

KOSHA GUIDE

O - 1 - 2011

설비보수용 용접재료 선정에 관한
기술지침

2011. 12

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 김영조
- 개정자 : 양원백
- 개정자 : 산업안전보건연구원 안전시스템연구실

- 제 · 개정 경과
 - 1997년 3월 기계안전분야 제정위원회 심의
 - 1997년 4월 총괄제정위원회 심의
 - 2003년 3월 기계안전분야 제정위원회 심의
 - 2003년 5월 총괄제정위원회 심의
 - 2009년 9월 기계안전분야 제정위원회 심의
 - 2011년 12월 기계안전분야 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)

- 관련규격 및 자료
 - KS D 7004: 2008 연강용 피복 아크 용접봉
 - KS D 7006: 2008 고장력강용 피복아크 용접봉
 - KS D 7022: 2007 몰리브덴강 및 크롬몰리브덴강 연강용 피복아크 용접봉
 - KS D 7023: 2007 저온용강용 피복아크 용접봉
 - KS D 7101: 2007 내후성강용 피복아크 용접봉
 - ASME Section II Part C Specifications for welding rods, electrodes, and filler metals

- 관련 법규 · 규칙 · 고시 등
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제278조(개조 · 수리 등)

- 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2011년 12 월 29 일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

설비보수용 용접재료 선정에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제278조(개조·수리 등)에 따라, 화학설비 및 그 부속설비의 보수용접 시 용접재료를 선정하는데 필요한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 사업장에서 화학설비 및 그 부속설비에 대하여 용접에 의한 제작, 개조 및 수리 등을 함에 있어 동종의 모재, 이종의 모재 및 덧살붙임 등의 피복아크 용접에 따른 용접재료를 선정하는 경우에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

- (가) “피복아크용접(Shielded metal arc welding, SMAW)”이란 모재와 피복용접봉 사이에서 발생한 아크의 열에 의하여 피복된 용접봉이 녹으면서 용착 금속을 형성하는 용접을 말한다.
- (나) “P 번호(P number)”란 용접시공 또는 용접 후 열처리 등의 조건을 규정하기 위하여 정한 재료의 분류번호로서 모재의 화학성분, 용접성 및 기계적성질을 기준으로 모재를 집단으로 구분한 분류번호를 말한다.
- (다) “동종의 모재(Similar base metal)”란 용접하여야 할 두 모재가 같은 P 번호에 포함되는 재료로서 화학성분 및 기계적 성질이 비슷한 모재를 말한다.

- (라) “이종의 모재(Dissimilar base metal)”란 용접하여야 할 두 모재의 P 번호가 달라서 두 모재의 화학성분 및 기계적 성질이 다른 모재를 말한다.
- (마) “덧살붙임 용접[Overlay(Cladding) welding]”이란 모재 표면에 내식성 또는 내마모성을 향상시킬 목적으로 필요한 용접재료를 이용하여 용착하는 용접방법을 말한다.
- (바) “내후성강(Atmosphere corrosion resisting steel)”이란 구리, 인, 크롬 등을 강철에 첨가하여 보호피막의 역할을 함으로서 대기 중에서 부식에 저항할 수 있는 성질을 갖게 되는 강을 말한다.

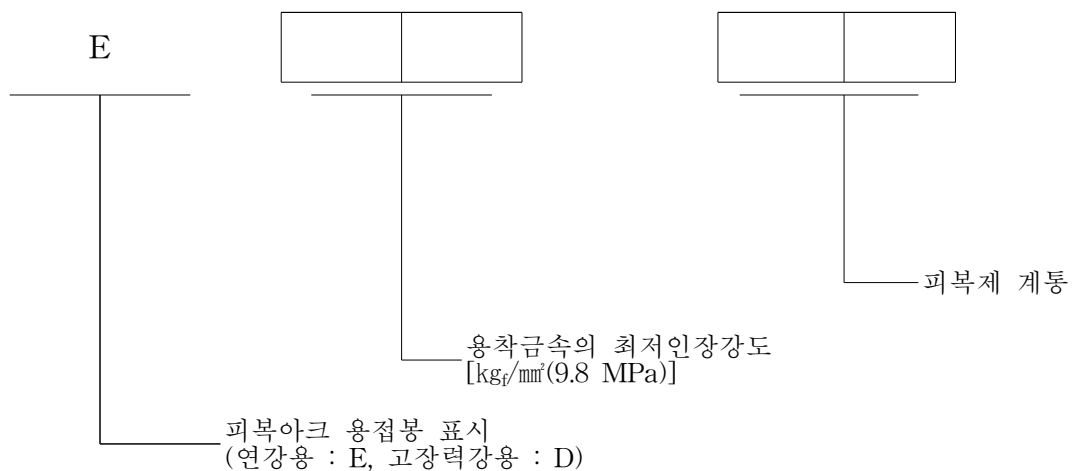
(2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 뜻은 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 「산업안전보건법」, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 안전보건규칙 및 고용노동부 고시에서 정하는 바에 의한다.

4. 피복아크 용접봉의 표기법 및 종류

4.1 일반 탄소강의 피복아크 용접봉

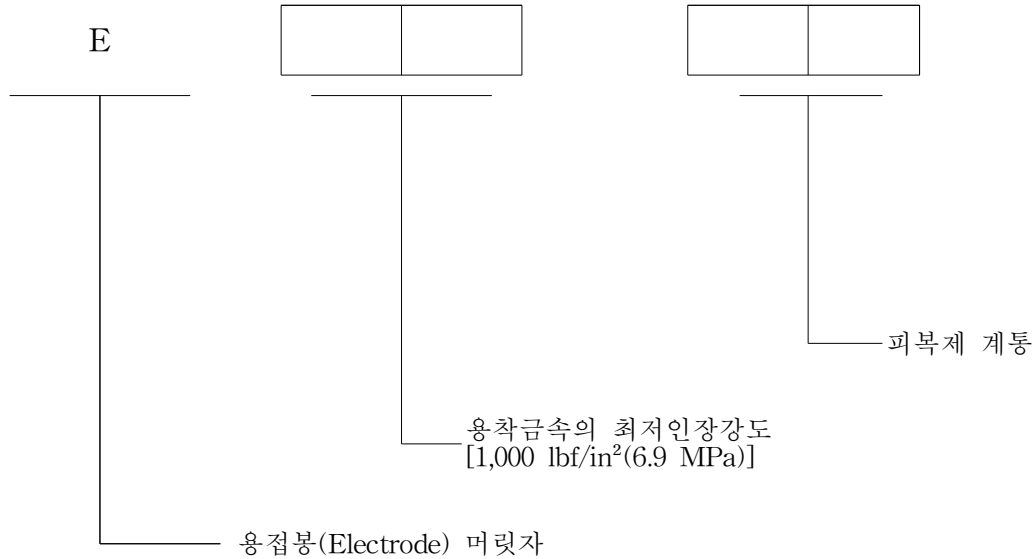
- (1) 일반 탄소강의 피복아크 용접봉은 용착금속의 인장강도와 피복제의 종류에 따라 다음과 표 1과 같이 표기하고 용접봉의 종류는 표 2와 같다.

