

일반용접공사 표준작업 요점

용접은 고체상태에 있는 두 개의 금속재료를 열이나 압력 또는 열과 압력을 동시에 가해서 서로 접합을 시키는 기술이며, 금속과 금속을 서로 충분히 접근시키면 이들 사이에는 뉴우튼의 만유인력의 법칙에 따라 금속 원자간의 인력이 작용하여 서로 결합하게 되는데 이와 같은 결합을 넓은 의미의 용접이라 한다. [편집자 註]

제8장 수동용접작업 표준서

본 표준서는 일반 피복 ARC 용접에 대한 표준서이다.

[1] 피복 ARC 용접의 원리

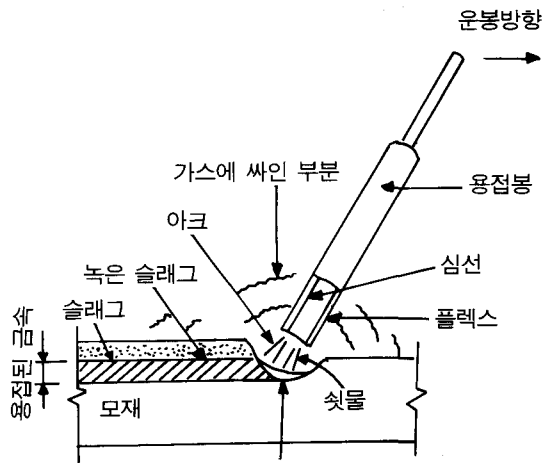
호들더로 지지한 피복 용접봉과 피용접물 사이에 교류 또는 직류 전압으로 ARC를 발생시킨다. ARC의 강한 열(5,000~6,000℃)에 의하여 용접봉이 녹아서 금속용융 또는 용적이 되어 용융지에 용착 모재의 일부와 융합하여 용접금속을 만든다. (그림 1 참조)

[2] 전기의 기초이론

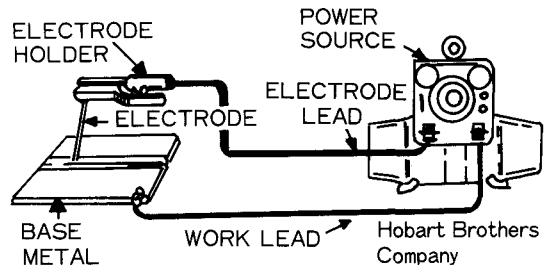
ARC는 전기에서 얻어지는 하나의 현상이며 ARC 용접기는 전기기계이므로 용접기술자는 전기의 성질에 대하여 이해할 필요가 있다.

가] 전류(ELECTRIC CURRENT)

흐르는 전류의 양을 말하며, 단위는 AMPERE(A), 기호는 I로 표시하는데 100V, 100W의 전구에 1초간 흐르는 전류를 1A라 한다.



[그림 1] 피복 ARC 용접의 원리



[그림 2] 피복 ARC 용접의 회로도

나] 전압(VOLTAGE, ELECTRIC PRESSURE)

전류의 흐르는 힘을 말하며, 단위는 VOLT(V), 기호는 E로 표시한다.

다] 저항(ELECTRIC/RESISTANCE)

전기의 흐름을 방해하는 것을 저항이라 하며, 저항은 도선의 길이에 비례하고 단, 면적에 반비례한다. 단위는 OHM(), 기호는 R로 표시한다.

라] 전력(ELECTRIC POWER)

큰 파이프 속에 물이 많이 흐르는 것도 낙차가 적으면 전체의 힘이 적다. 전력은 수량과 수압에 해당하는 크기의 힘이다. 즉 전류와 전압을 곱한 것을 전력이라 하며, 전력의 크기는 WATT(W)로 나타낸다.

마] 오옴의 법칙(OHM'S LAW)

전류는 전압에 비례하고 저항에 반비례한다.

$$I = \frac{V}{R} \quad R = \frac{V}{I} \quad V = I \cdot R \text{ 이다.}$$

들어오는 100V의 출력 전기에는 100의 저항값이 발열선에 사용되는 것이다. 전등의 예와 같이 저항이 있는 곳에 전류를 통하면 전기에너지가 열에너지로 변한다. 보통 도선에서도 센 전류를 장시간 흐르게 하면 도선에 열이 발생하며, 도선이 가늘수록 즉 저항이 클수록 발열이 크다.

[3] 전원 극성(POLARITY)

가] 직류용접(DC, DIRECT CURRENT)

(1) 직류 정극성(DCSP, DIRECT CURRENT STRAIGHT POLARITY)

(2) 직류 역극성(DCPP, DIRECT CURRENT POSITIVE POLARITY)

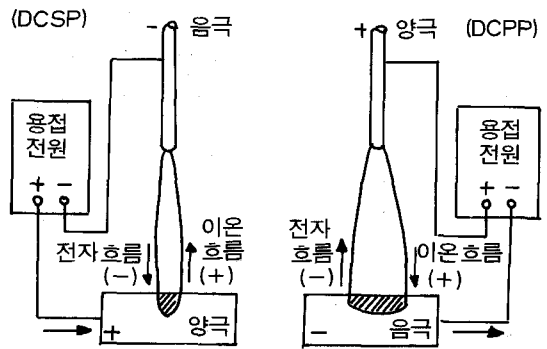
직류 용접에 있어서 (그림 2)와 같이 용접봉 끝 용접기의 (-)극에 연결한 경우를 직류 정극성이라 하고 (+)극에 연결한 경우를 직류 역극성이라 한다.

일반적으로 전자의 충격을 받는 양극쪽이 음

극보다 발열이 크므로 정극성에서는 용접봉의 용융이 늦고 모재 쪽에 용입이 깊어지며 반대로 역극성에서는 용접봉의 용융속도가 빠르고 모재 쪽의 용입이 얇아지는 경향이 있다.

