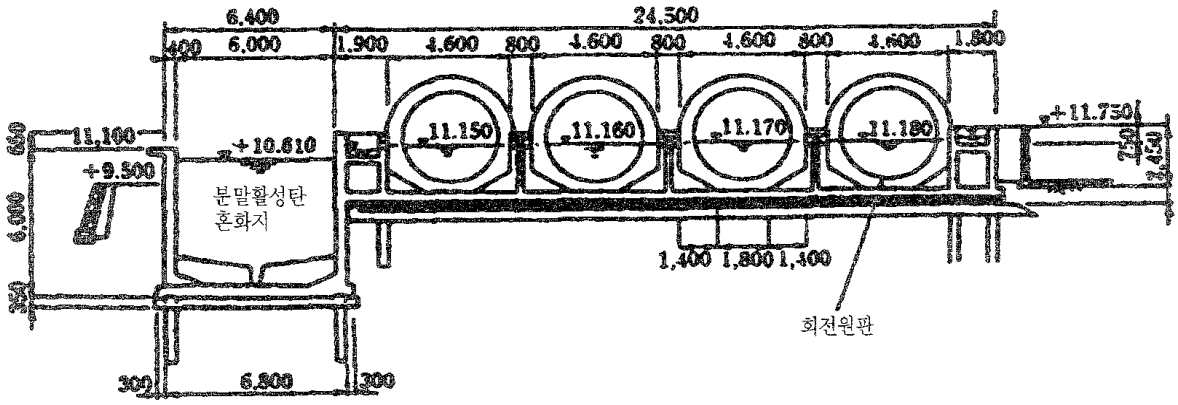
2) 1기(基)의 회전원판의 수는 원판의 직경과 접촉지의 수에 따라 다르나 50~150개 정도이다. 원판의 형상은 원형 또는 원형에 가까운 다각형으로 그 표면의 형상은 표면적이 커지도록 파형(波形)등 요철이 있는 것이 사용되고 있다. 각 원판의 간격은 공기, 물의 유통, 생물막에 의한 폐색을 고려하여 15mm이상으로 한 예가 많다. 원판의 고정방식으로는 ①하브방식, ②스



평 면 도



A-A 단면



B-B 단면

<그림 5.113> 생물처리(회전원판방식)장치의 예(中間市水道局唐戸淨水場)(단위mm)

파이더방식, ③와권식(渦巻式) 등이 있으며, 등간격으로 고정하는 방법으로서 평판원판의 경우 원판 사이에 스페이서를 삽입하는 방법도 있다.

3) 회전원판의 재질은 고밀도 폴리에틸렌 등의 가볍고 내식성을 가진 것으로 유해물질이 용출되지 않아야 한다.

4. 1) 접촉지의 유효용량은 물에 잠기는 회전원판의 부피를 고려하여 체류시간 및 물의 교반, 혼합이 적절히 이루어질 수 있도록 결정한다. 접촉지의 용량이 회전원판의 면적에 비하여 너무 작으면 체류시간이 짧아지기 때문에 처리효과의 저하를 초래하며 또 역으로 너무 커도 교반효과가 감소하여 지저에 슬러지 등의 퇴적이 생기기 때문에 바람직하지 않다. 최적 접촉지 유효용량의 결정법으로서 액량 면적비가 사용되고 있다. 액량면적비 Gr은 다음과 같이 정의 된다.

$$G_r = \frac{V}{A}(\mathrm{m}^3/\mathrm{m}^2)$$

여기서, V . 접촉지 유효용량(m^3)

(접촉지용적-물에잠긴원판부피)

A . 회전원판표면적(m^2)

액량면적비(Gr)와 수량부하(H L.), 체류시간(T)에는 다음과같은 관계가 있다

$$H.L[\mathrm{m}^3/\mathrm{m}^2\cdot\text{시간})] = \frac{Q}{A}$$

$$T(h) = \frac{V}{Q} = \frac{G_r}{H.L.}$$

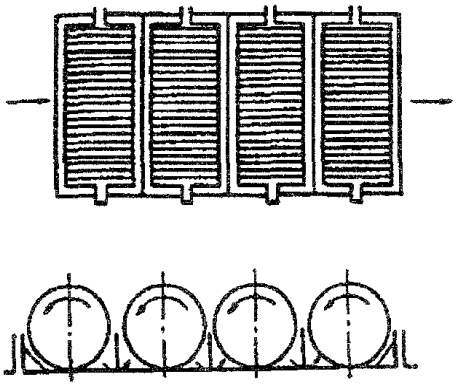
단, Q : 처리수량(m^3/시간)

암모니아성질소 제거의 경우 G_r의 값은 3 5 ~5L/m^2로 하는 예가 많다

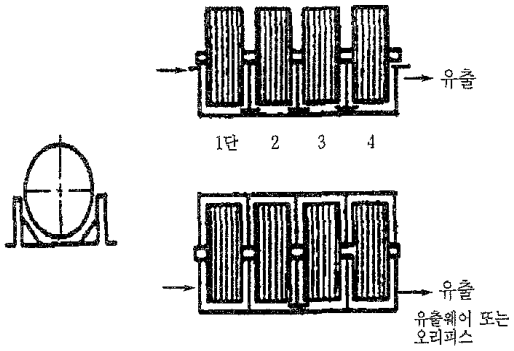
3) 원판과 접촉지의 벽과의 간격은 교반효과 측면에서 경험적으로 원판 직경의 10~12%로 하고 있다

4) 접촉지의 한쪽에 배수구를 만들며 바닥은 배수구를 향하여 1/200~1/300정도의 경사를 두는 것이 바람직하다.

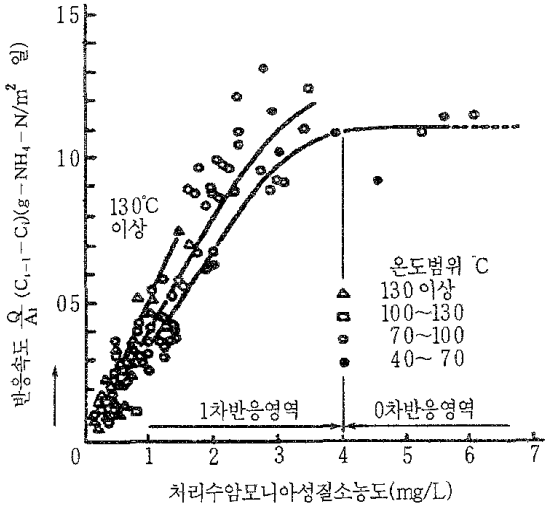
5. 축은 축본체, 회전원판, 지지체, 생물막 등



<그림 5.114> 다축 · 다단의 예



<그림 5.115> 1조 1축 다단의 예



<그림 5.116> 처리수암모니아성질소농도와 반응속도, 회전원판의 실험예 (東京都水道局의 데이터)

의 총중량에 대하여 구부러짐, 비틀림, 피로등이 없도록 충분한 강도를 갖도록 한다.

6. 1) 기계구동장치는 전동기, 감속기, 스프라켓, 로라체인으로 구성된다. 감속기의 출력축에 스프라켓을 장치하고 로라체인에 의하여 회전원판 중심축에 장치된 스프라켓을 구동하는 것에 의하여 동력을 전달한다 스프라켓의 급유방식이 오일버스 방식의 경우 오일이 처리수로 유출되지 않도록 배출을 고려한다. 공기구동장치는 송풍기, 산기관, 배관 및 에어캡으로 구성된다 회전원판의 바깥 끝부분에 공기를 받는 에어캡을 부착하고 접촉지의 저부에 설치한 산기관으로부터 불어내는 공기가 에어캡에 부딪치면 부력에 의하여 회전됨으로써 원판을 회전시킨다.

2) 회전원판의 회전수가 처리능력에 미치는 영향으로서는 우선 산소공급을 들수 있으며, 회전수를 크게 할수록 수중의 용존산소농도는 높아진다. 또 회전에 의하여 접촉지내가 교반되어 기질과 생물막의 접촉이 활발해져 미생물의 증식을 촉진하며 처리효율을 좋게한다. 생물막은 원판의 회전에 의한 전단력에 의하여 탈리되고 적절한 생물막 두께가 유지된다.

교반에 의하여 접촉지내 부유물질의 퇴적을 방지할 수가 있다. 그러나, 산소용해 효율에는 한계가 있고 회전수가 증가함에 따라 동력비도 증가하므로 유의한다. 수질조건에 따라서는 주변속도를 느리게 할수 있으나 부유물의 퇴적을 고려하면 15~20m/분으로 하는 것이 바람직하다. 접촉지 바닥으로부터 공기를 불어넣는 공기구동법을 사용하면 14m/분 정도의 주변속도도 좋다

7 접촉지는 지붕(복개)을 설치하여 원판면 및 지내의 조류의 발생방지, 비산오물에 의한 원판의 파손방지, 기온저하에 의한 처리능력의 저하를 방지한다

지붕은 FRP제 또는 이와 동등이상의 재질로 내식성, 내구성이 좋은 것으로 하며 고정과 보수점검이 용이한 분할구조로 하는 것이 바람직하다 통기공을 설치하고, 점검용 문 및 일상의 생물막 관찰용으로 투시창을 만든다

8 강우 등에 의하여 원수 탁도가 현저히 상승하면 생물활성이 저하하는 경우도 있어 물과 생물막과의 접촉성을 증가시키거나 세척하거나 해도 처리목표가 유지되지 못하는 경우도 있다. 또 생물막을 형성하는 생물상을 파괴하는 유해생물의 이상증식도 처리효과에 영향을 미치므로 이와같은 경우에 대처하기 위해 측관을 설치하고 원수를 직접 후속의 정수처리과정으로 유입시킬 수 있는 구조로 하는 것이 바람직하다.

9 회전원판장치는 단순한 장치이므로 이의 제어를 위하여 많은 종류의 계기를 설치할 필요는 없지만 원수수질감시를 위한 pH계 및 운전상태 파악을 위하여, 원수에 대해서는 수온계, 유량계, 원수 및 처리수에 대해서는 암모니아성질소농도계를 설치하는 것이 바람직하다

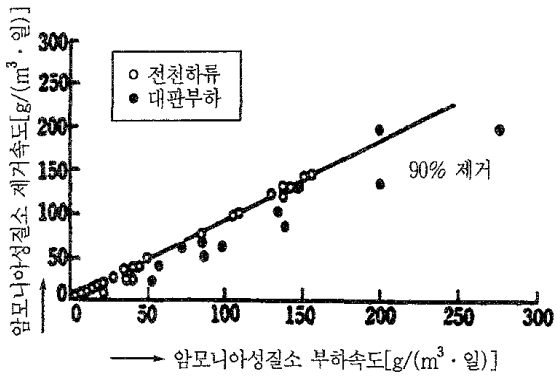
공기구동식 장치에는 송풍기와 관련된 풍량계 및 회전계를 설치할 필요가 있다. 알칼리도가 부족하기 쉬운 경우에는 처리수에 알칼리도계와 알칼리제의 자동주입장치를 연계하여 설치하는 것이 바람직하다.

【참고-1】 생물접촉여과장치

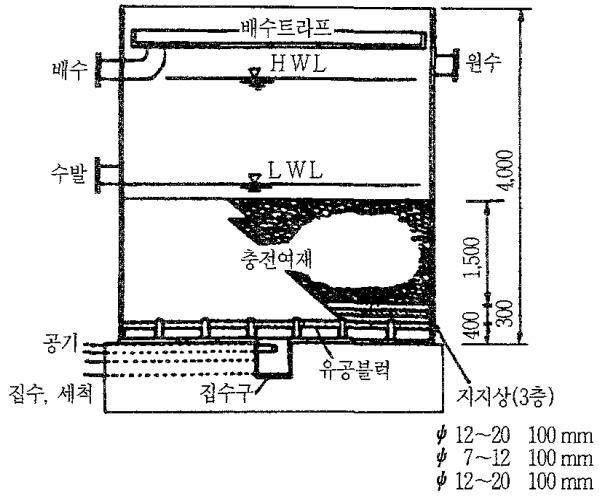
생물접촉여과장치는 접촉지내에 여재를 충전하여 하향류 또는 상향류로 원수를 통과시키는 것으로써 여재표면에 부착된 생물막과 원수를 접촉시켜서 정화하는 방식이다. 여재는 미생물이 부착하기 쉬운 잔 자갈, 안스라사이트, 세라믹, 합성수지 등으로 입경은 4~6mm정도이다.

구조는 거의 급속여과지와 같으며 물을 계속 통과시키면 생물막이 두꺼워지며 여재의 간극에 부유물이 부착 또는 퇴적되어 손실수두가 커지기 때문에 정기적인 세척을 필요로 한다. 여과층내에 공기를 항상 불어넣는 형식도 있다.

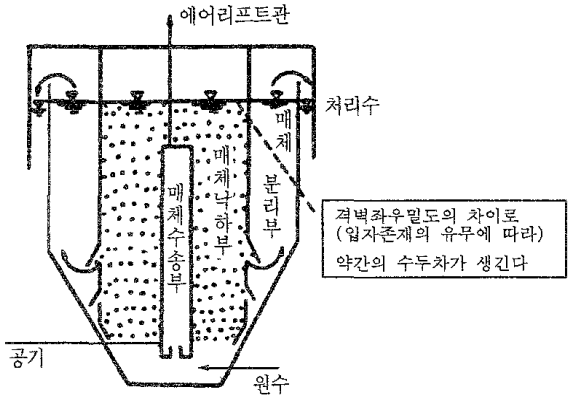
본 장치의 특징은 하니콤방식과 비교하여 소요면적을 작게할 수 있는 것이다. 또 그림 5 117에 제시한 것과 같이 암모니아성질소의 제거효과가 우수하다는 조사결과가 보고되었다.



<그림 5.117> 암모니아성질소의 부하속도와 제거속도와의 관계



<그림 5.118> 생물접촉여과장치의 예 (5,000m³/일 규모)



<그림 5.119> 생물접촉유동층장치의 예

그러나 상수도에서는 플랜트실험의 단계에 있으므로 선택시에 처리대상 원수에 대한 실험을 실시하고 필요한 설계요소를 도출하는 것이 바람직하다.

생물접촉여과설비의 예를 그림 5.118에 제시하였다.

[참고-2] 생물접촉유동층장치

유동층방식은 충전재로서 다공질 여재, 모래, 입상활성탄, 안스라사이트(anthracite) 등에 미생물을 부착시켜 원수를 상향류나 하향류로 통과시켜 충전재를 유동화시킴으로써 유기물질은 미생물의 호기성산화작용에 의하여 또 암모니아성질소는 질산화작용에 의하여 산화처리하는 방법이다.

유동층장치는 강판제 또는 철근콘크리트구조로 하고(그림 5.119), 형상은 정방형이나 장방형의 것이 있으며 구조는 생물부착충전재가 채워진 접촉조, 포기장치, 원수펌프, 순환펌프, 산기송풍기 등으로 구성된다. 유동층방식의 기본적 역할은 충전재부착생물의 생물반응에 있으며 처리수 중에 유출되는 원수중의 부유물질이나 반응공정에서 생성, 탈리된 미생물 플록 등의 분리는 별도로 고려하여야 한다.

통상의 정수처리공정에 대한 원수의 전처리로서 사용하는 경우 고액분리는 기존의 정수처리에서 하게된다. 원수는 원수펌프에 의하여 충전재가 충전되어 있는 접촉지내로 유입되어 조중심부에 설치된 송기장치로부터 공급된 공기의 에어리프트 작용에 의하여 조내를 순환유동한다.

충전재와 접촉한 원수중의 오염물질은 생물산화처리되고 처리수는 조의 상부에서 유출되어 후속 정수처리 공정(응집·침전·여과에 의한 고액분리)으로 넘어간다.

본 장치는 하천, 호소의 수질개선을 위한 플랜트실험의 단계에 있으므로 선택시에 처리대상 원수에 대한 실험을 실시하고 필요한 설계요소를 도출하는 것이 바람직하다.

제18절 생물제거설비

18.1 총칙

통상의 정수처리에서 제거되지 않는 생물장해가 있을 때는 생물제거설비를 설치하여야 한다. 상수도설비내에 생물제거를 하는 설비에는 생물을 여과를 이용하여 제거하는 방식과 약제를 써서 생물을 죽여서 침전 제거하는 방식이 있다. 전자는 여러 여재를 사용하여 여과하는 다층단여과와 마이크로스트레이너이고 후자는 황산구리나 염소제 등을 살포, 주입하는 방법이다.

생물로 인한 장해는 저수지나 호소를 수원으로 하는 경우 플랑크톤조류 (식물성플랑크톤)의 대량 번식에 따라 여과지 폐색이나 맛, 냄새를 발생하는 경우가 있다. (표 5.34 참고)

하천을 수원으로 하는 경우는 하저에 돌이나 침전지, 여과지, 수도거 등의 벽면에 부착하여 번식하는 부착조류나 후생동물이 떨어져서 여과지를 폐색하고 맛, 냄새를 일으키거나 또는 여과수로의 누출 등이 있다.

지하수 등을 수원으로 하는 경우에는 철박테리아 등의 번식에 따라 적수나 균체의 유출 등의 장해가 있는 외에 때로는 지하수성 동물의 유출 등도 있다.

이러한 생물장해의 제거는 생물이 번식하고 있는 수역을 대상으로 하는 것이 가장 바람직하나 수원이 천연의 호소, 다목적의 인공호 또는 하천에서는 그 환경에 영향을 미칠 염려가 있으므로 제거대책은 취수구 이후의 설비 내에서 하여야 한다

생물제거를 수원에서 실시하거나 설비 내에서 실시하거나에 관계없이 생물의 종류와 그로 인한 정수처리 장해는 매우 다양하므로 수원의 선정과 시설의 설계에 있어서는 장해생물의 종류, 번식시기, 번식규모 외에 정수처리방식과 정수시설의 종류에 따라 생물제거 처리효과가 다르므로 과거의 사례를 조사하여 처리방식을 선택하는 것이 필요하다.

<표 5.34> 여과폐색을 일으키는 조류종류별 수

생 물		위험수
규조류	*Achnanthes sp.*	5,000
	Asterionella formosa	100*
	Attheya zachariasi	100~ 200
	Cyclotella spp	2,000~ 3,000
	Fragilaria crotonensis	100~ 300*
	Melosira granulata	200~ 300*
	Melosira distans	1,000*
	Nitzschia gracilis	2,000
	Nitzschia palea	1,000
	Rhizosolenia errensis	200
	Stephanodiscus hantzschii	2,000
	Synedra acus	500
	Synedra ulne	200~ 300
	Synedra rumpens	700
	Tabellaria fenestrata	100~ 300*
녹조류	*Sphaerocystis schroeteri*	100*
황조류	*Dinobryon divergens*	300*

주) 수치는 1 ml당의 수(*은 균체수)

18.2 다층여과

다층여과는 입경 및 밀도가 다른 복수의 여재를 사용하여 생물을 제거하는 것으로 그 설비는 6.16의 다층여과지에 준한다.

【해 설】

플랑크톤조류는 응집침전으로 80~90%는 제거되므로 보통은 여과처리에 큰 장해를 주는 것은 아니다 그러나 응집침전으로 제거하기 어려운 종류, 예를들면 *Synedra, Melosira, Microcystis*가 발생한다든지 플랑크톤조류의 증식량이 많아서 80~90%가 제거되더라도 처리수 중에 많은 수의 조류가 남아 응집침전이 불충분하면 여과폐색과 여과수로 유출하는 등 장해를 일으킨다

이와 같은 장해에 대하여는 사여과층의 상부에 안스라사이트를 15~25cm 두께로 까는 것으

로써 장해를 경감시킬 수 있다.

18.3 마이크로스트레이너

마이크로스트레이너는 다음 각 항에 적합하여야 한다.

1. 마이크로스트레이너는 체작용에 의하여 생물을 유효하게 여별(濾別)할 수 있는 설비이라야 한다.

2. 여망(濾網)은 금속제 또는 합성섬유제로 장해생물을 포착하는데 충분한 그물눈이라야 하고 또 물이 잘 빠져야 한다.

3. 설치장소는 응집침전지나 보통침전지 전으로 하고 전염소주입지점보다 상류측에 설치하여야 한다.

4. 세척용수는 마이크로스트레이너의 여과수 또는 정수를 사용하고 그물눈에 억류된 생물이 연속적으로 배제되는데 필요한 수량과 압력을 가져야 한다.

【해 설】

1. 마이크로스트레이너는 금속 또는 합성섬유제의 미세망을 사용하고 수중의 동, 식물성 플랑크톤이나 부유물질을 기계적으로 연속하여 제거하는 장치이며, 식물성 플랑크톤 중 비교적 대형의 조류나 지하수성동물, 철박테리아의 제거에 유효하다.

장치의 표준적인 구조는 일단을 막고 원통프레임의 외주(外周)에 미세여과망을 붙여서 이 드럼을 콘크리트조 또는 망판제의 수조 중에 3/5 정도가 물에 잠기도록 설치하고 드럼을 가변 감속전동기로 회전시키는 것으로 그림 5.120은 그 일례이다.

원수는 드럼의 상류단으로부터 내부에 유입하고 미세여과망에서 여과하여 드럼외측에 유출시킨다 여과망의 세척은 드럼의 직상에 스프레이 노즐(spray nozzle)을 설치하여 노즐로부터 물을 연속적으로 분사한다 세척배출수는 드럼내면의 수면상에 설치한 호퍼로 받아서 드럼축내의 관로를 경유하여 조외(槽外)로 배출된다.

마이크로스트레이너의 선정, 설계에 있어서는 원수중의 생물의 크기, 성상 및 양 등을 측정하여 그물눈의 선정과 여과 유효면적을 추정하고 파일로트플랜트 실험을 거쳐 결정하여야 한다.

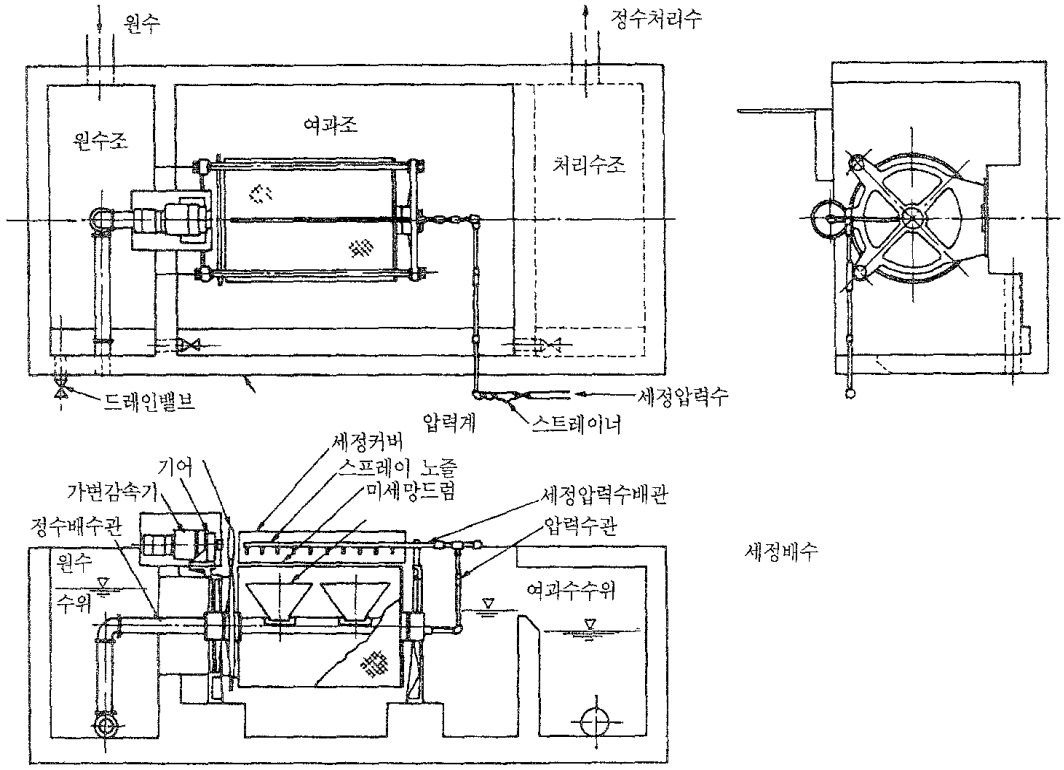
2. 여망의 선정은 재질과 그물눈의 크기가 제거효율을 좌우하므로 원수 및 제거대상 생물에 따라 결정하여야 한다. 그물눈의 표시는 보통 메쉬(mesh)로 표시된다. (표5.35 참조)

<표 5.35> 마이크로스트레이너 여망의 사양

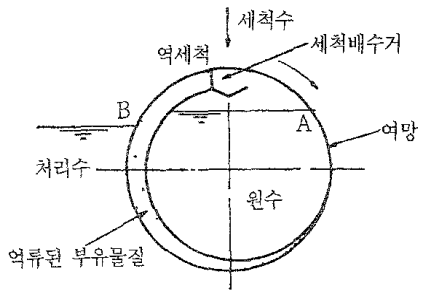
호칭 (메쉬)	사방향	선경 (mm)	메쉬	여과입도 (μ)공칭	망두께 (mm)	최대직폭 (mm)
80	종	0 457	14	250	1 03	1,500
	횡	0 345	70			
110	종	0 376	24	140	0.751	3,810
	횡	0 254	110			
150	종	0 254	30	110	0 552	1,500
	횡	0.193	150			
200	종	0 185	40	85	0 414	1,220
	횡	0.142	200			
250	종	0 142	50	60	0.309	1,220
	횡	0 112	250			
510	종	0 091	80	40	0.184	1,220
	횡	0.056	510			

금속제의 여과망은 스테인레스강제로 통상 510~150메쉬의 것이 사용된다. 플랑크톤제거에는 510메쉬의 것이 가장 많이 사용된다. 합성섬유제 여과망에는 나일론, 기타 섬유가 사용되고 있으며 특징은 내약품성이 크고 비교적 가격이 저렴하며 공극율이 크므로 여과수량도 많으며 세척효과가 대단히 좋고 따라서 세척압력, 세척수량이 적어지는 이점이 있다 그러나 기계적 강도가 금속그물에 비하여 작으므로 파일로트 그물에 의한 보강이나 그물설치의 연구가 필요하다. 마이크로스트레이너의 여과기구와와 여망의 짜임은 각각 그림5.121과 그림5.122에 나타내었다

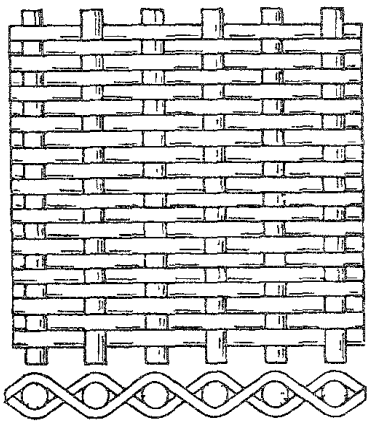
3. 마이크로스트레이너를 여과지의 전 또는 응집침전지의 전에 설치하여 플랑크톤조류를



<그림 5.120> 마이크로 스트레이너의 구조



<그림 5.121> 마이크로스트레이너의 여과기구



<그림 5.122> 마이크로스트레이너의 여망의 짜임

여별한다. 이 경우에 전염소처리를 하는 정수처리시설에서는 전염소 주입에 의하여 마이크로스트레이너의 그물이나 프레임 등의 금속부분이 부식될 수가 있으므로 염소주입지점보다 앞에 설치하여야 한다.

4. 여과망세척을 위한 세척수 압력은 충분한 세척효과가 나타날 수 있도록 적절히 설정하여야 하며 통상 2kgf/cm^2 (0.196 MPa)가 사용되나 원수의 수질에 따라서 변화시킬 필요가 있다. 또 부유물의 종류에 따라 여과망의 폐색이 심할 경우에는 기계정지시에 물과 수증기를 병용하여 세척하는 장치도 연구할 필요가 있다.

18.4 약품처리설비

약품처리설비는 다음 각 항에 적합하여야 한다.

1. 약품처리설비는 발생한 장해생물을 유효하게 제거할 수 있어야 한다.

2. 약품처리설비에 사용하는 약품은 위생적으로 지장이 없는 것으로써 장해생물의 종류에 따라 적절한 것을 선정하여야 한다.

3. 약품의 사용량은 생물의 종류나 수질 등을 고려하여 정하여야 한다.

4. 약품의 주입장소는 제거효과를 고려하여 정하여야 한다.

5. 약품의 용해주입장치에서 염소제를 사용할 경우에는 본장 제11절 소독(살균)설비에 준하고 황산동 또는 염화동을 사용할 때에는 필요에 따라서 용해농도를 조절할 수 있고, 또 연속적으로 용해주입이 가능한 설치라야 한다.

【해 설】

1. 저수지에 발생하는 플랑크톤이나 수로에 발생한 조류, 지하수나 복류수 중에 번식한 철박테리아 등을 약품을 써서 제거하기 위하여는 될수록 생물이 번식하고 있는 수역에서 또 이들 생물을 사멸시키기에 충분한 최소량의 약품일 필요가 있다.

수원이 수도전용의 저수지인 경우에는 저수지에서 약품처리를 할 수 있으나 어업이나 농업 등 타 산업에도 이용되고 있는 호소나 인공호에서는 그 수역에 서식하는 생물 전체에 영향을 줄 염려가 있으므로 약품처리를 하기에 적절하지 않다.

약품의 사용방법은 ①장해생물이 발생한 기간중 취수구나 착수정 등에 연속하여 약품을 주입하는 연속주입, ②약품에 저항력을 갖는 동·식물의 발생을 방지하기 위하여 저수지의 유입구 등에 간헐적으로 높은 농도의 약품을 주입하는 간헐주입, ③저수지나 도수로 벽면등에서 특히 장해생물이 번식하는 장소에 살포하는 살포방법 등이 있다.

단, 완속여과방식의 경우에는 사용약품이 여과막을 형성하고 있는 생물층에 악영향을 줄 염려가 있으므로 주입장소와 주입량 등에 주의할 필요가 있다.

2. 생물제거에 적합한 약품은 인축(人畜)에 무해하고 또 저렴하며 소량의 사용량으로써 효과가 높은 것이라야 좋다.

현재 일반적으로 사용되고 있는 약품은 염소, 황산구리, 염화구리 등이다.

염소는 플랑크톤조류나 철박테리아 등의 세균류에 효과가 크고, 또 속효성이 있으며 연속주입에도 편리하지만 효력의 지속성이 없고 태양광선이나 수중의 피산화물로 인하여 소비되고 동물이나 어떤 종류의 식물성 플랑크톤에서는 생선 비린내같은 냄새를 발생하거나 염소에 강한 조류가 이차적으로 번식해서 새로운 생물장해가 생길 경우도 있다.

황산구리는 조류에 대하여 특히 유효하며 약효의 지속성이 있어 저수지에 있어서 식물성 플랑크톤의 제거에 적당하다. 그러나 효과가 나타날 때까지는 많은 시간이 필요하고 또 구리이온에 강한 조류의 번식을 유발하는 등의 결점도 있다.

염화구리는 염소와 구리가 갖는 살균과 살조작용으로 조류의 이차적인 번식도 적다. 그 제조법은 금속구리(銅石)와 염소수를 반응시켜서 만드므로 사용방법은 염소를 주입하는 경우와 같다. 이들 약품의 저장장소와 저장량은 생물의 번식이 계절에 따라 크게 변동하므로 미리 장해생물의 번식시기나 양을 충분히 조사하여 주입, 살포작업에 편리한 장소로 하고 필요 저장량을 비축하여야 한다

3. 표 5.36에 생물제거약품의 생물종류별 표준주입율을 표시하였으며, 약품의 효과는 처리수의 수질이나 물리적 환경에 의하여도 영향을 받으므로 주입율은 이러한 것을 고려하여 조절하여야 한다

<표 5.36> 살균, 살조제 표준주입율

생 물			황산구리 ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)(mg/L)	염 소 (Cl_2)(mg/l)
황박테리아	베기아타	*(Beggiatoa)*	5 0	0.50
	치오트릭스	*(Thiothrix)*	-	0.50 ~ 1.00
철박테리아	크로노트릭스	*(Cronothrix)*	0.33 ~ 0.50	0.50
	스페로틸루스	*(Sphaerotilus)*	0 40	0.25
진 균 류	렙토미루스	*(Leptomitus)*	0.40	-
	사프로레지니아	*(Saprolegnia)*	0 18	-
남 조 류	아나베나	*(Anabaena)*	0 12 ~ 0.48	0 50 ~ 1.00
	마이크로시스티스	*(Microcystis)*	0 12 ~ 1.00	1 00
	아파니조메논	*(Aphanizomenon)*	0 12 ~ 0 50	0 50 ~ 1.00
	오시라토리아	*(Oscillatoria)*	0 20 ~ 0.50	1.10
	폴미디움	*(Phormidium)*	-	3.00
규 조 류	아크난테스	*(Achnanthes)*	0.50	2.00 ~ 3.00
	아스테리오네라	*(Asterionella)*	0 12 ~ 0.20	0.50
	아티야	*(Attheya)*	0 20	-
	사이클로텔라	*(Cyclotella)*	0 50	1.00
	후라기라리아	*(Fragilaria)*	0 25	2.00
	메로시라	*(Melosira)*	0 33	0 50 ~ 2.00
	노비큐라	*(Navicula)*	0 07	-
	닛치야	*(Nitzschia)*	0.50	-
	리조소레니아	*(Rhizosolenia)*	0 20 ~ 0.70	-
	스테파노디스커스	*(Stephanodiscus)*	0 25	-
	시네드라	*(Synedra)*	0.50 ~ 1.00	1.00
	타벨라리아	*(Tabellaria)*	0.12 ~ 0 50	0.30 ~ 1.00
녹 조 류	안기스트로데스머스	*(Ankistrodesmus)*	1.00	-
	크라미도모나스	*(Chlamydomonas)*	0 50	-
	클로스트리움	*(Closterium)*	0 17	-
	코크미사	*(Coccomyxa)*	-	2.50 ~ 3.00
	코스마리움	*(Cosmarium)*	-	1 50 ~ 2.00
	유도리나	*(Eudorina)*	10.00	-
	팔멜라	*(Palmella)*	0 50 ~ 1.00	2.50 ~ 3.00
	세네데스머스	*(Scenedesmus)*	1.00	-
	스페로시스티스	*(Sphaerocystis)*	0.25	-
	스피로기라	*(Spirogyra)*	0.12 ~ 0 20	0.70 ~ 1 50
	스타우라스트럼	*(Staurastrum)*	1.50	-
	데트라스포라	*(Textraspora)*	0.30	1.00 ~ 1.50
	울로스릭스	*(Ulothrix)*	0.20	-
	볼복스	*(Volvox)*	0.25	0.30 ~ 1.00
	지그네마	*(Zygnema)*	0.50	-
황 조 류	디노브리욘	*(Dinobryon)*	2.50	0.30 ~ 1.00
	말로모나스	*(Mallomonas)*	0.50	-
	시누라	*(Synura)*	0.12 ~ 0 25	0.30 ~ 1 00
	우로그레노프시스	*(Uroglenopsis)*	0.05 ~ 0 20	0.30 ~ 1.00
와편(渦鞭) 조 류	세레티움	*(Ceratium)*	0.33	0.30 ~ 1 00
	페리디니움	*(Peridinium)*	0.50 ~ 2.00	-

염소는 수중의 피산화물이나 햇빛에 의하여 효력이 감소하므로 물의 염소요구량을 미리 측정할 필요가 있다. 황산구리는 경도, 알칼리도, 유기물 등에 따라 효력이 저하되고 햇빛이나 수온이 높을수록 효력이 상승한다.

저수지에서의 약품처리는 저수지의 크기나 깊이에 따라 계절적으로 약층이 형성되므로 처리대상이 되는 수량은 저수지 전체 수량이 아

니고 수면으로부터 약층의 직하부까지의 수량으로 양을 조절하며 이는 저수지에 번식하는 생물이 표층으로부터 저층까지 동일하게 분포되어 있는 것이 아니고 오히려 약층의 상부에 많이 생기는 경향이 크기 때문이다.

그러므로 취수문의 위치(깊이)를 변경할 수 있을 때는 생물이 적은 약층 이하의 물을 취수함으로써 생물장해를 방지할 수 있다.

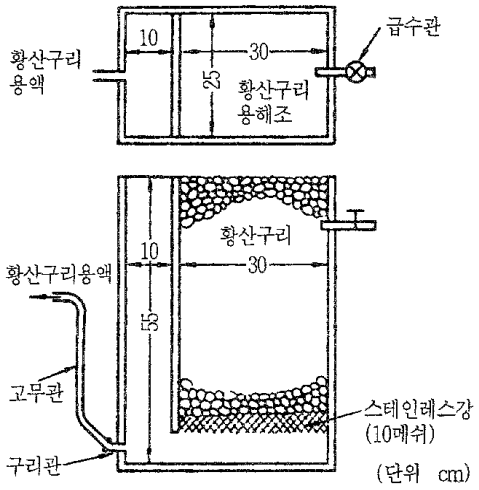
4. 천연의 호소나 다목적의 인공호에서는 수도를 위하여 약품처리를 하는 것이 불가능하므로 착수정 또는 상수도원수 취수구, 도수관거 등에서 약품주입을 한다. 이때에 염소제를 사용하는 것이 일반적이나 일시적으로 주입하는 경우에는 황산구리 등을 사용할 때도 있다

어느 장소에서 주입하더라도 약품과 원수가 충분히 혼합하도록 고려하여야 한다.

5 염소제를 사용하는 경우에는 전염소처리방식과 같다.

황산구리를 사용하는 경우 분말상의 황산구리는 미리 일정량을 대형수조 등의 용기에 용해하고 그 용액을 연속적으로 주입하면 좋으나 황산구리의 용해에 어느 정도의 인력이 소요된다. 이 경우 그림 5.123과 같은 황산구리주입장치를 설치하여 비교적 큰 결정(2~5cm정도)의 황산구리를 사용하면 용해조에 주입하는 수량과 유출고무관의 위치를 조절함으로써 유출하는 황산구리의 농도와 용량을 변화시킬 수 있다.

염화구리의 경우는 염소를 구리 부스러기에 반응시켜서 만든 것이다. 구리는 염소1에 대하여 약 0.1의 비율로 용출된다. 또 구리 반응조는 구리 부스러기를 교환할 필요가 있으므로 2개이상의 조를 가져야 한다. 상수도전용의 저수지 등에서 생물처리를 할 때는 통상 황산구리 또는 염소제의 살포 또는 저수지유입부에서 이들 약품주입을 한다. 황산구리의 살포는 미리 물에 용해한 황산구리를 보트(boat)위에서 살포하나 결정상의 황산구리가 물과 접촉하면 소정량을 용해시키는 구조의 용해장치를 가진 보트를 사용하는 예가 있다 염소제는 차아염소산나



<그림 5.123> 황산구리의 연속용해주입장치

트륨이나 고도의 표백분을 보트위에서 살포한다. 염소제는 작업자의 피부나 의복에 부착하면 염증이나 부식을 일으키는 일이 있으므로 취급에 주의하여야 한다. 황산구리를 자동제어 하는 경우의 한 예를 그림 5124에 나타내었다.

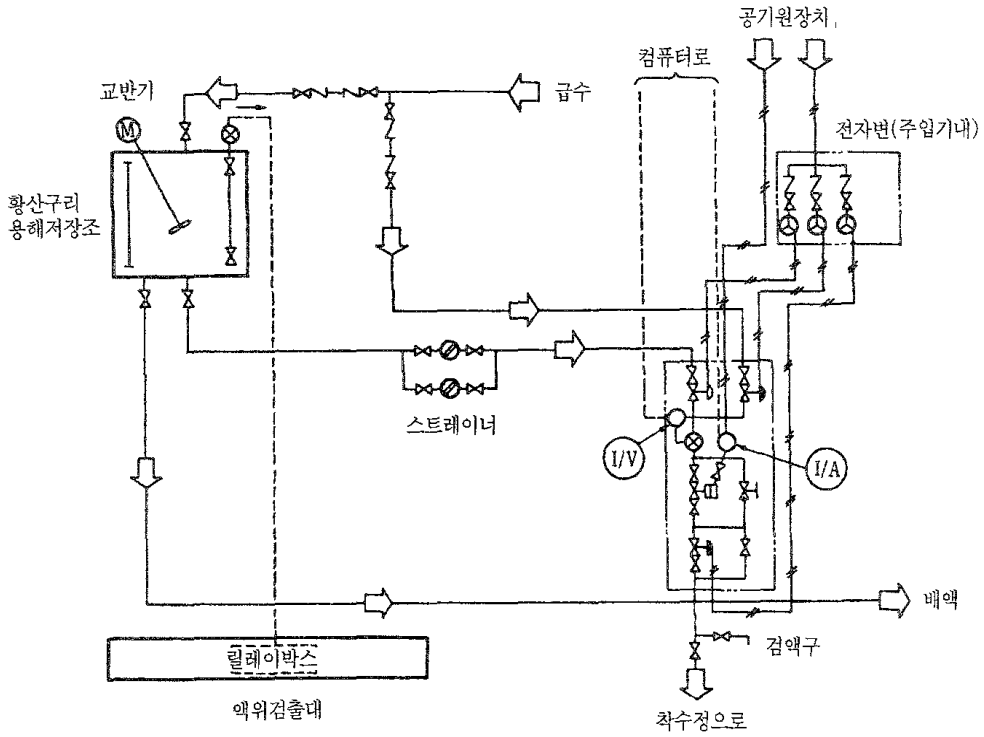
18.5 이단응집처리시설

이단응집처리설비는 침전지와 여과지 사이에 설치하고 응집제 주입 후 곧바로 혼화한다. 응집제 및 주입설비는 제3절의 응집용 약품주입설비에 준한다.

【해 설】

이단응집이란 통상 응집처리한 처리수에 다시 응집제를 주입하는 처리법이다.

미세 플랑크톤조류 예를 들면 *Microcystis* 등은 응집장해를 일으켜 보통의 응집침전처리에서는 충분히 제거할 수 없고 여층에도 포착할 수 없어 여과수에 누출하여 냄새를 나게하고 탁도를 상승시키는 수가 많다 이 때 침전처리수에 응집제를 추가로 주입하면 플랑크톤조류가 모래층에 포착되어 여과수로의 누출을 막을 수 있다. 이단응집의 주입율은 처리대상 플랑크톤조류의 종류와 처리수질에 따라서 다르



<그림 5.124> 황산구리주입장치의 흐름도의 일례

지만 폴리염화알루미늄을 5~10 mg/L의 범위에서 주입하는 예가 많다.

침전처리수에 응집제를 주입한 뒤 곧바로 균일하게 혼화를 할 필요가 있다. 혼화장치는 침전지와 여과지사이에 혼화지를 설치하든지 관거에 조류판(阻流板)을 설치한다

제19절 철, 망간 제거설비

19.1 총칙

철이 다량으로 수돗물에 포함되면 물에 쇠맛, 쇳내를 일으킬 뿐더러 세탁 및 세척용으로 사용하면 의류나 기구 등을 적갈색을 띠게 하고 또 공업용수로도 부적당하다.

수돗물의 수질기준에서는 철은 0 3mg/L이하로 정해져 있으므로 수돗물에는 이 이상 포함될 가능성이 있을 때는 제거하는 것이 필요하다. 그러나 원수 중에 포함된 철은 대개의 경우 침전, 여과과정에서 어느 정도 제거되므로 철제거설비를 설치할 필요 여부는 포함된 철의 양 및 성질과 그 수도설비 등을 구체적으로 고려한 다음에 결정하여야 한다.

수돗물 중에는 망간이 포함되면 수질기준(0.3ppm 이하)에 적합할 정도의 양이라도 유리잔류염소로 인하여 망간양의 300~400배의 색도가 생기거나 관 내면에 흑색 부착물이 생기는 등 흑수의 원인이 될 뿐더러 기물이나 세탁의류에 반점을 띠게 하는 경우가 있다. 또 망간과 철이 혼재할 때는 철이 녹은 색이 혼합되므로 흑갈색을 띠게 된다. 원수 중에는 망간이 포함되면 보통 정수처리에서는 거의 제거되지 않으므로 망간에 의한 장해가 발생할 염려가 있을 경우에는 망간 제거처리를 할 필요가 있다. 이 경우에 정수 중에는 0.05ppm 정도 이하로 하도록 되어있으나 그 이상 장해를 완전히 방지하기 위해서는 처리효과가 확실한 망간제거설비를 설치하는 것이 필요하다.

또 철이 많이 포함된 물에는 망간이 공존하는 경우가 많으므로 철의 제거방법의 검토에 있어서는 망간제거의 필요 유무에 대해서도 함

께 검토하여야 한다.

19.2 철제거설비

철제거설비에는 다음 각 항에 적합하여야 한다.

1. 철제거에는 포기, 전염소처리, pH값 조정처리, 약품침전처리 등을 단독 또는 적당히 조합한 전처리설비와 여과지를 설치하여야 한다.

2. 포기설비는 본장 제13절 포기설비에 준한다

3. 전염소처리설비는 본장 제12절 전염소처리에 준한다. 단 염소의 주입율은 유기물 등에 의하여 소비되는 양을 고려하여 충분한 농도로 하여야 한다.

4. pH 조정설비는 본장 20 2 pH 조정설비에 준한다.

5 응집용 약품주입설비는 본장 제3절 응집용 약품주입설비, 응집지는 제4절 응집지, 약품침전지는 제5절 약품침전지에 준한다.

6 여과지는 제6절 급속여과지 또는 제9절 완속여과지에 준한다.

【해 설】

1. 철은 일반적으로 철을 많이 포함하고 있는 지하수에서 중탄산제일철 [$Fe(HCO_3)_2$] 의 형태로 존재하는 경우가 많다. 또 휴믹산 등과 결합하여 콜로이드철로서 존재한다.

하천수에서는 대개의 경우 산화되어 제이철염으로 되어 있으며 제일철이온의 존재는 비교적 적다. 그러나 온천이나 광산, 공장폐수 등의 혼입에 따라 황산제일철이 존재할 때도 있다.

제거방법은 일반적으로 원수 중에 용해되어 있는 제일철이온이나 콜로이드상의 철화합물을 포기 또는 전염소처리에 의하여 산화하고 제이철염으로서 석출한 후 응집침전 또는 여과를 행하면서 제거한다.

또 pH 조정은 상기 방법과 조합하거나 상기의 여과를 접촉여과법으로 하는 외에 단독으로 철박테리아 이용법으로 행한다.

2. 산화법의 하나로서 포기가 있다. 중탄산제일철로서 철이 존재하는 경우 유효하고 유리탄산, 황화수소의 제거도 동시에 할 수 있다. 중탄산제일철은 포기에 의하여 부용성의 수산화제이철로 되어 침전한다 pH가 낮으면 반응이 늦으며 pH가 높으면 빨라지나 pH 7.0에서 잘 산화된다.

3. 산화법의 하나로서 산화제로 염소를 사용하고 제일철이온을 산화하여 제이철로서 침전시킨 후 여과한다. 이 방법에 의하면 pH가 낮을 경우에도 쉽게 철을 산화할 수 있다. 철 1ppm에 대하여 염소 0.63ppm이 대응되나 수중의 유기물이나 다른 환원물질에 의하여도 소비되므로 유리잔류염소가 소량 남는 정도로 염소를 주입할 필요가 있다. 잔류염소는 정수의 잔류염소 목표치와 동등하거나 그 이하로 하는 것이 좋다.

수중에 철이 30ppm정도 이상의 다량의 용성규산과 공존할 때 포기를 하면 철과 규산이 결합되어 콜로이드상의 세립분자가 되어 응집, 침전, 여과를 해도 충분히 제거될 수 없다. 이와 같은 물에는 염소에 의한 산화가 유효하다. 또 휴믹산과 결합된 콜로이드상의 철도 포기로써는 산화시킬 수 없으나 염소에 의한 산화는 유효하다.

4. 중탄산염 이외의 철은 pH를 9이상으로 높이면 수중의 산소로 산화되어 수산화제이철이 석출된다. 포기의 산화를 촉진시키기 위해서는 pH를 8.5 정도로 한다

5. 수중의 철은 포기, 전염소처리 등에 의하여 산화한 후 완속여과방식 또는 급속여과방식에 의하여 제거한다.

지하수를 원수로 하여 철을 많이 포함한 때에는 응집침전을 행하여 여과지의 부식을 경감시키도록 시설을 하는 것이 필요하다. 또 급속여과지의 세척에는 유리잔류염소를 포함한 정

수를 사용하는 것이 필요하다

19.3 망간제거설비

1. 망간제거에는 pH 조정처리, 약품산화처리, 약품침전처리 등을 단독 또는 적당한 조합을 한 전처리설비와 여과지를 설치하여야 한다.

단, 지하수 등 탁질을 포함하지 않은 물로부터 망간을 제거할 때는 전염소처리 후에 망간접촉여재로 여과하는 수도 있다

2. pH 조정설비는 본장 20.2 pH 조정설비에 준한다.

3. 약품산화처리는 전염소처리 또는 과망간산칼륨처리에 의한 것으로 하고 다음 각 항에 적합한 것이라야 한다.

(1) 전염소처리설비는 본장 제12절 전염소처리에 준한다

단, 염소의 주입율은 여과수중에 유리잔류염소가 0.5~1.0ppm 남는 정도로 한다.

(2) 과망간산칼륨처리설비의 용해탱크및 배관 등은 내약품성의 재료를 사용한다.

(3) 과망간산칼륨의 주입율은 망간, 철 및 유기물 등에 의하여 소비되는 양을 고려하여 충분한 것으로 하여야 한다.

4. 응집용 약품주입설비는 본장 제3절 응집용 약품주입설비, 응집지는 제4절 응집지, 약품침전지는 제5절 약품침전지에 준한다.

5 여과지는 제6절 급속여과지, 제9절 완속여과지 또는 본장 6.16의 다층여과지에 준한다.

【해 설】

1. 하천수중에는 보통 망간은 포함되어 있지 않으나 상류에 온천이 있는 경우나 광산이나 공장의 폐수 또는 하수 등에 오염이 되어 있는 경우에 망간을 함유하는 경우가 많다.

또 지하수 특히 화강암지대, 분지, 가스함유지대 등의 지하수는 망간을 함유하는 경우가 많고 호소나 저수지에서는 여름철에 물이 정체하여 수온성층을 형성하면 저층수가 무산소상태가 되어 바닥에 가라앉은 이토(泥土)로부터 철 및 망간을 용출하는 경우가 있다.

망간은 철과 공존하는 경우가 많으며 양자 모두 산화에 의하여 수중에 용존상태로부터 산화물로 석출되고 다음에 응집침전과 여과에 의하여 제거되는 것으로 그 원리는 흡사하다. 그러나 망간은 산화되기 어려운 성질이 있고 철보다 제거가 어렵다 망간은 정수처리과정에서 제거되지 않고 정수 중에 포함되면 유리잔류염소에 의하여 점차 산화되어 흑수를 발생시켜 관내면에는 흑색의 산화물이 퇴적된다. 망간제거처리를 하면 철도 동시에 제거된다. 철이 특히 많은 경우에는 먼저 제일단에서 철을 제거한 다음 제이단에서 망간을 제거하는 것이 효과가 좋을 때가 있다.

망간제거의 방법에는 염소 또는 과망간산칼륨에 의한 약품산화처리 후에 응집, 침전, 여과를 하는 방법, 망간사를 여재로 하는 접촉여과법, 철박테리아이용법 등이 있다

지하수와 같이 탁도가 없고 망간을 포함한 경우에는 응집, 침전을 필요로 하지 않으므로 망간사에 의한 접촉여과법을 택하는 것이 좋다. 그 경우 전염소처리 직후에 망간사로 여과하는 것이 일반이다. 망간사층의 두께는 1000~2000mm, 여과속도를 500~600m/일 정도로 한 실시 예가 있다.

2 산화제로서 염소를 사용할 때에 이론적으로는 pH 9이하에서 망간은 거의 산화되지 않는다. 그러므로 수중의 망간이 고효율로 산화되기 위해서는 알칼리제로 pH를 9이하로 조정하는 것을 고려할 수 있다 이때 수중에 망간의 산화물이 존재하면 이들이 촉매가 되어 pH가 어떤 낮은 조건에서도 산화를 촉진하는 작용을 한다.

3. 염소로 망간을 산화하는 경우 산화반응을 촉진하기 위하여 pH를 조정한 다음에 전염소처리를 하고 다음에 응집침전과 여과를 한다. 이 경우의 pH는 반드시 이론상의 목표치가 아니라도 중성 부근에서 pH의 약간의 상승이 망간제

거효과를 좋게 한다고 인정하고 있으므로 최적 pH를 검토하는 것이 바람직하다 또 염소주입율은 응집, 침전, 여과후의 여수중에 0.5~1.0ppm 정도 잔류하도록 한다. 망간 1ppm에 대하여 염소 1.29ppm이 대응되나 염소는 수중의 유기물이나 다른 환원물질에 의하여도 소비되는 것을 고려할 필요가 있다.

염소를 산화제로 하는 망간제거처리를 계속하면 여사가 점차 망간산화물로 피복되어 흑색이 되고 망간사와 같은 작용을 하게 된다. 이와 같이 되면 pH 조정을 하지 않아도 망간을 제거할 수 있다. 또 pH 조정을 하지 않고 전염소처리 다음에 응집침전, 여과를 하는 정수장에서 여사가 수개월 이내에 망간사가 되어 확실히 망간제거처리가 되는 예도 있다.

오존을 산화제로 사용하는 경우에는 오존처리시설의 오존 주입율을 참고한다

과망간산칼륨을 산화제로 사용하는 경우는 산화력이 강하므로 중성에서도 단시간에 확실히 산화된다. 또 과정주입율에 안전폭이 있으므로 원수의 망간량에 약간의 변동이 있더라도 처리가 되지만 되도록 원수의 망간함유량의 변동이 적은 상수도에 적합하다.

망간 1ppm에 과망간산칼륨 1.92ppm이 대응되나 수중에는 기타 철, 유기물 등의 환원물질이 있으므로 이들을 고려하여 주입율을 결정하여야 한다. 또 과도하게 주입하면 물에 착색하고 처리수중에 망간이 남으므로 항상 적정주입율을 유지하여야 하며 약품비가 많이 드는 결점이 있다.

과망간산칼륨은 산화력이 강한 물질이므로 주입설비는 내약품성의 재료를 사용하도록 유의하여야 한다. 또 과망간산칼륨을 가연성물질과 혼합한 것은 가열, 충격등에 의하여 폭발을 일으키기 쉬우므로 취급에 주의를 요한다.

4. 수중의 망간은 염소 또는 과망간산칼륨에 의하여 산화처리한 후 응집, 침전, 급속여과에 의하여 제거하는 것이 일반적인 예이다.

급속여과지의 세척에는 유리잔류염소를 포함한 정수를 사용하는 것이 필요하다.

19.4 철박테리아 이용법

철박테리아이용법은 다음 각항에 따른다.

1. 원수는 수질변동이 적은 지하수 등으로 한다.

2. 철박테리아의 종류 및 존재를 확인한다.

3. 여과속도는 10~30 m/일을 표준으로 한다

4. 여과지는 제6절의 급속여과지, 제9절의 완속여과지에 준한다.

【해 설】

철박테리아 이용법은 철박테리아를 이용하여 현탁물이 적은 원수(지하수 등)를 대상으로 수중의 철, 망간의 제거를 목적으로 행한다.

철박테리아를 이용한 철·망간 제거의 원리는 철박테리아가 물속에 용존하는 철, 망간을 산화하여 불용성의 철, 망간 화합물로써 몸 표면에나 몸속에 침착하는 능력을 이용한 것이다. 따라서 원수를 철박테리아와 접촉시켜 철, 망간을 흡착후, 모래여과로 철박테리아와 물을 분리시키는 것이다.

이 방법은 유지관리가 쉽기 때문에 철, 망간 제거 대책으로서 특히 지하수 등을 원수로 하는 소규모 상수도에 알맞다.

1. 철박테리아 이용법은 완속여과적인 방법을 이용하기 때문에 수질변동이 적은 지하수 및 복류수, 용수 등의 원수에 적용한다. 이 방법은 원수에 철, 망간이 다소의 변동이 있어도 처리수가 안정하고 저농도의 탁도와 암모니아는 제거할 수 있다. 그러나, 중금속 및 유기염소화합물 등의 물질은 함유하지 않는 것이 바람직하다. 이 때문에 원수 수질을 정기적으로 검사할 필요가 있다

2. 이 방법을 사용한 철, 망간의 제거처리는 철박테리아의 생물계를 이용하기 때문에 원수중에 철박테리아가 서식하고 있는지 여부를 확

인할 필요가 있다. 철박테리아가 존재하지 않는 원수에서는 그 지하수에 알맞는 균종을 이식하는 수가 있다.

철박테리아에는 종류에 따라 철, 망간의 산화, 침착능력을 갖는 *Leptothrix*, 망간을 산화, 침착하는 *Clonothrix*, 철은 산화, 침착하지만, 망간의 제거가 힘든 *Siderococcus* 등이 있으므로 원수수질에 대응하는 종류를 선택한다.

3. 여과속도는 실시예에서 10~30 m/일을 표준으로 하지만 원수수질, 여과수량, 여층 조건 등에 따라서 변동한다.

4. 여과지의 구조는 완속여과지에 준한 것으로 여과속도를 크게 한 구조 또는 여과일수(시간)의 관계에서 역류세정이 필요하다고 생각되는 경우에는 급속여과지에 준한 구조로 한다. 이 경우 표면세정 장치도 될 수 있는 한 설치하는 것이 좋다.

여과지 구조는 이 단으로 여과를 할 수도 있다. 이 경우에는 첫 단에는 산화가 빠른 철을 제거하고, 둘째 단에서는 산화하기 어려운 망간을 제거한다.

제 20절 그 밖의 처리

20.1 총칙

일반적인 정수처리를 거쳐도 수질관리목표에 적합한 처리수가 얻어질 수 없을 때에는 통상의 처리에 고도정수시설을 조합시킨 정수처리를 행할 필요가 있다.

이 대상이 되는 주된 수질항목은, pH, 침식성 유리탄소, 불소. 색도, 트리할로메탄(THM), 트리클로로에틸렌류(trichloroethylene) 등 음이온계면활성제, 맛, 냄새, 암모니아성 질소, 질산성 질소 등이 있다.

처리방식의 선택과 설계에 있어서는 기존의 시설의 운전 실적, 원수 수질의 동향을 고려하여 충분한 검토를 행한다.

20.2 pH의 조정

pH가 낮은 경우에는 플록 형성 후에 알칼리제를 주입하고 pH를 조정한다

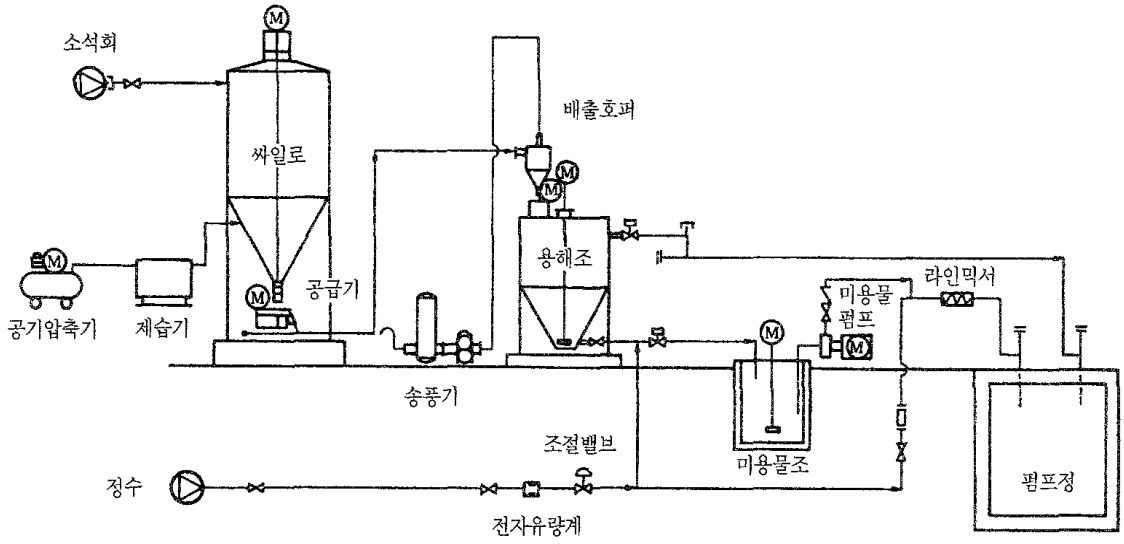
【해 설】

정수처리공정에서는 응집제와 염소제의 사용량이 많으며, 정수의 pH가 낮아 부식성이 강하다. 이와 같은 물은 콘크리트 구조물, 모르터 라이닝 관, 석면 시멘트 관을 열화(劣化)시켜 아연 도금 강관, 동관, 납관에서는 아연, 동, 납을 용출시키든지 철관에서는 철을 용출하고 적수의 원인이 되는 등 상수도시설에 대하여 여러 장해를 준다 이의 대책으로서 pH를 7.5~8.0, Langelier 지수를 -1.0정도 이상의 부식성이 적은 물로 하기 위해 알칼리제를 주입하여 pH을 조정한다. 알칼리제중에서 소석회의 사용은 칼슘경도를 증가시키고, 주입량을 많이 하면 금속 표면에 탄산칼슘이 침착하여 보호피막을 형성한다. 그러나 소다회, 가성소다에서는 이같은 작용은 없다. 따라서, 방식에는 소석회가 가장 효과적이지만 분말이기 때문에 취급에 어려움이 있고, 물의 용도에 따라서는 보호피막이 장해인 경우도 있다. 작업성을 개선한 소석회의 자동 용해 주입설비의 실시 예를 그림 5.125에 나타내었다.

방식을 위해 pH조정을 행할 경우 급속여과방식의 처리에서는 응집효과에 pH가 영향을 주므로 주입장소는 플록형성지의 출구 이하로 하고, 통상적으로 침전지의 출구에서 주입한다. 여과 후에 주입하는 경우는 염소주입 후가 바람직하다. 알칼리제는 응집용 약품으로서도 사용되므로 그의 종류, 주입량, 저장 설비 및 주입 설비에 대해서는 제3절 응집용 약품 주입설비에 준한다.

【참고】 Langelier 지수

Langelier 지수(포화지수)란 물의 실제 pH와 이론적 pH(pHs, 수중의 탄산칼슘이 용해도 석출도 되지 않고, 평형상태일 때의 pH)와의 차를 말하고, 탄산칼슘의 피막형성을 목적으로 한



<그림 5.125> 소석회 자동용해주입설비 흐름도예

다. 지수가 양의 값에서 절대값이 클수록 탄산칼슘의 석출이 일어나기 쉽고, 0이라면 평형상태이고, 음의 값에서는 탄산칼슘 피복은 형성되지 않고 그 절대값이 클수록 물의 부식 경향은 강하게 된다. Langelier 지수는 물의 pH, 칼슘이온량, 총 알칼리도 및 용해성 물질량으로부터 다음 식에 따라 구할 수 있다.

Langelier 지수 = 물의 pH - pHs

$pHs = 8.313 - \log[Ca^{2+}] - \log[A] + S$

여기서, 8.313: 정수, $[Ca^{2+}]$: meq/L로 나타낸 칼슘이온량이고, Ca^{2+} mg/L÷(40.1÷2)로 구할 수 있다. [A]: meq/L로 나타낸 총 알칼리도이고, 총 알칼리도 mg/L÷(100÷2)에서 구할 수 있다.

S. 보정치로서 다음 식으로 구할 수 있다.

$$S=\frac{2\sqrt{\mu}}{(1+\sqrt{\mu})},\ \mu = 2.5 \times 10^{-5}\ Sd$$

Sd. 용해성 물질(mg/L)

단, 또 Langelier 지수는 온도에 따라서 다르고, 위는 25℃에서의 경우이며, 온도 1℃의 상승에 대하여 1.5×10^{-2} 증가한다. 또 pH를 구하는 방법으로 표 5.37에서 얻은 수치를 다음 식에 대입하여 산출하는 방법도 있다.

pHs = (9.3+A값+B값) - (C값+D값)

pHs를 실험적으로 구하는 데는 과잉의 탄산칼슘과 물을 하루동안 접촉시킨 후, 그 물의 pH를 측정하여도 좋다.

<표 5.37> pHs 산정표

증발잔류물 (ppm)	A 값
50 ~ 300	0.1
400 ~ 1,000	0.2

수온(F)	B 값
32 ~ 34	2.6
36 ~ 42	2.5
44 ~ 48	2.4
50 ~ 56	2 3
58 ~ 62	2.2
64 ~ 70	2.1
72 ~ 80	2.0
82 ~ 88	1.9
90 ~ 98	1.8
100 ~ 110	1.7
112 ~ 122	1.6
124 ~ 132	1.5
134 ~ 146	1.4
148 ~ 160	1.3
162 ~ 178	1.2

칼슘경도	C 값
10 ~ 11	0.6
12 ~ 13	0.7
14 ~ 17	0.8
18 ~ 22	0.9
23 ~ 27	1.0
28 ~ 34	1.1
35 ~ 43	1 2
44 ~ 55	1 3
56 ~ 69	1.4
70 ~ 87	1.5
88 ~ 110	1 6
111 ~ 138	1.7
139 ~ 174	1.8
175 ~ 220	1.9
230 ~ 270	2.0
280 ~ 340	2.1
350 ~ 430	2 2
440 ~ 550	2 3
560 ~ 690	2 4
700 ~ 870	2.5
880 ~ 1,000	2 6

알칼리도	D 값
10 ~ 11	1.0
12 ~ 13	1.1
14 ~ 17	1.2
18 ~ 22	1.3
23 ~ 27	1.4
28 ~ 35	1 5
36 ~ 44	1 6
45 ~ 55	1.7
56 ~ 69	1.8
70 ~ 88	1 9
89 ~ 110	2.0
111 ~ 139	2.1
140 ~ 176	2 2
177 ~ 220	2 3
230 ~ 270	2.4
280 ~ 350	2.5
360 ~ 440	2.6
450 ~ 550	2.7
560 ~ 690	2.8
700 ~ 880	2.9
890 ~ 1,000	3.0

20.3 침식성 유리탄소의 제거

침식성 유리탄소를 많이 포함한 경우에는 그 제거를 위해 포기 처리, 알칼리 처리를 행한다.

【해 설】

침식성 유리탄소를 많이 포함한 물은 상수도 시설에 대하여 pH가 낮은 경우와 같은 장해를 준다.(20.2 pH의 조정 참조)

침식성 유리탄소는 원수에서는 지하수와 호소의 정체기의 저층수에, 정수에서는 전 염소 및 응집제를 다량으로 사용한 경우에 많다고 알려져 있다 유리탄소가 약 20mg/L 를 넘는 경우는 침식성 유리탄소도 많을 우려가 있으므로, 수질 장해의 정도를 감안하여 포기나 알칼리제를 처리하여 제거 및 중화시켜야 한다. 그러나 침식성 유리탄소를 완전하게 제거하지 않아도 효과를 기대할 수 있는 경우도 있으므로 수질 등을 충분히 조사하여 제거 목표치를 정한다.

포기처리시 기액비는 약 20배 정도가 좋다는 보고가 있으나 반드시 원수에 수질 및 목표제거율을 감안하여 실험을 통해 설계제원을 정하는 것이 바람직하다 알칼리처리시 알칼리제의 주입율은 사용하는 알칼리제의 종류에 따라 다르므로 표 5.38로 산출하여 결정한다 (제3 절 응집용 약품 주입설비, 제13절 포기 설비 참조)

<표 5.38> 유리탄소 1 mg/L를 제거하는데 필요한 알칼리제(mg/L)

소석회	소다회	액체가성소다	
(as CaO 72%)	(Na_2O_3 99%)	45%	20%
0.88	2.43	2.02	4 55

[참고] 유리탄소

유리탄소란 물에 용존되어 있는 이산화탄소로서 종속성 유리탄소와 침식성 유리탄소가 있다 유리탄소는 수중의 탄산수소염(알칼리도의 주체를 이루는 것)을 석출시키지 않도록 하는 역할과 목적을 가지며 그것에 필요한 양의 유리탄소를 종속성 유리탄소라 말하고 이의 양 이상으로 존재하는 유리탄소는 부식작용을 가지므로 그것을 침식성 유리탄소라 한다. 유리탄소는 물의 총 산도에 따르고 또 침식성 유리탄소는 총 산도 및 총 알칼리도에서 구할 수 있다 (공정시험법 참조)

20.4 불소주입 및 제거

불소는 충치예방을 목적으로 주입시설을 둘 수 있으며, 과량으로 존재하면 반상치(반점치) 등을 일으키므로 제거하여야 한다.

1. 불소주입

치아우식증 예방을 위하여 정수장에 불소를 투입할 경우 불소 투입기 등 관련시설을 설치하여 불소화합물을 주입한다.

2. 불소제거

원수중에 불소가 과량 포함한 경우에는 불소를 감소시키기 위하여 응집침전, 활성알루미나, 골탄, 전해 등의 처리를 한다.

【해 설】

1. 불소주입

불소투입기는 크게 분말투입법과 용액투입법으로 나눌 수 있다. 분말투입법에 쓰이는 투입방식으로는 용적투입기 및 중량투입기가 있으나 정확한 양의 불소를 투입하기 위해서는 중량투입기를 사용하는 것이 바람직하다. 또한 지리적, 경제적 여건 및 불소화합물의 공급의 용이성을 고려하여 결정한다.

투여하는 불소화합물로는 지금까지 불화나트륨(NaF)이 사용되었으나, 불화규소산(H_2SiF_6), 불화규소나트륨(Na_2SiF_6)을 사용할 수 있다. 현재 생산되고 있는 불화나트륨 및 불화규소나트륨은 분말형 또는 크리스탈형이며 불화규소산은 액체형의 약품이다.

또한 불소 투여시에는 온도 등을 고려하고 정해진 불소 농도를 심히 초과하거나 불소투입기의 고장 등이 의심스러운 경우 불소 투입을 중지한다.

2. 불소제거

불소는 음료수 중에 적정량 존재하면 충치를 예방하지만 다량으로 존재하면 해가 되므로 수질기준에서 불소는 1.5 mg/L 이하로 정하고 있다. 수중의 불소는 주로 지질에 기인하여 화강암지대의 지하수와 용수중에 많이 존재하고 온천, 광산대수, 공장배수 등에서 혼입하는 것도 있다. 불소제거 처리는 응집침전법, 활성알루미나법, 골탄법, 전해법 등이 있지만, 처리효율이 낮기 때문에 될 수 있는 한 수질이 좋은 다른 수원의 물을 혼합하여 희석하거나 수원을 전환하는 것이 바람직하다.

응집침전으로 불소를 제거하는 경우는 통상의 응집침전의 황산알루미늄 주입률보다 다량의 황산 알루미늄을 주입한다. 다량의 황산알루미늄을 가하므로 침전시간이 충분해야 하며, 슬러지의 탈수성이 나빠지므로 주의를 요한다.

활성알루미나법은 저부에 집수장치를 설치한 조에 여재로써 활성알루미나를 넣고 이것에 여과수 또는 탁질을 함유하지 않은 원수를 통과시켜 불소를 제거하는 처리법이다. 활성알루미나는 활성알루미나 겔($Al_2O_3 \cdot nH_2O$)을 황산 또는 황산알루미늄 용액에 집어넣어 얻은 $Al_2O_3H_2SO_4 \cdot nH_2O$ 또는 $Al_2O_3Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$ 와 같은 것이고 불소를 함유한 물을 통과 시키면 불소이온이 황산이온과 치환하여 활성알루미나에 흡착된다. 활성알루미나의 이온교환 작용을 이용한 것으로 재생조작이 필요하여 황산알루미늄 용액을 통과시켜 재생한다.

골탄법은 골탄을 여재로써 여과층에 여과수 또는 탁질을 함유하지 않은 원수를 통과시켜 불소를 제거하는 처리법으로 골탄중의 인회석이 불소이온에 대하여 친화력을 가지며 활성탄과 같이 큰 표면적을 가지므로 이온 교환이나 흡착으로 불소를 제거하는 효과가 있다. 골탄의 주성분은 인산삼칼슘($Ca_3(PO_4)_2$) 이고 불소이온이 불소인회석($Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$)으로써 제거된다고 생각된다. 골탄의 재생은 5~10배 용량의 가성소다용액을 통과시켜 행한다.

전해법은 원수에 탄산칼슘을 첨가하여 전해하여 불화 칼슘의 콜로이드를 생성시켜 이것을 규조토의 플록에 흡착시켜 제거하는 것으로 전해처리 후에 여과한다. 또 전해처리시에는 염화마그네슘, 염화나트륨을 첨가하므로 처리수의 경도와 염류를 증가시킨다.

어느 처리방법을 채용하더라도 실험을 통하여 처리조건, 시설의 용량, 구조 등을 정할 필요가 있다. (제3절 응집용 약품주입 설비 참조)

20.5 색도의 제거

색도가 높을 경우에는 그의 제거를 위하여 응집침전처리, 활성탄 처리, 오존처리를 한다.

【해 설】

여기서 말하는 색도란 주로 자연적 원인으로 인하여 발생하는 것으로 이탄지를 흐르는 표류수와 유기물이 많은 토양지역의 지하수 중에서 볼 수 있는 부식질로 인한 유황색 및 황갈색의 착색이다. 부식질의 주된 성분은 분자량이 비교적 큰 휴믹산과 분자량이 휴믹산(humic acid)보다 작은 펄빅산(fulvic acid)이다. 색도물질을 제거하는데는 응집침전처리, 활성탄 처리, 오존처리가 유효하다. 응집침전처리에서는 응집제의 주입량을 증가시키는 것과 응집처리 pH를 6전후로 함으로써 휴믹산을 제거할 수 있다.

활성탄 처리에서는 휴믹산, 펄빅산의 양쪽을 모두 제거할 수 있지만 휴믹산의 제거능은 펄빅산 보다 작고 또 펄빅산의 흡착능을 감소 시키게 된다. 따라서 부식질로 인한 고색도 원수의 처리에 대해서는 낮은 pH는 응집침전 처리와 활성탄 처리를 조합시키는 방법이 적절하다. 원수가 철, 망간에 의해 착색되어 있는 경우는 응집침전에 의해 제거할 수 있다.

오존처리는 휴믹산, 펄빅산으로 인한 색도의 제거에 유효하다. 원수를 오존처리하는 경우는 망간, 철로 인한 착색이 문제가 되고 트리할로메탄 생성능이 증가하는 경우가 있으므로 주의가 필요하다.(제4절 응집지, 제5절 약품침전지, 제14절 분말활성탄 흡착설비, 제15절 입상활성탄 흡착설비, 제16절 오존처리설비 참조)

20.6 트리할로메탄 대책

트리할로메탄 전구물질을 다량으로 포함한 경우에는 그의 저감을 위해 활성탄 처리 또는 전염소처리를 대신하여 중간염소처리한다.

【해 설】

트리할로메탄은 정수처리 공정의 염소처리공정에서 부식질등의 유기물과 유리염소가 반응하여 생성되는 것이다. 트리할로메탄의 전구물질의 제거방법은 전구물질이 현탁성인지 용해성인지에 의해 적절한 방법을 선정한다 현탁성 전구물질의 제거에는 응집침전에 의해, 용해성 전구물질의 제거에는 분말 활성탄 처리, 입상활성탄 처리 등을 행한다. 이들 트리할로메탄 전구물질의 제거 방법을 채용할 경우 전염소에 대신할 산화제를 필요로 할 수도 있으므로 실험에 의해 확인해 두는 것이 필요하다 응집침전 설비와 중간염소처리를 조합시키는 데에는 비교적 분자량이 큰 전구물질을 제거할 수 있고 트리할로메탄의 생성량을 20~40%정도 감소시킬수 있다. 이 경우 응집제의 주입율은 자-테스트를 통해 결정하지만 탁질을 제거하는 것만을 목적으로 한 적정주입율과 다르므로 실험에 의해 주입량을 설정할 필요가 있다. 또 중간염소처리를 행하는 데 있어서는 원수중에 용해성 망간과 암모니아성 질소가 공존하는 경우, 망간의 색콜로이드에 의한 색도장해를 일으킬 우려가 있으므로 제12절 전염소·중간염소처리 설비를 참조한다.

분말활성탄을 전구물질의 제거에 사용할 경우 트리할로메탄 전구물질 200μg/L 까지 범위에서 분말활성탄을 50mg/L 주입하여 40~60%, 100mg/L 주입하여 50~80% 제거할 수 있었던 예가 있다. 일반적으로는 분말 활성탄 1mg/L당 0.5~3μg/L의 트리할로메탄 전구물질의 제거효과가 있다고 한다. 입상활성탄 처리를 트리할로메탄 또는 전구물질의 제거에 사용할 경우는 전염소처리 또는 중간염소처리를 할 경우와 하지 않을 경우, 오존처리를 병용하는 경우와 구

별될 수 있다. (15.2 처리공정의 배열 참조) 전염소처리를 행하고 생성된 트리할로메탄을 입상활성탄에 의해 제거하는 경우에는 유효흡착기간은 짧고 활성탄의 종류에 따라서도 다르지만 대략 1~2개월 정도이다.

중간염소처리를 행하고 트리할로메탄의 생성량이 증가하지 않는 단계에서 트리할로메탄과 전구물질을 입상활성탄에 의해 제거하는 경우에는 트리할로메탄의 생성능의 제거율은 100일 이상에 걸쳐 50% 이상을 유지한 예도 있다. 전염소처리, 중간 염소처리를 행하지 않고 이른바 생물 활성탄 처리에 의해 트리할로메탄 전구물질을 제거하는 경우에는 SV 5~6정도에서 100~160일간 50~70%이상의 제거율을 갖고 그 후도 저수온시를 제외하면 30% 정도의 제거가 장기간 가능한 예가 있다. 이 경우 오존처리를 병용하면 용해성의 트리할로메탄 전구물질 농도가 비교적 높은 경우에도 장기간 좋은 제거효과를 나타낸다. 다만 오존 주입률이 낮으면 트리할로메탄 전구물질이 증가하므로 용존유기탄소(DOC)1mg/L당 오존주입률은 1mg/L정도가 필요하다. 트리할로메탄 대책으로서 트리할로메탄의 전구물질제거와는 별도로 결합염소처리가 있다. 지하수 등을 원수로 세균이 적고 암모니아성 질소를 포함한 경우에는 결합염소소독을 할 수 있다. 또 트리할로메탄 전구물질을 다량 포함하고 입상활성탄처리를 행하여도 트리할로메탄 생성능이 높은 경우에는 결합염소소독을 행하고 트리할로메탄 생성을 억제할 수 있다. 이 경우 암모니아성질소가 잔존하는 경우에는 그 양 1에 대하여 염소 5이하의 비율로 주입하여 결합염소를 생성시키는 방법과 일단 유리염소소독을 행한 후 암모니아를 주입하여 결합염을 생성시키는 방법이 있다 어느 처리방법을 채용함에 있어서도 실험을 통해 적절한 처리 조건을 확인하는 것이 필요하다. (제3절 응집용약품주입 설비. 제11절 살균(소독)설비, 제12절 전염소·중간염소 처리설비, 제14절 분말활성탄 흡착설비, 제15절 입상활성탄 흡착설비, 제16절 오존처리설비 참조)

20.7 트리클로로에틸렌 등 대책

> 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 1, 1, 1-클로로에탄을 포함한 경우에는 그 저감을 위해 포기, 입상활성탄처리를 한다.

【해 설】

트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 1, 1, 1-클로로에탄 등(이하, 트리클로로에틸렌등(TCE 등)이라 한다)중에는 사람의 건강에 대한 만성독성이 우려되고 있는 물질도 있다. 종래, 청정하고 안전한 음료수원이라고 생각되는 지하수중에서 검출된 사례가 보고되고 있다. 모두 휘발성이 높은 합성유기화합물이기 때문에 표류수중에는 존재하더라도 극히 미량이다. 따라서 트리클로로에틸렌 등에 의해 오염된 지하수를 수원으로 하고 있는 곳에는 오염의 영향을 받지 않는 표류수와 오염의 영향이 없는 대수층에서 취수하는 등 수원을 변경하는 것이 바람직하다. 그러나 수원의 변경이 곤란한 경우에는 이들 물질의 제거를 위해 포기(또는 탈기처리)설비 또는 입상활성탄 흡착설비를 설치하는 것이 필요하다. 포기에 의한 방법은 트리클로로에틸렌 등이 물에 대하여 용해도가 낮고 휘발성물질이라는 성질을 이용하여 수중(액상)에서 대기(기상)중에 휘산시키는 것이다. 포기에는 여러가지 방식을 들 수 있지만 효율 및 경제성을 고려하면 공기주입방식, 충전탑방식이 우수하다. 공기주입방식은 수조의 저부에 설치한 산기판과 산기관에서 공기를 불어넣는 것을 표준으로 하고 설치장소는 수질관리면 및 장치의 부식방지면에서 염소주입점 이전으로 하는 것이 바람직하다. 송기량은 원칙적으로 실험에 의하여 정한다. 통상, 기액비를 4~10배 정도로 하는 경우가 많다.

충전탑방식의 경우는 충전탑으로의 물부하량이 4 m^3/m^2/시간 이상이 필요하고 실시 예에서

<표 5.39> 포기에 필요한 기액비

화합물	유입농도 (μg/L)	유출농도(μg/L)														
		0.1			1			10			50			100		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
트리클로로에틸렌	1,000	2:1	40-136 1	76 1	2 1	25-100 1	54 1	2 1	10-66 1	32:1	2:1	4-44:1	17.1	2.1	3~34:1	11 1
	100	2.1	25-100 1	54.1	2:1	10-66 1	32.1	2 1	3-34.1	11 1	<1 1	1-10:1	1.1	<1 1		
	10	2:1	10-66 1	32 1	2 1	3-34 1	11 1									
	1	2:1	3-34 1	11:1												
테트라클로로에틸렌	1,000	1 1	25-320.1	96.1	1 1	17-150 1	72 1	<1 1	11-65 1	45 1	<1 1	8-36.1	26 1	<1 1	6~30 1	18 1
	100	1:1	17-150:1	72:1	1 1	11-65 1	45:1	<1 1	6-30 1	18 1	<1 1	2-7:1	1 1			
	10	1.1	11-65.1	45 1	1.1	6-30 1	18 1									
	1	1 1	6-30:1	18 1												
1,1,1-트리클로로에탄	1,000	6:1	60-600 1	198 1	6.1	21-260.1	90 1	6 1	10-120 1	35 1	6 1	5-65.1	14.1	6 1	4~52 1	8 1
	100	6 1	21-260 1	90 1	6 1	10-120 1	35:1	6.1	4-52.1	8.1	4 1	1-15 1	1 1			
	10	6 1	10-120.1	35 1	6 1	4-52:1	8:1									
	1	6.1	4-52 1	8.1												

a 헨리상수의 역수로부터 구한 공기와 물의 이론상 최적비

b 실험결과로부터 외삽법의 의해 구한 범위

c b로부터 산출한 평균치

는 50~60 m^3/m^2/시간이 쓰이고 있다 충전탑층 높이는 용량계수 등에 의해 정하지만 실험에서 처리대상물질의 최적기액비를 얻은 조건에서 접촉포기시간을 최저로 2분 이상, 통상은 3~10분을 확보할 수 있도록 결정한다. 충전탑의 기액비는 실험에 의해 정하는 것을 원칙으로 한다. 이론상의 최적비 및 포기실험에서 얻어진 기액비의 예를 표 5.39에 나타내었다. 또, 실시예에서 포기설비의 흐름도의 일례를 그림 5.126에, 기액비와 트리클로로에틸렌의 제거율관계를 그림 5.127에 나타내었다.

입상활성탄에 의한 경우 접촉시간은 대략 15분 정도를 목표로 하여 탄층의 두께 및 여과속도를 정하면 좋다. 그러나 활성탄의 흡착능은 공존하는 유기물과 그 양에 따라 변화하므로 반드시 처리대상원수에 대해 실험을 하고 각종 설계제원을 결정할 필요가 있다. (제13절 포기설비, 제15절 입상활성탄 흡착설비 참조)

20.8 음이온계면활성제의 제거

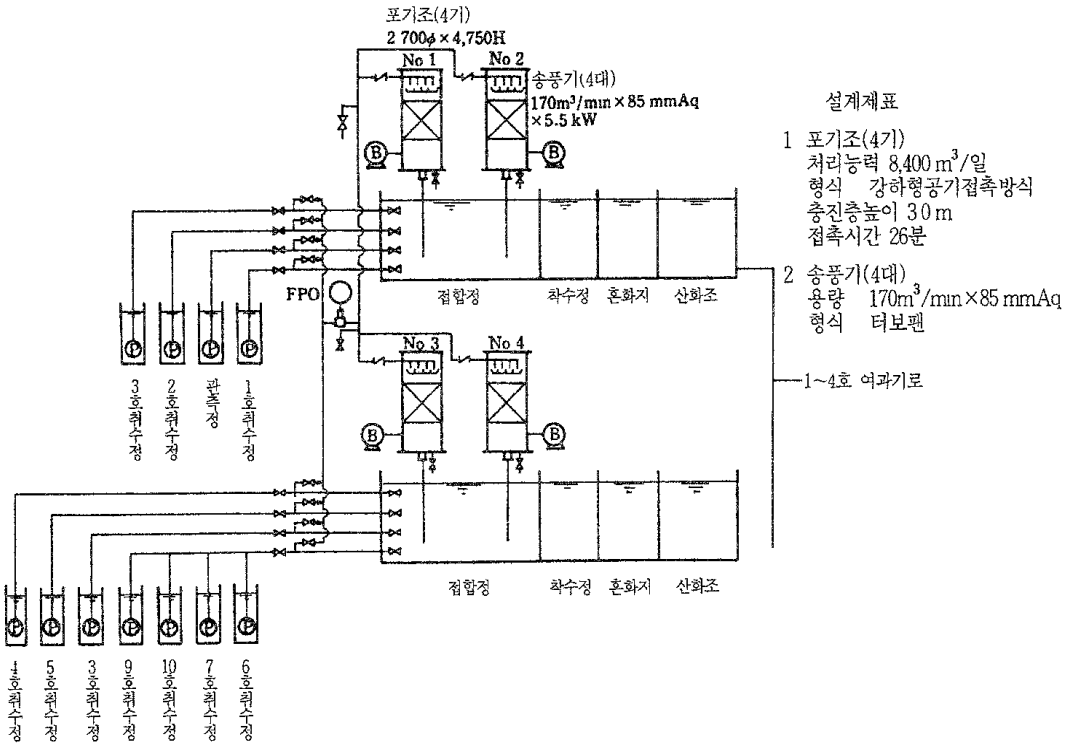
음이온계면활성제를 다량으로 포함한 경우에는 그의 제거를 위해 활성탄처리, 생물처리를 한다.

【해 설】

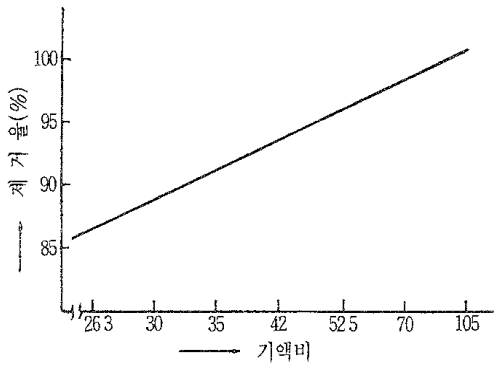
음이온계면활성제는 공장폐수, 가정하수의 혼입 등에 의해 증가하고 수중에 존재하면 거품의 원인이 된다. 수질기준에서는 0 5mg/L 이하로 정하고 있다

음이온계면활성제를 제거하는 방법으로서는 분말활성탄처리, 입상활성탄처리, 생물처리가 있다

분말활성탄은 입상활성탄에 비하여 단위질량당 표면적이 크고 음이온계면활성제의 흡착량도 많다. 접촉시간은 제거실험결과에서 적어도 30분 이상이 필요하다. 분말활성탄이 갖는 흡착능을 충분히 이용하기 위해서는 장시간접촉시키는 것이 제거효과를 높이는 것이 된다 음이온계면활성제를 0 5 mg/L 이하로 하는데에 필요한 주입율은 원수의 농도에 따라 다르고 지금까지의 처리보고에서는 그 농도의 약 20배의



<그림 5.126> TCE 등의 포기제거설비 흐름도 예



<그림 5.127> 기액비와 트리클로로에틸렌 제거율의 관계

주입율이 필요하다고 한다. 입상활성탄의 처리는 사용하는 활성탄에 따라 유효흡착기간이 다르지만 여층체적의 20000에서 30000배의 물을 처리할 수 있다고 하는 보고가 있다.

생물활성탄처리는 음이온계면활성제가 비교적 생화학적으로 분해성이 좋기 때문에 가장 처리효과가 좋다. 음이온계면활성제가 0.5 mg/L 이하의 저농도에서는 3년 이상의 장기간 안정적으로 0.01mg/L 부근의 농도까지 제거할 수 있다는 사례가 있다.

생물처리에서는 음이온계면활성제가 0.4 ~ 0.5 mg/L의 원수를 체류시간 약 1시간의 회전원판방식으로 처리할 경우 약 50% 제거한 사례가 있다.

일반적으로 음이온계면활성제의 제거를 수개월 이상 행해야 하는 경우에는 입상활성탄처리, 생물활성탄처리 및 생물처리가, 단기간의 경우에는 분말활성탄 처리가 쓰인다. (제14절 분말활성탄 흡착설비, 제15절 입상활성탄 흡착설비, 제17절 생물학적 전처리설비 참조)

20.9 맛, 냄새의 제거

물에 맛, 냄새가 있을 때는 그 제거를 위하여 종류에 따라 포기, 염소처리, 활성탄처리, 오존처리 및 생물처리 등을 한다.

【해 설】

자연적 원인으로 물에 맛, 냄새가 있을 때는 정상적인 운전인 완속여과법으로는 보통 제거할 수 있지만 일반적으로 급속여과법에서는 제거가 어려워 적절한 처리법을 채용하는 것이 필요하다.

맛, 냄새의 원인으로서는 플랑크톤조류(규조류, 녹조류, 황조류, 남조류 등)의 증식 이외에 방선균으로 인한 것과 저수지에서 수온 성층으로 인한 저층수의 환원, 유기용제, 페놀류, 아민류 등의 공장에서의 배출, 그 밖에 불법 투기 등을 생각할 수 있다.

맛, 냄새의 제거 방법으로서는 포기, 염소처리, 분말활성탄처리, 오존처리, 생물처리 등이 있다.

포기 방법은 황화수소 냄새의 탈취에 효과가 있고, 철에 기인한 냄새의 제거도 가능하다. 그러나 다른 냄새의 제거는 곤란하다,

염소처리법은 방향취, 식물성냄새(조류냄새, 풀냄새), 비린내, 황화수소냄새, 부패취의 제거에 효과가 있지만 곰팡이내의 제거에는 효과가 없다 그리고 페놀류는 염소로 분해할 수 있지만 약품취 중에는 아민류와 같이 냄새를 강하게 할 수도 있으므로 주의가 필요하다 염소처리는 결합염소의 산화력은 약하여 보통은 유리염소로 하여야 한다. 따라서 염소를 사용한 맛, 냄새 제거는 불연속점 염소 주입처리가 전제가 된다.

분말활성탄을 사용하는 방법은 많은 종류의 냄새에 대하여 효과가 있다. 분말 방향취, 식물성 냄새(조류냄새, 풀냄새), 비린내, 곰팡이냄새, 흙냄새, 약품취(페놀류, 아민류) 등의 활성탄은 흡착작용으로 냄새를 제거하는 것으로 원수에 직접 투입하고, 30~60분간 정도의 접촉 후 응집 및 급속여과한다. 탈취를 위한 활성탄의 주입율은 일반으로 20 mg/L(건조환산) 이상이 필요하지만 실제로는 맛, 냄새 원인 물질 이외의 것도 흡착되므로 자 테스트를 통하여 결정한다

또 염소는 활성탄의 흡착능력을 저해하므로 염소와의 동시주입은 피하도록 한다 곰팡이내 물질은 물에 녹아 있는 경우와 조류체내에 들어 있는 경우가 있다. 보통 곰팡이내가 심할 때는 물 속에 녹아 있는 경우가 많다 플랑크톤조류의 체내에 포함되어 있는 냄새물질은 응집침전으로 제거가 가능하다. 그러나 냄새물질이 조류의 체내에 있을 때 전염소처리하면 역으로 냄새물질이 물속으로 용출하여 나올 수 있다. 이러한 때는 용해성의 냄새물질은 분말활성탄으로 제거하고 조류체내에 있는 냄새물질은 염소처리에 앞서 응집침전으로 제거한 뒤 염소처리한다.

입상활성탄여과 방법에서는 분말활성탄과 같이 맛, 냄새 제거에 대하여 적용범위가 넓은 방법이다. 활성탄의 두께는 일반으로는 고정층에서 1.5~3.0 m, 유동층에서 1.0~1.5 m 정도 이지만 경제성도 고려하여 두께를 결정할 필요가 있다 여과속도는 활성탄의 흡착능력, 활성탄층 높이, 냄새물질의 종류와 농도에 따라서 다르기 때문에 실험을 통하여 결정할 필요가 있지만 일반으로 냄새를 목적으로 할 때에는 고정상에서 SV 5~10, 유동상에서 SV 10~15에서 사용하는 경우가 많다

오존처리법은 방향취, 식물성 냄새(조류냄새, 풀냄새), 비린내, 곰팡이냄새, 흙냄새, 페놀류 등의 냄새에 효과가 있다 한편, 오존은 과일냄새와 같은 냄새물질을 생성할 수도 있다. 오존의 주입율은 처리 대상의 수질 맛. 냄새 물질의 종류 및 농도에 따라 다르므로 실험을 통하여 최적 주입율을 결정한다. 통상의 경우 주입율은 0.5~1.0mg/L 접촉시간은 10분 정도, 접촉조의 수심은 4 m 이상으로 하는 것이 바람직하다.

오존을 병용한 활성탄처리는 곰팡이내가 심하게 장기간 날 때 좋은 탈취 효과를 나타내며 그밖에 많은 맛, 냄새에 효과가 있다. 오존처리로 생성된 맛, 냄새 물질도 제거할 수 있다. 비교적 높은 농도의 곰팡이내 물질을 5년 이상 제거하였다는 보고도 있다.

생물처리를 사용한 방법은 생물의 분해작용을 이용한 것으로 곰팡이내의 제거효과를 기대할 수 있다. 그 제거효과는 처리방식과 수온, 원인 물질농도, 접촉면적부하, 접촉시간 등의 처리조건에 따라 다르지만, 30~ 80% 제거한 예가 있고 후속의 냄새 제거 처리의 부하를 경감시킬 수 있다.

어느 방법을 채용하여도 실험을 통하여 적절한 처리조건을 확인하는 것이 필요하다. (제12절 전염소·중간염소처리설비, 제13절 포기설비 제14절 분말활성탄 흡착설비, 제15절 입상활성탄 흡착설비, 제16절 오존처리설비, 제17절 생물학적 전처리설비 참조)

20.10 암모니아성 질소의 제거

> 암모니아성 질소가 다량 포함되어 있을 때는 생물처리, 염소처리를 한다.

【해 설】

암모니아성 질소는 공장폐수, 하수 분뇨 등의 혼입에 따라 증가한다. 표류수중의 암모니아성 질소는 유하과정에서 질산화작용에 따라 감소할 수도 있으나 수온이 저하하면 질산화작용도 저하한다. 지하수에서는 질산성 질소의 환원으로 암모니아성 질소가 생길 수도 있다. 암모니아성 질소는 소독용 염소와 반응하여 결합염소를 생성한다. 결합염소의 소독력은 유리염소의 소독력보다 약하므로 유리염소를 써서 소독할 때는 암모니아성 질소를 제거할 필요가 있다

암모니아성 질소의 산화 또는 제거에는 생물처리와 불연속점염소처리가 있다.

생물처리는 질산화세균을 이용하여 암모니아성 질소를 질산성 질소로 질산화시키는 것이다. 암모니아성 질소 1mg을 질산화하는데 이론적으로는 4.6mg 산소가 필요하기 때문에 2mg/L 이상의 암모니아성 질소를 산화하는 경우에는 처리과정에서 포기하여 산소를 보급할 필요가 있다. 수온이 저하하면 처리효율도 저하하기 때문에 원수는 10℃이상으로 하는 것이 바람직하다. 생물처리 설비에서는 침전여과상방식, 회전원판방식, 생물접촉여과 방식이 있고, 각각 특징이 있다. 따라서 원수수질, 경제성, 기존 정수시설에의 적합성을 고려하여 가장 바람직한 처리 방식을 결정한다

불연속점염소처리는 암모니아성 질소를 가스로 산화시켜 제거하는 것으로 그 반응식은 다음과 같다.

$$2HOCl + 2NH_3 \rightarrow 2NH_2Cl + 2H_2O \cdots\cdots (1)$$
$$2NH_2Cl + 2HOCl \rightarrow 2NHCl_2 + 2H_2O \cdots\cdots (2)$$
$$2NHCl_2 + OH^- \rightarrow N_2 + HOCl + 2H^+ + 3Cl^- \cdots (3)$$
$$2NH_3 + 3HOCl + OH^- \rightarrow N_2 + 2H^+ + 3Cl^- + 4H_2O \cdots\cdots (4)$$

(1)~(3)의 일련의 반응중 통상의 정수처리 pH은 (3)의 반응속도가 (1), (2)의 반응에 비하여 더디어 율속단계가 된다. (3)의 반응 속도는 pH 및 수온이 낮을수록 느려진다. 따라서 암모니아성 질소 농도가 높고 수온 및 처리 pH가 낮을 경우는 염소는 주입 직후에 암모니아성 질소와 반응하여 결합염소(디클로라민)을 생성하고 시간이 경과하면 (3)식에 있는 디클로라민의 분해는 모노클로라민이 공존하는 조건에서는 늦게 되는 것이 확인되고 있다. 따라서 불연속점 주입을 나타낼 수 있는 암모니아성 질소에 대하여 7.6배이상의 염소를 주입하여도 디클로라민의 분해가 더디어 유리염소가 생성될 수 없는 것이다. 그러나 수온, pH가 낮은 조건에서는 염소의 주입량이 10배정도 일 때 불연속점이 나타난다.

원수중에 암모니아성 질소의 농도가 높을 때에는 염소주입으로 pH가 저하하기 때문에 알칼리제를 주입하여 결합염소의 분해를 촉진할

필요가 있다. (제11절 소독설비, 3.3 pH조절제, 제17절 생물학적 전처리설비 참조)

20.11 질산성 질소의 제거

> 질산성 질소를 다량으로 함유하는 경우에는 그 제거를 위해 이온교환처리, 생물처리, 막처리를 하도록 한다.

【해 설】

질산성 질소는 비료의 살포, 분뇨, 축산폐수 등의 혼입에 따른 인위오염에 기인하여 증가하며, 음료수중에 다량으로 존재하게 되면 메트헤모글로빈 혈증을 일으킨다. 수질기준에는 질산성 질소 및 아질산성질소의 함유량이 10mg/L 이하로 정해져 있다

원수중의 질산성 질소농도가 높은 경우는 다른 수원으로 전환을 검토해야만 한다 그러나 적당한 수원이 없는 경우 질산성 질소 제거설비를 설치할 필요가 있다. 질산성 질소를 제거하는 방법에는 이온교환법, 생물처리법, 역삼투막법, 전기투석법이 있다.

이온교환법은 이온교환체의 이온과 수중의 이온을 교환하는 것으로 목적으로 하는 이온을 제거하는 것이다. 이온교환에 사용되는 합성 이온교환수지는 관능기에 따라 양이온교환수지와 음이온교환수지로 대별된다. 질산성질소의 제거에 사용되는 것은 R-Cl형의 강염기성 음이온교환수지이며, 다음에 보듯이 염소이온과 질산이온이 이온교환한다.

$$R-Cl + NO_3^- \rightarrow R-NO_3 + Cl^-$$

음이온에 대한 이온교환수지의 선택성은 이온가수가 높은 이온일수록 선택성이 증가하며, 같은 이온가수를 가지는 이온은 원자번호가 클수록, 수화반경이 작을수록 선택성이 증대한다. 음이온의 선택성은 다음과 같다.

$$PO_4^{3-} > SO_4^{2-} > I^- > NO_3^- > Br^- > CN^- >$$

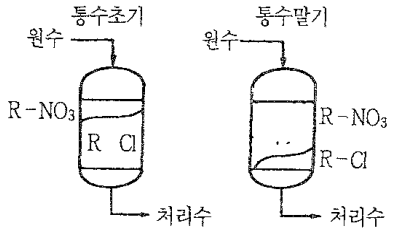
$$NO_2^- > Cl^- > HCO_3^- > OH^- > F^-$$

그러나 질산성 질소보다 선택성이 높은 황산이온등은 이온교환수지에 포착되기 때문에 질산성질소 제거능을 저하시킨다. R-Cl형의 이온교환수지는 그 종류에 따라 염소이온과 탄산수소이온에 대해 각각 같은 선택성을 보이고 있다. 그러므로 탄산수소이온을 통수 개시할 때에 포착하여, 교환반응이 진행됨에 따라 포착한 탄산수소이온과 수중의 질산성질소를 교환하도록 한다. 탄산수소이온이 포착된 경우는 처리수의 pH는 떨어지게 되며, 처리를 계속하면 탄산수소이온이 탈착하게 되어 처리수의 pH는 높아지기 때문에 pH 조정에 주의가 필요하다.

칼럼내에서의 이온교환반응은 그림 5.128에 나타낸 바와 같다.

이온교환수지는 유입측으로부터 차례로 질산이온을 교환하며, 그 교환능을 점차 잃어버리게 된다 가장 활발하게 이온교환을 하는 부분이 이온교환대이며, 이것이 저층부에 도달할 때에 그 시점까지 제거되었던 질산이온이 유출되기 시작한다 이온교환대가 저층부에 도달하면 안정한 제거가 이루어지지 않기 때문에 재생을 하여 이온교환능을 회복시켜야만 한다 한편 재생폐수의 처리에 대해 고려할 필요가 있다

생물처리는 탈질균의 활동을 이용하여 질산성질소를 질소가스로 환원하는 것이며, 보통은 탈질균의 유기탄소원으로써 알콜류를 첨가한다. 처리장치로서 하강류의 고정상식, 상향류의 고정상식 또는 유동상식이 있다. 생물처리의 효율은 수온에 따라 영향을 받기 때문에 가장 효율이 저하되는 저수온기에 목적하는 양의 질산성질소를 제거하기 위해서는 접촉시간을 고려해야만 한다.



<그림 5.128> 이온교환 반응 모식도

유기탄소의 첨가량은 처리하고자 하는 대상수의 용존산소농도 및 목적하는 질산성질소의 제거량에 따라 결정한다.

역삼투막법은 반투막의 한쪽 측면에서 흐르는 처리 대상수에 기계적 압력을 가함으로써 불순물을 포함하지 않는 물이 반투막의 반대쪽에서 얻어지도록 하는 것이다. 역삼투막법은 질산성질소뿐만 아니라 다른 무기이온과 유기물을 제거할 수 있다. 그러나 다른 방법에 비해 비용이 비싸다. 그렇기 때문에 질산성질소만을 제거하는 목적으로는 적절하지 않다.

전기투석법은 음이온 선택투과막과 양이온 선택투과막을 결합시켜 전기적 에너지로 무기이온을 제거하는 것이다. 지금까지 짠물과 바닷물의 탈염방법으로 사용된 예가 있다. 이것은 주로 염소이온의 제거를 목적으로 하여 사용되고 있으며, 질산성질소도 제거할 수 있다. 그러나 질산성질소만의 제거를 목적으로 사용된 예는 거의 없다.

제21절 배출수 및 슬러지처리설비

21.1 총칙

1. 설치 목적과 법적 규제

수질환경보전법 시행규칙 제5조 별표 3에 따라 정수능력 1,000m^3/일 이상인 수도사업시설인 경우(역세척은 하지 않고 물리적으로만 처리하는 시설을 제외)는 폐수배출시설에 해당되며 이들 시설(정수장)로부터 배출되는 폐수는 수질환경 보전법 제8조(배출허용기준) 및 동법 시행규칙 제8조(배출허용기준)에 의한 별표5 오염물질의 배출허용기준이 적용된다. 이 기준치는 표 5.40과 같으나 통상의 경우 정수장의 배출수에 관하여는 부유물질량에 대하여 기준치에 적합한 처리시설을 하는 것이 필요하다.

이 처리과정에 있어서 석회첨가처리 등을 실시하는 정수장일 때 슬러지를 건조시키는 설비에서 스크레이퍼 배출수가 나오는 경우 등에 있어서는 화학적산소요구량에 관하여도 기준에 적합하도록 하는 조치가 필요하다. 또 유기고분자 응집제를 사용하는 경우에는 배출수중에 포함된 아크릴아미노모노머 농도에 관하여도 고려하여야 한다.

또 수질환경보전법 시행규칙 제5조에 의하여 지정된 폐수배출시설에 대하여는 수질환경보전법 제8조(배출허용기준)에 의하여 특별배출허용기준을 정할 수 있으며 침전지로부터 슬러지나 배출수처리설비로부터의 발생 케이크는 수질환경보전법 제29조(투기등 행위의 금지)에 해당하는 것으로 해석된다.

참고로 일본의 슬러지의 수집, 운반 및 처분에 관한 기준을 예시하면 표 5 41과 같다.

또 일본의 경우 폐기물의 중간처리, 최종처분의 용지 등의 설정 등에 관하여 행정지도를 강화하고 있는 자치단체도 있음을 감안하여 우리나라에서도 미리 이러한 준비가 필요하며 계획책정시에 충분한 조정을 하여야 할 것이다.

위 수질환경보전법 외에 슬러지의 매립처분과 해양투기 등에 관하여는 폐기물관리법, 해양오염방지법, 하수도시설의 경우에는 하수도법 등의 규정을 준수하여야 한다.

또 배출수처리를 함으로써 파생되는 2차공해도 예상되므로 배출수처리설비의 계획책정에 있어서는 소음진동규제법, 대기환경보전법 및 건축법 등의 제 법령에 의한 규정을 준수할 수 있는 조치를 강구하여야 한다.

2. 배출수처리설비의 구성과 기능

배출수처리설비는 정수처리공정으로부터 배출수 및 슬러지를 받아들이는 것으로부터 시작하여 처리수의 하천방류나 원수로서의 반송과 발생케이크에 의한 매립 등의 처분으로 종료된다.

배출수처리는 조정, 농축, 탈수 및 처분의 4단계로 구분되고 그 전부 또는 일부로서 구성된다 그 일반적인 흐름도는 그림 5.129에 배출수 및 슬러지 처리방법개념도에 표시하였다.

조정시설은 배슬러지량의 조정과정을 행하는 것이며 배출수지와 배슬러지지로 구성된다. 통

상 급속여과지로부터의 세척배출수를 받아 들이는 경우를 배출수지, 약품침전지 또는 고속응집침전지로부터의 슬러지를 받아들이는 경우를 배슬러지지, 양자로부터의 배출수, 슬러지를 함께 받아들이는 경우도 배슬러지지라고 한다. 배출수지, 배슬러지지는 배수의 시간적 변화를 조정하고 농축 이후의 일정처리로 연결된 시설이며 또 상징수의 재이용 또는 방류를 행하기 위한 처리시설도 되며, 다시 그 단계에서는 상징수와 슬러지분해가 기대되므로 설계나 유지관리에 있어서는 될수록 청징한 상징수가 되도록 또는 슬러지의 함수율이 저하하도록 고려하여야 한다.

농축시설은 슬러지농도를 높이는 것을 목적으로 하고 농축처리 과정, 재응집처리 과정으로 이루어지며 기본이 되는 것은 농축조(thickener)이다. 통상 배슬러지지로부터 슬러지는 농축조의 중앙에 위치한 슬러지조로 보내고 농축슬러지는 중앙 저부로부터 배출되며 상징수는 농축조의 상부로부터 유출된다.

탈수시설은 농축슬러지로부터 다시 수분을 감소시켜 케이크로서 처분지의 조건에 합치되는 성상이 되도록 하기 위하여 또는 그 용적 및 수분을 감소시켜 운반 및 기타 취급이 편리하도록 하는 것을 목적으로 하고 탈수처리과정과 건조처리과정을 거치는 것이며 필요한 전처리를 하는 것까지 포함된다. 탈수시설에는 자연의 힘을 이용한 것, 기계력을 이용한 것, 열 기타를 이용한 것 등의 각종의 방법이 있으나 정수장의 규모, 슬러지의 성상, 처분의 조건 등을 고려한 다음에 전처리방법과 합치시켜서 최적의 방법을 선택할 필요가 있다.

처분시설은 발생한 케이크 등을 적절히 운반, 처분키 위하여 또는 유효하게 이용하는 것을 목적으로 하고 토양환원, 제품화과정을 행하는 것이다. 그러나 제품화과정에 관하여는 아직도 실험 개발중이며 검토할 사항이 산적해 있고 설계의 지침을 작성할 정도의 경험이 없으므로 제외하며 매립처분 등의 토양환원에 관하여 언급하는 것으로 한다.

이들 시설의 구성을 어떻게 계획하는가의 기준은 수도사업체의 규모, 배출수처리시설의 유지관리능력, 정수장의 입지조건, 정수장의 처리수량과 슬러지의 성상 등에 따라 차이가 있으므로 획일적인 표현은 곤란하나 중소규모의 정수장에 있어서는 농축과정 이후의 프로세스를 타 시설에 위탁하는 것을 검토하는 것이 좋다. 즉 슬러지수송관이나 탱크로리에 의하여 타 정수장에서 집중처리, 처분을 하거나 하수도시설에 보내서 하수슬러지와 혼합처리함으로써 효과적인 공해방지를 할 수 있는 경우가 많다. 타 수도사업체에 있어서도 광역적인 배출수 처리계획을 실시함으로써 발생하는 이익이 크다고 판단되는 경우에는 감독관청 등의 지도를 받아 집중일괄처리, 처분을 행하는 것이 바람직하다 분산과 집중에 관하여 이해득실에 관한 통상의 경우의 비교는 표 5 42와 같다.

정수장 배출수처리의 기술이 개발된 이후 아직도 경험이 일천하므로 설비를 설치하여도 그 유지관리에는 시행착오가 반복된다. 특히 기계력에 의한 탈수시설이나 건조시설은 수처리에 있어서 의 경험만으로는 관리가 곤란하며 중소규모의 사업체에 있어서 관리요원의 확보가 곤란한 경우가 예상되므로 될수록 집중처리를 하든가 자연건조처리방식을 채용하는 것이 바람직하다.

<표 5.42> 집중처리와 분산처리의 비교

항 목	집 중	분 산
운 송	불 리	유 리
건설비	적 다	많 다
예비기기	적 다	많 다
저장조	크 다	작 다
유지관리비	적 다	많 다
청부관리	쉽 다	어 렵 다
처분지물색	어 렵 다	쉽 다
장래의 소각	쉽 다	어 렵 다

<표 5.40> 수질환경보전법 시행규칙

[별표 5] 오염물질 배출허용기준(제8조 관련)

1. 생물화학적산소요구량, 화학적산소요구량, 부유물질량

1996년 7월1일부터 적용하는 기준

대 상 규 모		1일폐수배출량 2,000m³이상			1일폐수배출량 2,000m³미만		
지역구분 \ 항 목		생물화학적 산소요구량 (mg/L)	화 학 적 산소요구량 (mg/L)	부 유 물 질 량 (mg/L)	생물화학적 산소요구량 (mg/L)	화 학 적 산소요구량 (mg/L)	부 유 물 질 량 (mg/L)
청정지역	환경기준(수질) I등급정도의 수질을 보전하여야 한다고 인정하는 수역의 수질에 영향을 미치는 지역으로서 환경처장관이 정하여 고시하는 지역	30이하	40이하	30이하	40이하	50이하	40이하
가지역	환경기준(수질) II등급정도의 수질을 보전하여야 한다고 인정하는 수역의 수질에 영향을 미치는 지역으로서 환경처장관이 정하여 고시하는 지역	60이하	70이하	60이하	80이하	90이하	80이하
나지역	환경기준(수질) III, IV, V등급정도의 수질을 보전하여야 한다고 인정하는 수역의 수질에 영향을 미치는 지역으로서 환경처장관이 정하여 고시하는 지역	80이하	90이하	80이하	120이하	130이하	120이하
특례지역	환경처장관이 공단폐수종말처리구역으로 지정하는 지역 및 시장,군수가 산업입지 및 개발에 관한 법 제8조의 규정에 의하여 지정하는 농공단지	30이하	40이하	30이하	30이하	40이하	30이하

비고.1. 제40조의 규정에 의한 방류수수질기준을 적용받는 영 제20조의 규정에 의한 종말처리시설 또는 하수종말처리장으로 폐수를 유입시켜 처리하는 폐수배출시설에 대하여는 동 처리장설치사업시행자의 요청에 의하여 폐수 또는 하수종말처리장설계기준 등에 따라 환경부장관이 별도로 정하여 고시한다.

2. 폐수배출량의 산정은 시설용량을 기준으로 하되, 희석수의 사용의 경우에는 희석수량, 폐수재이용의 경우에는 재이용수량을 포함하여 산정한다.

2 페놀류 등 오염물질

항목 / 지역구분	수소이온농도	노말헥산 추출물질 함유량		페놀류 함유량 (mg/L)	시안 함유량 (mg/L)	크롬 함유량 (mg/L)	유해성 철 함유량 (mg/L)	아연 함유량 (mg/L)	구리(동) 함유량 (mg/L)	카드뮴 함유량 (mg/L)	수은 함유량 (mg/L)	유기인 함유량 (mg/L)	비소 함유량 (mg/L)	납(연)함유량 (mg/L)	6가 크롬 함유량 (mg/L)	용해성 망간 함유량 (mg/L)	플루오르(불소) 함유량 (mg/L)	PCB 함유량 (mg/L)	대장균군수 (MPN/100㎖)	색도 (도)	온도 (℃)	총질소 (mg/L)	총인 (mg/L)	트리클로로에틸렌 (mg/L)	테트라클로로에틸렌 (mg/L)
		광유류 (mg/L)	동식물유지류 (mg/L)																						
청정	5.8-8.6	1 이하	5 이하	1 이하	0.2 이하	0.5 이하	2 이하	1 이하	0.5 이하	0.02 이하	불검출	0.2 이하	0.1 이하	0.2 이하	0.1 이하	2 이하	3 이하	불검출	100 이하	200 이하	40 이하	30 이하	4 이하	0.06 이하	0.02 이하
가	5.8-8.6	5 이하	30 이하	5 이하	1 이하	2 이하	10 이하	5 이하	3 이하	0.1 이하	0.005 이하	1 이하	0.5 이하	1 이하	0.5 이하	10 이하	15 이하	0.003 이하	3,000 이하	300 이하	40 이하	60 이하	8 이하	0.3 이하	0.1 이하
나	5.8-8.6	5 이하	30 이하	5 이하	1 이하	2 이하	10 이하	5 이하	3 이하	0.1 이하	0.005 이하	1 이하	0.5 이하	1 이하	0.5 이하	10 이하	15 이하	0.003 이하	3,000 이하	400 이하	40 이하	60 이하	8 이하	0.3 이하	0.1 이하
특례	5.8-8.6	5 이하	30 이하	5 이하	1 이하	2 이하	10 이하	5 이하	3 이하	0.1 이하	0.005 이하	1 이하	0.5 이하	1 이하	0.5 이하	10 이하	15 이하	0.003 이하	3,000 이하	400 이하	40 이하	60 이하	8 이하	0.3 이하	0.1 이하

비고.1 배출허용기준항목중 배출시설별로 전혀 배출하지 아니하거나 항상 기준 이내로 배출된다고 인정하는 항목 또는 1항목에 대한 검사치로부터 예측할 수 있는 항목과 환경부장관이 정하여 고시하는 항목의 검사를 생략할 수 있다

2. 색도항목의 배출허용기준은 별표3의 폐수배출시설중 카. 섬유제조시설에 한하여 적용한다.

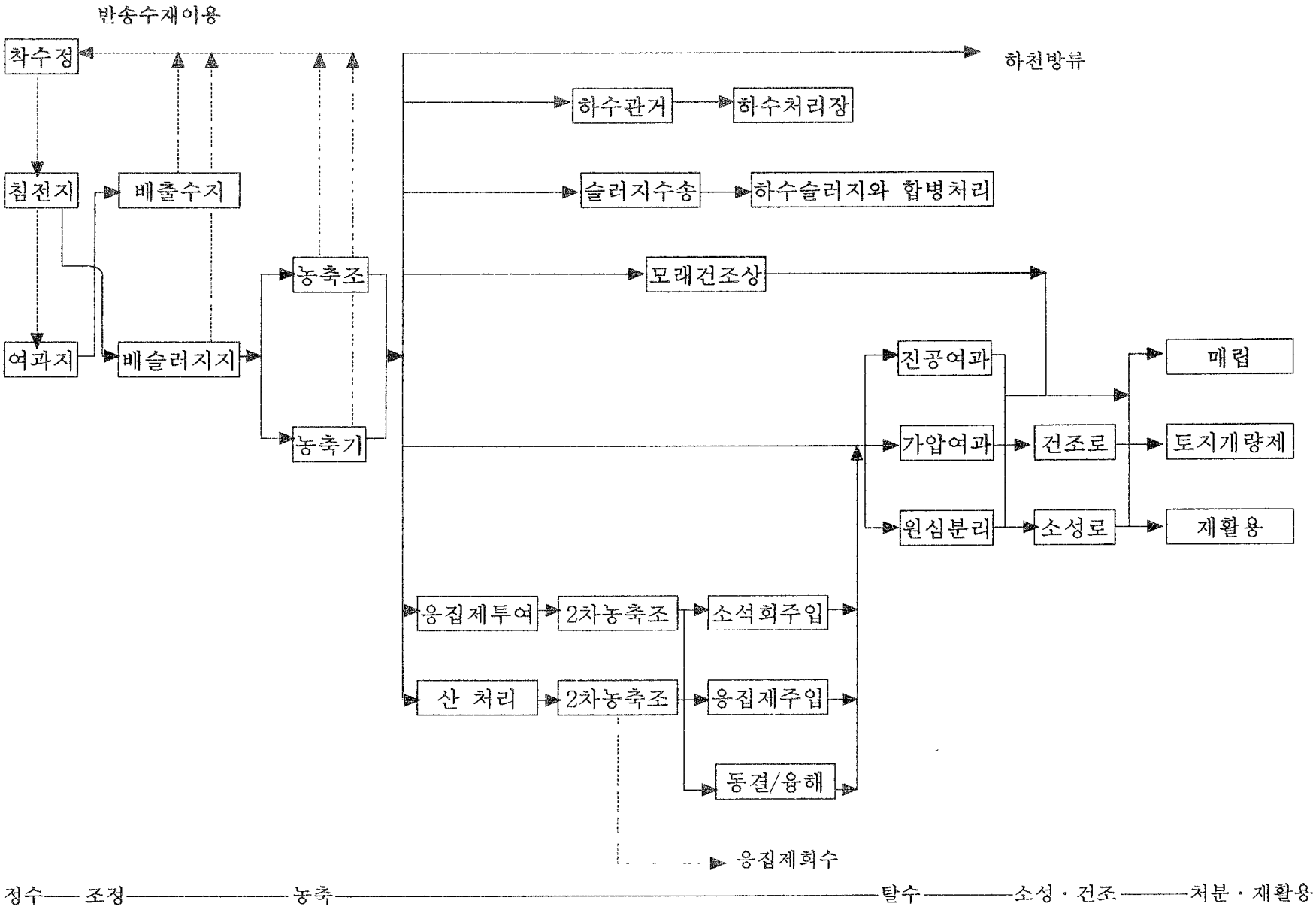
3 청정, 가, 나, 특례지역의 구분은 위 1의 가. 또는 나.의 기준중 생물화학적산소요구량, 화학적산소요구량, 부유물질량의 각란에 규정된 것과 같다.

4. 총질소, 총인의 배출허용기준은 환경부장관이 정하여 고시하는 호소등 지역에 대하여 1996년 1월 1일부터 적용한다.

5. 트리클로로에틸렌과 테트라클로로에틸렌의 배출허용기준은 1993년 1월 1일부터 적용한다.

<표 5.41> 슬러지의 수집 운반 및 처분에 관한 기준(일본)

구 분		매 립 처 분	해 양 투 입 처 분
일반적 기준		1. 산업폐기물의 비산, 유출을 방지함 2. 매립지에는 주위에 울타리를 설치하여 산업폐기물처분 장소임을 표시할 것 3. 매립지부터의 침출액에 의한 공공수역의 지하수를 오염시키지 않을 필요한 조치를 강구할 것 4. 매립지외에 악취가 발산하지 않도록 필요한 조치를 강구할 것 5. 매립지에 쥐 등 해충의 발생을 방지할 것	수산 동,식물의 생육환경에 지장이 발생하지 않도록 투입처분의 장소 및 방법을 고려할 것
개별적 기준	슬러지	1. 육상매립처분: ①소각설비에 의하여 소각함 ②함수율 85% 이하로 탈수함. 이 경우 유기성슬러지의 경우 약 50cm 이하의 두께인 경우 약50cm 의 복토를 한다. 통기장치를 설치하여 가스를 배제하는 외에 화재발생을 방지하기 위하여 필요한 조치를 강구한다. (소규모 또는 지중매립처분의 경우 제외) 2. 수면매립처분 : ①무기성슬러지는 중간처리불필요 ②유기성슬러지는 소각설비에 의한 소각	1. 유분 또는 폐놀수지의 제조업으로부터 발생하는 폐놀유를 포함한 슬러지 : 해양투입처분 금지 2. 무기성슬러지(불용해성의 것):중간처리불요, 단 투입처분에 있어서는 빨리 해저에 침강 퇴적하기 위한 필요한 조치를 강구할 것 3. 무기성슬러지(용해성의 것):중간처리불요, 단 투입처분에 있어서는 속히 해중에 확산, 용해하는데 필요한 조치를 강구할 것 4. 유기성슬러지:①중간처리불요 단 투입처분에 있어서는 속히 해중에 확산, 분해하는데 필요한 조치를 강구할 것 ②열량 함량15% 이하로 소각하고 투입처분에 있어서는 속히 해저에 침강 퇴적하는데 필요한 조치를 강구할 것



<그림 5.129> 배출수 및 슬러지 처리 흐름도

3. 원수수질의 파악

현재 통상 사용되고 있는 정수방법은 침전 및 여과이나 이들은 어느 것이나 주로 부유물질의 제거를 목적으로 한 것이다 원수중에 있어서 부유물질에 가하여 주입된 약품에 의하여 형성된 부유물질이 슬러지중의 주성분이 되므로 슬러지의 질의 파악에 있어서 원수의 수질 특히 부유물질량(부유물질중의 유기질과 무기질의 구성비를 포함하여)을 아는 것이 중요하다. 이에 관하여는 성분과 변동 등에 관하여 어느 정도의 통계처리가 가능하도록 자료를 축적하여 두는 것이 바람직하다

과거에 부유물질량의 측정을 하지 않은 경우에는 탁도치를 기준으로 수치를 추정하는 것도 가능하나 이 때의 환산계수는 고탁도시도 포함하여 실측치와의 검토의 결과에 의하여 정하는 것이 필요하다.

일반적으로 정수장 배출수의 성분은 대부분 무기질로 구성되어 있으나 장차 수원이나 하천 등의 오탁이나 부영양화가 진행되었을 경우에는 유기성분이나 기타의 유해성분의 증가가 있을 것이 염려되고 또 수원의 상류에 댐 등의 하천공작물이 설치됨으로써 하천류황이 변화하여 수질에 변동을 가져오게 할 수 있으므로 이들 사회 환경조건의 변화에 의한 장래 수질을 예측하기 위한 필요한 배출수의 성분에 관하여는 상세한 자료를 축적하여 두는 것이 바람직하다. 또 유기질 및 무기질의 대략의 구성비는 증발잔류물(총고형물질)을 강열회화시킨 후에 잔류하는 양(무기물)과 강열 감소량(유기물)을 측정하여 둠으로써 얻을 수 있다

4. 슬러지량과 질의 파악

슬러지처리의 계획에 있어서는 먼저 정수처리의 각 과정에서 배출되는 슬러지량과 질을 정확하게 파악하는 것이 필요하다 처리대상 슬러지량의 결정에 있어서는 슬러지처리시설이 처리대상으로 하는 원수부유물질량(탁도)을 설정하여 두는 것이 필요하다.

원수가 양호하여 염소소독만으로 급수하는 방식에 의한 경우를 제외하면 정수장의 기본시설은 침전시설과 여과시설이다. 통상 정수과정은 보통침전과 완속여과에 의한 완속여과방식과 약품침전과 급속여과의 조합에 의한 급속여과방식으로 대별되며 시설계획은 원수수질이나 정수장의 입지환경 등에 따라 결정되고 있다.

배출수처리설비가 충분한 기능을 구비하기 위하여는 정수시설 전체를 파악한 다음에 설비계획을 수립하여야 하며 슬러지의 양과 질은 현재 가동중인 정수시설 및 계획되고 있는 것에 관하여 원수수질의 상황이나 다음과 같은 시설적 조건을 고려하여 두는 것이 필요하다.

(1) 정수장의 기본계획과 현황

1 일최대취수량, 1 일평균취수량 등

(2) 정수시설의 형식과 시설규모

침전지 : 약품침전지, 고속응집침전지, 경사판 등의 침전지, 보통침전지

여과지 : 급속여과지, 완속여과지, 철제거 망간제거여과지, 활성탄여과지

기 타 : 세사기, 마이크로스트레이너, 수질시험설비 등

(3) 약품의 종류와 주입상황 등

응집제 : 황산알루미늄, 폴리염화알루미늄 등

보조제 : 알긴산소오다, 활성규산 등

알칼리제 : 소석회, 소오다회, 가성소오다 등

정수시설의 상황 및 운전조작 등에 의하여 정수장으로부터의 배출수의 양 및 성상에 차이가 있으므로 슬러지의 처리설비의 계획에 있어서는 현재 시설 및 계획시설로부터 배출된 배출수, 배슬러지의 상황을 파악하는 것이 필요하다.

이들에 관하여는 배출되는 빈도 및 1년간, 1주간, 1일, 1시간당에 배출되거나 또는 배출시키지 않으면 안 될 양 및 질을 추정할 수 있는 정도의 조사를 하여야 한다. 이들 배출수에 관하여는 허용기준(표 5.40)에 정해진 전 수질항목을 반복 측정하여 두는 것이 바람직 하나 원수수질의 시험으로부터 명백하게 배출수, 배슬러지 중에 함유되지 않을 것으로 예측되는 항

목에 관하여는 생략할 수가 있다

5. 침강농축, 탈수성의 조사

정수장으로부터 배출된 슬러지 성상의 정확한 파악은 슬러지 처리설비의 설계상 없어서는 안 되는 것이다. 그러므로 조사, 실험에 있어서는 슬러지의 침강농축특성 및 슬러지의 탈수성 등을 알 필요가 있다.

슬러지의 침강농축특성을 조사하기 위하여는 통상 실린더 테스트라고 불리우는 방법을 사용하는데 이는 내경 10cm, 깊이 1m 이상의 원통으로 외부로부터 슬러지가 침강농축되는 상태를 관찰할 수 있는 것을 사용함을 원칙으로 한다.

슬러지의 탈수성을 조사하기 위하여는 실용기를 사용하여 행하는 것이 필요하나 탈수성의 근사치를 알기 위하여 리프 테스트 등을 하여 비저항치를 구하는 것도 유효하다. 비저항치에 의하여 탈수기 선정의 범위를 어느 정도 추정할 수가 있다 탈수성은 겨울철에 저하하는 것이 일반적이므로 계절마다 조사하는 것이 바람직하며 고탁도시와 평상시에 있어서도 반복 시행하는 것이 좋다.

슬러지의 탈수성에 크게 영향을 주는 인자로서는 응집제로서 주입하는 알루미늄 성분이 있다. 즉 정수장으로부터 배출되는 슬러지는 고형물중의 수산화알루미늄이 압축성이 큰 수화된 플록을 형성하므로 탈수성이 극히 나쁘다는 실험 예 등이 있으므로 응집제주입량에 따른 슬러지성상의 변화까지도 파악하여 탈수기 선정을 하는 것이 필요하다.

21.2 계획배출수 처리량

1. 계획처리고형물량은 계획정수량, 계획원수탁도 및 응집제 주입량 등을 기초로 하여 선정한다

2. 계획원수탁도를 결정할 때에는 원수탁도의 분포현황 및 정수처리와 배출수처리의 각 시설에서 저류능력 등에 대하여 고려하여 결정한다

【해 설】

1. 배출수처리시설의 설계는 계획처리고형물량을 기초로 하여 행하는데 그 양은 다음 식으로 구할 수 있다

$$S = Q(T \cdot E_1 + C \cdot E_2) \times 10^{-6}$$

여기서, S : 계획처리고형물량

Q 계획정수량(m^3/일)

T : 계획원수탁도

E_1 : 탁도와 부유물질(SS)의 환산율

C 응집제주입율(산화알루미늄으로서의 주입율)(mg/L)

E_2 : 수산화알루미늄과 산화알루미늄의 비 1 53

2. 처리대상인 원수부유물질량(탁도)의 설정에 관하여는 개개의 정수장간에 그 입지환경상의 요건을 고려하여 설정하여야 한다. 즉 원수의 부유물질(SS)이 어느 정도까지를 처리의 대상으로 하느냐에 대하여는 원칙적으로는 정수장 고유의 사회환경조건 등에 따라 개별적으로 설정하여야 하나 전국적인 균형을 유지하기 위하여 대처할 최소한의 기준을 설정해야 한다.

정수장에서 필요하고 또 가능하면 어느 경우에나 배출수처리가 될 수 있도록 처리계획을 수립하고 여기에 알맞는 시설을 설계하는 것이 바람직하다. 특히 원수의 최고SS치가 작은 경우나 원수의 SS치 변화의 폭이 작은 하천 등에서 취수하는 경우에는 전량처리를 원칙으로 하여 설계하여야 할 것이다

원수 SS치 변동폭이 크고 또 최고 SS치도 큰 정수장에 있어서는 최소한 연간 일수의 95%까지 처리할 수 있도록 시설을 갖추는 것이 적당하다. 대부분의 하천에 있어서는 연간 평균 SS치의 4배를 상정하면 그 이하의 일수가

연간의 96% 이상을 점하므로, 시설계획상은 연간 평균치의 4배까지를 처리한다는 처리계획을 책정하여 거기에 기초를 두어 배출수처리시설의 정비를 행하면 좋다 또 처리계획의 책정에 있어서는 운전계획 및 정수처리나 배출수처리의 각 시설에 있어서의 저류능력 등을 고려할 필요가 있다.

정수장에 따라서는 고유의 사회환경조건에 따라 연간 평균 SS치의 4배까지 처리하는 계획으로서는 불충분할 수 있으므로 그 경우에는 보다 고탁도를 처리대상으로 한 처리계획을 수립하는 것이 필요하다 그 때에 다음과 같은 조건 등을 고려하여 처리대상치를 설정하는 것이 좋을 것이다.

① 법규에 의한 규제
② 정수장 주변의 환경조건
③ 취수하천의 유황 및 수질의 상황
④ 방류하천의 유황 및 수질의 상황
⑤ 정수시설의 종류와 규모
⑥ 배출수량과 배출수 수질
⑦ 방류수역의 이용상황
⑧ 복수의 수원 및 정수장이 있는 경우 도수, 송수, 배수시설의 상호연락관을 사용한 상호융통의 가능성
⑨ 배출수처리시설의 슬러지 저류능력

또 처리대상치로서는 다음과 같은 기준을 세워서 실시하면 편리하다.

① 원수 SS치가 배출수기준인 150mg/L 까지는 처리한다.

② 홍수시를 제외하고 전량 처리한다.

홍수시를 수질적으로 정의하는 것은 개개의 하천의 유황에 따라 차이가 있으므로 일률적으로 말할 수 없으나 1년에 수회 정도 일어나는 높은 SS치를 생각하는 것이 적당하다.

처리대상 부유물질량이 정해지면 원수에 대응한 세척배출수 및 침전슬러지의 양을 구하고 이를 처리대상량으로하여 시설 설계를 한다

또 처리대상 부유물질량을 넘는 원수를 처리함으로써 발생하는 잉여배출수는 하천에 방류하게 되나 이 때에도 배출수지와 배슬러지지는 발생하는 세척배출수 및 침전슬러지를 전량 받아들이는 것으로 하고 농축조 이후의 설계에는 처리대상 부유물질량 때에 발생하는 슬러지량을 사용하도록 하는 것이 적당하다.

21.3 조정시설

조정시설은 다음 각항에 따라야 한다

(1) 조정시설은 배출수지와 배출슬러지지로 구성된다

(2) 배출수지의 용량과 구조

1) 용량은 적어도 1회의 세척배출수량 이상으로 부족되지 않도록 한다.

2) 지수는 2지 이상이 바람직하다.

3) 배출수지의 형상은 사용목적에 적합해야 하고 유효수심 2~4m, 고수위에서 주벽상단까지 여유고는 60cm 이상이 표준이다.

4) 배출수지에는 월류관, 배출수관 또는 측관을 설치하여야 한다.

5) 배출수지 펌프의 용량은 여과지의 지수, 최소여과계속시간, 배출수지의 용량 등에 비추어 과부족이 없도록 하여야 한다.

6) 배출수지에서 세척배출수의 침강분리시에는 슬러지의 배출장치를 설치하고 그 형식에 따른 지저경사를 두어야 하며, 침강분리하지 않을 때는 교반장치를 설치하는 것이 바람직하다.

(3) 배출슬러지지의 용량과 구조

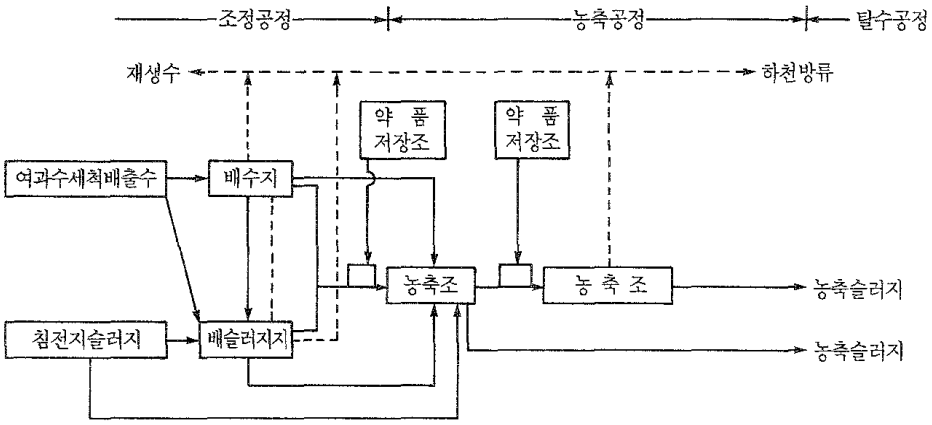
1) 용량은 24시간 평균 배출슬러지량과 1회 배출슬러지량중 큰 양이상으로 하되 농축조를 고려하여 충분하도록 한다.

2) 기타는 (2)의 2)~6)에 준하여야 한다. 또 배출슬러지관 및 슬러지 배출관경은 150 mm 이상으로 해야 한다.

【해 설】

배출수지, 배출슬러지지 등은 다음에 따라야 한다.

(1) 통상 여과지로부터의 세척배출수나 침전



<그림 5.130> 조정농축 공정도

슬러지는 간헐적이고 또 양적 및 질적으로도 일정하지 않으므로 이들을 일시 저류하고 양적 및 질적으로 조정하여 농축조이하의 시설로의 부하를 평균화시키는 조정시설이 필요하다. 정수장으로부터 배출되는 물의 종류는 정수과정에 따라서 차이가 있으나 대체로 다음과 같이 분류할 수 있다

① 급속여과지의 세척배출수
② 완속여과지의 세사배출수
③ 침전슬러지, 보통침전지 또는 약품침전지(고속응집침전지 및 경사판침전지 등을 포함한다)로부터 배출되는 슬러지
④ 농축조상징수, 탈수여액 등의 배출수처리설비로부터 배출되는 배출수
⑤ 약품처리에 따른 배출수, 기계관계배출수 등

이들 각종 배출수중 침전슬러지는 타 배출수에 비교하여 농도가 극히 높으므로 분리하여 조정시설에 받아들이는 것이 합리적이라고 생각된다. 이 때에 침전슬러지를 받아들이는 시설을 배출슬러지지, 기타의 배출수를 받아들이는 시설을 배출수지로 한다. 또 소규모의 상수도시설에서 침전슬러지와 타 배출수를 동시에 받아들이는 경우 또는 동일시설에서 배출수지로서의 기능과 배출슬러지지로서의 기능을 병용하는 경우 등도 생각할 수 있다. 이럴 때에도 배출슬러지지라고 칭하는 것으로 한다.

여과지의 세척배출수는 침전지로부터의 슬러지에 비교하여 극히 저농도이므로 배출수지에서 일시 저류하고 양적, 질적으로 평균화하여 하천에 방류하거나 원수에 반송하는 수도 있다. 또 배출수지에서 어느 정도의 농축 즉 고액분리를 한 다음에 배출슬러지지 또는 농축조에 투입하고 상징수는 그대로 하천에 방류하거나 원수로서 재이용하는 방법도 있다

그러나 배출수지와 배출슬러지지는 그 기능을 반드시 일률적으로 생각할 수가 없으므로 전후의 공정과의 관련을 고려하여 그 기능이나 상대적 위치를 결정하는 것이 필요하다.

한편 배출수처리시설을 계획, 설계할 때에는 조정시설까지의 슬러지수송설비는 여과지의 배출수설비나 침전지의 배슬러지설비와의 관련을 충분히 배려하여야 한다. 특히 지에서 슬러지를 배출수지나 배출슬러지지에 보낼 때의 배출수조나 슬러지수송관 등의 시설은 배출수처리시설의 일환으로서 수위관계 등을 검토할 필요가 있다.

배출수조는 여과지세척수나 침전슬러지 등의 농도조정이나 펌프조로서의 기능을 기대하는 것이므로 슬러지가 퇴적되기 쉬워서 교반장치를 설치하여 침강을 방지하거나 또는 배출수조의 퇴적용량을 미리 정함과 동시에 그 배출방법도 고려할 필요가 있다.

슬러지수송관은 배출수관이나 배슬러지관과

같은 기능을 기대하는 것이므로 슬러지가 침강 퇴적하지 않도록 유속이나 관경에 충분한 배려가 필요하다.

조정 및 농축시설의 공정도는 그림 5.130과 같다.

슬러지의 탈수처리 및 상징수의 하천방류 또는 반송에 있어서 간헐적인 배출수와 슬러지의 양적 또는 질적인 부하의 조정을 하기 위하여 조정시설의 전부 또는 일부의 시설을 반드시 설치하여야 한다. 또 라군(lagoon)에 의한 자연건조처리를 할 때는 라군은 배출슬러지지와 농축조를 겸한다고 해석하여도 좋다.

(2) 배출수지의 용량, 구조는 다음에 따라야 한다.

1) 배출수지에서 받아들이는 배출수중 양적으로는 여과지의 세척배출수가 최대이다. 여과지의 세척은 통상 1지마다 교체하여 세척하게 되므로 배출수지는 적어도 여과지 1지 1회분의 세척배출수를 받아 들일 수 있는 용량이 있어야 한다. 또 농축조 등의 상징수나 정수장의 장내 배출수를 받아들이는 경우에는 거기에 알맞는 수량분의 용량을 가하여 생각하는 것이 필요하나 배출수지로부터의 배출수를 유출시킬 때 그들 배출수를 공급하는 계획으로 하면 용량의 가산은 필요로 하지 않는다.

여과지세척에 따르는 1지당의 세척배출수량은 다음식에 의하여 산출할 수 있다.

$$q_f = A(v_1T_1+v_2T_2)+\alpha$$

여기서,

q_f : 배출수량(m^3/분/지)

A : 여과표면(m^2/지)

v_1 표면세척속도(m/분)(단위시간, 단위면적당 표면세척수량 = m^3/m^2/분)

v_2 · 역세척속도(m/분)

T_1 · 표면세척시간(분/회)

T_2 역세척시간(분/회)

α · 여과지 세척 전후의 잔류수량차 (세척배출수거의 수량)

표면세척 병용 역세척의 경우에는 $T_1 = T_2$이므로 $q_f = A(v_1+v_2)T_1+\alpha$로 구하여도 별차가 없다.

정량세척의 경우에는 그 수량이 1지당의 세척배출수량이 된다.

2지 이상을 동시 또는 연속하여 세척할 경우에는 여기에서 발생되는 세척배출수량을 대상으로 한다. 이 경우 배출수 펌프에 의한 유출수량을 고려하여 용량을 감하여도 된다. 또 배출수지로부터 착수정으로 반송되는 경우 원수로의 부하를 될 수 있는대로 균일하게 하기 위하여 세척간격의 설정이나 배출수지 용량의 검토를 하여 두는 것이 필요하다.

2) 배출수지의 청소 또는 보수를 위하여 배출수지를 2지 이상으로 하는 것이 바람직하나 급속여과지가 2~3지 또는 완속여과지의 정수장에서는 1지 2구획 또는 1지로 하여도 된다.

3) 배출수지에 있어서의 여과지 세척배출수의 농축처리를 하지 않을 때는 세척배출수를 배출수지의 고수위보다도 높은 위치로부터 유입시키고 수류를 이용하여 슬러지의 침강을 방지하거나 또는 교반기를 설치하여 슬러지의 퇴적을 방지하여야 한다. [(2)의 6)참조] 또 퇴적방지라는 점으로 보면 원형인 것이 유리한 조건이 되고 유효수심은 2~4m로 하는 것이 적당하다.

배출수지에 있어서 여과지세척배출수의 농축처리를 할 경우 구조 및 형상은 농축조에 준한다. 또 침강분리된 슬러지를 기계탈수하지 않고 처분하고자 하는 경우에는 지저경사를 붙여서 슬러지의 배출장치를 설치하는 것이 필요하다. [(2)의 6)참조]

4) 배출수지에는 하천방류 등을 위하여 월류관의 청소 등 유지관리작업을 위한 배출수관, 배출수지나 부속설비의 수리 등에서 고려하여야 할 측관을 각기 설치할 필요가 있다.

5) 배출수펌프의 용량은 원칙적으로 1회에 발생하는 세척배출수를 다음 여과지세척까지의 시간 간격내에 배출을 끝낼 수 있는 것이라야 한다. 그러나 여과지의 세척을 연속적으로 행할

때는 세척배출수의 유입 직후로부터 펌프배출을 개시하는 계획으로 하고 펌프의 가동시간을 길게하여 펌프의 용량을 저하시켜도 지장이 없다 또 세척배출수를 착수정에 반송하는 경우에는 원수의 부하 또는 후속의 슬러지처리시설에서 처리를 행할 경우에는 그 시설로의 부하가 과대하게 되지 않도록 펌프용량을 정하는 것이 필요하다 여과지의 세척계획 및 배출수지의 용량을 검토하여 과부족이 없도록 노력하여야 한다.

또 펌프의 고장, 보수를 고려하여 펌프에는 예비를 설치하여야 한다

6) 슬러지 인출방법으로서는 슬러지조 등에 슬러지를 일단 저류하고 샌드펌프에 의하여 배출하거나 또는 버킷(bucket)을 사용한 크레인 호이스트로 반출하는 등의 방법이 있으므로 이들의 장치를 설치하여야 한다 또 그 형식에 따라 지저경사를 설치하는 것이 필요하다

또 배출수지에 있어서 세척배출수의 침강분리를 하지 않을 때에도 슬러지의 퇴적을 완전히는 피할 수 없으므로 여기에 준하는 것이 바람직하다.

여과지의 세척배출수가 배출수지에서의 체류시간내에 슬러지의 침전을 발생시킬 가능성이 있을 경우에는 교반장치에 의하여 슬러지의 침강을 방지하여야 한다 이 때에 펌프정이나 사수부에는 필요에 따라서 압력수나 압착공기를 분사하여 슬러지의 퇴적을 방지할 것이 필요하다. 또 정수장의 입지조건 및 장내의 환경조건에 따라 쓰레기나 낙엽 등이 많을 경우에는 알맞는 눈금(망목)의 스크린 또는 제진기를 설치하는 것이 바람직하다.

(3) 배출슬러지지의 용량, 구조 등은 다음에 따라야 한다.

1) 배출슬러지지의 기능은 간헐적으로 배출된 침전슬러지 및 배출수지에서의 세척배출수의 침강분리를 행하는 경우에는 배출수지의 침전슬러지를 받아들이고 후속시설에 대한 유량 및 부하량을 조정하는 것이다 그러므로 배출슬러지지의 용량은 배슬러지 빈도가 1일 1회 이상의 경우에는 24시간의 평균 배슬러지량 이상으로 하고 또 배슬러지 빈도가 1일 1회 미만의 경우에는 1회의 배슬러지량 이상으로 하여야 한다. 또 배슬러지작업에서 침전지를 건조시켜 인력에 의하여 행할 때는 1일의 작업으로 배출되는 슬러지량을 기본으로 한다.

배출슬러지지가 고탁도시의 대책으로써 슬러지저류조의 기능까지 갖추게 하고자 할 때는 횡류식침전지의 경우에는 1회의 고탁도시에 발생하는 슬러지량을 1~2주간 정도로 배출하는 것으로 계획하고 용량을 정하는 것이 적당하다. 또 고속응집침전지의 경우에는 1일에 발생하는 슬러지량을 배출슬러지지와 농축조에서 일단 저류하는 것으로 하여 각각의 용량을 정할 필요가 있다

2) 배슬러지관 및 슬러지인출관은 청소작업이 용이한 구경, 경사 및 배관으로 하여야 한다. 경험상으로 보아 구경은 150mm이상이어야 하고 또 일정구간마다 개구부를 설치할 필요가 있다.

21.4 농축조

농축조는 다음 각항에 의하여야 한다.

(1) 농축조는 공급슬러지농도, 슬러지의 농축성 및 탈수방식 등에 따라서 소정의 슬러지농도가 안정하게 유지될 수 있는 것이라야 한다.

(2) 농축조의 용량은 계획슬러지량의 24~48시간분, 고형물부하는 10~20kg/m^2/일 을 표준으로하고 2조 이상으로 하는 것이 바람직하다.

(3) 농축조의 구조 및 형상은 그 사용목적에 적합하여야 한다. 또 고수위르부터 주벽천단까지의 여유고는 30cm 이상으로 하고 바닥면경사는 1/10 이상으로 하여야 한다.

(4) 슬러지공급장치의 구조는 슬러지공급

에 의한 혼란이 조내의 수류에 영향을 주지 않도록 슬러지를 유입시킬 수 있어야 한다.

(5) 상징수의 인출장치는 상징수의 인출에 따라 조내 흐름을 발생시켜서는 안 된다.

(6) 농축조에는 슬러지 스크레이퍼와 슬러지 인출관을 설치하여야 한다. 슬러지 스크레이퍼는 슬러지의 침강분리, 농축을 저해하지 않는 정도의 완속으로 슬러지를 끌어모을 수 있는 것이라야 한다. 또 슬러지 인출관의 관경을 200mm 이상으로 하는 것이 바람직하다.

【해 설】

농축조는 다음에 의하여야 한다.

(1) 농축조란 배출수지, 배출슬러지지 또는 침전지의 슬러지를 받아들여서 자연침전에 의하여 농축을 행하는 시설이다 슬러지농축의 주된 목적은 기계탈수를 행할 경우에는 탈수효율의 향상, 탈수기 용량의 축소이다.

또 기계탈수의 경우에는 일정의 슬러지농도가 없으면 탈수가 극히 곤란해지고 또 탈수케이크는 함수율이 높아지는 등의 문제가 있으므로 이를 위해서도 소요의 슬러지농도가 되도록 농축처리를 행할 필요가 있다.

일반적으로 기계탈수의 경우 공급슬러지농도를 적어도 2% 이상으로 할 것이 필요하며 슬러지 농도가 높을수록 탈수 속도도 크고 탈수케이크의 함수율도 낮아진다. 보통 배출슬러지지로부터의 실제의 슬러지농도는 2% 이하이고 양적으로도 큰 양이 되므로 수배 이상의 농축처리가 필요하다.

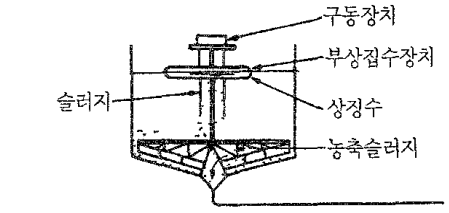
약품응집침전과 급속여과를 주체로 한 급속여과방식에 의하여 생긴 슬러지는 원수의 상태에 따라서 차이가 있으나 통상 수산화알루미늄을 주체로 하므로 친수성이고 함수율이 높은 특성이 있고 원래 농축되기 어려운 성질을 가지고 있다. 그러므로 슬러지의 농축성을 높힐 목적으로 산처리와 응집처리의 전처리를 할 때도 있으며 이때 2차농축조를 설치하여 거기서 전처리를 하는 것이 일반적이다.

슬러지의 2차농축에는 산처리라 하여 황산등을 첨가하는 방법이 있으나 이 때 상징수는 슬러지중의 응집제의 알루미늄분이 용해된 묽은 황산반토액이고 재이용하거나 중화하여 하천에 방류한다 하더라도 문제를 포함하고 있으므로 채용에 있어서는 충분한 배려가 필요하다

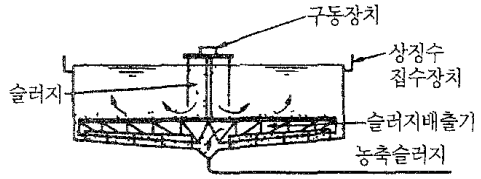
농축의 효율에 영향을 주는 요건중 농축조의 설계상 큰 의미를 갖는 것은 공급슬러지 농도와 슬러지의 농축성이므로 이들에 대한 충분한 검토가 필요하다.

또 농축조는 배출수지나 배출슬러지지로부터 슬러지를 받아들여서 이것을 농축시켜 슬러지 용량을 감소시키는 것을 주목적으로 하는 시설이므로 탈수기가 간헐적으로 운전될 경우에는 슬러지의 저류기능을 부여한 시설이라고 할 수 있다. 또 슬러지가 이미 배출슬러지지에서 어느 정도 농축되었을 경우 특히 배출슬러지지의 체류시간이 충분하고 슬러지가 농축한계치 부근에 도달하였으리라고 생각될 경우에는 그 이상의 농축은 기대할 수 없으므로 단지 저류 목적으로 생각하는 것이 적당할 때도 있다.

(2) 농축조의 용량은 처음에는 소요면적을 계산하고 유효수심을 3.5~4.0m로 하여 구하는 것이 바람직하다. 농축조의 소요면적은 농축조내의 슬러지가 상승유속과 반대로 침강하므로 필요한 유속을 만족시키는 면적 즉, 청징조건을 만족시키는 면적과 농축하여 침강속도가 늦어진 슬러지가 농축조하부에서 지체됨없이 이동하기 위해 필요한 수평단면적 즉, 농축조건을 만족하는 면적을 처리대상 슬러지에 관하여 침강농축시험을 하여 구하고 이들 중 최대의 치를 채용한다. 침강농축시험의 결과로부터 농축조의 면적을 계산하는 방법은 여러 가지 제안되고 있으나 어느 방법도 이상상태에서의 대략치를 부여하는 것이고 최적치를 얻을 수는 없다. 이상적으로는 면적 3.0m^2 이상, 깊이 3.5m 이상의 파일로트 플랜트를 사용한 실험을 하여



1 회분식 농축조



2 연속식 농축조

<그림 5.131> 농축조의 개념도

고형물 부하치를 구하고 이를 기초자료로 하여 필요 수면적을 구하는 것이 바람직하다.

또 고탁도시 대책으로서 농축슬러지의 일시 저류를 겸한 경우에는 그 용량을 고려하여 농축조의 크기를 결정하여야 한다.

농축조에서 처리되는 슬러지의 양은 통상의 세척배출수나 침전슬러지 외에 침전지나 배출수지, 배출슬러지지의 청소작업시의 배출수도 있으므로 이 배출수처리에 알맞는 용량을 채용할 필요가 있으나 예비조를 설치하여 이를 처리하도록 하는 것도 하나의 방법이다. 이 의미로도 농축조 수를 2조 이상으로 하는 것이 바람직하다.

(3) 농축방식에는 회분식과 연속식의 두 방법이 있으며 그 개요를 그림 5.131에 나타내었다

1) 회분식농축조

배출슬러지지로부터 슬러지가 간헐적으로 배출되는 경우나 처리할 슬러지가 소량인 경우에 사용되는 방식으로 구조적으로는 연속식농축조와 거의 동일한 것이나 조의 중앙 또는 일방으로부터 슬러지를 조내에 유입시키고 일정시간 정지시켜 고액분리 후 상징수를 인출하므로 수위의 변동이 크고 가동식의 상징수 취수장치가 필요하나 일반적으로 운전관리가 용이하다.

통상 침전지로부터의 배슬러지가 1일~수일에 1회의 비율로 행하여지는 경우에는 침강분리의 기능을 부여한 배출슬러지지를 설치하여 농축조를 연속식으로 하는 경우가 많다. 이 때의 배출슬러지지에 회분식농축조의 기능을 부여하게 된다. 그러므로 건설비의 고저나 유지관리의 난이도를 비교할 때는 회분식농축조와 배출슬러지지+연속식농축조에 관하여도 고려할 필요가 있다. 또 탈수시설의 운전도 통상 주간에만 행하는 경우가 많으므로 연속식농축조에 있어서도 농축슬러지의 인출은 주간만 행하는 경우가 많다.

2) 연속식농축조

배출슬러지지 등으로부터 슬러지가 연속적으로 배출되는 경우나 처리하고자 하는 슬러지가 다량인 경우에 사용되는 방식이다. 연속식농축조는 매시 일정량의 슬러지를 조 중앙에 공급하고 고액분리를 하고 저부로부터 일정량의 농축슬러지를 인출한다

상징수의 인출은 회분식과 다르게 수위가 대개 일정하므로 월류위어 등의 고정식의 상징수 인출장치를 사용할 수가 있다.

(4) 급슬러지부의 구조는 유입시에 와류나 편류에 의하여 슬러지계면이나 농축부를 흐트러뜨리지 않도록 유입에너지를 속히 감쇠시켜 조내에 유입하도록 하고 급슬러지구의 위치, 각도 등을 알맞게 하여야 한다.

(5) 상징수의 유출은 연속식의 경우에는 고정식의 월류위어, 회분식의 경우에는 부자식의 가동위어, 트로프 또는 게이트 등이 사용된다.

농축조에 있어서 월류면과 슬러지계면의 거리가 짧으므로 월류시의 유속에 의하여 침강슬러지를 흡상하지 않도록 특히 위어부하를 적게 설계할 필요가 있다 고정위어의 경우 위어부하율(월류위어의 단위길이 당 월류량)은 150 $m^3/m/$일 이하로 하여야 한다.

(6) 농축된 슬러지는 긁어 모아서 배슬러지펏트(pit)로부터 배출하여야 한다. 그러므로 슬러지수집장치를 설치할 필요가 있다 슬러지 스크레이퍼는 침강분리된 농축슬러지의 원활한 배

슬러지, 슬러지농도의 증대 등을 목적으로 조의 형상, 바닥 경사, 슬러지의 농도, 점성 등을 고려하여 설계하여야 한다. 또 농축을 촉진시킬 목적으로 스크레이퍼에 수본의 막대기를 세우고 스크레이퍼와 함께 회전시켜 슬러지의 가교현상을 파괴한 후 슬러지 중의 수분 상승을 계속하게 만드는 방법도 있다.

또 슬러지 스크레이퍼에는 통상 큰 부하가 걸리고 있으며 특히 농후한 슬러지가 침적한 경우에 정전 후 재기동시 등에는 과대한 부하가 걸려서 파손되는 일도 있으므로 안전장치로서는 과부하경보장치, 정지장치, 래기인상장치 등을 설치하는 것이 바람직하다.

슬러지 스크레이퍼는 슬러지의 재부상을 피하기 위하여 일반적으로 주변속도는 0.6m/분 이하로 하는 것이 적당하다.

조의 바닥에 설치된 배슬러지핏트에 긁어 모아진 농축슬러지는 인출관으로 배출한다. 배슬러지 핏트의 구조는 인출관의 관경과 긁어 모으는 방법 등에 따라 결정하여야 하며 핏트내에 슬러지가 고착하지 않도록 하여야 한다. 슬러지 인출관은 청소작업이 용이한 구경, 경사 및 배관을 하여야 한다. 또 일정구간마다 개구부를 설치할 필요가 있다.

21.5 자연건조처리시설

1 천일건조상

(1) 조정, 농축시설로부터 배출된 슬러지를 처분 가능할 정도 이상으로 잘 건조되도록 하여야 한다

(2) 면적은 강수, 습도, 기온 등의 기상조건 및 슬러지의 부하 방식에 따라서 건조효율을 저하시키지 않는 정도의 두께로 퇴적시킨 슬러지가 소정의 함수율로 되는데 필요한 건조일수를 주어야 한다. 형상은 작업성을 고려하여 유효수심 1m 이하 여유고는 50cm를 표준으로 한다.

(3) 상징수의 유출설비 또는 하부집수장치를 설치하는 등 슬러지의 건조촉진을 위하여 유효한 조치를 강구하여야 한다. 또한 건조상 바닥면과 측면은 불투수성으로 하여 지하수의 오염을 발생시키지 않도록 하여야 한다.

2. 라군

(1) 라군은 침전슬러지 등을 직접 받아들이고 처분 가능할 정도 이상까지 좋은 효율로 건조시켜야 한다. 1지당의 용량은 1회의 배슬러지량 이상으로 하고 2지 이상으로 하여야 한다.

(2) 라군의 면적, 형상 등은 1의 (2) 및 (3)에 준한다.

【해 설】

1. 천일건조상 등은 다음에 따라야 한다.

(1) 천일건조상은 주로 증발시켜 탈수시키는 것으로 통상은 배출슬러지지 또는 농축조에 의하여 슬러지를 농축한 후 천일건조상에 슬러지를 투입하는 방식이다. 처분하기 위한 농도는 함수율 85% 이하로 줄이는 것이 통례이나 운반작업이나 처분지에의 매립작업상으로 보면 더욱 탈수를 하는 것이 바람직하다.

이 처분방식은 소규모 정수장에서의 배슬러지 빈도가 적고 입지, 기상조건도 좋으며 용지의 확보가 용이한 경우에는 유지관리면과 경제적으로 대단히 유리한 방식이다. 또 대규모 정수장에 있어서도 용지의 확보가 가능한 경우에는 타 탈수방법에 비교하여 유리한 점이 많으므로 조사, 검토하는 것이 바람직하다. 또 고탁도시의 저류 겸 건조시설로서 이용할 수가 있다.

(2) 천일건조상에 있어서 소요 건조일수는 슬러지부하량(단위면적당의 처리슬러지 량), 목표로 하는 함수율, 슬러지의 성상, 기온 등의 기상조건. 입지조건, 건조상의 구조 등에 차이가 있으므로 실험이나 타 도시에서의 실적 등을 충분히 조사하여 결정할 필요가 있다.

건조상에 있어서 자연탈수효율은 유입하는

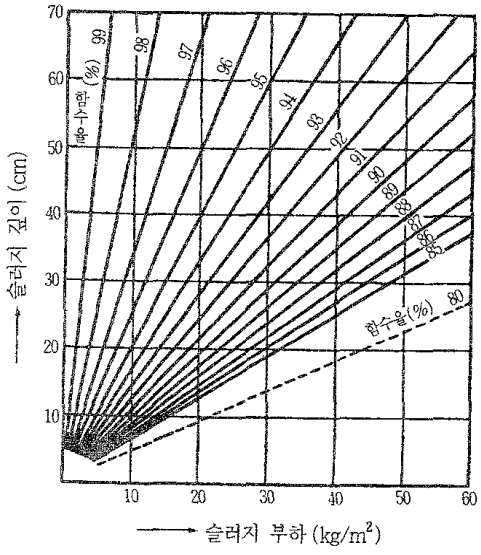
슬러지의 깊이와 슬러지농도에 좌우된다. 즉 단위면적당 얼마나 건조고형물의 중량의 부하가 걸리는가가 문제이므로 다음 식에 표시된 바와 같이 슬러지부하(단위면적당의 고형물량)라는 개념을 사용하여 투입량을 결정하면 편리하다.

슬러지부하(kg/m^2)=주입깊이(m)×슬러지의 농도(kg/m^3)

슬러지농도는 주입슬러지 중의 고형분 중량을 표시하고 있으며 슬러지의 함수율로부터 구할 때에는 비중을 가미하여야 한다 슬러지 함수율과 주입깊이 그리고 슬러지부하의 관계는 그림 5.132와 같다

일반적으로 슬러지부하가 동일하더라도 유입시의 슬러지농도가 높고 슬러지 깊이를 얕게 할 때에 탈수효율이 좋으므로 설계시에 고려하여야 한다.

겨울철에는 서리나 표층의 동결에 의하여 탈수의 진행이 저해되고, 봄철에는 탈수의 진행이 활발해지므로 겨울철에는 슬러지의 건조를 기대하기 보다는 저류적인 기능을 하게 된다 또 슬러지부하 $80kg/m^2$ 전후의 슬러지의 실적은 2월~3월에 유입한 경우에 반출가능하기 까지의 소요일수가 160일 전후이며, 7월에 유입한 것은



<그림 5.132> 함수율, 주입깊이와 슬러지부하 관계

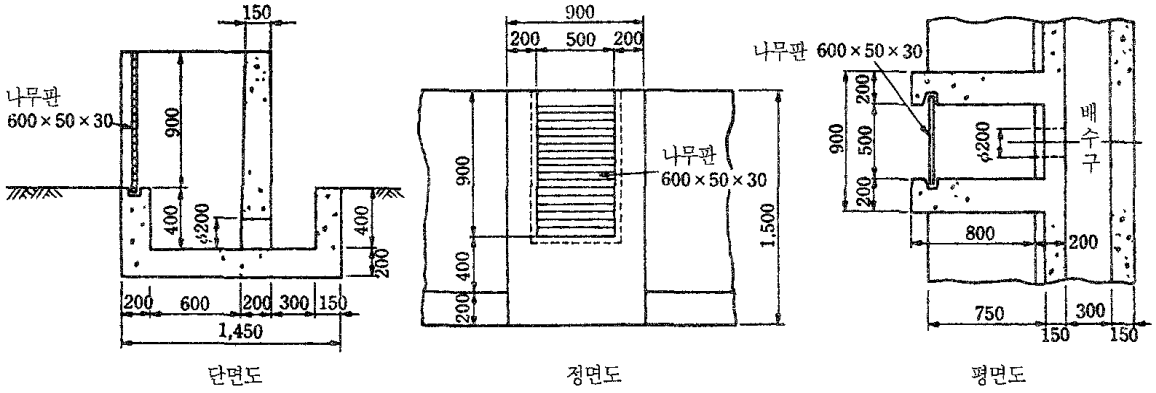
약 120일을 필요로 한다. 또 슬러지의 주입깊이로서는 0.5~1.0m 정도를 표준으로 하면 좋다.

건조상 1지당의 면적은 기본적으로 1회의 배슬러지량으로 결정하고 있으나 유입슬러지의 평균한 분포, 상징수의 확실한 배제, 케이크반출의 작업성 등의 관계도 함께 검토하여 결정하여야 한다. 일반적으로 500~$1000m^2$ 정도의 실시 예가 많다 또 상수의 결정에 있어서는 배슬러지 빈도, 소요건조일수 및 유입슬러지량의 변동 등을 고려하여 여유있는 상수로 하는 것이 바람직하다

(3) 상구조로서는 재래 지반을 그대로 사용하는 자연토상과 콘크리트상의 방식이 실용적이다. 일반적으로 슬러지의 탈수효율은 자연토상이 유리하나 케이크반출시의 작업성이나 지형, 지하수위의 관계 등으로 콘크리트상이 유리할 때가 있다. 또 탈수효율을 높이기 위하여 모래여과의 원리나 하부집수장치 등을 조합하여 실시하는 경우도 있다. 이 경우에는 유지관리상 문제가 되는 것은 여상폐색, 케이크반출방법 등에 관하여 검토할 필요가 있다.

자연토상의 지반고는 될수록 지하수위보다 높고 저부는 배출수구를 향하여 1% 전후의 경사를 둔다. 적극적으로 건조를 촉진시키기 위하여 하부배출수장치 등을 설치하는 것도 좋다. 케이크의 반출부를 설치하는 경우에는 그 부분에 깬 조약돌 기초나 얇은 콘크리트 포장을 한다. 자연토상에 슬러지를 유입시키는 경우 흙댐에서는 주변지반이 연약하여 슬러지가 누출되며 또 두더쥐, 쥐 등의 구멍으로도 슬러지가 누출하는 일이 있으므로 주벽은 기초가 견고한 철근콘크리트 또는 콘크리트 블록을 쌓는 구조로 할 필요가 있다.

