

GMA용접에 있어서 산소의 첨가가 아크현상에 미치는 영향

The Influence of Oxygen Additions on Arc Phenomena in GMAW

강 계형*, 한 용섭*, 우시오 마사오**(牛尾誠夫)

*대우중공업(주), 선박해양기술연구소

**오오사카대학, 접합과학연구소

1. 서론

GMA용접에 있어서 보호가스에 소량의 산소가 첨가되어 사용되는 경우가 늘고 있다. 일반적으로 산소가 용적의 표면장력을 줄이고, 아크의 안정성을 향상시키는 역할을 한다고 알려져 있으나 산소가 아크현상에 미치는 영향에 대해서 불명확한 점이 많다. 이에 연강 와이어를 사용하여 아르곤에 0~2%의 산소를 0.5%간격으로, 0~5%의 탄산가스를 1%간격으로 첨가한 혼합가스를 보호가스로 사용한 경우의 용적이행 현상, 비드의 형성, 음극점 거동 및 아크의 안정성에 미치는 영향 등을 비교 검토하였다.

2. 실험 방법

본 실험에 사용된 용접기는 최대전류가 800A까지 얻어지는 아날로그 트랜지스터 방식의 직류 용접기와 급격한 펄스 전류 파형이 얻어지는 정전압 제어방식의 펄스 용접기를 사용하였다. 모재는 산소가 함유량이 적은 연강 SM-490A, 와이어는 솔리드 와이어 YM-28S를 사용하였으며, 아래보기 자세로 비드 온 플레이트 용접을 하였다. 용접조건 및 사용재료의 화학성분은 각각 Table 1, Table 2와 같다. 용적이행 현상의 관찰에는 파장 632.8nm의 He-Ne레이저를 후광으로 고속 비디오 카메라에 편광필터, 밴드패스필터를 부착하여 1초에 4500회의 속도로 촬영하였다. 음극점 거동의 관찰에는 카메라를 용접방향에 대해 수직상방으로부터 45° 각도로 촬영하였다.

Table 1 Welding conditions used

Welder	Base metal	Wire	CTWD	Welding speed	Shielding gas
DC : TR800 Pulse : PTX2-500	SM-490A	YM-28S, 1.2mm	20mm	400mm/min	Ar+O ₂ Ar+CO ₂

Table 2 Chemical composition (mass%) of materials used

	C	Si	Mn	P	S	Cu	N	O
Mild steel wire (YM-28S)	0.06	0.78	1.30	0.016	0.014	0.21	0.0037	0.0042
Base metal (SM-490A)	0.21	0.32	1.31	0.010	0.009	0.009	0.0035	0.0013

3. 실험 결과 및 고찰

Fig.1은 용접전류를 150A에서 500A까지 변화시켰을 때의 용적이행 모드를 나타낸 것이다. Fig.2는 아르곤에 산소, 탄산가스를 첨가한 보호가스를 사용한 경우의 용접전류에 따른 용적이행 형태 변화 분포를 나타내고 있다. 산소, 탄산가스를 첨가함에 따라 Globular이행에서 Spray이행으로 천이하는 임계전류가 낮아지고, Rotating spray이행으로 천이하는 임계전류가 낮아짐을 알 수 있다. 산소의 경우 약1.5%, 탄산가스의 경우 약3%정도를 첨가하면 안정된 용적이행 범위가 넓어짐을 알 수 있다. Fig.3은 펄스용접에서의 보호가스에 따른 1펄스 1이행의 범위를 나타내고 있다. 산소를 첨가함에 따라 1펄스 1이행의 범위가 n펄스 1이행 방향으로 넓어짐을 알 수 있다. Fig.4는 전류 파형과 한 주기의 용적이행 사진을 보여주고 있다. 피크기간 1.6ms의 경우(Fig.4의 위의 사진)는 산소, 탄산가스를 첨가한 경우 모두 용적이행 형태, 이탈시간 등에 큰 차이가 없으며, 피크기간 1.4ms인 경우(Fig.4의 아래 사진)는 탄산가스를 첨가한 경우는 피크기간에 어느 정도의 목이 형성되나 베이스 기간에 들어와도 용적이 이탈하지 않고 위로 올라가나, 산소를 첨가한 경우는 용적은 변형되어 있으나 베이스에 들어가면 이탈이 일어남을 보여주고 있다. Fig.5, Fig.6은 각각 직류전류에서 산소, 탄산가스를 첨가함에 따른 음극점의 모식도를 나타내고 있다. 산소, 탄산가스를 첨가함에 따라 음극점 형성영역이 점점 좁아지고 산소의 경우는 약1.5%정도, 탄산가스의 경우는 약2%를 첨가하면 음극점이 용융지에 형성되어 아크가 안정함을 알 수 있다. Fig.7은 직류전류에서 산소, 탄산가스를 첨가한 경우의 용접비드의 변화를 나타낸 것이다. 산소, 탄산가스를 첨가함에 따라 청정영역은 좁아지고, 비드폭은 넓어지며, 용입깊이는 깊어짐을 알 수 있다.

