

아연도금 강판에 대한 산소혼합 플라즈마 용접시의 토치수명 및 용접부 에릭슨 특성

A study on torch life & weldment of Erichsen value in plasma welding using O₂ mixed gas for Galvannealed steel

조 성우*, 김 인태*, 조 상명**

* 부경대학교 대학원 소재프로세스공학과

** 부경대학교 신소재공학부 소재프로세스공학전공

1. 서 론

GA(Galvannealed steel)강판은 현재 수출용 자동차에 주로 사용되고 있으며, 앞으로 내수용 자동차 전반에도 널리 사용될 것으로 전망된다. 일반적으로 TIG 용접이 GA 강판 용접에 주로 사용되었지만, 강판 표면의 아연 증기로 인한 폭발에 의한 전극 수명 단축등의 문제로 Plasma용접이 점차 보급되고 있는 추세이다. TIG 용접용 전극 팁은 외부로 돌출되어 있기 때문에 아연 증기로 인한 폭발이나 스파터가 발생 하면 전극에 쉽게 부착되어 아크 스타트 특성이 나빠진다. 하지만 플라즈마 아크 용접의 경우는 전극이 노즐 내부에 있기 때문에 이런 영향에 크지 않다. 따라서 아크 스타트 특성이 뛰어나다. 본 연구에서는 GA강판 용접시의 아연 증기로 인한 문제점을 해결하기 위해 플라즈마 용접 실드 가스에 산소를 첨가하였다. TIG용접시에는 산소를 첨가하면 산소에 의해 전극팁이 쉽게 산화되지만, Plasma arc 용접에서는 내부의 Orifice가스가 전극 팁의 산화를 막아준다. 따라서 본 실험이 가능할 수 있었다.

2. 실험 재료 및 방법

2.1 실험 재료

Fig. 1은 실험에 사용된 GA 강판의 코팅층을 나타낸 모식도이다. 그림과 같이 연강 기지와 Zn-Fe합금화층으로 구성되어있다. GI와의 가장 큰 차이점은 GI는 코팅층이 100% 아연층으로 되어있다는 것이다. 본 실험에 사용된 강판의 두께

는 0.6t였다.

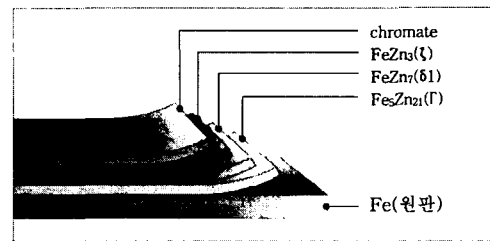


Fig. 1 Section of GA steel sheet (t0.6)

2.2 실험 방법

실험은 크게 두가지로 나누어서 실시하였다. GA강판의 용융지 폭발 실험과 GA강판의 Plasma arc 용접 특성에 미치는 실드가스중의 산소의 영향을 검토하기 위한 실험을 실시하였다. Table 1은 실험 조건을 나타내었다.

Table 1 Experimental conditions

Parameters	Variation
Current	30A, 18A
welding speed	12cpm
Welding mode	Non-pulse
Arc length	2mm
Electrode tip Dia.	1.5mm
Nozzle Dia.	1.8mm
Pilot gas	Ar 100%
Shield gas	Ar 100% Ar 99%+O ₂ 1%, Ar 98%+O ₂ 2%, Ar 96%+O ₂ 4%, Ar 94%+O ₂ 6%

2.2.1 GA 강판 용융지 폭발 실험방법

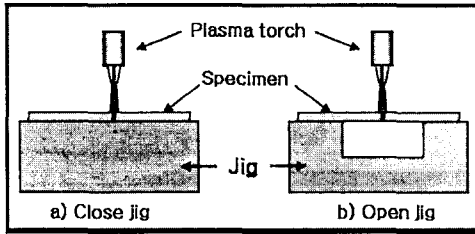


Fig. 2 Schematics of close jig & open jig

Fig 2의 a)는 Close jig이며, 그림과 같이 용접 시편 후면이 밀폐된 구조이다. 용접부 후면이 지그와 밀착되어 아연 증기가 발생하더라도 빠져나갈 수 없는 상태이다. Fig. 2의 b)는 Open jig이며, 그림과 같이 용접 시편 후면이 개방된 구조이다. 용접부 후면이 지그와 밀착되지 않기 때문에 아연 증기가 발생하면 외부로 쉽게 빠져나갈 수 있는 상태이다.

