

일반용접공사 표준작업 요점

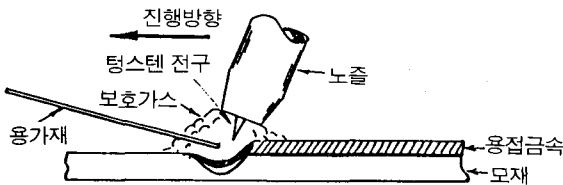
용접은 고체상태에 있는 두 개의 금속재료를 열이나 압력 또는 열과 압력을 동시에 가해서 서로 접합을 시키는 기술이며, 금속과 금속을 서로 충분히 접근시키면 이들 사이에는 뉴우튼의 만유인력의 법칙에 따라 금속 원자간의 인력이 작용하여 서로 결합하게 되는데 이와같은 결합을 넓은 의미의 용접이라 한다. 본고는 지난 4월호부터 연재중에 있다.

[편집자 주]

제11장 일반자동용접 작업표준서

[1] 개요

TIG(TUNGSTEN INERT GAS) 용접은 각종 금속용접을 특수한 TORCH를 사용하여 전극 주위에 AR, HE, 등과 같은 불활성 GAS를 유출하면서 TUGNSTEN 전극과 모재 사이에 ARC를 발생시키고 용접부를 산화되지 않게 보호하면서 ARC열로 용접부 및 용가재를 용융시켜 접합하는 방법이다.



[그림 1] TIG 용접법의 원리도

[2] TIG 용접의 장·단점

(1) 장점

1) 피복제와 플락스가 필요없다.

용융금속과 대기중의 산소, 질소와의 화학반응(산화, 질화)을 방지하기 위하여 불활성 GAS로 용접부를 보호하기 때문에 피복제와 플락스가 필요없으며 청정효과에 의해 산화막이 견고한 금속이나 산화물이 생성되기 쉬운 금속이라도 용제를 사용하지 않고 용접이 가능하다.

2) SLAG가 없다.

용접시 플락스 및 용제를 사용하지 않으므로 SLAG가 생성되지 않는다.

3) 전자세 용접이 쉬우며 박판에 능률이 높다.

불활성 GAS ARC는 매우 안정하며 SPATTER가 적으며 조작이 간편하다. 전자세로 용접할 수 있으며 더욱이 열의 집중이 잘되고 얇은 판에 적용하면 용접속도가 빠르고 UNDERCUT이 생기지 않고 용접후의 변형이 적은 잇점이 있다.

4) 용접부의 품질이 우수하다.

불활성 GAS ARC 용접의 용착부는 다른 ARC 용접이나 GAS 용접의 용착부에 비하여 연성, 강도, 기밀성 및 내식성이 일반적으로 우수하다.

(2) 단점

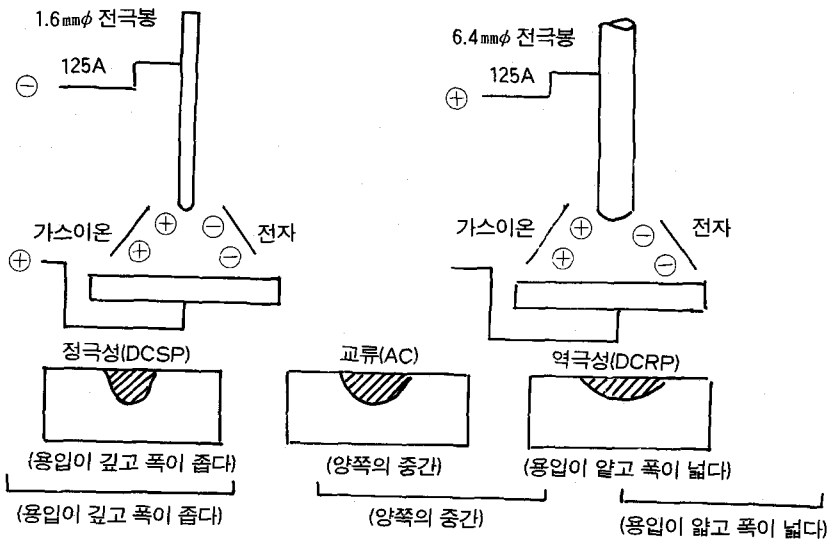
- 1) 장비 설치비가 비싸다
- 2) 불활성 GAS의 가격이 비싸다.
- 3) 후판용접의 경우 능률이 떨어진다.

일반적으로 TIG 용접은 0.6~3mm의 얇은 판에 적합하고 약 3mm 이상으로 두꺼운 판에는 MIG 용접이 능률적이다.

는 청정작용이 없으므로 경합금 용접에는 사용되지 않는다. (그림 2. 참조)

(2) 역극성(DCRP)

역극성의 결선은 정극성의 결선과는 반대로 TORCH를 (+)극, 작업물을 (-)극으로 연결한다. 역극성으로 용접하면 BEAD폭이 넓고 용입이 얇으며 전극(텅스텐)의 발열이 심하게 된다.



[그림 2] TIG 용접의 극성과 그 영향

[3] TIG 용접의 특성

TIG 용접의 전원으로는 직류와 교류가 사용되며 전류가 낮은 범위에서도 잘 일어나야 한다. 직류 용접회로에는 정극성과 역극성이 있으며 직류용접 극성의 선택은 피용접물의 재질에 따라서 선택하게 된다.

(1) 정극성(DCSP)

정극성 결선은 TORCH를 (-)극, 작업물을 (+)극으로 한다. 정극성으로 용접하면 BEAD폭이 좁고 용입이 깊어지며 전극(텅스텐)은 발열이 적다. 따라서 전극의 지름이 적어도 높은 전류를 사용할 수 있으며 같은 전류에서 역극성의 1/4 직경의 전극이 사용된다. 정극성에서

따라서 전극봉이 과열되어 손실되는 것을 방지하기 위해 굵은 전극봉을 사용하여 과도한 열을 흡수하게 해야 한다. (정극성의 약4배) 역극성은 박판경합금의 저전류 용접(MAX. 125A)에 사용된다. AR. GAS를 사용한 역극성에서는 산화막의 청정작용이 있으므로 경합금(알루미늄 등) 용접에 사용할 수 있다. (그림 2. 참조)

* 청정사용

AR. GAS를 사용한 역극성 및 교류용접에서는 용접중 모재표면의 산화막을 제거하는 작용, 즉 청정작용이 있다. 즉 알루미늄의 용접에서는 표면의 산화물(Al₂O₃)은 내화성으로 모재의 용점(660℃)에 비하여 매우 높은 용점(2050℃)을

[표 1] TIG 용접의 극성 선택

금속형	고주파가 붙은 교류 (A. C. H. T)	직류정극성 (DCSP)	직류역극성 (DCRP)
마그네슘(Mg) 3mm이하	○	×	△
3mm이상	○	×	×
마그네슘 주물	○	×	△
알루미늄(Al) 2.4mm이하	○	×	△
2.4mm이상	○	×	×
알루미늄 주물	○	×	×
스텐레스강 1mm이하	○	△	×
1mm이상	△	○	×
황동	○	○	×
탈산동 2.4mm이하	×	○	×
시리콘동	×	○	×
은	△	○	×
은 크래딩(CLADDING)	○	×	×
하스테로이 합금	△	○	×
표면경화	○	△	×
주철	△	○	×
티타늄	△	○	×
이리코늄	△	○	×
저탄소강 0.4~0.8mm	△	○	×
0.8~3.2mm	×	○	×
고탄소강 0.4~0.8mm	△	○	×
0.8이상	△	○	×

○ : 우수한 작업조건, △ : 양호한 작업조건, × : 추천 안함

가지므로 이것을 제거하지 않으면 용입시켜 용합할 수 없으므로 피복 아크 용접이나 GAS 용접에서는 플라스를 사용하여 산화물을 화학적으로 용해 제거하고 있다. TIG 용접의 역극성과 교류에서는 AR. GAS 이온이 모재의 표면에 충돌하여 산화물을 제거하므로 특별히 용제(플라스)를 사용할 필요가 없다. 단, HE. GAS를 사용할 경우에는 청정작용이 없다.