나] 교류용접(AC, ALTERNATING CURRENT)

교류용접에서는 전류의 방향이 1초간에 사용 주파수만큼 변화하므로 극성도 그만큼 균일하게 변한다. 따라서 양극의 발생열량이 같고 용입은 정극성과 역극성의 중간 정도이다.



[전류 흐름의 영식]

용입이 깊고 용융면적이 좋다.

용입이 얇고 용융면적이 넓다.

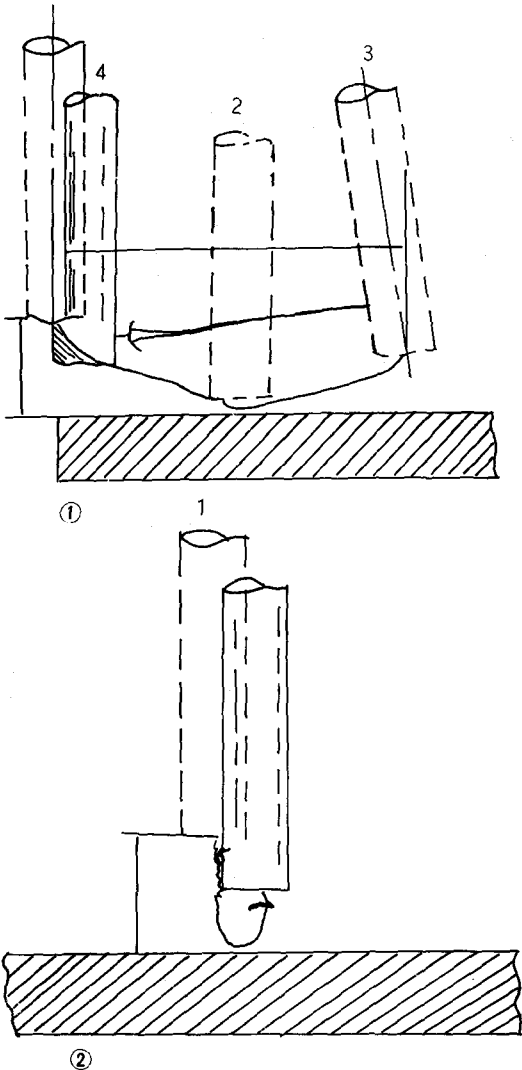
[그림 3] 직류 용접(정극성과 역극성의 차이)

[4] 용접기법

가] ARC의 발생 및 중단

ARC의 발생에는 (그림 4)와 같이 용접봉 끝을 모재에 순간적으로 가볍게 맞대서 신속하게 떼는 방법이 있다. 이때 용접봉이 모재에 붙는 것을 방지하기 위해 초보자는 (그림 4의 ①)과 같이 봉끝을 약간 옆으로 흔들면서 ARC를 발생시키는 것이 좋다.

(그림 5)와 같이 용융지의 표면이 약간 오목하게 된 부분이 CRATER이다. CRATER에는 불순물이나 편석이 남기 쉽고 냉각중에 균열이 생기기 쉽다.



[그림 4] ARC 발생법

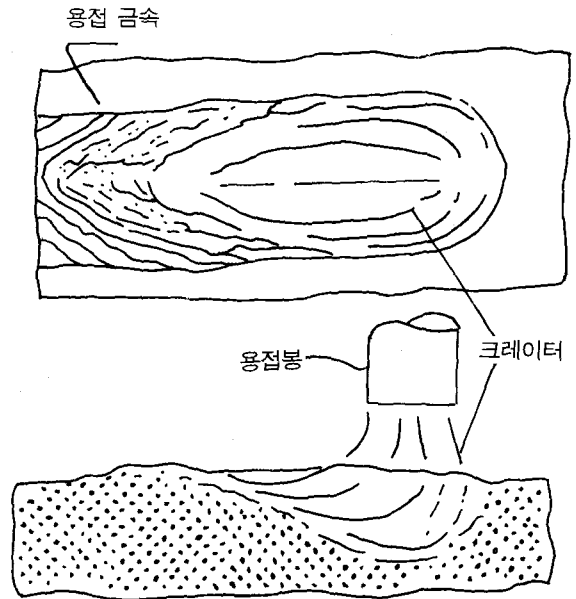
CRATER의 처리법은 (그림 5)와 같이 끝나는 부분에서 ARC를 짧게 하여 천천히 운봉하여 다시 용접봉을 원래의 방향으로 되돌려 ARC를 신속히 끊는다.

ARC의 재발생, 즉 BEAD의 연결방법은 그림과 같이 CRATER의 약간 전방에서 ARC를 발생시켜 CRATER를 충분히 예열하면서 봉을 CRATER 위로 후진하여 용입에 주의하면서 용

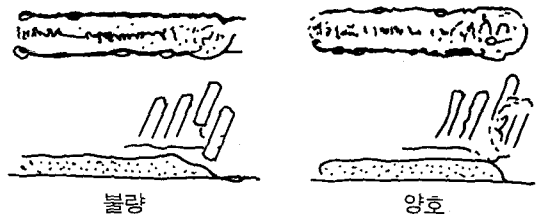
접을 시공한다(BACK STEP법). 이때 이음부에는 OVERLAP이나 용착부족 현상이 발생치 않도록 주의해야 한다.

나] 봉의 각도

모재와 용접봉이 이루는 각을 말하며, 진행각 (TRAVEL ANGLE)과 작업각(WORK ANGLE)



[그림 5] 크레이터



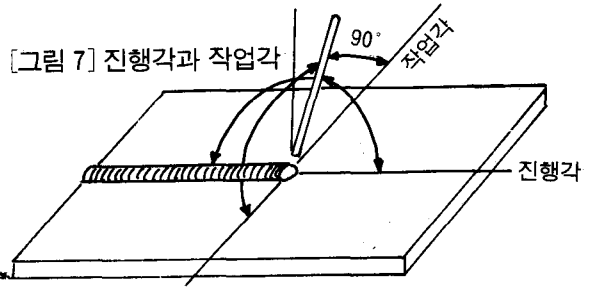
[그림 6] 크레이터 처리법

으로 나눈다. 용접봉의 각도는 UNDER CUT, OVERLAP, SLAG 섞임, 용입, BEAD 파형 등에 큰 영향을 끼친다. (그림 7)에서 보는 바와 같이 표준각도를 잘 맞추되 용접 상황에 따라 이 각도를 조절할 필요가 있다.