천일건조상에 있어서는 침강분리된 상징수나 우수를 신속히 배제하고 증발건조를 촉진시키는 것이 중요하다. 이를 위하여 순차적으로 위어고를 낮게하여 배수할 수 있도록 물반지와 같은 상징수 유출장치를 적어도 4면에 1개소씩 설치하여야 한다 물반지의 일단의 높이는 5cm



<그림 5.133> 상징수 유출장치 (단위:mm)

정도가 적당하다. (그림 5.133 참조)

또한 천일건조상으로부터 슬러지가 누출하거나 재래 지반을 사용한 자연토상을 통하여 침투수가 지하수를 오염시킬 염려가 있으므로 방호공 등의 필요한 조치를 강구하여야 한다.

2. 라군은 다음에 따라야 한다.

(1) 라군은 슬러지의 침강분리, 압밀을 함께 실시하는 것으로 침전슬러지를 직접 받아들이는 방식이다. 따라서 라군은 배출슬러지지, 농축조 및 천일건조상의 기능을 겸한 시설이다. 따라서 1회(1일)에 배출되는 배슬러지량 이상을 1지에 받아 들일 수 있는 용량으로 하나 슬러지의 침강분리를 고려하여 소요 면적을 산출하는 것이 필요하다. 1회의 배슬러지작업에 1일 이상이 걸리는 경우는 침전슬러지가 점차 두꺼워지므로 이것을 고려하여 용량에 여유을 두는 것이 필요하다. 또 라군에 있어서 슬러지의 체류시간은 자연건조처리상 충분한 것이어야 한다.

(2) 슬러지의 침강분리가 끝나면 라군의 기능은 천일건조상과 동일하게 되므로 천일건조상에 준한 구조 및 형상으로 한다 또 깊이는 천일건조상의 조건을 고려하여 1.5~2m정도를 기본으로 하는 것이 적당하다.

또 한냉지에서 적설이 적은 지역에 있어서는 동기의 자연동결과 봄철의 자연융해에 의하여 슬러지성상의 개선이 기대되므로 대단히 유리한 처리방법이라고 할 수 있다. 슬러지의 유입에 있어서 동결이 전체의 깊이까지 도달하고 너무 두꺼워지지 않도록 하는 배려가 필요하다. 이를 위하여 충분한 용지를 확보하여야 한다.

21.6 탈수전처리시설

1. 기본적 사항

전처리시설은 슬러지의 탈수성의 개선효과, 탈수케이크나 분리, 탈수케이크 처분, 유지관리 등을 고려하여 적절한 방법을 선택한다.

2. 석회첨가 처리설비

(1) 슬러지의 탈수시험에 기초하여 경제성, 처분조건 등을 배려하여 적절한 첨가율에 따라 석회가 안정하게 첨가될 수 있도록 한다.

(2) 석회의 혼합조, 용해조는 각기 2조 이상 설치하여야 한다.

(3) 내알칼리구조로 하여야 한다.

3. 고분자응집제 처리설비

(1) 슬러지의 양과 질에 따라 최적 첨가율르 안전하게 첨가할 수 있어야 한다

(2) 정수장으로부터의 배출수중 아크릴아미드모노머 농도를 항상 0.01ppm 이하가 되도록 첨가율의 제어 등의 조치가 강구되

어야 한다.

(3) 고분자응집제를 첨가한 후의 슬러지 분리수가 정수처리공정에 반송되어서는 안된다.

4. 그 밖의 산처리 및 동결처리설비

충분한 기술적 조사 및 실험을 통하여 처리방법이 안정되도록 한다.

【해 설】

1 탈수의 목적은 정수장으로부터 배출된 슬러지를 처분이 용이한 상태로 바꾸는 것으로 탈수의 방법에는 기계력에 의한 경우와 자연현상을 이용하는 경우가 있다. 탈수시설이란 기계력에 의하여 탈수하는 경우에 사용하는 시설만을 말하는 것이다. 탈수시설의 주체는 탈수기이나 탈수효율의 향상을 도모하는 전처리설비를 수반하는 수도 있다. 또한 탈수시설은 전처리 및 탈수처리에 따라서 발생하는 상징수, 탈수여액 등의 배출설비를 포함한다.

탈수전처리와 탈수처리의 조합으로서는 대략 다음과 같은 것이 있다. (그림 5134 참조)

이 이외에 또 다수의 탈수방식이 있다. 탈수방식의 선정에 있어서는 전처리를 고려하여 그림과 같이 생각하는 것도 한 방법이다.(그림 5.135 참조)

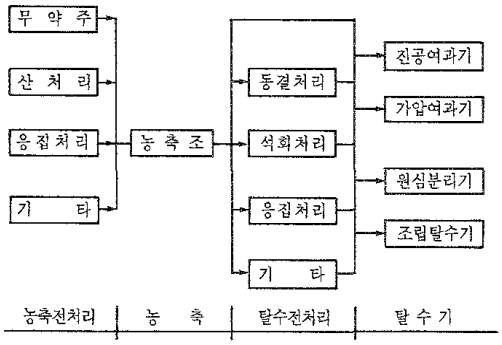
전처리에는 주로 농축효율을 높이기 위한 농축전처리와 탈수효율을 높이기 위한 탈수전처리가 있다. 어느 경우나 전처리방식은 여러 가지 방식이 있으므로 그 선정에 있어서는 종합적인 판단이 필요하고 비교검토하기 위하여 조사나 실험 후에 다음과 같은 사항에 유의하여야 한다.

(1)정수작업에 대한 영향

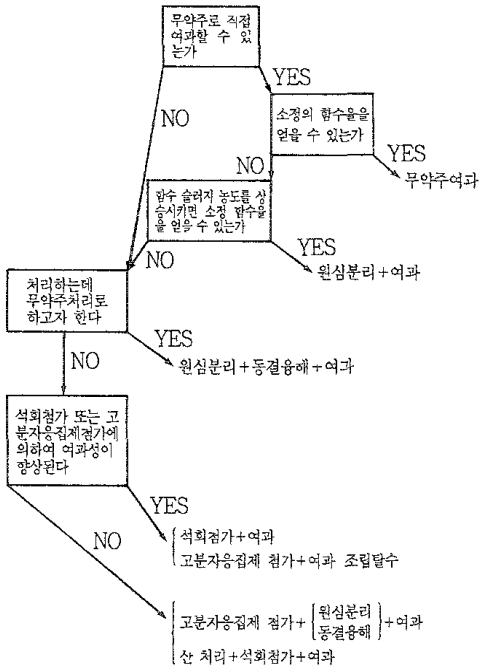
전처리방식에 따라서 탈수여액의 성상이 달라지므로 탈수여액을 착수정에 반송하는 경우에는 정수시설의 부하나 수질변동에 관하여 충분한 검토가 필요하다.

(2)설비장소의 조건

전처리의 방식에 따라 부지면적에 차이가 있다. 또 사용하는 약품은 물론 취기, 소음 등에



<그림 5.134> 탈수전처리와 탈수기의 조합



<그림 5.135> 탈수방식의 선정

의하여 주변환경에의 영향도 고려하여 설치장소의 특성에 적합한 방식과 시설의 구조배치를 선정하여야 한다.

(3)슬러지의 성상

슬러지의 성상은 원수의 상태나 응집제에 따라서 차이가 있으나 그 성분은 일반적으로 수산화알루미늄, 점토질, 로움(loam)질, 콜로이드질, 미생물 및 기타의 유기, 무기의 물질로 구성되고 수분이 많은 젤라틴상이다. 이들 각 성분의 양에 따라서 적합한 전처리방식이 달라진다.

(4)케이크의 성상과 최종처분방법

케이크를 최종적으로 어떻게 처분하는가에 따라 케이크의 성상이 결정되나 그 목표에 합치하도록 약품의 첨가나 슬러지의 가공이 검토되어야 한다. 케이크를 매립처분할 경우에는 특히 케이크로부터 자연계에 용출될 성분에 관하여 환경에 영향을 주지 않도록 약품의 첨가를 배려하여야 한다.

(5)탈수기의 기종, 능력, 운전기간

탈수의 전처리방식은 다음에 계속되는 탈수기의 제요인에 크게 영향을 준다. 또 사용하는 탈수기에 가장 적합한 전처리방식을 선택하기 위하여는 탈수기의 기종, 능력, 운전기간을 충분히 고려하여야 한다 특히 유지관리의 단계에서 전처리공정의 문제점이 탈수기의 기능을 저하시키는 제 요인이 되므로 탈수기의 운전기간과의 관계에 여유를 두어야 한다.

(6)처리의 안정성

안정하게 전처리를 행하기 위하여는 슬러지양이나 슬러지농도, 수온, 탁도, 계절 및 응집제의 주입량에 따른 변화 등에 대하여 조사하는 것이 필요하다.

(7)유지관리의 난이성

조작 및 보수가 용이하고 또 유지관리비가 적게 들도록 하는 것이 바람직하다.

전처리방식에는 탈수전처리로서 석회첨가처리 및 고분자응집제처리 등이 있다 농축전처리로서는 산처리 등이 사용되고 있으나 일반적으로는 석회첨가처리 등과 조합하여 사용된다. 표 5.43에는 전처리방식의 특성을 표시하였다.

<표 5.43> 전처리방법의 특성

구분	산처리	석회처리	고분자응집제 처리	알칼리처리	열처리	동결융해처리
사용약품	황산	소석회 생석회	고분자응집제	가성소오다	-	-
탈수성의 향상	-	대	대	-	중(유기성슬러지의 경우)	대
탈수기종	-	진공여과 가압여과 가압압축여과	원심분리 조립탈수	-	진공여과 원심분리	진공여과 원심분리 가압여과
탈수여액 등의 성상	대략 맑음 pH낮음	맑음 pH 높음	맑음 고분자응집제 잔류	대략 맑음 pH 높음	불량	양호
탈수여액 등의 처리	재생하여 재이용 또는 pH조정후 하천방류	알칼리제로 이용 또는 pH조정후 반송하거나 하천방류	농축조에 반송 농축상등수는 하천방류	알칼리제로 이용 또는 pH조정후 반송하거나 하천방류	배출수지 등에 반송	원수로 재이용 또는 하천방류
케이크의 역학적 성질(무처리와 비교하여)	불량	양호	양호	불량	보통	양호
고형물량의 증감	감소	증가 (15~50%)	불변	감소	불변	불변
처분상의 문제점	pH 낮음	pH 높음	고분자응집제를 함유	pH 높음	-	-

주) 산처리는 농축전처리에서 석회처리등과 조합하여 사용된다 알칼리처리와 열처리는 현재 실용화되어 있지 않다.

2. 석회첨가설비는 다음에 따라야 한다

(1)점토입자를 주성분으로 하는 슬러지의 여과탈수를 할 때는 석회를 첨가함으로써 탈수효과는 상승하나 그 기구의 본질에 관하여는 충분히 규명되고 있지 않다.

석회의 탈수효과는 다음과 같이 생각할 수가 있다. 슬러지에 석회를 첨가하면 점토입자가 석회슬러리와 응집하나 석회는 수산화알루미늄에 비하여 응집능력이 적으므로 $Ca(OH)_2$ 점토입자 플록은 1차 간극이 적게 된다. 따라서 석회첨가된 슬러지는 수분이 적고 석회슬러리 강도가 강해져서 주어진 압력에 간단히 변형되지 않는다. 즉 탈수공정에서 슬러리내에 들어가 있는 수분을 통과시키는데 필요한 2차 간극을 폐색시켜 버린다.

또 석회를 첨가한 슬러지는 다중의 에드린가이드($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$)가 생성되고 이 견고한 침상결정이 분자입자를 분산, 응집화하여 여과성을 좋게 한다고 생각된다.

또 황산염의 존재하에서는 신속하게 칼슘알루미네이드 수화물로부터 에드린 가이드로 변화하므로 산처리의 후에 석회처리가 유효하다고 볼 수 있다. 현상적으로는 pH를 12이상으로 하면 여과속도는 급격히 상승한다. 그러므로 석회의 주입율을 증가시키면 여과속도는 상승되나 이것은 설비비나 약품비의 경제조건과 발생케이크의 탈수여액의 pH상승으로 처분조건에 제한을 받는다 또 여과속도를 상승시키기 위하여 첨가량을 증가시키면 케이크함수율이 커지는 경우도 있다. 일반적으로 석회첨가량은 단위고형물량의 15~50%(중량) 정도가 표준이다 실제에는 연간을 통하여 탈수시험에 의한 케이크의 성능, 탈수기의 운전 등으로부터 가장 바람직한 첨가량을 설정하여야 한다 산처리를 하는 경우에 비교하여 무산처리과정에서는 석회증가량이 증가하는 경향이 있다. 산처리과정에 있어서도 황산의 첨가량이 충분하지 않거나 반응이 불충분한 경우에는 석회를 다량 필요로 한다.

석회로서는 소석회($Ca(OH)_2$) 또는 생석회(CaO)가 사용되나 일반적으로 소석회가 많이 사용된다

첨가방법에는 직접첨가법과 석회유법이 있다. 직접첨가법은 간단한 반면 슬러지의 점성이 높으므로 충분한 혼합이 곤란한 경우도 있다. 한편 석회유법은 석회농도를 10~20%로 조제한 석회유로서 첨가하는 것으로 교반, 혼합이 충분히 이루어 질 수 있는 반면 석회의 용해조가 필요하고 또 여분의 수분이 주어지므로 전체의 시설규모가 커지는 결점이 있다.

석회처리에는 다음과 같은 문제점이 있으므로 주의하여야 한다 석회를 첨가함으로써 탈수여수의 pH가 12정도가 되므로 배출수기준에 합치시키기 위하여는 중화를 할 필요가 있다 또 발생케이크의 체적을 증가시켜 처분지, 운반비 등의 부담이 커진다 또 발생케이크의 pH도 11 전후이고 식물의 생육에는 부적당하다고 생각된다. 또 용출에 의한 지에서의 영향을 고려하여야 한다

(2)석회를 버지식으로 용해하는 경우에는 2조 이하로 하고 1조의 용량은 적어도 석회유를 만드는 용해작업에 필요한 시간분 이상으로 하여야 한다. 또 연속의 경우는 2계열의 설비를 설치하여야 한다.

석회혼합조는 상용의 것 외에 예비조를 설치하고 고장, 수리시 등에도 슬러지처리에 지장이 없어야 한다. 석회혼합조는 슬러지에 석회가 충분히 혼합할 수 있는 용량으로 하고 교반기를 설치하여야 한다. 혼합은 완만하게 하고 급격한 장기간의 교반은 응집한 슬러지가 파괴되므로 주의를 요한다. 그러므로 진공여과기를 탈수기로서 사용하는 경우에는 자연유하로 분기조에 넣든가·가압여과기를 사용하는 경우에는 플런저(plunger)형 등의 펌프에 의하여 공급하고 혼합상태를 혼란시키지 않도록 하여야 한다 또 석회저축소, 용해작업장소는 석회가 포장에 들

었거나 콘테이너 백, 탱크 로리 등에 따라 차이가 있으나 석회의 분말이 비산하므로 작업환경을 양호하게 유지하도록 제어장치를 설치하는 것이 바람직하다.

또 소석회는 습기가 많은 곳에서는

$Ca(OH)_2+CO_3 \rightarrow CaCO_3+H_2O$

가 되어 탄산칼슘($CaCO_3$)으로 변하여 유효한 소석회($Ca(OH)_2$)의 함유량이 감소되어 버린다. 그러므로 저장소는 제습구조로 하고 용해장소에도 제습설비를 설치하는 것이 바람직하다.

(3)알칼리제는 일반적으로 보통재료로 가하나 pH가 높아지면 유기물을 용해하는 성질을 가지므로 용해조, 혼합조 및 배관 등은 내알칼리성으로 하는 것이 바람직하다. 또 석회를 사용하면 배관, 펌프 및 탈수기 등에 석회나 칼슘염이 부착, 고형화되므로 쉽게 삭취할 수 있고 정기적으로 오버 홀을 할 수 있는 구조로 하여야 한다. 또 배관은 이중배관으로 하는 것이 바람직하며 칼슘염의 제거를 위하여 희석염산 주입 등 세척이 용이하게 될 수 있도록 배려하는 것이 필요하다.

또 탈수여액이나 처리배출수를 타 분리수와 함께 원수에 반송 사용하는 경우를 생각할 수 있으므로 사용하는 약품은 수도용규격품을 사용하여야 한다.

3. 고분자응집제 처리설비는 다음에 따라야 한다.

(1)여기서 말하는 고분자응집제란 폴리아크릴아미드 또는 아크릴아미드와 아크릴산염의 공중합체를 기초로 한 합성고분자화합물이다. 이들 고분자응집제는 그 조성에 있어서 수용액중에서의 전하의 상태가 다르고 비이온성 또는 음이온성을 표시한다. 고분자응집제중에는 아크릴아미드와 타 모노머와의 중합에 의한 변성폴리마가 있다 이들의 수용액은 아크릴 아미드와 중합하는 모노머의 종류에 따라 음이온성이거나 양이온성이 되고 만다. 이들 변성 폴리머에 관하여는 정수장 슬러지처리에 사용하는 고분자응집제는 다음 규격에 적합한 것이라야 한다.

아크릴아미드모노머	0.05% 이하일 것
수 은	1ppm 이하일 것
카드뮴	2ppm 이하일 것
납	20ppm 이하일 것

배출수처리에 있어서 고분자응집제 사용목적은 침강성, 농축성, 탈수성의 향상 및 조립탈수를 전제로 한 탈수전처리가 있으나 어느 경우나 그 목적에 적합한 최적주입율이 존재하므로 첨가의 효과와 함께 그 최적주입율을 구하여 둘 필요가 있다. 통상의 경우 고분자응집제의 첨가량은 슬러지의 고형분에 대하여 0.2~0.3% 정도이다.

(2)슬러지처리시설에서 나온 분리액 등을 포함한 정수장으로부터의 배출수중에 있어서의 아크릴아미드모노머농도는 어느 경우에도 0.01ppm을 초과해서는 안된다. 그러나 현재의 분석기술로서는 미량의 아크릴 아미드 모노머 농도를 측정하는 것이 극히 곤란하므로 배출수중에 0.01ppm이라는 기준은 사용기준으로서 운용되고 있는 것이다. 즉 아크릴아미드모노머는 탈수된 슬러지중에 이행하지 않는다는 가정을 설정하고 이것이 배출수에 포함되는 양의 최대치로서 규제에 대하여도 안전하다고 할 수 있으며 배출수중의 아크릴아미드모노머농도의 산정에 있어서는 다음과 같은 방법이 쓰인다.

고분자응집제의 농축조 상징액중의 잔류 아크릴아미드모노머농도 A(ppm)는 고분자응집제 첨가농도 C(ppm)에 의하여

$$A = C \times \frac{a}{100}$$

여기서,

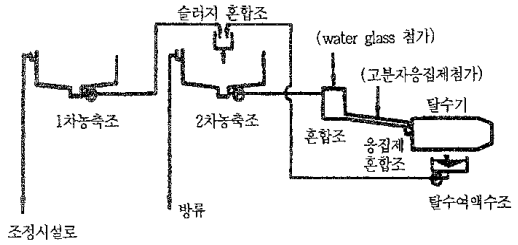
a : 고분자응집제중의 아크릴 아미드 모노머 농도(%)

$$C = \frac{D}{Q}$$

D . 응집제주입량(g/시)

Q : 응집제혼화조에 유입하는 처리대상 슬러지(탈수여액을 제외한다)(g/시)

그러므로 $A = \frac{D \times a}{100Q}$



<그림 5.136> 고분자응집제 첨가처리설비의 플로우 다이어그램

A≤0.01 일 때 상징수의 하천방류는 허용된다. 그러나 A>0.01때에는 A≤0.01이 되도록 처리하여 방류하여야 한다.

(3)고분자응집제중의 아크릴아미드모노머가 정수중에 혼합되지 않도록 하기 위하여 고분자응집제가 첨가된 슬러지처리공정은 정수처리공정과 분리하여 조작하는 것이 필요하다. 그러므로 응집제의 첨가장소로서는 응집제혼화조로 하고 농축조의 상징액이나 탈수여액 등을 정수처리공정에 반송하면 안 된다. 또 탈수여액중에 잔류하는 응집제 성분의 감축을 촉진시키기 위하여 탈수여액을 농축조 등의 슬러지처리공정에 반송하는 것을 원칙으로 하는 것이 필요하다. 그림 5.136에 고분자응집제 첨가처리설비를 사용하고 있는 경우의 플로우 다이어그램의 예를 표시하였다. 또, 고분자응집제는 용해조를 사용하여 희박용액으로 하여 첨가하는 것으로 하고 열화방지를 위하여 용액으로서는 1 주기 정도 이내, 분말로서는 3개월 정도 이내만 저장하는 것이 바람직하다.

저장장소 및 용해작업장소에는 응집제의 분말이 비산되는 것으로 생각할 수 있으므로 제진장치를 설치하는 것이 바람직하다

4 슬러지처리에서 이미 실적이 있는 그 밖의 전처리 방법으로서는 산처리 및 동결융해처리가 있다.

산처리는 농축전처리로서 황산 등의 강산을 사용하여 난농축성의 수산화알루미늄 슬러지를 용해하고 점토입자의 침강, 농축성 및 탈수성을 높이는 것이고 탈수전처리로서 석회 첨가 처리를 그 과정에 가하는 것이 통상적이다. 이 과정에 있어서 산처리 후의 상징액이 묽은 황산반토액이고 수소이온농도가 낮으므로 그대로 하천방류는 할 수 없다. 회수하여 재이용하는 것도 생각되나, 철, 망간 등의 중금속을 포함하는 일이 많고 품질에 관하여 규격도 없으므로 그 사용에 관하여는 충분한 검토가 필요하다.

슬러지를 동결융해함으로써 탈수성이 향상된다고 말하고 있으나, 이것은 결합수 용량을 감소시킴으로써 이루어지는 것으로 생각된다. 즉 슬러지는 일반적으로 고형물, 결합수, 자유수로 구성된다고 하며 전처리를 하지 않은 슬러지의 탈수성이 나쁜 것은 결합수의 제거가 곤란한 까닭이다. 슬러지를 동결시키면 물은 수분자만으로 빙결정을 만들고자 하는 성질이 있어 부유물질이나 용해물질은 빙결정으로부터 배제된다. 그러므로 슬러지를 용기에 넣어서 냉각시키면 용기 벽면부터 슬러지를 내측을 향하여 진행하는 물-얼음 계면은 마치 체 작용을 하여 슬러지 중의 부유물질을 농축시키면서 전진한다 그러므로 얼음이 성장하기 위하여 필요한 물은 이와 같이 농축된 물질의 사이를 여과되는 물에 의하여 보급된다. 얼음에 접한 슬러지 플록의 물(결합수와 자유수로 된다)은 얼음의 성장에 따라서 빠져 나오므로 슬러지의 고형물은 상호 흡착된다. 이것을 결합수용량의 감소 또는 물을 슬러지 고형물에 결합시키고 있는 조직의 파괴라고 말하는 현상이다.

또, 동결이 진행하고 슬러지 고형물이 고농도로 집적하고 그 부분의 투수성이 나빠져서 물을 보급할 수 없게 되거나 또는 농축된 고형물이 확산하기보다 빠르게 동결이 진행하여 물-얼음계면 부근의 응고점 강하가 일어나거나 하면 그 부분을 뛰어 넘어서 동결이 진행한다 그 결과 얼음과 고형물과의 사이에 층이 형성되게 되어 얼음과 얼음사이에 강하된 응고점까지 냉각하면 동결한다. 이때에 물이 액체로부터 고체로 변할 때의 체적팽창에 의하여 고형물은 압축되어 탈수되고 상호 고착된다. 이와 같이 동

결 진행 시의 탈수와 동결의 결점 근처에서의 가압에 의하여 슬러지의 탈수성이 향상된다고 생각되고 있다. 그러므로 동결 속도가 중요한 요소가 되며 될수록 느린 것이 좋다.

동결 융해 처리는 모든 슬러지에 대하여 유효한 것은 아니므로 채용을 고려할 때는 슬러지의 성상을 충분히 파악하고 실험에 의하여 탈수성의 향상을 확인하여야 한다. 또 동결 속도, 냉각 온도, 융해 속도 및 융해 농도 등의 운전 조건은 설비비와 밀접한 관련이 있으므로 실험에 의하여 적절한 조합을 정할 필요가 있다. 또, 동결 융해 처리는 타 탈수 처리법에 비교하여 운전에 필요한 에너지를 많이 소비하므로 경제성의 검토를 할 필요가 있다.

21.7 탈수기

1. 기본적 사항

탈수기는 슬러지의 성상, 전처리방식, 처분방법 및 운전관리를 고려하여 탈수기 성능 및 운전시간 등에 과부족이 없는 용량이어야 하며 2대 이상 설치하는 것이 바람직하다.

2. 진공탈수기

(1) 여과면적은 슬러지량, 여과속도 및 실가동 시간으로부터 산출하여야 한다.

(2) 여포는 폐색되는 부분이 없고 내구성이 있는 것이라야 한다.

(3) 여포세척장치 등을 설치하여야 한다.

3. 가압형 탈수기

가압형 탈수기에는 탈수 기구에 따라 필터프레스식, 벨트프레스식 및 스크류프레식 가압탈수기로 분류할 수 있다.

(1) 가압탈수기의 여과면적은 슬러지량, 여과속도 및 실가동 시간으로부터 산출하여야 한다.

(2) 여과압력, 여과시간 및 전처리방법등은 슬러지의 성상에 알맞는 적절한 조작조건으로 운전할 수 있는 것이라야 한다.

(3) 여포는 폐색되는 부분이 없고 내구성이 있는 것이라야 한다.

(4) 필터프레스식 가압·압착탈수기의 다이어프램은 내구성이 있는 것이라야 한다.

(5) 필터프레스는 여포세척장치 등을 설치하여야 한다.

(6) 벨트프레스의 속도와 인장력은 함수율이 낮은 케이크를 생성하기 위하여 적절히 조정되어야 한다.

4. 원심분리기 및 조립 탈수기

그 밖에 탈수기에는 원심분리기 및 조립 탈수기가 있다.

(1) 원심분리기는 대상슬러지량, 슬러지성상, 운전방식, 설치조건 등으로부터 적절한 형식의 것이라야 한다.

(2) 원심분리기의 용량은 충분한 탈수처리를 할 수 있는 것이라야 한다.

(3) 원심분리기는 슬러지성상 및 처리목표 등으로부터 필요한 원심력을 가할 수 있는 것이라야 한다.

(4) 원심분리기는 쉽게 공기를 뺄 수 있는 분리액 배출관을 설치하여야 한다.

(5) 원심분리기내 세척용의 설비를 설치하여야 한다.

(6) 조립탈수기는 고분자응집제의 첨가를 전제로 한다.

(7) 조립탈수기의 드럼의 소요단면적은 고형물처리량 60 ~130 kg/m^2/시를 표준으로 한다.

5. 탈수기의 부대설비

(1) 탈수기의 부속기계와 기타 설비는 예비를 설치하는 등 운전의 확실성이 확보될 수 있는 것이라야 한다.

(2) 관류는 슬러지나 쓰레기로 폐색되거나 운전상에 지장이 없도록 배치하여야 한다.

(3) 케이크반출설비는 될수록 단순한 구성으로 하여야 한다.

(4) 탈수기실에는 탈수기 기타 기기의 점검정비 및 수리용 크레인, 호이스트를 설치하여야 한다.

(5) 탈수여액 등 처리설비는 여액, 분리수 등의 성상에 따라 필요한 조작을 적절히 할 수 있는 것이라야 한다.

【해 설】

1. 정수장으로부터 발생하는 슬러지를 대상으로 하여 현재 사용되고 있는 탈수기의 종류로서는 그 기구 또는 원리상으로 진공 탈수기, 가압형 탈수기, 조립(造粒)탈수기 및 원심분리기 등으로 분류할 수 있다.

(1) 기종의 선정조건은 탈수기의 성능뿐만 아니라 기본적으로는 슬러지의 성상과 처분상 요구되는 케이크의 성상(주로 케이크의 함수율, pH치 등), 유지관리의 난이, 비용, 케이크의 처분지 및 재활용 등을 고려하여 결정한다

탈수기의 형식은 제작회사에 따라 여러 가지가 있으므로 구조, 운전조작, 보수점검의 난이도, 설비비 및 관리비 등을 종합적으로 비교검토하는 것이 필요하다. 탈수기는 구조가 복잡하게 될수록 고장이 많고 유지 관리, 운전이 곤란해진다. 또 일반적으로 탈수 능력이 높으면 건설비도 고가이다. 배출수처리시설의 건설비 중에서 탈수기가 점하는 비중이 크며 전 건설비의 1/2~1/3을 점한다 그러므로 기종의 선정에 있어서는 각기종의 특성을 충분히 파악하고 처리성, 조작성 및 경제성 등 종합적인 검토를 한 다음 선정하는 것이 필요하다. 각종 탈수기의 특성을 표 5.44에 정리하였다.

각종의 탈수기에 관하여는 필요한 정보를 수집하고 어느 기종을 조작하는 경우에는 실제 그 정수장에서 배출되는 슬러지를 사용하여 채

<표 5.44> 탈수기 종류

구분	진공 탈수기	가압형 탈수기			원심분리기	조립 탈수기
		필터프레스식 가압압착탈수기	벨트 프레스식	스크류 프레스식		
사용되고 있는형식	벨트형이 많이 사용되고 있다	횡형, 종형	-	-	데칸타 형이 일반적이다	드럼형
탈수기구	감압여과	슬러지 공급압력	여포의 압착력 및 전단력	스크류압착	원심분리를 이용한 고액분리	슬러지응집 및 중력을 이용한 물의 분리
슬러지 공급방법	연속	간헐	연속	연속	연속	연속
전처리	석회 산처리후 석회 동결융해	석회 산처리후 석회 (고분자응집제)	석회 산처리후 석회 (고분자응집제)	석회 산처리후 석회 (고분자응집제)	고분자응집제 동결융해	고분자응집제(물글라스를 가해 주는 경우도 있다.)
기타	슬러지 성상에 따른영향이 크다	슬러지 성상에 따라 전처리를 하지않아도된다	슬러지의 성질에 따라 운전결과가 매우다르기 때문에 전처리는 거의 필수적이다		건조, 소성의 공정이 필요한 경우도 있다	슬러지농도가 낮아도 사용된다. 건조 소성의 공정이 필요한 경우도 있다.

택할 기종에 의한 탈수시험을 행하고 그 결과가 나온 것을 확인해야 한다. 이것은 슬러지의 성상에 따라 동일 기종이라도 반드시 같은 결과를 가져온다고 할 수 없으므로 타 도시에서의 성상이 다른 슬러지의 성적을 그대로 인정하기는 불안한 것이다. 이때에 실제 기구를 사용하여 실험하는 것이 바람직하다 그러나 실제 기구를 사용하는 것이 곤란한 사정이 있을 때에는 실제에 가까운 조건을 재현할 수 있는 실험기를 사용하는 것도 괜찮다. 이때에 시험기와 실제 기계와의 기능의 차이에 관하여 충분히 배려하여야 한다.

(2) 탈수기의 성능은 목표로 하는 분리액의 수질이나 케이크의 성상 또는 공급 슬러지의 성상이나 농도 등에 따라 크게 변화하며 타 수계 슬러지의 예나 제작 회사의 표시치는 하나의 목표가 될 수 있다. 탈수기 성능은 실험을 통하여 확인함과 동시에 탈수기의 규모에 따라 탈수효율이 변하는 수가 있으므로 신중히 검토할 필요가 있다.

슬러지의 성상은 수원에 따라 변할 뿐 아니라 동일수원에 있어서도 계절적으로 변화하므로 탈수기 성능을 정확히 파악하기 위해서는 적어도 하계(고탁도시)와 동계(저탁도시)에 걸쳐 실험을 할 필요가 있다. 통상 용량 결정은 고탁도시를 대상으로 하는 경우가 많으나 일반적으로 동계의 슬러지는 탈수성이 나쁘므로 저탁도시에 있어서도 검토가 필요하다.

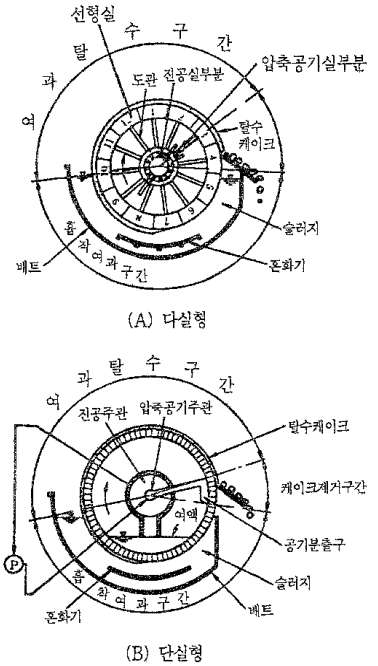
탈수기에 공급되는 슬러지의 농도도 탈수기의 능력을 좌우하는 중요한 요소이다. 탈수기종에 따른 적정한 슬러지 농도의 범위가 있으며 그 범위 외에서는 처리 불능이 될 때도 있으므로 주의하여야 한다. 탈수기의 운전시간은 각 사업체에 있어서의 근무일수, 근무시간 및 관리직원 수 등의 노동조건이나 관리체계를 고려하여 설정할 필요가 있다. 장기적 관점으로는 연간의 슬러지발생량과 년간 운전 가능 일수와의 관계를 충분히 파악하고 표준적으로 1일 6시간 운전하도록 탈수기 용량을 정하고, 단기적으로는 고탁도시의 슬러지 발생량과 운전시간의 연장을 검토할 필요가 있다. 연간의 원수탁도의 변동이 크고 고탁도시에 24시간 운전을 하여도 처리불능한 슬러지 발생량이 있을 때에는 저류조, 라군 등의 피크 커트(peak cut)용량을 설정하는 것이 좋다.

운전 시간의 설정은 시업시의 준비작업, 종료시의 청소 정비작업에 각기 30~60분을 필요로 하는데 주의할 필요가 있다.

(3) 탈수기의 고장수리 또는 정기점검 등으로 인하여 슬러지 처리 작업에 지장을 주지 않도록 2대 이상의 탈수기를 설치하는 것이 바람직하다. 또 예비기를 설치하지 않아도 되도록 계획적으로 보전 작업을 하는 것이 바람직하다.

2. 진공 탈수기는 드럼, 진공 장치 및 여포로 구성되며, 드럼의 표면에는 원 슬러지를 여포를 통하여 진공력을 주어 탈수하는 것이다. 진공탈수기는 드럼배면을 진공으로 만든 구조로 되어 있으며 그림 5.137과 같이 다실형과 단실형으로 나눌 수 있다.

다실형의 탈수기는 드럼에 고정된 수열의 도랑이 있어 도랑으로부터 도관이 드럼 측단으로



<그림 5.137> 드럼식 진공탈수기

개구하고 드럼과 함께 도관과 회전하면 그 개구부가 진공실내에 있는 사이의 도랑의 부분이 진공이 되므로 슬러지를 흡착하여 탈수한다. 회전이 진행하여 도관개구부가 압축공기실에 도달하면 도랑의 부분에 농축 공기가 들어가서 케이크가 여포로부터 떨어진다.

단실형의 탈수기는 고정된 주축을 격벽으로 구분하고 한쪽을 진공주관으로 하여 드럼내에 개구부를 설치한다. 주축의 한쪽은 압축 공기 주관으로 하고 여기에 접속한 도관에 도랑을 고정한다. 드럼내면은 진공이므로 회전과 함께 슬러지를 탈수하고 공기구에 오면 케이크가 떨어진다. 이 방법에서는 케이크의 박리(剝離)가 곤란하고 여포의 폐쇄가 빨라지므로 최근은 여포 주행형이라는 일부 여포가 드럼으로부터 떨어져 여기서 압축 공기를 사용하는 대신에 박리 롤을 설치하여 케이크를 박리하고 또 여포 세척 장치를 써서 폐쇄를 해소시키는 개량형이 보급되고 있다.

진공탈수법에서 슬러지를 직접 여과하는 것은 드물고, 석회 첨가 또는 여과 이후 석회 첨가를 하거나 동결융해법 등의 전처리가 필요하다 또 케이크의 함수율은 슬러지 성상이나 전처리방법에 따라서 차이가 크고 60~80% 정도이다.

(1) 진공탈수기의 용량(여과면적)은 다음 식으로 구한다.

$$A=\frac{S}{V\cdot t}$$

여기서,

A : 여과면적(m^2)

S : 슬러지량(kg-D.S./일)

V : 여과농도(kg-D.S./㎥/시간)

t . 실가동시간(시간/일)

그러므로

$$N=\frac{A}{a}$$

여기서,

N · 소요대수(대)

a : 탈수기의 여과 면적(m^2/대)

진공탈수기의 채택에 있어서는 리프 테스트 또는 파일로트 플랜트에 의하여 슬러지 조건, 케이크 형태 및 탈수기의 운전 등에 관한 자료를 얻을 수 있도록 연간을 통하여 실험 조사하여야 한다. 이들 자료 중에는 슬러지 농도의 고저, 석회첨가율의 다소 등 인위적으로 변화시킬 수 있는 것과 슬러지의 질, 수온 등 인위적으로 변화시킬 수 없는 것이 있으므로 요소별로 여과도를 분류하여 최저 함수율의 케이크를 얻을 수 있도록 여과 속도를 결정하여야 한다. 그러나 전처리의 과정에서 결정되는 평균적 슬러지 농도와 석회 첨가의 경우에는 경제적이고 저함수율이 되도록 첨가율을 기준으로 한 여과 속도를 표준 여과 속도로 설정한다.

실가동시간을 설정하기 위해서는 1일의 작업 종료시에 행하는 여포의 수세시간, 부하로 인하여 여포가 폐색하였을 때의 산세척시간, 산세척 효과가 끝나갈 때 및 파손에 따른 여포의 교환 시간 등을 고려하여야 한다.

석회를 첨가하였을 때 특히 부속 배관에 칼슘염이 부착, 고화되기 쉬우므로 큰 구경의 배관을 하거나 수년에 1회의 오버 홀이나 배관 교환 등의 필요가 있다 2계통 배관을 할 수 없을 때에는 이들을 고려하여 연간의 실가동 시간을 추정하여야 한다.

이상의 조건으로부터 탈수기의 소요 대수를 구할 수 있다.

(2) 진공 탈수기에 사용되는 여포에는 통상 폴리프로필렌, 나이론 및 테트론 등의 합성수지 재질이 많고 수지의 굵기, 짠 방법 및 올의 크기 등이 차이가 있으므로 실험에 의하여 최적의 여포를 선정하는 것이 바람직하다.

안정된 여과를 하기 위해서는 여포의 폐색이 일어나기 어려운 것이 좋으나 짠 눈금이 커지면 여과액의 탁도가 높아지고 처리효과가 감소하는 데 주의하여야 한다. 또 여포는 끊임없이 상당한 장력이 걸리므로 강도적으로도 내구성이 있어야 한다.

진공탈수기의 생명은 여포에 있다고 할 수

있으므로 다음과 같은 선정조건을 기준으로 신중히 결정해야 한다.

① 내산, 내알칼리성일 것

② 강도, 내구성이 클 것

③ 안정된 여과속도를 얻을 수 있을 것

④ 사용중의 팽윤, 수축이 적을 것

⑤ 폐색이 적고 케이크를 박리하기가 좋을 것

⑥ 탈수여과액의 청징도가 높을 것

⑦ 재생이 가능할 것

(3) 부대설비로서는 배트(vat)내의 교반장치, 세척장치 및 벨트 콘베이어의 케이크 반출 설비 등을 설치하여야 한다.

배트내의 슬러지가 침전하지 않도록 교반 장치로 완만하게 교반하는 것이 필요하다. 그러나 응집된 슬러지가 떨어져서 작아지게 되므로 급격한 교반은 바람직하지 않다.

1일의 작업완료시에는 여포의 세수가 가능하도록 하여 두는 것이 필요하나 산세척장치를 설치하지 않고 그대로 행할 때에는 여포를 걷어 내서 산세척하는 경우를 생각할 수 있다. 전자는 작업이 간단하나 산세척에 시간이 걸리고 후자는 일손이 많이 드나 산세척효과는 우수하다.

박리된 케이크를 반출하기 위해서는 벨트 컨베이어가 좋다. 석회 첨가의 경우에는 pH가 높은 탈수 여액이 되므로 중화조를 고려하여 두는 것도 필요하다.

보조기로서는 진공펌프, 전동기 및 제어장치 등을 설치하여야 한다. 진공펌프는 탈수기의 최대 운전에 필요한 용량을 고려하여야 하고 진공여과법은 전자동 운전이 가능하다는 특질을 가지고 있으므로 제어장치에 관하여 충분히 배려할 필요가 있다.

부속 기기로서는 배트 내에 액위계, 진공계 등의 계기를 설비하고 운전이 원활하게 하도록 하여야 한다.

또 진공탈수기 본체는 비교적 단순한 기계로서 큰 소음이나 진동은 발생하지 않으나 보조기류와 진공펌프는 소음과 진동을 발생하므로 그 대책이 필요하다. 원래 보조기계류는 실내에 설치하므로 소음이 실외에 나가지 않도록 방음구조로 하고 진동에 대하여는 충분한 기초를 만들어서 흡수하도록 할 수 있다.

3. 가압형 탈수기는 슬러지에 기계적 압력을 가하여 압착, 탈수하는 장치로 그 기구에 따라 다음과 같이 분류할 수 있다.

가압형 탈수기

- 필터프레스식-(가압, 가압+압착)
- 벨트프레스식
- 스크류프레스식

필터프레스는 복수의 여판, 여과 틀, 여포로 구성된 것으로 여판과 여과 틀의 사이에 여포가 끼워져 있다. 펌프로 가압된 원 슬러지가 여과 틀에 들어가서 원 슬러지 중의 고형분은 케이크로 되어 여포의 여실에 축적되고 여포를 통과한 여액은 여판으로부터 여액송관을 통하여 배출되는 기구로 되어 있다.

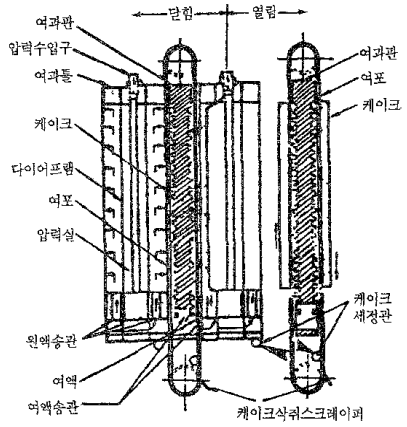
필터프레스는 슬러지의 성상에 따라 전처리를 하지 않고 탈수 가능할 경우도 있으나 일반적으로 석회 첨가를 하거나 산처리 후 석회첨가를 하는 등의 전처리가 필요하다. 케이크의 함수율은 55~70%로 진공 여과 방식에 비교하여 적고 압착기구가 있는 것은 다시 5~10% 정도 감소된다.

벨트프레스형은 다수의 롤러 사이에 두 개의 여포를 설치한 것이다. 아래 여포 위에 고분자 응집제를 첨가한 슬러지를 공급하면 플록사이의 간극수는 중력으로 인해 탈수되고 상하 여포의 압착력을 써서 부착수를 탈수한다. 최후로 전단력을 가하여 압축력을 증가하면 슬러지의 함수율은 떨어진다. 케이크는 스크레이퍼로 박리시킨다. 여포의 막힘을 방지하기 위하여 압력수를 제정하고 다시 중력여과부로 되돌린다.

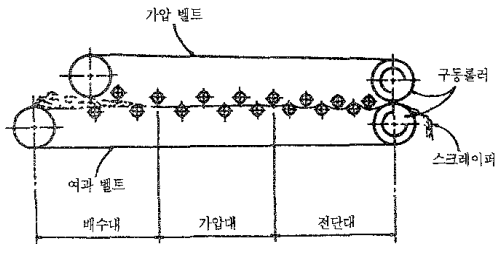
스크류프레스형은 구동장치, 드럼본체, 스크류, 커버, 저항장치 등으로 구성되고 투입된 슬러지를 스크류로 연속적으로 일차 탈수하고 저항장치에서 이차 탈수하여 배출하는 것이다.

(1) 슬러지의 탈수처리에서 사용되고 있는 가압탈수기는 슬러지를 펌프에 압입여과하는 가압탈수기(횡형)와 슬러지를 펌프압입 후 다시 다이어프램으로 가압(압착)하는 2단식 가압·압착여과(횡형, 종형)의 2종류가 있으며 후자의 채용 예가 많다. 케이크의 탈수율을 높이기 위하여는 내실에 다이어프램을 삽입하여 원 슬러지를 공급정지 한 후에 고압수를 도입, 다이어프램을 신장시켜 케이크를 다시 압착탈수하는 것이다. (그림 5.138 a) 참조)

어느 경우에 있어서나 여과속도의 결정에 있어서는 반드시 실제 기계나 파이로트 플랜트로 실험을 하고 여과 능력을 확인하여야 한다. 동일 수원에 있어서도 계절적인 변화나 약간의 조건 변화로 슬러지 성상이 달라지면 여기에 대한 여과 능력이 차이가 난다.



a) 필터프레스식



b) 벨트프레스식

<그림 5.138> 가압탈수기의 구조

특히 동기와 하기에 있어서 여과 능력의 차이가 크고 경우에 따라서는 2~3부의 차이가 발생하는 등 슬러지 성상에 따른 여과 능력에의 영향을 충분히 알아야 한다. 여과의 사이클 타임은 슬러지의 압입, 압착(압착기구가 붙었을 때), 공기블로워, 틀 개방, 배출 및 여판에 관한 각 공정으로 1사이클이 되므로 이들의 총 시간을 산출할 수 있어야 한다.

필터프레스식 가압탈수기의 용량(여과 면적)은 본 절의 진공탈수기 해설에 준하여 구하는 것으로 한다.

(2) 가압 여과에 있어서 여과 압력, 여과 시간 및 석회 첨가 등의 탈수기 조작 조건은 여과 속도, 케이크 수분의 영향을 주는 인자로서 중요한 요소이나 슬러지의 성상과 나아가서 탈수기 형식(구조) 등으로 차이가 있으므로 실제 기계 또는 시험기계로서 사전에 조사하고 최적 조건을 결정하여야 한다.

(3) 가압탈수기에 사용되는 여포는 진공 탈수기의 여포에 준한다.

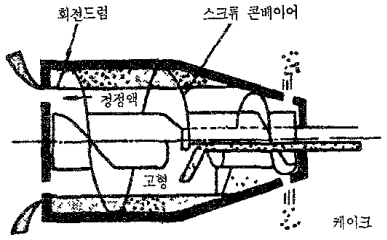
(4) 다이어프램은 재질 뿐 아니라 구조적으로도 검토하여야 한다. 보조 기계와 부속 기계에 관하여는 본 절의 진공탈수기에 준한다.

(5) 가압탈수기에 사용되는 세정장치는 진공탈수기의 세정장치에 준한다.

(6) 벨트프레스에서 벨트의 속도가 빨라지면 탈수시간이 짧아져서 수분이 많은 케이크가 생성되며 벨트의 인장력이 증가되면 더욱 건조한 케이크가 생성되나 벨트의 마모가 심하여진다. 또한 폴리머 사용을 증대시키면 더욱 건조한 케이크가 생산된다. 슬러지 주입을 증대시키기 위하여서는 벨트의 속도를 증대시켜야 한다. 또한 성글은 여과막을 사용하면 보다 건조된 케이크를 얻을 수 있으나 SS회수율은 낮게된다. (그림 5.138 b) 참조)

벨트프레스식 탈수기의 용량은 다음식으로 구할 수 있다

$$B = 1,000\ (1 - \frac{W}{100}) \cdot \frac{Q}{V}$$



<그림 5.139> 원심분리기의 구조

여기서, B: 유효여포폭 (m)
W: 슬러지함수율 (%)
Q. 유입슬러지량 (m^3/시간)
V· 탈수속도 (kg/m^2 · 시간)

4. 원심분리기 및 조립탈수기는 다음에 따라야 한다.

원심분리기는 그림 5.139에 표시한 바와 같이 고속 회전하고 있는 회전 드럼형 원심기중에 고분자 응집제 등으로 전처리된 원 슬러지를 공급한다. 강대한 원심력으로 비중이 큰 고형물은 신속하게 침강하고, 회전드럼의 내벽에 흡착하여 액분과 고형분으로 분리된다.

원심분리법은 슬러지를 회전 드럼속에서 고분자응집제 등을 첨가하여 탈수하는 방법으로 진공, 가압탈수기보다도 탈수성이 못하나 건조, 소성의 공정을 조합하면 처분상 유리한 탈수방식이다. 또 원심분리기로부터 나오는 케이크의 함수율은 60~80% 정도이다.

(1) 원심분리기는 분리 판형, 원통형, 데칸트(decant)형, 막상형 및 원심 탈수기가 있으며 각기 회분식과 연속식이 있다. 이들은 용도에 따라서 사용처가 다르나 슬러지 탈수기로서는 다음과 같은 이점이 있어 데칸드형 횡형 연속식 원심분리기가 적합하다

① 고분자응집제의 첨가로 우수한 탈수능력을 발휘한다. (석회첨가의 필요가 없다)

② 24시간 연속운전이 용이하고 연속 관리가 비교적 간단하다.

③ 장치가 콤팩트하다.

④ 처리 과정이 단순하다.

또 원심분리기를 탈수기로서가 아니라 기계적인 슬러지 농축방법으로서 채용하는 것도 일부에서 시도되고 있으나 이 경우에는 실제 기계 또는 시험 기계로 실험을 거쳐 소요 농도가 될 수 있는 형식과 운전 조건을 설정할 필요가 있다.

(2) 호이형연속식 원심분리기의 성능은 기계구조, Σ치에 따른다. 여기서 Σ치는 기하치수와 원심력에 의하여 구해지는 기계 고유의 것으로서 분리액의 청징도를 표시하며 침전지에서 동일 청징도를 얻을 수 있는 면적에 상당하는 값이다. 그러므로 탈수기에서의 침강 분리의 과정만을 표시하는 것이고 반드시 탈수 성능을 표시하는 것은 아니다. 또 Σ치를 이용한 스케일 업(scale up)은 다음의 관계에 의한다.

$$\frac{Q_o}{\Sigma_o} = \frac{Q'}{\Sigma'} = 2vg$$

여기서,

Q_o, Q' : 분리액량(처리량)

vg . 중력장에서의 침강속도

원심력 외동과 스크류 컨베이어와의 회전차 분리배출 공고(孔高)가 상호 상관하여 결정되는 것으로서 이론적으로 명확하지 않은 점이 많고 따라서 실험기계와 실제 기계의 용량에 차이가 있는 경우에는 스케일 업에 관하여 충분한 검토가 필요하다. 가능하면 실제 기계도 실험하는 것이 바람직하다.

(3) 원심력의 정도는 중력가속도의 배수로 표시되며 보통 1,500~3,000G의 원심력을 이용한다. 원심력이 클수록 탈수성능은 향상하나 기계의 마모나 기계의 하중도 증가하므로 목표로 하는 케이크의 분리액을 얻을 수 있는 범위내에서 되도록 적게 하는 것이 바람직하다.

(4) 고속회전체로부터 배출되는 분리액에는 다량의 공기를 포함하고 기포가 생기며 분리액 배출관의 통과 능력을 저하시킬 염려가 있다. 따라서 분리액배출관에는 충분한 공기배기장치를 설치하거나 가능하면 개수로로 하는 것이 바람직하다.

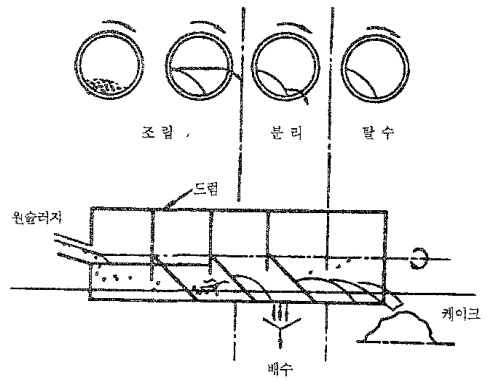
(5) 운전종료시에는 분리기내의 슬러지를 청소하여 두지 않으면 다음 운전개시시에 슬러지의 침적 등으로 인한 처리 불량이나 이상 진동 등의 장해가 일어난다.

원심분리기는 고속 회전체를 갖는 구조이므로 어느 정도의 진동, 소음의 발생을 피할 수 없다. 따라서 진동에 견딜 수 있는 기초 구조로 하여야 한다. 소음에 있어서는 민가로부터 거리 등의 설치 조건을 충분히 고려하고 건물의 소음 구조를 검토할 필요가 있다. 또 작업원의 노동환경으로 보아서 원심분리기 자체에 방음장치를 설치하는 것도 하나의 방법이다.

(6) 조립탈수기(**造粒脫水機**)는 다음에 따라야 한다.

습식조립탈수기는 그림 5.140에 표시한 바와 같이 회전드럼형의 중력식 탈수기로서 원 슬러지에 고분자응집제와 물글라스 등의 조제를 첨가하여 완만하게 교반을 하면 입자는 상호 흡착 응집한다. 수중에서 이 입자에 회전운동을 주면 펠릿상의 큰 입자가 되어 입자간의 수분이 제거되고 괴상으로 결합된다. 수분은 드럼에 설치한 슬릿(slit)으로 배출되면서 케이크를 측단의 개구부로 보내는 구조로 되어 있다

조립탈수법은 석회 첨가 처리, 산처리의 난점을 해소하기 위하여 개발된 것으로 탈수성 자체는 앞의 3기종 보다 못하나 구조가 가장 간단하고 고장이 적다. 조립탈수기로부터 나오는 케이크의 함수율은 65~80% 정도이므로 건조공정과 조합시키는 경우가 많다.



<그림 5.140> 조립식 탈수기의 구조

(7) 조립탈수의 원리는 다음과 같이 설명된다. 먼저 슬러지에 고분자 응집제를 주입하고 천천히 교반하면 고분자 응집제를 중개로 하여 슬러지의 입자는 상호 부착 응집한다.

수중에 있어서 이 입자는 천천히 회전운동을 주면 서로 응집하고 조립효과를 주어 더 큰 입자로 성장시킨다. 이 현상을 원통 내에서 하면 슬러지 두께에 따른 압력으로 다시 수분이 분리하게 되는 것이다. 이 경우에 슬러지 농도가 너무 얕으면 입대 입자로 조립할 수가 없고 고액의 분리가 곤란하게 되므로 슬러지의 공급농도는 대개 2% 정도 이상으로 하는 것이 일반적이다.

정수장의 슬러지 처리에는 약 음이온성 폴리머(anionic polymer)가 효과적인 경우가 많고 전처리의 단계에서 pH를 약알칼리측의 응집 영역에 두는 것이 바람직하다. 이것은 슬러지의 성상과 계절에 따라 변화하는 것이나 드럼의 지름을 추정하는 지표가 된다.

6. 부대설비에 관련하여 다음에 따른다.

(1) 탈수기의 보조기(펌프 등) 대수는 반드시 탈수기 하나당 한 대씩 하는 것이 아니라 탈수기 몇 대를 그룹으로 나누어 보조기 대수를 선정하고 따라서 그것에 상응하는 공통의 예비기를 최저 한 대 설치하는 것이 바람직하다.

(2) 관류는 보수, 점검 및 수리의 편의를 위하여 될 수 있는 한 두 계열로 하며 배관거리가 짧게 되도록 배치에도 유의한다.

(3) 케이크의 반출방법에는 ① 케이크를 컨베이어로부터 직접 트럭 등으로 반출하는 방법

② 호퍼에 일단 저류 후 반출하는 방법 ③ 케이크 치장에 일단 저류 후 반출하는 방법 등이 있다. 컨베이어로부터 직접 반출하는 방법은 케이크 발생량이 적은 소규모 정수장에 적합한 것이나 발생량과 트럭 용량과의 관련을 충분히 고려하여 둘 필요가 있다.

호퍼를 사용하는 경우는 케이크의 성상(함수율, 크기) 등을 충분히 조사하고 호퍼의 입구에서 케이크가 걸리는 일이 없는 구조로 하여야

한다. 또 필요에 따라서 진동 장치 등을 설치하는 것이 좋다. 케이크치장은 배수가 잘 되는 곳으로 최저 3일분 정도는 저류할 수 있는 용량이 필요하나 가능하면 7일~10일분 정도가 바람직하다.

(4) 탈수기 등의 기기류는 타 정수 시설의 제설비에 비교하여 슬러지를 처리하기 때문에 마모등이 빠르므로 점검, 정비 및 수리 등이 많아진다. 따라서 기기 분해 및 반출입을 위하여 건물 내에는 천정크레인, 호이스트를 설치하여야 한다. 또 크레인의 능력은 기기의 분해시 최대하중을 검토하여 정할 필요가 있다.

(5) 탈수 여액 등을 정수공정에 반송하는 경우 될수록 원수처리량에 대한 비율을 일정하게 하고 정수처리에 지장이 없도록 하여야 한다. 따라서 반송량을 균등하게 하기 위하여 저류조를 설치하고 탈수 여과액, 분리수 기타 배출수(예를 들면 여포세척수, 콤프레서 냉각수 및 펌프 봉수 등)를 수집하는 것이 좋다. 저류조에는 반송 펌프, 반송유량계(원수 양과의 비율을 일정하게 하는 제어기기를 포함한다.) 및 교반장치 등을 설치하는 것이 바람직하다. 또 탈수 여액 등을 외부의 하천 등에 배출하는 경우에는 배출수 기준에 합치하도록 중화 설비 등을 경유하여 배출하여야 한다. 이때에 중화 설비로서는 중화조, 중화액저류조 및 수질 측정기(pH계 등) 등이 필요하다.

21.8 처분시설 및 재활용

1. 매립처분지

(1) 위치는 배출수처리시설의 위치, 발생 케이크량, 반입로 및 주변환경을 고려하여야 한다.

(2) 용지 면적은 매립 방법, 매립 깊이, 발생 케이크량 등으로 보아 충분하여야 한다.

(3) 침출수 등으로 공공용수역, 지하수 등의 오염이 발생하지 않도록 필요에 따라서 적절한 조치를 강구하여야 한다.

(4) 매립처분지로부터 케이크의 유출 방지를 위한 조치가 강구된 곳이라야 한다.

2. 재활용

케이크의 재활용에 관하여 검토한다.

【해 설】

1. 매립처분지

케이크를 성토, 매립에 의하여 육상 처분하고자 하는 경우에는 다음 점에 충분한 배려가 필요하다.

1) 케이크의 함수율이 85% 이하라야 한다.

2) 케이크 처분지로부터 침출수에 의하여 공공용수역 또는 지하수의 오염을 발생시키지 않아야 한다.

3) 장래의 매립지 이용의 목적에 적합한 것이어야 한다.

4) 충분한 매립 용지를 확보하여야 한다.

5) 처분지는 케이크를 수송하는 수단, 빈도 및 반입경로 등의 수송면으로 보아 적절한 위치라야 한다.

또 육상처분이 곤란할 경우에는 케이크 또는 슬러지의 해양투입처분이 부득이한 조치로서 인정되고 있다. 그러나 폐기물의 처리 및 검토를 충분히 하여 둘 필요가 있다. 또 해양 오염이 진행되고 있으므로 법적 규제가 강화되고 있는 해양투입처분의 곤란성이 높아지고 있다.

대도시의 정수장 등에서 처분용지의 확보가 곤란한 경우에는 유효 이용의 방법을 검토하는 것이 바람직하다. 용도로서는 벽돌, 골재, 연마제, 요업 원재료, 노반 및 재배토 등이 생각된다. 발생 케이크의 성상에 따라 용도나 제조 방법에 차이가 있으므로 실험 등으로 충분한 검토가 필요하다. 제품화를 고려할 경우에는 배출수처리과정 자체에도 큰 영향을 주므로 전체적인 면을 충분히 검토한 다음에 채용을 결정하여야 한다.

발생 케이크나 농축 슬러지를 처분하는데 있어서 처분지의 토양 오염이나 지하수의 오염,

해양 오염 또는 소성이나 건조를 할 때의 대기 오염 등 2차적인 환경오염 문제를 발생시키면 슬러지 처리 자체의 의의가 상실되므로 이들 여러 면에 관하여 충분한 배려를 하여야 한다.

발생 케이크 처분지를 장래 이용할 계획이 있을 경우에는 그 목적에 적합한 처리, 처분을 실시하여야 한다. 구조물을 건설하는 계획이 있을 경우는 이용의 목적과 필요에 따라서 케이크 처분지의 지내력을 높이기 위하여 드레인 등 지반 개량 공법을 처분시에 시공하여 두는 것이 바람직하다. 구조물을 만들지 않고 공원이나 녹지 등으로 이용을 할 경우에는 지내력은 그다지 중요하지 않으나 식물의 성장을 저해하는 성상의 케이크의 경우에는 복토를 두껍게 하는 등의 조치를 강구하여야 한다. 처분시 이용을 계획하는 경우에는 약품주입 없는 슬러지의 탈수처리가 바람직하고 동결융해나 건조, 소성의 슬러지 성상을 변화시키는 처리 방법도 유리하다.

(1) 케이크를 수송하는 수단 및 빈도와 반입 경로 등의 수송면으로 보아 장해가 적은 위치에 처분지를 선정하여야 한다. 또 복수의 정수장에서 배출되는 케이크를 1개소의 처분지에 처분하고자 할 때에는 각기 정수장과 처분지의 거리를 고려해 둘 필요가 있다.

(2) 발생 케이크의 처분지로서는 될수록 자기 용지로 하는 것이 바람직하다. 개인 소유지나 공공 용지를 사용하는 경우에는 차지 기간, 보상 등의 문제점이 발생하지 않도록 사전에 협정을 체결할 필요가 있다. 확보하여야 할 용지 면적은 5년분 정도가 바람직하고 매립 길이는 대개 3~4m로 한다.

(3) 케이크 처분지로부터의 침출수에 관하여는 현행법 제도하에서는 특히 기준을 정하고 있지 않으나 케이크 처분지에 인접하는 수역의 환경을 악화시키지 않는 것이 그 요건으로 생각된다. 지하수 오염을 피하기 위하여 매립 깊이의 배 정도는 지하수와 분리되는 것이 바람직하다. 모래층 또는 자갈층의 용지인 경우에는 하부의 지하수오염을 방지하기 위하여 불투수층을 설치하는 등의 배려가 필요하다. 또, 일반적으로 50~100cm의 매립에 대하여 50cm 정도의 복토를 할 필요가 있다.

수질환경보전법에 배출수기준이 정해져 있는 물질에 관하여는 침출수에 있어서 배출수기준에 적합한 것이 조건이 될 것이다. 그러므로 발생 케이크의 침출수의 수질 조사를 사전에 실시하고 필요에 따라서 하수처리시설을 처분지에 설치하는 것도 생각할 수 있다.

(4) 폭우, 지진 등으로 인한 케이크의 유출, 붕괴 등의 재해를 방지하기 위하여 토유공이나 배출수공 등의 방호공사에 만전을 기해야 한다.

2. 재활용

정수장 케이크 처분지 확보가 곤란하고 점점 규제가 엄격해지고 있으므로 이러한 문제를 해결하는 방법으로서 재활용을 고려하는 것이 바람직하다

재활용의 방법은 탈수케이크 그 상태로 이용하는 방법과 탈수케이크 성상을 개선하여 재활용을 모색하는 방법이 있다.

케이크를 가공하지 않고 활용하는 방법으로서 목조주택의 땅고르기용 흙, 농업이용 또는 식물 재배 흙으로 이용하는 방법 등이 있다.

케이크 성상을 개선시켜 이용하는 방법으로서는 시멘트 첨가 등으로 고화시켜 이용하는 방법, 케이크를 입상화하여 소결하여 인공골재로 쓰는 방법, 열처리하여 블록 또는 도관으로 이용하는 방법, 시멘트재료로서 이용하는 방법 등을 들 수 있다

이와 같은 재활용에 대해서는 단순히 처리비용만을 생각하여 결정할 것이 아니라 환경보전을 포함하여 종합적 검토를 하는 것이 바람직할 것이다.

제22절 장내연결관로 및 수로

22.1 총칙

정수장내의 주요 시설간의 연락은 착수정에

도수된 원수를 응집지, 침전지, 여과지 및 정수지의 순서로 정수공정에 따라 연락하는 것과 침전지배슬러지, 여과지 세척배출수를 배출수처리시설로 이끄는 관로 및 배출수처리시설의 물을 착수정에 반송하기 위하여 연락하는 것으로 분류된다.

착수정, 응집지, 침전지 간의 연락은 원수를 취급하는 것이므로 지속 관리상 지장이 없는 범위에서 수리적으로 유리한 수로로 연락하는 것이 바람직하다. 또 응집지 등에서 플록 형성지는 연락수로를 설치하지 않고 약품침전지와 일체적 구조로 하는 것이 일반적이다.

침전지와 여과지의 연락은 특히 시설이 떨어져 있는 경우가 아니면 일반적으로 수로를 채용한다. 여과지와 정수지 연락은 정수를 취급하는 것이므로 관로 및 수로의 구조는 외부로부터 오염되지 않는 구조로 하여야 한다. 침전지 배슬러지 및 여과지 세척배출수를 배출수처리시설에 도수하는 연락은 그 수질을 고려하여 관로로 연락하는 것이 바람직하다. 그 연락관은 슬러지를 배출수처리시설로 운반하는 것이므로 관내 유속이 너무 빠르거나, 너무 느리면 관을 마모하거나 관내에 슬러지가 정체할 염려가 있으므로 관로의 경사에 대하여 충분히 유의하여야 한다.

배출수처리시설의 물을 착수정에 반송하기 위하여 펌프를 사용하여 가압 반송되는 관로로 한다. 이들 연락관 및 연결수로는 정수장 주요 시설과 함께 대단히 중요한 역할을 하는 것이므로 사고 기타의 이유로서 일시적으로라도 정수 작업이 정지하는 일이 없도록 효율적인 물 운용이 되는 것이라야 한다.

또 정수장 주요 시설과 관로 및 수로는 구조적으로 전연 이질적인 것이므로 부등침하, 온도변화 등에 대처하기 위한 신축관 및 신축이음 등을 관로 및 수로의 양단 또는 필요에 따라서는 중간에 설치하는 것이 바람직하다. 또한 지진 등의 천재지변에 대비하여 긴급차단 밸브의 설치를 고려한다.

22.2 연락관 및 연결 수로

연락관 및 연결 수로는 다음 각항에 적합하여야 한다.

1. 연락관 및 연결수로는 될 수 있는 대로 짧고 일부 사고로 인하여 장시간에 걸쳐 전 기능이 정지되는 일이 없도록 복수의 측관 및 연락관을 고려하여야 한다.
2. 미여과수와 여과수 또는 정수와의 연락관은 피하여야 한다.
3. 측관에는 원칙적으로 배출수관을 설치하여야 한다.
4. 예측불능의 사고에 대비하여 필요한 곳에는 긴급차단 밸브를 설치하고 관로 또는 수로를 보호하기 위한 필요한 조처를 강구한다.

【해 설】

1. 침전지, 여과지, 정수지 등의 주요시설은 일반적으로 2지 이상으로 하나 이들의 연락관 및 연결수로가 하나이면 사고시에 전 기능이 일시적으로 정지할 염려가 있으므로 장시간에 걸쳐서 정지되지 않도록 주요 시설간의 연락은 될수록 복수로 하고 위험 분산을 도모하는 것이 바람직하다. 정수처리량이 소량으로서 부득이 복수로 할 수 없을 때는 측관을 설치하여야 한다. 이들 연락관 및 연락 수로는 손실 수두를 적게 하고 각 주요 시설간의 수위차를 적게 하며 또 사고 등을 최소한도로 줄이기 위하여 될 수록 단구간으로 하여야 한다.

2. 미여과수와 여과수 또는 정수와 연락하는 경우 제수 밸브의 조작착오나 제수밸브의 누수 등으로 인하여 위생상 문제가 있는 물을 급수할 염려가 있으므로 미여과수와 여과수 또는 정수와의 연락은 피하여야 한다.

3. 각 시설의 측관은 장시간 사용하지 않는 일이 많으므로 그대로 통수하는 것은 바람직하지 않다. 특히 관 연장이 길 때에는 도중 배출수관을 설치하여 정체수를 배제한 후 사용하여야 한다.

4. 관로 및 수로 등에서 긴급차단 밸브가 필요한 곳은 정수지 또는 배수지의 유출측이다. 긴급 차단 밸브를 설치 할 때 그 폐지로 인해 차단 밸브 하류관에서 부압이 발생할 수 있으므로 흡기관 및 공기 밸브를 설치할 필요가 있다.

관로나 수로는 지진시에 부등침하가 일어나지 않도록 필요한 대책을 세우는 것이 중요하다. 착수정과 침전지로의 연락수로와 정수거 등에서 콘크리트 구조의 수로에서는 특히 이음부의 변위를 흡수하도록 한다.

22.3 평균유속

정수장내의 연락관 및 연결수로의 평균유속은 50~150cm/초를 표준으로 한다. 그러나, 응집지, 약품침전지, 급속여과지는 15~75cm/초를 표준으로 한다

【해 설】

정수장 내의 연락관 및 연결수로내 평균 유속은 장내 각 시설간의 수위관계를 고려하여 경험상 50~150cm/초로 한다. 관내 유속을 크게 하면 수위차가 커지고 평탄지에서는 수위차가 부족한 경우가 많다.

또 침전지 유출부, 여과지의 유입부 부근에서는 수류의 교란을 피하기 위하여 될수록 유속이 적은 것이 좋다. 응집지, 약품침전지, 급속여과지를 연락하는 연락관 및 연결수로의 유속은 15cm/초 이하에서는 플록이 침전하고, 75cm/초 이상에서는 파괴한다고 하므로 15~75cm/초로 한 것이다.

또, 정수장의 주요 시설간의 연락관의 손실수두 계산에 관하여는 장관로로서의 계산(일반적으로는 마찰 및 손실 수두 이외는 무시한다)에서는 필요 유량이 흐르지 않는 경우가 많으므로 단관으로 계산을 하고 마찰 손실 수두 외의 유입, 단면 변화, 곡선 각도, 굴절, 분류, 밸브류 및 유출 등 모든 손실수두를 고려하여야 한다.

제23절 관리용 건물

23.1 총 칙

정수장의 관리용 건물의 계획은 정수장의 규모, 기기류 수용대수, 특징, 유지관리의 방식, 종사자수, 위탁업무의 유무 등을 고려하여 결정하되 여기에는 장래의 증설 및 변경, 계측제어 설비의 발달에 의한 관리체제의 변화에 대한 대응등도 함께 고려하여야 한다.

관리건물의 계획에 있어서는 다음과 같은 점에 대하여 고려하여야 한다.

1. 유지관리 기능의 확보

항상 정수장의 유지관리가 능률적이어야 함은 물론이고 사고시에도 대응할 수 있으며 방문자 및 유지관리 공사도 많으므로 이에 대응할 수 있도록 고려한다.

2. 법규의 준수

건축물은 건축법, 소방법, 도시계획법등 많은 법령의 규제를 받게 되며 특히 액화염소를 수용하는 건물은 법적으로 엄격한 제약조건을 받게 된다.

3. 방재 대책

지진, 강풍, 호우, 적설, 침수, 화재 등의 재해대책은 법규의 준수 뿐만 아니라 정수기능이 충분히 확보되고 사고가 없도록 하는 것이 중요하며 또한 점검 및 운전시에 안전사고, 견학자의 사고방지를 위하여 안전한 시설로 한다.

4. 주위환경과의 조화

정수장은 주위환경과 조화가 되고 청결한 인상을 가질 수 있도록 하고 건물은 외부로부터의 경관을 고려하고 조경 및 녹화에도 노력하여야 한다.

23.2 배치 및 구성

관리용 건물은 정수시설의 유지관리에 최적의 배치가 되고 기능마다 구분된 구성으로 한다.

【해 설】

관리용 건물의 배치 및 구성은 다음 사항을 고려하여 계획한다.

1. 정수처리시설은 유지관리가 편리하여야 한다.

정수장에는 운전관리 및 사무에 필요한 건물과 전기·기계설비 및 약품주입 설비 등의 기기를 수용하는 건물이 있다. 관리용 건물은 정수장의 각종 기기의 조작·감시 및 관리에 필요한 사무를 수행하는 건물로서 관리본관이 이에 해당한다. 기기의 수용을 위한 건물은 바람, 햇볕, 비, 먼지 등으로부터 기기를 보호하고 외부로부터의 영향을 차단하여 정상적인 운영이 되게하거나 소음의 확산을 방지하는 역할을 하는 것으로서 펌프장 및 약품 주입동 등이 있으며 경우에 따라서는 모든 시설을 합하여 하나의 건물로 할 경우도 있다

이러한 건물은 정수처리 공정을 방해하지 않토록 합리적으로 배치하며 케이블, 공동구, 관로 등의 우회 및 교차하는 것 등은 가능한한 최소화 되도록 한다.

유지관리상 전기설비, 기계설비, 약품주입설비 등은 각각 기능별로 건물에 수용하는 것이 편리하며 또한 점검 및 설비의 보수 및 교체를 위하여 충분한 도로를 확보하여야 한다.

(1) 관리본관은 정수장 전체를 볼 수 있도록 부지의 중앙부근에 배치하는 경우가 많으나 원격조작의 발달 및 C.C TV에 의한 감시 등을 이용하면 반드시 중앙부가 아니어도 좋다. 특히 부지조건이나 수처리기능의 배치조건으로 인한 경우에는 최적의 관리조건이 되도록 한다.

관리본관의 층수는 2~4층 정도가 바람직하며 24시간 연속 근무지이므로 채광 및 근무환경 등을 고려하여 계획한다.

(2) 펌프장은 정수지와 가깝고 송수가 편리한 장소가 바람직하며 진동 및 소음에 대하여서도 고려한다.

(3) 약품동은 주입장소에 가깝고 약품의 이송이 편리한 장소로 선정한다.

(4) 수·변전시설은 반드시 옥내에 설치하지 않아도 되지만 수·배전 선로의 구성이 용이하고 부하 중심지에 배치하는 것이 바람직하다.

(5) 배출수 처리시설은 정수처리 공정과는 별도로 배치되지만 가능한 한 배출수처리 등은 유지관리가 용이하고 슬러지 케이크의 반출이 용이하도록 배치한다

2. 동선(動線)이 교차하지 않을 것

전체 건물의 배치에는 다음의 노선에 대하여 검토하여야 한다.

(1) 운전, 점검, 시료수 채취를 위한 동선

(2) 외래 방문자, 견학자의 동선 (bus 등)

(3) 기계 및 약품 등의 반입·반출 동선

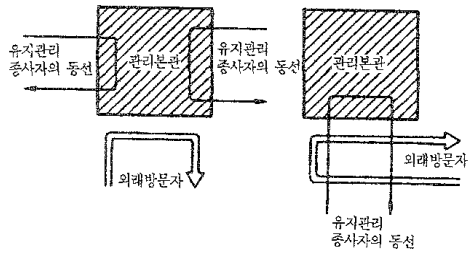
(4) 위탁 부분의 동선

이와 같은 동선은 분리되는 것이 바람직하다. 예를들면 그림5.141에 있어서 (1)은 양자의 노선이 분리되어 있어 상호간섭이 없으나 (2)에서는 교차되어 작업에 지장이 있을 수 있기 때문이다

3. 기능구역이 분리되어야 한다.

정수장에는 건물에 수용하는 기기에는 관리의 대상에 따라 기능별로 배치하는 경우와 관리본관에 기능을 집중시켜 배치하는 경우가 있다. (표 5.45 참조) 후자의 경우에는 기능의 분리가 필요하며 예를들면 펌프실과 수질시험실을 접근시켜 배치하면 진동의 전달로 수질시험에 지장을 초래하는 경우가 있다.

1) 조작 관리구역



<그림 5.141>외래 방문자와 유지관리 종사자의 노선

<표 5.45> 관리본관의 기능구역 분류표

기능구역명칭	실 명
조작관리 구역	중앙관리실, 전자계산기실
수질관리 구역	수질시험실
사무관리 구역	사무실, 소장실, 회의실, 서고등
전기·기계관리구역	전기실, 기계실, 자가발전기실, 공조실, 보일러실, (펌프실), (배출수처리실)
약품주입관리구역	주입실, 저장실, 차고 등
보전관리 구역	공작실, 창고, 차고 등
복 지 구 역	휴게실, 탈의실, 세면장, 화장실 (목욕실, 세탁장)

주) 정수장의 규모, 배치계획, 유지관리 계획 등에 따라 상이하며 참고사항임.

조작 관리구역에서 고려하여야 하는 것은 계측제어설비를 수용할 충분한 공간 및 기기의 반입·반출구, 케이블이 집중되므로 배선대책(access floor 등), 기기의 발열대책 등이며 또한 조명, 사무공간, 공조, 방음 등도 고려하여야 하며 표5 46은 전기설비 기기의 반입구 크기이며 표 5.47은 각 실의 표준조도(K.S) 이다.

<표 5.46> 전기설비 기기의 반입 크기

장 소	반입구 크기(m)	비 고
감 시 실	2 2m(W)×2.5m(H) 이상	
전 기 실	• 2면 분할의 경우 (고압 배전반) 2 4m(W)×2 5m(H) 이상 • 1면 분할의 경우 (고압 배전반) 1 0m(W)×2 5m(H) 이상	특고 20kV 큐비클용 반입구는 별도임
발전기실	3 0m(W)×3 0m(H) 이상	

2) 수질 관리구역

[제25절 수질 시험 설비 참조]

3) 사무 관리구역

사무관리 구역은 각 실과 사람의 이동이 많으므로 계단, 엘리베이터, 현관에서 가까운 장소가 좋다. 사무실의 넓이는 인원수에 의하여 다르나 일반적으로 1인당 5~8m^2 정도를 목표로 하고 OA 기기의 설치장소를 확보하며 천정의 높이는 2.7~3.0m 정도로 한다. 또한 채광, 조명, 공조 등을 충분히 고려하여 탈의실, 화장실, 자료실, (목욕실) 등도 배치한다

회의실은 자체회의는 물론 견학자 용으로도 사용하게 되므로 수용인원수의 계획에 따라 규모를 결정하며 칸막이로 구획되도록 하는 것이 편리하다. 그리고 견학자를 위하여 시설의 모형 등을 전시할 수 있는 공간의 확보 및 화장실을 가까운 곳에 배치하는 것도 중요하다.

4) 전기·기계 관리구역

이 영역에는 펌프실, 전기실. 기계실, 자가발전기실, 배출수처리실 등이 있으며, 이러한 각 실은 기계의 크기와 보조 기계류가 점유하는 공간, 반입·반출, 검사·보수관리에 필요한 공간도 고려하여 결정한다. 또한 기기의 옆에서 업무를 수행하는 책상, 서류함 등의 공간이 있으면 더욱 바람직하며 무거운 기기류는 건물과는 별도로 기초를 만들고 진동이 전파하기 어렵게 하는 것도 고려하여야 한다.

펌프장은 진동, 소음이 있고 냉각수, 크레인 등을 설치하므로 독립하여 시설하는 것이 많으며 공조기실 역시 소음 및 진동에 유의하여야 한다.

전기실은 펌프장 및 기계실에 인접하여 설치하며 진동 및 소음은 적으나, 전기기기는 습기에 취약하므로 환기에 유의하여야 한다. 그리고 전기실은 물에 의한 소화가 불가능하므로 소방법에 의한 소화시설(halogen gas 등)을 구비하여야 한다.

자가발전기실은 진동 및 소음 대책은 물론이고 연료의 방화대책과 배기가스의 대책도 필요하다. 자가발전기의 운전은 일시적이기는 하나 소음 및 진동의 문제에 유의하여야 한다. 표5.48은 수전설비에 사용하는 배전반 등의 최소 이격 거리이고 표5.49는 발전기실 소요면적의 예이며 그림5.142는 큐비클(cubicle)의 이격거리를 표시하였다.

5) 약품주입 관리구역

이 영역에는 주입실, 저장실, 계량실 등이 있으며 이러한 장소는 가능한한 주입점에서 가까운 장소에 설치한다. 특히 배관 공간을 충분히 확보하고 유지관리를 용이하게 하며 누출에 대비해 방액제(**防液堤**)를 설치하거나 약품이 저류될 수 있는 넓이를 확보한다.

또한 필요한 곳에는 청소용 수도전의 시설 및 배수시설을 갖춘다. 그리고 액화염소 주입시설은 건물의 구조 및 관련 설비를 고압가스 관리법과 조례 등 관련 규정에 따라 설치하여야 한다

6) 보전 관리구역

이 영역에는 공작실(또는 수리실), 기자재 창고, 차고 등이 있으며 유지관리 작업을 하기 위하여 필요하다. 그 규모는 정수장에 따라 다르지만 최소한 공작실(또는 수리실)과 기자재 창

<표 5.47> 각 실의 표준조도

조도 분류	조 도 범 위 (Lx)	장 소	
H	600 - 1,000 - 1,500	중앙관리실	수질시험실 사무실 소장실 회의실
G	300 - 400 - 600		
F	150 - 200 - 300	전기실,기계실	
E	60 - 100 - 150	서비스공간(복도, 계단, 세면장, 화장실, 휴게실, 탈의실)	
D	30 - 40 - 60	창고, 판랑	
비고	조도범위에서 밑줄 친 중간은 표준 조도이고, 왼쪽은 최저, 오른쪽은 최고 조도임		

<표 5.48> 수전설비를 사용하는 배전반류의 최소보유 거리 (단위 : m)

기기별 \ 무위별	전면또는 조 작 면	배면또는 점 검 면	열상호간 (점검을 하는 면)	기타면
특별고압배전반	1 7	0 8	1 4	-
고 압 배 전 반	1.5	0.6	1 2	-
저 압 배 전 반	1.5	0.6	1.2	-
변 압 기 등	0 6	0 6	1.2	0.3

주) 기기류를 2계열 이상 설치하는 경우임.

고를 겸하여 1개실은 확보한다.

7) 복지 구역

휴게실, 탈의실, 세면실, 화장실, 샤워장 등을 필요한 곳에 배치하여 산업 안전 위생면에서의 향상을 도모하는 것이 필요하다.

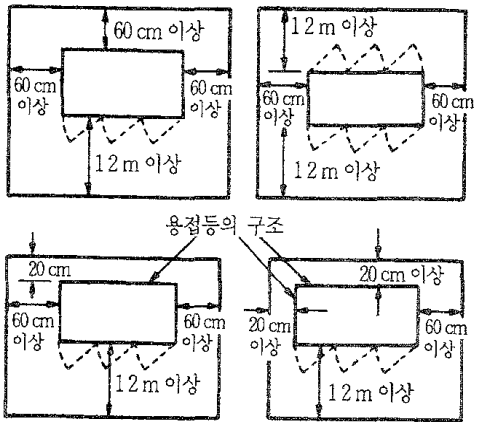
4. 주위의 환경보전에 노력한다.

소음, 진동, 냄새 이외에도 주변지역에 일조권 및 전파장해를 일으키는 경우도 있으므로 부지경계에 가까운 곳의 건물 및 시설은 사전에 조사를 하여 계획한다.

정수장은 음용수를 생산하는 곳으로서 청결한 인상을 갖도록 하기 위하여 조경 및 건물의 디자인 등을 검토하여 주위와의 조화를 이룰 수

<표 5.49> 발전기실 소요면적의 예

발 전 기 출력(KVA)	발 전 기 실 의 크 기
	길이(m)×폭(m)×천정높이(m)
20	4 × 3 × 3
40	4.5 × 3.5 × 3
100	5.5 × 3.5 × 3.5
200	6.5 × 5 × 4
300	7.5 × 5 × 4
500	9 × 6 × 4.5
1,000	10 × 7 × 4.5
1,250	10 × 7 × 5
1,500	10 × 7 × 5
1,750	10 × 7 × 5
2,000	13 × 8.5 × 7
2,500	13 × 8.5 × 7
3,000	15 × 10 × 7



<그림 5.142> 큐비클의 확보 거리

있도록 하여야 한다.

23.3 면 적

관리용 건물은 그 기능을 충분히 발휘할 수 있는 넓이로 한다.

【해 설】

정수장에 있어서 관리용 건물의 규모는 정수장의 능력, 정수방법, 유지관리 방식, 시설의 배치, 제어방식 등에 따라 다르게 되므로 일률적으로 결정할 수는 없으며 참고로 관리동 실면적을 조사한 예는 표5.50과 같다.

그리고 장래 확장 및 시설의 개량 등을 고려하여 여유가 있도록 하는 것이 바람직 하다.

23.4 구 조

관리용 건물은 내진·내화구조와 방음성이 좋은 구조로 한다.

【해 설】

구조상의 유의사항은 다음과 같다.

1) 관리용 건물은 내진·내화구조로 하되 일반적으로 철근 콘크리트 또는 철골·철근 콘크리트조 중에서 적절한 것을 선정한다.

<표 5.50> 정수장별 기본사항

구 분	도시명	정수장명	시설용량 (m^3/일)	부지면적 (m^2)	침전지형식	여과방식	기 타 사 항
1,000,000 m^3/일 이상	서 울 시	강북정수장	2,000,000	462,812	횡 류 식	급속여과	계획 고도처리 부지 포함
	부 산 시	덕산정수장	1,550,000	351,565	상향류식 (플세이트식)	급속여과	〃
	서 울 시	구의정수장	1,130,000	246,318	횡류식/경사판식	급속여과	고도처리부지제외
500,000 m^3/일 이상	부 산 시	화명정수장	600,000	186,063	횡 류 식	급속여과	고도처리 부지 포함
	인 천 시	수산정수장	615,000	200,112	횡 류 식	급속여과	계획 고도처리 부지 포함
	수자원공사	성남정수장	786,000 (425,000)	279,305	횡 류 식	급속여과	고도처리부지제외
200,000 m^3/일 이상	서 울 시	보광정수장	300,000	84,810	횡류식(2층)	급속여과	〃
	수자원공사	와부정수장	215,000	115,640	횡 류 식	급속여과	
	성 남 시	복정정수장	280,000	108,061	횡 류 식	급속여과	고도처리부지제외
100,000 m^3/일 이상	양 산 시	신도시정수장	114,000	125,313	횡 류 식	급속여과	〃
	수자원공사	반송정수장	120,000	78,965	횡 류 식	급속여과	〃
	안 양 시	비산정수장	122,000	54,232	횡 류 식	급속여과	〃
100,000 m^3/일 이하	수자원공사	섬진강정수장	75,000	141,309	횡 류 식	급속여과	〃
	양 산 시	웅상정수장	55,000	34,632	횡 류 식	급속여과	계획 고도처리 부지 포함
	동두천시	동두천정수장	60,000	24,689	횡 류 식	급속여과	〃

2) 기능적으로는 큰 스팬(span) 또는 높은 천정을 필요로 하는 펌프장 등의 구조물은 내진계산 및 실례 등을 조사하고 안전성을 확보할 수 있도록 한다.

3) 토목 구조물을 하부구조로 하고 상부에 건축물을 계획하는 경우에는 구조적으로 무리가 없도록 하고 토목부분과 건축부분을 일체로 하여 구조해석을 하는 것이 바람직하다.

4) 건축기초의 기본적인 조건은 다음과 같이 한다.

(1) 상부구조의 구조·강성 등과도 일체로 하고 부등침하, 지지력 부족이 없도록 하여야 한다.

(2) 양질의 지반에 지지하도록 하는 것을 원칙으로 하되 그러하지 못할 경우에는 지반개량, 파일기초 또는 플로팅(floating) 기초 등에 의한다.

(3) 동일 구조물의 기초에는 서로 다른 종류의 기초의 병용을 피한다. 서로 다른 종류의 기초에는 각각 정적이나 동적에도 고유의 특성이 있으므로 여기에 건축물을 시설하면 수평력에 대한 강성(剛性)이 틀리므로 장해를 일으키기 쉽다.

5) 정수장 본관 등의 건축물의 내진대책은 건축법 또는 건축물의 내진기준에 준한다.

6) 건축물에 유·출입 배관은 가연성이 좋은 관이나 자유도가 높은 접합에 의하여 부등침하를 흡수하도록 한다

7) 전기, 전화, 가스, 급·배수 등의 케이블이나 관류는 유지관리를 위하여 전용 닥트 또는 2중 스라브 등을 설치하는 것이 바람직하다.

23.5 건축설비 및 기타

건축설비는 그 건축물의 사용목적에 적합하도록 한다.

【해 설】

건축설비는 다음 사항에 유의하여 계획한다.

1. 급·배수 위생설비

이 설비에는 급수, 급탕, 화장실 등이 있으며 각 층마다 동일한 위치에 배치하는 것이 바람직하다. 또한 물을 사용하여 청소를 하는 장소이므로 방수시공에 유의하여야 한다. 그리고 이곳의 폐수는 공공하수도에 배출하며 공공하수도에 배출할 수 없는 경우에는 정화조를 오염되지 않는 장소에 배치하고 그 폐수는 장외에 배출하다.

2. 공조·환기설비

이 설비는 팬(fan), 닥트(duct), 열교환기 등으로 구획을 정하여 상시 사용과 일시 사용하는 것, 공기량, 열량별로 계획하는 것이 중요하며, 특히 기기의 발열량, 제진 필요성의 유무, 계산기실의 온도, 습도 등에 유의하여야 한다.

3. 조명·방송설비

조명은 각 실의 목적에 따라 밝기를 결정하되 (표5.51 참조) KS 규격에 준하여 비상등은 비상로를 따라 배치한다.

방송설비는 필요에 따라 각실 또 전 관이 교체할 수 있게 하고 가능하면 작업자에게 연락이 될 수 있도록 한다.

4. 엘리베이터

정수장에서 사용하는 엘리베이터는 사람이 이용하는 것과 화물용으로 2가지가 있으나 일반적으로 겸용으로 하며 특히, 기기의 반입·반출, 약품의 반입 등 필요한 곳에는 엘리베이터를 설치한다.

일반적으로 견학자가 이용하는 장소 이외에는 5~6인용을 설치하며 화물용은 이용계획에 따라 용량을 결정한다.

5. 소방설비

소방설비에는 감지기, 소화기, 스프링클러, 옥내 소화전 등이 있으며 소방법에 따라 설치한다. 감지기나 소화기는 용도에 따라 사용하지 못하는 장소가 있다. 예를 들면 연기 감지기는 용접을 하는 공작실이나 습기가 많은 장소에서는 오동작이 많으므로 사용하지 아니한다.

소화전 등은 설치장소가 상세히 규정되어 있으므로 규정에 준하며 소화설비는 아니지만 방화문, 방화구획 등의 건축계획도 포함하여 소방계획으로 수립하는 것이 바람직하다.

제24절 유량측정설비

24.1 총 칙

정수시설의 적절한 운영관리를 하기 위하여는 원수량, 여과유량, 송·배수량 등을 정확하게 측정하고 파악하는 것이 중요하다.

이와같은 유량의 측정위치는 원수량(취수량)은 착수정 전후, 침전지 유입량은 응집지의 상류측, 여과유량은 여과지의 유출측, 송수량은 자연유하의 경우에는 정수지의 유출측, 송수펌프에 의하는 경우에는 펌프의 토출측 관로에 설치한다.

<표 5.51> 관리동의 면적

(단위 : m^2)

NO	구 분	세 분	정수장명				비 고
			강북정수장 2,000,000m^3/일	수산정수장 615,000m^3/일	복정정수장 280,000m^3/일	응상정수장 55,000m^3/일	
1	조작관리 구 역	중 앙 관 리 실 전 자 계 산 기 실	364 (포 함)	286 (포 함)	321 3 (포 함)	137 5 (포 함)	관리본관
2	수질관리 구 역	수 질 실 험 실 수 질 계 측 기 실	392 168	214 5 71 5	264 6 91 35	110 55	관리본관
3	사 무 관 리 구 역	사 무 실 소 장 실 회 의 실 대 회 의 실 숙직 및 경비실 자료실 및 기타	420 32 0 32 180 32 0 144 8	178 2 35 75 52 3 214 5 16 5 34 6	226 8 37 8 37 8 75 6 16 2 56 7	110 27 5 - 55 16 5 27 5	관리본관
4	전기·기계 관리 구 역	보 일 러 실 공 조 실 설 비 관 리 실 자가발전기실	336 - 112 56	165 - - 35	179 6 - 39 6 198	110 60.5 12 0 16 5	관리본관
		펌 프 실 전 기 실 하 론 가 스 실	1,911 1,293 6 26.6	643 8 553 3 20	588 3 356 4 12 6	225.0 272 0 -	송수펌프실
		배출수처리실 기 타(여과지등)	3,234 30,909.6	2,211 8,987 9	826 2 4,185 72	312 4 1,128 5	탈수기실 여과지상옥
5	약품 관리 구역	고체약품저장실 고체약품주입실 기타약품저장실 액체약품저장실 액체약품주입실 기타약품주입실 (약품)전기조정실	168(비상용) - - Tank 1,344 - 336	- - - Tank 313 4 - 194 2	252(비상용) - - Tank 210 - 42	165(비상용) - - Tank 198 - 33	약품주입실
		염소봄베이저장실 염소중화조실 기 화 기 실 (염소)전기조정실	498 134 167 5 100 5	332 5 65 0 78 0 52 0	218.4 50 4 50 4 42	160 48 36 36	염소주입실
6	보 전 관 리 구 역	창 고 수 리 반 실 기 름 저 장 고 가 스 저 장 고	112 - 22 4 14 0	35.8 14 4 16 2 -	77 7 - - 16 8(정압실)	8 - - -	관리본관
7	후 생 구 역	휴 게 실 욕 실 화 장 실 갱 의 실 기 타(식 당)	112 12 63 12 280	25 9 24 8 71 5 18 2 214 5(식당)	- 8.4 45 6 33 3 150 4	- 3 8 47 4 3 8 55	관리본관
8	기 타	현 관 홀 복 도 계 단 기 타	168 84 168 91	161 7 74 3 143 96.3	151 2 77 4 149 4 39 0	34 4 55 66 27 5	관리본관

24.2 측정방식

유량 측정방식은 측정장소, 유량의 측정 범위, 필요로 하는 정도(精度) 등에 따라 적절한 것으로 한다.

【해 설】

유량 측정방식에는 ① 벤츄리관(venturi관), 오리피스(orifice) 등의 짧은 기구에 의한 차압식(差壓式) ②전자식(電磁式), ③초음파식(超音波式), ④삼각위어, 사각위어, 전폭위어 등에 의한 위어방식이 있다.

이러한 방식에는 각각의 장점과 단점 및 특성이 있으며 수로의 경우에는 위어방식이 사용되고 관로의 경우에는 차압식, 전자식, 초음파식 등을 사용하는 등 사용장소에 따라 선정하게된다.

따라서 유량계는 다음 조건을 고려하여 선정한다.

① 사용목적 · 제어용(정수장의 유입 및 유출측), 감시용(여과 유량 등)
② 측정의 정도
③ 유량 측정 장소 (수로, 관로)
④ 유량 측정 형태 (순간량, 적산량)
⑤ 유량 측정 범위
⑥ 수리적 상황 (손실수두)
⑦ 감시방법 (현장감시, 원거리감시)
⑧ 유량 측정 대상 수질 (원수, 정수, 슬러지 등)
⑨ 보수 점검의 난이성

또한 유량계의 설치에 있어서는 오차를 최소화 하기 위하여 유량계의 설치위치, 설치조건, 설치방법 등을 고려하여야 한다.

정수장내에서 유량계의 설치개소와 선정방법은 다음과 같다.

1. 착수량 (취수량)

일반적으로 착수량은 관로를 이용하고 착수정의 앞 또는 뒤에 유량계실을 설치하며 유량계는 벤츄리관 전자유량계 또는 초음파 유량계를 사용한다.

2. 침전지 유입량

침전지의 유입량은 총량에서 착수량과 같으므로 설치하지 않으나 침전지 개별로 유입량을 측정하고저 할 경우에는 관로를 이용하여 침전지 상류측에 설치하며 응집지가 있을 경우에는 응집지 상류측에 설치한다

일반적으로 유량계는 전자유량계 또는 초음파 유량계를 사용하며 차압식 및 위어식은 손실수두가 큰 것이 단점이다.

3. 여과유량

여과 유량은 측정목적에 따라 유량계의 설치위치가 다르다. 여과지에서는 여과 유량조절방식에 따라 지별로 여과 유량조절을 위하여 유량계를 설치할 경우에는 지별유량을 합산하며 자연평형형 여과지와 같이 지별 유량계가 없을 경우에는 여과지 유출측 또는 정수지 유입측에 유량계를 설치한다

일반적으로 유량계는 설치목적, 위치조건, 경제성 등에 따라 다양한 방식이 사용되고 있다.

4. 송수량

정수지(배수지)에서 송수량의 측정은, 자연유하인 경우에는 정수지의 유출측에 설치하며 송수펌프에 의할 경우에는 송수펌프 토출측의 관로에 설치한다. 유량계는 벤츄리관, 전자유량계, 초음파 유량계 등을 설치한다.

5. 슬러지량 등

배출수처리시설에서 유량을 측정할 필요가 있는 장소는 배출슬러지지, 슬러지 이송관, 방류관, 반송관 등에서 각각의 배출슬러지, 슬러지 이송량, 방류량, 반송 수량을 관리하기 위함이다.

"배출수량"은 배수지(배출수지)에 여과지 세척 배수의 유입량으로서 여과지의 세척수량 및 배출수지의 용량 등으로 유량관리가 되므로 유량계를 설치할 필요가 없다.

"배출슬러지량" 배출슬러지지의 유입측 관로에 유량계를 설치하여 배출슬러지량을 파악한다. 배출슬러지지는 배출슬러지를 간헐적으로 받

아 저류하는 저류지이므로 배출슬러지량을 상시 관리할 필요가 있다.

슬러지 이송량은 배출슬러지지로부터 농축조로, 농축조로부터 슬러지 저류조로 슬러지를 이송하하는 량으로 각각의 슬러지 이송관에 유량계를 설치한다

방류량은 배출수지의 상징수, 농축조의 상징수, 분리액 등 하천에 방류하는 유량으로 그 양을 파악하기 위하여 환경관리법에 따라 유량계를 설치한다

반송수량(회수량)은 배수지(배출수지) 또는 회수조로부터 착수정에 반송하는 수량으로 취수량에 추가되는 수량(취수량+반송수량=원수량)이므로 배수지 또는 회수조의 유출측 관로에 유량계를 설치한다.

6. 약품주입량

제3절 응집용 약품주입설비, 제11절 소독(살균)설비를 참조할 것

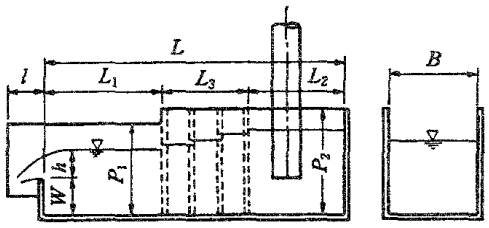
이상의 유량계중 위어식을 제외한 유량계의 구조 등 상세한 것은 9.2.2 유량계측을 참조하며 위어식에 대하여만 설명하면 다음과 같다.

위어식(**堰式**)은 수로의 도중 또는 선단(**先端**)을 위어판으로 막고 월류시켜 유량을 측정하는 방식으로서 위어를 월류하는 수심이 유량과 대응하므로 월류수심을 측정하고 계산식에 의하여 유량을 구하는 방식이다.

위어의 종류에는 물이 수로 전체로부터 월류하는 전폭위어, 사각형의 절단부로부터 유하하는 사각위어, 절단의 형상이 삼각형으로 되어 있는 삼각위어 등이 있다.

정도(**精度**)는 약간 낮으나 구조가 간단하여 수로용으로 널리 사용되고 있다.

1) 전폭위어



<그림 5.143> 전폭위어 치수의 기호

石原・井田의 식

$$Q = CBh^{3/2}$$

$$C = 1.785 + \left(\frac{0.00295}{h} + 0.237\frac{h}{W}\right)(1+\varepsilon)$$

여기서

Q : 월류량 (m^3/초)

B : 위어의 폭 (m)

h : 월류수심 (m)

C : 유량계수 ($m^{1/2}$/초)

W : 수로바닥으로부터 위어상단까지의 높이(m)

ε : 보정치로서 W ≤ 1m일때 ε = 0

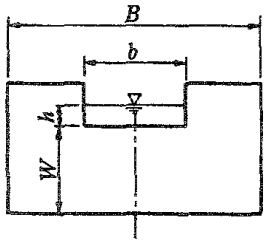
W > 1m일때 ε =0.55(w-1)

<표 5.52> 전폭위어의 참고 치수

전 폭 B(m)	수두범위 h (m)	유량범위 Q (L/초)	L_1 (m)	L_2(m)	L_3(m)	ℓ (m)	L (m)	W(m)	P_1(m)	P_2(m)
0.6	0.030~0 150	6~ 67	≥ 1 35	0 30	≥ 1.05	0 15	≥ 2 70	0 30	0.50	0 60
0.9	0.030~0 225	9~ 190	≥ 2 05	0.45	≥ 1 60	0 23	≥ 4.10	0 30	0.60	0.75
1.2	0 030~0.300	12~ 400	≥ 2 70	0 60	≥ 2.10	0 30	≥ 5 40	0 30	0.70	0.90
1 5	0.030~0 375	15~ 695	≥ 3.40	0 75	≥ 2.65	0 38	≥ 6.80	0 40	0.90	1 05
2.0	0 030~0 500	20~ 1,430	≥ 4 50	1.00	≥ 3 50	0.50	≥ 9.00	0.50	1.20	1.50
3.0	0.030~0.750	30~ 3,950	≥ 6 75	4.50	≥ 5.25	0 75	≥13 50	0 75	1 70	2 00
5.0	0 030~0 800	50~ 7,080	≥ 9 00	1 60	≥ 7 40	0.80	≥18 00	1 00	2.00	2.50
8.0	0 030~0.800	80~11,600	≥12 00	1 60	≥10.40	0 80	≥24.00	1.50	2.50	3 00

적용범위는 B≥0.5m, 0.3m≤W≤2.5m,0.03m≤h≤0.8m
(단 h ≤ W, h ≤ B/4)

2) 사각위어



<그림 5.144> 사각위어 치수의 기호

板谷 · 手島의 식

$$Q = Cbh^{3/2}$$

$$C = 1.785 + \frac{0.00295}{h} + 0.237\frac{h}{W} - 0.428\sqrt{\frac{(B-b)h}{BW}} + 0.034\sqrt{\frac{B}{W}}$$

여기서

Q · 월류량 (m^3/초)

b : 사각위어의 폭 (m)

h : 월류수심 (m)

C · 유량계수 ($m^{1/2}$/초)

W 수로바닥으로부터 위어상단까지의 높이(m)

B : 수로의 폭

적용범위는 0.5m≤B≤6.3m, 0.15m≤b≤5m

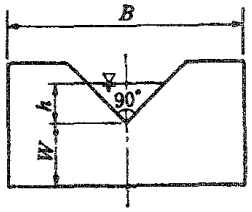
0.15m≤W≤3.5m, $bW/B^2 \geq 0.06$,

$0.03m \leq h \leq 0.45\sqrt{b^m}$

3) 직삼각 위어

沼知 · 黑川 · 濁澤의 식

$$Q = Ch^{5/2}$$



<그림 5.145> 직삼각 위어 치수의 기호

$$C = 1.354 + \frac{0.004}{h} + (0.14\frac{0.2}{W}) \times (\frac{h}{B} - 0.09)^2$$

여기서

Q 월류량 (m^3/초)

h : 월류수심 (m)

C 유량계수 ($m^{1/2}$/초)

W : 수로바닥으로부터 삼각끝단까지의 높이(m)

적용범위는 0.5m≤B≤1.2m, 0.1m≤W≤0.75m,
0.07m≤h≤0.26m (단, h≤B/3)

유량 측정시의 주의사항은 KS(펌프토출량 측정 방법)를 참조

제25절 수질시험 설비

25.1 총 칙

<표 5.53> 4각 위어의 참고 치수

b(m)	B(m)	h(m)	Q(L/s)	L_1(m)	L_2(m)	L_3(m)	L(m)	W(m)	P_1(m)	P_2(m)
0.36	0.90	0.030~0.227	4~ 70	≥ 1.71	0.54	≥ 1.44	≥ 3.69	0.20	0.50	0.60
0.48	1.20	0.030~0.312	5~150	≥ 2.41	0.63	≥ 1.83	≥ 4.60	0.25	0.60	0.75

<표 5.54> 직3각 위어의 참고 치수

B(m)	h(m)	Q(L/s)	L_1(m)	L_2(m)	L_3(m)	L(m)	W(m)	P_1(m)	P_2(m)
0.60	0.070~0.200	2~25	≥ 1.00	0.40	≥ 0.80	≥ 2.20	0.12	0.35	0.50
0.80	0.070~0.260	2~48	≥ 1.32	0.52	≥ 1.06	≥ 2.90	0.30	0.60	0.75

상수도사업자는 원칙적으로 수질 시험설비를 스스로 갖출 필요가 있다

수질시험을 하는 목적은 원수수질의 파악, 정수처리의 적정한 운영과 감시, 급수전수의 안전성 확인 및 수질사고의 처리 등으로 대별된다.

원수의 수질변동은 정수처리에 직접 영향을 미치므로 수원의 수질이변을 초기에 파악하고 처리체제를 정비하여 정수처리에 만전을 기할 필요가 있다. 따라서 수질 변동폭이 큰 수원을 가진 정수장에서는 수원에 수질시험실 또는 수질 모니터링 설비를 설치하는 것이 필요한 경우가 있다.

정수처리 과정에서의 수질시험은 정수장의 유지관리 운영에 없어서는 안되며 특히, 급속여과 방식이나 기타 처리를 포함한 방식에서는 처리의 점검 및 감시는 수질시험 결과에 의하여야 된다. 또한 정수처리의 성패는 수돗물의 수질에 의하여 판명되므로 정수장에는 정수시설의 규모나 처리방식에 필요한 수질 모니터링 설비를 설치하는 것이 요망된다.

2개 이상의 정수장을 가지고 있는 상수도사업소에서는 1개소에 수준이 높은 중심적인 수질시험실을 설치하는 것이 바람직하다.

법령에 의한 수질검사, 급수전에서 수돗물의 안전성 확인, 수질사고의 해결 등은 상수도에 대한 이용자의 신뢰성을 높이기 위하여서도 필요하다. 따라서 수질시험실의 규모는 이와 같은 점을 고려하여 계획하여야 한다.

상수도사업자가 단독으로 수질시험실을 설치하기 곤란할 경우에는 2개 이상의 상수도사업자가 공동으로 수질검사 센타를 설치하는 것도 바람직하다. 수원이나 상수도시설에서 수질문제는 복잡하고 다양화되는 경향이 있으며 한편으로는 더 안전하고 양질의 수돗물을 공급하여 줄 것을 요망하고 있다. 이와 같은 추세를 감안할 때 수돗물의 안전과 수질의 향상을 도모하기 위하여 상수도사업자는 수질시험 설비의 정비에 만전을 기하여야 한다

수질시험설비의 구성은 다음과 같다.

25.2 수질시험실의 규모

> 수질시험실의 규모는 원수의 상황, 정수처리 방식의 종류, 시설의 규모 등에 따라 수질관리에 필요한 수질시험이 시행될 수 있도록 한다.

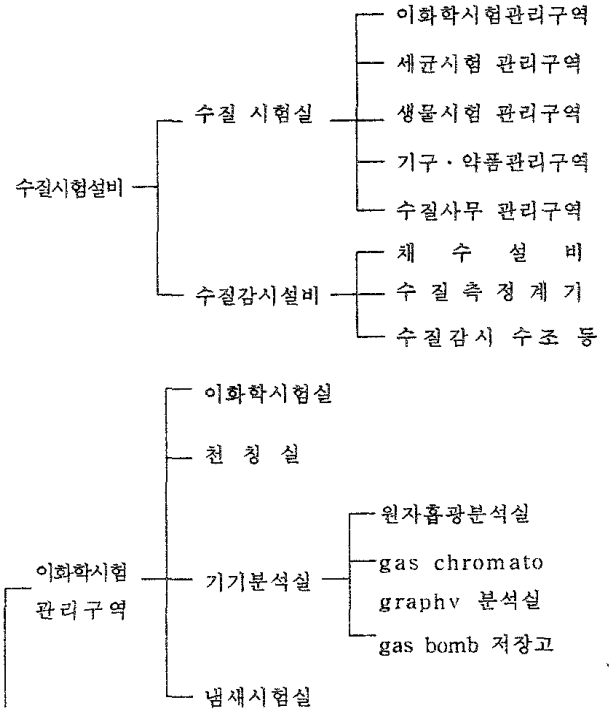
【해 설】

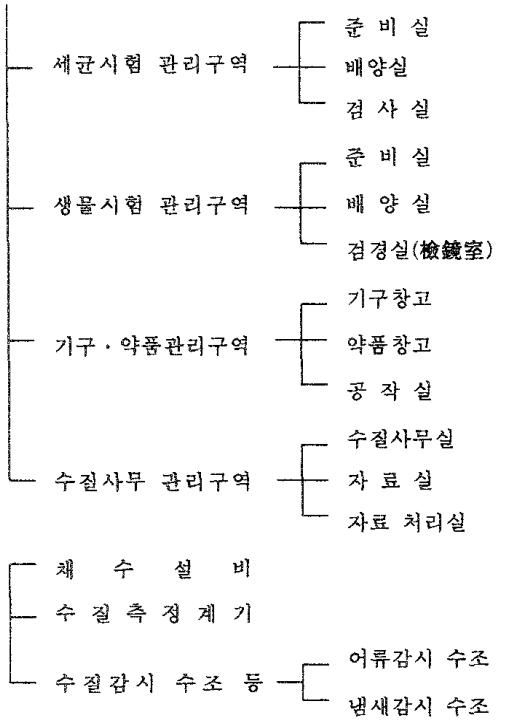
시험실의 규모는 원수수질, 정수처리 방식 또는 시험항목, 수질시험용 기기, 유지관리 체제 등에 의하여 결정한다.

정수처리 방식에 따라 상수도사업자가 스스로 수질시험을 실시할 경우에 갖추어야 할 수질시험용 기기에 대한 예는 표5.55와 같으며, 수질시험실의 규모에 대하여 기술하면 다음과 같다.

1. 염소 소독만의 방식

수질이 양호한 지하수 등을 원수로 하여 염소 소독만으로 급수하는 상수도에서는 정수처리를 위한 수질 시험 설비의 필요성은 적으나





장비 및 시험시설은 "수도법 제19조(수질조사) 및 동법 시행령 제23조"(수질검사 시설의 설치)에 의하며 수질검사는 "먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙"에 준하여야 한다.

반면 원수수질은 pH, 냄새, 맛, 암모니아성 질소 등을 검사하도록 하며, 얕은 지하수에서는 유리탄산 등의 검사를 필요에 따라 시험을 하는 것이 바람직하며 이 경우에 시험실 면적은 20~25m^2 정도의 이화학 시험실 면적이 필요하다.

2. 완속여과 방식

일반적으로 완속여과 방식의 경우에는 원수수질은 양호하고 여과수의 수질도 안정되어 있다. 따라서 상수도사업자가 수질시험 항목을 어떠한 범위까지 시행하는 가에 따라 갖추어야 할 시험용 기기와 시험실의 규모를 결정하게 되며 이 판단기준은 수원의 종류와 원수수질에 따라 다르게 된다.

일반적으로 매일검사 항목인 탁도, 색도 이외에 pH, 냄새, 맛, 암모니아성 질소, 용존산소, 과망간산 칼륨 소비량, 생물화학적 산소 요구량(BOD) 등의 시험을 할 경우에 시험실 면적은 30~40m^2 정도의 이화학 시험실이 필요하다 세균시험을 할 경우에는 적어도 시험실 면적 20~30m^2 정도의 세균 시험실이 필요하다.

생물시험을 할 경우에는 적어도 시험실 면적 15m^2 정도의 생물시험실이 필요하다.

수질시험의 전항목을 시행할 경우에는 이화학시험실, 기기 분석실 및 세균시험실 등으로 구분된 300m^2 정도의 수질시험실이 필요하며 트리할로메탄, 트리클로로 에티렌 등의 미량 유기화합물의 시험을 할 경우에는 완전히 구분된 20~30m^2 정도의 가스 크로마토 그라프 분석실이 필요하다.

3. 급속여과 방식

급속여과 방식의 경우에는 정수처리 공정의 관리를 위하여 수질시험이 필요하다.

Jar - Test에 의한 응집제의 주입율 결정, 주입량의 감시, 처리효과의 판정 등을 위하여 원수, 침전처리수, 정수의 탁도, 알카리도, pH 등의 측정은 매일 시행할 필요가 있다. 이 경우에는 30~40m^2 정도의 이화학 실험실이 필요하다.

원수수질에서 암모니아성 질소, 염소요구량, 철, 과망간산칼륨 소비량, 음이온 계면활성제, 염소 정도의 이화학 시험실을 설치하며 망간 측정을 이온 등의 시험이 필요한 경우에는 100~200m^2 할 경우에는 20m^2 정도의 기기분석을 갖추어야 한다.

생물시험을 할 경우에는 적어도 시험실 면적이 15m^2 정도의 생물 시험실이 필요하다.

급속여과 방식에서는 적어도 시험실 면적이 20~30m^2 정도의 세균시험실을 설치할 필요가 있다. 원수의 과망간산 칼륨 소비량이 높은 경우에는 전염소 처리를 하여 염소 사용량이 많을 경우에는 트리할로메탄 등 미량 유기화합물의 시험도 하는 것이 바람직하다.

이 경우에는 20~30m^2 정도의 가스크로마토 그라프 분석실이 필요하다.

급속여과 방식에서는 각종 정수용 약품을 사

<표 5.55> 정수처리방식에 의한 수질시험용 기기의 예

수질시험 기기명	용 도	부 속 설 비				정 수 처 리 방 식				검사생략
		전 기	특 수 gas	급·배수	환 기	소독만 시 행	완 속 여 과	급 속 여 과	고 도 처 리	
채 수 기 구	공 통					A	A	A	A	A
온 도 계	공 통					A	A	A	A	A
투 시 도 용 암 상	탁 도					A	A	A	A	A
잔류염소 비색계	잔류염소					A	A	A	A	A
pH 비 색 계	pH					A	A	A	A	A
증류수 제조장치	공 통	○		○		A	A	A	A	A
가 열 기	공 통	○				A	A	A	A	A
전 기 전 도 율 계	전기전도율	○				B	A	A	A	A
pH	pH 치	○				B	B	A	A	A
분광광도계 또는 광전분광 광도계	공 통	○			○	B	A	A	A	A
직 시 천 칭	공 통	○				B	A	A	A	A
직 시 상 명 천 칭	공 통	○				B	A	A	A	A
진 탕 기 (振盪機)	MBAS 및 중금속	○					A	A	A	A
전 기 저 온 건 조 기	공 통	○			△		A	A	A	A
탁 도 계	탁 도	○					A	A	A	A
증 류 장 치	시안, 페놀 불소	○		○			B	A	A	A
비 중 계	공 통						B	A	A	A
DO METER	DO	○					B	A	A	A
전 공 펌 프	공 통	○					B	A	A	A
전 기 로	강열멸량 공통	○					B	A	A	A
전 기 저 온 부 란 기	BDO	○					B	A	A	A
전 기 냉 동 냉 장 고	공 통	○				B	B	A	A	A
전 기 흡 광 광 도 계	중 금 속	○	○	○	○		B	A	A	A
초 순 수 제 조 장 치	공 통	○		○			B	A	A	A
부 란 기 (孵卵機)	세 균	○				B	B	A	A	A
고 압 증 기 멸 균 기	세균, 생물, 총인, 총질소	○			○	B	B	A	A	A
건 열 멸 균 기	세균, 생물	○				B	B	A	A	A
PILOT 채 수 기	세균 생물					B	B	A	A	A
COLONY 계수기	세 균	○				B	B	A	A	A
현 미 경	세균, 생물	○				B	B	A	A	A
쌍안실체 현미경	세균, 생물	○				B	B	A	A	A
현미경사진촬영장치	세균, 생물	○				B	B	A	A	A
원 심 분 리 기	공 통	○				B	B	A	A	A
조 류 배 양 장 치	공 통	○				B	B	B	B	B
가스크로마토그래피	유기화합물	○	○		△		B	B	A	B
항 온 수 조	유기화합물, 공통	○					B	B	A	B
자테스타(Jar tester)	약품주입율	○						A	A	B
온 도 계	수 온							A	A	A
중 층 채 수 기	공 통						B	B	A	B
채 니 기 (採泥器))	공 통							B	B	B
적 외 분 광 광 도 계	유기화합물	○						B	B	B
저 온 회 화 장 치	금속,공통	○	○					B	B	B
HPLC	유기화합물	○						B	B	B
Fraction Collector	공 통	○						B	B	B
Ion Meter	시안, 암모니아성 질소	○						B	B	B
농 축 기	유기화합물	○		○				B	B	B
유도결합고주파프라즈마발광분석장치(ICP)	금속 원소	◎	○	○	○			B	B	B
Ion chromatography	음이온, 양이온	○		△				B	B	B
총유기체탄소분석계	TOC	○	△					B	B	B
유기할로겐 분석계	TOX	○	△					B	B	B
Gas Chromatography	유기화합물	◎	○	△	△			B	B	B
형 광 광 도 계	세렌	○						B	B	B
주사 전자현미경	공 통	◎	△					B	B	B
투과 전자현미경	공 통	◎	△					B	B	B
방사능 측정장치	방 사 능	○	△					B	B	B

주) ◎ 특수전원을 필요로 하는 것 A 갖출 필요가 있는 기기

△ 기종에 따라 필요로 하는 것 B 필요에 따라 요망되는 기기

용하게 되므로 이와 같은 약품의 규격시험(이화학 시험항목)을 할 수 있는 공간이 필요하다.

또한 정수장의 배출수에 대한 수질검사를 할 경우에는 이의 시험을 위한 실험실을 고려한다.

급수인구가 많고 정수처리 시설의 규모가 클 경우에는 급수전의 안전성 확인과 수질사고의 처리건수가 많을 경우에는 이와 같은 시험을 위한 시험실의 면적을 넓게 계획할 필요가 있다.

따라서 급속여과 방식의 경우에는 수원의 종류, 원수수질, 시설규모 등에 따라서 전 수질 항목을 시험할 수 있는 표준적 규모로 300m^2 정도에다가 추가할 시험항목, 시험건수 빈도 등에 따라서 갖추어야 할 시험용 기기와 시험실의 넓이를 고려하여야 한다.

그리고 수질문제가 점점 다양화, 복잡화되는 경향을 감안할 때 미량 유기화합물, 특수물질 등 상수도 수질시험 방법에 기재되어 있는 전항목의 시험과 병행하여 새로운 오염 물질 등의 시험도 할 수 있도록 고려하여 수질시험 설비를 갖추는 것이 바람직 하다.

4. 고도정수 시설을 추가한 방식

고도정수 시설을 추가한 정수방식에서는 제거 대상 물질 및 정수시설의 운전관리에 관한 수질항목을 시험할 필요가 있다.

활성탄 처리방식, 오존처리방식, 생물처리방식 등 각각의 원수와 처리수(또는 유입수와 유출수)에 대하여 시험을 하는 수질항목의 예는 표5.56과 같다

따라서 처리의 목적에 따라 제거 대상 물질 및 관련 수질항목, 고도정수 시설을 포함한 정수시설의 운전관리에 필요한 각종의 시험을 하기 위한 시험실 면적으로 이화학 시험실, 세균시험실, 생물시험실을 추가할 수 있도록 하여야한다.

5. 기타 처리를 추가한 방식

기타 처리를 추가한 방식에서는 제거 대상 물질 및 관련 수질항목 또는 정수시설의 운전관리에 필요한 수질항목의 시험이 필요하다.

따라서 이러한 시험을 하기 위하여 필요한 시험실 면적으로 이화학시험실, 세균시험실, 생물시험실에 추가하여 확보할 수 있도록 하여야 한다

25.3 수질 모니터링 설비

> 정수시설에는 수질관리를 하기 위한 채수설비와 수질측정 계기 또는 수질감시 수조 등 모니터링 설비를 설치하는 것이 요망된다.

【해 설】

취수장이 정수장으로부터 먼거리에 있을 경우로서 원수수질의 변동폭이나 원수 도달 시간의 변화가 크고 오염의 빈도가 많을 경우에는 취수시설 내에 수질모니터링 설비를 설치하는 것이 요망된다. 이러한 경우에 수질정보를 정수장에서 항상 파악할 수 있도록 할 필요가 있다.

1. 정수장에서는 착수정, 약품혼화지, 침전지(침전지 유출거), 여과수 집수정, 정수지 등에 채수 설비를 설치하고 시료를 수질시험실에 집합시켜 채수전을 설치하고 수시로 채수를 하여 수질시험이 되도록 하여야 한다.

이러한 채수전은 시료수가 항상 흐르게 하고 배수관의 구경을 크게 하도록 하며 시료수가

<표 5.56> 고도정수시설의 처리공정에 있어서의 수질시험항목의 예

수질시험 항목	생물처리	활성탄처리	오존처리
수온	◎	◎	◎
탁도	◎	◎	◎
색도	◎	◎	◎
pH	◎	◎	◎
총알카리도	◎	◎	◎
과망간산칼륨 소비량	◎	◎	◎
용존산소	◎	◎	◎
암모니아성 질소	◎	◎	◎
아질산성 질소	◎	◎	
질산성 질소	◎	◎	

총 질 소	◎		
철	◎	◎	◎
망 간	◎	◎	◎
음이온계면활성제	◎	◎	
부 유 물 질	◎		
B O D	◎		
C O D	◎		
T O C	◎	◎	◎
T O X		●	●
TOX 생성능		◎	◎
D O C		◎	◎
자외선 흡광도 (E260)		◎	◎
염 소 요 구 량	◎		
일 반 세 균	◎	◎	◎
대 장 균 군	◎	◎	◎
질산화박테리아	◎	◇	
트리할로메탄		●	●
트리할로메탄 생성물질	◎	◎	◎
phenol	◎	◎	◎
VOC	◎	◎	◎
HAA		◎	◎
Aldehyde		◎	◎
냄 새	○	○	○
취 기 강 도	○	○	○
2 - MIB	○	○	○
지 오 스 민(Geosmin)	○	○	○
생 물	◎	◇	
발생오존농도			◎
용존오존농도			◎
배 출 오 존 농 도			◎

주) ◎ 필요한 사항
○ 취기(냄새)를 제거 대상으로 하는 경우에 필요한 항목
● 고도정수시설의 처리공정 전에 염소처리를 하고 있는 경우에 필요한 항목
◇ 미생물에 의한 처리효과를 추가하는 경우에 필요한 항목

정수인 경우 염소가 휘발하므로 효과적인 배기장치가 필요하다. 그리고 물, 소리에 의한 소음대책을 강구할 필요가 있다.

이외에도 각 여과지에나 배출수 처리시설의 배출수로 등에는 현지에서 용이하게 채수를 할 수 있도록 장치를 할 필요가 있다.

채수설비는 관로 도중에서 탁질이 침전되거나 관벽에 부착된 생물에 의하여 암모니아성 질소가 감소되거나, 철관을 사용할 경우에 잔류염소가 감소되는 등 수질변화가 발생할 수 있으므로 충분한 관내 유속을 확보하고 재질에도 유의하여야 한다.

채수용 펌프는 소형 수중펌프가 적절하지만 펌프의 흡입측이 정압인 경우에는 와권(渦卷) 펌프도 좋다. 그리고 채수목적에 충분한 양수량과 양정을 갖추어야 하며 착수정 및 침전지 유출거 등에는 부유물질로 인하여 스트레이너가 막히는 경우가 있으므로 그 대책을 강구할 필요가 있다.

2. 수질을 자동연속 측정하는 수질 측정계기는 수온계, 탁도계, pH계, 전기전도도계, 알카리도계, 잔류염소계, 암모니아성 질소계 등이 실용화 되고 있으며 기타계기에 대하여는 개발이 진행되고 있다.

수질 측정계기의 종류 및 측정 대상으로 하는 시료수의 선정은 원수의 수질 및 그 변동상황, 정수처리방식, 처리공정 감시의 수준 등에 의하여 결정한다. 그리고 정수처리관리 또는 수질관리상 대단히 중요한 항목에 대하여는 예비를 고려하여야 한다. 예를 들면 정수의 염소소독은 잔류염소계에 의한 자동제어로 할 경우에는 같은 잔류염소계를 2대 설치하는 것이 요망된다.

수질 측정계기의 기종선정에 있어서는 계측기의 정확도는 물론이지만 유지관리가 용이한 것으로 선정하는 것이 바람직하다.

또한 채수설비에 의한 시료수는 탈포조(脫泡槽)를 통하여 수질측정계기에 유도할 필요가 있다.

채수설비에 따른 수질측정계기의 설치개소에 대한 예를 들면 표5.57과 같다.

3. 수질감시 수조에는 어류에 의한 수질감시 수조와 냄새감시 장치가 있다.

어류에 의한 수질감시 수조는 정기수질검사

<표 5.57> 수질측정계기의 설치개소에 대한 "예"

수질측정계기 / 설치장소	수온계	탁도계	pH계	전기전도도계	알카리도계	잔류염소계	염소요구량계	암모니아성질소계	UV계또는COD계
착수정	○	○	○	○	○	△	□	○	○
침전지		○	○		○	△		○	
여과지		○	○			△	○		
정수지	○	○	○			○			
배출수처리 방류수		○	○						○

주) △ 취수장에서 전염소를 시행할 경우에필요에 따라 선정

□ : 정수장에서 전염소를 시행할 경우에 선정

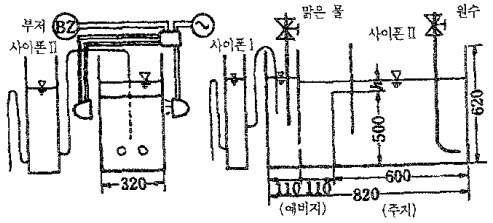
나 수질 측정계기로 검지되지 않는 수질 이상을 초기에 발견하기 위한 설비이다. 돌발적인 수질사고 등에 의한 유해물질로 오염될 우려가 있는 수원의 경우에는 원수를 유도하여 수조에 어류를 키우면서 감시하고 고기의 이상한 행동으로부터 수질의 이상 유무를 관찰하는 것이다. 또한 정수처리 공정에서 오염될 염려가 있는 경우에는 잔류염소를 중화시킨 정수를 유도한 수조에 어류를 키우면서 감시하는 것이 바람직하다.

수질감시 수조는 항상 감시하여야 하므로 야간에도 감시가 될 수 있는 장소에 설치한다.

무인으로 관리되는 취수장 등에 설치하는 경우에는 모니터 텔레비젼으로 감시하는 것이 좋다.

그리고 그림5.146에서와 같이 고기의 이상행동을 광센서로 감지하는 장치도 사용되고 있다.

수조의 용량은 60~200L의 스테인레스 틀에 유리수조 또는 투명 프라스틱제의 수조를 적당한 높이의 수조대에 설치하며 열대어용에는 포기장치를 부착한다. 원수는 채수설비로부터 분기하여 2~3L/분 정도를 유입시키며 원수가 현저하게 탁할 경우에는 여과장치를 설치하는



<그림 5.146> 광센서가 있는 수질감시 수조 (단위 mm)

것이 바람직하다.

수질감시 수조와 여과장치의 예는 그림5.147과 같다.

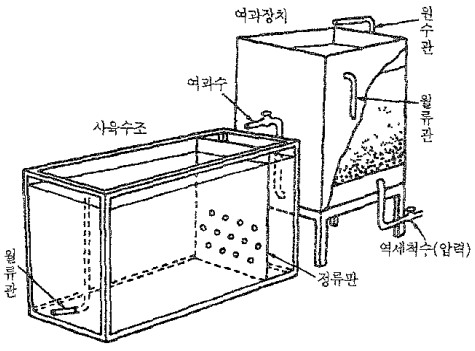
잔류염소가 포함된 물의 경우에는 티오황산나트륨(sodium thiosulfate)을 사용하여 잔류염소를 중화할 필요가 있으며 중화장치는 그림5.148과 같은 구조가 사용된다.

티오황산나트륨(1%, W/V) 용액은 잔류염소 1mg/L, 유수량 1L/분에 대하여 0.7mL/분의 비율로 주입한다.

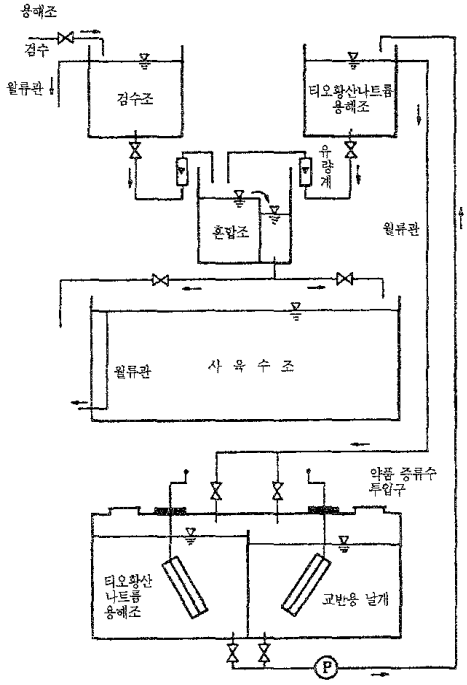
어종(魚種)은 금붕어 또는 수원에서 수집된 물고기 및 붕어 등이 일반적이며 년간을 통하여 수온이 20℃ 이하의 경우에는 송어류를 사용하며 마리수는 물 5L당 10~15cm 크기의 물고기 1마리가 적당하다.

취기 감시장치는 정기적인 수질검사 또는 수질 측정계기로 검지가 되지 않는 이상한 취기를 초기에 발견하기 위한 장치이다.

공장폐수 등에 의하여 돌발적으로 원수중에



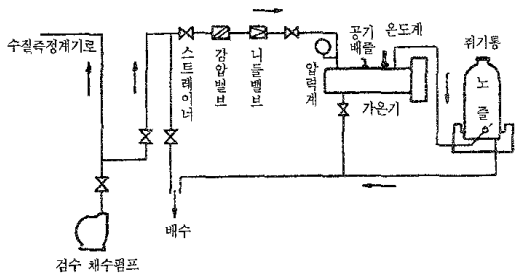
<그림 5.147> 여과장치가 있는 수질감시 수조



<그림 5.148> 잔류염소 중화장치와 수질 감시수조

서 냄새가 발생할 염려가 있는 수원에서는 1~몇시간 간격으로 원수의 취기시험을 할 필요가 있으며 오염물질에 따라서는 정수처리에 의하여 취기의 종류 및 강도가 변할 경우도 있으므로 정수에 대하여서도 동일한 시험의 시행이 요망된다.

물의 취기를 조사하려면 사람의 후각으로 판정하며 유효한 방법은 없고 상수도 시험 방법에 의한 취기의 시험 조작은 빈번한 취기의 검사에는 적합하지 않으므로 더 간편하게 검사하는 장치가 요망된다. 일반적으로 사용되는 방법으로서는 채수설비에 의하여 채수된 물을 일정 온도로 가온하여 온수의 노즐로부터 유리병 내에 분무시켜 병의 상부로부터 취기를 시험하는 장치로 그 예는 그림 5.149와 같다 그리고 정수에 대하여 반드시 잔류염소를 중화할 필요는 없다.



<그림 5.149> 취기 감시 장치 (예)

구성부품	사 양	용 도
가 온 기 (加 溫 器)	본 체 ϕ 89cm×L390cm 상용압력 5kg/cm^2 (0 490 MPa) 전 원 . 220V 3P 2 2kW	검수의 가온 (檢水의 加溫)
취 기 통	본 체 : ϕ 20 cm×L 25 cm 취기통설치대 스테인레스 제 재 질 . 유 리	
노 즐	형 상 . 노즐경 0.8mm×7mm 사용압력 · 15~20 kg/cm^2 (1.471~1.961 MPa) 최대토출량 3 1 L/min [20kg/cm^2 (1 961 MPa)]	검수의 분무
감 압 변	형 식 자유식 직동형 구 경 25mm, 주 요 부 : 스테인레스 저압측조정압력 0 02~0 5kg/cm^2 (0.0196~0.490MPa)	압력의 조절
스트레이너	본 체 : 주 철 강 20 메쉬 스테인레스 사용	탁질의 제거
니들밸브	본 체 . 주 철	유량의 조절

25.4 수질시험실의 설치장소 및 구조와 구성

1. 수질시험실은 중앙관리실 등의 주요 정수시설에 근접한 장소에 설치한다.

2. 수질시험은 내진, 내화구조로 하고 규모, 용도에 따라 적절히 구성한다.

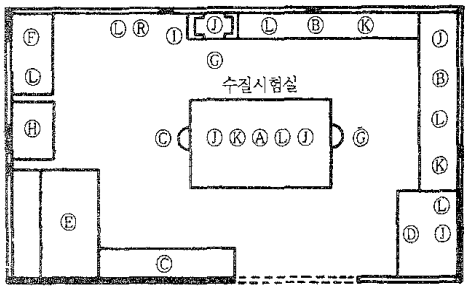
【해 설】

1. 수질시험실은 중앙관리실 또는 정수처리의 현장과 항상 긴밀한 연락과 접촉을 가질 필요가 있다.

취수시설이 정수장으로부터 멀리 떨어져 있는 경우 또는 원수 수질의 변동폭이나 원수도달 시간의 변화가 크고 오염의 빈도가 많을 경우에는 취수시설에 수질시험분실을 설치하면 수원의 수질관리, 수질사고의 초기발견, 정수처리에 있어서 준비체제를 갖출 수 있는 시간적 여유를 가질 수 있는 등의 효과가 있다.

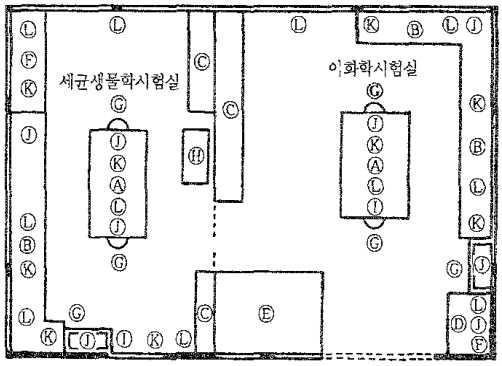
수질시험실은 수질시험용 기기의 성능 유지 및 시험작업의 성격으로부터 소음, 진동, 분진 등이 없는 환경이 좋은 장소에 설치하는 것이 바람직하다.

2. 수질시험실에는 정밀한 기기가 설치되고 또한 인화성이 높은 약품도 있으므로 내진·내

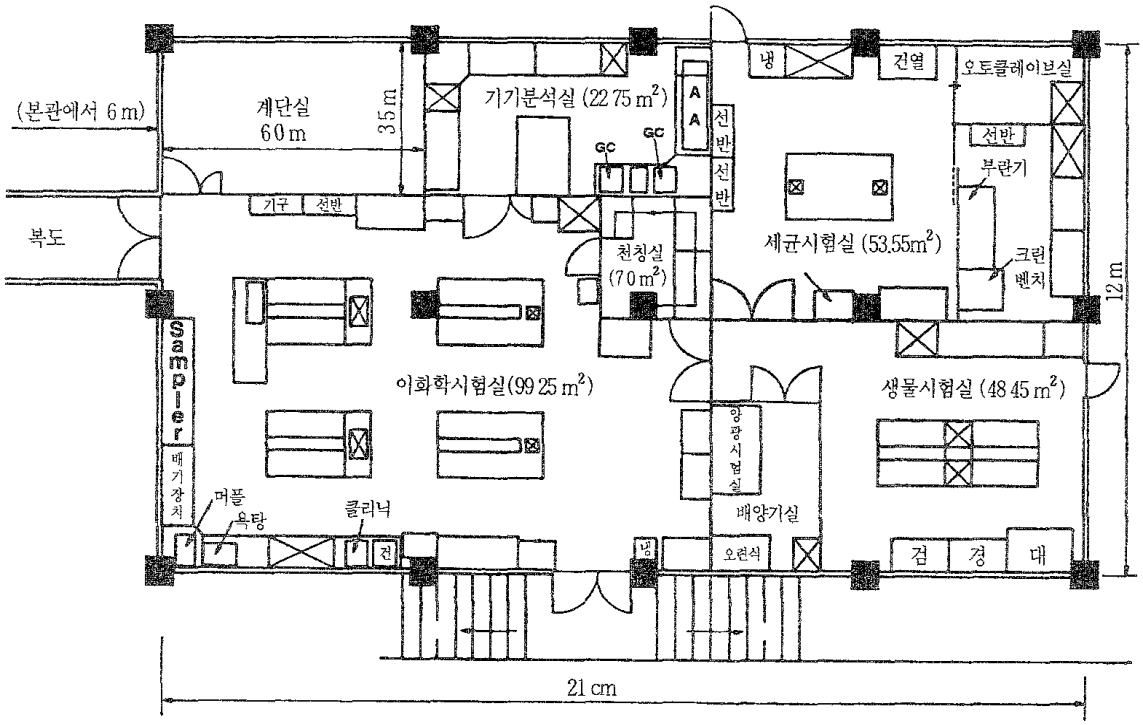


<그림 5.150> 수질시험실 (상면적 15m²)

A	실 험 대	E	천 칭 대	I	고압증기멸균기
B	측 대	F	검 경 대	J	급 수 전
C	선 반	G	싱 크 대	K	가 스 전
D	배기흄통	H	정온부란기	L	전기콘센트



<그림 5.151> 수질시험실 (상면적 40m²)



<그림 5.152> 수 질 시 험 실 (상 면 적 231m²)

화 구조로 하는 것을 원칙으로 한다.

수질시험실은 이화학시험 관리구역, 세균시험 관리구역, 생물시험 관리구역, 기기·약품 관리구역 및 수질사무 관리구역 등으로 구분한다. 이화학시험 관리구역, 천칭실 등을 설치하고 기기분석을 할 경우에는 별도로 기기분석실을 설치할 필요가 있으며 또한 취기시험실의 설치도 바람직 하다.

세균시험 관리구역에는 세균준비실, 세균배양실 등을 갖추며 생물시험 관리구역에는 생물준비실, 생물배양실, 검경실(檢鏡室) 등을 설치할 필요가 있다.

시험실을 몇 개로 나눌 경우에는 업무량, 설치기기, 업무의 관련성 등에 따라 가장 효과적이고 능률적인 분석이 될 수 있도록 시험실을 배치하는 동시에 칸막이 창의 위치 및 크기 등을 고려하여야 한다. (그림5.150~152 참조)

1) 이화학시험 관리구역

(1) 이화학시험실 . 시험시에 증기나 가스가 발산하는 경우가 있으므로 이화학시험실은 타 시험실과 구분할 필요가 있으며 시험기기의 성질상 넓은 면적을 필요로 한다. 시험실의 규모는 시험항목과 시험빈도에 따라 다르지만 최소한 $30m^2$ 정도이며 일반적으로는 $100\sim200m^2$ 정도가 필요하다. 특히 큰 경우에는 시험의 내용을 고려하여 2개로 분할하는 것이 바람직하다.

약품이 가스 또는 증기를 발생하는 시험을 할 경우에는 통풍실을 설치하여야 하며 산업 안전 위생상 규제되는 유기용재 및 특정 화학물질을 취급할 경우에는 법령에 따라 구조 및 성능을 갖춘 국소 배기장치를 설치하여야 한다.

유기용재의 사용량과 사용빈도가 많은 장소에는 전용 배기설비를 갖춘 $30\sim40m^2$ 정도의 별도의 방을 설치할 필요가 있다.

(2) 천칭실 : 바람, 먼지, 가스, 진동, 직사광선 등을 피한 $5m^2$ 정도의 실로 하고 천칭대는 방진구조로 한다. 그리고 약품창고가 떨어져 있을 경우에는 약품장을 설치한다.

(3) 기기분석실 : 원자흡광광도계, 가스크로마토그라프 등의 기기를 사용하는 경우에는 기기분석실을 만들며 이들 기기는 특수 가스를 사용하므로 별도의 가스용기 창고가 필요하다.

① 원자 흡광 분석실 . 이 시험실에는 시험에 사용하는 특수가스의 배관과 시험 조작에서 발생하는 가스를 배제하기 위한 배기설비가 필요하며 $20m^2$ 정도의 1실로 하는 것이 바람직하다.

이화학시험실이 떨어져 있을 경우에는 시료조제를 위한 통풍실 등의 설치를 고려한다.

② 가스크로마토 그라프 분석실 . 이 시험실에는 시험에 사용하는 특수가스의 배관, 배기공, 방폭형(防爆形)의 환풍기가 필요하며 구획된 $20\sim30m^2$ 정도의 1실로 한다.

전자포획 검출기 (ECD) 부착 가스크로마토그라프를 설치하는 경우에는 방사선 장해 방지법에 의한 구조로 하여야 한다.

공조설비에 의하여 신선한 공기를 공급함으로써 휘발성 유기화합물 등에 의한 오염이 없도록 하여야 한다 그리고 시료조제를 위한 통풍실 등의 설치를 고려한다.

③ 가스크로마토 그라프·질량분석실 . 이시험실에는 시험에 사용하는 특수가스의 배관, 배기장치, 기기의 특성에 맞는 전원, 공조설비 등을 고려하며 구획된 $30\sim40m^2$ 정도의 1실로 하는 것이 바람직하다.

대형의 기종도 있으므로 출입문의 폭은 약 150cm 이상으로 하며 바닥강도는 $300kg/m^2$ 이상으로 한다.

전원은 적어도 3상 220V·50A, 단상 220V·50A 또는 110V·50A 정도의 용량으로 하고 접지는 타 계통과 분리하여 독립된 제1종 또는 특별 제2종으로 한다.

공조설비는 항상 25℃ 이하에 온도변화는 ±5℃ 이하로 유지할 수 있는 용량으로 하며 습도는 70% 이하로 유지하는 것이 바람직하다.

여러 계통에서 냉각수를 필요로 하므로 화학

용수전의 수를 고려한다.

④ 가스통 저장고 : 원자 흡광 광도계, 가스 크로마토 그라프 등의 특수가스(아세틸렌, 수소, 아르곤, 질소, 헬륨 등)의 가스통은 누설을 고려하여 옥외에 일괄로 저장하는 것이 바람직하다.

가스용기 저장고는 기기 분석실로부터 가까운 장소에 직사일광을 피하여 통풍이 좋고, 통의 입출입이 용이한 장소에 설치한다.

가스용기 저장고로부터 기기분석실까지 배관 재질은 가스의 종류에 따라 고려하여야 한다. 일반적으로 스테인레스가 잘 이용되며 배관의 일상점검을 위하여 노출 배관으로 한다.

⑤ 취기시험실 : 물에 대한 취기의 종류와 그 강도시험은 사람의 후각에 의하여 시행되며 약품이나 기구 등으로는 취기의 영향을 알 수 없으므로 이를 위하여 타 시험실과 구분된 독립된 실로 한다.

2) 세균시험 관리구역

(1) 세균시험 준비실 : 이 준비실은 15~20m^2 정도의 별실로 하며 외부로부터 세균오염을 방지하기 위하여 살균 등을 설치한다. 멸균기로부터 발생되는 증기와 배지를 제작할 때에 발생하는 냄새 대책을 위해 환풍기를 설치한다.

공조설비는 독립된 제진(除塵) 여과장치가 있는 것을 설치하는 것이 바람직하다. 고압증기 멸균기, 건열멸균기와 건조기를 설치하는 장소에는 배기장치를 설치할 필요가 있다.

(2) 세균배양실 : 배양실의 넓이는 15~20m^2 정도의 별실로 하며 살균등을 설치한다.

공조설비는 독립된 제진 여과장치가 있는 것을 설치하는 것이 바람직하다. 그리고 특수한 미생물을 배양하는 경우에는 필요에 따라 Clean Bench를 설치하는 것이 필요하다.

(3) 검사실 : 이 시험실은 배양조작후에 Colony 계수 또는 현미경에 의한 관찰 등을 하는 방이므로 세균배양실과 겸할 수 있다.

증기, 먼지 등이 없는 장소는 세균시험 준비실과 세균배양실에 인접하여 별실로 설치하는 것이 바람직하다.

3) 생물시험 관리구역

(1) 생물준비실 : 이 방의 넓이는 검경실을 포함하여 적어도 15m^2 정도로 하며 생물시료 제작에는 산(酸) 등의 약품을 사용하여 처리하므로 통풍실이 설치된 별실로 하는 것이 필요하다.

(2) 검경실 : 약품냄새, 증기, 먼지 등이 없는 장소에 별실로 만들 필요가 있다.

검경대는 타 시설로부터 진동이 전파하지 못하게 한다

(3) 생물배양실 : 이 실은 생물의 사육, 배양조 등의 설치 및 설비를 갖추기 위한 적당한 높이의 설치대를 배치하며 별실로 하는 것이 요망된다. 그러나 조류 등의 무균배양은 세균시험과 공통으로 작업을 하게 되므로 세균시험 준비실 및 세균배양실과 겸용으로 할 수 있다.

(4) 암실 . 생물시험에서는 현미경 사진의 촬영, 사진에 의한 관측 또는 기록을 하는 경우가 많으므로 암실을 만드는 것이 필요하다.

4) 기구 · 약품 관리구역

각 시험 관리구역 공통의 기구창고 및 약품창고를 설치하며 필요에 따라서는 공작실, 샤워실, 강의실 등의 설치가 필요하다.

(1) 기구창고 : 기기, 재료, 예비기구 등을 보관하는 장소이므로 기자재의 정리 및 반 · 출입 등이 용이하도록 충분한 공간을 확보하며 정리를 위한 선반 등을 고려하여야 한다.

(2) 약품창고 · 수질시험에서는 분석용 시약 등 여러가지 종류의 약품을 다량 사용하므로 관리상 약품창고가 필요하다. 약품창고 내의 선반을 약품의 종류별로 정리가 용이한 구조로 하고 지진 등으로 약품병이 넘어지거나 떨어져서 파손되어 2차 재해가 발생되지 않도록 고려할 필요가 있다 그리고 약품으로부터 냄새가 발생하므로 환기장치를 설치할 필요가 있다.

또한 에테르 등의 가연성 용재 등 소방법에 규제되는 위험물은 법령에 의한 위험물 창고에

보관하며 법령에 따라 조치하여야 한다.

독극물 취급법에서 지정된 특정 독극물 등의 보관을 위하여 약품창고내에 금속으로된 자물쇠가 있는 상자 등을 갖춘다.

(3) 공작실 : 간단한 장치의 제작이나 수리를 하기 위한 공작대, 공작기구 등을 갖춘 구분된 방으로 먼지 등이 시험실에 들어가지 못하도록 배풍기를 설치한다.

5) 수질사무 관리구역

(1) 사무실 : 수질시험 결과의 정리, 보고서 작성 등의 수질시험에 관련된 업무이외에 회의 등도 가능하도록 하여야 한다.

(2) 자료실(도서실) : 수질과 관계가 있는 자료 및 문헌, 서적류, 정보량 등을 정리·보관할 필요가 있으며 장래를 고려하여 충분한 공간을 확보하고 선반 등을 설치하며 열람장소의 조명도 고려한다.

가동식의 보관선반이 편리하며 가동식을 설치하는 경우에는 선반 및 서적류의 중량을 고려하여 배치한다

(3) 자료 처리실 . 여러 종류, 여러 양식의 항목이 매일 측정되므로 자료량도 많아지며 통계처리, 자료의 처리해석에 컴퓨터 등의 OA기기가 사용된다. 그러므로 이러한 OA기기의 설치장소, 부속품 등이 보관장소 및 작업공간을 고려하여 충분한 공간이 필요하다. 또한 쾌적한 작업환경을 위한 조명에도 유의하여야 한다.

25.5 수질시험실의 건축설비

건축설비는 다음 각 항에 적합하여야 한다.

1. 통풍, 채광, 조명 등이 충분할 것

2 전원 및 가스등은 충분한 용량을 확보하고 합리적으로 배치되어야 한다.

3 급수설비 등은 충분한 수량 및 수압을 유지하고 합리적으로 배치되어야 한다

4. 난방 및 냉방설비는 분진의 발생, 실내공기 오염, 과도한 건조 및 습기가 없어야 한다.

5 기기설치대 및 배수관은 내산, 내알카리성으로 하고 합리적으로 배치되어야 한다.

6. 바닥은 내산, 내알카리성으로 하고 견고하고 미끄러지지 않도록 한다.

7. 천정의 높이는 3.0m 이상으로 하고 실바닥은 필요에 따라 2중 슬라브로 한다.

【해 설】

1. 이화학시험에는 약품의 가스 또는 증기가 발생하든가 세균시험실은 고온 다습하기가 쉽다. 따라서 시험 담당자의 건강관리, 기기의 보전 측면에서도 시험실은 통풍 및 환기를 고려하여야 한다.

가스나 증기가 발생하는 시험실에서는 통풍실을 설치한다.

산업안전 보건법에서 규정하는 특정 화학물질 및 유기용재를 사용하는 시험실에서는 법령에 따라 국소배기장치를 설치한다 이외에 증기발생원의 상부에는 강제 배풍기를 설치하는 등 시험실 전체를 강제적으로 환기하는 구조로 하는 것이 필요하다.

이 화학시험실에서는 육안에 의한 비색정량 조작도 있으므로 채광을 충분히 고려하고 차양은 백색 또는 회색을 사용하며 조명은 주광색 형광등을 사용한다. 그리고 세균 및 생물시험실의 검경대는 작사광선을 피하여 설치한다

2. 시험실의 열원으로서는 전기 및 가스가 있다.

가스전은 시험대, 통풍실 벽 등의 필요한 위치에 필요한 만큼 설치하며 약품에 의한 부식 등을 고려한다.

전원은 사용기기에 따라서 110V 및 200V 용이 있으므로 유의하여야 한다.

전기배선은 수질시험용 기기의 증설 등을 고려하여 배선의 용량, 콘센트 용량 및 수량 등은 충분한 여유를 두고 계획하여야 한다

콘센트는 사용기기, 시험작업에 의한 위치 및

높이를 고려하고 벽, 기둥, 시험대, 배기흠통 등에 설치하며 사용기기의 콘센트는 물을 사용할 기회가 많으므로 접지공사에 유의하고 시험대 위에 있는 콘센트는 방수형으로 하는 것이 바람직하다.

3. 급수설비는 기기류의 세정 이외에 시험용 기기에 따라서는 사용할 때 물이 흐르는 것도 있으므로 충분한 여유를 두고 설치하며 급수전도 사용목적에 따라 구경, 형식 등은 씽크대(또는 물받이)의 적절한 위치에 설치한다

기구류의 세정에는 온수를 많이 사용하므로 급탕설비는 충분한 여유를 갖고 설치하며 급탕을 시험실 이외의 건축설비와 공용으로 하는 경우에는 급탕량이 부족할 경우가 있으므로 시험실 전용의 급탕설비를 설치하는 것도 검토할 필요가 있다

또한 수질시험 및 기구세정용 정제수를 급수하는 경우에는 필요한 수압과 정제수 제조 장치의 설치장소와의 배관계통을 고려할 필요가 있다.

4. 시험실의 난방기구로서 가스, 분진 및 다량의 수증기를 발생하는 것, 연료 연소형의 석유 난로, 석탄 난로 등은 피하고 열교환형으로 한다

5. 시험실에서는 여러가지 약품을 사용하는 관계로 씽크대 및 배수관이 빨리 부식되는 경우가 있으므로 씽크대 및 배수관 등은 내산성, 내알카리성의 재료를 사용하여야 한다.

6. 시험실의 각종대는 작업상 물이나 약품을 사용하므로 내산성, 내알카리성으로서 잘 미끄러지지 않는 수밀 구조로 한다.

또한 많은 물이 대 또는 상에 엎지러지는 것에 대비하여 대 및 상의 배수도 고려할 필요가 있다.

7. 수질시험실에는 급·배수관, 가스관, 전기배선 등 많은 배관 및 배선을 하게되므로 천정높이는 여유가 있도록 하고 바닥 구조는 필요에 따라 2중 슬라브로 하는 것도 고려한다.

25.6 수질시험실의 시험설비

시험설비는 다음 각 항에 적합한 것으로 한다.

1. 시험대, 씽크대, 기구대, 기구용 선반, 약품용 선반 등은 사용목적에 따라 적정한 것을 선택하고 시험이 능률적으로 시행될 수 있도록 배치한다.

2. 수질관리를 하기 위한 시험에는 각종 수질시험 및 규모에 따라 필요한 시험용 기기 및 기구를 갖춘다.

3 채수설비는 적절한 수량, 구조, 재질 등을 고려하고 정수처리에서 각 공정의 적절한 위치에 설치하여 언제나 채수가 되도록 한다.

【해 설】

1 시험대는 1.2~1.5m×18~2.5m 정도가 바람직하며 인출 선반, 전원 콘센트, 형광등, 가스전, 씽크대 등의 부속설비로 구성된다 작업면은 내약품성, 내열성의 재질이어야 하며 작업면의 높이는 서서하는 작업과 의자에 앉아서 하는 작업 등 작업조건에 의하며 같은 시험실내에 있는 실험대는 높이를 통일하는 것이 바람직하다. 시험대는 시험실 면적 20m^{2}당 1대가 적당한다 또한 실제배치에서 시험대 폭이 0.6~0 75m 정도의 Side 시험대를 배치하면 편리하다.

기구대 및 씽크대는 적절한 크기 및 대수로 하고 기구선반 및 약품선반은 필요한 양을 충분히 보관할 수 있도록 하며 배치는 일의 흐름에 따라 순차적이며 합리적으로 한다.

통로부분은 시료 및 기구함의 운을 연상태에서 통행이 가능하도록 10m 이상 되는 것이 좋다.

세균시험실과 같이 배지의 조제, 기구의 멸균, 배양조작, 시·종료 등 작업의 순환이 고정되어 있는 경우에는 일의 흐름에 맞도록 시험설비를 배치한다

2 수질시험의 기기에 대하여는 표5.57을 참

고로 하여 정수처리 방식에 맞도록 한다.

3. 채수설비에 대하여는 "25.3" 수질 모니터링 설비를 참조한다.

25.7 시험배액 및 배기의 처리

시험실에서 발생하는 시험폐액, 폐수, 배기는 배출장소의 환경이 악화되지 않도록 필요에 따라 처리를 하는 것이 바람직 하다.

【해 설】

수질시험실의 폐수는 착수정 등 원수에 반송하면 아니된다. 이화학시험실 및 생물시험실의 폐수는 전용처리 시설에서 처리하고 세균시험실의 폐수는 정화조를 통하여 외부에 배출한다.

수질환경보전법의 특정시설에 해당하는 정수장의 경우에는 수질환경보전법 폐수 배출 허용기준에 적합하도록 필요한 처리를 한다.

농도가 높은 폐액은 산, 알카리, 중금속, 유기용제 등의 종류에 따라 2중 용기 등에 분류하여 저장하고 폐액처리 장치를 이용하여 처리하든가 인가를 받은 폐기물 처리업체에 위탁 처리한다. 시험실의 배기홈통 등으로부터 배출되는 배가스에 산, 알카리, 중금속, 유기용제 등이 포함될 경우에는 배출지역의 환경에 영향이 없도록 필요에 따라 배기처리 장치를 설치한다.

제26절 보안설비, 동결방지 대책

26.1 총 칙

정수장 음료수를 생산하므로 위생상 항상 안전성이 확보되어야 할 뿐 아니라 정수처리 기능이 완전한 상태로 유지되고, 유지관리를 위한 작업면에서도 안전성을 확보하기 위하여 보안설비를 설치할 필요가 있다.

이러한 설비는 정수장의 위치 및 규모에 따라 관계법령으로 규정되어 있는 경우도 있으므로 충분히 검토하여 계획한다.

또한 한냉지나 동절기에 있어서는 시설 및 설비에 대하여 필요한 동결방지 대책을 강구할 필요가 있다.

26.2 보안설비

정수장에서는 건축물, 전기, 기계설비 등 보안상 당연히 필요한 설비 이외에 다음과 같은 보안설비를 갖춘다.

1. 외부로부터의 오염방지를 위하여 침입방지용 울타리 등의 설비
2. 보안점검용 통로에는 원칙으로 위험방지용 손잡이 또는 난간을 설치
3. 통로나 정기적인 점검을 하는 장소에는 필요한 조명 설비
4. 밀폐된 장소에서 정기적으로 점검을 하는 장소에는 필요한 환기설비
5. 관랑(管廊) 및 밸브실 등에는 필요한 배수설비
6. 기타 필요한 보안설비 등

【해 설】

1 정수장에 외부로부터 용이하게 출입을 하게 되면 오염방지 및 위생의 안전을 유지하는데 바람직하지 못하므로 외부 울타리 등의 설비는 이를 방지하기 위하여 정수장의 부지 경계에 따라 설치하며 그 구조는 정수장 구내가 외부로부터 명확하게 분리되고 자유로운 출입이 불가능하도록 한다.

또한 수위실 등에는 경비원을 배치하고 출입자의 확인 및 정기적인 순찰을 할 필요가 있으므로 필요에 따라서는 감시용 CCTV 또는 침입경보장치 등을 설치하는 것도 검토할 필요가 있다.

2. 보안점검 작업은 세심한 주의가 필요하며 안전에 확실성을 갖게 하기 위하여 설비면에서도 적절한 고려가 필요하며 떨어지는 것을 방지하기 위한 난간의 설치, 개구부 등에는 망의

설치, 위험한 장소 등에는 출입금지 조치, 배관 등의 장해요인 유무, 계단의 급경사 정도 및 폭의 치수, 천정의 높이 등에 대하여서도 충분한 검토가 필요하다. 또한 정수장의 견학자에 대한 견학로의 설정 및 초등학생을 대상으로 한 안전시설 등을 고려하여 안전성 확보에 유의하여야 한다.

3. 통로, 정기적인 감시장소, 점검대상 장소 등에는 유지관리 작업에 지장이 없는 작업공간을 확보하는 동시에 필요한 조명설비를 하여야 한다. 그리고 국소조명을 위하여 콘센트 설비도 필요에 따라 설치하는 것이 바람직 하다.

4. 밀폐된 장소에서도 시설 및 설비의 유지관리 작업을 확보하기 위하여 작업환경의 정비를 도모하여야 하며 특히 밸브실, 맨홀 등을 순회점검할 경우에는 유해가스(이산화탄소, 메탄가스, 유화수소, 일산화탄소등)의 위험성이 있으므로 환기를 하지 않으면 안된다. 작업을 하기 위하여서는 산소농도 측정기, 환기용 송풍기, 면간, 안전대, 호흡용 보호구 등의 기구가 필요하며 이를 보관할 방 및 선반을 갖출 필요가 있다.

5. 관랑 등의 침수는 외부로부터의 침수와 내부로부터의 누수 등이 있으며 이를 집수해서 외부로 배수하는 설비를 설치하여야 한다. 집수부는 위치적으로 깊은 장소이므로 필요에 따라 배수펌프를 설치하고 수위에 의한 자동배수 방식으로 하는 것이 바람직하다.

6. 기타 필요한 보안시설은 관계 규정에 준하며 특히 울타리의 높이, 초소, 망루 등은 발주처의 규정에 따라 시설한다.

26.3 동결방지 대책

정수장에는 필요에 따라서 다음과 같은 동결방지 대책을 강구한다.

1 저온으로 각종 지의 수면이 결빙한다든가 강설에 의하여 수중에 설빙 등이 보이는 곳에서는 이러한 장해를 방지하기 위하여 상부 건물의 설치를 고려한다.

2. 정수장의 각 기능을 유지하기 위하여 관랑(**管廊**), 기계실, 약품저장실 등은 보온설비를 설치하는 것이 요망된다.

【해 설】

1. 적설 한냉지에 있는 정수장에서는 일반적으로 상옥을 설치하여 적설 및 결빙의 영향을 방지하고 있다. 따라서 시설의 배치 및 구조 등에 대하여는 수리적, 경제적으로 충분히 검토하여 결정을 하여야 한다.

2. 상부건물의 설치만으로 동결의 방지대책에 만전을 기히지 못하는 황산 알루미늄, 폴리 염화알루미늄, 가성소다 등의 약품은 저장중에 액온의 저하에 의하여 결정이 석출되고 품질 열화라든지 송액관이 폐색되는 일이 있으므로 약품의 농도에는 항상 주의를 기하여야 하며 액온이 결정석출온도로 되지 않도록 약품저장실은 난방 등의 조치를 강구하여야 한다.

약품 배관은 필요에 따라 발포 스티로플 등으로 관외면을 피복하며 체류가 염려되는 장소에는 열선 테이프 등으로 처리할 필요가 있다. 관랑 등에 설치되는 검수펌프, 계기류의 발신기 등은 설치장소의 온도에 유의하여야 한다.

펌프설비, 자가발전설비 등은 급수계통의 동결에 유의하고 필요에 따라서 실내에는 단열구조로 하고 보온설비는 5℃ 이하로 내려가지 않도록 한다.

제6장 배 수 시 설

제 6장 배 수 시 설

제1절 총 설

1.1 기본사항

배수시설은 배수지, 배수탑, 고가탱크, 배수관, 펌프 및 밸브 기타 부속설비로 구성된다 배수시설은 합리적인 계획하에 배치되어야 하며 수요자가 필요로 하는 물을 적정한 수압으로 공급할 수 있음은 물론이고, 유지관리가 용이한 것이어야 한다. 또한, 정수가 배수관을 흐르는 과정에서의 수질유지에 대해서 적절한 배려가 이루어져야 한다

배수시설의 계획은 배수시설의 신설 및 개량시를 불문하고 사전조사, 검토를 충분히 행한 후 정비계획을 세우고 평상시 안정급수의 확보는 물론 사고시 수량보급체제 정비에 의한 수요자에 대한 영향 극소화, 갈수시 급수의 불공평 해소, 비상시나 지진시에도 필요한 물의 공급을 확보할 수 있는 안정성 및 안전성이 높은 시설을 목표로 하여야 한다

또한 갈수 및 지진 등 이상시에 대한 배수시설의 계획은 상호 관련되는 것이 많으므로 어떠한 이상시에도 충분히 대응할 수 있도록 해두는 것이 바람직하다. 이러한 점에서 배수시설의 계획, 설계상의 기본적 사항을 기술하면 대략 다음과 같다.

1. 배수지의 적정배치와 용량의 적정화

배수지는 배수량의 시간변동을 조절하는 기능을 가짐과 동시에 이상시는 그 저류량을 이용하여 수요자에 대한 영향을 없애거나 혹은 경감하는 큰 역할을 지니고 있다. 따라서 배수지는 평상시의 안정급수, 이상시 급수대책의 양면에서 그 배치와 용량 및 구조에 대해 충분한 검토를 한 후 적절하게 계획하여야 한다.

1) 배치에 관해서는 급수구역내의 중앙에 되도록 가깝게, 배수상 유리한 높은 장소가 있으면 높은 장소에, 높은 장소 등의 지세를 이용할 수 없을 때는 적절한 장소를 선정하여 배치하는 것이 기본이다 그러나 한개 배수지만으로는 지형, 지세조건에서 배수압의 균형을 유지할 수 없는 경우가 많고 또한 이상시의 대응이 불충분한 경우도 많다. 이같은 경우에는 지역의 특성, 배수관망의 구성 등을 충분히 고려한 후 복수의 배수지를 분산 배치하는 것도 필요하다

2) 용량에 대해서는 종래 계획1일 최대급수량의 8~12시간분을 표준으로 하고 적어도 6시간분으로 해 왔는데 장래 계획시에는 특별히 비상시의 대응에 가능하도록 지역의 특성, 상수도시설의 전반적 배치에 따라 적절한 용량으로 한다 이때 원수조정지의 정비계획이 있을 때에는 용량, 기능 등에 대해서도 종합적으로 검토해야 한다.

3) 구조에 대해서는 내구성, 내진성, 수밀성 등을 확보할 수 있도록 충분히 고려하여야 한다. 따라서 그 배치시에는 되도록 안정되고 견고한 지반의 장소를 선정할 필요가 있다.

2. 배수관의 정비

급수구역은 구역내 물수요의 실태나 지형, 지세에 따라서 단일 또는 복수의 배수계통으로 구성되는데 평상시 안정급수 확보 및 비상시의 급수대책을 위해서는 급수구역이 자연적, 사회적 조건에 맞는 적절한 배수계통으로 구성된 관망을 형성하고 있어야 하며. 각각의 배수계통을 블록화(block system)하는 것이 좋다.

한편, 배수관은 배수본관과 배수지관으로 분류하며 급수관의 분기가 없는 것을 배수본관, 배수본관에서의 정수를 분배하여 그곳에서 급수장치를 분기하는 것을 배수지관이라 한다.

이같은 관점에서 배수관 계획시 고려해야 할 사항을 서술하면 다음과 같다

1) 배수본관

(1) 배수본관은 단순한 수지상(樹枝狀) 배관망으로 하지 않고 가능한 한 상호 연결되는 관망으로 해야 한다.

(2) 배수본관의 계획배수량은 분담하는 배수구역내의 물수요에 대응할 뿐 아니라 비상시 등을 예측한 시뮬레이션(simulation)에 의해 인접 배수구역에 대한 보급수량을 가산한 것으로 한다.

(3) 배수지가 다른 배수계통의 배수본관과의 연결을 도모하여 평상시, 비상시의 계통간 상호 수량 소통이 가능하도록 해야 한다.

(4) 배수본관은 매설환경에 적합한 내구성이 있는 관종을 선정하고 특히 내진성의 강화에 대해 충분히 고려해야 한다.

