

KS D 7004

# KS



## 연강용 피복 아크 용접봉

KS D 7004:2018

## 주의 :

상수도시장서 용접봉에 있는 'KS E 4316'의 내용이 포함 됨.  
'E 4316'은 용접봉의 종류임.

## 산업표준심의회

2018년 00월 00일 개정

## 심 의 : 기계기본 기술심의회

	성 명	근 무 처	직 위
(회 장)	유 춘 번	경기대학교	교 수
(위 원)	김 경 동	한국공작기계산업협회	부 장
	김 영 철	한국기계산업진흥회	센 터 장
	김 정 애	(주)성우	대 표 이 사
	김 주 현	국민대학교	교 수
	문 승 빙	세종대학교	교 수
	신 일 섭	대한기계학회	부 회 장
	안 성 우	한국기계전기전자시험연구원 금속플랜트센터	선임연구원
	유 은 이	(주)큐니온	수석연구원
	윤 병 수	우송정보대학	교 수
	이 강 업	(주)한국공업엔지니어링	전 무
	이 근 오	서울과학기술대학교	교 수
	전 진 수	재료연구소	책임연구원
	정 석 원	(주)티이씨교정기술원	기 술 이 사
	정 태 형	한양대학교	교 수
(간 사)	박 용 균	국가기술표준원 표준정책국 기계소재표준과	연 구 사

## 원안작성협력 : 용접분야 전문위원회

	성 명	근 무 처	직 위
(위원장)	전 진 수	재료연구소	책임연구원
(위 원)	박 기 영	고등기술연구원	수석연구원
	박 익 근	서울과학기술대학교	교 수
	김 용 필	상하수도협회	팀 장
	김 재 성	고등기술연구원	선임연구원
	원 영 휘	한국폴리텍대학교	교 수
	이 진 희	SK G-Plant 화공 Tech	전문 위원
	박 영 환	부경대학교	교 수
	김 영 식	삼성엔지니어링	수석연구원

표준열람 : e나라표준인증(<http://www.standard.go.kr>)

제 정 자 : 산업표준심의회 위원장

담당부처 : 산업통상자원부 국가기술표준원

제 정 : 1964년 12월 31일

개 정 : 2018년 00월 00일

심 의 : 산업표준심의회 기계기본 기술심의회

원안작성협력 : 기계기본 기술심의회 용접분야 전문위원회

이 표준에 대한 의견 또는 질문은 e나라표준인증 웹사이트를 이용하여 주십시오.

이 표준은 산업표준화법 제10조의 규정에 따라 매 5년마다 산업표준심의회에서 심의되어 확인, 개정 또는 폐지됩니다.

# 목 차

머 리 말 .....	ii
개 요 .....	iii
1 적용범위 .....	1
2 인용표준 .....	1
3 종류 .....	1
4 품질 .....	2
4.1 피복 .....	2
4.2 기계적 성질 .....	2
4.3 용착금속의 수소량 .....	3
4.4 굽힘 성능 .....	3
5 치수 및 허용차 .....	3
6 시험 .....	4
6.1 시험 일반 .....	4
6.2 용착금속의 인장시험 및 충격시험 .....	4
6.3 용착금속의 수소량 시험 .....	5
6.4 용접 이음쇠의 굽힘 시험 .....	5
7 검사 .....	6
8 포장 .....	6
9 제품의 호칭방법 .....	6
10 표시 .....	6
부속서 A(규정) 연강 및 저합금강의 수동 아크 용접용 피복 용접봉 — 식별 기호 코드 .....	7
A.1 적용범위 .....	7
A.2 인용표준 .....	7
A.3 일반사항 .....	7
A.4 기호 및 요건 .....	7
A.5 사용 지침 .....	11
A.6 기계적 시험 .....	12
KS D 7004:2018 해 설 .....	16

## 머 리 말

이 표준은 산업표준화법 관련 규정에 따라 산업표준심의회의 심의를 거쳐 개정한 한국산업표준이다. 이에 따라 KS D 7004:2008은 개정되어 이 표준으로 바뀌었다.

이 표준은 저작권법의 보호 대상이 되는 저작물이다.

이 표준의 일부가 기술적 성질을 가진 특허권, 출원공개 이후의 특허출원, 실용신안권 또는 출원공개 후의 실용신안등록출원에 저촉될 가능성이 있다는 것에 주의를 환기한다. 관계 중앙행정기관의 장과 산업표준심의회는 이러한 기술적 성질을 가진 특허권, 출원공개 이후의 특허출원, 실용신안권 또는 출원공개 후의 실용신안등록출원에 관계되는 확인에 대하여 책임을 지지 않는다.

## 개요

이 표준은 1973년 제1판으로 발행된 ISO 2560, Covered electrodes for manual arc welding of mild steel and low alloy steel — Code of symbols for identification을 기초로, 본체에는 국제표준과 대응하는 부분을 제외하고는 종래의 한국산업표준을 바탕으로 규정하고 부속서에서는 이에 대응하는 국제표준의 기술적인 내용 및 구성을 변경하지 않고 작성한 한국산업표준이다.



# ◎ 연강용 피복 아크 용접봉

Covered electrodes for mild steel

## 1 적용범위

이 표준은 연강의 용접에 사용하는 피복 아크 용접봉(이하 용접봉이라 한다.)에 대하여 규정한다.

## 2 인용표준

다음의 인용표준은 전체 또는 부분적으로 이 표준의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 추록을 포함)을 적용한다.

KS B 0821, 용착 금속의 인장 및 충격 시험방법

KS B 0952, 용접재료 — 치수, 허용차, 제품의 상태, 표시 및 포장

KS B ISO 5173, 금속 재료 용접부의 파괴 시험 — 굽힘 시험

KS D 0064, 강 용접부의 수소량 측정 방법

KS D 3503, 일반 구조용 압연 강재

KS D 3515, 용접 구조용 압연 강재

ISO 544, Welding consumables — Technical delivery conditions for filler materials and fluxes — Type of product, dimensions, tolerances and markings

## 3 종류

용접봉의 종류는 피복제의 계통에 따라 구분하고 표 1과 같다.

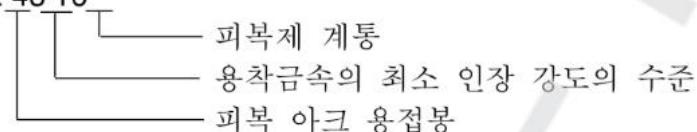
또한 적용하는 용접 자세 및 전류의 종류를 표 1에 나타낸다.

