

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 뉴우톤의 만유인력의 법칙에 따라 금속 원자간의 인력이 작용하여 서로 결합하게 되는데 이와같은 결합을 넓은 의미의 용접이라 한다. 본고는 지난 4월호부터 연재중에 있다. 「편집자 주」

제10장 CO₂ GAS 용접작업표준서

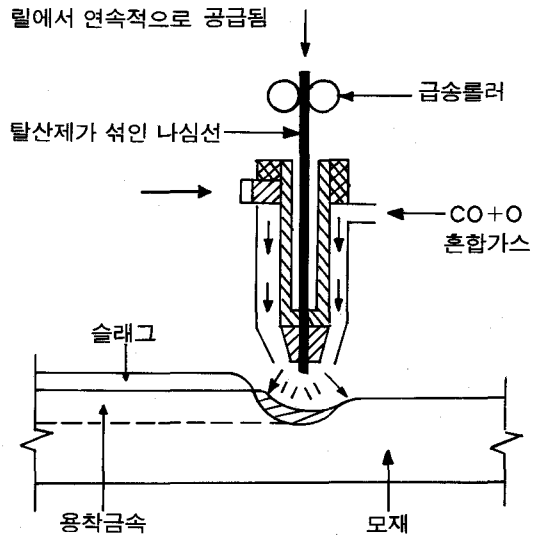
[1] CO₂ GAS 용접의 개요

CO₂ GAS 용접은 COIL 모양으로 감긴 WIRE가 송급 MOTER에서 용접 TORCH로 자동으로 송급되며 TORCH 조작은 작업자가 수동으로 조작하는 반자동 용접법이다.

용접전원은 CONDUCT-TIP에서 통전되며 WIRE 자체가 전극이 되고 모재와의 사이에서 ARC를 발생시키면서 모재와 WIRE를 용융시켜 접합하는 용접기법이다. 이때 용착금속의 대기중의 산소나 질소의 영향을 받지 않게 NOZZLE에서 CO₂ GAS가 공급되어 SHIELDING 된다. 이 원리를 [그림 1]에서 나타냈다.

가] 원리

CO₂ GAS는 대기중의 산소나 질소가 용착금속중에 들어가서 기계적 성질을 나쁘게 하거나 기공이 발생하는 것을 막기 위해 공급되며, CO₂는 ARC의 고온에 의해 식과 같이 분해된다.



[그림 1] CO GAS 용접의 원리

CO+O의 분위기중에서 용융강이 존재하면 ㉠식의 반응을 일으킨다.

강중에 함유되어 있는 C는 철보다도 산소와 결합하기 쉬우므로

㉑, ㉒식에서 생긴 CO_2 GAS가 응고할 때 기포가 되고, 일부 용착금속중에 남는 것이 BLOW-HOLE이다.

㉓식의 반응에 의해 생긴 MnO , SiO_2 는 SLAG가 되어 BEAD 표면에 부상하게 되고 결합이 없는 기계적 성질이 우수한 용착금속이 얻어진다.

나] CO_2 GAS의 용접의 특징

피복 ARC용접과 비교하면 다음과 같은 장·단점이 있다.

1) 장점

- ① 고전류를 사용하며 심선경에 대해 전류밀도가 높으므로 용접속도가 빠르고 능률이 높다.
- ② ARC의 집중성이 좋기 때문에 용입이 깊다.
- ③ SLAG 생성이 적고 제거할 필요성도 적으며 용착효율이 높다.

④ ARC의 발생율이 높고 용접경비가 싸며 경제적이다.

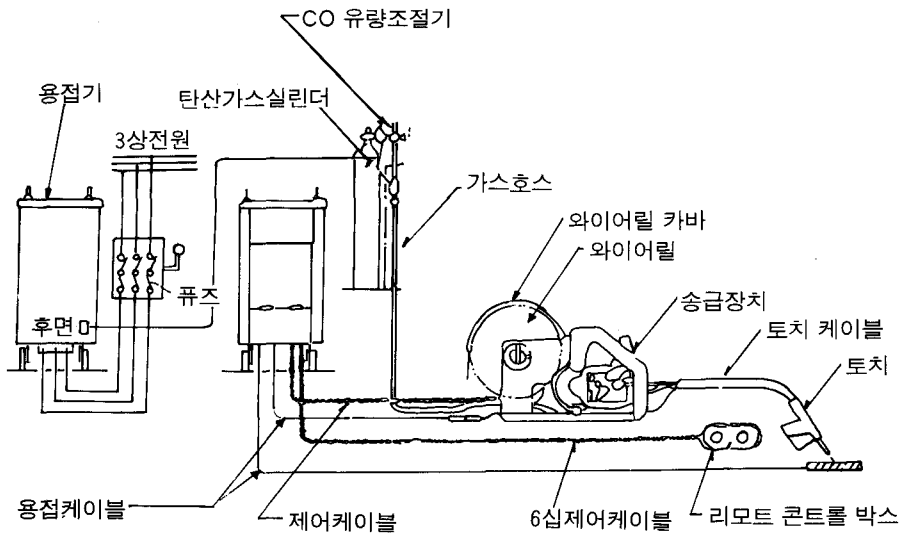
⑤ 용착금속중에 수소량이 적고 내균열성 및 기계적 성질이 양호하다.

⑥ WIRE 상태임으로 용접봉 교환이 필요없다.

2) 단점

- ① 용접단가가 높다.
- ② 용접사의 기량이 요구된다.
- ③ 풍속 2m/sec 이상의 바람에는 방풍장치가 필요하다.
- ④ SPATTER 발생량이 많다.
- ⑤ OIL PRIMER 등의 이물질에 대해 민감하다
- ⑥ CABLE & TORCH가 무겁다.
- ⑦ 용접기기의 가격이 비싸다.