(3) 교류용접

교류용접은 직류정극성과 역극성의 중간상태로 되므로 용입, BEAD 폭의 변화도 중간성질을

갖는다. 전극봉의 지름은 비교적 적어도 된다. AR. GAS를 사용하면 산화막 청정작용이 좋다. 그러나 나체 전극봉이므로 교류로서는 ARC가 불안정하므로 이러한 현상을 방지하기 위하여 용접전류에 고전압, 고주파수, 저출력(2,000~3,000V, 120,000 싸이클)의 추가 전류의 도입이 행해지고 있다. 고주파전류를 추가 사용하면 ARC를 안정시켜주므로 용접이 수월해진다.

[장점]

① 전극봉을 작업물에 접촉시키지 않아도 아크가 잘 일어난다.

안정된 ARC가 발생하고 ARC를 알맞게 조절할 수 있다.

③ 전극봉이 절약되고 전류의 사용범위가 넓다.

[4] TIG 용접장치

TIG 용접은 용접방법에 따라 수동, 반자동, 자동용접으로 구분되며 본 고에서는 수동 TIG 용접장치에 대하여 서술한다.

(1) 용접기

용접기는 직류용접기, 교류용접기, 직류, 교류 겸용 용접기가 있으며 수하 특성의 것이 사용되고 있다. 용접기의 무부하 전압으로 직류(DC)에서는 50~60(V)이면 좋고, 교류에서는 다소 높은 65(V) 이상이 좋다. 용접기의 구조는 제작회사에 따라 다르므로 본 고에서는 CT-300 AC/DC(미국 HOBART CO)를 소개한다.

1) DC VOLTS : 용접시 용접 ARC 전압을 지시한다. (직류)

2) DC AMPS : 용접시 용접전류를 지시한다. (직류)

3) AC VOLTS : 용접시 용접 ARC 전압을 지시한다. (교류)

4) AC AMPS : 용접시 용접전류를 지시한다. (교류)

5) HIGH FREQUENCY : 6번 SWITCH가 AUTO 또는 CONTINUOUS 위치일 때 고주파의 세기를 조정하는 조절기로서 TIG TORCH의 텅스텐 전극봉 끝과 모재와의 간격을 8mm 정도 이격시킨 후 5번 DIAL을 「0」에서 부터 천천히 시계방향으로 돌려서 ARC 기동이 일어나는 점에서 정지시킨다.

※ 주의 : 고주파를 너무 세게하면 장비에 이상을 일으킨다.

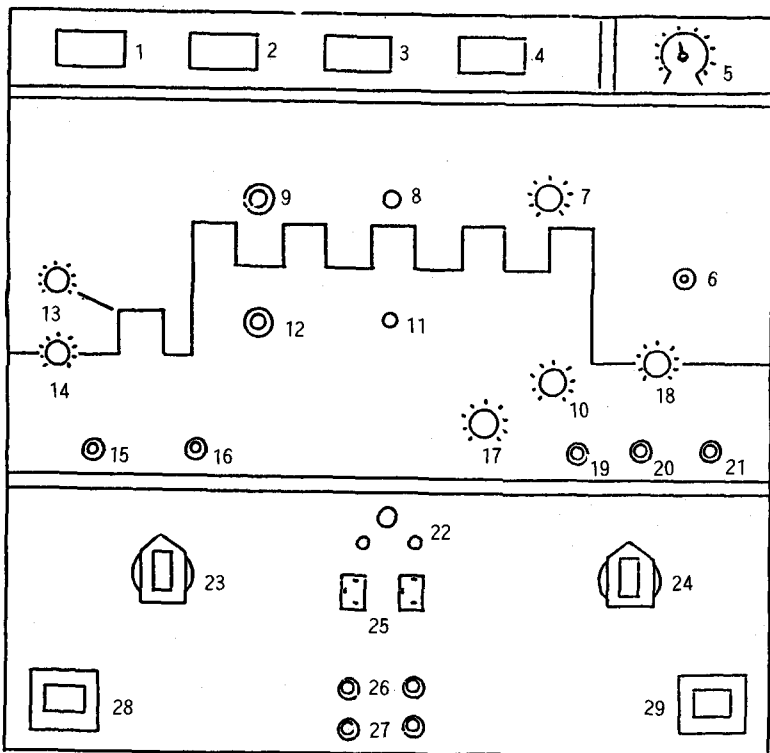
6) HIGH FREQUENCY 절환 SWITCH : 용접시 고주파 발생이 되도록 하는 절환 SWITCH로서 DC 전원일 때는 AUTO 위치에 두고 AC 전원일 때는 CONTINUOUS 위치에 두고 OFF 상태일 때에는 작동이 되지 않는다.

7) HIGH PULSE TIME : 19번 SWITCH가 「ON」일 경우 고전류 작동시간을 나타낸다.

8) HIGH PULSE LIGHT : 7번 HIGH PULSE TIME 동안 불이 켜지도록 되어 있다.

9) WELD CURRENT DIAL : 전류의 세기를 맞추는

장치이며 19번 SWITCH가 「ON」일



[그림 3] TIG 용접기의 구조

경우 HIGH PULSE 전류의 크기를 정해준다.

10) LOW PULSE TIME : 19번 SWITCH가 「ON」일 경우 저전류 작동시간을 나타낸다.

11) LOW PULSE LIGHT : 10번 LOW PULSE TIME 동안 불이 켜지도록 되어 있다.

12) LOW OF WELD CURRENT DIAL : LOW PULSE 전류의 크기를 정해준다.

13)HOT START : START부 결함방지를 위한 전극봉 가열시간을 나타낸다.

14) PREPURGE : 용접개시전 보호 GAS 분출시간

15) POWER SWITCH : 용접을 할 때는 「ON」의 위치에, 종료시에는 「OFF」의 위치에 둘 것

16)용접방법 선택 SWITCH : 좌(TIG 용접), 우(SPOT 용접)

17)SPOT TIME : 16번 SWITCH가 SPOT 용접일 때 용접시간을 조정한다.

18) POST PURGE : ARC가 종료되었을 때 SHIELDING GAS가 정해진 시간동안 흐르도록 한다.

19) PULSATION SWITCH : PULSE 전류를 ON, OFF하는 절환 SWITCH이다.

20) WELD CURRENT REMOTE CONTROL SWITCH : 전류조정방법 SWITCH(우 : 원거리, 좌 : 용접기 자체)

21) REMOTE CONTROL PLUG : 원거리 전류조정 장치 연결부

22) FUSE : 5 AMP, 10 AMP, 15 AMP

23) 출력 극성 절환 SWITCH : 「STRAIGHT」위치에서는 29번 출력단자에 (-)가 나오며 「REVERSE」위치에서 29번 출력단자에 (+)가 나온다. 좌측은 AC 전원이다.