표 1 — 용접봉의 종류

종류	피복제 계통	용접 자세	전류의 종류
E 4301	일루미나이트계	F, V, O, H	AC 또는 DC(±)
E 4303	라임티타니아계	F, V, O, H	AC 또는 DC(±)
E 4311	고셀룰로오스계	F, V, O, H	AC 또는 DC(±)
E 4313	고산화티탄계	F, V, O, H	AC 또는 DC(−)
E 4316	저수소계	F, V, O, H	AC 또는 DC(+)
E 4324	철분산화티탄계	F, H	AC 또는 DC(±)
E 4326	철분저수소계	F, H	AC 또는 DC(+)
E 4327	철분산화철계	F, H	F에서는 AC 또는 DC(±), H에서는 AC 또는 DC(−)
E 4340	특수계	F, V, O, H 또는 어느 자세	AC 또는 DC(±)

비고 1 종류의 기호 붙이는 방법은 다음 보기에 따른다.

보기 E 43 16



비고 2 용접 자세에 사용된 기호의 의미는 다음과 같다.

F: 아래 보기 자세

V: 수직 자세

O: 위 보기 자세

H: 수평 자세 또는 수평 필릿 용접

다만, 표 1에 표시한 용접 자세 중, V 및 O는 원칙적으로 심선의 지름(이하 봉 지름이라 한다.) 5.0 mm를 초과하는 것에는 적용하지 않는다. E 4324, E 4326 및 E 4327의 용접 자세는 주로 수평 필릿 용접으로 한다.

비고 3 전류 종류에 사용된 기호의 의미는 다음과 같다.

AC: 교류, DC(±): 직류(봉 플러스 및 봉 마이너스),

DC(−): 직류(봉 마이너스), DC(+) : 직류(봉 플러스)

## 4 품질

### 4.1 피복

피복은 KS B 0952의 5절(제품의 상태)에 따른다.

### 4.2 기계적 성질

봉 지름 3.2 mm 이상인 용착금속의 인장 강도, 항복점 또는 0.2 % 내력, 연신율 및 샤르피 흡수 에너지는 6.2의 방법에 따라 시험했을 때, 표 2에 적합하여야 한다. 다만, 봉 지름 2.6 mm 이하인 용착금속의 인장 강도는 6.2의 방법에 따라 시험했을 때, 표 2에 적합하여야 한다.

표 2 — 용착금속의 기계적 성질

종류	인장시험			충격시험	
	인장 강도 N/mm <sup>2</sup>	항복점 또는 0.2 % 내력 <sup>a</sup> N/mm <sup>2</sup>	연신율 %	시험 온도 °C	샤르피 흡수 에너지 J
E 4301	420 이상	345 이상	22 이상	0	47 이상
E 4303	420 이상	345 이상	22 이상	0	27 이상
E 4311	420 이상	345 이상	22 이상	0	27 이상
E 4313	420 이상	345 이상	17 이상	—	—
E 4316	420 이상	345 이상	25 이상	0	47 이상
E 4324	420 이상	345 이상	17 이상	—	—
E 4326	420 이상	345 이상	25 이상	0	47 이상
E 4327	420 이상	345 이상	25 이상	0	27 이상
E 4340	420 이상	345 이상	22 이상	0	27 이상

<sup>a</sup> 항복점인지 0.2 % 내력인지지를 명기한다.

#### 4.3 용착금속의 수소량

E 4316 및 E 4326의 용착금속 수소량은 6.3의 방법으로 시험했을 때 용착금속 100 g당 15 mL를 초과해서는 안 된다.

#### 4.4 굽힘 성능

용접 이음쇠의 굽힘 성능은 6.4의 방법으로 시험했을 때, 굽어진 바깥 면에서 어떤 방향으로나 길이 3.0 mm를 초과하는 갈라짐, 또는 해롭다고 인정되는 결함이 없어야 한다.

### 5 치수 및 허용차

치수 및 허용차는 KS B 0952의 4절(치수 및 허용차)에 따른다. 대표적인 치수는 표 3에 따른다.

표 3 — 대표적인 용접봉의 치수

단위: mm

봉 지름	길이				
	230	250	300	350	400
1.6					
2.0		250	300		
2.6			300	350	
3.2				350	400
4.0				350	400
4.5					400
5.0				400	450
5.5					450
6.0					450
6.4					450
7.0					450
8.0					450
					550
					550
					700
					900

## 6 시험

### 6.1 시험 일반

#### 6.1.1 시험판

용접봉의 시험에 사용하는 시험판은 KS D 3503의 SS 275, KS D 3515의 SM 275A~C 또는 이들과 동등한 인장 강도 및 화학 성분을 갖는 압연 강재이어야 한다.

#### 6.1.2 시험용 용접봉 및 용접 자세

시험을 하는 봉 지름 용접 자세는 다음에 따른다.

- 봉 지름 3.2 mm 이상인 용착금속의 인장시험, 충격시험 및 용접 이음쇠의 굽힘 시험은 3.2 mm 이상을 대표하여 4.0 mm 또는 5.0 mm로 한다. 다만 최대 봉 지름이 3.2 mm인 경우는 3.2 mm로 해도 좋다.
- 봉 지름 2.6 mm 이하인 용착금속의 인장시험은 2.6 mm로 대표하여 한다. 다만 최대 봉 지름이 2.6 mm 미만인 경우는 최대 봉 지름으로 해도 좋다.
- 용접 자세는 표 4에 따른다.

표 4 — 각종 시험에서의 용접 자세

종류	봉 지름 mm	용착금속			용접 이음
		인장시험	충격시험	수소량 시험	
E 4301	2.6	F	—	—	—
E 4303	4.0 또는 5.0		F	—	V, O
E 4313	2.6		—	—	—
	4.0 또는 5.0		—	—	V, O
E 4316	2.6		—	—	—
	4.0 또는 5.0		F	F	V, O
E 4324	2.6		—	—	—
	4.0 또는 5.0		—	—	F
E 4326	2.6		—	—	—
	4.0 또는 5.0		F	F	F
E 4327	2.6		—	—	—
	4.0 또는 5.0		F	—	F
E 4340	2.6		—	—	—
	4.0 또는 5.0		F	—	F 또는 V, O

### 6.2 용착금속의 인장시험 및 충격시험

용착금속의 인장시험 및 충격시험은 다음에 따른다.

또한 a)~c) 이외의 항목에 대하여는 KS B 0821에 따른다.

- 시험판의 두께는 20 mm로 한다. 최대 봉 지름이 3.2 mm 이하인 경우는 12 mm로 한다.
- 용접은 시험판을  $(100 \pm 10)^\circ\text{C}$ 로 예열한 후 개시하고, 패스 간 온도는  $100^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ 로 한다.