[2] 용접기의 구조



[그림 2] 용접기의 구조

[3] CO₂ GAS 용접기의 작동법(DYNA AUTO 500PS)

[작동순서]

- 1) TRANSFORMER 전원 SWITCH를 "ON"에 위치시킨다.
- 2) GAS 압력검출기(GAS REGULATOR)의 SWITCH를 "ON"에 위치시키고 GAS 유량기(FLOW METAR)의 조절밸브를 열고 GAS 유량을 확인한다.
- 3) GAS 유량 점검이 끝나면 GAS 점검 SWITCH를 "OFF"에 위치시킨다.
- 4) 전압(V) 조절 SWITCH를 필요한 곳에 가] 전진법과 후퇴법

위치시킨다.

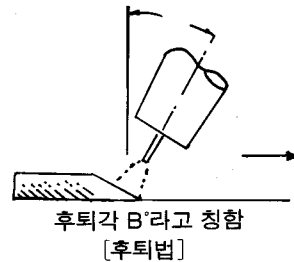
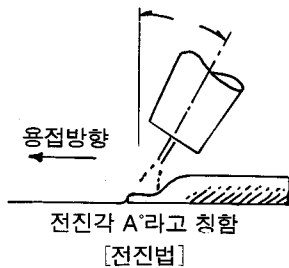
5) 전류 조절 SWITCH를 필요한 곳에 위치시킨다. (참고 : 용접기에 따라서 WIRE 송급속도(WIRE FEEDING SPEED)로 조절하는 것도 있다.)

6) TORCH SWITCH를 눌러 용접한다.

※ 동작순서

- ① GAS 밸브가 열린다.
- ② WIRE 송급모터가 회전함과 동시에 2차 CABLE에 전류가 흐르게 된다.
- ③ ARC 발생

[4] 표준 개선 TYPE (형상)



나] 전진법, 후퇴법의 특징

구분	전진법	후퇴법
특징	① 용접부 관찰이 쉽다. ② 여성고가 낮고 퍼짐성이 좋다. ③ 안정된 이면 BEAD가 얻어진다. ④ SPATTER가 크며 전방으로 튀어나간다. ⑤ 용착금속 선행이 쉽고 용입이 얇다.	① 용접부 관찰이 어렵다. ② 여성고가 낮고 퍼짐성이 나쁘다. ③ 안정된 이면 BEAD 형성이 어렵다. ④ SPATTER가 발생은 적다. ⑤ 용착금속 선행이 없고 용입이 깊다. ⑥ BEAD 형상관찰이 용이하므로 BEAD 폭 높이를 조절하기 쉽다. ⑦ 한번에 용착금속을 많이 채울 수 있다.

다] 전진법과 후퇴법의 적용 예

조건	전진법	후퇴법	이유
박판, 하향용접	○	△	용접부 관찰이 쉽고 용입이 얇고 BEAD 퍼짐성이 좋다.
중, 후관 하향용접(BUTT)	○	◎	용입이 양호하고 작업성이 좋다. PASS수가 적다.
수평 FILLET 용접(1 PASS)	○	△	BEAD 퍼짐성이 좋다.
수평 FILLET 용접(다층)	○	○	FINAL만 전진법, 그외엔 후퇴법으로 한다.

(NOTE : ◎ : 최우수, ○ : 우수, △ : 보통)

라) 용접전원

용접전원은 AC, DC용으로 나누어지나 일반적으로 직류전원을 사용하며 직류전원을 사용하는 경우는 2차 전원의 접속에 따라 DCSP, DCRP로 나누어진다.

구분	전원		AC
	DCSP	DCRP	
2차전원 배치	TORCH : - 모 재 : +	TORCH : + 모 재 : -	구분없음
BEAD 폭	약간 넓다	약간 좁다	보통
BEAD 높이	약간 낮다	약간 높다	보통
용 입	얕다	깊다	보통

[5] 용접시공시 특기사항

가] GAS 유량은 소전류인 경우 18~22 l / min, 대전류인 경우 22~25 l / min이 적당하나 옥외작업시에는 GAS 유량을 증가시키는 것이 좋다. 그러나 풍속 1.5~2.0m/sec 이상일 경우에는 바람막이를 설치한다.

나] STICK OUT 길이는 소전류인 경우 6~15mm이고, 대전류인 경우 15~25mm이다.

다] 자세별 용접조건

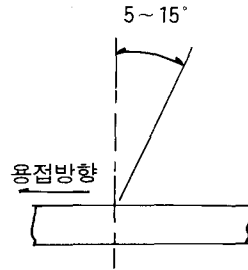
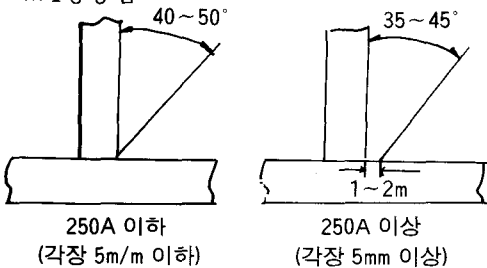
WIRE	자세 용접조건	FILLET				BUTT		
		H. F	V-UP	V-D	O.H	F	V-UP	H
SM-70	전류(A)	280	140	205	220	280	140	220
1.2φ	전압(V)	31	20	22	25	31	20	25