<표 1> 일반 탄소강 피복아크 용접봉 표기법



예시) E4316 : 용착금속의 인장강도가 최저 $43 \text{ kgf/mm}^2(421 \text{ MPa})$ 인 저수소계 피복아크 용접봉

[참고자료: 미국용접 학회(AWS)의 표기법]



예) E7016 : 용착금속의 인장강도가 최저 70,000 lbf/in²(483 MPa)급의
저수소계 피복아크 용접봉

<표 2> 일반 탄소강 피복아아크 용접봉의 종류

종류	피복제 계통	용접자세 ¹	전류의 종류 ²
E4301	일루미나이트계	F, V, O, H	AC 또는 DC(±)
E4303	라임티타니아계	F, V, O, H	AC 또는 DC(±)
E4311	고셀룰로오스계	F, V, O, H	AC 또는 DC(±)
E4313	고산화티탄계	F, V, O, H	AC 또는 DC(-)
E4316	저수소계	F, V, O, H	AC 또는 DC(+)
E4324	철분산화티탄계	F, H	AC 또는 DC(±)
E4326	철분저수소계	F, H	AC 또는 DC(+)
E4327	철분산화철계	F, V, O, H	F에서는 AC 또는 DC(±) H에서는 AC 또는 DC(-)
E4340	특수계	F, V, O, H 또는 어느자세	AC 또는 DC(±)

<비고 1> 용접자세에 사용된 기호의 의미는 다음과 같다.

F : 아래보기 자세

V : 수직 자세

O : 위보기 자세

H : 수평자세 또는 수평 필릿용접

다만, <표 2>에 표시한 용접 자세 중, V 및 O는 원칙적으로 심선의 지름 (이하 봉 지름이라 한다)이 5.0 mm를 초과하는 것에는 적용하지 않는다.

E4324, E4326 및 E4327의 용접자세는 주로 수평 필릿 용접으로 한다.

<비고 2> 전류 종류에 사용된 기호의 의미는 다음과 같다.

AC : 교류, DC(±) : 직류(봉 플러스 및 봉 마이너스)

DC(-) : 직류(봉 마이너스), DC(+) : 직류(봉 플러스)

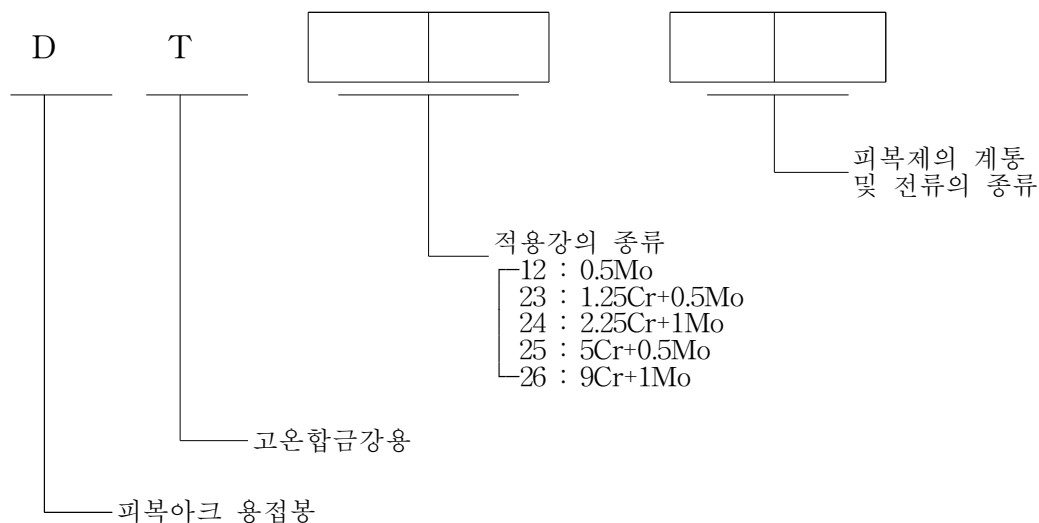
4.2 합금용 피복아크 용접봉

고온용 및 저온용 합금강의 피복아크 용접봉으로 구분한다.