2.2.2 실드가스중의 산소 혼합비 영향 검토를 위한 실험 방법

GA 강판의 표면에서 발생하는 스페터에 의한 전극 팁 및 노즐의 오염을 평가하기 위해 실드가스에 산소를 첨가하였다.

Fig. 3은 가스 흐름 모식도이며 실드가스에 산소를 1, 2, 4, 6%로 각각 혼합하였다. 산소를 첨가하여 용접길이 140mm를 12cpm으로 용접한 후, 전극 팁, 노즐 상태를 평가하였다. 이런 과정을 총 5회 실시하여 총 700mm씩 용접한 후 각 용접부의 종단면을 절단하여 내부기공 발생 특성을 관찰하였다.

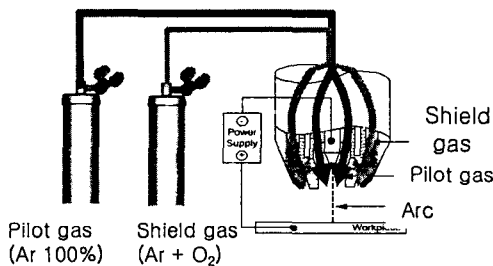


Fig. 3 Schematic of gas flow

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 아연 증기의 폭발 실험 결과

3.1.1 표면 비드 비교

Table 2 Surface bead after welding

Open jig		No Explosion
Close jig		Explosion

실험 결과 Table 2와 같이 Open jig로 용접한 경우는 표면비드가 양호했고, 폭발도 발생하지 않았다. 그러나, Close jig로 용접한 경우는 폭발이 발생하여 비드에 큰 구멍이 발생하였다.

3.1.2 전극의 오염상태 비교

Table 3 Condition of electrode tips after welding

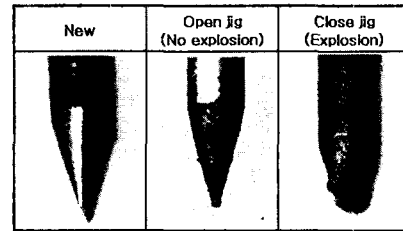


Table 3은 폭발 발생 유무에 따른 전극 상태의 외관을 나타내었다. open jig를 사용한 경우는 폭발이 발생하지 않아 전극 팁에 이물질이 거의 부착되지 않았다. 하지만 close jig를 사용한 경우는 폭발이 발생해 이물질이 전극 팁 표면에 많이 부착되었다. 이런 경우는 전극 팁 표면의 이물질에 의해 전자 방출이 어려워 아크 스타트 특성이 나빠질 수 있다.

3.1.2 노즐의 오염상태 비교

Table 4 Conditions of nozzles after welding

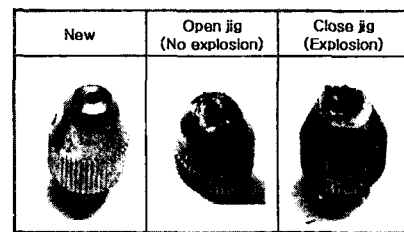


Table 4는 폭발 유무와 노즐과의 관계를 보이고 있다. Open jig를 사용한 경우는 폭발이 발생하지 않아 노즐에 탄화 흔적은 남아있지만 이물질이 거의 부착되지 않았다. 하지만 Close jig를 사용한 경우는 폭발이 발생해 이물질이 노즐에 많이 부착되었다. 이런 경우는 상대적으로 노즐 직경이 좁아져 아크가 불안정해지고 아크력을 증

가시켜 용락을 유발시킬 수 있다.