24) 전류 조정레바

25) AC 115V 전원

26) GAS HOSE 연결구

27) WATER HOSE 연결구

28) 용접모재 접속단자

29) ELECTRODE : 용접단자

(2) TORCH

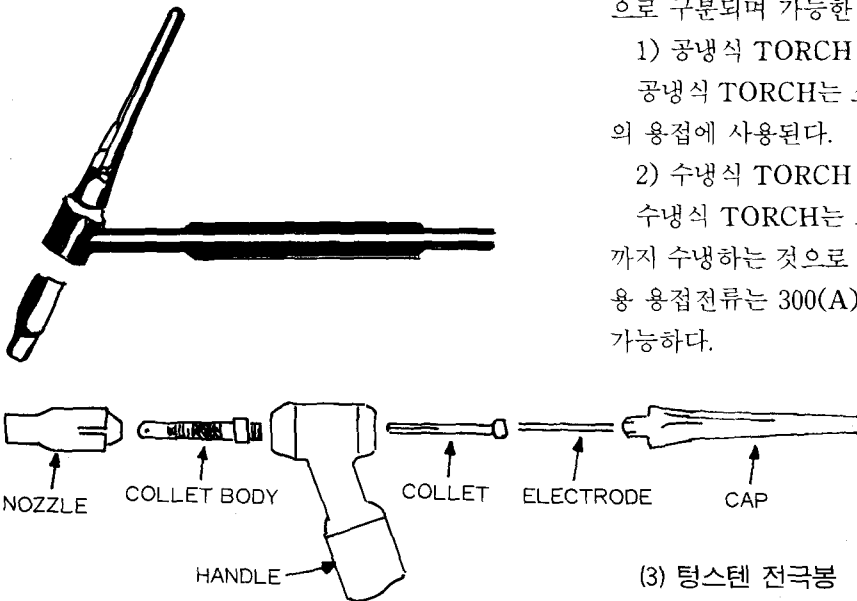
TORCH는 냉각방법에 따라 공냉식과 수냉식으로 구분되며 가능한 소형 경량인 것이 좋다.

1) 공냉식 TORCH

공냉식 TORCH는 소형경량이며 협소한 개소의 용접에 사용된다.

2) 수냉식 TORCH

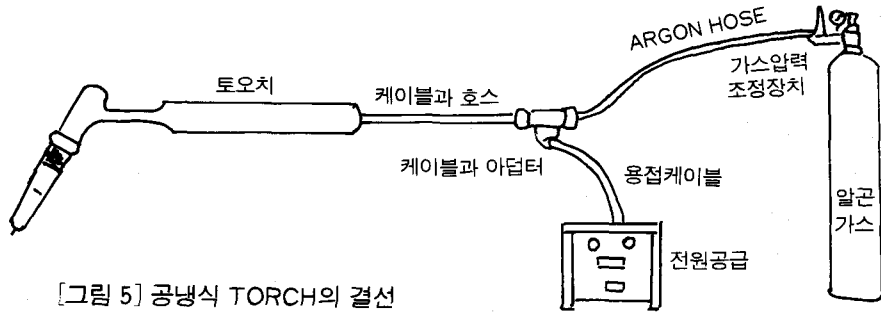
수냉식 TORCH는 조임쇠 및 NOZZLE 부분까지 수냉하는 것으로 구조가 약간 복잡하다. 사용 용접전류는 300(A) 이상의 높은 전류에서도 가능하다.



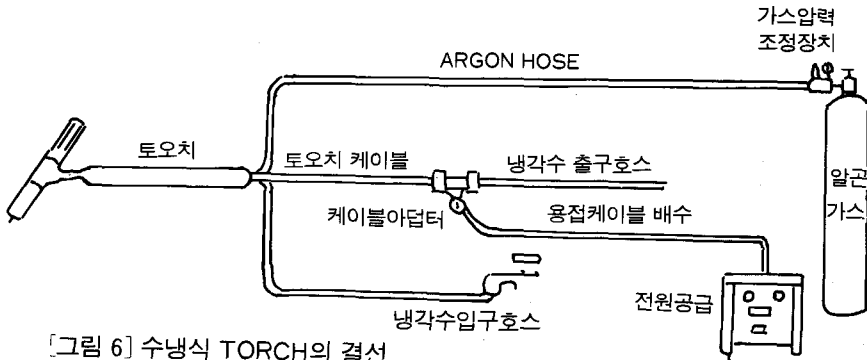
[그림 4] TIG 용접 TORCH 및 각부 명칭

(3) 텅스텐 전극봉

텅스텐 전극봉은 정확한 치수로 만들어져 있으며 극성과 불활성 GAS의 종류에 의하여 최고



[그림 5] 공냉식 TORCH의 결선



[그림 6] 수냉식 TORCH의 결선

허용전류가 결정되어진다. 텅스텐 전극봉에는 순 텅스텐과 토륨을 1~2% 첨가한 토륨 텅스텐봉이 있으며 토륨 텅스텐봉은 순 텅스텐봉에 비하여 다음과 같은 장점이 있다.

- 1) 전자방사 능력이 매우 커서 전극 온도가 낮아도 전류용량을 크게 할 수 있다.
- 2) 저전류나 저전압에서도 ARC 발생이 용이하다.
- 3) 전극의 동작온도가 낮으므로 접촉에 의한 오손이 적다.

위와 같은 장점이 있고, 단점으로는 가격이 비싸며 정극성 용접에 많이 사용된다. 순수한 텅스텐 전극은 동작온도가 높으므로 용접중에 모재나 전극봉을 잘못하여 접촉시키든가 또는 금속중기가 작용하여 오손이 생기기 쉽다. 이 오손이 전자방사를 방해함으로 제거하지 않으면 양호한 용접이 되지 않기 때문에 수시로 전극봉을 연마해야 한다.

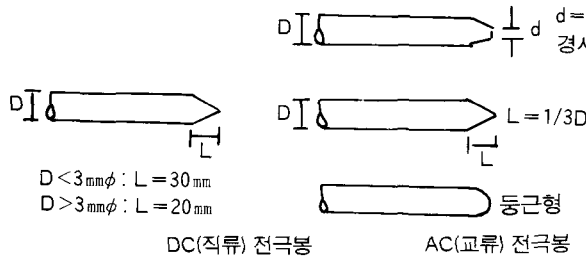
따라서 전극봉의 수명을 길게 하는데 과소 및 과대전류를 피하고 모재와 전극봉과의 접촉에 주의하여 용접후 전극온도가 약 300℃로 되기까지 SHIELD GAS를 흘려 보호해야 한다.

텅스텐 전극봉은 실제적으로 소비되지 않으나 부주의로 인하여 용융지에 접촉되면 전극봉 끝에 용해물이 둥글게 묻는다. 이렇게 둥글게 된 전극봉을 사용하면 집중적으로 안정된 ARC를 유지하기가 어려우므로 끝을 뾰족하게 GRINDING으로 갈아야 한다.

이렇게 거둬할수록 전극봉은 짧아 짧아진다. 산화에 의해서 전극봉이 손실되는 것은 거의 없다. 용융지의 산화를 방지하기 위해서는 ARC가 중단된 후에도 잠시동안 냉각될 때까지 전극봉과 용융지를 보호해주기 위해서 SHIELD GAS를 흘려 보호해야 한다.

텅스텐 전극봉의 규격은 직경이 0.5~6.4mmφ 까지 사용되고 있으며 용접에 사용되는 전류에

텅스텐 전극봉 직경 (mm ϕ)	용접전류 (A)			
	교류		정극성	역극성
	순텅스텐 전극	토륨 텅스텐 전극	순텅스텐, 토륨	토륨, 순텅스텐
0.5	5 ~ 15	5 ~ 20	5 ~ 20	-
1.0	10 ~ 60	15 ~ 80	15 ~ 80	-
1.6	50 ~ 100	70 ~ 150	70 ~ 150	10 ~ 20
2.4	100 ~ 160	140 ~ 235	150 ~ 200	15 ~ 30
3.2	150 ~ 210	225 ~ 325	250 ~ 400	25 ~ 40
4.0	200 ~ 275	300 ~ 425	400 ~ 500	40 ~ 55
4.8	250 ~ 350	400 ~ 525	500 ~ 800	55 ~ 80
6.4	325 ~ 475	500 ~ 700	800 ~ 1100	85 ~ 125



[그림 7] 전극봉 끝의 형상

SIZE(크기) 및 재질을 선택하여 사용한다.