4.2.1 고온합금강용 피복아크용접봉

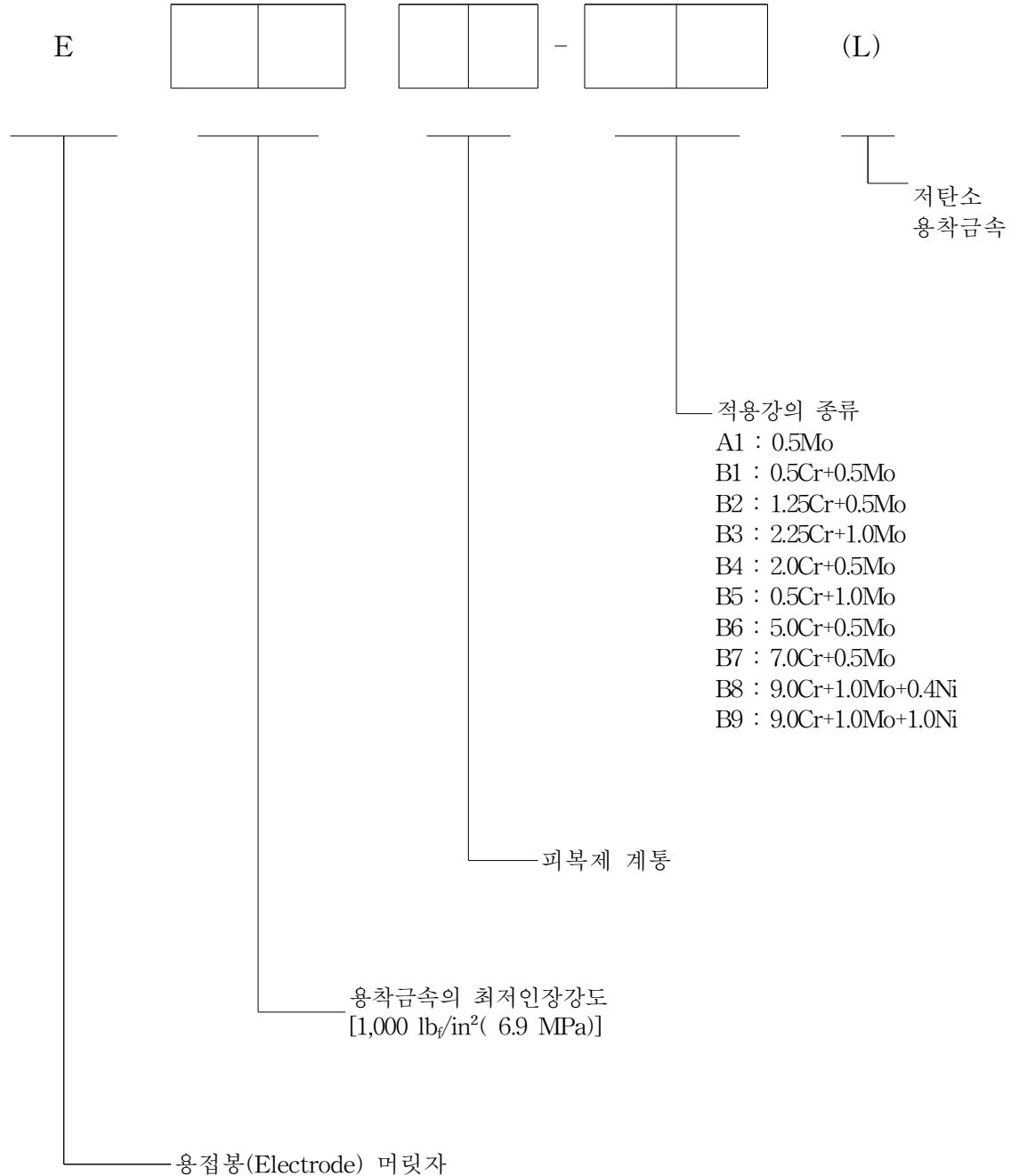
고온합금강용 피복아크 용접봉은 용착금속의 인장강도와 피복제의 종류에 따라 표 3과 같이 표기하고 용접봉의 종류 표 4와 같다.

<표 3> 고온합금강용 피복아크용접봉 표기법



예) DT 2416 : 용착금속에 2.25 % Cr과 1 % Mo이 함유된 고온합금강용으로 써 저수소계 피복아크용접봉

[참고자료: 미국용접학회(AWS)의 표기법]



예) E8016-B2L : 용착금속에 1.25%Cr과 0.5%Mo 및 저탄소가 함유된 최저인장강도가 552 MPa(80,000 lb_f/in²)급의 저수소계 피복아크용접봉

<표 4> 고온합금강용 피복아크 용접봉의 종류

종류	피복제 계통	용접자세 ¹	전류의 종류 ²
DT2313 DT2413	고산화 티탄계	F, V, O, H	AC 또는 DC(-)
DT2315 DT2415	저수소계		DC(+)
DT1216 DT2316 DT2416 DT2516	저수소계		AC 또는 DC(-)
DT2318 DT2418	철분저수소계		AC 또는 DC(+)

<비고 1> 용접자세에 사용된 기호의 의미는 다음과 같다.

F : 아래보기 자세

V : 수직 자세

O : 위보기 자세

H : 수평자세 또는 수평 필릿용접

다만, <표 4>에 표시한 용접 자세 중, V 및 O는 원칙적으로 심선의 지름 (이하 봉 지름이라 한다)이 5.0 mm를 초과하는 것에는 적용하지 않는다.

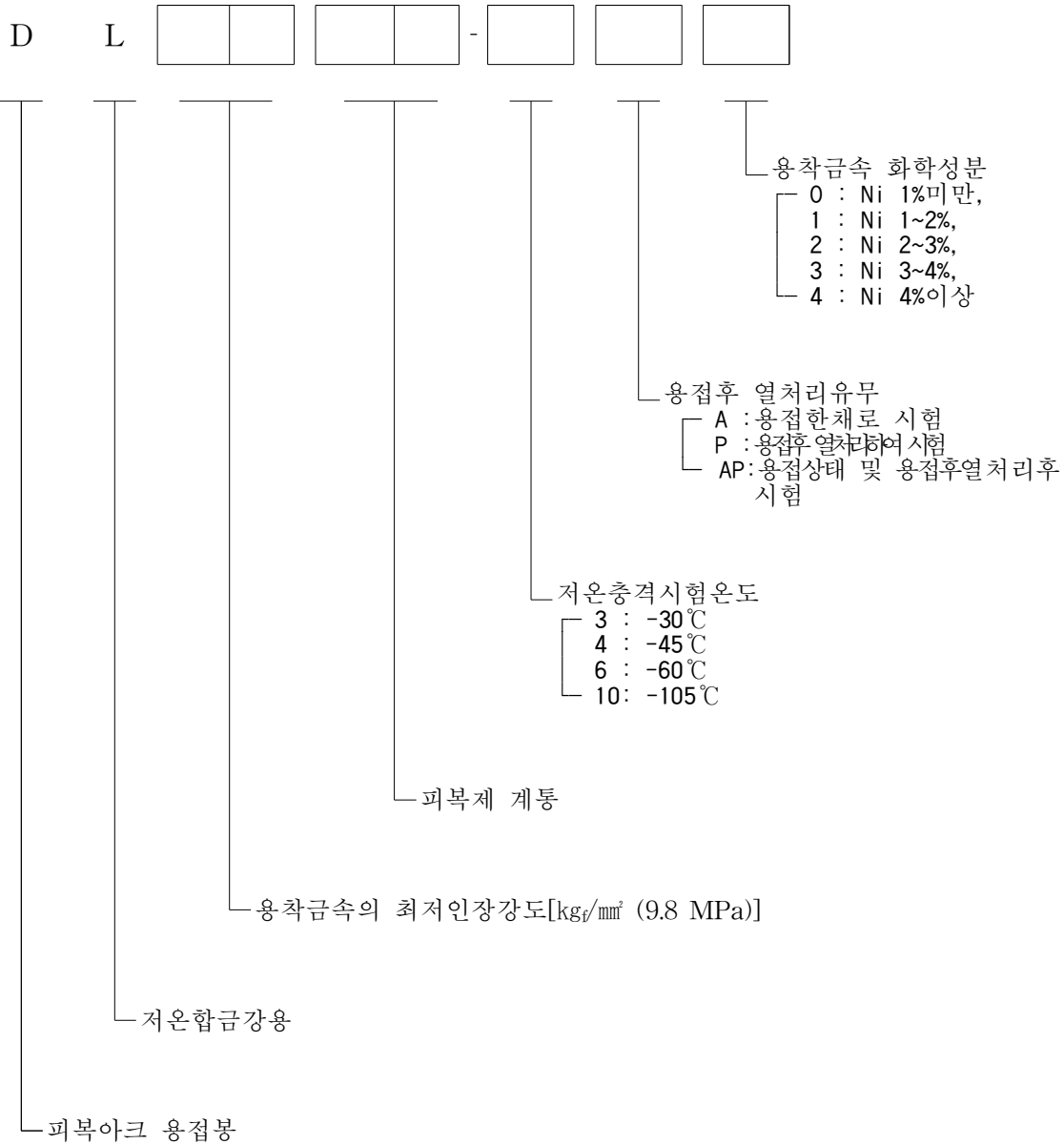
<비고 2> 전류 종류에 사용된 기호의 의미는 다음과 같다.