다] 운봉법

폭 넓은 BEAD를 만들기 위해 진행 방향에 대해 가로방향으로 봉끝을 일정폭 만큼 움직이는 것을 WEAVING이라 한다.

아래 TABLE은 여러가지 운봉법을 나타낸 것이다.



자 세		운 봉 법	도 해	용접봉각도
하	향	직 선		진행방향의 60~90°
		원 형		"
		부 체 꿀 모 양		"
횡	향	직 선		진행각 : 60~90° 작업각 : 45~60°
		타 원 형		"
		삼 각 형		"
횡	향	직 선		진행각 : 60~90° 작업각 : 40~90°
		타 원 형		"
입	하	직 선		진행방향의 45~75°
		부 체 꿀 모 양		"
	상	부 체 꿀 모 양		진행방향의 110°
		삼 각 형		"
		백 스텝		"
상	향	직 선		진행방향의 60~30°
		부 체 꿀 모 양		"
		백 스텝		"

라] 용접봉의 표시기호

KS E x x x x x - 00

- (1) KS : 한국 공업규격
- (2) E : 용접봉(ELECTRODE의 머리글자)
- (3) 앞에서 2번째 혹은 3번째까지 숫자 : 용착 금속의 최소 인장강도
- (4) 마지막에서 2번째 숫자 :

용접자세 0 : 규정치 없음

- 1 : 전자세
- 2 : 횡향, 하향
- 3 : 하향
- 4 : 특정자세

(5) 마지막 숫자 : 피복제 계통(종류), 전원, 용입정도, 철분함량 등을 표시

(6) 00 : 특별한 용접봉의 주합금 원소를 표시 [최소 인장강도의 개념(표1 참조)]

- ① KS, JIC 인장강도 단위 : Kg/mm²
- ② AWS 인장강도 단위 : Lb/in² (psi)
- 1Kg/mm² = 1421 Lb/in²

마] 마지막 숫자의 피복제별 분류표

종 류	피 복 제 계 통	용 접 자 세	전 원 극 성
EXX01	일 미 나 이 트 계	전 자 세	AC, DC (+, -)
EXX03	라 임 티 타 니 아 계	전 자 세	AC, DC (+, -)
EXX10	고 셸 루 로 오 스 계	전 자 세	DC (+)
EXX11	고 셸 루 로 오 스 계	전 자 세	AC, DC (+)
EXX12	고 산 화 티 탄 계	전 자 세	AC, DC (-)
EXX13	고 산 화 티 탄 계	전 자 세	AC, DC (-)
EXX15	저 수 소 계	전 자 세	DC (+)
EXX16	저 수 조 계	전 자 세	AC, DC (+)
EXX18	철 분 저 수 소 계	전 자 세	AC, DC (+)
EXX20	고 산 화 철 계	전 자 세	AC, DC (+)
EXX24	철 분 산 화 티 탄 계	하향, 횡향필렛	AC, DC (+, -)
EXX27	철 분 산 화 철 계	하향, 횡향필렛	AC, DC (+, -)
EXX28	철 분 저 수 소 계	하향, 횡향필렛	AC, DC (+)
EXX40	특 수 계	제조회사에서 장려	AC, DC (+, -)

[표 1] 최소인장강도의 개념

KS	JIS	AWS
E 4313	D 4313	E 6013

JIS는 머리글자에 "E" 대신 "D"를 사용한다.

바] 용접봉의 건조 조건

용접봉의 피복제는 습기에 대단히 민감하여 흡습이 많이 되면 ARC가 불안정하며 SPATTER가 많이 발생하고 기공, UNDER CUT 등의 결함이 발생된다. 또한 피복제에 함유된 수분이 열에 의해 분해되면 수소가 발생되고 이것이 용착 금속의 수소함유량을 증가시켜 균열의 원인이 된다.

따라서 용접봉은 사용전 규정대로 반드시 건조해야 하며 쓰고 남은 용접봉의 회수 및 재건조에 특히 주의해야 한다. 건조온도를 지나치게 높이면 피복제가 변질되어 용접봉 본래의 성질을 발휘하지 못하게 되므로 주의해야 한다.

[5] 피복 ARC 용접봉

가] 피복제의 작용

- (1) 중성 또는 환원성의 분위기를 만들어 대기

종 류	품 명	건조온도(℃)	건조시간(분)
연 강 용	S-4301. I, S-4303. V, S-6013. G, S-6027. LF 등	70~100	30~60
	S-7048. V, S-7016. O, S-7016. M	300~350	30~60
고 장 력 강 용	S-7016. H, S-7016. LF, S-7016. L,	300~400	60
	S-8016. G, S-9016. G, S-10016. G,		
	S-11016. G, S-7018. G, S-7028. F 등		
저 합 금 강 용	S-8016. B1, S-8016. C1	350~400	60
	S-7016. A1, S-11018. M 등		
표 면 경 화 육 성 용	S-500B. B, S-600B. B 등	350~400	60
	S-13Mn. B, S-13Mc. B 등	150~200	30~60
	S-240 A. R, S-350 A. R 등	70~100	30~60
스 테 인 레 스 강 용	S-308. 16. N, S-309. 16. N	250~300	30~60
	S-316. L. 16. N 등		
주철, 니켈합금강용	S-NC1, S-NFC, S-IFT, S-FCF	70~100	30~60

중의 산소나 질소의 침입을 방지하고 용융금속을 보호한다.