[6] 용접시공요령

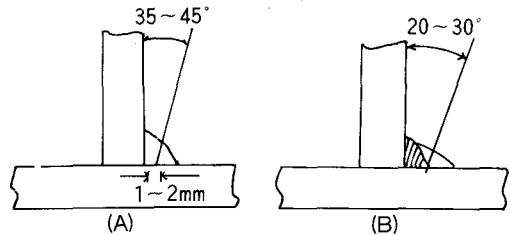
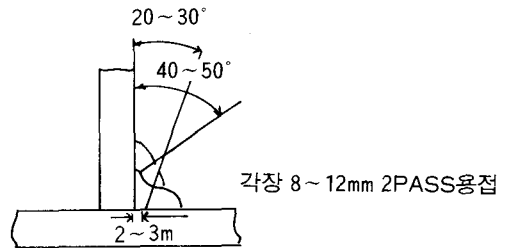
가] 자세별 WEAVING법 및 TORCH 각도

※ HORIZONTAL FILLET

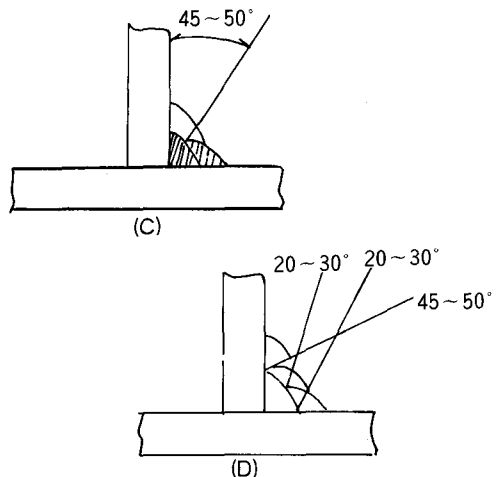
※ 1층용접



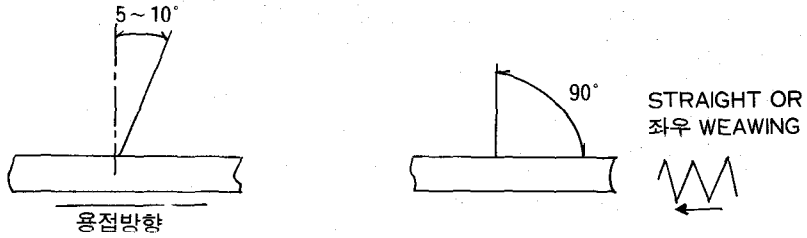
※ 다층용접



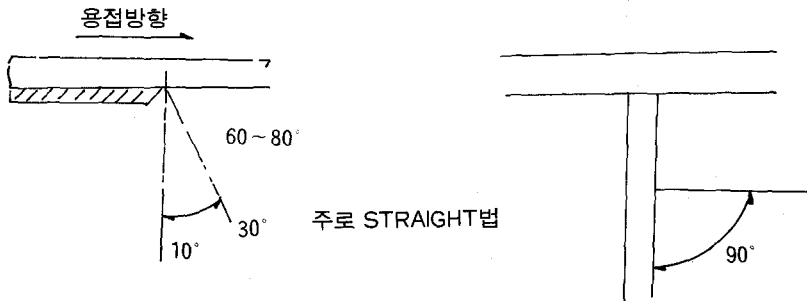
각장 12mm 이상 다층용접



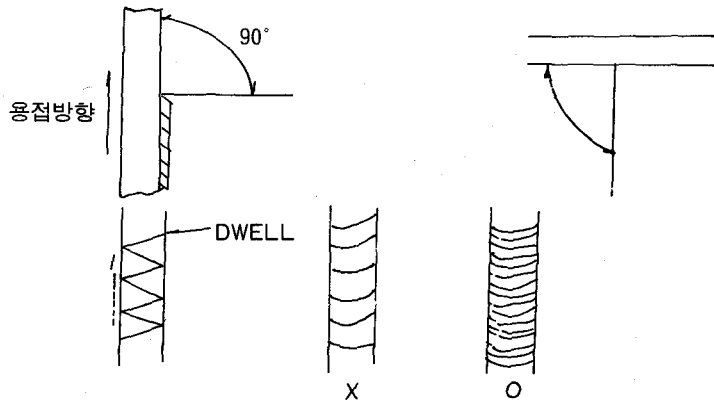
※ FLAT



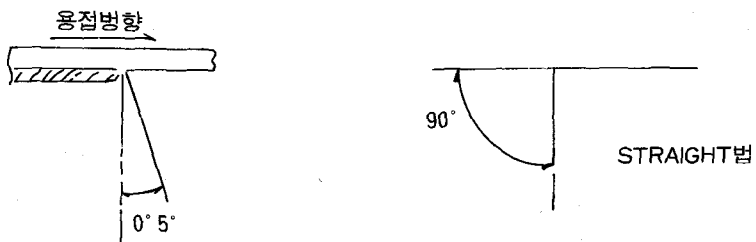
※ HORIZONTAL BUTT



※ VERTICAL-UP



※ OVER HEAD



[7] 용접결함 발생 원인과 대책

용접결함	원 인	대 책
Blow Hole Pit	<ul style="list-style-type: none"> • Gas Shielding이 되지 않는다. • Gas에 공기가 혼입되어 있다. • 강풍때문에 피포효과가 충분하지 않다. • Nozzle에 Spatter가 쌓여 있다. • Co₂ Gas에 습기가 있다. • 용접부에 많은 녹과 기름이 묻어 있다. • Wire에 기름, 녹이 묻어 있다. • ARC 길이가 너무 길다. • Nozzle경이 너무 적다. • Wire에 불순물이 묻어 있을때 (장시간 방치할 경우) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bombe에 Gas가 있다. Valve는 열려져 있나 점검한다. • Gas Tube에 구멍이 있지 않나 점검한다. • 풍속 2m/sec 이상의 장소에는 바람막이를 설치한다. • Nozzle에 붙어있는 Spatter를 제거한다. • 용접용 Gas를 사용한다. • 용접부를 깨끗이 청소한다. • Wire 통로에 묻은 기름을 제거한다. • 전압을 낮게 한다. • 적당한 Wire경으로 바꾼다.