AC : 교류, DC(-) : 직류(봉 마이너스), DC(+) : 직류(봉 플러스)

4.2.2 저온합금강용 피복아크용접봉

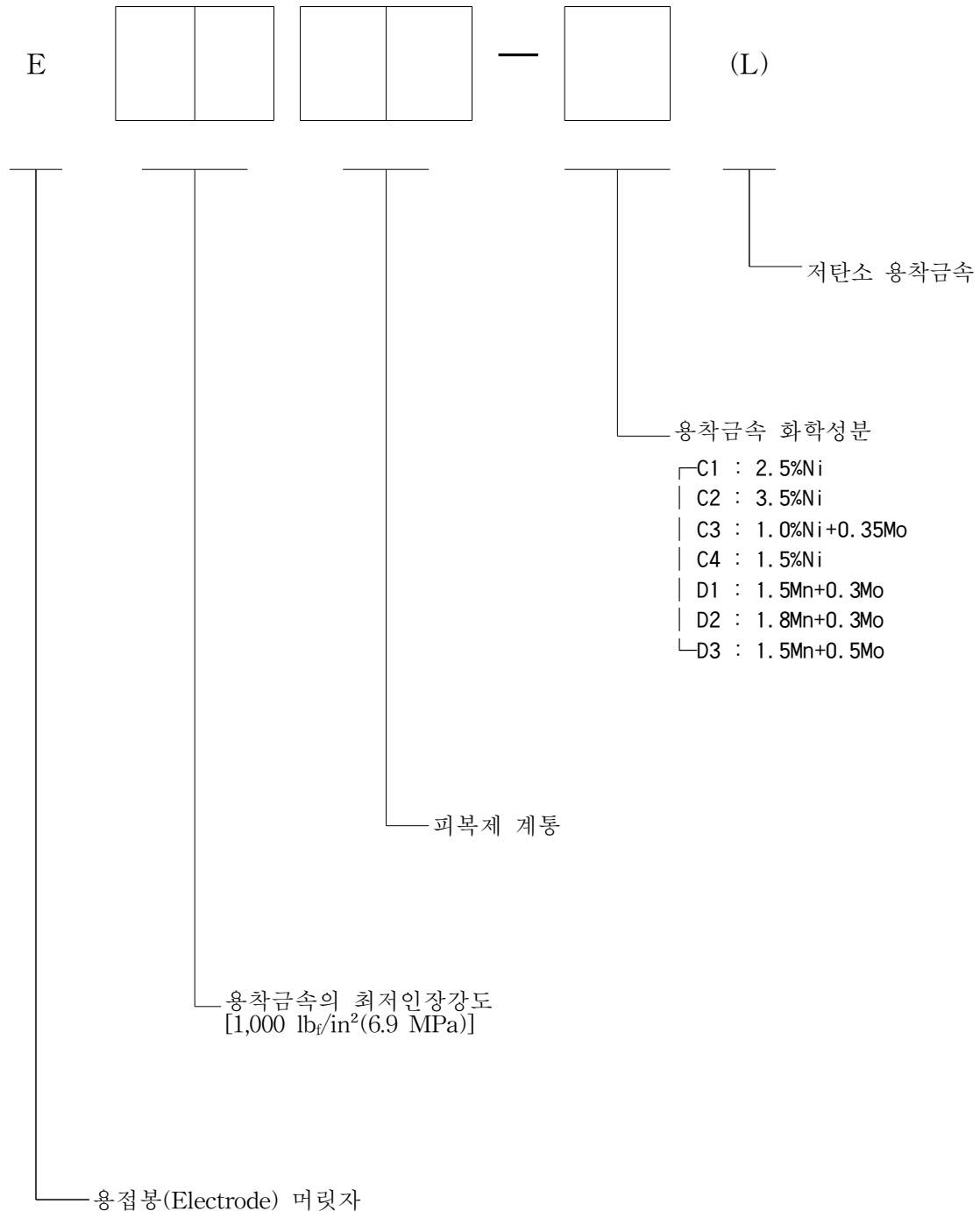
저온합금강용 피복아크 용접봉은 용착금속의 인장강도와 피복제의 종류에 따라 표 5와 같이 표기하고 용접봉의 종류 표 6과 같다.