- (2) ARC를 안정하게 한다.
- (3) 용융점이 낮은 적당한 점성이 가벼운 SLAG를 만든다.
- (4) 용접금속의 탈산정련 작용을 한다.
- (5) 용접금속에 적당한 합금원소를 첨가한다.
- (6) 용접방울을 미세화하여 용착효율을 높인다.
- (7) 용접금속의 응고와 냉각속도를 완만하게 한다.
- (8) 위보기 및 기타 자세의 용접을 쉽게 한다.
- (9) SLAG 제거를 쉽게 하고 파형이 고운 아름다운 BEAD를 만든다.
- (10) 모재 표면의 산화물을 제거하여 용접을 완전하게 한다.
- (11) 대부분의 붕에서는 전기절연 작용을 한다.

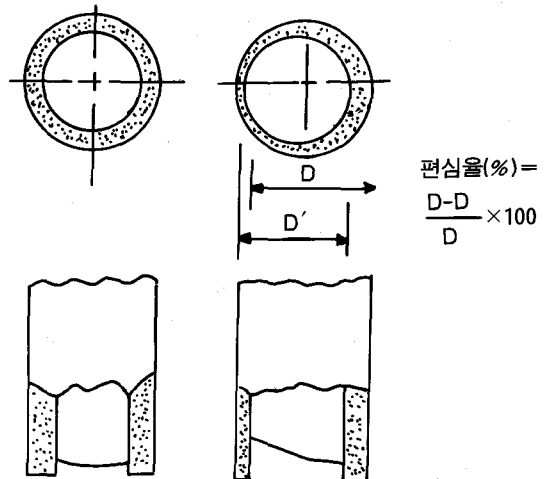
나] 용접봉의 조건과 표시기호

[용접봉의 조건]

- (1) 용착금속의 제 성질이 우수할 것
- (2) 피복제의 고착 상태가 양호하며 장기보관

에 견딜 것

- (3) 용접할 때 유독가스를 발생하지 않을 것
- (4) 용접후 SLAG 제거가 쉬울 것
- (5) 습기에 피복제가 용해되지 말 것
- (6) 편심율이 적을 것(그림 8 참조) : 편심율이란 심선에 부착된 피복제의 두께차를 말하며 편심용접봉은 ARC가 불안정하며, ARC 끌림이 발생하므로 사용할 수 없다.



[그림 8] 편심율 측정방법

[6] 용접시공전 주의사항

용접준비의 양부가 용접결과를 좌우하는 경우가 많으므로 시공전에 반드시 준비상태를 점검하고 불량할 때는 수정을 한다음 용접을 시공한다.

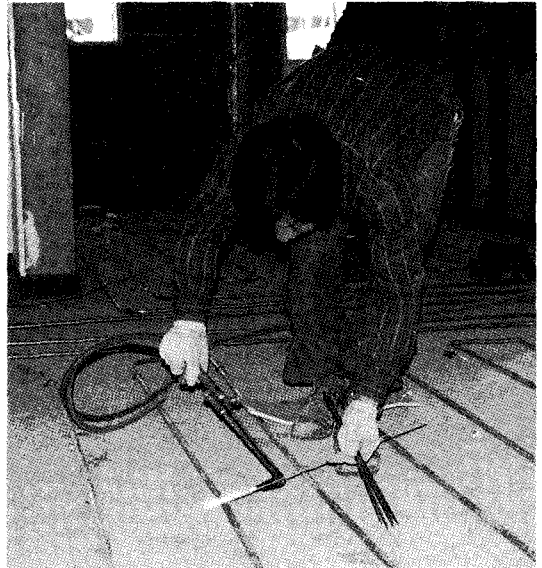
가] 개인장비

(1) 용접헬멧, SLAG HAMMER, WIRE BURSH, JACKET, 앞치마, 장갑, 안전화, 발덮개 등

(2) ING DRYER : 전원을 연결해 두면 100~130℃ 정도의 온도를 항상 유지할 수 있다. 용접봉은 항상 ING DRYER에 넣어 개인이 휴대 사용한다.

나] 확인사항

- (1) 용접부의 취부정도는 양호한가?
- (2) 용접부의 SLAG, 녹, 기름, 수분, 페인트 등의 이물질은 제거되었는가?
- (3) 용접봉 선택(종류, 규격)은 옳은가?
- (4) 사용할 용접봉은 충분히 건조되었는가?
- (5) 사용전류는 적정전류로 SETTING 되었는가?



(2) 사용용접봉

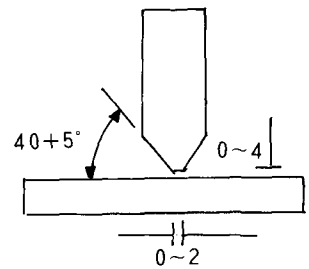
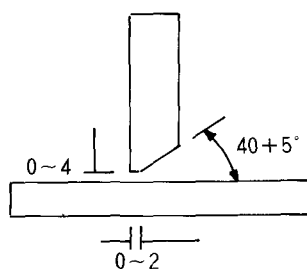
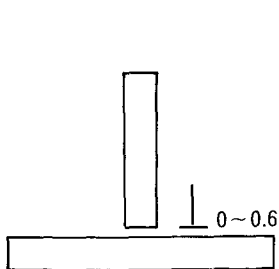
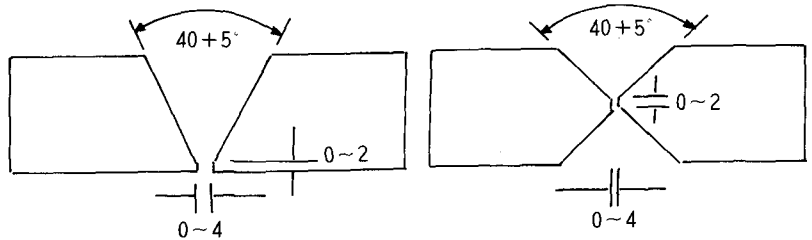
- ① 고장력 강용 : S-7016. LF 및 다른 동급 이상의 용접봉
- ② 연강용 : S-4301. I 및 다른 동급 이상의 용접봉
- ③ 입향 하전용 : S-7048. V 및 다른 동급 이상의 용접봉