또한 NOZZLE은 고온에서 사용되어지므로 일반적으로 세라믹 NOZZLE과 금속성 NOZZLE이 사용되고 있다. 세라믹 NOZZLE은 약 300(A) 이하의 용접전류에 사용되며 NOZZLE 자체가 절연물이기 때문에 피용접물에 접촉되어도 스파크가 일어나는 것은 없지만 고전류에서는 다소 약하다.

따라 적합한 직경이 선택된다. 텅스텐 전극봉의 종류에는 색깔에 의해 분류한다.

- 1) 텅스텐 전극봉 종류 표기법(포장 BOX, 전극봉 선단에 표시)
 - ① 순 텅스텐봉 : 녹색
 - ② 1% 토륨 함유 텅스텐봉 : 황색
 - ③ 2% 토륨 함유 텅스텐봉 : 적색
- 2) 전극봉 끝의 형상

좋은 용접 결과를 얻으려면 전극봉 끝을 올바르게 가공해야 한다. 일반적으로 직류용접에서는 끝이 뾰족한 것이, 교류용접에서는 둥근 것이 이용된다.

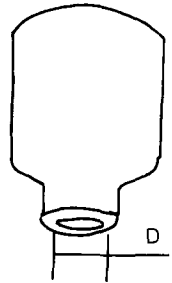
(4) GAS NOZZLE

GAS NOZZLE은 TORCH의 선단에 부착되어 있다. NOZZLE은 GAS가 용접부에 분출되도록 안내하는 것으로 용접조건에 따라 그

이에 비하여 금속제 NOZZLE은 동합금으로 만들어져 있기 때문에 파손염려가 없으며 수냉하는 것에 따라서 대전류(300A 이상)에도 사용 가능하지만 TORCH 본체와 절연할 필요가 있다.

[표 3] 텅스텐 전극 직경에 따른 GAS NOZZLE의 선택

텅스텐 전극의 직경(mmϕ)	가스노즐의 직경(D)(mmϕ)
1.6	6.4 ~ 9.5
2.4	9.5 ~ 11.1
3.2	11.1 ~ 12.7
4.8	12.7 ~ 19.0



(5) 용가재(FILLER METAL)

모재만 녹여서 완전한 용접이음을 할 수 없을

[표 4] 모재에 따른 용가재의 선택

금 속 명	AWS 기호	품 명 (MAKER)
연강, 고장력강		ST-50G(현대종합금속) 및 다른 동급이상의 용가재
스 텐 레 스	ER-308	ST-308(현대종합금속) 및 다른 동급이상의 용가재
스텐레스+스틸	ER-309	ST-309(현대종합금속) 및 다른 동급이상의 용가재
AL+BRASS		T-ALBZ26(MEAAER) 및 다른 동급이상의 용가재
C O P P E R	R-CuSi	T-SIMAA(MEAAER) 및 다른 동급이상의 용가재
동 + 스틸	R-CuSi	T-CUS(MEAAER) 및 다른 동급이상의 용가재

때는 용가재를 사용해야 한다. 좋은 용접부를 얻기 위하여 중요한 것은 용가재의 화학적 성질이 모재의 성질과 비슷해야 한다.

따라서 용가재가 없을 때에는 모재의 한 부분을 절단하여 용가재로 사용해도 좋다. 용접상 문제가 있을 때에는 특별히 다른 합금원소를 함유한 용가재를 사용하여 결함을 방지한다.

용가재의 직경은 1.6, 2.4, 3.2, 4.0, 5.0, 6.0(mm ϕ), 길이는 1m되는 것이 많이 사용된다.

(6) GAS 종류별 특성

1)알곤(Ar)

① 알곤 GAS는 무색, 무취, 무미, 무독성의 GAS로서 불활성이며 화학혼합물의 생성은 없다.

② 알곤은 공기중에 약 0.94% 함유되어 있다.

③ 용접용 알곤 GAS의 순도는 약 99.995%이며 대 공기비중이 1.39의 비교적 무거운 GAS이다.

④ 알곤은 TIG 용접 및 비철의 MIG 용접에 사용되어진다.

⑤ 알곤은 비교적 낮은 이온화하는 전위를 갖고, 알곤을 사용하는 TIG 용접의 ARC 전압은 헬륨을 사용하는 것보다 상당히 낮다. 용접 ARC는 알곤 GAS에서 안정되는 경향이 있고, 이 이유로 알곤 보호 GAS의 혼합에 사용된다.

⑥ 알곤은 독이 없으나 제한된 공간에서는 비중차이로 공기대신에 알곤이 차게 되므로 질식될 수 있다.

⑦ 현재 대부분의 SHIELDING GAS로 사용

되고 있다.

2) 헬륨

① 헬륨은 두 번째 가벼운 GAS로 대 공기비중이 0.137이다.

② 헬륨은 불활성으로 무색, 무취, 무미, 무독성의 GAS이다.

③ 헬륨은 미국 TEXAS FIELD, CANADA 등에서 약 2% 정도 헬륨을 함유하는 천연 GAS로부터 얻어진다.

④ 헬륨은 어떤 용접용 보호 GAS보다 가장 높은 이온화하는 전위를 갖고, 이러한 이유로 헬륨을 사용하는 TIG 용접 ARC는 극히 높은 ARC 전압을 갖는다. 이 때문에 헬륨 분위기에서의 ARC는 대량의 열을 발생한다.

⑤ 헬륨은 알곤과 활성 GAS와 혼합하여 사용된다.

⑥ 헬륨은 가볍기 때문에 ARC 영역으로부터 멀리 날아가는 경향이 있다. 따라서 GAS 유량을 높게 사용하지 않으면 보호 GAS막이 불충분하게 형성된다.

⑦ 상향자세 용접에서는 이것이 이롭다.

⑧ 용접용 헬륨은 부족한 공급량 때문에 드물게 사용된다.

3)알곤+헬륨

① 알곤+헬륨 혼합 GAS는 비철의 TIG 용접 용으로 사용되어진다.

② 50% 또는 75% 헬륨의 첨가는 ARC 전압을 증가시키고 ARC 열을 증가시킨다.

③ 헬륨은 알루미늄 마그네슘 및 COPPER의 후판용접 및 상향자세용접에 도움이 된다.

4) 질소(N₂)

① 질소는 공기중에 가장 많이 함유(78.03%)되어 있으며 무색, 무취, 무미, 무독성의 GAS이다.

② 질소는 대 공기비중이 0.967이며, 거의 불활성 GAS로 연소도 되지 않고 연소를 돕지도 않는 GAS이다.

③ 높은 온도 또는 ARC중에서 질소는 다른 GAS와 결합하여 이것을 용융철 속에 용해된다. 그러나 상온에서 철중에 질소의 용해성은 극히 낮다. 그러므로 냉각응고과정동안 질소 GAS는 POCKETS내에 집결되거나 질화물로써 석출된다.

④ 아주 작은 량의 질화물은 STEEL의 강도와 경도를 증가시킬 수 있으나 연성은 감소된다. 많은 량의 질소 GAS는 용착금속중에서 POROSITY를 만들 수 있다.

⑤ 질소 GAS는 완전한 불활성 GAS는 아니며 STEEL 용접용 보호 GAS로는 사용되어질 수 없다.