- c) 인장 시험편 또는 시험편 채취를 위하여 절단한 시험재는  $(100 \pm 5)$  °C에서 24시간 이내 유지하여 수소 제거를 해도 좋다.

### 6.3 용착금속의 수소량 시험

용착금속의 수소량 시험방법은 KS D 0064에 따른다. 다만 최대 봉 지름이 4.0 mm 미만인 경우는 그 최대 봉 지름으로 해도 좋다.

### 6.4 용접 이음쇠의 굽힘 시험

용접 이음쇠의 굽힘 시험은 다음에 따른다.

또한, a)~e) 이외의 항목에 대하여는 KS B ISO 5173에 따른다.

- a) 시험판의 그루브 각도는 60°로 하고 루트 간격은 피복의 바깥지름 이하로 한다.  
 b) 시험재의 치수는 그림 1에 따른다. 그루브의 택용접(tack weld)이 필요할 경우는 시험판 양끝의 삭재 부분에 한다.

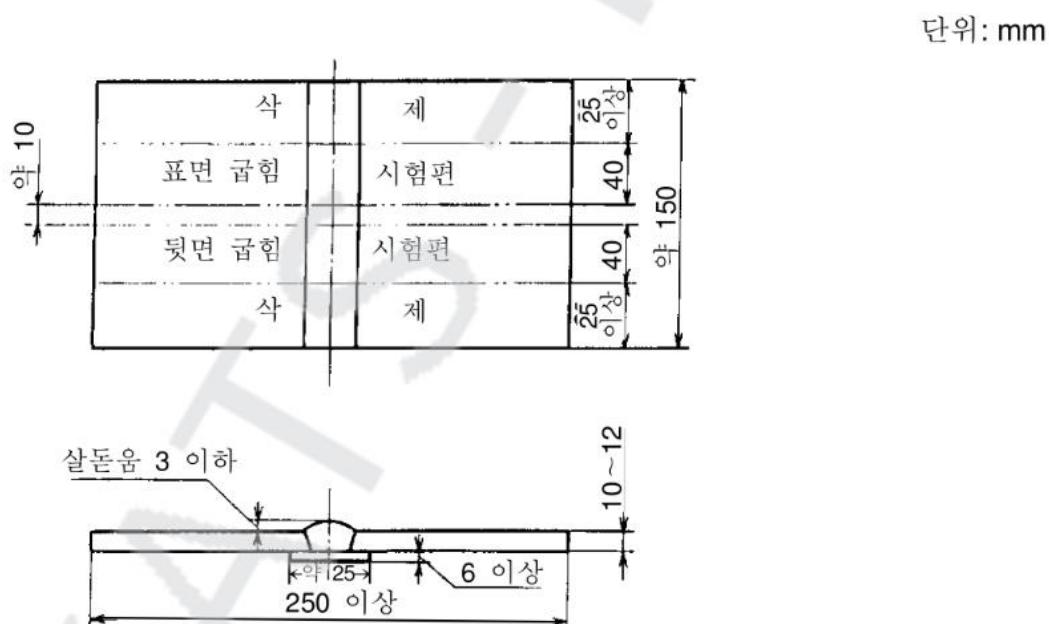
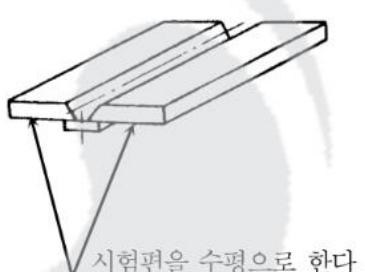


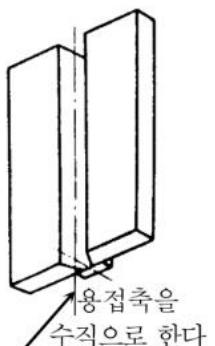
그림 1—시험재의 치수 및 시험판의 채취 위치

- c) 시험판의 위치는 그림 2에 따르고, 시험판은 용접 종료 후의 각 변형이 5도 이상 되지 않도록 미리 단속하든가 역변형을 주어야 한다.

아래 보기 자세(F)



수직 자세(V)



위 보기 자세(O)

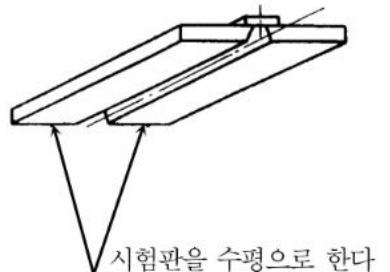


그림 2—용접 시의 시험판 위치

- d) 용접 충수는 3층 이상으로 한다. 1층째의 용접은 시험판의 온도가 15 °C~40 °C에서 하고, 페스 간 온도는 100 °C~150 °C로 한다. 시험재 및 시험편의 응력 제거를 해서는 안 된다.
- e) 표면 굽힘 시험 및 뒷면 굽힘 시험 방법은 KS B ISO 5173의 형틀 굽힘 또는 롤러 굽힘에 따라 한다. 다만 굽힘 반지름은  $2t$ ( $t$ 는 시험판의 두께)로 한다.

## 7 검사

검사는 다음에 따른다.

- a) 용접봉은 피복 및 치수가 4.1 및 5절의 규정에 적합하여야 한다.
- b) 용접봉은 용착금속의 인장시험, 충격시험, 수소량 시험 및 용접 이음 틀 굽힘 시험의 성적이 4.2, 4.3 및 4.4의 규정에 적합하여야 한다. 다만 충격시험은 봉 지름 3.2 mm 이상인 용접봉, 수소량 시험은 E 4316 및 E 4326의 용접봉에 적용한다. 또한 이들 중 어느 한 가지 시험이 불합격된 경우는 그 시험에 대하여 1회만 재시험을 할 수 있고, 그 성적이 규정에 적합하여야 한다.

## 8 포장

용접봉의 수송 및 저장 중에 일어나는 손상을 방지하기 위하여 적당한 포장을 하여야 한다.

## 9 제품의 호칭방법

제품의 호칭방법은 용접봉의 종류, 전류의 종류, 봉 지름 및 길이에 따른다.

보기 E 4316 — AC — 5.0 — 400  
 └── └── └── └  
 종류 전류의 봉 지름 길이  
 종류

## 10 표시

표시는 KS B 0952의 6절(표시)에 따른다.