[7] 용접시공

가] 자세별 BUTT JOINT 및 FILLET JOINT의 용접시공 요령

(1) 개선사항

- ① 개선 TYPE : V, X, J
- ② 개선각도 : 40°+5°
- ③ ROOT FACE : 0~2mm
- ④ ROOT GAP : 0~4mm



일반용접공사 표준작업 요점

(3) 용접봉 사양

분 류	품 명	S-7016. LF	S-4301. 1	S-7048. V
사 용 강 종		고장력강 (ALL, DH, EH)	연강 (A, B, D, E)	연강 및 고장력강
사 용 봉 경 (φ)		3.2, 4.0, 5.0	3.2, 4.0, 5.0	4.5, 5.0
용 접 자 세		전자세	전자세	입향하진
봉건조온도 (°C)		350~400(60분간)	70~100°C(60분간)	300~350°C(60분간)
제 조 처		현대종합금속(주)	현대종합금속(주)	현대종합금속(주)
허용전류범위(A)		3.2φ : 80~130 4.0φ : 130~180 5.0φ : 180~240	3.2φ : 80~130 4.0φ : 130~180 5.0φ : 180~240	4.5φ : 180~240 5.0φ : 220~270

(4) 사용 용접기

- ① 교류 : BOC 2인용 KR-500, 고성능 450 등 다수
- ② 직류 : MILLER GPS-1000, LINCOLN DC-600 등 다수

(5) 표준 용접조건표

① 일면 용접(ONE SIDE)

(단위 : mm)

용접자세	시편형상 및 적층법	용 접 조 건				비 고
하향		PASS	전류 ×	전압 ×	속도 (cm/min)	1) 1PASS 용접시 BEAD JOINT부는 필히 GRINDING을 실시하고 용접을 시공할 것.
		1	85-95	23	6.8	
		2	170	27	15.8	
		12	170	27	20.7	
횡향		PASS	전류 ×	전압 ×	속도 (cm/min)	1) 1PASS 용접시 BEAD JOINT부는 필히 GRINDING을 실시하고 용접을 시공할 것.
		1	85-95	23	6.1	
		2	155-170	26	15.8	
		10	155-170	26	14.6	
		11	150-155	25	16.3	
		14	150-155	25	17.1	

일반용접공사 표준작업 요점

용접자세	시편형상 및 적층법	용 접 조 건	비 고																								
입 향 상 진		<table border="1"> <thead> <tr> <th>PASS</th> <th>전류 ×</th> <th>전압 ×</th> <th>속도 (cm/min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>85-100</td><td>23</td><td>5.2</td></tr> <tr><td>2</td><td>140-150</td><td>25</td><td>9.7</td></tr> <tr><td>5</td><td>140-150</td><td>25</td><td>9.7</td></tr> <tr><td>6</td><td>140</td><td>24</td><td>10.7</td></tr> <tr><td>7</td><td>140</td><td>24</td><td>10.0</td></tr> </tbody> </table>	PASS	전류 ×	전압 ×	속도 (cm/min)	1	85-100	23	5.2	2	140-150	25	9.7	5	140-150	25	9.7	6	140	24	10.7	7	140	24	10.0	1) 1PASS 용접시 BEAD JOINT부는 필히 GRINDING을 실시하고 용접을 시공할 것.
PASS	전류 ×	전압 ×	속도 (cm/min)																								
1	85-100	23	5.2																								
2	140-150	25	9.7																								
5	140-150	25	9.7																								
6	140	24	10.7																								
7	140	24	10.0																								
상향		<table border="1"> <thead> <tr> <th>PASS</th> <th>전류 ×</th> <th>전압 ×</th> <th>속도 (cm/min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>85-100</td><td>23</td><td>5.2</td></tr> <tr><td>2</td><td>140-150</td><td>25</td><td>7.9</td></tr> <tr><td>5</td><td>140-150</td><td>25</td><td>10.5</td></tr> <tr><td>6</td><td>140</td><td>24</td><td>10.9</td></tr> <tr><td>7</td><td>140</td><td>24</td><td>10.9</td></tr> </tbody> </table>	PASS	전류 ×	전압 ×	속도 (cm/min)	1	85-100	23	5.2	2	140-150	25	7.9	5	140-150	25	10.5	6	140	24	10.9	7	140	24	10.9	1) 1PASS 용접시 BEAD JOINT부는 필히 GRINDING을 실시하고 용접을 시공할 것.
PASS	전류 ×	전압 ×	속도 (cm/min)																								
1	85-100	23	5.2																								
2	140-150	25	7.9																								
5	140-150	25	10.5																								
6	140	24	10.9																								
7	140	24	10.9																								

② 양면 용접(BOTH SIDE)

(단위 : mm)