제11장 FCAW WITH GAS 용접작업 표준서

[1] FCAW WITH GAS 용접의 원리

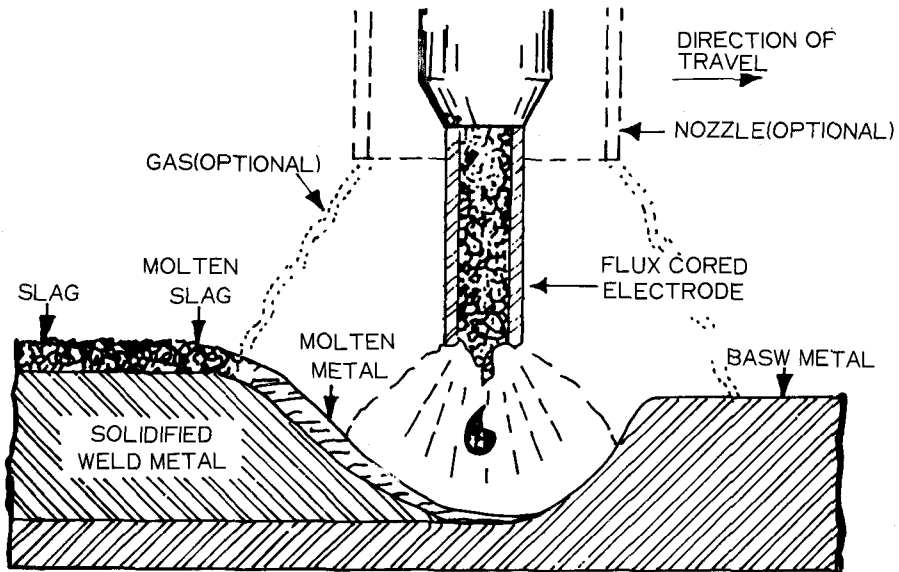
FCAW WITH GAS 용접은 COIL 모양으로 감긴 WIRE가 송급 MOTER에서 용접 TORCH로 자동으로 송급되고 TORCH 조작은 작업자가 수동으로 조작하는 반자동 용접법이다.

용접전원은 CONDUIT-TIP에서 통전되며 WIRE 자체가 전극이 되고 모재와의 사이에서

ARC를 발생시키면서 모재와 WIRE 자체가 전극이 되고 모재와의 사이에서 ARC를 발생시키면서 모재와 WIRE를 용융시켜 접합하는 용접이다. 또한 WIRE 속에 FLUX가 함유되어 있어 작업성 및 기계적 성질을 좋게 한다.

이때 용착금속이 대기중의 산소나 질소의 영향을 받지 않게 NOZZLE에서 CO₂ GAS가 SHIELDING된다.

이 원리를 [그림 3] 에서 나타냈다.



[그림 3] FCAW WITH GAS WIRE 용접의 원리

[2] FCAW WITH GAS 용접의 특징

피복 ARC 용접과 비교하면 다음과 같은 장·단점이 있다.

가] 장점

- 1) 고전류를 사용하며 심선경에 대해 전류밀도가 높으므로 용접속도가 빠르고 능률이 높다.
- 2) ARC의 집중성이 좋기 때문에 용입이 깊다.
- 3) 심선내의 FLUX가 함유되어 있기 때문에 작업성이 좋다.
- 4) SLAG 표피성이 좋고 용착효율이 높다.

5) ARC의 발생율에 비해 용접경비가 싸며 경제적이다.

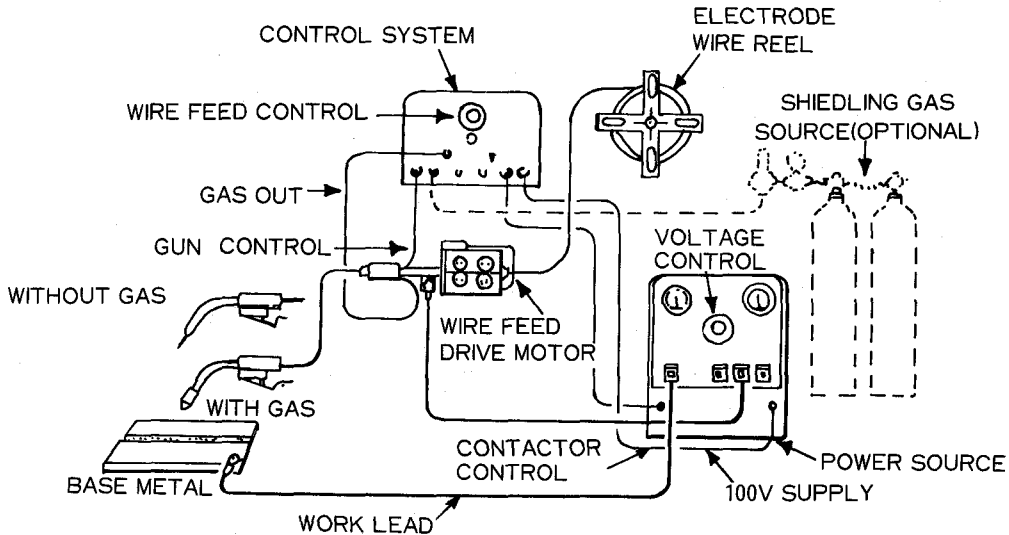
6) 용착금속중에 수소량이 적다.