- a) 용접봉의 포장에는 다음 사항을 명확히 표시하여야 한다.
  - 1) 종류
  - 2) 치수(봉 지름 및 길이)
  - 3) 전류의 종류
  - 4) 무게(순무게) 또는 개수(다만 개수의 경우는 대강의 개산 무게를 명기한다.)
  - 5) 제조연월 또는 그 약호
  - 6) 제조자명 또는 그 약호
- b) 포장에는 용접봉을 사용할 때 발생하는 품에 대한 주의를 표시하여야 한다.

## 부속서 A (규정)

### 연강 및 저합금강의 수동 아크 용접용 피복 용접봉 — 식별 기호 코드

#### 개요

이 부속서는 1973년 제1판으로 발행된 ISO 2560, Covered electrodes for manual arc welding of mild steel and low alloy steel — Code of symbols for identification을 기초로, 기술적인 내용 및 대응국제표준의 구성을 변경하지 않고 작성한 한국산업표준이다.

#### A.1 적용범위

이 부속서는 피복 성분 및 용접 금속 특성과 관련된 기호를 이용하여 용접봉을 식별하기 위한 코드를 규정한다. 이 표준은 일반적인 강도의 연강 및  $490 \text{ N/mm}^2 \sim 590 \text{ N/mm}^2$ 의 강도를 가지는 저합금강의 수동 아크 용접용 피복 용접봉만을 다룬다. 이 코드화의 목적은 어떤 공통점이 있는 규칙에 따라 용접봉을 지정함으로써 용접공 및 용접 기술자 사이의 국제적인 이해를 쉽게 하기 위한 것이다.

#### A.2 인용표준

ISO/R 615, Methods for determining the mechanical properties of the weld metal deposited by electrodes 3.15 mm or more in diameter

ISO 2401, Covered electrodes — Determination of the efficiency, metal recovery and deposition coefficient

#### A.3 일반사항

코드화는 네 부분으로 구분한다.

- a) 첫 번째 부분은 식별되어야 할 제품을 나타내는 일반 기호
- b) 두 번째 부분은 일반적으로 성분과 관련된 제품의 추가 식별을 나타내는 기호
- c) 세 번째 부분은 특정 기계적 성질을 나타내는 기호
- d) 네 번째 부분은 피복의 종류, 효율 및 조작 특성을 나타내는 기호

#### A.4 기호 및 요건

##### A.4.1 제품 기호

아크 용접용 용접봉의 일반적인 기호 문자 E이다. 이 기호 문자는 표기의 맨 앞에 위치하여야 한다.

이 기호의 목적은 가스 용접과 같은 다른 전원이 사용될 때 용접재료로서의 아크 용접봉과 다른 용접재료와의 차이를 규정하기 위한 것이다. (가스 아크 용접과 같이) 다른 모든 공정을 수동 아크 용접과 구분하기 위하여, 추가 기호를 세밀한 식별을 위하여 사용한다.

수동 아크 용접용 피복 용접봉의 경우 기호 E만이 사용된다.

#### A.4.2 성분 기호

일반적으로 두 번째 부분은 성분과 관련된 제품의 추가 식별을 나타내는 기호를 부여한다. 그러나 이 코드에서 성분은 고려되지 않으며 기호는 **A.6**에 주어진 조건하에 결정되는 용접 금속의 인장 강도 범위에 따라 나누어진 두 영역에 기초한다. 인장 강도의 두 영역은 다음과 같이 규정된다.

- a) 인장 강도  $430 \text{ N/mm}^2 \sim 510 \text{ N/mm}^2$  – 기호 43
- b) 인장 강도  $510 \text{ N/mm}^2 \sim 610 \text{ N/mm}^2$  – 기호 51

용접과 시험이 변화할 가능성이 있으므로 상한값  $510 \text{ N/mm}^2$ 와  $610 \text{ N/mm}^2$ 는 각각  $40 \text{ N/mm}^2$ 씩 초과할 수 있다.

#### A.4.3 기계적 성질 기호

인장 강도의 각 등급에 대하여 **A.6**의 조건하에 규정된 샤르피 V-충격값과 연신율에 기초하여 6개의 그룹으로 지정하였다.

기호: 0, 1, 2, 3, 4 또는 5

요건:

용접봉 표시 기호	인장 강도 <sup>a</sup> $\text{N/mm}^2$	최소 연신율 $L=5d$ %	28J의 최소 충격값에 대한 온도 <sup>b</sup>
			°C
E 43 0	430~510	–	–
E 43 1	430~510	20	+20
E 43 2	430~510	22	0
E 43 3	430~510	24	-20
E 43 4	430~510	24	-30
E 43 5	430~510	24	-40
E 51 0	510~610	–	–
E 51 1	510~610	18	+20
E 51 2	510~610	18	0
E 51 3	510~610	20	-20
E 51 4	510~610	20	-30
E 51 5	510~610	20	-40

<sup>a</sup> 상한 허용차:  $+40 \text{ N/mm}^2$

<sup>b</sup>  $1 \text{ J} = 0.102 \text{ kgf} \cdot \text{m}$  (**A.6.8** 참조)

#### A.4.4 조작 특성과 관련된 기호

코드화의 마지막 부분은 피복의 종류, 효율, 용접 자세 및 필요한 전류의 특성을 나타내는 네 가지의 기호로 이루어진다.

##### A.4.4.1 피복의 종류는 다음 문자로 기호화한다.

A=산(산화철)

AR=산(루틸)

B=염기

C=셀룰로오스

O=산화

R=루틸(중간 피복)

RR=루틸(두꺼운 피복)

S=기타 종류

이러한 이름들은 역사적으로 사용되기 시작하였고 과학적인 의미는 더 이상 없다. 표시 기호는 다음과 같이 이해할 수 있다.

**A:** 산 종류의 용접봉은 중간 또는 두꺼운 피복제를 가지며, 금속적으로 산 특성을 지니는 산화철-산화망간-실리카 슬래그를 발생시킨다. 피복제는 철 및/또는 망간의 산화물 외에 상당량의 망간철 및/또는 다른 산화제를 포함한다. 슬래그는 전형적인 벌집 구조로 응고되고 쉽게 분리된다.

이러한 종류의 용접봉은 높은 용해 속도를 가지고 높은 전류 밀도와 함께 사용된다. 피복제가 두꺼울 경우 특히 용입 상태가 좋다. 이러한 용접봉은 아래보기 자세에서의 용접에 적합하지만 다른 자세에서도 사용될 수 있다. 직류 또는 교류 전류를 사용한다. 이러한 종류의 용접봉을 사용할 때 모재의 용접성이 양호해야 한다. 그렇지 않을 경우 열균열이 발생할 수 있다. 열균열의 발생 가능성은 실제 탄소 함유량이 약 0.24 %를 초과할 때 수평/수직 또는 수직 필럿 용접에서 현저하게 나타나고, 퀼드강이 림드강보다 취약하며, 퀼드강에서의 황 함량이 0.05 %를 초과하고 림드강에서 0.06 %를 초과할 때 나타난다.