용접자세	시편형상 및 적층법	용 접 조 건	비 고																																								
횡향		<table border="1"> <thead> <tr> <th>PASS</th> <th>전류 ×</th> <th>전압 ×</th> <th>속도 (cm/min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>115</td><td>24</td><td>8.0</td></tr> <tr><td>2</td><td>155-170</td><td>26</td><td>15.4</td></tr> <tr><td>7</td><td>155-170</td><td>26</td><td>15.7</td></tr> <tr><td>8</td><td>150-155</td><td>25</td><td>16.1</td></tr> <tr><td>11</td><td>150-155</td><td>25</td><td>13.0</td></tr> <tr><td>12</td><td>155-170</td><td>26</td><td>18.8</td></tr> <tr><td>13</td><td>155-170</td><td>26</td><td>16.8</td></tr> <tr><td>14</td><td>150-155</td><td>24</td><td>15.8</td></tr> <tr><td>15</td><td>150-155</td><td>25</td><td>15.7</td></tr> </tbody> </table>	PASS	전류 ×	전압 ×	속도 (cm/min)	1	115	24	8.0	2	155-170	26	15.4	7	155-170	26	15.7	8	150-155	25	16.1	11	150-155	25	13.0	12	155-170	26	18.8	13	155-170	26	16.8	14	150-155	24	15.8	15	150-155	25	15.7	1) 이면 GOUGING 후 용접 2) 이면 GOUGING 깊이 : 11.0~14.0 폭 : 13.0~17.0
PASS	전류 ×	전압 ×	속도 (cm/min)																																								
1	115	24	8.0																																								
2	155-170	26	15.4																																								
7	155-170	26	15.7																																								
8	150-155	25	16.1																																								
11	150-155	25	13.0																																								
12	155-170	26	18.8																																								
13	155-170	26	16.8																																								
14	150-155	24	15.8																																								
15	150-155	25	15.7																																								

일반용접공사 표준작업 요점

용접지세	시편형상 및 적층법	용 접 조 건				비 고
하향 + 상향		PASS	전류 ×	전압 ×	속도 (cm/min)	1) 이면 GOUGING 후 상향 용접 2) 이면 GOUGING 깊이 : 11.0~14.0 폭 : 13.0~17.0
		1	120	24	6.2	
		2	170	27	15.2	
		11	170	27	21.1	
		12	140~150	25	9.9	
		13	140~150	25	14.5	
		14	140	24	16.7	
		15	140	24	14.4	
입향 상진		PASS	전류 ×	전압 ×	속도 (cm/min)	1) 이면 GOUGING 후 용접 2) 이면 GOUGING 깊이 : 11.0~14.0 폭 : 13.0~17.0
		1	120	24	5.0	
		2	140~150	25	7.6	
		3	140~150	25	5.9	
		4	140	24	7.4	
		5	140	24	7.6	
		6	140~150	25	6.9	
		7	140~150	25	7.2	
		8	140	24	7.7	
		9	140	24	7.8	
상향 + 하향		PASS	전류 ×	전압 ×	속도 (cm/min)	1) 이면 GOUGING 후 하향 용접 2) 이면 GOUGING 깊이 : 11.0~14.0 폭 : 13.0~17.0
		1	120	24	6.2	
		2	170	27	15.2	
		3	140	24	10.9	
		4	140	24	11.2	
		5	170	27	15.7	
		6	170	27	14.2	
		7	170	27	14.2	
		8	170	27	18.3	
		9	170	27	20.4	

(6) 용접시공시 주의사항

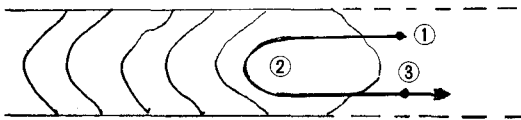
① 용접봉은 필히 건조후 사용하여야 한다. 특히 저수소계 용접봉은 글자 그대로 저수소 성능이 생명이므로 언제나 사용전에는 건조를 실시

한다. 저수소계 용접봉은 300~350℃의 온도에서 60분간 건조한다. 이보다 온도가 높으면 피복제 사이에 스며있는 수분은 제거되어도 결정수의 제거가 곤란하여 완전한 건조가 이루어지지 않

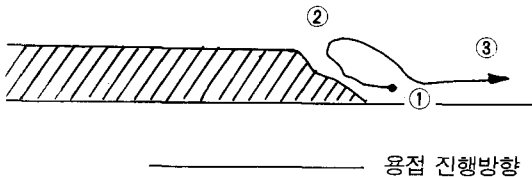
는다. 일단 건조가 완료된 용접봉은 100~130℃로 가온된 통속에 넣어 흡습을 방지하여 사용해야 한다.

② WEAVING 폭은 봉경의 3배를 초과해서는 안된다.

③ 초 ARC 및 BEAD 연결부에 발생하는 BLOW HOLE을 방지하기 위하여 반드시 BACK STEP법을 사용하여야 한다.



1 지점에서 ARC를 발생시켜 2 지점까지 역방향으로 진행후 정상용접 실시



④ ARC 길이를 적당히 유지하고(약 2.0mm) 적정전류, 용접봉 각도, 유효한 운봉법 등으로 용접결함이 생기지 않도록 한다.

⑤ 용접중 층간온도는 항상 250℃ 이하로 유지하고 온도의 측정은 용접부 중앙부를 기준으로 한다. (단, 일반용접봉을 제외한 특수용접봉은 SPEC에 준한다)

⑥ 시험편은 공냉시켜야 한다.

⑦ 용접입열의 대소는 용접부의 냉각속도 및 용접 PASS 수에 영향이 있고 용접입열이 클수록 용접부의 냉각속도는 늦어지고 BEAD가 두껍게 되고 조적이 조대하여 진다. 그러므로 용접금속의 강도, 특히 항복점의 저하 용접금속의 충격치 저하가 초래되므로 과대 입열이 안되게끔

주의를 할 필요가 있다. 또 용접입열이 적을수록 냉각속도가 빠르고 모재 열영향부 및 용접금속의 경화로 인하여 용접균열의 발생을 초래한다. 그러므로 용접균열을 방지하고 양호한 용접이음을 하기 위하여 용접입열의 적정범위를 선택할 필요가 있다.

$$\text{입열량(KJ/CM)} = \frac{\text{용접전류} \times \text{ARC전압} \times 60}{\text{용접속도(CM/min)}}$$

(7) 용접순서

① 대원칙 : 용접구속이 강한 개소부터 약한 개소로 하는 것을 원칙으로 한다.

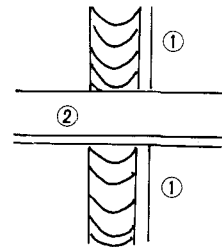
② 판두께가 두꺼운 것부터 우선 용접한다.