<표 5> 저온합금강용 피복아크용접봉 표기법



예) DL5016-6A2: 용착금속에 Ni이 2~3 % 포함하고 용접한 채로 충격시험을 -60 ℃에서 행하여 흡수에너지 평균 27 N-m(J)이상[최소치 21 N-m(J)이상]으로 최저인장강도가 490 MPa(50 Kg/mm²)으로 저수소계 저온용 피복아크용접봉

[참고자료: 미국용접학회(AWS)의 표기법]



예) E8016-C2 : 용착금속이 저탄소로서 Ni이 3.5 % 포함하고, 최저인장강도가 552 MPa(80,000 lb_f/in²)급의 저수소계 피복아크용접봉

<표 6> 저온합금강용 피복아크 용접봉의 종류

종류	피복제 계통	용접자세 ¹	전류의 종류 ²
DL5016-3X0 DL5016-4X0 DL5016-4X1 DL5016-6X0 DL5016-6X1 DL5016-6X2 DL5016-6X3 DL5016-10X3 DL5016-10X3	저수소계	F, V, O, H	AC 또는 DC(+)
DL5026-3X0 DL5026-4X0 DL5026-4X1 DL5026-6X0 DL5026-6X1 DL5026-6X2	철분저수소계	F, H	

<비고 1> 용접자세에 사용된 기호의 의미는 다음과 같다.

F : 아래보기 자세

V : 수직 자세

O : 위보기 자세

H : 수평자세 또는 수평 필릿용접

다만, <표 6>에 표시한 용접 자세 중, V 및 O는 원칙적으로 심선의 지름 (이하 봉 지름이라 한다)이 5.0 mm를 초과하는 것에는 적용하지 않는다.

<비고 2> 전류 종류에 사용된 기호의 의미는 다음과 같다.

AC : 교류, DC(+) : 직류(봉 플러스)

※ 용접 후 열처리 유무를 표시하는 기호는 다음과 같다.