(5) 장래 필요한 경우를 대비하여 직결급수 범위의 확대 등 지역의 특성에 따라 최소동수압을 정해야 할 것이다

(6) 연약지반, 불안정지반으로의 배치를 피하고 부득이하게 배치할 때는 적절한 방호조치를 강구해야 한다.

(7) 인접 수도사업자, 수도사업자의 배수본관, 송수관과의 상호 연결을 도모해야 한다

2) 배수지관

(1) 배수지관은 지형, 지세에 적합하고 또한 적당한 넓이를 지닌 배수블럭을 형성해야 한다.

(2) 인접 블럭간을 연결하는 배수지관에는 밸브를 설치하여 물흐름의 차단을 가능하게 해야 한다.

(3) 특히, 배수블럭내의 골격을 형성하는 배수상 중요한 배수지관은 내구성이 있는 관종을 선정하고 내진성의 강화를 고려해야 한다.

(4) 장래 직결급수 범위의 확대 등을 고려하고 지역의 상황에 따라 최소동수압을 정해야 한다.

(5) 관말 등 물의 정체가 발생할 우려가 있는 배치는 되도록 피하도록 한다

(6) 적수발생, 급수불량, 파손의 우려가 있는 배수지관은 수도정비계획과의 관계를 고려하여 교체 혹은 갱생해야 한다.

특히, 무라이닝주철관, 강관(아연도강관 포함)은 적수발생, 급수불량의 원인이 되고 사고발생의 우려가 있으므로 다른 관종으로 교체 혹은 갱생의 대상관로로 해야 한다

3. 부속설비의 정비

배수관은 그 부속설비로서 설치된 밸브(차단용밸브, 제어용밸브, 공기밸브, 감압밸브) 등의 작용과 맞물려 비로소 그 기능을 유효하게 발휘할 수 있다. 따라서 부속설비는 목적에 적합한 것을 선정하고 이것을 최적 위치에 설치하여야 한다 부속설비를 정비할 경우에 기본적 사항은 다음과 같다.

1) 배수관내의 물흐름의 차단, 유량 및 수압의 제어는 합리적인 배수를 하는 경우에 중요한 조작이다. 따라서 이들의 제어에 가장 적합한 차단용밸브, 제어용밸브를 배수관망의 적당한 장소에 설치하여야 한다. 지금까지 많이 사용되어 온 제수밸브는 차단기능을 지닌 개폐밸브로 유량이나 수압의 제어에는 부적당하다는 것에 주의하여야 한다

2) 안정급수를 확보할 경우에는 배수관의 유량과 수압에 관한 정보의 수집과 관리는 불가피하다. 따라서, 배수관망의 주요지점 및 배수블럭의 유입지점에 유량계를 설치하여 유량계와 동일한 장소 및 높은 장소, 낮은 장소 등 배수조절상의 기준점에 수압계를 설치하여야 한다

4. 수질의 유지

수질의 유지에 관한 배수시설을 계획할 경우, 기본적 사항은 다음과 같다.

1) 배수지

(1) 배수지를 정비하여 용량의 증대를 도모하는 경우 배수관망의 말단에 위치하는 수용가의 급수전에서의 잔류염소농도를 관리하여야 한다 수도전에 있어서 음용수의 잔류염소가 "수도시설의 청소 및 위생관리 등에 관한규칙

(1994.9.13 총리령 제463호)"에서 유리잔류염소 0.2mmg/L 이상, 결합잔류염소가 1.5mg/L 이상을 만족하지 않을 경우에는 배수지에서 염소의 추가 주입설비의 설치가 필요하다.

(2) 배수지 내면의 방수·방식도장으로서 모르터, 액상에폭시수지도료 등을 사용한다.

2) 배수관

(1) 배수관에 기인하는 수질상의 큰 문제로 배수관 내면에 발생한 녹에서 유래하는 적수가 있다.

부설년수의 경과에 따라 도장이나 라이닝이 악화된 주철관, 강관은 적수발생의 원인이 되므로 교체 또는 갱생하는 등 적절한 대책을 강구하여야 한다.

(2) 배수지관의 관말은 물의 정체에 의한 수질악화를 초래할 우려가 있으므로 방류설비를 설치하거나 관망을 구성하도록 계획하여야 한다

(3) 공사와 그 외에 기인하는 배수지관내의 토사 등 협잡물이 수요자에게 영향을 주지 않도록 수질유지에 만전을 기하여야 한다. 배수지관에서는 일반적으로 협잡물의 배출은 소화전에 의존하는데 비중에 따라서는 소화전으로 충분한 효과를 얻을 수 없는 경우가 많다 따라서 하천 부근의 적당한 장소를 선정하여 계획적으로 배출수설비를 설치하는 것이 바람직하다

1.2 계획배수량

1 배수관의 계획배수량은 평상시에는 원칙적으로 해당 배수구역의 계획시간최대배수량으로 한다

2. 화재시에는 계획1일최대급수량의 1시간당의 수량과 소화용수량을 합산한 것으로 한다

【해 설】

1 계획배수량은 배수관 관경결정의 기초가 되는 수량이며 1시간당 수량으로 나타내어 진다 계획배수량은 평상시에는 각각의 배수관이 담당하는 계획배수구역의 계획1일 최대급수시의 시간최대배수량으로서 그 배수구역내의 계획급수인구 전부가 계획시간 최대배수량을 일제히 사용한다고 가정하여 결정하는 것이다

배수관의 계획시 해당 배수관의 분담배수구역에 대해서 수요자측에 따라서 적절하게 예측한 수량을 기초로 하여 이에 인접하는 배수구역의 재해시나 사고시의 보급수량을 합산한 수량을 근거로 하여야 한다 인접하는 배수구역의 재해시, 사고시의 보급수량은 시설능력, 배수구역의 특성을 고려한 구체적인 사례를 세심하게 검토하여 결정하여야 한다.

2. 화재시에는 일시에 많은 양의 물을 화재지점에 집중시킬 필요가 있으므로 수량산정시 특별한 고려가 필요하다. 계획년수의 시간최대배수량 때에 화재가 발생하는 경우를 고려하여 계획수량으로 하면 가장 이상적이나 그 때문에 배수관의 관경이 크게 되어 건설비가 높아지고, 특히 급수인구가 적은 도시 등에서는 상당히 비경제적인 계획이 된다. 그러므로 계획배수량으로서는 계획1일 최대급수량의 1시간 수량에 다 적당한 소화용수를 합산한 수량을 고려해 두면 1년중 언제 화재가 일어나도 계획시간 최대배수량 때를 제외하면 충분히 소화의 목적을 달성할 것이고, 또 가장 배수량이 많은 여름철을 제외하면 시간최대배수량 때에도 대체로 지장이 없을 것으로 생각된다. 만일 여름철의 시간최대배수량 때에 화재가 발생할 경우 화재지점을 중심으로 수압이 현저히 저하하므로 필요에 따라 일반용수를 다소 사용 제한하면 필요한 소화용수를 얻을 수 있다.

1.3 계획시간최대배수량

계획시간 최대배수량은 계획1일 최대급수량의 1시간량에 대도시와 공업도시에서는 30%증가량, 중도시에서는 50% 증가량, 소도시 또는 특수지역에서는 100% 증가량을

표준으로 한다.

【해 설】

계획시간최대배수량은 배수시설 규모결정의 표준이 되는 수량으로 계획년수의 1일최대급수량 사용일의 시간적 최대1시간당 수량이다.

일반적으로 급수량중에서 공업용수가 점유하는 비율이 큰 도시일수록 또는 누수 등의 손실수량이 많을수록 계획1일 최대급수량과의 비율은 작게 되는 경향이 있으나, 실적에 따르면 유지관리가 적절한 경우 대도시와 공업도시는 30% 증가량, 중도시는 50% 증가량이 보통이다. 그러나 소도시 또는 급수구역내에 특히 시간적으로 다량의 물을 사용하는 공장, 주택단지 혹은 선박급수 등이 예상되는 경우에는 100% 증가량이나 그 이상이 될 때도 있다. 이를 식으로 표시하면 다음과 같다.

$$\text{계획시간최대배수량}(m^3/\text{시}) = \frac{\text{계획1일최대급수량}(m^3/\text{일})}{24} \times K,$$

$$K = \begin{cases} 1.3(\text{대도시와 공업도시}) \\ 1.5(\text{중도시}) \\ 2.0(\text{소도시 또는 특수지역}) \end{cases}$$

여기에서 K값은 시간계수로써 시간최대배수량의 시간평균배수량에 대한 비율인데 실적에 따르면 1일최대급수시의 시간최대배수량과 시간평균배수량과의 비율은 급수구역내의 주야간 인구의 변동, 공장, 사업소 등에 의한 사용형태, 관광지 등의 계절적 인구이동 등의 성격에 따라 변화하며 1일최대급수량이 클수록 작고, 작을수록 커지는 경향이 있다.

1.4 소화용수량

소화용수량은 다음 각 항을 기준으로 정하여야 한다.

1. 도시의 성격, 소방시설, 인구밀도, 내화성 건축물의 비율, 기상조건 등을 기준으로 하여야 한다.

2. 배수지의 용량으로서 기준수량에 가산할 소화용수량은 배수지가 담당할 계획급수구역내의 계획년수 인구가 5만 이하일 때 표 6.1에 표시한 수량 이상으로 하여야 한다. 다만, 상수도 이외에서 소방용수 공급이 가능한 경우는 예외로 한다.

3. 배수관의 산정에서 소화용수로 가산할 수량은 그 배수관이 담당할 계획급수구역내의 계획년수 인구가 10만 이상일 때 표 6.2에 표시한 수량 이상으로 하여야 한다. 다만, 상수도 이외에서 소방용수 공급이 가능한 경우는 예외로 한다

4. 소화전 한개의 방수량은 $1m^3$/분 이상을 기준으로 하고 동시에 개방하는 소화전의 수는 표 6.2를 기준으로 정하여야 한다.

그러나 급수구역내 인구 3만 이상의 경우 1화점에 적어도 5전이 집중 방수하도록 하고, 소형 소방펌프를 사용할 경우는 한개의 소화전 방수량을 500L/분 이상으로 할 수 있다.

【해 설】

소방법시행규칙(1992.9.19. 내무부령 제572호 전문개정) 제46조에 의하면 소화전을 설치하는 배수관 관경 및 설치간격이 정해져 있는데, 이 기준에 맞추어 시설을 설치하면 소규모 상수도나 소량의 배수를 실시하고 있는 지역에서는 배수관 용량이 과대해져 비경제적이며, 또 관내 유속이 현저히 작아지며 수질이 악화될 우려가 있다. 한편, 화재시의 소방용수는 소화전 외에 방화수조 및 하천이나 호소 등의 자연수리를 이용한 수도 있으므로 이를 고려하면서 소화전을 배치하여야 한다.

소화용수량은 인구, 기상조건. 건폐율, 건축물의 구조 등에 의해서 변화하기 때문에 시가지(건축물이 밀집된 지역중 평균건폐율이 10% 이상인 곳이 연속된 구역에서 그 구역내의 인구가 10,000명 이상인 곳), 밀집지(건축물이 밀집된 지역중 평균건폐율이 대략 10% 이상인 곳

이 연속된 구역에서 그 구역내의 인구가 100명 이상 10,000명 미만인 곳), 이에 해당하지 않는 지역(평균건폐율 10% 미만인 산재 주거지역, 인구 100명 미만인 소규모 집락 등)별로 고려하고, 호텔, 여관 등이 현저히 많은 도시에서는 특별히 고려하여 정한다.

1. 도시의 성격은 여러가지 경우를 생각할 수 있으며 상수도 이외의 소방용수 이용가능량, 도로 정비의 양부, 가연성 건축물의 비율, 화재가 발생하기 쉬운 시설의 유무 등을 기준으로 하여 소화용수량을 고려하여야 한다.

또, 소방시설에 상응하고 소화전의 상태에 따라 소화용수량을 정해야 한다. 인구밀도가 큰 곳이나 내화성 건축물의 비율이 낮은 곳 또는 기상조건이 나쁜 곳은 자연히 소화용수가 많이 필요한 것이다.

<표 6.1> 배수지의 용량에 가산할 인구별 소화용수량

인구(만명)	소화용수량(m^3)
0.5 이하	50
1 〃	100
2 〃	200
3 〃	300
4 〃	350
5 〃	400

(비고 . 인구 만명 이하는 사사오입한 수임).

2. 소규모의 상수도에서는 배수지의 용량중 소화용수량이 점하는 비율이 커서 표준량만으로는 소화시 소화용수를 사용하면 일반급수에 지장을 줄 염려가 있다 그러므로 급수인구가 5만명 이하인 소도시의 배수지에는 표준량 외에도 소화용수량을 가산함이 좋다 표 6.1의 용수량은 표 6.2에 표시된 소화용수량의 약 1시간분을 계산한 것이다

화재시 확보해야 할 소화용수량의 예를 제시하면 다음과 같다.

<표 6.2> 계획1일최대급수량에 가산할 인구별 소화용수량

인구(만명)	소화용수량(m^3/분)
0.5 미만	1 이상
1 〃	2 이상
2 〃	4 이상
3 〃	5 이상
4 〃	6 이상
5 〃	7 이상
6 〃	8 이상
7 〃	8 이상
8 〃	9 이상
9 〃	9 이상
10 〃	10 이상

(비고 : 인구 만명 이상은 사사오입한 수임)

계획년도의 급수인구 15,000 명
계획1인1일 최대급수량 500 L/일
가산해야 할 소화용수량 4 m^3/분

이 때의 계획배수량을 계산해 보면 다음과 같다.

계획1일최대급수량= 500 L/명 × 15,000 명
= 7,500 m^3/일
시간평균배수량 = 7,500 m^3/일÷ 24 시간
= 312 5 m^3/시간
≒ 312 m^3/시간

시간계수를 1.5로 가정하여 계간산하면 다음과 같다.

시간최대배수량 = 312 m^3/시간 × 1.5
= 468 m^3/시간
화재시 계획배수량=312m^3/시간+(4m^3/분×60)
= 552 m^3/시간

3. 담당급수인구가 100,000명 이상인 배수관에서는 1일최대급수량의 1시간당 수량에 소화용수량을 가산한 수량보다도 시간최대배수량이 많은 것이 통례인데, 담당급수인구가 100,000명 이하인 배수관에서는 표 6 2의 소화용수량을 가산하여 관경의 설계를 실시하여야 한다. 표 6 2는 시가지 소화전이 동시 개전하는 수와 인구

와의 관련으로 타당하다고 생각되는 소화용수량의 표준을 정하는 것이다.

한편, 건축물이 화재시에 다량의 방수를 요하는 경우나 건축물의 평균규모가 큰 지역에서는 특별히 고려하여야 한다.

4. 1991년 12월 14일자로 전문개정된 법률제4419호 소방법의 소방용수시설에 관한 조항을 보면 다음과 같다.

제42조(소방용수시설) ① 소방에 필요한 소방용수시설의 기준은 내무부령으로 정한다.

② 공공의 소방에 필요한 소화전·저수조 그밖의 소방용수시설은 시·도가 설치하여 유지·관리하여야 한다. 다만, 수도에 있어서는 그 설치자가 소방용수시설을 설치하고, 유지·관리한다.

제43조(소방용수시설의 지정) ① 소방본부장 또는 소방서장은 못·우물·수도 그밖의 소방에 쓸 수 있는 소방용수를 언제든지 쓸 수 있도록 하기 위하여 그 소유자·관리자 또는 점유자의 승낙을 얻어 이를 소방용수시설로 지정할 수 있다.

② 제1항의 규정에 의한 소방용수시설을 변경하거나 사용할 수 없도록 하고자 하는 사람은 내무부령이 정하는 바에 의하여 소방본부장 또는 소방서장에게 신고하여야 한다.

제80조(급수유지의 긴급조치) 소방본부장·소방서장 또는 소방대장은 화재현장에서 쓰는 물을 공급하기 위하여 필요한 때에는 제42조 및 제43조에 규정된 것외의 물을 사용하거나 용수로의 수문 및 수도의 개폐밸브를 사용할 수 있다.

이상의 소방법 조항은 소방용으로 용수시설을 사용하는데 필요한 법률적 제한을 규정한 것이며, 1992년 9월 19일자로 전문개정된 내무부령제572호 소방법 시행규칙 제4장 소방용수시설에 관한 조항을 보면 다음과 같다.

제43조(소방용수시설의 기준) 법 제42조 제1항의 규정에 의한 소방용수시설의 기준은 제44조 내지 제46조와 같다.

제44조(소방용수시설의 거리기준) ① 소방용수시설은 당해 지역안의 각 소방대상물로부터 하나의 소방용수시설까지의 거리가 도시계획법에 의한 공업지역·상업지역 및 주거지역은 100미터 이내, 그밖의 지역은 140미터 이하가 되도록 설치하여야 한다.

② 저수조는 상수도와 연결되거나 언제나 충수되어 있는 구조의 것이어야 하고 소화전은 지하식소화전에만 편중되지 아니하도록 설치하여야 한다.

제45조(소방용수시설의 수원의 기준) ① 소방용수시설의 수원의 양은 다음과 같다.

1. 소화전 및 급수탑의 토출량은 도시계획법에 의한 상업지역 및 공업지역에 있어서는 매분 3.3세제곱미터 이상, 그밖의 지역에 있어서는 매분 1.1세제곱미터 이상일 것

2. 소화수조 및 저수조의 저수량은 도시계획법에 의한 상업지역 및 공업지역에 있어서는 100세제곱미터 이상, 그밖의 지역에 있어서는 40세제곱미터 이상일 것

② 소방용수시설의 수원은 다음 각호에 적합하여야 한다.

1 지면으로부터의 낙차가 4.5미터 이하일 것

2. 흡수부분의 수심이 0.5미터 이상일 것

3 소방펌프자동차가 용이하게 접근할 수 있을 것

4. 흡수에 지장이 없도록 토사·쓰레기등을 제거할 수 있는 설비를 할 것

5. 흡수관의 투입구가 사각형의 경우에는 한변의 길이가 60센티미터 이상, 원형의 경우에는 지름이 60센티미터 이상일 것

제46조(소화전등의 규격등) 소화전은 "소방용기계·기구 등의 검정에 관한규칙"에 의하여 검정을 받은 것이어야 하고, 도시계획법에 의한 상업지역 및 공업지역에 있어서는 지름 250밀리미터 이상의 수도배관에 호칭지름 200밀리미터 이상의 소화전 또는 급수탑을 부설하여야 하며, 그밖의 지역에 있어서는 지름 80밀

리미터 이상의 수도배관에 호칭지름 80밀리미터 이상의 소화전 또는 급수탑을 부설하여야 한다.

제47조(소방용수시설의 종류) ① 법 제43조 제1항에서 "그밖의 소방에 쓸 수 있는 소방용수"라 함은 다음의 것을 말한다.

1 풀 장
2. 하 천
3. 바다·호수·운하
4. 하수도

② 소방서장은 법 제43조 제1항의 규정에 의하여 소방용수시설을 지정한 때에는 보기 쉬운 곳에 별표 6에 의한 표지를 하여야 한다.

제48조(소방용수시설의 지정등의 변경신고) 법 제43조 제2항의 규정에 의한 소방용수시설의 변경신고 또는 사용폐지신고는 별지 제43호서식에 의하거나 그 내용을 전화 또는 모사전송으로 신고하여야 한다.

일반적인 동력소방펌프 1대의 방수능력은 대개 20m^3/분 이상의 펌프로서 15m^3/분의 펌프를 병용하고 있는 곳도 있다. 이들 펌프의 종합효율은 고압방수의 경우 60~70%는 되어야 한다.

급수인구 10만 이상인 도시에서는 일반적으로 1인1일당 급수량보다 많고 1일최대급수량에 소화용수량을 가산한 수량의 1시간당 수량보다도 시간최대배수량이 큰 것이 상례인데 표 6.2는 인구 10만명을 한계로 한 것이다.

소도시에서는 표 6.2는 어느 정도의 부담이 되나 장래를 고려하여 이 정도의 부담은 부득이한 것으로 보아야 할 것이다. 소화전 1전의 방수가능량이 1m^3/분 이상일 때에 비하여 소화전 1전의 방수가능량이 2m^3/분 이상일 때는 동시개방 소화전의 수를 3전 이상으로 하면 된다 동력소방펌프의 능력이 점차 커지는 경향이 있고 소화전 방수가능량이 1m^3/분인 2전보다 1전으로 2배의 방수량을 확보하는 편이 유리할 경우도 있다.

1.5 배수방식

배수방식에는 자연유하식과 펌프가압식 또는 병용식이 있으나, 그 어느 것을 채택하느냐는 다음 각 항을 기준으로 정하여야 한다

1. 급수구역내에 가깝게 적당히 높은 곳이 있으면 자연유하식으로 하여야 한다.
2. 급수구역내에 적당히 높은 곳이 없을 때는 펌프가압식으로 하여야 한다.
3. 지세가 완전 자연유하식에 충분한 높이가 아니더라도 높이에 따라 일부 자연유하식으로 하고, 수압이 부족한 부분을 보충하기 위하여 배수지 위치에 가압펌프를 병용하거나 급수구역 도중에 가압펌프를 설치하여 병용식으로 하여야 한다.

【해 설】

1 안정급수 확보를 위해서는 자연유하식이 좋다 자연유하식이면 펌프가압식에서와 같이 운전요원도 필요없고, 또 정전때 단수를 일으킬 일도 없다 그러므로 급수구역내에서나 가까운 곳에 적당히 높은 곳이 있을 때는 자연유하식으로 하는 것이 좋다. 그러나 만일 배수간선 파열 등이 있을 때 단수후 응급조치가 늦어져서 소규모의 배수지로는 지내의 물이 유출하여 필요한 배수량 확보가 안될 경우도 있다.

또, 평상시에도 일반적으로 수압의 조절이 되지 않고 야간 혹은 겨울철에는 필요 이상으로 수압이 높아져서 배·급수관의 파열과 누수도 많고, 따라서 배수상 손실이 크기 때문에 적당한 곳에 압력조절밸브를 설치하여 수압의 조절에 유의하지 않으면 안된다.

2. 펌프가압식은 자연유하식에 비해 급수의 안전확인의 점에서는 약간 떨어지나 평상시 급수구역의 필요수압을 적절하게 조절할 수 있고, 간선 파열시에도 쉽게 단수, 감압, 통보 등 응급조치를 취하기 쉬워 관에서의 분출수에 의한 2차적 피해가 억제된다. 또 배수시설의 위치가 지세의 지배를 받는 일이 적고 배관상 적당한

위치를 선택할 수 있는 이점이 있다.

3. 배수지의 위치가 자연유하식으로 하기에 충분한 높이가 안될 경우 배수지의 위치에 펌프가압장을 설치하여 필요한 기간동안만 펌프로 직송하거나 배수지에서 떨어진 위치에 증압펌프장 또는 2차 배수지를 설치하여 시간적으로 필요한 때만 수압이나 수량을 보충하는 방법도 있으므로 이들 방법을 지역에 따라 적당히 조합하면 된다. 이 방식은 야간에 전력비를 절약하고 충분하지는 못하나 정전시 급수의 안전성과 경제적 관경을 택할 수 있는 이점이 있다.

1.6 배수시설의 배치

배수시설의 배치는 다음 각 항에 준하여야 한다

1. 지형. 지세에 대해서 적합한 것으로 해야 한다.

2. 배수관은 원칙적으로 관망을 형성하도록 배치하되, 합리적인 배수구역을 설정하고 배수관의 적정배치에 의해서 관망을 계획할 수 있도록 배치하여야 한다.

3. 합리적·경제적 시설운용을 가능하도록 함과 동시에 유지관리가 용이하며, 관리비가 경제적인 배치로 해야 한다.

4 배수시설은 정수시설 및 송수시설과의 조정 및 유지관리가 편리한 위치에 설치하여야 한다.

5. 인접하는 다른 수도사업자, 수도사업자 등의 배수관, 송수관과 연결을 도모하여, 재해를 대비한 배치가 되어야 한다.

【해 설】

1. 배수시설의 전체적인 배치는 물이 지닌 위치에너지를 최대한 활용하고, 전력비 등을 되도록 소비하지 않는 배치로 하는 것이 가장 유리하다 또, 일정한 배수량에 대해서 배수하는 거리가 짧으면 짧을 수록 배수관 관경을 작게 할 수 있다. 따라서, 배수구역의 중앙부 또는 중앙부근에 적당한 높은 곳이 있으면, 그곳에 배수지를 설치하고, 자연유하식에 의한 배수로 하는 것이 합리적이다. 적당히 높은 곳이 없으면 적당한 곳을 찾아서 배수지를 설치한다. 즉, 배수시설의 배치계획시 해당도시의 장기계획 등을 고려하고, 배수시설의 장래를 전망한 후, 지형에 적합하며 지세를 최대한 이용하여야 한다.

2. 배수구역 설정의 기본은 평상시 수량, 수압을 안정적으로 확보할 수 있고, 갈수시 급수의 불공평을 초래하지 않으며, 배수관의 사고 등에 대해서는 급수에 대한 영향을 최소화 할 수 있는 것이다. 이를 위해서 배수구역은 급수구역으로 분할하여 적절한 넓이를 갖도록 하여야 한다. 배수구역의 설정시 급수구역내 물수요의 실태, 하천, 주요도로, 철도 등의 지형조건, 지반의 기복이 많을 때는 표고에 따라 높은 지구, 낮은 지구 등의 구역설정이 중요하다. 또, 각각의 배수구역은 물관리나 수압관리가 용이하도록 몇 개의 소블럭으로 분할하여야 한다.

배수본관은 각각의 배수구역으로 필요한 적정 수압으로 보내고, 또한 배수지관망에 합리적으로 접속할 수 있도록 배치하여야 한다. 이를 위해서 배수본관은 배수구역의 중앙부 부근을 종단 또는 횡단하는 도로를 따라 배수량의 수송·분배에 유리한 간선으로서 배치하고, 이 간선이 되는 배수본관에서 개개의 배수블럭을 분담하는 배수본관을 분기·배치하여 배수본관망을 구성하는 것이 기본이 된다.

이같은 배수본관망은 배수상 기간시설이 되는 것이므로 내구성이 뛰어난 관종을 선정하여 내진성의 강화 등을 충분히 고려함과 동시에 연약지반이나 불안정지반으로의 배치는 되도록 피하여야 한다. 또 기능측면에서는 평상시, 비상시에 인접 배수구역과의 상호 융통성 부여, 수압조절을 가능하게 하여야 한다. 동시에, 배수가 합리적으로 행해지도록 적당한 곳에 밸브 등의 부속설비를 배치하여야 한다.

배수지관망은 배수본관에서의 분기점을 중심

으로 구성되며 또한 급수장치를 개입시켜 배수블럭내의 수요자에게 직접 연결하는 것이다 따라서, 적절한 수량 및 수압 확보와 수질관리가 가능하도록 관망을 형성하는 각 관로의 관경·관종의 결정을 합리적으로 실시하고 유량계, 밸브, 소화전, 배수설비 등 부속설비를 적당한 장소에 배치하여야 한다. 또 배수지관망의 골격을 구성하는 관로의 내구성, 내진성 등에 대한 고려사항은 배수본관에서의 경우와 동일하다. 그리고 인접 배수블럭 사이를 연결하는 배수지관에는 밸브를 설치하고 비상시 수량, 수압을 조절할 수 있도록 해두어야 한다.

배수지관은 각 가정에 직접 통하기 때문에 관말 등의 수질장해가 우려되는 배치는 가능한 한 피하여야 한다

3. 배수시설의 배치시 평상시에 각 배수구역내의 물수요 상황에 따라서 각 배수구역 상호간의 배수운용이 합리적이고 경제적으로 실시될 수 있도록 하여야 한다. 한편, 배수관 사고시 등에는 되도록 빨리 보급 가능할 수 있는 것도 중요한 요건이다. 이를 위해 관로의 수량, 수압정보를 항상 파악하고 배수운용에 적절히 반영할 수 있도록 유량계, 수압계, 밸브 등을 적절히 설치하여야 한다.

부속설비에 대해서는 배수본관망, 배수지관망의 수리학적 조건 및 지형, 지세 등에 따라 부속설비에 준하여 최적의 기능을 갖는 것을 적당한 장소에 배치하여야 한다.

한편, 실제 물운용시는 정보를 한장소에 수집하여 관리하는 정보관리설비, 밸브의 정비 등이 필요한데 각각의 수도사업자는 자신의 상수도시설의 규모 등을 고려하고 이의 설비를 계획하는 범위에 대해서 검토하여야 한다

4. 배수시설은 정수시설 및 송수시설과의 상대적 위치관계와 수량과 수압 등을 조절하기 쉬운 위치라야 하며 배수지, 배수탑, 고가탱크, 배수펌프, 배관 등의 보수가 쉽고 관리인원과 관리조직 및 기술수준이나 노무조건 등에 대하여도 장래에 대한 예측까지 포괄 검토하고 안전하고 원활한 배수가 가능한 위치를 선정하여야 한다. 또 되도록 지세, 지형을 이용하고 위치에너지를 확보하여 전력량의 절감을 도모함과 함께 되도록 장래 직결급수의 확대를 대비한 배치를 함이 바람직하다

5. 인접하는 다른 수도사업자, 수도사업자의 배수본관 그리고 사고시 등 긴급시 정수의 상호 공급에 대해서 충분히 협의하고 배수관 및 송수관과의 사이에 연결관을 계획하여 두어야 한다. 연결관 계획에 대해서는 각각의 배수관, 송수관의 배치, 지세 등에 대해서 충분히 검토하고 정수의 공급이 효과적으로 행해질 수 있도록 고려하여야 한다. 또 정수의 공급에 앞서 정체수를 방류하기 위한 배출수설비의 설치가 중요하다.

재해가 발생하였을 때 배수지가 비상급수본부가 되는 경우가 예상되므로 배수지의 배치는 배수구역내에 균등분산이 가능한 지점이 이상적이라 하겠다. 그러므로 배수지에는 급수차에 물을 주입할 수 있는 장치도 설치할 필요가 있다 장시간 정전시를 대비하여 예비동력의 설치나 송수계통으로부터의 직접 송수 등 비상급수대책도 고려할 필요가 있다.

제2절 배수지

2.1 총칙

배수지는 정수장에서 송수를 받아 해당 배수구역의 수요량에 따른 배수를 하기 위한 저류지로써 배수량의 시간변동을 조절하는 기능과 함께 배수지로부터 상류측의 사고발생시 등에도 일정한 수량, 수압을 유지할 수 있는 기능을 지녀야 한다. 이러한 기능에 의해 시설사고, 갈수, 수질사고 등의 이상시에서도 급수에 대한 영향을 완화할 수 있다.

배수지의 위치는 배수구역의 중앙부 또는 그곳에 되도록 가까운 곳으로 하는데 적당히 높은 장소가 있으면 자연유하식 배수가 가능하고 높은 장소가 없으면 펌프가압식 배수로 한다.

배수지의 설치형식에는 지상식, 지하식 및 반지하식이 있다. 지상부에서의 시공이나 용지취득이 곤란한 경우 혹은 주위의 환경보호를 고려하여 터널식이 이용되고 있는 경우도 있다.

구조는 철근콘크리트, 프리스트레스트콘크리트 또는 강판으로 하고, 형상은 역학적 특성, 용량, 경제성, 시공성 등을 고려하여 장방형, 원통형 등이 일반적이다. 배수지는 외부에서 오염되지 않도록 수밀성이 있고 위생적이며 구조적으로 충분한 내구성이 있어야 한다. 또한 필요하다면 지하수에 의한 부상에 대비한 조치를 강구하여야 한다.

배수지의 유효용량으로서는 배수량의 시간변동을 조절하기 위한 용량과 함께 갈수시, 기타 비상시에도 대응하기 위한 용량이 필요하다. 이를 위해 급수구역의 계획1일최대급수량을 기본으로 하고 이에 수원의 종류별, 급수구역의 특성, 상수도시설의 안정성 등의 제반조건을 고려한 비상시 대응용량을 정하여야 한다.

배수지의 용량에 여유를 갖게 하는 것은 예측하기 어려운 사고 등의 발생에 대비하여 급수의 안정성을 높이게 되므로 계획적으로 용량의 증가에 주의를 기울여야 한다. 단독대규모 용량의 배수지를 정비하기보다도 배수지를 분산하는 편이 안정급수 확보의 관점에서 효과적이고, 또한 배수지는 수요자에게 가까운 장소에 정수를 저류하고 있으므로 지진 등의 재해시에는 응급급수 활동의 거점으로 이용되는 것을 고려하여 비상용 급수설비를 설치해 두어야 한다.

배수지의 설치시에는 지반이 양호한 장소를 선정하는 것이 기본이다. 그러나 부득이하게 연약한 지반 등에 설치할 때는 적절한 대책을 강구하여야 한다. 또한, 배수지는 점검, 청소, 보수 등 유지관리측면에서 2지 이상으로 구분함과 동시에 유출관의 파손에 의해 배수지에서 정수가 유출하는 것을 방지하기 위하여 긴급차단장치를 설치하는 것이 바람직하다.

배수지는 민가에 인접하고 있는 경우가 많으므로 유입량 조절에 의한 소음, 추가주입에 필요한 소독제의 보안 등에도 충분히 고려하여야 한다. 또한, 배수지의 상부를 지역주민이나 공공시설의 열린공간으로서 개방하는 경우에는 상재(上載)하중, 보안체제, 관리운영방법, 위생상의 규제 등에 대해 충분히 고려하여야 한다.

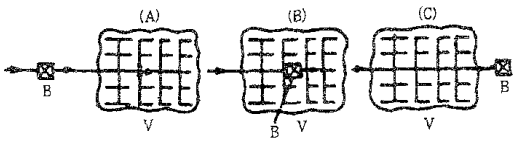
2.2 위치와 높이

1. 배수지는 부득이한 경우 외에는 급수지역 중앙 가까이 설치하여야 한다
2. 자연유하식 배수지의 높이는 최소동수압이 확보되는 높이여야 한다.
3. 급수구역내의 지반 고저가 심할 때는 높은 지구, 낮은 지구 또는 높은 지구, 중간지구, 낮은 지구의 2~3개 급수구역으로 분할해서 각 구역마다 배수지를 만들거나 감압밸브 또는 증압펌프를 설치하여야 한다.
4. 배수지는 붕괴의 우려가 있는 비탈상부나 하부 가까이에 축조해서는 안된다.

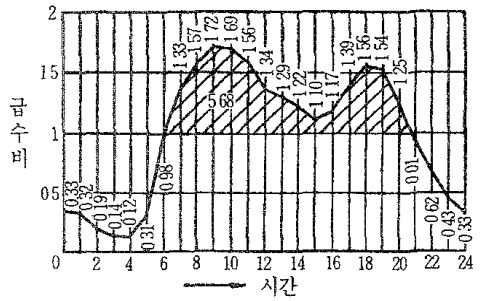
【해 설】

1. 배수지가 급수구역의 중앙에 있으면 관말까지의 배수관 연장이 짧아 수두손실도 적어서 관경을 작게 해도 되고, 지형의 고저차가 심하지 않으면 대개 균등한 급수가 가능하므로 결국 배수관의 부설이 경제적으로 된다(그림 6.1 참조).

2. 배수방식은 자연유하식이 좋은 것은 물론이지만 그때 배수지의 설치위치의 표고는 급수지역내의 최소동수압이 시간최대급수량시나 화재시에도 필요한 동수압 이상을 가지도록 배수



〈그림 6.1〉 배수지의 위치



〈그림 6.2〉 배수량의 시간적 변화

지의 저수위가 정해지는 곳이라야 하며, 동시에 배수지가 고수위 때 배수관에 걸리는 최대수두가 관종별의 규격 최대정수두를 넘지 않게 하지 않으면 안된다.

3. 배수관의 경제성과 유지관리의 안전성으로 보아 급수지역내의 고저차가 30~40m 이상이고, 지역이 넓을 때는 배수지를 높은 지구, 낮은 지구 또는 높은 지구, 중간지구, 낮은 지구의 2~3개의 급수지역으로 분할해야 하며 고저차가 심하더라도 그 지역이 비교적 소범위일 때는 되도록 한 지의 배수지를 만들지 말고 낮은 지구에는 감압밸브를 설치하여 일정압력 이하로 수압을 내리고 높은 지구에는 가압펌프를 설치하여 일정압력 이상으로 수압을 상승시키는 편이 경제적이다.

4. 배수지를 부득이 비탈에 설치할 때는 말뚝기초를 하거나 비탈면 보호를 충분히 하여야 한다.

2.3 구조

배수지의 구조는 제5장의 정수시설중 정수지의 구조에 준한다.

2.4 용량

배수지의 용량은 다음 각 항을 기준으로 하여야 한다.

1. 유효용량은 급수구역의 계획1일최대급수량의 8~12시간분을 표준으로 하고 최소한 6시간분 이상으로 하되 지역의 특성, 상수도시설의 안정성을 고려하여 증량하여야 한다(그림 6 2 참조).

2 소화용수로서 가산할 수량은 본장 1.4 소화용수량의 2항에 의하여야 한다.

3. 2개 이상의 배수계통으로 된 경우는 각 계통마다 배수지의 유효용량을 결정하여야 한다

【해 설】

1 및 2. 배수지는 생산량과 급수량의 조절 때문에 필요한 시설이므로 기존에 설치된 유사한 상수도나 과거의 실적으로 본 최대급수량의 시간적 변화에서 장래의 계획1일최대급수량이 발생하는 날의 시간적 변화를 추정하여 용량을 결정하여야 한다.

일반적으로 정수시설은 계획1일최대급수량을 기준으로 하고 있기 때문에 매일 일정량의 정수가 배수지에 보내진다. 일반 급수량에는 시간적 변화가 있기 때문에 사용량이 적은 야간에 시간급수량을 상회하는 정수량을 저류하여 사용량이 증가하는 주간에 정수량을 상회하는 급수량에 필요한 수량을 배수지에서 유출시켜 수급의 균형을 유지하는 것이다. 따라서 배수지의 유효용량은 이 균형을 취할 수 있는 수량이라야 한다. 이 수량은 계획1일 최대급수량의 1시간분을 초과하는 시간배수량을 누계한 수량이다 현재까지의 실적으로 보아 이 균형을 유지하기 위하여는 계획1일최대급수량의 5~6시간분이 필요하며 여기에 소화용수량과 기타의 여유수량을 가산한 수량을 유효용량으로 하여야 하며 평균 8~12시간분으로 하고 최소 6시간분 이상으로 함이 바람직하다. 배수지의 유효용량은 소규모의 상수도일 수록 그 비율이 커서 8~12시간분이 바람직하며, 이는 급수량의 시간적 변화가 심하고 소화용수의 일반 급수량에 대한 비율도 커지는데 기인한다.

또한 배수지내에서 정수에 대해 오염이 발생되지 않도록 최대한 주의를 기울여야 한다.

3. 2개 이상의 배수계통으로 되어 있는 경우, 각 계통이 연결관으로 연결되어 있더라도 배수지의 용량은 각 계통마다 결정하여 각각 계획급수인구에 대한 유효용량으로 하여야 한다.

2.5 유효수심과 수위

1. 배수지의 유효수심은 3~6m를 표준으로 하여야 한다.

2. 정수가 자연유하로 유입하는 배수지의 고수위는 관로의 동수두와의 사이에 필요한 낙차를 갖도록 결정하여야 한다.

【해 설】

1. 배수지의 유효수심은 고수위와 저수위와의 간격을 말하며, 깊이가 너무 얕으면 소요용량에 대하여 넓은 면적을 필요로 하여 공사비가 증가한다. 또, 너무 깊으면 면적이 협소해서 좋으나 그 만큼 급수구역내의 수압에 변동이 일어날 수 있고 구조상으로도 수밀성에 특별히 유의하여야 한다. 이러한 이유로 3~6m 가량이 적당하다(제5장 정수시설중 정수지의 유효수심 및 수위 참조)

2.6 여유고와 바닥경사

제5장 정수시설중 정수지의 구조 및 수위에 준한다.

2.7 유입관과 유출관

1. 제5장 정수시설중 정수지의 유입관, 유출관 및 측관에 준한다.

2. 배수지의 유입부에 월류위어를 설치하던가, 낙하유입방식으로 하던가 또는 역지밸브를 설치하도록 한다. 유입관에는 필요에 따라서 긴급차단장치를 설치하는 것이 바람직하다.

3. 유입관 및 유출관의 유량을 조절하는 경우는 유량조정밸브를 설치하는 것이 바람직하다.

【해 설】

1 및 2. 배수지의 유입측에는 유입수의 감세와 지내 저류수의 역류를 방지하기 위해서 일반적으로 월류위어를 설치한다. 월류위어를 설치하는 경우에는 유입관을 낙하 유입시키는 방식으로 하여야 한다. 또, 자연유하식인 경우 유출측에 배수관의 파손사고 등에 따라서 배수지의 정수가 유출하는 손해를 줄이기 위해서 긴급차단장치를 설치하여야 한다. 이 경우 오동작 방지기구를 만들어 두어야 한다. 이것이 작동했을 때는 하류측 관로는 단수가 되고 소화전에 의한 소화활동이 중단되기 때문에 소방담당부서와 사전협의가 요망된다.

3. 유입관 및 유출관의 관경은 계획년도의 계획1일 최대급수량 및 계획시간최대배수량에 기초하여 결정되므로 계획년도 이전의 배수량이 작은 시점에서는 유입량 또는 유출량을 조절하기 위해 유량제어용 밸브를 설치하여야 한다. 유량제어용으로서는 비교적 양호한 제어특성을 지닌 밸브로 버터플라이밸브, 콘밸브, 볼밸브가 있다.

유입관의 밸브 개도(開度)가 작아서 공동현상의 발생이 예상되는 경우에는 슬리브밸브, 니들밸브 등의 공동현상 제어특성이 뛰어난 밸브를 사용하는 것이 요망된다.

2.8 월류관

제5장 정수시설중 정수지의 월류 및 배출수설비에 준한다.

2.9 배출수설비

제5장 정수시설중 정수지의 월류 및 배출수설비에 준한다.

2.10 환기장치, 맨홀 및 검수구

제5장 정수시설중 정수지의 환기 및 출입설비에 준한다.

【해 설】

환기장치, 맨홀 또는 검수구의 환기면적은 시간최대배수량 또는 화재시, 배수량의 유량에 상당한 공기량이 자유롭게 출입할 수 있도록 하여야 한다.

2.11 수위계

제5장 정수시설중 정수지의 수위계 등에 준한다.

2.12 측관

제5장 정수시설중 정수지의 유입관, 유출관 및 측관에 준하지만, 측관은 반드시 설치하는 것으로 하고 역지밸브(check valve)를 설치하여야 한다

【해 설】

배수지를 경유하지 않고 송수관과 배수본관을 연결시켜 놓으면 배수지의 보수, 청소 또는 예측하지 못한 사고시에도 단수할 필요없이 조작되어 편리하다. 연결장소는 배수지 부근이 아니더라도 송수관과 배수본관이 인접되어 있는 곳이면 된다 측관의 연장이 길게 될 경우에는 필요에 따라 이토관을 설치하는 것이 바람직하다.

그리고 자연유하식, 펌프가압식에 관계없이 배수지의 보수 등 장기간에 걸쳐 배수지를 사용할 수 없을 경우를 대비해서 측관을 설치한다. 또한 측관을 이용하여 직접 배수하기 위해서는 측관에 역지밸브를 설치하여야 한다. 또, 유입관, 유출관 및 측관에 설치하는 차단용밸브에 대해서는 능률적인 조작을 하기 위해서 원격제어가 가능하도록 하여야 한다.

2.13 배수지의 상부이용

배수지의 상부를 이용하는 경우에는 다음의 각 항에 대해서 충분히 유의하여야 한다

1. 배수지의 강도가 이용하는 시설(이하 시설이라 함)에 대해 안전하여야 한다.

2 시설의 건설시 기존에 설치된 구조물에 손상을 주거나 또는 정수를 오염시키지 않도록 해야 한다.

3 시설의 이용개시에 앞서, 설치주체와 관리협정을 체결하여 유지관리에 만전을 기하여야 한다

【해 설】

최근 지역주민으로부터 배수지 상부의 개방요망이 높아지고 있는데, 배수지의 상부이용에는 기자재적치장, 공원, 식물원, 스포츠시설 등이 있다. 이러한 시설은 기존에 설치된 배수지 상부에 건설하는 경우와 신설배수지와 동시에 건설하는 경우가 있는데, 시설의 설치시 다음의 사항에 대해 충분히 유의하여야 한다.

1. 배수지 상부에는 복토, 산책로, 수목, 연못, 관리동 등이 축조되는데 배수지의 구조가 이들의 하중에 대해 충분히 안전하여야 한다. 특히, 기존에 설치된 배수지를 이용하는 경우에는 강도계산을 수행하여 안전을 확인하여야 한다.

2. 시설공사 시공시 건설기계, 기자재, 가건물 등이 반입되어 상부를 일시적으로 점용하게 되는데 기존에 설치된 구조물을 손상하지 않도록 주의함과 동시에 정수를 오염시키지 않도록 환기구멍의 차폐, 임시 배출수관의 설치위치 등에 대해서 고려하여야 한다.

또한, 공사구역을 한정하여 상수도시설의 운

영 및 관리에 지장이 없도록 하여야 한다.

3. 시설의 이용에 관하여 수도사업자는 설치주체와 관리협정을 맺어 유지관리에 만전을 기하여야 한다. 협정사항을 예시하면 다음과 같다

① 설치주체의 유지관리 범위와 책무
② 시설이 상수도시설 위에 설치되어 있다는 것을 이용자에게 주지시킴
③ 수도사업자에 의한 일시적 이용제한
④ 시설의 관리에 관한 수질오염방지 조치
⑤ 시설의 유지공사에 관한 사항
⑥ 시설이용에 대한 민원처리에 관한 사항

제3절 터널배수지

3.1 위치와 높이

1. 터널배수지는 개수로 형식으로 하고 지역간 송수관로를 겸할 수 있다.

2. 터널배수지의 기능은 일반배수지와 같으나 그 형식은 지형조건 등에 따른다.

3. 터널배수지의 상부는 도시개발 또는 시설물 계획이 없는 위치를 선정하여야 하며, 가능한 한 터널 상부에 개발계획이 없는 위치이어야 한다.

4. 터널배수지에 외부 물의 침입이 없도록 충분한 방수가 되지 않으면 안된다.

5. 터널배수지는 지형에 따라 유출입부에서 배수를 하게 되므로 이때에는 수리학적인 문제점을 충분히 검토하여야 한다.

6. 터널배수지의 지수(池數)는 2지 이상이 바람직하다.

【해 설】

1. 터널배수지가 일반배수지와 구별되는 것이 순수한 배수지의 기능 이외에 송수관로 기능을 겸한 경제적인 시설물이다.

2. 터널배수지가 송·배수의 기능을 함께 가지는 경우 터널배수지의 기능은 일반배수지에 준한다. 특히 터널 송수시설을 하지 않으면 송수관로의 시설이 불가능한 경우 터널의 시공가능 단면적과 필요한 송수관의 단면적과의 차를 이용하여 배수지로 이용하게 되므로 용량결정에 있어서 지형적인 조건과 경제성을 함께 고려하여야 한다.

3. 터널배수지는 수돗물을 공급, 배수하게 되므로 가장 중요한 것은 외부 물의 침입으로 인한 오염이 되어서는 안되므로 터널배수지의 상부는 도시계획이나 개발계획이 없는 것이 바람직하다. 즉, 터널배수지에 미량의 누수가 발생하더라도 오염원으로부터 멀리 떨어져 있는 것이 바람직하며, 또한 터널배수지의 유출입부는 배수지에 준하게 되므로 배수지의 상부에 오염원이 있어서는 안되는 것과 같다

4. 터널배수지는 경우에 따라 유입부와 유출부 양측에 배수본관을 시설하게 되므로 터널배수지의 단면은 수리학적으로 안전하여야 하며 터널배수지는 되도록 유출입부측을 이용한 배수지의 용량을 확보하는 방안을 지형조건과 함께 고려하는 것도 바람직하다.

5. 지수는 2지 이상이 바람직하나 불가능할 때는 1지로 할 수도 있으며, 이때에는 터널내에 일반배수지의 측관과 같은 기능을 하는 바이패스(bypass)용 관을 함께 배관 설치함으로써 터널내 단수, 청소작업 등 유지관리에 대한 문제점 등에 대한 고려도 하여야 한다.

3.2 구조

터널배수지의 구조는 터널구조에 준하며, 유출입부의 배수계통은 제6장 배수시설중 배수지 구조에 준한다.

3.3 용량

터널배수지는 공사비가 많이 소요되므로 일반배수지의 용량에 준하지 않고, 지형조건, 시공최소단면, 시공성 및 경제성 등을 고려하여 결정한다

【해 설】

터널배수지의 용량은 배수지로서의 단일기능이 아니고 송수관로의 기능을 겸하고 있으며 공사비의 과다, 누수로 인한 오염의 우려, 유지관리의 난이도, 청소 등의 어려움 등을 고려할 때 지형적으로 터널배수지를 하지 않으면 안되는 특수조건에서 시설하게 되므로 배수지의 시설용량 기준에 준할 수가 없다.

그러므로 터널배수지는 지형적 조건과 시공성 및 경제성 등을 고려하여 용량을 결정하는 것이 바람직하며, 조건에 따라서는 배수지 용량에 준하는 것도 고려할 수 있다.

3.4 유입관과 유출관

제6장 배수시설중 배수지의 유입관과 유출관에 준한다.

3.5 월류관

터널배수지의 월류관은 유입부와 유출부에 시설하되, 제5장 정수시설중 정수지의 월류 및 배출수설비에 준한다.

3.6 환기장치, 맨홀 및 검수구

환기장치, 맨홀 및 검수구는 Ⓐ「제5장 정수시설중」 Ⓑ「정수지의 환기 및 출입설비에 준하되」, 유입부와 유출부에 시설하여야 한다.

【해 설】

환기장치, 맨홀 및 검수구는 Ⓐ정수지Ⓑ에 준하되, 가능한 한 출입구를 이용한 단일화를 고려할 필요가 있으며, 출입구는 시공중의 출입 및 유지관리가 용이하도록 계단식으로 하는 것이 바람직하다. 출입이 용이하지 못할 때에는 시공, 청소 및 유지관리가 불편하다.

3.7 수위계

제5장 정수시설중 정수지의 수위계에 준한다.

제4절 배수탑과 고가탱크

4.1 총칙

배수탑 및 고가탱크는 배수구역내에 배수지를 설치하는 적당한 높은 장소가 없는 경우에 배수량의 조절이나 펌프가압구역의 수압조절 등을 목적으로 설치되는 지상식 저류지이다.

배수탑 및 고가탱크는 철근콘크리트, 프리스트레스트콘크리트, 강재 등으로 만들어지고 형상은 일반적으로 원통형이 많다 모두 지상에서 높게 설치되는 구조이므로 구조는 견고한 것임은 물론, 특히 빈 상태시의 풍압, 만수시의 지진력, 기초의 내력, 방수, 방식, 낙뢰방지, 전파장해, 미관 등에 대해 충분히 고려하여야 한다 이 때문에 통상 배수지와 비교한 경우 단위용적당 건설비는 높아진다. 또한 일정 높이 이상의 고가탱크는 건축법이 적용되는데 배수탑에 대해서도 구조, 형상에 따라서는 마찬가지의 취급을 받는다.

일반적으로 배수량 조절용으로 설치되는 경우에는 높은 장소에 설치된 배수지와 같은 기능을 갖고 있기 때문에 유효용량은 배수지에 준해야 한다. 펌프가압구역의 수압조절용으로 설치하는 경우는 별도로 적당한 유효용량을 지닌 배수지가 설치되므로 유효용량은 작게 할 수 있다.

배수탑 또는 고가탱크의 설치위치는 원칙적으로 배수구역의 중앙 가까이에 설치하나 배수구역이 광범위하고 또한 배수관의 연장이 길 때는 배수관의 말단 부근에 설치하여 야간의 수압상승시에 만수시켜서 주간의 배수량이 증가하는 시간이나 화재시에 직접 배수와 더불어 배수탑 또는 고가탱크에서 보급하여 수압의 조

절을 수행하는 경우도 있다.

또한, 배수탑 및 고가탱크는 정수를 저류하고 있기 때문에 수질오염사고 및 지진 등의 긴급시에는 긴급급수의 거점으로 이용할 수 있도록 비상용급수설비로서 설치해 두어야 한다.

또한 소규모 상수도에서는 배수탑이나 고가탱크 대신 지상에 설치한 압력탱크방식이 이용되기도 한다.

4.2 위치와 높이

제6장 배수시설중 배수지의 위치와 높이에 준한다.

【해 설】

배수탑 또는 고가탱크는 배수구역내 또는 부근에 배수지를 설치할 적당한 장소가 없을 경우에 배수량의 조절 또는 배수펌프의 수압조절용으로 설치한다. 어느 것이나 높은 곳에 저수하는 구조이기 때문에 배수지에 비교하여 단위용적당 건설비가 많으므로 대용량일 수록 비경제적이다 송배전선로가 잘 정비되고 펌프 또는 예비동력설비의 기능이 향상되면 배수펌프의 운휴가 적어질 것이므로 소규모의 상수도 이외에는 대부분 사용하지 않는 경향이 있다. 배수탑 또는 고가탱크의 설치 위치는 원칙적으로 배수구역내의 중앙 가까이에 설치하나, 배수펌프의 수압조절을 겸하는 경우에는 배수구역내의 중앙보다도 오히려 말단 부근에 적당한 높은 곳에 설치하는 편이 유리한 경우도 있다. 배수구역이 광범위하고 배수관로의 연장이 길 때는 사용수량의 시간적 변화 때문에 주야의 수압에 상당한 차가 생기므로 배수관의 말단 부근에 배수탑 또는 고가탱크를 설치하여 야간의 수압 상승시에 만수시켜 주간의 사용량이 많은 시간과 화재시에는 수원과 배수탑 또는 고가탱크의 두방향에서 배수하게 되면 수압의 변화가 적어서 좋다.

4.3 구조

배수탑과 고가탱크의 구조는 다음 각 항에 적합하여야 한다.

1. 철근콘크리트, 프리스트레스트(P.S.)콘크리트 또는 강재로 하고, 뚜껑을 설치하여 빗물이나 기타의 오염물이 들어가지 못하는 구조로 하여야 한다.
2. 빈 상태시 풍압과 만수시 진동이나 지진력에 대비하여 안전한 구조로 하여야 한다.
3. 한냉지에서 시설의 보호가 필요한 경우에는 적당한 보온단열장치를 설치하여야 한다.
4. 여유고는 수리계산에 기초하여 정하여야 한다.

【해 설】

1 및 2. 배수탑과 고가탱크는 높게 만들어지는 구조물로서, 구조적으로나 위생적으로도 안전하고 충분한 내구성 및 수밀성을 지니고 있어야 한다. 따라서 각종 외력에 대하여 내력상 안전한 구조로 하여야 하므로 철근콘크리트, 프리스트레스트(P.S)콘크리트 또는 강재(鋼材)로 해야 한다 특히, 빈 상태시의 풍압이나 만수시 진동이나 지진력에 대비하여 안전하게 설계하지 않으면 안된다. 그리고 지진시의 수면동요에 의한 구조부재나 부속설비의 부분적 파괴, 월류 등의 영향에 대해서도 충분히 검토를 하여야 한다.

배수탑과 고가탱크의 형상은 일반적으로 원통형이 많이 쓰이는데, 그 이유는 구조가 간단하고 수압, 풍압에 대하여 안전하기 때문이다.

주벽(周壁)계산은 수압을 수평 원주 인장응력과 수직방향의 하단 정착 캔틸레버(cantilever)로서의 휨모멘트가 서로 분담하는 것으로 하면 벽두께가 과대하지 않고 경제적이다. 강재로 할 때의 형상에는 원통형 외에 구형 또는 회전타원체 등이 역학적으로 유리하다. 상세한 구조는

제 5장 정수시설중 정수지 구조의 [해설]을 참조하고 철근콘크리트 구조로서 특히 수심이 깊은 배수탑의 내부방수에는 두께 3mm정도의 철판을 용접하여 콘크리트 타설시 삽입하면 안전하다. 콘크리트재에 대해서는 내부의 방수와 염소에 의한 콘크리트 중성화를 방지하기 위해서나 강재에 대한 방식을 위해서 내외면에 대해 도장을 수행하는 것이 필요한데, 내부의 도장에 대해서는 위생상 무해하고 수질의 안전성이 확인되지 않으면 사용하여서는 안된다. 콘크리트재 내부의 방수공으로는 수지모르터나 액상에폭시수지도료 등이 사용되고 있다.

또, 옥상 상부에 대해서는 복사열에 의한 온도신축을 방지하기 위해 백색계통의 도장을 행하거나 아스팔트방수 등을 시행하는 것이 바람직하다. 강재의 경우에는 내부에 대해 액상에폭시수지도료, 외부에 대해서는 우레탄수지, 염화고무계 수지도료 등이 사용되고 있는데 최근에는 외면도장이 불필요한 내후성 강재가 이용되고 있는 예도 있다.

한냉지에서는 동결 방지상 유입관과 유출관에 방한공을 할 필요가 있다. 한냉지에서는 콘크리트제는 외기압과 수온과의 온도차에 의해서 구조물에 영향을 미치기 때문에 발포스치로폴, 파라이트 등을 이용하여 보호층을 설치할 필요가 있다. 또 동결방지를 위해 유입, 유출의 지상노출관 등에는 방한공을 시행하여야 한다.

배수탑과 고가탱크는 급수구역내의 지상 높은 곳에 축조하므로 구조상 및 내력상으로 안전할 뿐 아니라 미관상이나 전파장애 등 환경에 대해서도 충분히 고려하여야 한다. 고가탱크는 높이가 8m 이상이 되면 건축법의 적용을 받으므로 법에 따른 절차나 수속을 잊어서는 안된다 또 기술적 기준, 재료의 품질, 구조내력 등도 관계법령에 적합하도록 설계 시공하여야 한다.

4.4 용량

1. 배수탑과 고가탱크의 용량은 원칙적으로 전술한 배수지의 용량에 준하여야 한다.
2. 공사비 기타의 관계로 전항에 따르기 곤란할 경우에는 계획1일최대급수량의 1~3시간분을 표준으로 하여 정하면 좋으나, 별도로 만들어지는 배수지는 반드시 부족분에 상당하는 유효용량을 확보하여야 한다.

【해 설】

배수지와 고가탱크의 설치목적은 배수량 조절용으로 만드는 경우와 펌프가압구역의 수압조절용으로 만드는 경우 또는 이들 겸용으로 만드는 경우 등이 있다. 배수량 조절용으로 만드는 경우는 높은 곳에 만들어진 배수지와 같으므로 그 유효용량은 배수지 용량의 경우에 준해야 한다 그러나 실제로는 공사비 관계상 대용량의 것을 만드는 것은 극히 드물다.

펌프가압구역의 수압조절용으로 만드는 경우는 배수펌프의 수압조절이 주된 목적이고, 별도로 적당한 유효용량을 가진 배수지가 만들어지므로 배수탑과 고가탱크의 용량은 적어도 좋다.

배수량과 배수펌프의 수압조절을 겸할 경우에는 그 상수도의 규모, 배수지역의 상황, 배수지 설치장소의 조건, 유지관리의 난이도, 경제적 고려 등에 따라 그 용량을 결정하는 것이나 배수탑과 고가탱크는 구조나 경제적으로 너무 대용량의 것을 만드는 것은 곤란하므로 보통은 계획1일최대급수량의 1~3시간분 정도의 용량으로 하고 배수량 조절을 위해 부족한 수량은 별도로 배수펌프장 부근에 배수지를 병설하여 보강한다. 배수지와 같은 정도의 유효용량은 없어도 어느 정도의 수량이 있다면 그 만큼 배수펌프의 용량을 감하고 펌프의 운전을 평균화할 뿐 아니라 정전 기타 사고시 배수펌프가 정지할 경우에는 일시적 긴급급수가 가능한 이점이 있다 또 펌프의 설비용량은 배수량 조절시는 송수펌프로서 1일최대급수량을 담당하면 되고, 배수펌프의 수압조절시는 배수펌프로서 계획시

간최대배수량이나 화재시 배수량에 상당한 배수탑 또는 고가탱크의 유효용량이 배수지용량에 가까와짐에 따라 배수펌프적인 성질에서 점차로 송수펌프적인 성질로 변하여 펌프의 용량이 작아지는 것이다. 그러나 배수탑과 고가탱크의 용량이 1시간분 정도일 때는 소화용수와 배수의 안전성을 고려하여 무리하게 펌프의 용량을 줄이지 않는 편이 좋다

4.5 수심

1. 배수탑의 총수심은 20m 정도를 한계로 하여야 한다.
2. 고가탱크의 수심은 3~6m을 기준으로 하여야 한다.

【해 설】

1. 배수탑은 탑내의 총수심에 걸쳐 저수하나 하부의 1/2~1/3은 수두 관계로 평소는 이용하지 못하므로 이용하지 못하는 부분이 작게 되도록 위치 선정에 유의하여 수심을 유효하게 이용하여야 한다. 배수탑의 총수심이 20m 정도를 한계로 하는 이유는 탑의 높이가 높아짐에 따라 중심이 높게 되고 역학상 불안정한 상태가 되기 때문에 기초도 충분한 크기로 견고하게 하고 진동이나 수밀성의 확보 등 구조상으로나 시공상의 곤란을 줄이고 공사비 절약 등을 위함이다. 그러나 최근 기술의 진보에 따라 수심한계가 20m를 넘는 사례도 외국에서 많이 보고되고 있다.

2. 고가탱크의 유효수심은 지금까지 배수지의 유효수심에 준하여 종래 3~6m 정도가 표준으로 되어 있는데 실제적으로는 4~8m 정도가 중심이 되고, 특히 배수탑에서는 10~15m 정도의 사례도 많이 보고되고 있다 따라서 유효수심에 대해서는 설치장소, 배수구역 관로의 상황에서 필요한 일정 수두, 다른 시설과의 수위관계, 시공 및 유지관리의 난이도, 경제적인 조건 등을 고려하여 정하여야 한다.

4.6 기초와 지주(支柱)

1. 배수탑과 고가탱크의 기초는 필요한 지지력이 있는 양호한 지반상에 충분한 기초 바닥면적과 무게를 가진 안정된 것이라야 한다.
2. 고가탱크의 지주(支柱)는 강철 또는 철근콘크리트로 만들고 기초에 고정시켜야 한다.
3. 고가탱크의 탱크와 지주상의 지대는 견고하게 연결하여야 한다.
4. 부득이 연약지반 등 좋지 않은 장소에 건설하는 경우에는 구조물의 특성 및 지반조건에 가장 적합한 기초공법 또는 지반개량 등의 적절한 조치를 강구하여야 한다

【해 설】

1. 배수탑과 고가탱크는 지상의 높은 곳에 만들어져서 역학상 불안정한 구조물이기 때문에 상부로부터 하중을 안전하게 받을 수 있게 양호한 지반에 설치하여야 한다.

기초의 양부(良否)는 구조물의 가치를 좌우하고 기초의 불안정은 부등침하, 흔들림, 전도의 원인이 되어 구조물을 파괴하게 된다. 이 때문에 기초지반 조사에는 특히 주의하고 지질조사, 지반 구성상태, 지반의 안정도, 지내력의 측정, 지하수의 상태 등의 조사를 위해서는 현지에서 보오링이나 말뚝박기 시험 또는 현장재하시험 등을 하여 기초지반의 안전을 기하여야 한다.

물론 기초지반이 양호해도 기초에 큰 압력이 가해지므로 지지 저면적은 충분한 넓이로 다져서 견고한 기초를 만들어야 하고, 또 지반이 연약하며 압축성이 큰 실트(silt)층과 수분을 함유한 점토층 또는 모래층일 때는 되도록 장소를 변경하여야 한다. 그러나 부득이 이런 지반에 설치할 경우에는 흙치환공법이나 말뚝박기 또는 기초 주변을 강철널말뚝으로 둘러싸서 기초의 안정성을 확보하여야 한다.

2 및 3. 지주는 상부탱크의 하중을 지지하고 기초지반에 안전하게 전달하는 역할을 하는 중

요한 것으로 지주 전체가 탱크를 받쳐 일체의 구조로서 상호연결 고정되어 진동이나 풍압에 대하여도 내력적으로 안전하여야 한다.

과거에는 형강(形鋼)을 수직재로 하여 조립하고 수평재와 경사재를 상호 연결하는 구조였으나, 최근에는 강철 등을 사용하므로 외관상 보기 좋고 응력적으로나 구조상 또는 시공상으로도 강하고 간단하므로 경제적이다. 또 부등침하는 지주와 탱크의 응력을 많이 변화시켜 경사, 흔들림, 전도 등 파손의 원인이 되기 때문에 특히 주의할 필요가 있다.

4. 구릉지의 법선, 지층의 변화계, 연약지반 및 매립지 등은 지진시에 변형이 크고 부등침하를 일으키거나 혹은 복잡한 움직임이 있기 때문에 시설에 좋지 않은 영향을 미친다. 또 경사면에는 사면붕괴가 발생할 가능성이 많다. 한편, 모래질지반에서 지반자체가 완전히 성질을 바꿔 유동화하는 경우에는 지반의 지지력은 현저히 저하한다. 따라서 지반이 나쁜 장소에서의 건설은 피하는 것이 최선이다. 그러나 부득이 불량지반에서의 건설을 하게 되는 경우에는 지반조건에 적합한 구조형식, 기초공이 필요하다 또한 경우에 따라서는 지반개량을 행하여야 한다.

4.7 유입관과 유출관

유입관과 유출관은 다음 각 항에 적합하여야 한다.

1. 유출관의 유출구 중심고는 저수위보다 관경의 2배 이상 낮게 하여야 한다.
2. 유입관과 유출관에는 각각 제수밸브를 설치하고 유출관에는 벨마우스(bell mouth)를 부착하여야 한다.
3. 한냉지에는 유입관 유출관에 적당한 방한공을 하여야 한다.

【해 설】

제5장 정수시설중 정수지의 유입관과 유출관에 준하면 되는데, 수압조절을 주로 하는 배수탑과 고가탱크에서는 통상 펌프직송의 배수가 되므로 유출관에서 유입관을 병용시켜 하나만 설치하는 경우가 있다. 이때에 필요에 따라 조절밸브 등을 설치하고 수위와 연동시켜 운용하는 것이 필요하다.

4.8 월류관

월류관은 다음 각 항에 적합하여야 한다.

1. 배수탑 또는 고가탱크에는 고수위에 벨마우스를 갖는 월류관을 설치하여야 한다.
2. 월류관의 크기는 배수탑 또는 고가탱크의 면적과 여유고 및 유입량을 고려하여 결정하여야 한다.

【해 설】

제5장 정수시설중 정수지의 월류 및 배출수 설비에 준한다.

4.9 배출관

배출관은 다음 각 항에 적합하여야 한다.

1 배수탑 또는 고가탱크에는 저변의 최저부에 배출관을 부착하고, 여기에 제수밸브를 설치하여야 한다.

2. 배출관의 크기는 저수위 이하의 수량을 고려하여 결정하여야 한다.

【해 설】

제5장 정수시설중 정수지의 월류 및 배출수 설비에 준하다.

4.10 신축이음

배수탑과 고가탱크의 유입관, 유출관, 월류관, 배출관에는 부등침하나 신축, 기타에 대응하도록 각각 필요한 장소에 신축이음을

설치하여야 한다.

제5절 배수관

5. 1 총칙

배수관에는 닥타일주철관, 강관 및 경질염화비닐관 등을 사용하는데 이들의 선정시에는 수압, 외압에 대한 안전성, 환경조건, 시공조건을 감안하여 최적인 것을 선정하여야 한다.

안전성은 오로지 수압 및 외압에 의해 좌우되기 때문에 어느 것에나 견딜 수 있는 강도를 갖는 관종, 토피(土被)로 하여야 한다. 이 경우에 수압으로서는 관로의 최대정수압과 수격압을 고려하고 외압으로서는 토압 및 노면하중, 지진력 등을 고려하여야 한다.

환경조건으로서는 매설장소의 지질상황이 중요한데 지질상황에 따라서는 특수한 이음이나 시공방법의 검토 혹은 이형관 보호공, 전식이나 기타 부식방지공에 관해서 고려하여야 한다.

시공조건으로서 주변 지하매설물의 상황, 교통사정 등을 고려하여야 한다. 배수관의 부설은 일반적으로 개착공법으로 행해지는데, 지하매설물의 난립 등 물리적인 제약 이외에도 교통정체의 방지, 소음·진동 등 오염방지의 관점에서 추진공법이나 쉬일드공법이 채택되기도 한다. 이들의 비개착공법의 종류는 다양하기 때문에 지반조건, 시공조건에 따른 적절한 공법의 선택이 필요하다. 또한 도시에 따라서는 도로관리자가 건설하는 공동구내에 배관하는 사례도 있다

외력중 지진력에 의해 큰 피해발생이 예상되는 지역에서는 지진력에 관한 배려가 불가피하다. 이때의 진도, 관로의 구조특성, 주변의 지반특성 등을 고려한 관로의 피해예측을 실시하여 위험도가 크다고 평가되는 경우에는 강도가 큰 관종을 선정하고 이형관 등을 포함하는 관로 전체의 안전성을 강화하여야 한다. 이때 관로의 중요도에 따라 적절한 내진설계를 시행하는 것이 필요하다.

부설후 오랜 세월을 경과한 배수관중에는 매설 경과년수에 따른 노후화로 인하여 개량이 필요한 것이 있다. 종래에 매설 경과년수에 따른 노후화 등으로 사고, 장해가 발생하는 관로에 대해서는 부분적인 보수나 갱생공법에 의한 응급적 대응을 시행할 수 있는 것이 많았지만, 장래를 바라보면 관로의 안전성을 확보하기 위해서 노후관을 새로운 관으로 교체하여 관로의 모든 기능을 개량하고 다시 내진성 향상 등에 의해 우수한 기능을 부가하도록 계획하는 것이 필요하다. 관로개량공법으로는 여러공법이 개발되어 있는데 개량의 목적이나 장래 계획에 대한 적합성과 함께 현장의 환경조건이나 시공조건 등에 대한 적응성에 관해 충분히 검토하여 최적 공법을 선택하여야 한다.

경제적 설계는 관의 재료비, 공사비 및 펌프설비비는 물론, 장래의 유지관리비의 대소를 고려하여 수행한다. 단, 배수관의 경제적 설계는 수도경영상 중요하지만, 이것이 강조되어 장래의 안정급수를 저해해서는 안된다.

5.2 관종

배수관의 관종은 제4장 도수시설 및 송수시설중 도수관 및 송수관의 관종에 준하지만, 다음 각 항을 기본사항으로 해서 선정해야 한다.

1. 내압과 외압에 대하여 안전해야 한다.
2. 매설조건에 적합해야 한다.
3. 매설환경에 적합한 시공성을 지녀야 한다.

【해 설】

제4장 도수시설 및 송수시설중 도수관 및 송수관의 관종의 [해설]편에 준하면 되지만, 배수관은 다른 지하매설물인 하수관, 가스관, 전기케이블, 전화케이블 등이 복잡하게 얽힌 공공도로하에서 이들과 평행 또는 교차하여 매설되는

<표 6.3> 배수관에 사용하는 관종의 특징

재질별	장 점	단 점
닥타일 주철관	(1) 강도가 크고 내구성이 있다. (2) 강인성이 뛰어나고 충격에 강하다 (3) 이음에 신축 휨성이 있고 관이 지반의 변동에 유연하다. (4) 시공성이 좋다 (5) 이음의 종류가 풍부.	(1) 중량이 비교적 무겁다. (2) 이음의 종류에 따라서는 이형관 보호공을 필요로 한다. (3) 내외의 방식면에 손상을 입히면 부식되기 쉽다
강관	(1) 강도가 크고 내구성이 있다. (2) 강인성이 뛰어나고 충격에 강하다. (3) 용접이음에 의해 일체화가 가능, 지반의 변동에는 장대한 파이프라인으로서 유연하다. (4) 가공성이 좋다. (5) 라이닝(lining)의 종류가 풍부.	(1) 용접이음은 숙련공이나 특수한 공구를 필요로 한다. (2) 전식에 대한 배려가 필요하다. (3) 내외의 방식면에 손상을 입히면 부식되기 쉽다.
경질 염화 비닐관 등 합성 수지관	(1) 내식성이 뛰어나다. (2) 중량이 가볍고 시공성이 좋다. (3) 가공성이 좋다 (4) 내면조도가 변화하지 않는다	(1) 저온시에 내충격성이 저하한다 (2) 특정 유기용제 및 열, 자외선에 약하다 (3) 장기적 강도, 피로강도, 크리닝강도에 주의를 요한다. (4) 표면에 상처가 생기면 강도가 저하한다. (5) 이형관 보호공을 필요로 한다. (6) 접착이음은 강도, 수밀성에 주의를 요한다.

것이 통례이다. 수압 또는 노면하중 등 부설공사 시방서 뿐만 아니라, 다른 공사로 인해서 노출되고 파손되는 일도 많고 또 지장물의 이전이나 자체분기공사 등도 많으므로 환경에 따라 관단면과 축방향의 강도, 가공성, 이음의 형식, 유지관리의 능력 등을 충분히 고려하여 관종을 정하여야 한다. 그러므로 원심력철근콘크리트관과 프리스트레스트(P S)콘크리트관, P.S 실린더 콘크리트관 등은 급수분기를 하기가 곤란하며 배수관으로 적당하지 않다.

따라서 배수관으로서는 닥타일주철관, 강관 및 경질염화비닐관 그리고 이와 동급이상의 관종을 사용한다 이 관들은 각각 재료, 제조방법, 규격치수, 강도 및 내외면 도장 등을 다르게 하기 때문에 다음 각 항에 기초하여 최적의 것을 사용한다. 실제로는 한국산업규격(KS) 또는 한국수도협회규격(KWWA) 등의 규격이 있으므로 규격 관두께 제품을 사용한다. 각 관종의 특징, 규격 등을 표 6.3에 참고자료로 제시한다

1 관은 내압 및 외압 모두에 견딜 수 있는 강도를 지닌 것이어야 한다 내압은 실제로 사용하는 관로의 최대정수압과 수격압을 고려한다 수격압에 대해서는 닥타일주철관 및 강관에서는 대략 45~55m, 경질염화비닐관에서는 약 25m 정도의 수압이 추가로 작용할 것으로 예상되고 있다. 또한, 외압은 토압, 노면하중 및 지진력 등을 고려한다.

2. 매설장소의 제반조건, 즉 토질상태, 지하수의 상황, 기타 지하매설물의 유무 및 노면하중 등을 고려하여 최적의 관종을 선정하여야 한다. 특히 부식성이 강한 토질이나 지하수가 지역적으로 예상되는 경우에는 부식에 대해 신중하게

검토하여야 한다. 한편 유기용제의 영향 등이 있는 장소에서의 경질염화비닐관 등의 사용은 피하여야 한다.

3. 관종에 따라서 이음의 구조가 다르며 이것이 시공의 난이도를 지배하는 큰 요소가 되므로 다른 지하매설물이 많이 매설되어 있는 경우나 조기에 매설이 요구되는 경우에는 그 이음구조에 대한 시공성도 고려하여 관종을 선정하여야 한다. 또 이음의 구조에 따라서 휨성, 이탈에 대한 저항, 신축성 등이 서로 다른 것도 고려하여야 한다.

5.3 관경

배수관의 관경은 다음 각 항을 기준으로 정하여야 한다.

1. 관로의 경우 어느 지점에서도 그 유효수압이 평상시에는 물론 화재시에도 가능한 한 소정의 최소동수압을 넘고 급수구역내의 수압분포가 균등하도록 정하여야 한다.

2. 관경 산정시에 있어서 배수지, 배수탑, 고가탱크 또는 배수펌프정의 수위는 언제나 저수위를 유지하도록 해야 한다.

3. 평상시와 화재시의 수리계산을 하여 유효수압이 각각 소정의 최소동수압을 넘도록 관경을 계산해서 양자중 큰 값을 잡아야 한다.

4. 관망을 형성하고 있는 배수관은 되도록 관망으로서의 유량계산에 따라야 한다.

5. 닥타일주철관, 강관의 경우 관경산정에 있어서는 제4장의 도수관 및 송수관에 준한다.

6. 펌프배수의 경우에는 펌프양정과 관경간의 경제적 관계를 고려하여 설계하여야 한다.

【해 설】

1. 본장 5.5 수압 2항에서 기술한 바와 같이 평상시는 1.5kg/cm²를 최소동수압으로 하여 계획하면 좋으나 배수지의 위치 등의 관계로 비교적 경제적인 배관으로도 동수압을 1.5kg/cm² 이상 유지할 수 있을 경우에는 되도록 계획동수압이 높은 편이 급수상 유리하다는 것을 고려하여 계획하여야 한다.

화재시의 최소동수압이 화재지점 부근의 소화전의 위치에서 부(-)압이 되지 않도록 계획하여야 한다 급수구역내의 동수압의 분포는 되도록 균등하게 정하는 것이 좋으며 지반의 고저가 많은 곳은 관망의 각 관로별 관경을 정하는데 특히 주의하지 않으면 안된다.

2. 동수압의 계산에서는 배수지 등의 저수위를 기준으로 하여야 한다.

제4장 도수시설 및 송수시설중 3.3 관경에 준하면 되지만 원칙적으로 배수관은 상호 관망상으로 연결가능한 관망을 형성하도록 계획하고 관망으로서의 유량계산을 수행하여 각각의 관로의 관경을 구한다.

일반적으로 이용되고 있는 관수로의 유량공식은 Hazen-Williams공식, Ganguillet-Kutter공식 및 이케다(池田)공식 등이 있는데, 이중 가장 대표적인 Hazen-Williams공식을 제시하면 다음과 같다.

$$H = 10.666\ C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \cdot L \quad \cdots\cdots \quad (6\text{-}1)$$

여기서, H : 마찰손실수두 (m)

C : 유속계수

D : 관내경 (m)

Q : 유량 (m^3/초)

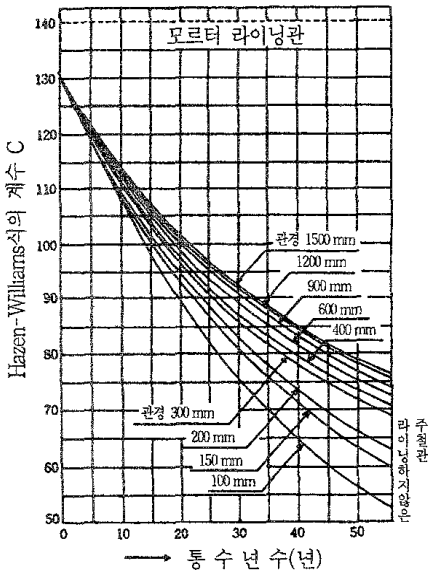
L : 연장 (m)

<표 6.4> 설계시 헤젠-윌리암스공식의 C값

관 종	관종에서의 C값
모르터라이닝 주철관	110
도복장강관	110
경질염화비닐관	110

일반적으로 매설된 관로의 C값은 관내면의 조도와 관로중의 굴곡, 분기부 등의 수에 따라

다르다. 새로운 관을 사용하는 설계에서는 굴곡부 손실 등을 포함한 관로 전체로서 110, 직선부만(굴곡손실 등은 별도 계산한다)인 경우에는 130이 적당하다. 한편, 기존에 설치된 관로의 정비 또는 개량시에 그 C값이 필요하게 되는 경우가 있다. 이 경우에는 통수년수 및 수질의 영향이 상당히 다르기 때문에 실제로 조사할 필요가 있다. 일례로서 주철관에서는 통수년수의 경과에 따라 대략 그림 6.3과 같은 경향으로 점점 감소한다.



<그림 6.3> 주철관의 통수년수 경과에 따른 C값의 변화곡선

3 및 4. 배수관은 그 수압이 전체 급수구역을 통하여 가능하면 균등하도록 하는 것이 이상적이다.

화재시에도 화재지점 부근은 할 수 없더라도 기타의 지역에서는 심한 수압저하가 되지 않도록 배관하여야 한다. 또 배수관내의 물이 일시적으로 유동하지 않고 일부에 정체되어 수질이 악화되는 일이 없도록 하여야 한다.

이상의 사항을 고려하여 배수관은 되도록 그물형으로 연결하여 관망을 형성하도록 계획하여야 한다.

관망유량의 계산방법에는 크게 구별하면 유량법과 수위법으로 나뉜다. 유량법은 수위균형을 도모하기 위해 인자를 유량으로 두고 유량을 수정하는 것에 의해 압력의 균형을 구하는 방법이며 대표적인 것으로 반복근사해법(hardy cross method)이 편리하고 사용되는 유량공식은 헤젠 · 윌리암스(Hazen-Williams) 공식이 실용상 편리하다. 그러나 현재는 컴퓨터의 발달과 소프트웨어의 개발로 배관망 설계시에는 각종 설계프로그램이 적용되고 있다

그리고 수위법은 절점(node)에 대한 압력을 가정하여 관로의 유량을 구하는 방법으로 절점수두법이 일반적이다

관망의 유량계산 방법과 순서의 개요를 제시하면 다음과 같다.

(1) 평상시의 유량계산

1) 배수관망의 배치와 관경을 가정한다.

2) 계획배수구역을 가로나 지반의 고저 또는 인구밀도의 분포상태 등에 따라서 적절히 선정 분할하여 각 관로의 분담 배수구역을 상정한다.

3) 각 분담 배수구역내의 인구밀도, 면적과 예상되는 급수보급율에서 각 관로의 분담 급수인구를 산출하고, 그 급수인구가 평상시에 계획시간최대배수량을 사용하는 것으로 하여 각 관로의 분담 계획시간최대배수량을 정하고, 그 배수량이 관로의 양단에서 1/2씩 집중하여 유출하는 것으로 가정하여 계산의 간소화를 도모한다.

4) 많은 물을 사용하는 시설이 예상될 경우에는 별도로 유출점을 정하는 편이 합리적이다.

5) 관망의 유량계산에 따라 각 관로의 유량과 손실수두를 구하고, 이로부터 각 지점의 지반높이를 고려하여 유효동수압을 산출한다.

6) 관망의 격자수는 적을 수록 계산이 간단하므로 격자수가 많아지면 작은 관을 큰 관으로 합성하거나 혹은 생략하여 골격이 되는

관망에 대해서만 계산하는 것이 편리하다 또 배수관의 손실수두의 계산에는 일반적으로 마찰손실수두만을 고려하면 좋다.

(2) 화재시의 유량계산

1) 급수인구 100,000명 이상인 경우에는 계획시간최대배수량에 충분히 여유가 있어 계산의 순서는 평상시에 준하면 된다.

2) 급수인구 100,000명 이하인 경우에는 각 관로가 분담하는 배수량이 계획1일최대급수량과 소화용수량의 합계인데, 소화용수량의 방수지점은 배수구역중 가장 조건이 나쁜 지구로 선정할 때 1지구로는 불충분하다고 생각되는 경우에는 그외 지구의 화재발생을 고려하여 수리계산을 해보는 것이 좋다. 조건이 나쁜 지구는 일반적으로 배수지나 배수펌프장에서 먼 곳 또는 높은 지대이고 평상시 계산에서도 수압이 낮은 시가지 또는 밀집지, 내화구조물이 적은 지구가 대상이 된다. 소화용수량은 본장 1.4 소화용수량 4항에 따른 계획동시개방 소화전수 뿐인 소화전에서 방수하는 것으로 하여 계산한다.

관망계산시 주의하여야 할 점은 관망을 형성하지 않고 관망에서 분기되어 있는 배수관의 유량과 수압을 항상 고려해야 하는 것이다. 분기관의 말단에서는 평상시는 물론 화재시에도 소정의 최소동수압이 필요하므로 관망계획의 경우 분기관의 분기점에서 필요한 동수압을 확보하여 두지 않으면 안된다. 분기되어 있는 배수관의 연장이 길어서 다량의 급수량이나 소화용수량을 분담시킬 때는 분기관이 관망을 형성하고 있는 관보다도 큰 관경으로 산출하는 경우가 많으므로 관망을 형성하는 각 관로의 관경을 정할 때는 세밀하게 비교·검토하여야 한다.

5. 제4장 도수시설 및 송수시설중 3.3 관경의 [해설] 2항을 참조할 것.

장래 특별히 발전이 예상되고 계획년수후 관의 교체가 곤란할 경우는 당초부터 여유있는 관을 부설하여야 한다.

6. 제4장 도수시설 및 송수시설중 3.3 관경의 [해설] 3항을 참조하면 된다. 배수관의 경우는 도수관 및 송수관의 경우와 달라서 배수본관, 배수지관 등이 배수구역의 지세, 인구밀도 등에 따라 배치되어 있고 관망을 형성하는 곳과 그렇지 않는 곳 등으로 관경을 정하는 방법도 대단히 복잡하다.

즉, 제4장 도수시설 및 송수시설중 3.3 관경의 [해설] 3항에 준하여 배수펌프의 여러 가지 양정을 가정하고 각각의 경우에 대하여는 본장 5.3 관경 3항에 따라서 관경을 결정하고 건설비와 유지비의 합산액을 비교하여야 한다. 그러므로 엄밀한 비교를 하는 것은 대단한 노력이 필요하므로 표 6.5 범위의 유속을 채택하면 편리할 뿐더러 관망의 유량계산에 있어서도 무리가 없는것 같다. 단, 표 6.5의 값은 수도용 보통압 주철관으로 경제적 설계조건은 제4장 도수시설 및 송수시설중 3.3 관경 [해설] 3항에 준하는 경우이다.

<표 6.5> 수도용 보통압 주철관의 경제적인 유속

관경(mm)	유속(m/초)
75~150	0.7~1.0
200~300	0.8~1.2
350~600	0.9~1.4

5.4 배치

배수관의 배치는 다음 각 항에 적합하여야 한다.

1. 동일도로에 배수본관과 배수지관이 부설되어 있는 곳은 급수관을 배수지관에 연결하여야 한다.

2. 배수관은 체류지역(dead end)을 피해 그물형으로 배치하여야 한다 부득이 체류지역이 될 때는 되도록 말단에 소화전을 설치

하여야 한다.

3. 계통을 달리하는 2개 이상의 배수구역으로 되어 있을 경우에는 그 경계선에 있는 배수지관은 상호 연결하고, 되도록 배수본관도 상호 연결하여야 한다.

4. 다른 수도사업자가 경영하는 상수도의 배수관이 근접해 있을 경우에는 필요에 따라 연결하여야 한다.

【해 설】

1. 배수본관과 배수지관이 평행으로 부설되었을 때 급수관과 소화전을 배수지관에 연결하는 것이 원칙이므로 배수지관을 될 수 있는 대로 급수관의 인입이 많은 보도측에 부설하도록 설계하는 것이 좋다. 배수본관에 급수관을 연결하면 급·배수관 공사와 유지보수시 본관 단수의 기회가 많고 배수관의 관리상 불편이 많다.

다만 큰 공장이나 기타 급수관을 부설할 때 분수전에 의하지 않고 T자관으로 분기하는 경우에는 배수본관에 연결시켜도 좋다. 또 소규모 상수도로서 관경이 300mm이하의 배수본관뿐으로 배수지관이 없는 도로에는 본관에 직접 급수관과 소화전을 연결하는 경우도 있다

2. 체류지역이 되는 배수지관에서 급수량이 적을 때는 관내의 물이 정체되어 수질이 악화되고 관내면에 관석(scaling)이 생기기 쉬우므로 물의 흐름도 나쁘게 된다.

한편, 급수량이 많을 때는 손실수두가 커져서 수압이 떨어지고, 특히 화재시에 체류지역에 설치되어 있는 소화전을 사용할 경우에는 소화용수량의 집중방수시 대단히 불리하게 된다. 또 배수관의 일부에 사고가 생기거나 공사때 그 지점 전후의 제수밸브로 단수하는 경우 그물식으로 해 두면 급수상 지장이 적다. 체류지역에 소화전을 만드는 경우는 수질의 악화 우려가 있으므로 방류할 수 있는 시설을 해두기 위해서이다.

3 배수구역내에서 화재가 발생하거나 배수관의 파손사고 기타의 이유로 물의 수요공급에 이변이 생기는 것도 고려하여 계통을 달리 하는 2개 이상의 배수구역이 근접하는 경우에는 배수지관을 상호연결하는 것은 물론 되도록 배수본관도 연결해 두는 것이 필요하다.

4. 앞의 3항에서와 대개 같은 이유로 배수관의 상호 연결을 고려하는 것이 필요하다

5.5 수압

배수관의 수압은 다음 각 항에 적합하여야 한다

1 최대정수압은 사용하는 관종의 KS규격 시험수압을 넘지 않도록 하여야 한다.

2. 최소동수압은 1.5kg/cm^{2}을 표준으로 하나, 5층 이하 직결급수 시행지역은 2.5kg/cm^{2}을 기준으로 한다 단, 화재시에 화재발생 지점 부근에서는 그 이하가 될 수 있다. 그러나 이 경우에도 부압이 되어서는 안된다

3. 일부 고지대나 거리가 먼지구에서 최소동수압을 유지하기 위하여 배수본관의 관경을 크게 하거나 배수펌프의 양정을 많이 높여야 할 지구에서는 그 지구만을 위한 가압펌프를 설치하여야 한다.

4. 최대동수압은 가능한 한 4kg/cm^2 이내로 하는 것이 타당하다.

【해 설】

1. KS 표시된 관종에서는 규격 최대시험수압이 정해져 있으며 이를 넘지 않도록 계획하는 것이 원칙이다 규격관의 두께는 관로상의 최대정수압에 적당한 수격압(4.5~5.5kg/cm^2)을 가산하고 여기에 2.5~5배의 안전율을 고려하여 결정되어 있다 그러므로 관 자체는 내압에 대해서는 상당히 안전하나 이음과 이형관의 구조, 시공의 여부, 외압의 상태 등을 감안하여 규격 최대시험수압을 넘지 않게 계획하도록 하고 있다

2. 최소동수압으로서 1.5kg/cm^{2}를 표준으로 하고 있으나, 비교적 경제적으로 1.5kg/cm^{2}보다

도 크게 계획할 수 있을 때는 2kg/cm²나 그 이상으로 함이 바람직하다. 특히 최근 수세식변소의 보급 등으로 최소동수압이 높은 편이 유리하고, 또한 직결급수를 5층까지 시행할려면 배수관의 최저동수압이 2.5kg/cm²는 되어야 한다 즉, 5층×3m는 15m이고, 2.5kg/cm²는 25m~15m에서 10m가 되므로 5층에서의 원활한 급수 및 난방 등을 위해서는 잔류수압이 10 kg/cm² 정도가 되어야 하기 때문이다. 그러나 항상 배수관의 수압이 높을 경우에는 배수관과 급수장치로부터의 누수량이 많아지는 것에 주의하여야 한다. 화재시의 소화용수량은 소방펌프의 가압으로 방수되는 것이므로 화재발생지점 부근에서 부압이 안될 정도로 계획하면 좋다.

3. 부분적으로 높은 지대나 배수구역의 일부가 멀리 떨어져 있을 경우에는 그 지구의 최소동수압을 확보하기 위하여 배수관의 관경을 크게 하거나 배수펌프의 양정을 높게 하는 것보다 그 지구만을 위한 가압펌프의 설치가 도리어 유리할 때가 있으므로 건설비와 유지비를 비교·검토해서 결정하여야 한다.

4. 배수관의 유지관리 특히 누수방지를 위하여는 적절한 최대동수압을 정하는 것이 좋으며 실제에 있어 4kg/cm² 정도면 적절한 것으로 판단된다

5.6 소화전

소화전은 다음 각 항에 적합하여야 한다 (본장 14 소화용수량 참조).

1. 소화전은 도로의 교차점이나 분기점 부근으로 소방활동에 편리한 지점에 설치하고 도중에도 건물상황에 따라 100~200m 간격에 설치하여야 한다

2. 단구소화전은 관경 150mm 이상, 쌍구소화전은 관경 300mm 이상의 배수관에 설치하여야 한다. 그러나 수압이 높을 때나 기타 부득이 한 경우는 그 이하의 관에 설치하여도 무방하다.

3. 한냉지에서 교통에 지장이 있을 경우를 제외하고는 부동식의 지상소화전을 사용하여야 한다.

4. 소화전의 구경은 63.5mm로 하나 특수한 소방펌프를 사용할 때는 예외로 할 수 있다

【해 설】

1 소화전은 소방활동에 편리한 곳에 설치하여야 하기 때문에 일반적으로 도로의 교차점, 분기점 등의 부근이 좋고, 배수관이 교차하여 소화용수가 다방면에서 모이는 곳에 설치하는 것이 바람직하다

2. 소화전은 그 배치가 잘 되어야 할 뿐더러 방수능력도 충분하여야 한다. 소방활동은 대개 한 개의 소화전만을 사용하는 일은 드물고 반드시 여러 개가 동시에 개전(開栓)되는 것이다. 그러므로 이러한 때에도 기준에 표시한 능력을 유지하기 위해서는 단구소화전은 배수관경 150mm 이상에 설치하여야 한다. 그러나 일반적으로 가구를 형성하는 시가지에서는 가구가 대개 정사각형 또는 직사각형으로 구획되어 관망도 가구에 따라 부설되는 것이 통례이므로 관망으로서의 방수기능이 충분한 경우와 특히 수압이 높거나 가까이에 비교적 큰 관이 연결되어 있어 소화용수의 공급이 유리한 장소에서는 관경 150mm 미만에 설치할 수 있다.

소화용수의 공급이 불충분하다고 생각되는 관경 150mm 미만의 관에 부득이 하여 단구소화전을 설치할 때에는 규격 소화용수의 반량(호스 1본 분량)정도의 방수량이 확보되도록 하여야 한다. 쌍구소화전에서는 최근 시가지의 급속한 발전이나 도시의 과밀화에 따라 소방펌프의 기능도 점점 대형화되고 펌프의 보유 대수도 정비되어 수요를 충족할 수 있으나 배수관로는 한번 부설되면 간단하게 교체할 수 없고, 또한 평상시의 급수에는 충분하더라도 소방상으로는 부족할 때가 많다. 따라서 이러한 경

우 대구경관이 있으면 강력한 소화전을 설치하여 소구경관의 부담을 경감시키는 동시에 소방력의 증대를 도모함이 바람직하다. 이와같이 소방펌프가 1개소에 2대가 직결되거나 대형소방펌프 1대가 완전 활동하기 위해서는 쌍구소화전은 관의 급수능력으로 보아 관경 300mm이상이 적당하나, 특히 수압이 높은 때는 이보다 작은 관이라도 된다. 소화전은 보수를 위한 단수 등 유지관리 측면을 고려하여 보수용 밸브를 설치하면 편리하다. 그러므로 관경 300mm 이상의 큰 관으로서 급수분담 구역이 넓은 관에 소화전을 설치할 경우는 보수용밸브 설치가 더욱 필요하다

3. 한냉지에서도 교통에 지장이 있을 경우를 제외하고 지상식 소화전을 사용한다. 이 경우 동결을 방지하기 위해 언제나 소화전내의 물을 뺄 수 있는 부동식을 채택하여야 한다. 지하식을 사용할 때는 그 위치를 표시하기 위하여 적당한 표시시설을 필요로 하고, 방한을 위하여 소화전의 뚜껑을 2중구조로 하거나 실내에 적당한 방한재를 사용하여야 한다 또 부설위치는 겨울철의 적설상태도 고려하여 소방활동에 편리할 장소를 선정하여야 한다.

4. 보통 사용되고 있는 소방펌프는 구경 63.5mm 소화전에 연결되는 것으로서 이 크기로 통일시켜 놓으면 다른 소방펌프의 지원을 받을 수 있다.

5.7 제수밸브

배수관의 제수밸브는 다음 각 항에 적합하여야 한다.

1 제수밸브는 될 수 있는 한 소수의 제수밸브 조작으로 단수구역을 최소 범위에 그칠 수 있도록 배치하여야 한다.

2. 배수관의 분기점에서는 분기점에 제수밸브를 설치하고, 원칙적으로 배수본관에도 분기점의 하류측에 설치하여야 한다

3. 중요한 역사이편이나 교량, 철도 횡단 등의 전후, 이토관과 계통이 다른 배수관의 연결관 등에는 반드시 설치하여야 한다

4. 전항 이외의 장소에도 500~1,000m 간격으로 설치하여야 한다

5. 수압이 높은 장소로서 관경 400mm 이상의 제수밸브에는 부제수밸브를 설치하여야 한다.

【해 설】

1, 2 및 3. 배수관은 파열사고, 공사, 누수, 보수, 세척, 배수관 및 급수관의 분기, 유지관리 등을 위하여 단수할 필요가 생기므로 이 때에 단수구역을 되도록 최소 범위에 그칠 수 있도록 하기 위해 배수관의 분기점에는 2개, 교차점에는 3개의 제수밸브를 설치하면 각 관로마다 단수되고 한 개의 관로가 길 때는 그 도중에도 제수밸브를 설치하여 부분 단수가 되도록 하면 이상적이다. 그러나 제수밸브를 많이 설치하면 건설비가 증가되어 비경제적인 때가 있으므로 실정에 따라 경비와 견주어 배수관의 유지관리에 큰 지장이 없는 정도로 능률적인 배치를 하면 좋다.

4. 공사관계로 단수할 때는 수요량이 적은 야간이나 일요일을 이용하는 등 작업시간에 제약을 받는 일이 많다. 그래서 제수밸브 간격이 길 때는 밸브조작, 관내의 물 배제, 세척수 배제 등에 장시간이 걸려서 급수에 지장이 있거나 세척수 배제에 다량의 물을 사용하여 비경제적으로 되며 배수지의 저수에도 영향을 줄 염려가 있다 또 예측하지 못한 파열사고에 따른 단수와 복구에 시간이 많이 걸리므로 제수밸브의 간격을 500~1,000m로 하는 것이다.

5.8 감압밸브와 안전밸브

감압밸브와 안전밸브는 다음 각 항에 적합하여야 한다

1. 감압밸브는 수압이 다른 배수구역을 연결하는 경우와 수압이 지나치게 높을 때 그 상류측의 배수관에 설치한다.

2. 안전밸브는 배수펌프 또는 가압펌프의 출구나 기타 수격작용이 일어나기 쉬운 곳에 설치한다.

【해 설】

1. 급수구역내의 지반이 고저가 심한 곳으로 수압이 다른 배수구역의 높은 지구에서 낮은 지구로 항상 배수하는 경우와 높은 지구에서 낮은 지구로 필요에 따라서 배수할 때가 있으며, 이런 경우 낮은 지구에 필요 이상의 수압이 작용하여 유지관리상 곤란이 오거나 낮은 지구의 배수관에 규격 최대정수두 이상의 수압이 작용하는 경우를 고려하여 양 지구의 경계에 감압밸브를 설치하여야 하며 경계의 상류측에 설치하면 안전하다.

2. 펌프로 배수할 경우 펌프가 급정지하거나 급시동할 때 또는 배수관의 제수밸브를 급히 폐쇄할 때나 그밖의 원인으로 배수관내에 큰 수격작용이 일어날 때에 배수관의 손상을 막기 위해서 설치하는 것이다. 배수펌프나 가압펌프의 출구는 물론이지만 상당히 긴 연장에 걸친 급경사 관로의 하류부근 등은 큰 수격작용이 일어나기 쉬운 곳이다.

5.9 유량계와 수압계

유량계와 수압계는 다음 각 항에 적합하여야 한다.

1. 배수본관의 시점에는 반드시 유량계를 설치하여야 한다.

2. 유량계에는 지시, 적산, 기록의 각 장치를 구비하여야 한다

3. 필요에 따라 급수구역내의 대표적 장소에는 되도록 자기기록장치를 갖는 수압계를 설치하여야 한다.

【해 설】

1 및 2. 유량계에 따라 1일 배수량과 그 시간적 변화를 파악하는 것은 수량관리상 필요함과 동시에 장래의 배수량의 추세와 유지관리의 방침이 추정되는 것이다. 수요자의 급수장치에 설치되어 있는 수도계량기에 의한 급수량의 합계와 이 유량계에 따른 수량을 파악함으로써 급수량, 누수량, 그밖의 수량의 이론적 분석이 가능하다.

5.10 매설위치와 깊이

매설위치와 깊이는 제 4장의 도수시설 및 송수시설중 도수관 및 송수관에 준하며, 다음 각 항에도 적합하여야 한다.

1. 공공도로에 관을 부설하는 경우에는 도로법 및 관계법령에 따르는 것과 동시에 도로관리자와의 협정에 따른다. 그리고 배수본관은 도로의 중앙측으로 배수지관은 보도 또는 차도의 편도측에 부설하여야 한다.

2. 폭이 넓은 도로에서는 양측의 보도나 차도의 양측에 배수지관을 부설하여야 한다.

3 폭이 좁은 도로에 부설할 때에는 언제나 차량이 내왕하는 바로 밑이 되기 쉬운 위치를 피하여야 한다.

4. 보도에 부설하는 배수지관의 매설깊이는 흙두께 90cm 정도를 표준으로 한다. 다만 한냉지에서는 동결심도 이하로 하여야 한다.

5. 배수관을 다른 지하매설물과 교차 또는 인접하여 부설할 때는 적어도 30cm 이상의 간격을 두어야 한다. 특히, 오수관과 인접하여 상수도관로를 부설할 경우에는 오수관보다 상부에 부설하여야 하나 부득이 할 경우가 있을 것이므로 가능한 한 반대측 도로변으로 격리하여 부설하는 것이 바람직하다.

6. 배수관을 공동구에 설치할 때는 오수관보다 상부에 설치하여야 하며, 특히 배수본관은 되도록 높은 곳에 설치하여야 한다

【해 설】

1 및 2. 배수관은 제4장의 도수시설 및 송수시설중 도수관 및 송수관에서 언급한 바와 같이 유지관리상의 용이성을 고려하여 공공도로에 부설할 때에는 도로관리자와의 협정에 따라 그 위치와 깊이가 결정되고 기타의 경우도 관경에 따라 각각 매설 표준깊이가 결정되어 있으나 일반적으로 배수본관은 도로의 중앙측에 부설하고 배수지관은 급수관의 분기의 사정, 누수방지, 시설개량 등을 고려하여 되도록 도로의 편도측에 부설하는 것이 좋다. 따라서 도로폭이 넓지 않은 때는 배수지관을 언제나 정해진 편도측에 부설하면 좋으나 도로폭이 매우 넓은 때는 양측 보도나 차도의 양측에 부설하여 일반 수요자의 급수공사에 편리하도록 배려가 필요하다. 이와같이 함으로써 넓은 도로에서 누수나 급수공사가 없어지므로 유지관리상으로도 대단히 필요한 조치라고 할 수 있다.

3. 도로폭이 너무 협소할 경우 도로의 편도측에 부설하는 것이 도리어 차량이 내왕하는 바로 밑이 되어 사고를 일으키기 쉬우므로 그 위치를 피해서 오히려 중앙측에 부설하는 편이 좋을 때도 있으므로 상황을 잘 판단해서 위치를 결정하여야 한다

4. 노면 교통하중이 클 때에는 되도록 깊이 매설하는 편이 좋으나 매설깊이가 너무 깊어지면 공사비가 많이 들고 또 유지관리상 불편하므로 보도와 같이 노면하중이 적은 곳에는 일반차도에서 보다 다소 얕게 부설해도 된다 그러나 이 때문에 소화전을 설치하지 못하거나 사설 하수관거와의 접촉 또는 가스인입관 등에 지장을 주어서는 안된다

한냉지에서 토지의 동결심도가 표준 매설깊이 보다도 깊을 때에는 동결심도 이하로 매설하여야 한다. 부득이 매설깊이를 확보할 수 없는 경우에는 단열매트 등 적당한 조치를 강구하여야 한다

5. 다른 지하매설물과 관로와의 사이에 간격이 없으면 그 접속점 부근에 집중하중이 작용하는 일이 있으며 유지보수가 곤란하다. 또, 사고발생의 방지를 위해서 부설할 때 간격의 최소거리를 30cm로 유지하여야 한다.

6. 도시 거주지역을 새로 조성 또는 개선하는 경우 상·하수도, 가스, 전기 등의 공급계통의 통합화를 도모하기 위해서는 매설 관로망과 가로 교통망을 도시내부의 미세통로와 적합하도록 총체적인 견지에서 설계하는 것이 필요하다.

최근 매설 관로망의 가장 진보된 부설방식은 각종 매설시설물을 하나의 공동구내에 설치하는 것이다.

관로내의 수두를 합리적으로 이용하기 위하여는 상수도 간선관로는 되도록 상부에 부설하고 관로내 수두의 균등성 확보와 고장시 관로의 작동중지가 발생하지 않도록 주 간선에 연결관을 설치하는 것이 합리적이다.

관로의 배치에 있어서 관로를 개별로 배치하는 경우 장기간 사용하는 상수도관로나 하수관거는 녹지대 하부에 매설하거나 불가능한 경우 가로의 중앙측 하부에 배치하는 것이 좋다.

5.11 전식 또는 기타 부식방지

제4장 도수시설 및 송수시설중 3.19의 전식 및 부식방지에 준한다.

5.12 위험한 접속

1. 배수관은 수도사업자가 경영하는 상수도와 전용수도 이외의 상수도관로 또는 기타 오염의 원인이 될 우려가 있는 관과 직접 연결해서는 안된다

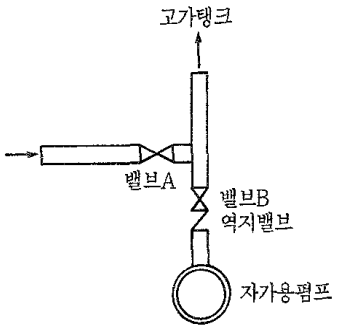
2. 배수관에서 풀장이나 저수조 등에 급수할 때는 인입관의 출구를 당해시설의 만수 수면보다 그 관경 이상의 높이에 설치하여 역류되는 일이 없도록 해야 한다.

【해 설】

1. 수도사업자가 경영하는 상수도와 위생관리가 잘 된 전용상수도와는 서로 배수관으로 연결하여 물을 공급하여도 되지만 위생관리가 불충분하고 수질에 불안이 있는 상수도나 음용수로서 부적당한 물을 공급하는 공업용수도와 배수관을 서로 연결하는 것을 금지하고 있다.

오염의 원인이 되기 쉬운 우물에 급수관 등을 연결하여도 안된다. 이들의 연결관에 제수밸브나 역지밸브 등이 설치되더라도 밸브의 고장이 났을 때나 제수밸브의 조작착오 등으로 오염된 물이 혼입할 위험이 있기 때문이다.

2. 풀장이나 저수조 등에 급수하는 배수관을 유지보수 등의 이유로 단수한 경우 저수조나 풀장의 오염된 물이 배수관내로 절대로 역류되지 않도록 하여야 한다.



<그림 6.4> 다른 상수도시설과의 교차연결(cross connection)

5.13 공기밸브

제4장 도수시설 및 송수시설중 3.8의 공기밸브에 준한다.

【해 설】

배수지관의 경우는 항상 급수장치에 따라 공기가 배출되기 쉽고, 소화전으로 배기할 수 있기 때문에 2개의 제수밸브 중간에 돌출부가 없을 경우에는 특별히 설치할 필요는 없다.

5.14 누수방지

1. 누수가 발생하기 쉬운 장소는 미리 충분한 대책을 세워야 한다.

2. 수도사업자는 당해 상수도의 누수량을 정확히 조사하여 다른 상수도사업과 비교함으로써 누수량을 줄이는데 노력하여야 한다.

【해 설】

1. 누수가 발생하기 쉬운 장소와 그 예방대책은 다음과 같다.

(1) 주철관의 납(Pb)이음의 누출

지반침하나 진동으로 이음의 납이 이탈하는 경우 납이음을 다시하여 보수하여야 하나 이와 같은 장소는 재차 이음의 이탈이 예상되므로 고무링을 사용하는 메카니컬이음으로 시설을 개량함이 바람직하다.

(2) 메카니컬이음의 누수

메카니컬이음의 고무링의 삽입 불량이나 모래 등이 끼어 있을 때 또는 볼트의 조임이 불완전할 때는 누수가 발생한다. 특히 곡관부나 관말에서 보호가 불충분하거나 접륜(接輪)이 비틀어졌을 때에 누수가 발생되므로 미리 공사할 때 주의가 필요하다.

(3) 강관의 부식으로 인한 누수

강관은 부식으로 세공(pin hole)이 생겨서 누수가 일어나며 부식은 도장이 나쁠때, 외상으로 도장이 탈락하였을때, 전식 등이 그 원인이다 국부적인 부식은 그 부분만 보수해도 되지만 전면적인 부식은 관을 교체할 수 밖에 없다.

(4) 관의 파손으로 인한 누수

주철관 등에서 지반의 부등침하, 관에 암석 등의 돌출물이 걸렸을 때, 큰 교통하중을 받았

을 때, 다른공사로 외상을 입었을 때 등에 관의 파손이나 균열이 발생하며 관을 교체하거나 누수장소에 새들형의 접륜을 부착하여 보수한다.

(5) 패킹재료의 노후화에 의한 누수

지수밸브나 소화전의 패킹이 노후되거나 모래 등의 이물질이 패킹에 끼어서 누수가 일어나는 경우가 있다. 이의 보수는 대개 고무링으로 패킹을 교체하는 것이 좋다.

(6) 이음시공의 불량으로 인한 누수

이음시공의 불량으로 인한 누수는 강관이나 경질염화비닐관에서 많이 일어나므로 주의가 필요하다.

2. 누수조사는 배수구역중 소구역을 몇개소 선정하여 심야에 누수량을 실측하여 이 결과에 따라 배수관 단위연장당의 누수량을 구하고 배수관 총연장을 곱하여 총누수량을 추정한다. 누수허용량을 어느 정도로 하느냐는 상수도생산단가, 포장복구비, 누수방지기술, 종업원수 등으로 결정되나 선진국의 예를 보면 대개 누수율을 17%까지로 보는 경향이 있다.

누수량은 수압에 따라 변화하므로 측정시의 수압을 평균수압으로 환산할 필요가 있다

누수구멍으로부터의 유량은 관내 압력수두의 제곱근에 비례하며 다음 식으로 계산한다.

$$Q=\sqrt{\frac{P}{P_o}}\cdot Q_o \quad \cdots\cdots \quad (6\text{-}2)$$

여기서, Q : 관내 압력수두가 P(kg/cm^2)일 때의 누수량

Q_o : 관내 압력수두가 P_o(kg/cm^2)일 때의 누수량

누수방지를 계획적으로 시행하기 위해서는 전체 배수구역을 여러 개의 조사구역으로 분할하여 3~5년마다 완료되도록 계속 조사하여야 한다.

조사는 야간에 실시하며 1개 조사구역에 유입하는 제수밸브를 폐쇄하여 단수상태로 놓고 1개의 소화전에 조사구역 외부의 소화전으로부터 관을 연결하고 그 중간에 계량기를 설치하여 유량을 측정한다. 소화전 대신에 분수전이나 급수전을 이용할 때도 있다. 각 수요자의 지수전은 폐쇄하거나 미리 통고하여 급수전을 개방하지 않게 하므로 계량기의 유량이 누수량이 된다

조사구역의 누수량이 허용량 이상일 때는 누수장소를 탐지하여야 한다.

누수탐지기로서는 봉상청음기나 전자식누수탐지기 그리고 상관식누수탐지기 등과 같은 기계를 사용하여 누수음을 확대하여 누수위치를 탐지한다.

일반적으로 누수음이 큰 것부터 먼저 보수하거나 공사가 쉬운 것부터 먼저 보수하는 것이 원칙이며, 보수가 진행됨에 따라 작은 누수음도 발견하게 된다.

5.15 신축이음

제4장 도수시설 및 송수시설중 3.16 신축이음에 준한다.

5.16 배출수설비

제4장 도수시설 및 송수시설중 3.9 배출수설비에 준한다.

5.17 맨홀

제4장 도수시설 및 송수시설중 3.10 맨홀에 준한다.

5.18 하저횡단

제4장 도수시설 및 송수시설중 3.11 하저횡단에 준한다.

5.19 철도 및 간선도로 횡단

제4장 도수시설 및 송수시설중 3.12 철도 및 간선도로 횡단에 준한다.

5.20 이형관 보호

제4장 도수시설 및 송수시설중 3.13 이형관 보호에 준하나, 배수관종에 대한 이형관의 보호에는 각 항에도 적합하여야 한다.

1. 충분히 안전성을 고려하여 설계하여야 한다.

2. 닥타일주철관 및 경질염화비닐관의 이형관 보호에는 원칙적으로 콘크리트블럭에 의한 보호나 이탈방지이음을 이용하여야 한다. 단, 소구경관로에서 관외주면의 구속력을 충분히 기대할 수 없는 경우에는 이탈방지압륜 등을 사용하여야 한다.

3. 용접이음의 강관에는 이형관 보호 등을 경감 또는 생략할 수 있다. 단, 신축이음이 불균등력을 억제하기 위해 유효길이의 범위내에 설치되어 있는 경우에는 콘크리트블럭 등에 의한 보호를 실시하여야 한다.

【해 설】

곡관, T자관, 편락관 등의 이형관에는 수평, 수직 모두 관내의 수압에 의한 불균등력을 받는데 불균등력의 크기는 수압, 관경 및 각도가 클 수록 커진다. 수압에 의한 불균등력은 이형관의 종류에 따라서 식으로 계산할 수 있다.

이 불균등력의 작용에 따라서 이형관이 외측으로 이동하고 이음이 이탈할 우려가 있으므로, 이형관을 보호할 필요가 있다.

1 이형관 보호에 대한 관내 수압은 최대정수압에 수격압을 가산한 것으로 한다.

보호의 크기를 결정시 관내 수압에 의한 불균등력에 대해서 저항하는 요소, 즉 되메움 토사의 중량, 토압저항력, 관외주의 마찰구속력을 고려해야 하는 여부는 관의 이음형식 및 관로의 매설상황 등에 따라서 판단한다.

2. 보호 콘크리트블럭의 크기를 결정할 때에는 여러 가지 방안이 있는데, 일반적으로는 다음에 따른다.

토피(土被)에 의한 하중, 관의 중량, 물중량 및 콘크리트블럭의 중량에 의한 흙과의 마찰저항과 콘크리트블럭 뒷면(측면)의 주동토압에 의한 저항을 합한 것이 불균등력에 저항하는 것이라는 방안을 기본으로 하고 그중 일부의 저항력(예를들면 주동토압 저항력)을 삭제하는 경우도 있다. 또, 연약지반이나 콘크리트블럭 설치의 공간에 제약이 있는 경우 등은 이탈방지이음을 사용하여야 한다.

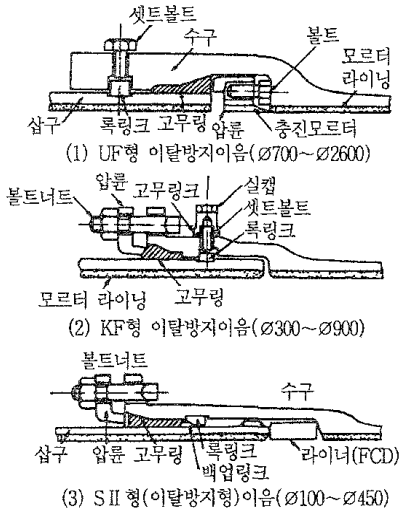
닥타일주철관의 이탈방지이음으로는 국내의 경우 KP특수압륜만 있으나, 일본의 경우에는 대구경의 UF형과 중구경의 KF형 및 소구경의 SⅡ형(이탈방지 타입)이 있고, 불균등력이나 토질조건에 따라서 관로 일체화 길이를 계산한다. 한편, 높은 수압관로나 보호장소 부근을 반복해서 파낼 가능성이 있는 경우에는 콘크리트블럭의 병용이 바람직하다.

소구경관로에서 지반이 부식성이 아니고 관외주의 흙의 구속력을 충분히 기대할 수 있는 경우에는 이탈방지압륜을 이용하여 관로를 일체화하여도 된다. 일본의 경우 닥타일주철관용 이탈방지압륜으로서는 A, K형 이음용과 T형 이음용이 있으며 경질염화비닐관에는 RP이음용이 있다.

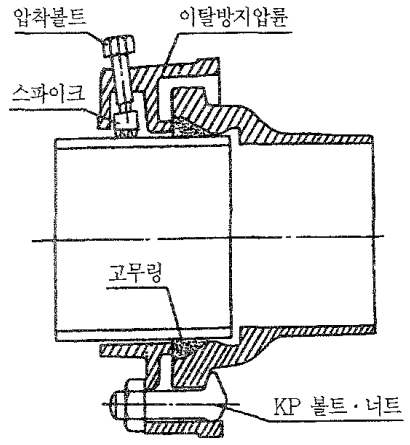
어느 것이나 이탈방지압륜에 설정되어 있는 허용수압에 불균등력이나 토질조건에 따라 충분한 안전율이 예상되는 수압 이하의 관로에만 사용한다. 부득이 부식성 지반에서 이탈방지압륜을 사용하는 경우에는 폴리에틸렌슬리브 피복 등의 적절한 방법을 강구하여 방식대책에 만전을 기하여야 한다.

3. 용접이음의 강관은 관로가 일체화되어 있어 내압에 의한 불균등력을 강관 자체의 강도에 따라 흡수하기 때문에 이형관 보호를 경감 또는 생략할 수 있다.

관로에 신축이음 등이 설치되어 있고 구속길이가 부족한 경우에는 콘크리트블럭 등의 이형관 보호를 실시하여야 한다.



<그림 6.5> 이탈방지이음 (일본 닥타일주철관)



<그림 6.6> 이탈방지용 KP 특수압륜 (국내 닥타일주철관용)

5.21 수관교와 교량첨가관

제4장 도수시설 및 송수시설중 3.15 수관교와 교량첨가관에 준한다

5.22 관의 기초

제4장 도수시설 및 송수시설중 3.18 관의 기초에 준한다.

5.23 수압시험

제4장 도수시설 및 송수시설중 3.20 수압시험에 준한다

5.24 추진공법

제4장 도수시설 및 송수시설중 3.21 추진공법에 준한다.

5.25 쉬일드공법

제4장 도수시설 및 송수시설중 3.22 쉬일드(shield)공법에 준한다.

5.26 하저 사이펀

하천을 횡단하는 사이펀은 다음 각 항에 적합하여야 한다.

1. 하저횡단의 사이펀관은 필요에 따라 2계열 이상으로 하고, 가능한 한 거리를 많이 두어 매설하여야 한다.

2 하저의 매설깊이, 연장과 제방횡단공법 등은 관계당국자와 미리 충분한 협의를 하여 결정하여야 한다.

3. 연약지반에서는 기초를 완전하게 하거나 지반의 부등침하에 대응할 수 있는 구조로 하여야 한다. 또 사이펀 연결관의 경사는 될 수 있는 대로 45° 이하로 하고 굴곡부는 콘크리트지지대에 충분히 정착하여야 한다.

4. 장해요인으로부터 관을 보호하기 위하여 콘크리트 등으로 보호공을 하고 유수부의 하상에는 필요에 따라 하상보강공을 하여야 한다.

5. 호안공 등의 장소에 사이펀관의 위치를 표시하여야 한다.

【해 설】

1 하저횡단 사이펀관은 사고를 발견하기가 어렵고 보수하기도 곤란하므로 기초를 견고하게 하여 내구성이 큰 구조로 하여야 한다. 또 그 중요도와 하천의 상황에 따라서는 미리 2계열 이상으로 분할하여 매설하고 그 거리도 되도록 멀리 떨어지게 하여 전체 관로가 동시에 단수되는 일이 없도록 하여야 한다

2. 하천에 공작물을 설치할 때는 하천법에 따라 설계 및 공법을 하천관리자와 미리 충분히 협의하여 허가를 받아야 한다. 상수도의 입장에서 볼 때 하천에 따라서는 매년 하상이 저하하거나 정비계획으로 장래 하상고 및 하천폭이 변화하는 일이 있으므로 부설위치와 매설깊이 및 연장 등에 관하여 또는 제방횡단시에는 공법과 시공시간 등에 관하여 하천관리자와 사전에 충분한 협의를 한 다음에 결정할 필요가 있다.

3. 하상은 일반적으로 지반이 연약하므로 지지층의 심도가 깊을 때는 말뚝기초 등으로 하여 기초를 보강하여야 한다. 또 지지층이 깊고 지반침하가 큰 장소에는 플렉시블축이음으로 하여야 한다.

사이펀의 연결관은 되도록 완경사로 하고 기초를 견고하게 하며 상하 굴곡부를 콘크리트지지대에 정착하여 이음의 이탈을 방지함과 아울러 그 근처에 휨성이 큰 이음을 삽입하여야 한다.

4. 관을 보호하기 위하여 사이펀 부분을 전부 콘크리트 등으로 보호하여야 한다 선착장이나 어망(漁網)을 견인하여 어업하는 어장에서는 특히 보호공을 충분하게 하여야 한다.

유지관리상 관내부를 비우게 될 때 부상하는 일이 없도록 하여야 한다.

대규모의 사이펀에서는 양측에 맨홀과 이토관을 설치하고 내부에서 검사와 보수가 가능하도록 하면 편리하다.

5. 관과 하천의 유지관리를 위하여 매설위치를 명확하게 하여 둘 필요가 있다

5.27 공동구내 배관

공동구내 배관은 다음 각 항에 적합하도록 하여야 한다.

1. 공동구내에서의 상수도관로의 점용공간은 배관공사의 시공에 편리하고 장래 유지관리 측면도 고려하여 적당한 공간을 확보해 두어야 한다.

2. 관로의 부속설비로서 제수밸브, 공기밸브, 배출수설비 및 소화전 등은 가능한 한 도로상에서 조작할 수 있도록 하여야 한다.

3. 이형관의 보호는 배관상태와 공동구의 구조측면을 고려하여 정하여야 한다.

【해 설】

공동구는 도로의 보전과 도로교통을 원활하게 할 목적으로 도로관리자가 각 공익사업자의 의견을 듣고서 이들의 동의에 따라 건설되는 것으로서 이들 공익사업자들은 공동구 건설후 점용허가를 받아 각기 필요한 공사를 하도록 하여야 한다. 공동구 정비계획은 장기적 전망에 따라 계획되고 공동구 정비도로로 지정되며 이에 참가하는 공익사업자의 점용물계획도 장기계획이 전제가 되어야 한다.

공동구는 그 용도에 따라 차도에 축조되는 간선공동구와 보도에 축조되는 공급관 공동구로 대별된다.

1. 상수도의 필요 단면은 관로 배관공사의 시공성과 배관후의 유지관리 측면을 고려하여 결정하되 도로관리자와 다른 공익사업자와의 조정과 경제성도 고려하여 적정 공간을 확보하여

야 한다.

2. 공동구관리는 도로관리자가 하고, 구내 출입은 관리자의 허가를 받아야 할 것이므로 관로의 부속설비를 긴급 조작하고자 할 경우 곤란하고 또한 구내에서는 조작공간이 협소하여 지장이 있을 것이므로 도로상에서 조작이 되도록 하는 것이 필요하다.

3. 이형관의 보호는 본장 5.20에서 언급한 바와 같으나 공동구내 배관에서는 외측으로 향하여 작용하는 힘이 공동구 구조에 영향을 주게 되므로 대구경관의 경우에는 공동구의 설계단계부터 미리 대비하여야 한다.

5.28 부단수공법

부단수공법에 의한 분기공과 제수밸브 설치공은 다음 각 항에 따라야 한다.

1. 기존에 설치되어 사용중인 관(기존관)에서 부단수공법을 시행할 때는 미리 굴착하여 기존관의 형상과 치수를 확인하여야 한다.

2. 기존관에 Y자관을 설치한 다음 소정의 수압시험을 하여 누수가 없음을 확인한 다음에 천공작업을 시작하여야 한다.

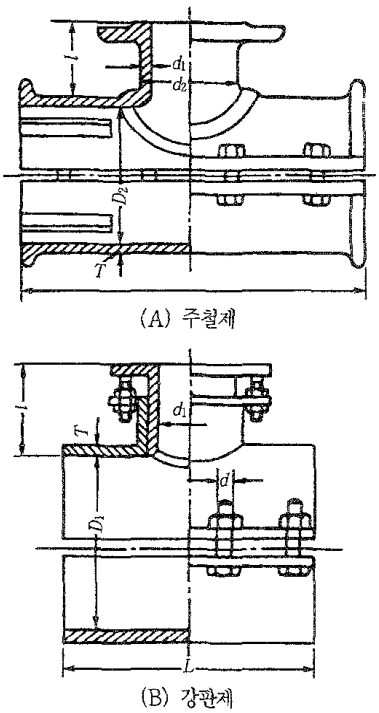
3. 연약지반에서의 부단수공법에는 기초를 완전하게 하거나 지반의 부등침하에 대응할 수 있는 플렉시블축이음을 사용하여야 한다.

【해 설】

1 부단수공법은 사용중인 기존관을 단수하지 않고 소요관경의 T자관이나 제수밸브를 연결하는 공법으로 기존관의 형상과 치수, 개착주변의 교통상황 등 사전조사를 충분하게 실시하여 시공이 확실하게 이루어지도록 하여야 한다.

특히 제수밸브 설치에 있어서는 구경과 중량이 커서 중기를 사용하는 것이 편리하므로 작업장과 기자재 적치장도 미리 고려하여 두어야 한다 또 기존관이 강관일 때는 토압과 노면하중에 의하여 변형되는 일이 있으므로 미리 진원도(眞圓度)를 조사해 두어야 한다.

부단수공법에 사용하는 Y자관은 분기구가 있고 2개 이상으로 분할된 관으로서 볼트로 조이고 고무패킹을 기존관에 압착시키거나 코오킹(calking)으로 수밀을 유지하는 구조이다.



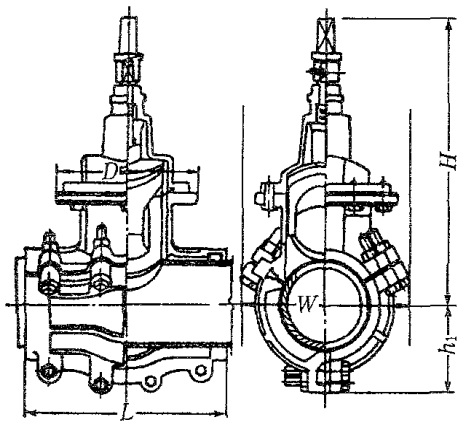
<그림 6.7> 부단수 분기용 Y자관

부단수 제수밸브는 특수한 Y자관을 상향으로 연결하고 주관 외경 상당의 크기로 천공한 다음 이 부분에 원통형의 문비(門扉)와 밸브 두껑을 삽입하는 구조이다.

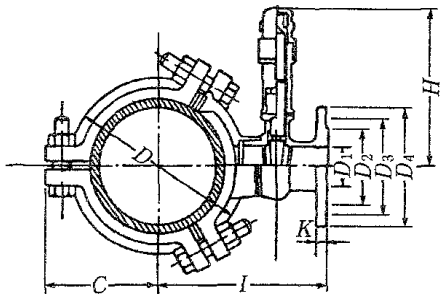
또 천공관경 150mm까지는 제수밸브가 부착된 분할 Y자관을 사용하는 것이 일반적이다.

이들은 모두 수밀성과 내구성이 큰 것이라야 하며 토질에 따라서는 내식성도 고려해야 한다

2. 기존관으로부터 연결관을 분기할 때는 Y자관의 분기구를 수평으로 설치함이 원칙이며 상향 경사를 피하여야 한다. 또 제수밸브를 설치할 때는 분기구를 상향 설치한다. 이들 분할 T자관의 설치위치는 기존 관로의 이음위치나 관의 강도 등을 고려하여 결정하고 위치가 결정되면 기존관 표면을 깨끗이 청소한 다음 Y자관을 전부 균등하게 고정하여야 한다



<그림 6.8> 부단수 제수밸브의 구조



<그림 6.9> 제수밸브가 부착된 Y자관 구조

특히 한냉지에서 시공할 때는 재료가 약화되는 일이 있으므로 재료취급에 주의하고 미리 가온한 다음 설치하는 것이 바람직하다. 연결공사가 끝난 다음 블라인드플랜지를 설치하여 7.5kg/cm^{2}의 수압을 3분정도 걸어서 누수가 없는 것이 확인된 다음 천공하여야 한다.

3. 기존관에 연결한 부단수 분기용 Y자관과 제수밸브로 수압이나 하중이 새로이 가해지므로 특히 연약지반에서는 부등침하를 일으키지 않도록 말뚝이나 콘크리트로 적당한 기초공을 하여야 하고 필요한 장소에는 플렉시블축이음을 설치하는 것이 바람직하다.

5.29 관의 갱생

기존관의 갱생은 다음 각 항에 따라 시행하여야 한다.

1. 관의 갱생은 배수관 정비의 일환으로 배수관망 전체를 계획하에 시행하여야 한다.

2. 관의 갱생공법은 관경과 시공연장 등의 조건에 따라 적절한 방법을 채택하여야 한다.

3. 관내의 라이닝(lining)은 수질에 나쁜 영향을 주지 않고 접착성과 수밀성 및 내구성이 큰 것이라야 한다.

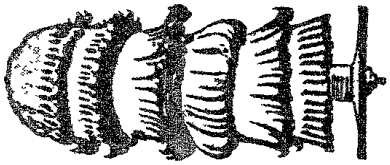
【해 설】

1. 관의 갱생은 관내에 침전되거나 결절(tubercle)된 관석을 제거하여 통수능력을 회복하고 녹물발생을 방지하고자 하는 것으로 배수관망을 개량한다는 측면에서 실시하여야 하며 사전에 관의 내면상태를 확인하여 노후관은 교체하면서 시행하여야 한다.

2 세척은 관내를 이동하는 기구를 사용하여 수압, 동력, 인력 등으로 시행하는 공법중 관경이나 연장 및 이형관 등의 관로상태와 수용가의 사정, 시공기간의 기온, 통수재개까지의 소요시간 등을 검토하여 관로조건에 적합하고 경제적인 공법을 채택하여야 한다

일반적으로 사용되는 공법으로서는 스크레이퍼(scraper)공법, 로터리(rotary)공법, 젯트(jet)공법, 폴리픽(polly pig)공법, 에어샌드(air sand)공법 등이 있다

스크레이퍼공법은 가동축 주위에 탄력이 큰 스크레이퍼를 방사상으로 여러단 설치한 구조의 기구로 수압을 이용하여 추진하는 수압식과 피아노선 등에 의한 견인식이 있다. 수압식은 관경 300mm 이상에서 수압이 2kg/cm^2 이상 확보할 수 있을 때 유리하고 견인식은 관경 250mm 이하의 소구경관에 적합하다. 또 견인식의 1회 시공 연장은 관로 상태에 따라 차이가 있으나 대개 100m 전후가 보통이다. 로터리공법은 관주(管周) 방향에 오오거(auger)를 회전시켜 긁어내는 방법으로 관경 150mm 이하에서 관석이 많이 발생된 관에 적합하다.



(1) 수압식(700 mm)

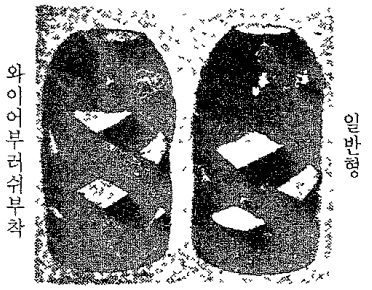


(2) 견인식(150 mm)

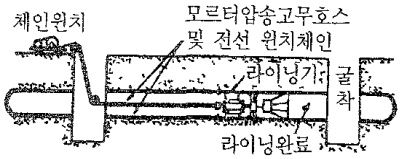
<그림 6.10> 스크레이퍼공법 세척기계



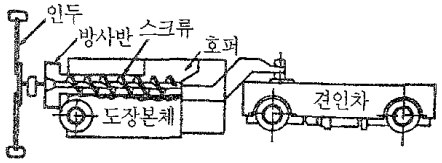
<그림 6.11> 로터리공법
오오거(auger)



<그림 6.12> 폴리픽(polly pig)공법

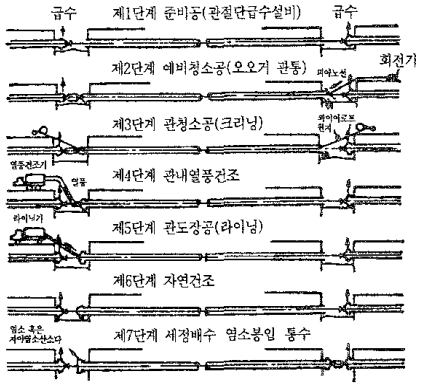


(A) 중소구경관

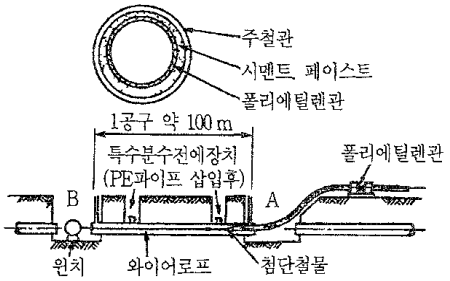


(B) 대구경관

<그림 6.13> 모르터라이닝공법



<그림 6.14> 액상에폭시수지
라이닝공법



<그림 6.15> 폴리에틸렌관 삽입공법

젯트공법은 특수 고압펌프로 200~250kg/cm^{2}로 가압한 물을 특수 노즐(nozzle)을 통해 관내면에서 후방으로 경사진 방향으로 분사시켜 젯트류의 반동을 이용하여 전진시키면서 관석을 제거하는 공법이다.

폴리픽공법은 포탄형 물체를 관내에 장치하고 압력이 있는 물을 가하여 돌출부에 젯트류를 일으킴으로써 관내의 이물질을 압류시키는 방법으로 신설관 세척에도 사용된다 그리고 에어샌드공법은 상기 원리와 비슷하나 잔자갈을 이용하여 관내의 관석을 세척하는 공법이다.

3. 관내의 관석이나 퇴적물을 제거한 다음 철부러쉬나 고무제품 청소기로 관내를 완전하게 청소한 다음 라이닝을 한다. 라이닝방법으로는 모르터, 수지모르터 및 액상에폭시수지를 사용한 라이닝과 폴리에틸렌관 삽입 등이 사용된다

단, 이들 방법에는 제수밸브, 소화전, 분수전 등이 부착된 소구경관에는 부적당할 경우가 있다

(1) 모르터라이닝은 습윤면에 시공할 수 있는 이점이 있으나 모르터가 경화하기까지 시간이 걸리고 통수 직후의 물의 pH가 상승하므로 충분한 세척을 필요로 한다 또 관내에 사람이 들어가서 시공할 수 없는 작은 관경에서는 지상에서 원격조작하는 기계로 모르터 두께 5~10mm로 균일한 라이닝을 하여야 한다

(2) 수지모르터는 합성유기용제로 혼합한 모르터를 사용하므로 접착성과 내약품성이 큰 이점이 있으나 사용개시까지 장시간이 필요하므로 임시 급수시설이 필요하다.

(3) 액상에폭시수지에 의한 라이닝은 관내면을 완전 건조시키고 세공(pin hole)이나 부풀어 오르는 곳이 없도록 균일하게 라이닝하고 도장막이 0.5mm 이상이 되도록 하는 것이 바람직하다. 또 도장막의 경화시간은 기온이 떨어지면 오래 걸리게 되므로 한냉지에서 시공할 때는 주의하여야 하며 수지도료의 선정에서 유해물질이나 냄새, 맛, 색 등 수질에 나쁜 영향을 주는 일이 없도록 미리 확인하여야 한다

(4) FRP관 공법은 미경화 FRP관을 청소하여 건조시킨 관내에 끌어들이고 양단을 밀폐한 다음 압축공기를 송풍하여 관내면에 압착시키고 가열하여 라이닝층을 형성하는 방법이다.

(5) 폴리에틸렌관을 삽입하는 공법은 청소가 끝난 관 내부에 구경이 약간 작은 폴리에틸렌관을 삽입하여 관 내면과 폴리에틸렌관 외면의 간극에 시멘트유액 등을 압입하여 중층구조로 하는 것이다

이들 공법으로 관내 라이닝이 끝나고 통수개시할 때까지 세관과 세척수 배제를 충분하게 한 다음 염소 또는 차아염소산소다로 관내 소독을 하며 잔류염소가 10ppm 이상 유지되도록 주입하여 1시간 이상 접촉후 잔류염소가 5ppm 이상되면 소독이 완료되는 것으로 한다. 그 다음에 관내 물을 완전 배출시키고 청소후 통수한다.

5.30 기존관내 부설공법 및 기타 특수공법

기존에 설치되어 있는 관내 부설공법 및 기타 특수공법의 선택시에는 현장조건 및 관로상황 등에 대한 적응성에 대해 충분히 고려하여야 한다

【해 설】

배수관로는 일반적으로 공공도로 밑에 매설되어 있으므로 그 장소에서의 토질, 관내 수압, 관내 수질 등의 조건 및 노면하중, 지진 등의 외부압력 조건 그리고 지반침하나 다른 공사의 영향을 받아 관체 혹은 이음부의 노후화에 의한 파손, 누수나 관내면의 부식 등에 의한 급수불량이나 적수를 발생하기도 한다.

이같이 기능이 저하된 배수관로는 안정급수, 안전한 물을 확보하는 관점에서 계획적으로 개량할 필요가 있다. 개량공법으로서는 배수관 정비계획 및 내진성 강화계획과의 일치성을 도모하면서 도로를 굴삭하고 새로운 관으로 교체하는 교체공법이 일반적이다 그러나 간선도로 등의 굴삭규칙, 매설관이 많은 도로 등에 대해서는 시공상의 제약도 있기 때문에 노선에 따라서는 교체공법을 채용할 수 없는 경우가 있다. 이같은 시공조건에도 대응할 수 있는 새로운 관으로 교체하는 공법으로서 도로의 굴삭을 가능한 한 작게 하고 기존관로를 이용하여 기존에 설치된 관의 개량을 하는 기존관내 삽입공법, 기존관내 라이닝공법, 기존관 파쇄추진공법 등이 개발되어 왔다

이들 공법에는 각각 시공상의 특징이 있으며 그 중에는 고도의 기술이 요구되는 것도 포함되어 있으므로 공법의 선택시에는 다음과 같은 사항에 대한 각 공법의 적응성에 대해 충분히 조사, 검토하는 것이 필요하다.

1) 현장조건

① 기존관 주위의 가스관 등 다른 매설물의 유무

② 교통상황
③ 매설지반 및 포장 경과년수
④ 단수시간의 제한 또는 가설배관의 필요성

2) 기존관로 상황

① 노후화 정도, 관종, 관경, 점용위치, 굴곡정도, 토피(土被)
② 이형관부 및 부속설비의 설치위치
③ 급수관의 분기위치
④ 관망상황

3) 배수관 정비계획과의 일치성

관로의 제반 조건을 고려한 관종, 이음구조 등의 내진성에 관해서 고려하여야 한다.

(1) 기존관내 삽입공법

이 공법은 기존관내에 새로운 관을 부설하는 것으로 단순히 청소를 한 기존관내에 새로운 관을 삽입하고 기존관 내면과 새로운 관외면과의 간극에 모르터 등을 주입하여 중층구조로 하는 것이다. 이 공법은 입갱부, 부속설비 및 급수전을 위한 부분적인 굴삭을 제외하면 지표면을 굴삭하지 않고 시공할 수 있다. 삽입관으로서 닥타일주철관 및 강관이 사용되고 있다.

또한, 이 공법은 기존관의 관종에 따라 적용조건이 다른 경우가 있으므로 선택시에는 충분한 검토가 필요하며 적용범위는 다음과 같다.

(가) 관종 : 모든 관종에 적용할 수 있고 기존에 설치된 관의 강도가 노후화되어 있어도 시공이 가능하다.

(나) 관경 : 기존에 설치된 관경이 400mm 이상이어야 한다.

(2) 기존관내 라이닝공법

이 공법은 기존관내 삽입공법과 마찬가지로 청소한 관내에 관경을 축소시킨 라이닝강관을 인입하여 관내에서 확관·용접하고 기존관과 새로운 관 사이에 모르터 등을 주입하여 중층구조로 하는 것이다 관을 라이닝하여 인입작업 후 확관을 실시하기 때문에 개량관로는 기존에 설치된 관에 가까운 관경을 확보할 수 있으며 또한 구부러짐에 대해서도 대응하기 쉽다 이 공법의 적용범위는 다음과 같다.

(가) 관종 : 모든 관종에 적용할 수 있으며 기존에 설치된 관의 강도가 노후화되어 있어도 시공이 가능하다.

(나) 관경 기존에 설치된 관경이 800mm 이상이어야 한다

(3) 기존관 파쇄추진공법

이 공법은 파쇄기구를 지닌 선도관에서 기존에 설치된 관을 파쇄하면서 기존관과 동등 또는 그 이상 큰 새로운 관(닥타일주철관 또는 강관)을 추진하는 것이다. 이 공법은 입갱부, 부속설비 또는 급수전을 위한 부분적인 굴삭을 제외하면 지표면을 굴삭하지 않고 시공가능하다 기존에 설치된 관의 파쇄기구로 다음과 같은 것이 있다.

① 쐐기모양의 파쇄날을 선도관에 장착하여 추진력에 의해 기존에 설치된 관을 파쇄하는 방법

② 에어해머(air hammer)기구를 내장한 굴착기를 선도관으로 하고 에어해머의 충격으로 기존에 설치된 관을 파쇄하는 방법

이 공법의 작업구간은 토질이나 기존관의 재질에 좌우되는데 직선부에서 50~80m 정도의 시공이 가능하다.

이 공법의 적용범위는 다음과 같다.

(가) 관종 : 주로 석면시멘트관 및 주철관에 적용한다

(나) 관경 기존에 설치된 관경이 75~350mm

5.31 관로 표지

관의 식별을 용이하게 하기 위해 매설관에는 원칙적으로 사업자명, 시공자명, 부설년도, 제조업체명 등을 적절한 방법으로 표시하여야 한다. 관경 80mm 이상의 상수도 관로에는 반드시 관로표지를 설치하여야 하며 관로표지의 위치는 다음과 같다

1) 도로상의 직선구간은 25 m 내외
2) 고수부지, 제방, 하천, 임야는 200 m에 1개소
3) 관로 및 관경 변경지점
4) 분기지점 및 관로 교차지점
5) 기타 유지관리에 필요한 지점

【해 설】

지하에 매설된 각종 시설물(상수도, 도시가스, 전기, 체신, 하수도 등)의 난립으로 배수관(관경 80mm 이상)의 위치가 확인되지 않아 도로굴착시 사고의 위험이 있으므로 상수도관로의 설치표지가 반드시 필요하며 적절한 위치에 설치하여야 한다.

제 7 장　기계 및 전기설비

제 7장 기계 및 전기설비

제1절 펌프설비

1.1 계획수량과 대수

1. 취수(取水)펌프, 도수(導水)펌프, 송수(送水)펌프는 각각 계획1일 최대취수량 및 계획1일 최대급수량을 기준으로 하고 계획수량 및 대수는 표 7.1을 표준으로 한다.

2. 배수(配水)펌프는 계획시간 최대급수량을 기준으로 하고 계획수량 및 대수는 표 7.2를 표준으로 한다.

3. 화재 때의 배수량이 펌프의 용량을 초과할 때에는 소화전용펌프를 설치하여야 한다

4 가압펌프를 도수관로 또는 송수관로중에 설치할 때는 표 7.1에 준하고 이들 펌프의 설치장소는 상류측에 부압이 발생하지 않는 장소를 선정하여야 하며 또한 배수관로중에 펌프를 설치할 때에는 표 7.2에 준한다

【해 설】

상수도용 펌프로서는 원심펌프(터어빈펌프, 볼류트펌프), 사류펌프 및 축류펌프를 표준으로 한다.

펌프대수는 계획수량을 기본으로 하여서 정해야 하지만 용도별 건설비의 고저, 유지관리의 편리도를 고려하여 다음 각 항을 기준으로 정하여야 한다

① 펌프는 되도록이면 최고효율점 부근에서 운전되게끔 그 용량과 대수를 결정하여야 한다.

② 유지관리에 편리하게끔 펌프대수는 되도록 줄이고 같은 용량의 것을 사용하여야 한다.

③ 펌프의 효율은 대용량일수록 높기 때문에 되도록이면 대용량의 것을 사용하여야 한다

④ 건설비를 절약하기 위하여 예비대수는 되도록이면 적게 하여야 한다.

⑤ 수량의 변화가 심할 경우에는 유지관리상 경제적인 운전을 하기 위하여 대소 2종류의 펌프를 설치하든가 같은 용량의 펌프를 회전수를 변환할 수 있게 하여야 한다.

⑥ 양정의 변화가 심한 곳에서는 유지관리상 경제적 운전을 할 수 있도록 하기 위하여 고양정펌프와 저양정펌프로 분할하여야 한다.

<표 7.1> 취수펌프, 도수펌프 및 송수 펌프의 계획수량과 대수

수량(m^3/일)	대수, ()안은 예비	대수 계
2,800까지	1 (1)	2
2,500~10,000	2 (1)	3
9,000이상	3 (1)이상	4이상

<표 7.2> 배수펌프의 계획수량과 대수

수량(m^3/시)	대수, ()안은 예비	대수 계
125까지	2 (1)	3
120~450	대형 1 (1)	대형 2
	소형 1	소형 1
400이상	대형3~5(1)이상	대형4~6이상
	소형 1	소형 1

1. 2,800m^3/일 정도까지의 적은 용량의 펌프는 효율이 나쁘고 한편 예비대수로 인한 건설비도 비교적 소액이므로 같은 용량의 펌프를 상용(常用) 1대, 예비 1대, 합계 2대로 한다. 수

량이 증가함에 따라 예비대수를 적게 하고 건설비를 절약하기 위하여 2,500~10,000m^3/일까지는 같은 용량의 펌프를 상용 2대, 예비 1대, 합계 3대로 하고 9,000m^3/일 이상일 때는 같은 용량의 펌프를 상용 3대 이상, 예비 1대 이상을 표준으로 한다.

2. 배수펌프는 1일최대급수량 및 야간급수량 등의 시간적 변화를 고려하여 대소 2종의 펌프를 설비하고 수량의 시간적 변화에 적합하도록 펌프의 용량을 조정하든가 혹은 같은 용량의 펌프를 회전수를 조절하여 경제적인 운전을 하는 것이다. 그러나 시간최대급수량이 125m^3/시 정도까지의 소용량일 경우 펌프 2대를 사용한다면 구경 100mm 이하의 소형펌프가 되며 더욱이 대소 2종의 펌프를 사용하면 펌프의 용량은 점점 작은 용량이 되어 도리어 효율이 저하될 경우가 있다. 그러므로 125m^3/시까지는 같은 용량의 펌프를 상용 2대, 예비 1대로 하는 것이 바람직하다.

수량의 증가에 따라 경제적인 운전을 고려하여 120~450m^3/시일 때에는 상용으로서 대소형의 펌프를 각각 1대, 예비로서 대용량 1대, 계 3대로 하고 400m^3/시 이상일 때에는 대용량의 펌프를 상용 3~5대 이상, 소용량의 펌프 1대, 예비는 대용량 펌프 1대 이상을 표준으로 한다 다만 회전수를 조절할 수 있을 때에는 소용량의 펌프는 생략할 수 있다.

3. 화재 때의 배수량이 펌프의 전 설비용량 이상일 때에는 그 부족량에 대한 소화전용펌프를 설치하거나 또는 배수펌프 대수에 여유를 두어야 한다.

4. 가압펌프를 운전할 경우에는 펌프 상류측 관로의 동수압이 떨어지므로 도수관, 송수관에 펌프를 설치할 경우 펌프 상류측 관로에 부압이 발생하지 않는 지점을 선정할 필요가 있다. 또 배수관로중에 가압펌프를 설치할 때에는 가압펌프를 운전하더라도 펌프 상류측 관로에 최소 동수압이 1.5kg/cm^2 이상 유지될 수 있는 지점을 선정하여야 한다.

1.2 구경

1. 펌프의 크기는 흡입구경과 토출구경으로 표시하여야 한다.

다만 흡입구경과 토출구경이 같을 때에는 한 가지 구경으로 표시한다.

2. 펌프의 흡입구경은 토출유량과 펌프 흡입구의 유속에 의하여 결정하여야 한다.

3. 펌프 흡입구의 유속은 1.5~3m/초를 표준으로 하나 원동기의 회전수, 흡입 실양정 등을 고려하여 결정하여야 한다.

【해 설】

1. 펌프의 크기는 구경(口徑)에 의하여 표시되며 종래에는 토출량에 대한 토출구경을 결정하였으나 근래에 고양정 원심펌프의 진보에 따라 케이싱(casing)내의 유속을 크게 함으로써 높은 효율을 얻을 수 있다는 것이 판명되었으므로 케이싱과 토출구경이 작게 되었고 사류펌프 및 축류펌프에 있어서도 수력학적 이유에서 토출구경을 변경할 때가 있다. 이와 같이 토출구경이 변하기 때문에 최근에는 흡입구경으로 토출량을 결정하게 되었다. 따라서 흡입구경과 토출구경이 다른 펌프에서는 양자를 같이 표시하여 펌프의 크기를 나타내게 하였다.

2. 펌프의 흡입구경은 펌프의 토출량과 흡입구의 유속을 가지고 다음 식으로 정한다.

$$D = 146\sqrt{Q/V} \cdots\cdots (7.1)$$

여기서,

D: 펌프의 흡입구경(mm)

Q: 펌프의 토출유량(m^3/분)

V: 흡입구의 유속(m/초)

단, 원심펌프에 있어서 구경 500mm까지는 토출유량과 흡입구경과의 관계를 표 7.3과 같이 정한다(사용빈도가 많은 펌프이므로 규격화할 필요성 때문이다).

3. 펌프 흡입구의 유속은 1.5~3m/초를 표준으로 하나 펌프의 회전수가 클 경우에는 유속을 크게 잡고 회전수가 작을 때에는 유속을 작

게 잡는다. 그리고 흡입양정이 크거나 흡입측의 손실수두가 클 때에는 유입속도를 작게 잡는다.

<표 7.3> 원심펌프의 토출량과 흡입구경

흡입구경 (mm)			40	50	65	80	100
토출유량범위 (m^3/분, 60Hz)			0.11 ~ 0.22	0.18 ~ 0.36	0.28 ~ 0.56	0.45 ~ 0.90	0.71 ~ 1.40
125	150	200	250	300	350	400	500
1.12 ~ 2.24	1.80 ~ 3.55	2.8 ~ 5.6	4.5 ~ 9.0	7.1 ~ 14.0	9.0 ~ 18.0	11.2 ~ 22.4	18.0 ~ 35.5

1.3 전양정

1. 펌프의 전양정은 실양정과 흡입관로 및 토출관로의 손실수두를 고려하여 정하여야 한다. 그리고 배수펌프의 경우는 상기한 외에 배수관의 최소 동수두를 가산하여야 한다

2. 실양정은 토출수면의 계획최고수위와 흡입수면의 계획최저수위와의 차를 최대치로 하고 토출수면의 계획최저수위와 흡입수면의 계획최대수위와의 차를 최소치로 하여야 한다.

3. 가압펌프의 전양정은 토출측 전수두와 흡입측 전수두로써 결정하여야 한다.

【해 설】

1. 펌프의 토출수위와 흡입수위와의 차이를 실양정(實揚程)이라 한다. 흡입수위로부터 토출수위까지 양수하려면 이 실양정 외에 흡입관로 및 토출관로의 모든 손실수두를 가산하여서 펌프의 전양정(全揚程)을 잡아야 한다

$$H = h_a + \Sigma h_f + h_o \cdots\cdots (7.2)$$

여기서

H : 전양정(m)

h_a : 실양정(m)

Σh_f : 관로 손실수두의 합계(m)

h_o : 관로말단의 잔류속도수두(m)

식 7.2는 펌프의 전양정을 결정할 때 이용되며 흡입수위를 기준으로 하였으므로 부호는 고려치 않으나 저지구에 배수할 때에는 펌프의 실양정이 부수두(負水頭)로 될 경우가 있다.

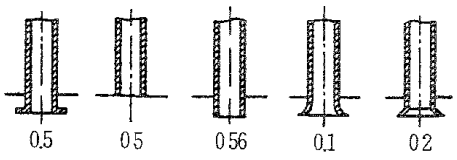
그리고 배수펌프의 경우에는 전양정에다 최소동수압에 해당하는 15m를 가산한 수치를 전양정으로 하여야 한다

이 전양정의 계산은 설비에 따라 다소 차이가 있다.

「비고」 관과 밸브의 손실수두 $f\frac{v^2}{2g}$에서 주가 되는 것에 대한 f의 값을 표시하면 다음과 같다.

① 흡입구의 손실계수 f_i

f_i는 그림 71에서 보는 바와 같이 형상에 따라 상이하며 또한 구경이 크면 작은 값으로 된다.



<그림 7.1> 흡입구의 형상과 손실계수

② 풋밸브(foot valve)의 손실계수 f_f

f_f=0.8~1.2 (스트레이너가 없을 때)

f_f=1.5~2.0 (스트레이너가 있을 때)

③ 체크밸브의 손실계수 f_{cv}

f_{cv}=0.8~1.2 (스윙형)

④ 버터플라이밸브의 손실계수 f_{bv}

전개(全開)시 f_{bv}=t/d

t. 디스크의 두께

d. 밸브의 직경

⑤ 슬루스밸브(sluice valve)의 손실계수 f_s

구경에 따라 표 7.4와 같이 변한다.

<표 7.4> 슬루스밸브의 손실계수

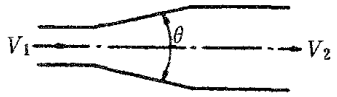
구경(mm)	50	100	150	200	250	300 이상
f_s	0.175	0.164	0.145	0.103	0.047	0

⑥ 역류방지밸브의 손실계수 f_{fv}

f_{fv}=0.2~0.5 (flap형)

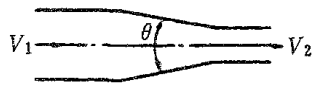
⑦ 곡관류의 손실계수

확대관 $h_f = f\frac{(V_1-V_2)^2}{2g}$



$f = 0.011\theta^{1.22}$

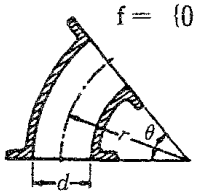
축소관 $h_f = f\frac{(V_1-V_2)^2}{2g}$



$f = \frac{0.025}{8\sin(\theta/2)}$

곡관 $h_f = f\frac{V^2}{2g}$

$f = \{0.131 + 1.847(d/2r)^{3.5}\} \times \sqrt{\theta/90}$



f 값

r/d / θ	0.75	1.0	1.5	2.0	3.0
15	0.24	0.12	0.07	0.06	0.054
22.5	0.293	0 146	0 085	0.072	0 068
45	0.41	0.208	0 12	0.104	0.095
60	0.47	0.24	0 137	0.12	0.11
90	0.586	0.29	0 17	0 145	0.134

<그림 7.2> 곡관류의 손실계수

⑧ 직관의 손실수두 h_f

대구경의 긴 관로에서는 원칙적으로 도수관에서 설명한 헤젠·윌리암스(Hazen-Williams) 공식을 사용하는 것이 좋으나 길이가 짧은 관로에서는 다음 식으로 계산한다.

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$f = 0.02 + \frac{0.0005}{D} \quad \text{(신 주철관의 경우)}$$

$$f = 0.04 + \frac{0.001}{D} \quad \text{(구 주철관의 경우)}$$

위식에서

L : 직관의 길이(m)

D : 직관의 관경(m)

⑨ 속도손실수두 h_o

$$h_o = \frac{v^2}{2g}$$

펌프의 전양정은 펌프가 물에 주는 에너지의 총합으로 생각할 수 있기 때문에 펌프 토출구에 있어서의 전수두(토출정수두+토출속도수두)에서 흡입구의 전수두(흡입구의 정수두+흡입속도수두)를 뺀 값으로 표시한다(이 경우 펌프의 중심선을 기준으로 흡입실양정은 흡입일 때에는 (-), 정압일 때에는 (+)로 한다).

$$H = H_d - H_s \cdots\cdots (7.3)$$
$$= h_{dG} - h_{sG} + h_d - h_s \text{ (그림 7.3 및 7.4 참조)}$$

여기서

H : 펌프의 전양정(m)

H_d : 펌프토출측 전수두(m)

H_s : 펌프흡입측 전수두(m)

h_{dG} : 펌프토출측 정수두(m)

h_{sG} : 펌프흡입측 정수두(m)

h_d : 펌프토출측 속도수두(m)

h_s : 펌프흡입측 속도수두(m)

흡입측과 토출측 구경이 같으면

$$H = h_{dG} - h_{sG} \cdots\cdots (7.4)$$

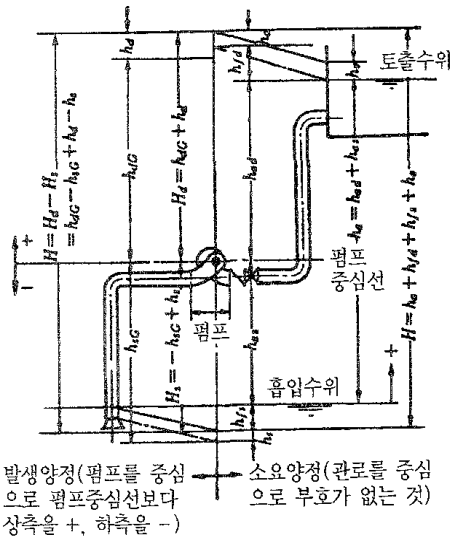
와 같이 된다. 그리고 입축펌프에서 펌프부분이 수중에 있으면 흡입측 수두가 측정되지 않으므로 다음 식으로 계산하여야 한다(그림 7.5 참조).

$$H = h_{as} + H_d \cdots\cdots (7.5)$$

여기서

h_{as} : 흡입 실양정(m)

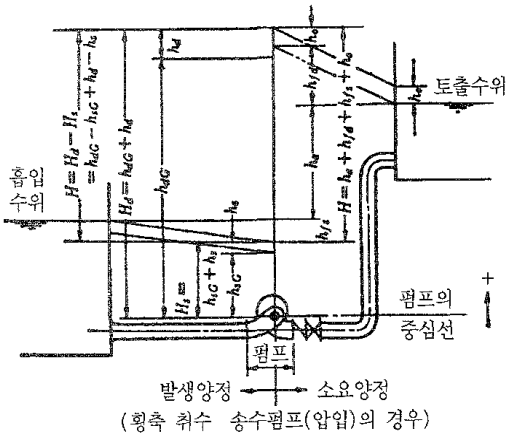
2. 실양정은 흡입수위와 토출수위의 시간적 차이가 많으므로 특정치를 정하기 어려우나 이 범위를 분명히 하지 않으면 펌프설비의 작동범



H	전양정	h_{fd}	토출관로 손실수두
H_d	토출측 전수두	h_{fs}	흡입관로 손실수두
H_s	흡입측 전수두	$+h_{dG}$	토출측 정수두
h_a	실양정	$-h_{sG}$	흡입측 정수두
h_{ad}	토출 실양정	h_o	토출관단 잔류속도수두
h_{as}	흡입 실양정	h_s	흡입구 속도수두
		h_d	토출구 속도수두

(횡축 취수·송수펌프(흡입)의 경우)

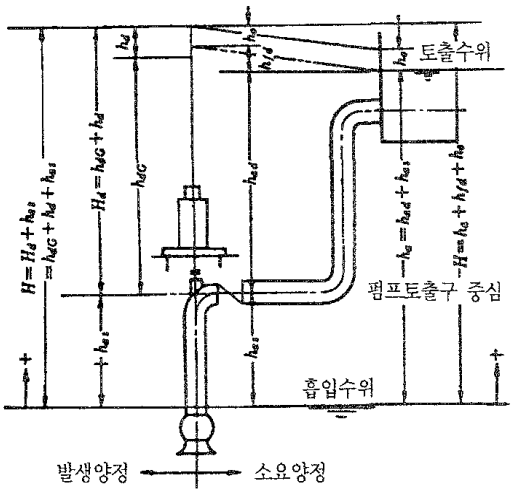
<그림 7.3> 펌프의 전양정 계산



(횡축 취수 송수펌프(압입)의 경우)

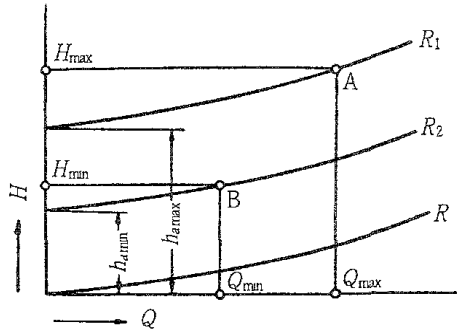
<그림 7.4> 펌프의 전양정 계산

위가 결정되지 않기 때문에 최고실양정과 최저실양정을 가지고 결정하기로 하였다. 이와 같이 하면 펌프설비의 작동범위를 다음과 같이 정할 수 있다.



(이 경우는 흡입수위가 기준이 됨)
(입축 취수 송수펌프(회전차가 수면 아래)의 경우)

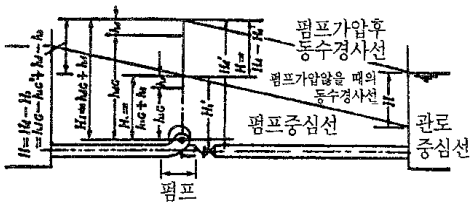
<그림 7.5> 펌프의 전양정 계산



<그림 7.6> 관로특성곡선

그림 76에서 h_{amax}, h_{amin}와 같이 실양정의 최대, 최소를 구하여 여기에다 계획된 관로의 손실수두로부터 각 수량에 따른 저항곡선 R을 구하고 각각의 실양정을 더하면 관로의 특성이 R_1, R_2와 같이 구해진다. 펌프는 R_1, R_2의 곡선 사이에서 가동하게 되어 최대수량에 대한 R_1곡선상의 A점이 이 펌프설비의 최고양정 H_{max}을 나타내며 최소수량에 대한 R_2곡선상의 B점이 최소양정 H_{min}을 나타낸다 이 범위내에서 가장 경제적인 펌프의 시방을 결정하는 것이 좋다

3. 가압펌프는 관로에서 소요수량을 흘려 보낼 때 발생하는 부족한 수두를 보충하는 것으로서 엄밀히 말하면 펌프의 토출측 전수두에서 흡입측 전수두를 뺀 것이 되나 실제로 속도수



H 부족수두(전양정) 단, H_d' 및 H_s'은 속도
H_d' 토출측 전수두 수두를 생략하고 관로를
H_s' 흡입측 전수두 중심으로 하여 생각할 것.
(증압펌프의 경우)

<그림 7.7> 가압펌프의 전양정 계산

두는 손실수두에 비해 극히 작은 값이기 때문에 생략하고 그림 7.7과 같이 2개의 동수경사선으로 나타내어 그 차를 펌프의 전양정으로 한다. 또한 펌프발생양정은 정압펌프의 경우에 준하여 나타내었다.

1.4 펌프의 특성

펌프는 계획조건에 가장 적합한 특성을 발휘하게끔 비속도 및 운전방식을 정하여야 한다.

【해 설】

1. 비속도(**比速度**, specific speed)와 펌프의 형식에 대하여 펌프는 비속도 N_s의 대소에 따라 그 형식이 변한다. N_s란 식 7.6으로 표시되는 펌프 형식을 나타내는 지수로서 N_s가 같으면 펌프의 크고 작은 것에 관계없이 모두 같은 형식으로 되며 특성도 대체로 같다.

$$N_s = N \times \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}} \cdots\cdots (7.6)$$

여기서,

N : 펌프의 규정회전수(rpm)

Q : 펌프의 토출량(m^3/분, 양흡입펌프에서는 1/2을 취한다)

H : 펌프의 규정전양정(m, 다단펌프일 경우는 1단당의 양정)

N_s는 사용하는 단위에 따라 수치가 달라지므로 주의를 요한다. 일반적으로 식 7.6의 단위를 사용한다.

식에서 나타난 바와 같이 N_s가 적을수록 유량은 적고 양정은 높은 펌프를 의미하며 클수록 유량은 많고 양정은 작은 펌프를 의미한다. 그리고 유량과 양정이 동일하다면 회전수가 클수록 N_s가 커진다. N_s가 커짐에 따라 소형이 되어 펌프의 값이 저렴해진다. N_s의 값이 어느 형식이든 임의로 취할 수 있을 경우에는 사용장소의 조건에 알맞는 최적의 것을 선택한다.

펌프의 형식과 비속도 N_s와의 관계를 표시하면 표 7.5와 같다.

<표 7.5> 펌프형식과 비속도 N_s

종류	형식	N_s
터어빈 펌프	단단식 편흡입, 양흡입펌프 다단식	100~250 120~200
볼류트 펌프	단단식 편흡입형 단단식 양흡입형 다단식	100~450 120~750 120~200
사류 펌프	입축 단단식 입축 다단식 횡축형	500~1,200 250~ 800 700~1,200
축류 펌프		1,200~2,000

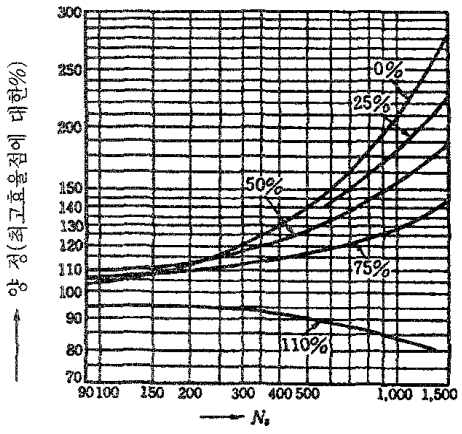
2. 펌프의 N_s와 특성에 대하여

그림 7 8, 그림 7.9는 펌프의 회전수가 일정할 때 N_s에 의한 표준적인 펌프의 특성변화를 표시한 것으로서 설계 및 제작에 따라 다소의 변화가 있으나 펌프설비를 계획할 때 펌프성능을 예측하는데 사용한다.