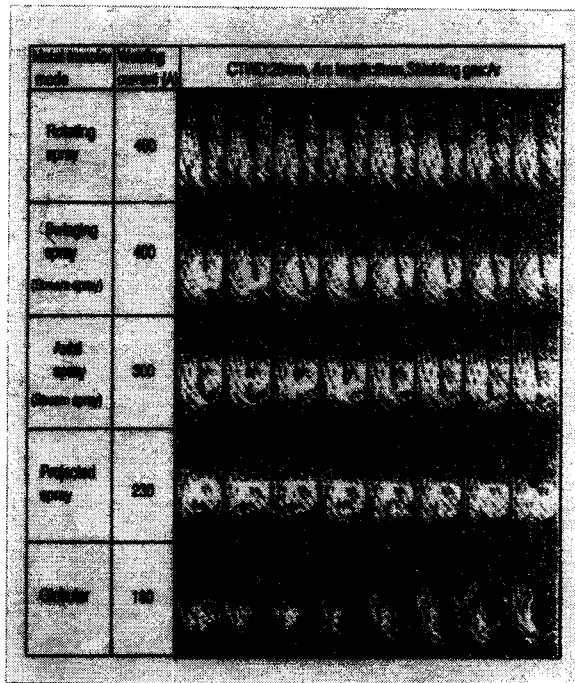


Fig.1 High speed photographs of metal transfer in Ar shielding gas

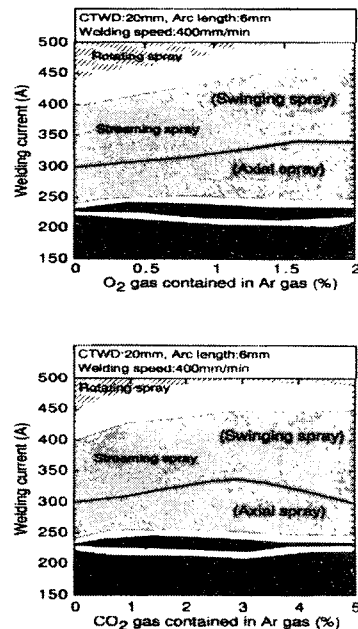


Fig.2 Effect of shielding gas and welding current on metal transfer

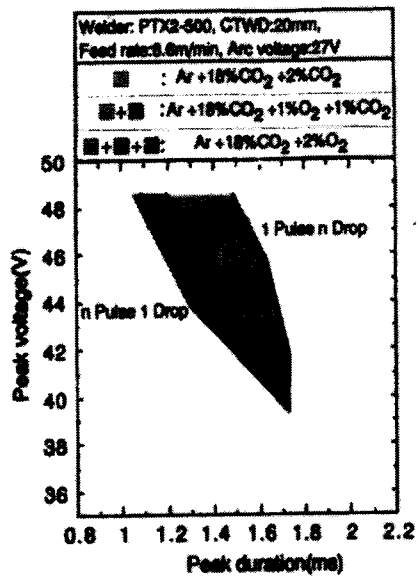


Fig.3 Comparison of 1 Pulse 1 Drop transfer regions in various shielding gases