⑥ 질소는 COPPER 용접용으로 일부 사용되어진다.

⑦ 질소는 고온의 ARC를 발생시키며 COPPER용으로 사용되어질 수 있다. 또한 알콘과 질소의 혼합 GAS는 보다 우수한 용접이 되게 한다.

⑧ 질소 GAS는 STAINLESS STEEL PIPE와 TUBING SYSTEM의 내면 보호 GAS용으로 가끔 사용되어진다.

⑨ 내면 보호 GAS용 질소는 알콘보다 가격이 싸며 용접부 BAKE BEAD로부터 멀리 산소를 KEEP시킬 수 있다.

5) 산소(O₂)

① 산소는 무색, 무취, 무미의 GAS로 생명을

유지하게 하고 연소를 가능토록 하는 GAS이다.

② 산소는 공기중에 20.99% 함유되어 있으며 많은 원소들과 결합하여 산화물을 형성한다.

③ 산소는 높은 온도에서 대부분의 뜨거운 금속과 결합하고 빨리 반응한다.

④ 산소는 철과 반응하여 화합물을 만들고 용착금속중에 혼합물로써 남게 된다.

⑤ 산소 분위기에서 용융용착금속이 냉각할 때 STEEL의 탄소와 결합하여 CO GAS를 형성하고, 이 CO와 산소는 용융용착금속이 응고할 때 용착금속내에 남아 POROSITY를 형성할 것이다.

⑥ 이러한 문제점은 산소와 결합하여 용융 STEEL의 표면에 부상하는 망간산화물, 또는 실리콘 산화물을 생성하는 망간, 실리콘과 같은 탈산제를 첨가함으로써 가끔 해결한다.

6) 수소(H₂)

① 수소는 대 공기비중이 0.0695로 가장 가벼운 GAS이며, 해발이 낮은 곳에서 공기중에 약 0.01% 함유되어 있다.

② 수소 GAS는 높은 온도에서 탄화수소의 반응과 연소의 부산물인 수증기로부터 ARC 주위에 나타날 수 있다.

③ 수소는 용착금속의 성질에 나쁜 영향력을 갖고 있다.

④ 수소는 용융 STEEL에 용해될 수 있으나 상온에서 수소의 용해성은 매우 낮다.

⑤ 용융용착금속이 냉각되고 응고될 때 수소 GAS는 배출되어지거나 응고되는 용착금속내에 남게 된다.

⑥ 수소 GAS는 GRAIN BOUNDARIES 또는 용접부내에서 강한 응력이 일어나 높은 압력이 야기될 때 어떤 TYPE의 결합에 모일 것이다. 이러한 압력이나 응력은 큰 CRACK으로 성장할 수 있는 용착금속에 미세한 CRACK을 일으킨다.

⑦ 수소의 특성 때문에 파괴된 표면에 나타나는 수소의 작은 모임이 FISH EY-ES이다.

⑧ 수소는 또한, 열영향부(HAZ)에서 UNDER BEAD CRACK을 일으킨다.

⑨ 수소는 시간이 경과하면 고체의 STEEL로 부터 점차 빠져나갈 것이다.

⑩ 용착금속으로부터 수소의 이러한 이동은 금속의 온도가 증가하면 가속되어진다.

7) 보호기구

① 피복 ARC 용접과 거의 같은 보호구가 필요하다. 그러나 피복 ARC 용접보다 다소 온도가 높으므로 눈의 보호에는 농도가 짙은 차광 렌

즈를 사용, 자외선에 의한 화상에도 주의하여야 한다.

② 용접기와 같이 사용하는 고주파는 2000~3000V이지만 약한 전류임으로 전격의 위험은 없다. 그러나 작업자의 체격 여하에 따라 다소 전격의 차이가 있으므로 주의해야 한다.

③ 불활성 GAS로부터 해로운 GAS는 거의 발생하지 않으므로 용접재료에서 발생할지 모르는 유해한 GAS에 대하여 주의해야 한다.

[5] TIG 용접의 작업요령

(1) 작업준비

1) 용접부의 청소 : 산화피막, 기름, 페인트, 물 등 기타 불순물들을 완전히 제거한다.

2) 모든 전선의 연결부가 확실히 견고하게 접속이 잘 되어 있나를 점검한다.

3) 전극봉의 지름과 NOZZLE의 크기가 적합한가 확인한다.

4) 전극봉의 돌출길이를 점검한다. (BUTT JOINT : 3.2~4.8mm, T-JOINT : 6.4~9.5mm)

5) 전극봉의 조임쇠가 꼭 죄어졌나 확인한다. 이것은 전극봉 끝을 판에 대고 눌러서 조임쇠 속으로 들어가지 않으면 된다.

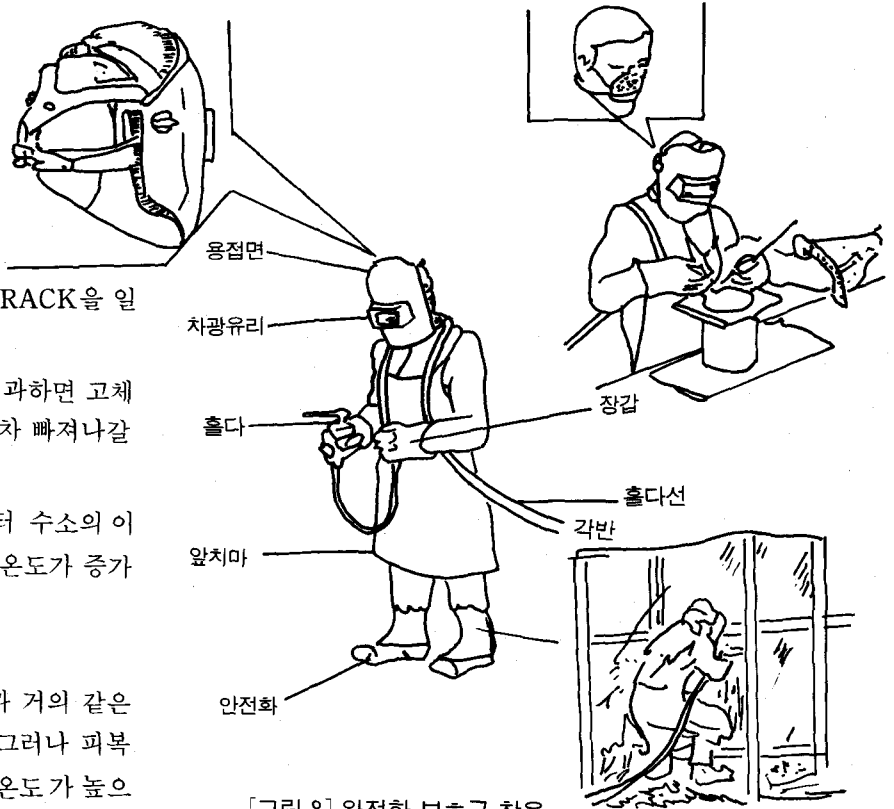
6) 용접전류를 적당하게 맞춘다.

7) 수냉식 TORCH를 사용할 때는 냉각수가 잘 흐르는가 점검한다.