7) WIRE 상태이므로 용접봉 교환시간이 수동용접에 비해 절약된다.

나] 단점

- 1) 풍속 2m/sec 이상의 바람에는 방풍장치가 필요하다.
- 2) SLAG 생성량이 많다. (CO₂ 용접에 비해)
- 3) OIL PRIMER 등의 이물질에 대해 민감하다.
- 4) CABLE & TORCH가 무겁다.

[3] 용접기의 구조



[그림 4] 용접기의 구조

가] 용접기의 구조

FCAW WITH GAS WIRE의 용접기는 용접전원, WIRE 송급장치, 제어장치, 용접 TORCH, 부속기기로 구성되어 있다.

1) 용접전원

용접전원은 AC, DC용으로 나뉘어지나 일반적으로 직류전원을 사용하며 직류전원을 사용하는 경우는 2차전원의 접속에 따라 DCSP, DCRP로 나뉘어진다.

구 분	전 원	D C	
		DCSP	DCRP
2차 전원 배치		TORCH : - 모 재 : +	TORCH : + 모 재 : -
BEAD 폭		넓 다	좁 다
BEAD 높이		낮 다	높 다
용 입		얕 다	깊 다

* 일반적으로 DCRP를 많이 사용한다.

2) WIRE 송급장치

WIRE 송급장치는 용접 TORCH에 WIRE를 보내주는 장치로서 WIRE 송급 MOTER, 감속 기구, WIRE 송급 ROLLER, WIRE 가압장치, WIRE REEL 등으로 구성되어 있다.

3) 제어장치

제어장치는 WIRE 송급제어, 용접전원의 "ON", "OFF" 용접전류 전압의 조정, CO₂ GAS의 송급장치 등의 제어를 하는 것이다.

4) 용접 TORCH

용접 TORCH는 용접용 WIRE를 용접부로 끌어들이는 역할과 TORCH 선단부의 CONDUCT-TIP에서 전류를 통하게 하는 역할 및 SHIELDING GAS의 통로 역할도 한다.

나] FCAW WITH GAS WIRE 용접기의 작동 법

1) TRANSFORMER 전원 SWITCH를 "ON"에 위치시킨다.

2) GAS 압력검출기(GAS REGULATOR)의 SWITCH를 "ON"에 위치시키고 GAS 유량기(FLOW METER)의 조절밸브를 열고 GAS 유량을 확인한다.

3) GAS 유량점검이 끝나면 GAS 점검 SWITCH를 "OFF"에 위치시킨다.

4) 전압(V) 조절 SWITCH를 필요한 곳에 위치시킨다.

5) 전류조절 SWITCH를 필요한 곳에 위치시킨다.

6) TORCH SWITCH를 눌러 용접한다. (동작순서)

① GAS 밸브가 열린다.

② WIRE 송급모터가 회전함과 동시에 2차 CABLE에 전류가 흐르게 된다.

③ ARC 발생

7) 부속기기

부속기기는 GAS FLOW METER, TORCH 냉각수 순화장치, GAS 압력검출기 등 용도에 따라 여러가지가 쓰여진다.

① GAS FLOW METER(가스유량조절기), GAS 압력검출기는 필수적인 부속기기로 용접기 자체에 없을시는 새로 설치할 필요가 있다.

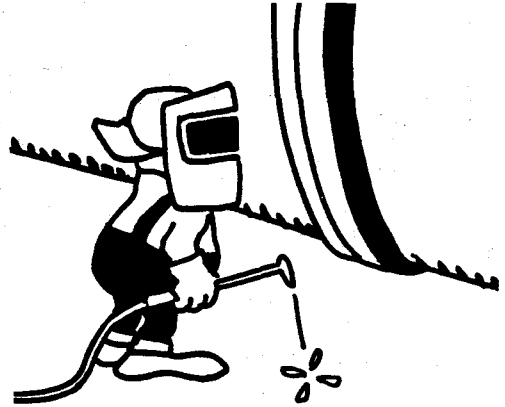
② CRATER SWITCH는 용접기에 따라 있는 것과 없는 것이 있으나 근래의 용접자동화 경향에 따라 꼭 필요하다.

③ TORCH 냉각수 순환장치는 용접열에 의한 TORCH 과열을 방지하기 위한 것이며 공랭식 TYPE의 TORCH가 중량이 가볍고 작업상 편리하기 때문에 대부분 공랭식이 사용되어지고 있다.

[4] 용접 조건의 설정

가] 자세별, 적정용접조건(D. S-7100, SF 기준, DW-100 1.2 기준)

자세	WIRE	D. S-7100	
		전류 (A)	전압 (V)
FILLET	H-F	280	31
	V-UP	200	26
	V-D	230	27
	O. H	230	27
BUTT	F	280	31
	V-UP	200	26
	H	250	28



나] 용접조건의 설정시 참고사항

구 분	전 류		전 압	
	높을때	낮을때	높을때	낮을때
BEAD 폭	불규칙	불규칙	증 가	감 소
BEAD 높이	증 가	감 소	감 소	증 가
용 입	"	"	"	"

다] 용접조건의 설정

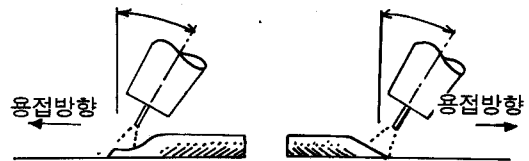
1) 전류: 용접전류는 WIRE의 용융속도 및 용입의 깊이를 결정하는 곳으로 모재의 판두께나 용접자세에 따라 선정된다.