**AR:** 산-루틸 종류의 용접봉은 두꺼운 피복제를 가지며 A의 슬래그와 비슷한 슬래그를 발생시킨다. 이 슬래그는 대체적으로 유동성이 더 크다. 이 용접봉의 특성은 모든 관점에서 산 종류와 비슷하며 차이점은 피복제에 산화티타늄을 포함하는 것이다. 그 함량은 35 %를 초과하지 않는다.

**A와 AR 사이에서** 몇 가지의 혼합물을 만들 수 있지만 산화철의 함량이 산화철 및/또는 산화망간의 총량보다 많을 경우 그 피복제는 AR 형태로 간주한다. 만약, 산화철 및 산화티타늄 대신 티탄철석이 사용될 경우 같은 규정이 적용된다.

**B:** 염기 종류의 용접봉은 상당량의 칼슘 또는 다른 염기성 탄산염과 형석을 포함하는 두꺼운 피복제를 가지고 있어 금속적으로 염기성 특성을 나타낸다. 밀도가 높은 중간 수준의 슬래그를 발생시키고, 갈색에서 흑갈색에 이르는 색깔을 가지며, 광택을 낸다. 슬래그는 쉽게 떨어지며 빠른 시간에 용접 표면에 떠오르므로 슬래그 혼입이 발생할 가능성은 적다. 이 종류의 용접봉은 평균 수준의 용입 아크를 나타내고 모든 자체에서의 용접에 적합하다. 이 용접봉은 주로 직류 전류의 양극에서 사용되지만 교류 전류에서 사용하는 용접봉도 있다. 용접 금속은 열간 및 냉간 균열에 강하므로 이러한 용접봉은 두꺼운 단면 및 강성이 높은 연강 구조의 용접에 적합하다. 이러한 용접봉은 저합금강 및 탄소와 황의 함량이 용접성이 좋은 연강의 함량보다 높은 강에 사용할 것을 권한다.

기공을 피하기 위하여 염기성 용접봉의 피복제는 매우 건조해야 한다. 결과적으로 이러한 용접봉은 매우 건조한 장소에 보관해야 하며, 이미 수분을 흡수한 경우에는 제조자의 지시에 따라 사용하기 전에 건조해야 한다. 이는 용접 금속의 수소 함량이 낮고, 열영향부에서 용접강이 현저한 경화를 보일 때 비드밀터짐의 위험이 적음을 보장한다. 이 그룹에 포함되기 위하여 용접봉의 피복제는 일반적으로 0.6 %보다 적은 양의 수분을 함유해야 한다. 수분 함량은 IIS/IW 314-68 문서[연소에 의한 용접봉 피복제의 총 수분 함량의 측정 절차(잠재적인 수소 함량)]에 기술된 방법에 따라 규정된다.

**C:** 셀룰로오스 종류의 용접용 피복제는 다량의 연소성 유기물을 함유하여 이를 아크로 분해하면 많은 가스 피복을 발생시킨다. 발생한 슬래그의 양은 적으며 쉽게 떨어진다. 이러한 형태의 용접봉은 용해성이 좋은 아크 및 높은 융해 속도로 특정지어진다. 스파터 손실(spatter loss)은 상당히 크며 용접 표면은 불규칙적인 파문으로 거칠다. 이러한 용접봉은 모든 자세의 용접에 적합하다.

**O:** 산화 종류의 용접봉은 산화망간과 함께 또는 산화망간 없이 주로 산화철로 구성된 두꺼운 피복제를 가진다. 피복제는 산화슬래그를 발생시키므로 용접금속은 소량의 탄소 및 망간을 함유한다. 슬래그의 밀도는 높으며 대개 스스로 떨어진다. 이러한 종류의 용접봉은 용입성이 좋지 않고 유동성이 있는 용융지(molten pool)를 발생시키며 적은 용접이 필요한 경우에 적당하다. 통상적으로 이 용접봉의 사용은 수평/수직 필럿 용접 및 아래 보기 필럿 용접 자세의 용접에 국한된다. 이러한 용접봉은 용접의 외형이 용접부의 기계적 강도보다 중요할 경우에 주로 사용된다.

**R 및 RR:** 루틸 종류의 용접봉은 많은 양의 루틸 또는 산화티타늄에서 얻어진 성분을 함유하는 피복제를 가진다. 그 양은 질량으로 50 % 정도이다(셀룰로오스 물질은 제외).

**R** 종류는 두꺼운 슬래그로서 **AR** 종류와 구별된다. 중간 수준의 피복제를 가지면서 피복제의 루틸 함량이 45 % 이상인 용접봉의 경우 이러한 차이는 쉽게 분별이 안 된다. 적용 및 기계적 성질의 차이로 인하여 피복제의 두께에 따라 세분화된다.

**R:** 피복제는 중간의 두께를 가진다. 피복제에는 최대 15 %의 적은 양의 셀룰로오스 물질이 존재한다. 이러한 용접봉은 수직 및 위 보기 자세에서의 용접에 적당하다.

**RR:** 피복제는 두껍다. 피복제에는 때때로 5 % 이하의 셀룰로오스 물질이 존재한다. 슬래그의 밀도는 높으며 대개 스스로 떨어진다. 용접부의 외형은 O-형 용접봉과 유사하다.

모재와 관련된 열균열의 가능성은 산 종류만큼 높지는 않지만 용접의 목의 두께가 산 용접봉보다 훨씬 작다는 점에서 주의를 요한다. 사용되는 최대 전류는 녹는 속도가 낮기 때문에 **AR** 형보다 낮다.

**S:** 기호 **S**는 기타 종류의 용접봉의 표기를 위하여 남겨 두었고 **A, AR, B, C, O, R** 및 **RR**에서 규정된 것들 이외의 피복제에 해당한다고 볼 수 있다.

특히 철 분말이나 위에서 정의된 피복제의 종류에 대하여 규정된 특성에 영향을 주지 않는 기타 재료를 포함하는 피복제를 가진 용접봉은, **S**형이 아닌 언급된 종류로 분류하여야 한다. 만약 국가 표준에 다른 종류의 피복제를 포함해야 한다면 종류를 표시하기 위하여 제2의 기호로서 각 팔호 안에 **A, B, C, O** 및 **R** 기호를 추가할 수 있다.