(1) 양정특성

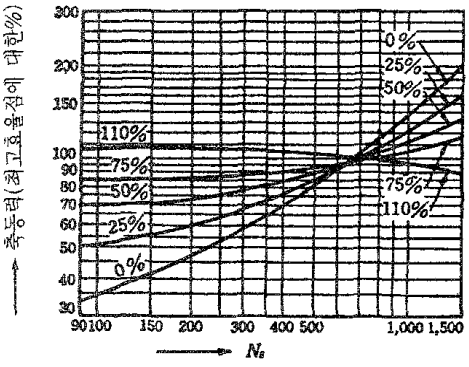
그림 7.8은 펌프의 토출량과 양정과의 관계가 N_s에 따라 변화하는 상태를 표시한 것이다. N_s를 작게 잡으면 각 유량곡선의 차가 작게 되고 유량의 변화에 대하여 양정변화의 비율이 작은 평활한 양정곡선이 된다. N_s를 크게 함에 따라 유량을 작게 할수록 양정이 높아지고 유량의 변화에 대하여 양정변화의 비율이 큰 급경사의 양정곡선이 된다.

N_s가 200 부근보다 커지면 체절(締切)양정(토출량 0%)은 항상 최고양정이 되어 우하향의 곡선이 되나 N_s가 200 부근보다 작으면 체절곡선은 50% 유량곡선보다 저지고 최고양정이 50% 유량 부근에서 나타날 때가 있다. 최고양정은 N_s가 작으면 정규양정보다 그다지 높아지지 않으나 N_s가 커질수록 높아져서 정규양정의 2배 이상이 된다. N_s가 작은 펌프는 유량변화가 큰 용도에 유리하고 N_s가 큰 펌프는 양정변화가 큰 용도에 유리하다



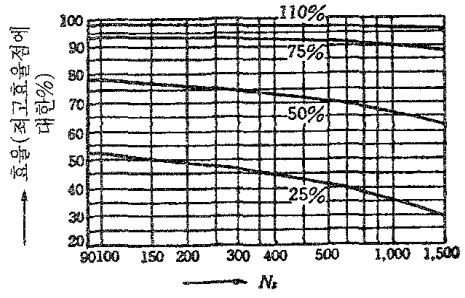
(토출량 0, 25, 50, 75, 110% 경우의 양정변화)

<그림 7.8> N_s에 의한 펌프양정의 변화



(토출량 0, 25, 50, 75, 110% 경우의 축동력변화)

<그림 7.9> N_s에 의한 펌프축동력의 변화



(토출량 0, 25, 50, 75, 110% 경우의 효율변화)

<그림 7.10> N_s에 의한 펌프효율의 변화

(2) 축동력특성

그림 7.9는 펌프의 토출량과 축동력과의 관계가 N_s에 따라 변화하는 상태를 나타낸 것이다.

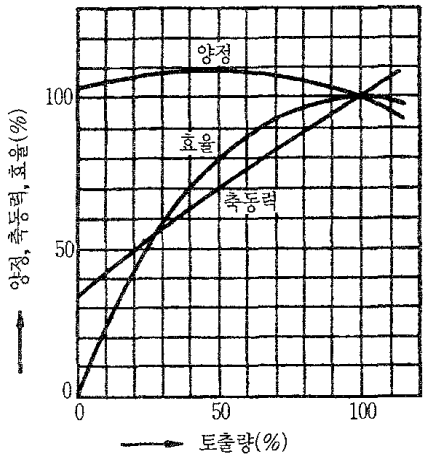
N_s가 650 부근보다 작으면 유량이 적어짐에 따라 축동력이 저하하고 체절일 때가 최소가 된다. 또 N_s가 작을수록 체절축동력이 저하하나 정규유량 이상의 점에서는 과부하되기가 쉽다.

N_s가 650 부근에서는 유량 변화에 대하여 축동력은 거의 변하지 않는다.

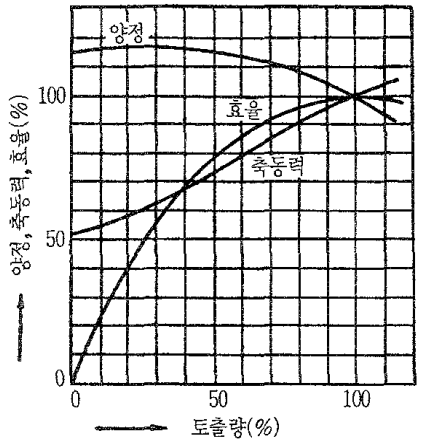
N_s가 650 부근보다 높아지면 유량이 적어짐에 따라 축동력이 증가하여 과부하가 된다. 특히 체절축동력은 정규의 200%를 초과하게 된다. 따라서 N_s가 작은 펌프에서는 체절상태에서 시동하는 것이 유리하고 정규유량 이상의 상태로 운전하지 않는 것이 좋고 N_s가 큰 펌프에서는 감량 혹은 체절운전이 불능이 되어 시동시 특별한 주의가 필요하다

(3) 효율

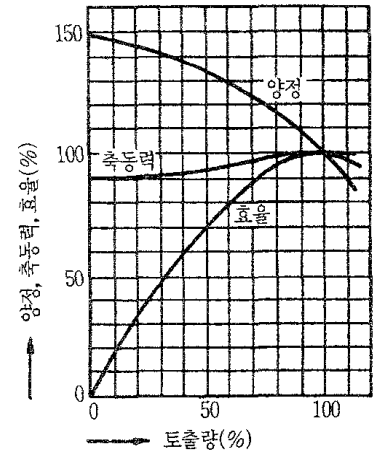
그림 7.10은 펌프의 토출량과 효율이 N_s에 따라 변화하는 상태를 나타낸 것이다. N_s가 작을수록 각 유량곡선의 차가 적어진다. 이는 N_s가 작을수록 효율곡선이 완만하게 되어 유량의 변화에 대하여 효율변화의 비율이 적음을 나타내는 것이다. N_s가 클수록 25%, 50%의 각 유량곡선의 저하하는 비율이 커진다. 그러나 75%~110%의 곡선은 저하하는 비율이 적어진다. 이는 N_s가 클수록 많은 유량으로 운전하는 것이 유리함을 말하는 것이다(정규유량이 제일 바람직하지만 부득이한 경우). 그리고 특정한 N_s에 대하여 (1), (2), (3)의 3특성을 한 개의 도표에 나타낸 것을 펌프의 특성곡선이라 하며 그 대표적인 것을 보면 그림 7.11~7.14와 같다.



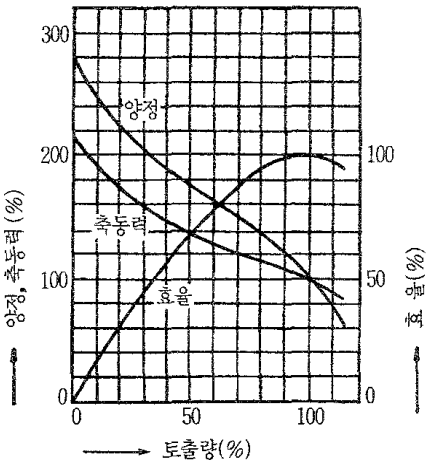
<그림 7.11> 펌프의 특성곡선 (N_s=90)



<그림 7.12> 펌프의 특성곡선 (N_s=230)



<그림 7.13> 펌프의 특성곡선 (N_s=600)



<그림 7.14> 펌프의 특성곡선 (N_s=1,500)

(4) 캐비테이션(cavitation) 특성

일반적으로 N_s가 커지면 흡입구측의 흡입압력이 저하하여 캐비테이션이 발생하기 쉽다(본장 1.9 참조)

3. 펌프의 규정회전수 이외의 회전수로 운전할 경우 그 특성은 다음과 같이 변한다.

$$Q' = Q\left(\frac{N'}{N}\right) \quad \cdots\cdots(7.7)$$

$$H' = H\left(\frac{N'}{N}\right)^2 \quad \cdots\cdots(7.8)$$

$$P' = P\left(\frac{N'}{N}\right)^3 \quad \cdots\cdots(7.9)$$

식 7.7~7.9에서

N : 규정회전수

N′ : 규정 이외의 회전수

Q : 규정회전 때의 토출량

Q′ : N′ 회전 때의 토출량

H : 규정회전 때의 전양정

H′ · N′ 회전 때의 전양정

P : 규정회전 때의 축동력

P′ : N′ 회전 때의 축동력

식 7.7~7.9는 $\frac{N'}{N}$=0.8~1.2의 범위에서 적용한다

4. 임펠러 각도와 펌프의 특성

축류펌프는 임펠러(impeller)의 각도를 변경함으로써 최고효율을 유지하면서 펌프의 특성을 바꿀 수도 있다.

5. 펌프의 임펠러 외경과 펌프의 특성

원심펌프의 임펠러 외경을 깎을(절삭할) 경우의 특성은 다음과 같이 변화한다

$$Q' = Q \times \left(\frac{D'}{D}\right)^2 \cdots\cdots (7.10)$$

$$H' = H \times \left(\frac{D'}{D}\right)^2 \cdots\cdots (7.11)$$

$$P' = P \times \left(\frac{D'}{D}\right)^4 \cdots\cdots (7.12)$$

위식에서

D : 정규 임펠러 외경

D′ : 가공 후의 임펠러 외경

Q , H , P , Q′ , H′ , P′ : 각각 D 및 D′ 에 대응하는 토출량, 전양정, 축동력

상기 식의 관계는 D′/D=0.8~1의 범위에서 성립하나 회전수와 펌프특성과의 관계처럼 엄밀하지는 않다.

D 및 D′ 의 2종의 임펠러를 갈아 넣으면 같은 펌프로 대소 2종의 펌프를 겸할 수도 있다

1.5 펌프의 선정

펌프의 형식은 표준특성을 고려하여 다음 각 항에 의하여 정하여야 한다

1 전양정이 6m 이하이고, 구경이 200mm 이상의 경우는 사류 혹은 축류펌프를 선정함을 표준으로 한다

2. 전양정이 20m 이상이고 구경이 200 mm 이하의 경우는 원심펌프를 선정함을 표준으로 한다

3. 흡입실양정이 -6m 이상일때 또는 구경이 1500mm를 초과하는 사류 혹은 축류펌프는 입축펌프를 선정함을 표준으로 한다.

4. 침수의 위험이 있는 장소에서는 입축펌프를 선정한다.

5. 깊은 우물의 경우는 수중모터펌프 혹은 깊은 우물용 펌프를 사용한다

【해 설】

펌프 형식의 선택에 대하여는 본문에 기재된 펌프 성능을 충분히 검토하여 결정하여야 하지만 형식 결정의 표준으로서 1~5항을 열거하였다

일반적으로 본장 1.1에서 계획수량, 1.3에서 전양정이 결정되므로 회전수만 결정되면 N_s가 정해져 1.4에 의해 자동적으로 펌프의 형식이 결정된다.

회전수는 특수한 경우를 제외하고는 4~8극 전동기의 회전수(60Hz일 때 1,800~900rpm)를 취하는 것이 바람직하다. 이 결과 산출되는 N_s를 검토하여 본문에 기재된 특성을 참고로 가장 좋은 형식을 선정하면 된다. 이 때 N_s가 과대해지면 양흡입(double suction)식으로 하든지 회전수를 줄이든지 혹은 대수를 증가시킨다 그리고 N_s가 과소해지면 다단식으로 하여 N_s를 적당한 값으로 조정한다. 또한 캐비테이션의 염려가 있는 경우에는 이에 적합하게끔 회전수를 줄인다. 단, 표 7.6 범위내에 있는 것은 그대로 사용해도 무방하다.

<표 7.6> 전양정과 흡입구경의 범위

(60Hz 기준)

종류	상한		하한	
	전양정 (m)	흡입구경 (mm)	전양정 (m)	흡입구경 (mm)
소형 원심펌프	35	150	6	40
소형다단원심펌프	130	150	15	40
양흡입 원심펌프	125	500	9	200

1 이러한 범위내에서는 원심펌프는 효율이 나빠지므로 사류 혹은 축류펌프가 좋다. 특히 전양정이 3.5m 이하이고 300mm 이상의 구경일 경우는 축류펌프가 우수하다.

전양정이 30~50m 정도로 높은 양정일 때에도 대용량일 경우는 N_s가 크게 되므로 사류펌프로 하는 경우가 유리할 때가 있다.

그리고 입축형(立軸形)을 사용할 때에는 사류와 축류펌프에서 전양정을 50% 정도 증가시킬 수 있다.

2. 구경 200mm 이하에서는 대부분 원심펌프를 사용할 수 있으며 전양정 20m 이상에서는 일반적으로 원심펌프가 아니면 곤란하다.

유량이 대용량이 아니면 1단으로 100m까지는 무리없이 양수가 된다.

3. 펌프를 횡축형(**橫軸形**)으로 할 것인가 입축형으로 할 것인가 하는 것은 각각 장단점이 있어 일률적으로 정하기는 곤란하다. -6m 이상의 흡입양정이 필요할 때에는 횡축펌프는 무리이고 구경이 1,500mm 이상의 대형 사류펌프와 축류펌프는 입축형이 유리하다. 또한 펌프의 자동운전을 위하여는 시동시 진공작업 과정을 생략할 수 있으므로 입축형 펌프가 유리하다.

4 펌프설치장소가 협소하거나 횡축펌프로서는 흡입조건이 나빠서 캐비테이션이 발생될 염려가 있는 곳은 전동기를 펌프구조의 최상부에 설치하여 침수의 위험이 없는 설계를 할 수 있는 입축형 펌프가 유리하다.

5. 지하수를 양수할 경우 그 수위가 낮기 때문에 수중모터펌프나 깊은 우물용 펌프를 사용한다. 그밖에 양정과 N_s를 검토한 결과 어느 형식을 사용하여도 무방할 경우는 다음과 같은 조건을 검토하여 가장 알맞는 형식을 선택하면 된다.

(1) 볼류트펌프와 터어빈펌프

보통 원심펌프는 볼류트펌프를 지칭하나 고양정 원심펌프에서는 터어빈펌프도 포함된다. 터어빈펌프는 유량의 변화가 심할 때에는 가이드베인(guide vane)이 유동(**流動**)에 방해가 되어 소음을 발생하고 구조도 복잡하며 고가이다. 볼류트펌프는 가이드베인이 없어 이와 같은 결점이 없고 성능도 터어빈펌프보다 우수하고 소형이며 가격도 싸다.

그러므로 현재 상수도용 펌프로서는 대부분 볼류트펌프를 사용하고 터어빈펌프는 소형 다단펌프에서 약간 사용되는 정도이다.

(2) 볼류트펌프와 사류펌프

볼류트펌프는 케이싱이 크고 케이싱의 반경과 축방향이 모두 넓은 장소를 차지한다. 사류펌프는 축방향은 길게 되나 일반적으로 소형으로 된다. 유량변화가 클 때에는 볼류트펌프, 양정변화가 클 경우는 사류펌프가 효율이 좋다. 구조적으로는 볼류트펌프가 견고하고 흡입이 가능하므로 캐비테이션에 대해서도 사류펌프보다 안전하다.

(3) 사류펌프와 축류펌프

축류펌프쪽이 사류펌프보다 소형(동일 유량, 동일 양정에는 축류펌프가 사류펌프의 약 2배까지 회전수를 높일 수 있다)이고 특히 전양정이 항상 3.5m 이하일 때에는 축류펌프가 유리하다. 그러나 양정이 130% 이상이 되면 소음과 진동이 발생하고 과부하되기 쉽기 때문에 수위가 현저하게 변화하는 장소에서는 계획시 그 한계를 명확히 할 필요가 있다. 그리고 체절운전이 불가능하여 효율곡선이 평탄하지 않다.

이와 같은 결점을 보충하기 위하여 임펠러의 각도를 조정할 수 있는 가변익형(**可變翼形**)으로 하면 모든 토출량에 대하여 사류펌프보다 우수한 성능을 발휘하므로 특히 대형일 경우는 가끔 이와 같은 형식을 채용한다.

사류펌프는 축류펌프와 같은 결점이 없고 흡입구도 약간 구조적으로 견고하기 때문에 저, 중양정 전반에 걸쳐 널리 사용된다.

1.6 축동력

펌프의 축동력은 다음에 의하여 정하여야 한다.

1. 펌프의 축동력은 다음 식 7 13에 의해 산출한다

2. 펌프의 효율은 펌프의 형식 및 토출량에 따라 다르나 그림 7.15를 표준으로 한다.

【해 설】

1. 펌프의 축동력(**軸動力**)은 다음 식에 의해 구하여진다.

$$P = 0.163 \gamma QH/\eta \quad \cdots\cdots (7.13)$$

여기서,

P : 펌프의 축동력(kW)

γ : 물의 단위체적당 중량(1kg/L)

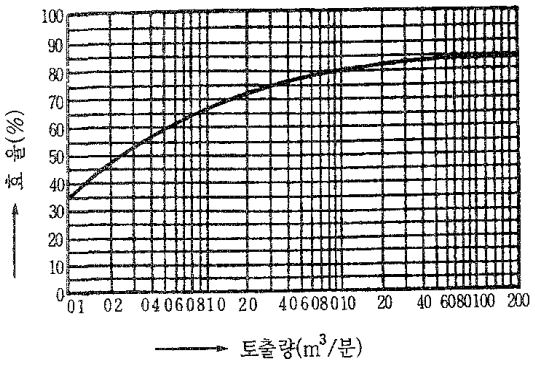
Q : 펌프의 토출유량(m^3/분)

H . 펌프의 전양정(m)

η : 펌프의 효율(0~1)

펌프의 축동력에 대하여는 kW 표시를 원칙으로 한다

2. 펌프의 효율에 대하여는 그림 7.15를 표준으로 하나 3m^3/분 이하 및 80m^3/분 이상에서는 효율이 약간 상승하는 예가 많다. 따라서 계획시는 그림 7.15의 표준효율을 채용하여 원동기의 출력을 산출하고 제작 단계에서는 가능한 한 효율을 높일 수 있게 제작회사에 요구하여 운전동력을 절감할 필요가 있다.



<그림 7.15> 일반 펌프의 표준효율

1.7 원동기의 출력

1. 펌프의 원동기 출력은 축동력에 여유를 가산하여야 한다.

2. 원동기 출력의 여유는 펌프의 형식과 양정변화 범위 및 원동기의 종류에 따라 상이하므로 표 7.7을 표준으로 하여야 한다

【해 설】

1. 펌프를 운전할 경우 전동기일 때에는 전압 및 주파수의 변동, 내연기관일 때에는 연료의 적부(適否)와 취급방법에 따라 출력이 변동할 때가 있으므로 원동기 출력을 펌프축동력보다 크게 하여야 하고 또 실제는 계획상의 오차와 펌프운전 상태의 변화에 따라 축동력에 변화가 많으므로 이를 포함하여 원동기에 과부하가 걸리지 않게 여유를 보는 것이다.

원동기의 출력을 P_m, 펌프의 축동력을 P라고 하면,

$P_m=P(1+\alpha)$

로서 α가 여유를 나타내는 것이다.

원동기 출력 P_m의 산출치는 가장 가까운 상위규격 출력으로 정한다.

2. 원동기의 여유치 중 펌프의 형식에 따라 수치가 상이한 것은 각 축동력의 특성에 차이가 있기 때문이다. 또 동일 형식의 펌프에서도 양정곡선의 변동폭에 따라 축동력의 특성이 달라지므로 운전상황 변화에 따른 축동력변동을 명확하게 하고 운전점의 범위가 크게 변화할 때에는 운전범위내에서의 최대축동력에 대한 여유를 가산하여야 한다.

전동기는 다소의 과부하에도 견딜 수 있으므로 여유치를 적게 가산하여도 좋으나 내연기관은 과부하가 되면 기능이 불안전해지고 수명이 단축되므로 여유를 크게 보아야 한다 내연기관의 출력 표시방법은 몇 가지가 있으나 연속 정격출력을 기준으로 하면 된다.

표 7.7은 여유표준치이다.

<표 7.7> 원동기의 최대여유(%)

원동기 종류 / 펌프형식	전동기		내연기관	
	양정 변화가 비교적 적은경우	양정 변화가 비교적 큰경우	양정 변화가 비교적 적은경우	양정 변화가 비교적 큰경우
원심펌프				
고양정	15	20	20	25
중,저양정	10	15	15	20
사류펌프	15	20	15	25
축류펌프	15	20	20	25

1.8 연결방식(전동방식)

원동기와 펌프의 결합은 플렉시블 축이음에 의하여 직결함을 표준으로 한다.

【해 설】

원동기(주로 전동기)와 펌프의 결합은 플렉시블 축이음(flexible coupling)에 의한 직결을 표준으로 하였다. 이는 운전이 용이하고 동력전달 손실이 없고 상호의 축중심이 다소 어긋나더라도 운전에 큰 지장이 없기 때문이다. 그러나 설치할 때에는 정확하게 중심을 맞출 필요가 있다.

플렉시블 축이음은 통상 고무나 가죽패킹을 사용한 플랜지형 외에 톱니바퀴식 플렉시블 축이음이 있다. 이는 대용량에 적합하다. 입축형의 펌프에서 펌프회전력을 전동기쪽에 둘 때에는 고착식(**固着式**)이음을 사용한다. 또 입축펌프에서 축이 길 때에는 중간접합부에도 고착식 이음을 사용한다.

펌프의 배치상 원동기와 직결하지 못할 때나 원동기 출력축과 펌프축에 일정한 증속 또는 감속을 하여야 할 때에는 벨트전동이나 톱니바퀴전동으로 한다 벨트는 V벨트를 사용하는 것이 좋고 톱니바퀴전동장치는 밀폐상자로 덮어서 비말(**飛沫**)윤활이나 강제윤활방식으로 하여야 한다. 이밖에 원동기와 펌프의 회전비를 변화시킬 필요가 있을 때에는 유체이음이나 전자이음 등의 변속장치를 사용할 때가 있다. 유체이음은 원동기의 회전력을 이음내의 작동유로 부하에 전달하는 장치이고 이음내의 유량(**油量**)을 변화시킴으로써 부하의 회전수를 제어할 수 있다. 이 방식에 의하면 원동기의 100% 회전수에 대하여 약 98~20%의 범위에서 변속할 수 있다.

부하축의 활동(**滑動**)은 정격시에 2~4%가 발생하는 구조로 되어 있다

전자이음은 원동기의 회전력을 이음에서의 자기력에 의하여 부하에 전달하는 것으로 이음의 여자전류를 증감함으로써 부하의 회전수를 제어할 수 있다. 변속범위는 약 80~10%이며 유체이음과 전자이음이 다 같이 무단변속이 가능하다. 플렉시블 축이음의 회전부에는 안전을 위하여 뚜껑을 씌워야 한다.

1.9 흡입양정과 캐비테이션

1. 펌프의 흡입양정은 -5m까지를 표준으로 하고 캐비테이션이 발생하지 않게 가급적 작게 하여야 한다.
2. 펌프의 흡입양정 및 회전수는 캐비테이션을 피하기 위하여 펌프운전범위(토출량 및 전양정)를 충분히 고려한 후 결정하여야 한다.

【해 설】

1. 펌프내에 캐비테이션이 발생하면 그 성능은 현저히 저하하며 진동 소음이 발생하여 그 부분의 재료를 침식(**侵蝕**)하기 때문에 이를 피하여야 한다 일반적으로 흡입높이가 크면 캐비테이션이 발생하기 쉽기 때문에 흡입양정을 -5m로 제한하였다. 그러나 펌프의 종류, 수온, 유량 및 전양정 등에 따라 캐비테이션 발생조건이 상이하므로 정확한 계산이 필요하다.

2. 펌프의 전양정, 토출량 및 회전수가 상이하면 운전에 필요한 흡입수두의 한계가 달라지나 펌프가 캐비테이션을 일으키지 않고 운전되려면 이용되는 유효흡입수두(available NPSH; net positive suction head)가 어느 한도 이상 있어야 한다. 이용되는 NPSH는 식 7.14로 나타낸다(그림 7.16 참조).

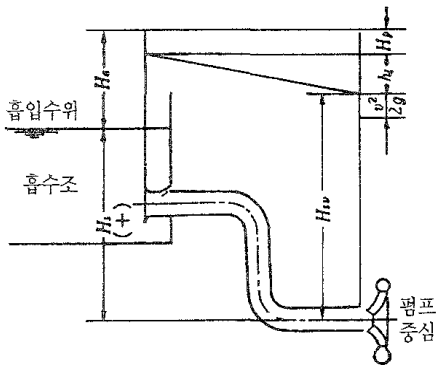
$$h_{sv}=H_a-H_p+H_s-h_l \cdots\cdots (7.14)$$

여기서,

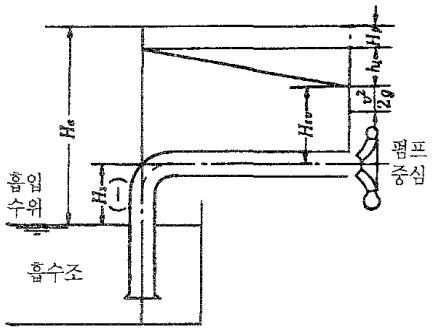
h_{sv}: 이용되는 유효흡입수두(m)

H_a: 대기압을 수두로 나타낸 것(m, 표 7.8 참조)

H_p: 그 당시 수온에서의 포화증기압을 수두로 나타낸 것(m, 표 7.9 참조)



(A) 유효흡입수두 H_{sv}(압입의 경우)



(B) 유효흡입수두 H_{sv}(흡상의 경우)

<그림 7.16> 펌프의 유효흡입수두

<표 7.8> 해발고도와 대기압

해발고도 (m)	0	50	100	150	200	300
대기압 (m)	10 33	10 27	10 21	10 15	10 09	9.97

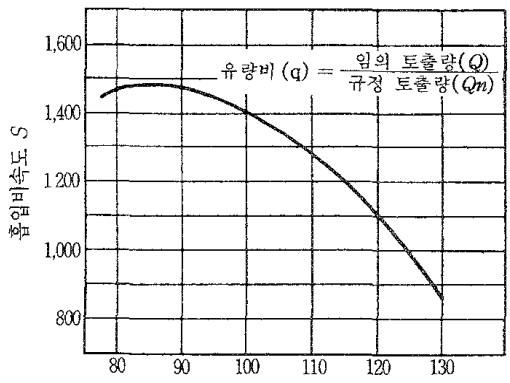
<표 7.9> 온도에 따른 물의 포화증기압

온도(℃)	5	10	15	20	25	30
H_p(m)	0.089	0.125	0 174	0 238	0 323	0.432

H_s: 흡입실양정(m)
흡입일 때 (-), 정압일 때 (+)

h_l: 흡입관내의 손실수두(m)

펌프가 필요로 하는 유효흡입수두(required NPSH)란 펌프가 캐비테이션을 일으키지 않고 물을 임펠러에 흡입하는데 필요한 펌프의 흡입



<그림 7.17> 원심펌프의 흡입비속도

기준면에 대한 최소한도의 수두로서 펌프에 따라 고유한 값을 갖는다. 펌프가 필요로 하는 유효흡입수두는 흡입성능 및 흡입비속도(suction specific speed)를 사용해서 다음 식으로 구한다.

$$H_{sv} = \left(\frac{N\sqrt{Q}}{S}\right)^{4/3} \cdots (7.15)$$

여기서,

H_{sv}: 펌프가 필요로 하는 유효흡입수두(m)

N: 펌프의 회전수(rpm)

Q 펌프의 토출량(m^3/분, 양흡입의 경우는 유량의 1/2로 한다)

S: 흡입비속도

임펠러 입구의 형상이 같으면 임펠러 외경을 변경시키더라도 같은 유량에서 캐비테이션이 발생한다는 생각에서 도입된 것으로 그림 7 17에 원심펌프의 흡입비속도를 나타내었다 이는 비속도 N_s=120~650 범위에서 적용한다.

캐비테이션에 대해서 안전하기 위해서는 이용할 수 있는 유효흡입수두가 펌프에서 필요로 하는 유효흡입수두보다 커야 한다. 즉,

$h_{sv} > H_{sv}$ ……(7.16)

일반적으로 $h_{sv}-H_{sv} > 1$m 정도가 좋다.

한편 캐비테이션 발생의 방지에 관해서는 다음과 같은 대책을 들 수 있다.

① 펌프의 설치위치를 가능한 한 낮추어 h_{sv}를 크게 한다.

② 흡입관의 손실을 가능한 한 작게 하여 h_{sv}를 크게 한다.

③ 펌프의 회전수를 낮게 선정하여 H_{sv}를 작게 한다.

④ 실양정이 크게 변동하여 토출량이 과다하게 되는 경우는 토출밸브를 조절한다. 펌프계획상 전양정에 여유가 너무 많으면 실제 운전시 과다토출되어 캐비테이션이 발생할 염려가 있으므로 주의한다.

⑤ 동일한 회전수와 토출량이면 양흡입펌프가 편흡입펌프보다 유리하다

⑥ 흡입측 밸브를 완전히 개방하고 펌프를 운전한다

「비고」 캐비테이션의 검토 예

(1) 펌프 사양

형식: 횡축 양흡입 단단 원심펌프

구경: 700mm×500mm

규정 토출량: 50m^3/분

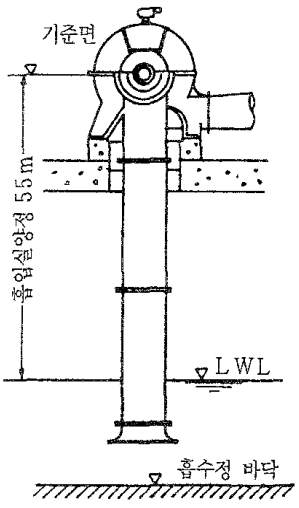
규정 전양정: 55m

회전수: 590rpm

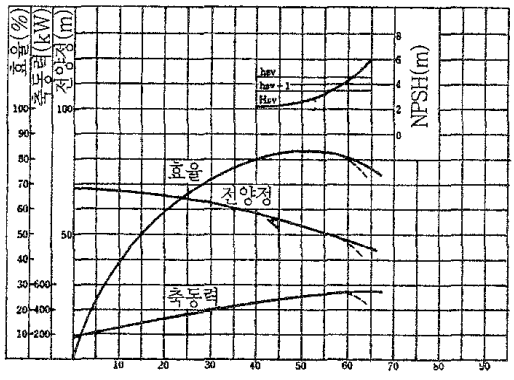
전동기 출력: 620kW

(2) 펌프설치상태. 그림 7.18 참조

(3) 펌프성능곡선: 그림 7 19 참조



<그림 7.18> 펌프 설치 상태



<그림 7.19> 펌프 성능 곡선

(4) 펌프장의 조건

대기압 H_a=10.33m(표 7.8에서 해발 고도 0m일 때)

포화증기압 H_p=0 238m(표 7.9에서 수온 20℃일 때)

흡입실양정 H_s=-5.5m

규정토출량일 때 흡입관의 손실수두 h_{ln}=0 1m

(5) 캐비테이션 검토

이상의 조건을 기초로 유량비 0.8~1.3의 범위에서 다음 계산을 수행한다.

Q: 각 유량비에서의 토출량 $Q=50\times(Q/Q_n)$

h_l: 각 유량비에서의 흡입관 손실수두 $h_l=h_{ln}(Q/Q_n)^2$

h_{sv}: 유효흡입수두 $h_{sv}=H_a-H_p+H_s-h_l$

N: 규정회전수 590rpm

S: 흡입비속도 그림 7.17에서 산출

H_{sv}: 필요흡입수두 $H_{sv}=(\frac{N\sqrt{Q}}{S})^{4/3}$

계산결과를 정리하면 표 7.10과 같다.

이 표를 참조하면 Q/Q_n이 1.2와 1 3일 때 H_{sv}가 h_{sv}-1보다 커 캐비테이션이 발생한다. 그림 7.19에 나타낸 바와 같이 펌프성능곡선도내에 H_{sv}와 h_{sv}-1를 표시한 다음 H_{sv}가 h_{sv}-1보다 적은 유량범위에서 캐비테이션이 발생하지 않는 것을 명확히 알 수 있다 따라서 이 예에서는 토출량이 57m^3/분이 한계가 된다.

<표 7.10> 계산 결과

Q/Q_n	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3
Q (m^3/분)	40	45	50	55	60	65
h_l (m)	0.064	0.081	0.100	0.121	0.144	0.169
h_{sv} (m)	4 528	4.511	4.492	4.471	4 448	4 423
N (rpm)	590	590	590	590	590	590
S	1,470	1,475	1,400	1,280	1,095	870
H_{sv} (m)	2.181	2.349	2.701	3.244	4.233	6.608
$h_{sv}-1$ (m)	3.528	3.511	3.492	3.471	3 448	3 423

1.10 펌프의 수격작용

펌프 토출측 관로의 상황에 따라 수격작용이 발생할 위험이 있는 것은 이를 방지하는 조처를 강구하여야 한다.

【해 설】

운전중의 펌프가 정전에 의하여 갑자기 동력의 공급이 중단되면 토출측 관로에 급격한 압력변화가 발생한다.

이런 수격작용(**水擊作用**, waterhammer)을 피하거나 경감하기 위한 적절한 방법을 취하는 것은 펌프설비 계획상 중요한 일이다. 따라서 계획 당초에 펌프의 수격작용을 검토하여 대책을 세워야 한다.

1. 운전중인 펌프가 갑자기 동력을 소실하면 양수능력이 없어지고 결국에는 체크밸브 혹은 차단용 자동폐쇄식 밸브가 없을 때에는 물이 역류하여 펌프를 역회전시킨다. 이와 같은 과도현상(**過渡現象**)을 다음 단계로 나눌 수 있다

(1) 펌프특성범위

펌프가 급격히 동력을 소실하면 펌프, 전동기 등의 회전부분 및 펌프 임펠러내의 물의 관성력에 의하여 정회전을 계속하며 회전수가 저하하여 펌프의 양정 및 토출량은 감소되나 토출측 관로의 물은 관성에 의하여 같은 방향의 운동을 계속하려고 하여 펌프에 접한 부분에서는 부(-)의 압력파가 생겨 압력강하가 일어난다 펌프의 회전수가 어느 한도 이하가 되면 결국 양수불능이 되어 관내의 물은 한 때 정지된다

(2) 제동특성범위

일시 정지한 물은 역류를 시작하여 정회전하던 임펠러가 역류에 대하여 저항하므로 관로내의 압력이 상승하기 시작한다. 펌프는 역류하는 물의 제동작용에 의하여 회전이 저하하고 드디어 정지한다. 펌프 토출구측에 체크밸브가 있을 경우 역류개시 후 체크밸브가 닫히는 폐쇄속도에 따라 관로내의 압력이 상승한다.

(3) 수차특성범위

펌프가 정지된 후 역류하는 물에 의하여 역회전이 시작되고 수차상태가 되며 점차 가속화되어 수차로서의 안정된 회전수에 달한다. 이러한 상태에 이르기까지의 역류량과 역회전수가 다같이 최대치를 나타내나 안정된 상태에서는 이들 값은 도리어 감소되어 일정치가 된다

2. 1의 과정에서 발생하는 수격작용을 처음부터 충분히 해명해 놓는 것이 바람직하나 이 계산은 대단히 복잡하고 펌프의 전체 특성을 파악하기 어려운 때가 많고 필산으로서는 계산에 소요되는 시간도 상당히 걸린다. 최근에는 전산계산기에 의한 수충격 해석을 하고 있다.

본문에서는 수충격(**水衝擊**) 계산에 필요한 기본식만을 열거코저 한다.

(1) 압력파 전파속도

$$a=\frac{1425}{\sqrt{1+\frac{k}{E}\cdot\frac{D}{t}}}\cdots\cdots(7.17)$$

여기서,

a: 압력파의 전파속도(m/초)

k: 물의 체적탄성율($2.07\times10^8 kg/m^2$)

D 관의 내경(mm)

t 관의 두께(mm)

E: 관재료의 종탄성계수

주철관에서는 $E=1\,0\times10^{10}kg/m^2$

덕타일관에서는 $E=1.6\times10^{10}kg/m^2$

강관에서는 $E=2.1\times10^{10}kg/m^2$

원심력 콘크리트관에서는 $E=2.0\times10^{9}kg/m^2$

(2) 관로상수

$$\rho=\frac{aV_n}{2gH_n}\left(2\rho=\frac{aV_n}{gH_n}\right)\cdots\cdots (7.18)$$

여기서

V_n: 정상운전시의 관내 유속(m/초)

H_n: 정상운전시의 펌프 양정(m)

(3) 관성계수

$$K=1.79\times10^{8}\times\frac{H_n\cdot Q_n}{GD^2N_n^2\eta_n}\cdots\cdots (7.19)$$

여기서

Q_n: 정상운전시 펌프의 토출량(m^3/초)

GD^2: 전동기, 펌프 및 물을 포함한 회전부분의 플라이휠 효과($kg\cdot m^2$)

N_n: 정상운전시 펌프의 회전수(rpm)

η_n: 정상운전시 펌프의 효율(%)

(4) 파마키안(Parmakian) 계수

$$S=K\cdot\frac{2L}{a}$$

L: 관로의 길이(m)

3. 이와 같은 수리적 현상에 의하여 경우에 따라 다음과 같은 피해가 생길 염려가 있다

(1) 펌프의 특성범위내에 있어서는 압력강하에 의하여 관로가 찌그러지거나 관로내 수압이 증기압 이하가 되는 부분이 생겨서 수주분리(水柱分離)가 생기면 심한 충격압이 발생하며 관의 파괴를 일으킨다.

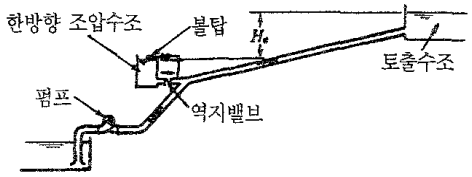
(2) 제동특성범위 및 수차특성범위에서 압력상승에 의하여 펌프, 밸브, 관로 등이 파손되며 펌프 및 원동기의 역전(逆轉)에 대한 고려가 결여될 때에는 사고가 발생한다.

4. 펌프의 수격작용을 방지하기 위한 방법으로서는 다음과 같은 것들이 있다.

(1) 펌프에 플라이휠(fly wheel)을 붙인다. 펌프의 급격한 속도변화를 막고 급격한 압력강하를 완화한다

(2) 토출관쪽에 조압수조(surge tank)를 설치한다. 조압수조에 의하여 그 하류측의 수격작용을 분리하여 끊어버린다. 또는 압력상승을 흡수하고 압력강하에 대하여는 물을 공급하여 부압을 방지한다 조압수조는 가장 안전하고도 확실한 수격작용에 대한 대책으로서 특별한 때를 제외하고는 이 방법이 바람직하다.

(3) 토출관측에 한방향 조압수조(one-way surge tank)를 설치한다. 한방향 조압수조는 압력강하 때 필요한 충분한 물을 보급하여 부압을 방지하는 것만을 목적으로 하는 것으로 체크밸브에 의하여 통상시는 관로로부터 분리된다. 조압수조와 비교하여 일반적으로 소형이 되므로 경제적이다(그림 7 20 참조)



주) H_a는 탱크와 토출수조의 수위차

<그림 7.20> 한방향 조압수조의 원리도

그러나 관로의 보호범위가 한정되기 때문에 경우에 따라 2개 이상 필요하게 되는 것과 동결방지의 필요가 있으며 정수일 경우는 탱크내의 물을 가끔씩 교체해야 하는 결점이 있다.

(4) 펌프 토출측에 완폐체크밸브를 설치한다 역류개시 직후에 체크밸브가 급격히 폐쇄되지 않고 역류하는 물을 서서히 차단하는 방법으로서 유압식으로 제어하는 것이 많다. 또 완폐바이패스(bypass) 체크밸브도 이용되나 이는 역류개시 직후 주체크밸브는 급격히 폐쇄되나 수격작용에 의한 압력상승은 바이패스밸브로 빠져나가는 것으로 바이패스밸브는 서서히 폐쇄된다.

(5) 토출측 밸브를 제어하는 방법

펌프에 체크밸브를 설치하지 않고 정전시는 토출측 밸브를 유압장치 등으로 자동적으로 완폐시키는 것이다.

(6) 펌프토출측에 급폐체크밸브를 설치한

다. 역류가 커진 직후 밸브를 급히 폐쇄하면 압력이 크게 상승되나 역류가 시작하기 직전에 스프링 등의 힘으로 체크밸브를 강제적으로 닫으면 압력상승을 막을 수 있다. 구경 300mm 이하에 흔히 이용된다.

(7) 토출측 관로에 압력릴리프밸브(pressure relief valve)를 설치한다. 상승압을 압력릴리프밸브에 의하여 외부로 따돌리는 것이나 순간적인 압력상승에 대하여는 밸브의 작동이 민활하지 못하여 그다지 유효하지 못하다

(8) 토출측 관로에 에어챔버(air chamber)를 설치한다 펌프의 토출구 부근에 에어챔버를 설치하고 압력저하에 의한 부압발생을 방지하는데 필요한 물을 압축공기에 의해 관로내에 충진하고 압력상승도 흡수한다

(9) 역류시키는 방법

정전시에는 무제한으로 역류시키는 방법으로서 보통 체크밸브를 사용했을 때 보다는 압력상승이 적으나 회전부를 역회전에 견디어 내게끔 설계하여야 한다. 동결의 위험이 있는 곳에 유효하다

1.11 흡입관

펌프의 흡입관은 다음 각항에 적합하여야 한다.

1. 흡입관은 각 펌프마다 설치하여야 한다

2. 수평으로 설치하는 것을 피하여야 한다. 부득이한 경우도 수평길이를 최소한으로 단축할 것이며 펌프를 향하여 1/200~1/50 정도의 경사를 두어야 한다

3 연결부나 기타 부분에서 공기흡입이 없게 하여야 한다.

4. 저수위로부터 흡입구까지의 수심은 흡입관경의 15배 이상으로 하고 흡입관단에서 흡수정 바닥까지의 깊이는 0.8배 이상, 스트레이너 하단으로부터 흡수정 바닥까지의 깊이는 0.5배 이상으로 하여야 한다.

5. 흡입관과 흡수정 벽체 사이의 거리는 관경의 15배 이상 두어야 한다.

6. 인접한 흡입관간의 거리는 동일 구경일 때에는 관경의 3배 이상, 상이할 때에는 큰 구경의 3배 이상 두어야 한다.

7. 유속은 15m/초 이하로 하는 것이 경제적이다.

【해 설】

펌프의 흡입관은 시공의 잘 잘못에 따라 양수능력을 좌우하는 일이 있기 때문에 다음 각항에 따라야 한다.

1. 2대 이상의 펌프에 공통흡입관을 설치하면 흡입관내 압력이 부압이 되는 경우 흡입관로의 연결부에서 공기가 흡입되어 양수 불능상태가 되기 쉽다.

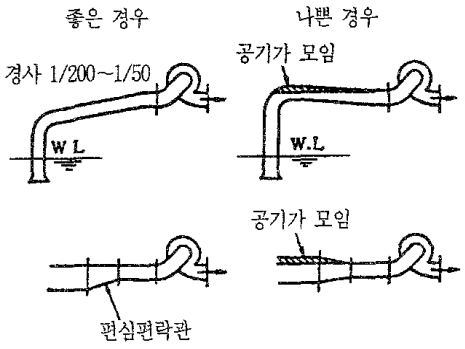
따라서 반드시 펌프 1대에 흡입관 1본을 설치하여야 한다 그러나 가압펌프 혹은 흡수정의 저수위가 펌프의 중심보다 높아 펌프에 정압(正壓)이 작용할 때에는 공통흡입관을 사용하여도 무방하다.

2 펌프를 기동할 때 공기를 쉽게 배제하기 위함과 아울러 흡입관의 손실수두를 적게 하기 위하여 흡입관은 수직으로 설치하는 것이 바람직하다. 그러나 부득이하여 수평으로 설치할 때에는 가급적 수평길이를 짧게 하고 펌프를 향해 상향경사를 둘 필요가 있다

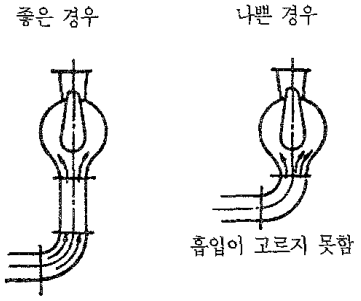
3. 흡입관은 플랜지 접합으로 하고 연결부에서 절대로 공기가 흡입되지 않게 함과 동시에 흡입관 중에는 공기가 채이는 곳이 없게 해야 한다(그림 7 21 참조)

4. 펌프운전시 흡입관이 저수면 이하로 어느 정도 잠기지 않으면 저수위가 되었을 때 공기가 흡입되어 양수가 되지 않으며 또한 흡입관단으로부터 흡수정 저면까지의 깊이가 얕으면 토사 등을 빨아 올려 펌프에 손상을 준다.

5. 흡입관과 흡수정의 벽면 및 인접한 흡입관 상호간의 거리가 너무 가까우면 펌프흡입작용에 와류(vortex)가 생겨 공기를 흡입하여 양수



(A) 관내의 공기 모임(trap)



(B) 양흡입펌프에 설치한 곡관

<그림 7.21> 펌프 흡입관

상태가 불량해진다. 그리고 흡입관경이 소구경일 때는 상기한 규정에 불구하고 흡수정내에서 작업이 가능한 간격을 유지하여야 한다.

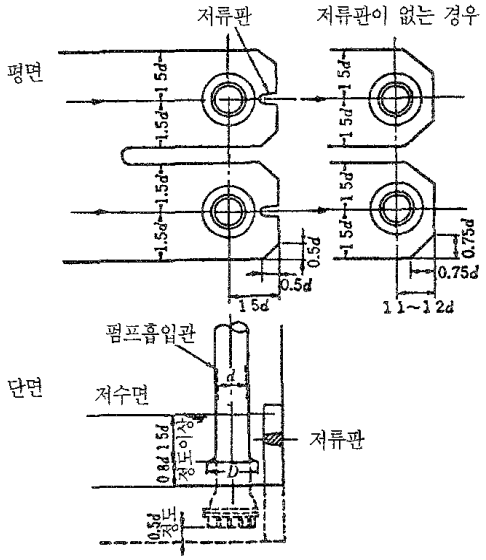
1.12 펌프정(흡수정)

1. 흡수정은 펌프를 거치하는 위치의 바로 밑에 축조하여야 하고 부득이한 경우라도 되도록 근거리에 설치하여야 한다.
2. 흡수정은 수류가 난류와 와류 등을 일으키지 않는 구조로 하여야 한다.
3. 흡수정에는 청소를 위하여 적당한 곳에 맨홀 및 배출수조를 두어야 한다.

【해 설】

1. 흡수정(吸水井)을 펌프 거치(据置) 위치 바로 밑에 축조하면 흡입관의 손실수두가 최소가 되어 좋으나 부득이한 경우에도 가급적 가까운 거리에 축조하여 손실수두를 줄일 필요가 있다. 펌프를 2대 이상 설치할 경우 흡수정내를 적당히 분할하면 유지관리가 편리하다

2. 흡수정은 그 구조, 형상, 크기, 유수로(流水路)와의 연결이 적당하지 않으면 흡수정내의 유동이 난류가 되고 공기가 혼입되어 펌프운전상태가 불안전하여지거나 펌프가 소정 성능을 발휘하지 못한다. 또 흡수정내의 유심(流心)이 한쪽으로 치우치지 않게 하고 2대 이상의 펌프를 설치할 때에는 각 펌프의 흡입조건이 균등하도록 하여야 한다. 흡수정내의 유심이 치우치는 것과 난류를 막기 위하여도 흡수정내에 정류벽이나 저류벽을 설치하면 효과적이다(그림 7.22 참조).



<그림 7.22> 흡수정의 크기와 구조

그리고 대형 저양정펌프에서는 모형실험을 하여 흡수정의 크기와 형상을 결정하는 것이 좋다.

3. 흡수정의 맨홀 크기는 내경 600mm 이상으로 하여 사람의 출입과 풋밸브(foot valve) 등 흡수정내에 필요한 설비를 하는데 지장이 없어야 한다 또한 흡수정에는 정(井)내의 압력과 대기압에 충분히 견딜 수 있는 환기공을 두어야 한다.

1.13 기초

펌프의 기초는 원동기의 기초와 일체로 된 콘크리트 구조로 하고 다음 각항에 적합하여야 한다.

1. 펌프의 기초는 하중에 대하여 충분한 강도를 가져야 한다.

2. 펌프의 기초는 그 진동을 막는데 충분한 중량을 가져야 한다.

【해 설】

펌프와 원동기의 기초를 분리하면 약간의 지반침하에도 펌프와 원동기의 축이 어긋나기 때문에 반드시 일체(一體)의 기초로 하여야 한다.

1 흡수정 위에 펌프를 설치할 때에는 하부구조 전체의 강성이 충분하도록 하여야 하고 펌프기초 부분은 필요한 크기와 두께를 유지하여야 한다. 독립된 기초일 때에는 근처에 위치할 흡수정 등 구조물의 축조를 위한 굴반으로 기초지반의 침하가 없게 하여야 한다. 그리고 지반의 지지력이 충분하지 못할 때에는 기초개량 혹은 말뚝박기 기초로 하여 충분한 지지력을 갖게 하여야 한다

2. 독립된 기초로 할 때에는 기초에 걸리는 하중을 전동기 사용시에는 기계중량의 3배 이상으로 하고 내연기관 사용시는 기계중량의 4배 이상으로 한다. 부득이하여 콘크리트 이외의 기초를 할 때에는 진동을 억제하는 충분한 강성을 갖게 하여야 한다.

1.14 펌프용 밸브

펌프용 밸브는 다음 각항에 따라야 한다.

1. 펌프에 물을 빨아 올리는 진공펌프가 없고 정압수두가 아닌 경우는 흡입관에 풋밸브를 설치하여야 한다

2 정압수두의 펌프에서는 펌프흡입측 혹은 흡입관 중간에 차단용 밸브를 설치하여야 한다.

3. 펌프의 토출측 혹은 토출관로 도중에는 반드시 차단용 밸브를 설치해야 한다. 토출관 밸브로 토출량을 조절할 경우는 유량조절용 밸브를 설치하여야 한다.

4. 토출관측 밸브에는 개도지시계를 설치하여야 한다.

5. 펌프가 정지했을 때 토출관측의 물이 역류할 위험성이 있는 펌프토출구 혹은 토출관로 도중에는 체크밸브를 설치하여야 한다.

【해 설】

펌프용 밸브는 전개(全開)시에 흐름에 대한 저항이 적어야 한다. 펌프의 진동 및 수격작용에 대하여 충분한 강도를 가지고 있고 높은 빈도로 개폐작동을 하더라도 그 작동이 확실하며 전폐(全閉)시의 수밀성이 양호하여야 한다.

1. 흡입관의 구경이 350mm 이상일 때에는 별도로 물을 빨아 올리는 진공펌프를 설치하고 풋밸브를 설치하지 않는 것이 좋다.

고형물을 흡입할 염려가 있는 풋밸브는 스트레이너를 붙여야 하며 스트레이너 개구(開口) 유효단면적은 풋밸브 통수 단면적의 35배 이상이 좋다.

2. 정압수두의 펌프에서는 펌프가 항상 만수상태이기 때문에 펌프의 운전을 장기간 정지하거나 펌프를 분해할 때에 대비하여 차단용 밸브가 필요하다

이 밸브는 펌프운전시는 물론 단시간 운전정지시는 전개하여 놓기 때문에 수동식 밸브를 붙이는 것이 보통이다.

단, 펌프정지시는 정압수두이나 펌프운전시는 부압이 될 경우 이 밸브의 키(key) 관통부로부터 공기가 흡입되지 않도록 충분히 밀봉되어야 한다.

3 펌프 토출관측에 설치하는 차단용 밸브는 일반적으로 슬루스밸브를 사용하며 구경 400mm까지는 수동형으로 하고 그 이상은 동력개폐형이 좋다. 구경이 작더라도 펌프의 체절양

정이 높을 때 또는 펌프의 기동과 정지시 토출측 밸브를 자동적으로 운전할 때에는 동력개폐식 밸브라야 한다. 동력개폐식 밸브는 전동식 및 압력식이 있으며 압력개폐장치는 수압식 또는 유압식의 피스톤형으로 한다. 전폐와 전개 이외에 토출량을 조절할 필요가 있을 때에는 슬루스밸브보다는 로터리밸브 또는 버터플라이 밸브가 좋다.

4. 펌프 토출측 밸브의 개폐도는 펌프운전상태를 좌우하기 때문에 개폐도지시계가 필요하다. 개폐도는 슬루스밸브일 때에는 밸브의 리프트(lift) 또는 전개시의 리프트에 대한 비율로 표시하고 로터리밸브 및 버터플라이밸브는 밸브의 회전각도 혹은 전개시의 각도 비율로써 표시한다.

5. 역류방지용 밸브는 통상 체크밸브를 사용하고 이에는 완폐식과 급폐식이 있으며 또한 차단용 밸브에 역류방지의 기능을 갖게 할 수도 있으므로 토출관로의 상태에 따라 최적의 방법을 써야 한다. 저양정의 대형펌프계에서 관로가 짧은 경우는 관로 토출 말단에 역류방지용 밸브를 설치하면 유효하다.

1.15 펌프의 부속설비 및 보조설비

펌프 부속설비 및 보조설비는 다음 각항에 의하여야 한다.

1. 풋밸브를 설치하지 않은 펌프에서 물을 빨아 올릴 필요가 있을 때에는 알맞는 진공펌프를 설치하여야 한다

진공펌프의 용량은 기동 후 3분 정도로 펌프에 만수시킬 수 있는 용량이어야 한다.

2. 펌프의 흡입측 및 토출측에는 진공계(또는 연성계) 및 압력계를 부착하여야 한다.

3 펌프장에는 원칙적으로 펌프흡입수면 및 토출수면의 수위를 알 수 있는 장치를 설치하여야 한다.

4. 비교적 큰 펌프를 설치할 때에는 크레인을 설치하는 것을 표준으로 한다

5. 필요에 따라 축봉용, 냉각용, 윤활용 등의 급수설비를 갖추어야 한다.

6. 펌프실내에서 물을 자연배출할 수 없을 때에는 배출펌프를 설치하여야 한다.

7. 펌프장의 사무실은 운전실과 분리하여 펌프장의 소음으로 인하여 업무에 지장을 주거나 건강에 해를 끼치는 일이 없도록 하여야 하며 필요에 따라서는 방음장치를 설치하여야 한다. 또 펌프의 무인운전이 가능하도록 하는 것이 바람직하다.

【해 설】

1. 펌프의 흡입측이 정압수두일 때 입축펌프에서 임펠러가 항상 물 속에 잠길 때와 자동급수펌프에서는 물을 빨아 올리는 장치가 불필요하나 이들 외에 풋밸브를 붙이지 않는 펌프에서는 물을 빨아 올리기 위하여 진공펌프가 필요하다. 진공펌프는 중요한 설비이므로 반드시 예비를 두어야 한다.

진공펌프의 용량은 기동 후 3분 정도로 주펌프에 만수되게끔 하여야 한다. 진공펌프 중 가장 많이 쓰이는 형식이 수봉식(水封式)으로서 항상 펌프 본체내에 적당량의 물이 들어 있어야 되므로 진공펌프 최초의 수봉용 및 운전 도중의 보충용수를 공급하기 위하여 보충수 탱크가 필요하다.

그리고 주펌프로 양수하는 물 속에 슬러지나 모래 등을 포함할 때에는 이들이 진공펌프내에 들어가는 것을 막기 위하여 진공탱크를 설치하는 것이 바람직하다

2 및 3. 펌프의 운전상태를 알기 위하여 펌프의 토출구측에 압력계, 펌프의 흡입구측에 진공계(또는 연성계)를 관측이 용이한 곳에 부착하여야 한다.

그리고 펌프의 운전조작을 안전하게 하기 위하여 펌프의 흡입수면과 토출수면을 알리는 수위지시계 및 기타 장치를 설치하여야 하며 필

요에 따라 이들을 연동(連動)하여 펌프감시실 등 필요한 곳에 경보장치를 설치하는 것이 바람직하다.

4. 구경 400mm 이상의 펌프를 2대 이상 설치할 경우 혹은 1대를 설치할 때라도 분해하중이 3톤 이상일 때에는 천정크레인을 설치하는 것이 바람직하고 천정형 크레인은 그 가동속도가 고속형, 중속형, 저속형 등 3개 종류가 있으나 펌프장에서는 저속형이 좋다.

5. 펌프 축봉용수 혹은 펌프 및 전동기 베어링 등의 냉각용수는 보통 펌프 자체가 양수한 물을 사용한다.

그러나 펌프로 양수한 물이 슬러지나 모래 등을 포함할 때나 저양정펌프로서 양정이 극히 낮아서 자체 양수한 물을 이용하는 것이 불가능할 때 혹은 물로 윤활하는 수중베어링을 사용할 때에는 별도로 적당한 압력의 급수원이 필요하므로 적당한 압력의 수돗물이 있으면 이를 이용하고 없을 때에는 보조 급수원을 설치하여야 한다.

6. 펌프실의 바닥면이 지반면보다 낮아서 물을 자연배출할 수 없을 때에는 펌프실의 일부에 배출수조를 설치하고 배출펌프로 강제배출하여야 한다

제2절 펌프의 제어

2.1 자동운전용 기기

펌프의 기동 및 정지를 자동화하거나 원격 조작할 경우는 펌프의 형식과 설치상태에 따라 펌프기동용 흡수, 원동기의 기동, 토출측 밸브의 개폐 등 일련의 공정을 자동적으로 진행시키기 위하여 다음 각항중 필요한 장치를 설치하여야 한다

1. 펌프가 만수된 것을 알기 위한 만수검지장치를 설치하여야 한다.

2. 펌프의 토출압력을 알기 위한 압력검지장치를 설치하여야 한다.

3. 축봉수, 냉각수, 윤활수의 흐름을 알기 위한 유수검지장치를 설치하여야 한다.

4. 기동용 흡수, 축봉, 냉각, 윤활용의 소배관 도중의 필요한 개소에 전자밸브 등을 설치하여야 한다

5 토출측에는 리밋스위치 등 안전장치를 설치하여야 한다.

6 온도와 습도에 민감한 기기가 설치되었을 때는 온도와 습도의 조절장치를 설치하는 것이 바람직하다.

【해 설】

펌프의 기동과 정지를 자동적으로 혹은 원격조작할 경우는 펌프의 형식 및 설치방법에 따라 상이하나 펌프의 기동용 흡수, 원동기의 기동 및 정지, 토출측 밸브의 개폐 등 일련의 공정을 자동적으로 원활하게 이루어지게 하기 위하여 필요한 장치를 설치하여야 한다.

자동적인 기동과 정지의 한 예로서 보편적인 권선형 유도전동기 직결의 횡축 원심펌프에서 진공펌프로 펌프를 만수시키는 경우를 설명하면 다음과 같다(그림 7.23 참조).

주조작 스위치를 기동쪽으로 조작하거나 혹은 다른 기동지령에 의해 다음 공정이 순차적으로 진행된다

① 펌프의 축봉수용 전자밸브(solenoid valve)가 열린다. 펌프 및 전동기의 냉각수용 전자밸브가 열린다

② 물을 뽑아 올리는 전자밸브가 열린다.

③ 진공펌프가 기동한다

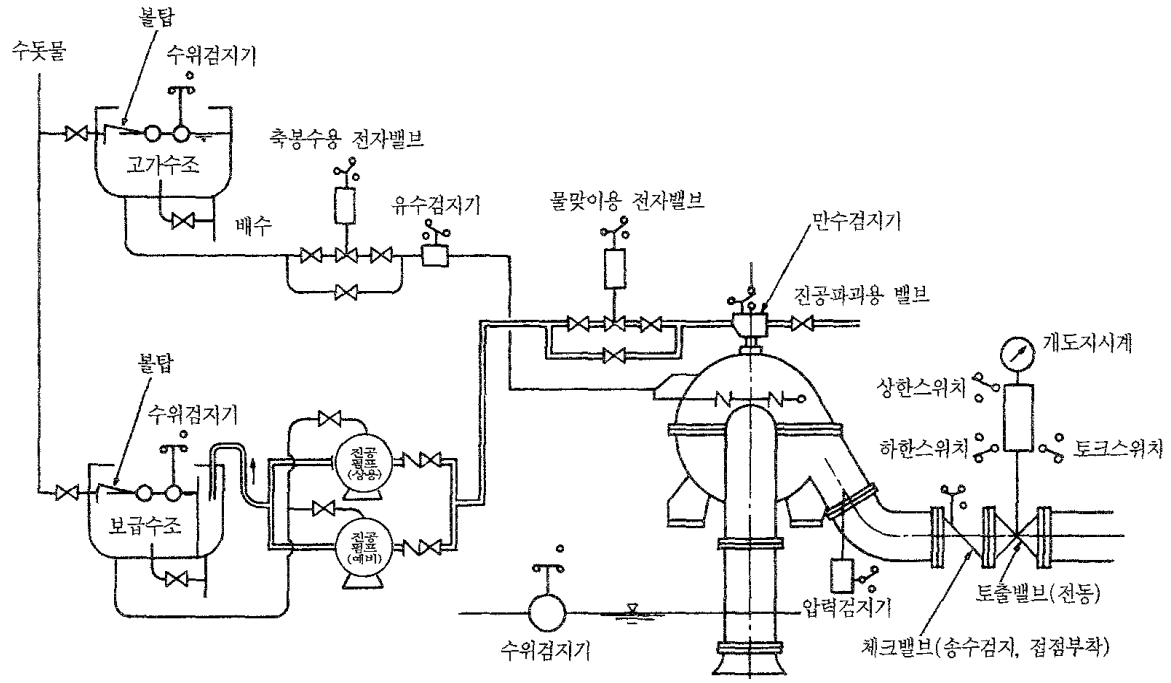
④ 만수검지기가 가동(on)을 지시한다.

⑤ 주전동기의 차단기 투입(펌프기동개시)

⑥ 주전동기의 2차저항이 점차 감소되어 최종적으로 단락되고 브러시를 끌어 올린다.

⑦ 펌프의 토출측 압력검지기가 온(on)이 된다(토출측 압력 정상확인-시한장치 작동개시).

⑧ 진공펌프 정지



<그림 7.23> 횡축 볼류트펌프의 자동운전

⑨ 기동용 흡수 전자밸브가 닫힌다.

⑩ 토출측 밸브가 열리기 시작한다.

⑪ 토출측 밸브가 서서히 열린다.

⑫ 체크밸브의 송수검지기가 접점된다(송수개시확인-시한장치 작동완료).

단, 흡입수면보다 낮은 위치에 펌프를 설치했을 경우나 입축펌프와 같이 펌프가 항상 만수되어 있을 때에는 물을 뽑아 올리는 과정은 불필요하다 또 원격조작의 경우에는 토출구측 밸브의 개폐를 상기 일련의 공정으로부터 분리하여 수행할 수도 있다.

풋밸브의 경우에는 급수탱크에서 급수하고 탱크의 수위에 의해 만수를 검지(檢知)하는 경우가 많다.

펌프의 정지는 주조작스위치를 정지측으로 넣거나 또는 다른 정지 지령에 의해 순차적으로 한다.

① 토출측 밸브가 닫히기 시작한다.

② 토출측 밸브 전폐(全閉)

③ 주전동기의 차단기가 끊어진다.

④ 주전동기의 2차저항 및 브러시(brush)가 기동위치에 복귀한다.

농형유도전동기의 경우는 전전압(全電壓) 기동과 기동장치에 의한 기동이 있으나 각각 기동방식에 적합한 기동순서대로 하여야 한다.

그리고 디이젤기관의 경우는 전기기동과 공기기동이 있으나 후자의 경우는 기동용 공기배출관의 전자밸브를 개폐하여 기동하고 회전수의 상승이 확인된 후 공기의 공급을 중지하여야 한다. 최근에는 입축사류펌프가 점차 사용되어 가고 있다. 입축사류펌프는 통상적으로 물로 윤활하는 수중베어링을 사용하기 때문에 수중베어링에 급수되는 것을 확인하는데 중점을 두어야 한다. 그외에는 물을 빨아 올릴 필요가 없고 기동공정이 간단하기 때문에 자동운전에 적합하다.

이상 자동운전의 예를 들었으나 이들의 목적을 달성하기 위하여는 다음 1~5내에서 그 설비에 적합한 것을 선택하면 된다.

1. 펌프 케이싱내가 만수된 것을 검지하고 펌프의 기동공정을 진행시키기 위하여 만수검지장치를 붙여야 한다. 만수검지장치는 플로트(부

자)식과 전극식이 많이 사용된다.

2. 펌프가 기동중 토출압력이 정규압력에 달한 것을 확인하고 토출측 밸브가 열리는 지령을 발신하기 위하여 압력검지장치를 설치한다. 그리고 압력검지장치는 펌프운전중 토출압력 혹은 베어링 냉각수, 축봉수 등의 급수압력이 이상적으로 저하된 것을 검지하고 경보 혹은 고장표시를 하는 보호장치로도 사용된다.

3. 펌프가 기동중 축봉수와 냉각수 및 수중베어링의 윤활수가 흐르고 있는 것을 검지하여 펌프의 기동공정을 진행하기 위하여 유수검지기(流水檢知機)를 설치하여야 한다. 유수검지기는 펌프운전중 윤활수, 냉각수, 축봉수 등이 단수되었을 때 경보 혹은 고장을 표시하는 보호장치로 이용된다.

4. 기동용 흡수, 축봉, 냉각, 윤활용 등의 작은 배관 도중의 밸브를 전기에 의하여 개폐하기 위하여는 전자밸브(solenoid valve)를 사용한다.

5. 토출측 밸브를 전개, 전폐 혹은 소정의 개도에서 밸브를 정지시키기 위하여 리밋스위치(limit switch)를 설치하여야 한다.

전동밸브의 경우는 밸브에 이물질이 끼었을 때의 보호장치로서 토크 스위치(torque switch)를 사용하여 밸브조작용 전동기의 스위치를 끊게끔 하여야 한다. 그리고 전동밸브를 수동으로 조작할 때에는 전동조작이 되지 않게 하여 조작원의 안전을 기하여야 한다.

2.2 유량제어

> 유량제어(혹은 조절)는 그 목적에 따라 펌프의 대수, 회전수 혹은 밸브의 개도중 하나를 적절히 제어하거나 혹은 이들의 조절을 병용하여 수행한다.

【해 설】

펌프의 제어는 그 목적에 따라 수위제어, 수압제어, 유량제어 및 동력제어로 분류된다. 이들의 목적을 달성하기 위한 방법은 모두 유량제어에 따른다. 유량제어의 방법으로서는 펌프의 운전대수조절, 밸브개도조절, 회전수조절 등이 있다. 특수한 경우는 가동익 축류펌프의 각도를 변경하여 토출량을 조절할 때가 있다.

1. 운전대수 조절

운전대수의 변경에 의한 조절은 가장 간단한 방법이나 유량변화가 단계적으로 되고 흡입 혹은 토출수면의 수위가 연동하여 운전대수를 조절하는 자동운전에서는 수위의 변동이 심하면 기동 및 정지가 몇번씩 반복되는 헌팅(hunting) 현상이 발생하여 전동기의 과열과 밸브 및 기동기의 소모가 심하고 기기의 수명이 극히 단축되기 때문에 계획시 주의하여야 한다.

2. 밸브개도 조절

밸브는 구조 및 특성으로 볼 때 차단용과 유량조절용으로 구분된다. 밸브의 개도조절용은 유량조절용을 선정하여야 한다. 밸브의 개도조절은 간단하기 때문에 보통 운전대수조절과 병용(併用)할 때가 가장 많다

3. 회전수 조절

회전수에 의한 유량조절은 종래 그리 많이 사용되지 않았으나 근래에는 펌프가 대형화되고 배수지의 수위나 배수관 말단의 수압을 조절하기 위하여 유량을 자동적으로 조절하는 방법이 성행해가고 있으며 밸브의 개도조절보다는 회전수 변경에 의한 유량조절이 우수하고 동력비도 절감된다.

회전수 조절은 유체이음(fluid coupling)과 같이 동력전달장치에 의한 것과 전동기의 회전수를 직접 조절하는 방법이 있다. 전동기 회전수 조절법으로 농형유도전동기에서는 극수변환법, 주파수변환법 등이 있으며 권선형유도전동기에서는 2차저항제어법과 2차전력을 전기적으로 회수하는 셀비우스방식이 있으나 최근에는 대용량펌프에서도 주파수변환에 의한 속도조절방법을 많이 사용하는 추세이다. 유체이음의 경우 미끄럼(slip)이 발생하고 2차저항에 의한 방법은 2차저항기의 발열로 인한 손실이 있다.

이상의 방법 중 어떠한 방법을 선정할 것인

가는 설비의 내용, 속도조절범위, 설비비, 운전비, 유지보수비 등 기술적인 면, 경제적인 면, 취급의 난이도 등을 충분히 검토하여 결정하여야 한다.

2.3 보호장치

펌프운전중 발생하는 이상을 발견하여 그 정도에 따라 운전정지, 경고 혹은 고장을 표시하는데 필요한 보호장치를 하여야 한다.

【해 설】

펌프 기동중 혹은 운전중 발생하는 이상을 되도록이면 빨리 발견하여 감시실 등 필요한 곳에 경보 혹은 고장을 알리기 위하여 충분한 보호장치를 하여야 한다 펌프의 기동이나 운전중의 이상은 다음과 같은 것들이 있으나 이들을 전부 나타낼 필요는 없고 펌프의 형식, 운전방식, 사용조건에 따라 설비에 적합한 것을 선택하면 된다.

① 주전동기 및 보조전동기의 과부하
② 토출유량의 감소
③ 펌프 토출압력의 이상 저하
④ 토출수위 및 흡입수위의 이상 상승 혹은 저하
⑤ 토출측 관로에서의 압력의 이상 저하
⑥ 베어링의 과열
⑦ 베어링, 기타 냉각수 및 윤활유의 과소
⑧ 축봉수의 과소
⑨ 보급수조 수위의 이상
⑩ 기동의 어려움

상기한 바와 같은 이상을 검출하는 기기로서 압력스위치, 유수검지기, 수위검지기, 온도계전기, 과전류계전기 등을 사용한다.

상기 외에 필요에 따라 기동공정에 있어서 정해진 조건을 만족시키지 못할 경우 다음 공정으로 옮겨가지 못하게끔 연동장치를 설치하거나 혹은 조작반에는 펌프 비상정지용 조작스위치를 설치하여야 한다

고장이 발생하면 그 중요도에 따라 중고장(重故障) 및 경고장(輕故障)으로 나누고 중고장에 대하여는 펌프를 정지시키고 경고장에 대하여는 경보 혹은 고장 표시를 한다

제3절 전동기

3.1 종류

전동기는 3상 유도전동기를 표준으로 하여야 한다.

【해 설】

전동기의 종류는 여러 가지가 있으나 이 중에서 3상 유도전동기는 구조가 간단하고 운전, 보수가 용이한 이점이 있고 가장 일반적으로 사용되는 것이기 때문에 상수도용 전동기도 이를 표준으로 한다.

3상 유도전동기는 저압3상 유도전동기와 고압3상 유도전동기로서 다음과 같이 분류한다

3상 유도전동기는 회전자의 구조에 따라 농형, 특수농형 및 권선형이 있다.

농형(특수농형 포함)의 회전자는 도체가 바구니(籠)와 같은 형상을 한 것으로서 도체는 절연을 거의 하지 않았다. 권선형의 회전자는 절연된 3상권선과 슬립링(slip ring)으로 되어 있다.

특수농형 1종은 주로 전류를 제한하며 특수농형 2종은 주로 토크(torque)를 크게 하기 위하여 회전자를 특수구조로 한 것이다.

정격전압 . 저압 110V, 200V, 220V, 380V,
고압 3,300V, 6,600V

정격출력 : 전동기의 정격출력은 정격전압 및 정격주파수에 있어서 전동기 축에 연속적으로 발생하는 출력을 말하며 정격출력은 킬로와트(kW)로 표시하고 200kW 이하는 표 7.11을 표준으로 한다. 단, 용량이 75~110kW 정도인 전동기는 국내 제작업체에서 저압, 고압으로 모두 생산하고 있으므로 구내 배전전압에 따라 선택, 사용할 수도 있다.

<표 7.11> 정격출력의 표준

구분	저압	고압
kW	0.1, 0 2, 0.4, 0.75, 1 1, 1 5, 2.2, 3.7, 5.5, 7.5, 11, 15, 18.5, 22, 30, 37, 45, 55, 75	75, 90, 110, 132, 150, 160, 185, 200

3.2 형식

전동기 형식은 설치장소 및 주파수의 상황에 따라 표 7 12를 표준으로 하여야 한다

【해 설】

전동기 외피의 형상과 통풍방식 및 보호방식은 부하의 종류와 설치장소의 상황에 따라 정하여야 한다. 표 7 12는 설치장소의 상태에 적합한 형식의 표준을 제시한 것이다. 설치장소의 주위환경 및 근무자의 노동환경상 소음방지가 필요한 경우에는 전동기에 소음방지시설을 붙이고 특히 저소음의 전동기가 필요한 때에는 물 혹은 가스를 사용하는 냉각방식을 채택하여 전동기의 내부 발생음이 외부로 새어나오는 것을 최소한으로 줄인다.

1 수중모터펌프의 전동기는 펌프의 외경, 접속배관, 사용전압 등 여러 가지 제약을 받기 때문에 그 형상과 구조 등 일정한 기준을 정해서 제작하여야 하며 그 선정에 신중을 기하여야 한다

<표 7.12> 전동기의 형식

설치장소의 상황	형식
건조한 장소	보호형
물에 잠길 염려가 있는 장소	수중형
물이 들어올 염려가 없고 습기가 많은 장소	방수형
부식성 가스가 스며드는 장소	방식형
옥외에 설치할 경우	옥외형
폭발성 위험이 있는 장소	방폭형

2. 회전수를 조절할 경우에 있어 부하회전수를 조절하는데는 전동기의 회전수를 조절하는 방법과 펌프의 회전수를 조절하는 방법이 있다.

1) 전동기의 회전수를 조절하는데는 상수도시설에 적합한 것으로 하여야 하며 다음과 같은 방법이 있다.

(1) 극수 변환법

전동기 고정자의 권선을 바꾸어 극수를 변경함으로써 회전수를 변화시킨다. 그렇기 때문에 회전수는 2단계 변화가 되고 그 이상의 변화는 기대하기 어렵다

(2) 2차 저항법

권선형 유도전동기의 회전자 슬립링을 통하여 저항을 걸어 이 저항장치를 변화시킴으로써 회전수를 조절한다. 전동기의 슬립(slip)손실은 열이 되어 저항기에서 발산되고 단위용량당 손실은 크나 동기속도의 90~70% 범위의 회전수 조절은 간단하고 비교적 값이 싸다.

(3) 주파수 조절법(VVVF)

인버터에 의해 전동기에 가해지는 전압과 주파수를 변화시켜 회전수를 조절하는 방식으로 최근에는 저압은 물론 고압의 대용량 전동기에도 널리 사용되고 있으며 회전수 조절범위가 넓다

(4) 셀비우스법

권선형 유도전동기에서 2차전력을 1차측으로 환원시켜 회전수를 조절하는 방식으로 1,500kW 이상 대용량 전동기에 주로 사용된다.

2) 동력전달장치의 회전수를 조절하는 방법

(1) 유체이음을 사용하는 방법

전동기의 회전력을 이음내의 기름에 의하여 부하에 전달하는 방법으로서 이음안의 유량(油量)을 변경함으로써 부하의 회전수를 조절할 수 있다 이 방법에 의하면 전동기의 동기회전속도에 대해 95~20% 범위에서 무단변속(無段變速)이 가능하다. 그러나 전속(全速)일 때 부하측에 나타나는 슬립이 크다

(2) 전자밸브를 사용하는 방법

전동기의 회전력을 이음에 있는 전자력에 의

해 부하를 전달하는 것으로서 이음의 발생전류를 증감함으로써 부하의 회전수를 조절하는 것이다. 이 방법의 특징은 유체이음방법과 같다.

3.3 기동장치

전동기에는 전전압 기동 외에 표 7.13의 기동장치중 가장 적합한 것을 설치하여야 한다.

【해 설】

3상 유도전동기의 기동특성은 마치 변압기의 2차축을 단락(短絡)했을 때와 같은 상태로 기동시에 과대 기동전류(전부하의 500~800%)가 흘러 공급전선로의 전압강하가 발생하여 여러 가지 장해가 생긴다. 따라서 기동전류를 제한하기 위하여 표 7.13의 기동장치를 설치하여야 한다. 단 보통농형의 3.7kW 이하와 특수농형의 7.5 kW 이하의 전동기는 소용량으로서 각각 기동장치는 필요치 않다.

<표 7.13> 기동장치

전동기 종별	기동장치
농형 유도전동기	1) 스타델타(Y-⊿) 2) 기동보상기 3) 리액터(reactor) 4) 소프트 스타터
권선형 유도전동기	기동저항기

1. 농형 유도전동기의 기동

스타-델타(Y-⊿) 기동방식은 전동기의 고정자 권선을 기동시 스타에 접속함으로써 전동기 단자에 걸리는 전압을 정격보다 낮게(약 57.7 %)하여 기동전류를 감소시키고 회전수가 충분히 상승하면 델타로 바꾸어 정격전압으로 정규운전을 하는 것이다.

기동보상기 및 리액터에 의한 기동방식은 전동기의 단자에 걸리는 전압을 기동시에 기동장치 혹은 리액터에 접속함으로써 정격전압보다 낮은 전압으로 하여 기동전류를 작게 하는 것이다.

회전수가 충분히 상승하면 기동보상기 혹은 리액터로부터 회로를 분리시키거나 단락시켜 전동기 단자에 정격전압으로 운전시키는 것이다.

소프트스타터(soft starter)는 전력전자장치에 의해 기동시 인가전압을 서서히 증가시키는 방식으로 저압 전동기에 주로 사용되어 왔으며 최근에는 고압의 대용량 전동기에도 적용하고 있으나 비용이 많이 들고 유지보수가 어렵다.

2. 권선형 유도전동기의 기동

권선형 유도전동기의 회전자 권선에 저항을 접속시켜서 기동할 경우 어느 범위내에서 기동전류를 적게 함과 동시에 기동 토크를 비교적 크게 하는 성질을 이용한 것인데 이 방식에서 회전자 권선을 슬립링 및 브러시(brush)를 거쳐 외부저항기와 접촉하여 이 저항기의 저항치를 감소시켜감으로써 기동으로부터 운전속도까지 가속할 수 있다

이 기동방식은 펌프와 같이 기동 토크가 전부하 토크를 초과하지 않는 부하를 기동할 때에는 기동전류를 전부하 전류치나 그 이하로 제한할 수 있다.

그리고 기동 토크가 큰 부하를 기동하려면 이 방법이 가장 적합하다.

3.4 보호장치

1. 전동기에는 적정 용량의 과전류 차단기, 과부하 보호장치 및 저전압 검출장치를 반드시 설치하여야 한다.
2. 전동기의 개폐기와 기동장치 및 2차측 단락장치의 상호간에 잘못된 조작을 방지하기 위한 연동장치를 설치하여야 한다.

【해 설】

1. 전동기가 과전류 및 과부하에 의하여 타는 것과 정전 후의 재송전에 의한 위험을 방지하

기 위하여 배전반과 기동반에는 반드시 과전류나 과부하 및 저전압시 부하설비 보호를 위한 차단장치를 설치하여야 한다.

1) 저압 전동기의 경우

과부하 보호장치가 붙은 전자개폐기를 설치하여야 하는데 이것은 과전류 보호와 동시에 저전압 차단기의 역할을 수행한다. 과전류 보호장치로는 열팽창식(thermal relay)이 많이 사용되어 왔으나 최근에는 전자식이 주로 사용된다. 전자식은 과전류뿐만 아니라 결상 및 역상 저전압을 동시에 보호할 수 있다.

차단기를 설치할 경우는 과전류트립, 부족전압트립 등 전기적 트립장치를 설치하여야 한다.

2) 고압 전동기의 경우

과전류 계전기, 지락보호 계전기, 부족전압 계전기 등이 붙은 용량이 충분한 차단기를 설치하여야 한다.

2. 보호계전기는 유도원판형이 주로 사용되었으나 최근에는 전자식의 정지형이 많이 사용되고 있으며 하나의 계전기로 과부하, 역상, 결상 등을 종합적으로 보호할 수 있다.

제4절 내연기관

4.1 내연기관의 분류

펌프의 예비동력 혹은 예비발전기의 구동용 내연기관은 4사이클 디이젤기관을 표준으로 한다.

【해 설】

1. 내연기관은 일반적으로 작동사이클, 착화방식, 사용연료. 실린더배열, 연소실형식, 냉각방식 등에 따라 여러 가지로 분류되나 펌프 및 발전기의 구동용 내연기관으로는 4사이클 디이젤기관이 가장 많이 사용된다.

1) 작동사이클에 따른 분류

작동사이클에 따라서는 크랭크축 2회전에 1사이클을 마치는 4행정 사이클기관과 크랭크축 1회전에 1사이클을 마치는 2행정 사이클기관이 있다

2) 점화방식에 따른 분류

(1) 전기점화기관

기화기 또는 연료분사밸브에 의하여 연료와 공기를 일정한 비율로써 혼합하여 실린더내로 흡입하고 압축행정말 부근에서 전기불꽃에 의하여 점화연소시키는 방식이다.

(2) 압축착화기관

공기만을 흡입하여 압축한 다음 고온의 공기중에 연료를 분사하여 자연착화에 의하여 연소시키는 기관으로서 디이젤기관은 이 형식에 속한다.

3) 연료에 따른 분류

사용하는 연료에 따라서는 가솔린기관, 등유기관, 디이젤기관 등이 있으며 가솔린기관과 디이젤기관을 비교하면 표 7.14와 같다

<표 7.14> 가솔린기관과 디이젤기관의 비교

	가솔린기관	디이젤기관
장점	① 시동이 용이하다 ② 연소최고압력이 낮으므로 기관이 경량이며 가격이 저렴하다 ③ 연료의 착화성이 좋으며 최고사용 회전속도가 높다.	① 사용연료의 인화성이 가솔린보다 작으므로 화재의 위험성이 적다 ② 연료소비율이 작고 연료비가 적게 든다. ③ 토크변동이 작다.
단점	① 연료소비율이 높고 사용연료의 가격이 비싸다 ② 인화성이 크므로 취급시 주의가 필요하다. ③ 노크가 발생하므로 실린더 지름을 크게 할 수 없다.	① 시동시 예열플러그나 시동보조장치가 필요하다 ② 연료의 착화성이 나쁘고 사용회전 속도범위가 좁다.

4) 실린더배열에 따른 분류

실린더의 배열방식에 따라 직렬형, 대향형, V형, H형, W형, 성형(星形) 등이 있다.

5) 연소실형식에 따른 분류

(1) 직접분사식

실린더헤드와 피스톤헤드 사이의 단일연소실을 형성한 방식의 것으로서 연료소비율이 작고 시동성이 양호하다. 연소압력이 높으므로 진동, 소음이 크다.

(2) 예연소실식

주연소실과 예연소실로 나뉘며 연료는 예연소실내로 분사되며 그 일부가 연소하여 압력을 상승시켜서 나머지 연료를 주연소실내의 새로운 공기중에 분출시켜 완전연소시키는 방식이다 이 방식은 진동, 소음이 작고 배기가스중에 질소산화물이 적은 이점이 있다.

(3) 와류실식

실린더헤드에 와류실을 갖는 것으로 와류에 의하여 연소상태를 개선시키도록 만든 방식이다 직접분사식과 예연소실식의 중간적 특징을 갖는 형식으로 소형고속기관에 많이 사용된다.

(4) 공기실식

주연소실외에 공기실을 갖는 형식으로서 연료는 주연소실내로 분사되고 피스톤의 하강과 더불어 공기실로부터 새로운 공기가 유출하여 산소를 보급함과 동시에 적당한 와류를 형성하여 연소시키는 방식이다.

6) 냉각방식에 따른 분류

(1) 수냉식

실린더헤드와 실린더 주위에 냉각수 재킷을 만들고 그 내부에 물을 순환시켜 냉각시키는 기관이다.

(2) 공냉식

공기에 의하여 기관을 냉각시키는 방식으로서 자연냉각 또는 강제통풍에 의한 강제냉각법이 있다.

7) 그밖의 분류

이 밖에도 기관의 크기 및 회전속도에 따라 표 7.15와 같이 분류된다.

<표 7.15> 디이젤기관의 크기 및 회전속도의 따른 일반적 분류

		피스톤 지름(mm)	출력(hp)
크기	소형	200 이하	1,000
	중형	200~500	1,000~5,000
	대형	500 이상	5,000 이상
회전속도	저속	500rpm 이하	
	중속	500~1,000rpm	
	고속	1,000rpm 이상	

2. 기관은 다음 사항을 고려하여 선정한다.

① 기관의 설치장소, 설치공간, 진동 및 소음의 세기 등을 고려하여 선정한다.

② 고도, 온도, 습도, 먼지 등의 환경조건의 적합여부를 검토한다.

③ 기관의 사용목적, 기관에 직결되는 기계의 사용회전속도를 조사하여 선정한다.

④ 부하의 상태, 부하의 시간별 사용도, 비상용 또는 상시부하용인가를 고려한다.

⑤ 운반, 반입시의 문제점(크기, 중량)을 사전검토하여 선정한다.

⑥ 요구되는 총출력, 경제성을 감안하여 설치대수를 결정하여 선정한다.

설치대수는 부하율, 가동율, 건설비, 사용연료의 종류 등을 고려하여 결정하여야 한다. 특히 기관의 정기수리를 고려할 경우에는 대형기관 1대보다도 소형기관을 몇대 설치하는 것이 유리한 경우도 있다. 비상용의 것은 고속기관이 유리하고 상용기관으로는 수명이나 연료비의 관점에서 중속기관이 유리하나 최근에는 저질유를 이용하는 고속기관이 개발되어 고속기관의 사용도 증가하고 있다.

기관의 실린더수는 직렬에서는 1~10실린더, V형에서는 2~20실린더 등이 있으나 일반적으로 동적평형에 의한 진동이 작은 직렬 6실린더가 유리하다. 또 V형 12, 16실린더에서는 실린더수에 비하여 중량과 용적이 작고 동적평형도 좋을 뿐만 아니라, 토크변동이 작은 특징이 있다. 따라서 실린더수의 선정은 기관의 종류나 1대당의 출력, 회전수 등을 고려하여 선정하되

기관의 동적평형, 토크변동, 축계의 비틀림진동을 종합하여야 한다

4.2 기관의 출력

기관의 출력은 다음 식에 의하여 정한다

【해 설】

1. 기관출력

기관의 출력 P_E(kW)은 다음 식으로 구한다.

$$P_E = K\ n\ Z\ V\ p_e \cdots (7.20)$$

여기서,

K · 사이클에 따른 정수(定數)
2사이클기관 , 1/612
4사이클기관 ; 1/1224

Z · 실린더수

n · 회전속도(rpm)

V : 행정체적(L)

p_e · 평균유효압력(kg/cm^2)

식 7.20에서 행정체적 V(L)은 다음 식으로 구한다.

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 S \times \frac{1}{1000} \cdots (7.21)$$

여기서,

D . 실린더 지름(cm)

S . 행정(cm)

한편 기관의 평균피스톤속도 C_m(m/초)는 다음식으로 계산한다.

$$C_m = \frac{Sn}{30} \cdots\cdots (7.22)$$

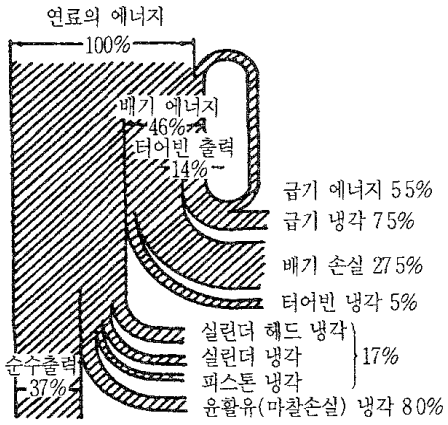
여기서,

S 행정(m)

n 회전속도(rpm)

2. 기관의 열평형

기관으로 공급된 연료가 갖는 에너지는 그림 7.24와 같이 여러 가지 손실이 수반되므로 실제로 유효한 일로 사용되는 에너지는 기관의 형식 및 종류에 따라서 다르나 대체로 30~40% 정도이다.



<그림 7.24> 과급디이젤기관의 열적산 예

4.3 기관의 부속장치

기관의 부속장치는 냉각계통, 윤활계통, 배기계통, 시동계통 등으로 구성되어야 한다.

【해 설】

기관의 구성은 실린더블록과 실린더헤드, 피스톤 및 커넥팅로드, 크랭크기구 외에 부속장치로 냉각계통, 윤활계통, 배기계통, 시동계통 등으로 되어 있다.

(1) 냉각계통

기관의 냉각계통은 기관실린더 및 헤드 주위의 냉각수재킷 내부를 냉각수가 순환하면서 기관을 적정온도로 냉각시킨다 냉각수의 기관입구온도는 중속기관에서는 50~60℃ 정도이다

(2) 윤활계통

윤활계통은 유압펌프에 의한 강제윤활을 하며 유온은 60~90℃가 되도록 오일냉각기를 사용하여 냉각시키는 방식의 것이 많다.

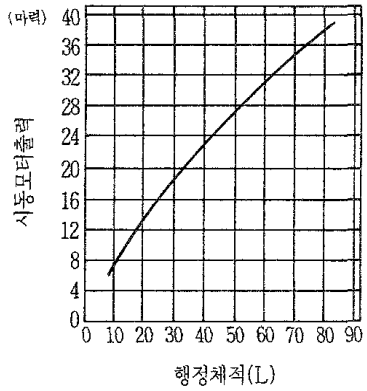
(3) 배기계통

배기가스는 배기관 및 소음기(消音器)를 거쳐서 옥외로 배출되며 배기압은 보통 300mmAq 이하로 되게 한다. 배기계통의 배관상 주의할 사항은 다음과 같다

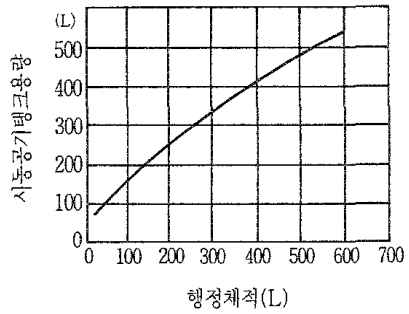
① 가스의 유속은 배기관 길이 10m에서는 20m/초, 30m에서는 15m/초 정도가 되도록 관의 지름을 결정한다.

② 배기출구는 건물보다 1m 이상 돌출되게 한다.

③ 단열재를 사용하여 단열시공할 때는 단열재의 두께를 40~60mm 정도가 되게 하고 단열재표면의 온도는 70℃ 이하가 되게 한다.



(A) 시동모터와 행정체적과의 관계



(B) 시동공기용량과 행정체적과의 관계

<그림 7.25> 시동용량과 행정체적

한편 기관의 성능을 나타내는 대표적인 것으로는 기관의 출력과 연료소비율이 있다. 출력은 기관의 제동평균 유효압력을 이용하여 구할 수 있으며 출력성능에 영향을 미치는 인자에는 압축비, 연소실형상, 연료분사시기, 급기 및 배기압력과 온도, 공기과잉률 등이 있다.

최근 4사이클 디이젤기관의 연료소비율은 170~230g/hp·시 정도이며 열효율이 40%를 넘는 형식의 기관도 있다. 그림 7.25는 전기시동 및 공기시동에 대한 행정체적과 시동원의 용량과의 관계를 그래프로 나타낸 것이다.

4.4 기관의 설치

기관은 기초, 방진장치 및 소음대책 등을 고려하여 설치하여야 한다.

【해 설】

1. 기초

기관의 기초는 자중 및 운전에 의하여 생기는 가진력에 충분히 견딜 수 있는 구조이어야 하며 또 운전에 의하여 발생되는 진동이 기기나 건물에 유해한 진동을 미치지 않도록 하여야 한다. 기초의 진동을 방지하기 위한 방법은 다음과 같다.

① 기초질량을 크게 하여 진동의 전달을 감쇄시키는 방법

② 진동절연을 하는 방법

①의 경우는 지반 지내력이 충분한 곳이어야 하며 중속기관의 경우에는 다음 값을 취한다.

기초의 폭≥2.5×기관프레임의 폭

기초 길이≥2.0×기관의 전길이(발전기 제외)

기초의 두께≥5.0×실린더 지름

기초볼트의 지름=(1/8~1/12)×실린더 지름

길이=(40~50)×볼트 지름

수=(2~3)×실린더 수

2. 방진장치

기관의 진동원이 되는 것은 다음과 같은 것들이 있다.

① 운동부분의 제작오차에 의한 정적불평형

② 폭발에 의한 토크변동

③ 기본적으로 발생하는 운동부의 불평형 방진재로는 코일스프링 또는 고무가 사용된다. 고무는 가진력 주파수가 높은 경우에 알맞고 또 단일하중용량이 작으므로 비교적 소형기관에 알맞다. 중속기관에서는 코일스프링이 알맞다.

방진지지의 경우에는 상하운동의 고유진동수 f_o는 정적처짐량으로부터 다음 식으로 구한다.

$$f_o = \frac{\sqrt{g}}{2\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{\delta_{st}}} = \frac{15.76}{\sqrt{\delta_{st}}} \cdots\cdots(7.23)$$

여기서,

f_o : 상하방향의 고유진동수

δ_{st}: 정적처짐량

g : 중력가속도

고무의 경우 정적처짐량은 7~9%이다. 스프링의 경우는 공진점을 통과할 때의 과대진폭이 되는 것을 방지하기 위하여 댐퍼가 필요하다. 또 진폭은 일반적으로 양진폭으로서 0.3mm 이하가 바람직하다.

3. 소음대책

기관의 소음은 기관으로부터 1m의 지점에서 100~110dB이므로 소음대책이 필요하다. 배기음은 용적 또는 공명에 의한 소음효과를 갖는 것을 사용한다. 소음기의 크기는 총실린더 용적의 6~10배 정도로 한다. 내연기관의 소음원으로는 흡기음, 배기음, 연소음 및 기계음으로 크게 나눌 수 있다.

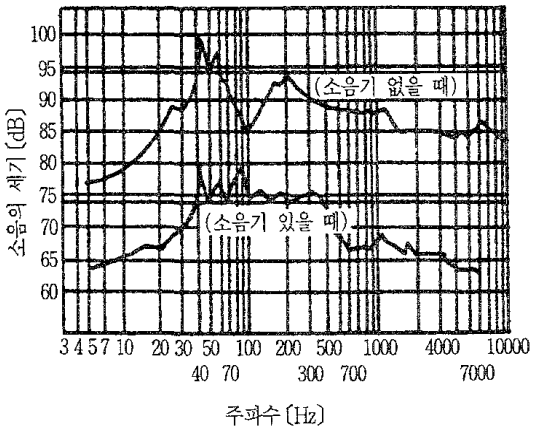
(1) 흡기음

흡기음으로 문제가 되는 것은 과급기관에서 원심식 블로워(blower) 또는 루츠 송풍기에 의한 고주파 공기흡입음, 무과급기관의 흡기맥동에 의한 저주파 흡입음이 있다.

(2) 배기음

배기음의 크기는 기관의 형식, 종류에 따라서 다르나 과급기관에서는 무과급기관에 비하여 배기의 맥동이 배기터어빈에 의하여 감쇄된다.

그림 7.26은 배기음 계측치의 한 예를 도시한 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 소음의 세기는 소음기가 있을 때가 없을 경우에 비하여 크게 감쇄되고 있음을 알 수 있다.



<그림 7.26> 배기음의 강도와 주파수

(3) 기계음

기관의 운동부에 의하여 생기는 마찰음, 피스톤과 실린더 사이의 운동, 베어링의 접촉부 등에서 발생하는 진동, 소음이 있다. 기관음에는 이 밖에도 밸브기구 및 기어구동장치에 의하여 발생하는 음도 주된 소음원이 된다.

(4) 냉각팬음

기관의 냉각을 위한 냉각팬(cooling fan)에 의한 소음도 기관의 소음원이 된다.

제5절 밸브

5.1 총칙

상수도용 밸브는 물의 흐름을 차단하거나 제어하고 수압을 조절하는 등 상수도시설을 효과적으로 운영하는데 있어서 중요한 역할을 담당한다. 상수도용 밸브의 주요한 기능은 다음과 같다.

① 유량, 압력, 수위의 제어

② 관로의 통수 및 차단

③ 압력관로에서 침사지, 배수지 등으로 방류할 때 물의 흐름을 감세(減勢)하거나 유량제어

④ 관로내 역류방지

⑤ 배수관로에서 감압 등이다.

밸브를 선정할 때에는 계획수량, 지형조건 등을 고려하여 수로와 관로의 수리특성에 적합한 기능을 갖는 밸브를 선정하여야 한다. 또한 장기간에 걸쳐 기능이 유지될 수 있도록 설치조건, 밸브의 구조 및 재질 등에도 유의하여야 한다.

일반적인 상수도용 밸브에는 KS, KWWA 등의 규격이 있다.

5.2 밸브의 용도와 종류

> 밸브는 용도에 적합한 특성을 갖는 것을 사용하여야 한다.

【해 설】

밸브의 용도는 크게 나누면 제어용, 차단용, 방류용, 역류방지용, 감압용 등으로 구분되며 그 종류는 여러 가지가 있다. 주요 밸브에 대하여 지수성, 조작성, 제어성, 내구성 등을 고려하여 용도별로 분류하면 다음과 같다.

1. 제어용 밸브

제어용 밸브는 그 사용목적에 따라 유량제어, 압력제어, 수위제어로 구분된다 제어용으로 사용되는 밸브는 표 7.16과 같다.

(1) 유량제어용 밸브

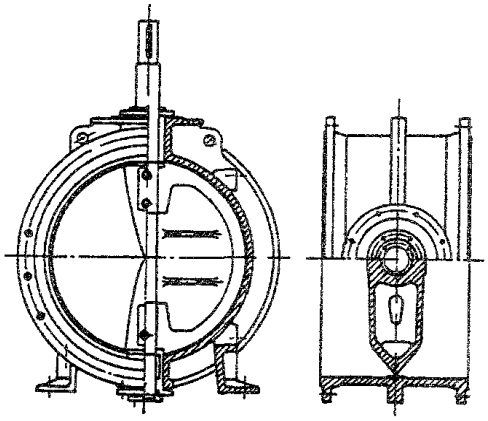
배수지나 조절지의 유출입량, 펌프의 토출량, 관로의 유량제어에는 제어특성이 비교적 좋은 버터플라이밸브(butterfly valve), 콘밸브(cone valve), 볼밸브(ball valve) 등이 적합하다. 또한 적은 개도(開度)상태의 제어로 캐비테이션 발생이 예상되는 경우에는 슬리브밸브(sleeve valve)나 니들밸브(needle valve)와 같은 캐비테이션 특성이 우수한 밸브를 사용하는 것이 좋다. 그림 7.27~7.30에 유량제어용으로 널리 사용되는 버터플라이밸브, 콘밸브, 볼밸브, 슬리브밸브의 구조를 나타내었다.

(2) 압력제어용 밸브

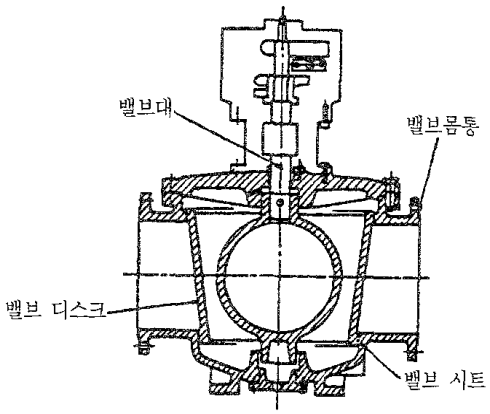
압력제어용 밸브는 제어범위와 밸브형식에 따라 다음과 같이 그 사용이 구분된다. 관로내 압력이 낮고 감압량이 적을 때는 버터플라이밸브나 오토밸브(auto valve)를 사용하고 중고압(中高壓)으로 감압량이 중간 정도인 경우는 콘밸브, 볼밸브, 오토밸브가 중고압으로 감압량이 큰 경우는 슬리브밸브나 니들밸브가 적합하다.

<표 7.16> 제어용 밸브의 종류

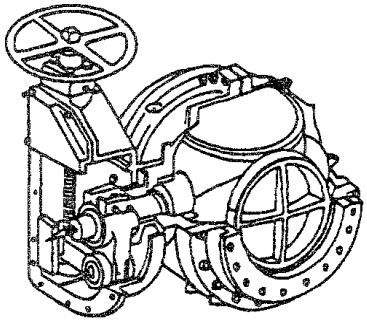
- 제어용 밸브
  - 버터플라이 밸브
    - 고무 시트식
      - 보통형
      - 디스크 경사형
      - 편심형
    - 금속 시트식
      - 주철제 버터플라이밸브
        - 상수도용
        - 디스크이탈형
        - 단면간형
        - 웨이퍼형
      - 강판제 버터플라이밸브
        - 강판제
  - 콘밸브
  - 볼밸브
  - 오토밸브
  - 니들밸브
    - 1단식 니들밸브
    - 2단식 니들밸브
  - 슬리브밸브
    - 방류형 슬리브밸브
    - 인라인형 슬리브밸브
    - 글로브형 슬리브밸브
    - 콘 슬리브밸브
  - 플로트 밸브
    - 파일럿식
      - 피스톤형
      - 다이어프램형
    - 직동식
  - 편심밸브



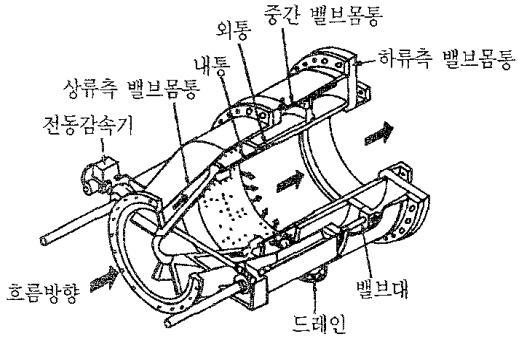
<그림 7.27> 금속시트식 버터플라이밸브



<그림 7.28> 콘밸브



<그림 7.29> 볼밸브



<그림 7.30> 인라인 슬리브밸브

(3) 수위제어용 밸브

조절지, 배수지 등의 수위조절용 밸브에는 무동력식 플로트밸브(float valve)와 오토밸브가 있으며 전동식에는 버터플라이밸브, 콘밸브, 슬리브밸브, 니들밸브 등이 일반적으로 사용된다.

2. 차단용밸브

차단용으로 사용되는 밸브는 표 7.17에 나타낸 바와 같다. 차단용으로서 개폐빈도가 적고 지수가 장기간 유지될 필요가 있을 때에는 제수밸브가 사용된다. 사용빈도가 많고 밸브시트(valve seat)의 내구성이 요구되는 경우는 금속시트 버터플라이밸브, 콘밸브, 볼밸브 등이 사용된다 또한 개수로에서는 수문이나 나팔형 원형수문을 사용하는 것이 좋다 고압의 물, 공기, 증기, 기름 등을 취급하는 기계설비의 차단용으로는 글로브밸브(globe valve)를 사용한다 이외에 지진이나 재해시 관로에 이상이 생길 우려가 있는 곳에는 배수지 등에서의 유출방지 또는 2차 재해방지용으로서 특별한 구동장치를 갖는 긴급차단용 밸브가 사용된다.

<표 7.17> 차단용 밸브의 종류

- 차단용밸브
  - 제수밸브
    - 주철제
      - 상수도용 제수밸브
      - 상수도용 10kg/cm^2
      - 상수도용 소프트실
      - 주철 10kg/cm^2 플랜지형
      - 한쪽 테이퍼형 제수밸브
    - 주강제
      - 주강 10kg/cm^2 플랜지형
      - 주강 20kg/cm^2 플랜지형
  - 버터플라이밸브
  - 글로브밸브
    - 청동 10kg/cm^2 글로브밸브
    - 주철 10kg/cm^2 플랜지형
    - 주강 10kg/cm^2 플랜지형
    - 주강 20kg/cm^2 플랜지형
  - 콘밸브
  - 볼밸브
  - 수문
    - 안쪽 나사식 수문
    - 바깥쪽 나사식 수문
  - 나팔형 원형수문
    - 2플랜지식 나팔형 원형수문
    - 1플랜지식 나팔형 원형수문
  - 긴급차단 밸브
    - 버터플라이밸브
    - 수문
    - 오토밸브
  - 사이펀밸브

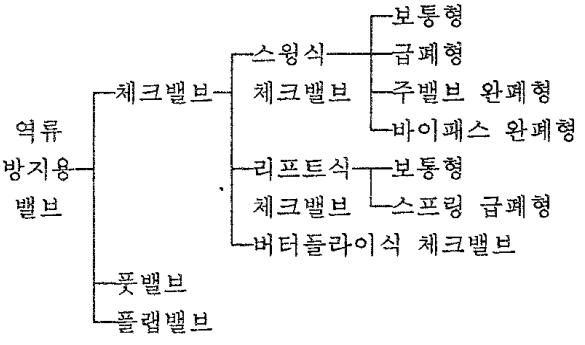
3. 방류용 밸브

방류용 밸브는 댐(dam)에서 방류하거나 압력관로에서 침사지, 착수정 등의 자유수면으로 방류할 때 감압이나 유량제어를 하기 위해 사용된다. 이 밸브는 높은 수두, 빠른 유속조건에서 장시간 계속적으로 방류하는 곳에 사용되는 경우가 많아 비교적 대용량이 요구된다. 또한 유량제어시 적은 개도상태에서 장시간 방류할 때가 많으므로 캐비테이션 특성이 우수하여 소음 진동이 적은 고정형 콘밸브, 홀로제트밸브(hollow jet valve), 슬리브밸브 등이 사용된다. 설치방법에 따라 공중방류, 감세조(**減勢槽**)내의 방류(수중 또는 반수중), 터널내 방류 등이 있으나 방류시 감세에너지가 크면 소음 진동이 유발되어 구조물이나 설비가 손상될 수 있으므로 주의하여야 한다.

4. 역류방지용 밸브

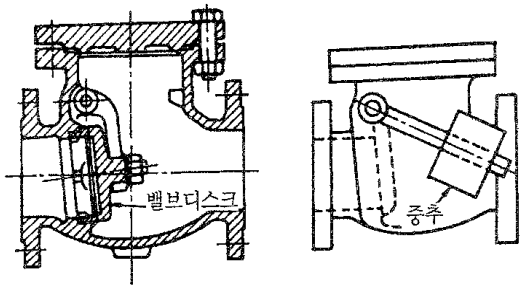
역류방지용 밸브는 다른 밸브가 전부 전동, 유압, 공기압, 기타 동력 또는 수동조작에 의해 개폐되는 반면 정·역류의 유체력에 의해 개폐되고 설치 후 운전자가 임의로 조작하기 어려운 단점이 있다. 역류방지용 밸브의 종류는 표 7.18에 나타내었다.

<표 7.18> 역류방지용 밸브의 종류



(1) 체크밸브

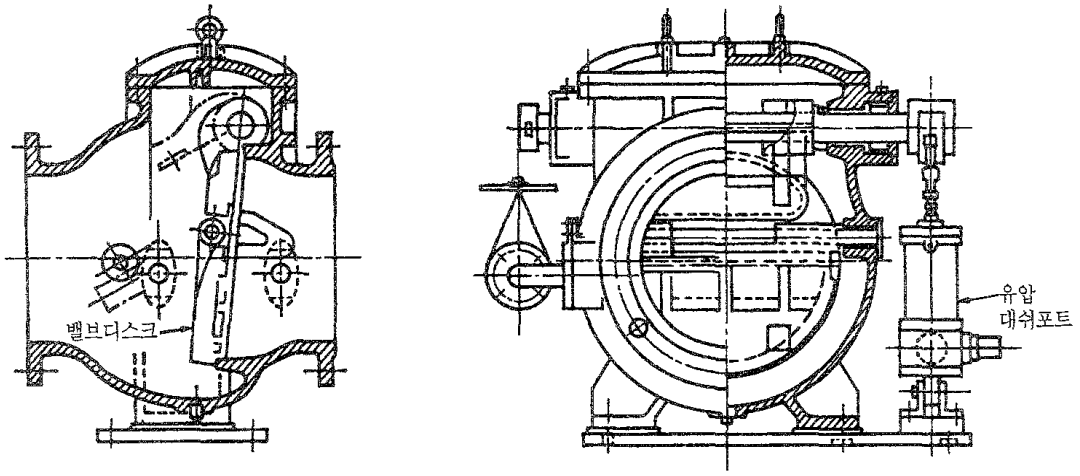
펌프나 조압수조(surge tank)의 역류방지용 밸브로는 밸브디스크에 힌지(hinge)가 부착되어 지지되고 그 축 주위를 자유로히 회전하여 개폐작동하는 스윙(swing)식 체크밸브가 사용되며 보통형, 급폐형, 완폐형이 있다. 저양정으로 역류개시시간이 늦은 펌프 토출측에는 보통형 스윙체크밸브를 설치한다. 폐쇄시간을 줄이고 더욱 완전한 수밀상태를 유지하기 위하여 외부에서 관통시킨 축 끝단에 암(arm)과 중추(**重錘**, counter weight)를 붙인 것과 밸브디스크의 두께를 증가시켜 중추 역할을 하도록 한 밸브가 있다(그림 7.31 참조).



<그림 7.31> 보통형 스윙체크밸브

펌프·모터의 관성효과가 작고 어느 정도의 실양정은 있으나 관로길이가 짧아 펌프 정지시점에서 역류개시까지 걸리는 시간이 대단히 짧은 경우(0.2~0.5초)에는 스프링에 의한 급폐형 체크밸브를 사용한다.

완폐형 스윙체크밸브는 펌프가 정전 등의 사고로 정지되었을 때 압력상승을 완화시켜주기 위하여 전폐되는 동안의 폐쇄속도를 매우 느리게 한 것으로서 주밸브완폐형과 바이패스완폐형이 있다. 실양정이 낮은 펌프 토출측에는 주밸브완폐형 체크밸브를 사용한다. 이 밸브는 그림 7.32에 나타낸 바와 같이 외부에서 관통시킨 디스크의 축에 암과 대쉬포트(dashpot)가 부착된 것이다. 밸브몸체 내부에서 돌출된 대쉬포트 축에 디스크가 충돌한 후 나머지 10% 정도의 개도를 완폐시키는 방식과 같이 대쉬포트를 이용한 여러 가지 구조가 있다. 이 외에도 디스크를 2개 이상으로 분할 설치하여 그 중 1개의 디스크는 천천히 닫히도록 한 밸브도 있다. 어떤 형식이든 대쉬포트의 기능을 제대로 발휘시키기 위해서는 실양정 10m 이상이 필요하고 또한 대구경에서 실양정은 대쉬포트의 능력보다



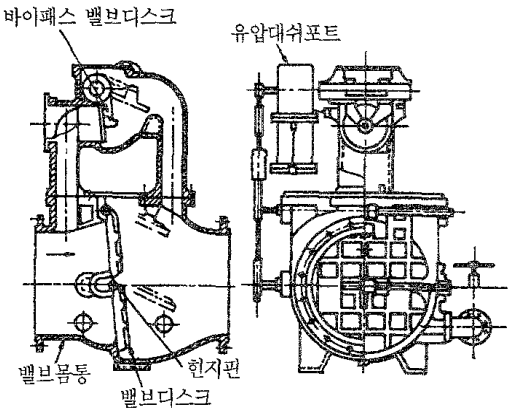
<그림 7.32> 주밸브완폐형 스윙체크밸브

20m 이하로 할 필요가 있다. 또한 비교적 실양정이 높을 경우에는 바이패스완폐형 스윙체크밸브가 사용된다. 단 이 경우 실양정은 10m 이상이 필요하다. 이 밸브는 보통형 체크밸브에 완폐밸브를 내장한 바이패스관이 부착된 것으로서 구조가 복잡하다. 완폐밸브는 그림 7.33과 같이 유압식 대쉬포트에 연결되고 항상 디스크가 열리도록 스프링으로 들어올려져 있다. 일단 주유로(主流路)에서 역류가 시작되어 주밸브가 닫히면 빠져나갈 길을 상실한 압력수는 바이패스관을 세차게 잘 통과한다. 이 흐름은 완폐밸브에 닫히는 힘을 주게 되나 대쉬포트에 의해 완만한 폐쇄가 확보되어 급격한 압력상승 및 슬래밍(slamming; 급폐쇄에 의한 충격음)의 발생을 방지한다.

비교적 소구경의 배관에서는 디스크가 시트면에 대하여 수직으로 상하운동하는 리프트 체크밸브를 사용한다. 여기에는 디스크 자중만으로 닫히는 보통형과 스프링에 의해 자폐력(自閉力)을 증가시킨 스프링 급폐형이 있다

(2) 풋밸브(foot valve)

풋밸브는 펌프설비의 흡입측 수직배관 끝에 설치하여 펌프정지시 흡입관로의 만수상태를 유지시키기 위하여 사용된다. 단 토출측에도 체크밸브(완폐형은 제외)를 병용하여 설치한다.

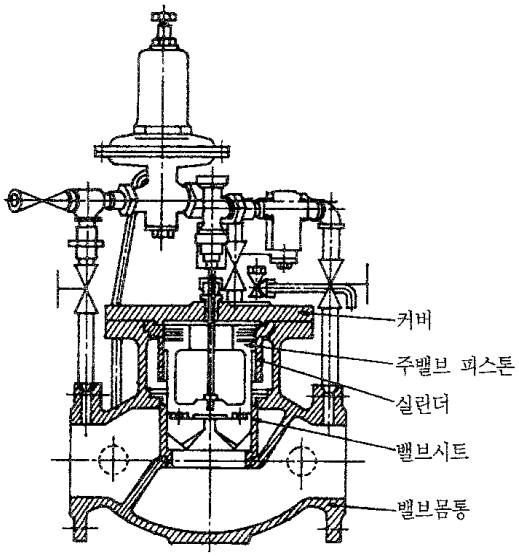


<그림 7.33> 바이패스완폐형 체크밸브

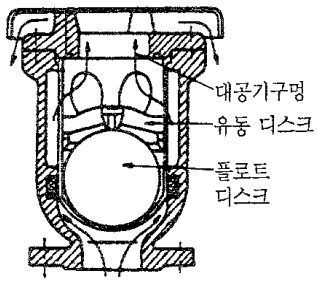
5. 감압용 밸브

감압용 밸브로 사용되는 밸브에는 버터플라이밸브, 콘밸브, 볼밸브 등이 있으나 구동용 전원 또는 제어장치가 필요하기 때문에 배수관로에서는 오토밸브를 사용한다. 오토밸브는 관로내 압력에 의해 자동적으로 작동되므로 전원이 없어도 사용할 수 있다. 전원사용이 가능한 곳에서는 전자밸브와 타이머를 조합하여 주야간 2차측 압력을 변경시키는 방법으로써 감압하는 경우도 있다. 이 외에 다공가변(多孔可變) 오리피스밸브를 마이크로컴퓨터에 의한 제어장치와 조합하여 감압용으로 사용하는 경우도 있다. 이 경우에는 전원이 필요하게 되며 제어장치가 마

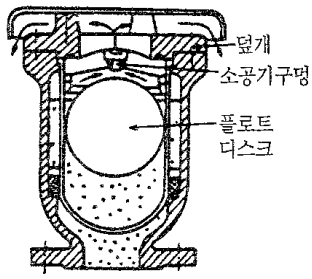
이크로컴퓨터이기 때문에 여러 가지 제어방식이 간단하게 얻어지는 특징이 있다. 그림 7.34는 일반적으로 사용되는 오토밸브의 구조도면이다.



<그림 7.34> 오토 밸브



(A) 다량 배기



(B) 소량 배기

<그림 7.35> 급속공기밸브

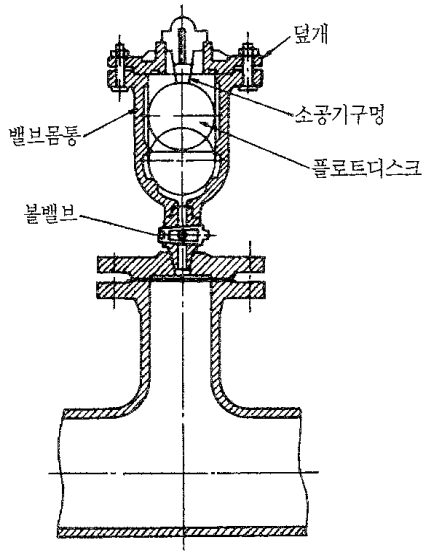
6. 공기 밸브

관로내의 배기와 흡기를 위한 상수도용 공기밸브는 다음과 같이 분류된다.

(1) 부력에 의하여 플로트디스크가 작동하고 다량급속배기, 다량급속흡기 및 압력하(壓力下) 배기[주]를 하는 급속공기밸브.

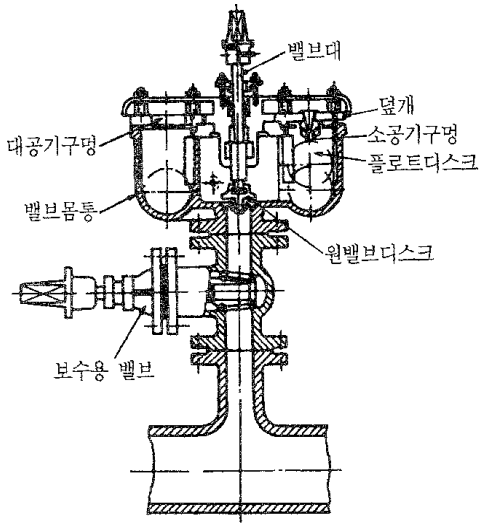
(2) 플로트디스크에 의하여 개폐되며 배기, 흡기 및 압력하에서 배기하는 단일구멍형 공기밸브.

(3) 플로트디스크에 의하여 개폐되며 다량배기, 다량흡기 및 압력하에서 배기작용을 하는 쌍구멍형 공기밸브 등이 있다. 상수도용 공기밸브의 구조는 그림 7.35~7.37에 나타내었다.



<그림 7.36> 단일구멍형 공기밸브

주) 압력하 배기는 급수중에 관의 상부에 모여 있는 공기를 작은 공기구멍을 통하여 자동적으로 배기시키는 것을 말한다. 또한 한냉지용으로 동결파손방지용 공기밸브가 있는데 이 밸브는 급속공기밸브의 뚜껑 내부에 피스톤과 스프링에 의한 동결파손 방지장치를 부가한 것이다. 동결에 의한 물의 체적증가를 흡수하고 밸브몸통 및 내부부품의 파손을 방지하는 구조이다.



<그림 7.37> 쌍구멍형 공기밸브

5.3 밸브의 선정

밸브의 선정은 다음 각항에 의한다. 1. 설비목적에 적합한 것으로서 수리조건과 사용조건이 만족되는 기본특성을 갖는 것을 선정한다. 2. 제어용 밸브는 제어유량, 한계유속, 용량계수 등을 검토하여 원활한 제어가 가능한 것을 선정한다.

【해 설】

1 밸브는 각각 고유의 특성을 갖고 있다. 밸브 본래의 성능을 제대로 발휘시키기 위해서는 차단, 제어 등 각각의 용도에 따라 구해진 수리조건과 사용조건을 조사한 후 이러한 조건이 만족되는 손실계수, 용량계수, 유량특성 등 밸브의 기본특성을 갖는 것을 선정하는 일이 중요하다. 즉 상수도시설의 전체배치, 시설간의 수위관계 등을 충분히 조사하고 필요에 따라서는 현지조사를 실시하여 용도에 적합한 형식의 밸브를 적당한 위치에 선정할 필요가 있다. 또한 설치공사, 동력원 확보의 용이성, 유지관리의 난이도 등에 대하여도 검토할 필요가 있다.

각 밸브에 공통된 중요한 검토사항을 열거하면 다음과 같다.

① 유량, 압력 조사
② 관로의 수리조건에 대한 적응성
③ 설치장소 및 환경조건에 대한 적응성
④ 캐비테이션
⑤ 수격작용
⑥ 구동방식 및 구동장치
⑦ 경제성 비교

밸브를 선정할 때에는 각 용도에 따라 이와 같은 사항의 검토가 필요하다. 특히 유량조절기능을 요구하는 제어용 밸브, 방류용 밸브, 감압용 밸브에 대하여는 여러 가지 조건이 구비되어야 하므로 밸브의 기본특성을 충분히 이해한 다음 선정할 필요가 있다.

「비고」 밸브의 기본특성

(1) 밸브의 손실계수

밸브를 통과하는 물은 밸브에 의해 저항을 받아 압력저하를 초래한다 이 압력손실은 밸브의 형상과 개도 그리고 유속에 따라 변하며 다음 식으로 표시할 수 있다.

$$\Delta H = H_1 - H_2$$

여기서,

ΔH 밸브의 손실수두(m)

H_1 : 밸브입구측 정수두(m)

H_2 : 밸브출구측 정수두(m)

또한 밸브의 손실수두 ΔH는 유속의 함수로써 다음 식으로 계산된다.

$$\Delta H = \zeta \frac{v^2}{2g} \cdots \cdot (7.24)$$

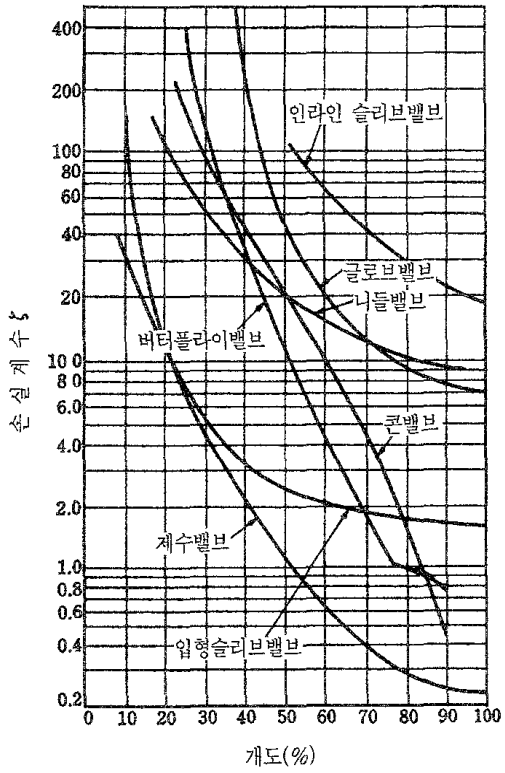
여기서,

v : 관내 평균유속(m/초)

g 중력가속도($m/초^2$)

ζ는 밸브의 손실계수로 정의되며 밸브의 형식, 구경 및 개도에 따라 변하고 실험에 의해 구해진다. 그림 7.38은 실험결과의 예를 나타내었다.

밸브의 손실계수는 밸브의 수리특성을 나타내는데 가장 기본적인 계수이며 이를 이용하면 밸브에 의한 압력손실은 식 7 24에 의해 간단히



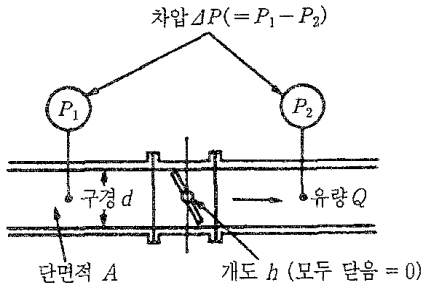
<그림 7.38> 각종 밸브의 손실계수

구해진다. 이 외에 압력과 유량의 관계 및 캐비테이션 발생의 유무를 검토하는데에도 이용된다.

(2) 밸브의 용량계수

제어용 밸브의 구경 선정에 사용되는 계수로서 밸브의 용량계수가 있다 그림 7.39에 나타낸 바와 같이 관로의 단면적을 A, 관내 평균유속을 v라 하면

$$Q=A\cdot v \cdots\cdots (7.25)$$



<그림 7.39> 용량계수의 관련기호

또한 밸브의 압력손실은

$$\frac{\Delta p}{\gamma}=\zeta\frac{v^2}{2g} \cdots\cdots (7.26)$$

여기서,

γ : 물의 비중량

식 7.25와 식 7.26에서

$$Q=A\sqrt{\frac{2g\cdot\Delta p}{\zeta\cdot\gamma}}$$

$$C=A\sqrt{\frac{2g}{\zeta}}\text{로 두면}$$

$$Q=C\sqrt{\frac{\Delta p}{\gamma}} \cdots\cdots (7.27)$$

여기서 C를 넓은 의미의 용량계수(또는 유량계수)로 간주할 수 있다. 식 7.27에서 Q를 US gal/분, Δp를 lb_f/in^2로 표시하고 비중량 γ를 대신하여 비중 G를 사용할 때의 C값을 C_v값이라고 하나 미터법 중량단위계(MKS단위)로 사용하는 경우는 아래의 식을 사용한다.

$$C_v=1.167Q\sqrt{\frac{1}{\Delta p}} \cdots\cdots (7.28)$$

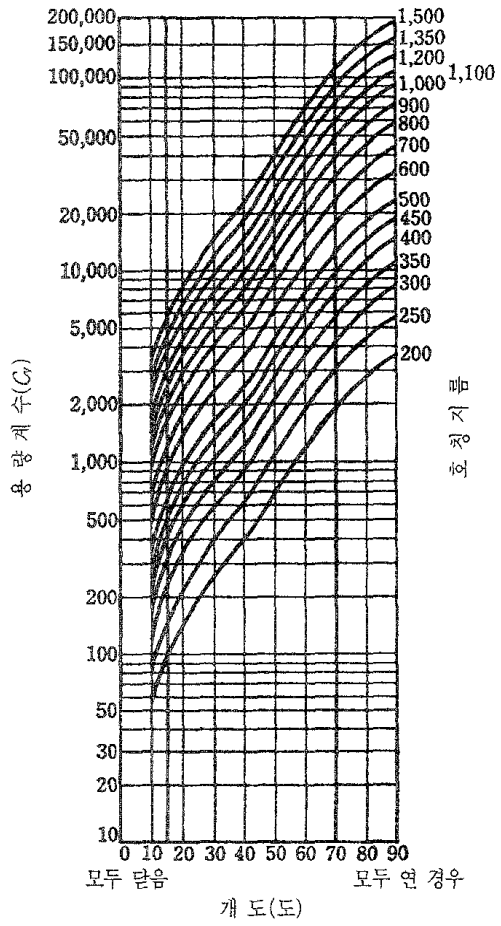
여기서,

Q : 밸브내를 통과하는 유량(m^3/시)

Δp : 밸브 전후의 압력차(kg/cm^2)

위식으로부터 용량계수 C_v값이 정해지면 밸브 전후의 차압(差壓)만으로도 밸브를 통과하는 유량계산이 가능하므로 제어용 밸브의 특성검토에 편리하다.

예를 들면 유량조절을 주목적으로 하는 밸브는 적당한 구경과 조절범위를 정하는 경우 최대유량 및 최소유량에 대한 밸브 상·하류의 관로손실을 계산하여 Δp_{min}, Δp_{max}을 산출하고 위식에 의해 밸브에 요구되는 C_{vmax} 및 C_{vmin}을 계산한다. 이 값으로부터 그림 7.40에 나타낸 '밸브개도-C_v곡선' 을 이용하여 적당한 구경을 선정할 수 있다. C_v값은 본래 실측으로 구하지만 손실계수가 명확하면 계산으로도 구할 수 있다. 여기서 밸브의 용량계수 C_v와 손실계수 ζ의 관계를 표 7.19에 나타내었다. 용량계수에는 C_v값 외에도 A_v값, K_v값이 있는데 C_v값은 현재 국제적으로 널리 통용되고 있으며 A_v값, K_v값을 C_v값으로 환산할 수 있다.



<그림 7.40> 버터플라이밸브의 용량계수

<표 7.19> C_v와 ζ의 관계식

관 직경 D	C_v와 ζ의 관계식 ($C_v \longrightarrow \zeta$)	($\zeta \longrightarrow C_v$)
m	$\zeta = 2.138\times10^{9}\frac{D^4}{C_v^2}$	$C_v = 46{,}240\frac{D^2}{\sqrt{\zeta}}$
mm	$\zeta = 2.138\times10^{-3}\frac{D^4}{C_v^2}$	$C_v = 46{,}240\times10^{-6}\frac{D^2}{\sqrt{\zeta}}$

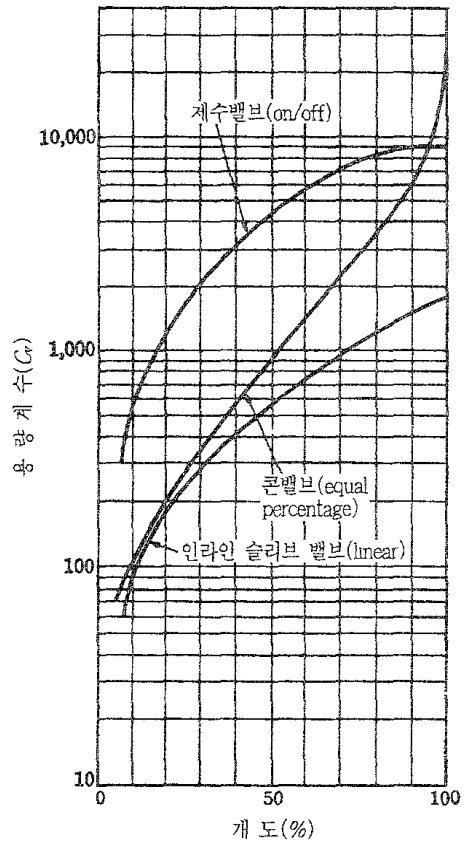
(3) 밸브의 유량특성

밸브개도와 유량과의 관계를 표시한 것을 밸브의 유량특성이라 하며 2가지 방법으로 나타낸다. 첫째는 밸브 상·하류의 압력차를 일정하게 유지한 상태로 개도와 유량과의 관계를 나타낸 고유유량특성이며 둘째는 관로의 영향(관로손실, 유량 등)을 고려한 경우의 유효유량특성이다.

1) 고유유량특성

고유유량특성은 밸브 구조에 따라서 개도와 유량과의 관계가 등간격눈금 도표상에서 직선이 되는 리니어(linear)형과 편대수눈금의 도표상에서 직선이 되는 이퀄 퍼센테이지(equal percentage)형 그리고 리니어형으로부터 상방향 곡선이 되는 온-오프(on-off)형이 있다. 이러한 개도와 용량계수 C_v의 관계를 그림 7.41에 나타내었다. 이는 구경 300mm의 제수밸브, 버터플라이밸브, 콘밸브에 대한 특성도이다. 이 그림에서 종축을 유량 대신 용량계수 C_v로 한 이유는 식 7.28로부터 알 수 있는 바와 같이 일정한 압력차에서 Q와 C_v는 비례하고 C_v가 일반적으로 사용하기가 편리하기 때문이다

① 리니어 특성: 개도와 유량(또는 C_v값)이 비례하는 특성이며 적은 개도구역에서는 유량변화의 비율이 크고 큰 개도구역에서는 변화비율이 작게 된다. 이것에 가까운 특성을 갖는 밸



<그림 7.41> 개도와 용량계수 C_v의 관계

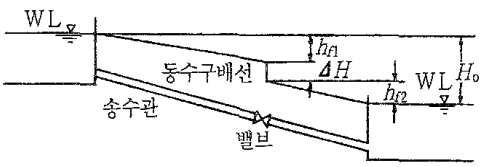
브로는 인라인형 슬리브밸브가 있다.

② 이퀄 퍼센테이지 특성: 이 특성은 개도의 동일 증가분에 대하여 유량증가비율 즉 용량계수의 변화율이 같게 되어 적은 개도구역에서는 유량변화가 비교적 작고 큰 개도구역에서는 유량변화가 크다. 유량의 광범위한 제어에 적합하며 볼밸브, 콘밸브가 여기에 해당된다.

③ 온-오프 특성: 이 특성은 전폐로부터 중간 개도부분까지는 개도의 변화량에 대하여 유량변화의 비율이 크지만 그 이상의 개도부분에서는 유량변화비율이 작게 된다. 제수밸브와 같은 차단용 밸브가 여기에 해당된다.

2) 유효유량특성

고유유량특성은 밸브의 각 개도에 있어서 전후의 압력차를 일정하게 유지하면서 얻은 것이다. 그러나 실제 관로에서는 관로손실수두가 존재하기 때문에 밸브의 개도가 같아도 그 밸브의 고유유량특성과 일치하지 않아 동일한 유량으로는 되지 않는다. 유효유량특성은 이러한 관로의 영향을 고려한 밸브의 유량특성이다. 즉 관로의 손실계수가 클수록 밸브 개폐에 의한 영향이 적어져 유량제어가 어렵게 되고 반대로 관로손실계수가 작을수록 밸브개도의 영향이 커져 유량을 제어하기가 용이하게 된다.



<그림 7.42> 송수관과 밸브의 관계

그림 7.42와 같이 2개의 배수지간을 밸브를 매개로 하여 구경 D의 단일관로로 연결할 때 관로 전체의 손실수두는 다음 식과 같다

$$H_o = h_{f1} + \Delta H + h_{f2}$$

여기서,

ΔH : 밸브의 손실수두(식 7.24 참조)

h_{f1} : 밸브상류측 관로의 손실수두로서

$$h_{f1} = C_{p1} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

h_{f2} : 밸브하류측 관로의 손실수두로서

$$h_{f2} = C_{p2} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

C_{p1}, C_{p2} 관로손실계수

그림 7.42에서 밸브를 포함한 관로 전체의 손실수두는 수위차 H_o와 같으므로

$$H_o = (C_{p1} + \zeta + C_{p2}) \cdot \frac{v^2}{2g}$$

따라서,

$$v = \sqrt{\frac{2g \cdot H_o}{\zeta + C_p}} \quad (\text{단, } C_p = C_{p1} + C_{p2})$$

이 때의 유량 Q는

$$Q = A \cdot v = A \cdot \sqrt{\frac{2g \cdot H_o}{\zeta + C_p}}$$

만약 밸브가 완전 개방되었을 때의 손실계수를 ζ_{min}이라 하면 이 때의 유량 Q_{max}은

$$Q_{max} = A \cdot \sqrt{\frac{2g \cdot H_o}{\zeta_{min} + C_p}}$$

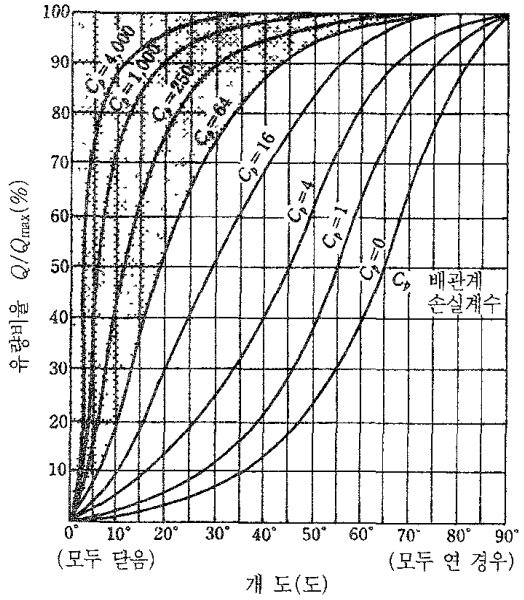
이므로,

$$\frac{Q}{Q_{max}} = \sqrt{\frac{\zeta_{min} + C_p}{\zeta + C_p}}$$

로 된다.

이 식에 의해서 관로손실계수를 고려한 밸브의 유효유량특성도를 그릴 수 있으며 버터플라이밸브의 예를 그림 7.43에 나타내었다. 그림에서와 같이 C_p=0일 때의 특성은 밸브 고유의 특성이 된다. 결국 관로손실계수 C_p가 작은 관로에서는 밸브의 고유특성에 가깝게 되고 밸브 자체의 특성을 유지하는 것이 가능하지만 관로가 길고 마찰손실이 크면 유량제어특성이 나빠지므로 미리 관로의 C_p값을 검토할 필요가 있다. 그림에서 C_p=250일 때 개도가 30° 가 되면 전개(全開)시의 90% 유량이 흐르게 되고 그 이상 밸브를 열어도 유량증가는 10%를 넘지 못하게 된다. 버터플라이밸브의 경우에는 C_p값이 64 이하의 범위에서 유량제어특성이 좋고 제어가 적합하다. 또한 이미 설치된 밸브의 유효유량특성을 알면 유량변화가 적은 개도영역에서는 급속히 개폐조작을 하여도 수격작용에 대한

: 유량제어에 적합하지 않은 영역



<그림 7.43> 버터플라이밸브의 유효유량특성

염려가 적으므로 밸브의 긴급조작이 필요한 때에 개폐시간의 단축을 도모할 수가 있다. 이와 같이 밸브의 수리특성은 실제 밸브의 설치 또는 조작 등 실무면에서 중요한 역할을 한다

(4) 캐비테이션 계수

1) 캐비테이션 계수

일반적으로 캐비테이션(cavitation) 발생의 유무를 나타내는 지표로서 캐비테이션계수 σ가 사용된다. σ의 계산에는 실용상 다음 2가지 식이 이용된다.

$$\sigma = \frac{H_2 + 10}{H_1 - H_2} \cdots\cdots (7.29)$$

$$\sigma = \frac{H_2 + 10}{H_1 - H_2 + \frac{v^2}{2g}} \cdots\cdots (7.30)$$

여기서,

H_1 밸브상류측 압력수두(m)

H_2 . 밸브하류측 압력수두(m)

대체로 식 7.29를 사용하나 평균유속이 큰 경우 또는 밸브설치장소의 표고(標高)가 높은 경우에는 $v^2/2g$ 값이 σ에 큰 영향을 미치므로 식 7.30을 사용하는 것이 보다 안전하다. 이 식으로부터 캐비테이션계수가 작은 경우는 밸브 전후의 압력차가 크고 하류측 압력이 작음을 알 수 있다 따라서 이와 같은 장소 즉 송수관로의 말단에 있는 배수지의 유입밸브용으로 설치하는 밸브는 캐비테이션에 대한 조건이 엄격해진다 그러므로 관로조건을 미리 알고 있으면 계획단계에서부터 캐비테이션에 대한 검토가 가능하며 적정한 고유 캐비테이션계수를 갖는 밸브를 선정하는 것이 가능해진다

2) 고유 캐비테이션 계수

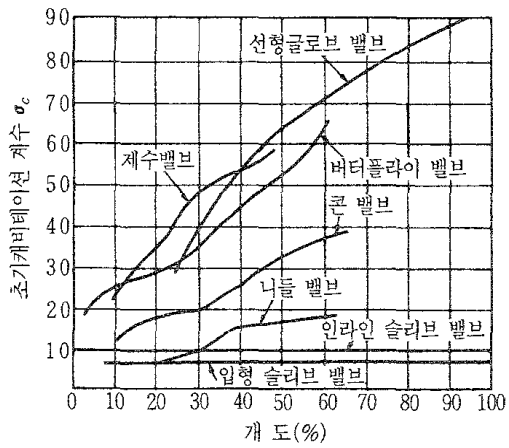
밸브는 형식 차이에 의한 구조, 형상 등에 따라 각각 고유의 캐비테이션 특성을 나타낸다. 이 때문에 실험에 의해 구해지는 캐비테이션계수는 밸브 고유의 캐비테이션계수라 부르고 일반적으로 σ_c로 표시하며 앞의 설치조건으로부터 계산으로 구한 계수 σ와는 구별하고 있다. 결국 캐비테이션이 발생하지 않도록 밸브를 선정 또는 설치하기 위해서는 다음과 같은 조건을 만족시킬 필요가 있다.

$\sigma > \sigma_c$ ……(7.31)

예를 들면 밸브의 형식이 콘밸브이고 개도가 20%, 밸브의 상류측 압력 H_1이 20m, 밸브의 하류측 압력 H_2이 10m일 때 캐비테이션계수 σ를 구하면

$$\sigma = \frac{H_2 + 10}{H_1 - H_2} = \frac{10 + 10}{20 - 10} = \frac{20}{10} = 2.0$$

그림 7 44에서 콘밸브의 개도가 20%일 때 캐비테이션계수 σ_c는 1.8이고 상기 조건에 의한 캐비테이션계수 σ는 2.0이다. 그러므로 $\sigma > \sigma_c$



<그림 7.44> 밸브개도 및 초기캐비테이션계수

가 되어 이 조건에서 캐비테이션은 발생하지 않는다. 이와 같이 밸브에 의한 캐비테이션 발생을 방지하기 위해서는 고유 캐비테이션계수 σ_c가 작은 밸브를 선정하든지 밸브설치위치를 변경할 수가 있다면 σ값을 크게 하기 위해 상류측으로 설치장소를 이동시키는 방법을 강구한다. 보통 전자의 방법이 많이 적용되고 있다. 한편 σ_c값은 캐비테이션의 초기상태를 나타내지만 이 외에 유해한 캐비테이션 상태를 표시하는 실용치로서 σ_1을 적용하는 사례도 있으므로 이런 경우에는 제작사에 확인해야 한다.

초기 캐비테이션 단계에서는 큰 소음이나 진동 등이 발생하지 않으므로 괴식(壞食)에 대한 염려는 없다 그러므로 σ_c값으로 초기값을 사용하여 식 7.31이 성립하면 캐비테이션은 전혀 발생하지 않으나 밸브조작의 과도적 단계(전폐부근)로 단시간내에 캐비테이션 상태가 종료되는 경우 등과 같이 사용상황에 따라서는 경제적으로 불합리할 때가 있다. 이런 경우에는 식 7.31의 σ_c 대신에 실용치 σ_1를 적용하는 것이 바람직하다.

2. 제어용 밸브의 선정은 아래에 나타낸 순서에 따라서 실시한다.

① 밸브가 제어하는 최대유량과 구경을 산정하고 유속을 구한다.

② 유속값이 사용하기로 한 밸브의 한계유속(밸브에 따라 정해지는 값으로 버터플라이밸브에서는 6m/초) 이하인지를 확인한다.

③ 최대유량 및 최소유량시 밸브 상·하류의 각종 손실수두 및 최고, 최저압력을 산출한다.

④ 밸브에 요구되는 최대, 최소용량계수를 계산하고 밸브의 유량특성도로부터 최대개도와 최소개도를 읽어 이 개도가 제어 가능한 범위에 포함되는지를 확인한다.

⑤ 캐비테이션 발생 유무를 검토한다

⑥ 상기 계산과정에서 ②, ④, ⑤의 조건이 만족되지 않을 경우에는 밸브의 구경 또는 종류를 변경하고 계산을 다시 수행하여 상기 조건이 만족되는 밸브의 종류와 구경을 선정한다.

「비고」 제어용 밸브의 선정 예

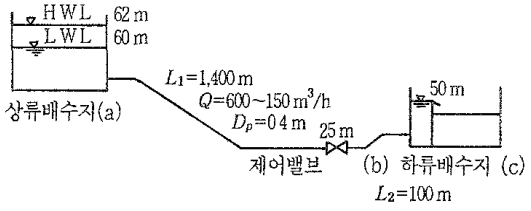
(1) 관로 조건(그림 7.45 참조)

계획최대유량 Q_{max}=600m^3/시 (0.167m^3/초)

계획최소유량 Q_{min}=150m^3/시 (0.0417m^3/초)

관 로 연 장 L=1,500m

관 구 경 D_p=0.4m



<그림 7.45> 수위 관계도

(2) 밸브 형식의 가정

버터플라이밸브를 사용하는 것으로 가정한다.

(3) 밸브 구경의 가정

$$v_{max} = \frac{Q_{max}}{\pi \cdot D_v^2/4}$$

$$D_v = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{max}}{\pi \cdot v_{max}}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.167}{\pi \times 6}} = 0.188\text{m} = 188\text{mm}$$

여기서,

D_v : 밸브 구경(m)

v_{max} : 밸브의 한계최고유속(6m/초)

Q_{max} : 최대유량(0.167m^3/초)

가장 가까운 상위규격의 밸브는 구경 200mm이나 관경과의 구경차가 크므로 250mm로 가정한다. 구경 250mm일 때 최고유속 v_{max}을 다시 계산하고 한계최고유속 이하인가를 확인한다. 이 경우 3.402m/초로 한계최고유속 6m/초 이하가 된다.

(4) 밸브상류 및 하류의 관로손실수두 계산 (Q_{max}, Q_{min}일 때)

관로손실수두의 계산은 헤젠-윌리암(Hagen-Williams) 공식에 의한다. 유속계수 C=130으로 하고 관로의 굴곡부, 유입부의 손실 등은 관로연장의 10%로 가정한다.

1) a~b간의 손실수두 : h_{f1}

C : 유속계수

I : 동수구배(h_f/L)

① $Q_{max}=600m^3$/시 (0.167m^3/초)일 때

$I=10.666C^{-1.85}\cdot D_p^{-4.87}\cdot Q^{1.85}$

$=10.666\times 130^{-1.85}\times 0.4^{-4.87}\times 0.167^{1.85}$

$=0.004142$ (4.142‰)

$h_{f1max}=1,400\times 1.1\times 0.004142=6.379m$

② $Q_{min}=150m^3$/시 (0.0417m^3/초)일 때

$I=10.666\times 130^{-1.85}\times 0.4^{-4.87}\times 0.0417^{1.85}$

$=0.000318$ (0.318‰)

$h_{f1min}=1,400\times 1.1\times 0.000318=0.490m$

2) b~c간의 손실수두: h_{f2}

① $Q_{max}=600m^3$/시 (0.167m^3/초)일 때

$h_{f2max}=100\times 1.1\times 0.004142=0.456m$

② $Q_{min}=150m^3$/시 (0.0417m^3/초)일 때

$h_{f2min}=100\times 1.1\times 0.000318=0.035m$

(5) 밸브에 작용하는 최대차압과 최소차압

1) 최대차압 Δh_{max}은 상류측 배수지가 고수위(H.W.L)이고 최소유량일 때 발생한다

H_1=상류측 배수지수위-h_{f1min}-밸브설치표고

H_2=하류측 배수지수위-h_{f2min}-밸브설치표고

$\Delta h=H_1-H_2$

$\Delta h_{max}=(62-0.490-25)-(50+0.035-25)$

$=11.475m$ (1.1475kg/cm^2)

2) 최소차압 Δh_{min}은 상류측 배수지가 저수위(L.W.L)이고 최대유량일 때 발생한다.

$\Delta h_{min}=(60-6.379-25)-(50+0.456-25)$

$=3.165m$ (0.3165kg/cm^2)

(6) 최대 C_v값 및 최소 C_v값의 계산

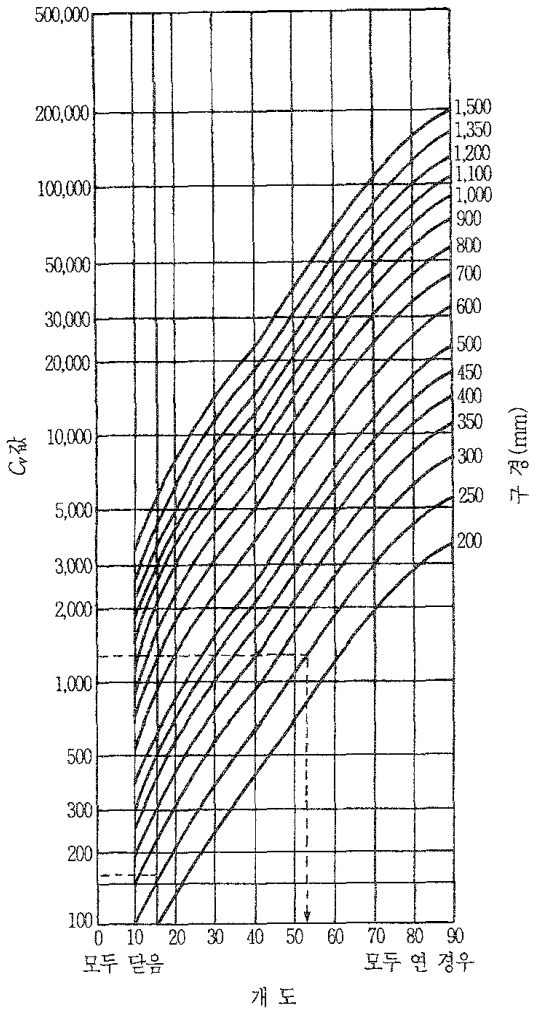
$$1)\ C_{Vmax}=1.167Q_{max}\cdot\sqrt{\frac{G}{\Delta p_{min}}}$$

$$=1.167\times 600\times\sqrt{\frac{1}{0.3165}}=1,245$$

$$2)\ C_{Vmin}=1.167Q_{min}\cdot\sqrt{\frac{G}{\Delta p_{max}}}$$

$$=1.167\times 150\times\sqrt{\frac{1}{1.1475}}=163$$

그림 7.46의 밸브개도와 C_v값의 관계로부터 제어범위를 구한다. 최대, 최소 C_v값에 대응하는 개도는 15~53° 이고 이는 버터플라이밸브의 제어가능범위 15~70° 를 만족한다.



<그림 7.46> 밸브개도와 C_v값

(7) 캐비테이션의 검토

최대 차압시 캐비테이션계수 σ (Q_{min}일 때)

$$\sigma=\frac{H_2+10}{H_1-H_2}$$

$H_1=62-0.490-25=36.51m$

$H_2=50+0.035-25=25.04m$

$$\sigma=\frac{25.04+10}{36.51-25.04}=3.05$$

버터플라이밸브의 실용 캐비테이션계수는 2.5 이상인데 이를 만족하고 있다. 유속계수는 장기적인 사용에 따라 저하되므로 C=110에 대하여도 같은 방법으로 계산한다.

<표 7.20> 계산결과의 정리

밸브형식	구경 (mm)	최고유속 (m/초)	캐비테이션계수 (σ 최소치)	제어범위	검 토 사 항
버터플라이 밸브 (고무시트식)	250	3.402	3.05	C=130 Q_{max}일 때 C_{Vmax}=1,245 개도 : 53° Q_{min}일 때 C_{Vmin}=163 개도 : 15°	◆ 최고유속은 한계최고유속인 6m/초 보다 작다. ◆ 버터플라이밸브 제어범위 15~70° 이내에 있어 문제는 없다 (그림 7.46 참조). ◆ 실용 캐비테이션 계수(σ_1=2.5~3.0)를 만족하고 있다.
			3.11	C=110 Q_{max}일 때 C_{Vmax}=2,592 개도 : 67° Q_{min}일 때 C_{Vmin}=165 개도 : 16°	◆ 제어상 문제는 없다. ◆ 캐비테이션 계수는 크게 되고 문제는 없다

(8) 최종 판정

이상의 계산결과를 요약하면 표 7.20과 같다. 표로부터 구경 250mm의 버터플라이밸브를 선택하면 배수관의 유속계수가 경과년수 변화에 의해 저하하여도 제어범위에 있으므로 제어용 밸브로서 적당하다.

5.4 밸브의 압력기준

밸브의 압력기준은 호칭압력으로 나타내며 이를 선정하기 위해서는 밸브의 사용압력(정수압), 최대허용압력 등을 고려하여야 한다.

【해 설】

1. 압력기준

상수도용 밸브에 적용하는 압력기준으로는 현재 2가지 방식이 있다. 하나는 예전부터 사용한 상수도계 특유의 압력기준으로서 호칭압력 4.5K, 7.5K로 적용하는 것과 또 하나는 호칭압력 10K 이상에 적용하는 것으로 KSB 1501(철강제 관 플랜지의 압력단계)이 준용되고 있다.

밸브의 호칭압력(nominal pressure)은 일반적으로 사용압력(working pressure)을 나타내는 수치로서 과거에는 kg/cm^{2}로 나타내었으나 근래에는 국제단위(SI unit)의 도입에 따라 K를 기호로 사용하여 표시한다. 호칭압력은 관밸브류를 동일한 압력으로 구분함으로써 하나의 관로에서 같은 장소에 똑같은 호칭압력의 관밸브류를 사용하여 내압강도를 일치시키고자 하는데 그 의미가 있다.

상수도에서는 주철관에 적용되었던 압력기준이 다른 기자재의 압력기준으로도 폭넓게 쓰여왔으며 상수도용 밸브 역시 그 예외는 아니다. 주철관은 정수압을 기준으로 저압관에서는 0.44MPa(4.5kg/cm^2), 보통압관에서는 0.74MPa (7.5kg/cm^2)로 압력기준이 정해져 사용되고 있다. 이 정수두는 속도수두가 0일 때의 관내 압력을 의미하는 것이므로 최대정수두, 최고사용압력 등과 용어의 형태가 뒤바뀌어져 있지만 본질적으로는 통상의 사용압력을 의미한다. 또한 주철관의 압력기준에서는 사용압력, 호칭지름(nominal size) 등에 관계없이 수격압은 0.54 MPa(5.5kg/cm^2)로 일정하다고 가정한 후 사용압력에 이 수격압을 더한 값을 최고허용압력 (maximum permissible working pressure)으로 하여 관두께를 계산한다.

최근에는 상수도시설이 대규모화되고 수원지가 더욱 멀리 떨어짐에 따라 관로의 고압화를

<표 7.21> 수도용 밸브의 시험압력 단위 : MPa(kg/cm²)

종별	호칭압력	사용압력	최고허용압력	밸브몸통 내압시험		밸브시트 누설시험
				호칭지름		
1종	4.5K	0.44(4.5) 0.45(4.6)	1) 0.98(10) 1.0 (10.2)	350이하	1.37(14) 3) 1.4 (14.3)	7) 0.44(4.5) 0.45(4.6)
				400이상	1.03(10.5) 3) 1.06(10 7)	
2종	7.5K	0.74(7.5) 0 75(7 6)	1) 1 27(13) 1 3 (13 3)	350이하	1 72(17.5) 3) 1.75(17.8)	7) 0 74(7.5) 0 75(7 6)
				400이상	1 37(14) 3) 1.4 (14.3)	
3종	10K	0 98(10) 1 0 (10 2)	2) 1.37(14) 1.4 (14 3)	350이하	2 26(23) 4) 2 3 (23.5)	8) 0.98(10) 1.0 (10.2)
				400이상	2 06(21) 5) 2 1 (21.4)	
4종	16K	1.57(16) 1.6 (16.3)	2.16(22) 2) 2.2 (22.4)	전 구경	2.35(24) 6) 2 4 (24.5)	1 73(17.6) 9) 1 76(17.9)
5종	20K	1.96(20) 2 0 (20.4)	2.75(28) 2) 2.8 (28.6)	전 구경	2.94(30) 6) 3 0 (30 6)	2.16(22) 9) 2.2 (22.4)

주 1) MKS단위의 「사용압력+수격압 5.5kg/cm²」 을 SI단위 MPa로 환산
2) KS B 1501(철강제 관 플랜지의 압력단계)에 준함
3) 예전부터 상수도용 밸브에 적용되고 있는 밸브몸통 내압시험압력
4) KS D 4309에서 인용
5) 최고허용압력×1.5
6) 사용압력×1.5
7) 예전부터 상수도용 밸브의 밸브시트 누설시험압력은 사용압력을 적용함
8) 사용압력×1.0
9) 사용압력×1.1

「비고」 각 압력의 상단은 MKS단위에서 환산된 값이며 하단은 상단의 수치가 얻어진 방법에 따라 SI단위로 도출된 값이다. 현재 상단에 의한 규격과 하단에 따른 규격이 혼용되고 있으나 장차 하단의 값으로 통일될 전망이다

위해 0.74MPa(7 5kg/cm²)가 넘는 압력기준이 필요하게 되었으며 이로 인해 KSB 1501이 새로운 압력기준으로서 채택되고 있다 상수도에서는 이 기준 중 호칭압력 10K, 16K 및 20K를 적용하고 있다. KSB 1501에서는 유체의 상태나 온도가 광범위하게 변하는 경우 각각의 조건에 대해서 재료의 허용응력을 기초로 하여 최고사용압력을 결정하므로 동일한 호칭압력에 대응하는 수치가 일정하지 않을 수 있다. 이 규격의 120℃ 이하에서 맥동이 없는 유체에 대응하는

최고사용압력을 상수도에서는 최고허용압력으로 표시하여 사용하고 있다.

이상 2가지 압력기준에 대해서 사용상 주의해야 할 사항을 정리하면 다음과 같다.

(1) 사용압력이 0 74MPa(7.5kg/cm^2) 이하의 경우는 상수도계의 압력기준으로 적용하며 여기서 호칭압력 4 5K와 7.5K는 최고허용압력이 각각 0.98MPa(10kg/cm^2), 1.27MPa(13kg/cm^2)임을 뜻한다.

(2) 사용압력이 0.74MPa(7.5kg/cm^2)를 초과하는 경우는 KS 압력기준의 10K, 16K, 20K를 적용한다. 이 때 호칭압력 10K, 16K, 20K는 최고허용압력이 각각 1 37MPa(14kg/cm^2), 2.16MPa (22kg/cm^2), 2.75MPa(28kg/cm^2)임을 의미한다.

(3) 상수도의 기준에서는 호칭압력과 사용압력을 대응시킬 수 있으나 KS에서는 호칭압력과 최고사용압력을 구분하고 있다. 따라서 사용상 편의를 위하여 상수도용 밸브의 규격에서는 0.98MPa(10kg/cm^2) 이상의 경우에도 호칭압력과 사용압력을 대응시키고 있다.

(4) 상수도용 밸브의 최고허용압력은 호칭압력 4.5K와 7.5K의 경우 사용압력에 0 54MPa (5 5kg/cm^2)의 수격압을 더한 것으로 결정하였으며 호칭압력 10K 이상의 경우는 KS B 1501의 최고사용압력과 동등한 값으로 적용한다.

2. 수압시험압력

수압시험은 밸브의 검사를 위한 중요한 사항이며 밸브의 내압성능을 확인하는 수단이다. 사용압력에 비해 과다한 수압에 견디는 것은 밸브의 과잉품질을 초래하므로 밸브의 규격에서는 시험수압이 규격 등으로 정하여져 합리적인 품질성능을 도모하고 있다.

KS B 2304(밸브의 검사 통칙)에서는 다음의 압력검사를 규정하고 있다

① 밸브몸통 내압검사

② 밸브시트 누설검사

③ 역시트 누설검사

이 규격에서 시험압력은 밸브몸통 내압검사의 경우 최고허용압력의 1 5배, 밸브시트 누설검사는 최고허용압력의 1.1배로 규정하고 있다. 그러나 실제로 시험압력은 각각의 밸브 규격에 따른다.

3. 규격에 정하여 있지 않은 압력

밸브몸통 내압시험압력 또는 밸브시트 누설시험압력은 ISO 규격, KS플랜지 규격, 닥타일 주철관 규격 및 경험으로부터 얻어진 호칭압력에 따른 표 7.21과 같은 일관된 방식에는 따르지 않는다.

5.5 밸브의 구동장치

> 밸브의 구동장치는 밸브의 종류, 용도, 설치환경, 제어방법 등을 고려하여 적당한 것을 선정하여야 한다.

【해 설】

밸브의 구동장치로는 수동식, 전동식, 공기압식이 보편적으로 사용된다.

1. 수동식 구동장치

소구경의 제수밸브와 버터플라이밸브처럼 조작력이 작아도 되는 경우에는 직결 핸들식이 사용된다. 또한 구경이 크거나 유체압이 높으면 개폐 토크도 커지므로 감속기를 사용한다. 일반적으로 수동조작 토크는 최대 20kg·m(196N·m)를 기준으로 하고 감속기는 이 토크를 원활하고 효율적으로 밸브 키(key)에 전달하는 역할을 한다. 감속기는 평기어, 베벨기어 및 웜기어(worm+worm wheel) 등의 기어류로 구성된다. 평기어(spur gear) 및 베벨기어(bevel gear)는 감속비가 1/1~1/6 정도의 중간급 하중용으로 사용되는데 상수도용 제수밸브의 경우 입형 600mm 이상의 밸브에는 평기어가, 횡형 400 mm 이상의 밸브에는 베벨기어가 감속기로 주로 사용되고 있다. 웜기어는 감속비를 1/10~1/60로 크게 하는 것이 가능하며 큰 토크를 얻기 쉬워 중(重)하중용의 대형밸브에 많이 사용된다.

2. 전동식 구동장치

전동식은 동력원으로 전원을 사용하고 강력

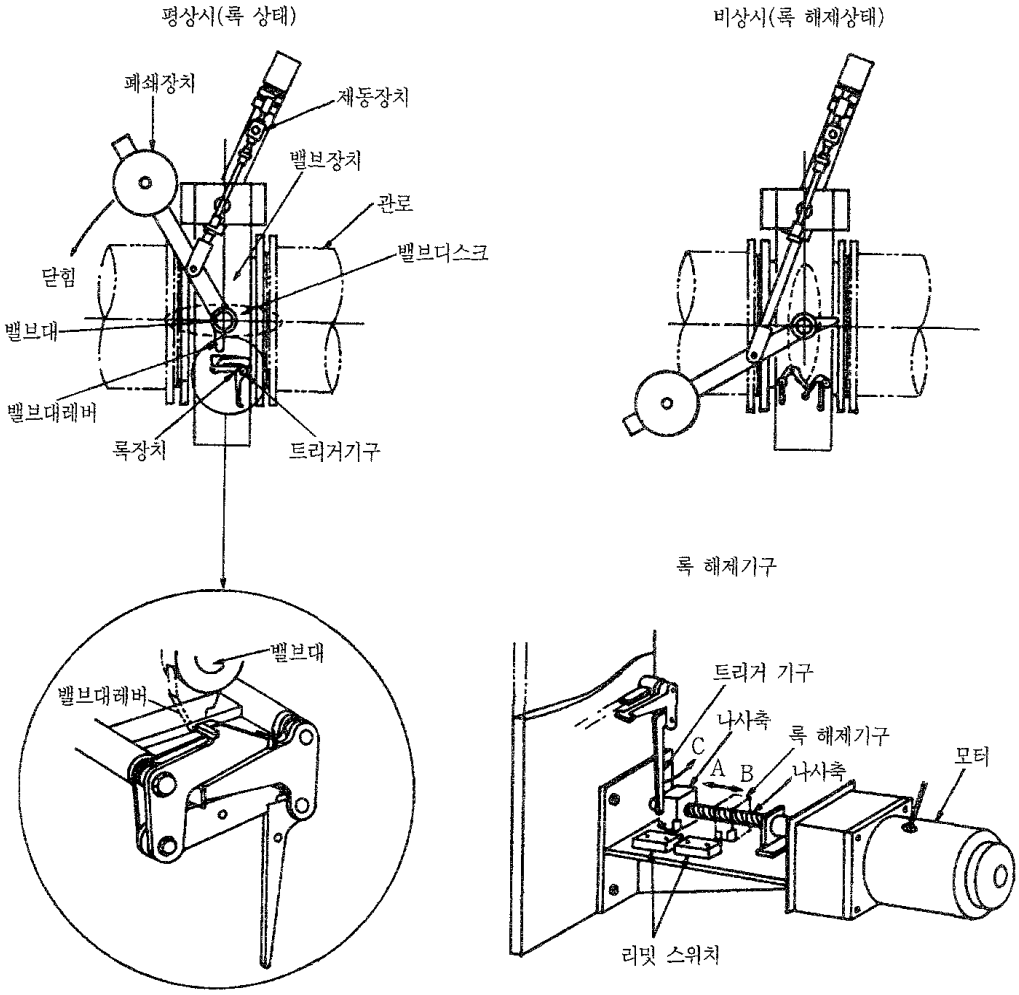
<표 7.22> 공기압식 구동장치의 비교표

	실린더 (0 39~0.69MPa)	에어모터 (0.39~0.69MPa)	다이어프램 (0.12~0 26MPa)
특징	◆구동장치의 조작압력은 4~7kg/cm^{2}이다. ◆통상은 전개·전폐 조작용으로 사용되는 경우가 많으나 비례 제어용으로도 사용 가능. ◆큰 토크 및 조작력을 얻을 수 있다. ◆견고한 구조이다. ◆대구경 밸브 조작 및 제어에도 사용 가능. (예) 1,000ϕ~1,350ϕ 버터플라이밸브	◆구동장치의 조작압력은 4~7 kg/cm^{2}이다. ◆모터는 로터리 베인식이며 소형으로 고출력을 얻을 수 있다. ◆전기조작과 조합시켜 각종 조작이 가능함 ◆토크 스위치는 개폐 양방향 어디든 용이하며 확실한 설정이 가능함. ◆공기실린더 방식과는 달리 밸브대는 나사식으로도 사용 가능함.	◆구동장치의 조작압력은 1.2~2 6kg/cm^{2}이다 ◆고장확률이 적고 고장부분의 발견도 용이함. ◆부품의 소모도가 작고 유지관리도 용이하다. ◆소형 경량으로 설치공간이 작다. ◆소용량의 제어용에 사용되는 경우가 많다. ◆초기 투자비가 싸다.
용도	◆방폭지역 ◆전원 사용이 힘든 지역 ◆습도에 의한 부식성이 있는 장소	◆방폭지역 ◆전원 사용이 힘든 지역 ◆긴급비상용	◆방폭지역 ◆습도에 의한 부식성이 있는 장소
설치예	◆침전지 설비의 배출슬러지 밸브 ◆유량조절밸브 (여과유량, 세정유량)	◆긴급차단밸브 ◆유량조절밸브	◆정수장의 약품주입 제어밸브

한 조작력을 간단히 얻을 수 있으며 원거리에서의 조작이 가능하므로 널리 사용되고 있다 전동식 구동장치는 전동기와 감속기 등으로 구성되지만 그밖의 부속장치로서 스트로크 리밋스위치, 토크 리밋스위치, 수동용 원형핸들, 개도지시계 및 수동·전동의 전환장치가 있다. 전동조작은 밸브 부근의 현장조작반 또는 관리실에 설치되는 원격조작반 외에도 구동장치와 일체로 된 조작기구로 수행할 수 있다.