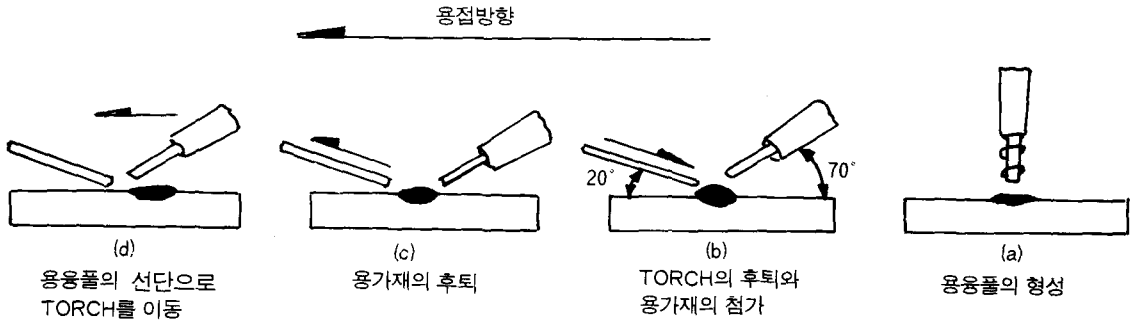
8) 불활성 GAS 유량계를 보고 알맞게 GAS 유량을 조절한다.

(2) ACR 발생

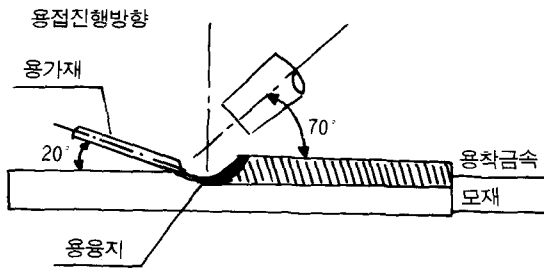
TIG 용접에서는 ARG를 발생시킬 때 피복 ARC 용접에서와 같이 전극봉 끝을 모재에 접촉



[그림 8] 완전한 보호구 착용



[그림 9] 하향용접의 용가재 첨가 요령



[그림 10] TORCH 및 용가재 첨가 요령

9, ①②③④에 표시한 것 같이 모재가 충분히 녹은 후 TORCH를 용융풀 뒤로 약간 후퇴시켜 모재에 대해 15°정도의 각도로 기울여 용융풀에 재빨리 접근시켜 녹여 용융풀에 첨가한 후 용가재를 뒤로 빼낸다. 다시 TORCH를 용융풀의 선단에 이동시켜 용착금속이 완전히 녹을 때까지 그 위치에 머무른다. 이상의 조작을 반복하여 용접을 진행한다.

시킬 필요는 없다. 먼저 전원 스위치를 넣고 TORCH를 수평으로 잡고 모재의 표면에서 3~5mm 정도의 높이에 전극봉 끝이 오도록 하고 TORCH SWITCH를 누르면 ARC가 발생한다. ARC 발생 후에는 ARC 길이를 3~4mm 정도로 유지하면서 용접을 시작한다.

ARC를 발생시킬 때 전극과 모재를 접촉시키면 전극의 끝이 더러워서 ARC가 불안정해지므로 주의해야 한다.

(3) TORCH 각도 유지 및 용접진행 순서

1) (그림 9)의 ①와 같이 시작점 위치에서 ARC 발생후 모재에 용융풀이 생길 때까지 작은 원운동으로 움직인다. 이때 전극과 모재와의 거리는 3~4mm 정도로 유지해야 한다. 모재가 충분히 용융되면 용접선을 따라 용접을 시작한다. BEAD 폭이 일정하게 되도록 적당한 속도로 TORCH를 진행해야 한다.

2) 용가재를 사용하는 경우의 요령은 (그림

[6] TIG 용접부의 개선형상 및 용접시공요령

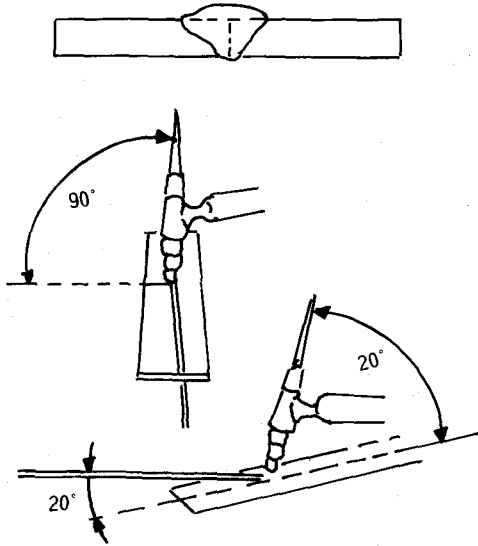
TIG 용접에 적용되는 이음은 BUTT JOINT, LAP JOINT, CORNER JOINT, EDGE JOINT, T-JOINT 등이 있다.

(1) BUTT JOINT

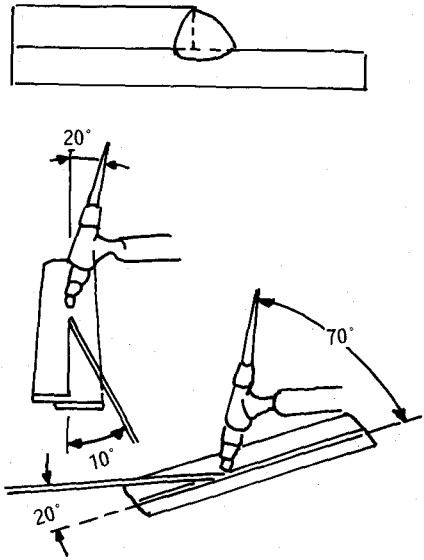
ARC 발생후 모재에 용융풀이 생길 때까지 TORCH를 (그림 9)와 같이 시작 위치에서 작은 원운동으로 움직인다. 이때 전극과 모재와의 거리는 3~4mm 정도 유지해야 한다. 모재가 충분히 용융되면 용접선을 따라 용접을 시작한다. BEAD 폭이 일정하게 되도록 적당한 속도로 TORCH를 진행한다.

TORCH 각도는 (그림 11)과 같이 모재에 대한 진행 방향과 반대로 70°정도 되게 기울여 전진법으로 용접을 시공한다.

용가재를 사용하는 경우의 요령은 (그림 9)에서 표시한 것과 같이 모재가 충분히 녹은 후 TORCH를 용융풀 뒤로 약간 후퇴시켜 용가재



[그림 11] TORCH 각도



[그림 12] TORCH 각도

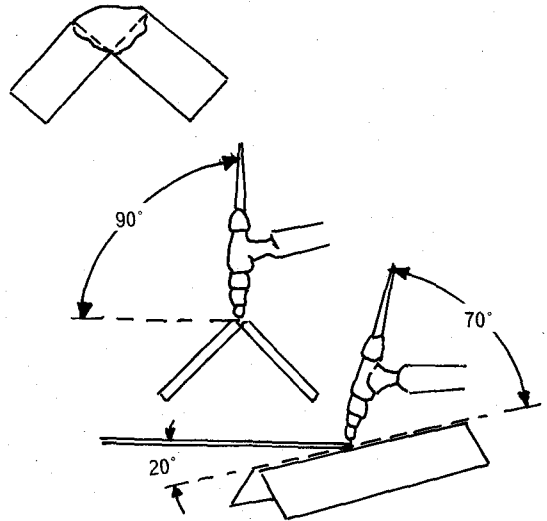
를 모재에 대해 (그림 11)과 같이 15~20°정도의 각도로 기울여 용융풀에 재빨리 접근시켜 녹여 용융풀에 첨가한 후 용가재를 뒤로 빼낸다. 다시 TORCH를 용융풀 선단에 이동시켜 용착금속이 완전히 녹을 때까지 그 위치에서 머무른다. 이상의 조작을 반복하여 용접을 진행한다.

(2) LAP JOINT

LAP JOINT의 용접에서는 ARC를 발생시킨 후 먼저 아랫판에 용융풀을 만들도록 한다. 이것은 윗판의 모서리 부분이 녹기 쉽기 때문이다.