**A.4.4.2** 효율은 ISO 2401에 기술된 방법에 따라 결정된 숫자로 기호화된다. 이 코드에서는 공칭 용접봉 효율만을 고려한다.

사용되는 기호:

- 위의 방법에 따라 얻어진 숫자는 10의 배수로 끝맺음된다. 5로 끝나는 값은 그보다 큰 10의 배수로 끝맺음된다. 예를 들어, 이 규칙에 따라 끝맺음한 효율은 … 90–100–110–120–130–140 … 등이다.
- 110 이하의 효율에 대해서는 기호를 사용하지 않으며 이는 실험적인 공칭 효율이 105 %보다 작다는 것을 의미한다.

**A.4.4.3** 용접 자세는 용접봉 사용을 권하는 일반적인 자세를 표기하기 위한 숫자로 기호화한다.

- 1: 모든 자세
- 2: 수직 하향을 제외한 모든 자세
- 3: 아래 보기 맞대기 용접, 아래 보기 필럿 용접, 수평/수직 필럿 용접
- 4: 아래 보기 맞대기 용접, 아래 보기 필럿 용접
- 5: 3과 같음. 수직 하향에 권함.

그림 A.4에 주어진 스케치는 사용된 용어를 명확하게 설명한다.

**A.4.4.4** 용접 전류와 개방 회로 전압은 불안정성 및 아크의 간섭과 같은 사고가 없는 작업 조건을 보장하기 위하여 요구되는 용접 장비의 특성에 해당하는 숫자로 기호화한다.

아크를 발생시키기 위하여 필요한 개방 회로 전압은 용접봉의 지름에 따라 다르다. 기호화를 위하여 표준 지름이 필요하다. 아래의 표는 용접봉의 지름이 2.5 mm 이상의 경우에 적용된다. 지름이 이보다 작은 용접봉을 사용할 경우 높은 전압이 필요하다. 교류 전류의 주파수는 50 Hz 또는 60 Hz로 가정한다. 직류에서 용접봉을 사용할 때 필요한 개방 회로 전압은 용접 전원의 동적 특성과 깊은 관련이 있다. 결과적으로 직류 전류에 대한 최소 개방 회로 전압은 지정할 수 없다.

기호	직류 권장 극성**	교류 공칭 개방 회로 전압 V
0*	+	
1	+ 또는 -	50
2	-	50
3	+	50
4	+ 또는 -	70
5	-	70
6	+	70
7	+ 또는 -	90
8	-	90
9	+	90

\* 직류 전용 용접봉을 위하여 남겨둠  
\*\* 양극 +, 음극 -

**A.4.4.5** 확산성 수소의 기호(H). 일반적으로 염기 종류(B)의 용접봉은 피복제의 낮은 수분 함량으로 인하여 수소 함량이 상대적으로 낮은 용접 금속을 발생시킨다. 용접의 수소 민감도 관점에서 용접봉 제조자는 용접 피복(weld deposit)에서 낮은 수소 함량을 나타내는 용접봉을 만드는 것을 목표로 하며 이를 규정하려고 한다.

이러한 이유로 여분의 기호(H)를 도입하여 수소 함량이 어떤 요건을 충족함을 나타낸다. 이 조건은 문서 IIS/IW-315-68의 방법에 따라 결정되는 100 g의 피복 금속당 최대 15 mL의 수소 함량과 관련이 있다. 용접봉 제조자는 이 기호를 사용할 수도 있고, 그렇지 않을 수도 있다. 기호(H)는 추가 부분의 끝에 위치한다(A.5.2 참조).

## A.5 사용 지침

이 식별 기호의 사용을 장려하기 위하여 코드화는 두 부분으로 구분된다.

### A.5.1 필수 부분

이 부분은 제품의 종류, 기계적 성질 및 피복제의 종류를 나타내는 기호, 즉, **A.4.1**, **A.4.2**, **A.4.3** 및 **A.4.4.1**에 정의된 기호를 포함한다.

### A.5.2 추가 부분

이 부분은 효율, 용접봉의 사용이 적합한 용접 자세, 요구되는 용접 기구의 특성, 필요할 경우 수소 함량을 위한 여분의 기호, 즉 **A.4.4.2**, **A.4.4.3**, **A.4.4.4** 및 **A.4.4.5**에 정의된 기호를 포함한다.

**보기 1** 중간 두께의 루틸 피복이 되어 있고 다음과 같은 최소 기계적 성질을 가지는 용접금속이 용착된 수동 전기 아크 용접용 피복 용접봉

- 인장 강도:  $550 \text{ N/mm}^2$
- 연신율: 23 %
- 충격 강도: +20 °C에서 71 J  
0 °C에서 31 J  
-20 °C에서 20 J

모든 자세의 용접에 사용될 수 있다.

이 용접봉은 최소 개방 회로 전압이 50 V인 교류 전류 및 양극의 직류 전류에서 만족스러운 용접을 할 수 있다. 그러므로 이 용접봉에 대한 완전한 코드화는 E 43 2R 13이며 의무=필수 부분은 E 43 2R이다.

**보기 2** 고효율의 염기성 피복제로 피복되어 있고 다음과 같은 최소 기계적 성질을 가지는 용접금속이 용착된 수동 전기 아크 용접용 피복 용접봉

- 인장 강도:  $560 \text{ N/mm}^2$
- 연신율: 22 %
- 충격 강도: -20 °C에서 47 J

공칭 효율: 158 %

이 용접봉은 수직 하향을 제외한 모든 자세에 대하여 직류에서만 사용할 수 있다.

이 용접봉에 대한 완전한 코드화는 E 51 3B 160 20 (H)가 되며 필수 부분은 E 51 3B가 된다.

## A.6 기계적 시험

용접봉으로부터 피복된 금속의 인장 및 충격 시험은 ISO 표준 및 권장서의 규정에 따라 수행한다.

### A.6.1 조립품의 준비

조립품은 그림 A.1과 같이 단일 V홈을 갖고, 10 mm 두께의 뒤판을 가지며 루트 간격이 16 mm인 맞대기 이음 형태로 준비하여야 한다. 뒤판은 시험 조립품에 택 용접되어야 한다. 이렇게 준비된 조립품에서는 모재의 영향이 없어진다.

### A.6.2 용접 절차

심 지름이 4 mm인 용접봉을 사용하여야 한다. 각각의 패스는 통상의 용접 속도 및 제조자가 지정한 용접 전류로 수행하여야 한다. 용접봉이 직류와 교류 모두에서 사용이 가능할 경우 직류를 선택한다. 아래 보기 자세에서 용접을 하여야 하며 각 층은 하나 또는 여러 개의 패스로 이루어진다. 각각의 패스의 폭은 16 mm를 초과하지 않아야 한다. 각각의 용접봉은 끝까지 사용하여야 한다(50 mm 이하의 스터드까지 사용). 각 층의 용착의 방향은 판의 끝과 엇갈려야 한다. 총 용접의 보강은 3 mm를 넘지 않아야 한다. 각 용접 후 조립품은 250 °C를 넘지 않는 온도로 냉각될 때까지 공기 중에 방치한

다. 온도는 작업 중에 용접 표면에서 측정한다.