(1) 전동기

밸브 개폐를 위한 기동시에는 큰 토크가 필요하나 운행 도중에는 그다지 큰 토크가 필요치 않다 그러나 밸브대에 걸리는 토크에 1.5배 하여 제작자의 최대토크 구동장치로 선정해야 하며 또 수문의 전동 구동장치의 경우는 수문의 자중을 고려하여 제작자의 정격토크로 선정되어야 한다. 또한 전동기는 정지시 관성에 의해 계속 돌지 않도록 조심해야만 한다 그러므로 전동기는 기동 토크가 크고 관성효과가 작은 특성을 갖는 것이 바람직하다. 밸브의 개폐시간은 길어도 5분 정도이므로 10분에서 30분 이내의 짧은 시간 동안만 전동기가 사용되지만 15~30분 정격으로 선정되어야 한다. 전동기는 교류3상 농형 유도전동기가 가장 많이 사용되지만 소구경 밸브로 출력이 작아도 되는 것에는 단상교류농형 유도전동기가 사용되는 경우도 있다 또한 직류전동기는 축전지를 전원으로 운전할 수 있으므로 정전시에도 밸브의 구동이 가능하다.



<그림 7.47> 전동기방식의 동작설명도

(2) 스트로크 리밋스위치

스트로크 리밋스위치는 밸브의 개폐위치를 설정한 후 결정된 위치에서 밸브를 자동적으로 정지시키는 기능 외에도 개폐상태를 조작반에 램프로 표시하기도 한다.

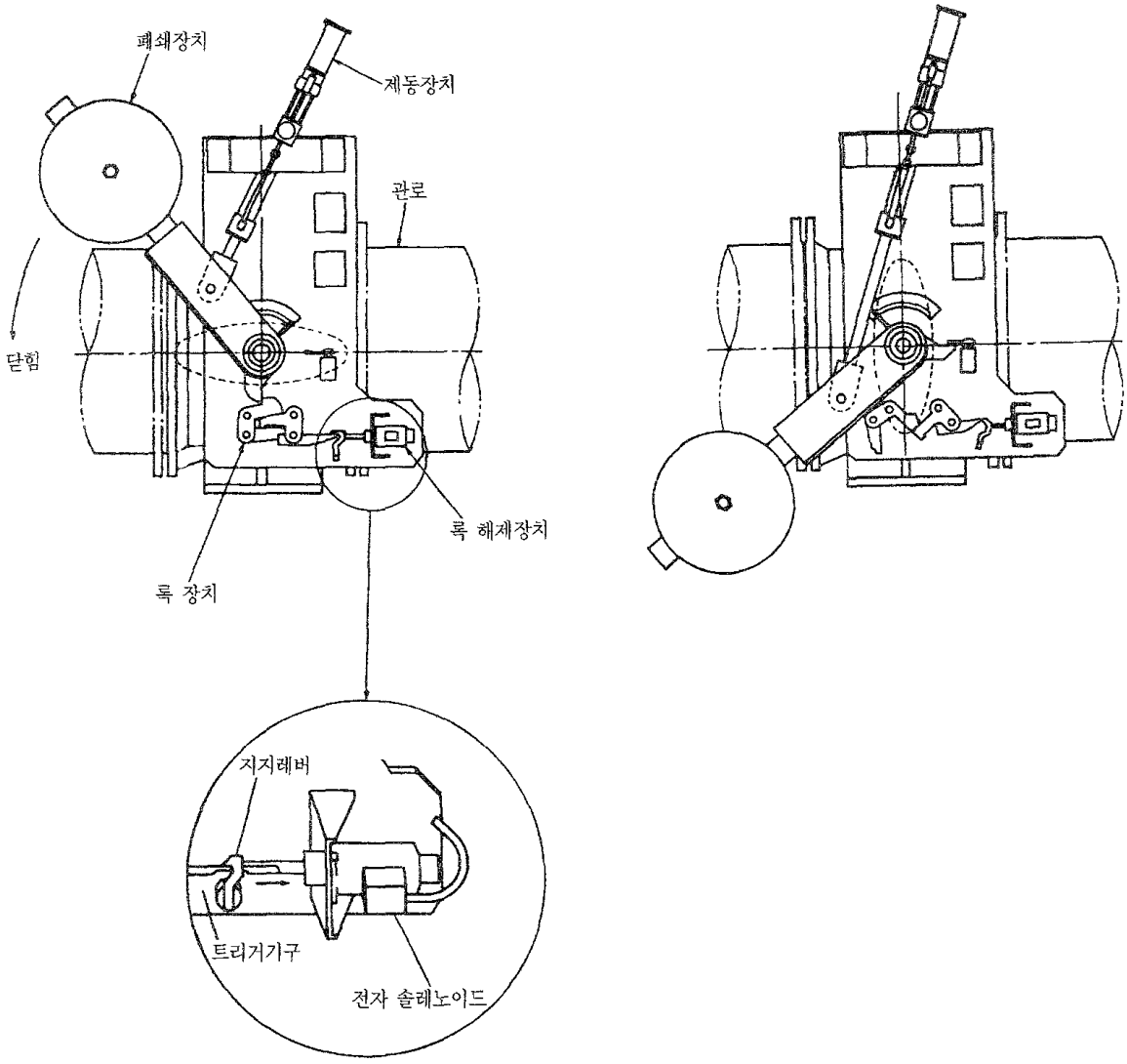
(3) 토크 리밋스위치

토크 리밋스위치는 밸브에 과다한 힘이 걸리는 것을 방지하기 위한 장치이다. 밸브가 작동중에 이물질이 끼어 디스크의 작동이 저해된다든지 또는 스트로크 리밋스위치가 제대로 작동되지 않을 때에는 구동장치나 밸브본체가 파손될 우려가 있다. 토크 리밋스위치는 이러한 사고를 미연에 방지하기 위하여 사용되며 스트로크 리밋스위치와 마찬가지로 중요한 역할을 담당한다.

(4) 기타

1) 스트로크 리밋스위치나 토크 리밋스위치 등이 설치되는 컨트롤 박스내에는 이러한 전기부품류의 습기에 의한 장해를 방지하기 위해 스페이스 히터(space heater)를 설치해야 한다.

2) 개도계는 출력축의 회전을 치차(齒車)기구를 매개로 하여 개도로 나타내는 구조이며 원격지시용으로 싱크로(synchro)식과 전위차계(potentiometer)식의 개도발신기를 연동시키는 것이 가능하다. 최근에는 전위차계식 개도발신기가 많이 사용된다.



<그림 7.48> 전자 솔레노이드밸브 방식의 동작설명도

3. 공기압식 구동장치

공기압식 구동장치는 동력원인 공기압을 공기압축기에 의해 간단히 발생시킬 수 있으며 구동장치는 응답성이 좋고 정전시에도 일정 시간 동안 조작이 가능하므로 약품주입용과 드레인용 밸브 그리고 정전 등 긴급시에 조작을 필요로 하는 밸브에 많이 사용된다 공기압식 밸브조작기로는 실린더식, 다이어프램식 및 에어모터식이 있으며 각 방식의 특징 및 용도 등은 표 7.22에 나타내었다.

4. 긴급차단밸브의 구동장치

재해대비용 긴급차단밸브로는 버터플라이밸브, 볼밸브, 오토밸브, 나팔형 원형수문 등이 사용되고 차단용 동력으로는 중추, 디스크 자중 또는 수압을 이용한다. 중추나 디스크 자중을 이용하는 방식은 전개 상태를 유지하는 록(lock)기구를 갖고 있으며 이 록기구를 해제하기 위하여 모터, 전자 솔레노이드 등을 사용하는 방식이 있다. 이 방식을 선정할 때에는 설치조건, 재해시의 대응체제 등을 충분히 고려하여야 한다.

(1) 전동기 방식

소형 전동기에 의해 록기구를 해제하는 것으로서 차단신호에 의해 전원이 들어오면 전동기

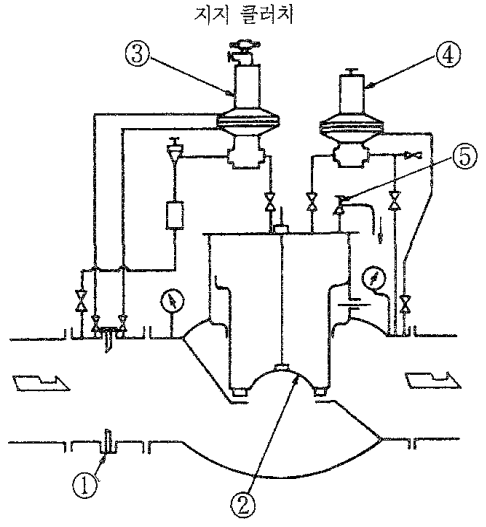
가 구동하고 나사축이 한 방향으로 회전하며 나사축은 화살표 B방향으로 이동하고 나사축이 트리거기구에 의해 빠지면서 화살표 C방향으로 움직여 록이 해제된다(그림 7.47 참조).

(2) 전자 솔레노이드 방식

평상시에는 전자 솔레노이드의 전원이 끊어진 상태에서 지지레버가 트리거기구에 의해 디스크를 구속한다. 감지장치로부터 밸브를 닫도록 하는 신호가 나오면 전자 솔레노이드가 여자(勵磁)되고 지지레버가 화살표 방향으로 움직여 록을 해제한다(그림 7.48 참조).

(3) 오토밸브 방식

그림 7.49에 나타낸 바와 같이 밸브의 상류측에 오리피스 ①를 설치하고 긴급차단용 파일럿밸브 ③에 접속한다. 이 파일럿밸브로 임의의 유량을 설정하여 둔다. 밸브하류측의 관이 파열되어 관내 유량이 설정유량을 초과하면 긴급차단용 파일럿밸브 ③는 닫힌 상태에서 열리게 되며 주밸브 ②도 자동적으로 닫히고 보조 파일럿밸브 ④는 열려 있던 상태에서 닫히게 된다. 주밸브를 닫힌 상태에서 열린 상태로 복귀할 때에는 열림용 밸브 ⑤를 손으로 열고나서 긴급차단용 파이럿밸브 ③의 지지클러치를 해제하여 주밸브 ②를 완전히 개방시킨다.



<그림 7.49> 파일럿밸브식 동작설명도

제6절 각종 기계설비

6.1 기본사항

각종 기계설비는 수질 및 운전조건에 따라 구조의 형식 및 재질을 선정하여야 하고 유지관리 및 보수가 용이하며 과부하로 인한 사고방지 대책을 충분히 갖추어야 한다.

【해 설】

상수도의 각종 기계설비로는 수처리 기계설비, 크레인 및 기타 기계설비 등이 설치된다. 이러한 각종 기계설비는 취수장, 정수장, 펌프장 등의 운전 또는 시설의 기능 유지를 위한 중요한 설비들이며 수질상태 등에 따라 적절하게 계속적으로 운전이 가능하도록 구조와 성능을 갖추어야 한다.

6.2 수처리 기계설비

수처리 기계설비는 수중에 설치하므로 수질에 따라 구조의 형식, 재질의 선정 등에 특히 유의하고 유지관리가 용이하여야 하며 과부하로 인한 사고방지 대책을 강구하여야 한다.

【해 설】

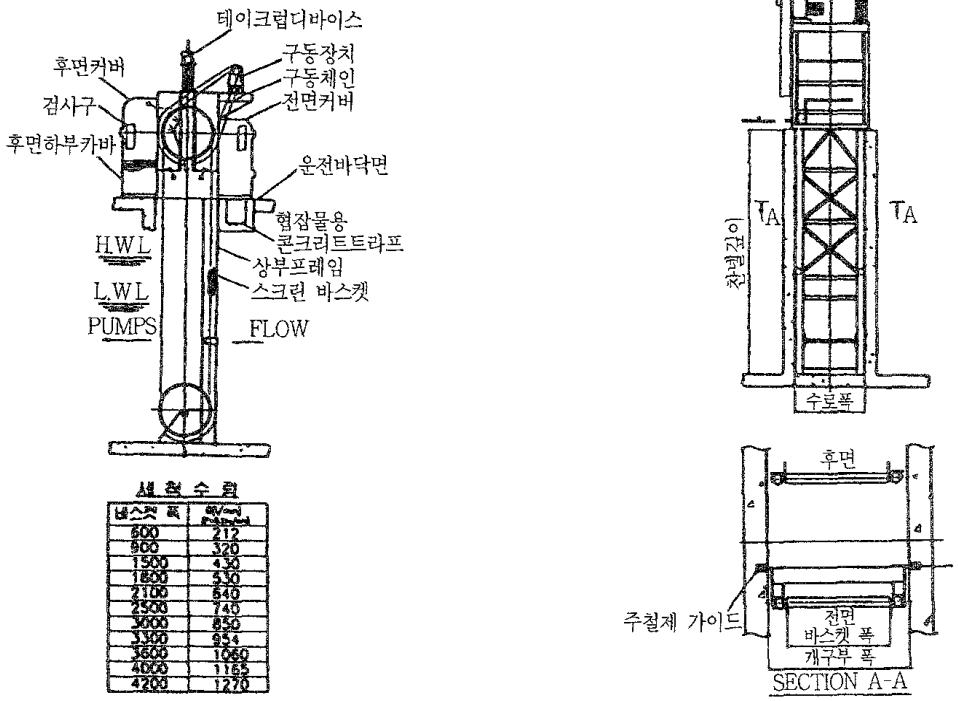
수처리 기계설비는 수중에 설치하므로 수질에 따라 부식 및 마모가 심한 관계로 부식 및 마모 방지와 내구성을 충분히 고려하여야 한다.

부식 및 마모 방지를 위하여 적합한 도료를 선정한 후 도장하여야 한다.

베어링 부위에서의 누유(漏油)를 방지하기 위하여 오일리스 베어링을 사용하여야 하며 지상에 설치하는 베어링 및 감속기 등에서 누유되지 않도록 대책을 강구하여야 한다.

과부하로 인한 설비의 파손 방지를 위하여 과부하 보호장치를 구비하여야 한다.

1. 트래블링 워터 스크린



<그림 7.50> 트래블링 워터 스크린

트래블링 워터 스크린(travelling water screen)은 유입수로에 설치하며 유입수내에 포함된 부유물 및 이물질을 체인에 결합되어 회전하는 바스켓으로 끌어올려 상부에서 세척수로 제거하고 방출한다(그림 7.50 참조).

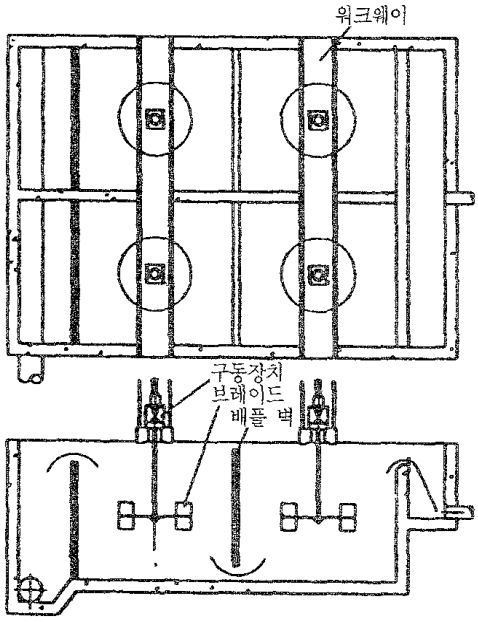
(1) 바스켓은 회전하는 체인에 결합되어 올라오게 되며 상부에 설치된 세척수에 의해 분리되어 방출된다.

(2) 세척수의 수량, 수압, 세척노즐의 분사상태 등을 조절할 수 있는 장치를 설치하여야 한다.

(3) 부유물 및 이물질의 부착으로 저항이 커져 수위차가 커질 때에는 경보가 발생하는 장치를 설치하여야 한다.

2. 혼화기

혼화기(rapid mixer 또는 flash mixer)는 혼화지에 설치하며 입형 축에 여러 개의 블레이드(blade)를 부착, 회전시켜 약품을 효과적으로 혼화하기 위한 설비이다(그림 7.51 참조).



<그림 7.51> 혼화기

(1) 혼화기는 연속 동작에 적합하여야 하고 유입수량, 수질변화 등에 적절히 대응할 수 있도록 변속모터를 설치하여야 한다.

(2) 혼화기의 구동장치에서 진동 및 소음이 발생하지 않도록 하여야 한다.

(3) 혼화기 블레이드의 원주속도는 1.5m/초 이상을 기준으로 한다.

3. 응집기

응집기(flocculator)는 플록형성지에 설치하며 축에 여러 개의 패들(paddle)을 부착, 회전시켜 플록을 형성하기 위한 설비로서 플록형성지의 구조에 따라 횡형 또는 입형으로 설치한다(그림 7.52, 7 53 참조).

(1) 횡형 응집기는 3~4열이 주로 사용되며 패들 외경이 3m일 때 패들의 회전수, 원주속도의 기준은 일반적으로 표 7.23과 같다.

<표 7.23> 응집기의 원주속도

구분	1~2열	3~4열
회전수(rpm)	1.25~5.2	0.8~2.7
원주속도(m/초)	0.15~0.8	0.23~0.76

(2) 응집기는 연속운전에 적합하여야 하며 수질변화에 대응할 수 있는 변속장치를 설치하여야 한다.

(3) 수중베어링은 이물질이 침입하여 마모되지 않도록 하여야 한다.

(4) 구동실과 응집기의 격벽(隔壁) 관통부에 스터핑박스(stuffing box)를 설치하고 축봉수장치를 공급하여야 한다.

4. 슬러지 수집기

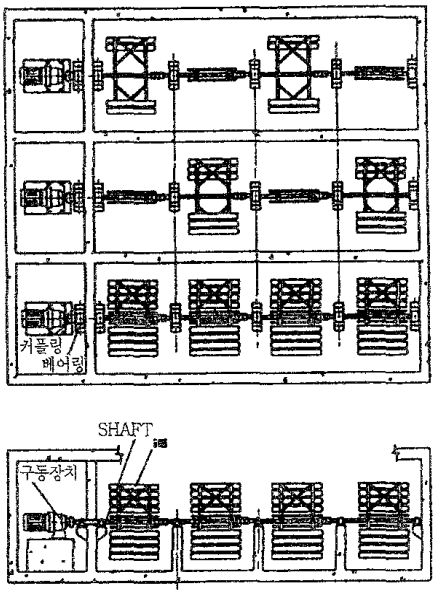
슬러지 수집기(sludge collector)는 침전지의 슬러지를 제거하기 위한 설비이며 침전지의 구조에 따라 원형, 체인 스크레퍼형, 수중대차 견인형, 주행미다형 등을 설치한다.

슬러지 수집기는 탁도 변동에 따라 슬러지량이 변동되므로 높은 탁도에서도 대응할 수 있도록 하여야 한다.

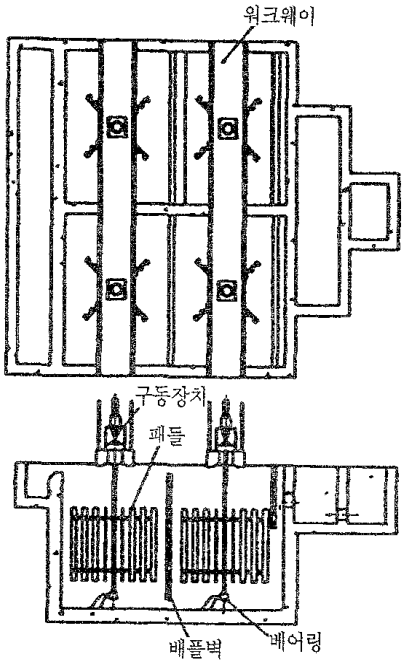
각 형식은 다음 사항을 고려하여 선택하여야 한다

(1) 원형(circular) 슬러지수집기

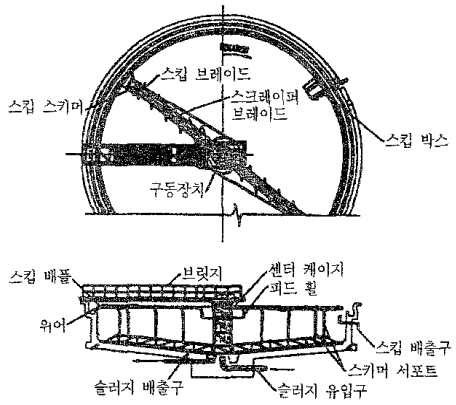
브릿지 상부에 설치된 구동장치에 의하여 원형으로 회전하면서 침전된 슬러지를 제거하는 설비이다(그림 7.54 참조).



<그림 7.52> 횡형 응집기



<그림 7.53> 입형 응집기



<그림 7.54> 원형 슬러지수집기

흡입방식으로는 원형 흡입형과 원형 스크레퍼형이 있고 구동방식으로는 중심구동 지주형, 중심구동 현수형, 주변 구동형 등이 있다.

1) 수집기 원주속도는 일반적으로 0.6m/분 이하이다

2) 과부하로 인하여 구동장치가 파손될 수 있으므로 과부하 보호장치를 설치하여야 한다

(2) 체인 스크레퍼형 슬러지수집기

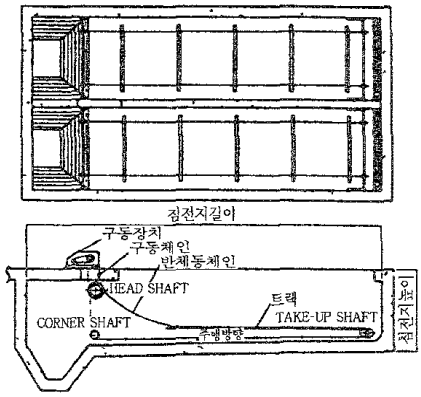
체인 스크레퍼(chain & scraper)형 슬러지수집기는 체인에 플라이트를 고정장치로 고정시켜 침전지 바닥에 설치한 레일 또는 지(池)바닥에 설치한 웨어 스트립 상부를 이동하면서 침전된 슬러지를 호퍼(hopper)에 끌어 넣는 설비이다(그림 7.55 참조).

1) 수집기 주행 기준속도는 일반적으로 0.2~0.6m/분이다.

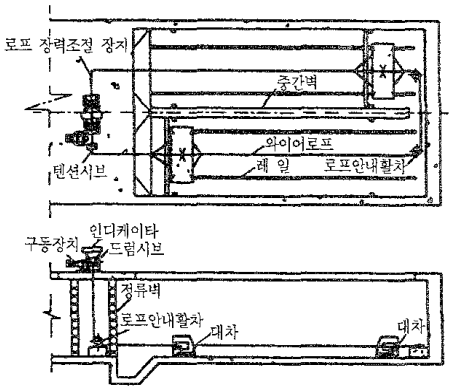
2) 체인은 장시간 정지 또는 슬러지가 많이 퇴적(堆積)된 상태에서 운전할 때에는 과부하가 발생되므로 연속운전을 원칙으로 한다

3) 과부하로 인하여 체인이 절단될 때에는 가동이 정지되어야 하므로 체인절단 검출장치를 설치하여야 한다

4) 근래에는 미국, 유럽, 일본, 한국 등에서 금속부품인 체인(chain), 고정장치(attachment), 슈(shoe), 스프라켓(sprocket), 슬리브 베어링(sleeve bearing)과 플라이트(flight), 웨어 스트립(wear strip) 등을 비금속(non-metallic) 부품으로 개발하여 사용함으로써 녹 발생으로 인한 수질 악화를 방지하는데 기여하고 있다.



<그림 7.55> 체인-스크레퍼형 슬러지수집기



<그림 7.56> 수중대차 견인형 슬러지수집기

(3) 수중대차 견인형 슬러지수집기

침전지 바닥에 설치한 레일 상부에 수중대차와 스크레퍼를 설치하고 구동 로프로 견인하여 침전된 슬러지를 호퍼에 끌어 넣는 설비이다(그림 7.56 참조).

1) 수집기 주행 기준속도는 일반적으로 0.2~0.6m/분이다.

2) 수중대차 스크레퍼는 장시간 정지 또는 슬러지가 많이 퇴적된 상태에서 운전할 때에는 과부하가 자주 발생될 뿐만 아니라 슬러지가 부상(浮上)되므로 연속운전을 원칙으로 한다.

3) 왕복 구동방식으로 시동, 정지, 회송의 위치제어가 명확하여야 한다.

4) 로프로 견인하므로 로프의 마모 및 늘어짐에 대한 대책을 강구하여야 한다.

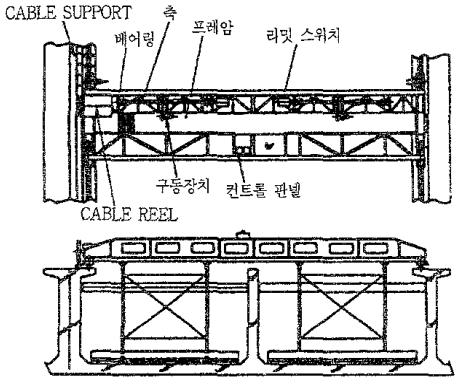
(4) 주행미다형 슬러지수집기

침전지 상부에 설치한 레일 상부에 브럿지와 스크레퍼를 설치하고 구동장치로 구동휠을 구동하여 침전된 슬러지를 호퍼에 끌어 넣는 설비이다(그림 7.57 참조).

1) 수집기 주행 기준속도는 일반적으로 0.2~0.6m/분이다.

2) 주행미다형 스크레퍼는 장시간 정지 또는 슬러지가 많이 퇴적된 상태에서 운전할 때에는 과부하가 발생될 뿐만 아니라 슬러지가 부상되므로 연속운전을 원칙으로 한다.

3) 왕복 구동방식으로 시동, 정지, 회송의 위치제어가 명확하여야 한다.



<그림 7.57> 주행미다형 슬러지수집기

6.3 크레인

크레인은 펌프장 및 염소투입실 등에서 각종 기기들의 설치, 유지관리 및 보수를 위하여 필요한 운반기계이다.

【해 설】

1. 펌프장 및 염소투입실 등에서 천정크레인, 호이스트, 지브 크레인 등은 각종 기기들의 하중, 사용조건, 안전성 등을 고려하여 선정, 설치하여야 한다.

2. 크레인 설비는 중량물을 운반하므로 안전장치를 구비하여야 한다.

3. 3톤(ton) 이상의 크레인과 호이스트 설비는 산업안전 보건법에 준하여야 한다.

산업안전 보건법 제34조 및 동법 시행규칙 제58조에 따라 3톤 이상의 크레인은 제작 전 설계검사를 필하고 제작 후 설치 완료시에는 완성검사를 받아야 한다.

4. 본 항에서는 주로 사용되고 있는 천정크레인(overhead crane)에 대하여 설명한다(그림 7.58 참조).

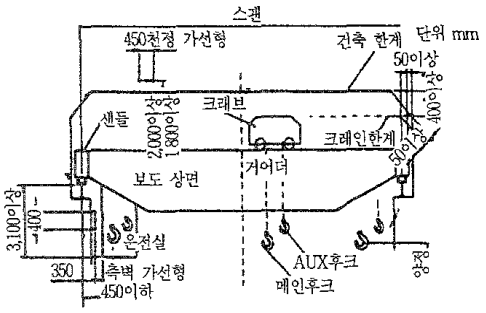
(1) 천정크레인은 펌프장 건물 측면 상부에 주행 레일을 설치하고 레일 상부에 주행거어더를 설치하며 거어더 상부에 권양 및 횡행 주행장치를 구비한 구동장치를 갖는 설비이다.

(2) 구동방식에 따라 전동 천정크레인과 수동 천정크레인으로 구분한다.

(3) 천정크레인은 감속기와 브레이크 장치가 부착된 전동기로 구성되고 전동 천정크레인은 인양과 수평이동을 동력으로 가동하며 수동 천정크레인은 인양은 동력으로 하고 수평이동은 수동으로 한다.

(4) 전기공급장치는 트로리바에 의한 방법과 캡타이 케이블에 의한 방법이 있다.

(5) 천정크레인 운전조작은 천정크레인 상의 운전실에서 하는 것이 통상적이나 지상에서 운전하는 것도 있다.



<그림 7.58> 천정 크레인

6.4 환기설비

1. 펌프실에는 환기설비를 설치해야 한다.
2. 환기방식은 자연환기, 강제급기, 강제배기로 한다.
3. 환기풍량은 각 기기로부터 발산하는 열의 배출과 디이젤기관의 경우 연소에 필요한 공기량을 충분히 공급할 수 있는 양으로 한다.

【해 설】

1. 펌프실에 설비되는 디이젤기관, 동력전달장치, 자가발전기 및 전동기 등으로부터 발생하는 열과 실내의 온도상승, 각종 유류의 기화 가스 등에 의해 발생하는 실내의 오염을 방지하기 위하여 환기를 시킨다.

또한 디이젤기관 가동의 경우는 연소에 필요한 공기량도 고려하여야 한다.

팬의 대수 결정에 있어서는 펌프설비의 운전대수와 빈도, 가동조건, 닥트계획 및 설치면적 등을 고려하여 결정한다.

운전관리자의 건강 위생상 필요한 공기의 공급 등이 규정되어 있는 건축관계법 및 근로기준법에 근거한 환기량도 검토되어야 한다.

실내의 허용온도는 전기기구를 고려하여 40 ℃ 이하를 유지하는 것이 바람직하다. 또한 지하 기기실은 습도가 높기 때문에 기기의 유지관리상 부적합할 경우는 건조용 공기구를 시설하여 강제 환기시킨다

2 강제 급배기 방식의 경우 급배기구는 공기의 흐름이 펌프실내에서 끊이지 않고 일정한 흐름이 될 수 있도록 함과 동시에 소음이 발생하지 않는 위치와 구조로 한다.

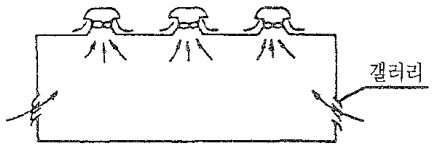
일반적으로 중소규모의 펌프장에서는 실외배기만 하는 강제배기방식, 대규모 설비에서는 강제급기방식을 주로 사용하며 자연환기는 소규모 시설에서 주 원동기가 전동기인 경우에 사용한다.

강제배기방식의 경우에는 실내가 부압이 작용하지 않을 정도의 공기흡입구를 갖도록 설치해야 한다.

또한 흡기구에는 옥외의 이물질과 먼지 등이 침입하지 않고 소음이 전파되지 않도록 할 필요가 있다.

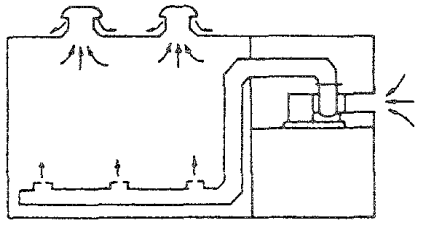
일반적인 환기장치를 설치방식별로 구분하면 다음과 같다.

(1) 배기를 천정형 또는 벽부형 팬으로 하고 공기흡입구를 갤러리로 한다.



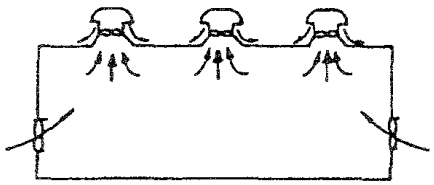
<그림 7.59> 강제 배기 방식

(2) 급기를 다익형 환기팬(sirocco fan)으로 하고 배기는 천정부착 밴치레이터(ventilator)로 한다.



<그림 7.60> 강제 급기 방식

(3) 급기 및 배기를 강제환기로 한다.



<그림 7.61> 강제 급·배기 방식

팬의 형식은 천정이나 면에 설치되는 축류팬과 독립된 기초에 설치되는 다익팬이 일반적으로 사용된다.

소음을 특별히 규제할 필요가 없는 곳에서는 벽부형 환기팬이나 천정형팬이 일반적으로 널리 사용되고 있으며 개략적인 정압조건은 다음과 같다.

벽부형 환기팬 : 정압 0mmAq

천정형 환기팬 · 정압 5mmAq

대규모의 펌프장에서는 급기팬을 사용하는 강제환기방식이 많이 사용되고 소음방지를 위한 소음장치 부착으로 인한 압력손실이 많은 관계로 다익팬을 주로 채택한다.

강제환기를 하는 경우 닥트(duct)를 사용하는 예가 많으며 이 때는 공기 흡·토출구 경로의 공기저항손실을 산출 가산하여야 하며 소음장치 유무에 따른 개략 손실은 다음과 같다.

소음장치가 없는 경우 : 정압 15mmAq

소음장치 부착 : 정압 30mmAq

닥트, 공기 흡·토출구의 적정풍속은 다음 표와 같다.

<표 7.24> 닥트내 적정 풍속

위 치	풍속(m/초)
외기흡입구	2.5~ 6*
팬 토출구	8 ~ 12*
주 닥 트	6 ~ 10
분기 닥트	3 ~ 5
흡 입 구	5 ~ 8*
필 터	2 ~ 2.5

*는 유효개구부 통과속도임.

3. 환기장치의 용량은 각 기기로부터 발산하는 열량과 디이젤기관의 연소에 필요한 공기량 등을 고려하여 다음과 같이 구한다.

(1) 각 기기로부터 발산하는 열량은 다음의 계산으로 구한다.

1) 디이젤기관으로부터의 발열량

$Q_E = P_E \times B_E \times H_u \times f$ ……(7.32)

여기서,

Q_E : 디이젤기관의 발열량(kcal/시간)

P_E : 디이젤기관 출력(hp)

B_E : 연료소비율(kg/hp·시간)

H_U : 연료의 발열량(A중유=10,200kcal/kg)

f : 디이젤기관의 표면방열비율

=0.04, 고속디이젤기관 1,200rpm 이상

=0.03, 저속디이젤기관 1,000rpm 이하

2) 치차감속기로부터의 발열량

$Q_G = K \times P_E \times (1 - \eta_G)$ ……(7.33)

여기서,

Q_G : 치차감속기로부터의 발열량(kcal/시간)

P_E : 전달마력(hp)

η_G · 전달효율(직교축 1단=0.96,

직교축 2단=0.94, 유성치차=0.97)

K · 계수(=95)

3) 유체클러치로부터의 발열량

$Q_f = K \times P_E \times (1 - \eta_f)$ ……(7.34)

여기서,

Q_f : 유체클러치로부터의 발열량(kcal/시간)

P_E : 전달마력(hp)

η_f : 전달효율(=0.96)

K : 계수(=95)

4) 발전기로부터의 발열량

$$Q_H = \frac{P_H \times P_f}{\eta_H} \times (1 - \eta_H) \times 860 \cdots\cdots (7.35)$$

여기서,

Q_H : 발전기로부터의 발열량(kcal/시간)

P_H · 발전기 출력(KVA)

P_f : 발전기 역률(=0.8)

η_H : 발전기 효율(제조사 사양 참조)

5) 전동기로부터의 발열량

$$Q_M = \frac{P_M \times (1-\eta_M)}{\eta_M} \times 860 \cdots\cdots (7.36)$$

여기서,

Q_M : 전동기로부터의 발열량(kcal/시간)

P_M : 전동기 출력(kW)

η_M : 전동기 효율

<참고>

전동기출력(kW)	효율 η_M
0.4~3.7	0.64~0.81
5.5~37	0.83~0.87
45~200	0.85~0.90

전동기의 효율은 전동기 형식과 극수에 따라 상당한 차가 있으므로 정확한 효율은 제조사의 특성치 기준에 따른다.

6) 디이젤기관의 소음기 및 배기관으로부터의 발열량

Q_P: 소음기 및 배기관의 발열량(제조사 사양 참조)

(2) 디이젤기관의 연소에 필요한 공기량

$$V_E = \frac{14.2 \times B_E \times P_E \times K}{60 \times \rho} \cdots\cdots (7.37)$$

여기서,

V_E: 디이젤기관의 연소에 필요한 공기량 (m^3/분)

14.2 : A중유 1kg을 연소시키는데 필요한 공기량(m^3/kg)

B_E : 연료소비율(kg/hp · 시간)

P_E : 디이젤기관 출력(hp)

ρ 공기밀도(=1.165kg/m^3 at 30℃)

K : 계수(=2.5)

(3) 환기장치의 용량

1) 배기팬

실내의 온도상승을 방지하기 위하여 배출하여야 할 풍량을 다음 식으로 구한다.

$$V_F = \frac{Q_E + Q_G + Q_f + Q_H + Q_M + Q_P}{60 \times \rho \times C_p \times \Delta T} \cdots\cdots (7.38)$$

여기서,

V_F: 배기팬의 용량(m^3/분)

Q_E, Q_G, Q_f, Q_H, Q_M, Q_P: 각 기기의 발열량 (kcal/시간)

ρ : 공기밀도(=1.165kg/m^3 at 30℃)

C_p : 공기의 정압비열(=0.241kcal/kg℃ at 760mmHg, 30℃)

ΔT : 실온과 외기온도의 차(=10℃)

2) 급기팬

실내의 온도 상승을 방지하는 환기량과 기관 연소에 필요한 공기량을 다음 식으로 구한다

$$V = V_E + V_F \cdots\cdots (7.39)$$

여기서,

V : 급기팬의 용량(m^3/분)

V_E 디이젤기관 연소에 필요한 공기량 (m^3/분)

V_F 배기팬의 용량(m^3/분)

배기팬의 용량 계산중에서 온도차 ΔT=10℃로 하는 것은 하절기 외기온도 30℃와 실내 최고허용온도 40℃의 차로부터 정하였다 실제로는 펌프실의 바닥, 벽, 천정면에서 생기는 방열열량(일반적으로는 발열량의 6~10%)에 대해서도 충분한 여유가 있으므로 10℃로 계산하는 경우가 많다.

제7절 전기설비

7.1 기본사항

1 전기설비는 전기사업법 등 관계법규에 따라 시설해야 하며 상수도시설에 특별히 시설해야 할 사항을 규정한다.

2. 전기설비는 조작, 보수 및 관리가 용이하고 사고방지 대책을 충분히 고려하여 시설하여야 한다

【해 설】

1 전기설비의 설치 및 개조공사에 있어서는 전기사업법 등 관계법령과 기준을 따라야 한다

2 전기설비의 사고는 즉시 단수나 수압저하 등의 결과를 초래하기 때문에 조작 및 관리가 용이한 구조로 하여야 하며 사고방지를 위하여 보수 점검이 용이하게끔 구조 및 배치를 고려하여 설치하여야 한다. 전기설비를 설치할 때

고려할 사항은 다음과 같다.

(1) 사용기기는 성능 및 신뢰성이 높고 수명이 길어야 한다.

(2) 운전 보수가 용이하고 잘못 조작할 염려가 없는 것이라야 한다

(3) 안전하여 감전사고 등의 위험이 없어야 한다.

(4) 내부사고에 의한 화재의 위험이 없어야 하며 다른 화재로 인한 연소를 막고 소음방지를 고려하여 그 설치장소를 택하여야 한다.

(5) 기기는 반입 및 반출을 고려하여야 하고 보수 점검이 용이하여야 한다.

(6) 기기는 설치면적을 줄일 수 있도록 경량 소형의 것을 선택하고 주위와 조화가 잘 되게 끔 하여야 한다.

7.2 수전계획

수전계획은 다음 각 항에 따라야 한다.

1. 수요전력

계획 년차별로 개개의 부하가 동시에 가동할 경우의 최대전력 혹은 개별 입력 합계에 대하여 수용율을 적용하여야 한다.

2. 계약전력

계약전력은 특별한 기준이 없는 한 전력회사의 규정에 따라서 결정한다.

【해 설】

1. 수요전력용량은 계획 년차에 공칭 능력의 송배수를 수행할 때 취수펌프, 송·배수펌프 등의 주요설비 및 기타 부속설비의 각종 전기적 부하의 합계를 고려하여 정하여야 한다.

2. 수요전력을 결정한 다음 각종 전기적 부하의 합계를 기초로 하여 전력회사의 전력공급 규정에 의거, 계약전력을 정하여야 한다.

또한 한전규정에는 개별입력을 합계한 전력에 대하여 75kW까지는 100%를 적용하고 다음부터는 75kW를 단위로 하여 85%, 75%, 65%를 적용하고 300kW 이상은 60%를 적용하여 합계한 것을 계약전력으로 하고 있다.

7.3 수전전압

계약전력에 의한 수전전압은 사용의 편의성과 경제성을 고려하여 전력회사와 협의, 결정한다.

【해 설】

수전전압은 계약전력으로 볼 때 표 7.25와 같이 정할 수 있다. 그러나 이 표에 나타낸 것은 전력회사의 표준이고 적당한 전압의 배선선로가 부근에 있는가의 여부와 장래 시설확장 가능성 등을 고려하여 전력회사와 협의하여야 한다.

<표 7.25> 계약전략과 수전전압

계약전력	수전전압
100kW 미만	저압
100kW 이상	고압 및 특별고압

7.4 수전인입선

1. 수전인입선이 동일 배전선로에 접속된 다른 수용가들의 잦은 사고나 공급능력 등 문제가 예상되는 부득이한 경우에는 전용선으로 하는 것이 바람직하다.

2. 수전인입선은 안정급수를 위하여 2중으로 구성하는 것 등을 충분히 검토한 후 결정해야 한다.

【해 설】

1. 전력회사의 일반 배전선로에서 수전(受電)하면 그 건설비는 저렴하나 전력회사가 배전공사를 할 때의 정전 또는 그 배전선로에 접속된 다른 사용자의 사고로 인한 정전이 비교적 많기 때문에 고도의 공익성을 갖는 상수도사업에서 정전에 의한 단수 등의 사고를 감소시키기 위하여 가급적이면 전용선로를 사용함이 효과적이다

2. 전용선로의 경우라도 선로의 정기점검을

위한 정전 혹은 전용선로의 사고 등을 대비하고 송전선로 계통의 사고 등을 고려하여 수요부서에 특별히 중요도가 높다고 인정한 시설에 대해서는 2회선의 수전을 하는 것이 바람직하다.

7.5 자가용 전기설비

대용량 전력 수용시는 전기사업법에 의거 자가용 전기설비로 시설하고 관계법령에 따른 수속을 해야 한다.

【해 설】

전기사업법에 의거해서 75kW 이상의 수용시설은 자가용 전기시설물로 사용하도록 규정되어 있으며 수속의 구분, 안전규정 및 안전관리사의 선임 등은 전기사용용량 및 전압에 따라 다르므로 전기 수용시에는 전기사업법을 숙지한 후 처리하여야 한다.

7.6 수전설비

수전설비는 다음 각항에 적합하여야 한다.

1. 수전설비용량은 수요전력(kW)을 피상전력(KVA)으로 환산한 값보다 크게 하여야 한다.
2. 수전선로를 안전하게 개폐할 수 있는 개폐기와 수전전력 및 사고전류를 안전하게 차단시킬 수 있는 차단기를 설치하여야 한다
3. 효율적인 감시를 위하여 수전전압에 관계없이 전압계, 전류계, 지시전력계 및 표시등을 설치하여야 한다.
4. 고압수전에서는 원칙적으로 폐쇄형 배전반을 사용하여야 한다.

【해 설】

1. 수전설비의 용량은 단지 수요전력(kW)의 숫자만이 아니고 수전점에서의 총합역률의 여하에 따라 전류치 및 전압에 영향을 미치기 때문에 이 총합역률을 여하히 정하는가가 용량결정의 기본이 된다.

이상적으로는 총합역률 100%가 바람직하나 이를 위하여 역률개선 설비비가 증대하게 되므로 보통 총합역률은 90~95%를 표준으로 하고 있다. 즉 수전설비의 용량은 최저의 경우라도 수요전력(kW)÷총합역률=피상전력(KVA)을 채용하여야 한다. 그리고 총합평균역률이 반드시 확보되게끔 부하측에서는 필요한 역률개선설비를 설치하여야 한다. 또한 상수도시설은 가동후 부하가 증가하는 것이 통례로 되어 있으므로 최저피상전력(KVA)보다 반드시 큰 설비용량으로 결정하여야 한다. 그러나 반드시 계획최종년도의 수요량을 대상으로 하지 않더라도 부하에 알맞는 적당한 크기의 것으로 하고 수량(水量)의 증가에 따라 증설하거나 교체하게 하는 것이 유리할 때도 있으므로 구체적인 검토가 필요하다.

2. 수전선로를 완전히 끊고 수전점 이후의 설비를 점검 또는 보수할 때에는 기기에 잔류전압이 없는 것을 확인할 필요가 있으며 이를 위하여 개폐기를 설치하여야 한다.

이 개폐기는 수전전압이 걸려 있을 경우 혹은 시설의 배선상태에 따라서는 이 개폐기 이후의 충전전류(무부하전류)도 안전하게 개폐되어야 한다. 그리고 설비의 사고 및 고장 때 전원의 완전차단이 가능하게 하여 부하측 기기의 보호 및 전원측에 영향을 미치지 않게 하기 위하여 차단용량이 충분한 차단기를 설치하여야 한다.

3. 수전 및 부하의 상태를 감시하기 위하여 필요한 최소한의 기기를 열거한 것으로 실제로 계획할 때에는 각종 시설에 적합하도록 독자적으로 결정하면 된다.

4. 전력개폐를 주로 하는 배전반(혹은 수전반)은 그 조작에 필요한 모든 기기를 내부에 들어가게 하는 것이 취급이 안전하고 방진 및 방습성이 높으며 설치가 용이, 면적도 적게 소요

된다. 옥외용의 경우는 폐쇄형 배전반이 좋다.

고압은 원칙적으로 수전설비 뿐만 아니라 모든 배전반을 폐쇄형으로 하는 것이 좋다.

특고압 혹은 저압에서도 근래 전력 개폐 뿐만 아니고 각종 반(盤)에서도 폐쇄형의 우수한 제품이 많기 때문에 실지조건에 알맞는 것을 선정하면 된다.

일반적으로 수전, 변전, 배전설비 일체를 포함하는 광의의 배전반으로서 고려할 때 폐쇄형 배전반은 메탈 크래드(metal clad) 배전반과 스위치 큐비클(switch cubicle) 배전반으로 구분된다.

7.7 변전설비

변전설비는 다음 각 항에 적합하여야 한다.

1. 변전설비의 용량은 변압할 전력(kW)을 피상전력(KVA)으로 환산하고 여유를 가산하여야 한다.
2. 변전설비내의 전선로에는 이를 안전하게 개폐할 수 있는 개폐기와 고장전류를 안전하게 차단할 수 있는 차단기를 설치하여야 한다.
3. 3상변압을 할 경우는 3상변압기를 사용하는 것을 표준으로 한다.
4. 변전설비는 옥내 설치가 바람직하며 예비시설을 충분히 고려해서 시설해야 한다.

【해 설】

1. 변압기의 용량은 동시에 걸리는 각종 전기부하(kW)를 합계하여 이를 피상전력으로 환산한 값에 어느 정도의 여유를 가산한 것이다. 피상전력(KVA)으로 환산하기 위하여는 부하전력(kW)을 부하역률로 나누어야 한다.

일반적으로 부하의 총 역률은 콘덴서 설치포함 90% 정도이므로 부하(kW)의 합계를 0.9로 나누고 이 값에다 10~20%의 여유를 보아 변압기의 용량(KVA)을 정한다.

2. 변전설비에서는 1차측 및 2차측 모두 개폐기 및 차단기를 설치하고 안전성을 확보해야 한다 단 소용량의 경우와 특수한 경우에는 일부를 생략하거나 개폐기와 차단기의 두 성능을 갖는 것으로 대용하여도 좋다.

3. 3상변압을 할 경우 종래에는 3대의 단상변압기를 사용하는 일이 많았으나 현재는 3상변압기의 성능과 신뢰성이 향상되었기 때문에 3상변압기 1대를 사용하는 것을 표준으로 하고 있다. 따라서 이 기준에서는 3상변압기를 표준으로 하여 경제성이 크고 보수가 용이하며 설치면적을 축소시킬 수 있게 하였다. 만일 단상변압기로 3상변압을 할 때에는 예비를 고려하여야 한다. 예비가 없을 경우 3상변압이 필요할 때에는 단상변압기 2대를 V결선함으로써 3상변압기의 목적을 달성할 수 있으나 그 용량은 2대분의 0.866배로 감소한다.

4. 상수도 시설은 안정적인 물공급이 중요한 목표이고 전기설비의 예비설비는 투자비에 비하여 운영면에서는 상당한 효과를 거두고 있으며 또한 변전설비가 과거에는 옥외에 주로 설치되었으나 날짐승에 의한 사고나 외부인의 접근을 사전에 차단하고 안전관리를 위해서 옥내설치가 바람직하다.

7.8 배전설비

배전설비는 다음 각 항에 적합하여야 한다.

1 수전설비 혹은 변전설비로부터 주요설비까지의 배전선은 케이블을 사용함이 효과적이다.

2. 각종 부하로 가는 배선에는 적산전력계를 설치함이 효과적이다.

3. 효율적인 감시를 위하여 전압에 관계없이 전압계, 전류계 및 표시등을 설치하여야 한다.

4. 배전설비에는 원칙적으로 폐쇄형 배전반을 사용함이 바람직하다.

5. 배전선로 인출용 분기개소에는 선로를 안전하게 개폐하는 개폐기와 배전전력 및 고장전류를 안전하게 차단하는 차단기를 설치하여야 한다.

6 전동기 회로의 개폐설비는 그 용량 및 전압에 따라 표 7.26을 기준으로 하여 선정한다.

7. 배전반을 설치할 때는 벽체와 배전반 사이에 간격을 두어 수리할 때 지장이 없도록 하여야 한다.

8. 배전반, 분전반에 사용되는 주개폐기중 해당 전선로 또는 부하가 전기설비기술 기준 제45조의 규정에 의한 누전차단기 설치 대상일 경우에는 누전차단기를 설치함이 바람직하다.

【해 설】

1. 중요설비의 연결 배전선은 케이블로 해 놓으면 비, 바람, 눈 등으로 인한 절연의 열화(劣化) 및 비상재해 등에 의한 피해를 줄이고 미관에도 좋으므로 이 방식을 쓰는 것이 좋다.

2. 각종 부하의 사용전력량을 측정하는 것은 기계설비의 능률 및 그 운용의 양부(良否) 등을 검토하는 데에 편리함과 아울러 정수장 혹은 펌프장의 원단위(原單位) 전력량의 검토 등 시설 전체의 운영을 합리화하는데 필요한 자료를 얻을 수 있으므로 대용량 부하에는 적산전력계를 붙이는 것이 좋다.

3. 본장 7.6의 3에 준하는 것으로 감시에 필요한 최소한도의 기기들이다

4. 본장 7.6의 4에 준하는 것이나 배전설비의 경우는 작업원이 감전될 위험성이 많기 때문에 고압에 국한하지 않고 일반적으로 폐쇄형 배전반을 설치하는 것이 바람직하다

5. 본장 7.6 및 7.7의 2에 준하는 것으로서 배전설비에서도 전선로(電線路)의 안전성을 확보하기 위하여 본문에 게재한 각종 기기를 설치하여야 한다.

6. 개폐기는 표 7.26에 표시한 바와 같이 저압일 경우에는 배선용 차단기 혹은 퓨즈를 붙인 3극개폐기와 전자개폐기를 병용(併用)하여야 한다. 전자개폐기는 과부하일 때나 정전일 때에는 자동적으로 회로가 열리기 때문에 정전이 회복되더라도 전부하상태로 기동하는 전기적 불합리가 없다.

<표 7.26> 전동기의 개폐설비

전압(V)	전동기출력 (kW)	개폐설비
110, 200, 220, 380	사용전압에 따라 선택	배선용 차단기 또는 3극개폐기(퓨즈가 달린 것) 및 전자개폐기를 겸용한다
3,300, 5,700, 6,600		고압차단기 또는 고압개폐기 배전반

그리고 전자개폐기를 점검하거나 수선할 때에는 배선용 차단기 혹은 3극개폐기가 필요하기 때문에 이를 병용함이 바람직하다.

7. 배전반을 설치할 때에는 벽체와 배전반 사이에 간격을 두어 유지관리가 용이하도록 한다.

8. 상수도 시설은 주위에 물이 많으므로 기기의 유지보수시 전기에 의한 감전사고를 특별히 주의하여야 한다. 특히 고압보다도 저압에서는 누전으로 인한 사고를 대수롭지 않게 생각하는 경향이 있으므로 이를 방지하기 위한 누전차단기를 설치하는 것이 바람직하다.

7.9 역률개선설비

역률개선설비는 다음 각 항을 표준으로 하여야 한다

1. 저전압전동기 회로에는 전동기와 정전축전기를 직접 병렬로 설치하여야 한다.

2. 고압전동기 회로에는 콘덴서군으로서 고

압 모선을 설치하여야 한다.

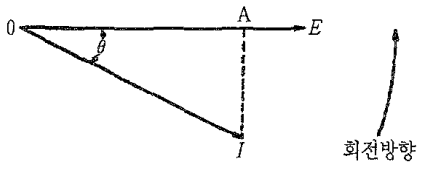
3. 고압콘덴서에는 방전코일을 설치하여야 한다.

4. 군 용량 100KVA 이상의 콘덴서에는 직렬리액터를 설치하여야 한다

【해 설】

역률이란 유효전력과 피상전력의 비를 백분율로 나타낸 것이다.

교류회로에서는 전압과 전류가 시간적으로 동상(同相)이 아닌 것이 보통이다. 벡터(vector)도로 표시하면 그림 7.62와 같이 되고 이 상차각(相差角)의 코사인(cosine)을 백분율로 나타낸 것이 역률이다.



OE 전압, OI 전류

<그림 7.62> 벡터도

그림 7.62에서 전압을 기준으로 하면 전류는 θ만큼 늦어진다. 교류회로에서는 리액턴스(reactance)가 있어 이 리액턴스의 유도성이나 용량성에 의하여 전류는 전압보다 늦거나 혹은 앞서거나 한다.

일반적으로 교류회로는 유도성 리액턴스가 많고 용량성 리액턴스가 적기 때문에 전류는 전압보다 늦다.

그림 7.62에서 전류 I와 전압 E에 대한 성분 $\overline{OA}$가 전류의 유효성분, 즉 $\overline{OA}=I\cos\theta$이다.

따라서 유효전력 P_e은 다음과 같이 나타난다

$$P_e=E\cdot\overline{OA}=EI\cos\theta\cdots\cdots(7.40)$$

그리고 피상전력 P_o은 전압과 전류의 상차각 θ의 여하에 불구하고 전압과 전류의 상승적(相乘積)으로 다음과 같이 표시된다.

$$P_o=E\cdot I$$

정의에 의하면 역률 P_f은

$$P_f=\frac{P_e}{P_o}\times100(\%)=\frac{EI\cos\theta}{EI}\times100(\%)$$
$$=\cos\theta\times100(\%)\cdots\cdots(7.41)$$

즉 역률이란 전압과 전류의 상차각 코사인의 백분율로 표시되는 것이다.

전력으로 나타내는 식, $P_e=E\cdot I\cos\theta$으로부터 생각하면 일정전력을 보낼 때 역률이 나쁘면 전류가 커지고 따라서 굵은 전선을 사용하여야 한다. 그래서 역률이 나쁘면 배선건설비가 높아지므로 역률을 개선할 필요가 있다. 그 개선 목표는 역률 95% 정도로 한다. 이 이상 개선하려면 콘덴서의 설비비가 높아져서 좋지 않다.

1. 저압전동기와 같이 소용량의 부하에는 개폐기 다음의 각 전동기마다 콘덴서를 병렬로 붙이는 것이 좋다. 그러나 전류계를 설치할 때는 보통 전동기와 콘덴서의 합성전류를 지시하기 때문에 그 지시눈금은 전동기만의 전류가 아님을 유의하여야 한다.

그리고 소용량전동기의 갯수가 아주 많을 때에는 그들의 가동상황 등을 고려하여 고압전동기일 때와 같이 콘덴서군을 설치한다.

2. 고압전동기일 때에도 750kW 정도까지는 저압전동기와 같이 각 전동기마다 콘덴서를 붙일 경우가 있으나 붙일 장소의 넓이나 설비비 등을 고려하여 콘덴서군으로 나누어 모선에 붙이고 부하의 대소에 따라 적당히 조정할 수 있게 하면 된다.

3. 콘덴서를 회로로부터 끊었을 경우 잔류전하의 방전으로 취급자가 감전되는 위험을 방지할 목적으로 방전코일(선륜)을 설치하는 것이기 때문에 규정에 맞는 것을 설치하여야 한다.

단, 전동기와 병렬로 접속한 경우 전동기를 정지시켰을 때도 반드시 전동기의 권선과 접속상태에 있는 회로를 형성하고 있을 때는 생략할 수 있으나 안전을 위하여 방전코일을 설치

하는 것이 좋다.

4. 배전선로에 변압기 등이 있으면 선로에 고조파(高調波)를 함유하는 일이 있고 여기에 콘덴서를 접속시키면 점점 고조파가 확대되어 전압파형의 이상이 커지며 이 가운데 제3고조파는 변압기의 ⊿결선내에서 단락되어 문제가 없으나 제5고조파 이상은 회로를 유도성으로 만드므로 이상고조파를 방지하기 위한 적당한 직렬 리액터(reactor)를 설치하여야 한다.

직렬리액터는 축전지 회로 개폐시 과도전압 전류의 영향을 적게 해 주는 효과가 있기 때문에 200~300KVA 이상의 콘덴서를 설치할 때에는 직렬리액터를 설치할 필요가 있다 여기서 안전도를 고려하여 100KVA 이상을 기준으로 한다.

7.10 예비동력

주요시설에는 비상용 예비 발전설비 및 기타의 예비동력설비를 설치하는 것을 검토해야 한다.

【해 설】

펌프장, 약품주입설비 기타 주요설비의 동력원은 거의 전기이다.

이 전력원이 사고 또는 천재지변으로 인하여 상당히 긴 시간동안 정전될 경우 단수가 불가피하므로 이를 방지하기 위하여 예비동력설비를 설치하여 송배수를 계속하는 것이 바람직하다. 그러나 예비동력은 가동기간이 짧은데 비해 설비에는 상당한 비용이 소요되므로 관련조건을 비교 검토하여 정하여야 한다.

자가용 발전설비가 있으면 비교적 간단하게 전원장치의 교체작업만으로도 최소한의 송배수는 가능하기 때문에 이를 기준으로 한 것이다. 그러나 자연유하식 배수의 정수장이나 비상시에는 자연유하로 일부 송배수가 가능한 펌프장 혹은 소용량 시설 등에서는 특히 자가용 발전시설을 할 필요없이 내연기관을 직접 예비동력으로 하는 것이 경제적으로 유리한 경우가 있으며 또한 자연배수가 불가한 펌프장에는 배수펌프용 예비동력을 충분히 고려해야 한다.

그리고 예비동력의 용량에 대하여는 실정에 따라 결정할 일이다

7.11 직류전원설비

직류전원설비는 다음 각 항을 표준으로 하여야 한다

1. 용량은 제어회로의 부하용량 및 표시등, 비상등 기타 직류부하설비의 용량을 고려하여 정하여야 한다

2. 축전지의 충전은 부동충전방식으로 하여야 한다.

3. 직류회로에는 전압계, 전류계 및 배선용 차단기 혹은 개폐기를 설치하여야 한다.

【해 설】

1. 직류전원설비는 보통 축전지이다. 비상등이 포함되어 있지 않을 경우는 정류장치만으로도 좋으나 이 기준에서는 일반적인 경우로서 축전지를 사용하는 것으로 하였다.

2 용량을 결정하기 위하여는 축전지로부터 공급하는 부하의 종류와 상황, 예상 최대정전시간, 축전지의 사용방법, 경과년수 변화에 의한 용량감소, 온도변화에 의한 용량변화, 축전지 및 제어선의 전압강하 등을 총체적으로 검토하여야 한다. 그리고 일군(一群)의 축전지 전압은 110V를 표준으로 한다.

축전지의 수명을 가급적 길게 하고 되도록이면 충전이 용이하게 하기 위하여 충전은 부동식(浮動式)이 바람직하다.

또한 자동식 정전압(定電壓) 충전방식으로 하면 더욱 좋다.

3 직류회로의 감시, 점검 및 회로보호를 위하여 적어도 전압계, 전류계 및 주회로마다 배선용 차단기 혹은 개폐기를 설치하는 것이 바람직하다.

7.12 보호 및 보안설비

전기설비의 보호설비 및 보안설비는 다음 각 항에 적합하여야 한다.

1. 수전인입구에서 가장 가까운 곳에 개폐기를 설치하여야 한다.

2. 수전설비에서 저압은 배선용 차단기 혹은 퓨즈에 의한 자동차단장치를 설치하고 고압일 때는 접지계전기 및 과전류계전기에 의한 자동차단기를 설치하여야 한다.

3 특고압용 변압기로서 뱅크용량의 5,000KVA 이상인 변압기는 그 내부에 고장이 생겼을 경우에 자동으로 전로에서 차단하는 장치를 설치하여야 한다. 다만, 10,000KVA 미만인 경우로 고장경보장치를 하는 경우는 그러하지 아니한다.(전기설비 기술기준 제54조 제1항 규정)

4 고압 또는 특고압 모선이나 기타 필요한 곳에는 피뢰기를 설치하여야 한다.

5. 구내 고압배전선로에는 과전류계전기, 접지계전기 및 저전압계전기를 설치하여야 한다.

6. 콘덴서회로에는 그 용량구분에 따라 차단기, 과전류계전기 및 과전압계전기를 설치하여야 한다.

단, 전동기와 직접 병렬로 붙일 때에는 이를 설치하지 않는다.

7. 특고압 혹은 고압전선로에는 발견하기 쉬운 곳에 상의 종류 혹은 접속상태를 모의모선이나 그밖의 방법으로 표시하여야 한다

8. 직류회로에는 누전 감시장치를 설치하여 운영이 편리하도록 한다.

9. 전기설비에는 보안상 설비에 알맞는 접지공사를 하여야 한다.

【해 설】

전기설비는 일단 사고가 발생하면 원인 및 사고개소에 따라 다르기는 하나 대단히 피해가 크고 복구에도 많은 시간이 소요되어 단수시간이 길어지기 때문에 주의가 필요하다. 사고를 미연에 방지하고 사고부분을 빨리 건전한 부분으로부터 떼내어 사고확대를 방지하기 위하여 보호 및 보안설비는 확실하고 충분해야 한다.

이를 위하여 필요한 최소한도의 방법을 다음 각항에 열거한다.

1. 송수전(送受電)의 경계점 즉 수전의 입구라고 말할 수 있는 위치에 있어서의 보안설비이다. 종래에는 수전인입구의 송전상의 책임분계점에 개폐기를 설치하기로 되어 있었으나 일반적으로 책임분계점과 재산분계점이 일치하는 것이 합리적이므로 개폐기를 수전인입구와 가장 가까운 곳에 설치하는 것으로 하였다.

만일 재산분계점이 수전인입구로부터 아주 멀리 전력회사측으로 치우쳐 있을 경우 계약상의 책임분계점이 수전점 인입구 근처가 될 수 없는 경우도 있으므로 수전인입구에 개폐기를 설치하는 것으로 하였다 즉 수전인입구가 책임분계점에 있는지의 여부에 관계없이 어느 경우에도 개폐기를 설치하여야 한다.

그리고 책임분계점이 수전인입구로부터 멀리 떨어져 있을 경우 전력회사와 협의하여 개폐기를 설치하여야 한다.

2. 수전설비에 대하여 최소한의 보안 및 보호장치를 제시한 것이다.

3. 이는 특별 고압변압기에 필요한 보호 및 보안 그리고 경보장치 등을 제시한 것이다. 그리고 내부발생 사고 검출장치로서는 부홀스(Buchôlz) 계전기, 비율차동계전기 등이 있다. 또한 2차측 혼촉(混觸)에 대한 장치로서 방전기를 사용하거나 피뢰기가 있으면 이를 대용할 수 있다.

4. 이는 뢰(雷) 전압 혹은 이상전압에 대한 보호장치로서 필요한 곳에 반드시 설치하여야 한다.

5. 2항과 같이 전선로(電線路)에 대한 최소한의 보안, 보호장치이다.

6. 콘덴서회로에 있어서는 과전압계전기를 특별히 설치할 필요가 있다. 이는 콘덴서의 손실이 전압의 자승에 비례하기 때문에 과전압이 되었을 경우 콘덴서의 온도가 상승하여 위험하

고 또한 야간이나 경부하시 등 선로나 다른 부하상황에 따라서는 과전압 발생의 위험이 있다.

이들 과전압으로부터 콘덴서를 보호할 필요가 있으므로 비교적 용량이 큰 콘덴서를 설치할 때에는 반드시 과전압계전기를 설치하여야 한다

7. 조작상 혹은 보안상의 안전을 기하기 위하여 전선로(電線路)의 구별과 접속상태를 용이하게 알 수 있게 한 것이다

8. 보안, 경보 및 보수상의 편리를 도모하기 위하여 반드시 설치하여야 한다.

가급적이면 직류주간회로(直流主幹回路)마다 설치하면 보수상 대단히 편리하다.

9 기기의 보호 및 보안을 위하여 전기설비기술기준에 의거 실시하여야 한다.

제8절 펌프실 및 전기실

8.1 구조

펌프실 및 전기실의 구조는 다음 각 항에 적합하여야 한다.

1. 펌프실 및 전기실은 되도록이면 철근콘크리트조 등 불연성구조로 하여야 한다

2. 부득이하여 목조로 할 경우는 전기설비의 천정 및 측면을 불연성물질로 하여야 한다.

3 펌프실 및 전기실은 환기 및 채광이 잘 되게 하고 침수가 되지 않는 구조로 하여야 한다.

4. 펌프실의 넓이는 펌프, 관, 밸브, 기타의 기계를 분해했을 때 이들을 놓는 데에 필요한 여유를 갖어야 한다.

5. 전기실은 염소가스나 기타 부식성가스와 가연성가스가 발생하거나 체류할 염려가 없는 위치라야 한다

6. 전기실은 각 기기의 조작 및 점검에 충분한 넓이가 있어야 한다.

【해 설】

펌프실 및 전기실은 본문의 사항에 대하여 유의함은 물론이나 그 밖에 다음 항목을 충분히 고려하여야 한다.

1. 펌프실 벽과 기계 끝과의 간격은 작업원이 통행할 수 있는 충분한 여유가 있어야 한다.

2. 펌프실 바닥면은 주위 지반면보다 적어도 150mm 높게 하여야 한다.

펌프의 흡입높이와의 관계상 펌프실 바닥면을 지반보다 낮게 하여야 할 경우는 입구부분을 지반고보다 높게 한다

3 홍수 등에 의한 침수의 위험이 있는 곳에서는 출입구 및 창의 위치를 안전한 높이로 하거나 방수구조로 하여야 한다.

4. 이 밖에도 노동 및 소방관계법규 등에 준해야 한다.

8.2 감시실

감시실은 환기, 방음 등을 고려한 구조로 하고 기계 및 전기설비의 관리에 적합하게 설치하여야 한다.

【해 설】

최근에는 집중관리방법의 채용에 따라 전기실 및 펌프실에 감시실을 설치하지 않은 경우가 많으나 감시실을 설치할 경우는 펌프실, 전기실의 실내 혹은 이와 인접한 위치에 기계 및 전기설비를 감시하기 쉬운 곳에 설치한다

감시실에는 조작반, 계기반 등을 적당한 위치에 배치하여 작업원이 조작, 점검, 감시하는데에 편리하게끔 하여야 한다.

감시실은 주야로 작업원이 근무하는 장소이므로 펌프나 전동기 등의 소음을 방지하기 위하여 감시용 창 및 출입구 등은 방음구조로 하고 필요에 따라 적당한 강제환기장치를 설치하여 환경을 좋게 하여야 한다. 또 감시실내의 계기 보전상으로도 진동과 습기 등은 좋지 않기 때문에 유의하여야 한다

8.3 조명시설

펌프실, 전기실 및 감시실에는 기기의 조작, 점검 및 계기의 감시에 충분한 조명시설을 갖추어야 한다.

【해 설】

펌프실 및 전기실의 조명은 기기의 조작, 점검, 수리 등 보수작업에 지장이 없는 밝기로 하여야 한다. 점검과 수리에는 특히 높은 조도(照度)가 필요하므로 전반적인 조명 외에 작업등 등을 보충하여야 한다. 감시실은 계기의 감시 및 조작반의 작업에 충분한 조도로 하는 것은 물론 비치는 것과 그림자 등을 주의하여야 하며 작업원의 눈에 피로를 주지 않고 계기류가 반사하여 감시하는데 지장이 없게 하기 위하여 천정, 벽, 바닥의 설계시 조명방법, 기기의 선정, 배치 및 색채조절을 충분히 고려하여야 한다.

전기설비에 관한 조도에 대하여는 다음과 같은 기준을 따르는 것이 좋다.

주요배전반의 계기면에서는……50Lx 이상

보조배전반 및 기계실의 계기면에서는 · 20Lx 이상

후크(hook), 봉 등으로 조작하는 단로기나 이에 근접하는 부분……5Lx 이상.

그리고 전반적 조도에 대한 기준은 표 5.47 관리용건물 각 실의 표준조도에 따른다. 또한 정전에 대비하여 직류전원 혹은 비상용 전원에 의한 예비조명 등을 설치하는 것이 바람직하다.

8.4 소음방지

펌프, 내연기관 및 전기설비에는 필요에 따라 충분한 방음설비를 설치하여야 한다

【해 설】

민가가 가까운 곳에 있는 배수펌프실 혹은 가압펌프실 등에서는 펌프, 전동기 혹은 내연기관에서 발생하는 소음에 의해 부근주민들에게 공해를 미치지 않게 충분한 방음장치를 설치하여야 한다. 허용소음기준은 환경보전법 및 각 지자체의 조례에 정한 바에 따라 그 기준을 넘지 않게 하여야 한다.

1. 펌프, 전동기 및 내연기관 등 기기 자체의 소음을 감소시키는 방법은 다음과 같다.

① 펌프회전속도가 가급적 적은 것을 선정한다.

② 입축펌프나 수중모터펌프를 사용한다.

③ 전동기에서는 흡기구 및 배기구에 소음장치를 붙인다. 또는 전폐형 혹은 전폐수냉형으로 하는 등 저소음전동기를 사용한다.

④ 내연기관에서는 배기관계(排氣管系)에 소음장치를 붙인다

⑤ 변압기는 철심 및 권선 등의 내부구조를 고려하는 외에 대용량 옥외형의 경우는 2중탱크식 혹은 콘크리트방음식으로 하면 저소음구조가 된다.

2 건물의 구조를 방음구조로 하는 방법은

① 건물의 창을 작게 하거나 창이 없는 구조로 한다.

② 지하식이나 반지하식으로 한다.

이 밖에도 구축물에 전달하는 진동 및 소음을 방지하기 위하여는 방진배트(vat)를 사용하는 것도 고려할 수 있다.

특히 저소음이 요구될 때는 기계 및 건물을 함께 방음구조로 할 필요가 있다.

건물을 방음구조로 할 경우는 기기로부터의 발열로 인한 온도상승이 뒤따르므로 기기를 수냉식으로 하든가 적당한 환기장치를 설치할 것을 고려하여야 한다.

제8장 급 수 장 치

제 8장 급 수 장 치

제1절 총 칙

1.1 급수장치의 의의

급수장치는 배수관으로부터 분기(分岐)하여 설치된 급수관, 계량기, 저수조, 수도전 등 급수와 관련된 기구로서 수요자에게 음용수를 공급하는 것이 목적이다.

[해 설]

1. 수도법 제3조 제22호에서 「"급수장치"라 함은 상수도사업자가 일반의 수요자에게 정수를 공급하기 위하여 설치한 배수관으로부터 분기하여 설치된 급수관, 계량기, 저수조, 수도전, 기타 급수에 관련된 기구를 말한다.」라고 되어 있다.

급수장치를 공도 내에 매설할 때는 도로 및 교통관계법령, 건축물에 설치할 때는 건축관계법령 및 소방법 등의 규제를 받는다

2. 급수장치는 상수도시설의 여타 부분과는 달리 공사비를 수요자가 부담하는 것이며 생활수준의 향상과 생활양식의 다양화에 따라 급수용구가 많이 개발, 판매되므로 각 도시마다 경제상 또는 관례상 사용재료와 급수장치의 관리방법이 차이가 생길 수 있다. 그러므로 상수도사업자는 급수구역 실정에 적합한 구체적인 급수장치의 설계와 시공 등의 기준을 정해 두어야 한다. 또 급수하기 전에 관 내부의 세척 등을 충분히하여 수질보전에 힘써야 한다

1.2 구조 및 재질

급수장치의 구조 및 재질은 다음 각 항의 요건을 구비하여야 한다.

1. 수요자가 필요로하는 수량을 충분히 공급할 수 있어야 하나 구경이 너무 과대하면 안된다.

2. 수압, 토압, 부등침하, 동상(凍上) 등에 대하여 안전하고 내구성이 크며 내식성자재로서 누수가 없어야 한다.

3. 동결, 손상, 전식(電蝕), 토질에 의한 부식 등의 위험이 있을 때는 필요한 방지조치를 하여야 한다.

4. 배수관의 수압에 영향을 줄 수 있는 펌프 직결은 피하여야 한다.

5 물이 오염되거나 역류할 위험이 없어야 하며 역류방지를 위하여 수도계량기 유출구에는 역지밸브를 설치하는 것이 바람직하다. 그리고 역류위험이 있는 급수용구는 유입구에 적절한 역류방지장치를 하여야 한다.

6. 물과 공기의 정체를 방지하기 위한 조치가 되어 있어야 한다.

7. 당해 급수장치 이외의 수관과 기타 건축 설비에 직결되어서는 안된다

8. 사용수량을 정확하게 계량하기 위하여 계량기를 설치하여야 한다.

9. 유지관리가 쉽게 이루어질 수 있는 구조로 설치되어야 한다

【해 설】

배수관과 급수장치는 기구면에서 일체이므로 수격작용이나 물의 역류에 의한 오염으로 타인의 급수장치까지 악영향을 줄 염려가 있다. 급수장치는 급수관과 많은 급수용구로 구성되어 있으므로 각 부의 기능이 조화되어야 하며 특히 설치후에 사용조건의 변화와 부적당한 개조로 기능의 조화를 상실하는 일이 없도록 주의가 필요하다.

또한 상수도사업자는 상수도의 3대 요소인 수량, 수질, 수압 등의 관리에 의무를 다하기 위하여 급수계통에 있어서 급수장치의 구조 및

재질은 수도법 시행령 제18조 ②항의 규정에 정해진 기준에 적합한 것으로 설계 시공이 되도록 지도하여야 하며 안전한 음용수 공급에 만전을 기하여야 한다.

1. 급수장치의 구조는 수요자가 필요로 하는 수량을 충분히 공급할 수 있어야 하나 관 구경이 과대하면 물이 정체되어 수질이 악화되고 공사비가 증대되며, 저수조에 유입될 때 순간급수량이 너무 커져서 배수관의 수압까지 저하되는 일이 발생될 수 있다.

5. 급수장치는 건축설비 배관 및 물사용 기기와 항상 교차연결 상태로 이루어진다. 이때 배수관의 수압저하 혹은 부압(**負壓**)이 발생되면 사이펀(siphon) 작용으로 물이 배수관 또는 다른 수용가에 역류하여 오염시킨다. 이러한 오염의 방지 목적으로 일반주택과 공동주택 및 고층아파트에는 세대별 수도계량기(water meter) 보호통 내부에 유지관리가 편리한 적당한 역류방지장치를 설치하는 것이 바람직하다. 또한 역류위험이 있는 급수기기는 유입구측에 진공파괴밸브 또는 역지밸브 등 적절한 역류방지장치를 설치하여야 한다.

7. 급수장치를 상수도 이외의 수관과 직결하는 것은 상수도를 이용하는 인근주민까지 위생상의 위험을 초래할 염려가 있으므로 절대로 피하여야 한다. 또 보일러나 기타 가정용품 등에 급수장치를 직결하거나 역류될 가능성이 있는 접속은 피하여야 한다.

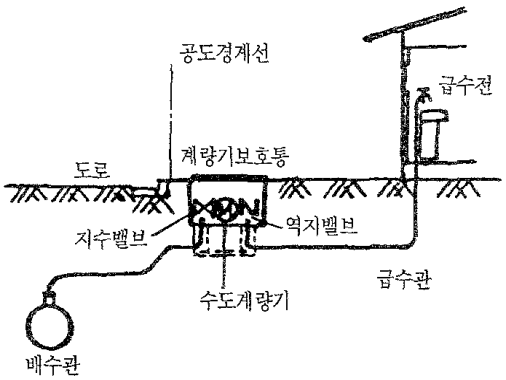
1.3 급수방식

1. 배수관의 관경과 수압이 사용수량에 대하여 충분한 경우는 직결식 급수를 하나 배수관의 수압이 부족한 장소나 일시에 많은 양의 물을 사용하는 장소 등에서는 저수조식 급수를 하여야 한다.

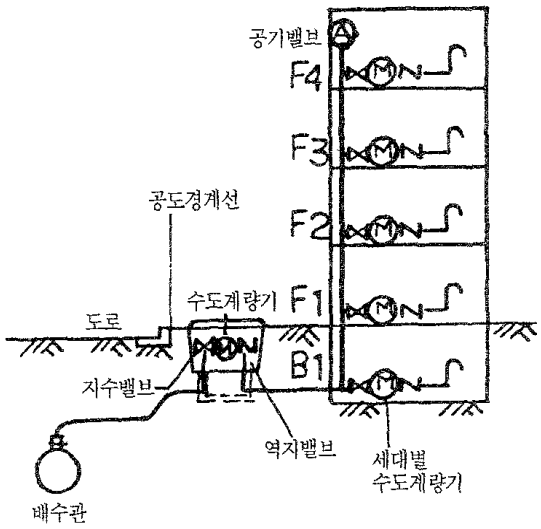
2. 저수조에 양수하기 위하여 펌프를 설치할 때는 급수관에 직결하는 것을 피하고 지하저수조의 하부에 설치하여야 한다.

【해 설】

1. 급수방식은 대별하여 직결식과 저수조식으로 나눈다. 직결식(그림8.1(a),(b))은 급수장치의 말단에 있는 급수전까지 배수관의 수압을 이용하거나 승압하여 저수조없이 급수하는 방식이며, 저수조식(그림8.2(a),(b))은 장치의 중간에 지하저수조나 고가수조 또는 압력탱크를 설치하여 물을 일단 저수하였다가 말단에 급수하는 간접적인 방법이다.



<그림 8.1(a)> 직결식 급수장치의 표준도



<그림 8.1(b)> 공동주택 직결식 급수장치도

배수관의 관경과 수압이 급수장치의 사용수량에 대하여 충분하면 그 장치에 따라 말단까지 직접연결하는 직결급수식으로 할 수 있다 배수관의 최소동수압을 1.5kg/cm^{2}으로 하고 있으므로 2층 가옥의 급수에는 지장이 없으나 고

층건물에서는 직접 고층부에 급수할 수 없다. 특히 직결식 급수체계는 서로 다른 지형내에 각종 주택, 사무실, 상가 그리고 공공시설물 등이 다양하게 구성되어 있으므로 급수구역의 결정에 신중해야 하며 결정된 급수구역별 조사 설계 및 충분한 장래예측이 고려되어야 한다. 그러므로 직결식 급수체계로의 전환은 당해 급수지역에 알맞은 공급능력이 되도록 수요예측이 이루어진 후 배수관의 확충 및 정비, 배수지의 용량과 위치를 결정해야 하며 장래에 재개발 및 증축확장될 경우에도 모든 수용가에 급수의 혼란이 초래되지 않도록 하여야 한다

또 수세식 변소에서 수도직결 세척밸브를 사용하는 장치는 유량이 많기 때문에 수도계량기나 세척밸브 등의 손실수두가 커서 배수관의 동수압이 1.5kg/cm^{2}로는 부족할 때가 있다

이와같이 ① 배수관의 수압이 소요압에 비해 부족할 경우

② 일시에 많은 수량을 필요로 하는 경우

③ 항시 일정한 수량을 필요로 하는 경우

④ 배수관의 고장에 따른 단수시에도 어느 정도의 급수를 지속시킬 필요가 있을 경우

⑤ 배수관의 수압이 과대하여 급수장치에 고장을 일으킬 염려가 있을 경우 등은 저수조를 설치하여 급수하는 방식으로 하여야 한다.

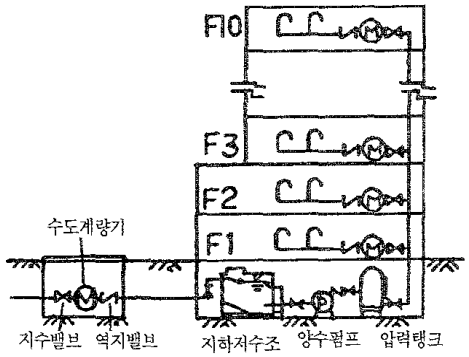
저수조 급수도 양식에 따라 여러가지가 있다.

(1) 수압이 충분하나 수량이 부족한 경우

이것은 주로 배수관경이 작아서 기설 급수관으로는 충분하게 소요 급수량을 급수할 수 없는 경우 등으로 고가수조를 설치하여 일단 여기에 저수하였다가 급수한다. 이때 급수관의 크기와 탱크의 용량은 탱크 이하의 설비 사용상황에 따라 정한다 또 배수관의 수압이 과대하여 사용상 대단히 불편한 경우와 장치를 파손할 염려가 있는 경우에는 이 방식을 사용하거나 급수관의 도중에 감압밸브를 설치한다.

(2) 수압이 부족한 경우

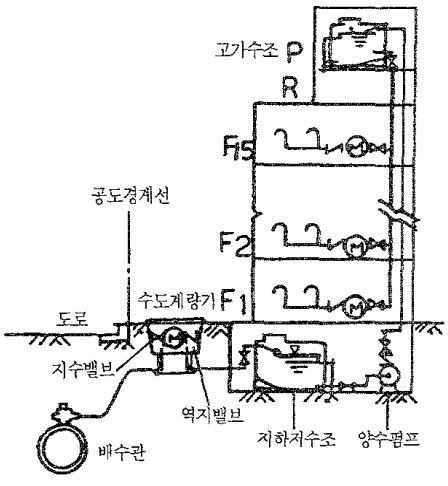
이것은 저수조식 급수의 가장 일반적인 경우이다 고층건물에서나 기타 배수관의 수압이 부족한 경우에 지하저수조를 설치하여 일단 저수한 뒤 양수펌프로 다시 고가수조에 양수하거나 압력탱크(그림8 2(a))에 압송한다. 이 경우 급수관의 관경과 저수조의 용량 결정은 (1)에 준한다. 또 최근에는 건축용지의 고도이용과 건축기술의 진보 등으로 건물이 초고층화하는 경향이 더해가고 있으므로 고층계용의 고가수조와 중하층계용의 중간수조를 2단으로 설치하는 다단식(그림8 3)방법이 취해지고 있다



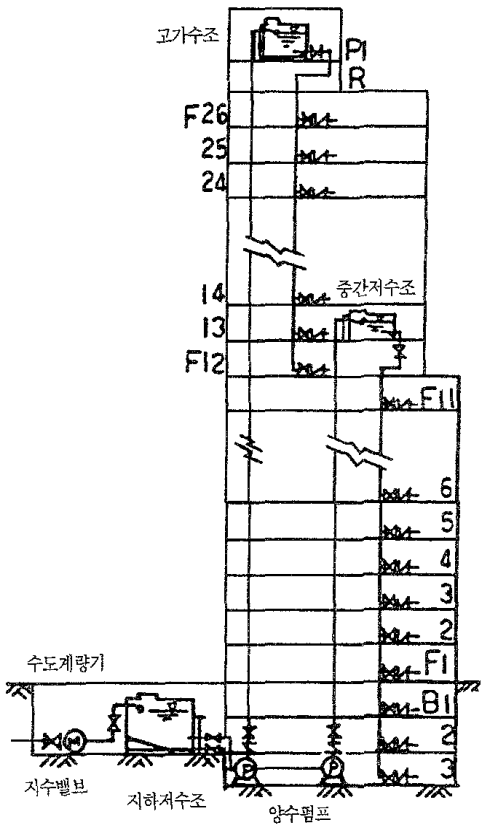
<그림 8.2(a)> 압력탱크식 급수장치도

(3) 직결식 급수와 저수조식 급수를 병용하는 경우

이것은 고층건물 등에서 배수관의 수압이 2~3층 정도까지는 충분하나 이 이상에는 부족한 경우로서 하층부는 직결식(그림8.1(b)) 급수로 하고 고층부는 (2)와 같이 저수조식(그림8.2(b)) 급수를 하는 것이다



<그림 8.2(b)> 저수조식 급수장치도



<그림 8.3> 초고층 2단 수조식 급수장치도

이상과 같은 저수조식 급수에서 저수조의 설치위치는 밝고 환기가 잘되며 관리하기 쉬운 곳을 선정하여야 한다. 특히 지하저수조에는 분뇨정화조, 하수받이 등 오수원에 접근되지 않도록 그 위치 결정에 유의하여야 한다

또 저수조는 철근콘크리트제 또는 F.R.P 등 내식성자재로 하고 상부에는 뚜껑을 설치하여 수밀성에 충분한 주의를 할 필요가 있으며, 특히 내부는 수질에 나쁜 영향을 주지 않는 방청도료를 사용하여 도장하는 것이 바람직하다. 급수관에서 저수조로 유입하는 유입구에는 볼탑을 부착시키고, 펌프 양수시의 고가수조에는 볼탑대신 수조의 수위에 따라 자동적으로 전기회로가 개폐하여 양수펌프가 작동하는 플로트 스위치(float switch)나 수면자동제어장치를 부착한다. 또 고층부의 양수관 하부에는 지수전이나 제수밸브를 부착하여야 한다. 수조에는 월류관과 배출수관을 설치하여야 하며 월류관의 관경은 배수관의 최대 수압시의 급수량을 흡입할 수 있는 크기로 함과 동시에 월류시를 대비하여 경보장치를 설치하여야 한다. 또 배수관의 관경과 수량에 비해 특히 많은 수량을 필요로 할 때나 지하저수조의 위치가 배수관의 위치보다 극히 낮을 때는 배수관의 물이 저수조에 많이 흡인되어 부근 가구의 급수에 지장을 주는 일이 있으므로 이때는 지하저수조의 용량을 될 수 있는 한 크게 함과 동시에 타임 스위치를 붙인 전동밸브 등을 부착하여 급수의 시간적 조절을 할 필요가 있다.

2. 급수관에 양수펌프를 직결시켜 운전하는 때는 일시에 많은 수량을 양수하기 때문에 배수관의 수압을 저하시켜 전술한 바와 같이 부근의 급수에 지장을 줄 염려가 있다. 또 펌프가 갑자기 정지한 경우에는 급수관내에 큰 수격작용을 일으켜 수도계량기 등의 파손을 초래하는 일이 있다. 따라서 이와 같은 펌프 직결은 절대로 피하고 반드시 저수조에 물을 받은 뒤 펌프 양수하도록 하여야 한다.

1.4 설계수량

급수장치의 설계수량은 1인 1일당 사용수량, 단위건물바닥면적당 사용수량 또는 각 수전의 용도별 사용수량과 이들의 동시 사용율을 고려한 수량을 표준으로 하여야 한다. 다만 수조를 만들어 급수하는 경우는 사용수량의 시간적 변화나 수조의 용량을 고려하여 정하여야 한다.

【해 설】

1. 수량 결정의 기준

급수장치의 양식, 규모 등을 정하는 근본이 되는 설계용량은 각 업종별로 1인 1일당 사용량(표 81)에 사용인원을 곱하여 구한 수량, 단위건물바닥 면적당 사용수량(표 82)에 연바닥면적을 곱하여 구한 수량, 각 용도마다 사용수량에 따른 수전구경(표 83), 급수전의 표준사용

수량(표 8.4), 수전의 동시 사용수(표 85) 등으로 구한 수량 등을 감안하여 정한다.

다만 배수관의 수량과 수압이 부족하거나 또는 일시에 많은 물을 필요로 하기 때문에 수조를 만들어 급수하는 저수조식 급수시에는 그 설계수량은 사용수량의 시간적인 변화에 따라 수조용량과 밀접한 관계가 있으므로 이를 충분히 고려하여 정하여야 한다.

또한 일단 지하저수조에 물을 받은 뒤 고가수조에 양수하는 경우의 저수조용량 결정에 있어서는 1인1일당 사용수량(표 8.1)에 사용인원을 곱한 수량이나 단위건물바닥면적당 사용수량(표 82)에 바닥면적을 곱하여 구한 1일당 사용수량을 기본으로 지하저수조는 적어도 이 수량의 4~6시간분, 고가수조는 0.5~1시간분으로 하는 것이 바람직하다.

<표 8.1> 1인 1일당 사용수량

업 종 별	1인 1일 평균 사용수량(L)	비 고
일 반 주 택	180 ~ 260	
아 파 트	180 ~ 260	
음 식 점	150 ~ 220	손님포함
여 관	200 ~ 300	"
백 화 점	20 ~ 30	"
극 장	30 ~ 40	"
은행 · 사무실	100 ~ 160	"
병 원	300 ~ 500	환 자 당
학 교	50 ~ 80	
호 텔	300 ~ 500	손님포함

<표 8.2> 단위건물바닥면적당 사용수량

업 종 별	바닥면적 $1m^2$당 1일 평균 사용수량(L)
호 텔	40 ~ 50
백 화 점	25 ~ 35
극 장	20 ~ 30
병 원	30 ~ 50
은행 · 사무실	20 ~ 30
관 공 서	20 ~ 25

<표 8.3> 용도별 사용수량에 따른 수전구경

용도별	사용수량 (L/분)	수전구경 (mm)	비 고
부엌용	12~40	13~20	
세탁용	12~40	13~20	
세면기	8~15	10~13	
목욕탕 (재래식)	20~40	13~20	
목욕탕 (양식)	30~60	20~25	
샤워	8~15	10~13	
소변기 (세척수조)	12~20	10~13	1회(4~6초) 2~3L
소변기 (세척밸브)	15~30	13	
대변기 (세척수조)	12~20	10~13	
대변기 (세척밸브)	70~130	25	1회(8~12초) 13.5~16.5L
소화전	130~260	40~50	
자동차 세척전	35~65	20~25	업무용

<표 8.4> 급수전의 표준 사용수량

급수전 구경(mm)	표준사용수량(L/분)
10	10
13	17
20	40
25	65

2 업종별, 용도별 사용수량과 수전의 동시사용률은 업종마다 다르고 1인 1일당 사용수량과 단위바닥면적당 사용수량은 주로 수요자의 생활양식, 위생관념, 도시의 산업구조, 입지조건 등에 따라 다르나 각 도시의 사용실적에 따라 구한 일반적인 표준은 표 8.1, 표 8.2와 같다.

(1) 용도별 사용수량

각 수전의 사용수량은 그 용도와 규모에 따라 정하는 것으로 유량이 정해지면 통상 여기에 대응하는 수전의 크기도 정하여 진다 이의

일반적인 표준은 표 8.3과 같다. 표 8.3은 각종 구경의 급수전에 대한 표준사용수량(표 8.4)에서 나온 것이다.

(2) 수전의 동시사용률

다수의 수전이 있는 급수장치의 유량계산에서는 동시사용률을 고려하여 수전수를 정하는 것이 일반적이며 이 동시사용수는 표 8.5를 표준으로 한다. 단, 여관, 공장, 학교, 주차장 등의 세면장, 수세식변소 등과 같이 동시사용률이 대단히 높은 곳은 전 수전을 그 용도별로 분류하고 다시 이를 구경별로 분류해서 여기에 표 8.5를 적용하는 경우도 있다. 다만 한개의 급수인입관이 사유지내에서 분기되어 두 가구 이상에 급수할 경우 급수간선의 계산에서 표 8.5의 사용 수전수는 실제에 따라 증가할 필요가 있다.

표 8.5는 급수장치에서 수전수와 사용수량과의 관계를 표시한 표 8.6의 실적을 참고로 하여 정한 것이다.

<표 8.5> 수전의 동시 사용수

총 수전수(개)	동시사용 수전수(개)
1	1
2 ~ 4	2
5 ~ 10	3
11 ~ 15	4
16 ~ 20	5
21 ~ 30	6

<표 8.6> 수전수와 사용수량비

*수전수(개)	사용수량비	*수전수(개)	사용수량비
1	1	8	2.8
2	1.4	9	2.9
3	1.7	10	3.0
4	2.0	15	3.5
5	2.2	20	4.0
6	2.4	30	4.5
7	2.6		

* 수전수는 모든 급수기구와 꼭지수를 말한다.

(3) 주택의 세대수와 동시사용률

두 가구(세대) 이상 공동급수하는 급수주관(給水主管)의 용량은 모든 가구에 사용되는 수량을 산출하여 합산한 총 수량에 표 8.7의 동시사용율을 곱하여 설계사용 수량을 구한다.

즉, 한개의 급수주관에서 분기되어 많은 가구(세대)에 급수하는 경우일때 동시 사용되는 수량을 말한다.

<표 8.7> 세대수와 동시사용률

세대수	동시사용률(%)
1~3	100
4~10	90
11~20	80
21~30	70
31~40	60
41~60	55
61~80	50
81~100	45

1.5 절수방안

급수장치는 물을 사용하기 위한 목적의 시설이나 그 장치와 기구에 사용수량의 절제를 위해 상수도사업자는 급수장치의 시공 및 사용상에 있어서 다음과 같은 절수방안의 항목에 적합하도록 하여야 한다.

1. 모든 상수도이용자에게 절수에 대한 꾸준한 지도계몽으로 절수의 생활화
2. 상수도사업자는 배수관 계획최대동수압의 과대를 방지하고 배급수지역별 압력의 적정화
3. 절수가능한 기구(器具)와 절수형기구의 개발개선으로 기구의 규격화
4. 급수장치계통에 음용수와 허드렛물(변기용 등)의 분리배관 및 절수기기 설치의 생활화

【해 설】

1. 오늘날 생활수준의 향상, 물 사용기기의

발달 및 산업화에 따른 공업용수 등 물의 수요 급증으로 오는 2000년대 초부터는 수자원의 부족현상이 사회문제화될 가능성이 높으며 이를 해결하기 위해서는 국민들의 자발적인 인식전환과 국민 각자가 물을 아껴쓰는 노력과 습관을 갖게 상수도사업자는 절수의 지도계몽 및 합리적인 요금관리 등으로 상수도사업의 운영을 효율적으로 유도할 수 있도록 제도적 장치를 마련하여 절수의 생활화를 이루어야 한다.

2 배수관의 압력은 제6장 배수시설의 5.5 수압에 명시된 최소동수압은 1.5kg/cm^{2}을 표준으로하고 최대 동수압은 4.0kg/cm^2 이내로 되어 있으나, 배수지 인근과 초고층 아파트 하층부 및 가압펌프장 가까운 지역에는 과대수압으로 급수기구의 토수량과다, 배급수관망의 누수량 증가, 물사용 급수기기 등이 파손되어 물이 낭비된다.

이러한 손실방지로 유수율(有收率)을 높이고 배급수구역별 과대관압지구에 감압밸브 및 정유량밸브 등을 설치하여 동수압력의 균일성이 유지되도록 급수지역별 압력의 적정화에 힘써야 한다.

3. 물은 사용형태에 따라 필요 사용수량이 사용기기마다 다양다종하게 사용되고 있다. 이들 사용기구와 기기들의 기능에 적합한 최소수량으로 목적달성되게 개선 개발된 기구와 기기를 절수형기구로 규정하고 또한 토수량이 일정량으로 자동조절되는 기구와 기기를 절수가능기구로 분류하고 있다 이들 절수기기는 기존제품의 사용수량에 대비하여 종류에 따라 최소 10 % 이상에서 최고 70%까지 절수되는 것으로 그 종류는 다음과 같다.

(1) 절수가능 기구

토수량이 단위시간당 일정량으로 조절되는 구조의 기구

① 절수 디스크
② 포말식 꼭지
③ 정유량 밸브
④ 감압역지 밸브
⑤ 자폐식(自閉式) 밸브
⑥ 전자식(電子式) 밸브
⑦ 냉온 혼합 꼭지
⑧ 기타

(2) 절수형 기구

물 사용기기의 사용목적에 1회당 최소 필요량으로 목적이 달성되는 구조의 기구

① 세정탱크
② 절수형 대변기
③ 후레쉬 밸브
④ 절수형 소변기
⑤ 절수형 세탁기
⑥ 기타

4. 현재 급수장치에 있어서 배수관에서 분기하여 수도계량기 보호통까지는 상수도사업자의 설계 및 시공감독으로 이루어지고 있으나 그 내부시설인 사유지 안과 건축물내부의 배관설비와 물사용기기 즉 정수기, 싱크대, 세면기, 샤워, 욕조, 대소변기, 세탁기, 보일러, 청소용기, 정원살수 및 분수용 기기 등이 서로 위험한 접속으로 교차연결되어 역류에 의한 음용수 오염의 위험은 상존하고 있다

이들의 배관을 법적 제도적 장치를 마련하여 음용수와 허드랫물의 용도별 분리배관으로 수질관리를 도모하고 특히 중수도의 운영에도 차질이 없도록 해야 하며 각각의 용도에 알맞는 절수기기 및 기구 등의 설치를 생활화하여야 한다

제2절 급 수 관

2.1 총 칙

급수장치에서의 주요 부분은 급수관이므로 급수관은 충분한 강도를 가지며 내식성이 크고 수질에 나쁜 영향을 주지 않는 재질의 것이라야 한다.

급수관에는 여러 관종이 있으나 원칙적으로

한국산업규격(K.S)이나 한국수도협회규격(KWWA)에서 승인된 관을 사용하여야 한다. 또 관종선정이 잘 되더라도 관의 구경, 배관, 방호공 등이 불충분하면 급수장치의 기능을 발휘할 수 없으므로 설계와 시공에 있어서는 관계법령과 당해시의 조례 및 시방서에 적합하도록 하여야 한다.

또 이 장에서의 급수관은 편의상 50mm 이하의 관경을 취급하며 80mm 이상 관은 제4장 도수 및 송수시설과 제6장 배수시설에서 취급한다

2.2 관 경

> 급수관의 관경은 배수관의 계획최소동수압때에도 설계수량을 충분히 공급할 수 있는 크기로 하여야 한다.

【해 설】

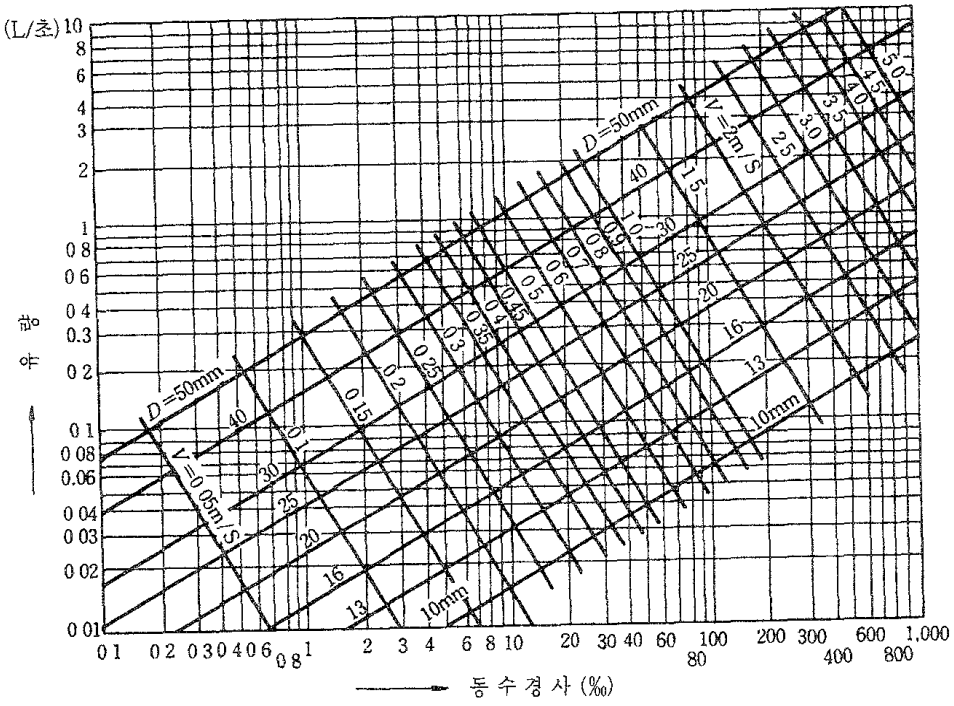
1. 관경결정의 기준

급수관의 관경은 배수관의 계획최소동수압 때에도 그 설계수량을 충분히 공급할 수 있는 크기를 필요로 한다 즉 급수전의 높이에 총 손실수두(설계수량에 대한 관의 유입, 유출구에서의 손실수두, 마찰에 의한 손실수두, 수도계량기, 수전류, 관이음류에 의한 손실수두, 기타 관의 만곡, 분기, 단면변화에 따른 손실수두 등의 합계)를 합산한 것이 급수관을 연결한 지점의 배수관의 계획최소동수압의 환산높이 이하가 되도록 계산에 따라 정한다. 상기 손실수두중 주가 되는 것은 관의 마찰 손실수두와 수도계량기, 수전류, 관 이음류 등의 손실수두로서 기타 것은 계산상 생략하여도 영향은 적다.

2. 급수관의 마찰 손실수두

동관, 스테인레스관, 경질염화비닐관, 폴리에틸렌관 등 관경 50mm 이하의 급수관의 마찰손실수두 계산은 다음의 Weston 공식에 따라 정하나 관경 80mm 이상의 관 계산은 송배수관의 경우에 준한다.

Weston 공식에 의한 급수관의 유량도는 그림 8.4와 같다.



<그림 8.4> Weston 공식 유량도

<Weston 공식>

$$H=(0.0126+\frac{0.1739-0.1087d}{\sqrt{V}})\cdot\frac{L}{d}\cdot\frac{V^2}{2g}$$

여기서, H : 마찰손실수두(m)
V 관내의 평균유속(m/초)
L : 급수관의 연장(m)
g : 중력의 가속도(9 8m/초^2)
d 급수관의 내경(m)

3. 수전류, 수도계량기

관 이음(pipe fitting)류에 의한 손실수두 등 급수장치의 손실수두중 급수전, 수도계량기, 지수전의 손실수두는 비교적 크고 특히 대변기용 세척밸브(구경 25mm)는 손실수두가 7m 정도가 된다.

4. 각종 기구와 관 접합에 따른 손실수두의 직관 환산길이

수전류, 수도계량기 등의 기기류와 관 접합에 따른 손실수두를 이와 동일 관경의 직관의 손실수두로 환산한 수치는 표 8.8과 같다.

이 표는 전항 2, 3을 기초로 산출한 수치이며 이에 따라 급수장치의 손실수두를 직관의 길이로 표시할수 있다.

2.3 관종

급수관은 원칙적으로 한국산업규격(K.S) 또는 한국수도협회(KWWA) 규격품을 사용하고 관종 선정시 수질, 부설장소의 지질, 관이 받는 내외압, 관의 특성, 통수후의 유지관리 등을 고려하여 가장 적절한 관종을 선정하여야 한다. 또 관의 내식성 부족, 동결시의 결함 등으로 누수의 원인이 되는 관종을 사용하지 않도록 하며 수도용 아연도강관은 음용수용으로는 부적합하므로 사용하여서는 안된다.

【해 설】

제4장 3 2 도·송수관의 관종에서 언급된 관종중 급수관으로도 사용되는 관종은 주철관, 경질염화비닐관, 폴리에틸렌관 등이며 이외에도 스테인레스강관, 동관 등이 있다 특히 급수관의 접합부는 약점이 되기 쉽고 접합 작업이 불완전하면 수압과 외력에 견디지 못하여 누수의 원인이 된다. 또 관에 따라서는 삽구를 너무 깊이 삽입하거나 또는 접합재가 관내에 유입하여 단면을 축소, 폐쇄시키는 등 급수상 지장을 주는 경우가 있으므로 접합작업은 관의 재질에 가장 적합한 공법으로 확실한 시공이 필요하다.

각 관종의 규격과 특성을 약술하면 우선 급수관으로 최근에 와서 많이 쓰이는 경질염화비닐관은 KSM 3401 및 KWWA M 136으로 규

<표 8.8> 기기류 손실수두의 직관환산 길이

종류 / 구경 (mm)	지수전 (m)	급수전 (m)	분기장소 (m)	계량기 (m)	편락관 (m)	90° 엘보 (m)	45° 엘보 (m)	T분기관 (m)	역지밸브 (m)	앵글밸브 (m)
10	1 0	3 0	0.5~1 0		0 5	0.4	0 2	0 5		
13	1.5	3 0	0.5~1 0	3 0~4.0	0 5~1 0	0 6	0 36	0 9	4.5	2.4
20	2.0	8.0	0 5~1 0	8.0~11.0	0 5~1.5	0 75	0.45	1.2	6 0	3.6
25	3.0	8.0	0.5~1 0	12.0~15.0	0.5~1.0	0.90	0 54	1 5	7.5	4.5
30			1.0	19 0~24 0	1 0	1 20	0 72	1.8	10.5	5.4
40			2 0	20 0~26 0	1.0	1 50	0 90	2 1	13 5	6.6
50			2 0	25.0~35.0	1 0	2.10	1 20	3 0	16 5	8 4

주 분수전의 손실수두는 지수전과 같음

격화되어 있으며 앞으로 수도용 경질염화비닐 라이닝강관의 개발이 기대된다. 경질염화비닐 라이닝강관은 인장강도가 크고 외상에 대해서도 강하며 관내 스케이링 발생이 없는 점 등 장점이 많다 경질염화비닐관은 인장강도가 비교적 크고 내식성 및 내전식성이 크며 비중이 가볍고 내면이 평활하여 관내 스케이링 부착이 없는 점 등 장점이 많으나 열과 충격에 약하며 동결시 파손되기 쉬운 단점이 있으므로 사용온도 범위를 -5℃~45℃로 한정하고 외상을 받지 않도록 주의하고 휘발류나 페인트 등의 용제에 침액되는 일이 없어야 한다.

수도용 폴리에틸렌관은 KSM 3408 및 KWWA M130으로 규격화되어 있으며 경질염화 비닐관과 비교하여 가소성이 크며 경량이고 내한성과 내충격성이 강하나 인장강도가 약하고 고온에 약하다 또 휘발류 등에 접촉하면 물에서 냄새가 생기는 경우가 있으므로 주의가 필요하다.

최근 내식성이 있고 동파의 염려가 없다는 수도용폴리에틸렌관, 일반배관용 스테인레스강관, 분말용착식 폴리에틸렌피복강관, 이음매 없는 동 및 동합금관, 수도용에폭시수지분체 내외면코팅강관 등이 제작되어 급수관으로 사용되고 있는데 이들 관종 중 수도용이란 이름이 없는 관종에 대하여는 적법한 절차를 거쳐 수도용으로 인정되도록 하는 조치가 필요하다

또한 수도용 아연도강관(KSD 3537)은 건교부고시 제1993-350호에 의거 93년 10월부터 음용수용으로는 부적합 자재로 분류되어 사용할 수 없도록 하였으므로 사용하여서는 안된다

2.4 관의 분기

1. 배수관에서 급수관을 분기하는 경우는 분기관의 관경에 따라 분수전 T자관 또는 Y자관 등을 사용하여야 한다

2. 급수관을 분수전으로 분기할 때의 간격은 30cm 이상으로 하여야 한다.

3. 급수관을 T자관 또는 Y자관으로 분기하는 경우 급수관의 관경은 배수관의 관경보다 작은 것이라야 한다.

【해 설】

1. 각 가구에 인입급수관을 배수관에서 분기할 때 급수관의 관경이 25mm 이하의 경우에는 천공기를 사용하여 분수전으로 분기하고 또 급수관의 관경이 50mm 이상일 때는 배수관을 절관하여 T자관으로 연결하거나 또는 부단수식(不斷水式) 철관천공기를 사용하여 Y자관으로 분기한다. 관경이 30mm 또는 40mm의 경우는 배수관의 종별, 매설깊이, 분기장소의 지질, 급수관의 종별 등에 따라 분수관 또는 Y자관을 사용하여 분기한다.

분수전은 구경 13, 20, 25mm의 3종류가 있으나 이것을 직접 연결시키는 경우의 급수관과 배수관의 관경은 표 8.9에 따른다. 배수관의 관경이 작아 대형의 분수전을 그대로 연결할 수 없는 경우는 분기대를 사용하거나 또는 여러 개의 분기전을 각각 연결시켜 이것을 Y자 관으로 다시 합치는 방법이 있으며 이 경우의 분기수는 표 8.10에 따른다.

<표 8.9> 배수관의 관경과 분수전의 구경과의 관계

배수관 관경 (mm)	분수전 구경 (mm)	
	갑 형	을 형
80	13	13
100, 125	25까지	20까지
150 이상	25까지	25까지

2. 급수관을 분기전으로 분기할 때는 분수전 상호간격은 시공상의 어려움과 배수관의 강도에 대한 영향을 고려하여 30cm 이상 떨어지게 설치하여야 한다. 특히 Y자관 연결시 주의를 요한다.

3. T자관이나 Y자관으로 분기하는 급수관은 일반적으로 그 관경이 크므로 사용수량도 많고

따라서 부근의 수요가에 주는 영향이 크므로 이를 고려하여 배수관의 관경보다 적어도 한 단계 아래의 작은 관경으로 하여야 한다

<표 8.10> 분수전 연결수 (※ 분기대사용)

배수관관경(mm) / 급수관관경(mm)	80		100~125		150이상	
	구경	연결수	구경	연결수	구경	연결수
20갑형	13	2본	20	1본	20	1본
20을형	20	1※	20	1	20	1
25갑형	13	3	25	1	25	1
25을형	25	1※	20	2	25	1
30갑형			25	2	25	2
30을형	20	3※	20	3	20	1
					25	1
40갑형			25	3	25	3
40을형			20	1	25	3
			25	2※		

2.5 배관

1. 급수관을 공도(公道)에 포설할 때는 그 점용위치를 틀리지 않도록 배관하여야 한다.

2. 급수관의 포설위치는 지수전과 수도계량기 및 역지밸브 등의 설치에 편리한 장소를 선정하여야 된다.

3. 관로는 가능한 한 직선배관으로 하여야 하나 하수와 오수조 등으로 물이 오염될 염려가 있는 장소는 될 수 있는 대로 멀리 우회하여야 한다 또 건물이나 콘크리트 기초밑을 횡단하는 배관은 피하여야 한다.

4. 급수관을 지하 혹은 2층 이상에 배관할 때는 각 층마다 지수기구를 설치하여야 한다.

【해 설】

1. 각 가구에 급수하기 위하여 배수관에서 분기하는 급수관이 공도를 종단하여 시설되는 부분은 가스관, 전력, 전화케이블관 기타 매설물과의 관계가 있으므로 도로 관리자가 정한 점용위치를 어기지 않도록 하여야 한다.

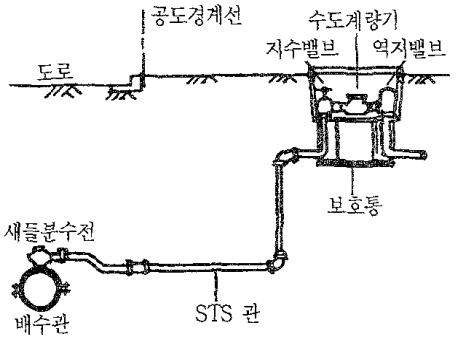
2. 급수장치에는 지수전과 수도계량기, 역지밸브 등을 설치하여야 하고 이들은 대단히 중요한 용구이므로 급수관의 관로선정에 있어 이들의 설치위치가 장래 유지관리에 지장이 없도록 충분히 주의하여야 한다.

3. 급수관로는 통수상이나 경제상으로도 될 수 있는 한 만곡배관을 피해서 직선배관을 하여야 하나 도중에 하수나 오수조 등의 오염원이 있어 관의 파손시 수질오염의 불안이 있을 때는 그 영향이 없는 장소까지 멀리 돌아서 배관하지 않으면 안된다.

또 급수관이 건물이나 콘크리트기초의 밑을 통과할때는 장래 보수작업이 매우 곤란하므로 이러한 장소를 피하여 배관하도록 하여야 한다.

4 고층건물의 지하실이나 2층 이상의 배관부분에는 보수나 개조공사 등에 대비하여 각 층마다 통수를 중단할 수 있도록 지수밸브와 역류방지용 장치를 설치할 필요가 있다.

그림 8.5는 배수관에서 분기하여 수도계량기 보호통까지의 기본적인 급수장치도의 예이다.



<그림 8.5> 급수장치 배관도

2.6 위험한 접속

1 급수관은 수도사업자가 경영하는 수도 이외의 수도관이나 기타 오염의 원인이 될 수 있는 관과 직접 연결하여서는 안된다.

2. 급수관을 **방화수조(防火水槽)**, 풀장 등 오염의 원인이 될 염려가 있는 시설과 연결하는 경우는 급수관의 토출구를 만수면보다 200mm 이상의 높이에 만들어야 한다. 단, 관경이 50mm 이하의 경우는 그 높이를 최소 50mm로 하여야 한다.

3. 대변기용 세척밸브는 유효한 진공파괴장치를 설치한 세척밸브나 변기를 사용하는 경우를 제외하고는 급수관에 직결하여서는 안된다.

4. 저수조를 만들때 급수관의 토출구는 수조의 만수면에서 급수관경 이상의 높이에 만들어야 한다. 단, 관경이 50mm 이하의 경우는 그 높이를 최소 50mm로 하여야 한다.

【해 설】

1 및 2. 제6장 5.12 위험한 접속의 해설 1 혹은 2 를 참조할 것.

3. 급수관을 대변기용 세척밸브에 직결 사용하는 때는 변기가 닫히고 오수가 변기의 세척공(**洗滌孔**) 이상까지 채워졌을 때 가끔 공사의 잘못 등으로 급수관내에 부압이 생기면 변기내의 오물이 급수관내로 역류할 염려가 있다.

이 대책으로 진공파괴장치를 구비한 세척밸브나 변기를 사용하고 급수관내에 부압이 생겼을 때는 세척밸브와 변기자체에 설치한 흡기공(**吸氣孔**)에서 바로 공기를 흡입하여 관내의 부압을 제거함으로써 변기내 오수의 역류를 방지할 필요가 있다. 다만 진공파괴장치에는 여러가지 형이 있으므로 검토하여 유효한 것을 채용하여야 한다.

4. 저수조식 급수방식에서 저수조와 급수관의 구조는 제6장 5.12의 해설 2를 참조하여 주의하여야 한다. 이것은 세면기나 욕조 등에서도 같다. 또 저수조에는 월류관과 배출수관을 설치하는데 지하저수조의 경우 이것을 오수조에 연결시킬 때는 특히 오수가 역류하지 않도록 주의하여야 한다.

저수조의 유입관 관경이 50mm 이하일 때는 관의 토수구와 만수면과의 간격을 최소 50mm 이상으로 하여야 한다.

2.7 매설심도

급수관의 매설심도는 일반적으로 60cm 이상으로 하는 것이 바람직하나 매설장소의 여건을 고려하여 그 지방의 동결심도 이하에 매설하여야 한다.

【해 설】

도시의 지하매설물 규정에 그 매설심도가 정해져 있을 때는 여기에 따르나 정해져 있지 않을 때는 매설 장소의 토질, 하중, 충격 등을 충분히 고려하여 결정하여야 한다

일반적인 공·사도에서 급수관의 매설심도는 60cm 이상으로 하는 것이 바람직하며 특히 한냉지에는 급수관을 그 지방의 동결심도보다 좀 더 깊은 곳에 매설해야 한다. 관경 80mm 이상의 관에 있어서는 제4장 3.14 매설위치와 깊이에 준하는 것으로 한다.

2.8 관의 포설과 접합

급수관의 포설은 다음 각 항에 따라야 한다.

1. 급수관의 포설에 대하여는 필요에 따라 보호공을 시공하여야 한다.

2. 급수관을 타 매설물과 근접하는 장소에 포설할 때는 적어도 30cm 이상의 간격을 유지하여야 한다.

3. 급수관이 역사이펀으로 하천을 횡단하거나 교량에 첨가할때는 제4장 3.11 또는 3.15에 준한다.

4. 분수전으로 분기한 급수관의 분기부분은 될 수 있는 한 휨성이 풍부한 관을 사용하여야 한다.

5. 급수관이 노출배관되는 장소는 적당한 간격으로 건물에 고정하여야 한다.

【해 설】

1. 급수관은 포설장소의 토질, 수압, 하중 등에 가장 적합한 특징의 관을 선정하여 사용하는 것을 원칙으로 하나 포설장소의 상황이 크게 차이가 있으므로 반드시 원칙대로 선정하지 않을 때가 있다. 이런 때는 현장상황에 가장 적합한 보호조치를 강구하지 않으면 안된다.

2. 급수관을 타 매설물이 많이 매설된 장소에 포설할 때 타 매설물과의 사이에 간격이 없으면 그 접촉점 부근에 집중하중이 작용하여 관의 손상사고가 발생하기 쉬우므로 사고방지를 위해 타 매설물과는 최소 30cm 이상의 간격을 두어야 한다.

3. 급수관에서 특히 관경이 50mm 이상의 관이 역사이펀으로 하천을 횡단하거나 혹은 교량에 첨가하는 경우는 배수관에서와 같이 제4장 3.11 하저횡단 또는 3.15 수관교와 교량첨가관에 준하여 시공하여야 한다.

4. 급수관의 누수사고는 도로에 설치하는 분수전에서 대단히 많은 것이며 이는 주로 관의 매설심도와 노면하중 및 차량의 교통량 등에 원인이 있으나 그밖에도 사용재료와 시공법에 따른 영향도 큰 것이다 따라서 이 사고를 방지하기 위해 도로내에 설치하는 분수전 부근에는 될 수 있는 한 휨성이 풍부한 폴리에틸렌관 등을 사용하고 분수전 부분에 걸리는 하중의 완충을 기하여야 한다.

5. 급수관이 노출배관되는 장소는 외력, 자중, 수압 등에 따른 진동과 휨으로 손상을 받기 쉬운 곳이므로 이를 방지하기 위하여 반드시 1~2m 간격으로 건물에 고정할 필요가 있다.

또 급수전 부착부분은 수전을 개폐할 때마다 외력을 받아 손상하기 쉬운 장소이기 때문에 특히 견고하게 연결하여야 한다

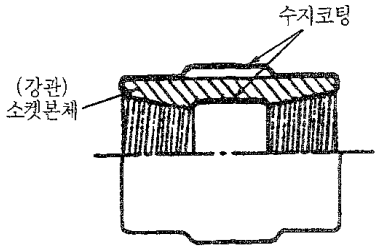
급수관을 포설할때 특히 약점이 되기 쉬운 장소는 관의 접합부이므로 이 작업이 불안전할 때에는 수압이나 외력 등의 하중에 견디지 못하고 누수의 원인이 될뿐 아니라 때에 따라서는 접합부에서 너무 깊게 밀려들어가거나 접합제가 관내에 유입하여 단면을 폐쇄하고 통수를 저해하는 등 급수상 여러가지 사고를 일으킨다. 따라서 접합작업은 관의 재질에 가장 적합한 공법을 택하여야 한다. 현재 채용되고 있는 각 급수관의 일반적인 접합방법은 다음과 같다.

1) 강관접합

강관의 접합은 가단주철제(可鍛鑄鐵製) 또는 관과 동질(同質)의 수구(受口), 엘보우(elbow) 등의 이음을 사용하는 나사식 접합법이다.

① 수지코팅 강관 접합(그림8.6(a))

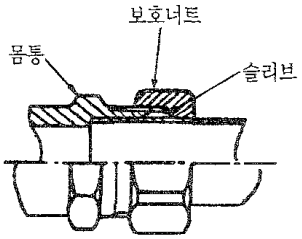
관에 소정의 나사를 만들어 이음을 나사로 박는 것이다. 다만 접합에 있어서는 나사부의 노출장소가 부식하기 쉬워서 약점이 되므로 이 부분에는 특히 모르터, 기타 방청제를 충분히 도장하여 보호할 필요가 있다



<그림 8.6(a)> 수지코팅 강관 이음쇠

② 스테인레스 강관접합(그림8.6(b))

스테인레스 강관은 다른 관종에 비하여 내식성과 강도가 우수하며 경량이고 수명이 대단히 높으므로 최근에는 급수관으로 많이 사용되고 있다. 관의 접합은 프레스식과 압축식 및 신축이음쇠로 접합한다.



<그림 8.6(b)> 스텐레스 강관 이음쇠

2) 경질염화비닐관 접합

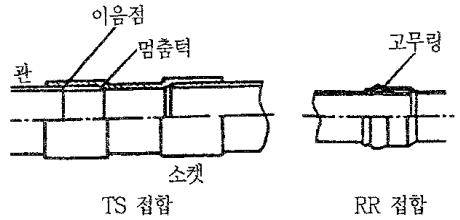
비닐관의 접합에는 대별하여 열간접합법(熱間接合法)과 냉간접합법(冷間接合法)의 두 종류가 있으며 관과 동질의 경질염화비닐제 소켓, 엘보우 등의 이음과 접착제 및 고무링을 사용하여 접합시킨다.

(1) 열간접합법

이것은 규격에 규정된 열간이음을 사용하여 비닐의 열가소성을 이용하는 접합방법으로 관과 이음의 차입부(差込部)와 수구부에 각각 접착제를 엷게 도포하고 접합부의 관주위를 가열기로 120℃ 정도의 온도로 가열해서 접합하는 것이다.

(2) 냉간접합법(그림8.6(c))

이것은 열원을 사용하지 않고 상온으로 접합하는 방법으로서 사용하는 이음의 종류와 공법에 따라 다시 고무링접합법(RR식)과 TS식 접합법의 두 종류로 구분된다.



<그림 8.6(c)> 경질염화 비닐관 냉간 이음쇠

① RR 접합법(rubber ring joint)

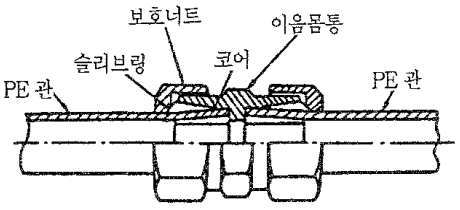
고무링접합법은 고무링에 의한 접속방법으로 접착제나 가열의 필요가 없이 직관을 삽입하여 고무링에 의하여 접합되게 하는 시공방법이다.

② TS식 접합법(taper socket joint)

TS형 이음을 사용하고 관의 차입부와 이음 수구부에 각각 접착제를 엷게 도포하여 그대로 밀어 넣어 접합하는 것이다. 다만 이들의 접합법은 작업이 대단히 간편하고 접합부의 강도도 타 접합법에 비해 아무 손색이 없으므로 현재 널리 사용되고 있다.

3) 폴리에틸렌관 접합

폴리에틸렌관의 접합은 주로 관과 동질의 소켓(socket), 엘보우(elbow), 슬리브(sleeve) 등의 이음과 특수한 가열기를 사용하는 접합법이다. 즉 관의 차입부와 이음의 수구부를 특수한 기구로 각각 가열하여 표면을 용해시켜 밀어 넣어 용착접합하는 열간 슬리브방식과 금속제품으로 만든 관이음쇠로 접합하는 냉간이음쇠(그림 8.6(d)) 방식의 두 종류가 있다.



<그림 8.6(d)> 폴리에틸렌관 냉간 이음쇠

2.9 보호공

급수장치의 보호공은 다음 각 항에 따라야 한다.

1 급수관이 개거(開渠)를 횡단하는 부분은 될 수 있는 한 개거의 밑에 포설하고 횡가(橫架)하는 경우는 관이 절손(折損)할 염려가 있으므로 강관 등의 안에 넣어 고수위 이상의 높이에 포설하여야 한다.

2. 궤도를 횡단할 때는 필요에 따라 콘크리트관에 넣어서 매설하여야 한다.

3. 전식의 염려가 있는 장소에서는 제 4장 3.19에 준한다.

4. 산, 알칼리에 의해 부식될 염려가 있을 때는 글래스 울 테이프나 아스팔트 쥬트(jute)로 감거나 코울타르, 기타 방식도료를 발라야 한다.

5. 동결의 염려가 있는 지역에서는 급수장치의 노출부분은 방한장치를 설치하여야 한다.

6. 급수장치에는 과대한 수격작용을 주는 기구를 사용해서는 안된다. 특히 이상고압을 일으킬 때는 기구에 근접해서 공기실 등을 설치하여야 한다.

【해 설】

1. 급수관을 구거(溝渠)나 개거 등의 수로를 횡단해서 포설하는 경우는 수로의 유하물(流下物) 등에 의한 관의 손상을 피하기 위해 관을 될 수 있는한 수로 하부에 강관 등의 안에 넣어서 매설한다.

그러나 이것이 곤란할 때는 수로를 횡단해서 고수위 이상의 높이에 포설하여야 한다. 이때 관의 보호를 위하여 강관 등의 안에 넣어 방한, 방식 등 적절한 조치를 취하지 않으면 안된다.

2. 급수관이 궤도를 횡단하는 장소에는 궤도 관리자와 협의한 후 차량에 의한 하중이나 충격이 직접 관에 작용하지 않도록 콘크리트관의 안에 넣는 등 방법을 강구하고 충분한 보호를 하여야 한다.

3. 급수관을 전식의 염려가 있는 곳에 포설할 때는 될 수 있는 한 금속관을 피해서 전식을 받지 않는 비금속관을 사용하여야 하나 관의 강도, 포설장소의 상황, 기타 사정으로 부득이 금속관을 사용할 때는 급수관과 전기궤도의 귀선(歸線) 부절연부분(不絶緣部分)과의 거리를 1m 이상 또 각종 케이블선에 접근할때는 30cm 이상 떨어지게 하고 다시 내식성이 있는 테이프나 아스팔트 쥬트 등을 감아야 하고 필요에 따라서는 제4장 3.19 전식 또는 기타 부식방지에 준하여 전식방지장치를 시공하여야 한다.

4 급수관을 산, 알칼리 등으로 화학적 부식이 될 염려가 있는 지중에 포설할 때는 이들에 대하여 내식성이 있는 관을 선정하여 사용하여야 하나 부득이 부식의 염려가 있는 관을 사용하지 않으면 안될 때는 관을 글래스 울 테이프, 아스팔트 쥬트 기타 내식성 테이프로 감거나 코울타르 기타 방식도료를 도포하는 등의 보호방법을 취하여야 한다.

5. 겨울철에 수돗물이 동결할 염려가 있는 지역에서는 급수장치를 부동식(不凍式)으로 하거나 또는 그 노출부를 프라스틱제의 독립발포체(獨立發泡體)나 수모휠트((獸毛 felt) 등 방한재료를 감아 방한장치를 하여야 한다.

다만 옥내 노출배관으로 관표면에 응결수(凝結水)가 발생할 염려가 있는 경우는 관을 수모휠트, 후지(厚紙), 마포(麻布), 면포(綿布) 등을 사용하여 보호장치를 설치하여야 한다.

6. 레버 핸들(lever handle)식 수전, 볼탑 등 밸브의 폐쇄시간이 짧은 장치는 일반적으로 수격작용이 크고 때로는 압력이 20kg/cm^2 이상까지 이르는 일이 있으므로 이러한 기구를 사용할 때의 급수관은 특히 강도가 큰 것을 사용하도록 주의하여야 한다.

다만 이러한 기구에 대해서는 수격압의 쿠션(cushion)으로 그 앞에 근접하여 공기실을 설치하여야 한다.

볼탑은 레버가 긴 것이나 복식 대·소 2구식 부(副)볼탑을 붙인 것 등을 사용하여야 한다. 또 저수조에 볼탑을 사용하는 경우 수도계량기 설치는 볼탑에 의한 수격작용의 영향을 될 수 있는한 적게하기 위해 유입구로부터 될 수 있는 대로 떨어진 장소에 설치하여야 한다

제3절 저수조(물탱크)

3.1 저수조의 의의 및 종류

저수조는 비상급수 및 안정적인 급수를 위하여 설계, 시공하며 위치에 따라 지하저수조, 고가수조(중간저수조 포함), 가정용 소형수조로 구분한다.

【해 설】

저수조는 수도법 제3조 제15호에 규정하는 상수도시설중 급수장치에 해당하며 저수조의 설치, 구조 등에 관해서는 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제11조와 주택건설기준 등에 관한 규정 제35조 및 수도시설의 청소 및 위생관리 등에 관한 규칙 제3조에 필요한 요건이 정해져 있다.

저수조 설비는 구조, 재질에 따라 수돗물이 오염될 가능성이 있으므로 설계, 시공 또는 유

지관리에 있어서는 구조 재질상의 안전을 기함과 동시에 유해물질로 인하여 수돗물이 오염되지 않도록 충분한 배려가 있어야 한다

3.2 지하저수조

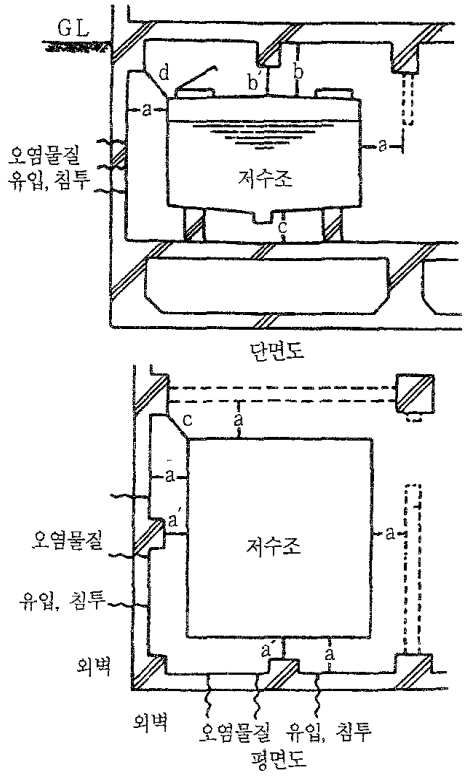
저수조의 구조와 재질은 다음 각 호에 적합하여야 한다.

1) 보수점검 및 유지관리가 용이할 것
2) 충분한 강도가 있고 내구성이 강할 것
3) 저수조 내의 물이 오염되지 않을 것

【해 설】

1)에 대하여

(1) 저수조는 외부에서 보수와 점검을 용이하고 안전하게 할 수 있어야 하며 저수조의 형상이 육면체일 경우 저수조의 외면은 건축물 기타의 부분과 간격이 상부는 100cm 이상, 기타는 60cm 이상 공간을 확보해야 한다.(그림8.7 참조)

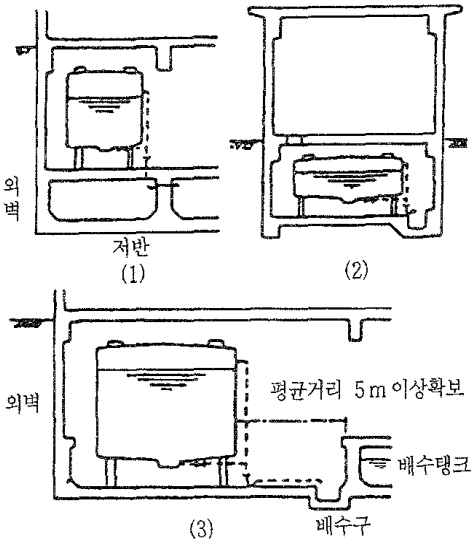


<그림 8.7> 저수조의 설치 예

a, b의 간격은 보수점검이 용이하도록 거리를 둔다. (일반적으로 a는 60cm 이상, b는 100cm 이상 확보한다) 또 양기둥은 맨홀의 출입구에 지장이 없는 위치이어야 한다.

(2) 저수조를 지하에 설치할 경우는 건물의 지하층에 설치하는 것이 일반적이며 지하층이 없는 경우는 저수조실을 만들어 그안에 설치하도록 하고 주위의 공간을 확보하여 외부에서 보수와 점검이 용이하게 하여야 한다.

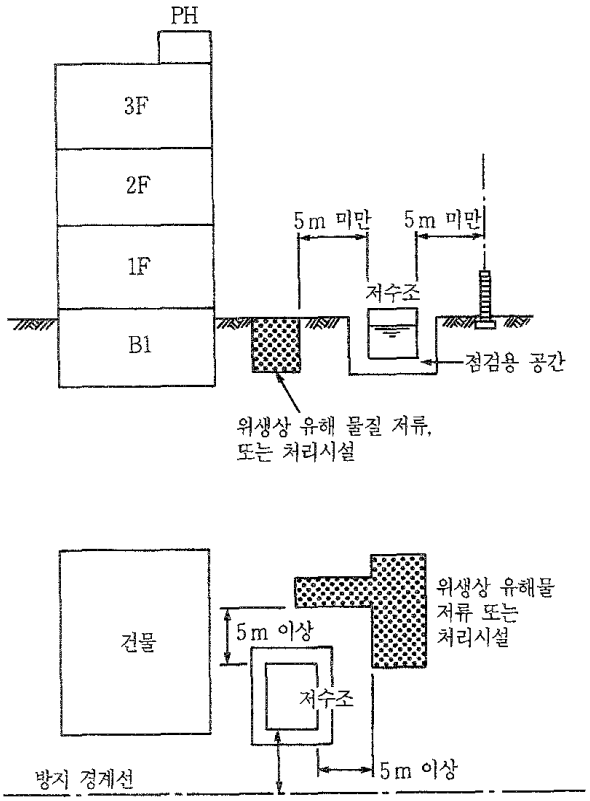
또한 저수조는 위생상 유해한 액체나 물질을 저장하는 장소로부터 5m 이상 떨어져 있어야 하며, 부득이 5m 미만일때는 콘크리트 중간벽 등 특별한 차단조치를 취하여야 한다.(그림8.8 참조)



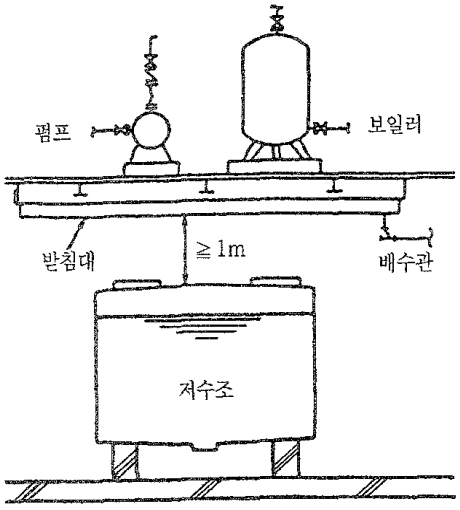
<그림 8.8> 지하저수조 설치

(3) 지하저수조는 위생상 유해한 액체나 물질을 저류 또는 처리하는 시설(분뇨정화조, 배수관, 도로측구, 연못 등)로부터 5m 이상 떨어지게 설치하여야 하며, 부득이 5m 미만에 설치할 경우는 저수조실 외에 별도의 콘크리트 중간벽 등 특별한 조치를 취하고 저수조 주변 점검용 공간이 확보되도록 하여야 한다 (그림8.9 참조)

(4) 저수조의 상부에 기계류를 설치하는 일은 피해야 한다. 부득이 펌프, 보일러, 공기정화기 등 기계를 설치하는 경우 받침대를 설치하는 등 별도의 조치가 필요하다. (그림8.10 참조)



<그림 8.9> 지중 저수조 설치

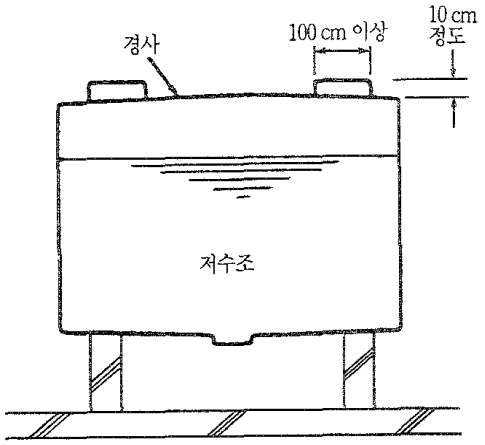


<그림 8.10> 저수조 상부에 기기류 설치

(5) 저수조는 내부의 보수 및 점검이 용이하도록 맨홀(원형은 직경 100cm 이상, 사각형은 한변의 길이가 100cm 이상)을 1개 이상 설치하도록 하며 맨홀의 형태는 청소용구의 출입이 용이하도록 사각형이 바람직하다.(그림8.11참조)

① 맨홀 입구는 주위보다 10cm 이상 높게 턱을 만들고 뚜껑은 밀폐식으로 하여 외부에서 유해물질이 들어가지 않게 하며 반드시 잠금장치를 하여야 한다.

② 저수조의 천정 상부는 1/100 이상의 경사를 주어 청소수 및 오수 등이 정체되지 않도록 하여야 한다.

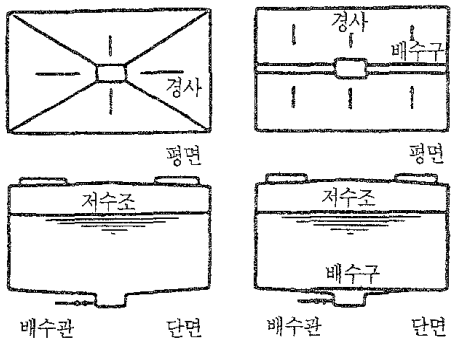


<그림 8.11> 맨홀의 설치

(6) 저수조는 청소를 용이하게 할 수 있도록 하여야 한다

① 저수조에는 배수관을 설치하며 간접배수가 되도록 한다

② 저수조 내부바닥에는 배수구(홈)를 적당한 위치에 설치하고 바닥에 1/100 이상 경사를 두어 배수시 잔류수가 남지 않도록 한다.(그림 8.12 참조)



<그림 8.12> 저수조 배수구 설치 예

2)에 대하여

(1) 저수조는 수질에 영향을 주지 않는 내식성 재료로서 수밀성이 확보되어야 하며 충분한 강도가 있어야 한다.

(2) 저수조의 재질은 조류증식을 방지할 수 있는 제품을 사용하여야 하며 될 수 있는대로 내부에 보강재를 설치하지 않는 것이 바람직하다.

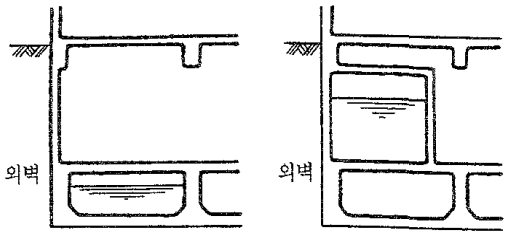
(3) 저수조에는 만수, 감수(**減水**) 경보장치를 설치하며 그 수신기는 관리실 등에 설치한다.

(4) 철근콘크리트 구조체의 경우에는 인체에 해가 없는 도료로 도장하거나 인체에 유해한 물질이 용출되지 않는 재질로 라이닝 하여야 한다.

3)에 대하여

(1) 저수조의 천정 바닥 또는 배관

저수조는 외부로부터 위생상 유해한 물질이 들어가지 않도록 설치하여야 하며 건축물의 상판이나 외벽 등을 이용하여 설치해서는 안된다.(그림8.13 참조)

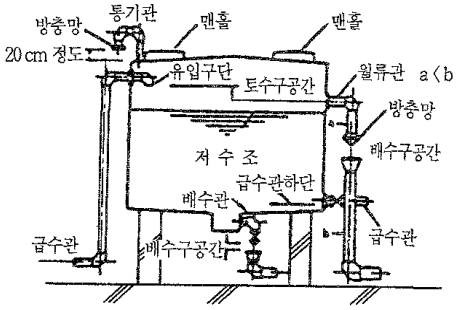


<그림 8.13> 규정에 적합하지 않은 저수조 등의 설치

(2) 저수조 내의 월류구는 유입구보다 낮게 설치하여 역류가 되지 않도록 공간을 확보하여야 한다.

(3) 저수조에는 공기소통을 위한 통기관을 설치하며 먼지 기타 위생상 유해한 물질이 유입되지 않도록 방충망을 설치한다.

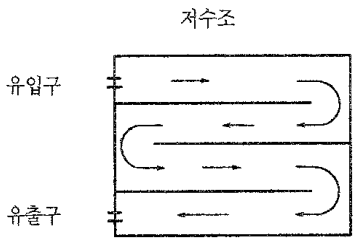
월류관은 유입량이 충분히 배출될 수 있는 관경으로 하며 외부수가 역류되지 않도록 간격을 두어 간접배수가 되도록 한다.(그림8.14참조)



<그림 8.14> 저수조에 월류관 또는 통기관 설치

(4) 저수조의 유입구와 유출구는 마주보는 위치에 설치하여 수조내의 물이 정체 또는 체류수가 생기는 일이 없도록 하며 저수조가 큰 경우에는 도류벽을 설치하는 것이 바람직하다.(그림 8.15참조)

(5) 저수조는 점검, 청소, 보수시에 단수가 되지 않도록 1조를 2개 이상으로 구획하는 구조로 하던지 2조의 저수조를 설치하여야 하며 각각 독립된 기능을 갖도록 하여야 한다.



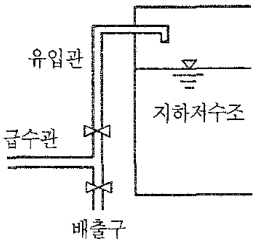
<그림 8.15> 도류벽의 설치예

(6) 상수도시설의 점검, 보수, 돌발사고 등에 대비하기 위하여 필요한 적정 용량은 1일 사용량을 기준으로 하는 것이 바람직하나 천재지변, 전시 기타 특별한 지역적 여건을 고려하여 확대할 수 있다.(1.4 설계수량 참조)

(7) 지하저수조에 소화용수의 송수관을 설치할 때에는 유출관 하단에 설치하도록 하되 소화용수를 송수할 때 지하저수조로의 역류를 방지하기 위하여 반드시 역지밸브 등을 부착하여야 한다.

(8) 상수도시설의 보수 등으로 단수되었을 때

노후관로로 유입된 오수나 이물질이 다시 통수할때에 지하저수조로 유입되는 것을 방지하기 위하여 저수조 유입관에 배출용 밸브를 별도로 설치하여 재통수할 때에 유입관 밸브를 잠그고 배출밸브를 열어 단수시 급수관에 유입된 오수를 배출시킨후 깨끗한 물을 저수조에 유입하도록 하는 것이 바람직하다.(그림 8.16 참조)



<그림 8.16> 오수배출용 밸브 설치예

3.3 고가수조

고가수조의 구조와 재질은 지하저수조에 준하며 급수기구가 원활히 작동할 수 있는 수압을 얻을 수 있도록 설치하여야 한다.

【해 설】

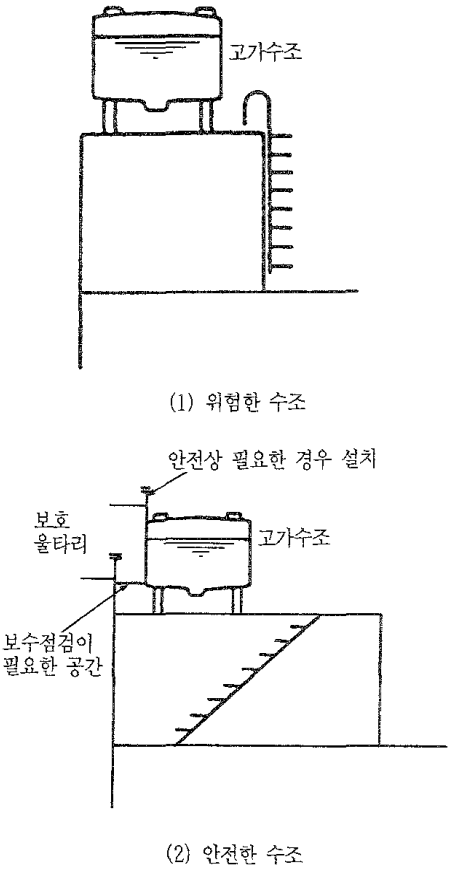
고가수조의 구조와 재질은 지하저수조에 준하되 외부 또는 내부의 보수점검이 용이하게 되도록 하여야 한다.(그림8 17 참조)

그리고 충분한 강도와 내구성이 있어야 하고, 수조 내부의 물이 오염되지 않도록 하며 다음 사항에 유의하여야 한다.

1) 고가수조의 높이는 건축물 최상부의 급수전으로부터 상부 7m 이상의 위치를 수조의 저수위로 한다. 그러나 건축물 최상부에 수세변소가 있는 경우에는 그 세정변에서 상부 10m 이상의 위치를 수조의 저수위로 하여야 한다

2) 고가수조에는 급수용 외의 다른 배관설비를 직접 연결해서는 안된다. 부득이 소화용수를 고가수조에 연결하는 수위로 하출관 하단에 설치하여야 한다.

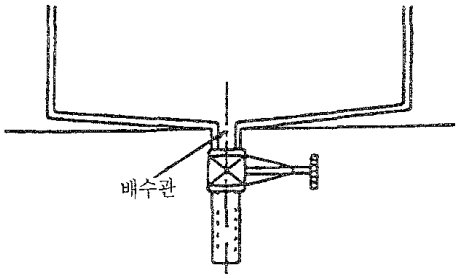
3) 고가수조의 유효용량은 1일 사용수량의 1/10 정도를 표준으로 하고 있으나 유효용량이



<그림 8.17> 고가수조의 설치

너무 적은 경우에는 단위시간당 양수량이 많게 되거나 저수조내의 수면에 큰 변동이 생길때 수면자동제어장치에 의하여 펌프운전에 지장을 줄 우려가 있을 때에는 유효용량을 확대할 필요가 있다.

4) 고가수조의 배수관은 고가수조의 내부 청소를 신속 용이하게 할 수 있도록 수조의 최저부에 설치한다 (그림8.18 참조)

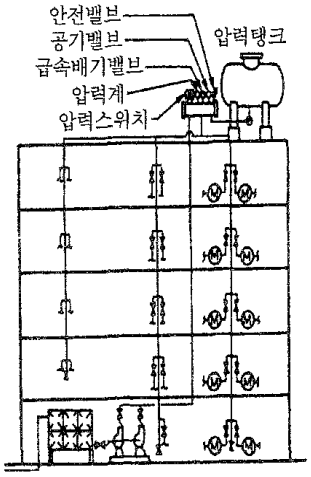


<그림 8.18> 고가수조의 배수관

5) 고가수조는 수조내의 청소, 보수 또는 기타 사정으로 단수가 될 경우가 있으므로 수조를 2개 이상으로 구획(칸막이) 하든지 다른 고가수조와 배관연결하여 단수가 되지 않도록 하는 것이 바람직하다. 또한 한냉지에서는 동결방지를 위해 유입·유출관 등에 방한시설이 필요하다.

6) 압력탱크

압력탱크는 건축물 옥상에 설치되는 고가수조의 일종으로 주변 여건상 높은 위치에 수조를 설치할 수 없는 경우나 수두가 안 나오는 경우에 사용한다.(그림 8.19 참조)



<그림 8.19 압력탱크>

3.4 가정용 소형수조

가정용 소형수조의 구조와 재질은 지하저수조 및 고가수조에 준하며 다음 각 호에 적합하여야 한다.

1) 빛이 투과할 수 없어야 하며 수밀성이 보장되어야 한다.

2) 수조내의 수온변화가 없도록 하여야 한다.

3) 수조내의 점검, 청소 등이 용이하여야 한다.

【해 설】

1)에 대하여

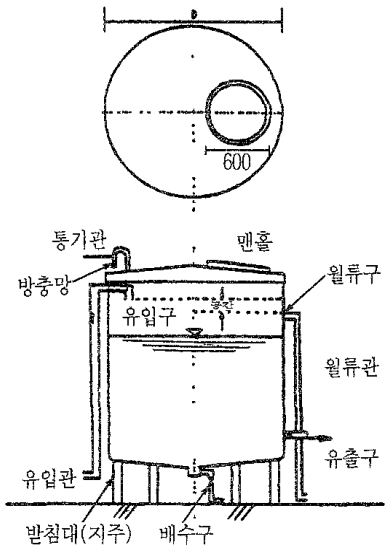
소형수조는 빛에 의한 조류의 증식을 방지하기 위하여 빛이 투과할 수 없는 재질이거나 또는 빛이 투과하지 못하도록 건물 내부에 설치하여야 한다.

2)에 대하여

외부온도의 영향을 받지 않는 재질이거나 구조이어야 한다. 다만, 부득이한 경우에는 보온재를 사용하거나 건물내부에 설치하여 가능한 한 수온변화가 없도록 하여야 한다.

3)에 대하여

출입구는 점검, 보수 및 청소시 출입이 용이하도록 각 변의 길이(사각형)나 지름(원형)이 60cm 이상이어야 한다.



<그림 8.20> 가정용 소형수조

제4절 급수기구

4.1 총칙

급수기구는 급수장치의 구성에 있어 급수관과 이음쇠로 연결하여 사용되는 분수전, 지수전, 수도계량기, 급수전, 역류방지기구, 안전기구 및 각종 물사용 특수기구 등으로 구조와 재질은 다음 각 항에 적합하여야 한다.

① 사용목적의 용도에 구조와 성능이 적합할 것

② 위생상 무해한 재료로 구성할 것
③ 부식 및 누수가 없이 견고할 것
④ 오수 등이 역류가 되지 않고 유지관리가 용이할 것
⑤ 손실수두가 작고 과대한 수격작용이 발생하지 않을 것
⑥ 한냉지용은 정체수를 용이하게 배출시킬 수 있는 구조일 것

4.2 수도계량기

1 급수장치에는 원칙적으로 수도계량기를 설치하여야 한다.

2. 수도계량기는 가능한 한 성능이 우수한 기종을 선정하여야 한다.

3. 수도계량기는 계량 및 측정에 관한 법률이 정하는 바에 따라야 한다.

【해 설】

수도계량기란 급수장치에 부착하여 수용가가 사용하는 수량을 적산 계량하는 기기를 말하며 그 계량수량은 수도요금 산정의 기초가 되는 것으로 그 사용에 있어서는 계량 및 측정에 관한 법률이 정하는 바에 따라야 하며 적정한 위치와 설치방법에 따라 설치하여야 한다.

1. 상수도사업에 있어서는 급수장치 중에 수도계량기를 설치하여 물의 낭비를 방지함과 동시에 합리적인 사용료 수입으로 적정한 운영을 기하도록 하여야 한다.

2. 수도계량기는 계량의 안전확보 및 사용 수량 관리를 위한 유수율(有收率) 파악 등 중요한 역할을 하게 되므로 고성능 및 내구성이 요구된다.

3. 수도계량기는 관계법령에 따라 그 제조원, 보수, 판매, 검정 등이 정해져 있다. 수도계량기는 반드시 계량 및 측정에 관한 법률이 정하는 검정검사에 합격한 것을 사용하여야 하며, 계량기의 정도보증(精度保證)을 위하여 유효기간이 준수되어야 한다.

4.2.1 수도계량기의 선정

수도계량기의 기종 선정에 있어서는 급수장치의 사용실태(사용수량, 수압, 급수관의 구경)와 사용조건 등을 고려하여 적합한 것을 선정 사용하여야 한다.

【해 설】

수도계량기는 유속이 과대하면 계량기의 손실수두가 커질뿐 아니라 계량기의 내구력을 감소시킨다. 또한 유속이 과소하면 불감수량이 발생되어 부족계량의 원인이 된다. 그러므로 수도계량기는 적정한 계량을 하기 위해서는 그 급수장치의 사용실태를 고려하여 적정한 구경, 형식 등을 선택 사용하는 것이 바람직하다. 수도계량기의 설치후라도 사용 실태나 조건이 심하게 변경되면 계량기도 이에 맞추어 설치해야 한다

일반적으로 수도계량기는 그 검정유량 이내에서 사용하는 것이 좋으며 급수관과 같은 구경의 것을 사용하는 것을 원칙으로 하나 급수장치의 구경에 비하여 지나치게 사용수량이 적은 경우는 사용수량이 적은 계량기로 교체하거나 또는 소구경의 계량기를 설치하는 것이 적정한 계량상 바람직하다

KSB 5301에는 1급과 2급으로 품질이 분류화되어 있어 1급인 경우 최소유량으로부터 최대유량 까지의 계량범위가 2급에 비하여 폭이 넓어 미소유량에서도 정밀도가 우수하며 내구력이 향상되었으므로 1급을 선정 사용하는 것이 바람직하다. KSB 5301의 1급과 2급인 경우 그 성능은 아래와 같다.

구 경 (mm)	최대유량 (m^3/시)	표준유량 (m^3/시)	지침시동유량(L/시)	
			1 급	2 급
15 이하	3(2 8)이상	2 0 이상	8 이하	15 이하
20 〃	4 0 〃	3 0 〃	15 〃	30 〃
25 〃	5.0 〃	4.0 〃	15 〃	35 〃
32 〃	8 0 〃	5 0 〃	25 〃	40 〃
40 〃	15.0 〃	10 0 〃	35 〃	70 〃
50 〃	25 0 〃	15 0 〃	80 〃	150 〃

1. 수도계량기의 구비조건

현재 사용되고 있는 수도계량기는 여러 종류의 것이 있으나 각각 그 특징을 달리하고 있다. 일반적으로 이들 수도계량기가 구비해야 할 조건은 다음과 같다.

가. 정도(精度)가 높고 정확히 계량될 것
나. 내구력이 클 것
다. 용량이 크고 손실수두가 적을 것
라. 감도가 예민할 것
마. 계량범위가 넓을 것
바. 사용량을 명확히 지시할 것
사. 구조가 간단하고 수리가 용이할 것
아. 검침이 용이할 것
자. 취급이 간편할 것
차. 고장이 적을 것
카. 계량 및 측정에 관한 법률에 적합할 것

2. 수도계량기의 종류와 특징

현재 사용되고 있는 수도계량기는 많은 종류가 있으며, 크게 수도미터와 유량계로 구분된다. 수도미터는 계량기 내부에 익차(翼車)가 있어 이 익차의 회전수에 따라 통과수량을 계량하는 구조로써 주로 소구경의 정수용으로 적합하며, 유량계는 베르누이 정리 등 유체 흐름의 원리를 이용하여 간접적 유량을 환산 계량하는 구조로써 주로 대구경의 원수 및 정수 사용에 적합하다.

가. 수도미터

가) 추측식(推測式) 계량기

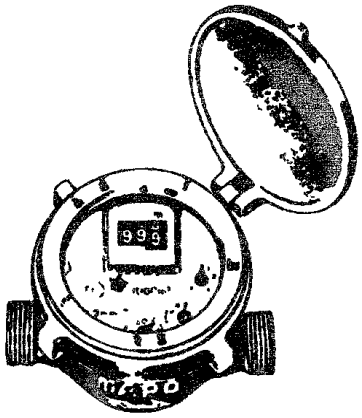
물의 유속에 의하여 익차가 회전하고 익차의 회전속도가 물의 속도에 비례하여 통수량을 지시한다.

(1) 접선류(接線流)익차형 수도미터

이 형식은 계량기 내에 장치된 익차가 그 접선방향으로부터의 흐름에 의하여 회전하고 익차축상의 치차군(齒車群)을 통하여 지침(指針)을 작동 지시하는 것으로 이 유형에 속하는 수도미터를 대별하면 다음과 같다.

① 단갑식(單匣式)

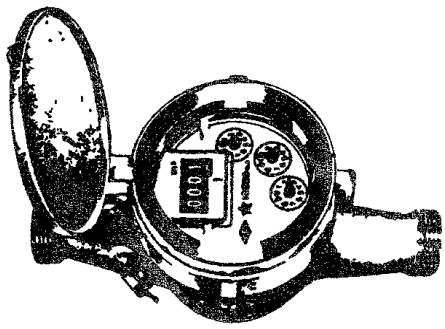
유수(流水)가 한 개의 분류구(噴流口)를 통하여 익차에 회전을 주는 것을 말한다.(그림 8.21) 수도미터중 가장 소형이고 저렴하나 외적 영향에 의하여 정도(精度)가 불안하고 손실수두가 비교적 크다.



<그림 8.21> 익차형단갑식 수도미터

② 복갑식(複匣式)

유수가 하부 외갑의 유입구를 통과하여 하부 내갑의 2개 이상의 분류구를 통하여 익차에 회전을 주는 것을 말한다.(그림 8.22) 감도(感度)와 정도가 양호하고 안정되어 있으며 손실수두가 비교적 작다.



<그림 8.22> 익차형복갑식 수도미터

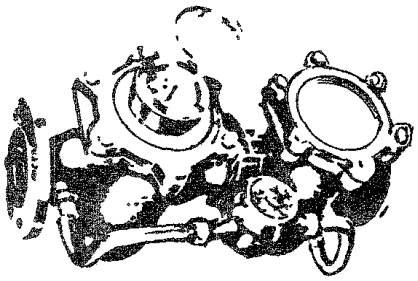
(2) 부관(副管) 붙임 수도미터

대형 수도미터는 대량의 물을 계량하기에 적합한 것으로 감도가 낮은 결점이 있고 소형 수도미터는 감도가 높기는 하나 대량의 물을 계량하기에는 곤란하다.

이들 양자의 장점을 조합한 것이 부관붙임

수도미터이다. 이것은 대, 소 2개의 접선류익차형수도미터를 병렬로 연결해서 대유량은 주계량기(main meter)에서 계량하고 소유량은 중력밸브가 작동하여 보조계량기(sub meter)로 통수되도록 구조가 되어 있다

그림 8.23의 좌하부에 스트레이너가 있고 그 위에 중력밸브가 있어서 유량이 일정량 이상이 되면 중력밸브가 열려서 주 계량기로 통수되고 그 이하면 중력밸브가 닫혀서 보조 계량기로 통수되어 계량이 된다. 이 계량기는 매우 넓은 범위의 유량을 계량할 수가 있으나 비교적 손실수두가 크고 중력밸브가 작동하는 유량 부근에서는 정도가 떨어지는 결점이 있다.



<그림 8.23> 부관붙임 수도미터

(3) 축류(軸流)익차형 수도미터

원리적으로는 익차형의 일종이나 변형된 형식이다.

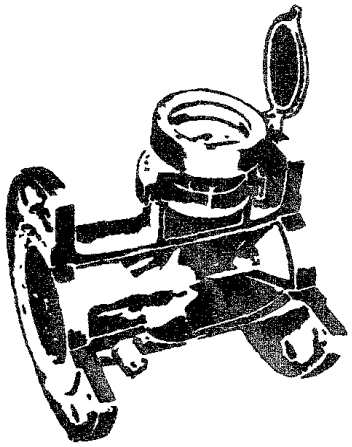
① 월트만(Woltman)형 수도미터

물의 흐름의 방향으로 스크류(screw)상의 익차가 있고 유속에 의한 익차의 회전을 윔기어(worm gear)를 거쳐서 지시기구를 연동하여 계량 작동한다 이 형식의 계량기는 전술한 익차형의 계량기에 비하여 소유량에 대한 감도는 다소 나쁘지만 매우 큰 유량까지 계량되는 장점을 가지고 있다.(그림 8.24)

형상이 비교적 작고, 계량기의 길이가 타종에 비하여 매우 짧아서 설치하기가 용이하다.

② 더블터어빈(double turbine)형 수도미터

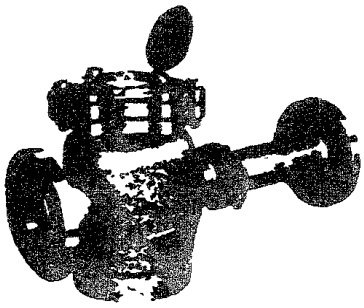
이 계량기는 스크류상의 종방향으로 상, 하 2개로 하여서 미터에 유입한 물은 계량실로



<그림 8.24> 월트만형 수도미터

상, 하 2방향에서 유입되어 중심부에서 합류해 나가는 구조이다

이와같이 물이 계량실에 상, 하 2방향에서 유입함으로 익차는 상, 하 어느쪽으로도 추력이 걸리지 않고 수중에서 균형된 상태로 회전하여 회전부의 마모가 적고 월트만형의 결점인 소유량에 대한 감도가 불량한 것을 보완하고 또 대형계량기의 결점인 내구력을 증대시키고 있다 (그림 8 25)

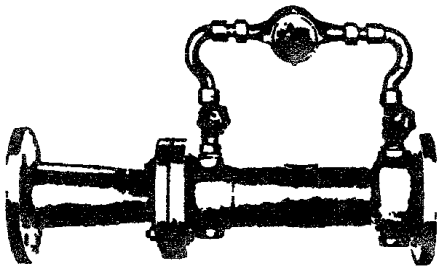


<그림 8.25> 더블터어빈형 수도미터

(4) 벤츄리(Venturi)관 분류형 수도미터

관의 형상이 입구에서부터 점차로 관경이 축소되어 중간의 노즐부(nozzle)에서 가장 가늘어지고 여기서부터 다시 점차로 관경이 커져서 출구에 이르러 최초의 경으로 된 구조의 관을 벤츄리관이라 한다.

물이 관내에 흐를 때에 관경이 큰 입구측에서는 유속이 작고 노즐부에서는 유속이 커지며 출구측에서는 다시 유속이 작아진다.(그림 8.26)



<그림 8.26> 벤츄리관분류형 수도미터

베르누이(Bernoulli)정리에 의해서 유속이 작은 때는 압력이 커지고 유속이 큰 때는 압력이 작아짐으로 유입구측과 노즐부에서 압력수를 뽑아서 양자를 관으로 연결하면 압력차에 의하여 물이 압력의 큰 쪽에서 작은 쪽으로 흐른다. 이것을 계량기로 계량하면 본관을 통과한 전체 유량을 비례 계량할 수 있다

이 형식의 계량기는 본관에는 큰 저항이 없으므로 축류익차형과 마찬가지로 대유량용으로 적합하다.

나) 실측식(實測式) 계량기

추측식은 실제로 통수된 유량을 비례 관계로 추측하는 것인데 반하여 실측식은 실제로 계량실내의 용적으로 계량하는 구조이므로 보다 더 정확한 계량이 된다.

(1) 원판(disc)형

상하 2개의 디스크 챔버(disc chamber)를 조합한 계량실내에 원판을 장치한 것으로 물이 계량실로 들어가서 원판에 운동을 일으키고 커플링(coupling)을 거쳐 상부의 치차장치를 연동하여 지침 또는 카운터 휠(counter wheel)을 회전시켜 계량을 한다.(그림 8.27)

(2) 로터리 피스톤형

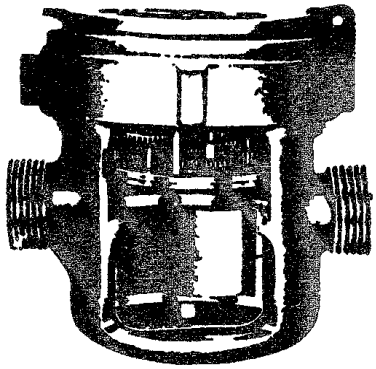
계량실내의 격판에 따라 요동회전하는 로터리 피스톤(rotary piston)의 작동에 의해서 통과수량을 직접 계량하는 구조로서 정확한 계



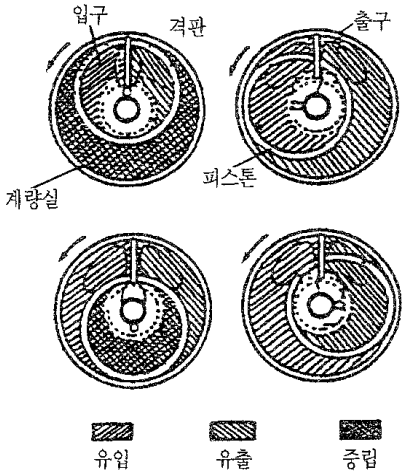
<그림 8.27> 원판형

량, 예민한 감도를 나타낸다.

그림 8.28과 같이 계량실의 반경방향으로 격판이 있어서 입구와 출구를 격리하고 있다.



<그림 8.28> 로터리피스톤형



<그림 8.29> 로터리 피스톤의 작동도

로터리 피스톤이 계량실에 편심으로 위치해서 그림 8.29와 같이 계량실을 내접하면서 요동하여 그림과 같은 순으로 작동을 반복 회전한다. 이것은 일반가정용으로는 널리 사용되지 않고 기준미터(test meter)로서 많이 사용되고 있다 원판형 계량기와 로터리 피스톤형 계량기는 스트레이너의 강목(網目)을 통과하여 토사나 이물질이 기물(器物)내에 들어가면 곧 회전불능의 상태로 되거나 고장을 일으키므로 극히 주의해야 한다.