③ BUTT JOINT 용접은 FILLET JOINT보다 우선 용접한다.

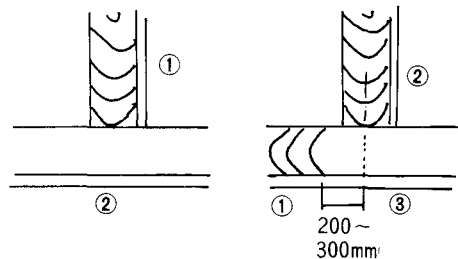
④ 중심에서 상·하·좌·우의 순으로 용접한다.

⑤ 교차부의 용접순서

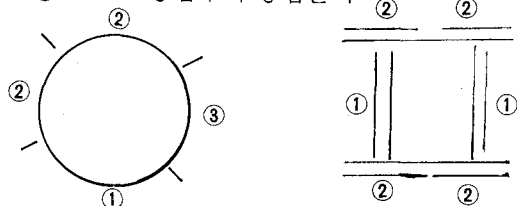
(+자 교차)

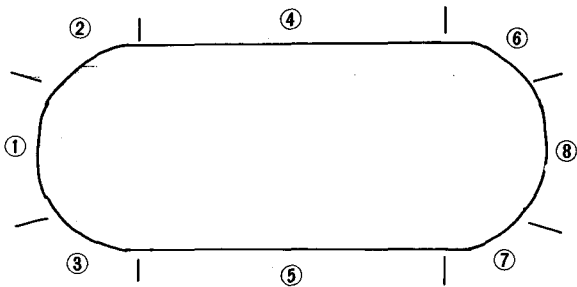


(T자 교차)



⑥ HOLE 용접부의 용접순서





- (7) 시험 용접부의 최대전류로 용접시 잔봉 (50mm)의 과열상태
- (8) FUME 발생량
- (9) 용융성 및 용착성
- (10) 파단시험
 - ① 내부 결함 발생을 측정
 - ② 용입상태 측정
 - ③ 기타 SLAG 혼입

[8] 용접부 시험방법(용접부 물성시험)

가] 용접 작업성 시험(자세별로 실시)

- (1) ARC 성
 - ① 초 ARC 성
 - ② 재 ARC 성
 - ③ 집중성
 - ④ 안정성
- (2) SLAG 성
 - ① 유동성
 - ② 포피성
 - ③ 제거성
- (3) SPATTER 성
 - ① 발생량
 - ② 제거성

- (4) BEAD 퍼짐성
- (5) 외관 BEAD 형상
- (6) 이면 BEAD 형상(이파 용접부인 경우)

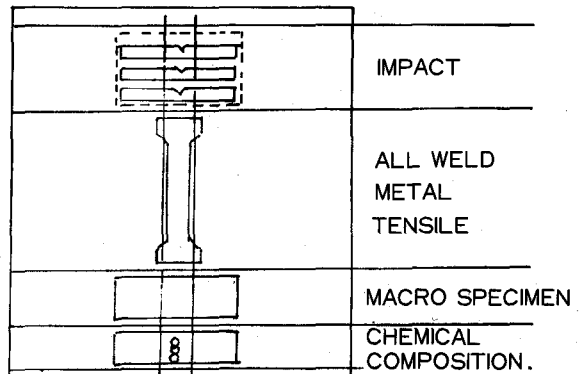
(11) 편심정도 측정

나] 비파괴 검사

- (1) R.T (2) U.T 등

다] 기계적 성질시험

시험편 채취요령



필요한 기계적 성질시험을 더 첨가시킬 수 있다.

[9] 결함의 원인 및 대책

결함	원인	대책
BEAD 외관 불량	① 전류가 높거나 낮을 때 ② 운봉방법의 불량 ③ 용접부의 과열 ④ 용접부의 흡습 ⑤ 용접부에 이물질이 있을 때	① 적정전류 선택 ② 적당한 용접속도로 일정한 WEAVING을 한다. ③ 용접부의 과열을 피한다. ④ 용접봉은 건조후 사용한다. ⑤ 용접부의 청소
용입부족	① 용접속도가 빠를 때 ② 용접전류가 낮을 때 ③ 용접봉 봉경을 잘못 선택했을 때 ④ 개선각도가 부적당할 때	① 용접속도를 줄이고 SLAG 선행을 막는다. ② 적정전류 선택 ③ 적당한 용접봉경 선택 ④ 개선각도는 40° + 50°로 한다.
수평필릿자세의 부등각장	① 용접봉 각도 불량 ② WEAVING 속도가 일정치 않을 경우	① 적정 용접봉 각도 유지 ② 적정 WEAVING 속도 유지

결 함	원 인	대 책
SLAG 혼입	① 전층 SLAG제거가 불안전 할때 ② WEAVING이 불량할 때 ③ 개선각도가 부적당할 때 ④ 전류 과소	① 용접전 용접부 청소 ② WEAVING법을 바꾸어 SLAG 선행을 막는다. ③ 개선각도는 45° + 5°로 한다. ④ 적정전류 선택
BLOW HOLE	① 용접부의 급격한 응고 ② 모재의 S함유량이 많을 때 ③ 용접부에 기름, 녹, 페인트가 묻었을 때 ④ 전류가 높을 때 ⑤ ARC 길이가 길때 ⑥ 용접봉의 흡습	① 예열한다. ② 충분히 건조된 용접봉을 사용한다. ③ 용접부의 청소 ④ 적정전류 사용 ⑤ 적절한 ARC 길이 유지 ⑥ 건조한 용접봉 사용
CRACK	① 구속이 심하고 주위온도가 낮을 때 ② 부적당한 용접봉 사용 ③ 모재에 탄소, 망간 등 합금 원소가 많을 때 ④ 과대전류에서 과대속도로 용접했을 때 ⑤ ROOT GAP 과대 ⑥ 용접봉의 흡습	① 예열 및 용접후 PEENING 한다. ② 충분히 건조한 용접봉 사용 ③ 예열 및 후열을 시행하고 저수소계 용접봉을 사용한다. ④ 적정전류 및 WEAVING법 유지 ⑤ 적정 ROOT GAP유지 ⑥ 건조한 용접봉 사용
UNDER CUT	① 전류가 높을 때 ② ARC 길이가 길대 ③ 용접봉 각도가 부적당 할 때 ④ 용접속도가 빠를 때 ⑤ ROOT GAP이 클때 ⑥ 용접봉 흡습	① 적정전류 선택 ② 적절한 ARC 길이 유지 ③ 정확한 각도 유지 ④ 적절한 용접속도 유지 ⑤ ROOT GAP은 0.8m이하로 한다. ⑥ 용접봉은 건조후 사용한다.
OVER LAP	① 전류가 낮을 때 ② 용접봉 각도 불량	① 적정전류 선택 ② 정확한 각도 유지
SPATTER 발생량이 많다.	① 전류가 높을 때 ② 용접봉 흡습 ③ ARC 길이가 길때	① 적정전류 선택 ② 용접봉은 건조후 사용한다. ③ 적절한 ARC 길이 유지