**비고** 다음의 조건을 충족할 경우 **A.6.1** 및 **A.6.2** 대신 ISO/R 615의 제2장 및 제3장을 적용할 수 있다.

- a) 조립품의 길이는 6개의 충격 시험편을 만들 수 있을 만큼 충분하다.
- b) 직류 또는 교류에서 용접봉을 사용할 수 있을 경우 용접 전류는 직류이다.
- c) 각 작업 후 조립품은 250 °C를 초과하지 않는 온도로 냉각될 때까지 공기 중에 방치한다. 공칭 지름이 4 mm 이외이고 3.15 mm 이상인 ISO/R 615의 제2장 및 제3장에 따라 수행하여야 한다.

### A.6.3 용접 금속의 인장 시험편

인장 시험편은 **그림 A.2**의 치수로 가공하여야 하며 종축은 용접의 중심 및 판 두께의 중심과 일치하도록 주의하여야 한다. 시험편의 게이지 길이는 50 mm이어야 한다. 시험편의 끝은 시험 장치에 고정하기에 적합한 형태를 가지면 된다.

### A.6.4 인장 시험편의 열처리

인장 시험편은 250 °C의 전기로에서 6시간 이상 16시간 이하 동안 열처리를 하여야 한다. 열처리의 목적은 용접 금속으로부터 수소를 제거하기 위한 것이다.

### A.6.5 인장 성질의 측정

인장 강도와 연신율은 상온에서 측정하여야 한다.

### A.6.6 용접금속의 충격 시험편

충격 시험편은 샤르피 V-노치형이어야 한다. 조립품에서 6개의 시험편을 채취할 수 있다. 종축은 용접을 획단하여야 하고 상면은 판의 상면으로부터 5 mm이어야 한다. 노치는 용접의 중심에 위치하여야 하고 판 표면과 직각인 시험편 표면을 잘라내야 한다. 모든 치수는 **그림 A.3**을 따라 하고 세심하게 점검해야 한다.

### A.6.7 충격시험의 시험 온도

기호 1(**A.4.3**에 규정됨)의 용접봉은 약 20 °C(실온)에서 시험하여야 한다. 기호 2, 3 및 4의 경우 시험 온도는 각각 0 °C, -20 °C 및 -30 °C이어야 한다. 온도는  $\pm 1$  °C의 범위 안에서 관리되어야 한다. 시험편과 집게는 시험 온도에 도달하도록 충분한 시간 동안 냉각해야 한다. 냉각 후 시험편은 냉각 장치로부터 재빠르게 시험기의 앤빌까지 이송하여야 하며 5초 이내에 파괴되어야 한다.

### A.6.8 충격 강도의 측정

각 기호에 대하여 지정된 온도에서 요구되는 에너지 수준은 28 J이다.

이 값은 다음과 같은 방법으로 측정되어야 한다.

#### A.6.8.1 제1시험편 시리즈

6개의 첫 번째 시험편 시리즈에 대한 시험 결과의 평균  $\bar{x}_6$ 는 다음과 같이 평가한다.

$\bar{x}_6 \leq 16$  J일 경우 요건은 충족되지 않음.

$\bar{x}_6 \geq 35$  J일 경우 요건은 충족됨.

$16 \text{ J} < \bar{x}_6 < 35 \text{ J}$ 일 경우 **A.6.1** 및 **A.6.2**에 따라 두 번째의 시험용 조립품을 용접하여야 한다. 이 조립품을 만들 때에 한하여 시험편은 **A.6.6**에 따라 가공하여야 한다. 12개의 두 번째 시험편 시리즈는 이렇게 얻는다.

#### A.6.8.2 제2시험편 시리즈

6개의 첫 번째 시험의 결과와 12개의 두 번째 시리즈에 대한 시험 결과의 평균  $\bar{x}_{18}$ 은 다음과 같이 평가한다.

$\bar{x}_{18} \geq 28$  J일 경우 요건은 충족됨.

$\bar{x}_{18} < 28$  J일 경우 요건은 충족되지 않음.

#### A.6.8.3 결함이 있는 충격 시험편

평균값이 위의 요건을 충족하지 못하는 어떤 시험편 시리즈가 시험의 결과에 영향을 준 용접 결함을 가지고 있을 경우, 그 시험편은 시리즈 전체를 버리지 않고 폐기 및 교체할 수 있다.

#### A.6.9 결과의 끝맺음

인장 강도와 연신율을 측정한 값은 가까운 정수로 끝맺음해야 한다. 소수점 이하 5의 값은 반올림해야 한다. 충격 시험의 평균값은 가까운 정수로 끝맺음해야 한다. 소수점 이하 5의 값은 반올림해야 한다.