A : 용접한 채로 용착 금속의 기계적 성질을 확보할 수 있는 것

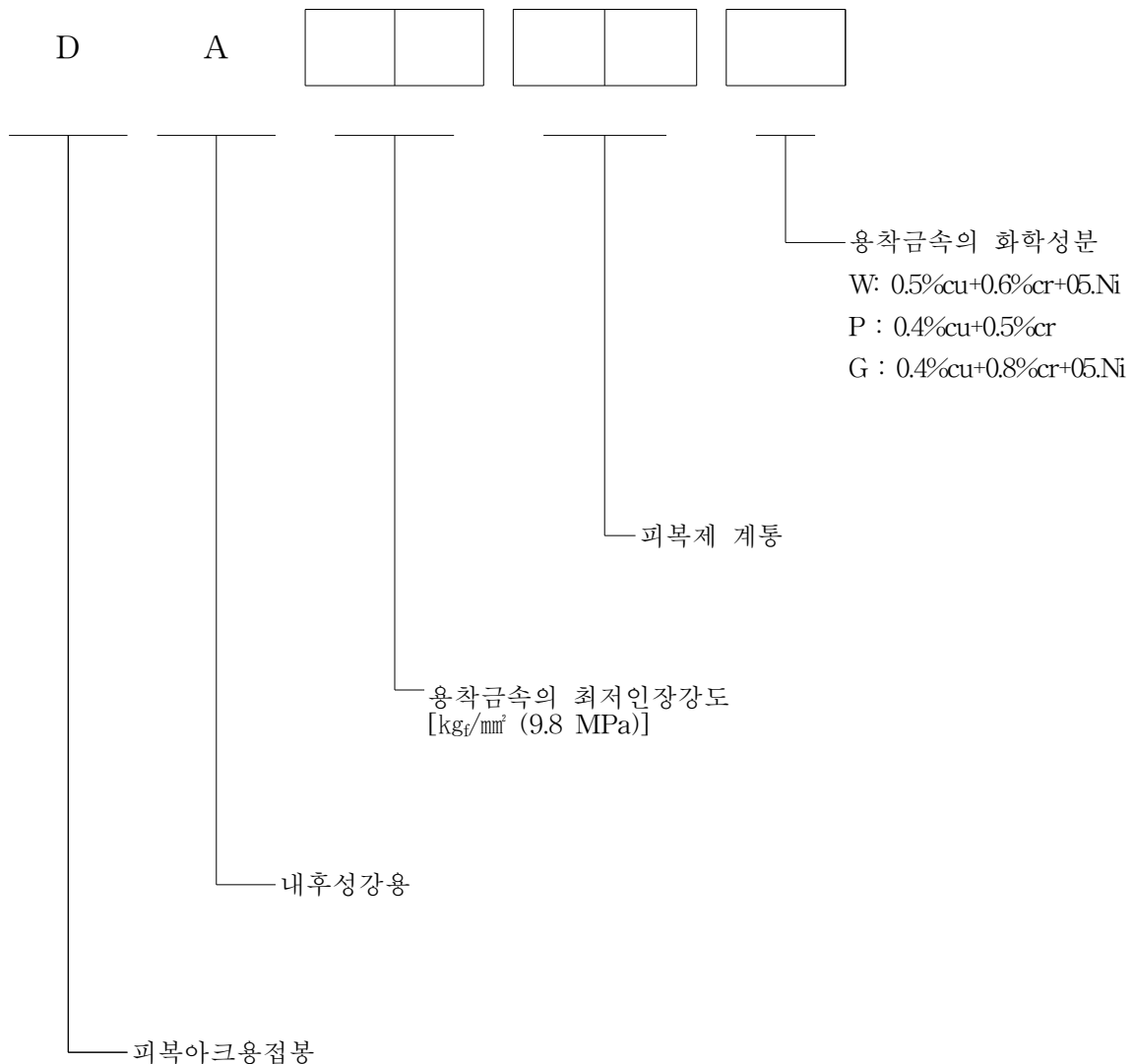
P : 열처리 후 용착 금속의 기계적 성질을 확보할 수 있는 것

AP : 용접한 채 및 열처리 후의 양쪽에서 용착 금속의 기계적 성질을 확보할 수 있는 것

4.3 내후성강용 피복아크 용접봉

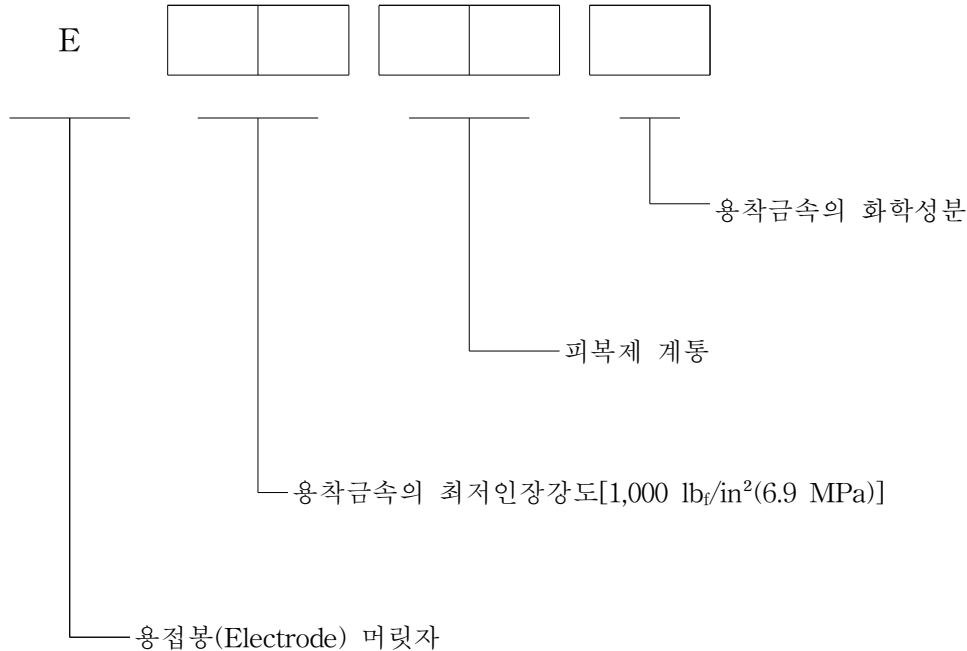
내후성강의 용접에 사용하는 피복아크용접봉은 용착금속의 인장강도와 피복제의 종류에 따라 표 7과 같이 표기하고 용접봉의 종류는 표 8과 같다.

<표 7> 내후성강용 피복아크용접봉 표기법



예) DA5016P : 용착금속에 0.4% 구리와 0.5% 크롬이 함유된 내후성강용으로 최저 인장강도가 490 MPa(50 Kg_f/mm^2)인 저수소계 피복아크용접봉

[참고자료: 미국용접학회(AWS)의 표기법]



<표 8> 내후성강용 피복아크 용접봉의 종류

종류	피복제 계통	용접자세 ¹	전류의 종류 ²
DA5001W DA5001P DA5001G	일루미나이트계	F, V, O, H	AC 또는 DC(±)
DA5003W DA5003P DA5003G	라임티타니아계	F, V, O, H	AC 또는 DC(±)
DA5016W DA5016P DA5016G	저수소계	F, V, O, H	AC 또는 DC(+)
DA5026W DA5026P DA5026G	철분 저수소계	F, H	AC 또는 DC(+)
DA5000W DA5000P DA5000G	특수계	F, V, O, H 또는 어느쪽 자세	AC 또는 DC(±)
DA5816W DA5816P DA5816G	저수소계	F, V, O, H	AC 또는 DC(+)
DA5826W DA5826P DA5826G	철분 저수소계	F, H	AC 또는 DC(+)

<비고 1> 용접자세에 사용된 기호의 의미는 다음과 같다.

F : 아래보기 자세

V : 수직 자세

O : 위보기 자세

H : 수평자세 또는 수평 필릿용접

다만, <표 8>에 표시한 용접 자세 중, V 및 O는 원칙적으로 심선의 지름 (이하 봉 지름이라 한다)이 5.0 mm를 초과하는 것에는 적용하지 않는다.

<비고 2> 전류 종류에 사용된 기호의 의미는 다음과 같다.

AC : 교류, DC(±) : 직류(봉 플러스 및 봉 마이너스), DC(+) : 직류(봉 플러스)

5. 용접재료의 선정 시 고려사항

적절한 피복아크 용접봉을 선정할 때에는 용착금속의 품질이 모재의 품질과 같도록 선정하는 것이 바람직하며 아래의 관점에서 검토하여야 한다.

- (1) 모재의 화학성분과 전 용착금속의 화학성분 및 탄소당량
- (2) 모재의 기계적 성질과 전 용착금속의 기계적 성질 (인장강도, 연신율, 충격치, 경도)
- (3) 모재 두께
- (4) 용접자세
- (5) 이음형태 및 이음형상
- (6) 확산수소량의 영향 (저수소계 용접봉)
- (7) 용접봉의 작업성 (아크안정성, 스파터 발생, 슬래그 박리성 및 비드외관)

(8) 용접봉의 용접성 (용접결함 발생정도, 내균열성 정도 등)

(9) 용접봉 제조사가 제공한 용접봉의 기술 데이터

6. 모재용접시 고려사항

6.1 동종의 모재 용접 시 고려사항

(1) 동종의 모재를 용접할 때 사용되는 피복아크 용접봉의 대표적 선정기준은 별표 1과 같다.

(가) 동종의 탄소강 및 저합금강의 피복아크 용접봉 선정은 별표 1의 1항을 참조한다.

(나) 동종의 스테인리스강의 피복아크 용접봉 선정은 별표 1의 2항을 참조한다.

(2) 동종의 비철금속재료로 이루어진 모재를 용접할 때 사용되는 피복아크 용접봉의 대표적 선정기준은 별표 2를 참조한다.

6.2 이종의 모재 용접 시 고려사항

(1) 이종의 탄소강과 합금강의 모재를 용접할 때 각 모재 조합에 사용되는 피복아크 용접봉의 대표적 선정기준은 별표 3과 같다.

(가) 강재의 이종모재간의 용접재료선정은 별표 3의 1항을 참조한다.

(나) 니켈 및 니켈합금의 이종모재간의 용접재료 선정은 별표 3의 2항을 참조한다.

(2) 덧살붙임 용접의 피복아크 용접봉 선정기준은 다음과 같다.

(가) 덧살붙임 용접(Clad용접, Overlay용접, Lining용접)시 사용되는 피복아크 용접봉의 대표적 선정기준은 별표 4를 참조한다.

(나) 내부식성을 향상시키기 위한 덧살붙임 용접 시에는 탄소강으로부터 용착금속 성분의 회석을 방지하기 위하여 완충층(Buffer Layer)용 용접봉을 사용하고, 최종 층은 클래드 재질과 같은 재질의 용접봉을 선정하는 것을 원칙으로 한다.