[10] 용접작업 안전수칙

- (1) 용접장비의 설치상태, 접지상태 및 제반사항을 확인한다.
- (2) 항상 용접작업에 적합한 보호의를 착용한다.
- (3) 용접, 그라인딩, 절단작업시 항상 적절한 보안구를 사용한다.
- (4) 작업장을 깨끗이하고 위험요소를 제거한

- 다. 가연성 가스나 폭발물질이 작업장이나 그 주위에 없는가 확인한다.
- (5) 압축가스는 취급에 주의를 철저히 한다.
- (6) 압축가스를 다 쓴 빈병은 「공병」이라 표시한다.
- (7) 제한된 장소에서의 용접은 반드시 별도의 안전조치를 취한다.
- (8) 가연성 물질이 들어있는 용기는 반드시 사

전에 별도의 안전조치를 취한다.

(9) 용접 CABLE을 연결 사용시 모든 연결부를 단단히 하고 절연되도록 한다. 벗겨지거나 까진 것을 사용해서는 안된다.

(10) 홀더를 사용하지 않을 때는 반드시 홀더 걸이에 걸어 둔다.

(11) 용접봉 또는 잔봉이 바닥에 놓여 있지 않도록 한다.

(12) 자신이 용접중 발생하는 ARC 빛을 다른 사람이 볼 수 없도록 차광막을 사용한다.

(13) 고소 작업시 발판, 사다리, 용접부위가 견고한가 확인한다.

(14) 고소작업에서 난간이나 울타리가 없는 곳

에서는 안전벨트나 구명줄을 사용한다.

(15) 유류저장고 부근에서는 용접하지 않는다.

(16) 수냉식 장비를 사용할 때는 누수여부를 점검한다.

(17) 무부하 전압이 필요(90V) 이상으로 높은 용접기를 쓰지 말고 가능한한 전격 방지기를 사용한다.

(18) SWITCH의 개폐 조작은 지정된 방법으로 하고 절대로 젖은 손으로 만지지 않는다.

(19) 홀더에 용접봉을 꽂은 채 방치해서는 안된다.

(20) 작업이 끝났을 때나 장시간 작업중지시에 는 반드시 용접기의 SWITCH를 끊는다.

고정관념을 깬 침실·욕실 꾸미기

가구는 끝선이 벽면과 나란해야 하고, 좁은 방엔 밝은 벽지로 넓은 느낌을 줘야 하고…… 이것이 흔히 알려진 실내꾸미기의 원칙이다.

그러나 미국 인테리어잡지 「베터 홈스 & 가든스」의 특집호에 실린 다섯가지 사례는 고정관념을 깨뜨리면서도 쾌적한 실내꾸미기의 가능성을 보여주고 있다.

첫번째는 벽과 나란한 가구 배치, 침실은 침대머리가 네모난 방의 모서리와 각을 이루도록 배치하는 과격성을 시도했다. 침대 좌우로 오밀조밀한 코너를 마련하여 자칫 황량해질 법한 침대 주위에 공간의 재미를 주었다.

두번째는 작은 침실의 벽면

을 검은 색으로 칠해 오히려 아늑한 분위기를 극대화한 경우이다. 좁은 공간엔 밝은 색을 써야만 한다는 고정관념에 도전한 것이다. 주의할 점은 전체적으로 어두운 색을 쓰더라도 벽에 거는 그림 따위로 아주 환한 하이라이트 부분을 꼭 만들어 줘야 숨통이 트인다.

세번째는 좁은 공간의 또다른 고정관념이다. 즉 벽면 무늬가 자잘해야 넓게 보인다는데 도전한 경우이다. 좁은 직사각형 욕실 벽면을 대형체크무늬로 꾸며 때로는 대담한 무늬가 더 시원스럽게 느껴진다는 것을 보여준다. 중요한 것은 무늬의 크기가 아니라 공간의 모양과 어울리는가 하는 점이다.

네번째는 수납가구가 너무

눈에 띄는 색이면 주위와 조화를 이루기 힘들다는 고정관념에 도전한 경우이다. 집주인의 기호대로 욕실장은 흔히 쓰지 않는 선명한 청록색으로 고른 대신 욕실 바닥에는 이를 중화시켜주는 흰색타일을 쓰는 것이 그 예이다. 주의할 점은 본인이 좋아하는 색이라 해도 단색을 고르고, 흰색·회색 등 중성색으로 이를 받쳐주도록 하는 것이다.

다섯번째는 욕실엔 샤워커튼처럼 방수소재만 써야 한다는 고정관념을 깨고 거실·침실에 쓰는 일반 천으로도 욕실을 꾸미는 것이다. 밖으로 난 창에 자연소재 녹색커튼을 다는 것만으로도 숲에서 목욕하는 기분을 내는 식이다.