3.2 실드가스중의 산소 영향 검토를 위한 실험 결과

3.2.1 표면 비드 및 이면 비드 비교

표면 비드 비교 결과 산소를 1%이상 첨가하게 되면 표면의 탄화 흔적이 약간 감소됨을 확인하였고 이면 비드 비교 결과는 산소 첨가에도 거의 변화가 없었다.

3.2.2 플라즈마 용접 토치의 오염





플라즈마 아크 용접에서 전극 팁과 노즐상태는 아크력에 직접적으로 영향을 미치므로 상당히 중요한 요소이다. 전극 팁의 심한 산화와 변형은 아크 스타트 불량, 불량의 문제를 일으킬 수 있고, 스파터의 부착으로 인한 노즐 직경의 감소는 아크력을 증가시켜 용락등의 문제를 일으킬 수 있다.

(1) 전극팁의 오염상태 비교

산소 혼합량에 따라 전극의 변화는 거의 없었고, 용접부 외관 변화도 관찰되지 않았다. 5회 실시 후에도 전극팁의 외관 형상은 거의 일정하게 유지되었다.

(2) 노즐의 오염상태 비교

Table 5 Nozzle condition after 100mm(70s) & 500mm(350s) welding

Mixed ratio	Welding time	
	70sec	350sec
Ar 100%		
Ar98% + O2 2%		

O₂ 1, 2, 4, 6%는 노즐의 변화가 거의 없었다. 하지만, Ar 100%의 경우는 노즐에 스파터가 많이 부착되었다. 부착된 물질은 거의가 아연증기의 폭발로 인해 튀어나온 용융지 금속과 아연 산화물이었다. 따라서 노즐보호를 위해서 O₂ 1~6%가 가장 적절한 것으로 판단된다.

3.2.3 용접부 기공 비교

용접부 기공을 비교한 결과 Ar 100%, Ar 99%+O₂1% 와 Ar 98%+O₂2%의 경우는 기공이 2개

이하였고, 산소를 4% 이상 첨가한 경우는 기공이 급격히 증가하여 10개 이상 발생했다.

3.2.4 용접부의 에릭슨 값 비교

각 시편의 에릭슨 값을 분석한 결과 산소 첨가량이 증가할수록 에릭슨 값이 감소하였다. 그러나 산소를 1% 첨가한 경우는 에릭슨 값이 거의 감소하지 않았다. 따라서 산소 약 1%정도가 가장 적절한 것으로 판단된다.

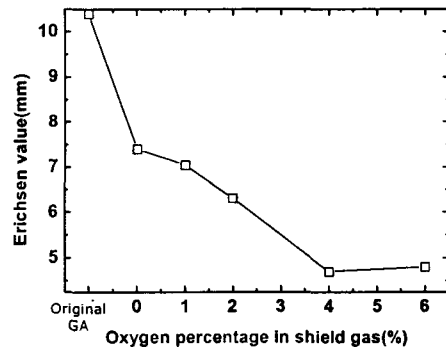


Fig. 4 The relationship between O₂ percentage in shield gas and Erichsen value

4. 결 론

1) GA 강판 용접시에 Close jig를 사용하면 폭발이 발생하였고, Plasma arc 용접 토치가 심하게 오염되었다. 따라서 GA 강판 용접시 발생하는 아연 증기가 빠져 나갈 수 있도록 Open jig를 사용하는 것이 바람직하다.

2). GA 강판의 플라즈마 용접성에 미치는 산소의 영향을 검토한 결과 산소 첨가에 따라 표면 비드의 탄화 흔적이 감소되었고, 노즐에 부착되는 스파터의 양이 현저히 감소되었다.

3) 산소 첨가에 따른 기공 발생 정도를 평가한 결과 산소를 1-2% 첨가한 시편에서 기공이 2개 이하로 발생하였다.

4) GA강판의 플라즈마 용접 시에는 open jig를 사용하고, Ar 실드가스에 O₂ 1-2% 혼합가스를 사용하는 것이 가장 효과적인 방법인 것으로 판단된다.