2) 전압: ARC 전압은 BEAD 형상 및 용적의 이행상태를 결정한다.

가] 전진법과 후퇴법

[5] TIP과 모재간의 거리

- 1) 소전류(200A 이하): 6~15mm
- 2) 대전류(200A 이상): 15~25mm



[전진법]

[후퇴법]

[6] FCAW WITH WIRE의 운봉(WEAVING)

법(전진법, 후퇴법)

나] 전진법, 후퇴법의 특징

구분	전진법	후퇴법
	①용접부 관찰이 쉽다. ②여성고가 낮고 퍼짐성이 좋다. ③안정된 이면 BEAD가 얻어진다.	①용접부 관찰이 어렵다. ②여성고가 낮고 퍼짐성이 나쁘다. ③안정된 이면 BEAD 형성이 어렵다.

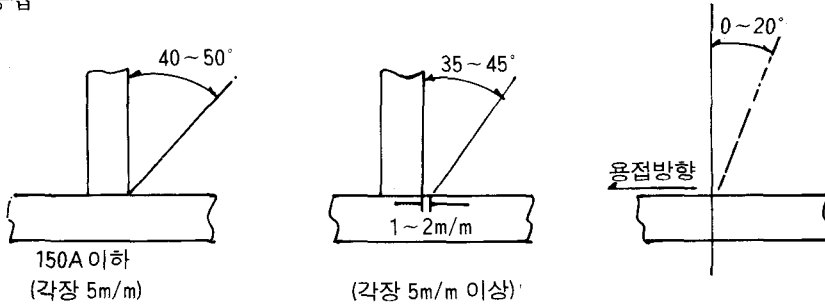
구분	전진법	후퇴법
특징	④ SPATTER가 크며 전방으로 튀어나간다. ⑤ 용착금속 선형이 쉽고 용입이 얇다.	④ SPATTER가 발생은 적다. ⑤ 용착금속 선형이 없고 용입이 깊다. ⑥ BEAD 형상관찰이 용이하므로 BEAD 폭 높이를 조절하기 쉽다. ⑦ 한번에 용착금속을 많이 채울 수 있다.

[7] 용접시공요령

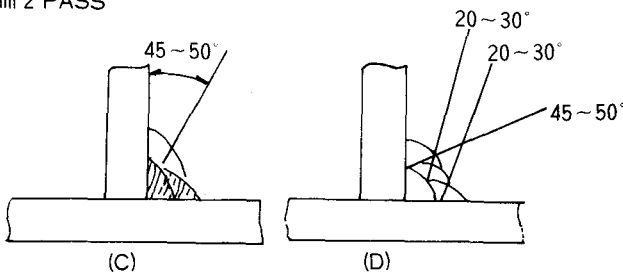
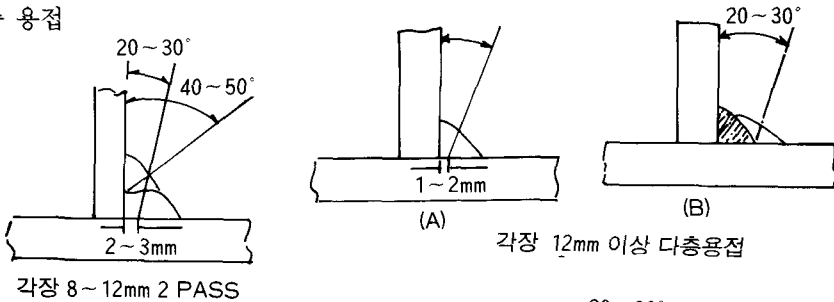
가] 자세별 WEAVING법 및 TORCH 각도