다) 복합형 계량기(compound meter)

이것은 부관불임수도미터의 결점인 대소유량 변환시 기차(器差)의 정도저하를 개선하기 위하여 고안된 것이다. 그림 8.30과 같이 1개의 통속에 주계량기와 보조계량기가 같이 들어 있고 중력밸브에 의해서 대유량시는 주계량기가, 소유량시는 보조계량기가 작동하게 되어 있다.

종래의 부관불임 수도미터와는 달리 두 계량기가 직렬로 조합되어 있으며 중력밸브에 의한 변환시에도 터어빈 익차가 원활하게 회전됨으로 기차의 마이너스현상이 없이 소유량시에도 감도가 민감하므로 광범위의 유량이 계측된다. 이것은 또 특수전달기구에 의하여 단일지시장치로 지시하게 되어 있으므로 검침이 용이하다.

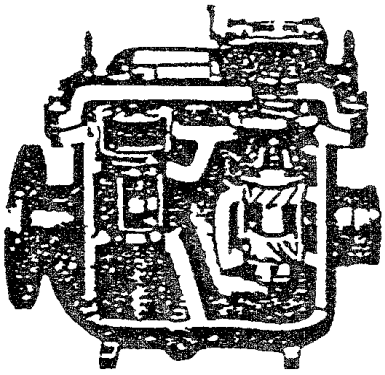
라) 부하조사용 수도계량기(load survey meter)

사용유량의 실태를 파악하는 것은 매우 중요한 것으로서 배수, 급수장치가 실제와 부합하고 있는가의 여부를 판단하는 척도로서 이용된다. (그림 8.31)

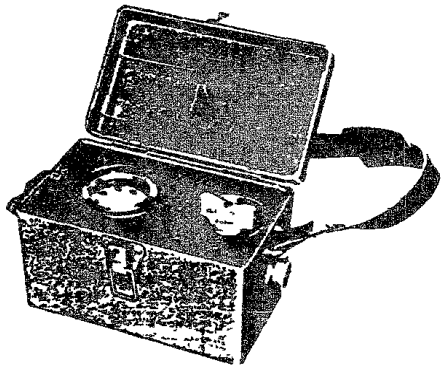
구조는 계량부에 감도가 좋은 실측식 계량기를 사용하고 그 상부에 적산지시장치와 기록장치가 있어서 사용유량을 지시, 기록하고 있다.

마) 원격식 계량기

(1) 기존 계량기는 매설심도가 깊고 어두운 장소나 상점, 지하상가 등에 설치되면 검침이 곤란하고 고층아파트군 등에 설치되어 호별방문 검침이 곤란하나 원격식 수도미터는 보온이



<그림 8.30> 복합형 계량기



<그림 8.31> 부하조사용 계량기

가능한 어느 장소에서나 설치 가능하고 검침판은 검침원이 호별 방문없이 검침할 수 있도록 옥외 및 일정한 장소에 설치할 수 있다.

(2) 원격식 계량기의 원리는 보통수도미터에 발신장치를 부착하고 전선을 이용 멀리 떨어진 수신기와 연결하여 전기적으로 미터의 지시량을 수신기에 전달 지시하도록 되어 있다.

(3) 원격검침의 유형은 그 집합도에 따라 다음과 같이 분류된다.

① 개별원격검침

각 가구별로 원격검침판을 설치하는 방법으로 수전(受電) 밀도가 조밀한 개인 주택지에 적합한 방식으로 수도계량기는 발신장치를 부착하여 옥내 보온이 용이한 것에 설치하고 검침판은 옥외에 설치하는 방식이다.

② 집중원격식 검침

공동주택단지 및 고밀도 주택가 등에 적합한 방식으로 수도계량기는 발신장치를 부착하

여 각 세대의 옥내에 설치하고 검침판은 일정 장소에 설치하여 여러 세대의 검침을 한 장소에서 편리하게 할 수 있는 방식이다.

③ 컴퓨터 자동검침

집중원격방식을 발전시킨 방식으로 광대한 지역의 수도계량기에 부착된 발신장치로부터 전달되는 신호를 전화선, 전선 등을 이용하여 중앙컴퓨터에 입력함으로써 광대한 지역의 수도미터 검침을 한 장소에서 간편 신속하게 할 수 있는 방식이다.

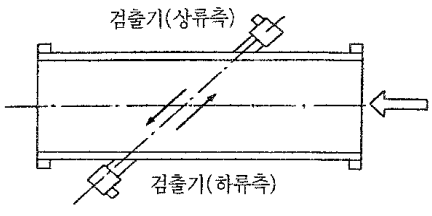
나. 유량계

가) 초음파 유량계

변환기에서 초음파 발신 신호를 받아 한 대의 검출기가 일정시간마다 초음파의 발신 및 수신을 계속한다. 유체의 흐름을 탄 초음파의 도달시간과 흐름을 역행하여 나가는 초음파의 도달시간 차에 의하여 변환기가 유량을 계산하여 4~20mA 정도의 직류신호나 펄스 신호를 내는데 이 신호를 유량으로 변환하여 계측한다.

검출기를 관에 부착하므로 단수 및 관 절단을 할 필요가 없다.

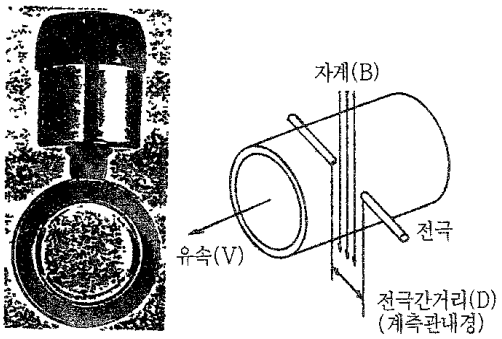
측정대상 : 액체
측정관경 : 150~3,000mm
기　　차 : ±1.0~1.5%
사용범위 : 유속 1~10m/초
온도범위 : -10~60℃
측정관 재질 : 강관, 주철관, PVC관



<그림 8.32> 초음파 유량계

나) 전자식 유량계

자계(磁界)에 도전성(導電性) 물체가 통과시 전자유도 작용에 의하여 기전력이 발생하는 것



<그림 8.33> 전자식 유량계

은 플레밍의 오른손 법칙에 의한 것으로 일반적으로 알려져 있으며, 전자식 유량계는 이 법칙을 이용한 것으로(그림8.33) 계측관내에 전자석의 자계를 만들어 이 자계에 도전성인 물이 직각으로 통과시 계측관의 중앙에 설치된 전극간에 속도에 비례한 기전력이 발생된다. 전자식 유량계는 이 기전력을 연산처리하여 통과체적을 액정으로 표시한 것이다.

이 형식은 기구적인 회전부가 없어 기계적 고장이 적으며 정밀도가 우수하다.

기전력(ℓ)=자계의 강도(B) x 유속(V) x 전극간의 거리(D)

3. 수도계량기의 선정

각종 수도계량기는 각각 특성을 가지고 있으므로 그 사용선택을 잘못하면 정확한 계량을 할 수 없게 되고 또 고장의 원인이 되므로 특히 계량기의 선택에 주의를 요한다.

1) 구경 350mm 이하인 경우
- 구경 350mm 이하는 수도미터를 선정한다. 다만 원수인 경우는 수도미터가 아닌 전자식 또는 초음파 유량계를 선정할 수 있다.

2) 소형미터(15, 20, 25, 32, 40, 50mm)의 경우
- 로터리피스톤형 : 고정밀도, 고감도를 요하는 장소, 수질이 좋고 토사나 이물의 침입이 전혀 없는 장소
- 원판형 고정밀도를 요하고 계량 범위를 넓게 요하는 장소, 토사나 이물의 침입이 전혀 없는 장소

· 습식단갑형 . 감도나 정밀도보다도 가격면의 제약을 받는 곳

· 습식복갑형 . 단갑형에 비하여 감도와 내구력을 요하는 곳

· 건식복갑형 : 특히 수질이 나쁘거나 온수용으로 사용하는 곳

3) 대형미터(65mm 이상)의 경우

· 익차형 : 비교적 유량이 적은 곳

· 부관붙임형 : 유량범위가 매우 넓은 곳

· 복합형 : 유량범위가 넓고 정밀도를 요하는 곳

· 월트만형 . 연속적으로 다량의 물을 사용하는 곳

· 더블터어빈형 . 연속적으로 다량의 물을 사용하고 내구력을 요하는 곳

· 벤츄리관 분류형 : 사용량이 많고 배관으로부터 계량기를 제거하기 곤란한 곳

4) 수도계량기의 구경과 사용유량

동일구경의 수도계량기라도 형식, 구조, 재질에 따라서 사용유량의 적용치가 다르며 물의 사용조건, 사용상태를 감안하고 월간 또는 년간의 최대, 최소 사용량 및 매일의 사용량 등을 종합 판단하여 적합한 구경과 형식을 선택하지 않으면 유량 과다로 인한 과부하 계량으로 인하여 계량기를 조기에 파손 또는 고장시키거나 유량 과소로 인한 불감유량때문에 부정확한 계량의 원인이 된다.

다음의 표811은 각종 수도미터의 검정유량과 공차를 나타냈다. 그러나 본 표는 수도미터 검정시의 기차검사 유량으로 수도미터의 적정 사용유량 범위와는 다르므로 주의를 요한다.

4.2.2 수도계량기의 성능

수도계량기의 성능은 가능한 한 넓은 범위의 유량을 정확히 계량함과 동시에 내구력이 있어야 한다.

<표 8.11> 수도미터의 검정유량 및 공차

1. 소형(15~50mm)

구 분	유 량(L/시)		검정공차 (%)	사용공차 (%)
접선류 익차형	최소유량(Qmin)이상 전이유량(Qt)미만		±5	±10
	전이유량(Qt)이상 최대유량(Qmax)이하		±2	±4
급수별 / 구경별	1급(L/시)	2급(L/시)	검정공차 (%)	사용공차 (%)
15mm	20이상 ~ 120미만	40이상 ~ 160미만	±5	±10
	120이상 ~ 3,000이하	160이상 ~ 3,000이하	±2	±4
20mm	30이상 ~ 180미만	60이상 ~ 240미만	±5	±10
	180이상 ~ 4,000이하	240이상 ~ 4,000이하	±2	±4
25mm	40이상 ~ 240미만	80이상 ~ 320미만	±5	±10
	240이상 ~ 5,000이하	320이상 ~ 5,000이하	±2	±4
32mm	50이상 ~ 300미만	100이상 ~ 400미만	±5	±10
	300이상 ~ 8,000이하	400이상 ~ 8,000이하	±2	±4
40mm	100이상 ~ 600미만	200이상 ~ 800미만	±5	±10
	600이상 ~ 15,000이하	800이상 ~ 15,000이하	±2	±4
50mm	150이상 ~ 900미만	300이상 ~ 1,200미만	±5	±10
	900이상 ~ 25,000이하	1,200이상 ~ 25,000이하	±2	±4

2. 각종대형(65~350mm) (단위:㎥/시간)

종류 \ 구경(mm)			65	75	100	125	150	200	250	300	350	검정공차 (%)	사용공차 (%)
접선류익차형 수도미터		소류	2.5	3	4	6	8	12	18	25	30	±4	±8
부관붙임 수도미터		대류	13	15	20	30	40	60	90	125	150	±2	±4
축류 익차형 수도미터 (월트만)	횡	소류	8 5	12	18	24	36	60	85	110	130	±4	±8
	종		7	8	10	16	20	30	50	70	90		
	횡	대류	43	60	90	120	180	300	425	550	650	±2	±4
	종		35	40	50	80	100	150	250	350	540		
벤츄리관분류형 수도미터		소류	5	6	10	15	30	50	80	100	130	±4	±8
		대류	25	30	50	75	150	250	400	500	650	±2	±4

3. 로터리피스톤형 수도미터

구경 (mm)	최소유량 (L/시간)	기준유량 (㎥/시간)	용 량 (㎥/시간)
15	30	2	
20	40	2	

4 원판형 수도미터

구경 (mm)	최소유량 (L/시간)	기준유량 (㎥/시간)	용 량 (㎥/시간)
20	50	4	
25	60	5	

【해 설】

수도계량기의 성능은 형식 또는 구경에 따라 다르지만 가능한 한 광범위하게 정확히 계량되고 또한 성능이 떨어지지 않고 내구성이 있어야 한다.

수도계량기의 성능용어 및 각종 성능에 관한 정의는 다음과 같다.

1) 지침시동유량

지침시동유량이란 3분간 물을 통과하게 할 때 지시에 변화를 명확하게 알 수 있는 유량을 말한다.

2) 최대유량(Q_{max})

수도미터의 입출구 압력손실이 0.098MPa (1kg/㎠)일때의 시간당 유량

3) 최소유량(Q_{min})

수도미터의 검정공차인 ±5% 이내에서 계량할 수 있는 최소유량을 말한다.

1급인 경우 : $Q_{min} = 0.01Q_n$

2급인 경우 : $Q_{min} = 0.02Q_n$

4) 표준유량(Q_n)

수도미터의 입출구 압력손실이 0.049MPa (0.5kg/㎠)일때의 시간당 유량

5) 전이유량(Q_t)

수도미터의 기차가 소류영역 ±5%에서 대류영역 ±2%로 되는 유량 point를 말한다

1급인 경우 : $Q_t = 0.06Q_n$

2급인 경우 : $Q_t = 0.08Q_n$

6) 기차

기차는 수도미터의 지시량과 실제 물이 통수된 실량과의 차이로 초과 또는 부족한 량을 말한다.

$$\text{기차}(\%) = \frac{\text{수도미터의 지시량} - \text{실량}}{\text{실량}} \times 100$$

7) 검정

검정이란 적정한 계량실시를 확보하기 위해 계량 및 측정에 관한 법률에 의하여 정해진 제도로서 동법 시행령 및 시행규칙에서 정한바에 따라 행하여지는 것임.

검정에 합격한 미터는 검정증인이 압인(押印)되어 있으며 검정 유효기간은 구경 15~50mm까지는 8년, 65mm이상 350mm까지의 대형미터인 경우는 6년임

8) 공차

공차란 계량 및 측정에 관한 법률에서 정해진 수도미터 허용기차의 범위를 말하며 검정공차와 사용공차가 있다.

9) 검정공차

검정공차는 계량기 및 측정에 관한 법률 제33조에 의하여 정해져 있다.

10) 사용공차

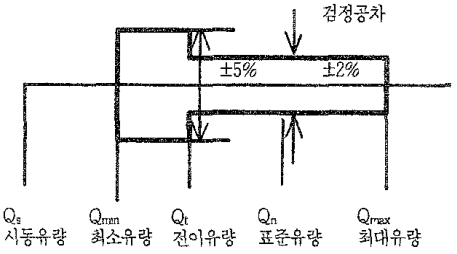
사용공차는 계량 및 측정에 관한 법률의 검정유효기간(시행령 제31조)내 사용중 수도미터의 허용기차를 말한다.

11) 기준유량

기준유량은 구경40mm 이하의 접선류익차식 수도미터에 있어서 입구와 출구의 압력차가 0.5kg/cm^2(0.049MPa)일때의 유량을 말하고 이 기준유량을 문자판에 표시하는 것이 계량 및 측정에 관한 법률에 정해져 있다.

12) 기준유량범위

기준유량범위란 수도미터 입출구의 압력차가 0.5kg/cm^{2}일때의 유량(Q_n)을 상한으로 하고 그 10분의 1을 하한으로 하는 범위를 말한다.



4.2.3 수도계량기의 설치

수도계량기는 정밀기기이므로 취급 설치시 충격을 가하지 않아야 하며 설치장소 선정 및 설치방법에 대하여는 다음 사항을 유의하여야 한다.

1. 수도계량기의 설치는 유지관리가 쉽고 동결, 외부 충격에 이한 파손, 지반침하의 우려가 없는 장소를 선정 설치하여야 한다.

2. 수도계량기는 유량 계측이 정확하게 될 수 있도록 설치하여야 하며 기타 수도계량기 제작자의 특수시방이나 수도사업자의 요구와 지침에 따라서 설치하여야 한다.

【해 설】

1. 수도계량기 설치장소의 선정시 다음 사항에 유의하여야 한다.

(1) 수도계량기의 점검이 편리한 장소

(2) 니수(泥水), 오수, 토사 등이 침입하지 않는 장소

(3) 청결하고 건조한 장소

(4) 부패, 유해가스 등이 발생하지 않는 장소

(5) 동결의 우려가 없고 평탄한 장소

(6) 지반이 견고하고 침하의 우려가 없는 장소

(7) 압력변동으로 지침의 과진(過進)현상이 일어나지 않도록 압력변동이 적은 장소

(8) 급수전보다 낮은 장소

2. 수도계량기의 설치에는 앞서 말한 설치 장소의 선정 외에 다음의 사항을 주의해야 한다.

(1) 수도계량기는 수평으로 설치해야 한다.

(2) 수도계량기는 외갑에 표시되어 있는 화살표의 방향으로 설치해야 한다.

(3) 수도계량기를 설치하기 전에 급수관을 잘 씻어서 관내의 모래나 토사 기타 작업중에 쌓인 이물질을 충분히 제거해야 한다. 이들을 제거하지 않으면 스트레이너의 구멍을 막아서 물의 통과를 방해하거나 계량기내에 들어가서 기차를 일으키기도 하고 또 고장의 원인이 되기도 한다. 토사 등이 하부 내갑의 유입공을 막으면 기차는 플러스(+) 방향으로 변화되고 익차나 치차 등에 끼면 기차를 마이너스(-) 방향으로 변화시켜거나 심하면 부동이 된다

(4) 수도계량기를 설치할 때에 정확한 치수의 유니온 패킹(union packing)을 사용해야 하며 만약 연결 작업시에 유니온 패킹이 관의 내부로 삐져 나오면 물의 유입단면이 줄어들어서 단갑식 수도미터나 월트만형 수도미터는 과진될 우려가 있고 벤츄리관 분류형 수도미터에서는 유입공의 부분에 와류가 생겨 정확한 계량을 할 수가 없게 된다.

(5) 수도계량기를 설치하였을 때는 계량기내의 공기를 배제해야 한다. 계량기내에 공기가 들어 있으면 검침이 곤란하게 되고 또 기포 때문에 계량기가 과진하는 수가 있다.

공기를 제거하는 방법으로는 수도계량기를 거꾸로 설치(문자판쪽이 지면을 향하도록)하여 수분간 다량의 물을 통과시킨후 계량기를 바른 형태로 전환하여 다시 물을 통과시키면 된다.

(6) 월트만형 수도미터나 벤츄리관 분류형 수도미터를 설치하는 때는 미터의 상류측에 미터구경의 5배 이상의 직관부 또는 미터의 하류측에 미터구경의 3배 이상의 직관부를 설치해야 한다. 이것은 물의 흐름이 난류가 되면 부정확한 계량이 되기 때문이다.

(7) 월트만형 수도미터와 벤츄리관 분류형 수도미터는 계량기내에 물이 충만되어 있지 않으면 정확한 계량이 될 수 없으므로 급수관의 심도와 미터 설치위치에 주의해야 한다.

(8) 부관붙임 수도미터나 벤츄리관 분류형 수도미터는 대, 소 두개의 미터가 조합하여 하나의 미터를 형성하고 있는데 이것을 함부로 떼어서 교체하거나 또는 각각 따로 사용해서는 안된다.

(9) 수도계량기는 수충압이 없는 장소에 설치해야 한다 만약 수충압의 영향이 있는 곳에 설치하지 않을 수 없는 경우에는 수충압을 방지, 완화할 수 있는 기구를 병용하고 계량기의 기종과 형식을 잘 선정해야 한다.

(10) 수도계량기가 동결되지 않도록 설치 심도에 유의하고 보호관계를 고려해야 한다.

(11) 계량 및 측정에 관한 법률에 의하여 수도미터는 검정을 필한 계량기이어야 하고 또 검정 유효기간내의 계량기를 설치하여야 한다

(12) 대형수도계량기(65mm 이상) 설치시에는 유지관리를 위해서 반드시 측관(by pass)을 설치하는 것이 바람직하다.

4.3 분수전

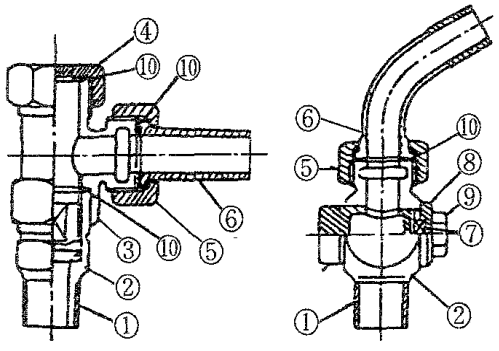
분수전은 지수부가 있고 내식성이며 누수가 없는 구조와 재질의 것이라야 한다.

【해 설】

분수전은 배수관으로부터 급수관을 분기하는데 사용하는 기구로 세가지 형이 있다.

하나는 나사식으로 급수관을 분수전에 직각으로 유니온(union)을 끼워 접속하는 그림8.34(a)와 같은 "갑"형인 KSB 2331 수도꼭지(분수밸브) 규격이 있으며, 또 하나는 횡으로 폐지콕크가 부착되어 유니온을 상부에서 60° 방향으로 연결되는 구조로 그림8.34(b)와 같은 "을"형으로 되어 있다. 전자는 후자에 비해 손실수두가 크고 설치할 때는 천공기의 사용상 불편하나 한냉지에서는 동결방지의 점에서 볼 때 전자가 유리하다.

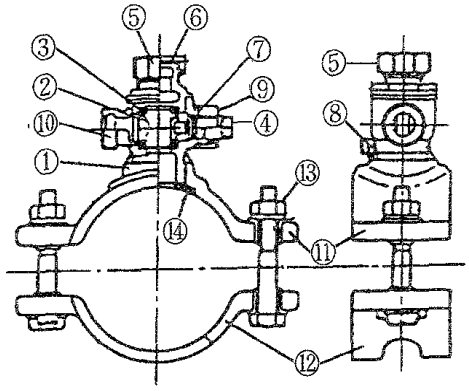
그리고 배수관의 종류에 관계없이 단수하지 않고 쉽고 안전하게 분기할 수 있는 새들분수전(그림 8.34(c))이 관련규격 KSB 2342 및 KWWA B101로 제정되어 있다. 또한 40mm 이상 분기관으로 사용되는 제수밸브와 조합되어 볼트로 설치하는 그림 8.34(d)와 같은 T자관 새들분수전도 있다



(a) "갑"형 (b) "을"형

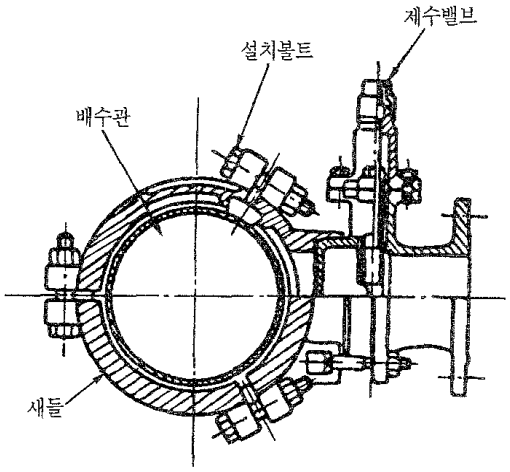
번호	명 칭	번호	명 칭
1	분수연결부	6	소 켓
2	몸 체	7	패 킹
3	상부몸체	8	와 셔
4	상 부 캡	9	넛 트
5	보 호 너 트	10	가스킷

<그림 8.34(a),(b)> 분수전



번호	명 칭	번호	명 칭
1	몸체	8	고정핀
2	볼	9	보호너트
3	볼시트	10	보호캡
4	분수전봉	11	새들
5	캡	12	밴드
6	가스킷	13	볼트너트
7	오링	14	새들가스킷

<그림 8.34(c)> 새들분수전



<그림 8.34(d)> T자관 새들분수전

4.4 지수밸브

지수밸브는 쉽게 개폐할 수 있고 내식성이 크며 누수가 발생하지 않는 구조와 재질의 것이라야 한다.

【해 설】

지수밸브는 급수의 개시, 중지 혹은 장치의 수리 기타의 목적으로 급수를 제한 또는 정지하기 위해 사용하는 기구로서 급수장치에는 원칙적으로 설치하게 되어 있다. 형식은 나사식과 콕크식이 있으며, 나사식은 물의 입구와 토수구의 구성형상에 따라 수평식 그림 8.35(a)와 앵글식 그림8.35(b)가 있으며 또 밸브의 개폐 기능이 구조에 따라 그로브식 그림8.35(a)와 게이트식 그림8.35(c)로 분류한다. 구경 13~50㎜의 6종, 그리고 콕크식은 그림8 35(d)와 같으며 개폐조작을 90° 로 회전시키는 손잡이 조작이다. 콕크식과 동일한 볼(ball)식으로 그림8.35(e)와 같은 볼밸브가 있으며 구경은 10~50mm의 7종류로 다양하다.

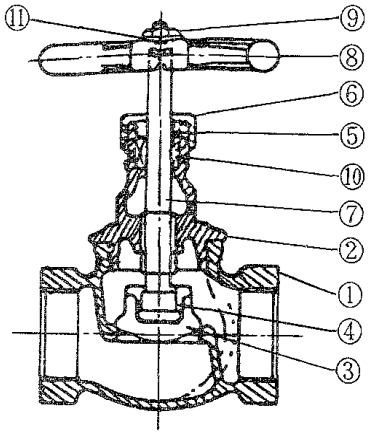
이들 지수밸브의 관련규격은 다음과 같다.

KSB 2331 수도꼭지
KSB 2301 청동밸브
KSB 2319 황동단조나사식 게이트밸브
KSB 2308 볼밸브
KWWA B100 수도용 급속공기밸브
KWWA B101 수도용 새들분수전
KWWA B102 수도용 소프트실 슬루스밸브

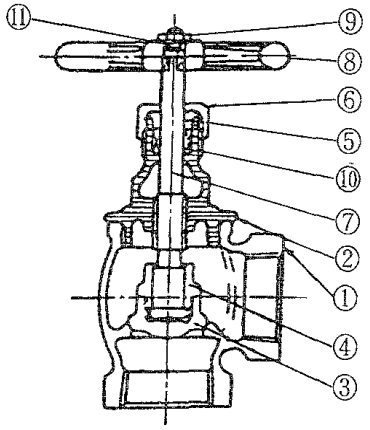
지수밸브는 주로 인입급수관의 도중, 측구의 외측 30m 내외의 장소 또는 사유지 내에 설치하고 또는 수도미터기 보호통 내부의 미터기 일차측에 설치하여 장치 전체의 통수를 정지하기 위하여 사용한다. 다만 지수밸브는 전술한 내용 외에 각 층의 직립관용, 분수용, 탱크급수용, 수세식변소용, 급수기구 등 장치의 일부 통수를 제한하기 위하여 사용하기도 한다.

콕크식은 나사식에 비하여 폐지의 위치에서 개폐가 명시되어 있고 아무나 자유로이 개폐할 수 없는 특징이 있어 개폐가 곤란할 때가 많고 접합부 부근의 관이 파손하기 쉬운 결점이 있으나 손실수두는 나사식에 비하여 대단히 작다

관경 80mm 이상의 급수관에 대해서는 제수밸브를 사용하여야 한다.

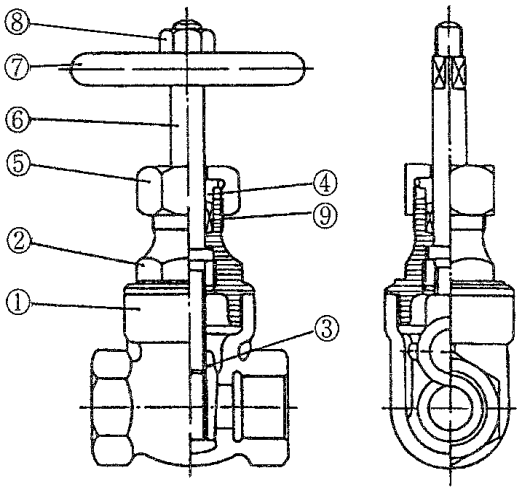


<그림 8.35(a)> 수평식 그로브밸브



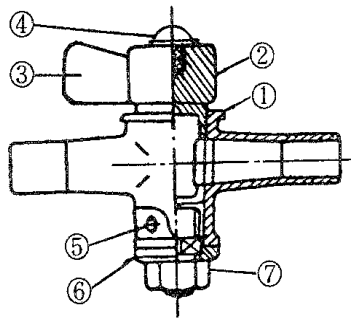
<그림 8.35(b)> 앵글식 그로브밸브

번호	명 칭	번호	명 칭
1	밸브몸통	7	밸브대
2	덮개	8	핸들
3	밸브디스크	9	6각너트
4	밸브누르개	10	패킹
5	패킹누르개 링	11	명판
6	패킹누르개 너트		



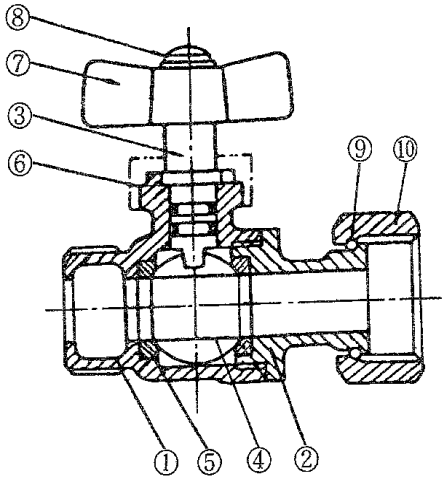
번호	명 칭
1	밸 브 몸 통
2	덮 개
3	디 스 크
4	패킹누르개 링
5	패킹누르개 너트
6	밸 브 대
7	핸 들
8	너 트
9	패 킹

<그림 8.35(c)> 나사식 게이트밸브



번호	명 칭
1	밸 브 몸 통
2	개 폐 콕 크
3	핸 들
4	핸 들 피 스
5	고 정 피 스
6	와 셔
7	너 트

<그림 8.35(d)> 콕크식 밸브



번호	명 칭
1	밸브몸통
2	아덥터
3	밸브대
4	밸브시트
5	볼시트
6	캡
7	핸들
8	피스
9	O 링
10	보호너트

<그림 8.35(e)> 볼 밸브

4.5 급수밸브(수도꼭지)

급수관은 다음 각 항에 적합하지 않으면 안된다.

1. 급수전은 견고한 것을 사용하고 탱크식 급수의 경우는 볼탑(ball tap) 등을 설치하여야 한다.

2. 한냉지에서는 완전한 방한공이나 물빼기 장치를 시공할 경우를 제외하고는 부동(不凍) 급수전을 사용하여야 한다.

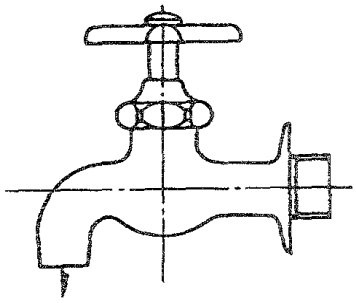
【해 설】

1. 일반적으로 사용되고 있는 급수밸브와 수도꼭지는 최대사용 정수압 7.5kg/cm^2 이하에 사용하는 상수도의 급수용과 건축설비의 급수 혹은 욕탕용에 사용한다. 이들 급수밸브와 수도꼭지의 개폐조작은 나사식이지만 핸들과 토수구의 형상 등을 여러 가지로 달리하고 있다. 구경은 10~25mm의 4종이 있다. 수전에는 횡수전, 동장횡수전(胴長橫水栓), 횡형자재수전(橫形自在水栓), 입수전(立水栓), 위생수전, 탕수혼합수전(湯水混合水栓), 샤워 파이프 등이 있어 아무것이나 주로 그 외부를 니켈 크롬도금 끝맺음을 하고 있다.

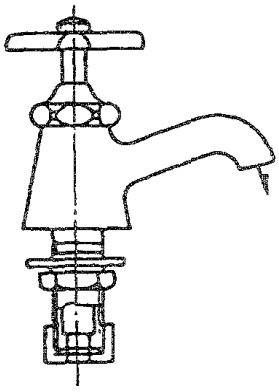
이상 규격품 외에 사용 목적에 따른 레버 핸들(lever handle)식 수전(세면기용), 의사수술용 등 분수전, 실내 소화전, 세척밸브(대소변기용) 볼탑 등이 사용되나 어느 기구도 그 두께, 수구, 접속나사부의 치수 등 그 주요부는 규격에 적합한 것이어야 한다

다만 이들 중 레버 핸들식은 스핀들(spindle) 나사의 피치(pitch)가 커서 통수의 개폐가 대단히 빨라 순간적이기 때문에 수격작용이 대단히 크므로 압력이 높은 곳과 사용 회수가 많은 장소에는 사용하지 않는 것이 바람직하다. 또 한냉지에서는 이들 세척밸브, 볼탑 등이 동결되어 기능을 해치는 일이 있으므로 방한 보호하여야 하고 구조 등도 충분히 검토후 사용하여야 한다.

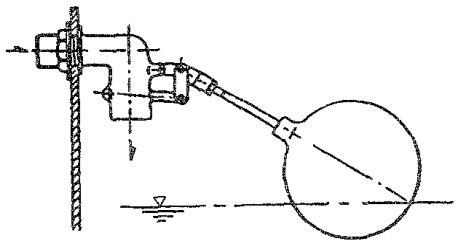
우리나라의 급수밸브는 산업규격 KSB 2331



<그림 8.36(a)> 가로꼭지



<그림 8.36(b)> 세로꼭지



<그림 8.36(c)> 볼 탑

(수도꼭지)에 규정되어 있다 즉 가로꼭지 그림 8.36(a)와 세로꼭지 그림8.36(b)를 기본형으로 그 모양과 구조를 사용상 편리하게 여러가지로 응용한 것이며, 대별하여 구분하면 단독꼭지류(16개), 냉온수혼합꼭지류(6개), 샤워식냉온수혼합꼭지류(5개), 지수꼭지(3개), 기타 밸브 및 꼭지류(6개) 등 총 36개 품목이 규정되어 있으므로 실제 사용에 알맞는 KS규격을 참고 하여야 한다.

볼탑은 그림8 36(c)와 같으며 수조에 부착시

켜 사용하는 자동개폐전으로 수세식 변소의 세척탱크나 저수조식 급수에 있어서 지하저수조 등에 설치한다.

부구(浮球)는 동(銅)제와 플라스틱제, 이음재는 황동주물제, 전(栓)은 청동주물제로서 각각 위생상 지장이 없는 것을 쓴다. 다만 볼탑 상류측에는 수리 등에 대비하여 지수전 또는 제수밸브 등을 설치하여야 한다.

2. 한냉지에서는 겨울철에 급수관 직립부가 동결할 염려가 있으므로 안전한 방한공이나 물빼기장치를 시공한 경우를 제외하고 부동급수전(不凍給水栓)을 사용하여야 한다.

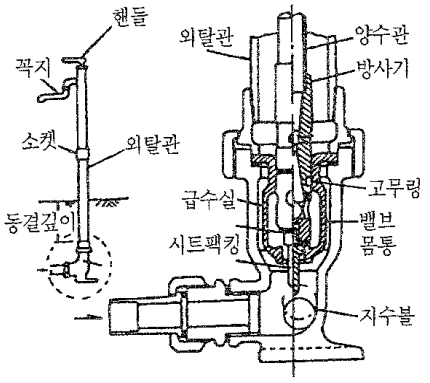
동결방지전은 급수전주(給水栓柱) 내부에 부동장치가 조립되어 들어 있으므로 내부저류식 그림8.37(a)와 외부배수식(外部排水式) 그림8.37(b)의 두 종류가 있다.

내부저류식 부동급수전에는 주로 이젝터(ejec-tor) 작용을 이용한 것이 사용되고 있다. 이것은 급수전주 내부가 이중통으로 되어 있고 폐전(閉栓)시에는 이젝터 하부 급수부를 고무패킹으로 폐지하므로 급수전 내통의 물은 이젝터 배출구를 통해서 외통내에 배출되어 저류된다. 이때 저류수면이 지하동결선 이하에 있으면 외통내의 물은 얼지 않는다. 또 폐전하면 이젝터의 배수구에서는 이젝터 작용에 따라 처음 외통내에 저류한 물을 빨아 올려서 이것이 없어진 다음에 공기를 함께 빨아 올리므로 물이 백색으로 변한다.

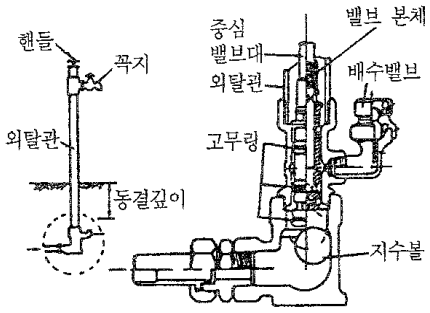
물이 백색으로 변하는 것을 확인한 후부터 폐전하도록 하면 외통내의 저류수면은 지하 동결선 이상이 되는 일이 없으므로 급수전이 동결하는 일은 없다.

내부저류식에서는 개전, 폐전을 확실히 하는 것이 중요하다. 최근에는 볼품있는 외부배수식의 부동결 급수전도 많이 사용하는데 이것은 급수전주 내부에 물빼기 장치가 조립되어 들어 있어 여기에 따라 급수전 내의 물을 외부로 배출하여 얼지 않게 하는 것이다.

이 방식으로는 일단 배출한 물이 역류하여



<그림 8.37(a)> 내부저류식 부동전



<그림 8.37(b)> 외부배수식 부동전

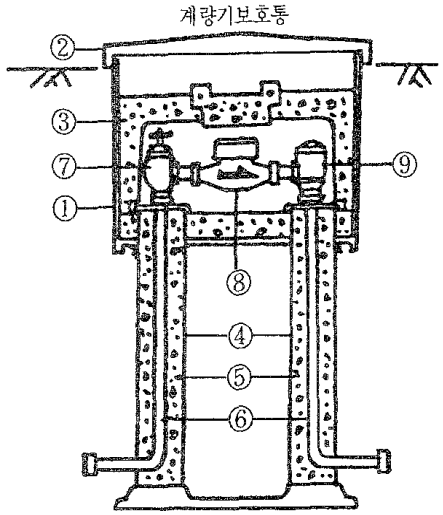
급수전을 오염시키는 일이 염려되나 역류방지장치에 상당한 연구가 진행되어 있으므로 최근의 제품은 이 염려가 거의 없다. 그러나 배출구는 침투성이 많은 자갈층에 들어가게 하는 등 배려할 필요가 있다. 최근에는 한냉지용 급수전 직립관의 기부(基部) 혹은 그 부근에 적당한 물빼기전을 부착하는 방법도 많이 쓰이고 있다.

4.6 계량기 보호통

수도계량기와 지수전 및 역지밸브를 지중 혹은 공동주택 건축물의 벽면 내부에 설치하는 경우는 콘크리트구조 또는 합성수지제 등의 보호통에 넣어 보호해야 한다.

【해 설】

수도계량기와 지수밸브 및 역지밸브 등을 일반주택의 지중에 설치 또한 공동주택의 세대별 복도의 벽면내부에 설치하는 경우에도 유지관



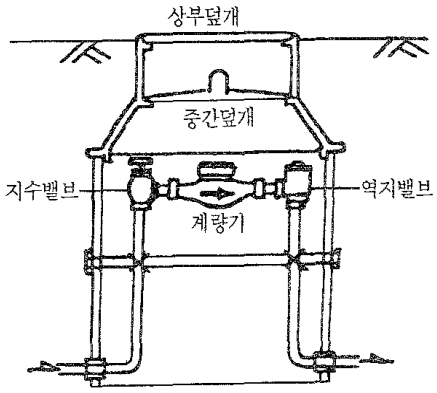
<그림 8.38(a)> 매립형 소형보호통

번호	명 칭
1	계량기보호통
2	보호통 덮개
3	상부보온재
4	입상입하관 보호관
5	입상입하관 보온재
6	입상입하 수도관
7	앵글밸브
8	수도계량기
9	역지밸브

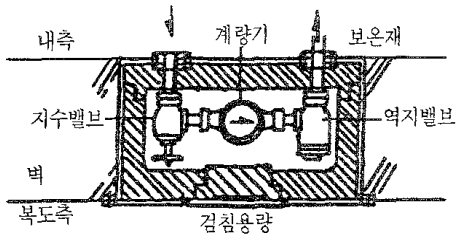
리상 보호통 안에 넣어 동파 및 외상으로부터 보호함과 동시에 그 설치 위치를 명시하여야 한다 또 계량기보호통은 계량기 대치시 그 작업에 지장이 없는 크기로 하지 않으면 안된다. 다만 소형계량기보호통(13~50mm) 그림8.38(a)은 합성수지제로서 지중매립형은 타원형이고 세대별 벽면내부설치용은 사각형인 것으로 이들 보호통 내부에는 보온제를 사용하고 있다

대형계량기(75mm이상) 보호통은 콘크리트불록 벽돌쌓기 또는 현장타설콘크리트실을 만들고 그 위에 철제뚜껑을 설치하여 사용한다.

계량기보호통은 지수밸브 및 역지밸브의 구경 혹은 설치장소의 지질, 하중, 심도 등을 고려하여 가장 적합한 것을 사용하여야 한다 특히 공동주택 세대별 계량기보호통 그림8.38은 건축물 구조와 층수 등을 참고하여 유지관리가 쉽고 동절기에 동파되지 않는 곳에 설치하여야 한다



<그림 8.38b)> 매립형 소형보호통



<그림 8.38(c)> 공동주택벽 매립형 보호통

4.7 역류방지기구

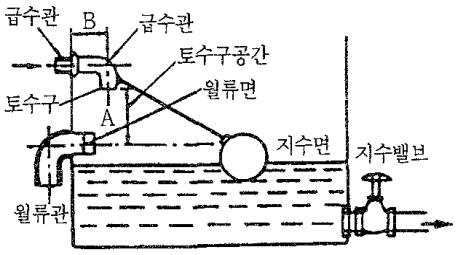
역류방지기구는 역류방지기능이 확실하고 내압성과 내구성인 구조로 파손 및 변형되지 않는 구조와 재질의 것이어야 한다

【해 설】

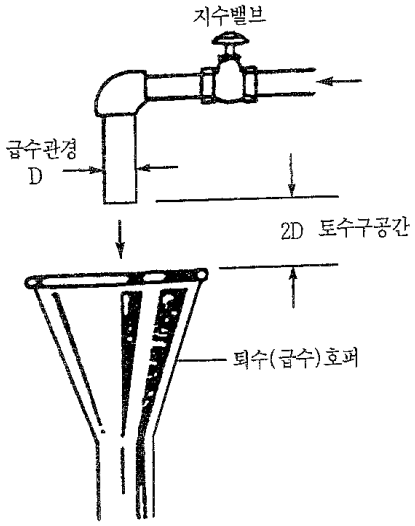
역류방지의 장치와 기구는 배수관 등 일차측에 부압이나 역압(逆壓)이 발생될 때 역류현상으로 물이 오염되는 것을 방지하는 장치와 기구로서 대별하면 첫째 토수구공간(air gap), 둘째 역지밸브(check valve), 세째 진공파괴밸브(vacuum breaker) 등으로 구분된다.

1) 토수구 공간

토수구 공간은 그림8.39와 같이 세면기, 변기 욕조, 보일러 등에 급수하는 물탱크의 볼탑의 토수구와 월류면 사이의 필요한 공간을 말한다



<그림 8.39>저수조 토수구 공간



<그림 8.40> 토수구공간

그리고 물빼기 배수에 그림8.40과 같이 토수구와 드래인호퍼(drain hopper)사이의 공간을 확보하는 것으로 이 토수구 공간은 급수 및 배수장치에 있어서 역류방지의 가장 일반적이고 확실한 수단이다. 음용수 오염방지 수단으로 급수장치에 있어 물사용 설비기구 등에 완전한 역지밸브의 개발미숙으로 오래 전부터 토수구 공간을 설치 사용하여 왔다.

설치기준은 표 8.12와 같이 적용한다 또 욕조에 급수할 경우에는 토수구 공간을 50mm 이상으로 하고 풀 등과 같이 수면이 출렁거리기 쉬운 물탱크, 약품과 세제를 사용하는 탱크 등에 유입되는 토수구 공간은 200mm 이상으로 한다.

2) 역지밸브

역지밸브는 밸브자체 기능으로 작동이 이루

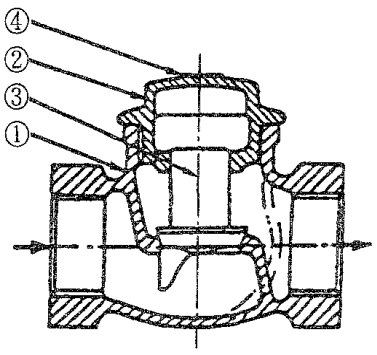
<표 8.12> 토수구 공간 (단위 : mm)

급수관경	월류면에서 토수구 까지 거리(A)	측벽에서 토수구 까지 거리(B)
13	25 이상	25 이상
20	40 이상	40 이상
25~50	50 이상	50 이상
80	관의호칭구경이상	관의호칭구경이상

어진다. 즉, 일반밸브의 개폐조작이 수동, 자동, 유압, 공기압 등 외부의 기계적 힘에 의하여 개폐조작이 이루어지는데 반하여 이 역지밸브는 유체의 정·역류(正·逆流)의 유체력에 따라 개폐작동되며 설치후에는 외부로부터 조작이 불가능한 것으로서 그 종류로는 리프트식, 스윙식, 스프링식 등이 주로 급수설비에 사용되고 있다. 역지밸브의 설치에 있어 물의 흐름 방향 표시에 주의하여야 하며 설치후에 유지관리 점검 및 교체작업 등이 용이한 곳에 설치하여야 한다

① 리프트식(lift type)

리프트식 역지밸브는 그림8.41과 같이 디스크가 유체의 흐름에 따라 상하수직의 동작으로 자중개폐되어 역류가 방지되며 밸브시트의 구조가 금속재인 메탈시트(metal seat)와 합성고무재인 소프트시트(soft seat)로 구분되며 손실



번호	명칭
1	몸체
2	캡
3	밸브
4	명판

<그림 8.41> 리프트식 역지밸브

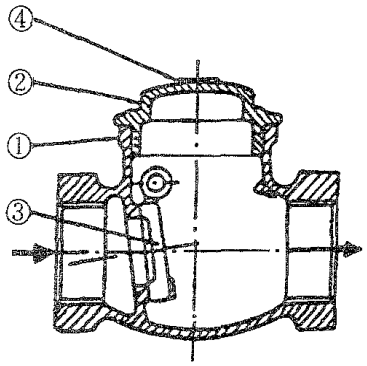
수두가 비교적 크고 반드시 수평설치하여야 되는 약점이 있다. 주로 급탕기(給湯器)의 앞에 설치 사용한다. 관련규격 KSB 2301(청동밸브), 구경 10~50mm의 7종류가 있다.

② 스윙식(swing type)

스윙식 역지밸브는 그림8 42와 같이 디스크가 밸브몸체에 매달려 유체의 흐름방향에 따라 좌우수평으로 흔들려 자중개폐되는 기능으로 밸브시트의 재질에 따라 메탈시트와 소프트시트가 있으며 손실수두는 리프트식보다 적고 수평 및 수직방향으로 설치가 가능하므로 널리 사용되고 있다. 관련규격 KSB 2301(청동밸브), 구경 10~50mm의 7종류가 있고 주강재의 플랜지형은 50~300mm가 있다.

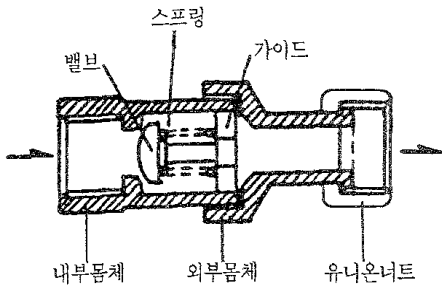
③ 스프링식

스프링 역지밸브는 디스크에 스프링을 끼워 이 스프링의 반발력에 의하여 역류방지 기능을 높이는 구조로 단일식(그림8 43), 이중식(그림8 44)와 같은 수평식이 있고, 이중식 역지밸브는 두개의 단일식을 직렬로 구성하여 각각의 디스크를 눌러 이중안전 구조로 역류를 강력하게 방지한다. 또한 형상에 따라 앵글식(그림8.45)이 있다. 특히 오늘날 역지밸브의 구성재질인 동합금, 합성수지, 합성고무, 스프링 등의 발달로 개

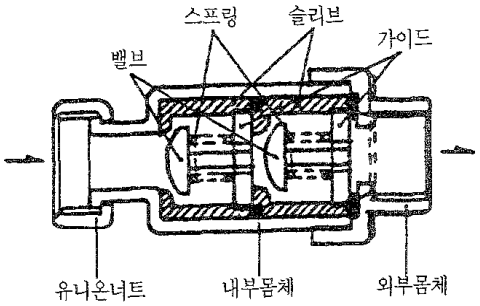


번호	명 칭
1	몸 체
2	캡
3	밸 브
4	명 판

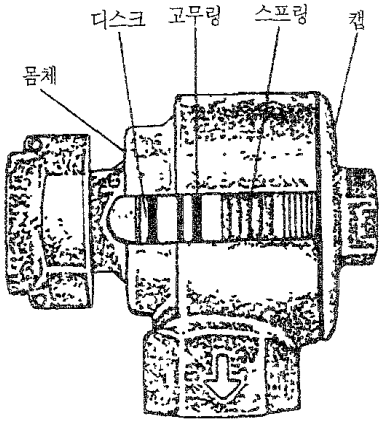
<그림 8.42> 스윙식 역지밸브



<그림 8.43> 수평단일 역지밸브



<그림 8.44> 수평 이중 역지밸브

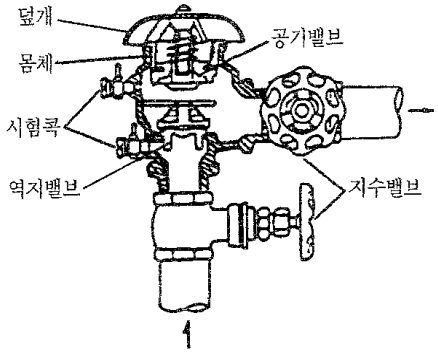


<그림 8.45> 앵글식 역지밸브

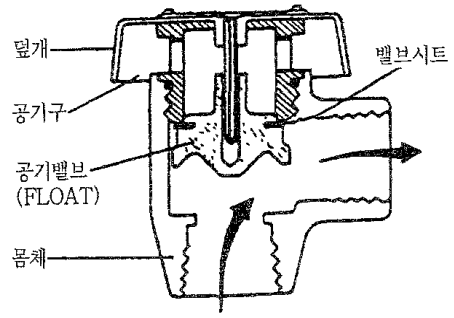
발된 완전한 역류방지가 되는 이중역지밸브는 사용압력 7.5kg/cm^2(0.74MPa)의 급수장치의 수도계량기 2차측에 주로 설치 사용한다. 호칭구경으로 13~50mm의 5종류가 있다.

3) 진공파괴 밸브

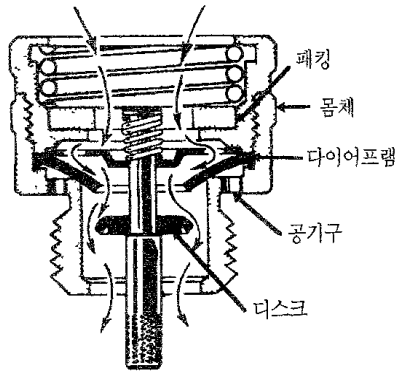
진공파괴 밸브는 급수장치 계통에 부압이나 역압이 일어날때 사이펀작용에 의하여 물이 역류하게 되어 오염을 일으킨다 이때 진공파괴 밸브는 자동적으로 공기를 흡입시켜 사이펀현



<그림 8.46> 압력식 진공파괴밸브



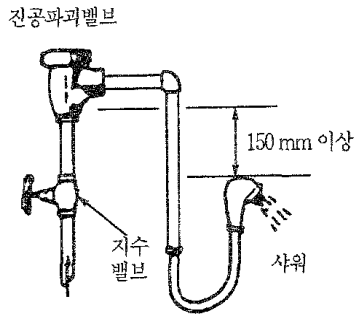
<그림 8.47> 대기압식 진공파괴밸브



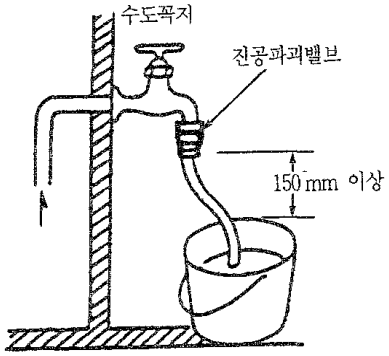
<그림 8.48> 대기압식 진공파괴밸브
(연결호스식)

상이 차단되어 물의 역류를 방지하는 기구로 압력식(그림8 46)과 대기압식(그림8.47)의 2종류가 있다.

압력식은 급수기구의 상류측의 항시 압력이 있는 부분에 설치 사용하며, 대기압식은 급수기구의 최종밸브 하류측인 압력이 없는 곳에 설치 사용되는 것으로 대변기 세정밸브, 수동샤워기구, 비대(飛臺) 등에 설치 사용한다. 연결호스식(그림8.48) 및 산수전(散水栓) 등의 급수기구



<그림 8.49(a)> 수동샤워식 설치예



<그림 8.49(b)> 연결호스식 설치예

에 설치 사용방법은 급수기구의 월류면으로 부터 최소 150mm 이상 높이에 설치 사용하여야 한다.

그림 8.49(a),(b)는 진공파괴밸브의 설치예이다. 특히 중요한 것은 진공파괴밸브 설치에 있어 진공파괴밸브 자체가 수중이나 침수위험이 있는 장소에 설치하여서는 절대 안된다 이것은 공기흡입이 되지 않고 도리어 외부로부터 오수 유입의 염려가 있기 때문에 주의하여야 한다.

4.8 보호안전기구

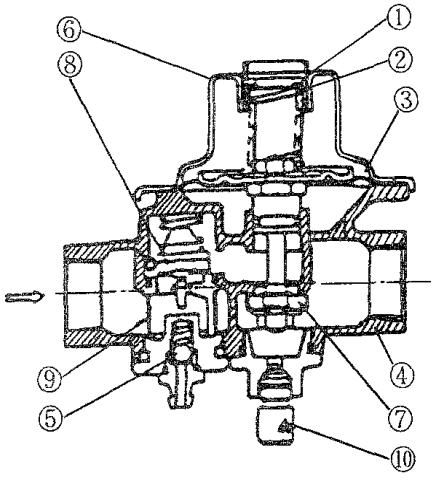
보호안전기구는 사용용도에 따라 그 성능과 동작기능이 확실하고 내압성과 내구성인 구조로 파손 및 변형되지 않는 구조와 재질의 것이어야 한다.

【해 설】

보호안전기구는 급수장치의 계통에 있어 과수압(過水壓)에 의한 누수, 소음, 진동 등의 방지를 위한 감압밸브, 과유량(過流量)에 의한 기기의 성능과 수명단축의 방지 및 절수를 위한 정유량밸브, 급수장치계통에 있어 관내부의 공기정체로 인한 통수장해을 방지하기 위한 공기밸브 및 배관계통의 수압상승과 수격작용 등으로 인한 기기파손 방지를 위한 안전밸브 등의 설치로 급수장치계통 보호와 안전한 급수에 만전을 기한다. 또한 이 보호안전기구들은 설치후 유지관리상 점검, 교체작업 등이 용이한 장소에 설치하여야 한다

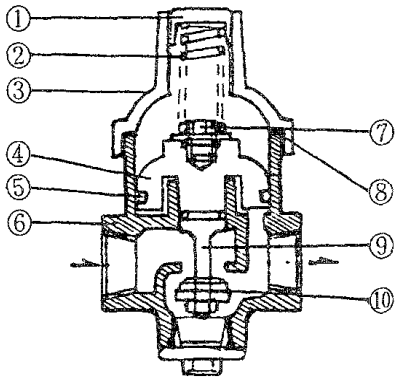
1) 감압밸브

감압밸브는 일차압력보다 이차압력을 낮게하는 압력조정기구로서 일차측 압력이 변화하여도 이차측압력은 설정압력으로 항상 일정하게 유지시켜 온수용열교환기와 가정용 보일러 등 관내압력의 안전확보를 위해 열기구에 설치되어 사용하는 것(그림8.50)으로 2차측 설정압력은 10kg/cm^2(0.098MPa) 이하의 압력으로 사용된다. 호칭구경은 20~25mm가 있다



번호	명칭	번호	명칭
1	조정볼트	6	캡
2	조정스프링	7	밸브
3	다이어프램	8	역지밸브
4	몸체	9	스트레이너
5	부압작동밸브	10	배수코크

<그림 8.50> 수도용 감압밸브



번호	명칭	번호	명칭
1	조정볼트	6	몸통
2	조정스프링	7	스팸볼트
3	캡	8	패킹
4	밸런서	9	스템
5	O 링	10	밸브

<그림 8.51> 일반감압밸브

또, 일반용 감압밸브는 과수압방지와 수압상승으로 인한 물의 과다토출현상 및 일반 급수기구 등에 악영향을 일으키는 모든 문제점을 방지하기 위하여 급수관의 도중에 설치 사용하는 것(그림8.51)으로 이차측 설정압력을 필요압으로 조정가능하다. 호칭구경별로 청동주물재 급수장치용 20~50mm가 있으며 일반 설비용인 주철재 20~300mm까지 다양한 규격이 있다.

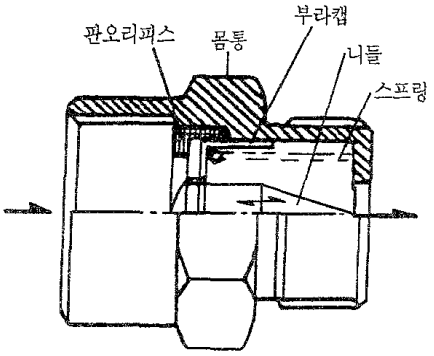
(2) 정유량(定流量)밸브

정유량 밸브는 밸브몸체에 스프링과 니들 등으로 구성하여 일차측 압력변화에도 이차측 토수량은 일정량으로 자동조정되는 기구로서 수도계량기의 과부하방지 등 기구의 내구성과 안전성을 높이며 특히 절수의 목적으로 급수장치에 설치 사용된다.

정유량 밸브는 그림8.52와 같은 반발스프링 니들식이 주종을 이루며 유량조정은 반발스프링의 강도에 따라 유량이 설정된다 호칭구경은 13~150mm의 규격이 있다.

3) 공기밸브

일반적으로 관로에는 물이 항상 있으나 이에 반하여 물이 없으면 항상 공기가 존재한다. 이때 관로내에 물을 통수 및 배수시키려면 물과 반대하는 공기의 배기 및 흡기의 기능을 가지

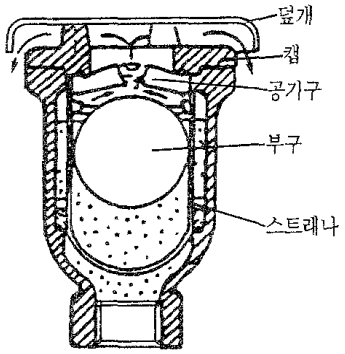


<그림 8.52> 정유량 밸브

는 공기밸브가 배관설비에 필요하다.

이 공기밸브는 그림8.53과 같이 밸브몸체 내부에 부동구(float ball)를 내장하여 부동변체(浮動弁体)가 물의 유입, 유출에 따라 상하작동으로 공기의 배기와 흡기가 자동적으로 이루어진다.

이 공기밸브는 배관설비의 관로내의 공기로 인하여 통수지연 및 불출수(不出水) 현상을 막기위해 일반적으로 관로의 가장 높은 위치에 설치 사용한다. 관련규격 KSB 2340(수도용 공기밸브) 단일구멍형 13, 20, 25mm, 쌍구멍형 50, 80, 100, 150mm가 있다.

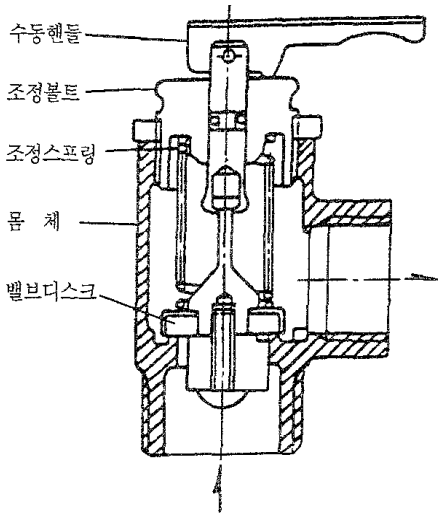


<그림 8.53> 수도용 공기밸브

4) 안전밸브

안전밸브는 급수관이나 급수용구 등의 압력이 사용압력 이상으로 상승할 경우 용구의 파손 등 기능상실이 발생되는데 이때 안전밸브는 설정압력 이상으로 압력이 도달되면 자동적으로 작동하여 압력을 설정압으로 낮추는 기능을 한다.(그림8.54)

안전밸브는 주로 보일러, 탕비기(湯沸器) 및 온수용 열교환기 등 물의 팽창에 의한 압력상



<그림 8.54> 안전밸브

승으로 위험할 경우 작동하여 배관내 압력의 안전을 유지하기 위해 각종 압력발생용기와 급수관 등에 설치 사용한다 안전밸브의 압력설정은 여러가지로 조정이 가능하며 호칭구경은 13, 20, 25mm의 3가지가 있다.

4.9 특수기구

급수장치에 사용하는 특수기구는 다음 각 항에 적합하지 않으면 안된다. 1 특수기구가 물에 접촉하는 부분의 재료는 위생상 안전하고 내식성이 크며 그 기구의 성능 유지에 적합한 것이라야 한다. 2. 특수기구의 구조는 물이 역류하지 않고 정체수를 용이하게 배출시켜 과대한 수격작용을 일으키지 않는 구조로 하여야 한다

【해 설】

생활양식의 향상, 문화시설의 발전, 부엌설비의 진보 등에 따라서 각종 특수기구가 시판되고 있으나 이 경향은 앞으로 더욱 증가할 것으로 보인다 특수기구는 그 사용목적에 따라 기구를 통하여 음료수를 공급하는 것과 이것을 통한 물은 오염되어서 음료수로 사용하지 못하는 두 종류로 대별한다.

여기서 말하는 특수기구는 전자의 음료수를

공급하는 기구인데 그 종류는 가온, 냉각, 전자식 자동수전, 청량음료수 자동판매기 등 상수도에 직결 사용되는 것이다. 이 이외의 기구로서 세미기(洗米機), 연수기(軟水機), 보일러 등 이것을 통한 물이 오염되어서 음용에 사용하지 못하고 바로 하수 등으로 배출되는 기구는 여기서 말하는 특수기구가 아니므로 이들의 기구를 직결할 때는 원칙적으로 탱크 이하에 설치하고 상수도에 직결해서는 안된다.

1. 특수기구의 물에 접하는 부분에 사용하는 재료는 기구의 성질상 특히 위생적으로 무해한 것이어야 한다. 또 가온 및 청량음료수 자동판매기 등에 있어서는 이것을 통한 물의 침식성이 수돗물에 비해서 대단히 높기 때문에 그 사용재료는 내식성이 큰 것으로 해야한다 다만 기구의 성능은 사용재료에 따라 영향이 있으므로 각각 기구의 사용목적에 따라 효율이 높은 것을 사용하는 것이 필요하다.

2. 특수기구는 물을 끓이거나 차게해서 맛을 들이는 것이므로 어떤 때에도 역류하지 못하는 구조로 하여야 한다. 이 역류방지장치는 원칙적으로 기구에 부착시켜야 하나 부착시킬 수 없을 때는 될 수 있는 한 기구에 근접하여 역지밸브를 급수관에 수평으로 부착시켜야 하며 필요에 따라 진공파괴장치를 병설하여야 한다.

또 이들 기구내의 물은 장시간 체류할 때는 수돗물에 비해 변질하기 쉬우므로 반드시 물빼기 장치를 설치하여 사용하지 않을 때는 즉시 물을 배출함과 동시에 수격작용이 발생하지 않는 구조로 하여야 한다.

4.10 절수기기

절수기기는 물의 사용에 있어 최소수량으로 사용목적이 달성되고 합리적으로 토수량이 조절되는 기기로서 내압성과 내구성을 갖추어 파손 및 변형되지 않는 구조와 재질의 것이어야 한다.

【해 설】

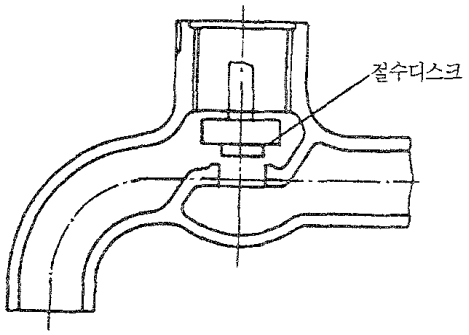
절수는 물의 사용에 있어 필요한 최소수량으로 목적달성을 이루는 것으로 합리적인 물의 절약을 의미한다 급수장치계통에 있어 절수기구는 수도꼭지 및 밸브 등의 토수량이 일정량으로 자동조절이 가능한 절수가능기구와 기존 일반급수용구의 표준사용량에 비하여 일회당 사용량이 10% 이상 60%까지 절감되는 구조인 절수형기구로 분류하고 있다.

1. 절수가능기구(節水可能器具)

급수기구에 있어 토수량이 단위시간당 일정량으로 조절되는 구조의 기구이다. 수도꼭지의 부품으로는 절수디스크, 포말식 꼭지가 있고 밸브로서는 정유량밸브, 감압역지밸브, 정유량역지밸브, 자폐식(自閉式)밸브, 전자식(電子式)밸브, 냉온혼합꼭지 등 기타 여러 종류가 있으며 이들중 대표적으로 사용하고 있는 기구는 다음과 같다.

① 절수디스크

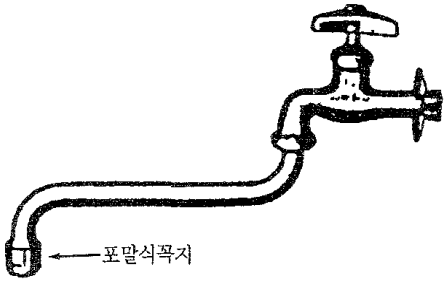
절수디스크는 KSB 2331(수도꼭지)에 규정되어 있는 것으로 일반수도꼭지 몸통 내부에 절수디스크를 그림8.55와 같이 조립하여 손잡이의 회전각도에 따라 디스크와 토출구의 간격이 조절되어 일반형 디스크에 비하여 20%에서 55%까지 시간당 토수량이 절약된다.



<그림 8.55> 절수형 수도꼭지

② 포말식(泡沫式)꼭지

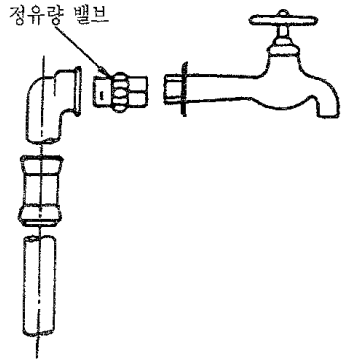
수도꼭지의 토수구 끝에 그림 8 56과 같이 포말꼭지를 장치하여 물이 포말꼭지 내부 세망(細網)을 지나면서 공기와 혼합된 상태로 토수된다. 일반형 수도꼭지에 비하여 토수량이 30에서 50%까지 절수가능하다.



<그림 8.56> 포말식 밸브

③ 정유량밸브

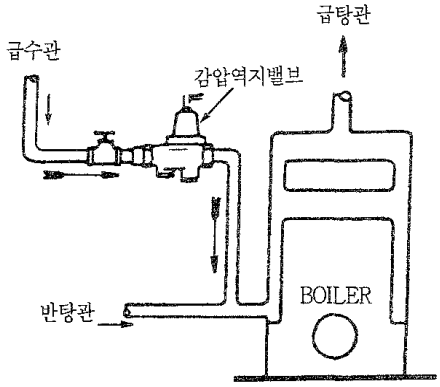
급수관의 수압이 상승하면 토수량도 과다하게 된다. 이러한 수압상승 변동에도 관계없이 일정유량으로 토수제어되는 기구로서 급수관도중에 그림 8.57과 같이 정유량밸브를 설치 사용하므로 과대한 토수량이 방지되어 절수효과가 크다. 밸브의 유량설정은 스프링 세기에 따라 여러 종류의 규격이 있으며 역류방지기능을 겸비한 정유량역지밸브 등이 있다.



<그림 8.57> 정유량 밸브 설치

④ 감압역지밸브

배급수관의 압력변화에도 감압밸브의 2차 압력은 설정압력으로 항상 일정압이 유지되는 기기이다. 급수장치 계통과 급수기기 등에 있어 과수압으로 발생되는 출수과다, 기기의 파손 및 누수 등의 현상을 방지하고 안전한 급수를 위해 급배수관의 도중에 설치 사용되며, 특히 열기기의 수수구(受水口) 앞에 역지기능을 갖춘 감압역지밸브를 그림 8.58과 같이 설치 사용한다. 이 감압역지밸브는 급수장치 계통에 있어 안전급수의 효과와 절수효과는 매우 크나 제품



<그림 8.58> 감압역지밸브 설치

가격이 비싼 것이 단점이다.

⑤ 자폐식(自閉式)밸브

자폐식 밸브는 누름꼭지(push knob)를 누르거나 손잡이를 움직이면 물이 적절하게 나온뒤 밸브 내부에 있는 스프링의 힘에 의하여 자동적으로 서서히 잠겨지는 자폐식밸브로서 위생적이면서 절수효과도 크다.

⑥ 전자식(電子式)밸브

기구에 손을 대면 출수(出水)와 지수(止水)가 자동으로 이루어지는 적외선을 이용한 전자제어장치 감응구조와 초음파를 이용한 이동 물체 감지장치 감응구조로 급수기구 사용자의 접촉이나 접근에 따라 출수와 지수의 기능이 자동적인 개폐로 위생적이면서 절수효과도 크다

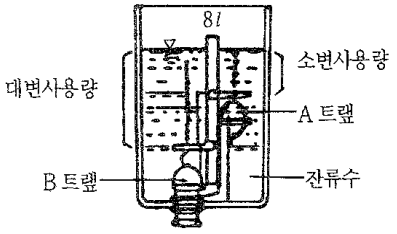
2. 절수형기구(節水型器具)

절수형기구는 기존에 사용하여 오던 물 사용기기를 절수를 위해 일회당 최소수량으로 사용목적이 달성되도록 연구개선하여 개발된 기구로 세정탱크, 절수형대변기, 절수형소변기, 후레쉬밸브, 절수형세탁기 등 여러 종류의 절수형기구가 있다.

① 세정 탱크(raw tank)

세정탱크는 변기의 세정에 필요한 수량을 저수하였다가 일시에 방류시켜 세정목적을 이루는 탱크로 변기와 함께 설치된 것과 변기보다 높은 곳에 따로 설치된 것으로 구분한다. 탱크의 필요수량을 사용목적에 따라 손잡이 등을 절채하는 방식으로 그림 8.59(절수형 세정탱크)와 같이 대변시 8~9L, 소변시 5~6L 정도의

물이 사용되게 한 이중구조인 절수형 세정탱크가 있다.



<그림 8.59> 절수형 세정탱크

② 절수형대변기

대변기 종류는 그림8.60과 같이 세정의 급수방식에 따라 세정탱크식과 세정밸브식의 두가지로 구분된다 이들 변기본체는 세출식(洗出式), 세락식(洗落式), 사이펀식, 사이펀셋트식이 있다 세정양식은 세정탱크와 변기본체의 구조를 조합하여 절수구조로 상호개선된 것으로 재래식의 일회사용수량이 약 15L 사용에 비하여 절수형 대변기는 8~9L로 가능하며 특히 대소변의 분리작동으로 더 많은 절수가 가능하다.

그리고 식품취급 업소의 변소, 병원 및 복지시설 등 위생상 필요한 장소에는 전자감지식 등으로 자동세정 장치를 갖추어 사용하고 있다

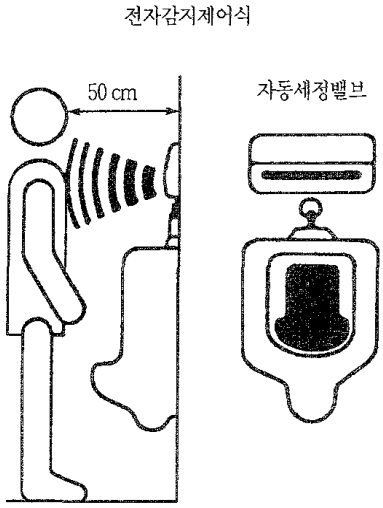
③ 절수형소변기

절수형 소변기는 빌딩 등 공공장소의 대중용 남자소변기에 설치하여 자동세정되는 장치로서 감지제어방식과 정시(定時)제어방식이 있다. 이들 제어방식은 광전센서식, 세정탱크의 전동밸브, 전자(電磁)밸브, 자동전자(自動電磁)밸브 및 타임스위치 등을 이용한 장치로 자동세정장치



<그림 8.60> 변기의 종류

를 시설하여 위생적이면서 절수효과가 크므로 많이 이용되고 있다. 그림 861은 소변기 자동세정장치의 예이다.



<그림 8.61> 소변기 자동세정장치

3. 절수기기의 개발방향

절수기기의 연구개발에 있어서는 다음 조건을 갖추어야 한다.

① 사용용도에 적합할 것
② 구조가 단순하고 절수효과가 높을 것
③ 유지관리가 쉽고 자동적인 절수가 가능한 구조일 것
④ 외부의 에너지가 필요하지 않을 것
단, 필요한 경우 소량소비로 절수효과가 높을 것
⑤ 내구성이면서 견고할 것
⑥ 설치가 용이하고 값이 쌀 것

이상과 같은 필요한 조건들을 구비한 절수기기와 장치의 개발에 있어 심사기준을 정하여 상수도사업자와 제조회사간에 상호협력으로 절수기기의 연구개발과 보급에 노력하여야 한다.

특히 우리나라의 1996년도 년간 급수총량은 5,572,304,160톤으로 이 급수량의 10%를 절감했을 경우 년간 557,230,416톤이란 엄청난 절수량이 되며 이는 부산광역시의 년간 급수총량을 상회하는 수량이다 이 수량(水量)의 생산에 필요한 정수처리비와 상수도의 제반시설비 등의 막대한 비용절감효과와 더불어 생활하수처리비

의 절감 또는 에너지절감 등 그 효과는 더 많을 것이다. 그리고 예고없는 갈수기에 있어 물 부족으로 인한 절수대책의 중요성과 수요자의 고통을 인식하여 앞으로 계속적인 절수기기의 개발과 보급으로 절수사회를 이룩하여야 한다.

제5절 오염방지

5.1 급수장치와 수질

급수장치의 모든 기기와 기구는 수질보전을 위하여 위생상 무해한 구조와 재질의 것으로 다음의 조건에 따라야 한다. 1. 수질에 영향을 주지 않는 관종과 기기를 선택할 것 2. 저수조와 급수배관계통에 있어 필요한 곳에 배수기구를 설치할 것 3. 배관공사(신설 및 보수)의 작업자는 성실한 작업으로 음용수 시공에 만전을 기할 것

【해 설】

1. 급수장치에서 수질이상은 사용된 관종과 기기의 재질선택이 잘못된 경우와 사용수명이 경과되어 재질열화(劣化) 등으로 오염이 발생한다. 즉 배관에 있어 매설환경에 적합하고 내식성이 뛰어난 것 또한 관내면에 방식처리가 되어 있는 급수관을 선정하여 장래에 이상이 발생하지 않도록 적절한 조치를 강구하여야 한다

관종에 의한 수질장해에는 주로 다음과 같은 것이 있다.

① 강관, 철관

강관 등에 의한 수질이상은 백수(白水)와 녹물(赤水)이 있다. 백수는 아연도금강관을 급수관으로 사용하였을때 관로가 길거나 체류시간이 길 경우 아연이 용출되어 발생할 수 있다

② 스테인레스 강관

스테인레스 강관은 STS304, 316의 두 종류가 있으며 STS316은 내식성이 강하여 수명이 길고 수질유지에 매우 우수하다

스테인레스 강관은 다른 관종에 비하여 강도가 우수하고 경량(輕量)으로 취급이 용이하나 관의 보관이나 가공에 있어 상처를 받기 쉬우므로 손상에 대해 취급상 특별한 주의가 필요하다.

③ 동관(銅管)

동관에 의한 수질이상은 청수(青水)발생이 있다. 동관은 유리탄산이 많은 침식성의 물일 경우 미량의 용출이 생기기 쉽다 물에 용출된 동(銅)의 미량용존은 물맛에 좋지 않은 영향을 주며 위생도기나 타일 등이 오랜시간에 걸쳐 청록색을 띠게 되지만 물 자체가 청색으로 변화되는 일은 없다.

④ 경질염화비닐관, 폴리에틸렌관

경질염화비닐관, 폴리에틸렌관 등 합성수지관에 의한 수질이상으로서는 기름냄새 등이 있다. 이들 합성수지관들은 토양에 휘발유, 신나, 석유 등이 침투한 장소 또는 매설 후에 침투가 있는 장소 등에 사용하면 이들 용제(溶劑)가 배관재(配管材)에 침투되어 물에서 냄새가 나는 일이 있다.

⑤ 기타의 관

합성수지관은 앞으로도 다양하게 많은 종류가 개발되리라 예측된다. 이들 새로운 관은 매설환경에 적합하고 내약품성 등을 고려하여 관을 선정함으로써 수질에 나쁜 영향을 끼치지 않도록 하는 것이 중요하다

2. 급수장치의 시설을 학교와 같이 일시적 및 계절적으로 사용 또는 중지되는 저수조와 급수관내의 물은 장기간 정체되어 수질변화가 일어난다. 이 경우 위생상 해로운 물을 용이하게 배출할 수 있도록 급수장치 계통에 배수기구 등을 적절하게 설치할 필요가 있다.

3. 급수장치 공사중 배관의 연결작업에 있어 접착제, 절삭유, 봉합제 등은 수질에 영향을 미치지 않는 것을 사용하여야 한다.

배관의 접합작업에 있어서 접합제, 절삭유, 봉합제가 필요이상으로 과다하거나 사용이 부

적합할 경우 관내면까지 밀려 들어가 기름냄새, 약품냄새 등이 발생한다. 또 접합작업의 부주의로 수돗물에 모래, 쇠가루 및 흙탕물 등이 혼입되어 토출될 경우가 있다 이때 배관작업을 성실하게 시공하고 배수작업을 실시하여 관내의 오물을 제거할 필요가 있다.

5.2 역류방지

배수관에서 분기되어 모든 수요자의 급수기기에 공급되는 물의 흐름구조와 기능은 배수관과 일체를 이룬다 따라서 물 사용에 있어 오염된 물이 배수관으로 역류되지 않도록 다음 각 항목을 갖추어야 한다.

1 급수관에는 해당 급수장치 이외의 관, 기계 및 설비 등을 직접 연결하지말 것

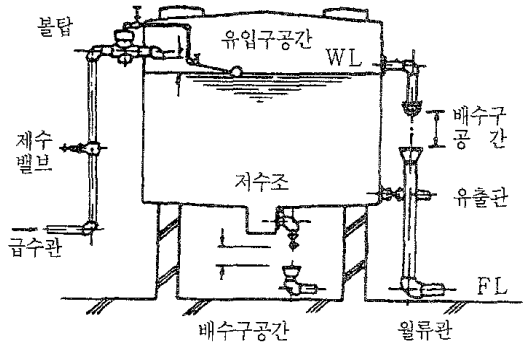
2. 물탱크 기타 필요한 급수기구에 유입구공간과 배수구 공간을 설치할 것

3 역류의 염려가 있는 급수기구를 사용할 경우에는 유효한 역류방지기구를 설치할 것

〖해 설〗

1 급수장치에는 안전한 수질을 확보하기 위하여 오수나 약액 등이 역류할 염려가 있는 관. 기계, 설비 등과의 직접연결은 절대적으로 피하여야 하며 만일 연결이 불가피할 경우에는 역류방지가 확실한 역류방지기구 등을 설치하여야 한다 가령 그 연결지점에 지수밸브 등의 장치를 하였어도 오조작이나 고장에 의하여 배수관으로 역류하여 위생상 많은 수용가에 큰 위험을 미칠수 있다

2. 물탱크, 싱크대, 세면기, 욕조 등에 급수할 경우 급수밸브의 유입구와 급수용기의 월류면 사이에 필요한 유입구공간을 확보한다. 이들 물사용 기구는 제조상 반드시 월류면과 배수구공간이 구성되어 제작되어야 한다. 만약 그렇지 못할 경우 급수용구는 배관공사에 있어 급수밸브의 토수구와 월류면 사이의 토수구공간을 본



<그림 8.62> 토수구 공간 및 배수구공간

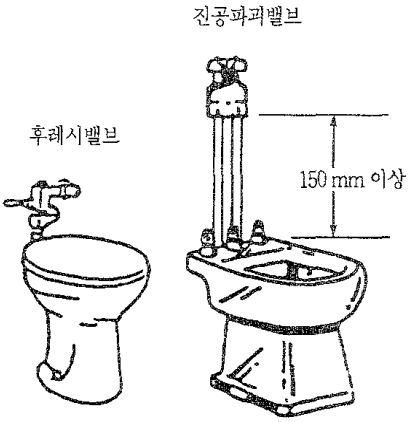
장 47 표 8.12와 같이 충분히 확보하여 시공한다. 또 저수조 등에는 월류관 및 배수관을 설치하나 이를 오수통이나 배수관에 직접접속하면 그 배수계통이 폐쇄될 경우 오수가 역류할 위험이 있으므로 그림 862와 같이 토수구공간 및 배수구공간을 확보하여 역류를 방지한다

3 급수기구가 적정한 것이라도 토수구공간의 확보가 곤란할 경우 또는 급수꼭지 등에 호스를 설치할 경우에는 그 사용 방법 등에 의하여 역류의 위험이 발생할 염려가 있으므로 진공파괴밸브나 역지밸브 등의 유효한 역류방지기구를 설치할 필요가 있다

역류방지기구는 급수형태나 사용방법에 의하여 일어날 수 있는 위험의 정도와 상황에 따라서 유효하고 적절한 것을 채택 사용한다

① 세정밸브

급수관에 대변기용 세정밸브을 직결하여 사용할 경우 변기가 폐쇄되어 오수가 변기의 세



<그림 8.63> 변기의 역류방지

정공(洗浄孔) 이상으로 고여 급수관내에 부압이 생겨 변기내의 오수가 역류할 염려가 있다. 이것의 대책으로 역지밸브 또는 진공파괴밸브를 설치 사용하여 변기내 오수의 역류를 방지한다.

② 수도꼭지

기능상 또는 사용방법에 의하여 역류가 발생할 염려가 있는 기구에는 핸드 샤워, 분수밸브, 살수밸브, 화학밸브 및 청소용 꼭지 등이 있다. 이들의 기구에는 진공파괴밸브 또는 역지밸브 등의 역류방지기구를 설치하여 급수의 안전을 확보한다.

5.3 급수와 설비배관

급수는 수요자의 주거환경의 변화에 따라 생활양식도 다양화되고 상수도의 사용이 여러 가지로 확대됨에 따라 각종 급수기구는 편리성과 쾌적성을 갖춘 것이 개발보급되고 있다. 급수장치는 수요가의 편리성이 우선되어 위험한 접속이나 부적절한 사용으로 수질오염의 위험은 더욱 높아지고 있어 다음과 같은 위생상 배려가 필요하다

1. 교차연결에 의한 역류의 위험을 방지하고 안전한 수질보전을 해야 한다.

2. 상수도는 사용상 편리성에 따른 과대한 배관시설을 억제하고 급수장치에 물이 정체되지 않도록 운용 관리하여야 한다.

【해 설】

1. 모든 수요가는 급수장치 계통에 있어 음용수배관과 다른 급수기기(대소변기, 세면기, 욕조, 보일러 등)와의 한가지 또는 그 이상으로 교차연결상태로 있을 수 있다. 이때 배수관압의 저하(단수공사, 제한급수, 격일급수, 시간급수, 송배수관로 및 기계의 고장 또는 정전사고 등)로 부압이 발생되면 역사이펀 현상으로 각종 급수기구의 내부에 있던 오염된 물이 역류되어 음용수를 오염시키고 특히 배수관으로 유입하여 많은 수요가에 위험을 가져오게 된다 또한 간이상수도의 경우에는 사용자인 농어촌 가정에서 사용하는 농약(해충제), 정원식물 살충제 및 박멸제와 연결호스를 이용하여 물탱크와 물통 등에서 사용이 끝난 허드렛물, 소금물, 비눗물, 가축용수, 청소용수 등 역류의 위험으로부터 가정용 상수도의 보호를 위한 필요성에 따라 모든 수요가의 수도계량기 보호통 내부 토수구측에 이중역지밸브의 설치가 요구된다.

급수와 급탕설비배관은 그림 8.64 세대별 단일식과 그림 8.65 중앙집중식 등이 있다

1) 교차연결되기 쉬운 배관의 예

① 지하수 배관
② 공업용수 배관
③ 중수도 배관
④ 물탱크 이하의 배관
⑤ 풀, 욕탕 등 순환용 배관
⑥ 수돗물 이외의 급탕 배관
⑦ 스프링클러 배관
⑧ 냉동기 냉각수 배관
⑨ 기타 배수관 등

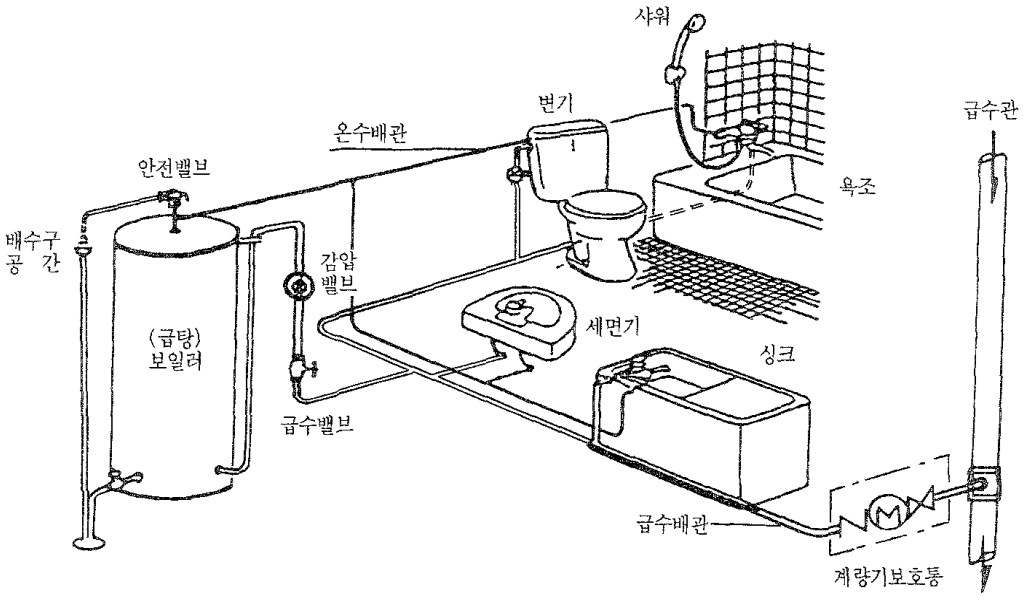
2) 교차연결되기 쉬운 기계, 설비 등의 예

① 식기세척기
② 자동세탁기
③ 대소변기
④ 간이샤워기
⑤ 보일러
⑥ 열교환기
⑦ 냉각기
⑧ 세정기
⑨ 자동세차기
⑩ 기타 세미기(洗米機) 등

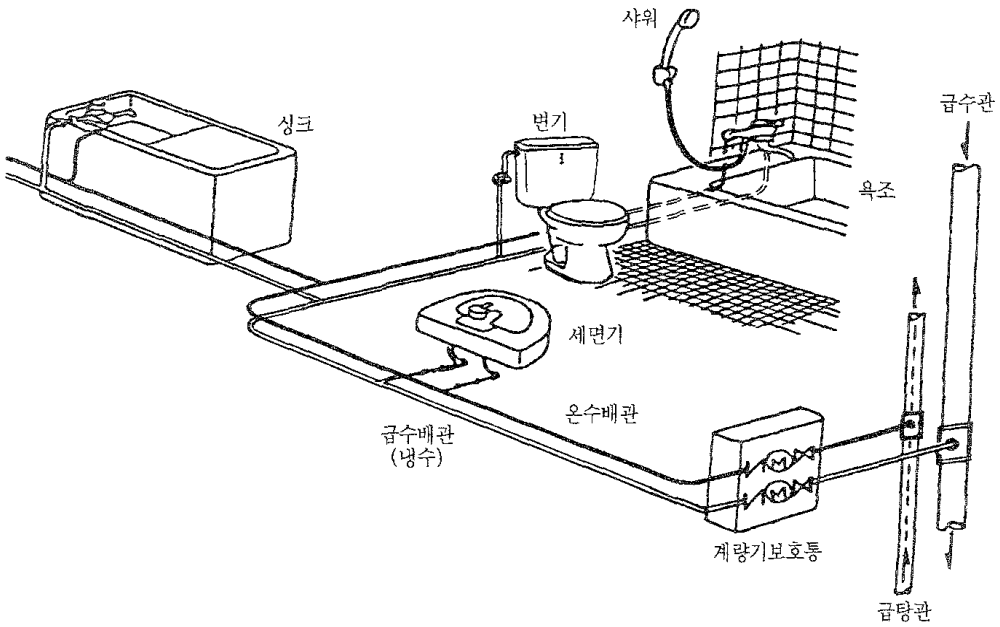
2. 상수도사용에 있어 일상생활의 편리성에 따라 수도꼭지와 배관을 많이 늘려 상시 사용하지 못하는 정원수 배관, 차고세차 배관, 보일러실 배관, 발코니 및 베란다 배관 등 계절에 따라 장기간 정체수의 변질을 초래하며 특히 지하저수조와 고가수조를 설치하였어도 배수관의 압력이 높은 지역내에서는 거의 모든 수요가는 배관을 직결급수하고 있어 물탱크는 장기

간 방치상태로 물의 정체와 뚜껑이 없이 하절기에는 물이 씩어 유충 등이 발생할 수 있다 이런 상태에서 단수공사 등 수돗물 공급이 없을때 일시적 사용으로 수돗물에 대한 많은 문제가 야기되므로 급수장치는 상시사용 상태로 운용관리에 만전을 기하여야 한다.

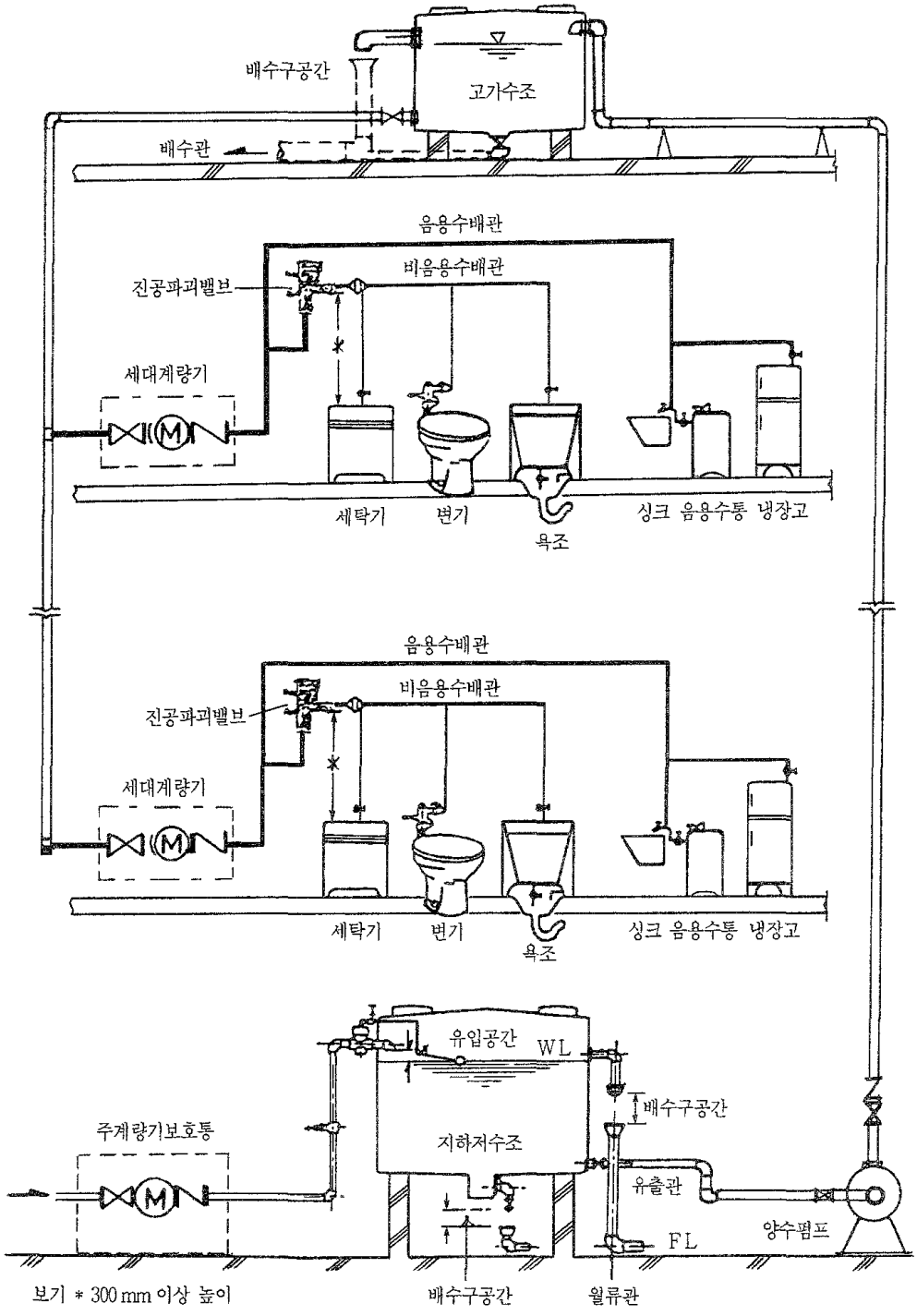
<참고> 급수장치의 계통도(그림 8.66) 및 급수장치에 기인한 수질이상 일람표(표 8.13)



<그림 8.64> 세대별 단일식 급탕 및 급수장치도



<그림 8.65> 중앙집중식 급탕 및 급수장치도



<그림 8.66> 급수장치 계통도

<표 8.13> 급수장치에 기인한 수질이상 일람표

항 목	수 질 이 상 발 생 내 용	원 인
1 백 수	1) 백탁수로 방치하면 투명하게 된다. 2) 백탁수로 방치하면 침전물이 있다	1) 미세공기가 수중에 혼입한 것 2) 아연도금강관 내면의 아연이 녹아서 나온 것
2 적 수	엷은 황색에서 적갈색으로 착색된 여러 가지 탁수가 일시적 또는 만성적으로 나온다.	철관내의 녹이 녹아 나오는 것
3 청 수	용기, 포류, 타일 등이 청색으로 되며, 목욕수 등의 대량의 물이 파랗게 보인다	강관으로부터 미량의 동이 녹아 나온 것(유리탄산을 많이 포함한 침식성의 물인 경우)
4 이 물	모래, 쇠가루, 흙탕물 등의 이물이 나온다	배수관 공사때 혼입한 것
5 냄 새	1) 기름냄새, 그리스냄새가 난다 2) 신나냄새가 난다	1) 배관 공사때 혼입한 것 2) 도로 등의 신나가 토양중에 스며들어 염화비닐관 등에 침입하여 수도물에 영향을 주는 것
6 관리이상	1) 색깔, 물방울, 냄새, 맛의 이상 2) 비눗물 및 허드렛물 등이 꼭지에 나온다 3) 실지렁이 및 유충 등이 나온다	1) 다른 수관과의 cross connection이나 부적절한 사용으로 역류에 의한 것 2) 물통 등에 연결호스 사용시 부압에 의한 역류로 발생 3) 저수조의 청소불량과 장기간 정체시 부패와 뚜껑 등 관리부주의로 모기 등이 유입하여 산란한 유충이 단수시에 역류로 발생
7. 기 타	1) 알루미늄제의 냄비, 주전자 등에 작은 구멍이 있음 2) 보온병, 커피탕비기 등의 유리기구를 사용할 경우 백색의 이물, 섬유모양 또는 반짝이는 바늘 모양의 이물질이 나온다 3) 수도꼭지 주위에 고형물이 부착한다	1) 수중의 염소이온이나 동관으로부터 녹아나온 미량의 동이온에 의하여 어느 일부분이 집중적으로 부식하여 구멍이 뚫린 것 2) 유리의 규소성분이 부서진 것이나 마그네슘과 유리의 규산이 반응하여 된 성분(후레크스 현상이라고 함) 3) 수중의 미네랄분(칼슘, 마그네슘 등)이 부착된 것

제 9 장　계측제어설비

제 9장 계 측 제 어 설 비

제1절 총 설

1.1 계측제어의 정의

상수도시설의 계측제어란 시설의 감시와 제어 및 정보처리를 취급하는 기술 및 설비를 말한다

【해 설】

계측제어는 생산공정의 계기류를 배치하고 공정의 양적인 파악 및 상태감시와 제어를 함으로써 조업을 용이하고 정확히 하는 것을 의미한다.

1.2 계측제어의 목적

상수도에 있어서 계측제어는 시설을 안전하고 합리적이며 또한 경제적 관리와 수질기준을 만족하는 처리수의 확보 및 소모량을 충족하는 처리수량의 확보 등을 행함을 목적으로 한다.

【해 설】

상수도시설에 있어서 계측제어의 목적은 공정의 계측, 제어의 자동화 및 집중관리화를 함으로써 조작의 용이성, 획일성, 확실성 및 안전성 등을 확보하는 것으로서 특히 인간과 계측제어설비와의 관련성을 잘 파악하고, 각기 관리내용과 기능 분담을 명확하게 하고 인간의 능력을 충분히 발휘할 수 있는 것이라야 한다 그 결과 다음과 같은 효과가 기대된다.

1. 수질, 수량 및 수압 등의 품질관리의 향상

2 시설의 가동상황 파악 및 적정한 제어에 의한 운전의 안전성 향상

3 노동의 경감, 안전위생의 유지 등에 의한 노동조건 향상

4. 약품, 동력 등의 적정사용에 의한 생산성 향상

5. 시설 운전관리의 지침 및 조사연구에 필요한 자료의 수집, 처리의 용이성

1.3 계측제어의 기본조건

계측제어를 행함에 있어서는 그 목적을 명확하게 함과 동시에 시설의 규모, 특성에 적합한 것으로서 또 시설의 관리체제와 돌발적으로 발생하는 수원오염의 조기발견과 필요한 대책 등을 고려하여 계획하여야 한다.

【해 설】

상수도시설의 계측제어화를 행하는데 있어서는 다음 점에 유의할 필요가 있다.

1 계측제어화에 있어서는 미리 그 목적과 필요성에 관한 중점적인 사항을 명확하게 하여 두는 것이 바람직하며, 특히 계측제어는 시설의 운전관리의 수단으로서 계측제어를 통하여 상수도시설 자체를 운전한다는 사실에 충분히 유의할 필요가 있다

2. 상수도시설은 일반적으로 공정의 요소나 조건이 복잡하므로 계획시 대상이 되는 공정에 관하여 계통적인 조사, 검토를 하여 그 특성을 확실하게 하여둠과 동시에 시설의 규모, 부하(수량, 수압 및 수질), 운전관리방식, 주위의 환경조건 등에 대하여도 충분히 검토하고 나아가서 계측제어설비에 관하여 상수도와 유사한 산업 및 계측제어설비 제작자의 국내외 실적이나 동향 또는 기술수준 등을 조사하여 무리가 없는 계획으로 하여야 한다 또 계측제어는 그 방식에 따라서는 상수도의 시설계획이나 경영계

획 등에 중대한 영향을 주므로 사업체의 경영방침을 충분히 고려하여 입안할 필요가 있다.

3. 계측제어의 기능을 발휘시키기 위하여는 계측제어설비의 구조나 특성을 충분히 알고 거기에 적합한 사용방법에 따르는 것은 물론 보수에 만전을 기하고 시험기기를 교정할 필요가 있다. 따라서 계측제어화를 행함에 있어서는 운전, 보수의 기술, 관리요원의 능력, 이해도, 법적 자격의 취득, 교육훈련, 근무의 방법 등의 관리능력이나 관리체제 등을 충분히 고려하여야 한다.

4. 상수도시설은 취수로부터 배수에 이르기까지 광범위하고 다양하므로 공정의 일부분만을 고도의 계측제어를 행하여도 타부분과의 균형을 상실하면 충분히 그 목적을 달성할 수 없을 뿐더러, 경우에 따라서는 도리어 역효과가 일어날 수도 있으므로 계측제어는 부분적인 것이 아니고 어디까지나 시설 전체가 관련되도록 계획하여야 한다.

5. 상수도시설의 증설이나 개조 등의 변경이 있으면 계측제어설비도 이에 따라서 변경하여야 할 경우가 많고 장래에 계측제어설비 자체를 개조할 필요도 생기게 되므로 될수록 변경에 대한 탄력성을 주도록 계획하여야 하고 보수 관리의 용이성까지도 고려하여 될수록 간단한 것으로 하는 것이 바람직하다

또 계측제어설비는 그 설치상황에 따라서 기능이 크게 좌우되므로 설치 환경의 적부에 관하여는 사전에 충분한 조사와 검사를 해 둘 필요가 있으며 부적당하게 설치된 경우에는 될수록 빨리 개량, 변경하는 것이 바람직하다.

또 상수도시설의 건축물이나 기타 구조물에 기계, 전기 및 계측제어 등의 설비를 수용하고 설치하는 경우가 많으므로 기계의 배치나 배선, 배관에 관하여 구조물의 설계에 앞서서 상세하게 계획, 설계를 행함과 동시에 시공에 있어서는 구조물의 진척상황에 적합한 면밀한 공사계획을 수립하고 시공할 필요가 있다. 광역상수도의 종합적인 시스템 예는 그림 9.1과 같다.

1.4 계측제어의 안전대책

계측제어설비는 신뢰성과 안전성을 유지하기 위하여 보호장치 등을 구비함과 동시에 2차 재해에 대하여도 충분한 안전대책을 강구하여야 한다.

【해 설】

계측제어설비의 안전대책은 다음 점을 고려하여 시행할 필요가 있다.

1. 계측제어설비는 평상시에 기능을 충분히 발휘할 수 있는 것은 물론 외란에 의한 동작착오나 동력원의 단절 또는 기기 고장 등에 의하여 시스템 일부에 고장이 있더라도 전체적으로 안전하게 작동하도록 설계되고 백업(back up) 장치 등의 대책을 강구함으로써 상수도시설의 기능이 유지될 수 있도록 배려할 필요가 있다.

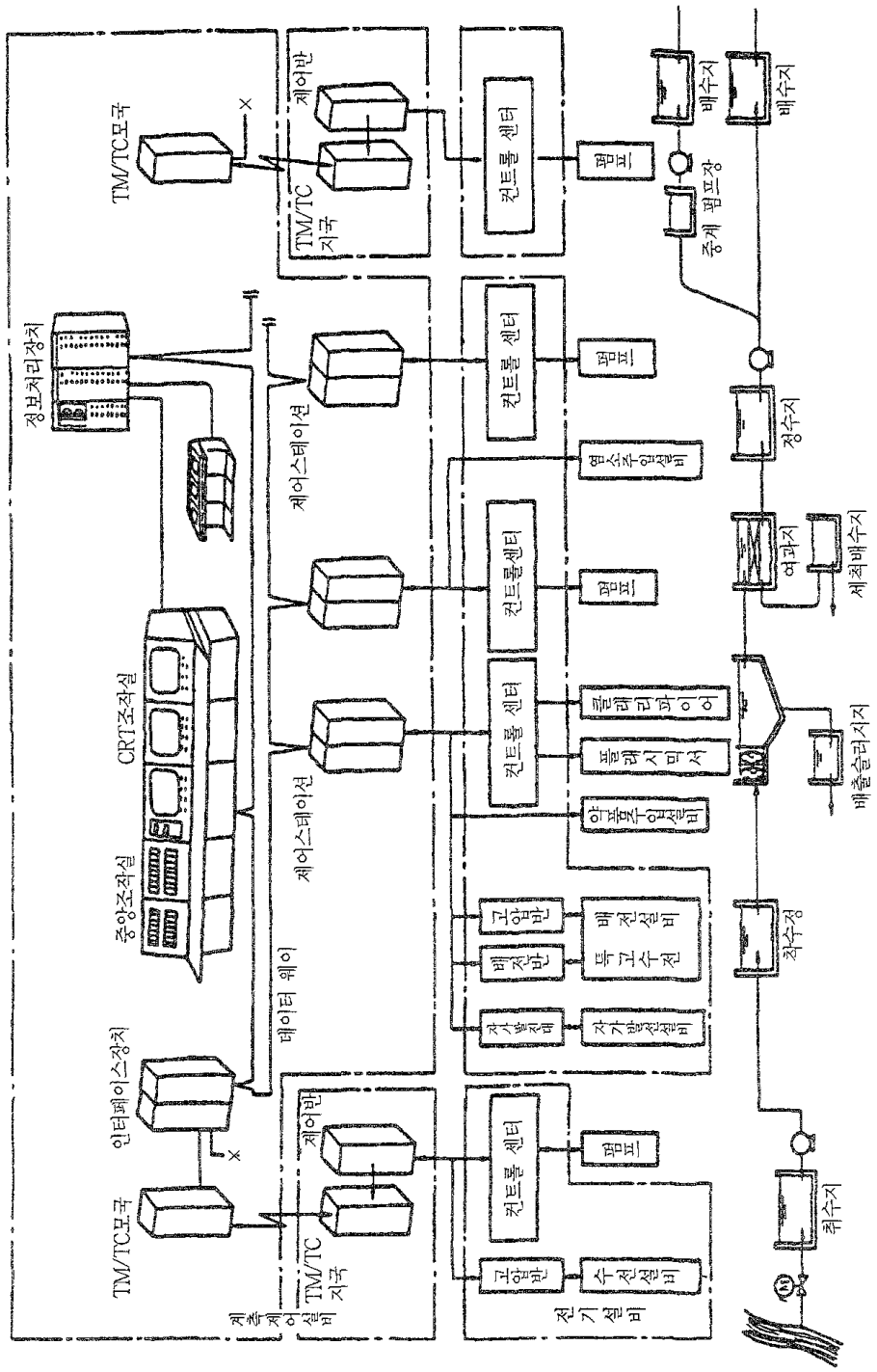
2 각종 계측 제어기의 설계, 제작 및 설치에 있어서는 내진동성을 고려하고 필요에 따라서는 이상검출기나 차단설비 등에 관하여 이중화, 삼중화를 하거나 또는 설비구성의 계층화, 분산화 등의 대책을 강구하는 것이 바람직하다.

또 뇌해대책으로서는 전송로의 지중 케이블화, 가공지선 또는 피뢰침의 설치 등에 의하여 직격뢰의 영향을 적게 받도록 배려하여야 하고, 유도뢰 등에 대하여는 피뢰기를 설치함으로써 기기의 절연파괴를 방지할 필요가 있다.

3. 지진, 낙뢰 등의 외적 요인에 의한 재해 또는 계측제어설비 그 자체로 기인되는 화재 등의 2차 재해에 대하여는 계측제어계기 및 그 주변의 장치에 대하여도 부연화(不燃化) 또는 필요에 따라서 방폭, 사고파급의 방지대책 등도 강구하는 것이 바람직하다.

4. 시설의 운전관리 및 보수점검에 있어서는 인간의 판단을 필요로 하는 사항도 많고, 더욱이 사고나 고장 등의 이상시에 있어서는 계측제어설비가 고도의 것일수록 혼란도 커진다.

그러므로 시설의 각 요소간, 특히 관리실과 각 공정현장간의 통신연락의 수단을 완비할 필요가 있다



<그림 9.1> 광역상수도의 종합시스템 예

제2절 계측제어용 기기

2.1 총칙

계측제어용 기기는 상수도시설의 공정을 파악하고 제어방식 및 정보처리에 적합하며 또 가장 안전하고 신뢰성이 높은 것이라야 한다.

계측제어용 기기는 일반적으로 검출부, 표현부, 조절부, 조작부 및 전송부의 각 요소로 대별된다.

검출부는 상수도시설 각 부분에 있어서의 수위, 수압 및 수량 등의 변화량을 검출하고 신호로 변환하는 장치이다.

표현부는 변환된 신호의 지시, 기록, 표시 및 경보 등을 행하는 장치이다.

조절부는 수량이나 상태를 일정하게 유지하기 위해서 일정한 기준에 따라 변화된 신호를 발하는 장치이다.

조작부는 조절부로부터 조작신호를 받고 제어목적을 달성하기 위하여 동작하는 장치이다.

전송부는 이들 검출부, 표현부, 조절부 및 조작부 상호간에서 신호를 전달하는 부분이다.

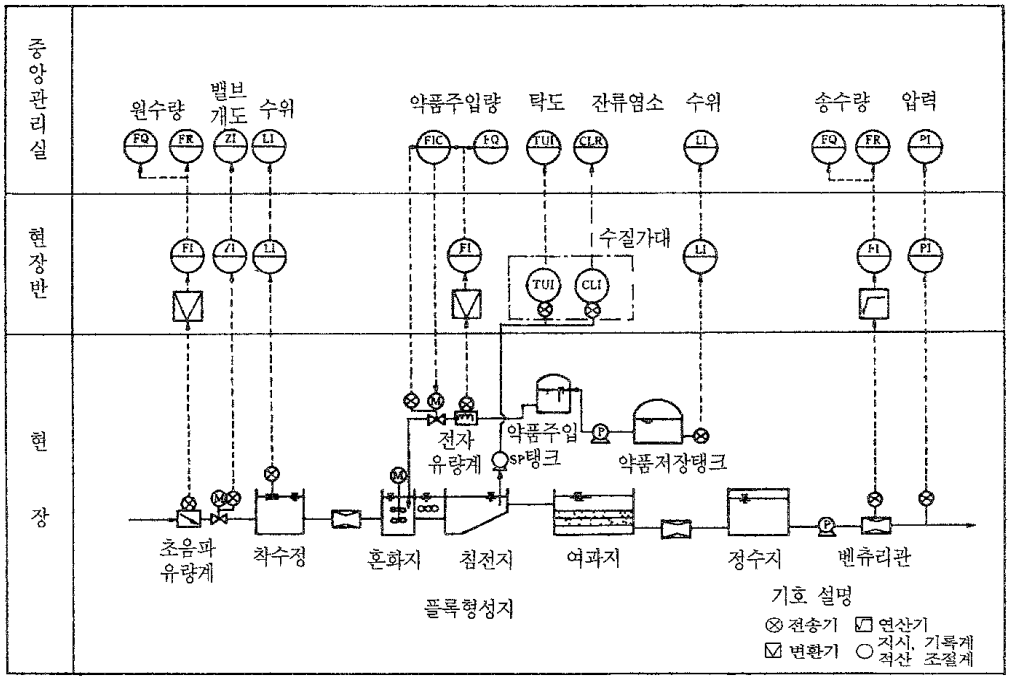
또 시설의 감시, 제어 및 정보처리를 위하여 전자계산기나 자료(data) 전송기기를 사용하는 경우에는 이들 각 요소에서 표현부, 조절부 및 전송부 등을 조합한 형식이 된다

일반적으로 계측제어용 기기의 구성은 공업계기나 이에 상당하는 장치가 적용되나 계측과 제어의 항목이나 그 양, 제어의 안전성 및 중요성 등에 따라 요소의 조합, 기기 구성의 규모 등이 결정된다.

계측제어의 각 요소간의 기기 구성은 그림 9.2와 같다.

계측제어용 기기의 구성 및 규모를 결정하는데 있어서는 다음 점에 유의할 필요가 있다.

1. 계측, 감시의 항목과 점수는 상시 감시를 필요로 하는가의 여부, 또 표현에 있어서도 지시, 표시만의 것과 기록, 적산 및 경보까지 행하는 것 등 각종이 있으므로 그 목적과 필요성에 따라 항목마다의 중요도를 명확하게 할 필요가 있다 될 수 있는 한 필요 최소한도의 항



<그림 9.2> 계측제어용 기기구성 예

목, 점수를 줄이고 간략화하는 것이 바람직하다

2. 제어에 있어서는 계측량을 기준으로 오퍼레이터(operator)가 수동으로 조작하는데 그치게 하던가, 변화량을 기준으로 하여 조절부 등을 사용하여 제어루우프(loop)를 구성하거나 또 빈번히 조작을 할 필요가 있는 것, 이상시 긴급히 조작을 필요로 하는 것 또는 그다지 중요하지 않은 것 등 제어의 방식과 중요성에 따라 기기의 구성을 결정할 필요가 있다

2.2 기기 및 신호의 선택

계측제어용 기기 및 신호의 선택은 다음 각 항에 의하여야 한다.

1. 기기는 사용 목적에 가장 적합하고 또 신뢰성이 높은 것을 선택하여야 한다

2. 기종 및 신호는 될 수 있는대로 통일되는 것이 바람직하다.

【해 설】

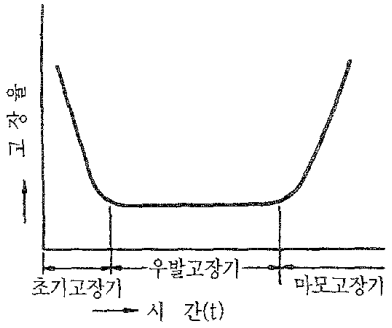
1. 기기는 동종의 사용 목적에 대하여 원리, 신호, 형상 및 치수 등의 차이가 있는 많은 기종이 있으며, 그들간에는 일장일단이 있으므로 사용조건과 환경조건에 가장 적합한 것을 선택하여야 한다 또 그 기능뿐 아니라 취급이 용이하고 외관에도 유의하여 선택할 필요가 있다.

기기 및 부속품은 충분한 실적이 있고 또 신뢰성이 있는 것이 좋으며 동작이 원활하며 고장이 없고, 요구 정밀도를 유지하고, 그 계측, 제어결과는 유효적절하게 신뢰할 수 있는 것이라야 한다 일반적으로 기기는 초기고장이 많고 그 원인은 설계제조시의 잘못이나 기기의 사용조건이 충분하지 않은 과도적인 변화에 의해 발생하는 것이므로 될수록 장기간의 동작시험을 하는 것이 바람직하다. 또 기기는 대단히 고도의 기능이 요구되도록 되어 있으며, 자연히 그 구성은 복잡하게 되고 사용하는 부품수도 많아지므로 그만큼 신뢰성 및 안전성에 대한 유의가 더욱 필요하다.

신뢰성이란 신뢰할 수 있는지의 성질의 추상적인 표현이나 그것을 양적으로 표시하는 신뢰도를 말한다 신뢰도는 어느 시간까지 그 기기의 고장이 발생하지 않을 확률이며 이것을 한국산업규격(KS)에서는 「계, 기기, 부품 등이 규정의 조건하에서 의도하는 기간중 규정의 기능을 수행할 확률」이라고 표현하고 있다.

또 신뢰도의 척도로서 가장 많이 사용되는 것은 평균고장간격(MTBF)으로 고장후 재사용중인 것의 다음 고장까지 시간평균치로서 mean time between failure의 약자이다.

그림 9.3은 시스템의 고장율곡선으로서 그 기기의 일반적인 고장율의 시간적 변화를 표현한 것이다. 이 고장율곡선을 신뢰도곡선이라고도 부른다



<그림 9.3> 기기의 고장율 변화

일반적으로 계측제어용 기기는 단기간에 모델이 바뀌는 경우가 많아 보수나 증설이 곤란하게 될 경우가 많으므로 기기 제작자의 협력에 의하여 여기에 대한 적절한 대책을 확보할 필요가 있다. 즉 계측제어기기의 제작자는 종래의 예에 의하면 그 제작 기기의 형식(형상 및 내부기구)을 수시로 변경하는 일이 있으며, 그로 인하여 고장의 수리, 부품의 공급 및 교환, 동 형식의 기기의 증설 등이 곤란하게 되므로 제작자로부터 형식변경에 관한 예고를 받고 또 납입된 기기에 관하여도 그 내용년한내에는 부품의 공급을 계속한다는 등의 대책을 미리 세워 두는 것이 바람직하다

2. 기종 및 신호는 계획의 용이성, 보수의 간

<표 9.1> 공기압식, 유압식, 전기식(전자식)의 비교

구 분	공 기 압 식	유 압 식	전기식 (전자식)
검출관계	직접 검출에 제한이 있다.	공기압식과 같거나 약간 떨어진다	총량 검출에 적합하다.
신호전달	지연이 크다. 일반적으로 100m 정도까지는 지장이 없다	지연이 적다. 배관이 적절할 경우 300m정도까지 충분히 가능하다.	지연이 없다.
연산능력	전기식에 비해 떨어지나 비교적 광범위하게 응용된다.	비교적 고급의 것은 힘들다.	용이하다.
연산기와의 결 합	변환기가 필요하다	변환기가 필요하다.	좋다.
조 작 부	압축성에 의하여 조작에 지연이 있다	작업속도가 빠르고 작업능력도 강대하다.	작업속도가 빠른 것은 곤란하다.
방 폭 성	가장 좋다	인화성이다.	방폭구조로 하면 고가로 된다.
주위조건	내식성이 비교적 좋다.	주위온도에 의하여 특성이 다소 변한다.	습도 등에 특히 주의를 요한다.
동 력 원	콤프레서, 탈습, 탈유장치 등의 부속설비가 필요하다	유압펌프, 탱크, 필터 등의 부속설비가 필요하다.	특별한 동력원을 필요로 하고 가장 간단하다.
배선,배관	배관이 2본으로 유압식보다 간단하나 공기누출에 주의를 요한다.	배관이 2본으로 배관이 어렵다 유류누출에 주의를 요한다.	배선이 편하다. 가장 간단하다.
내 구 성	비교적 좋다.	극히 좋다.	주의를 필요로 한다.
보 수	비교적 용이하다	상당한 기술을 요한다	기술을 필요로 한다.
장 치	비교적 소형, 비교적 오염이 없다.	비교적 대형으로 오염되기 쉽다.	소형으로 오염이 없다.
기기의가격	가장 싸다	가장 고가이다	중간정도이다.

이성, 기기의 교환성 및 예비품의 공통성 등을 고려하여 통일하는 것이 바람직하다.

신호란 정보(계측량, 제어량 등)를 전달할 목적으로 사용되는 여러 가지 물리량이다. 신호의 종류에는 공기압식, 유압식 및 전기식(전자식)이 있다.

공기압식 신호는 역사적으로 오래전부터 채용되어 왔고 신호레벨로서는 0.2~1.0kg/㎠로 세계적으로 통일되어 있고, 신호방식으로서는 공기압식 계기에 관하여 교환성을 가진 계기라 할 수 있다.

유압신호는 일반적으로 최대치가 7~21kg/㎠인 것이 많고, 유압식 조작부는 특성이 좋은 것을 이용하여 전기신호를 받아서 이를 유압으로 변환하는 장치를 조작부에 장치한 것이다.

전기신호를 대별하면 전기저항, 전압, 전류 및 펄스(pulse)의 각종이 있다. 현재 프로세스 변량의 크기 및 그 종류에 관계없이 D.C 4~20mA의 통일 신호를 사용하는 방식으로 되어 있으며 제작자 상호간의 신호는 거의 통일되고 있다. 그러나 반내에 있어서 D.C 1~5V가 사용되는 경우도 있다.

표 9.1은 공기압식, 유압식, 전기식(전자식)을 비교한 것이다.

2.3 검출부

계측제어용 기기의 검출부는 다음 각항에 의하여야 한다.

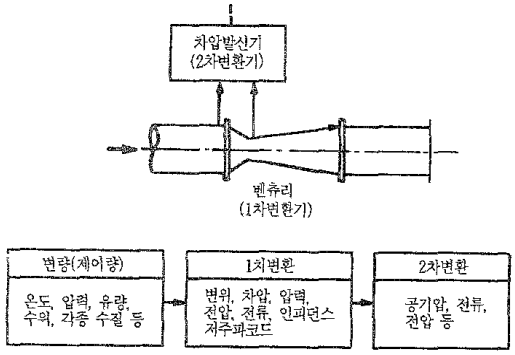
1. 검출부는 정밀도가 좋고 구조, 원리가 간단하며 견고하여야 한다.
2. 검출부는 설치조건 및 환경조건에 적합한 것이라야 한다.
3. 검출부의 교정은 될수록 실량에 의하여 행하여야 한다

【해 설】

검출부란 상수도시설의 각 공정의 주요 개소에 설치되어 측정하고자 하는 변량(유량, 수위, 수압, 온도 및 pH치)을 지시, 기록 및 조절하기 쉬운 물리량으로 변환하는 부품으로 1차 트랜스듀서(transducer 또는 센서)라고 불리우나, 이것을 시설의 공정의 일부로서 설치하는 경우가 있으며 이 경우는 전송기 즉 2차 트랜스듀서에 상당하는 부분만을 발신기라고 부르는 일이 많다.

그림 9.4는 검출부의 예로서 유량이 먼저 벤츄리관(venturi, 1차 변환기)에 의하여 차압의 형식으로 된 후, 차압발신기(2차 변환기)에 전자역학적인 기구를 통하여 전류 또는 공기압으로 변환시키는 것이다. 이때에 1차 변환기와 2차 변환기의 조합이 검출부가 된다.

1 검출부의 정밀도는 계측, 제어계 전체의 정밀도를 좌우하는 것으로 검출부를 동특성적으로 보았을 때 시정수(**時定數**) 및 지체도가 적은



<그림 9.4> 검출부의 구성

것이 바람직하며 경과년수변화에 의한 오차 및 온도, 습도특성, 주파수특성, 전원전압 및 공기원압력 등의 변동에 대하여 오차가 적은 것이 필요하다. 검출부에 따라서는 제어대상의 상태변화에 따른 오차를 발생하는 일이 있으나 이 오차가 소정 정밀도 내에 있도록 고려되어야 한다.

또 기계적 진동, 충격 및 부식, 침식, 과전압 및 과전류 등의 외부조건에 대하여 내구성이 있으며, 또 보수가 쉬운 것이 바람직하다

2. 유량, 수위, 수압 및 수온 등의 물리량을 감지하기 위한 검출부는 대개 현장에 설치되므로 기기의 설치조건 및 환경조건에 유의할 필요가 있다. 검출부의 설치에 있어서는 소정의 조건을 구비하지 않으면 정확한 검출이 안되므로 검출부의 종류에 적합한 설치를 할 필요가 있다

예를 들면 유량계에는 차압식, 초음파식 및 전자식 등이 있다.

차압식은 축소기구 전후의 필요직관부가 상류측 10D(D=관의 내경), 하류측 5D, 초음파식은 상류측 10D 하류측 5D 이상의 직관부를 필요로 한다

전자식은 필요직관부가 상류측 5~10D, 하류측은 직관부를 필요로 하지 않는 등 검출부의 종류에 따라 각기 설치조건에 차이가 있으므로 이들 조건을 만족하지 않으면 정확한 검출을 할 수 없다.

또 환경조건은 계측방법과 수단 등에도 영향을 줄 뿐 아니라 검출부의 정밀도와 신뢰성의 양부에 크게 관계되므로 그 환경조건에 가장 적합한 기기를 선택하는 것이 필요하다.

또 수질관계의 검출부 특히 자동분석장치를 응용하는 잔류염소와 알칼리도 등의 검출부의 기구도 일반적으로 복잡미묘하고 또 시약의 보충을 필요로 하는 등 보수를 필요로 하는 경우가 많으므로 관리상 이들을 수질시험실에 설치하고 집중채수방식에 의하여 시료수를 집중하여 검출하는 것이 바람직하다. (본장 4.4 착수정

의 해설 참조)

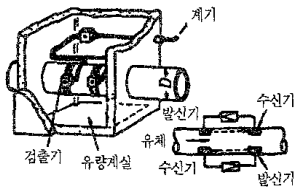
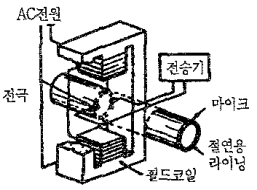
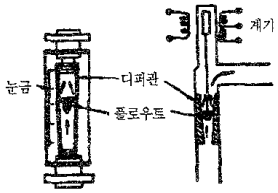
3. 검출부는 공장시험과 현장시험을 막론하고 될수록 실량에 의하여 교정을 할 필요가 있다. 실량에 의하는 것이 곤란할 경우에는 이에 대치할 충분히 신뢰할 수 있는 방법에 의하여야 한다.

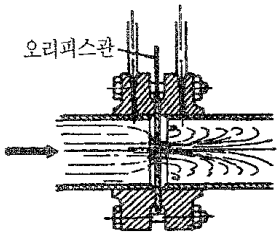
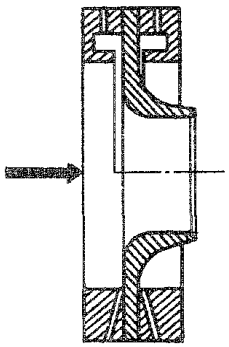
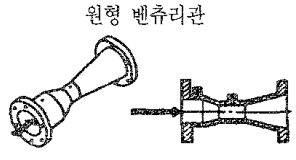
예를 들면 위어에 의한 개수로의 유량검출이나 대유량의 관로 유량검출에서 공장교정이 불가능한 것은 현장에서 정수지 등을 이용하는 용적법 또는 피토우(pitot)관이나 커렌트 미터(current meter)를 유수중에 투입하는 방법에의하여 실량 교정이 가능하다.

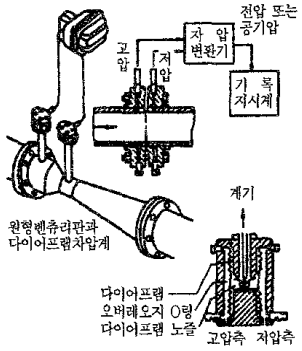
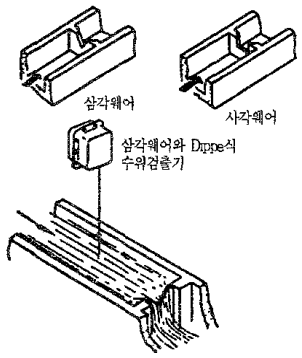
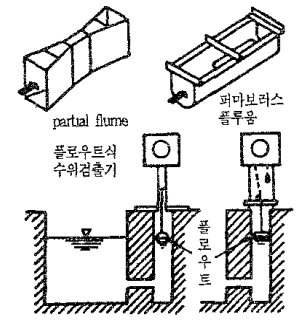
또 부식성 가스나 약품의 유량, 예를 들면 염소 가스의 부압하(負壓下)에서의 유량검출 등에 대하여는 부득이한 경우 제작공장에서 정압하의 공기유량 등으로 환산하여 교정을 하여도 현장시험때는 중량법 등에 의해 실량을 사용하여 확인할 필요가 있다.

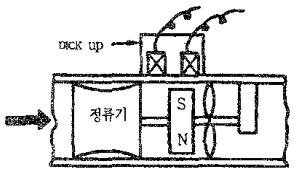
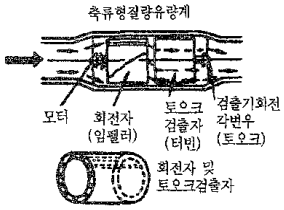
특히 약품주입설비에서는 현장에서 어떠한 수단으로든지 실량을 확인할 수 있도록 배려하는 것이 바람직하다. 검출부의 종류는 표 9.2(A) ~ (J) 에 나타낸 것과 같다.

<표 9.2(A)> 검출부의 종류 : 유량계

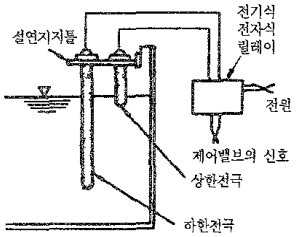
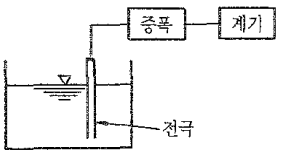
종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
초음파식		액체중에 초음파의 펄스를 투사하였을 때 액체의 흐름방향으로 음파가 진행할 때와, 흐름에 반대되는 방향으로 음파가 진행할 때는 도달시 간에 차가 생긴다 이 차를 특수한 방법으로 측정하여 유량으로 환산한다. 정밀도 ±1.0~1.5% 측정범위 유속 0.1m/초~13 0m/초 적용관경 100mmØ 이상	수온, 수질,탁도 등의 변화에 영향을 받지 않음 압력손실이 없음. 바이패스관, 밸브가 불필요. 관내벽의 부착 물의 영향이 없음.	자연유하에서는 상류 10D, 하류 5D 이상의 직관부가 필요 압송에서는 자연유하의 경우보다도 긴 직관부를 필요로 한다 (단, D는 관내경)소구경은 고가이다.
전자식		자계중에 액체를 통하면 유속에 비례하여 기전력이 발생하는 것을 이용하여 유량을 측정한다. 눈금은 평등눈금, 관거(管渠)의 만수로용, 개수로용의 잠수형의 유량계도 있다 정밀도 ±1.0~1 5% 측정범위 유속 0 3~10m/초 적용관경 2.5~2,400mmØ	관내의 유체를 방해하는 것이 없으므로 압력손실이 없고 슬러리상 액체, 점성이 높은 액체 하수의 측정에 적합하다.	도전성이 있는 액체만이 측정 가능, 특히 도전율의 값에 관하여 고려할 필요가 있다. 상류측은 5~10 D의 직관부를 필요로 하고 하류는 불필요하다 고가이다.
면적식		단면적이 연속적으로 변화하는 디퍼관중에 플로트를 띄우고 통과량의 대소에 따라 유체의 통과면적이 변화하도록 플로트가 상하한다 이 플로트의 위치에 따라 유량을 측정하는 유리디퍼관에 의한 직독식, 전송에 의한 변환식이 있다. 정밀도 ±1~2% 적용관경 2~100mmØ	필요직관부 불필요, 눈금은 평등눈금에 가깝고 간단한 측정용, 유효측정범위가 넓고 고점성유체에 적합하다	유리디퍼관의 직독식에는 착색된 액에서 플르우트가 보이지 않는 경우에 적용할 수가 없다.

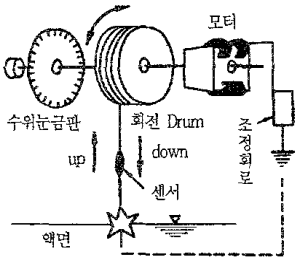
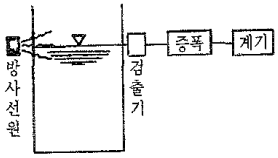
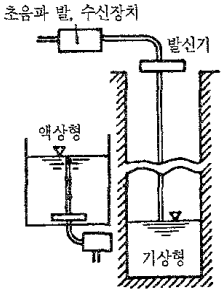
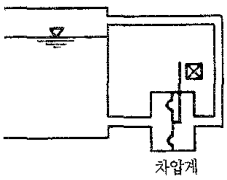
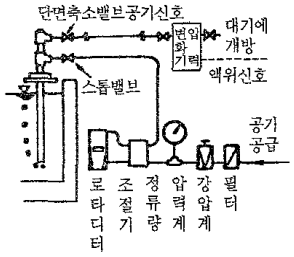
종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
차		관로내에 단면축소기구를 투입하고 흐름에 저항을 주어 그 상류측과 하류측에 발생하는 차압을 차압계 로 측정한다 이 차압은 유량의 2승에 비례한다 단면축소기구로서 많이 사용되는 것은 오리피스, 노즐, 벤츄리관이다		
압	플랜지탭오리피스  	오리피스 관로와 동심의 공을 가진 박판(오리피스판)을 관내에 투입하여 그 전후의 압력차(차압)에서 유량을 구한다 오리피스의 단면축소방법이 강할수록 압력손실이 크다 오리피스에는 동심박판 오리피스 외에 액체중의 이물이 그 전면에 쌓이지 않도록 압력인출은 코나탭, 축류탭, 플랜지탭이 일반적으로 사용된다 그 외에 슬로트(slot)탭, 링탭(ring top)이 있다 정밀도 ±1~2%, 측정범위 0 05m^3/시 이상	형상구조가 간단하며 제작이 용이하고 다른 단면축소기구에 비해 염가이다 유량시험을 하지 않고도 사용할 수 있다	끝부분이 마모되기 쉽고 오차를 발생한다 내구성이 적으며 오리피스의 전후에 침전물이 침전되기 쉽다 압력손실이 크고 타 단면축소기구에 비해서 유량계수가 작다 상류10~80 D, 하류5D 의 직관부가 필요하다
식	ISA 1932노즐 	노즐 단면축소공부분이 원통형이 되고 그 상류측은 원호상으로 개방되어 액체가 유입할 때의 저항을 감하도록 고려되고 있다. 노즐은 ISA 1932노즐과 장원노즐(롱 라디아스 노즐)의 2종이 있다 전자는 코나 탑, 후자는 라디아스탑(radius top)이 사용된다 ISA ----- 미국 ISA 규격 정밀도 ±1~2%, 측정범위 0 1m^3/시 이상	구조가 견고하고 마모하는 부분이 적으며 내구성이 크고 기계적강도가 우수한고 유속 유체에 적합하다 현탁액이나 다소 고형물을 포함한 액체에도 오리피스에 비해 지장없이 측정할 수 있으며 벤츄리관보다 싸며 압력손실은 오리피스에 비하여 대단히 적다 유량계수는 1에 가깝다	오리피스보다 고가이고 동일유량 범위에 있어서의 압력손실은 벤츄리관보다 크다 상류10~80D, 하류5D의 직관부가 필요하다
	원형 벤츄리관 	벤츄리관 유체가 자연히 축소되고 또 자연히 팽창되도록 하는 구조의 축소기구가 있고, 유체에 무리가 없으며, 압력손실도 극히 적다 고압측은 최초의 원통부분의 벽에 1개 또는 수개의 공을 만들고 환상실에 도출하고 차압계에 도출한다 저압측도 같으며 주로 대구경용의 원추형과 벤츄리 노즐이 있다 정밀도 ±1~2% 측정범위 유속 0 3m^3/시 이상 적용관경 50mmØ 이상	압력손실은 오리피스, 노즐에 비해 일반적으로 적다 마모되는 부분이 적고 침전물이 침전되기 어려우며 유량계수는 1에 가깝다	제작비가 높고 구조가 커져서 설치장소가 넓어야 하며 설치도 곤란하며 실유량 시험을 하여 교정한 후 사용할 필요가 있다 필요직관부 상류측10D, 하류측5D이다

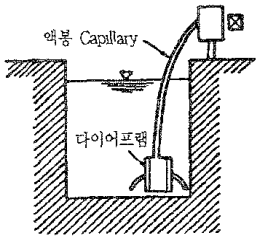
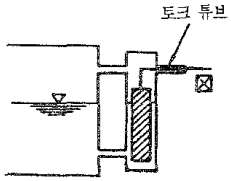
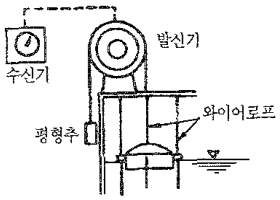
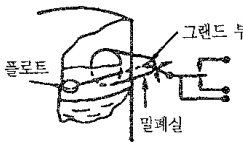
종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
차압식		차압계 차압발신기는 구조적으로 각종이 있으나 단면축소로부터 차압신호를 전송신호로 변환하는 것이다. 그 출력은 유량의 2승에 비례한다 유량에 비례한(선형의) 신호를 필요로 하는 때는 평방근연산기를 필요로 한다. 구조에 따라 기계적으로 직접지침을 작동시키는 것과 일정의 전기신호, 또는 공기압신호로 변환하여 별도 수신계에 연락하도록 되어 있는 것이 있다 주차압검출기로서는 부자식, 벨식, 링밸러스식, 다중다이어프램식, 다이어프램식 역평형형이 있다 다이어프램식은 탄성이 큰 다이어프램으로 차압을 검출하고 내식성이 크며, 용도가 넓다 다중다이어프램식의 것은 지시형 또는 기록계와 일체형이 되어 기계적으로 지침을 구동할 수 있는 것이 주이며, 역평형형의 것은 전기 또는 공기압의 일정 신호로서 변환하는 구조로 되어 있다	가스, 액체 및 증기 유량의 어느 것도 측정할 수 있다	고체가 많은 슬러지나 점성이 높은 액체의 측정에는 적합치 않다
위어식		수로의 도중 또는 유출단을 판, 벽등으로 차단하고 이를 상방에서 하나의 자유표면을 유지하면서 중력에 의해 물을 유출시킨다 위어를 월류하는 유량은 위어의 절구의 저점으로부터 상류측의 수면까지의 높이와 일정한 관계가 있으므로 수위를 검출하는 것으로서 유량을 계측한다. 검출부는 플로트식, 디퍼식이 있다. 위어의 종류 60° 삼각위어, 90° 삼각위어, 사각위어, 전폭위어, 또 위어판에 대하여는 규격화되어 있다 정밀도 ±3% 측정범위 삼각위어 2~180m^3/시 사각위어 13~540m^3/시 전폭위어 22m^3/시 이상	구조가 간단하고 저렴하며 대유량까지 측정 가능하다	압력손실이 비교적 크고 침전물의 퇴적 영향이 있으며 상류측 폭은 위어폭의 4~5배를 필요로 한다.
플루움식		개수로의 도중에 단면축소부를 설치하고 그 상류부에 있어서의 수위를 검출하여 유량을 측정한다. 단면축소부에는 파아샬 플루움(Parshall flume)과 퍼마보러스 플루움(Permabolus flume)이 있으며, 검출기에는 플로트식과 디퍼식이 있다 파아샬플루움 정밀도 ±4% 측정범위 3~14,000m^3/시 퍼마보러스 플루움 정밀도 ±4% 측정범위 6~12,000m^3/시	파아샬 플루움은 구형(矩形)의 개수로용으로 압력손실이 적고 부유침전물의 퇴적이 일어나기 어려우므로 부유물이나 침전물이 많은 유체에 적합하다 퍼마보러스플루움은 관수로의 비만수용으로 압력손실이 적고 부유침전물이 포함되지 않은 유체에 적합하다 반원통 개수로 또는 맨홀이 있는 경우는 설치가 간단하다	필요직관 길이는 상류측 축소폭의 10~15배가 필요하다 필요직관의 길이는 상류측 10D(D=원통내경)

종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
터어빈식		액체의 흐름에 따라 본체에 설치된 로다(loader)가 유속에 비례하여 각속도로 회전한다 이 로다의 회전수를 픽업 코일(pick up coil)로 검출하여 펄스전압을 보내 계량한다 정밀도 ±0 3~5% 측정범위 3~140m^3/시	유량 레인지가 넓고 압력손실이 적다 비중에 관계없이 유량지시가 가능하고 맥동류의 순간치 측정에 적합하다	점성도 변화의 영향이 있다
질량식		주변에 유통공이 있는 임펠러와 대략 같은 구조의 터어빈이 동축상에 설치되고 관로를 흐르는 유체는 임펠러의 유통공을 통한후 터어빈의 유통공을 통과하여 유출구로 유출된다 임펠러는 모터에 의해 일정의 각속도로 회전되고 유통공을 흐르는 유체에 회전운동을 주며 터어빈에는 임펠러에 의하여 회전시킨 유체가 유입하고 이 유입된 물이 주는 토크(torque)로 작동된다. 이 토크에서 유량을 구한다. 정밀도 ±0 2~1% 측정범위 1~2,800m^3/시	유체의 물리적 조건(압력, 온도, 점성, 밀도)의 변화나 외부조건(대기압, 습도 등)의 영향을 받지 않는다	수평설치가 바람직하다

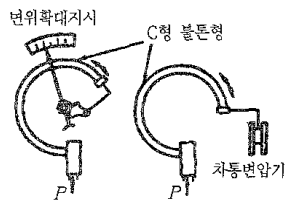
<표 9.2(B)> 검출부의 종류 : 수위계 (또는 액위 · 액면계)

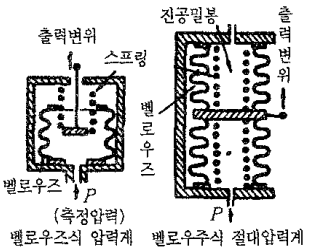
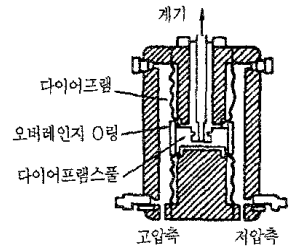
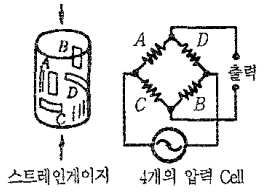
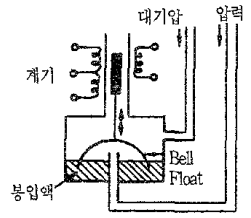
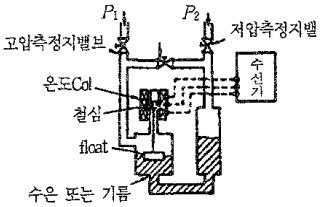
종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
전극식		액에 접촉한 전극과 탱크벽 또는 전극상호간의 도통을 검지하고 릴레이(relay) 를 작동시켜 액면스위치로서 사용된다 전극의 수를 증가시키면 거의 연속적인 검출도 가능하다. 전류에 의하여 액의 전기저항을 변화시키지 않을 때는 액면의 상하에 의하여 변화하는 저항치를 측정하고 연속적으로 액면을 측정하는 수도 있다	ON, OFF 제어가 간단하다	액체는 도전성을 가지며 부착물이나 증기를 발생하지 않고 전류에 의하여 변질되거나 발화의 위험성이 없는 것에 한정된다
정전용량식		액체중에 전극을 투입하고 여기에 탱크벽 또는 액과의 사이에 정전용량이 액면의 상하에 비례하는 성질을 이용한 불연속 검출과 연속검출에 사용할 수 있다 정밀도 ±2~3% 측정범위 50~2,000mmH$_2$O	구조가 견고하고 가동부가 없으며, 보수가 용이하다 도전, 비도전성에 관계없이 액체, 분체 모두에 적용하고 폭발성 분위기에서도 사용가능하다 2종의 계면측정도 가능하다	전극에 부착물이 있으면 오차의 원인이 된다 유전율의 변화는 오차의 원인이다

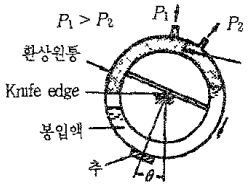
종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
디퍼식		와이어에 연속된 특수탐사침이 정밀모터에 의해 콘트롤되어 수면까지 내려와서 수면과 접속한 순간 떨어져서 올라간다 이 상하운동은 4초 사이클로 반복되고 수위의 상승, 하강에 따라 탐사침(센서)의 선단도 수면을 상하시켜 이 위치를 전송한다 정밀도 ±0.5% 측정범위 0~3,200mm	모든 개수로에 사용 가능하고 하수 부유물의 영향을 받지 않으며, 수위는 순시에 직속 가능하다.	비교적 고가이다
방사선식		탱크의 내용물에 의하여 방사선이 흡수되거나 산란되는 성질을 이용하여 액위를 측정, 방사선원을 용기의 외측에 설치하고 그 선원으로 조사된 선을 검출한다 선원을 액위와 함께 상승, 하강하는 플로트에 설치하는 방법으로 탱크 내에 고정하는 방법도 있다. 측정점 ON,OFF 정밀도 ±2%	기계적으로 연결될 필요가 없으므로 고압탱크, 고온액체, 강부식성 액체 및 유해물질의 액면검출에 이용된다	고가, 인체에 유해하므로 신중한 취급이 필요하다.
초음파식		음원으로부터 발사되는 펄스음파가 액면에서 반사하여 수신기로 돌아올 때까지의 시간을 측정한다 발신기를 액체중에 고정하는 액상형과 공중에서 발신하는 기상형의 2종이 있다 정밀도 ±1.0~1.5% 측정범위 100~2,000mm	액상형은 대형탱크나 고압탱크, 기상형은 가느다란 탱크에 적합하다	밀도, 온도의 오차를 보정할 필요가 있다. 고가이다 장해물이 있을 때는 반사음에 의한 측정이 불가능하다.
차압식		액면에 의한 수주압력을 차압계를 사용하여 측정한다 차압계에는 플로트식, 수은U자관 및 다이어프램식 차압계가 있다 정밀도 ±0.5~1% 측정범위 50~20,000mmH₂O	광범위의 액면변화를 연속적으로 측정할 수 있고 밀폐된 압력용기 내의 표면의 측정도 가능하다.	검출기의 설치장소에 제약이 있다.
기포식		원리적으로 차압식과 동일하나 매체로서 공기 또는 다른 가스를 액중에 소량 풀어넣어서 배압을 차압계로 측정한다 정밀도 ±0.1% 측정범위 100~6,000mmH₂O	폐색성액체 등에서 직접 차압을 측정할 수 없을 때 응용된다	개방조에만 사용할 수 있고 액체가 취입기체로 화학반응을 일으키지 않을 것, 공급공기 압배관을 필요로 한다

종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
투입식		원리적으로는 차압식과 같고 접액다이어프램을 액중에 설치하고 액봉모세관으로 액압을 본체에 도출하고 여기서 기상압과의 차압에 의해 차압계로서 액압을 측정한다 정밀도 ±1 0% 측정범위 2,000~10,000mmH₂O	접액부를 체인 등으로 끌어 내리고 투입하며 특별한 공사의 필요가 없다 보수가 간단하고 용이하며 부식성 환경하에서도 사용이 가능하다.	급격한 유체의 흐름이 있는 장소에는 주의를 필요로 한다
디스프레이스먼트식		가늘고 긴 속이 빈 디스프레이를 액중에 달아매고 액면변화에 의하여 발생하는 부력변화를 토크튜브(torque tube)의 회전각 변화로서 인출하고 액면위를 측정한다 정밀도 ±1 0% 측정범위 350~3,000mmH₂O	밀폐 압력탱크의 액면도 측정할 수 있고 점성이 높은 액이나 슬러리상 액의 측정이 가능하다	밀도보정이 필요하다 외부에의 누출 염려가 없다
플로트식		플로트의 이동을 각기 연결된 와이어와 폴리(pully)로서 인출하고 전기적 또는 기계적으로 측정하도록 한 것이다 정밀도 ±1~2% 측정범위 100~2,000mmH₂O	저수지나 배수지 등의 큰 수면을 측정하는데 사용된다.	마찰 등으로 인하여 정밀도가 비교적 낮다
볼플로트식		구형플로트를 액면상에 부상시키고 액의 변화에 따라 상하시켜 액위를 측정한다 정밀도 ±1% 측정범위 0~500mmH₂O	이동 범위가 좁고 극한에서 경보발신 또는 부자의 힘으로 밸브의 개폐를 행하는데 사용된다.	액면의 지시에서는 많이 사용 되지 않고 그랜드(gland) 부분으로부터의 누출의 염려가 있다

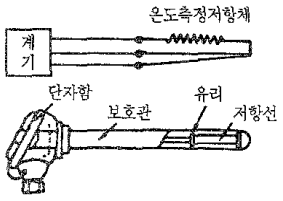
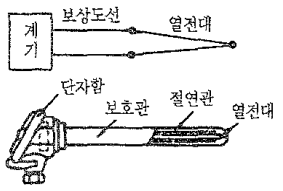
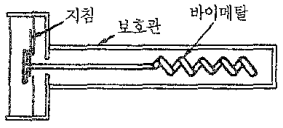
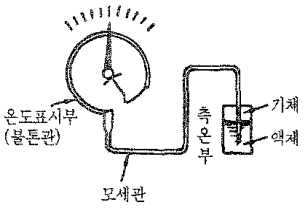
<표 9.2(C)> 검출부의 종류 : 수압계 (또는 압력계)

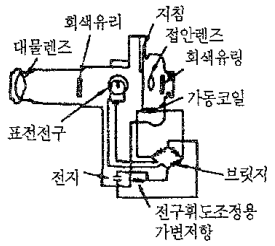
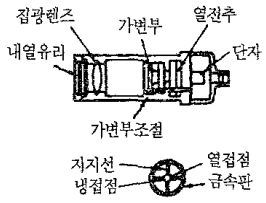
종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
불톤관식		단면이 타원 또는 편평한 원호상 와류형의 금속장원관(불톤관)의 일단을 고정하고 타단을 밀폐한 것으로서 내압을 가하면 관은 길어져서 자유단은 외측을 향하여 움직인다. 이 차위를 기계적, 전기적으로 변환하여 측정한다 정밀도 ±0 5~1% 측정범위 0.5~1,000kg/㎠	중고압측정용으로서 널리 사용되고 헤리칼(helical)형 스파이랄(spiral)형, C형 불톤관 등이 있다	장시간 과대압을 가하면 오차가 발생하기 쉽고 온도의 영향을 받기 쉽다

종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
벨로우즈식		균일한 두께를 가진 원형관을 파도형으로 성형한 것으로(벨로우즈) 압력을 가하면 내외의 압력차에 비례하여 축방향으로 변위한다 이 변위를 링크(link)기구로 확대하여 지침의 움직임으로 변환한다 정밀도 ±0.5~1% 측정범위 0.2~2kg/㎠	저압측정용으로 널리 사용된다 직접 압력을 측정하는 것보다 공기압 전송방식에 의한 수신계기로서 많이 사용된다. 벨로우즈는 차압계로서 많이 사용된다.	너무 높은 내압을 얻을 수 없다
다이어프램식		다이어프램의 양측에 가해진 압력차(차압)에 의하여 다이어프램이 변위하는 것을 확대지시하는 방식, 한 장의 다이어프램의 변형을 이용하는 것, 다이어프램을 수매를 세로로 연속시키고 다이어프램의 편측의 압력에 의하여 축방향으로 변위하고 다이어프램의 탄성저항과 평형하는 것을 이용하는 것이 있다 정밀도 ±0.5~1% 측정범위 50~2,000mmH₂O	감도, 정밀도 모두 좋으며 다이어프램에서는 비금속과 금속의 것이 있다 부식성이 높은 액체의 압력도 측정이 가능하다 차압계 (대부분은 유량계)로서 많이 이용된다. 보수가 쉽다.	저압, 미압용이다.
스트레인게이지식		중공탄성체의 외측에 스트레인 게이지를 붙이고 탄성체의 미소한 변위에 의한 스트레인 게이지(strain gauge)의 저항변화를 전기적으로 확대한다 정밀도 ±2~4% 측정범위 10~7,300kg/㎠	고압의 측정에 적합하고 고점성 유체의 압력측정에도 응용된다	측정정밀도가 비교적 낮고 저압에는 불가하고 습도 보상이 필요하다
벨식		벨(bell)형 플로트의 내면과 외면의 압력차에 의하여 플로트가 상하하고 그 위치를 검출하므로써 압력을 측정한다. 정밀도 ±1% 측정범위 5~3,000mmH₂O	미압측정에 사용되고 봉입액은 수은, 기름, 물 등의 단종형, 미압측정용으로서 복종형도 사용된다.	피측정대상은 기체에 한하고 수은 등을 사용하므로 취급상 불편하다
U자관플로트식		U자관의 한쪽의 액면에 플로트를 띄우고 압력의 변화에 의한 액면위의 이동을 플로트 이동으로 변화시키고, 이 이동량을 전기적으로 검출한다 정밀도 ±1% 측정범위 250~12,000mmH₂O	압력계보다도 유량계 또는 액위계용의 차압계로서 많이 사용되고 봉입액은 수은 등이다	수은 등을 사용하므로 취급상 불편하다

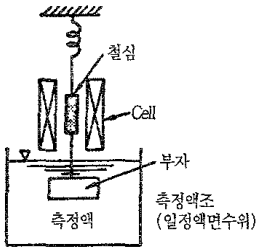
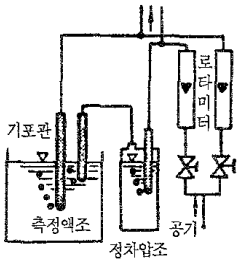
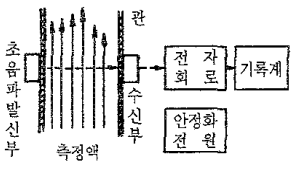
종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
링밸런스식		속이빈 환상원통에 봉입액을 넣고 차압으로 액이 이동하여 발생하는 회전력과 추로 평형을 유지하고 원통의 회전간으로부터 압력을 측정한다 정밀도 ±1% 측정범위 250~12,000mmH_2O	봉입액 밀도의 영향을 받지 않는다.	봉입액에는 물, 기름, 수은 등이 사용되므로 취급상 불편하다

<표 9.2(D)> 검출부의 종류 : 수온계 (또는 온도계)

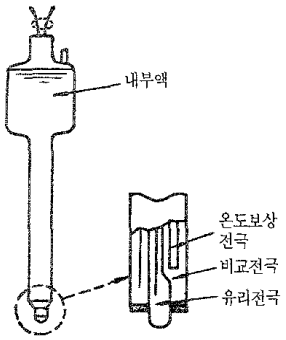
종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
저항식		금속 또는 반도체의 전기저항이 온도와 함께 변화하는 것을 이용한 온도계, 측온저항과 도선, 표시계기 및 전원으로 구성된다. 정밀도 ±0.3~1% 측정범위 -250~600℃	정밀도가 가장 좋고 원격측정, 자동조절기록, 경보가능하며 전자식의 모든 계기에 토크(torque)를 강화시킬수 있다	취급에 숙련을 필요로 하고 기구가 복잡하다
열전식		이종 금속의 도체철사를 접합한 열전대의 접점과 타단과의 사이의 온도차이에 의해 발생하는 열기전력을 이용하여 그 열기전력을 전압계 또는 전위차계로 측정하여 온도를 측정한다 열전대, 보상도선, 기준접점, 동도선, 표시계기 등으로 구성된다 정밀도 ±0.5~1% 측정범위 -250~1,800℃	정밀도가 좋고 원격측정, 기록자동조절, 경보 가능하며 전자식으로 하면 계기의 토크를 강화할 수 있다	취급에 숙련을 요한다 기구가 복잡하다
바이메탈식		소용돌이형의 바이메탈(bimetal)의 온도에 의한 변형을 이용한 것으로 바이메탈 온도계라고도 부른다 정밀도 ±1~2% 측정범위 -100~600℃	가격이 저렴하고 기록, 경보가 가능하며 간단한 자동제어에 사용된다	자동조절에 사용하기에는 토크가 약하다
압력식		밀폐된 용기(감온부)에 봉입된 기체 또는 액체의 온도변화에 따른 체적 또는 압력변화를 불톤관으로 도출하고 회전각으로 변화시킨다. 불톤관 온도계라고도 부른다 정밀도 ±1% 측정범위 -250~500℃	가격이 저렴하고 기록, 경보 또는 자동조절이 가능하다 원격, 직접측정(최장 50m까지)이 가능하다	오차가 발생하기 쉽고 신뢰도가 낮다.

종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
광선식		방사를 이용한 것의 일종으로 대단히 좁은 파장 범위(실용상 단색광 0 65μ 부근) 의 가시광선을 이용하여 표준전구의 휘도와 단색광의 방사의 강도(휘도)를 육안으로 비교하여 온도를 안다 정밀도 ±0.5~1% 측정범위 700~2,000℃	가격이 저렴하고 휴대가능, 고온에서도 측정할 수 있고 방사율의 보정이 적고 숙련되면 정밀도가 높은 측정을 할 수 있 다.	개인 오차가 있고 원격측정, 기록경보, 자동조절이 안되며 시간지연이 크다.
방사식		측온물체로부터의 방사열을 렌즈(lens) 또는 반사경으로 모아 결상개소에 놓인 열전대열의 기전력으로 부터 방사열의 강도 즉 물체의 등가온도를 알 수 있게 되어 있다 정밀도 ±1~1.5% 측정범위 고온용 200~800℃ 저온용 100~800℃	원격측정. 기록경보, 자동조절이 가능하고 검출지연이 적고 고온에서도 측정할 수 있다	방사율의 보정을 필요로 하고 측정 정밀도가 나쁘다 수명을 필요로 할 경우나 공기취입장치를 필요로 할 경우가 있다

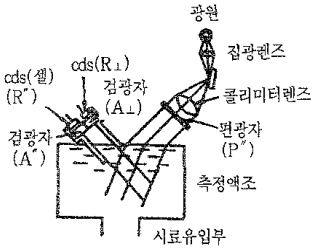
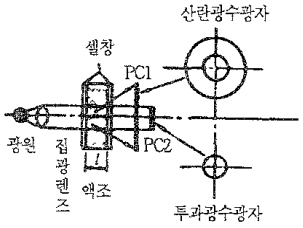
<표 9.2(E)> 검출부의 종류 : 농도계 (또는 밀도계)

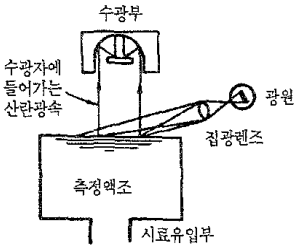
종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
플로트식		액체중에 들어 있을 때 플로트가 받는 부력은 그 액체의 밀도로서 표시된다 이 힘의 변위의 변화를 전기량, 공기량 등으로 변환시켜 측정한다 정밀도 ±1%	구조가 간단하다	피측정액이 가압되거나 액면변동이나 흐름이 급격한 때는 오차를 발생하기 쉽다 부력의 체적변화에 주의가 필요하다.
기포식		액중에 2개의 관을 깊이를 달리하여 투입하고 관의 선단에서부터 조용하게 기포가 나오는 정도로 적당한 기체를 불어 넣는다 이때에 2개의 도관중의 배압의 차로부터 액체의 밀도를 구한다. 정밀도 ±1~3%	슬러리상의 액체의 측정도 가능하다	유동이 많은 탱크액의 측정에는 동압이 걸리지 않도록 하여야 하고, 비등액에는 사용할 수 없다 공급 공기압배관이 필요하다
초음파식		음원으로 부터 발사되는 초음파를 일정의 두께의 액체에 통과시키면 밀도에 관계하여 감쇠한다. 그 강도를 이용하여 밀도를 측정한다. 정밀도 ±1.0~1.5%	피측정액에 접촉하지 않고 측정이 가능하며 농도가 높은 액체의 경우에도 사용할 수 있다	측정액체중에 기포가 포함되면 오차가 발생한다.

<표 9.2(F)> 검출부의 종류 : pH계

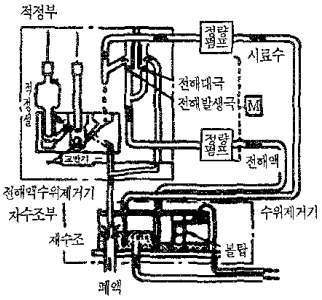
종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
유리전극법(복합전극법)		pH치가 각기 다른 2종의 용액을 유리의 박막을 매개로 하여 두면 이 유리막의 양면에 그 pH치의 차에 비례한 전위차가 발생하는 것을 이용하는 것으로 한쪽의 액에 pH를 아는 액을 사용하여 유리박막에 발생하는 기전력을 측정함으로써 다른쪽 액의 pH를 구한다 지금 한쪽의 용액의 pH치를 7이라고 하면 발생하는 기전력은 $E=\alpha(pH-phx)$가 된다 α는 온도에 의한 요소를 포함하나 온도 보상용측온체에 의해 보상되고 있다 이 전극은 복합전극이라고 하며 유리전극, 비교전극, 온도보상전극이 하나로 조합된 것이다 정밀도 ±1%	유리전극, 비교전극, 온도보상 전극이 일체화 되어 있으므로 유지보수가 대단히 간단하다	유리전극, 비교전극, 온도보상 전극중 어느 하나가 불량해도 그 전극의 교환이 불가능하다

<표 9.2(G)> 검출부의 종류 : 탁도계

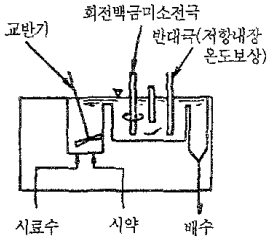
종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
표면산란편광해소법방식		광원램프로부터의 빛은 집광렌즈 칼리메이터(collimatar)렌즈를 통과하여 평행 광원으로 되고 편광자(P)를 통과하여 평행한 진동면을 가진 직선편광으로 되어 시료에 입사한다 시료중에는 현탁입자가 없을 때는 입사광과 같은 진동면을 가진 광선만이 산란되나(레리산란) 현탁입자가 존재하는 경우에는 입사광과 같은 진동면을 가진 산란광 외에 새로 그것과 수직한 진동면을 가진 산란광이 발생한다 평행 및 수직의 편광성분은 cds 셀 R//, R⊥으로 검출, 전기신호로 교환된다. $\text{편광해소도} = \frac{\text{관측면에 수직한 진동면을 가진 성분}(\perp)}{\text{관측면에 평행한 진동면을 가진 성분}(//)}$ 으로 표시되고 탁도과 일정의 관계에 있는 것을 이용한 것이다 재현성 ±2%	입자경에 의한 영향이 적고, 셀(cell) 창이 없으므로 셀의 오염에 의한 영향이 적다 시료의 착색에 의한 영향이 적다	진동에 약하다
투과광산란광비교방식		광원램프로 부터의 빛은 집광렌즈를 거쳐 액조를 투과하고 산란광수광자(PC_1)와 투과광수광자(PC_2)에 입사하고 있다 액조에 농도 N의 시료가 유입할때 PC_1은 산란광을 수광하고 PC_2는 투과광을 수광한다 지금 PC_1, PC_2의 광전류를 I_1, I_2로 하면 이들은 근사적으로 다음 식으로 표시된다	시료의 착색에 의한 영향이 적다	셀창의 오염에 의한 영향이 크다 측정액중에 기포가 혼입하지 않도록 주의를 필요로 한다

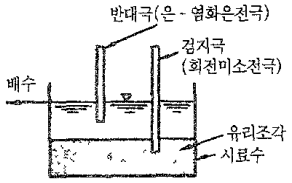
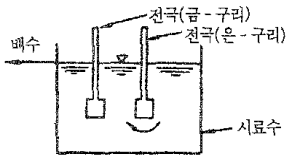
종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
		$\frac{I_1}{I_2} = \frac{I_1(0)}{I_2(0)} \cdot \alpha \cdot l \cdot N$ $I_1(0)$. N=0일 때의 산란광에 의한 광전류 $I_2(0)$: N=0일 때의 투과광에 의한 광전류 α · 액조의 형상으로 결정되는 정수 l 액조의 유효길이 $\frac{I_1}{I_2}$은 탁도 N에 비례한다 재현성 ±2%		
표면산란방식		광원램프로부터의 빛은 집광렌즈를 거쳐 시료수면에 입사되고 있다. 샘플수중의 부유현탁물질량에 의하여 산란광량이 변화한다. 산란광중에 대략 위쪽에 산란된 것만이 수광부로 들어간다. 이들 산란광이 집합하여 수광자에 입사하여 전기신호로 교환된다 재현성 ±2%	셀창이 없으므로 셀의 오염에 의한 영향이 없다.	진동에 약하고 입자경에 의한 영향이 크다.