단위: mm

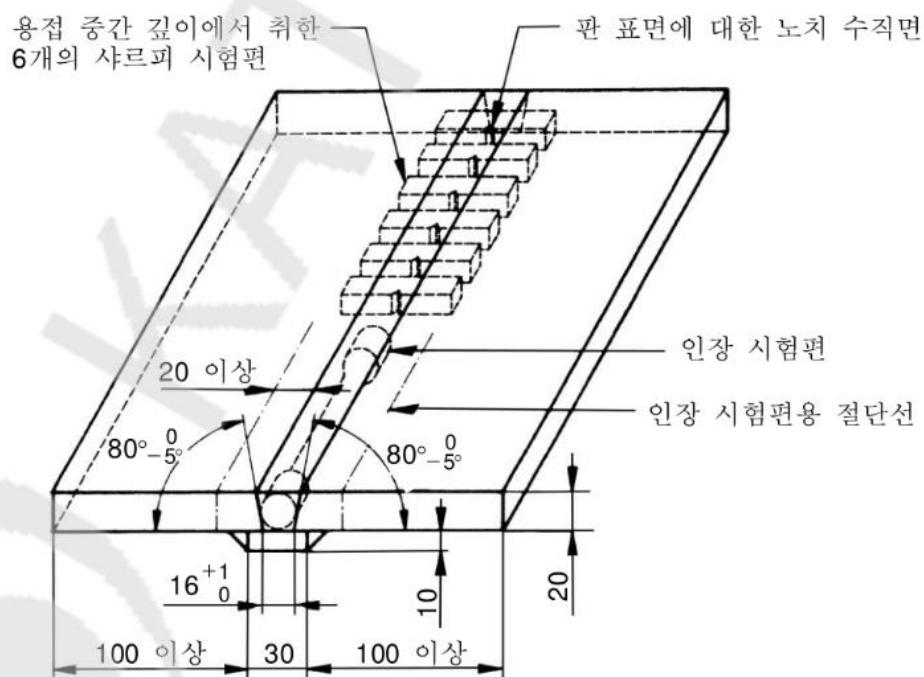


그림 A.1 — 시험 조립품

단위: mm

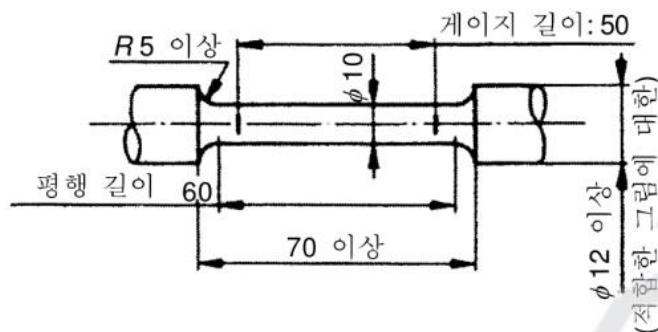
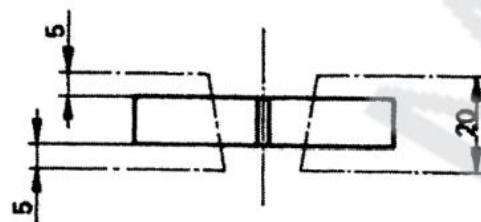
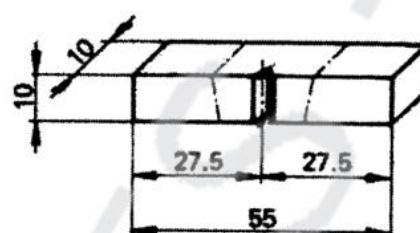


그림 A.2 — 입장 시험편

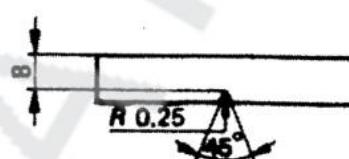
단위: mm



시험 조립품에서의 위치

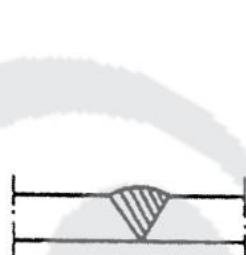


시험편의 차수

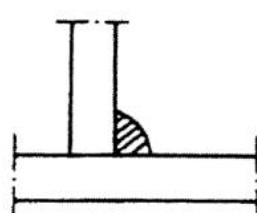


V-노치의 차수

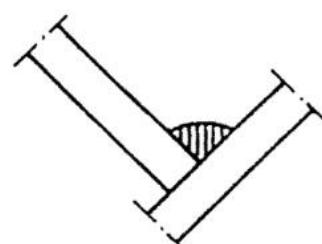
그림 A.3 — 충격 시험편



아래 보기 맞대기 용접



수평-수직 필렛 용접



아래 보기 필렛 용접

그림 A.4 — 용접의 종류

# KS D 7004:2018

## 해 설

이 해설은 “본체 및 부속서(규정)에 규정한 사항, 부속서(참고)에 기재한 사항 및 이들과 관련된 사항을 설명하는 것”으로 표준의 일부는 아니다.

### 1 개정의 취지 및 경위

- a) 이번 개정의 취지
  - KS A 0001:2015 의 서식변경과 6절의 적용되는 시험재 기호가 개정되어 이 사항을 반영하고자 이번 개정을 진행하였다.
- b) 이번 개정까지의 경위
  - 1964년 12월 31일 제정 이후, 1992년 10월 29일 개정, 2002년 12월 31일, 2008년 개정을 거쳐 이번 개정에 이르렀다.

### 2 각 규정 요소의 내용

- a) KS A 0001:2015(표준서의 서식 및 작성방법)에 따라 2절 인용표준을 개별 조항화하였다.
- b) 이 표준의 구성 이 표준은 본문 및 부속서로 구성되어 있으며 부속서의 내용은 본문에 대응하는 국제표준의 기술적인 내용을 변경하지 않고 원문 그대로 번역하여 작성한 것이다. 부속서 A에서 는 연강 및 저합금강의 수동 아크 용접용 피복 용접봉 — 식별 기호 코드(ISO 2560)에 대하여 상세하게 규정하고 있다.
- c) 2018 개정 :6절에 적용되는 시험재의 기호가 변경되어 반영하였다. SS 400 => SS 275, SM 400A~C => SM 275A~C

### 3 대응국제표준과의 비교

KS 표준과 대응국제표준과의 비교는 해설 부표 1로 작성하였다.

해설 부표 1—KS와 대응하는 국제표준의 대비표

KS D 7004:2008, 연강용 피복 아크 용접봉			ISO 2560:1973, Covered electrodes for manual arc welding of mild steel and low alloy steel — Code of symbols for identification				
(I) KS의 규정		(II) 국제 표준 번호	(III) 국제표준의 규정		(IV) KS와 국제표준의 기술적 차이의 항목별 평가 및 그 내용		(V) KS와 국제표준의 기술적 차이의 이유 및 향후 대책
항목 번호	내용		항목 번호	내용	항목별 평가	기술적 차이의 내용	
1. 적용범위	연강 용접용 피복 아크 용접봉		1.	식별 기호 코드	MOD/추가		ISO 표준을 부속서(규정)으로 편제
2. 인용표준	KS B 0821 등		2.				
3. 종류	E 4301 등 9종 피복 아크 용접봉 인장 강도 피복제 계통		3.	제품 기호 인장 강도 기계적 성질 기호 조작 특성 기호	MOD/추가	피복의 종류, 효율 및 조작 특성을 나타내는 기호 추가	ISO 표준을 부속서(규정)으로 편제
4. 품질							
5. 치수 및 허용차							
6. 시험							
7. 검사							
8. 포장							
9. 제품의 호칭방법							
10. 표시							
부속서 A(규정)	연강 및 저합금강의 수동 아크 용접 용 피복 용접봉 — 식별 기호 코드			ISO 2560	IDT		
KS 작성 시기: 2008년		KS 제정: 1964년도					
KS와 국제표준과의 대응 정도의 전체 평가: MOD							

© KS D 7004:2018

## Covered electrodes for mild steel

ICS 25.160.10; 25.160.20