※ HORIZONTAL FILLET

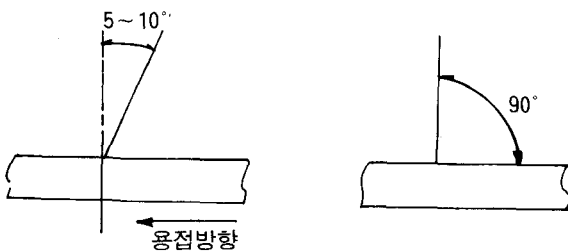
※ 1층 용접



※ 다층 용접



※ FLAT BUTT



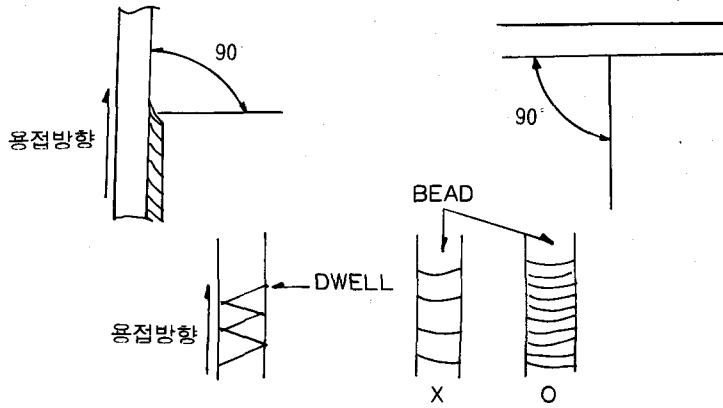
STRAIGHT OR 좌우 WEAVING

GAP $3m/m$

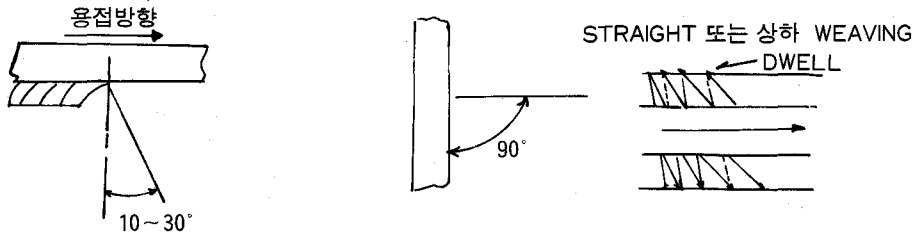
GAP $4 \sim 6m/m$

GAP $6 \sim 8m/m$

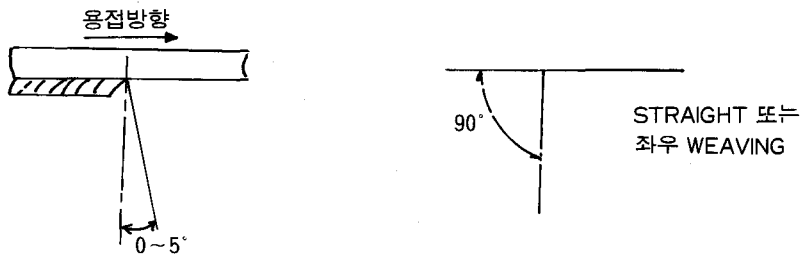
※ VERTICAL-UP



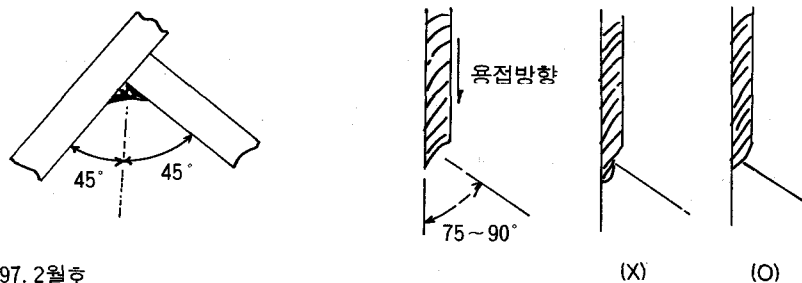
※ HORIZONTAL

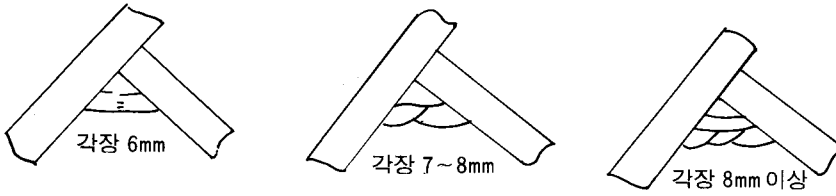


※ OVER HEAD

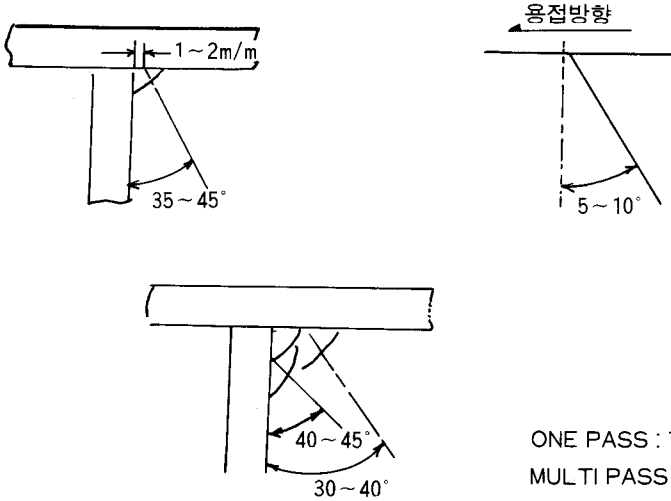


※ VERTICAL DOWN





※ "T" OVER HEAD



ONE PASS : 7mm
MULTI PASS : OVER THAN 6mm

나] 용접조건과 영향

(1) TORCH 각도가 반대일 경우

- ① BEAD 폭이 좁아진다.
- ② 여성고가 높게된다.
- ③ 용입이 깊게된다.
- ④ 기공이 발생하기 쉽다.

(2) 용접속도가 빠르면

- ① Bead 폭이 좁게된다.
- ② 용입이 얇게된다.
- ③ 여성고가 낮게된다.
- ④ 속도가 빠르면 Under Cut 발생
- ⑤ Spatter가 증가한다.

(3) Tip과 모재와의 거리가 너무 멀면

- ① Wire 송급속도가 일정한 경우 전류 감소
- ② Bead의 파형이 크다.

(4) Nozzie 높이가 너무 높으면 Gas의 피포 효과가 나쁘게 되고 기공이 발생

- (5) Nozzie 높이가 너무 낮으면
- ① Spatter가 Nozzie에 막힌다.
- ② 용접 Line을 보기 어렵다.

(9) 용접전류가 너무 높은 경우

- ① Bead폭이 크게된다.
- ② 용입이 깊게된다.
- ③ 여성고가 높다.
- ④ Spatter 입자가 크다.
- ⑤ 용융지가 거칠고 Bead 파형이 엉켜진다.