<표 9.2(H)> 검출부의 종류 : 알카리도계

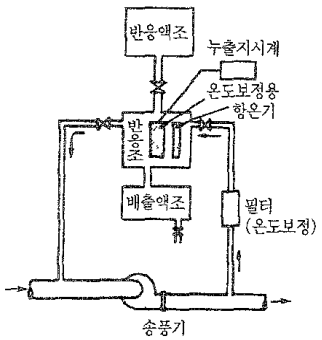
종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
연속전량적정법		시료수중의 알카리도를 연속적으로 중화 적정을 함으로써 측정된다 전해액($NaSO_4$)은 시료수와 정량펌프에 의해 일정의 유량으로 적정셀로 적하시킨다. 이때의 전해액은 전해발생극에서 전해를 받아서 적정시약이 된다 유로의 도중에서 시료수와 함께 되어 적정셀로 보내진다 적정셀로 시료수와 적정시약의 혼합한 용액의 pH를 측정한다. 적정의 종점은 알카리도 영의 시료수가 적정셀에 도입될 때의 pH치(약 pH4 8)로 선택하고 pH가 항상 이 수치를 유지하도록 적정을 한다 시료수의 알카리도에 따라서 전해전류를 제어하고 적정시약농도를 변화시키는 것으로 전해전류의 수치로부터 알카리도를 구한다 정밀도 ±1% 재현성 ±2%	전해액의 조정 정밀도는 ±30 % 이내이면 좋다.	정확한 중화점을 구하기가 힘들다

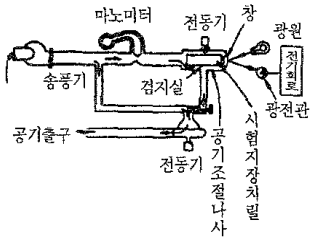
<표 9.2(I)> 검출부의 종류 : 잔류염소계

종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
폴라로그래프법		극소면적의 회전백금전극과 넓은 면적의 백금전극을 양극으로 하여 이 양극에 전해전압을 걸어서 측정물질의 온도에 비례하는 전해전압을 구한다 시약과 시료수는 정량펌프에 의해 일정유량으로 회전미소전극에 보내진다 시약과 시료액과는 충분히 교반혼합되어 옥소(또는 취소)를 유리한다.	시약을 변화시키므로 잔류염소와 유리유효염소를 분리하여 측정할 수 있다	pH의 영향을 받기 쉽다

종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
폴라로그래프법		회전백금 미소전극에는 음의 일정전압이 걸려 있고 옥소(또는 취소)의 전해환원을 하고 있다 이 때 옥소(또는 취소)에 비례된 확산전류가 흘러서 이 확산전류를 검지, 증폭하여 잔류염소농도를 구한다 정밀도 ±4% 재현성 ±2%	오르소트리딘(Orthotırdıne)법에 비하여 정밀도 재현성이 좋다.	pH의 영향을 받기 쉽다.
폴라로그래프법(무시약식)		시료수중에 정지의 대극에 대하여 일정 전압을 걸은 회전미소전극을 검지극으로 하여 그 때에 흐르는 확산전류를 측정하는 것으로서 유리유효염소농도를 측정한다 또 유리조각은 검지극의 세척용이다 직선성 ±5% 재현성 ±2% 측정범위 0~2ppm (유리유효염소)	상수도수의 유리잔류염소를 간편하게 측정할 수 있다. 시약을 필요로 하지 않는다	유리잔류염소 이외의 염소농도는 측정할 수 없다
갈바닉전극법		시료수에 다른 종류의 금속을 담그면 갈바닉(Gal vanıc)전지를 형성하여 기전력을 발생한다 이 기전력은 잔류염소량에 의하며, 잔류염소량을 알게 되어 측정할 수 있다 직선성 ±5% 재현성 ±2%	구조도 간단하고 시약도 필요로 하지 않는다	원리적으로 온도, pH, 염소농도, 공존이온의 영향을 받기 쉽다

<표 9.2(J)> 검출부의 종류 : 염소누출탐지기

종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
전기전도도식		누출염소가스를 연속적으로 검지하고 누출염소가스가 미리 설정된 농도이상이 될 때 경보를 발한다 채취공기중의 염소가스의 검출은 반응용액과 염소가 산화환원작용한 것으로 전기화학적인 방법, 반응용액은 전극에 의하여 전해된 음극에 있어서 $2H^{+}+2e^{-}\leftrightarrow H_2$의 반응이 생기고, 일단 양전극간에 전류가 흐르나 결국 분극현상이 생겨서 전류가 흐르지 않게 된다 채취공기중에 염소가스가 존재하면 반응용액과 반응을 일으켜 결과적으로는 전해에 의하여 발생한 수소를 소비하고 전극을 복극시킨다. 이상의 반응에 의하여 양전극간에는 계속하여 전류가 흐르고 전류는 염소가스량에 비례하므로 이 전류를 측정하여 채취공기중의 염소농도를 알 수가 있다	최장 배관거리는 약 100m, 배기배관은 최장 약 20m까지 가능하다	배관거리가 길면 누출로부터 검지까지의 시간이 오래 걸리고 흡기배관의 도중에는 조절용 공기배관을 위한 교환밸브가 필요하고 반응액의 보존에 주의를 요하며 전극의 세척을 필요로 한다.

종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
광학식		화학반응을 광학적으로 검지하는 것으로 블로워(blower)에 의하여 검지기에 흡입된 공기를 양을 조절한 후 검지실에 보낸다. 검지실내에는 염소와 화합하면 흑색으로 변하는 화학처리시험지를 감은 릴(reel)이 있고, 일정속도로 회전하고 있다 시험지가 흑색으로 변하기까지는 광원으로 부터 광선은 시험지로 반사된 광전관에 들어가나 시험지가 흑색으로 변하면 반사광이 감소하여 광전류도 감소하고 경보회로를 구성한다	기밀을 위한 염소를 포함한 공기는 제어기구에 접속하지 않는다 공기채취 배관 및 배출배관의 총연장은 약 60m를 넘지 않는 범위내에서 염소농도를 검지하고자 하는 장소에 설치할 수 있다	배관거리가 길면 누출로 부터 검지까지의 시간이 길게 걸리며 시험지를 정기적으로 교환할 필요가 있다.

2.4 표현부

계측제어용 기기의 표현부는 다음 각 항에 의하는 것으로 한다.

1 표현부는 시설의 계측치 및 가동상황의 파악에 적합한 것이라야 한다.

2. 표시반은 관리방식에 적합하고 또 설치장소와의 조화가 좋은 것이라야 한다.

【해 설】

표현부는 검출한 유량, 수위 및 수압 등의 측정량을 각종 변환기기를 거쳐 전기신호, 공기압신호 및 유압신호 등으로 변환시키거나 직접 전송하고 또 변량을 재현시켜 시설의 계측치 또는 운전상태를 표시하는 부분을 말한다. 표현부는 지시계와 기록계를 주체로 하고 감시반 또는 조작반 등에 설치된다.

또 이들 지시계와 기록계는 수동설정기, 경보설정기, 프로그램설정기, 적산기 또는 평방근연산기 등의 보조적인 기기와 조합시켜 각종의 용도에 사용되는 경우가 많다 또한 조절기가 일체가 되어 있는 지시조절계와 기록조절계 등이 있다. 또 표현부에는 스캐닝 모니터(scanning monitor), 데이터 로가(data loga), 전자 계산기의 부속의 표시장치, 타이프라이터 및 CRT(cathode ray tube)디스프레이 등도 포함된다.

1. 각 시설에 설치된 기기의 운전상태 및 이상발생의 유무 또 계측내용 등 오퍼레이터가 알아야 할 정보는 극히 다양하며 따라서 시설의 운전관리상 감시와 판단을 필요로 하는 사항은 표시반 등에 의하여 직관적으로 확인할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

또 표현의 종류는 일반적으로는 광범다양하므로 잡다하게 조합시키면 공정의 상황파악 및 판단을 틀리게 할 수 있으므로 시설의 운전관리상 가장 필요한 항목만을 집약함과 동시에 계통적으로 정리하여 두는 것이 바람직하다. 표현의 방법에는 아나로그(analogue)식과 디지탈(digital)식이 있다 디지탈표시는 정확성과 읽기 쉬운 점 등으로 적합하나, 다수의 표시가 표시반 등에 나타나면 숫자의 나열로 전체를 파악하는 것이 곤란하게 된다.

여기에 대하여 아나로그표시는 직관적이며, 다수의 지시계가 있으나 이 개략을 빨리 파악할 수가 있다. 일반적으로 다수의 측정점을 동시에 감시할 목적으로는 아나로그표시가 적합하고 다수의 측정점 또는 다점이라도 각기 절환선택 표시하는 경우에는 디지탈 표시가 적합하다.

2. 시설의 운전관리방식에는 현장에 있어서의 감시조작과 관리실에 있어서의 집중감시 조작의 방법이 있다.

일반적으로 표시반은 본래 감시와 조작의 두

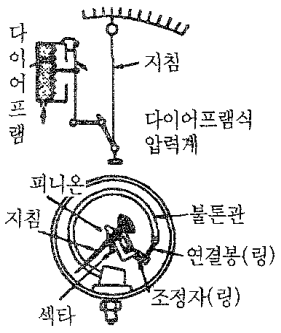
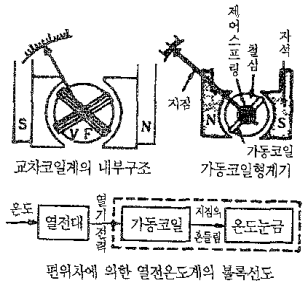
개의 기능을 가지고 있으며 그 중 어느 것에 중점을 두는가에 따라 감시반과 조작반으로 분류되는 경우가 있다.

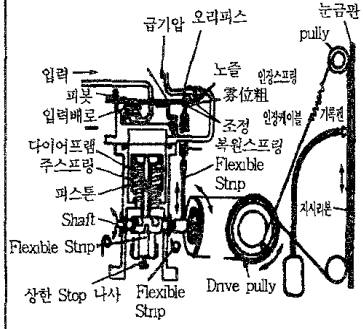
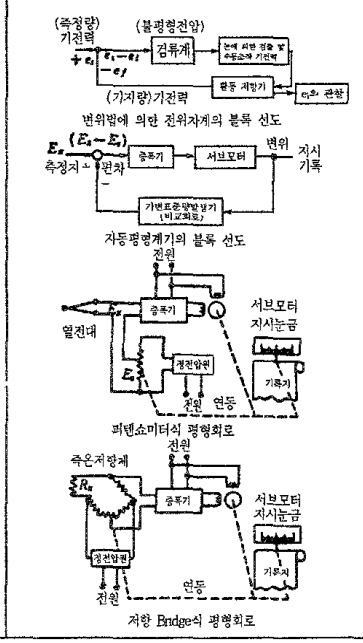
(1) 감시반은 감시기능이 주체이며 반드시 현장 부근에 둘 필요는 없으며 관리실 등에 있을 수 있다.

(2) 조작반은 현장기기의 근방에 설치하는 일이 많고 자동, 수동의 조작기능이 주체이며, 여기에 계측상태 표시가 가해진다 또 감시반에 대한 신호의 공급 풀(pool)도 되므로 프로세스 변화의 전송관계가 주체로 되고 변환기반 등으로 불리운다 감시반과 조작반의 구별은 반드시 명확한 것은 아니고 어느 것이라고 구별하기 어려운 경우가 적지 않다. 특히 시설이 커지면 조작반은 개개의 조작을 대상마다 분산배치하는 것보다 한 장소에 통합시키는 것이 운전조작상이나 기기의 보수상에도 유리하여 집중제어반이라는 형이 된다

(3) 그래픽 판넬(graphic panel)은 원방감시에 필요한 기기만을 표시반면에 적당하게 배치한 것으로 소위 계기반에 대하여 조작단도 심볼(symbol)화 하고 상호의 관련을 나타낸 표시반으로 그래픽반면에 램프나 스위치 등 소형계기를 설치하고 계통 전체의 상황을 파악하기 쉽

<표 9.3> 표현부의 종류

종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
기계식 직동지시계·기록계		검출단에서 검출된 변량을 직접 기계적인 방법으로 지침이나 기록펜의 움직임으로 변화시켜서 하는 직동식의 계기, 수압소자에는 벨로우즈, 다이어프램캡슐, 불톤관 등이 사용되고 이들 소자의 변위를 링섹터(ring sector), 피니온(pinı-on) 등으로 확대하고 지침이나 펜을 작동시킨다 압력계, 차압계, 수은팽창온도계, 압력온도계 등이 있다. 간단한 구조인 것이 많으나 그 중에는 온도에 의하여 링의 신축이나 불톤관의 탄성계수 변화의 영향을 바이메탈로 소감시키는 압력계도 있다 또 전송 경보 조절 기타의 기구를 내장하고 있는 것도 있다	주로 현장의 감시용으로 사용되며 간단 견고하고 환경에 강한 구조이다 가격이 저렴하고 방폭의 점에서 안전하다.	일반적으로 검출단과의 거리를 너무 길게 할 수 없고 장기간의 사용으로 기계적인 마모나 마찰 등이 생겨서 정밀도가 떨어진다 부가기능보조기기 등의 종류가 적다. 일반적으로 힘에 강하므로 측정한도의 제한을 받는 비율이 크다
전기식 직동지시계·기록계		가동코일형 계기가 전기계기중 가장 많이 사용된다 가동코일형 계기란 검출단에서 검출된 변량을 직접 전기적 방법으로 지침이나 기록펜의 움직임으로 변환시키는 것으로 자속이 균등하게 분포된 자석의 공극에 가동코일을 두면 코일을 흐르는 전류가 자석밀도에 비례한 구동 토크를 발생하므로 이 토크에 의하여 지침이나 기록펜을 작동시키는 것이다 구조가 간단하고 소전류로 큰 토크를 발생시켜 고감도의 것을 만들 수 있다 그 외에 가동철판형, 전류력계형 등이 있다	구조가 간단하고 소형으로서 저렴하다 직동계기는 일반적으로 토크가 약하므로 지시계로서 많이 사용된다 현수방식의 것은 진동, 충격에 강하고 마찰오차가 적다 수명이 길다	공업용 기록계로서는 펜과 기록지 사이에 마찰이 문제가 되고 정밀도가 떨어지므로 자동력평형식에 비하여 덜 사용된다 가동부의 지시방법은 피보트(Pivot)와 축받이를 사용한 것은 진동이나 충격에 강하다 측정대상이 한정되고 부가기능을 부여하는 것이 한정된다

종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
공기압식자동평형형지시계·기록계		검출변환기로서 측정치를 공기압신호로 변환하고 이 공기압신호를 받은 버블을 움직여서 대향하는 노즐의 배압이 다이어프램식 공기 서보모터를 움직여서 회전축을 회전하고 풀리를 회전시켜서 지시리본이나 기록펜을 움직인다. 풀리의 회전은 직선방향의 이동이 되고 버블(bu-bble) 위치를 복원시켜 입력과 균형이 된다	구조가 간단하고 가격이 싸다. 방폭의 점에서 안전하고 보수가 용이하다 정밀도가 높고 직동형에 비하여 힘이 강하다	신호의 전달거리가 짧다 (제어특성상 약 150m) 부가기능 보조기기 등의 종류가 적다 공급공기압 배관이 필요하다
전자식자동평형자시계·기록계		온도압력 등의 프로세스 변량이 변환기로 전기의 양으로 바꾸어지고 자동평형기에 입력신호가 되어 들어가면 계기의 내부에서 이 입력신호 E_X는 기지의 표준량 E_S와 비교되어 편차(E_X-E_S)가 증폭되어 서보 모터를 구동하고 표준량 E_S를 변화시켜서 차가 적게 되도록 작동하고 결국 차가 영, 즉 E_X가 E_S에 같아질 때에 평형한다 이때의 E_S가 측정치를 표시한다.	토크가 강하고 기록계에 적합하고 다점절환기록도 가능하다 영위법이므로 정밀도가 높고 내구력이 있으며 신뢰성이 높다 경보기구, 조절기 등과 조합이 용이하고 응용범위가 넓다 눈금판이나 지침의 크기 지시방법을 자유로 할 수 있다. 높은 내부저항을 가진 대상의 측정이 가능하다. 원격측정이 용이하다 기계적 강도가 크고 진동, 충격에 강하다.	구조는 직동식보다 복잡하며 고가이다 고장진단 조정 등에 다소의 전문적 지식을 필요로 한다. 자동평형을 하기 위한 전원이 별도로 필요하다 방습, 온도상승에 주의하여야 한다.

도록 하고 필요한 장소의 계측이나 조작을 확실하고 신속하게 할 수 있다.

그래픽 부분에는 투명아크릴 라이트판의 이면으로부터 심볼을 조각하고 계통별로 각색으로 도장한 것과 금속제 또는 프라스틱제의 심볼판을 표시반 표면에 설치한 방식의 것이 있다. 어느 방식으로도 심볼의 형과 플로우라인(flow line)이 너무 복잡하면 그래픽반 본래의 효과를 상쇄시키므로 될수록 간략하게 심볼화 시킬 필요가 있다.

표시반상의 기기의 배치는 인간공학적인 배려가 필요하며 일반적으로는 최상단에 집합표시경보기, 표시램프 및 지시계, 중단에는 조작스위치류나 설정기, 최하단에 기록계를 배치하는 것이 바람직하다. 또 개개의 스위치나 표시램프의 배열이나 색에 관하여도 감시와 제어의 능률을 최대한으로 발휘할 수 있도록 충분한 검토와 통일성이 요구된다.

또 표시반은 오퍼레이터가 항상 이것과 상대하고 있으므로 구조, 형상 및 치수, 기타 설치

장소와의 조화가 좋은 것으로 하고 색채조화나 조명에 관하여도 충분히 주의를 기울여야 한다. 오퍼레이터의 긴장감을 높이거나 피로를 증대시키는 효과가 크므로 충분히 주의를 기울여야 한다. (본장 3 7 관리실의 해설 참조)

표현부의 종류에는 표 9.3과 같은 것이 있다.

2.5 조절부

계측제어용 기기의 조절부는 다음 각 항에 의하여야 한다.

1. 조절부는 안정하고 확실하게 동작하는 것이어야 한다.
2. 조절부의 동작특성 및 종류는 그 제어계에 적합한 것이어야 한다.

【해 설】

조절부란 유량, 수위 등의 제어량을 일정의 목표치로 유지하거나 미리 정해진 프로그램에 따라서 변화시키는 목적으로 설정치와 계측치와의 편차를 도출하고 이 편차가 자동적으로 허용오차 범위내에 들어가도록 신호를 조작부에 보내는 부분을 말한다.

또 조절부에는 여러 가지 종류의 연산장치, 제어용전자계산기 및 그 주변장치 등도 포함된다.

1. 조절부가 좋은 제어성을 발휘하기 위하여는 검출부, 조작부 등의 정적, 동적인 측정 뿐만 아니라 외란에 대한 특성을 알아야 할 필요가 있다.

조절부의 제어가 잘 되는 것은 목표치가 그림 9.5(A)와 같이 변화했을 때 어떠한 응답을 하는가에 따라서 판단할 수 있다. 이상적으로는 항상 목표치와 제어량이 일치하는 그림 9.5(B)와 같은 자동제어계이나 실제는 그림 9.5(C)~(E)와 같이 응답된다.

자동제어계는 편차가 적고 변동이 적으며 안정되어야 하고 응답이 빨라야 한다. 그림 9 5(F)는 불안정한 상태를 표시한 것이다.

2. 조절부를 사용한 제어방식에는 제어량을 검출하여 목표치와 비교하여 그것을 일치시키도록 제어동작을 하고 제어량을 자동적으로 정정하는 휘드백 제어와 제어동작의 순서가 미리 정해져 있어 전단층의 동작결과를 여러 가지 조건과 비교확인하면서 다음의 제어동작으로 진행시키는 시퀀스(sequence) 제어가 있다

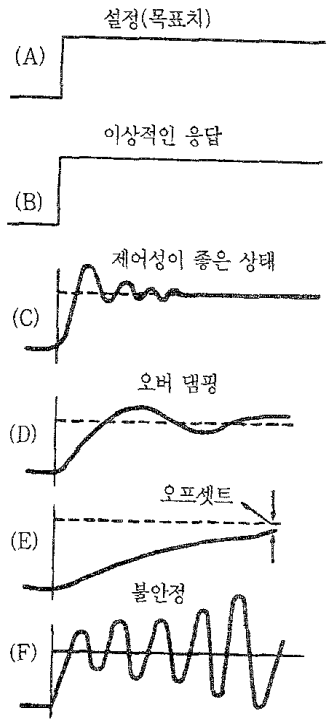
그림 9 6(A)의 예는 수조의 수위제어를 자동화시킨 구성도이고 그림 9.6(B)는 수조의 수위제어의 휘드백 제어계를 블록선도로 표시한 것이다.

(1)조절부의 제어동작에는 다음 각종이 있다.

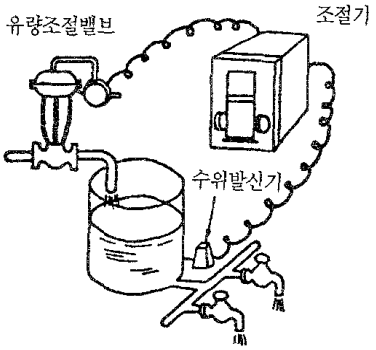
1) 온 · 오프 동작(on-off)

목표치에 대한 제어량의 크기에 따라서 조작량이 두 개의 정해진 수치의 어느 것이 되도록 제어동작을 하며 구조가 간단하며 저렴하다 동작의 성질상 사이클링을 피할 수 없고 불필요한 시간이나 전달이 늦어지는 일이 적은 프로세스에 적합하다.

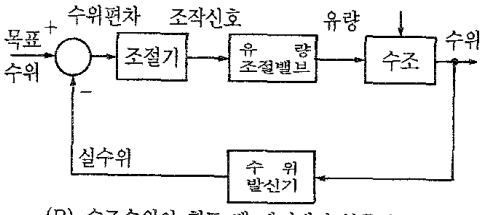
예를 들면 수조의 수위제어에 있어서 펌프의 기동, 정지 또는 밸브 등의 전개(全開), 전폐(全閉) 등과 같은 데에 사용된다.



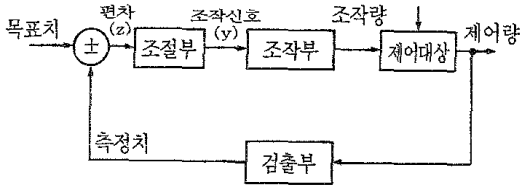
<그림 9.5> 자동제어계의 응답



(A) 수조 수위의 휘드 백 제어



(B) 수조수위의 휘드 백 제어계의 블록선도



(C) 일반적 휘드 백 제어계의 블록선도

<그림 9.6> 휘드백 제어

2) 비례동작 (P동작)

비례동작은 조작량이 제어편차에 비례하는 제어동작으로 현 시점에서의 변량이 목표치로부터 크게 차이가 있을 때는 여기에 비례하여 밸브 등이 크게 개방(또는 폐색)하여 빨리 제어편차를 없애는 작용을 한다. 이를 위하여 비례동작은 온오프동작과 비교하여 제어정밀도가 좋아지나 정상편차(오프셋트:정상상태가 된 다음에 남는 제어편차)가 남는 결점이 있다.

비례동작은 약품주입제어, 염소주입제어 등의 기본동작으로서 사용되고 일반적으로 다음의 적분동작 또는 미분동작으로서 조합하여 이용된다.

3) 적분동작 (I 동작)

적분동작은 리셋(reset) 동작이라고도 불리우며 조작량이 제어편차의 시간적 적분에 비례하도록 제어동작으로 일정의 편차가 계속되는 한 밸브 등의 개방도(또는 폐색도)가 시간에 비례하여 커지도록 하는 동작이며, 정상편차를 제거할 수 있으나 응답이 진동적 또는 불안정한 결점이 있다.

4) 미분동작 (D동작)

미분동작은 레이트(rate) 동작이나 프리액트(pre act) 동작이라고도 불리우며 조작량이 제어편차의 변화의 속도에 비례하도록 제어동작을 하며 기타 제어동작에 부수하여 사용된다. 편차의 초기에 큰 정정동작을 하며 편차의 변동이 없어지면 정지된다. 제어계에 지연이 있을 때는 이것을 개선하는 작업을 한다.

5) 비례+적분동작(PI동작)

비례동작에 적분동작을 가한 제어동작을 말하며 비례동작에 의하여 발생하는 정상편차를 제거할 수 있으나 비례동작만의 경우로도 제어동작의 작용이 강해지므로 응답이 진동적이 된다. 리셋율이 크면 탬핑(tamping)이 나쁘고 전달지연이나 불필요한 시간 등이 있으며, 큰 프로세스에서는 좋은 효과를 기대할 수 없다. 이 동작은 급속여과지의 유출밸브 제어 등에 사용된다.

6) 비례+미분동작(PD동작)

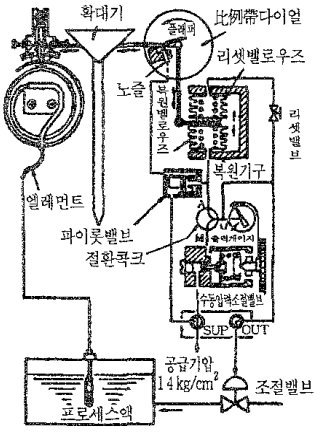
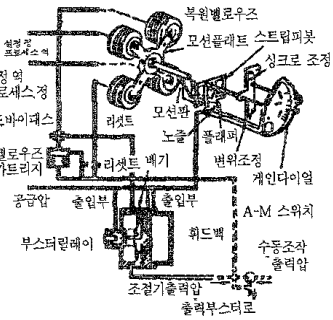
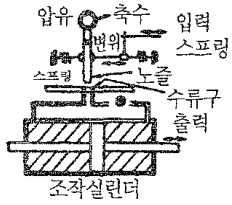
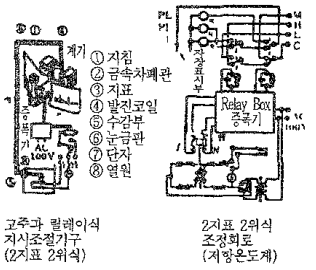
비례동작에 미분동작을 가한 제어동작으로 제어량이 급격히 목표치와 큰 차를 발생할 때 그 속도에 비례하여 조작량이 작용하여 제어량의 급격한 변화를 일으키는 작용이 있어서 안전성이 향상된다.

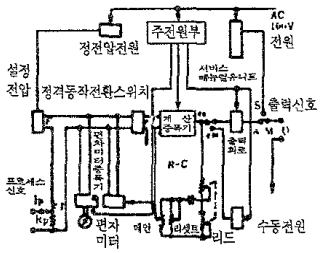
7) 비례+적분+미분동작 (PID동작, 삼항동작)

비례, 적분 및 미분의 3개 동작을 가한 제어동작을 말하며 응답이 진동적이고 또 제어가 비교적 곤란한 제어계에 사용된다. 측정치의 변화가 발생하고 편차가 일어나기 시작하면 그 변화의 속도에 비례하여 정정동작이 가하여 진다. 그러므로 대단히 빨리 안정하고 변동을 없앨 수 있으며, 정상편차도 발생하지 않는다.

이 동작은 급속여과지의 역세척용수의 유량제어 등에 사용된다.

<표 9.4> 조절부의 종류

종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
공기압식 (변위평형형)		제어편차에 대응한 변위에 의해 작동하고 서로 반대방향으로 움직이는 변위의 평형을 이용하여 출력공기압을 얻는 조절기. 노즐 플래퍼(nozzle flapper)에 주는 입력변위와 벨로우즈로 귀환시키는 변위가 평형했을 때의 노즐배압을 출력공기압으로서 보낸다	공기배관이 쉽고 공기가 누출하여도 오염되지 않는다 내식, 방폭성이 있다 보수가 쉽다	신호의 전달이 늦는 일이 있으며, 조작부에 따라 특성이 변한다 희망특성을 얻을 수 있도록 설계하는 것이 곤란하다 공기원을 필요로 한다
공기압식 (역평형형)		공기압으로 치환 설정, 검출 양입력을 직접 힘으로 변환하고 상호의 힘의 평형을 이용하여 출력공기압을 얻는 조절기 입력공기압을 서로 연결한 다수의 벨로우즈 등의 변환요소에 보내고 여기서 생기는 힘이 평형했을 때의 합성변위를 노즐, 플래퍼 등의 출력공기압으로 변환한다.	공기배관이 쉽다. 공기가 누출되어도 오염되지 않는다 내식, 방폭성이 있다 보수가 용이하다 고도의 조절까지 할 수 있으므로 널리 사용된다	신호의 전달이 늦는 일이 있으며, 조작이 지연되는 일도 있다 조작부에 따라 특성이 변한다 희망특성을 얻을 수 있도록 설계하는 것이 곤란하다 공기원을 필요로 한다.
유압식 (분사관식)		선단이 노즐로 되어 있어 압유를 분출하는 중공관으로 입력변위에 따라 미소각도만큼 회전한다 또한 여기에 대향하여 접근한 두 개의 수류구를 설치한다 입력변위에 의한 노즐의 이동에 따라 수류구가 받는 유압이 변화하고, 압력차에 의하여 조작실린더가 작동하고 I 동작이 행해진다	조작력이 강대하고 조작속도가 크며 장치가 견고하다 희망 특성의 것을 만드는 것이 간단하다	기름의 배관이 불편하고 기름으로 오염되며, 인화성이 있다 주위온도에 따라 특성이 다소 변한다 기름의 누출에 주의를 필요로 한다
전기식 (가동코일형)		가동코일형 계기에 on, off 조절기구를 붙인 조절기 가동코일의 작동에 의하여 직접 접점을 개폐하고 또 발진기의 발진강도를 변화시켜 계전기를 동작시켜서 on, off 동작을 한다 on, off의 주기를 변화시키므로서 등 가적으로 P동작을 한다	특수한 조작원이 불필요하다 설정치와의 비교에 힘을 필요로 하지 않으므로 불감대가 적은 조절이 가능하다 편차에 비례하여 통전시간을 변경하여 간단한 비례동작도 가능하다	방폭에 난점이 있고 습도 또는 기타 주변의 주위의 상황에 주의를 필요로 한다 고도의 조절을 할 수 없다

종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
전자식		검출변환기에 의하여 적당한 전기신호로 변경된 측정치를 설정치와 비교하고, 그 편차를 증폭하여 출력으로 하나 그 일부가 부귀환되어 그 회로에 비례-적분-미분의 연산회로가 투입되어 있어 적당한 조절신호를 발신하는 조절계 즉 변압기에 의한 통일신호(표준 DC4~20mA)로 변화시킨 프로세스 신호로 입력저항 R_p에 의하여 프로세스 신호전극 E_p로 변화되며, E_p와 설정전압 E_s와의 차, 즉 편차 전압e는 편차미터로 지시된 연산증폭기로 도입된다. 연산증폭기는 편차전압e와 PID를 위한 R-C 네트워크의 출력전압 ef의 차를 증폭하여 출력전압 e_o를 얻는다 출력전압 e_o는 출력회로의 트랜지스터에 의하여 출력전압 I_o(표준 DC 4~ 20mA)로 변환시킨다.	극히 융통성이 풍부하다(배치, 배선이 용이하다) 신호의 취급이 용이하다(아나로그 및 디지탈연산)신호의 전달지연이 없다. 특수한 조작원이 불필요하다 고도의 조절이 가능하므로 널리 사용된다	조작속도가 빠른 비례조작부의 제작이 곤란하다. 습도, 기타 주위의 상황에 주의를 요한다. 동작을 얻는 것이 비교적 복잡하다(적분,미분) 방폭에 난점이 있고 보수에 기술을 필요로 한다

(2) 제어계에 있어서의 목표치의 시간적 관계에 따라 다음과 같은 제어방식이 있다.

1) 정치(**定値**)제어

목표치가 일정한 제어방식으로 휘드백 제어의 기본이며 가장 많이 응용된다. 예를 들면 급속여과지의 정속여과유량제어 등이 대표적인 예이다.

2) 추치(**追値**)제어

목표치가 임의로 변화하고 거기에 추종하는 것을 목적으로 한 제어방식이다. 예를 들면 정수지 또는 배수지의 수위 등을 수요량의 시간적 변화에 따라서 계산하고 그 목표치를 따라 갈 수 있는 제어가 여기에 상당된다.

3) 프로그램 제어

목표치가 미리 정해진 시간적 변화를 하는 제어방식이다. 예를 들면 배수지의 수위나 세척유량을 미리 프로그램 설정기에 정해 놓고 그 목표치를 유지하도록 제어하는 방식이 여기 상당된다.

4) 비율제어

목표치가 어느 다른 양과 일정의 비교관계를 가지고 변화할 경우의 제어방식이다 예를 들면 황산알루미늄 또는 염소의 주입 등에 있어서 수량과 주입율 및 주입량과의 사이에 어느 비례관계를 유지시키는 제어가 여기에 상당한다.

5) 종속(cascade) 제어

일차 조절기의 출력이 이차 조절기의 설정치를 정하고 이차 조절기는 종속제어량을 검출하여 제어동작을 하고 주제어량을 조정하는 제어방식이다.

예를 들면 잔류염소주입제어에 있어서 하나의 조절기는 여과유량에 응하고 일정의 주입율에 따라서 비율주입을 하고 거기서 발생하는 잔류염소를 검출하여 부족의 염소량을 다른 조절기의 설정치에 넣어서 염소주입을 보충하는 방식 등이 있다.

조절부의 종류에는 표9.4와 같은 것이 있다.

2.6 조작부

계측제어용 기기의 조작부는 다음의 각항에 의하여야 한다.

1. 조작부는 사용조건에 충분히 견딜 수

있는 구조로 하고, 안정하며 확실한 동작을 하는 것이 좋다.

2. 자동제어를 하는 조작부는 필요에 따라 원격 수동 또는 현장 수동조작을 병용할 수 있어야 한다.

【해 설】

조작부는 조절부 등으로부터의 신호를 조작량으로 바꾸고 제어대상에 작동하는 부분을 말하며 각종의 밸브, 제수밸브류나 펌프 및 그 부속장치 등이 이에 상당한다.

조작부는 에너지원에 따라 자력식과 타력식으로 대별된다. 자력식은 검출부와 일체로 피제어유체 등의 에너지의 일부를 이용하여 동작하는 것이며, 타력식은 보조에너지를 사용하고 별도로 설치된 조절부로부터 신호를 입력으로 하여 조작부를 동작시키는 것이다. 또 타력식의 보조에너지에는 공기압식, 유압식 및 전기식이 있다. 조작부중 가장 널리 사용하는 것은 유량조절밸브이다. 조절밸브는 ON, OFF 밸브나 전환밸브와 함께 광의의 제어밸브에 포함된다 조절밸브는 단지 유체를 통과하는 배관과는 다르며, 그 구경의 선정을 잘못하면 양호한 제어를 할 수 없으므로 그 특성(밸브개도와 유량의 관계)과 구경에 대하여도 신중하게 결정하여야 한다.

1. 조작부는 지나친 조건에 견디어야 하므로 양호한 특성을 갖추기 위하여 다음 각호에 특히 유의할 필요가 있다.

(1) 마찰 기타 외부로부터 조작부에 가해지는 반력(反力)에 대하여 충분한 조작력이 있어야 한다.

(2) 동작속도가 안정성을 잃지 않고 충분히 빨라야 한다.

(3) 동작이 확실하고 늦는 일이 없어야 한다.

(4) 동작범위나 특성이 적당하여야 한다.

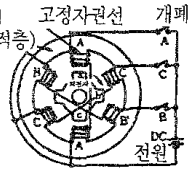
(5) 설치조건, 사용조건 및 환경조건에 대한 내구력이 충분하여야 한다.

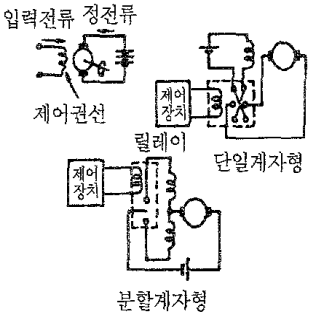
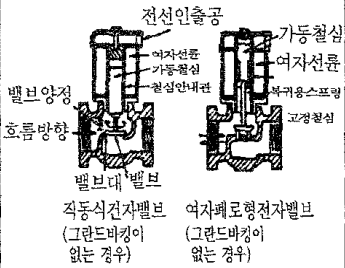
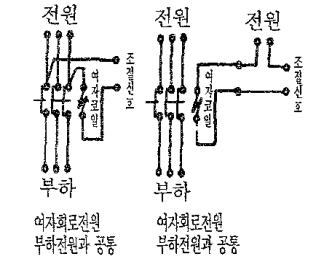
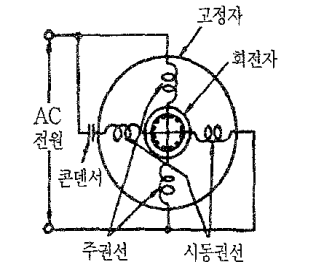
2. 자동제어를 원칙으로 하는 조작부에 있어서도 운전개시나 조정시에는 수동으로 임의의 제어를 행할 필요가 있다. 또 자동제어나 원격제어의 기구에는 고장이나 사고가 있을 경우에 보조적 수단으로서 수동제어를 할 필요가 있으므로 자동제어→원격수동제어→현장수동제어로 수시로 바꾸어서 제어할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

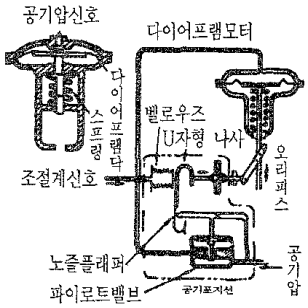
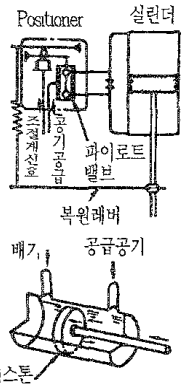
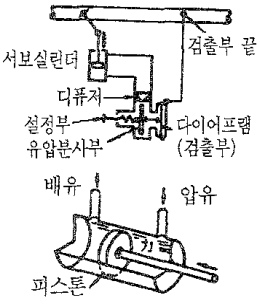
또 이때에 하나의 제어가 다른 제어로 이행되지 않도록 인터록(inter lock) 등의 장치나 확인을 위한 표시장치 등을 설치하여 두면 안전하다.

조작부의 종류에는 표9.5 같은 것이 있다.

<표 9.5> 조작부의 종류

종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
펄스모터	고정자철심 (규소강판적층) 고정자권선 개폐기 	고정자에 수조의 전자석을 설치하고 각 조의 여자코일의 순서대로 펄스(pulse)를 보내면 자력에 의하여 凸 극회전자가 일정각도로 회전한다	회전각도(또는 회전속도)가 펄스수(또는 펄스주파수)에 비례하고 간단하고 정확한 위치제어가 가능하다 신호전달지연이 없다 전원을 간단히 얻을 수 있다.	방폭의 필요가 있을때 복잡하고 큰 조작력을 얻으려면 너무 대형의 것이 된다.

서보모터		직류와 교류가 있으며 교류는 회전자의 관성을 작게한 이상유도전동기이며 직류는 타여자직류전동기이다.	교류는 소출력의 서보(servo)기구에, 직류는 시동토크 크기로 대출력의 것을 얻을 수 있으므로 전동기의 자동조절 등에 사용된다 설치공사와 동력원을 얻기가 간단하고 전송지연이 없다	교류는 비선형성이 크고 동작 효율이 나쁘다 직류는 증폭기가 교류에 비하여 어렵고 정류자의 보수가 필요하다 또 정류에 의한 노이즈(noise) 방해 등이 크다. 방폭의 필요가 있을때 복잡하고 경과년수 변화나 온도특성에 대한 고려가 필요하다 큰 조작력을 얻기 위하여 대형의 것이 된다.
전자밸브		솔레노이드(solenoid)중에 가동철심을 두고 여자전류에 의하여 철심을 흡인하고, 이것과 직결한 밸브를 개폐(ON, OFF 동작)한다	조작동력으로서는 전원을 간단히 얻을 수 있고, 신호지연이 없으며 원격제어에 적당하고 프로세스제어계의 동작에 사용된다	방폭의 필요가 있을때 복잡하고, 경과년수 변화나 온도특성에 대한 고려가 필요하고, 조작력이 커지면 대형이 되어 고가이고 밸브의 구조로부터 유체중에 분말상의 혼입물이 있을때 부적합하다
전자개폐기		마그네트 코일(magnet coil)의 여자전류를 단속하여 주회로접점을 개폐(on, off)하는 스위치의 일종이다.	구조가 간단하고 대전류의 제어가 가능하며 동작이 확실하므로 일반적으로 널리 사용된다. 설치공사와 동력원의 입수가 간단하고 신호의 전달지연이 거의 없으므로 원거리 제어계에 적당하다	방폭의 필요가 있을때에 복잡하고 경과년수 변화나 온도특성에 대한 고려가 필요하며 대용량의 전자개폐기는 전자유도 및 진동에 의하여 계기 및 측온회로에 악영향을 줄 염려가 있다.
콘덴서모터		단상유도전기의 일종으로 분상시동형의 시동권선회로에 콘덴서(condenser)를 투입, 그 회로의 전류를 주권선전류보다 진행시켜서 이상자계로 하는 방식이다.	시동토크가 크고 가격이 싸므로 널리 실용화되고 있다 프로세스제어의 경우에는 밸브와 조합하여 전동밸브로서 사용하는 일이 많다. 설치공사, 동력원입수가 간단하다	방폭의 필요가 있을때 곤란하며, 경년변화나 온도특성에 대한 고려가 필요하며 조작력을 크게 할때 대형이며 고가이다.

종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
공기압식다이어프램모터	 변위평형형공기 positioner	다이어프램과 조합된 것으로서 공기압신호와 다이어프램의 유효면적의 적에 의하여 발생하는 토크를 이용한 것이다	각종의 밸브와 조합시켜 다이어프램밸브를 형성한다 밸브개도가 공기압신호에 비례되고 있으므로 넓은 프로세스조작부로서 사용된다 비교적 싸고 배관비용도 저렴하다. 보수가 용이하고 경년변화가 적으며 전기식에서 일어나기 쉬운 누전현상이나 유압식에서 볼 수 있는 기름누출현상이 없으며, 화재에 대하여 본질적으로 안전하다	유압식과 같이 큰 조작력을 얻기가 어렵고 원거리 조작에는 지연이 있으며, 배관거리에는 주의를 요하며 대기의 온도, 먼지의 영향을 받기 쉽다
공기압식실린더	 역평형형 공기 positioner	실린더내의 피스톤의 한편으로부터 공기압신호를 보냄과 동시에 한편으로 배기하고 피스톤에 가해지는 공기압에 의하여 구동토크를 발생한다	구조가 간단하고 큰 조작력을 얻을 수 있으며, 스트로크(stroke)가 큰 것이 흔하다 대형밸브와 조합시켜서 널리 사용된다 비교적 배관비용이 저렴 하다 보수가 용이하고 경년변화가 적다. 전기식에서 볼 수 있는 누전현상이나 유압식에서 볼 수 있는 누유현상이 없고 재해에 대하여 본질적으로 안전하다	유압식과 같이 큰 조작력을 얻기가 힘들고 대기의 습도, 먼지의 영향을 받기 쉬우며, 원거리 조작에는 지연이 있으므로 배관거리에 주의를 요한다.
유압식실린더	 유압분사관식제어밸브	유압실린더내의 피스톤의 한편으로부터 유압신호를 보냄과 동시에 한쪽으로부터 배유하고 피스톤에 가해진 유압에 의하여 구동한다 양쪽에 축이 있는 양축형도 있다.	구조가 간단하고 견고하며 응답이 빠르고 조작력이 강대하다 큰 구동력을 필요로 하는 기계적 서보기구에 사용된다 직선회전운동을 용이하게 얻을 수 있다 단위, 치수, 중량당의 동력용량이 크다 가동부분의 마모가 적다	기름누출, 인화에 주의를 요하며 유압배관을 필요로 한다 배관거리에 제한을 받는다 주위온도변화에 따른 특성상 다소의 영향을 받는다

2.7 전송부

계측제어용 기기의 전송부는 다음 각항에 의하여야 한다

1. 전송부는 정밀도, 안정도 등이 전송목적 및 사용조건에 적합하여야 한다.

2 전송로는 유도장해 및 뇌해대책 등을 충분히 고려하여야 한다.

【해 설】

전송부는 검출부, 표현부, 조절부 및 조작부 등의 계측제어의 각 요소간에 신호를 전달하는 부분을 말하고, 또 텔리미터, 텔리콘트롤 등의 데이터 전송은 본장 35 데이터 전송기기에서 기술하며 여기서는 협의의 것을 대상으로 한다

전송부의 종류에는 공기압신호, 유압신호, 때에 따라서 수압신호를 위해서 도압배관과 전류, 전압 및 전기저항 등의 전기신호를 위한 전선로가 있다.

1. 전송부가 구비하여야 할 일반적인 조건은 다음과 같다.

(1) 전송로의 상태에 따른 오차를 발생하거나 오전송을 하지 않도록 하여야 한다.

(2) 응답속도가 빨라야 한다. 즉 측정량의 변화에 지연이 없이 추종하여야 한다.

(3) 전송로의 거리 및 종류에 관계없이 고정밀도를 얻을 수 있고 안정성이 있어야 한다.

(4) 도압배관은 완전하고 누출이 없어야 한다.

(5) 구조가 간단하고 고장이 적으며 신뢰성이 높아야 한다. 또 전기신호에 있어서는 다음 사항에 유의하여야 한다.

1) 전원의 전압, 주파수 등의 변화에 따른 오차가 생기지 않아야 한다.

2) 전기신호의 전송은 될 수 있는 한 유선(有線)이어야 하고 극력 유도장해를 방지하여야 한다.

2. 전송로는 장해를 받았을 때 계측 및 제어신호가 혼란되고 정확한 계측과 제어가 불가능하게 된다. 그러므로 다음 각호에 대한 대책이 필요하다.

(1) 유도장해의 대책

1) 동력선이나 신호선을 케이블 경로의 변경

2) 신호의 질의 변경

3) 경우에 따라서는 전원을 별도로 설치할 것

4) 신호선을 완전하게 실드(shield)할 것

5) 저대역 필터(filter)를 투입할 것

(2) 뇌해대책

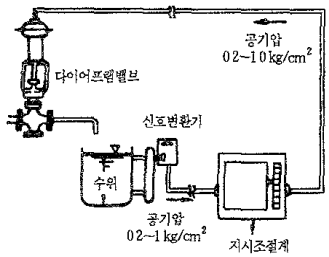
1) 전송로를 모두 지중 케이블로 할 것.

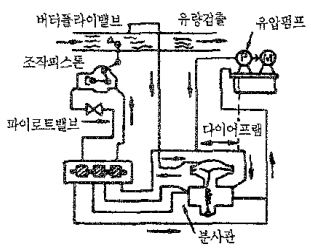
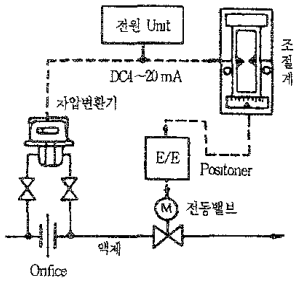
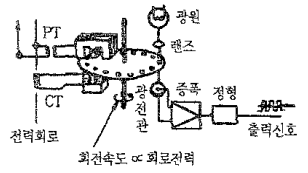
2) 전송로는 될수록 지표 근처에 가설하고 그 직상부 근처에 가공지선을 병설할 것

3) 피뢰기 등의 보호장치를 설치할 것.

또 전송로 및 장치에 피뢰기 등의 보호장치를 설치할 경우 접지에 충분히 유의하여야 한다 예를 들어서 공용접지로 하면 타 접지장치의 지락전류에 의한 접지전위의 상승 또는 동시에 2개소에 낙뢰 등이 있을 때에 접지전위차의 영향 등으로 접지를 공유하고 있는 설비자체에 파급될 염려가 있다 그러므로 접지는 될 수 있는대로 독립접지로 하는 것이 바람직하다. 또 전송로가 단선되거나 또는 도압배관의 누출부분에 고장이 발생할 경우를 고려하여 보수가 어려운 부분은 예비적인 설치를 하여 두면 당초 비용은 고가이나 유지관리면에서 유리하다. 전송로의 종류에는 표9.6과 같은 것이 있으며, 피뢰기는 표9.7에 표시된 것이 있다.

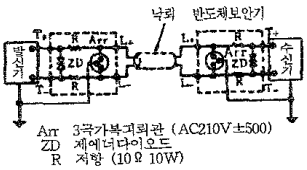
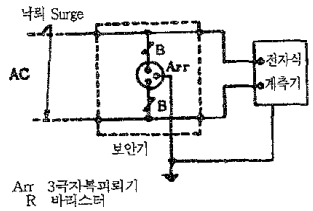
<표 9.6> 전송부의 종류

종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
공기식 전달방식		측정량, 조작량 등을 일정한 관계에 있는 공기압으로 변환시켜 전송하는 방식, 신호압력은 02~10kg/㎠로 통일되고 있다	발화의 염려가 없고 청결하며, 보수가 용이하다	배관이 다소 복잡하고 약 200m 이상의 길이에서는 신호지연이 문제된다 공기원장치가 필요하다.

종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
유입식 전송방식		측정량, 조작량 등을 유압으로 변환시켜 전송하는 방식, 신호의 크기는 목적에 따라 차이가 있다	기름은 비압축성이므로 응답이 빠르고 강대한 조작력을 얻을 수 있다	기름의 누출, 인화의 염려가 있다 또 관로저항으로 원거리전송에는 적당하지 않다.
직류전류방식(전자식)		측정량, 조작량 등을 직류전류로 변환시켜 전송하는 방식으로 대개 DC4~20mA의 신호로 통일되어 있다 또 전원의 공급과 측정신호의 전송을 같은 선으로 하는 2선식 전송로가 일반적으로 사용되고 있다	전공변환기 등의 조작부를 구동하는 전력전송도 가능하고 유도제거가 용이하다.	검출부는 증폭기를 필요로하여 고가이다.
펄스전송방식		검출기에 따라 측정량을 여기에 대응하는 펄수수로 변화시켜 전송하는 방식이다 이의 사용예로서는 회전수계, 터어빈식 유량계 등이 있다	신호형식이 펄스이므로 선로상태에 좌우되는 일이 없고 극히 원거리 전송에 적합하다 반송방식을 사용하는 수가 있다.	노이즈(noise)에 약하다.

<표 9.7> 피뢰기의 원리

종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
		피뢰기는 전송라인에 내습하는 뇌전압에 대하여 이를 대지로 방전하고, 그 단자뇌압을 소정의 값까지 낮추며, 그 결과 라인에는 사고가 일어나지 않고 라인의 절연을 확보하고 신호의 전송을 계속한다. 피뢰기는 계기의 라인측에서 신호단자와 어스(earth)간에 접속되고 평상시는 아무 전류도 흐르지 않으나 방전개시 전압보다 높은 전압이 내습하면 피뢰기는 동작하고 대지로 뇌전류를 방류하며, 그 결과 피뢰기의 단자전극은 어느 값으로 제한된다. 피뢰기가 방전을 시작하였을 때의 단자전압의 순시치를 방전개시전압, 방전중의 피뢰기의 단자전압을 제한전압이라 한다 방전전류나 제한전압은 충격파의 파고치로 표시된다 신호용 피뢰기와 전원용 피뢰기가 있다.		뇌발생현황, 지형, 전송라인의 형상에 따라 반드시 안전하다고 할 수 없다. 피뢰기는 될 수록 피보호계기의 근처에 설치하거나 또는 신호전송라인을 가공선로로

종류	구 조 도	원 리	장 점	단 점
반도체식	 신호용피뢰기	신호용 피뢰기 3극방전관과 저항, 제에너다이오드로 구성된다 대어스간에 서지(surge)가 침입되었을 때 3극방전관의 신호라인 2개가 어스관극에 대하여 어느 방전전압으로 방전을 개시하고, 대어스간 전압을 방전전압까지 인하시키는 작업을 한다 그때 이상적으로 3극의 방전이 동시에 동작하면 L¯L¯간에는 하등의 이상전 압이 발생하지 않아야 하며, 이같은 보안장치는 서지의 침입을 거의 모두 방지한다 그러나 실제에서는 3극 방전관의 전극간에 약간의 방전전압이 차이가 있으므로 이 방전전압의 차에 상당하는 시간만큼 선간에 임펄스 (impulse)가 있다. 또 서지의 파고치가 얕은 경우에는 대어스에 대하여 어느 한 방향만 방전하지 않을 경우도 있으며 이때에 선간에 임펄스가 생긴다 여기서 선간에 접속된 전극에서는 이 임펄스로 방전을 개시하고 L¯L¯간의 선간 전압을 방전전압까지 끌어 내린다. 또 제너 다이오드(Zener diode)를 선간에 투입하고 계기의 입력측은 이 제너전압 이하로 보호된다.	급격하게 상승하는 서지에 대하여 응답이 빠르다.	하는 경우는 될수록 지표로부터의 높이를 낮게하는 등의 제약이 있다 특별 제3종 접지공사 이상의 접지를 필요로 한다.
	 전원용피뢰기	전원용 피뢰기 계기의 AC전원측에 삽입된 3극자복피뢰관 1개와 2개의 바리스터(ballister)로 구성된다 3극자복피뢰관의 역할은 신호용반도체 보안기와같은 동작을 하나 보통 AC전원 전압은 100~200V이고, 서지에 의한 피뢰관이 방전을 시작하는 방전전극압은 전원전압보다 낮으므로 서지가 없어진 다음에도 이 전원전압에 의한 방전이 지속된다 소위 속류현상을 일으키고 전원에 이상부하가 걸리게 되므로 피뢰관에 직렬로 바리스터를 투입하여 서어지와 같은 높은 전압에서 저저항이 되고 전원전압과 같이 낮은 전압에서는 고저항이 된다 속류를 차단하여 목적을 달성하는 것이다		

제3절 감시조작설비

3.1 총 칙

감시조작설비는 상수도시설의 규모에 알맞은 것으로, 안정적, 합리적, 효율적인 운용을 도모하고, 높은 신뢰성, 우수한 감시조작성을 겸비한 것이어야 한다.

그 구성은 감시조작반을 현장에 설치하는 간단한 형태로부터 컴퓨터(computer)나 자료 전송로(data highway), 원방감시제어(telemeter, telecontrol) 등의 장치로 이루어지는 것까지 여러가지 방식이 있다.

설치에 있어서는, 플랜트의 상황에 따라 필요한 최소한의 설비로 구성되어야 한다 또, 시스템의 규모가 크면 클수록 시스템 고장(system

down)은 수처리공정이나 물의 안정공급 등에 지장을 주기 때문에 높은 신뢰성을 갖는 기기를 사용하는 것은 물론 시스템 전체의 안정성, 확장성, 위험분산 등에 관한 고려도 필요하다.

또한, 감시조작설비는 고도화, 복잡화하는 시설을 종합적인 관점에서 안정적, 효율적, 합리적인 운영을 목표로 한다고 하는 것 외에도 성력화(省力化)라는 측면을 가지고 있다. 따라서 한정된 인원으로 목적에 부합되는 관리운용을 하기 위해서는 인간공학적 측면의 고려가 필요한 동시에 감시조작성이 우수한 시스템이어야 한다. 감시조작설비는 물수요의 증대나 시설의 운용형태를 변경할 경우에 대응할 수 있는 유연하고 확장성이 있는 시스템이 바람직하다.

고도의 기능을 갖는 감시조작설비에 있어서도 운전조작 및 유지관리요원의 기술수준에 알맞는 것으로 하지 않으면 설비의 기능을 충분히 발휘할 수 없다. 따라서, 감시조작설비는 시설의 규모, 중요도 및 기술수준에 적합한 것임과 동시에 관리방식도 고려하여야 한다.

이와 같이 관리방식과 밀접한 관계를 갖는 감시조작설비는 맨머신인터페이스(man machine interface)를 위해서 인간과 시설, 시설상호의 관련을 충분히 이해한 뒤 명확한 도입목적을 기초로 명확한 설계개념에 맞는 설계가 필요하다.

3.2 감시설비

감시설비는 다음 각 항에 의하여야 한다.

1. 감시설비는 시설의 운전이 이해하기 쉬워야 한다.

2 감시설비의 각종 정보를 전송하는 장치는 정확, 신속히 전달하는 기능을 가져야 한다.

3. 기록방식은 기록의 목적 및 내용에 적합하여야 한다.

4 경보의 통지나 표시는 운전원이 이해하기 쉬워야 함과 동시에 필요최소한으로 하여야 한다.

【해 설】

감시설비는 상수도시설을 운전관리하는데 있어서 맨머신인터페이스가 중요한 설비이다

감시설비는 설비 및 기기의 운전상태나 고장상황, 물처리공정에 있어서 각종 계측량 등의 정보를 목적, 용도에 의해서 정리통합하여 운전원에게 필요할 때, 필요한 형태로 신속하고 확실히 제공하는 것이 요구된다.

감시설비는 감시반, 조작반, 계측제어반, CRT(브라운관 표시장치), ITV 장치 (공업용 TV), 프린터 등을 시설의 규모에 따른 조합에 의해 구성된다.

1. 감시설비는 상수도설비를 한정된 인원으로 운전감시하기 때문에 운전원이 정확하게 운전자료를 파악할 수 있도록 감시성이 우수한 설비가 요구된다.

감시방식은 현장감시와 중앙에서의 집중감시 방식으로 크게 구별된다.

현장감시방식은 한정된 범위의 설비나 기기의 감시를 현장감시반 등에 의해 행하는 것으로 계측값의 표시를 위한 지시계나 조절계, 설비 및 기기의 운전상태나 고장상황을 알리는 표시 등으로 구성된다.

집중감시방식은 정수장 등에 있어서 설비나 기기의 감시를 중앙감시실에 설치된 감시반이나 CRT 등으로 종합적인 감시를 하는 것으로, 원방감시제어장치, 분산형제어장치 및 컴퓨터 등이 사용된다.

집중감시방식은 일반적으로 중앙관리실에 그래픽(graphic)감시반을 설치하여 감시하는 방식, 그래픽 감시반과 CRT의 병용방식, 미니그래픽 판넬(mini graphic panel)과 CRT의 병용방식, CRT만으로 감시하는 방식의 4개가 있다

이들 방식의 선정에 맞는 다음 각 항을 검토하고 결정한다.

(1) 감시대상시설의 규모, 계측량 및 감시항목의 점수

(2) 경보출력점수, 경보의 표시 및 통지방법

(3) 운전원의 수나 유지관리 요원수

(4) 감시의 난이성이나 맨머신 커뮤니케이션(man-machine communication)[주1]의 적합여부

(5) 증설이나 개조에 대한 적응성

(6) 관리실의 공간

(7) 경제성

(8) 백업 시스템(back-up system)의 이상적인 상태

표 9.8에 감시방식의 비교를 나타낸다

감시반, CRT, 미니그래픽(mini graphic)의 채용시의 유의하여야할 점은 다음과 같다.

1) 감시반

감시반은 표시내용이나 점수에 의해서는 대형 상태파악이 곤란하기 때문에 크기의 결정에는 충분한 검토가 필요하다 또, 표시내용의 변경에 대하여 유연하게 대응할 수 있는 것이 바람직하다.

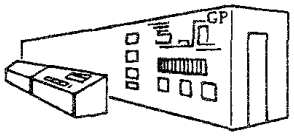
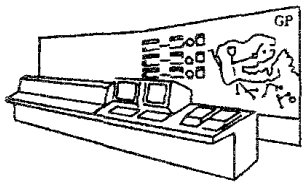
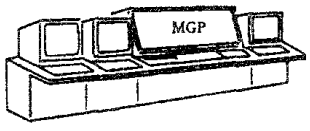
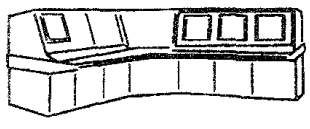
감시반상의 기기의 배치는 인간공학적인 배려가 필요하고, 일반적으로는 상단에 집합경보 표시기·표시램프, 중단에 지시계, 조절계, 하단에 기록계, 적산계를 배치하는 것이 바람직하다. 그림 9.7에 감시반의 구체적인 예를 표시하였다.

감시반은 운전원이 항상 이것과 상대하고 있기 때문에 구조, 형태 및 치수, 기타 설치장소와의 조화가 좋은 것으로 하며 색채조화나 조명에 관해서도 충분히 고려한다.

표시용 기기의 종류는 다방면에 걸치기 때문에 복잡하게 편성되면 공정의 상황파악 및 판단에 오류가 발생되므로 계통적으로 정리하여 놓는 것이 바람직하다.

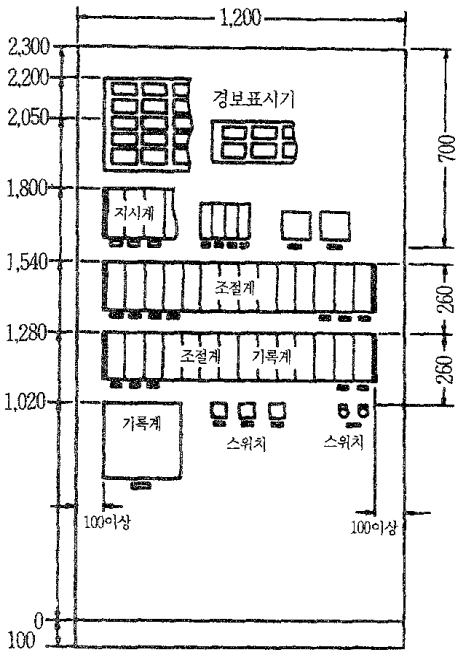
그래프 감시반에서는 symbol의 모양이나 호

<표 9.8> 감시방식의 비교

방식	개 념 도	감시의 난이도	Man-machine communication	설비의 확장, 개조에 대한 적응성	관리실 공간
그래픽 감시반 방식		대형 감시반이 설치되기 위해 정수장 전체의 운전상태, 수처리 상태를 용이하게 파악할 수 있다 단, 정보량, 조작량이 많은 반면 번잡하고 감시성은 좋지 않다.	상세정보를 갖기 위해서는 감시원이 관리실내에서 이동을 되풀이하는 것으로 양호하다고 할 수는 없다	그래픽이 고정되기 때문에 감시반의 디자인(design) 변경은 곤란하다	대(大)
그래픽 감시반 + CRT방식		대형 감시반에 의해 전체의 상태파악이 용이하고, 감시반에 표시할 수 없는 상세정보 관련정보의 표시도 CRT에서 행할 수 있다	양호	감시반의 그래픽에 대해서 디자인(design)변경은 곤란하다	대(大)
미니그래픽판넬 + CRT방식		축소그래픽에 의해 전체의 운전상태, 수처리의 용이한 파악이 가능하다 상세정보에 관해서도 CRT에서 표시 가능하다.	양호	미니그래픽에서 그래픽 디자인(design)변경은 용이하다	중(中)
CRT방식		CRT 화면의 크기가 한정되어 있기 때문에 전체의 상태파악이 약간 어렵다	양호	CRT 화면의 변경은 softwear에서 대응이 가능하기 때문에 용이하다.	소(小)

주1) Man-machine communication

인간과 컴퓨터(computer)간의 대화로, 인간에게 있어서 이해하기 쉬운 기능, 예를 들면 도형 입출력, 음성출력등에 의해서 원활한 조작이 가능하도록 하는 것을 말한다.



<그림 9.7> 감시반의 예 (단위 : mm)

름도에 지나치게 열중하면 그래픽 본래의 효과가 즐기 때문에 가능하면 간략하게 단순화하는 것이 바람직하다.

2) CRT

CRT는 운전감시에 필요한 온갖 정보를 화면상에 임의표시할 수 있기 때문에 시설 및 설비단위의 상세감시가 가능하다 그러나 필요한 정보를 운전원이 호출하지 않으면 볼 수 없기 때문에 운전원의 요구에 민첩하게 CRT가 응답할 수 있는 것이 중요하다. 따라서, 화면선택에는 조작의 단순화를 도모하는 것이 요구된다

화면선택에는 다음의 각 항과 같은 조치에 의해 운전원의 편의를 도모하는 것이 필요하다.

① 이용도가 높은 화면은 화면의 갱신속도를 을린다.

② 감시조작상 서로 관련있는 화면 사이는 직접 전환할 수 있도록 한다.

③ 화면조작중 감시대상설비에 고장이 발생한 경우는 고장발생화면에 원터치로 전환할 수 있도록 한다.

④ 사용빈도가 많은 화면이나 주된 시설 및 설비의 화면에는 원터치키(one-touch key)를 준비한다.

단, 화면선택의 조작성이나 편리성의 요구가 크게 되고, 소프트웨어가 복잡하게 되지 않도록 주의하지 않으면 안된다.

CRT의 화면수는 시설의 규모가 클수록 늘어나지만 될 수 있는 한 필요최소한으로 적용할 필요가 있다

화면선택방식에는 화면번호에 의한 선택방식, 화면을 이동시키는 방식, 메뉴(menu)방식[주2], 윈도우(window)방식[주3] 등이 있다.

CRT의 대수는 일반적으로 시설의 규모, 운전원의 수, 감시제어방식 등으로부터 결정되지만 감시성, 조작성, 경제성 등의 고려도 필요하다.

화면표시는 운전원에게 피로감을 주지 않도록 흐름도(flow)의 구성이나 배색에 유의하여, 기기나 계측자료의 고장이나 이상시에는 상황파악을 쉽게 하기 위해서 기기 심볼(symbol)의 표시색, 계측자료의 색을 변화시키는 배려도 필요하다.

화면의 유지관리기능으로서는 화면의 설비흐름도나 문자명칭의 추가, 삭제 및 변경, 혹은 계측자료의 표시위치의 변경 등이 CRT와의 회화형식으로 용이하도록 가능한 기능을 구비하는 것이 바람직하다

일반적인 화면의 종류와 내용은 아래와 같다.

(ı) 그래픽(graphic)화면

설비의 전체흐름도, 계통마다의 흐름도, 더욱 상세한 부분의 흐름도, 기타 단선결선도 등을

주2) 메뉴(menu) 방식

필요화면의 타이틀(title)등을 1화면상에 일괄표시하여 각각의 타이틀에 부여된 번호 또는 커서(cursor)를 타이틀에 합치고, 필요화면을 용이하게 선택할 수 있도록 한 방식을 말한다

주3) 윈도우(window) 방식

하나의 화면에 몇개의 독립한 화면을 표시하는 방식으로 멀티윈도우(multi-window)라고도 한다

기기의 상태, 고장표시 및 관련된 계측자료와 동시에 표시하는 화면이다.

(ii) 루프(loop) 표시화면

계측항목마다 상·하한 경보 및 변화율 경보값을 설정하기도 하고, 제어루프(loop)의 설정값 혹은 제어값의 설정을 아나로그 조절계의 이미지(image)로 행하기 위한 화면이다.

(iii) 그룹(group)표시화면

공정의 상태를 감시하는 데에 있어서, 예를들면 펌프의 전동기전류, 토출압력, 유량, 토출밸브 개방이라고 하는 관련자료를 동일화면상에 표시하는 화면이다.

(iv) 트렌드(trend) 화면

공정의 제어성을 감시하는 리얼타임 트렌드(real time trend : 단시간 꺾은선 그래프)와 1일 공정의 시간 경과변동을 감시하는 히스토리컬 트렌드(historical trend : 장시간 꺾은선 그래프)를 표시하는 화면이다.

(v) 오버뷰(overview) 화면

계측자료의 상황을 전체적으로 파악하기 위해서 한 화면에 많은 항목을 동시에 표시하는 화면으로, 표시는 이상내용에 의해서 색상별로 표시되므로 한눈으로 이상 상태를 파악할 수가 있다.

(vi) 알람(alarm)표시화면

기기의 고장, 이상의 내용을 표시하는 화면으로 고장입력알람, 고장계속중알람, 기기동작알람 등의 화면이 있다.

3) 미니그래픽 판넬(mini graphic panel)

미니그래픽 판넬의 기능은 전체의 운전상태를 한눈으로 직감적으로 감시 가능하고, 또한 수처리공정을 파악하는 것을 목적으로 하며 더욱이 컴퓨터에 의한 감시기능이 고장일 경우 백업(back up) 조작용으로 유효한 설비이다. 이들의 기능을 만족하기 위해서 아래와 같은 표시기능에 유의하여야 한다.

① 대상공정의 계통표시로서는 관리대상 공정전체를 간소화한 그래픽이나 수변전 스케줄(schedule)을 표시하는 것.

② 상태 및 경보표시는 주요기기, 주요수조, 주요탱크 등에 한정시키고, 최저한의 전체적인 시설가동상태의 파악을 가능하게 하는 것.

③ 자료표시는 특히 공정의 운전상태, 처리상태를 판단하는데 필요한 유량, 수압, 수질자료를 디지탈로 표시한다. 또, 표시자료는 컴퓨터 시스템(computer system)과 분리된 자료를 사용하는 것.

2. 비교적 계측, 감시, 제어점수가 많은 정수장 등에 있어서, 설비의 상태나 계측량 등의 정보파악과 이것에 근거하는 종합적인 판단 및 제어를 정확·신속히 행하기 위한 운전장치가 필요하다.

일반적으로 처리장내 전송용에는 기기로서 분산형 제어장치가 그 전송로에는 광케이블이나 동축케이블 등이 사용된다.

처리장외 전송용의 기기로서는, 원격측정장치(telemeter), 원거리감시제어장치(telecontrol)가 있고, 그 전송로에는 사설회선이나 한국통신(K.T) 회선을 사용하는 유선에 의한 방식과 무선방식이 있다.

이들 전송방식의 채용, 전송장치의 구성에 맞는지에 대한 유의사항 등에 관하여는 3.5 데이터전송기기를 참조할 것.

3. 정수장 등의 설비나 기기를 운전관리 혹은 보수관리하기 위해서는 운전자료나 계측자료의 기록이 필수적이다. 이들 자료는 단지 기록만이 아니라, 운전조작이나 보수작업에의 반영, 최적 약품주입제어의 이용 등 운전관리에 유용하게 활용되지 않으면 안된다.

운전 및 계측자료는 일반적으로는 일보, 월보, 연보 등의 형태로 기록보존되어 이들의 자료는 운전비(약품비, 동력비 등)의 절감에 효과가 있는 등 경영관리 정보로서도 활용된다.

설비 및 기기의 고장자료는 보수주기나 설비갱신시기의 결정 혹은 사고의 분석 등에 활용된다.

설비 및 기기의 운전상태나 조작내용, 그외에 수처리 상황 등의 기록을 보존하기 위해서는,

상세한 것이 바람직하다. 그러나, 방대한 수의 자료를 전부 기록하는 것은 낭비일 뿐만 아니라 어려운 문제이기 때문에, 기록하는 자료는 운전상태나 수처리 상황을 향후에 파악하는 데 필요하다고 판단되는 것에 한하여 선택하는 것이 필요하다.

기록방식은 아나로그(analog) 기록계에 의한 상시 기록을 주체로 운전원에 의한 정기적인 기록을 병용하는 방식과, 컴퓨터(computer)를 주체로 한 자동기록방식이 있다.

전자의 방식은 자료의 보존이 일보용지 및 기록용지이기 때문에 통계처리나 각종 분석을 하는 경우에 자료 가공이 어렵다.

후자의 방식은 자료의 수집, 보존을 자기 디스크 및 자기 테이프 등의 전자매체로 행하기 때문에 자료의 가공이 손쉬워 통계처리나 각종 해석을 하는데 적합하다.

이 방식에서 고장이나 기기동작기록은 발생시점에서 발생시각과 항목명칭 등을 인지할 수가 있다.

또한, 이외에 CRT 화면상의 그래프 표시화면이나 트렌드(trend) 표시화면을 직접 출력하여 기록하는 하드카피(hard copy)도 있어 유지관리업무 및 보고업무 등의 활용도가 크다.
일보 및 월보용지는 미리 인쇄된 용지로서는 설비나 기기의 증설 등에 대한 융통성이 없고, 재인쇄가 필요하므로 비경제적이다. 따라서, 범용의 기록용지를 사용하고 설비나 기기의 증설 시에는 기록프로그램의 변경에 의해 간단히 대응할 수 있도록 같은 시스템으로 하는 것이 바람직하다

표 99에 각종 기록기능의 구성 예를 표시하였다.

4 경보의 발생통지나 표시는 운전원에게 알기 쉽고 대처하기 쉽게 하는 것이 중요하다

경보의 통지나 표시는 고장기기나 고장의 정도에 의해서 음량, 음색, 심볼색상, 표시 등 색상을 바꿔 알리는 등의 배려가 필요하다.

고장의 정도는 전기사고 등 단수에 이어지는 기기나 항목은 중고장으로, 계측자료의 이상 등은 경고장으로 순위를 붙일 필요가 있다. 경보점수는 시설의 규모나 감시제어방식에 의해 결정되지만, 될 수 있는 한 적게 하도록 시스템 설계 때에 충분히 검토할 필요가 있다.

3.3 제어설비

제어설비는 다음 각 항에 의한 것으로 한다.
1. 시설에 적합한 제어기능을 갖고, 또한 신

<표 9.9> 각종 기록기능의 구성 예

기능		내용	구성기기						
			계산기	조작반	CRT	하드카피	프린터	자기디스크	자기테이프
강표작성		일보,월보,기타(약품사용량, 원단위 등)	○	○			○	○	○
파일관리		오측정 및 계기고장시의 무효데이타 등의 보정을 행한다	○	○	○			○	○
그래프 표시		수집데이타를 가공해서 그래프를 표시한다	○	○	○	○		○	
고장리스트 기록		고장발생 내용을 기록한다	○	○	○		○	○	○
고장 안내		고장항목에 대해서 필요한 안내를 행한다	○	○	○	○		○	
데이터 전송로		데이터를 보존한다 (단기)	○	○				○	○
기기동작 이력		기기의 동작상태를 표시 보존한다	○	○	○	○		○	○
감시	데이타표시	현재값, 운전상태를 표시한다	○	○	○	○		○	
	경보message	기기의 이상 message를 표시한다	○	○	○			○	
데이터 통신		보고용 데이터를 main station 등에 보낸다	○	○				○	○

뢰성, 확장성 및 보수성 등이 우수한 것.
2. 필요최소한의 백업(back up)설비를 마련하는 것.

【해 설】

제어설비는 시설을 안전, 확실, 효율적으로 운전하는 것으로, 안전성과 신뢰성이 특히 요구되어 운전관리방식을 결정하는 것에도 큰 영향을 준다.

따라서, 제어설비를 검토하는데 있어서는 시설의 규모, 제어내용, 제어 루프(loop)수, 정보량, 장래의 확장성, 설비비, 유지관리 등을 고려한다. 더욱이, 제어설비의 고장에 의한 영향을 최소한으로 하기 위해서 백업기능, 위험분산, 기능분산을 꾀하는 것 같은 확장화에 대해서도 유의가 필요하다.

1. 제어설비는 제어성, 신뢰성, 안전성, 보수성, 확장성, 경제성 등이 우수하고, 시설의 규모나 운전관리방식에 적합하여, 취수, 약품주입, 여과 등의 제어방법에 알맞은 것이어야 한다

제어방식은 컴퓨터를 사용하는 제어방식과 사용하지 않은 제어방식으로 크게 구별할 수 있다. 최근 전자기기의 진보에 의해서 소형이며, 염가인 마이크로프로세서(microprocessor)가 보급되어 현장조절계 등에 널리 적용되고 있어, 컴퓨터를 사용한 제어가 일반화되고 있다.

컴퓨터를 사용하는 제어방식은, 집중제어방식과 분산제어방식으로 크게 나누어 진다.

집중제어방식은 제어기능을 1대의 컴퓨터에 집약하여 제어를 하는 형태로, 일반적으로 제어기능과 감시기능을 동일한 컴퓨터로 하는 방식이다.

분산제어방식은 제어기능을 수처리공정 혹은 설비구분마다 전용으로 설치한 복수의 제어장치(microcomputer 내장)를 분산하여 제어하는 형태이다

컴퓨터를 사용하지 않은 제어방식은 중앙감시반이나 현장제어반에 설치되어 있는 제어장치(조절계)나 릴레이회로에 의해 직접 기기를 제어하는 방식이다.

제어방식의 채용에 있어서는 다음 특징에 유의하여 결정한다.

(1) 컴퓨터를 사용하는 제어방식

1) 집중제어방식

① 제어기기가 컴퓨터이고, 시퀀스(sequence)제어, 휘드백제어는 물론, 복합제어나 고도의 연산을 필요로 하는 제어도 가능하다.

② 시퀀스제어 등은 소프트웨어로 대처할 수 있기 때문에 비교적 유연성이 있어, 릴레이회로 등 반내의 개조에 비교하면 변경이 용이하다. 그러나 컴퓨터의 소프트웨어 변경은 상당한 비용이 따르므로 주의가 필요하다.

③ 컴퓨터 1대로 전 루프를 제어하기 때문에 컴퓨터의 고장은 시스템 전체에 영향을 미치므로 백업대책이 필요하다.

④ 제어기능이 전부 컴퓨터에 집중하고 있기 때문에 보수점검은 용이하지 않다.

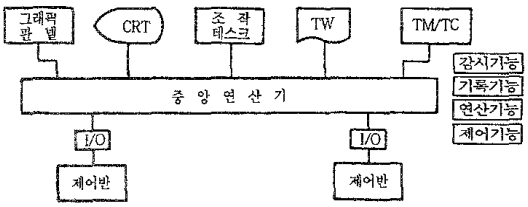
2) 분산제어방식

① 제어는 현장전기실 등에 분산설치된 제어장치로 하는 것으로, 집중제어방식과 같은 제어가 가능하고, 중앙감시조작설비와 현장제어장치 및 각 현장제어장치 사이는 데이터 전송로(data highway)를 통해 결합하는 구성으로 배선이 대폭 줄어든다.

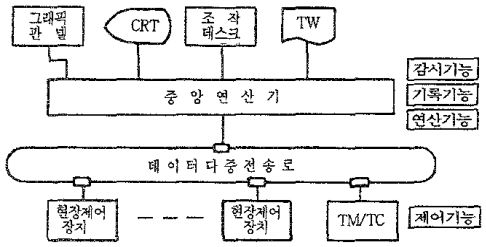
데이터 전송로에는 동축케이블 또는 광케이블이 사용된다.

② 시퀀스제어는 마이크로 컴퓨터의 소프트웨어로 수행할 수 있기 때문에 복잡한 시퀀스도 비교적 용이하다. 또, 설비의 증설이나 제어내용의 변경 등은, 제어장치의 증설 혹은 소프트웨어의 변경으로 확장성이 좋다.

③ 보수점검은 설비단위로 제어장치가 배분되어 있기 때문에 시스템 전체를 정지하는 것 없이 수행할 수 있다. 더욱이 고장범위도 한정되는 등 위험분산을 꾀할 수 있어 신뢰성이 우



(1) 집중감시 집중제어



(2) 집중감시 분산제어

<그림 9.8> 감시제어방식의 구성 예

수하다.

④ 현장설치의 제어장치는 피제어설비의 규모에 대응한 것을 선택할 수 있다. 단지, 1대의 제어장치 고장이 복수의 루프에 영향을 주기 때문에 백업 시스템에 관해서 고려할 필요가 있다. 그림9.8에 감시제어방식의 구성예를 표시하였다.

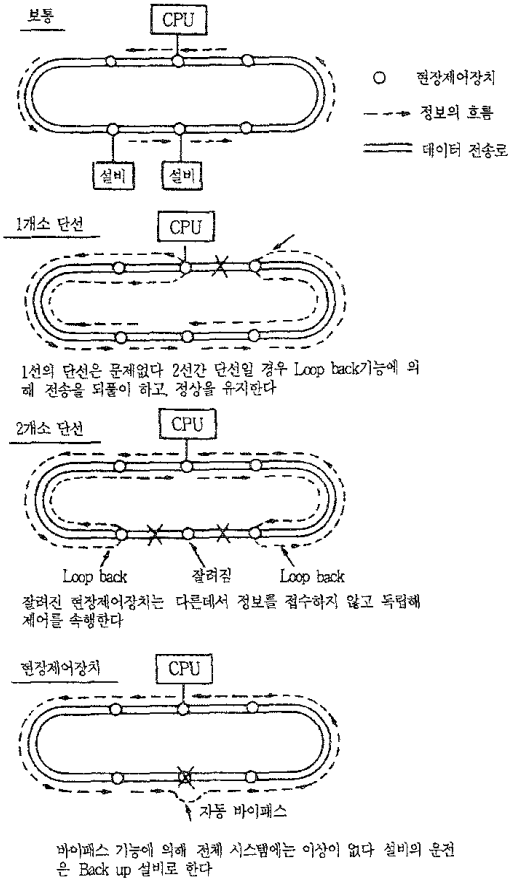
(2) 컴퓨터를 사용하지 않는 제어방식

1) 휘드백(feedback)제어와 시퀀스제어가 주체로 고도의 연산처리를 필요로 하는 제어나 시퀀스제어와 휘드백 제어를 편성한 복합제어에는 적당하지 않다

2) 시퀀스제어는 릴레이회로로 구성하기 때문에 회로가 비교적 간단하고 보수가 용이하지만, 제어내용의 변경은 기구, 배선의 철거 등이 발생하는 융통성이 결여되는 면이 있다.

3) 제어단위에 독립적인 단일 루프를 구성하는 것으로 반과 기기 사이는 케이블 배선이 복잡하게 된다. 그 때문에 소규모인 시설에서는 설비가 단순하고 최저한의 백업으로 끝나기 때문에 높은 경제성을 발휘할 수 있다.

4) 복잡한 제어나 규모의 큰 시설에서는 정보량이 증가하여 케이블배선이 불어나기 때문에 경제성이나 유지관리에 있어서 불리하다 또



<그림 9.9> 전송로의 이중화방식의 구성

한, 설비의 증설에도 새로운 케이블배선의 포설이 필요하는 등 확장성이 뒤떨어진다.

5) 백업은 제어단위가 단일 루프이기 때문에 고장이 발생하더라도 전 설비에 영향이 없기 때문에 특히 중요한 루프를 제외하곤 필요로 하지 않는다

2 제어설비의 백업은 시스템의 점검시 혹은 고장·이상시의 영향이나 손해를 최소화하여, 필요최소한의 운전감시나 수처리의 중단을 없게 하기 위한 설비이다.

백업방식을 결정하는 데 있어서는 설비나 장치의 중요도나 신뢰성 또는 고장·이상시의 조작성, 더욱이 설비비, 유지관리비의 경제성 조건을 종합적으로 판단하고 결정하여야 한다.

제어설비의 백업에는 일반적으로 중앙의 컴

퓨터, 현장제어장치 및 전송로의 백업이 있다.

백업을 검토하는 것에 있어서 유의하여야 할 점은 다음과 같다.

(1) 컴퓨터의 백업

중앙 컴퓨터의 백업에는 아날로그 조절계 등에 의해서 행하는 방식과 컴퓨터를 이중화하는 방식이 있다.

전자는 컴퓨터가 고장날 때에 같은 기능을 유지하도록 하면 시스템이 복잡하게 되기 때문에 일반적으로는 최소한의 백업을 하는 것이 보통이다 이 방식은 고장때의 기능은 저하되지만, 시스템이 단순해서 설비비는 염가이다.

후자는 컴퓨터의 고장에 대하여 완전히 기능을 유지하는 백업방식이고, 신뢰성이 우수하여 보수점검도 용이하지만 설비비나 유지관리비가 비싸다.

이중화 구성에는 듀얼(dual) 구성, 듀플렉스(duplex) 구성 등이 있고, 채용에 있어서는 제어에 관한 것 뿐만 아니라 감시시스템의 내용에 관해서도 고려하여 결정하여야 한다.

(2) 현장제어장치의 백업

현장제어장치의 백업에는 일반적으로 수동백업방식, 현장제어장치 주요 공통부(CPU 부)의 이중화 방식 및 조절계에 의한 백업방식이 있다.

수동 백업방식은 현장반으로 수동조작에 의해 운전을 유지하는 단순한 방식이고, 이 방식과 같은 시스템에 있어서도 최저필요한 백업방식이다.

주요 공통부의 이중화방식은 제어장치의 종류에 의해서 이중화함으로써 필요이상으로 비싸지는 것도 있기 때문에 설비의 중요도나 경제성 등으로부터 판단할 필요가 있다

조절계에 의한 백업방식은 제어장치의 조절기능 등을 아날로그 조절계 등으로 백업하는 방식으로 연속조절이 요구되는 약품주입제어나 여과유량제어에서 채용되는 것이 많다.

(3) 전송로의 백업

자료전송로의 백업방식은 일반적으로 자료전송로의 이중화방식이 채용되어 동축케이블이나 광케이블이 사용된다. 또한 그밖의 방식에 있어서 수변전설비나 송수 펌프설비 등 특히 중요한 설비에 채용되는 직송회선의 포설이나 별도의 신호전송장치를 설치하는 방식이 있다.

그림99에 전송로의 이중화방식의 구성을 표시하였다.

3.4 조작설비

조작설비는 감시설비와 일체되는 것으로 확실한 감시가 가능하고, 또한 조작성이 우수한 것이어야 한다.

【해 설】

조작설비는 운전원이 감시와 조작을 하는데 필요한 정보가 정확하게 제공된다 또한 운전조작이 쉽고 오조작이 없도록 조작 스위치나 조절계 등의 조작기기가 배치되어 있지 않으면 안된다. 특히 현장에 설치하는 조작기기는 조작에 의한 동작 확인을 할 수 있는 장소에 배치하지않으면 안된다.

조작설비는 계측제어기기에 의한 자동제어화가 진행된 운전감시업무와 운전원의 판단에 의한 운전감시업무로서는 설비내용이나 반의 구성이 기본적으로 다르다 전자는 운전표시나 경보표시 등의 주체가 CRT 또는 그래픽 감시반을 기본으로 하고 후자는 조절계나 스위치 등의 조작기기 주체가 벤치(bench)형이나 콘솔(console)형이 중심이 된다. 이들의 기기는 공정처리의 흐름에 따라서 배열하고 그 조작은 순차적으로 연속동작(왼쪽에서 오른쪽)이 가능하도록 배열하는 것이 바람직하다.

또한, 단순한 조작대상기기에 대해서 1회의 조작이 중요한 조작대상기기에 대해서는 확인사항 등을 포함시킨 2회 조작 이상으로 하는

것이 필요하다.

컴퓨터제어의 보급에 따라 CRT 조작이 널리 사용되고 있지만, CRT 조작에는 키보드, 마우스, 터치판넬(touch panel) 및 라이트펜(light-pen)에 의한 방식이 있다.

CRT 조작은 가공된 정보를 조합해서 표시할 수 있는 반면 보고 싶은 정보를 운전원이 호출하지 않으면 볼 수 없다 이 때문에 운전원의 요구에 CRT 화면이 신속하게 응답하는 것이 중요하다. 조작성의 향상을 위해 사용빈도가 높은 화면은 원터치로 표시하는 전개방법 등을 고려할 필요가 있다

조작에 필요한 운전정보에는 계측값, 기기의 상태표시, 경보표시 등이 있고 운전상태를 판단하는 실제 자료와 트렌드(trend)나 변화율을 판단하기 위한 가공 자료, 더욱이 조작의 내용을 제공하는 조작 안내가 있다 그러나 정보량이 많으면 조작 탁자에서의 조작이 번잡하고 CRT 화면을 보면서 조작을 할 수 없는 것이 있기 때문에 조작성이 떨어지지 않도록 정보량을 필요최소한으로 정리하는 것이 바람직하다.

3.5 데이터 전송기기

계측제어용 데이터 전송기기는 다음 각항에 의하여야 한다

1. 전송기기, 회선구성 및 수신장치 등은 검출부나 데이터 처리방법 등에 적합한 것이라야 한다.
2. 전송기기, 변환기 등을 조합했을 경우의 통합 오차는 될수록 작아야 한다

【해 설】

상수도에 있어서 데이터 전송에는 다음 두가지 경우가 있다.

1. 수위, 유량 등의 계측치의 전송을 주로 한 원격감시제어(텔리미터, 텔리콘트롤)

2 수압, 수위 및 유량 등의 각종 데이터를 베이스(base)로 하는 데이터전송(데이터통신)

즉 1에서 송, 수신의 단말기기에 논리회로적인 판단기능을 갖추지 않은 것이 일반적이며 2의 경우에는 계산기적 기능을 갖는 것이 많다

(1) 데이터 전송시스템을 설계하는 경우에는 시설에 설비되어 있는 수위계, 유량계 및 pH계 등의 계측기의 신뢰성이나 최종 단계에서의 데이터 처리방법 즉 단일 아나로그표시 만의 경우, 디지탈 표시의 경우 또는 전자계산기에 의한 종류의 통계계산 등을 시키는 경우 등에 따라서 적절한 균형이 취해진 기기구성으로 하는 것이 필요하다.

1) 텔리미터(telemeter)방식의 채용에 있어서 검토하여야 할 항목

① 텔리미터링의 목적 및 방법

② 텔리미터링의 대상이 되는 변량과 그 계측원리

③ 텔리미터링의 거리, 회선망 및 소란의 원인의 유무 등

④ 텔리미터링에 의한 신호에 다시 수신측에 있어서의 어떠한 연산을 하여야 할 필요가 있는지의 여부

⑤ 필요한 정밀도

⑥ 관련된 기기군이 완비되어 있는지의 여부

⑦ 계측제어공사의 난이의 정도, 보수의 용이도

⑧ 텔리미터링의 운전 및 보수의 경비

2) 데이터전송(데이터통신) 시스템의 채용에 있어서 검토하여야 할 사항

① 데이터 전송시스템의 목적과 데이터의 처리방법

② 데이터 전송시스템의 구성(시스템 다운시의 대책)

③ 데이터 전송의 효율

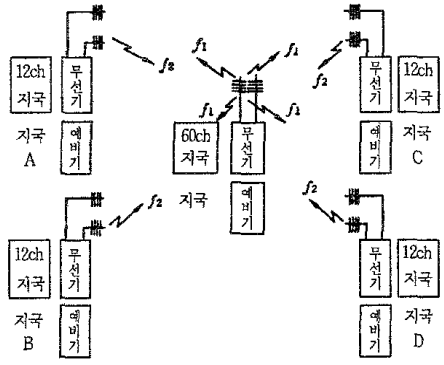
④ 시스템 운영의 조직

⑤ 시스템 운전의 경비

3) 전송로 원격감시제어 및 데이터전송(데이터통신)에는 일반적으로 다음과 같은 것이 있다

① 전송로

신호를 전송하는 데는 유선식과 무선식이 있으며 사용주파수에 의하여 분류하면 다음과 같



<그림 9.10> 다방향 다중통신

은 것이 있다.

(i) 초단파 무선회선(VHF 회선).

(ii) 극초단파 무선회선 (UHF 회선).

일반적으로 많이 사용하는 다중통신이란 하나의 전송로에 의해서 각기 다른 많은 정보를 동시에 전송하는 통신으로서 다음과 같은 방식이 있다.

i) 주파수 분할 다중통신방식

ii) 시분할 다중통신방식

다중통신방식의 하나로서 다방향 다중통신방식이 있으나 이것은 하나의 중심국에 대하여 지리적으로 통신가능한 조건에 있는 다수의 지국간에 방사상의 회선을 구성하고 상호간에 다중통신을 행하는 것이다.

② 원방감시제어(텔리미터, 텔리콘트롤)

텔리미터, 텔리콘트롤은 다른 2개소 이상의 장소에서 일방에서 타방을 감시 제어하는 기술이다.

텔리미터는 여러 가지의 측정량(전류, 전압, 전력, 수압, 수위 및 유량 등)을 보내는 송신국, 수신국으로 구성된다.

텔리콘트롤은 일방(중심국)으로부터 타방(지국)에 기기를 원격제어하는 제어로 그 결과 발생하는 상태의 변화나 고장을 지국에서 중심국으로 알리는 표시가 있다

(i) 직송식 텔리미터

텔리미터의 가장 간단한 형식으로 송신국의 측정점에 각기 전선을 설치하고 여기에 대응하는 수신국의 수신계로서 계측치를 각기 지시, 기록하는 방식이다. 전선의 크기에 따라 송신거리에는 차이가 있으나 직경 0.9mm의 전선에서 약 2km, 특수한 방식을 사용하면 약 20km 까지 전송할 수 있다.

(ii) 반송식 텔리미터

거리가 멀어지고 전송량의 수가 많아지면 경제적인 면에서 전송량의 다중화를 고려할 필요가 생긴다.

반송 텔리미터는 1회선의 음성주파수대역을 수십 채널의 주파수로 분할하고 각 부반송파(**副搬送波**)에 변조를 시켜 필터를 통하여 다중화시키거나 각 채널 중에서 계측량에 따라 시간적으로 분할하여 다중화하는 방식이다.

(iii) 아나로그 텔리미터

측정하고자 하는 물리량을 아나로그 전기량으로 변환시켜 아나로그 상태대로 변환, 변조시켜 전송하는 방식이다. 직송식과 반송식의 어느 것이나 사용할 수 있다.

(iv) 디지탈 텔리미터

아나로그량을 아나로그디지탈 변환기(AD 변환)로 디지탈량으로 변환시켜 디지탈량의 형식으로 전송하는 방식이다.

(v) 직접조작식 텔리콘트롤

중심국의 조작스위치나 램프가 지국의 피조작기기나 그 표시점점과 각기 대응하여 있는 것으로 조작선수는 피제어기기의 수(제어포지션수) 및 표시의 수(표시포지션수)만큼 필요하게 된다

(vi) 펄스 코드식 텔리콘트롤

피제어기기의 각각을 부호화하고 그 부호를 병직펄스로 변환시켜 중심국으로부터 지국에 송신하고 지국에서 이를 판독하여 그 포지션에 상당하는 기기의 선택을 행하고, 조작신호에 의하여 각종의 조작을 행하는 것이다.

③ 데이터 전송(데이터 통신)

데이터 전송의 정의는 전신이 문장을 주체로 한 인간대 인간의 통신이나 기계적인 수단을 차용하여 디지탈 형식으로 하는 것에 대하여

데이터 전송은 기계 상호간의 통신이다. 또 기계에 의하여 처리된 정보를 전달하는 것이 본질이다.

상수도에 있어서 데이터 전송은 하나의 사업체중에서 취수장, 정수장 및 배수장 등의 각종 시설로부터 여러 가지 테이터를 중앙관리실 등의 특정한 장소에 집중하고 여기서 각종의 데이터 처리를 하고 그 결과에 따라 상수도시설 전체의 운용을 하는 것이다. 소위 계통운용 또는 배수콘트롤적인 기능 중에서 이루어지는 경우가 많다.

표준적인 데이터 전송 시스템과 각종 변조방식의 비교에 관하여 그림9.11, 표9.10에 표시한다.

(2) 데이터 전송 시스템은 계측기, 변환기, 데이터전송기 및 수신장치 등 각종의 기기로 구성된다.

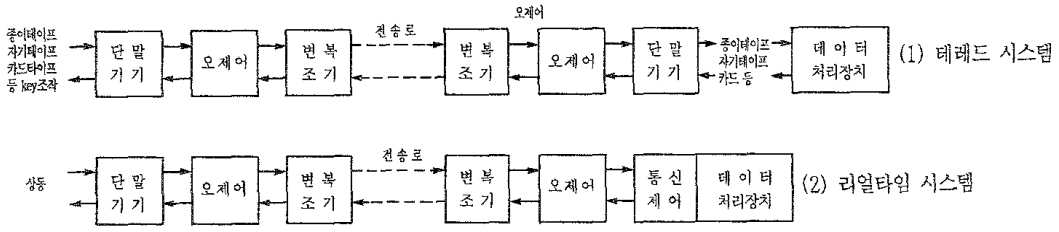
이 경우 계측기의 정밀도, 변환기의 정밀도 등 각기 정밀도(오차)가 다른 기기의 조합으로 이루어지므로 시스템으로서의 총합 정밀도는 구성기기의 수가 많을수록 나빠진다. 그러므로 이들 총합 정밀도가 시스템의 목적에 적합한지의 여부를 검토할 필요가 있다.

3.6 동력원

> 계측제어설비의 동력원은 다음 각 항에 의하여야 한다
>
> 1 계측제어용 동력원은 안정하고, 확실하게 공급할 수 있어야 한다.
>
> 2. 동력원은 양질이고 충분한 용량을 가져야 한다.

【해 설】

1. 전원, 공기원 및 유압원 등의 계측제어용 동력원은 동력원의 공급정지에 따라 설비운전



<그림 9.11> 표준적인 데이터 전송 시스템

<표 9.10> 각종 변조방식의 비교

변 조 방 식		부호속도	란돔(random)잡음에 대한 S/N비	이 점	결 점
직 류 전 송		1	0	변복조기 불필요	직류성분이므로 반송회선의 이용불가능.
교류전송	진 폭 변 조 (AM)	1/2	-1	변복조기가 비교적 간단	레벨변동, 온도변화에 약함
	위 상 변 조 (PM)	1/2	+3	레벨변동, 잡음에 강함	반송파와 신호의 사이에 동기가 필요. 부호변환기가 필요하며 장치가 복잡
	주파수변조 (FM)	1/2	+2	레벨변동, 잡음에 강하며 장치가 비교적 간단.	
	간류측대파 전송(VBS)	1/1.5	-6	고속화가 가능	레벨변동에 약하며, 회선의 위상보상이 필요하고 장치복잡
	다상위상변주 4상 8상	1 2	-3 -9	고속화가 가능 고속화가 가능	장치복잡 장치복잡

이 정지되는 등 중대한 영향을 미칠 경우가 있으므로 상시 안정하게 공급 할 수 있는 것이 절대적 조건이다. 그러나 계측제어설비의 종류에 따라 충분한 백업장치가 필요하고 전원으로서는 무정전전원장치를 설치하여야 하며 다음의 점을 고려한다.

(1) 무정전전원을 사용해야 할 계측제어설비

중요한 계측제어설비는 전원 백업장치에서 전원을 공급하여 상용전원 복구시까지 관로압력 및 공급유량과 정수지의 잔여 정수 공급상황을 파악할 수 있어야 하며 다음과 같은 설비는 백업전원을 사용하여야 한다.

① 전산시스템

② 유량계

③ TM/TC

④ 수위계

⑤ 기타 중요한 계측센서

(2) 무정전전원장치 용량 검토

무정전전원장치의 용량은 비상발전장치가 있는 경우와 없는 경우를 구별하여 용량을 산출하여야 하며 지역에 따른 상용전원의 품질 및 안전성에 따라 용량을 산출한다 또한 지나친 과용량은 밧데리 관리시 불리하며 교체에 따른 비용이 증가함으로 수전전원의 품질 및 중요 계측설비를 충분히 검토 후 용량을 결정하여야 한다.

여하간 계측제어용 동력원의 정지시에 있어서는 대응책을 충분히 검토하고 대책을 강구해 두어야 한다.

2 계측제어용 동력원으로서는 전원, 공기원 및 유압원 등 각기 양질의 것이 요구되므로 각종 시설에 관하여 충분히 적합한 동력원을 설치하여야 한다. 또 용량에 있어서는 보유 설비에 대하여 충분한 용량을 갖추어야 하는 것은 당연하나 계측제어설비의 개량공사 등을 할 때 특히 전원의 용량 등 동력원에 관하여도 검토를 충분히 하지 않으면 설비의 운전에 중대한 영향을 미치는 경우가 있으므로 주의하여야 한다.

전원, 공기원 및 유압원은 다음의 점에 유의할 필요가 있다

(1) 전원

계측제어용 전원으로서 요구되는 조건은 일반적으로 다음과 같은 것을 들 수 있다

1) 전압의 변화가 적을 것

2) 주파수의 급격하거나 완만한 변화가 적을 것

3) 전압파형은 정현파로서 변조가 적을 것

4) 전원 인피턴스가 얕을 것

5) 공급이 중지되지 않을 것

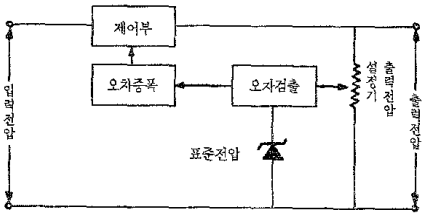
6) 계측제어용 전원회로는 일반의 전등, 전기기기 등의 회로와 분리할 것

(2) 공기원

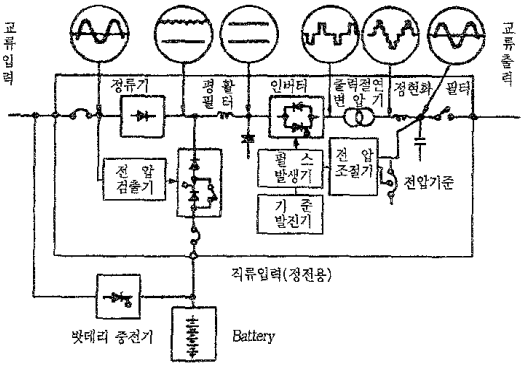
계측제어용 공기원의 조건으로서는 모든 경우에 있어서 수증기가 응축을 하지 않는 얕은 노점의 것이 요구되는 외에도

① 진개나 녹 등의 고형물을 함유하지 않을 것

② 유분을 함유하지 않을 것



<그림 9.12> 안정화전원회로 블록도



<그림 9.13> 정전압, 정주파전원 기본회로

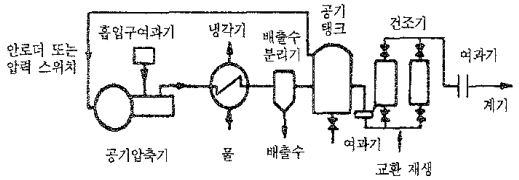
③ 부식성 가스를 함유하지 않을 것

④ 수분을 함유하지 않을 것 등의 성질이 요구된다

그러므로 공기의 건조, 청정화를 위한 설비가 필요하다.

공기원설비의 예를 그림 9 14에 표시한다.

그림에 있어서 압축기는 필터를 통하여 대기를 흡입하고 압축하여 토출한다 토출압력의 제어에는 아론다식과 압력스위치식이 있다



<그림 9.14> 계측제어용 공기원설비

토출공기는 연속운전시에는 100℃ 정도의 고온이 되므로 냉각기에 의해 10~20℃로 냉각하고 배출수 분리기로 기체와 액체로 분리해야 한다 다음에 공기탱크 건조기, 여과기를 통하여 각 계기에 공급된다

(3) 유압원

계측제어용 유압원에는 유압펌프 등에 의하여 직접 압유를 공급하는 경우와 압축공기로서 공급하는 경우가 있으며 프로세스 제어에는 전자를, 대구경의 제어밸브 또는 정전시의 동작이 필요한 경우에는 후자를 사용한다 후자의 경우 압유탱크의 유면이 내려가면 압유펌프로 운전하여 다시 기름을 채워서 공급하고, 압유탱크내의 공기압이 내려가면 공기압축기를 운전하여 공기를 보급하는 것이 보통이다

계측제어용 유압원에 사용되는 기름에는 다음과 같은 성질이 요구된다

① 적정한 점성을 갖고 또 너무 변화하지 않을 것

② 방청력이 강할 것

③ 진개 등을 포함하지 않을 것

④ 화학적으로 안정할 것

⑤ 기포가 일어나는 일이 적을 것

⑥ 인화성이 되도록 적을 것

또 긴급시의 대책으로서는 유압원은 공기원과 달리 유압에너지를 축적할 수 없으므로 필요에 따라서 축압기(accumulator)를 사용하여 조작단을 개폐방향으로 조작시켜야 하나 유압원을 절대로 중단할 수 없는 프로세스에서는 정전의 경우에는 비상용 전원으로 펌프의 고장 등의 경우에는 예비의 급유장치에 자동적으로 절환시킬 수 있도록 하여야 한다

3.7 관리실

관리실은 다음 각 항에 의하여야 한다.

1. 관리실은 시설관리의 중추로서 계획되어야 한다

2. 관리실의 환경은 기기의 조작, 관리에 적합하여야 한다

【해 설】

1. 관리실은 단순히 계기류를 집중하는 장소로서가 아니라 시설관리상 필요한 계측, 제어, 계산 및 경보 등 각종의 기능을 집중시켜 오퍼레이터는 이 실에서 시설의 운전조정, 이상시의 조치, 기록의 작성 및 경우에 따라서 해석, 계산 등의 작업을 하므로 시설관리의 중추로서 계획되어야 한다

현재의 계측제어화는 집중관리방식을 전제로 하고 있으나 시설의 규모에 따라서 관리의 기능을 1개소에 집중하는 것이 반드시 적절하지 않을 경우도 있으므로 그 시설의 규모, 장래성 및 관리체제 등에 적합한 관리방식을 채용하여야 한다

2 관리실의 배치에 있어서 다음 사항을 검토할 것이 필요하다.

(1) 넓이와 형상

관리실에 배치할 감시반, 조작반 등의 형상, 치수, 배치관계 및 오퍼레이터의 작업성 등을 검토할 것

(2) 제어 케이블의 포설방법

일상점검, 사고시의 영향 및 개량공사 등에 대하여 검토할 것

(3) 오퍼레이터의 작업성

오퍼레이터의 시각, 조작책상과 감시반의 거리 및 오퍼레이터의 조작 등 견지로부터 검토할 것

(4) 기기의 증설 등

상래 기기의 증설 등을 고려할 경우에는 이에 대응할 수 있는 넓이로 하여야 한다.

(5) 바닥과 천정의 구조

바닥 및 천정에 관하여는 전기적 절연성, 정전기의 대전율, 내유성, 내화성, 진개발생, 탄력성 및 방음성 등을 고려할 것

(6) 조명, 방음 및 방진의 설비

오퍼레이터의 작업성, 기기의 보수성 및 거주성 등을 검토할 것

(7) 각 기기간의 최대허용 거리나 기기보수에 필요한 공간을 확보할 것

(8) 관련된 타실과의 연락을 고려할 것

제4절 각종 시설의 계측제어

4.1 총칙

각종 시설의 계측제어는 상수도시설의 취수로부터 배수까지의 각 부분의 시설이 안전하고 확실하게 운전관리되게끔 하고 시설전체의 관리의 최적화와 합리화를 도모하는 것을 목적으로 하여야 한다.

그러므로 계측제어화에 있어서는 각 시설의 기능, 구조, 원리 및 특수성을 충분히 이해하고 여기에 적합하며 또 평상시에는 물론 비상시에 있어서도 신뢰성이 높은 설비로 되어야 함과 동시에 경제성과 보수관리 등을 고려하여 될 수록 간소화하고 개개의 시설의 계측제어만에 구애되지 않고 전체 시스템으로서의 상호 관련성을 고려한 설비로 하여야 한다

상수도에 있어서 계측제어의 적용범위를 대별하면 취수장, 정수장 및 배수장 등 개개의 시설을 대상으로 하는 플랜트(plant)제어와 수원에서 배수시설까지 상수도시설 전체를 통합적으로 일체화하여 운전관리하는 계통운용제어가 있다.

상수도의 플랜트 제어에 있어서는 공업계기를 사용한 검출, 표현, 조절, 조작 및 전송의 각 요소의 조합에 의한 계측제어방식이 일반적으로 사용되고 있으며 그 규모의 대소에 구애되지 않고 실용화되고 있다.

또 일부의 중규모 이상의 정수시설의 제어에는 데이터 로가(data logger)나 전자계산기의 도입 예도 볼 수 있다.

계통운용제어는 이들의 분야이나 일부에서는 실시되고 있고 많은 정보와 계산을 필요로 하므로 전자계산기가 이용되고 있다.

상수도시설에 있어서 계측 및 제어의 일반적인 항목을 열거하면 그림 9.15와 같다.

단, 약품주입량, 각종 밸브, 댐퍼(damper)류의 개도, 펌프의 회전수 및 압력 등은 제외되고 있다. 이들 항목은 원수수질의 양부, 정수처리의 방법이나 취수, 송·배수방식 등에 따라서 몇 개의 항목을 생략하거나 혹은 추가할 경우가 있다. 그러나 총체적으로 시설의 규모에 관계없이 취수로부터 배수에 이르기까지의 공정중에서 필요한 계측 및 제어의 항목이다.

시설의 규모별로는 동일 항목에 관하여 그 점수가 어느 정도 많아지는가 또는 적어지는가만이 문제가 되나 취수·도수·송배수 펌프의 대수, 약품주입의 종류, 주입점수 또는 여과지수 등이 극히 소수의 시설에 있어서는 계측·제어의 자동화, 집중관리화를 할 필요가 없을 경우도 있다.

계측제어설비의 규모 및 구성을 결정하는데 있어서는 계측제어의 목적과 효과를 명확히 하고, 또 계측제어의 기본조건을 충분히 조사 검토함과 동시에 계측제어설비의 안전성을 확보하기 위한 보호기능을 어느 정도까지 장비할 필요가 있는가 등도 포함하여 결정하여야 한다.

4.2 저수 및 취수시설

저수 및 취수시설의 계측제어는 다음 각 항에 의하여야 한다.

1. 수원의 종류와 유지관리에 적합하고 수위계 및 양수설비를 설치하고 필요에 따라서 수질계기 등을 설치하는 것이 바람직하다.

2. 취수유량의 제어는 취수방식에 따라서 안전하고 또 확실한 방법에 의하여야 한다.

3. 저수 및 취수설비에 있어서의 계측제어기기의 각 입출력 단자부에는 피뢰기 등의 적당한 보호장치를 설치하여야 한다.

【해 설】

1. 저수 및 취수시설의 계측제어는 적정한 원수의 운용, 기기의 보수 등에 가장 적합한 계측제어를 함과 동시에 수량, 수위 및 수질 등의 제 자료를 후일 수원의 검토자료로서 기록, 보존하는 것이 바람직하다

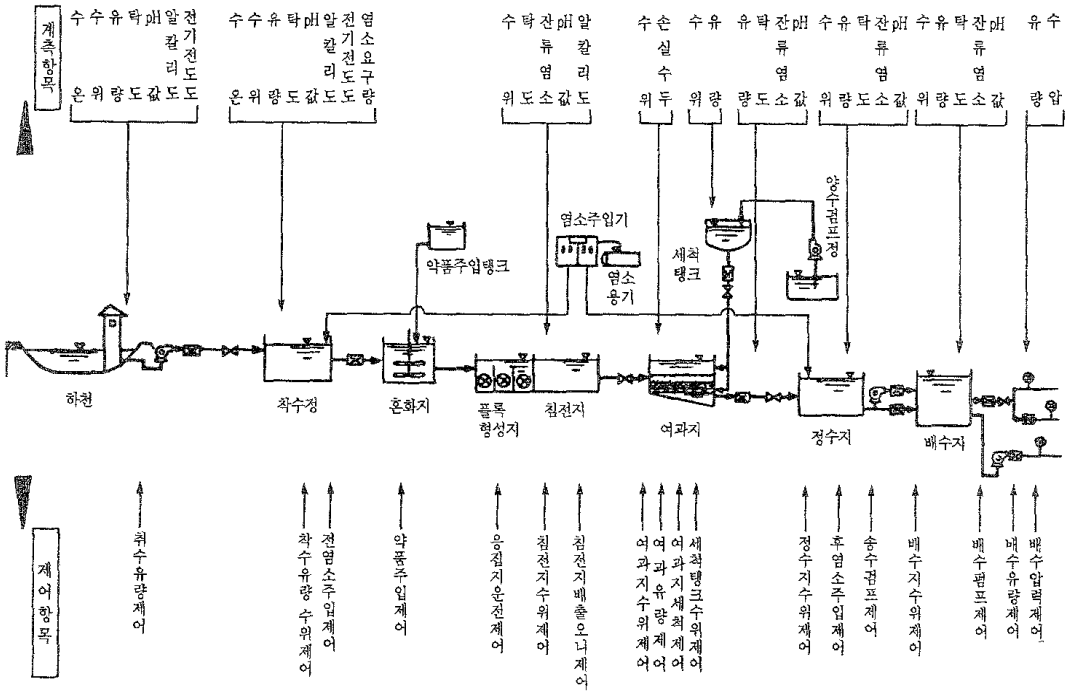
(1) 수위계

댐 등의 저수지를 수원으로 하는 경우는 특히 수위의 측정폭이 크므로 측정범위의 정밀도의 점에 주의하여 기기를 선정할 필요가 있다. 또 취수탑이나 댐 시설에서 취수구의 수위에 따라서 선정하고 해당 게이트류의 개폐조작을 수위계 등과 대응시키는 경우에는 다점수위 경보기 등을 설치하는 것이 바람직하다.

하천표류수 및 호소수를 수원으로 하는 취수시설에서는 수위의 변동폭이 일반적으로 그다지 크지 않으므로 설치에 있어서는 다소 정밀도가 나빠도 유지관리에 난점은 적다 장기간 안전하게 사용할 수 있는 수위계를 선정할 필요가 있다.

지하수 및 복류수를 수원으로 하는 취수시설에서는 우물수위 또는 매거(埋渠) 부근지점에 있어서의 하천수위 등을 지시 또는 기록할 수 있도록 하였을 경우에는 하천표류수 및 호소수의 경우와 같다

또 플로트식이나 전극식의 수위계에서 원수중의 유목(流木)이나 유사(流砂) 등에 의해 수


계측항목
수위
수위
수위
염소요구량
탁도
탁도
탁도

위검출단의 손상이 예상되는 경우에는 흄관 또는 비닐관을 사용한 방파통이나 보호통을 미리 관계 구조물의 계획 및 시공 단계에서 투입하여 두는 것이 바람직하다 특히 깊은 우물 수위계에서 정전용량식을 사용하는 경우에는 우물의 도중으로부터의 용수나 도중의 금속과의 접촉 등에 의하여 오차발생의 원인이 되므로 비닐관 등에 의하여 보호할 필요가 있다.

(2) 취수설비

취수량의 계측기기는 측정목적, 측정장소 및 흐름의 상태에 따라서 다음의 점을 고려하여 선정하여야 한다.

1) 측정목적이 유량의 적산치에 중점을 두거나 순간치에 중점을 두든가, 유량의 변화만 검출되면 되는가, 절대량을 정확하게 측정할 필요가 있는가 등에 따라서 그 측정 목적을 명확히 하여야 한다.

2) 측정장소가 개수로의 흐름인지 관수로의 흐름인지 또 수로의 단면형상, 관수로의 직관부의 유무, 압력손실의 허용치 및 주위의 환경조건 등에 유의함과 동시에 보수상의 문제, 동력원 확보의 문제 등도 함께 고려할 필요가 있다

3) 흐름의 상태가 난류인가 층류인가 또는 만류인가 또는 부분류인가 등을 조사할 필요가 있으며, 특히 유량의 최소로부터 최대까지의 계측범위가 적은 것은 1:3(최소유량과 최대유량과의 비), 큰 것은 1:20 정도이므로 당초 취수량과 최종 계획최대취수량과의 차가 큰 경우 최종계획취수량도 측정할 수 있는 계측기를 채용하면 계측기의 측정범위의 관계로 정밀도에 있어 오차가 발생하므로 년차계획치에 적합한 계측기를 채용하여야 한다. 필요에 따라 년차계획에 맞추어서 계측기를 교환하는 것이 바람직하다.

(3) 수질계기

수질계기는 수원의 종류에 따라서 구분하여 사용하는 것이 바람직하다.

1) 저수지수 및 호소수를 수원으로 하는 경우에는 수온계, 탁도계, 전기전도계 및 pH계 등을 필요에 따라서 설치하고 특히 수원의 수직방향의 수점(數点)으로부터 검수하는 경우에는 이들 수점에 미리 검출단을 설치하여 두거나 또는 수점의 수질을 차례로 교대로 측정하는 것이 바람직하다.

2) 하천표류수를 수원으로 하는 경우에는 일반적으로 기상조건이나 상류의 환경조건에 크게 좌우되어 수질이 급격한 변화를 일으키는 경우가 많으므로 정수처리에 필요한 수온계, 탁도계, pH계, 알카리도계 및 전기전도계 등을 설치하여 두고 항상 감시하는 것이 바람직하다.

특히 탁도 등에서 그 변화의 폭이 큰 경우에는 고, 저탁도용으로서 2대의 탁도검출단을 설치하여 원수탁도에 따라서 고, 저탁도의 어느쪽으로나 치환할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

3) 지하수 및 복류수를 수원으로 하는 경우에는 수질적으로 안정되고 있으므로 수질계기를 상설하지 않는 경우가 많다.

2. 취수량의 제어는 자연유하식이나 펌프방식으로 대별된다.

(1) 자연유하식의 경우

제어의 조작단으로서 조절밸브나 조절댐퍼의 전후의 상태가 개수로인가 관수로인가에 따라서 구분한다.

1) 개수로의 경우는 양수설비로서 위어식유량계 등이 일반적으로 사용되므로 취수량의 제어는 개수로의 수위의 제어를 목표치로 하여 조절밸브 또는 조절댐퍼를 개폐하여 행한다. 또 양수설비의 직선성이나 조절밸브 등의 제어가능 범위 등의 점으로부터 자동제어계로서는 될 수록 관수로식으로 하는 것이 바람직하다.

2) 관수로의 경우에는 취수관에 설치된 취수유량계와 조절밸브 등과의 조합으로 취수유량을 제어하는 방법으로서 유량계나 조절밸브의 측정 및 제어가능 범위의 점을 고려하여 계측제어기기의 수, 눈금제어의 폭의 교환방식을 결정할 필요가 있다

원수의 수질은 크게 변동함과 동시에 그 원수중에 포함된 잡물질의 양도 크게 변화하므로

특히 원수중의 잡물질의 영향을 받기 쉬운 조작단은 극력 피하는 것이 바람직하다 또 조절밸브나 제수밸브와는 병용을 피하고 조절밸브나 유량계의 상류측에 제수밸브를 설치하는 것이 바람직하다. 특히 조절밸브의 조작으로 관내에 부압 또는 수격방지의 대책을 고려할 필요가 있다. 또 취수량의 계측범위의 경우와 같은 이유로서 예정 최저취수량의 제어에도 주의할 필요가 있다.

(2) 펌프방식의 경우

본장 4 15 펌프설비의 2 및 3의 해설에 준한다

3. 저수 및 취수설비에는 일반적으로 관리실로부터 멀리 떨어져 있으며 검출단은 실외에 설치되어 있는 경우가 많으므로 가끔 서지(surge) 전압의 영향을 받기 쉽고 기기가 파손되는 예가 많다 그러므로 저수 및 취수시설의 계측제어기기는 모두 원칙적으로 그 입,출력 단자에 피뢰기 등을 설치하여야 한다 또 각 기기의 전원으로부터의 서지전압으로도 파손되는 경우가 있으므로 전원측의 보호도 잊어서는 안된다 또 전송로 등의 보호장치에 관하여는 본장 2.7 전송부의 해설을 참조할 것

4.3 도수시설

도수시설의 계측제어는 다음 각 항에 의하여야 한다.

1 도수로에는 도수방식 및 유지관리에 적합한 양수설비 등을 설치하는 것이 바람직하다.

2. 도수유량의 제어는 4.2 저수 및 취수시설의 2에 준한다.

3 도수시설에 있어서 계측제어기기의 보호장치는 본장 4 2 저수 및 취수시설의 3에 준한다

【해 설】

1. 도수방식에 자연유하식과 펌프가압방식이 있으며, 도수로는 개수로와 관수로로 구분된다

도수로에 설치하는 계측제어설비는 개수로에 대하여는 위어식 유량계가, 관수로에 대하여는 초음파식, 전자식유량계 등이 많이 사용된다 이들의 선정에 있어서는 본장 4.2 저수 및 취수시설의 1의 해설을 참조할 것.

또 도수로에 양수설비를 설치하는 경우에는 다음의 목적에 충분히 적합하도록 하는 것이 바람직하다.

(1) 정수장의 착수정에 설치된 원수유량계와의 비교로서 도수로내의 누수의 유무가 검지되어야 한다

(2) 송배수량의 시간적 변화에 대응하기 위한 계측범위이어야 한다.

4.4 착수정

착수정의 계측제어는 다음 각 항에 의하여야 한다

1. 착수정에는 그 규모 및 목적에 적합한 수위계, 유량계를 설치하고 필요에 따라서 수질계기를 설치하는 것이 바람직하다.

2. 착수정의 유량을 제어하는 경우에는 필요한 정수량을 확보하고 수위변동에 대하여 안정하고 확실한 제어방법에 의하여야 한다.

【해 설】

1 착수정에는 적정하고 원활한 수량조절 및 정수처리를 행하기 위하여 수위계 및 유량계를 설치하고 필요에 따라서 수질계기를 설치하는 것이 바람직하다

수위계는 착수정 수위를 확실하게 계측할 수 있는 것으로서 고, 저수위경보를 발신할 수 있고, 검출단을 착수정내에 설치하는 경우에는 어느 정도의 와류가 착수정내에 있으므로 검출단용의 방파통을 설치할 필요가 있다

정수장의 운전관리상 처리수량에 따라서 착수정 수위를 조절할 필요가 있을 경우에는 수위의 측정 및 설정범위가 작아야 하고 수위변동의 시정수가 적어야 하는 등의 이유에서 될

수록 정밀도가 좋은 수위계를 설치함과 동시에 수위조절장치와의 연동에도 적합한 것이라야 한다.

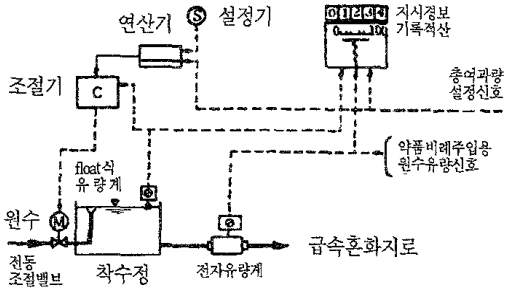
원수유량계는 원수유량을 파악하고 약품을 적정하게 주입하기 위하여 될수록 정밀도가 좋고 안정한 것을 선정할 필요가 있다. 또 착수정내에 위어식 유량계를 설치할 경우에는 펌프토출량 측정방법에 의하여야 한다.

원수수질계기를 설치할 경우에는 정수처리에 필요한 계측기기류 중에서 될수록 유지관리가 쉬운 기기를 선정할 필요가 있다.

수질계기로서는 일반적으로 수온계, 탁도계, pH계, 전기전도도계 및 알칼리도계 등이 설치된다. 수질계기의 설치위치는 착수정의 근방 즉 현지 채수식의 경우와 착수정으로부터의 집중채수방식에 의하여 수질실험실 등에서 검수하는 중앙채수방식이 있으며 각기 일장일단이 있으므로 계획목적에 적합하도록 결정하는 것이 바람직하다.

채수방식의 장점, 단점은 표9.11과 같다.

2. 정수시설의 착수량 제어는 원칙적으로 취수시설 또는 도수시설에 있어서 유량제어에 의하여야 한다. 그러나 이들 시설로서 제어할 수 없을 경우에는 정수장의 총 여과량 또는 착수정수위 등을 목표치로 하여 안정하고 확실하게 제어될 수 있도록 조절밸브 등에 의하여 제어하는 것이 바람직하다. 그림 9.16은 그 흐름도(flow sheet)의 예이다.



<그림 9.16> 착수정 수위제어 흐름도

4.5 응집용 약품주입 설비

응집용 약품주입설비의 계측제어는 다음 각 항에 의하여야 한다.

1. 약품의 종류, 주입방법 및 유지관리에 적합한 유량계, 액위계 및 조절밸브 등을 설치할 것.
2. 약품주입설비의 계측제어는 수질변화에 대응할 수 있는 계측 및 제어범위라야 한다.
3. 계측제어기기중에서 필요부분은 약품에 의하여 부식되지 않는 것을 사용하여야 한다.

【해 설】

약품주입제어의 계측제어는 다음 3단계로 생각할 수 있다.

1. 주어진 약품주입율에 대하여 대상으로 하는 수량에 따라 그 변동을 최소로 하는 주입방법으로서 공업계기에 의하여 비율제어를 사용하여 실현할 수 있다.

2. 약품주입의 효과를 평정하고 이것을 최대

<표 9.11> 채수방식의 비교

비 교 항 목	현 지 식	중 앙 식
원수수질변화의 시간적 측정지연	작 다	크다(채수관중의 유속을 크게 하여 지연을 작게 한다.)
원수수질의 실제치와 측정치와의 차(채수관에 의한 영향 정도)	작 다 (거의 없다)	크다(채수관의 보수관리를 자주 실시하고 예비배관을 설치하여 정기적으로 청소를 하면 영향이 작게 된다)
수질계기의 환경조건	좋지 않다	좋다
수질계기의 보수관리의 난이도	일반적으로 불 편	편리하다

로 되도록 주입하는 방법으로서 예를 들면 침전수탁도를 최소로 하는 응집제 등의 주입이 여기에 해당되며 공업용 계기로서 어느 정도 실현할 수 있으나 계산기를 사용하는 예도 있다

3. 정수장 전체로서 가장 경제적인 운전을 행할 수 있도록 주입하는 방법으로서 예를 들면 침전지와 여과지의 운전비를 최소로 하는 응집제의 주입 등에 해당된다.

(1) 계측제어의 대상이 되는 약품의 종류는 주로 다음과 같은 것을 들 수 있다.

1) 응집제로서 수도용 황산알루미늄(고체황산반토), 수도용액체 황산알루미늄(액체황산반토), 수도용 폴리염화알루미늄(PAC) 등

2) 응집보조제로서는 수도용알긴산소오다, 활성규산 등

3) 알카리제로서는 수도용 석회석, 수도용 소오다회, 액체가성소오다 등

주입방법은 약품의 성상에 따라서 자연유하식, 펌프압송식 및 이젝터(ejector)식 등이 있다

자연유하식은 액상의 약품을 사용하는 경우로서 약액의 주입점으로의 필요 주입압력을 얻을 수 있도록 미리 약품주입 탱크를 높은 장소에 설치하고 주입량계와 조절밸브와를 조합하여 약액의 주입량제어를 행하는 방식이다.

펌프압송식에는 액상의 약품을 주입량제어를 함에 있어서 정량펌프를 사용하여 필요주입압력을 확보하고 주입량제어를 행하는 방식과 내식성펌프와 주입량계 및 조절밸브와를 조합하여 주입량제어를 하는 방식이다.

이젝터식은 분체상 약품의 주입제어를 함에 있어서 필요한 주입을 펌프 대신에 이젝터에 의하여 하는 방법으로 주입량계 및 조절밸브와 조합하는 등으로 소오다회 등의 주입제어를 행할 경우가 여기에 상당된다.

일정 농도의 약액에 의한 주입을 행할 경우에는 자연유하식이나 펌프압송식이 사용된다. 계측의 방법으로서는 유량계가 사용된다. 또 소석회나 소오다회 등 분체의 경우에는 용해시킨 후 펌프압송식 또는 이젝터식이 사용된다. 계측방법으로서는 용적을 계량하는 방법이나 중량을 계량하는 방법이 사용된다. 또 될수록 일정 탁도의 용액으로 하여 유량계에 의한 주입량 계측을 행하는 것이 정밀도 확보상 또는 유지관리상 바람직하다.

유량계로서는 전자식이나 면적식이 널리 사용된다. 액위계는 약액의 수입조, 저장조 등에 설치하여 조내의 액위의 감시나 제어에 사용되는 외에 고, 저액위 경보에도 사용될 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 액위계로서는 일반적으로 차압식이나 정전용량식 또는 분면계로서는 정전용량식이 널리 사용되고 있다.

그림 9.17은 응집제(황산알루미늄) 응집보조제(알긴산소오다) 및 알카리제(소오다회)의 비례제어방식에 의한 주입제어의 흐름도 예이다.

(2) 원수 수질은 일반적으로 크게 변동하므로 계측제어의 계획에 있어서는 원수수질의 예상 변동범위에 대응할 수 있는 것이라야 한다. 약품의 주입량의 변화범위는 수량의 변동범위에 주입율을 곱한 폭으로서 일반적으로 크게 되며 1 · 수십에 이르는 것이 보통이다.

또 유량제어장치의 동작범위는 1 5~1:10 정도의 계측 및 제어범위에 적합한 대, 소 두 계통의 유량계, 조절밸브 등의 기기의 조합에 의하는 것이 바람직하다.

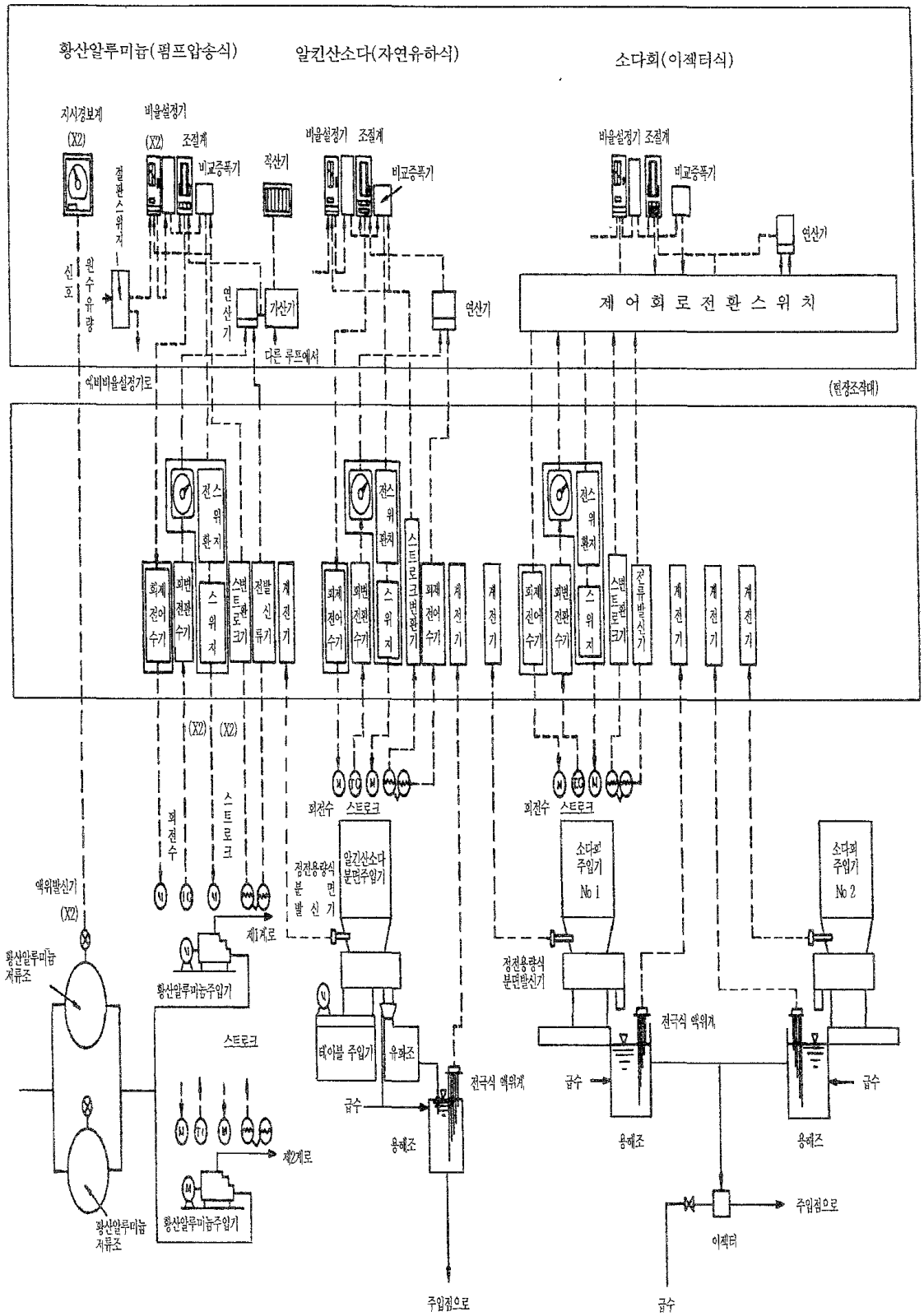
(3) 정수장에서 사용하는 약품에는 부식성의 것이 많으므로 여기에 접촉하는 기기의 재질 및 구조는 내부식성을 고려한 것으로서 검사나 청소가 용이하고 또 부품의 교환이 간단히 될 수 있는 등의 배려를 하여야 한다.

4.6 응집지 및 침전지

응집지 및 침전지의 계측제어는 다음 각항에 의하여야 한다

1. 응집지 및 침전지에는 필요에 따라서 수위계, 수질계기 등을 장치하는 것이 바람직하다.

2. 계측제어기기는 주위환경에 적합한 것이라야 한다



<그림 9.17> 응집제(황산알루미늄) 응집보조제(알긴소오다) 및 알카리제(소오다회)의 비례제어방식에 의한 주입제어의 흐름도

【해 설】

1. 응집지의 계측제어는 응집제 주입후의 pH치, 플로큐레이터회전수의 감시제어 등이 있다 pH치의 감시제어는 플록형성지 전단 부근의 pH치를 계측하여 알카리제 주입율의 보정을 행한다. 제어의 방식으로는 캐스케이드제어가 있다 또 플로큐레이터 회전수의 제어에는 정치제어방식 등이 있다

침전지에는 원활한 수량관리를 행하기 위하여 수위계를 설치하는 것이 바람직하다 수위계로서는 플로트식, 전극식 및 차압식 등이 있으며 침전지의 형식 등에 따라서 선정하며 고, 저수위경보 표시를 하는 것이 바람직하다. 특히 약품침전지에 있어서는 침전처리수의 탁도, pH치, 알카리도 및 잔류염소 등을 감시할 목적으로 수질계기를 설치하는 것도 바람직하다

또 고속응집침전지에 있어서는 정수처리 효과 및 배슬러지효과를 높이기 위하여 필요에 따라 슬러리농도계, 슬러지측정계 등을 설치하는 것이 바람직하다.

2 응집지 및 침전지에 설치하는 계측제어기기는 실외 또는 지하의 습도가 많은 장소, 또는 약품, 소독제 등의 배관이 있는 부근에 설치하는 경우가 많으므로 주위의 환경조건에 적당한 내습성, 내부식성의 재질 및 구조의 기기를 선정할 필요가 있다

4.7 여과지

여과지의 계측제어는 다음 각항에 의하여야 한다.

1 여과지에는 감시와 제어에 적합한 여과유량계, 여과손실수두계를 설치하고 필요에 따라서 수질계기 등을 설치하는 것이 바람직하다.

2 급속여과지의 여과유량제어를 행할 경우에는 원칙적으로 총 여과수량을 임의로 제어할 수 있는 것이 바람직하다

3. 급속여과지의 세척조작을 시퀀스제어방식에 의하는 경우에는 각 기기는 동작이 확실하고 안전성과 신뢰성이 높은 것을 선정하고, 세척공정을 충분히 파악할 수 있는 장치를 설치하는 것이 바람직하다.

4. 세척탱크에는 수위계를 설치하고 양수펌프 등과 연동될 수 있는 장치를 하여 수위경보표시를 행하여야 한다

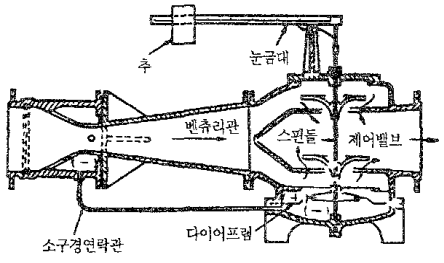
【해 설】

여과지의 계측제어는 다음 사항을 고려할 필요가 있다

여과지의 운전, 정지 및 여과유량조절은 임의로 용이하게 할 수 있어야 한다. 또한 급속여과지에 있어서는 여과지의 세척조작이 쉽고 또 적은 경비로 안전하게 행할 수 있어야 한다.

1. 여과유량계는 급속여과지 및 완속여과지를 막론하고 조작에 가장 필요한 것이다. 현장 조작반에 지시계를 설치하고 중앙관리실에서도 제어가 될 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 여과유량계에는 차압식, 전자식, 초음파식 및 위어식 등이 있다 여과유량계의 설치에 있어서는 일반적으로 배관이 복잡하고 필요한 검출부의 전후에 직관부를 충분히 두지 않는 경우가 많으므로 될 수 있는한 유량계의 구조, 원리 및 특징 등을 고려하여 기종을 선정하여야 한다.

여과손실수계에는 여과지의 수위와 여과지 유출 후의 수위와의 차를 측정하는 방법과 여과조 전후의 압력차를 측정하는 방법이 있으며 일반적으로 후자가 널리 사용되고 있다 이 경우 차압발신기에 접속하기 위한 도압관의 설치



<그림 9.18> 여과지 유량조절기

방법이 적절하지 않을 경우 기포의 혼입과 세척에 영향을 주게 되므로 주의가 필요하다

수질계기에 있어서는 여과지의 운전관리상 탁도계, 잔류염소계 및 pH계 등을 설치하는 것이 바람직하다. 그러나 이들 기기는 유지관리상 곤란한 점도 있으므로 각 여과지마다 설치하지 않는 것이 일반적이다.

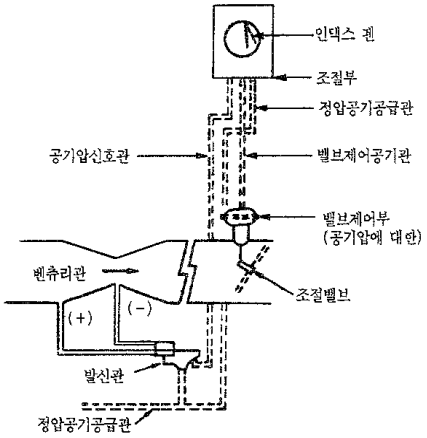
2. 여과유량제어는 정속여과제어를 원칙으로 하나 그 이외에 여과지수 제어나 이의 조합도 가능하다. 어느 경우도 총 여과수량(여과지군 전체로서의 여과유량)을 임의로 제어할 수 있는 것이 바람직하다. 각 지의 여과유량조절기에는 다음과 같은 것이 있다

(1) 직접차압을 이용하는 것

대표적인 것으로 그림 9.18에 표시한 바와 같이 벤츄리관과 조절밸브로 구성된다.

(2) 동력원을 이용하는 것

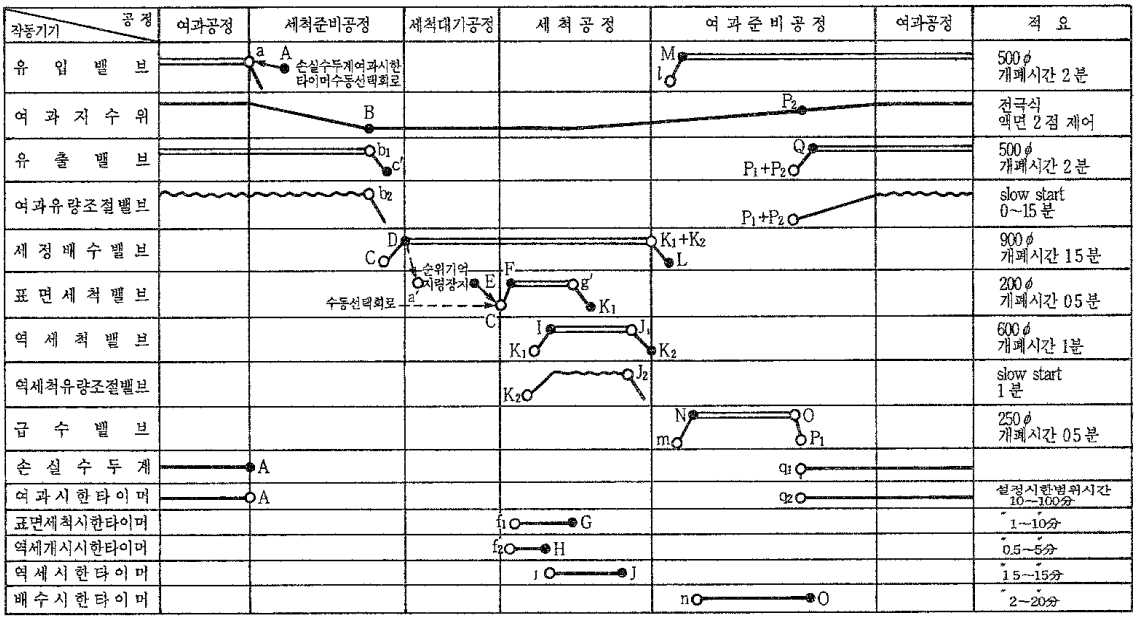
유량신호의 발신이나 조절밸브의 조작 등에 의하여 전기식이나 공기압식의 보조에너지원을 이용하는 것으로서 유량발신부, 수신부, 조절부 및 제어부로 구성되어 있다 유량발신부로서는



<그림 9.19> 공기압식 유량조절기

본 절 여과지의 해설1에 기술한 바와 같이 여과유량계가 사용되며 조절밸브로서는 버터플라이밸브나 로터리밸브가 사용되고 있다.

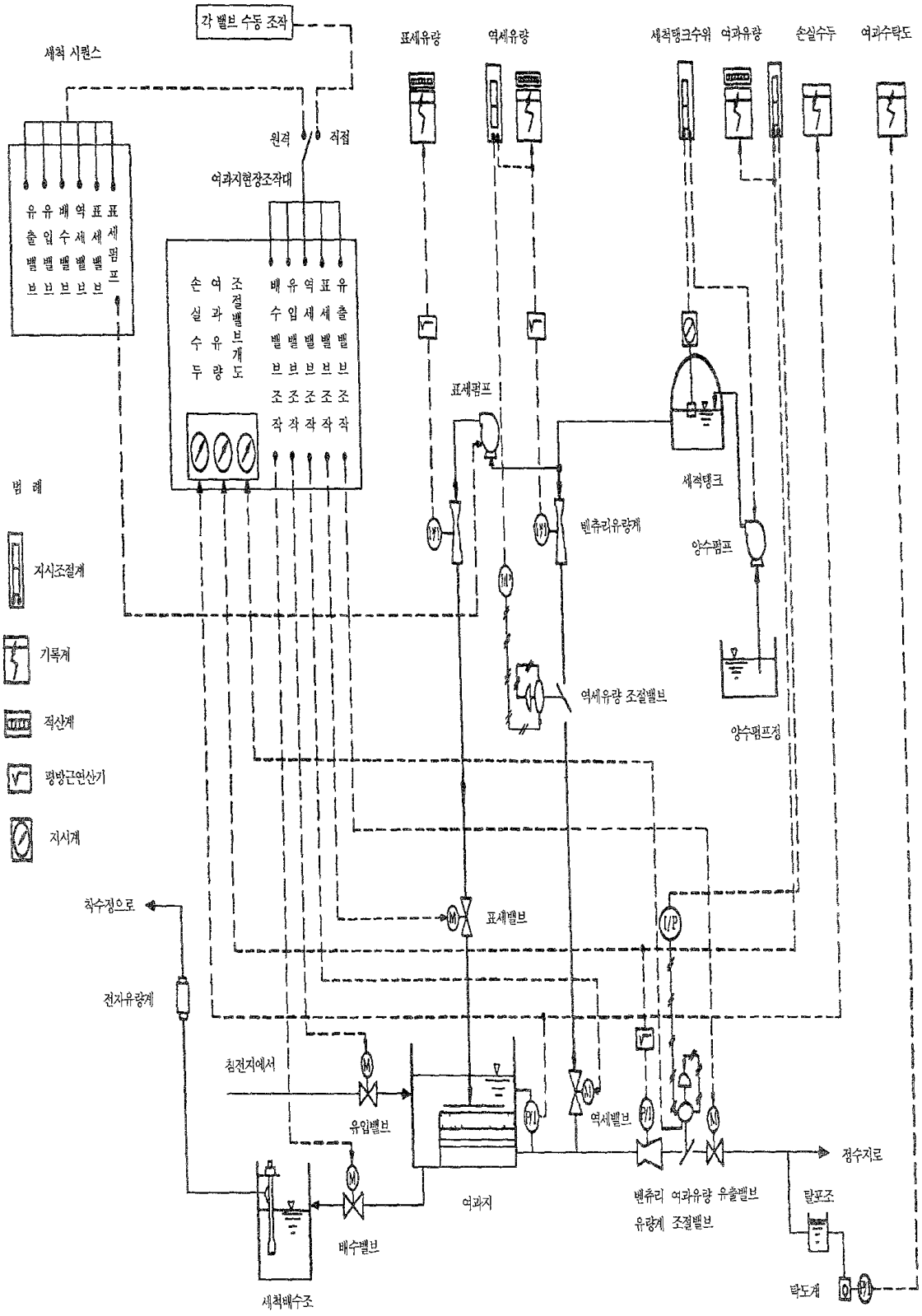
조절기의 유량설정은 인위적으로 직접 설정하는 정치식과 전 여과지의 유량설정치를 원격적으로 일제히 임의로 설정하는 마스터 콘트롤식 및 여과 개시에 있어서 여과유량을 영으로부터 서서히 증가시킬 수 있는 프로그램 콘트롤식 등이 있다. 그림 9.19에 공기압식 유량조



注) A~Q 동작 결과 지령발신
a~z 지령수신으로부터 동작개시

세척공정개시조건 1 세척중인 다른 池가 없다 3 역세척탱크가 설정치 이상이다
2 기억장치의 최우선위치에 있다 4. 오수저류수위가 설정치 이하이다

<그림 9.20> 급속여과지 세척조작공정도



<그림 9.21> 여과지 계측제어 플로우시트

절기의 예를 나타낸다.

3 급속여과지의 세척조작을 자동화하는 경우에는 높은 동작, 빈도에 견디고, 안정하고 확실한 기기 및 회로를 사용하여야 한다 특히 여과지 주위의 밸브에 내장되어 있는 리밋 스위치류나 시퀀스제어회로의 중요한 구성부품이 있는 것을 고려하여 적절한 선정을 하는 외에 경우에 따라서는 배관회랑의 습기대책 등의 환경조건도 개선하는 것이 필요하다 또 여과지의 세척조작에 필요한 표면세척펌프, 역세척펌프, 고가탱크와 양수펌프, 세척배출수통 및 배출수펌프 등 제반 설비를 안전하고 원활하게 운전할 수 있게 연동장치를 설치하고 세척의 도중에 세척수가 단수된다든지 세척배출수가 월류하지 않도록 하여야 한다. 그 외에 조작회랑에 현장 조작반을 설치하고 수동세척을 행하는 경우에 현장과 관리실간의 연락 및 교환방식(자동세척공정중에는 현장 조작반을 회로에서 분리하는 것이 바람직하다.)이나 세척공정중의 정전대책 등에 대한 연동장치도 유의할 필요가 있다.

그림 9.20에 여과지 세척조작공정도를 표시하였으며 이 세척공정은 관리실에서 파악할 수 있도록 표시하는 것이 바람직하다.

4. 급속여과지의 세척조작에 필요한 설비는 본장 4.7의 【해설】 3.에 준하며 특히 세척탱크에는 수위계를 설치하고 세척용 양수펌프의 기동, 정지신호를 하는 외에 수위의 상, 하한치를 중앙관리실 등에 지시 및 경보표시를 행하고 여과지세척조작이 원활하고 확실하게 행해지도록 배려하여야 한다. 그림 9.21은 여과지 계측제어플로우시트의 예이다.

4.8 정수지

정수지의 계측제어는 다음 각항에 의하여야 한다

1. 정수지에는 수위감시에 적합한 수위계를 설치하고 필요에 따라서 수질계기 등을 설치하는 것이 바람직하다.

2. 계측제어기기는 내염소가스, 내습성 등 그 환경조건을 고려하여야 한다

【해 설】

1. 정수지의 수위는 총 여과수량과 송배수량에 따라서 변화하므로 정수장내의 효율적인 수량관리의 목적으로 정수지 수위를 여과지조작회랑, 송,배수펌프실 또는 중앙관리실 등에 원격지시하면 조작상 편리하다.

수위계에는 플로트식, 차압식, 전극식 및 초음파식 등이 있으나 일반적으로 플로트식과 전극식을 사용하는 예가 많다. 수위계의 설치에 있어서는 방파통에 의한 보호와 기기 전체가 염소가스에 접할 위험이 있는 등의 점에 주의를 필요로 한다

또 수위계에는 필요에 따라서 상, 하한경보를 설치하는 것이 바람직하다. 정수지에는 수위계 외에 pH계, 잔류염소계 등을 설치하고 pH조정이나 후염소주입율의 보정에 사용하는 것이 바람직하다. 또 수질계기는 될 수 있는대로 현장에 설치하지 말고 집중채수방식에 의하여 수질시험실 등에서 계측하는 것이 운전관리면 또는 유지관리상 바람직하다.

2 정수지는 일반적으로 지하에 설치되는 경우가 많으므로 현장에 설치된 계측제어기기는 높은 습도속에 있게 된다. 또 정수지전에서 주입하는 소독제의 불완전용해에 따라 염소가스에 의한 기기의 부식이 염려되므로 정수지에 설치하는 계측제어기기는 내염소가스 및 내습성의 재료로 된 구조의 것을 사용할 필요가 있다.

4.9 소독설비

소독설비의 계측제어는 다음 각항에 의하여야 한다

1. 소독제의 주입 및 유지관리에 적합한 유

량계, 압력계, 조절밸브 및 잔류염소계 등을 설치하여야 한다.

2. 계측제어기기는 환경조건에 적합한 것으로서 필요 부분은 내식성의 것이어야 한다.

3. 소독설비의 보안으로서는 염소저장소 및 염소주입기실 등에는 염소누출검지기 등을 설치하여야 한다.

【해 설】

1 염소주입제어에는 수동식, 정치식, 비율식 및 캐스케이드식 등이 있다 수동식은 필요 염소량을 주입량계를 보면서 인위적으로 조절밸브를 조작하는 것으로서 현장에서 적접 손으로 행하는 것과 중앙관리실 등에서 원격수동조작에 의하는 경우도 있다.

정치식은 설정된 주입량과 같게 설정치와 계측치와의 편차에 따라서 제어를 행하는 방법으로서 상수도에서는 원수량 또는 총 여과수량이 일정한 예가 적으므로 그렇게 많이 사용되지 않는다

비율식은 가장 널리 사용되고 있는 방법으로서 처리할 원수나 총 여과수량에 따라서 미리 설정한 주입율이 될 수 있도록 주입량을 제어하는 방법이다

그림 9 22는 비율제어의 예를 표시한 것이다.

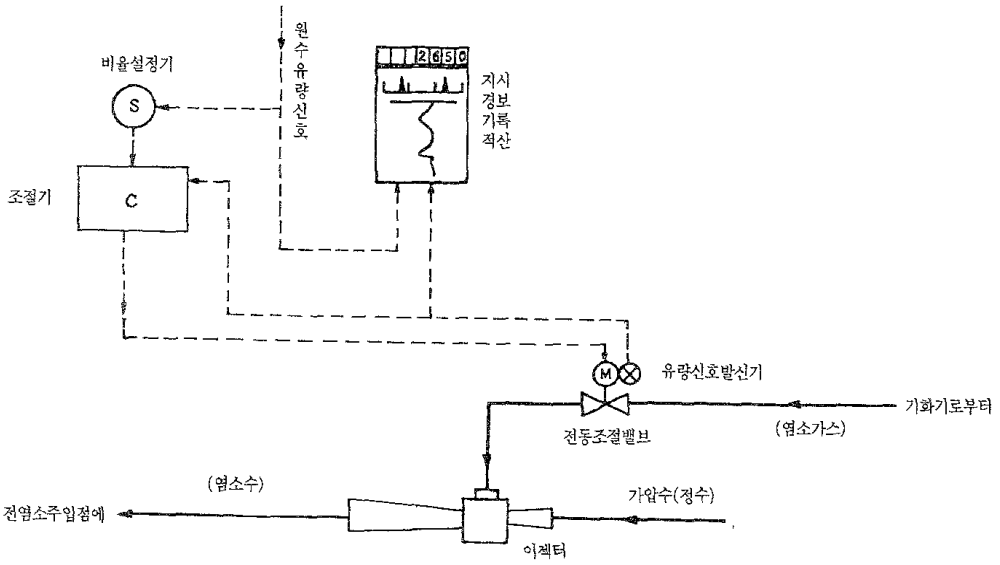
종속제어는 잔류염소계와 조합하여 일정잔류염소가 될 수 있게 비율설정신호에 보정을 행하는 방법으로서 비율제어계에 잔류염소계에 의한 보정신호가 추가된 것이다. 그림 9.23은 종속제어의 예를 표시한 것이다

염소주입량계에는 면적식, 오리피스식 등이 사용되며 또 압력계에는 불톤관식이 많이 사용되고 있다. 또 압력계는 고, 저의 압력경보를 발하는 것이 바람직하다.

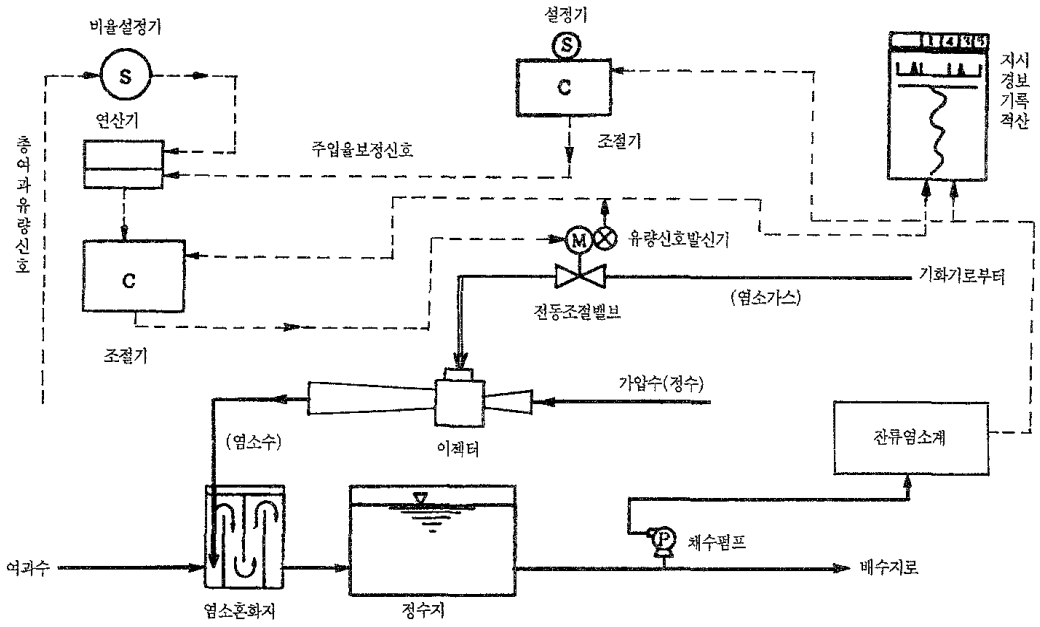
조절밸브에는 다이어프램형, 원형 및 슬루스형 등이 있으며 동력원으로서는 공기압식, 유압식 및 전기식중에서 공기압식이 일반적으로 널리 사용되고 있다

잔류염소계로서는 포라로그래프법, 갈바닉전극법 등이 있으며 일반적으로 포라로그래프법이 많이 사용되고 있다.

2. 염소는 수분과 반응하여 강력한 부식성을 발휘하므로 계측제어기기는 산성에 충분히 견딜 수 있는 재료와 구조의 것을 사용할 필요가 있다



<그림 9.22> 전염소주입 플로우시트(비율제어)



<그림 9.23> 후염소주입 플로우시트 (종속제어)

계측제어기기중 직접 염소주입에 관계없는 계측기, 감시반 및 조작반 등은 만일 염소가 누출하는 경우를 고려하여 될 수 있는대로 염소주입기실과는 별도의 건물에 설치하고 계측제어기기가 있는 건물에는 염소가스의 혼입이 없는 신선한 공기를 도입하고 실내압은 외부의 압력보다 높은 것이 바람직하다. 또 부득이 감시반이나 조작반 등을 염소주입기실 등에 설치하는 경우에는 반의 틈을 고무로 밀폐하고 또 공기축출장치 등을 하는 것이 바람직하다 이 경우의 공기원에 관하여도 염소가스혼입의 염려가 없는 건물 상부에서 도입할 필요가 있다.

3. 염소저장소, 주입기실 및 기화기실에는 염소누출검지기, 경보장치 등을 설치하고 만일 염소가 누출되는 경우에 관리실 등에 경보표시를 하는 외에 염소제해설비와 연동하여 원활한 배가스 처리가 될 수 있도록 유의하여야 한다. 또 염소누출검지기에는 전기전도식, 광학식 등이 있다.

4.10 활성탄흡착설비

활성탄흡착설비의 계측제어는 다음 각 항에 의한 것으로 한다.

1 분말활성탄흡착설비의 계측제어기기 및 주입기는 방진성, 방폭성, 내마모성, 내식성 등을 고려하는 것.

2 입상활성탄흡착설비는 탄층(고정층식, 유동층식)의 관리에 필요한 계측제어기기를 마련할 것.

【해설】

1. 분말활성탄은 수분을 거의 포함하지 않은 것(마른탄)이나, 함수율 50% 정도의 상태의 것(젖은탄)이 있고, 주입은 그것들을 슬러리(slurry)상(5~10%)으로 원수에 주입하는 방법이 정착되고 있다.

이들 활성탄의 저장설비 및 주변에 설치하는 레벨계, 슬러리(slurry)농도계, 지시계, 계기반 및 전기기기는 방진성 및 방폭성을 고려하여 설치하지 않으면 않된다.

또한, 주입설비 기기의 유량계(전자식), 조절밸브 등은 내마모성의 것을 사용하지 않으면

않된다. 주입방식은 펌프식 및 인젝터(injector)식이 있지만, 주입량의 제어는 비율제어방식을 많이 사용하고 있다.

활성탄주입량은 주입율의 범위가 크게 변화하기 때문에, 주입설비를 소유량과 대유량으로 나눠 설치하여 그 제어설비는 절환기에서 공통으로 제어할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

2. 입상활성탄처리설비는 그 탄층에 고정층방식과 유동층방식이 있다. 고정층방식은 중력식 여과설비의 계측제어설비에 준하지만, 그 설비는 유량제어설비, 손실 수두계, 탄층 레벨계 및 세척제어설비를 마련하는 것이 바람직하다

또, 가압식 여과설비의 계기는 중력식 여과설비의 계측제어설비에 압력계를 설치할 필요가 있다.

세척에 공기세척을 병용하는 경우, 공기량계측 및 그 제어설비를 마련하는 것이 바람직하다.

유동층방식은 흡착수조내의 입상활성탄층을 수중에 팽창유동화시켜 접촉시간을 많이 잡는 방식이다 보통처리때는 선속도 등의 관리 때문에 처리수의 통수속도(처리수)제어설비를, 또한 입상활성탄의 팽창계면의 관리에 초음파 레벨계를 설치하여, 이상 팽창때의 경보설비를 마련할 필요가 있다 따라서 입상탄층 및 정류상부의 관리를 위해 세척을 할 필요가 있기 때문에 통수속도 제어설비에는 통상처리에 더하여 세척에 필요한 통수속도를 확인할 수 있도록 배려를 하여야 한다.

또한, 통수속도 제어설비는 입상활성탄의 장입 후의 뒤섞음 조정이나, 인입 때에 탄층을 슬러리(slurry)화 하기 위해서 유동화시킬 필요가 있기 때문에, 그 조정에도 사용할 수 있는 제어범위를 잡지 않으면 안된다

입상활성탄의 흡착파괴점의 관리를 위해 누적통수시간계 및 누적통수량계 설비를, 또한 정류상부의 막힘현상을 관리하기 위하여 압력계를 설치하는 것이 바람직하다 입상활성탄층의 팽창계면 위치는 수온에 의해서 크게 변화하기 때문에, 감시제어용의 수온계를 설치할 필요가 있다. 입상활성탄은 통상처리에도 유출될 수 있기 때문에 유출수로의 출구에 자동그물(netscreen) 설비를 설치할 필요가 있다. 이 설비의 자동운전·세척을 하기 위해서 손실수두를 측정할 수 있는 수위계 설치가 필요하다.

입상활성탄흡착설비의 처리 후는 잔류염소가 소실되어 정수처리의 장해가 발생되는 경우도 있으므로, 미량의 염소주입을 실시하는 것이 바람직하다 이를 위해 유출수로 등의 출구에 잔류염소계를 설치하여 감시할 필요가 있다. 잔류염소의 조정은 그 계측자료에 의한 휘드훠워드(feed forward)방식으로 제어할 수가 있다

4.11 오존처리설비

오존처리설비의 계측제어는 다음 각 항에 의한 것으로 한다

1. 계측기기는 오존의 성질이나 그 주변환경에 알맞은 것과 동시에, 유지관리가 용이하고 안전하게 취급할 수 있는 것.
2. 오존의 발생, 주입, 회수 등을 안전하게 해서 효율적이고, 적절한 제어를 할 수 있음과 동시에 안전성을 구비한 것
3. 오존의 계측제어는 수질의 변화에 대응한 제어범위를 계측할 수 있는 것.

【해설】

오존의 발생수단으로서는 각종의 방식이 있지만 여기에서는 상수도에 널리 사용되고 있는 무성방전식에 관한 계측제어에 관해서 기술한다.

1 오존가스에 직접 접촉하는 농도계, 압력계, 온도계, 유량의 재질이나 구조는 충분한 내구성을 겸비한 것이어야 한다. 제어장치나 전원설비는 설치장소의 실내환경을 충분히 고려함과 동시에, 유지관리가 용이하고 안전을 목적으로한 설계가 되어 있어야 한다.(4.9 소독설비참조)

2. 오존처리설비는 (1) 오존의 발생 (2) 오존의 주입 (3) 오존의 회수·처리 (4) 배출오존의 측정으로 이루어져 각각이 일체되어 안전하고 효율적인 기능 발휘가 요구된다.

(1) 오존의 발생

오존은 산소 또는 공기를 원료로 해서 발생시키는 것으로, 오존의 발생농도는 발생기의 공급전압, 전류, 주파수, 냉각온도, 원료의 종류, 공급량이나 압력, 더욱이 원료 상태 등으로 변화한다. 공기를 원료로 할 때는 노점을 -50℃ 이하로 하는 것이 바람직하고, 또한 불순물을 제거하여 그 온도는 30℃ 이하로 하는 것이 요구된다

발생장치의 제어는 유도전압조정기와 고주파 인버터 등에 의한 방법이 있다.

이들의 설비에 사용되는 농도계, 노점계, 온도계, 풍량계, 압력계 등은 계측뿐만 아니라 제어나 경보 등이 가능한 기기를 설치하여, 적정한 운전관리를 할 수 있도록 하는 것이 바람직하다 또한, 누설 오존가스농도계를 설치하여 긴급시는 설비를 다른 설비와 연계시켜 정지되도록 하여야 한다.

(2) 오존의 주입

오존의 주입은 인젝터(injector), 디퓨저(diffuser), 기계교반 등에 의하지만, 방식에 따라서는 오존의 흡수율이나 배출오존농도에 영향을 준다.

제어에 필요한 계측항목은 처리유량, 오존주입량(오존화 공기의 풍량 및 오존농도), 잔류오존농도 및 배출오존 농도이다.

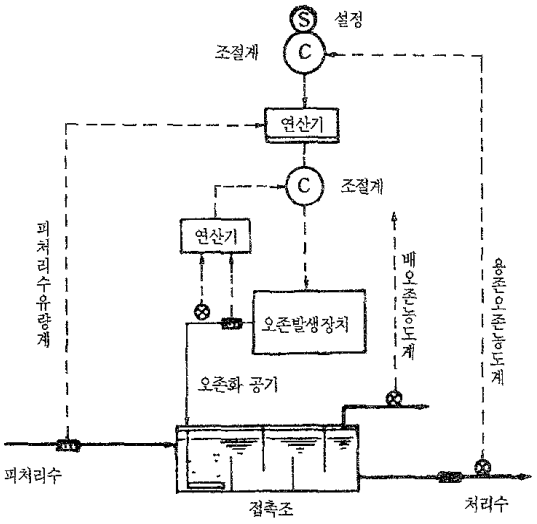
제어방식으로는 다음 방식이 있다.

1) 주입율을 설정하여, 처리수량에 비례주입하는 방법.

2) 처리수의 잔류 오존농도를 설정하여, 이것을 유지하도록 주입하는 방법.

3) 접촉조의 배출오존농도를 설정하여, 이것을 유지하도록 주입하는 방법.

4) 처리대상물의 수질을 지표로 하여 주입하는 방식.



<그림 9.24> 오존 주입설비의 계측제어 예

(3) 오존의 회수, 처리

오존에 의해 수처리를 할 경우 대부분의 오존은 물과 반응하여 소비, 용존되지만, 일부가 수중에서 다시 분리되어 배오존으로 된다. 배오존을 그대로 대기에 개방하는 것은 환경에 영향을 미치기 때문에 일반적으로 배오존 회수설비가 설치된다. 계측제어측면에 있어서도 처리대상수의 유입정지가 일어났을 때, 대량의 오존이 대기에 개방되지 않도록 오존발생기가 정지되도록 안전대책을 실시하여야 한다.

3. 오존처리설비는 부하변동에 따라서 발생하는 오존주입량이 급격한 변경의 요구에 관해서 오존발생의 조정이 용이하고, 또한 응답성이 좋고, 더욱이 높은 제어성을 가져야 한다.

오존의 주입량범위가 넓고, 1조의 발생설비에서는 그 변동폭에 충분히 대응할 수 없을 경우는 복수대의 설비를 설치하는 것으로 한다. 따라서, 정수공정 전반의 운용을 염두에 두고, 오존발생기의 용량, 대수 및 주입계통의 구성을 결정하여야 한다

또한, 최소주입량에서 최대주입량에 걸친 적절한 주입이 가능하도록 계측제어, 제어의 범위를 대중소 등 복수의 계통으로 나누어 그 각각에 맞는 제어범위를 갖는 유량계나 대수제어 등, 전체적으로 조화를 이룰 수 있는 설비로써

정밀도를 확보하여야 한다 <그림 9.24참조>

4.12 배출수처리설비

배출수처리 설비의 계측제어는 다음 각항에 의하여야 한다.

1. 조정, 농축시설의 계측제어는 수위계, 유량계 및 슬러지 수위계 등의 필요한 기기를 설치하여야 한다
2. 탈수설비의 계측제어는 그 처리방법에 적합한 가장 안전하고 또 확실한 계측제어 및 제어방식에 의하여야 한다.

【해 설】

1. 조정지 및 농축조에는 원활한 약품주입, 운전관리를 행할 목적으로 수위계, 슬러지수위계, 유량계, 농도계 및 pH계 등을 설치할 필요가 있다 일반적으로 수위계는 조정지, 농축조 등에 설치하고 슬러지 수위계, 슬러지 유량계나 농도계는 농축조에 설치한다

액위계나 pH계는 약액조나 반응조 등에 설치하며 약액의 종류에 따라서 내부식성의 검출부로 하지 않으면 안된다

또 계측제어기기는 특히 환경조건, 측정대상물을 고려하여 내부식성, 내마모성이 있는 외에 온도, 습도 및 오염 등에 견딜 수 있는 기기를 선택하는 것이 필요하다

2. 탈수시설의 제어방식은 처리법에 따라 여러 가지 차이가 있으나 일반적으로는 급슬러지 동작, 탈수동작 및 배출동작을 일련으로 하여 자동화되어 있다.

배출수처리에 있어서는 특히 기기가 부식, 오염되기 쉽고 또 제어방식에 따라서는 하나의 고장이 전시설의 정지를 가져오므로 계획에 있어서는 제어면과 공정관리면으로 보아 될 수 있는대로 간략화하고 필요한 최소한도에 그치는 것이 바람직하다 유량계, 온도계 등의 검출부에 관하여는 특히 처리시설의 운전관리상 최적의 위치를 선정하여야 한다.