7. 용접후 시험

용접봉의 화학적 기계적 성질이 불명확한 용접재료는 KS의 각 용접봉 사양에서 요구하는 전 용착금속 시험과 용접절차 확인시험(Welding procedure qualification test) 및 제품용접시험(Production welding test)을 통하여 용접품질, 용접봉의 작업성 및 용접성을 확인한 후에 사용하여야 한다.

[별표 1] 동종 모재의 피복아크 용접봉 선정

1. 탄소강 및 저합금강의 피복아크 용접봉 선정

모재구분		모재	사 양		대 표 적 모 재 사 양 (판 재)		피 복 아 크 용 접 봉	
P번호	그 룹 번호	일반명	표준합금성분		KS	ASTM	KS사양	AWS사양
1	1	탄소강	C계	인장강도 42kgf /mm ² 급	KSD 3503 SS400	A 283 GR C	D43XX	E60XX
	2		C-Mn계, C-Si계	인장강도 50kgf /mm ² 급	KSD 3560 SB450	A 515M GR 65	D50X6	E70X6
	3				C-Mn-Si계	KSD 3521 SPPV 355	A 357M CL1	D58X6
			C-Mn-Si계	인장강도 60kgf /mm ² 급	KSD 3521 SPPV 490	A 678 GR C	D60X6	E90X6
3	1	내열저합금강	C-½계		KSD 3560 SB450M	A204M GR A	DT 1216	E7016-A1
	2		½Cr-½Mo계		KSD 3543 SCMV 1-2	A387M GR 2 CL2	DT 2316	E8016-B2L
	1	내열저합금강	1Cr-½Mo계		KSD 3543 SCMV 2-2	A387M GR 12 CL2	DT 2316	E8016-B2L
	2		1¼Cr-½Mo계		KSD 3543 SCMV 3-2	A387M GR 11 CL2	DT 2316	E8016-B2L
5	1	내열저합금강	2¼Cr-1Mo		KSD 3543 SCMV 4-2	A387M GR 22 CL2	DT 2416	E9016-B3L
	2		5Cr-½Mo		KSD 3543 SCMV 6-2	A387M GR 5 CL2	DT 2516	E502-16
	3		9Cr-1Mo		KSD 3573 SPA 26	A387M GR 9	DT 2616	E505-16
9A	-	저온용 Ni 합금강	2¼Nickel		KSD 3586 SL2N255	A203M GR A	DL 50X6X2	E80XX-C1
9B	-		3½Nickel		KSD 3586 SL3N275	A203M GR E	DL 50X6X3	E80XX-C2
11A	-		9 Nickel		KSD 3506 SL9N590	A553 TP1	D 9Ni-1	ENiCrFe-3

주)EX016-XXL의 L은 C%가 0.05% 이하이어야 함

2. 스테인리스강의 피복아크 용접봉 선정

모재구분		모재		사 양	대 표 적 모 재 사 양 (판 재)		피 복 아 크 용 접 봉	
P번호	그룹 번호	일반명		표준합금성분	KS	ASTM	KS사양	AWS사양
7	-	페라 이트 계스 테인 리스 강	TYPE 405	13Cr-Al계	KSD 3705 STS 405	A240 S40500	D 410-1X	E 410-16
			TYPE 410	13Cr계-LowC	KSD 3705 STS 410L	A240 S41000		
			TYPE 430	17Cr계	KSD 3705 STS 430	A240 S43000	D 430-16	E 430-16
8A	-	오스 테나 이트 계스 테인 리스 강	TYPE 304	18Cr-18Ni계	KSD 3705 STS 304	A240 S30400	D 308-16	E 308-16
			TYPE 304L	18Cr-8Ni-LowC계	KSD 3705 STS 304L	A240 S30403	D 308L-16	E 308L-16
			TYPE 321	18Cr-10Ni-Ti계	KSD 3705 STS 321	A167 S32100	D 347-16	E 347-16
			TYPE 347	18Cr-10Ni-Nb계	KSD 3705 STS 347	A240 S34700	D 347-16	E 347-16
			TYPE 316	16Cr-12Ni-2Mo계	KSD 3705 STS 316	A240 S31600	D 316-16	E 316-16
			TYPE 316L	16Cr-12Ni-2Mo-LowC계	KSD 3705 STS 316L	A240 S31603	D 316L-16	E 316L-16
			TYPE 309	23Cr-12Ni	KSD 3705 STS 309S	A240 S30908	D 309-16	E 309-16
			TYPE 310	25Cr-20Ni	KSD 3705 STS 310S	A240 S31008	D 310-16	E 310-16
		주철			회주철, 구상흑연주철, 가단주철		DFC NiFe DFC Ni	ENiFe-CI ENi-CI

[별표 2] 동종의 비철금속의 피복아크 용접봉의 선정

모재구분		모재	사 양	모재 사양(판재)		용접봉 사양	
P번호	그룹 번호	일반명	표준합금성분	KS	ASTM	KS사양	AWS사양
31		순동	99.96%Cu	KSD 5201 C1020P	B152 C10200	DCu	ECu
34		백동 (Cu-Ni alloy)	70Cu - 30Ni 90Cu - 10Ni	KSD 5201 C7150P KSD 5201 C7060P	B171 C71500 B171 C70600	DCuNi-3 DCuNi-1	ECu Ni -
35		알루미늄청동 (Al-bronze)	Cu-7Al-2.5Fe	KSD 5201 C6140P	B171 C46400	DCuAl, DCuAlNi	ECuAl-A1,A2
35		인청동 (phosphor bronze)	Cu-8Sn	KSD 5506 C5212P	B103 A52100	DCuSnB	ECuSn-C
41		니켈 (Nickel 200)	99.9% Ni	KSD 6718 NNCP	B162 N2200	DNi-1	ENi-1
42		Monel 400	67Ni-30Cu	KSD 5546 NCuP	B171 C71500	DNiCu-1 DNiCu-7	ENiCu-1
43		Inconel 600	75Ni-15Cr-8Fe	KSD 3532 NCF600	B168 N6600	DNiCrFe-1,2,3	ENiCrFe-1,2,3
45		Hastelloy B	60Ni-28Mo-5Fe-2.5Co	-	B333 N10001	DNiMo-1	ENiMo-1
		Hastelloy C	60Ni-16Mo-16Cr-5Fe-W	-	B575 N10276	DNiCrMo-4 DNiCrMo-5	ENiCrMo-5
		Incoloy 800	32Ni-46Fe-20Cr	KSD 3587 NCF 800TF	B163 N8800	DNiCrFe-2	ENiCrFe-2