(6) Wire경이 너무크면

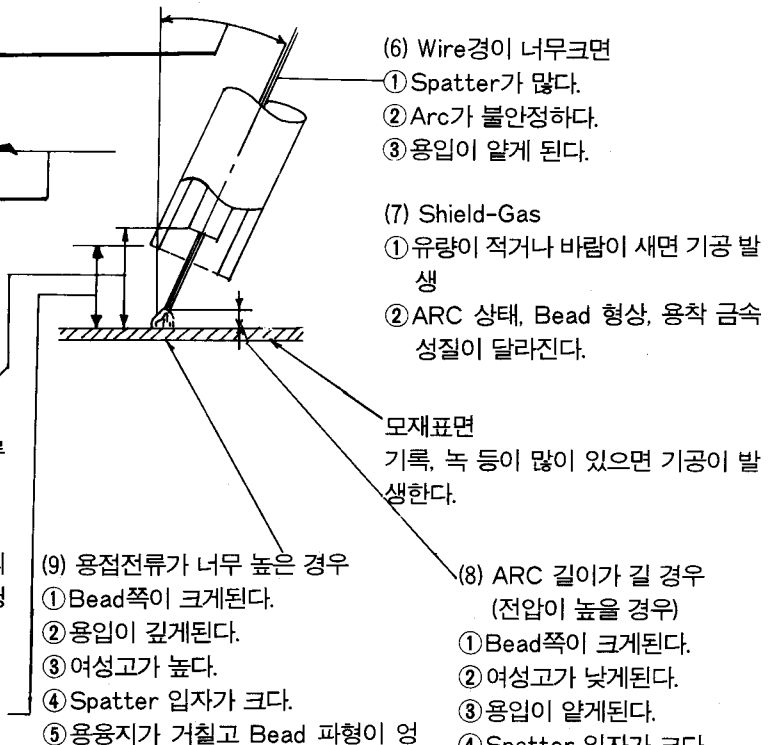
- ① Spatter가 많다.
- ② Arc가 불안정하다.
- ③ 용입이 얇게 된다.

(7) Shield-Gas

- ① 유량이 적거나 바람이 새면 기공 발생
- ② ARC 상태, Bead 형상, 용착 금속 성질이 달라진다.

(8) ARC 길이가 길 경우

- (전압이 높을 경우)
- ① Bead폭이 크게된다.
- ② 여성고가 낮게된다.
- ③ 용입이 얇게된다.
- ④ Spatter 입자가 크다.



[8] 용접결함의 원인과 대책

용접결함	원 인	대 측
Blow Hole Pit	<ul style="list-style-type: none"> • Gas Shielding이 되지 않는다. • Gas에 공기가 혼입되어 있다. • 강풍때문에 피포효과가 충분하지 않다. • Nozzle에 Spatter가 쌓여 있다. • Co₂ Gas에 습기가 있다. • 용접부에 많은 녹과 기름이 묻어 있다. • ARC 길이가 너무 길다. • Nozzle경이 너무 적다. • Wire에 불순물이 묻어 있을때 • 장시간 방치할 때 	<ul style="list-style-type: none"> • Bombe에 Gas가 있다, Valve는 열려져 있나 점검 • Gas Tube에 구멍이 있지 않나 점검한다. • 풍속 2m/sec 이상의 장소에는 바람막이를 설치한다 • Nozzle에 붙어있는 Spatter를 제거한다. • 용접용 Gas를 사용한다. • 용접부를 깨끗이 청소한다. • Wire 통로에 묻은 기름을 제거한다. • 전압을 낮게 한다. • 적당한 Wire경으로 바꾼다. • 불순물이 많이 묻어있는 WIRE는 폐기처분 한다.
Under Cut	<ul style="list-style-type: none"> • 용접속도가 빠를때 • ARC 길이가 길때 • 전압이 너무 높다. • 적정 Torch 각도 및 Wire Setting 위치 불량 	<ul style="list-style-type: none"> • 용접속도를 늦춘다. • ARC 길이를 짧게 한다. • 전압을 낮춘다. • Torch 각도 및 Wire Setting 위치 수정
Over lap	<ul style="list-style-type: none"> • 전류가 낮을때 • 대전류 저속용접을 할 경우 • H-Fillet의 Wire Setting 불량 	<ul style="list-style-type: none"> • 적정 전류 선택 • 적정조건 및 적정용접 속도 유지 • 적정 Wire Setting 위치 선택
Slag 혼입	<ul style="list-style-type: none"> • 전층 Slag 제거나 나뉠때 • 개선각도가 부적당할때 	<ul style="list-style-type: none"> • 전층의 Slag 철제 제거 • 개선각도를 45° 이상으로 한다.
용입 부족	<ul style="list-style-type: none"> • 전압과대 • 개선각도가 부적당할때 • 용접전류가 낮을때 	<ul style="list-style-type: none"> • 적정 전압 선택 • 개선각도는 45° 이상으로 한다. • 적정 전류 선택
Spatter	<ul style="list-style-type: none"> • 전압과대, 과소 • 전류과소 • Arc가 불안정할때 • 모재의 과열 	<ul style="list-style-type: none"> • 적정 전압 선택 • 적정 전류 선택 • Earth 상태 및 Wire 송급 장치 점검 • 모재가 냉각된 상태에서 시공
H-Fillet 부등각장	<ul style="list-style-type: none"> • 전압과대 • Torch 각도 및 Wire Setting 위치 불량 • 용접속도가 일정치 못하다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 적정 전압 선택 • Torch 각도 Wire Setting 위치 • 일정한 속도로 용접
Bead 외관 불량	<ul style="list-style-type: none"> • 전압과대 • 용접속도가 빠르다. • 모재가 가열되어 있다. • 용접속도가 일정하지 못하다. • Stick Out 길이가 길다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 적정 전압 선택 • 적정 용접속도 유지 • 층간 온도 유지 • 일정한 속도로 용접 • Stick Out 길이는 15~25mm로 한다.
Pock Mark 발생	<ul style="list-style-type: none"> • 용접속도가 느리다. • 전류과대 	<ul style="list-style-type: none"> • 용접속도를 빨리한다. • 적정전류 사용

[다음호에 계속]