4.13 송수시설

송수시설의 계측제어는 다음 각항에 의하여야 한다.

1. 송수시설의 감시와 제어에 적합한 유량계를 설치하고 필요에 따라서 수압계 등을 설치하는 것이 바람직하다
2. 송수유량의 제어는 정수지 및 배수지 등의 저류량을 활용하고 송수시설이 안전하고 확실하며 또 경제적 운용을 확보할 수 있어야 한다.
3 송수시설에 있어서의 계측제어기기의 보호장치는 본장 42 및 저수 및 취수시설의 3.에 준한다.

【해 설】

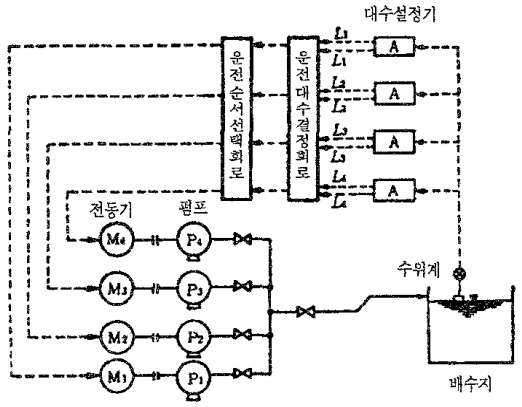
1. 송수시설은 송수방식 및 제어방식이 여러 가지가 있으나 유량계, 수압계 및 수위계 등은 기기의 설치조건에 적합하고 감시와 제어에 활용할 수 있는 것이라야 한다.

개수로에 유량계를 설치하는 경우는 위어식, 플루움식 이외에 예를 들면 차압식유량계에 있어서는 유량검출부에 공기가 들어가지 않도록 설치장소, 도압관의 위치 등을 검토한 후에 결정할 필요가 있다. 또 유량계는 될 수 있는대로 손실이 적은 것을 선정하는 것이 바람직하다.

관수로에 유량계를 설치함에 있어서는 자연유하식의 경우 개수로와 마찬가지이나 펌프가압방식의 경우는 펌프에 의한 관내의 흐름이 흐트러지는 일이 있으므로 기종에 적합한 필요직관부를 유지하도록 설치하고 필요직관부를 두지 못할 경우에는 정류격자를 설치하여 정류하는 것이 바람직하다.

수압계의 설치를 필요로 하는 것은 펌프가압방식의 경우가 많고 그 설치에 있어서는 주위의 환경조건 및 공기흔입 등의 설치조건 외에 보수점검에 관하여도 검토할 필요가 있다

일반적으로 송수시설의 유량계에는 차압식, 전자식 및 초음파식이 있으며 또 수압계는 불톤관식, 벨로우즈식이 많이 사용된다 또한 접



<그림 9.25> 수위에 의한 펌프대수 제어

합정 등의 시설이 있는 경우에는 수위계를 설치하며 플로트식, 전극식이 주로 사용된다.

2. 송수유량제어는 송수시설만으로 운용할 수 없고 배수량 및 배수지 등의 저수용량과 관련하여 제어할 필요가 있다. 송수유량의 시간적 변화는 별로 크지 않고 또 소용량 펌프는 효율이 나쁜 등의 이유로 대용량 펌프를 설치하는 예가 많이 있다

펌프의 운전에 있어서는 배수량 및 배수지 등의 저수용량을 검토하여 결정할 필요가 있으며 펌프는 될 수 있는 한 최고효율점으로 운전하고 기동, 정지 빈도를 적게 하여야 한다

그림 9.25는 펌프가압방식의 펌프대수 제어의 예이다

배수지의 수위를 목표치로 하고 직접 펌프대수제어를 하는 경우에는 검출부 및 전송로 등의 고장에 의한 단수를 피하는 방법을 고려하고 특히 수위계에는 계측신호와 경보신호를 독립시키는 것이 바람직하다 또 조절밸브 및 차단밸브의 조작에 의해서 관내에 부압 또는 수격작용의 발생이 염려되는 경우에는 공기밸브 등의 배치 또는 수격방지의 대책을 충분히 고려할 필요가 있다.

그 밖에 제어방법에 관하여는 본장 4.2 저수 및 취수시설의 해설 외에 본장 4.15 펌프설비의 해설을 참조할 것.

4.14 배수시설

배수시설의 계측제어는 다음 각항에 의하여야 한다.

1. 배수시설의 감시와 제어에 적합한 유량계, 수위계 및 수압계를 설치하고 필요에 따라서 수질계기를 설치하는 것이 바람직하다.

2. 배수유량의 제어는 배수시설의 안전과 효율적 운용 및 급수구역내의 적정한 수량, 수압을 확보할 수 있는 것이라야 한다.

3. 배수시설의 운전관리에 적합하고 계측 및 제어신호는 정수장 또는 송, 배수장의 관리실 등에 전송하는 것이 바람직하다.

4. 배수시설에 있어서의 계측제어기기의 보호장치는 본장 4.2 저수 및 취수시설의 3. 에 준한다.

【해 설】

배수시설의 계측제어는 배수량의 시간적 변화가 크고 또 배수지, 배수탑 및 고가탱크의 설치장소가 원격지 또는 높은 곳에 있는 등의 특수성을 고려하여 행할 필요가 있다.

1. 매일의 배수량 및 그 시간변화를 파악하기 위하여 배수지, 배수탑 및 고가탱크의 출구의 적당한 곳에 유량계를 설치할 필요가 있다. 특히 수량관리 및 배수량 예측의 지표로 할 목적으로 유량계에는 기록계, 적산계를 설치하고 또 이상유량이 있는 경우에 경보표시가 될 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

일반적으로 유량계에는 차압식, 전자식 및 초음파식이 많이 사용된다. 유량계의 설치에 있어서는 관내의 정류조건이 중요하므로 기종에 의한 설치조건 및 배수량의 주야, 계절의 변동 등에 의한 계측범위의 폭 등에 관하여 검토할 필요가 있다.

그 밖에 유량계의 선정조건에 관하여는 본장 4.2 저수 및 취수시설의 해설을 참조할 것.

배수지, 배수탑 및 고가탱크에는 설비의 상태감시 및 펌프, 조절밸브 등의 제어를 위하여 수

위계를 설치하고 수위의 계측을 행하는 외에 상, 하한의 경보표시를 하도록 하여야 한다. 특히, 상, 하한 접점과 펌프의 기동, 정지를 행하는 경우는 배수의 안전을 도모하기 위하여 계측신호와 경보신호를 독립시켜야 한다 또 수위계에는 효율적 배수관리의 지침과 기록계를 설치하는 것이 바람직하다.

일반적으로 배수지 등의 수위계에는 플로트식, 투입식 및 가압식을 사용하고 지시기록을 필요로 하지 않는 경우는 전극식이 많이 사용되고 있다.

급수구역내의 수압상황의 파악 및 수압의 균형을 유지할 목적으로 급수구역내에 배수관로의 대표적 지점에 유량계, 수압계를 설치하고 수압계에는 자동기록장치를 설치하는 것이 바람직하다.

일반적으로 많이 사용되고 있는 수압계는 불톤관식, 벨로우즈식이 있다

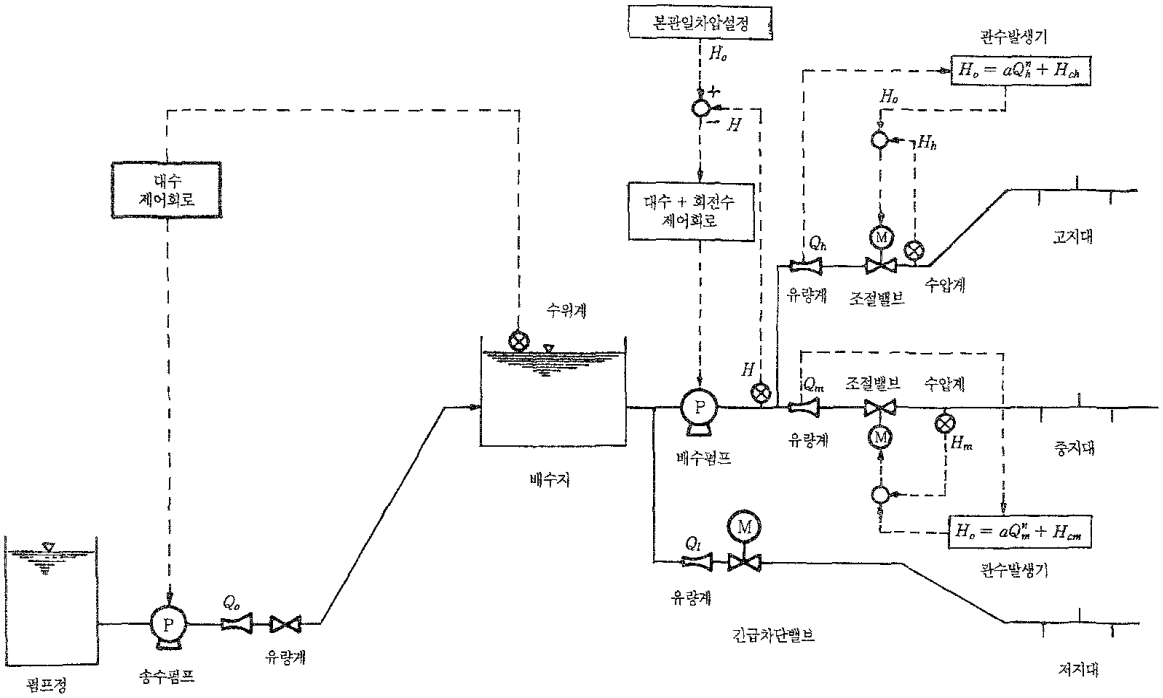
배수지 등에는 급수의 최종 단계의 수질 체크를 목적으로 하여 탁도계, 잔류염소계 및 pH계 등을 설치하는 것이 바람직하다. 수질계기의 설치 및 채수방식은 본장 4.4 착수정의 해설을 참조할 것

2. 배수유량제어의 목적은 급수구역내의 적정한 수량배분 및 수압의 균등화를 도모하는 것으로서 특히 수압관리는 야간 등에 있어서 필요 이상의 높은 수압에 의한 배수관의 파손이나 누수의 방지 또는 저수압에 의한 급수불량지역의 해소를 도모하는 것을 목적으로 한다.

한편 배수지 등에 있어서는 수요량에 알맞게 원활한 배수를 하기 위하여 효율적인 시설의 운전을 행할 필요가 있다. 이를 위하여는 급수지역에 있어서 수요량의 시간적 변동을 정확히 파악하는 외에 배수지 등으로 필요수량을 유입시키는 등 송수유량제어와의 관련 이외에 세밀한 배수지 운용을 할 필요가 있다.

그림 9.26은 송·배수시설의 제어예로서 저지대로의 배수는 자연유하식과 특히 제어를 실시하는 배수관의 누수 등의 이상시에 있어서 사고파급방지용으로서 긴급차단밸브가 설치된 경우의 예이다.

고지대 및 중지대의 배수는 펌프가압으로 동계통에 대하여는 동일 양정의 펌프가 사용되고



<그림 9.26> 송·배수시설의 제어

제어목표는 토출압일정제어 또는 말단관압일정제어가 행해지며 제어방식은 펌프대수제어 또는 회전수제어가 일반적이다.

또 배수지 등의 안전을 위하여 월류를 방지하기 위한 유입밸브 조작 및 관내 부압 대책도 충분히 검토할 필요가 있다.

3. 배수시설에 있어서 계측 및 제어점은 원거리에 있는 경우가 많고 또 최근에는 각 설비의 자동화, 집중화를 도모하고 배수지, 배수탑 및 고가탱크를 무인화하는 경향이 있으므로 배수지, 배수탑 등의 상호간의 연계를 강화하고 또 시설의 안전관리 및 경제적 운용을 하기 위하여 계측신호를 정수장 또는 송·배수장 등의 관리실에 전송하는 것이 바람직하다.

전송방식의 결정에 있어서는 전송거리, 전송항목 및 전송설비의 설치비 등을 고려하여 결정할 필요가 있다. 비교적 근거리의 경우는 직접전송방식이 사용되고, 기타의 경우는 전화회선 및 무선회선이용의 전송방식이 사용된다.

전송로의 설치에 있어서는 본장 2.7 전송부의 해설 및 본장 3.5 데이터 전송기기의 해설을 참조할 것

4.15 펌프설비

펌프설비의 계측제어는 다음 각 항에 의하여야 한다

1. 펌프설비의 운전 및 감시와 제어에 적합한 수위계, 압력계 및 유량계를 설치하고 필요에 따라서 회전수계를 설치하는 것이 바람직하다.
2. 펌프의 조작방식은 펌프의 용도, 설비규모 및 기동빈도 등에 의하여 결정하여야 한다.
3. 펌프의 제어방식은 펌프의 제어목적에 적합하고 또 운전의 안전성, 확실성 및 경제성에 적합한 것이라야 한다.

【해 설】

1. 펌프설비는 종류, 조작방식 및 제어방식 등이 다양하므로 수위계, 압력계. 유량계 또는 회전수계 등의 계측제어기기는 용도 및 설치조건에 적합하고 펌프의 운전과 감시 및 제어에 활용되는 것이라야 한다

펌프설비의 검출부는 펌프정, 수위계, 펌프토출압력계, 본관 일차압력계, 본관 이차압력계, 회전수계 및 유량계 등이 있다.

펌프정에는 펌프운전에 적합한 수위계를 설치하고 수위의 상, 하한 경보가 가능한 것이라야 한다. 수위계의 설치에 있어서는 펌프정내의 수류가 흐트러질 경우가 많으므로 방파통 등의 부속설비를 설치할 필요가 있다. 일반적으로 수위계는 플로트식, 투입식 및 전극식이 많이 사용된다.

펌프의 운전상태감시 및 규정 양수량의 확인을 하기 위하여 펌프에는 토출압력계를 설치하고 필요에 따라서 관리실 등에 경보표시를 하는 것이 바람직하다. 특히 복수대의 펌프설비에 있어서는 집합관(본관)제어의 경우 조절밸브까지의 본관 일차압력계와 조절밸브 후의 본관 이차압력계를 설치하는 것이 바람직하다. 또 이 경우 각 펌프마다 토출압력계를 생략할 수 있다. 일반적으로 압력계는 불톤관식, 벨로우즈식이 많이 사용된다.

유량을 계측하는 경우는 본관 4.13 송수시설의 해설을 참조할 것.

회전수계는 회전수제어를 행할 경우에 설치하고 제어방법 및 유지관리에 적합한 것이라야 한다

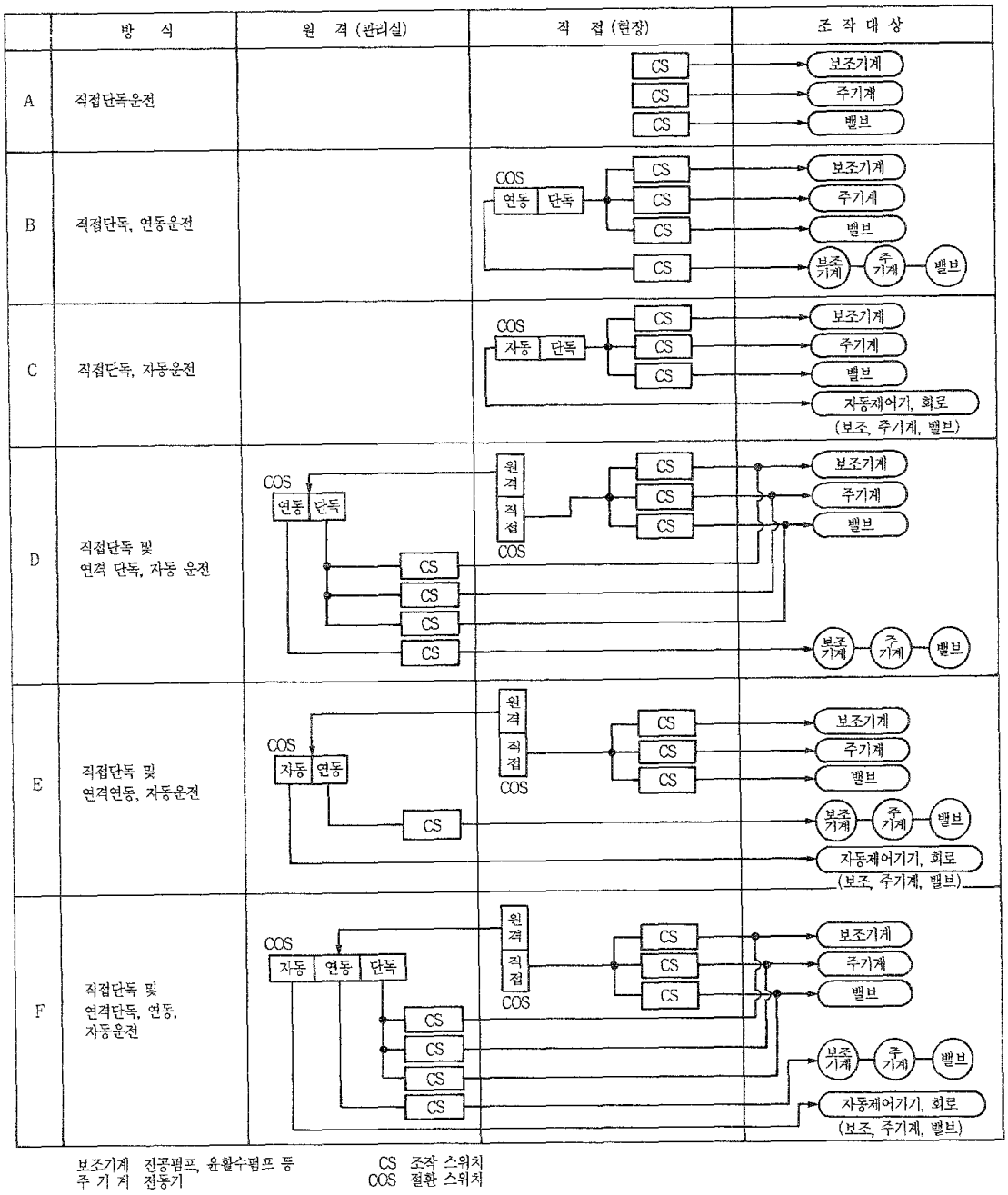
2. 펌프의 조작방식에는 단독운전, 연동운전 및 자동운전이 있다 또 연동운전은 일인제어, 또 자동운전은 자동제어라고도 불리운다.

(1) 단독운전

펌프 및 그 보조기기의 운전을 각기 조작스위치에 의하여 단독으로 운전하고 보조기기 및 펌프의 기동, 정지, 밸브의 개폐를 행하는 방식

(2) 연동운전

펌프의 기동, 정지마다 오퍼레이터가 행하는 방식으로 기동 또는 정지의 조작 후는 보조기기, 펌프, 밸브의 일련의 동작이 자동적으로 행



<그림 9.27> 펌프조작방식

하여지는 방식

(3) 자동운전

펌프정, 배수지 등의 수위, 송·배수관의 압력, 송·배수량 등 제어대상으로부터의 신호에 의하여 자동적으로 운전되는 방식으로 오퍼레이터는 개재하지 않는다

또 원격, 직접의 교환 스위치는 관리실에 설치할 경우가 있다.

조작방식의 검토에 있어서는 펌프의 용도, 기동빈도, 보수인원 및 설비비 등을 충분히 고려할 필요가 있다 또 현재에는 관리실로부터의 제어에 의하여 일인제어가 많이 채용되고 있다 또 조작이 용이하고 신속하며 또 확실하고 오조작의 염려가 없고 성력화(省力化)가 도모되는

등으로 일인제어에 자동제어를 가미한 것이 많이 사용된다. 그림 9.27은 펌프조작방식을 표시한 것이다.

일반적으로는 여과지 세척에 사용되는 양수펌프, 세척펌프 및 배출수펌프 등은 그림 9.27의 C방식이. 또 대형의 취수, 송수 및 배수펌프 등은 그림 9.27의 D,E,F 방식이 많이 사용된다.

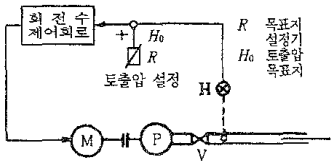
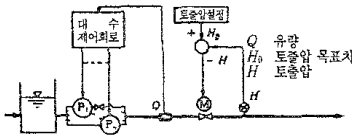
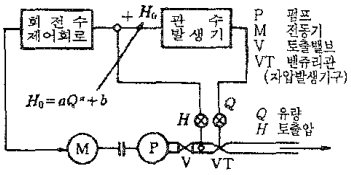
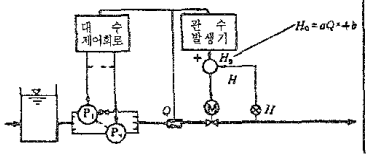
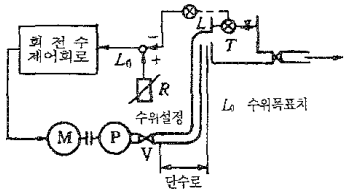
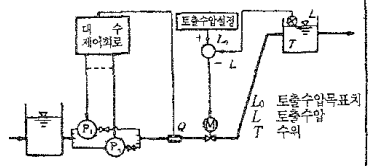
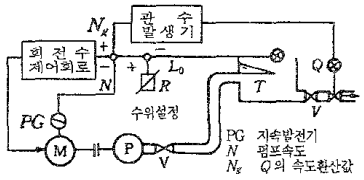
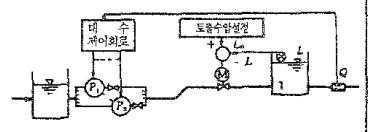
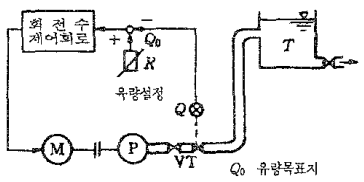
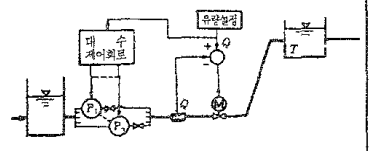
3. 펌프제어의 목적은 수요량의 변동에 따라 필요한 수압과 유량을 확보하는 것으로 제어의 목표별로는 수압제어, 수위제어 및 유량제어 등이 있으나 어느 경우나 유량을 제어하는 것에 귀착한다. 표 9.12는 펌프의 목표별 제어의 예를 표시한 것이다

펌프의 제어방식에는 대수제어, 밸브개도제어 및 회전수제어가 있으며 이들 중에 한가지 방식을 쓰거나 두가지 이상을 병용함으로써 펌프의 제어가 이루어진다. 제어방식의 결정에 있어서는 펌프의 관로특성과 펌프성능을 고려하고, 제어의 안정성, 확실성, 운전효율 및 보수의 용이도 등을 충분히 고려할 필요가 있다.

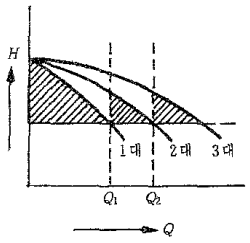
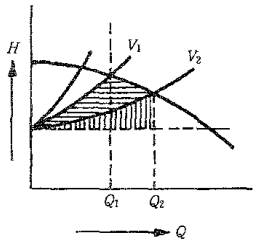
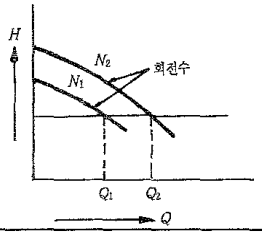
표 9.13은 펌프제어방식의 비교를 표시한 것이다.

각 제어의 적용계는 표 9.13에 표시한 바와 같으나 일반적으로 배수지 등에 있는 계통에는 펌프대수제어가, 유량의 변동범위가 적은 계통에는 밸브개도제어가, 또 유량의 변동이 크고 관로손실이 큰 계통에는 회전수제어가 사용된다. 특히 효율이 좋고 제어가 쉬운 점으로 회전수 제어가 사용되는 예가 많다. 표 9 14는 일반적으로 사용되는 회전수 제어의 비교표이다.

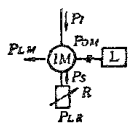
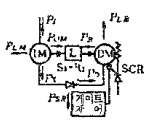
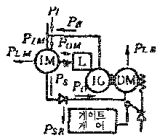
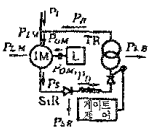
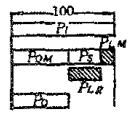
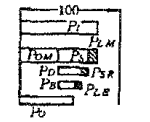
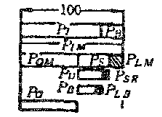
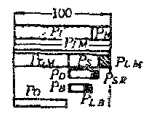
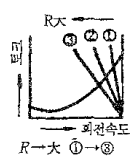
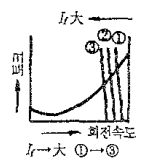
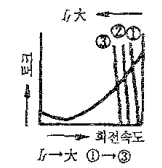
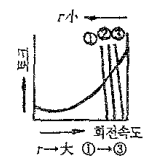
<표 9.12> 펌프의 제어목표별 제어방식

구분	제어목표	적용계	제어내용	제어례	
				회전수제어	대수제어+밸브개도제어
수압제어	토출압일정제어	수수단까지의 관로손실이 비교적 적은 경우 수수단에 있어서의 수압변동이 문제되지 않을 경우 수요수량이 적고 변동도 적은 경우	Ho-H=0 Ho : 설정치 H : 측정치 Ho와 H를 비교하여 차가 0이 되도록 제어대상을 조절한다		
	말단압일정제어	관로손실이 큰 경우 수요수량의 변동이 큰 경우	Ho=aQ^n+b a : 계수 Q 유량 b 말단희망압 유량에 의한 관로손실을 연산하고 목표말단압과 펌프토출압에 의하여 제어대상을 조절		
수위제어	토일출정수제조어수위	저수량이 큰 저수지가 있는 경우	Lo-L=0 Lo 설정치 L 측정치 Lo와 L을 비교하여 그 차가 0이 되도록 제어대상을 조절한다.		
	토일출정수조수위+배수유량종속제어	배수지 등의 용량이 크고 수위의 변동폭이 작은 경우	배수지 등의 수위와 배수량 또는 수위변화율에 의하여 제어대상을 조절한다		
유량제어	토일출정유제량어	수요수량의 변동이 작은 경우 수요수량에 대하여 큰 용량의 배수지가 있는 경우	Qo-Q=0 Qo 설정치 Q 측정치 Qo와 Q를 비교하여 그 차가 0이 되도록 제어대상을 조절한다		

<표 9.13> 펌프의 제어방식의 비교

제어방식	그 림	설 명	적 용 계	장 점	단 점
대수제어		유량에 의하여 대수를 제어 $Q<Q_1$------1대 $Q_1<Q<Q_2$--2대 $Q>Q_2$------3대	- 토출압력의 변동이 점점 커지는 것을 허용하는 계 - 실양정에 비하여 관로손실이 적고 저수지가 있는 관로계	- 제어가 비교적 간단하다 - 대수분할에 의하여 위험분산이 된다	- 압력의 변화폭이 크다. (사선부분이 압력변동) - 단계적인 특성변경에 한계가 있다
밸브개도제어		압력,유량을 검출하고 밸브개도에 의한 제어, 사선부분은 밸브에서의 손실을 나타낸다.	- 실양정에 비하여 관로손실이 적은 계 - 소형, 중형펌프의 일반적인 토출량의 제어방법이다	- 제어가 간단하다. - 설비비가 적다	- 운전이 어렵다 - 운전코스트가 높다 - 소음이 난다. - 밸브하류측의 압력이 낮은 경우는 캐비테이션의 염려가 있다.
회전수제어		유량이 $Q_1 \rightarrow Q_2$의 변화에 대해 회전수를 $N_1 \rightarrow N_2$로 하면 압력 일정제어가 된다	- 실양정에 비하여 관로손실이 큰 계에 적합하다 - 유량변동이 크고 연속운전의 경우	- 세밀한 제어가 용이하다 - 효율보다 운전코스트가 저렴하다(단,반환전력이 있는 경우)	- 설비비가 고가이다 - 높은 기술수준을 필요로 한다

<표 9.14> 회전수제어방식의 비교

제어방식	이차저항방식	크레마방식	MG셀비우스방식	정지셀비우스방식	비고
원리	권선형유도전동기의 이자처항 조정 에 의한 속도제어	권선형유도전동기와 직결된 직류전동기에 의한 이차여자제어	직류전동기와 유도발전기에 의한 이차여자제어	권선형유도전동기의 Sir사이리스다 인버터에 의한 이차여자제어	Sir----실리콘정류기
단선결선도					P_I----------입력 P_O----------출력 P_D--------직류전력 P_S--------활동전력 P_{OM}---주전동기출력 P_{SR}-----정류기손실
전력의 흐름 (출력 일정)					P_{LM}---주전동기손실 P_{LR}---이차저항손실 P_{LB}-----반환기손실 P_{IM}----주전동기입력 P_B--------반환전력
입 력	$P_I=P_O+(P_{LM}+P_{LR})$	$P_I=P_O+(P_{LM}+P_{SR}+P_{LB})$	$P_I=P_O+(P_{LM}+P_{SR}+P_{LB})$	$P_I=P_O+(P_{LM}+P_{SR}+P_{LB})$	
속도대토오크특성					R---------외부저항 I_f------계자전류 r--------제어진행각

<표 9.14> 회전수제어방식의 비교 (계속)

제어방식		이차저항방식			크레마방식			MG셀비우스방식			정지셀비우스방식			비고
총		대용량	중용량	소용량	대용량	중용량	소용량	대용량	중용량	소용량	대용량	중용량	소용량	효율 $\eta = P_O/P_I$ 대용량 1000kw 전후 극수 6P, 8P 중용량 500kw 전후 극수 6P. 8P 소용량 150kw 전후 극수 6P, 8P
합	100%	93.2	92.5	91.0	93.2	92.0	91.0	93.0	92.0	91.0	93.0	92.3	91.0	
	80%	74.5	73.0	72.0	91.0	90.0	89.0	91.0	90.0	89.0	91.4	90.4	89.4	
효	60%	55.0	54.0	52.0	85.0	83.0	81.5	83.5	81.0	79.7	85.5	84.0	83.5	
율		(1) 부하는 펌프부하로 하고, 출력은 속도의 3승에 비례하는 것으로 한다 (2) 수치는 하나의 예를 나타내는 것이고 전동기 구조(입형, 횡형, 외피구조) 속도 제어범위에 따라 다소 차이가 있다												
역 률		좋 다			좀 나쁘다			좀 나쁘다			나쁘다			진상콘덴서로 역률을 개선한다
설비비		가장싸다			비싸다			좀 비싸다			비싸다			
		비교는 하나의 예로서 설비비에 관하여는 용량, 속도제어범위 등에 의하여 차이가 있다												
설치면적		가장적다. (1) 펌프실 면적은 작다 (2) 저항기를 펌프 전동기실에 두면 전기실이 작아진다			크다 (1) 직류기직결을 위하여 펌프실 면적이 크게 된다 (2) 주기가 입축의 경우는 설치면적이 작아진다.			크다 (1) 펌프실의 면적은 작다. (2) MG의 별도설치를 위하여 전기실 또는 MG실이 크게 된다			크다 (1) 펌프실의 면적은 작다 (2) 직류리액톨인버터 트랜스 등에 의하여 전기실이 커진다. 단, 실외설치도 가능하다.			
보수점검		(1) 주기의 슬립링 브러시의 보수점검			(1) 주기의 슬립링 브러시의 보수점검 (2) 직류기의 코뮤데이터 브러시의 보수점검			(1) 주기의 슬립링 브러시의 보수점검 (2) 직류기의 코뮤데이터 브러시의 보수점검			(1) 주기의 슬립링 브러시의 보수점검			
특징		(1) 제어장치가 상당히 간간하다 (2) 설비비가 저렴하다. (3) 설치면적이 작아도 된다 (4) 보수가 용이하다 (5) 능률은 나쁘나 펌프부하의 경우 이차저항손실은 15%로서 밸브개도제어 방식 등에 비하여 손실이 적다 (6) 속도변동율이 크다			(1) 능률이 좋다 (2) 제어장치가 작다. (3) 직류기의 크기는 저속기로서는 크다 펌프전동기와의 결합에 문제가 있다 (4) 보수가 좀 힘들다.			(1) 설비비가 싸다 (2) 내용량기도 용이하게 제작된다 (3) 이자제어기기는 감속범위가 적은 경우는 적어도 30%정도의 감속에는 적당하다 (4) 정지셀비우스 방식에 비하여 회로가 간단하다 (5) 대수가 많은 경우 이차제어장치 수대를 1조로 설치할 수 있다			(1) 높은 정밀도의 제어가 된다. (2) 즉응성이 크다. (3) 제어장치는 정지형으로 보수가 용이하다. (4) 회로가 좀 복잡하다. (5) 역률이 나쁘다 (6) 효율이 좋다. (7) 대수가 많은 경우 이차제어장치 대수를 1조로 설치할 수 있다			

4.16 전기설비

전기설비의 계측제어는 다음 각항에 의하여야 한다.

1. 수, 배전설비의 능률적 감시 및 제어를 하기 위하여 안전하고 확실하며 또 신뢰도가 높은 설비로 하여야 한다.
2. 수, 배전설비의 감시 및 제어방법은 설비의 규모 및 중요성 등을 고려하여 결정되어야 하며, 사고발생시에는 즉시 처리조작 기능을 발휘할 수 있는 것이라야 한다.

【해 설】

1 수, 배전설비의 감시 및 제어의 능률을 향상시키기 위하여 설비는 자동화, 복잡화의 경향이 있으며, 감시 및 조작반은 축소화되고 있다. 그러므로 약간의 착오가 중대사고로 발전할 가능성이 있으며, 또 운전하는 입장으로는 오조작을 초래하기 쉬운 요인이 되고 있다 따라서 감시반, 조작반을 구성하는 기기 및 부품은 안전, 확실하게 동작하고 신뢰도가 높은 것이어야 한다.

계측방법은 일반적으로 검출단이 있는 변류기, 변성기와 계기의 조합으로, 또 보호계전방식은 변류기, 변성기와 계전기 및 차단기 등의 조합으로 구성되어 있다 또 수배전설비의 계측에 관하여는 주요 변압기의 전압 및 전류 또는 전력을 계측하는 것을 정하고 있으나 기타 계측에 있어서는 필요 이상의 계측은 감시를 복잡하게 하고 감시원의 주의력을 산만하게 할 뿐더러 계기가 있으므로 기록한다는 결과를 초래하게 되고, 최적 설비에 역행하므로 운전조작이나 전력관리에 필요한 최소한도로 그치는 것이 바람직하다

또 일반의 수전설비에 있어서는 수전의 전압과 주파수는 전력회사의 계통에 의하여, 사용전력과 역률은 부하의 종류에 의하여 정해지므로 수전설비에서 조정할 수 있는 것은 부하시 탭 조정장치(ULTC), 변압기, 전력용 콘덴서에 의한 무효전력 및 역률뿐이고, 계측제어에 의한 적극적인 합리화(질 및 경제성)는 그다지 기대할 수 없다

2. 수배전설비의 감시제어방법에는 상시감시제어, 단속감시제어, 원격감시제어 및 간이감시제어 등이 있다.

(1) 상시감시제어

근무원이 상주하고 감시제어를 하는 것으로 특히 중요한 수,배전설비에 적용된다

(2) 단속감시제어

주간에만 근무원이 감시제어하고 야간에는 특별한 경우 즉시 출동할 수 있는 태세를 갖추는 것이다.

(3) 원격감시제어

수 km 떨어진 감시장소에서 원격감시제어를 하는 것으로 통상은 무인이나 특별한 경우에는 즉시 출동할 수 있는 태세를 갖춘 것이다.

(4) 간이감시제어

수 km 떨어진 감시장소에서 운전상태를 감시하고 필요에 따라 현장에서 제어를 하는 방식으로 비교적 중요도가 적고 용량이 작은 설비에 적용된다.

일반적으로 상수도에서는 전항 (3)의 원격제어가 많이 사용된다.

수,배전설비의 사고는 즉시 단수로 연결되는 경우가 많고 또 제어반은 주로 인간이 감시제어하기 위하여 사용되는 것이므로 상호의 정보가 정확하게 전달될 수 있는 것이라야 한다. 그러기 위하여는 감시와 제어를 쉽게 할 수 있도록 제어반 등이 배치되는 것이 필요하고 전체의 통일을 도모하며 또 기록 등을 자동화함으로써 오퍼레이터의 부담을 경감하고 낙뢰 등에 의한 사고발생시는 즉시 처리조작이 가능한 기능을 갖춘 설비로 하는 것이 바람직하다.

제5절 컴퓨터 시스템

5.1 시스템 계획

시스템 계획은 다음 각 항에 의한 것으로 한다.

1. 입출력 항목을 정리하고 컴퓨터를 이용한 경우와 대체 수단으로 계획한 경우를 비교 검토하여야 한다.

2. 계획, 설계, 시공, 운전, 유지의 각 단계에 있어서 필요한 기술수준의 기술자를 양성하여야 한다.

3. 컴퓨터 시스템의 안전성에 대한 대책을 사전에 검토하여야 한다

【해설】

1. 계측, 감시, 제어의 각 항목을 정리하여 컴퓨터의 입출력 관계를 명확히 한다. 데이터의 수 또는 제어내용으로부터 개략의 컴퓨터 시스템을 계획함과 동시에 컴퓨터를 사용하지 않는 경우와도 비교 검토하여 컴퓨터 이용에 의한 충분한 효과를 기대할 수 없는 경우에는 그 이용을 피하여야 한다.

2. 컴퓨터를 도입한 경우 설계, 시공, 유지관리를 위해서 정보처리 기술자가 필요하다. 정보처리에 관한 기술자에는 시스템 설계나 프로그램 설계를 하는 시스템 엔지니어(SE), 프로그램을 제작하는 프로그래머, 컴퓨터의 운전관리 및 보수관리를 하는 기술자의 3가지가 있다

이 프로그램 작성과 운전관리 및 보수관리를 하는 기술자는 외부에 위탁하는 것이 가능하다. 그러나 SE는 상수도업무를 컴퓨터에서 처리하기 위한 중계역할을 담당하고 있으므로 사업자에 있어서 SE의 양성이 필요하다. 또 컴퓨터 시스템은 가동상태에 들어간 후에도 업무형태의 변경 등에 따라서 경상적(經常的)으로 소프트웨어의 변경이 필요하고 그 점에서도 SE는 중요한 역할을 담당한다.

3. 컴퓨터 시스템은 정보가 집중하고 있으므로 그 고장이나 정보의 누설은 커다란 영향을 주기 때문에 그 안전성에 대한 대책에 충분한 주의를 하여야 한다. 컴퓨터 시스템의 안정성을 위협하는 요인에는 시스템의 구성요소의 장해 등 내부적인 요인과 자연재해 등 외부적인 요인이 있다. 외부적인 요인에 대해서는 컴퓨터 시스템의 중요도나 시스템 장해에 의한 영향의 정도 등을 고려해서 내진구조의 강화와 방화대책 등을 고려하여야 한다. 이러한 외부적인 요인에 대한 대책과 동시에 시스템 자체에 기인하는 안전대책도 시스템의 기본계획을 행하는데 있어서 중요하다.

시스템 자체의 안전대책에도 두가지의 고려방법이 있다 한가지는 사고 또는 고장을 일으키지 않기 위한 대책이다. 다른 한가지는 사고 또는 고장이 일어날 때 그 영향을 최소화하기 위한 대책이다. 이들의 대책은 컴퓨터 시스템을 계획하는 시점에서 취급되는 대책과 유지관리의 시점에서의 대책이 있다.

1) 시스템의 계획시점에서의 대책

(1) 고신뢰 설계

사용하는 부품에 의해서 전체의 신뢰성이 좌우되기 때문에 신뢰성이 높은 부품의 사용이 중요하다. 또한, 시스템이 복잡해 질수록 시스템 전체의 신뢰성이 낮아지기 때문에 가능한 한 단순한 시스템으로 하는 것이 중요하다.

(2) 보전을 고려한 설계

고장의 진단과 수리 복구를 쉽게 하는 시스템을 설계한다. 예를 들면, 모듈방식을 채용하여 고장시에는 모듈단위로 교체가 가능하게 하기도 하고 고장시의 진단프로그램의 개발이나 고장나기 쉬운 부품은 취급, 교체가 용이한 장소에 장치한다.

(3) 이중화방식

컴퓨터를 이중화하고 한 개가 고장나더라도 시스템 전체에서 보면 운전에 지장을 주지 않는 방식이다 컴퓨터 시스템의 이중화 구성에는 다음과 같은 방식이 있다.

듀얼방식은 두 대의 컴퓨터 시스템이 동일 업무를 같은 기간내에 행하는 방법으로 한 대의 고장에 대해서 업무에 전혀 지장을 주지 않는 방식이다.

이것에 대해서 듀플렉스방식은 두 계통의 컴퓨터 시스템의 한쪽(동작계)에서 업무를 하지 않고 다른 계통(대기계)에서는 평상시에는 일괄작업(batch job) 등의 일을 하고 동작계가 고장난 때에 대기계가 일괄작업을 그만두고 동작계의 업무를 처리하는 방식이다. 단, 최근에는 컴퓨터 자체의 신뢰성이 향상되고 있기 때문에 반드시 이중화를 필요로 하지 않는 경우도 많다.

(4) 부하분산방식

컴퓨터 한 대에 처리가 집중되면 고장에 의한 영향이 크기 때문에 처리능력이 적은 컴퓨터를 다수 사용하고 한 대당 처리범위를 작게 하여 컴퓨터의 고장에 의한 영향범위를 작게 한정하는 방식이다. 부하의 분산방법에는 수평분산과 수직분산의 두가지 방법이 있다.

(5) fail safe방식

이 방식은 만일 설비가 고장난 경우 시스템이 안전하게 작용하는 방식이다. 컴퓨터에서 데이터를 처리하는 경우 설령 맞는다하더라도 일단 의심이 가는 데이터는 에러데이터라고 간주하고 처리하고 이것도 fail safe의 일종이다 fail safe는 소프트웨어에도 하드웨어에도 적용되는 플랜트의 안전성 확보상에서 중요한 개념이다

2) 유지관리상의 대책

(1) 예방보수

이것은 고장을 미연에 방지하기 위해서 정기적으로 시스템을 점검하기도 하고 부품의 교환을 행하는 것이다. 점검의 간격은 지나치게 길면 고장을 미연에 방지할 수 없게 되고 짧게하면 경비가 증가하게 되기 때문에 기기의 특성을 잘 이해하여 결정하여야 한다

(2) 사후보수

시스템이 고장난 경우 가능한 한 단시간에 복구 가능하도록 하여야 한다 이를 위해서는 보수기술자의 기술 레벨을 향상시키는 것과 공구와 부품의 제공 시스템을 정비하는 등 보수를 위한 환경을 갖추어야 한다. 또 시스템이 고장난 경우에 영향을 최소한 적게 하기 위해서는 고장시의 운전 매뉴얼의 정비와 고장시를 위한 운전요원의 훈련 등을 하는 것도 중요하다.

5.2 시스템 설계

시스템 설계는 다음 각 항에 의한 것으로 한다.

1. 시스템 설계에 적용되는 컴퓨터화의 목적과 효과를 미리 명확히 하는 동시에 대상업무를 면밀히 분석하는 것
2. 시스템의 구성과 처리방식은 여러가지 제약조건을 고려하여 실시 가능성의 조사(feasibility)를 실시하고 결정하는 것
3. 체크 시스템과 예외처리에 충분한 주의를 해서 상세설계를 행하는 것
4. 컴퓨터 시스템이 가동되어지도록 충분한 체크와 테스트 런을 행하는 것

【해설】

1. 컴퓨터를 도입하는 경우, 그 목적이나 효과를 가능한 한 구체화하여 놓는 것이 필요하다. 특히 시스템 규모가 크게된 경우, 목적이 애매하게 되는 것이 있기 때문에 주의하여야 한다. 또한 관계자간에 목적이나 효과에 대한 인식의 통일을 꾀하는 것이 필요하다.

현재의 컴퓨터는 기본적으로는 대량의 정보를 고속으로 연산처리만의 기능이 있지만 이것에 고도의 정보처리를 하게 하기 위해서는 대상업무를 어떻게 컴퓨터에 처리시키는가를 결정하여야 한다. 따라서 대상업무를 분석하여 업무를 구성하는 단위요소까지 분해하고 그 논리구성을 확인하는 것이 중요하다.

대상업무를 시스템 레벨적으로 보면 시스템 레벨이 낮은 경우는 정형화된 반복업무가 많아져 전산화하는 것도 용이하다. 그러나 시스템 레벨이 높게되면 그것에 포함되는 기능의 수는 기하급수적으로 증가하여 예외처리도 증가하기 때문에 시스템 분석이 어렵게 되고 시스템 설

계의 양부가 완성 후의 시스템 효과의 결정적인 요인이 된다

또한 대상업무를 분석하고 전산화가 되지 않은 업무가 있으면 업무처리의 방법을 변경하든가 혹은 전산화를 체념하는 것도 필요하다. 종종 기술적 흥미를 선행하여 고도의 시스템을 지향한 결과 초기의 목적에 대한 효과를 얻지 못한 예도 있기 때문에 도입에 있어서는 충분한 검토가 필요하다.

2. 컴퓨터 시스템에 대한 어떠한 시설의 계획에도 제약조건은 있지만 특히 컴퓨터 시스템에서는 제약조건이 복잡하게 뒤얽히는 경우가 많기 때문에 그 구성과 처리방법에는 주의가 필요하다.

컴퓨터 시스템은 다른 기기나 설비와 다르고, 목적을 달성하기 위한 기능이 복잡하며 다른 기기나 조직과 복잡하게 관련되어 있기 때문에 경우에 따라서는 제약조건이 되는 요소를 견락(見落)하는 것도 있다. 또한 역으로 이것을 크게 견과(見過)한 시스템을 왜곡하는 것도 있다. 제약조건은 사전에 충분히 검토함과 동시에 계획 도중에서도 휘드백하면서 그 제약조건을 확인하여야 한다 시스템 설계에 있어서 제약조건을 고려하는 한가지 방법은 최초에는 제약조건을 일체 무시하고 당초의 목적과 효과를 실현하기 위한 이상 시스템을 계획하고 그후 여러 가지 제약에 의해서 기능을 축소하면서 실현가능한 시스템으로 하는 기법이 자주 쓰인다.(그림 9 28 참조)

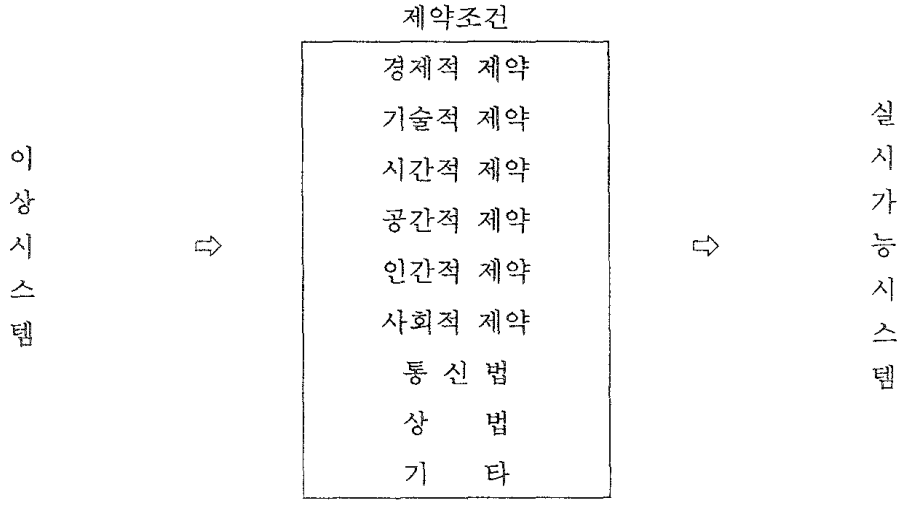
이와 같이 가능한 시스템 계획을 실시계획에 옮길 때까지 실시 가능성의 조사(feasibility)를 충분히 하여야 한다

컴퓨터 시스템은 지극히 면밀하고 방대한 작업이 적합하게 구성되어야 하고 이후에 수정이나 고치면 큰 손실이 초래된다. 따라서 feasibility를 소홀하게 하면 계획의 실시단계나 시스템의 완성단계에서 초기의 목적을 달성하는 것이 불가능하여 많은 수정을 강제로 하게 된다

3 인간이 정보처리를 하는 경우 무의식중에 여러 가지 실수를 체크하지만 기계화된 정보처리에서는 의식적으로 반드시 처리과정에 체크 시스템을 넣어두게 되면 오류가 발견되는대로 출력되어 버리는 것이 있다

그 때문에 가능한 한 체크 시스템을 반드시 조합하여 넣도록 설계를 할 필요가 있다.

또 예외처리에 대해서도 이것을 원활히 행하도록 시스템에서 하여야 한다. 인간의 정보처리는 획일적, 기계적으로 행하여지는 것은 오히려 적고 예외처리를 행하고 있는 것이 보통이다 이것을 기계화할 때에는 될 수 있는 한 처리를 획일화하는 것이 시스템을 성공되게 한다 어떻



<그림 9.28> 제약조건과 시스템

게 해서도 일부의 예외적인 부분이 남지 않는다. 이들의 처리를 능숙하게 행할 수 있는 것도 시스템 설계에는 중요한 것이다

4. 컴퓨터 시스템은 이것이 완성되었을 때 소프트웨어 테스트가 필요하다. 소프트웨어의 테스트는 프로그램 단체(單体)에서 행하는 것과 시스템 전체(全体)에서 행하는 것이 있고 일반적으로 테스트 데이터를 입력하여 행한다.

시스템 전체에서 행할 경우의 테스트 데이터는 시스템이 다수의 프로그램에서 이루어지기 때문에 프로그램은 시스템 전체를 파악할 수 없으므로 테스트 데이터의 작성에는 시스템 설계자의 관여가 필요하다.

컴퓨터 시스템의 소프트웨어는 꽤 복잡하기 때문에 초기고장의 발생이 예상된다. 따라서 시스템이 안정하기 까지의 기간, 고장에 대비한 체제 등의 강화가 필요하다

5.3 하드웨어(hardware)

하드웨어의 선정은 다음 각항에 의한 것으로 한다.

1. 중앙처리장치의 선정은 그 특성, 기능 등을 잘 조사하고 선정하여야 한다.

2. 주변기기는 각 기기의 특성을 조사하고 업무처리에 적당한 기종을 선정하여야 한다.

3. 컴퓨터를 설치한 경우 설치환경에 충분한 유의를 하여야 한다

【해설】

1. 컴퓨터의 사용기종을 선정하는데 먼저 목적으로 하는 업무를 처리가능한 능력을 갖는 기종을 선정하여야 한다

컴퓨터의 처리능력은 일반적으로 처리 스피드와 메모리 용량에 의해 결정된다 컴퓨터는 필요로 하는 처리능력이 부족한 경우에 시간이 걸린다. 결과의 출력이 지연될 뿐만 아니라 처리가 불가능하게 되는 것도 있다 따라서 처리능력의 결정은 전체 처리에 대한 필요한 응답간(response)을 얻을 수 있는 처리능력의 것을 선정하여야 한다.

그러나 계획의 시점에서 전체처리에 필요한 응답시간을 확보 가능한지, 아닌지의 판단은 어렵고 일반적으로 경험에 준해서 예측하는 이외에 방법은 없다. 그러므로 약간의 여유를 갖는 컴퓨터를 선정하는 것이 바람직하다.

바꿔말하면 컴퓨터 처리는 당초의 계획이 궤도에 오르면 당초 계획하지 않았던 업무도 전산처리하는 경우가 많다. 후일 처리능력의 부족함이 있기 때문에 당초 계획에 약간의 여유를 갖는 처리능력의 것을 설정해 놓는 것이 바람직하다.

2. 주변기기에는 입출력 장치나 보조기억장치가 있다 대표적인 입출력 장치에는 키보드, 플로피디스크, 광학적 문자 판독장치(OCR), CRT, 프린터 등이 있다.

보조 기억장치에는 자기디스크, 자기테이프, 플로피디스크 등이 있다. 이것의 기기에는 여러가지 특징이 있다.

사용목적에 따라서 선택하여야 한다.

3. 컴퓨터는 양호한 설치환경에 설치하여야 하므로 안전대책에도 충분히 유의하여야 한다. 주된 설치상의 유의사항은 아래와 같다.

① 녹, 부식성 가스 등이 적은 장소일 것

② 진동, 전계 및 자계의 영향이 적은 장소일 것

③ 물 사용기기의 직하부를 피할 것

또 컴퓨터실의 건축재료는 불연재료를 사용하고 소화설비를 설치한 곳

④ 지진에 의한 전도나 이동을 방지하도록 설치할 것

특히 free access상의 경우 건물의 본체에 직접 고정할 것

⑤ 전산설비는 케이블이 다수 집중하기 때문에 케이블 닥트를 분할하는 등 케이블의 연소방지 조치를 강구해 놓을 것

⑥ 범용 컴퓨터용의 공조설비는 전용으로 하고 2계통의 설비를 설치하는 것이 바람직하다.

또한 습도를 조정할 수 있는 곳이여야 한다

⑦ 컴퓨터의 전원은 양질인 전원을 공급하기 위한 UPS(CVCF)를 설치하는 것이 바람직하다 또한 보수용으로 별도 회로의 콘센트를 설치할 것

⑧ 범용 컴퓨터를 위한 전자계산기실은 입실관리를 엄격히 할 수 있도록 되어 있는 구조인 곳이 바람직하다.

【참고】 컴퓨터의 기능

컴퓨터의 하드웨어는 참고 그림 91에 표시한 것과 같이 중앙처리장치(central processing unit)와 주변장치라고 불리는 입출력장치와 보조기억장치에 의해 구성되고 있다. 중앙처리장치는 연산장치와 기억장치 및 전체를 제어하는 제어장치로 구성되어 있다. 컴퓨터의 기본적 기능에는 아래와 같이 다섯가지가 있다.

(1) 기억 및 검색기능

컴퓨터의 내부에는 주기억장치가 있고 외부에는 보조기억장치가 있다. 일반적으로는 대량의 정보를 기억하고 있고 이것을 필요에 의해서 검색하여 사용한다. 이것은 컴퓨터에서 정보처리를 행하는 기본적인 기능이다

(2) 비교, 판단기능

검색기능은 이 비교 판단기능에 따라서 실현된다 즉, 기억된 대량의 정보중에서 어떤 조건에 적합한 것을 검색해간다. 따라서 비교, 판단기능은 연산의 결과에 따라 다른 작업을 행하는 것이 가능하며 이것이 컴퓨터를 간단한 계산의 기계가 되는 정보처리기로서 취급되어 간다

(3) 출력기능

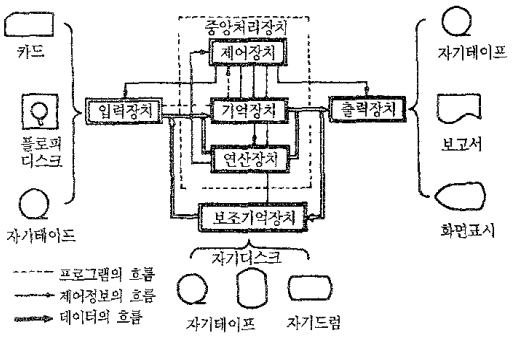
정보처리 결과를 어떠한 형태로 출력하는 기능으로 일반적으로는 인간에게 처리결과를 알도록 하기 위해서 프린터나 디스플레이에 출력한다. 그러나 인간에게 출력이 안된 다른 기기에 직접 출력하는 경우도 있다. 예를들면, 제어계에서 사용한 경우 컴퓨터 출력은 기계 그 자체에 직접 출력된다. 또한 통신회선을 경유하여 원방의 컴퓨터 등에 직접 출력하는 경우도 있다.

(4) 연산기능

컴퓨터의 주요 기능에 있어서 가감산을 초고속으로 행하는 기능이다

(5) 입력기능

컴퓨터에 데이터 처리를 행할 수 있는 데이터의 입력 기능이다 카드, 키보드, 타블렛, OCR 등 여러 가지 기기가 개발되고 있다. 출력기능과 같이 인간이 입력하는 외에 계측제어기기 등에서 직접 입력하는 경우와 원방의 컴퓨터등에서 입력하는 경우도 있다.



<참고그림 9.1> 컴퓨터의 구조

5.4 소프트웨어(software)

소프트웨어(프로그램)는 다음 각 항에 의한 것으로 한다.

1. 가능한한 범용 라이브러리를 활용하는 것이 바람직하다

2 가능한한 모듈화하고 나누어 알기쉽고 간략하게 하는 것으로 그 내용이나 기능을 명기한 다큐먼트를 정리하여야 한다.

3. 업무처리의 변경과 피제어계 시설의 개조 등에 유연하게 대처하도록 하여야 한다.

4 축적자산으로서 활용하기 위해 가능한한 호환성이 있는 것으로 하여야 한다.

5. 데이터와 프로그램의 보관은 상실, 도난 등에 대해서 충분히 주의하여야 한다

【해설】

소프트웨어는 기계 자체, 즉 하드웨어에 대응하는 말로서 여러 가지 정의가 있지만 넓은 정의에는 컴퓨터의 사용에 필요한 온갖 지식기술을 가리킨다. 또 좁은 정의에는 컴퓨터를 동작시키기 위해 동작순서, 즉 프로그램을 말하는 경우도 있다. 일반적으로 프로그램과 시스템 기술을 총칭한 경우가 많다. 시스템 기술에 대해서는 전술하였기 때문에 여기에서는 좁은 의미의 정의에 따라서 소프트웨어는 프로그램을 가리킨다.

소프트웨어는 그림 9.29에 표시한 것처럼 operating system (OS)과 application program (응용 프로그램)으로 구성되어 있다.

1) operating system (OS)

OS는 컴퓨터 본체 및 주변기기를 유효하게 관리하고 컴퓨터를 사용하기 쉽게 하기 위한 프로그램이며 그 기능은 하드웨어의 관리, 프로그래밍의 성력화, 데이터의 안전대책 등 다방면에 걸쳐있다.

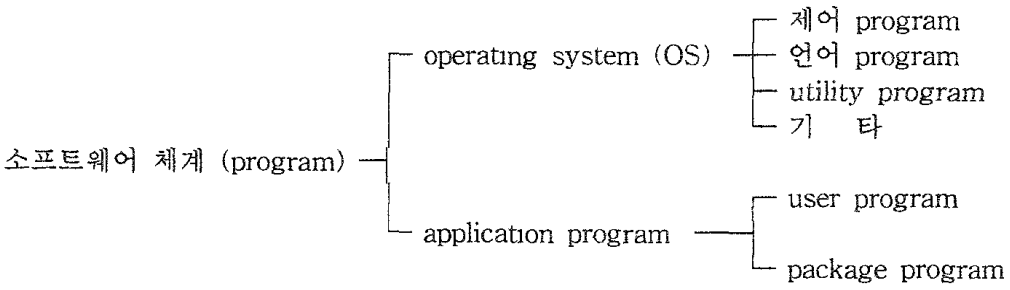
2) application program

응용 프로그램은 이용자 자신의 문제해결을 위해 개발한 프로그램이다 정수장의 감시제어를 위한 프로그램과 재고관리, 급여계산 등의 프로그램이 여기에 해당된다.

1. 프로그램은 업무처리를 컴퓨터의 동작 논리에 옮겨놓은 것으로 한치의 오차도 허락하지 않는다. 일반적으로 대규모 프로그램은 최초에 만들어진 시점에서는 오류(bug)가 있는 것이 보통이고 이 버그를 단번에 발견해 내고 수정을 하여야 한다. 이 작업을 디버그라고 하지만 종종 충분한 디버그를 하고도 발견할 수 없는 버그가 존재하고 시스템이 가동하고 나서 오동작을 일으키는 경우가 있다. 양질의 프로그램을 작성하기 위해서는 버그를 적게하지 않으면 안되지만 이를 위해서는 버그의 발견이 쉽고 나누기 쉬운 프로그램의 작성이 중요하다. 또, 사용실적이 많은 범용의 프로그램, 즉 범용 라이브러리를 사용하는 것이 버그를 적게하는 것으로도 된다 또한 범용 라이브러리를 능숙하게 사용함으로써 프로그램의 작성 능률을 대폭 인상하는 것이 가능하기 때문에 범용 라이브러리를 사전에 충분히 조사하고 가능한한 이것을 이용하도록 하는 것이 바람직하다.

2. 프로그램은 컴퓨터의 동작 순서를 좇아서 기술한 것으로 제작자 이외에는 대단한 이해가 있어야 하지만 가능한한 모듈화하여 이해하기 쉽게 하여야 한다 또, 프로그램의 입출력 조건과 처리내용 또는 취급방법을 다큐먼트로 해서 알기 쉽게 하는 것이 필요하다. 이것에 의해서 유지보수를 용이하게 할 수 있음과 동시에 내용을 알지 못하게 되어 진부화(陳腐化)되는 것을 방지시킨다.

3. 컴퓨터 시스템은 대상업무의 변경에는 소프트웨어를 변경함으로써 대처할 수 있다. 그러나 소프트웨어의 변경은 전문가가 아니면 변경이 곤란한 경우가 많고 특히 대규모의 시스템이 되면 전문가라도 용이하게 변경을 할 수 없는 경우도 있다. 한편, 컴퓨터 시스템은 일상적으로 업무처리의 변경을 강제로 시켜지는 것이



<그림 9.29> 소프트웨어 체계

많기 때문에 이러한 변경에 대해서 유연하게 대처 가능하도록 작성하여 놓는 것이 중요하다. 따라서 전술한 바와 같이 프로그램을 모듈화 또는 단순화하여 놓는 것 이외에 입출력 데이터와 연산식에 명칭을 붙임과 동시에 이것을 분류, 정리하여 테이블화하면 입출력 데이터와 연산식의 변경에 대해서 테이블 변경하는 것만으로 대처가능하도록 하는 것이 바람직하다. 또, CRT 표시화면과 인쇄서식은 종종 추가 변경이 필요하기 때문에 이것의 변경을 용이하게 행할 수 있는 소프트웨어(tool)에도 반드시 주의하여야 한다.

4. 컴퓨터는 기종에 따라서 명령어가 다르기 때문에 기계어와 어셈블리어로 짜여진 프로그램은 기종간에 호환성이 없다. 이것에 대해서 포트란과 코볼과 같은 고급언어(컴파일 언어)는 원칙적으로 기종에 관계없는 것으로 되어 있다. 그러나 현실은 기계독특의 명령어를 다수 갖고 있는 경우도 많다. 이러한 명령어를 사용하면 고급언어에 있어서도 기종간의 호환성이 적게 된다. 기종에 의한 호환성이 없는 프로그램은 축적자산에 있어서 가치를 감축하는 것이 되기 때문에 고급언어에서 프로그램을 작성하는 경우는 가능한 한 기계독자의 명령어를 사용하지 않고 범용성이 높은 것으로 하는 것이 바람직하다. 경우에 따라서는 프로그램을 발생할 때에 사용명령어를 제한하는 것도 고려할 필요가 있다. 이것에 의해서 범용성이 높은 프로그램이 이해하기 쉽게 되는 이점이 있다.

5. 프로그램과 데이터는 하드웨어(특히 자기디스크)의 고장과 프로그램의 버그에 의한 오작동 등으로 파괴될 수 있다. 그러므로 프로그램과 중요한 데이터는 백업을 갖고 별도로 보관해 두는 것이 필요하다. 또 화재나 침수에 의한 재해, 도난 또는 데이터의 인위적인 바꿈 등에 대한 충분한 대책이 필요하다.

부 록

개정요지 및 개정내용 요약

1. 개정요지

< 제1장 총 론 >

- 상수도시설에 대한 기본사항 및 개요 설명, 용어해설을 보완하였고, 상수도시설 계획의 기본자료가 되는 각종 관련 현황을 최근 통계자료로 수정하였음
- 상수도시설의 기본계획에 대한 설명을 보완하고 재구성하였음
- 상수도시설의 내진 설계에 대한 중요성과 설계시 고려사항에 대한 내용을 신설하였음
- 상수도용 기기 및 자재에 대한 관련규격을 제시하고 설명하였음

< 제2장 수원시설 >

- 수원시설의 일반사항(강수현황, 수원의 종류와 특성, 이용실태등)에 대하여 기술하였음
- 수원의 선정과 구비여건, 수량 및 수질조사 방법과 기준 등에 대하여 보완하고 수원시설의 구조에 대하여 추가 설명하였음

< 제3장 취수시설 >

- 취수시설의 위치선정기준, 구조 등에 대하여 추가 설명 및 각 취수시설에 대한 그림을 보완하고 상세한 설명을 추가하였음
- 강변여과수 취수시설에 대한 취수방법과 개발 방향에 대한 내용을 추가하였음

< 제4장 도·송수시설 >

- 도·송수시설에 대한 계획 및 일반사항, 도·송수관 결정방법에 대하여 상술하고 원수 조정지에 대한 기준을 설정함
- 관로에 설치하는 제수·공기밸브등 부속 기기와 신축이음에 대하여 추가 보완하였음

< 제5장 정수시설 >

- 정수시설 기준의 개정은 수질기준보다 양질의 정수를 생산할 수 있도록 하는데 목표를 두었음
- 침전지 효율향상을 위하여 상향류식 경사판을 설치하는 기준을 제시하였음
- 원수수질에 따라 적합한 여과지를 선택할 수 있도록 여과지 형식 중에 자연평형형과 직접여과 방식을 추가
- 역세척의 효율을 증대하기 위하여 세척효과가 우수하고 선진국 및 국내에서 많이 사용하고 있는 공기세척방식을 추가하고 해설을 보충하였음
- 전염소·중간염소처리설비를 각 방법의 기능이 효과적으로 활용될 수 있도록 전염소처리와 중간염소처리로 분리하여 상세히 기술하였음
- 활성탄 처리시설을 분말활성탄 흡착설비와 입상활성탄 흡착설비로 분리하였음
- 점차 도입이 확대되고 있는 입상활성탄, 오존처리등 고도정수처리기술 및 시설에 대하여 상세한

기준 및 지침을 대폭 추가하였음

- 고도정수시설의 일종인 생물학적 전처리 설비에 대한 기준 및 지침을 신설하였음
- 배출수 처리 시설에 대한 설명 추가

< 제6장 배수시설 >

- 배수시설의 기본사항, 배수지의 시설위치, 용량결정방법, 구조 등에 대해 보완하고 중층건물에 대한 직결급수와 지역특성에 적합하도록 급수수압 확보 방안에 대하여 기술하였음
- 배수탑과 고가수조에 대한 기본사항, 구조 등에 대하여 추가하였음
- 상수도 관로 매설후 다른 지하매설물과의 오인으로 인한 사고를 방지하기 위하여 80mm 이상의 상수도 관로에 관로표지를 붙이도록 함

< 제7장 기계·전기설비 >

- 밸브에 대하여 기본사항, 용도와 종류, 선정조건 등에 대하여 신설하였음
- 수처리 기계설비, 크레인, 환기설비등 각종 기계설비에 대한 기본사항과 구조, 선정 및 유지관리시 고려하여야 할 사항 등에 대하여 내용을 신설함
- 전동기의 종류·형식 및 전기설비에 대하여 보완하였음
- 국가보안목표시설인 상수도의 동력설치에 대한 안전 및 보안을 위하여 변전설비를 옥내에 설치토록 함

< 제8장 급수장치 >

- 급수관의 매설심도는 도로하중과 표토의 유실을 고려하여 60cm이상
- 수도계량기, 지수밸브, 특수기구등 급수기구의 정의와 종류·특성 등에 대하여 보완 수록
- 가정형 소형수조를 신설하고 저수조의 청소, 위생관리등 유지관리에 대하여 해설내용을 추가 설명하였음
- 절수 기기의 종류와 기능, 개발 방향에 대한 내용을 신설하고 절수방안에 대하여 설명함
- 역류위험이 있는 급수용구 유입구에 적절한 역류방지장치를 설치토록 함

< 제9장 계측제어설비 >

- 계측제어설비의 신기술 도입 및 개선방법에 대하여 설명하고 정수시설의 현대화를 위한 감시제어설비 내용을 추가함
- 각종 시설의 계측제어 조건 및 유지관리에 대하여 설명하고 계측제어를 위한 컴퓨터 시스템에 대한 내용을 신설하였음

2. 개정내용 요약

항 목	당 초	개 정	사 유
제1장 총 론			
제3절 용어의 정의	일부 추가	계량기, 무수수량, 유수수량 등 용어 및 해설 첨가	
제4절 기본계획	제4절 시설의 규모결정 제5절 시설의 일반사항	기본계획은 각 상수도사업이 위치한 사회적, 자연적 조건하에 앞으로 임하게 될 사업내용의 근간에 관한 장기적이고 종합적인 계획이므로 기본계획을 책정할 때의 주의사항을 언급	제4, 5절은 내용상 기본계획에 포함되므로 하나의 절로 통합, 재구성
4.1 기본계획 수립 순서	신 설	기본계획을 수립할 때의 절차는 기본방침 수립(계획목표 설정), 기초조사, 정비내용의 결정 등의 순서로 한다.	수도사업의 종합계획을 수립함에 있어서 수립순서와 기초사항, 정비내용에 대해 설명
4.1.1 기본방침 수립	신 설	기본방침을 수립할 때에는 다음 각 항에 대해 밝히도록 한다.	상수도사업의 기본계획에 있어서 급수구역, 상위계획, 유지관리, 경영 등에 관한 사항을 설명
4.1.2 기초조사	신 설	기본계획을 수립할 때의 기초조사는 필요에 따라서 다음 각 항에 의거하여 실시하기로 한다. 또 실시할 때에는 각 항에 기술한 조사사항을 참고로 한다.	상수도 기본계획 수립시 기초조사 및 조사항목에 대해 설명
4.1.3 정비내용의 결정	신 설	정비내용을 결정할 때에는 시설의 전체적인 적합성 등을 감안하여 사업의 내용, 공정, 개괄적인 사업비 등을 밝혀야 한다.	상수도시설 정비시 전체적인 합리성을 고려하도록 함

항 목	당 초	개 정	사 유
4.2 기본계획 수립시 주의사항	신 설	수량면에서의 안정성 확보 수질면에서의 안전성 확보 적정수압의 확보 등	기본계획 수립시 주의하여야 할 사항에 대해 언급 필요
제5절 상수도시설의 내진설계	신 설		상수도시설 내진의 중요성과 설계시 고려사항 제시
5.1 총 칙	신 설	상수도시설은 지진이나 풍수해 등 재해시에 안전성을 도모하기 위해 내진 설계를 고려하는 것이 바람직하다.	상수도시설은 시민생활과 도시기능을 유지하기 위한 기본시설이므로 내진설계가 고려되어야 함
5.2 내진계획·설계·시공	신 설	상수도시설을 계획·설계·시공함에 있어서는 해당 상수도 사업체의 특성과 지진의 영향을 충분히 고려하여 합리적인 계산에 따르는 것이 바람직하다. 또한 지진에 의한 피해를 입더라도 상수도시설 전체로 볼 때에 급수기능을 최대로 발휘할 수 있도록 하여야 한다.	상수도시설은 대부분 지하매설물로 구성되므로 재해시 복구가 어려우므로 급수기능의 유지를 위해 필요한 내진계획·설계·시공시 고려사항을 설명함
5.3 지반조사 및 내진설계	신 설	상수도시설은 되도록 지반이 양호하고 지형이 안정된 장소에 건설하는 것이 바람직하며, 내진설계시에는 구조물의 특성이나 주변의 지반조건 등을 고려하여야 한다.	구조물에 작용하는 지진력은 지반에 따라 현저하게 다르므로 그 중요성과 지진의 영향에 대해 설명함
5.4 내진성 자재 및 조인트의 선택	신 설	상수도시설의 중요한 부위에는 내진성이 있는 자재를 사용하여야 하고, 수밀성의 확보가 필요한 부분과 지진에 의하여 상대변위(相對變位)가 발생할	지진시는 지반에 발생하는 상대변위에 따라 변형이 발생하므로 상대변위를 흡수할 수 있는 조인트나 자재를 사용토록 함

항 목	당 초	개 정	사 유
		수 있는 구조물의 연결부위에는 신축성이 있는 내진 조인트를 설치하는 등 변위의 흡수와 응력(應力)의 완화가 가능한 구조로 하는 것이 바람직하다.	
5.5 상수도시스템의 내진화	신 설	상수도시스템의 내진설계시 중요시설의 이중화, 계통간의 연결 및 환상화, 관망의 불록화, 긴급차단밸브의 설치 등 대비책을 수립하는 것이 바람직하다.	각 시설별로 내진화에 국한하지 말고 하나의 시스템으로 전체적인 내진성 향상이 중요
제6절 상수도시설의 일반구조에 대한 사항			
6.2 설계기준	건축 구조물 설계에는 건축관계법에 따라야 하며 하중, 외력, 재료의 허용응력도, 콘크리트반 등에 관한기준은 건교부에서 제정한 하천시설기준(1982년 12월), 터널공사 표준시방서 및 동 해설(1985년 12월), 토목공사 일반 표준시방서(1985년 12월), 콘크리트 표준시방서(1988년 12월), 구조물기초설계기준(1986년 12월) 및 옹벽의 설계(1979년 1월) 등의 제반 시방서 또는 이와 동등한 시방서에 준하여야 한다.	건축 구조물 설계에는 건축관계법에 따라야 하며 하중, 외력, 재료의 허용응력도, 콘크리트와 지반 등에 관한 기준은 건교부에서 제정한 하천시설기준(1993년 12월), 터널공사 표준시방서 및 동 해설(1996년 5월), 토목공사 일반 표준시방서(1996년 3월), 콘크리트 표준시방서(1996년 7월), 구조물기초 설계기준(1986년 12월) 등 설계당시에서 가장 최근의 제반 시방서 또는 이와 동등한 시방서에 준하여야 한다.	관련법규 및 기준의 개정에 따라 새로운 개정판 소개

항 목	당 초	개 정	사 유
6.6 상수도용 기기 및 자재	신 설	상수도시설 및 급수장치에 사용하는 기기 및 자재는 다음 각 항을 충분히 고려하여 정하여야 한다. 1. 장기간의 사용에 견딜 수 있어야 한다. 2. 수돗물과 접촉하여 수질에 악영향을 미치지 않아야 한다. 3. 유지관리가 용이하여야 한다. 4. 환경친화적이어야 한다.	상수도시설 및 급수장치에 사용할 상수도용 기기 및 자재에 대한 KS, KWWA 규격 제시
제2장 수원시설 **제1절 일반사항**			
1.1 강수의 현황 및 특성	신 설	상수도의 수원을 확보하기 위해서는 먼저 우리 나라의 강수실태를 파악하는 것이 필요하다.	강우의 현황과 특성으로 세분화하여 가장 적절한 선정방법을 제시하고자 하였음.
1.2 수원의 종류와 특성	신 설	수원의 종류와 이들의 특성을 고려하여 상수도 수원을 선정하여야 한다.	수원선정시 종류와 특성으로 세분화하여 가장 적절한 선정방법을 제시하고자 하였음.
1.3 수원의 이용실태	신 설	'96년말 현재 우리 나라 수자원의 이용실태는 다음과 같다. 1. 수자원의 총 이용량 : 290억 m'/년 2. 광역상수도 시설용량 : 10,601천m'/일 3. 지방상수도 시설용량 : 21,844천m'/일	수자원의 이용현황과 이용특성 및 외국사례의 비교 등으로 '수원관리와 이용계획에 대한 자료정보를 제공함으로 수원시설계획·관리에 도움이 되도록 함.
제2절 수원의 선정과 구비요건			
2.1 수원의 선정	수원의 종류에 따른 취수지점은 ... ... 조사하여야 한다.	수원의 종류에 따른 취수지점은 ... ... 조사하여야 한다.	수원의 취수지점의 경우 항상 주변으로부터 오염원이 유입될 가능성이 많으므로 제6항을 추가함.

항 목	당 초	개 정	사 유
	1. 수원으로서 .. 한다. 2 수리권의 . 한다 3. 수도시설의 . 한다 4 수도시설의 건설비 .. 써야 한다. 5 장래의 ... 곳이여야 한다.	1. 수원으로서 . 한다. 2. 수리권의 .. 한다. 3. 수도시설의 .. 한다. 4. 수도시설의 건설비 ... 써야 한다. 5. 장래의 ... 곳이여야 한다. 6 상수원보호구역의 지정, 수질오염방지 및 관리에 무리가 없는 지점이어야 한다.	
2.2 수원의 구비요건			본문의 요건 1, 2, 3, 4에 따라 해설에도 1~4까지 번호를 부여하여 해설내용의 구분을 명확히 했음
2.4 취수량의 조절	신 설	취수장에서는 수리사용 허가수량 내에서 ... .. 손실유무를 파악하여야 한다	취수량의 기준을 설명한 후 취수량의 계측에 대한 설명추가가 필요함
	개 편	개정시설기준의 제3절 수원의 수량 및 수질조사의 32 저수시설의 환경에 대한 영향으로 옮겨서 기술함.	내용상으로 보아서 "수원의 수량 및 수질조사"에 속하는 것이 타당할 것으로 생각됨.
제3절 수원의 수량 및 수질조사			
3.1 일반사항	신 설	안정된 급수를 확보하기 .... 안정도가 높아야 한다. 수원의 수량 및 수질조사에 대하여 기본사항을 추가 설명하고 표·그림 첨가	저수시설을 계획하기 위한 기본적인 사항을 추가함으로 수원의 수량관리와 수질조사 등에 대한 방법과 뜻을 보다 분명하게 할 수 있음.
3.3 원수의 수질기준	신 설	원수의 수질은 수원의 종류에 따라 그 기준이 다르다. 1 하천 2. 호소 3. 지하수 4 해역	수원의 수량 및 수질조사에 있어서는 환경정책기본법의 원수의 수질기준을 숙지하여 저수시설 및 수자원개발을 하여야 할 것임

항 목	당 초	개 정	사 유
3.4 하천표류수의 유량 및 수질조사	하천의 표류수 .... 조사하여야 한다. 1. 수량과 수위 1) 갈수량, 갈수위 2) 평수량, 평수위 3) 홍수량, 홍수위 4) 최대갈수량, 최대갈수위 5) 최대홍수량, 최대홍수위 2. 수리권 3. 수질 1) 강우와 탁도의 관계 2) 연간의 수질변화	하천의 표류수 .... 조사하여야 한다. 1. 수량과 수위 1) 갈수량, 갈수위 2) 저수량, 저수위 3) 평수량, 평수위 4) 풍수량, 풍수위 5) 홍수량, 홍수위 6) 최대갈수량, 최대갈수위 7) 최대홍수량, 최대홍수위 8) 기준갈수량, 기준갈수위 9) 계획고수량, 계획고수위 2. 수리권 3. 수질 1) 강우와 탁도의 관계 2) 연간의 수질변화	하천수 조사시에 필요한 사항으로 계획고수량 및 기준갈수량 등이 포함되어 있을 뿐 아니라 상기 항목들의 정의가 필요함. 하천유황 곡선도 그림 추가.
3.7 저수지 수원을 위한 조사		2. ……정확도를 비교해야 한다. 이를 위해서는 기왕의 유황에 대한 자료가 부족한 우리 나라 실정을 고려하여 탱크모델(Tank Model)이나 가지야마식 등을 이용한 비교검토를 하는 것이 유리하다. ……감소시키도록 하여야 한다. 그러므로 총저수지 용량을 결정할 때는 유효저수용량에 퇴사의 상태를 감안하여 용량을 결정하여야 한다. 7. 저수지 수원을 … 조사하여야 한다.(추가)	항목추가(1~6항을 1~7항으로 추가)
제4절 수원의 저수시설 4.3 저수댐의 위치	제5절 댐의 높이 5.1 댐의 위치		제목을 변경하여 수원의 저수시설 밑에 저수댐의 위치, 구조 등으로 구분하여 설명함.

항 목	당 초	개 정	사 유
4.4 댐의 높이		댐의 여유고를 『댐시설기준』에 맞게 수정(본문참조)	
4.5 댐 형식의 선정		다목적 저수지 용량 분배도를 댐기준에 맞게 수정	
제3장 취수시설 **제1절 수원별 취수시설의 위치**			
1.2 호소수 취수지점의 선정	호소수를 .... 선정하여야 한다. 1. 하수가 유입 ... 택하여야 한다. 2. 항로에 가까이 ... 피하여야 한다. 3. 취수시설의 ... 지점이어야 한다.	호소수를 .... 선정하여야 한다. 1. 하수가 유입 ... 택하여야 한다. 2. 항로에 가까이 ... 피하여야 한다. 3. 취수지점은 갈수기의 계획저수위에서도 계획취수량을 확보할 수 있어야 한다. 4. 취수시설의...지점이어야 한다.	취수지점은 어떠한 상황이라도 취수량을 확보할 수 잇어야 한다.
1.3 저수지 취수지점의 선정	추 가	3. 취수지점은 갈수기인 계획저수위(L.W.L)에서도 안전하게 계획취수량을 확보할 수 있어야 하고, 저수지내 정체수역은 피하여 선정하고 유수단면이 급확대되는 지점은 유사의 퇴적이 심하게 진행될 우려가 있어 이러한 지점은 가능한 피하는 것이 좋다.	

항 목	당 초	개 정	사 유
제2절 수원별 취수시설의 구조			
2.1 기본사항	신 설	상수도의 수원은 지표수(하천표류수, 호수 및 저수지수)와 지하수로 구분된다. 어느 경우이든 취수시설은 양질의 물을 안정적으로 취수하고 또한 유지관리가 용이하도록 고려하여야 한다.	수도의 수원으로서 지표수(하천표류수, 호수 및 저수지수)와 지하수로 구분되며 어느 경우이든 취수시설은 양질의 물이 안정적으로 취수되고, 또한 유지관리가 용이하도록 고려되어야 한다는 것이 일반적이고 기본이다.
2.2 표류수의 취수시설	2.1 하천표류수 취수시설의 구조와 보호시설		표류수와 지하수별로 분류하고 각종 취수방법에 대하여 특성 및 구조를 설명함.
2.2.1 하천표류수의 취수시설	1. 하천표류수의 ... 축조되어야 한다. 2. 세굴, 유수, 유빙(流氷) ... 설치하여야 한다.	1. 하천표류수의 ... 축조되어야 한다. 2. 세굴, 유수, 유빙(流氷) ... 설치하여야 한다. 3. 취수시설은 취수지점의 상황과 구조물의 기능을 고려하여 적절한 방법을 선택한다.	하천표류수의 취수시설 및 지점은 구조물의 특징에 따라 가장 적절한 방법으로 선택하여야 한다.
2.2.2 호소 및 저수지수 취수시설	일부 신설		취수시설의 이해를 돕기 위해 그림과 설명들을 신설함.
2.3.1 취수언제·댐의 높이와 취수구	2.5 취수댐의 높이와 취수구	하천, 호소 및 저수수의 취수시설을 항목별로 구분하고 그 내용을 세 항으로 구분하여 설명함.(본문참조)	취수방법별로 구조 및 내용을 설명하기 위해서 재분류하여 설명함.
2.4 취수탑 2.5 취수문 2.6 취수관거 2.7 취수틀	신 설 신 설 신 설 신 설	구조물별로 번호체계를 개편하여 일관성 있고 알기 쉽게 조정.(본문참조)	이해하기 쉽게 취수탑의 구조물별로 내용을 신설함.

항 목	당 초	개 정	사 유
2.8 지하수위 취수시설	지하수는 ..... 취수시설이 이용된다. 1. 집수매거 2. 얕은 우물 3. 깊은 우물 4. 용천수 취수	지하수는 ..... 취수시설이 이용된다. 1. 집수매거 2. 얕은 우물 3. 깊은 우물 4. 용천수 취수 5. 강변여과수 취수	근래 강변여과수의 취수가 필요하게 되고 이에 따른 연구가 많이 진행되므로 내용을 추가함.
2.9 집수매거	신 설	구조물별로 번호체계를 개편하여 일관성 있고 알기 쉽게 조정	이해하기 쉽게 취수탑의 구조물별로 내용을 신설함.
2.9.1 집수매거의 구조	추 가	평면도와 측면도를 추가함.	도면을 추가하여 이해를 도움
2.9.3 집수매거의 매설깊이	개 편	… 불투수층이 얕게 위치할 경우에는 불투수층을 제거하거나 하류에 보를 막아 인위적으로 필요한 매설 깊이를 확보하여 매설토록 하고 하층에서 중금속이 유입될 경우는 얕게 매설하되 필요한 깊이를 확보하여야 한다. 집수매거 부설지점이 암반인 경우는 집수매거설치 단면의 터파기 경사를 완만하게 하여 영향반경을 크게 하여야 하며, 사력층인 경우는 복류수의 유입이 원활하므로 관부설공사에 적합하도록 터파기 경사를 설정한다.	
2.10 얕은 우물			
2.10.1 얕은 우물의 형상과 구조	신 설	구조물별로 번호체계를 개편하여 일관성 있고 알기 쉽게 조정	이해하기 쉽게 취수탑의 구조물별로 내용을 신설함.

항 목	당 초	개 정	사 유
2.11 깊은 우물 2.11.1 깊은 우물의 구조	신 설	구조물별로 번호체계를 개편하여 일관성 있고 알기 쉽게 조정	이해하기 쉽게 취수탑의 구조물별로 내용을 신설함.
2.13 강변여과수 취수시설	신 설	강변여과수 취수시설의 내용 및 해설의 추가(본문참조)	근래 강변여과수의 개발이 절실히 요구되고 많은 연구와 실시가 필요함으로 추가함.
제4장 도수시설 및 송수시설 **제1절 총 설** 1.1 총 칙	추 가	1. 도수시설과 2. 송수시설로 구분하여 추가시킴	내용상에 도수시설 및 송수시설 분야가 함께 포함 서술되어 있어 혼선의 우려가 있으므로 총칙부분을 신설하여 선언적인 의미로써 도수시설과 송수시설을 구분함과 동시에 전체적인 개요를 명확하도록 설명 * 재해나 유지관리 측면을 고려한 것이 특징임
1.2 계획도수량 및 계획송수량		1. 도수시설의 계획 도수량은 계획 취수량을 기준으로 하여야 한다. 2. 송수시설의 계획 송수량은 계획 1일 최대 급수량을 기준으로 하여야 한다..	계획 도수량과 계획 송수량의 기준을 신설하여 재해시 수요자에 대한 영향을 극소화 하기 위함
1.3 도수방식 및 송수방식	보 완	<그림 4.1> 도수시설 종단면도 추가	도수노선에 대해서 이해를 도모하기 위해 그림화 시킴

항 목	당 초	개 정	사 유
제2절 도수거 및 송수거			
2.2 구 조	-	3. 개거의 경우에는 대개 30~50m 간격으로 시공이음을 겸한 신축이음을 설치하여야 한다.	구조상 안전상과 내구성을 강조하기 위해서 신축이음 설치를 추가
	<그림 4.1> 개거 및 암거	<그림 4.2> 개거 및 암거 단면도	개거 및 암거단면의 구조에 대하여 현실성 있게 다시 구분하여 제시
2.3 유 속	<그림 4.2> Kutter공식 도표 (n=0.13 도형 단면)	삭 제	개수로의 평균유속공식은 대부분 Manning공식을사용하고 Ganguillet-Kutter도표는 잘 사용하지 않으므로 삭제시킴
2.5 신축이음	1. 개거 또는 암거는 대개 10m~20m 간격에신축이음을 설치하지 않으면 안된다.	1. ~ 30m~50m 간격에 ~	자문위원들의 개거 또는 암거의 신축이음 간격을 현실적으로고려해야 한다는 의견에 따라 수정 보완
2.8 터 널	추 가	2. 산악터널의 설계는 한국지반공학회의 터널표준시방서(산악편)에 준하여야 한다 3. 쉬일드터널의 설계는 한국지반공학회의 터널표준시방서(쉬일드편) 및 본장 3.22 쉬일드 공법에 준하여야 한다. 4 터널내부의 청소·점검 등이 가능하도록 터널 내부에 바이패스(by pass) 설비를 두어야 한다.	터널기술의 발전에 따라 현재 많이 설계 및 시공되고 있는 기술에 대해서 보다더 자세한 내용 추가가 필요함

항 목	당 초	개 정	사 유
2.9 수로교	수로교는 철근 콘크리트 또는 강재로 축조하지 않으면 안된다.	1. 수로교는 철근 콘크리트 또는 강재를 사용하여 구조상 안전한 시설로, 수로는 충분한 수밀성 및 내구성을 지닌 시설로 축조하여야 한다. 2. 온도변화, 부등침하 및 지진시 등의 상대변위 등에 대비한 유효한 신축이음을 설치하여야 한다.	구조상 안정성 및 수밀성, 내구성을 지닌 시설물로 축조되도록 보완 수로교의 신축이음에 대해서 보완
제3절 도수관 및 송수관			
3.2 관 종	1. 주철관, 덕틸(ductile)주철관, 강관, P.S.콘크리트관, P.S.실린터관, 원심력철근콘크리트관 등을 써야한다.	1. 닥타일(ductile)주철관, 도복장강관, 프리스트레스트콘크리트관, 프리스트레스트실린더콘크리트관, 원심력철근콘크리트관 또는 동급이상의 상수도용관 등을 사용하여야 한다. 2. 이들 관종중 닥타일주철관은 부식성과 관석(scaling)형성 등을 방지하기 위해서 내면에 모르터라이닝(KS D 4316)을 실시하고, 외면에는 외부부식에 대한 고려를 하여 역청질계도료로 도장하는 것 등이 필요하다.	관종선정에서 KS규격을 중심으로 현실정에 맞게 수정 보완 도복장강관의 경우, 외면도장에 대해서는 KS규격에 준하여 수정하였고, 특히, 내면도장은 액상에폭시수지도료(KS D 8502)만을 사용하도록 선진외국 수준에 맞도록 수정
	<표 4.1> 국내에서 생산되는 수도용관	<표 4.1> 국내에서 생산되는 상수도용 관종	수도용이 아닌 분말용착식 폴리에틸렌 피복강관(KS D 3607) 및 수도용에서 제외된 수도용 아연도강관(KS D 3537)을 포함하여 5종을 삭제하고, 수도용 폴리에틸렌 분체라이닝강관(KS D 3619)과 수도용 폴리에틸렌 이음관(KS M 3411) 2종을 추가하고 호칭경을 KS규격에 맞도록 수정 보완

항 목	당 초	개 정	사 유
3.2 관 종	<표 4.2> 최대사용 정수두표	<표 4.2> 관종별 시험 수압	일반 배관용 스테인레스강관(KS D 3595)등을 추가하여 KS규격에 따라서 관종별 시험수압으로 제목과 내용을 현실성 있게 수정
	<표 4.3> P.S.콘크리트관 및 P.S.실린더관 시험 수압표	<표 4.3> 프리스트레스트(P.S.)콘크리트관 및 P.S.실린더 콘크리트관 시험수압표(단위:kg/㎠)	KS규격에 맞도록 일부 수정
	<표 4.4> 덕틸주철관 관종 선정 표준 일람표	<표 4.4> 닥타일주철관 관종 선정 표준 일람표	현재 생산되고 있는 호칭경 125mm, 1,100mm, 1,200mm를 추가하면서 KS 규격에 준해서 종별 시험수압으로 교체
	-	<표 4.5> 도복장강관의 관종 선정 일람표 추가	KS규격에 준해서 현재 생산되고 있는 호칭경으로 전에 없던 것을 추가
	-	[참고사항 1] 관두께 계산식 추가	관두께를 외압, 내압, 지진하중, 노면하중 등을 고려하여 현실적으로 설계할 때 손쉽게 참고사항으로 활용될 수 있도록 도복장강관 및 닥타일주철관에 대한 계산식을 [참고사항 1]로 추가 보완
3.3 관 경	2. ~. 다만, 모르터, 아스팔트 또는 코울타르 에나멜 등으로 ~ 본다.	2. ~. 다만, 시멘트모르터, 액상에폭시수지도료 등으로 ~ 본다.	내면도장 재료중 사용되지 못하는 아스팔트 또는 코울타르 에나멜은 삭제하고 액상에폭시수지도료로 작성함

항 목	당 초	개 정	사 유
	<표 4.5> 헤젠·윌리암스 공식의 C치	<표 4.6> 설계시 헤젠·윌리암스 공식의 C값	현재 사용되지 않는 관경인 회주철관 및 강관은 삭제하고, C값의 일부에 대해 배수관종과도 통일성 기하고 현실성 맞게 수정
3.4 유 속	-	2. 펌프가압식인 경우에는 경제유속으로 한다.	펌프가압식 도·송수관로의 경우 본장 3.3 관경의 경제적 관경에 대한 유속이 경제유속이 되도록 준용함
3.5 관로노선	-	5. 몇 개의 노선에 대해서 건설비등의 경제성, 유지관리의 난이도 등을 비교·검토하고, 종합적으로 판단하여 결정하는 것이 바람직하다.	노선 결정시 현실성을 감안하도록 조항 추가
	<그림 4.4>~<그림 4.7>	<그림 4.4>~<그림 4.7>	제목 수정 및 해설 보완
3.6 접합정	1. 원형 또는 각형의 콘크리트 또는 철근콘크리트로 축조하여야 한다.	1. ~. 단, 구조상 안전한 것으로 충분한 수밀성, 내구성을 지니며, 용량은 계획도수량의 1.5분 이상으로 함이 바람직하다.	보다더 해설 보완과 함께 접합정의 용량을 수압조절과 더불어 수면동요 흡수를 위해서 계획도수량의 1.5분 이상으로 함을 명시
3.7 제수밸브	2. 전항이외의 장소에도 1~3㎞ 간격에 설치하여야 한다.	2. 전항이외의 장소에도 3~5㎞ 간격에 설치하면 좋다.	자문회의 의견 및 현실성을 감안하여 넓게 설치간격 수정
	-	4. 관경 800mm 이상의 제수밸브실에는 밸브 후단에 맨홀을 설치함이 좋다. 6. 제수밸브실은 설치 및 유지관리가 용이하도록 충분한 공간	제수밸브실의 설치 및 유지관리상 용이성을 도모하기 위해서 충분한 공간확보 및 감시설비를 확보하도록 항목을 추가

항 목	당 초	개 정	사 유
		을 확보하여야 하며, 이상수압 발생시 즉시 감지하기 위한 수압계의 설치 등 배수 및 점검을 위한 설비를 갖추어야 한다.	
3.8 공기밸브	2. 관경 400mm 이상의 관에는 반드시 쌍구공기밸브를 설치하여야 한다. 4. 매설란에 설치하는 ~ 높게 하여야 한다.	2. 관경 400mm 이상의 관에는 반드시 쌍구공기밸브 또는 급속공기밸브를 설치하여야 한다. 4. ~ 높게 하여야 하며, 밸브실내에 공기의 유출입이 용이하도록 환기구를 설치하여야 한다.	급속공기밸브를 현재 많이 사용하고 있기 때문에 400mm 이상의 관경에는 사용범위 확대 밸브실내에 공기의 유입출이 용이하도록 환기구 설치를 추가함
3.13 이형관 보호	납접합이음의 경우는~ T자관 또는 메카니칼 이음의 경우는 관경에~ 보호공을 하지 않아도 된다.	닥타일주철관 메카니컬 이음의 경우에는 ~ 보호공을 하지 않아도 된다.	납접합이음 부분만 현실성이 없으므로 삭제함
	2. 전항보다 소관경의 ~ 설치하여야 한다.	전항보다 소관경의 ~ 설치하여야 하나, 연약지반의 경우 콘크리트 보호공을 설치할 때에는 침하등의 문제가 발생될 수 있으므로 시공시 주의하여야 한다	연약지반의 경우 콘크리트 보호공을 설치할 때에는 침하등의 문제 발생을 대비하여 시공시 주의사항 보완
3.16 신축이음	3. 매설한 수도용 도복장강관에는 필요에 따라 신축이음을 설치하여야 한다	3. 매설되는 수도용 도복장강관의 관로부에는 별도의 신축이음관이 필요하지 않으나 제수밸브, 펌프등 관로중간에 자유단이 발생하는 경우에는 밸브실내에 접합관을 설치하고, 관의 밸브실 통과부에는 관의 축방향 변위를 가능하게 하되, 외부지하수 등이 침입할 수 없는 구조로 하여야 한다.	도복장강관을 다른 관종과 구별하여 신축이음의 설치여부를 명확하게 명시

항 목	당 초	개 정	사 유
3.17 위험한 위치의 관로 부설	2. 급경사진 곳이나 ~ 최소한으로 출여서 시공하여야 한다.	2. 급경사 ~ 시공하여야 한다. 또, 급경사의 도로 또는 경사면에 연하여 부설하는 경우에는 관체의 흘러내림 및 되메움토 유실방지를 위해 지수벽을 설치하여야 한다. <그림 4.12> 지수벽의 예	위험한 위치의 관로 부설시에 지수벽 설치 등 조치에 관한 사항 보완 및 지수벽의 설치 예 추가
3.19 전식 및 부식 방지	보완 추가		전식을 방지하기 위한 조치로 관피복제에 의한 방법, 전기방식설비에 의한 방법(희생양극식, 외부전원식, 배류식)으로 대별하므로 이에 대한 보완의 필요성이 제기되어 보완함. 국내의 부식방지에 관한 자세한 사항을 참고자료로 제시하여 도움이 되도록 추가 * 전식 및 부식방지에 대한 방법 및 현장조사 항목 등 사항을 보완.
3.23 수압시험	1. 관로가 포설된 후 수밀성과 안전성을 확인하기 위하여 수압시험을 하는 것이 바람직하다.	1. 관로가 부설된 후 수밀성과 안전성을 확인하기 위하여 수압시험 또는 기밀시험(산소압축시험)을 하는 것이 바람직하다.	현실적으로 수압시험이 어렵기 때문에 자문회의에서 나온 의견을 토대로 기밀시험(산소압축시험) 추가
3.23 수격방지시험	-	1. 압력저하에 따른 부압방지 대책으로서 플라이휠(fly wheel), 에어챔버(air chamber), 조압수조(surge tank), 공기밸브 등을 설치한다.	수격방지 설비에 대한 조항을 신설하여 통수지나 유지관리시에 일어날 수 있는 사고를 미연에 방지할 수 있는 대책을 제시함

항 목	당 초	개 정	사 유
	-	2. 압력상승에 따른 배관 및 가압설비의 보호대책으로서 안전밸브(safety vavle) 즉, 스윙역지밸브(swing check vavle), 급폐식 역지밸브, 콘밸브(cone vavle) 또는 니들밸브(needle vavle), 릴리프밸브(relief vavle), 에어챔프(air chamber), 바이패스라인(bypass line)등을 설치한다	관종이나 관로 설계시에 높은 수압에도 견딜 수 있도록 설계되고 있는 현 추세를 감안하여 그에 따른 수격방지 설비를 새로운 항목으로 신설하여 삽입할 필요성이 제기되므로 추가 신설함
3.24 전용도로	도로의 구조 시설기준에 관한 규정	도로구조 등의 기준	최근 도로법으로 개정된 것(1995. 12. 6일자 법률 제5025호 개정)에 따른 수정
3.25 원수조정지	신 설	1. 취수시설과 정수시설 사이에 설치한다. 2. 용량은 상황에 따라 적절한 것으로 한다. 3. 필요에 따라 펌프 및 그 외의 부속설비를 설치한다. 4. 필요에 따라서 오염방지 및 위험방지를 위한 조치를 강구하도록 한다.	비상시나 재해시 그리고 긴급시를 대비하여 이상급수량을 확보하므로써 안전급수를 도모할 목적으로 원수조정지의 확보대책을 제시(현 실정에서는 권고사항으로)
제5장 정수시설 **제1절 총 설**			
1.1 기본사항	신 설	기본적으로 조사 및 정수 계획시 유의할 사항을 총괄적으로 강조하였음	정수시설 계획시 유의사항을 강조하기 위하여 신설
1.2 조 사	항목 추가	개량 및 개체의 경우 신설 및 확장의 조사항목에 추가하여 신구시설의 연계 및 통합을 위한 조사	개량 및 개체의 사업증가에 따른 조사항목의 신설

항 목	당 초	개 정	사 유
1.4 정수방법 및 정수시설의 선정	먹는 물 수질기준이 없었음	먹는 물 수질기준 추가	먹는 물 수질기준이 없었으므로 추가
	잔유염소 기준 없었음	수도전에 있어서의 음용수에 잔류염소 추가	기준이 없었으므로 추가
1.6 정수시설의 배치 계획	4항 추가	4. 정수장내의 화장실, 오수저류시설 및 폐기물 수집소 등은 정수시설에 대하여 위생상 문제가 없도록 구조와 배치에 유의해야 한다.	정수시설의 안정성 확보와 위생관리를 위한 방안을 추가 설명
1.7 수질관리	신 설	정수장에서는 설정된 수질관리 목표에 적합하도록 정수의 수질관리를 하기 위하여 필요한 수질 실험 설비를 설치한다.	수질관리의 중요성을 강조하기 위하여 총설에 추가
1.8 시설의 개량, 교체	추 가	개량 및 교체시에는 능력이 발휘될 수 있도록 유의할 것의 설명을 추가. 기존시설을 개량 및 확장할 때에는 기존시설에 영향이 최소화 되도록 할 것을 강조하였음.	
1.9 안전대책	부분적인 내용 수정	앞으로 내진설계등 구조적 안전대책의 필요성 강조	총설부분이므로 개략적인 안전대책의 중요성을 강조
제2절 착수정			
2.3 용량, 설비	해설 보완	소규모 정수장에서 체류시간을 1.5분 정도로 하면 표면적이 너무 작아져서 유지관리가 곤란하므로 표면적이 10㎡ 이상 되도록 체류시간을 연장하는 것이 바람직하다.	

항 목	당 초	개 정	사 유
	신설 및 해설보완	3. 필요에 따라 분말활성탄 주입을 할 수 있는 장치를 설치하는 것이 바람직하다. 4. 착수정에는 원수수질을 파악할 수 있도록 채수설비와 수질측정장치를 설치하는 것이 바람직하다.	
제3절 응집용 약품주입 설비			
3.2 응집제	3 주입은 혼화지에서 하여야 한다.	3. 주입지점은 혼화방법에 따라 다를 수 있으나 관내 설치 혼화기, 낙차지점, 또는 회전익의 근접지역이나 유입관의 중심부 등 주입 즉시 신속한 교반이 이루어 질 수 있는 지점이어야 한다.	응집제 주입위치의 중요성 환기
3.3 pH조절재	제목 변경 해설 보완 일부 추가	원수의 pH를 낮출 필요를 감안하여 제목을 알칼리제에서 pH조절제로 변경 원수의 pH를 낮추기 위한 황산의 사용을 규정함. pH 조절제의 주입을 위하여 체류시간 1분 정도의 별도의 혼화지를 설치할 수도 있다.	
3.5 검수 및 저장설비	신 설	1. 응집약품을 수수, 저장함에 있어 적절한 검수용 계량장비를 설치하여야 한다	
제4절 응집지			
4.2 혼화지	3. 혼화시간은 계획정수량에 대하여 1~5분간을 표준으로 한다.	3. 응집제의 혼화시간은 신속하고 균일한 혼화가 되면 계획정수량에 대하여 1분 내외가 바람직하나 수질 및 현장조건에 따라 pH 조절제의 혼화와 연관하여 조정할 수 있다.	필요이상으로 큰 혼화지 부피를 감소시켜, 적은 동력으로 큰 G값을 유도하여 혼화효율 향상 및 동력비의 절감

항 목	당 초	개 정	사 유
4.3 플록형성지	체류시간이 너무 길더라도 플럭이 파괴되지만 않는다면 효과가 떨어지는 일은 없다.	체류시간이 너무 길면 형성된 플럭이 침강하거나 파괴되는 경우가 생긴다.	플록형성에 필요한 소요동력을 처리수량 1,000m³/일 당 0.1~0.2 마력으로 잡는 것은 부당하므로 삭제 적정 교반의 기준으로 GT값을 사용하고 있으나 GCT값도 활용할 수 있음을 기술 플록큐레이터의 G값 산출방법의 소개
제5절 약품침전지			
5.1 총 칙	침전효과의 개념: 침강속도 v_0인 입자가 h_0 구간에 주입하면 침전지 속에서 제거된다. 이 때의 침전효과 E는 $E = h_0/h$ 한편 $h_0/L = v_0/V$ 그러므로 $E = \frac{L \cdot v_0/V}{h} = \frac{V_0}{Q/A}$	삭 제	침전지에 유입하는 입자는 다양한 침강속도를 가지고 있으나 현재의 침전효과로 설명되고 있는 개념은 단일 입자에 해당하는 개념이므로 삭제하고 대신기존에 있는 표면부하율의 개념을 부연 설명하여 침전지의 효율을 비교토록 함
5.2 구성 및 구조	5. 유효수심은 4.6~5.5m로 하고 슬러지 퇴적심도로 30cm 이상을 두어야 한다.	유효수심은 3~5.5m로 하고 슬러지 퇴적심도로서 30cm 이상을 고려하되 슬러지 제거설비와 침전지의 구조상 필요한 경우에는 합리적으로 조정할 수 있다.	침전지의 평균유효수심은 3m 정도부터 적절한 것으로 평가받고 있으므로 기존의 유효수심을 확대함
5.7 경사판 등의 침전지	상향류식 경사판 조항 없음	상향류식 경사판의 조항 신설	침전지 효율향상을 위한 상향류 경사판의 설치가 가능하도록 보완

항 목	당 초	개 정	사 유
제6절 급속여과지			
6.4 여과유량 조절	급속여과지에서는 여과유량을 조절하는 기구를 구비하여야 함	내용 동일, 정속여과 및 감쇠여과등 유량조절방식과 유출입 방식에 대해 설명	각 여과유량조절방식에 대해 이해가 쉽도록 표와 그림으로 설명
6.6 여층의 두께 및 여재	다층여과지에서 여재의 품질은 충분한 여과, 세척의 기능 및 여층구성 유지, 위생적이어야 함	6.16 다층여과지로 항을 신설하여 설명	다층여과의 필요성이 대두됨에 따라 이를 반영함
6.9 하부집수장치	하부집수장치는 균등하고 유효한 여과와 세척이 가능한 구조로 하여야 한다.	내용 동일, 하부집수장치 선정시 여과지 세정방식을 고려하여야 하며, 공기세척을 병용할 시 이에 맞는 하부집수장치 선정이 필요하다는 내용 추가	하부집수장치는 여과지에서 매우 중요한 부분을 차지하며, 특히 새로이 보급된 집수장치를 그림으로 제시하고 설명함
6.10 세척방식	공기세척 방식이 없었음	공기세척 방식의 추가 · 팽창이 없는 공기와 물 동시 세척 방식 · 공기 세정후 물 연속 세정 방식	세척 효과가 우수하고, 선진국 및 국내에서 많이 사용하고 있으나, 기준이 없었음
6.12 세척탱크 및 세척펌프 등	세척수를 공급하기 위하여는 세척탱크 또는 세척펌프를 설치하여야 함	세척수 및 공기를 공급하기 위한 세척탱크, 세척펌프, 송풍기는 세정에 필요한 수량, 수압 및 공기량을 확보할 수 있어야 함	세척에 필요한 설비에 대해 세척탱크, 역세척펌프, 표면세척펌프, 세척용 송풍기 등으로 설명함
6.16 다층여과지	여과지의 구조와 여재 등에 분산되어 있던 내용임	다층여과지는 다음 각 사항에 적합하여야 한다. 여과재의 품질, 여과층 두께, 여과층 구성, 지지층, 여과속도, 세척방식 등에 대하여 기준을 마련	6.5, 6.6 등에 분산되어 있던 다층여과지에 대한 내용을 보완하여 신설함

항 목	당 초	개 정	사 유
6.17 자연평형형 여과지	신 설	여과 유량제어가 자연평형형에 의하여 이루어지므로 유량 제어설비가 없이 유량관리를 하는 여과방식 즉, 유입수 제어방식임	수질관리가 안정된 정속 여과 방식으로서 설비비용 및 유지관리 비용이 감소됨 부압발생이 없으므로 수질악화 요인이 배제되는 SYSTEM임
6.18 직접여과	신 설	직접여과의 채용시는 원수의 수질이 양호하고 안정하며, 수질감시가 충분히 이루어져야 하고 원수수질 악화시 통상의 처리방식으로 대처할 수 있어야 함	원수 탁도 10도 이하로 일정한 원수에 대해 직접여과를 할 수 있도록 응집, 여과시 주의사항과 원수수질 악화시 대책을 수립토록 함
제7절 보통침전지			
7.3 표면부하율 및 평균유속	용량은 계획정수량의 8시간 분을 표준으로 한다.	표면부하율은 5~10mm/분을 표준으로 한다.	용량에 대한 설명을 표면부하율로 정의하고 체류시간을 8시간으로 하도록 설명을 추가함
제8절 일차여과설비 (조대입자 여과)			
8.1 총칙	신 설	일차여과설비는 플랑크톤, 조류, 탁질 등의 부유물질을 제거하여 완속여과지의 부담을 줄이기 위해 완속여과지 앞에 필요에 따라 설치한다.	내용상 16.2 이단여과설비의 내용을 추가하여 보완함. 제거 목표율을 60~70%로 함
8.2 구조 및 형상	신 설	일차여과설비의 구조 등은 급속여과지에 준하며, 여과속도는80~100m/일, 여재입경은 2~6mm, 두께는 35~65cm, 세정방식은 공기와 물을 동시에 사용함	내용상 16.2 이단여과설비의 내용을 추가, 보완함
제9절 완속여과지			
9.2 구조 및 형상	내용 추가	한냉지에서는 여과지 물이 동결할 염려가 있으므로 여과지에 덮개를 설치	한냉지에서 여과지 물의 동결을 방지하기 위함

항 목	당 초	개 정	사 유
제10절 정수지			
10.2 구조 및 수위	구조적으로나 위생적으로 안전하고 충분한 내구성과 수밀성을 가져야 한다.	구조적으로나 위생적으로 안전하고 충분한 내구성과 내진성, 수밀성을 가져야 한다.	콘크리트의 열화 원인과 억제방안 등 내구성에 대해 설명 추가함
10.6 환기 및 출입설비	정수지에는 환기장치, 맨호울, 검수구를 설치하여야 한다.	출입설비는 유지관리가 용이하도록 반드시 계단시설을 갖춘다.	현 기준의 내용은 그대로 유지하면서 유지관리의 편리를 위해 계단시설을 갖추도록 함
10.7 수위계 등	필요에 따라 수위지시계와 연동되는 경보장치를 설치하여야 한다.	필요에 따라서 수위지시계와 연결 작동되는 경보장치 및 유량계를 설치하여야 한다.	정수지의 수질기준에의 적합여부를 감시하기 위한 검수설비, 수질계기 등의 설치에 대해 설명함
제11절 소독(살균설비)	제11절 염소주입설비	소독(살균)설비, 전염소·중간염소 처리설비로 절 분리	중간염소 처리공정 신설 및 전염소처리를 특정목적을 가진 공정으로 분리, 독립 필요
11.1 총 칙	일부 추가	트리할로메탄 등의 유기염소화합물을 생성하며 특정물질과 반응하여 냄새를 유발하기도 하고 암모니아성 질소와 반응하여 소독효과를 약하게 하는 등의 문제가 있을 수 있다.	염소소독에 따른 문제점 주의 필요
11.2 염소제의 종류, 주입량 및 주입장소	염소제의 품질표준중 액화염소의 유효염소 99.4%	염소제의 품질표준중 액화염소의 유효염소 99.5% 이상으로 개정	KS관련 규격의 개정에 따름
11.3 저장설비	관로연장이 길어서 관말에서 잔류염소량이 규정치 이하로 될 염려가 있을 때에는 관로도중에서 염소를 재주입하는 것이 바람직	정수장 외에서 염소의 재주입이 필요한 경우에는 배수지, 관로시설 등에 추가 주입설비를 설치하는 것이 바람직하다.	잔류염소의 유지를 위해 추가 주입설비를 하여 염소제의 추가 주입을 고려토록 함

항 목	당 초	개 정	사 유
	액화염소 저장실 온도는 30℃ 이하 유지	10~35℃ 유지가 바람직함	겨울철 액화염소의 기화를 원활히 하기 위함
	차아염소산나트륨, 차아염소산칼슘등은 직사일광을 피하는 등 그 성상에 따라 적당한 장소에 저장하여야 함	차아염소산나트륨의 저장설비는 저장조나 용기를 이용하고 방액제나 핏트를 설치, 환기·냉방장치 설치, 실바닥은 경사를 주고 내식성 몰탈로 시공함	차아염소산나트륨 저장설비 기준 보완
11.4 주입설비	액화염소주입기의 염소주입기	액화염소 주입설비의 내진 추가	액화염소주입설비는 누출될 위험성을 내포하고 있으므로 내진설계 필요
제12절 전염소·중간염소처리설비			
12.1 총 칙	전염소처리의 총칙	총 칙	구 기준 전염소처리에 대한 내용을 신기준의 총칙으로 재구성
12.2 전염소처리	신 설	전염소 처리시 염소제 주입장소, 주입률, 종류, 주입량, 저장·주입·재해설비등에 대해 설명	염소제 주입가능 지점을 소독 및 산화효과와 국내외 사례 등을 고려하여 확대하고 전염소처리 목적에 따른 필요염소량 보완
12.3 중간염소처리	신 설	〃	침전지와 여과지 사이에서 중간염소처리가 가능토록 하고 THM 생성저감등 중간염소처리의 장점을 이용토록 함
제13절 포기설비			
13.1 총 칙	추 가	포기는 물과 공기를 충분히 접촉시켜 수중의 가스상 물질을 휘발시키거나 수중의 특정물질을 산화시키기 위해 실시한다.	목적중 휘발성유기염소화합물(트리클로로에틸렌,테트라클로로에틸렌,1.1.1-트리클로로에탄 등)제거 추가(최근외국에서 VOC 제거목적으로 포기설비하는 경우 있음)

항 목	당 초	개 정	사 유
13.2 포기방식	포기장치는 노즐분수장치를 표준으로 함	포기방식은 분수식 포기장치와 충전탑식 포기장치로 구분하여 구조와 기액비, 재질 등 기준을 설명	충전탑식 포기방식의 사용증가로 이에 대한 구조, 충전재, 충전탑 직경, 기액비, 송풍기에 관한 사항 추가
제14절 분말활성탄 흡착설비			
14.1 총 칙	활성탄 처리시설의 총칙	활성탄의 종류, 성상, 처리특성 보완	고도정수처리로서의 입상활성탄처리의 중요성이 증대하므로 분말활성탄과 입상활성탄으로 절 분리
14.4 주입설비	습식의 경우 주입에는 슬러리농도는 5~10%를 표준으로 한다.	슬러리농도는 2.5~5%(건조환산값)를 표준으로 한다.	슬러리농도가 높은 경우 침적, 막힘 등 부작용 유발을 방지
제15절 입상활성탄 흡착설비			
15.1 총 칙	신 설	입상활성탄 흡착설비는 흡착탑 또는 흡착지에 입상활성탄을 충전하고 여기에 처리할 물을 통과시켜 목표 오염물질을 흡착하여 제거하는 것이다.	입상활성탄의 원리, 생물활성탄 개념 추가 등
15.2 처리공정의 배열	신 설	입상활성탄에 의한 제거목표물질 제시, 공정배열은 문헌참고, 실내실험·파일럿 규모실험·실증플랜트실험의 결과를 기초로 선정함	처리대상물질별로 10개의 공정유형예시, 대상물질의 제거 특성, 공정배열 예시
15.3 흡착설비의 계획	여과설비의 계획시 활성탄의 품질, 탄층방식, 탄층의 두께, 여과속도 등은 다른 실례를 참고하고 실험에 의하여 결정함	입상활성탄은 처리목적에 따라 최적의 것을 선정하며 규격은 KS M 1421을 참고, 흡착방식은 각 방식의 특성과 처리효과, 유지관리, 경제성을 고려하여 결정 주요 설계요소에 대한 설계범위 설정	고정상 및 유동상식에 대한 특성 및 설계예시 직렬식, 병렬식 또는 조합방식 예시 주요 설계요소 예시

항 목	당 초	개 정	사 유
15.4 흡착설비	입상활성탄 처리설비의 내용	흡착설비의 구조, 흡착지의 면적, 지수, 진수장치 설명	현재 도입되고 있는 고도정수처리공정의 핵심으로 각 설비의 설계요소 등에 대한 구체적인 지침 제시
15.5 세척설비		역세척, 보조세척설비의 설계범위 제시	
15.6 저장설비, 계량설비 및 이송설비		재생시 사용된 활성탄을 이송하기 위한 직접 및 수력이송 방식 설계지침 제시	
15.7 재생설비		재생설비의 설치여부 판정기준, 자가재생시 설비의 구성 및 요건 명시	
제16절 오존처리설비			
16.2 처리공정의 배열과 주입율	신 설	오존처리는 처리목적에 따라 적절한 처리공정을 선정하여야 하며, 주입점, 주입률, 주입량 산정시 대상물질과 목적, 수질현황 등에 의하여 산정함	각 처리 목적별 공정배열 예시 및 오존 주입률 결정시 참고사항 예시
16.4 배출오존설비	배오존은 적절히 처리하여야 하며 처리방법은 처리효과와 유지관리가 쉬운 것을 채택하며 충분한 용량을 가지며 안전해야 한다.	배출오존설비는 배출오존 농도 및 중량, 운전조건 등에 따라 활성탄 흡착분해법, 가열분해법, 촉매분해법 중에서 선정한다.	배출오존 분해시설의 설계예시
16.5 보안설비 기타	오존의 독성 및 허용한계에 관하여는 아직 확실하지 않으나 노동환경으로서 0.1ppm(용적)에서도 유해하다는 의견이 있다.	산업안전보건법에 오존의 1일 작업시간(8시간) 동안의 시간가중 평균농도는 0.1ppm, 단시간 노출허용농도는 0.3ppm으로 규제되어 있다.	산업안전보건법(노동부) 시행규칙의 오존에 대한 작업환경기준에 의거

항 목	당 초	개 정	사 유
제17절 생물학적 전처리 설비			
17.1 총 칙	신 설	생물학적 전처리는 통상의 정수처리로는 충분히 제거되지 않는 암모니아성 질소, 조류, 냄새물질, 철, 망간 등의 처리에 적용된다.	기존처리공정의 전처리를 위한 생물처리방식에 대한 일반사항 제시
17.2 침적여과상장	신 설	침적여과상장치(하니콤 튜브 수직순환류형)의 구성, 접촉지의 용량, 형상, 크기, 평균유속, 충전깊이 등 설계요소와 일반적인 구조, 부속설비의 선정시 고려사항 제시	충전재를 수중에 침적시켜 표면에 생물막을 형성시켜 오염물질을 제거하는 전처리 설비로서 그 구조와 필요성 제시
17.3 회전원판장치	신 설	회전원판장치 설비의 구성, 원판의 재원, 접촉지의 구조, 축의 구조 및 재질, 구동장치의 설계 등 기타설비에 대해 설명	기존의 정수처리로 제거되지 않는 오염물질 제거의 필요성으로 소개
제18절 생물제거 설비			
18.1 총칙	없 음	저수지호소원수의 생물장해 중 여과막 폐색 및 생물누출의 조류수의 표 첨가	여과폐색을 일으키는 조류종별수의 표 추가
18.2 다층여과	이단여과 : 생물처리설비로서 완속여과와 급속여과의 조합	이단여과 항 삭제 다층여과 추가	이단여과보다 생물처리에 효율적인 다층여과(입경 및 밀도가 다른 복수 여재 사용)를 도입
18.3 마이크로스트레이너	내용일부 추가	마이크로스트레이너 사양 마이크로스트레이너 그물구조	사양에 대한 표 추가 구조를 나타내는 그림 추가
18.4 약품처리설비	내용일부 추가	황산구리 주입 플로시트 예	플로시트 그림 추가

항 목	당 초	개 정	사 유
18.5 이단응집처리시설	없 음	침전지와 여과지 사이에 응집처리한 물에 다시 응집제 주입하는 이단응집처리시설 추가	microcystis등 악성 조류 대책으로서 응집 어려운 조류를 2단으로 응집
제19절 제철, 제망간 설비			
19.4 철박테리아이용법	없 음	철박테리아 이용법의 시설기준 추가	수질변동이 적은 지하수 등을 원수로 쓰는 소규모 수도시설용으로 완속여과적 방법을 도입한 방법임
제20절 그 밖의 처리			
20.4 불소주입 및 제거	명칭변경 및 불소투여 항목 추가	불소 투여시설 및 약품에 대한 추가	치아우식증 예방을 위한 불소 투입시 투입기 약품 등의 시설 기준
20.6 트리할로메탄 대책	없 음	활성탄 또는 중간염소처리 등의 처리설비	THM전구물질의 농도가 높을 경우 시설
20.7 트리클로로에틸렌등 대책	없 음	포기 또는 활성탄 설비	미량 독성유기물인 트리클로로에틸렌류(TCE등)에 대한 시설
20.8 음이온계면활성제의 제거	없 음	음이온계면활성제를 제거하기 위한 활성탄처리, 생물처리 설비	공장폐수, 가정하수 등에 포함된 세제제거를 위한 시설
20.9 맛, 냄새의 제거	없 음	맛, 냄새유발물질을 제거하기 위한 활성탄처리, 오존처리, 생물처리 설비	맛, 냄새물질은 일반으로 완속여과에서는 제거되나 급속여과시스템에서는 제거가 힘들어 이 경우 맛, 냄새유발물질 종류에 따라 제거할 수 있는 시설

항 목	당 초	개 정	사 유
20.10 암모니아성 질소의 제거	없 음	생물처리, 염소처리 등의 설비	공장폐수, 하수 분뇨 등이 혼입될 경우 암모니아성질소 농도 증가가 우려되므로 시설 추가
20.11 질산성 질소의 제거	없 음	질산성 질소 대책으로 이온교환, 생물처리, 막처리 등의 설비	비료, 분뇨 축산폐수 등의 혼입시 우려되는 경우의 대책
제21절 배출수 및 슬러지 처리설비		명칭변경:배출수처리설비를 배출수 및 슬러지 처리설비로 변경	배출수 및 배슬러지에 관한 시설
21.2 계획배출수처리량	산정방법없음	계획처리 고형물량 산정방법 제시	
21.3 조정시설	조정·농축시설	기존 조정·농축시설로 두 시설을 통합 설명하고 있어, 각 시설을 분리하여 제시함.	배출수지, 배슬러지지를 조정시설로 제시
21.4 농축조	조정·농축시설		조정농축시설에서 농축조를 분리, 독립시켜 제시
21.5 자연건조시설	바닥면 언급 없음	불투수성의 바닥면 재료에 관하여 언급	건조상의 바닥면 재료로서 갖추어야 할 성질
21.7 탈수전처리시설	탈수설비	탈수성 개선을 위한 석회첨가설비, 고분자응집제 처리설비, 산처리, 동결처리의 전처리 시설을 분리하여 제시	탈수전처리 설비
21.8 탈수기	탈수설비	탈수기에 대한 시설기준 일부 추가	밸트프레스등 탈수기에 보완
21.9 처분시설 및 재활용	슬러지재활용 언급 없음	재활용시설 검토	슬러지 처분시 환경성 및 재활용 가능성 검토사항에 관하여 추가

항 목	당 초	개 정	사 유
제22절 장내연락관로 및수로			
22.2 연락관 및 연결수로	긴급차단밸브 언급 없음	긴급차단 밸브 등의 시설기준 추가	긴급차단 밸브 등의 시설기준 추가
제23절 관리용 건물			
23.5 건축설비 및 기타	신 설	건축설비는 그 건축물의 사용목적에 적합하도록 한다.	시험실, 중앙관리실 등을 고려하고 정수장별 기본사항, 관리동의 면적을 용량별로 예시
제25절 수질시험설비			
25 1 총 칙	신 설	수도사업자는 원칙적으로 수질시험설비를 스스로 갖출 필요가 있다.	수질시험설비의 중요성을 고려하여 신설 시험설비의 구성 설명 총칙을 보다 상세히 설명하여 기술
25.2 수질시험실의 규모	신 설	수질시험실의 규모는 원수의 상황, 정수처리방식의 종류, 시설의 규모 등에 따라 수질관리에 필요한 수질시험이 시행될 수 있도록 한다.	수질항목의 추가에 따른 수질시험설비에 대하여 추가 시험실 규모의 예 정수처리 방식에 다른 기기명 예 고도정수시설의 수질시험 항목 예 등에 대하여 상세히 설명 추가
25.3 수질모니터링 설비	신 설	정수시설에는 수질관리를 하기 위한 채수설비와 수질측정계기 또는 수질감시수조 등 모니터링 설비를 설치하는 것이 요망된다.	원수수질관리의 중요성을 고려하여 그 필요성과 방법을 추가, 수질측정계기의 설치개소 예시 원수 감시 수조 예, 취기 감시장치 예

항 목	당 초	개 정	사 유
25.4 수질시험실의 설치장소 및 구조와 구성	신 설	1.수질시험실은 중앙관리실 등의 주요 정수시설에 근접한 장소에 설치한다. 2. 수질시험실은 내진, 내화구조로 하고 규모, 용도에 따라 적절히 구성한다	수질시험실의 배치 예, 수질시험항목 증가에 따른 수질실험의 중요성과 예를 설명 수질시험실의 기능 설명
25.5 수질시험실의 건축설비	신 설	수질시험실의 건축설비 용량, 배치, 구조, 요건 등을 기술	수질시험장비의 증가에 따른 건축설비의 중요성 설명
25.6 수질시험실의 시험설비	신 설	시험설비의 구비요건을 설명	시험대, 싱크대, 기구대, 기구용 선반, 약품용 선반 등의 필요성 등
25.7 시험배액 및 배기의 처리	신 설	시험실에서 발생하는 시험폐액, 폐수, 배기는 배출장소의 환경이 악화되지 않도록 필요에 따라 처리를 하는 것이 바람직하다.	시험 배액의 처리 필요성 시험실의 배기처리 필요성
제26절 보안설비 동결방지 대책			
26.3 동결방지 대책	신 설	정수장에는 필요에 따라 동결방지 대책을 강구한다	기후조건에 따라 신설 동절기의 유지관리를 위하여 각종 대책을 설명
제6장 배수시설			
제1절 총 설			
1.1 기본사항	신 설	배수시설은 배수지, 배수탑, 고가탱크, 배수관, 펌프 및 밸브 기타 부속설비로 구성된다.	배수시설 전반에 대한 기본사항에 대하여 그 개요를 설명함으로써 이해를 돕고자 추가

항 목	당 초	개 정	사 유
1.2 계획배수량	배수관의 계획배수량은 평시에는 계획시간 최대급수량, 화재시에는 계획1일최대급수량과 소화용수량을 합계한 것으로 한다.	1. 배수관의 계획배수량은 평상시에는 원칙적으로 해당 배수구역의 계획시간최대배수량으로 한다. 2. 화재 시에는 계획1일최대급수량의 1시간당의 수량과 소화용수량을 합산한 것으로 한다.	계획배수량은 배수관 관경 결정의 기초가 되는 수량이므로 정의를 확실하게 제시해 둘 필요성 제기로 수정
1.4 소화용수량	-	-	소화용수량에 대한 중요도의 설명 및 소방방법시행규칙(1992년 9월 19일자로 전문 개정된 내무부령 제572호) 개정에 따라 수정 보완 1991년 12월 14일자로 전문 개정된 법률 제4419호 소방법의 소방용수 시설에 관한 조항 수정
1.6 배수시설의 배치	1. 배수시설은 정수시설과의 조정 및 유지관리가 편리한 위치에 설치하여야 한다. 2. 배수관은 원칙적으로 관망을 형성하도록 배치하여야 한다. 3. 재해를 대비한 배치가 되어야 한다. -	1. 지형, 지세에 대해서 적합한 것으로 해야 한다. 2. 배수관은 원칙적으로 관망을 형성하도록 배치하되, 합리적인 배수구역을 설정하고 배수관의 적정배치에 의해서 관망을 계획할 수 있도록 배치하여야 한다. 3. 합리적·경제적 시설운용을 가능하도록 함과 동시에 유지관리가 용이하며, 관리비가 경제적인 배치로 해야 한다. 4. 배수시설은 정수시설 및 송수시설과의 조정 및 유지관리가 편리한 위치에 설치하여야 한다.	배수관의 적정배치에 대해 세부설명 추가 시설의 운영 및 유지관리, 경제적인 배치가 가능하도록 배수시설의 배치에 대해 세부적으로 설명 추가 비상시나 사고시 배수지역이나 배수본관과의 상호연결이 가능하여 단수는 최소화할 수 있도록 보완제시

항 목	당 초	개 정	
		5. 인접하는 다른 수도사업자, 수도사업자등의 배수관, 송수관과 연결을 도모하여, 재해를 대비한 배치가 되어야 한다.	
제2절 배수지			
2.1 총 칙	-	배수지는 정수장에서 송수를 받아 해당 배수구역의 수요량에 따른 배수를 하기 위한 저류지로서의 기능을 지녀야 한다.	배수지에 대한 전반적인 개요를 설명할 필요성이 있으므로 총칙부분은 신설하여 선언적인 의미로서 제시
2.4 용 량	1. 유효용량은 계획1일최대급수량의 8~12시간분을 표준으로 하고 적어도 6시간분으로 하여야 한다.(그림 6.2 참조)	1. 유효용량은 급수구역의 계획1일최대급수량의 8~12시간분을 표준으로 하고 최소한 6시간분 이상으로 하되, 지역의 특성, 상수도시설의 안전성을 고려하여 증량하여야 한다.	배수지용량을 최소한 6시간분량 이상 되도록 용량을 더욱더 확실하게 의미를 부여함(안전성 고려)
2.7 유입관과 유출관	제5장 9.4 정수지의 유입량, 유출관 및 측관과 같다.	1. 제5장 정수시설중 정수지의 유입관, 유출관 및 측관에 준한다 2. 배수지의 유입부에 월류위어를 설치하던가, 낙하유입방식으로 하던가 또는 역지밸브를 설치하도록 한다 유입관에는 필요에 따라서 응급차단장치를 설치하는 것이 바람직하다. 3. 유입관 및 유출관의 유량을 조절하는 경우는 유량조절밸브를 설치하는 것이 바람직하다.	-배수지의 유입부에 월류위어 설치, 낙하유입방식 또는 역지밸브 설치하도록 유도하고, 유입관에는 필요에 따라서 응급차단장치를 설치할 필요성 제시 -유입관 및 유출관의 유량을 조절하는 경우는 유량조절밸브를 설치할 필요성 제시
2.12 측 관	제5장 9.4 정수지의 유입관, 유출관 및 측관과 같다.	제5장 정수시설중 정수지의 유입관, 유출관 및 측관에 준하지만 측관은 반드시 설치하는 것으로 하고 역지밸브(check vavle)를 설치하여야 한다.	배수지의 장기간 불사용시나 정전 등에 의한 펌프정지시에 유입압력을 이용하여 직접 배수할 필요성이 재기되므로 반드시 측관 설치의 필요성 언급

항 목	당 초	개 정	사 유
			야간에 유입압력이 높을 때에는 펌프를 정지하고 측관을 이용하여 배수하면 경제적인 운전이 가능하므로 측관 설치의 필요성 제시 측관을 이용하여 직접 배수할 경우에는 체크밸브의 필요성 재기 및 원격제어가 가능하도록 언급
2.13 배수지의 상부이용	신 설	배수지의 상부를 이용하는 경우에는 다음의 각 항에 대해서 충분히 유의하여야 한다. 1. 배수지의 강도가 이용하는 시설(이하 시설이라 함)에 대해 안전하여야 한다. 2. 시설의 건설시 기존에 설치된 구조물에 손상을 주거나 또는 정수를 오염시키지 않도록 해야 한다. 3. 시설의 이용개시에 앞서, 설치주체와 관리협정을 체결하여 유지관리에 만전을 기하여야 한다.	최근 외국의 경우 지역주민으로부터 배수지 상부의 개방요망이 높아지고 있는데, 배수지의 상부이용에는 자재적치장, 공원, 식물원, 스포츠시설등이 있다. 이러한 시설은 기존에 설치된 배수지 상부에 건설하는 경우와 신설배수지와 동시에 건설하는 경우가 있는데, 이러한 배수지 상부이용을 고려한 시설물은 설계단계부터 고려할 필요성 재시 시설의 설치시 유의사항에 대해 언급
제4절 배수탑과 고가탱크			
4.1 총 칙	신 설	배수탑 및 고가탱크는 배수구역내에 배수지를 설치하는 적당한 높은 장소가 없는 경우에 배수량의 조절이나 펌프가압구역의 수압조절 등을 목적으로 설치되는 지상식 저류지이다.	배수탑 또는 고가탱크에 대한 전반적인 개요를 설명하기 위해서 위치 및 높이, 구조, 용량, 수심, 기초와 지주, 유입관과 유출관, 월류관, 배출관, 신축이음 등에 대해서 선언적인 의미로 설명 추가

항 목	당 초	개 정	사 유
			주간의 배수량이 증가하는 시간이나 화재시에 직접 배수와 더불어 배수탑 또는 고가탱크에서 보급하여 수압의 조절을 행하는 경우도 있고, 또한, 배수탑 및 고가탱크는 정수를 저류하고 있기 때문에 수질오염사고 및 지진 등의 긴급시에는 응급급수의 거점으로 이용할 수 있도록 비상용급수설비로써 설치해 두어야 한다는 점을 강조함
4.3 구 조	추 가	3. 한냉지에서 시설의 보호가 필요한 경우에는 적당한 보온단열장치를 설치하여야 한다. 4. 여유고는 수리계산에 기초하여 정하여야 한다.	한냉지에서 시설보호시설인 보온단열장치 설치 강조 및 내진 설계강조
4.6 기초와 지주	추 가	4. 부득이 연약지반 등 좋지 않은 장소에 건설하는 경우에는 구조물의 특성 및 지반조건 가장 적합한 기초공법 또는 지반개량 등의 적절한 조치를 강구하여야 한다.	지반이 나쁜 장소에서의 건설은 피하는 것이 최선이지만, 부득이 연약지반이나 불량지반에서 건설을 할 경우에는 지반조건에 적합한 구조형식, 기초공이 필요함과 동시에 경우에 따라서는 지반개량을 행하여야 함을 명시
제5절 배수관			
5.1 총 칙	신 설	배수관에는 닥타일 주철관, 강관 및 경질 염화비닐관 등을 사용하는데 이들의 선정시에는 수압, 외압에 대한 안전성, 환경조건, 시공조건을 감안하여 최적인 것을 선정하여야 한다.	배수관에 대한 전반적인 개요를 설명하기 위해서 총칙부분을 신설하여 선언적인 의미로 전체 객관적으로 해설

항 목	당 초	개 정	사 유
5.2 관 종	배수관의 관종은 제4장 3.2 도수 및 송수관의 관종과 같다	배수관의 관종은 제4장 도수시설 및 송수시설중 도수관 및 송수관의 관종에 준하지만 다음 각 항을 기본사항으로 선정해야 한다. 1. 내압과 외압에 대해서 안전해야 한다. 2. 매설조건에 적합해야 한다. 3. 매설환경에 적합한 시공성을 지녀야 한다.	배수관종과 도·송수관종과의 차별화 시도 및 관종 선정시의 조건제시 <표 6.3> 배수관에 사용하는 관종의 특징을 추가해서 닥타일주철관, 강관 그리고 경질염화비닐관에 대해 특징 및 규격을 비교·검토한 표를 삽입
5.3 관 경		해설보완	【해설】 편에서 배수관경 설계시 필요한 헤젠·윌리암스 공식 C값에 대해서 추가 제시(표 6.4) C값의 관계곡선이 시멘트모르터라이닝 여부에 따라서 달라지는 현실성 있는 최근 그림<그림 6.3>으로 교체하여 제시
5.5 수 압	배수관의 수압은 다음 각 항에 적합하지 않으면 안된다. 1. 최대정수압은 사용하는 관종의 규격 최대정수압을 넘지 않도록 하여야 한다. 2. 최소동수압은 1.5kg/㎠을 표준으로 하나, 화재시에 화재발생 지점 부근에서는 그 이하가 될 수 있다. 그러나 이 경우에도 부압이 되어서는 안된다. - 이하 동일 -	배수관의 수압은 각 항에 적합하여야 한다. 1. 최대정수압은 사용하는 관종의 KS규격 시험수압을 넘지 않도록 하여야 한다. 2. 최소동수압은 1.5kg/㎠을 표준으로 하나, 5층 이하 직결급수 시행지역은 2.5kg/㎠을 기준으로 한다. 단, 화재시에 화재발생 지점 부근에서는 그 이하가 될 수 있다. 그러나 이 경우도 부압이 되어서는 안된다. - 이하 동일 -	현재 수도법상에 아직 직결급수를 고려하지 않고 있지만, 현실적으로 장래를 고려하여 직결급수를 일부분 수용하는 수정보완(현행법 손질이 차후 필요함) 【해설】 편도 본문에 따라서 2항에서 수정보완

항 목	당 초	개 정	사 유
5.10 매설위치와 깊이	매설위치와 심도는 도수 및 송수관로에 준하며 다음 각 항에도 적합하지 않으면 안된다. 1. 배수본관은 도로의 중앙 쪽으로 배수지관은 보도 또는 차도의 편도 측에 부설하여야 한다. - 이하 동일 -	매설위치와 깊이는 제4장의 도수시설 및 송수시설중 도수관 및 송수관에 준하며 다음 각 항에도 적합하여야 한다. 1. 공공도로에 관을 부설하는 경우에는 도로법 및 관계법령에 따르는 것과 동시에 도로관리자와의 협정에 따른다. 그리고 배수본관은 도로의 중앙 쪽으로 배수지관은 보도 또는 차도의 편도 측에 부설하여야 한다. - 이하 동일 -	공공도로에 관을 부설하는 경우에는 도로법 및 관계법령에 따르는 것과 동시에 도로관리자와의 협정에 따름과 또, 공공도로 이외에 관을 부설하는 경우에도 해당관리자로부터의 사용승인을 얻어야 함을 명시 유지관리의 용이성을 고려한 매설위치와 깊이를 설계하는데 반영하도록 제시
5.20 이형관 보호	제4장 3.13 이형관 보호와 같다.	제4장 도수시설 및 송수시설중 3.13 이형관 보호에 준하나 배수관종에 대한 이형관의 보호에는 각 항에 적합하여야 한다. 1. 충분히 안전성을 고려하여 설계하여야 한다. 2. 닥타일주철관 및 경질염화비닐관의 이형관 보호에는 원칙적으로 콘크리트블럭에 의한 보호나 이탈방지이음을 이용하여야 한다. 단, 소구경관로에서 관외주면의 구속력을 충분히 기대할 수 없는 경우에는 이탈방지압륜 등을 사용하여야 한다.	제4장 도수시설 및 송수시설중의 이형관 보호에 추가하여 배수관종에 대해서 특별히 유의할 이형관의 보호에 대해서 설명을 추가 닥타일주철관 및 경질염화비닐관의 이형관 보호에 대해서 콘크리트블럭에 의한 방호 외에도, 이탈방지이음을 이용하거나 소구경관로에서 관외주면의 구속력을 충분히 기대할 수 있는 경우에는 이탈방지압륜을 사용하는 대책을 구체적으로 부가 설명

항 목	당 초	개 정	사 유
		3. 용접이음의 강관에는 이형관 보호 등을 경감 또는 생략할 수 있다. 단, 신축이음이 불균등력을 억제하기 위해 유효길이의 범위 내에 설치되어 있는 경우에는 콘크리트블록 등에 의한 보호를 행하여야 한다.	용접이음의 강관에는 이형관 보호 등을 경감 또는 생략할 수 있음과 신축이음이 불균등력을 억제하기 위해 유효길이의 범위 내에 설치되어 있는 경우에는 콘크리트블럭 등에 의한 방호의 필요성을 구체적으로 제시 이탈방지이음(일본 닥타일주철관)의 그림을 사례로 제시 이탈방지용 KP 특수압륜의 그림을 사례로 제시(국내 닥타일주철관용)
5.30 기존관내 부설공법 및 기타 특수공법	신 설	기존에 설치되어 있는 관내 부설공법 및 기타 특수공법의 선택시에는 현장조건 및 관로상황 등에 대한 적용성에 대해 충분히 고려하여야 한다.	선진외국과 마찬가지로 환경변화 및 교통혼잡을 최소화하기 위해서 개발된 최신공법 소개로, 새로운 관으로 교체하는 공법으로 도로의 개착을 가능한 한 작게 하고, 기존관로를 이용하여 기존관을 개량하는 기존관내삽입공법, 기존관내라이닝공법, 기존관 파쇄추진공법 등을 소개하기 위해서 추가 이들 공법의 시공상의 특징중 고도의 기술이 요구되는 것도 포함되어 있으므로 공법의 선택시 고려사항을 제시
5.31 관로 표지	신 설	관의 식별을 용이하게 하기 위하여 매설관에는 원칙적으로 사업자명, 시공자명, 부설년도, 제조업체명 등을 적절한 방법으로 표시하여야 한다.	상수도관로를 매설한 뒤에 다른 지하매설물과의 오인으로 인한 사고방지를 위하여 표지를 붙이도록 추가

항 목	당 초	개 정	사 유
		관경 80mm 이상의 상수도 관로에는 반드시 관로표지를 설치하여야 하며 관로표지의 위치는 다음과 같다. 1) 도로상의 직선구간은 25m 내외 2) 고수부지, 제방, 하천, 임야는 200m에 1개소 3) 관로 및 관경 변경지점 4) 분기지점 및 관로 교차지점 5) 기타 유지관리에 필요한 지점	관의 식별을 용이하게 하기 위해 관경 80mm 이상의 상수도관로에는 반드시 관로표지를 설치하도록 하였고, 관로표지의 위치를 명확하게 제시함
제7장 기계 및 전기설비			
제1절 펌프설비			
1.9 흡입양정과 캐비테이션	펌프의 흡입양정 및 회전수는 캐비테이션을 피하기 위하여 토출량 및 전양정을 충분히 고려하여야 함	펌프의 흡입양정 및 회전수는 캐비테이션을 피하기 위하여 펌프 운전범위(토출량 및 전양정)를 충분히 고려한 후 결정하여야 함 흡입비속도의 적용, 캐비네이션 방지대책 추가	캐비테이션은 펌프 회전수 및 펌프장 바닥높이의 결정 등에 영향을 미치는 중요한 현상이다. 펌프토출유량에 따른 펌프흡상능력 계산방법을 제시하여 참고토록 함
제4절 내연기관	내연기관의 종류, 출력, 보조설비	내연기관의 분류, 기관의 출력, 기관의 부속장치, 기관의 설치	내연기관을 선정할 때 실질적으로 도움이 될 수 있도록 내용을 보완하고 체계화함
4.4 기관의 설치	신 설	기관은 기초, 방진장치 및 소음대책 등을 고려하여 설치	내연기관의 설치시 고려사항을 제시함
제5절 밸 브			
5.1 총 칙	신 설	수도용 밸브는 물의 흐름을 차단하거나 제어하고 조절하는 등 상수도시설을 효과적으로 운영하는데 있어서 중요한 역할을 담당함	도·송·배수시설용 밸브 선정시 고려사항, 용도와 종류, 압력기준, 구동장치 등을 설명함

항 목	당 초	개 정	사 유
5.2 밸브의 용도와 종류	신 설	밸브는 용도에 적합한 특성을 갖는 것을 사용하여야 함	
5.3 밸브의 선정	신 설	밸브는 설비목적에 적합한 것으로서 수리조건과 사용조건이 만족되는 기본특성을 갖는 것을 선정함	밸브 선정시 고려하여야 하는 밸브의 기본특성에 대해 설명
5.4 밸브의 압력기준	신 설	밸브의 압력기준은 호칭압력으로 나타내며, 밸브의 사용압력(정수압), 최대허용압력 등을 고려하여야 함	상수도용 밸브에 적용하는 압력기준에 대한 내용 설명
5.5 밸브의 구동장치	신 설	밸브의 구동장치는 밸브의 종류, 용도, 설치환경, 제어방법등을 고려하여 적당한 것을 선정하여야 함	밸브의 구동장치로서 수동식, 전동식, 공기압식에 대한 설명 추가
제6절 각종 기계설비	신 설	상수도시설의 각종 기계설비 중 취수장, 정수장, 펌프장 등의 운전 또는 기능유지를 위해 중요한 설비인 수처리 기계설비, 크레인, 환기설비 등의 구조와 성능 제시	
6.1 기본사항	신 설	각종 기계설비는 수질 및 운전조건에 따라 구조의 형식 및 재질을 선정하여야 하고 유지관리 및 보수가 용이하며 과부하로 인한 사고방지 대책을 충분히 갖추어야 함	각종 설비는 수질상태에 따라 적절하게 운전 가능하도록 구조와 성능에 대한 일반사항 설명

항 목	당 초	개 정	사 유
6.2 수처리 기계 설비	신 설	수처리 기계설비는 수중에 설치하므로 구조, 재질 선정시 특히 유의하고 유지관리가 용이하고 과부하로 인한 사고방지대책을 강구하여야 함	수처리 설비중 트래블링 워터스크린, 혼화기, 응집기, 슬러지 수집기의 설치기준 제시
6.3 크레인	신 설	크레인은 펌프장 및 염소투입실 등에서 각종 기기들의 설치, 유지관리 및 보수를 위하여 필요한 운반기계이다.	크레인 설치기준 제시
6.4 환기설비	신 설	펌프 실에는 환기설비를 설치하여야 하며, 환기방식은 자연환기, 강제급기, 강제 배기가 있으며 환기풍량은 기기로부터 발산하는 열의 배출과 연소에 필요한 공기량을 충분히 공급할 수 있는 양으로 한다.	환기설비 설치기준과 배기방식에 대해 설명
제7절 전기설비			
7.1 기본사항	1. 전기설비는 관계 법규에 따라 시설해야 한다.	1. 전기설비는 전기사업법등 관계법규에 따라 시설해야 하며 상수도 시설에 특별히 시설해야할 사항을 규정한다.	1. 시설기준의 기본취지를 반영한 것임
7.2 수전 계획	수전 계획은 다음 각항에 따라야 한다.		
	2. 계약 전력 계약 전력이 500㎾이상일 경우는 수요전력을 고려하여 계약전력을 정하고 500㎾ 미만의 경우는 전기 설비 용량을 기준으로 전력회사의 계약전력을 정하여야 한다.	2. 계약 전력 계약 전력은 특별한 기준이 없는 한 전력회사의 규정에 따라서 결정한다.	2. 시설기준에 계약용량을 규정하기 곤란, 전력회사와 협의 결정할 사항임

항 목	당 초	개 정	사 유
7.3 수전 전압	계약 전력에 의한 수전 전압은 표 7.11을 표준으로 한다. 표 7.11 50kW 이하 - 저압 50~100kW - 고압 1000~2000kW - 고압, 특고압 2000kW 이상 - 복고압	계약전력에 의한 수전 전압은 사용의 편의성과 경제성을 고려하여 전력회사와 협의 결정한다.	계약 전력별 전압규정은 제반여건 곤란 전력회사와 협의 결정이 타당함
7.4 수전인입선	수전인입선은 부득이한 경우를 제외하고는 전용선으로 하여야 한다.	1. 수전인입선이 동일 배전선로에 접속된 다른 수용가들의 잦은 사고나 공급능력 부족등 문제가 예상되는 부득이한 경우는 전용선으로 하는 것이 바람직하다. 2. 수전인입선은 안정 급수를 위하여 2중으로 구성하는 것 등을 충분히 검토한 후 결정해야 한다.	1. 양질의 전력이 공급되고 있어 완화할 필요가 있음
7.5 자가용 전기설비	1. 계약 전력 50kW 이상의 시설은 자가용 전기 공작물로 하고 법령에 따른 수속을 하여야 한다, 2. 자가용 전기설비를 갖는 시설은 모두 자가용 전기 공작물로 하여 법령에 따른 수속을 하고 인가를 받아야 한다.	대용량 전력 수용시는 전기사업법에 의거 자가용 전기설비로 시설하고 관계법령에 따른 수속을 해야 한다.	법정 사항으로 본 기준에서 용량 등을 임의 결정이 불가(해설에 설명함)

항 목	당 초	개 정	사 유
7.7 변전설비	변전설비는 다음 각항에 적합하여야 한다. 1. 변전설비의 용량은 변압할 전력(㎾)을 피상전력(KVA)으로 환산하고 이 값에 10~20%의 여유를 가산하여야 한다. 4. 변압기의 냉각은 유입자 냉식을 표준으로 한다.	변전설비는 다음 각항에 적합하여야 한다. 1. 변전설비의 용량은 변압할 전력(㎾)을 피상전력(KVA)으로 환산하고 여유를 가산하여야 한다. 4항의 변압기 냉각 삭제 4. 변전설비는 옥내 설치가 바람직하며 예비시설을 충분히 고려해서 시설해야 한다.	1. 여유율등은 규정사항이 될 수 없어 해설란에 설명함(10~20%) 4. 여러 종류 변압기 중에 유입자냉 변압기만을 표준화는 곤란하므로 삭제함이 바람직함 신설(4항) 4. 국가 보안 목표 시설인 상수도의 동력 설치의 안전 및 보안에 절대 필요함
7.8 배전설비	7. 모선은 표 7.13을 표준으로 한다. 표 7.13 1회선 : 단모선 1회선 : 구분개폐기가 있는 단모선 혹은 복모선	7항 삭제	7. 설계시공시 모선 표준화는 불필요하므로 삭제
	신 설	8. 해당 전로 또는 부하가 전기설비 기술기준 제45조 규정에 의한 누전차단기 설치대상일 경우에는 누전차단기를 설치해야 한다.	8. 기술심사시개정(환경부) 물 취급하는 곳 누전차단기 설치의무 규정했으나 이를 관계규정을 명기함
7.10 예비동력	예비동력설비는 다음 각항을 표준으로 한다. 1. 주요시설에는 자가용 발전설비 기타의 예비동력설비를 설치하는 것을 표준으로 한다.	주요시설에는 비상용 예비발전설비 및 기타의 예비동력설비를 설치하는 것을 검토해야 한다.	기기의 고유형식을 표준으로 하는 것은 부당하므로 검토할 것으로 개정

항 목	당 초	개 정	사 유
	2. 자가용 발전설비를 설치할 경우에는 발전기는 정지여자식 발전기를, 원동기는 디젤기관을 표준으로 한다.		
7.12 보호 및 보안설비	3. 특고압과 고압에서 변압하는 변압기는 내부 발생사고 검출장치를 설치하여 2차측에는 혼촉에 의한 위험 방지 및 접지 검출장치를 설치하여야 한다.	3. 특고압용 변압기로서 뱅크의 용량이 5000KVA 이상인 변압기는 그 내부에 고장이 생겼을 경우에 자동으로 전산로에 차단하는 장치를 설치하여야 한다. 다만, 뱅크용량이 10,000KVA 미만인 경우로 고장 경보장치를 하는 경우에는 그러하지 아니하다.(전기설비기술기준 제54조)	3. 기술심사시개정(환경부) 용량 등을 명기하여 규정함이 이해가 용이하므로 개정타당
제8장 급수장치 **제1절 총칙**			
1.2 구조 및 재질	물이 오염되거나 역류할 위험이 없어야 한다.	물이 오염되거나 역류할 위험이 없어야 하며 역류방지를 위하여 수도계량기 유출구에는 역지밸브를 설치하는 것이 바람직하다. 그리고 역류위험이 있는 급수용구는 유입구에 적절한 역류방지장치를 하여야 한다.	수도사업자의 배수관 오염방지 목적, 수요가측 급수사용기기의 역류방지목적
1.5 절수방안	신 설	급수장치는 물을 사용하기 위한 목적의 시설이나 그 장치와 기구에 사용수량의 절제를 위해 상수도사업자는 급수장치의 시공 및 사용상에 있어서 절수방안을 고려하여야 함	절수의 목적으로 그 중요성을 고려하여 급수장치의 총칙에 절수방안을 언급하고 간단히 절수기구에 대해 설명함

항 목	당 초	개 정	사 유
제2절 급수관			
2.1 총칙	급수관에는 여러관종이 있으며 KS 규격에 합격된 관을 사용하여야 함.	원칙적으로 한국산업규격(KS)이나 한국수도협회 규격(KWWA)에서 승인된 관을 사용하여야 함	급수관의 관련규격에서 승인된 제품의 사용 명시
2.3 관 종	원칙적으로 KS 규격품을 사용하여야 함	급수관은 원칙적으로 KS 또는 KWWA 규격품을 사용하고 수도용아연도강관은 음용수용으로 부적합하므로 사용하여서는 안된다.	건교부 고시에 의거 부적합 자재(석면시멘트관, 아연관) 사용금지
2.4 관의 분기	주철관이나 석면시멘트관에 분수전을 연결할 때에는 분수전의 나사가 3회 이상 물려야 한다.	삭 제	위생상 사용해서는 안되며 현재 사용되지 않는 나사식 이음법 내용 삭제
2.6 위험한 접속	급수관은 오염우려가 있는 시설과 연결하는 경우 출구를 만수면보다 관경이상의 높이에 만들어야 한다.	급수관은 오염우려가 있는 시설과 연결하는 경우 토출구를 만수면보다 200mm 이상의 높이에 만들어야 한다.	
2.7 매설심도	급수관은 공도내 차도에서 120cm 이상, 보도 90cm 이상, 사도내에서 60cm 이상, 사유지내에서 30cm 이상의 깊이에 매설하여야 한다.	일반적으로 60cm 이상으로 하는 것이 바람직하나 매설장소의 여건을 고려하여 그 지방의 동결심도 이하에 매설하여야 한다.	도로하중과 표토의 유실을 고려하여 60cm이상으로 함이 바람직하며, 그 지방에 적합한 동결심도 이하에 매설토록 함
제3절 저수조			
3.1 저수조의 의의 및 종류	위치에 따라 지하저수조, 고가수조(중간저수조 포함)로 구분	위치에 따라 지하저수조, 고가수조(중간저수조 포함), 가정용 소형수조로 구분	가정용 소형수조의 오염상태가 심각하므로 소형수조 포함 및 관련 법률의 개정에 따라 보완

항 목	당 초	개 정	사 유
3.4 가정용 소형수조	신 설	가정용 소형수조의 구조와 재질은 지하저수조 및 고가수조에 준하며 다음 각 호에 따라야 한다.	가정용 소형수조의 관련기준 마련
제4절 급수기구			
4.1 총 칙	신 설	급수기구는 급수장치의 구성에 있어 급수관과 이음쇠로 연결하여 사용되는 분수전, 지수전, 수도계량기, 급수전, 역류방지기구, 안전기구 및 각종 물 사용 특수기구로 되어 있음	급수장치에 사용되는 급수기구의 구성과 구비조건에 대해 설정함
4.2.1 수도계량기의 선정	참고표 신설	KSB 5301에는 1급과 2급으로 품질이 분류되어 있으며 그 성능은 표와 같다.	가정용 수도미터 선정시 고성능 제품 설치 유도
2. 수도계량기의 종류와 특징	수도계량기의 구분 신설	현재 사용되고 있는 수도계량기는 많은 종류가 있으며 크게 수도미터와 유량계로 구분된다. 수도미터는 계량기 내부에 익차가 있으며~, 유량계는 베르누이 정리등~원수 및 정수사용에 적합하다.	수도미터와 유량계의 차이점 설명 및 깨끗한 정수용에는 수도미터를, 원수용으로는 유량계를 사용토록 함
3. 수도계량기의 선정	구경 350mm 이하인 경우 신설	구경 350mm 이하인 경우는 수도미터를 선정한다. 다만 원수인 경우는 수도미터가 아닌 전자식 또는 초음파유량계를 선정할 수 있다.	구경 350mm 이하인 경우 검정제품인 수도미터를 설치토록 하며, 다만 원수에는 유량계를 사용할 수 있도록 함
4.2.2 수도계량기의 성능	수도계량기의 구경과 사용유량중 수도미터의 검정유량 및 공차표 개정	다음 표8.11은 각종 수도미터의 검정유량과 공차를 나타냈다. 그러나 본 표는 수도미터 검정시의 기차검사 유량으로 수도미터의 적정 사용유량 범위와는 다르므로 주의를 요한다.	수도계량기 선정시 참고토록 내용을 통합하여 표로 나타내어 적정계량을 유도함

항 목	당 초	개 정	사 유
	신 설	수도계량기의 성능은 가능한한 넓은 범위의 유량을 정확히 계량함과 동시에 내구력이 있어야 한다.	수도미터의 성능용어를 정의하여 수도미터를 사용할때 혼돈을 방지
4.7 역류방지기구	신 설	역류방지기구는 역류방지기능이 확실하고 내압성과 내구성인 구조로 파손 및 변형되지 않는 구조와 재질의 것이어야 한다.	역류방지기구의 종류와 기능의 설명 및 구조와 그림등 사용을 설명
4.8 보호안전기구	신 설	보호안전기구는 사용용도에 따라 그 성능과 동작기능이 확실하고 내압성과 내구성인 구조로 파손 및 변형되지 않는 구조와 재질의 것이어야 함	보호안전기구의 종류와 기능의 설명 및 구조와 그림등 사용을 설명
4.10 절수기기	신 설	절수기기는 물의 사용에 있어 최소수량으로 사용목적이 달성되고 합리적으로 토수량이 조절되는 기기로 내압성과 내구성을 가져야 한다.	절수기기의 종류와 기능의 설명 절수기기의 장래 방향 등 설명
제5절 오염방지			
5.1 급수장치와 수질	신 설	급수장치의 모든 기기와 기구는 수질보전을 위하여 위생상 무해한 구조와 재질의 것이어야 한다.	급수장치의 재료에 의한 수질오염 방지를 설명
5.2 역류방지	신 설	배수관에서 분기되어 모든 수요자의 급수기기에 공급되는 물의 흐름구조와 기능은 배수관과 일체를 이룬다.	역류에 의한 수질오염 방지 설명

항 목	당 초	개 정	사 유
5.3 급수와 설비배관	신 설	급수는 수요자의 주거환경의 변화에 따라 생활양식도 다양화되고 상수도의 사용이 여러가지로 확대됨에 따라 각종 급수기구는 편리성과 쾌적성을 갖춘 것이 개발 보급되고 있다.	배관시설에 의한 수질오염 방지의 설명 및 그림 예시
제9장 계측제어 설비	계장설비	계측제어 설비	최근 계장설비에 제어의 개념이 도입되어 제목을 변경
제1절 총 설			
1.2 계측제어의 목적	시설을 안전하고 합리적이며 경제적 관리를 행함	수질기준을 만족하는 처리수의 확보 및 소모량을 충족하는 처리수량의 확보를 추가함	계측제어가 단순히 자동화나 인력절감을 목적으로 하는 것이 아니라는 것을 일깨워주기 위함
1.3 계측제어의 기본 조건	목적을 명확하게 함과 동시에 시설의 규모, 특성에 적합한 것으로서 또 시설의 관리체계 등을 고려하여 계획되어야 함	돌발적으로 발생하는 수원오염의 조기발견과 필요한 대책 등을 고려하여 계획하여야 함을 추가함	
제2절 계측제어용 기기			
2.1 총칙	(그림10.1) 계장설비의 구성	(그림9.2) 계측제어용 기기 구성 예	기능별 계측제어기기의 구성으로부터 현재의 상수도 계측제어설비 설계와 같은 계층별 구분전개(검출부, 표현부, 조절부, 조작부) ⇒(중앙제어실 계장설비, 현장조작용 설비, 현장계장기기)

항 목	당 초	개 정	사 유
2.3 검출부	초음파식의 정밀도 <표10.2(A)>:±1.0~.5% <표10.2(B)>: ±2~3% <표10.2(E)> : ±5%	초음파식의 정밀도 <표9.2(A)> : ±1.0~1.5% <표9.2(B)> : ±1.0~1.5% <표9.2(E)> : ±1.0~1.5%	초음파의 정밀도가 일치하지 않으므로 통일함
2.8 전자계산기	계장용 전자계산기는 다음 각 항에 의하여야 한다. ①~④항	내용삭제 후 신설되는 제3절 감시조작설비에 개정하여 반영	일반적으로 상수도 시설에 사용되는 계측제어시스템이 아닌 범용전자계산기를 기술하는 것으로 상수도 시설기준에서는 제3절의 감시조작설비로 특성화되어야 함
제3절 감시조작설비			
3.1 총칙	신 설	감시조작설비는 상수도시설의 규모에 알맞은 것으로 안정적, 합리적, 효율적인 운용을 도모하고 높은 신뢰성, 우수한 감시조작성을 겸비하여야 한다.	대부분의 현대화된 정수장 등의 감시제어설비로 사용되는 내용에 대한 반영
3.2 감시설비	신 설	감시설비는 시설의 운전이 이해하기 쉬워야 하고, 정보전송장치는 정확, 신속한 기능을 가져야 한다.	감시설비는 상수도시설을 운전 관리하는데 있어서 맨머신 인터페이스가 중요한 설비임 감시방식의 비교와 감시반의 예시 제시
3.3 제어설비	신 설	제어설비는 시설에 적합한 제어기능을 갖고 신뢰성, 확장성 및 보수성 등이 우수하고, 필요 최소한의 백업설비를 마련하는 것이어야 한다.	시설을 안전, 확실, 효율적으로 운전하기 위해 제어설비가 필요함
3.4 조작설비	신 설	조작설비는 감시설비와 일체되는 것으로 확실한 감시가 가능하고 조작성이 우수한 것이어야 한다.	조작설비는 운전원이 감시와 조작이 쉽고 오조작이 되지 않도록 시설기준을 마련함.

항 목	당 초	개 정	사 유
3.6 동력원	동력원 해설중 UPS에 대한 내용 없음	무정전전원설비(UPS)에 대한 권고내용 추가	수배전설비 및 전원사고시 일정시간 정수지 및 각종 계측기(TM/TC포함)와 시스템 감시를 위한 비상전원설비(UPS)필요
제4절 각종시설의 계측제어			
4.10 활성탄 흡착설비	신 설	활성탄 흡착설비의 계측제어는 다음 각항에 의하여야 한다. 1. 분말활성탄 흡착설비의 계측제어기기 및 주입기는 방진성, 방폭성, 내마모성, 내식성 등을 고려하는 것 2. 입상활성탄 흡착설비는 탄층관리에 필요한 계측제어기기를 마련할 것.	고도처리시설 적용에 따른 계측제어설비의 기준 신설
4.11 오존처리 설비	신 설	오존처리설비의 계측제어는 다음 각호에 의한 것으로 한다. 1. 계측기기는 오존의 성질이나 그 주변환경에 알맞은 것과 동시에 유지관리가 용이하고 안전하게 취급할 수 있는 것 등	〃
제5절 컴퓨터 시스템	3.15 전자계산기에 의한 계장	삭제 및 대체	전자계산기에 의한 계측제어는 모든 시설이 컴퓨터 시스템화됨에 따라 삭제함.
5.1 시스템 계획	신 설	컴퓨터 시스템 계획시 검토사항을 제시	제어설비중 컴퓨터 시스템에 의한 자동제어가 중요한 위치를 차지하고 있으며 제어성, 신뢰성, 안정성, 보수성,확장성이 우수하고 뛰어난 설비가 설치되기 위해서는 시스템의 구축계획과 설계
5.2 시스템 설계	신 설	시스템 설계시 고려사항을 제시	

항 목	당 초	개 정	사 유
			및 유지 보수가 되어야 하므로 내용추가 보완이 필요함
5.3 하드웨어	신 설	컴퓨터 하드/소프트웨어 선정 기준을 마련함	
5.4 소프트웨어	신 설	〃	

연 구 위 원

책임연구위원 정 규 영 신우엔지니어링 회장
총괄연구위원 유 명 진 서울시립대학교 환경공학과 교수

제 1 분과 : 총론, 수원, 취수, 도 · 송 · 배수시설

김 수 원	계명대학교 공과대학장
배 희 완	동명기술공단 부사장
이 현 동	한국건설기술연구원 선임연구원
정 규 영	신우엔지니어링 회장

제 2 분과 : 정수시설

염 병 호	신우엔지니어링 사장
왕 창 근	충남대학교 환경공학과 교수
유 명 진	서울시립대학교 환경공학과 교수
정 태 학	서울대학교 도시공학과 교수
최 승 일	고려대학교 환경공학과 교수

제 3 분과 : 기계 · 전기, 계측제어설비

곽 희 로	숭실대학교 전기공학과 교수
김 경 엽	효성에바라 기술연구소 책임연구원
김 상 배	도화종합기술공사 기전부 이사
김 종 필	정일엔지니어링 기술연구소 실장
박 우 명	서울시 뚝도정수사업소 소장

제 4 분과 : 급수장치

이 기 호	한국수도협회 연구위원
이 윤 선	한국수자원공사 팔당수도사무소 부장
한 봉 영	한국수도협회 이사

연 구 원 심 유 섭 한국수도협회 연구원

상수도 시설 기준

1997. 10. 30 복제승인
1997. 12. 20 발 행

제정(개정) : 환 경 부
복제 · 발행 : 한국수도협회

서울특별시 은평구 불광동 613-2 국립환경연구원 내
전 화 : (02) 354-7625~6
FAX : (02) 354-7627

<정가 : 30,000원>

무단 복사, 복제를 금합니다.

보급처 : **건설도서**
주소 : 서울시 용산구 원효로 1가 46-5
전화 : **(02) 711-9990** 팩스 : **(02) 711-9987**