[별표 3] 이종의 모재용접의 용접재료 선정

1. 강재의 이종 모재간의 용접재료 선정

모재 구분번호(가)			모재 구분번호(나)																								
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
UTS 42kg/mm ² 연강		1	A	A	A	B	B	B	B	B	B	A	A	A	B	B	B	C	C	C	C	C	C	D	D	E	
UTS 50kg/mm ² 급강		2		A	A	B	B	B	B	B	B	A	A	A	B	B	B	C	C	C	C	C	C	D	D	E	
UTS 60kg/mm ² 급강		3			A	B	B	B	B	B	B	A	A	A	B	B	B	C	C	C	C	C	C	D	D	E	
C-1/2Mo 강		4				A	A	A	A	A	A	-	-	-	B	B	B	C	C	C	C	C	C	D	D	E	
1/2Cr-1/2Mo 강		5					A	A	A	A	A	-	-	-	A	A	A	C	C	C	C	C	C	D	E	C	
1Cr - 1/2Mo 강		6						A	A	A	A	-	-	-	A	A	A	C	C	C	C	C	C	D	E	C	
1¼Cr - 1/2Mo		7							A	A	A	-	-	-	A	A	A	C	C	C	C	C	C	D	E	C	
2¼Cr - 1Mo		8								A	A	-	-	-	A	A	A	C	C	C	C	C	C	D	D	C	
5Cr - 1/2Mo		9									A	-	-	-	A	A	A	C	C	C	C	C	C	D	D	C	
9Cr - 1Mo		10										-	-	-	A	A	A	C	C	C	C	C	C	D	D	-	
2¼Ni		11											A	A	-	-	-	C	C	C	C	C	C	D	D	E	
3½Ni		12												A	-	-	-	C	C	C	C	C	C	D	-	E	
9Ni		13													-	-	-	E	E	E	E	E	E	E	-	E	
페라이트 STS	TP405	14														A	A	C	C	C	C	C	C	D	D	-	
	TP410	15															A	C	C	C	C	C	C	D	D	-	
	TP430	16																C	C	C	C	C	C	D	D	-	
오스테나이트 STS	TP304	17																	A	A	A	A	A	A	A	A	
	TP304L	18																		F	F	F	F	F	F	F	
	TP321	19																			A	A	A	A	A	A	
	TP347	20																				A	A	A	A	A	
	TP316	21																					A	A	A	A	
	TP316L	22																						A	A	A	
	TP309	23																							A	A	
	TP310	23																								C	
Incoloy 800 (32Ni-46Fe-20Cr)		25																								E	

코드보기

A: 모재의 종류에 관계 없이 표1에서 어느 하나의 모재에 해당하는 용접재료를 선택하여 사용

B: DT 2316

C: D309(L) 또는 310, 경우에 따라 모재구분 번호가 높은 쪽의 모재에 대한 용접자재를 표1에서 선택하여 사용 가능

D: 모재 구분번호가 높은 쪽의 모재에 대한 용접재료를 표1에서 선택하여 사용

E: DNiCrFe-2 또는 DNiCrFe-3

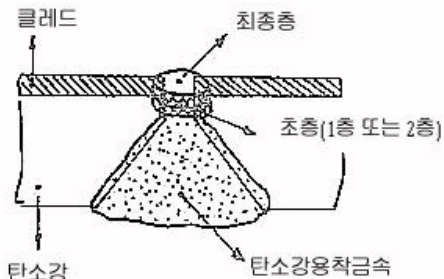
F: D308(L) 또는 높은 모재번호의 모재의 용접재료를 표1에서 선택하여 사용

2. 니켈 및 니켈 합금의 이중 모재간의 용접재료 선정

모재(가) 모재(나)	연강 및 Cr-Mo계 저합금강	9% Ni	스테인리스강	Hastelloy B	Hastelloy C	Inconel 600	Monel 400	Nickel 200
Nickel 200	DNi-1	DNiCrFe-2	DNi-1	DNiCrFe-2	DNiCrFe-2	DNi-1	DNi-1	DNi-1
Monel 400	DNi-1 (DNiCrFe-2)	DNi-1	DNiCrFe-2	DNi-1	DNi-1	DNiCrFe-2	DNiCu-1	
Inconel 600	DNiCrFe-2 (DNiCrFe-3)	DNiCrFe-2 (DNiCrFe-3)	DNiCrFe-2 (DNiCrFe-3)	DNiCrFe-2 (DNiCrFe-3)	DNiCrFe-2 (DNiCrFe-3)	DNiCrFe-1		
Hastelloy C	DNiCrFe-2	DNiCrFe-2	DNiCrFe-2	DNiCrMo-1	DNiCrMo-1			
Hastelloy B	DNiCrFe-2	DNiCrFe-2	DNiCrFe-2	DNiMo-1				

[별표 4] 덧살붙임 용접의 용접재료선정

클래드 강		피복아크 용접봉(KS)	
클래드 명칭	클래드 재질	탄소강측 초층	클래드측 최종층
오스테나이트계 스테인리스 클래드	TP 304	D 309	D 308
	TP 304L	D 309 Cb(주1)	D 308L(주1)
	TP 321	D 309 Cb, D 309 Mo	D 347
	TP 347	D 309 Cb	D 347
	TP 309	D 309 (주1)	D 309 (주1)
	TP 310	D 310 (주1)	D 310 (주1)
	TP 316	D 309 Mo	D 316
	TP 316L	D 309MoL(주1)	D 316L(주1)
페라이트계 스테인리스 클래드	TP 405, 410, 430	DNiCrFe-2 D 309(주2)	DNiCrFe-2 D 309(주2)
Ni 클래드	순 Ni	DNi-1	DNi-1
Cu-Ni 클래드	70Cu-30Ni	DNiCu-1(DNiCu-7)	DNiCu-3
Ni-Cu 클래드	Monel 400	DNiCu-1(DNiCu-7)	DNiCu-1
N-Cr 클래드	Inconel 600	DNiCrFe-2	DNiCrFe-1



비고 : 주1)초층 용접시 탄소강으로부터 희석을 감안하여 2층 용접이 바람직
주2)예열(150℃) 및 응력제거 열처리 필요