용융풀이 생기면 ARC의 길이를 1.6~2.0mm 정도로 짧게 해서 2장의 판이 완전히 융합될 때까지 이음부위에서 TORCH를 조금 요동시킨다. 2장의 판이 융합되기 시작하면 TORCH를 용접 방향으로 진행하기 시작한다. 일단 용접이 진행되면 TORCH를 요동시키지 않고 윗판 끝에 전극의 끝을 향하고 용접선을 따라 (그림 12)와 같이 TORCH 각도로 용접을 진행한다.

LAP JOINT 용접에서 용융풀은 중앙에 오목하게 들어간 부분이 생기는데 이 오목하게 들어



[그림 13] TORCH 각도

간 부분이 용융금속으로 완전히 묻히는 것과 같은 용접속도가 좋다. 이렇게 하지 않으면 윗판과 아랫판이 완전히 융합되지 않고 양호한 용입이 되지 않는다.

용가재를 사용하는 경우 오목 들어간 부분을 용가재로 메우는 것 같이 되므로 용접속도는 오

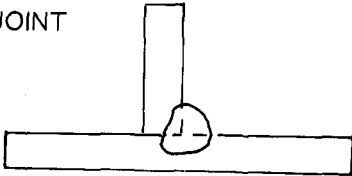
히려 빨라진다. 그러나 이 경우는 용접부가 완전히 융합되도록 주의하지 않으면 모재 위에 용가재의 용착금속이 겹쳐지며 용입불량이 된다.

(3) CORNER JOINT

이 용접은 TIG 용접중에서 가장 용접하기 쉬운 이음이다. (그림 13)에 표시한 것과 같이 용접 시작점에 용융풀을 만들고 계속해서 이음선을 따라 TORCH를 일정속도로 진행하면 된다.

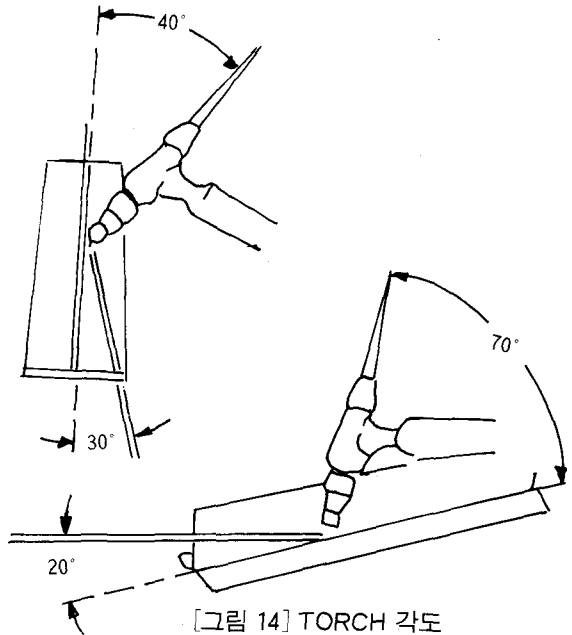
용접속도가 너무 느리면 용융금속이 아래로 녹아 떨어진다. 또 너무 빠르거나 속도가 불규칙할 때에는 융합불량을 일으키며 BEAD 파형이 고르지 못하게 된다. 이 용접은 대체로 용가재를 쓰지 않으나 두꺼운 판의 모서리 용접에는 용가재를 사용한다.

(4) T-JOINT



수평필릿 용접은 수직판이 아랫판에 비해 녹기 쉬우므로 구멍이 뚫리던가 UNDER CUT의 원인이 된다. 따라서 전극을 겨누는 수직판 끝에

서 약 2mm 정도 떨어진 아랫판을 겨눈다. 용융풀은 중앙에 오목하게 들어간 부분이 생기는데 그 부분을 충분히 녹이지 않으면 필릿부분이 용입불량이 된다.



[그림 14] TORCH 각도

(5) 각 JOINT별 용접조건

1) MILD STEEL(전원극성 : DCSP)

METAL THICKNESS	JOINT TYPE	전극봉 규격 (mmφ)	용가재 규격 (mmφ)	전류(A)	GAS	
					TYPE	FLOW- ℓ /min
1.6	BUTT	1.6	1.6	60~70	Ar	7
	LAP	1.6	1.6	70~90	Ar	7
	CORNER	1.6	1.6	60~70	Ar	7
	FILLET	1.6	1.6	70~60	Ar	7
3.2	BUTT	1.6~2.4	2.4	80~100	Ar	7
	LAP	1.6~2.4	2.4	90~115	Ar	7
	CORNER	1.6~2.4	2.4	80~100	Ar	7
	FILLET	1.6~2.4	2.4	90~115	Ar	7
4.8	BUTT	2.4	3.2	115~135	Ar	8~9
	LAP	2.4	3.2	140~165	Ar	8~9
	CORNER	2.4	3.2	115~135	Ar	8~9
	FILLET	2.4	3.2	140~170	Ar	8~9

2) STAINLESS STEEL

METAL THICKNESS	JOINT TYPE	전극봉 규격 (mmφ)	용가재 규격 (mmφ)	전류(A)	GAS	
					TYPE	FLOW- ℓ/min
1.6	BUTT	1.6	1.6	40~60	Ar	7
	LAP	1.6	1.6	50~70	Ar	7
	CORNER	1.6	1.6	40~60	Ar	7
	FILLET	1.6	1.6	50~70	Ar	7
3.2	BUTT	2.4	2.4	65~85	Ar	7
	LAP	2.4	2.4	90~110	Ar	7
	CORNER	2.4	2.4	65~85	Ar	7
	FILLET	2.4	2.4	90~110	Ar	7
4.8	BUTT	2.4	3.2	100~125	Ar	8~9
	LAP	2.4	3.2	125~150	Ar	8~9
	CORNER	2.4	3.2	100~125	Ar	8~9
	FILLET	2.4	3.2	125~150	Ar	8~9

3) ALUMINUM

METAL THICKNESS	JOINT TYPE	전극봉 규격 (mmφ)	용가재 규격 (mmφ)	전류(A)	GAS	
					TYPE	FLOW- ℓ/min
1.6	BUTT	1.6	1.6	60~85	Ar	7
	LAP	1.6	1.6	70~90	Ar	7
	CORNER	1.6	1.6	60~85	Ar	7
	FILLET	1.6	1.6	75~100	Ar	7
3.2	BUTT	2.4~3.2	2.4	125~150	Ar	8~9
	LAP	2.4~3.2	2.4	130~160	Ar	8~9
	CORNER	2.4~3.2	2.4	120~140	Ar	8~9
	FILLET	2.4~3.2	2.4	130~160	Ar	8~9
4.8	BUTT	3.2~4.0	3.2	100~125	Ar	10
	LAP	3.2~4.0	3.2	190~240	Ar	10
	CORNER	3.2~4.0	3.2	180~225	Ar	10
	FILLET	3.2~4.0	3.2	190~240	Ar	10

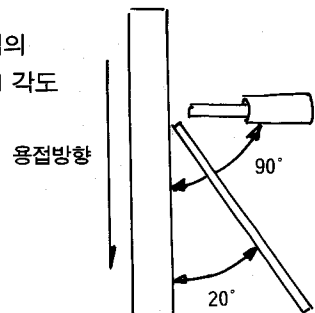
(6) 입향용접

입향용접은 (그림 15)에 표시한 것과 같이 TORCH를 모재에 직각으로 하고 일반적으로 얇은 판의 용접은 위에서 아래로 하진용접을 하고 두꺼운 판에는 상진용접을 한다.

(7) 다층용접

모재 두께 6mm 이상의 재료를 용접할 때에는 다층용접법을 사용하여야 하고 필요한 층수는

[그림 15] 입향용접의 TORCH 각도

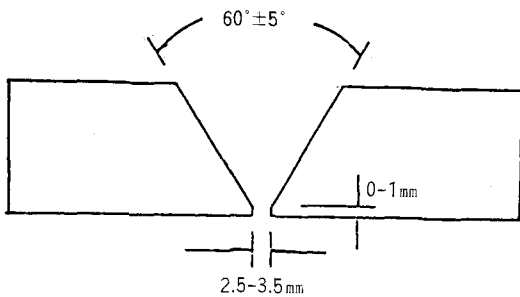


피용접물의 두께, 개선형상 등에 따라 다르나 용입되도록 하여야 한다.

이 ROOT 용접은 뒷받침 역할을 하므로 제 2층 이상은 높은 전류를 사용하여 용접할 수 있다. 다층 용접은 각층마다의 사이에 불순물이 존재하지 않도록 청소하는 것이 제일 중요하다.

1) 초층용접 요령(일반 연장 및 고장력강 용접)

① 개선형상



② 용접조건

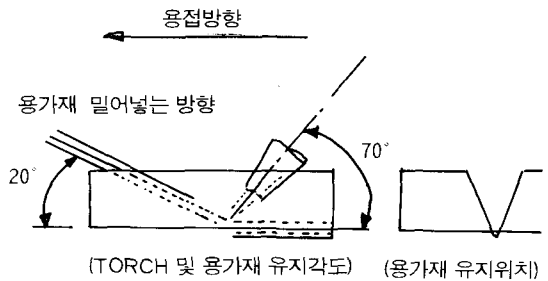
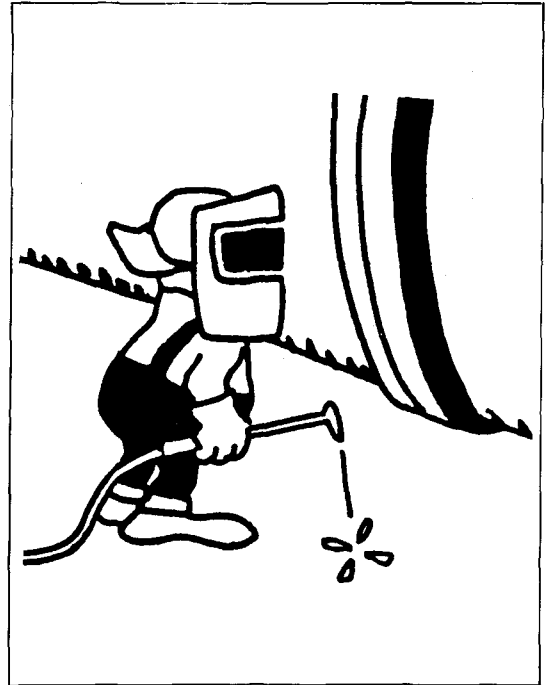
- 용접전류 : 80~120AMP(전원극성 : DCSP)
- 용가재 : ST-50G(2.4φ)
- GAS 유량 : 10~15 l /min
- 전극봉 : 2.4mm 또는 3.2mmφ
- GAS NOZZLE : 9.5mmφ

③ 용접시공 순서 및 요령

- 상기 용접조건을 확인 점검한다.
- 전극봉 선단 돌출거리는 TORCH를 적정 각도로 유지한 상태에서 GAS NOZZLE를 개선내부에 밀착시켰을 때 ARC 길이가 1~2 정도 되게끔 조절한다.

- ARC를 발생시킨 후 (그림 16)과 같이 TORCH 각도를 유지하고 GAS NOZZLE를 개선내에 밀착시킨 상태에서 좌 우로 TORCH 손잡이를 움직여 운봉하며 ROOT부를 가열한다.

- 개선내면이 용융되면 용가재를 첨가하면서 용접을 진행한다. 이때에 개선 ROOT부에 KEY HOLE이 생겨서는 안되며 용가재를 일정한 속도로 밀어 넣으면서 용접한다. (KEY



[그림 16] 초층용접 방법

HOLE이 생길 경우이면 BEAD 양쪽에 UNDERCUT 발생)

- 이면 BEAD의 여성량은 용가재를 밀어넣는 정도에 따라 조절되는 것이므로 적절히 조절해야 한다.

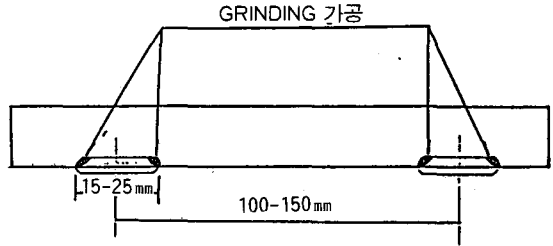
- 용접중 용가재 선단의 위치는 (그림 16)과 같다.

- 용접중 ARC를 끊을 때에는 ARC를 개선측

면으로 끌어 올리면서 재빨리 끊는다.

④ 기타

TACK 용접 : TACK 용접도 본 용접요령과 동일한 요령으로 실시하며 본용접과 마찬가지로 양호한 용접이 되어져야 한다. TACK 용접장은 12~25mm 정도가 적당하다. 본용접을 시작하기 전에 TACK 용접부의 시작부와 끝부분은 GRINDING으로 SMOOTH하게 가공하여야 한다.



[표 5] 각종 용접전류에 대한 전극지름 및 알곤 유량

용 접 전 류 (A)				전극 지름	Ar GAS 유 량	세라믹 NOZZLE
교 류	직류정극성	직류역극성	류			
순텅스텐 전극봉	토륨 텅스텐	순텅스텐 및 토륨텅스텐 전극봉	순텅스텐 및 토륨텅스텐 전극봉	mmφ	ℓ /min	mmφ
5~15	5~20	5~20	-	0.5	3~7	6.4
10~60	15~80	15~80	-	1.0	4~8	6.4
50~100	70~150	70~150	10~20	1.6	6~9	6.4, 9.5
100~160	140~235	150~250	15~30	2.4	7~10	9.5, 11.1
150~210	225~325	250~400	25~40	3.2	10~15	11.1, 12.7

* Ar 유량은 텅스텐 전극봉의 돌출길이가 길어지면 5 ℓ/min 정도의 범위내에서 증가시켜 용접부가 충분히 보호되도록 해야 한다.

[7] 용접결함 및 대책

결 함	원 인	대 책
기공 및 균열	① 가스순도 미달(불순물 혼입) ② 용접부 청소상태 불량 ③ GAS 유량 부족 ④ 전충 불순물 존재	① GAS중 불순물 함유량 조절(순도 : 99.998%) ② 용접부 청소 철저 ③ GAS 유량 조절(10~15 ℓ/min) ④ 결함부분 완전제거 후 재용접
UNDER CUT	① 전류과대 및 운봉속도 과대 ② 용접진행속도 과소 및 과대 ③ TORCH 각도 및 용가재 공급각도 불량	① 적정전류, 적정운봉 ② 용접진행속도 조정 ③ 적정각도로 재조정
용합부족	① 과소전류 사용 ② 용가재 선택 불량 ③ TORCH 각도 및 용가재 공급	① 적정 전류 사용 ② 적정규격 용가재 및 재질에 따라 선택 ③ 적정각도로 재조정
OVER LAP	① 과소 전류 사용 ② 운봉속도 및 용접속도가 낮다. ③ TORCH 각도 및 용가재 공급각도 불량	① 적정 전류 사용 ② 운봉속도 및 용접속도 조정 ③ 적정각도로 재조정

[다음호에 계속]