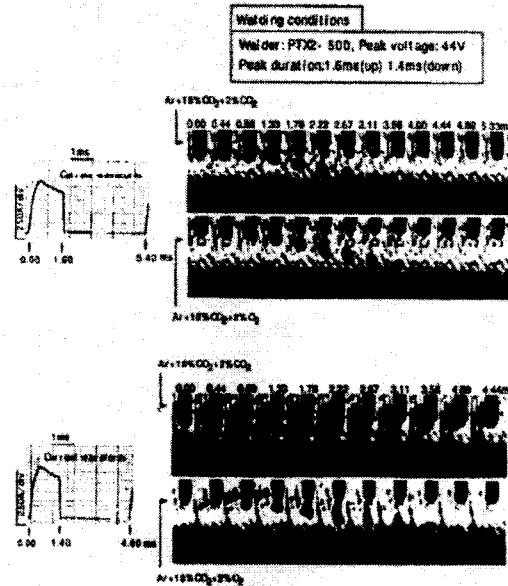


Fig.4 Current waveform and example of difference of droplet transfer

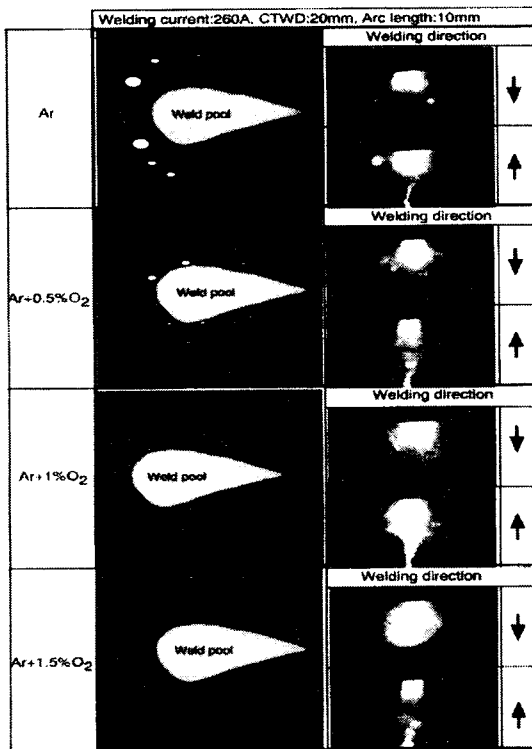


Fig.5 Schematic diagram and photograph of cathode spot in Ar+O₂ gas

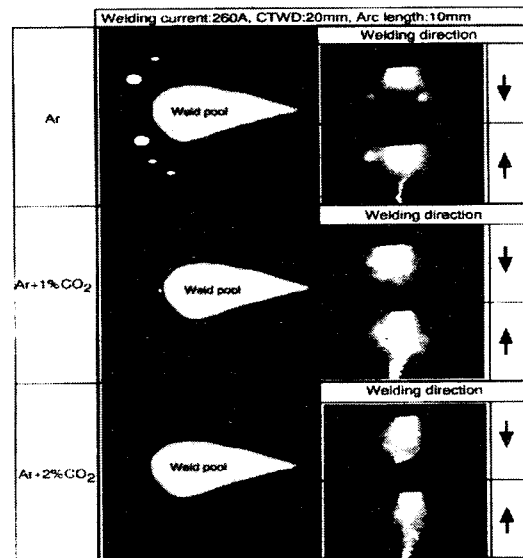


Fig.6 Schematic diagram and photograph of cathode spot in Ar+CO₂ gas

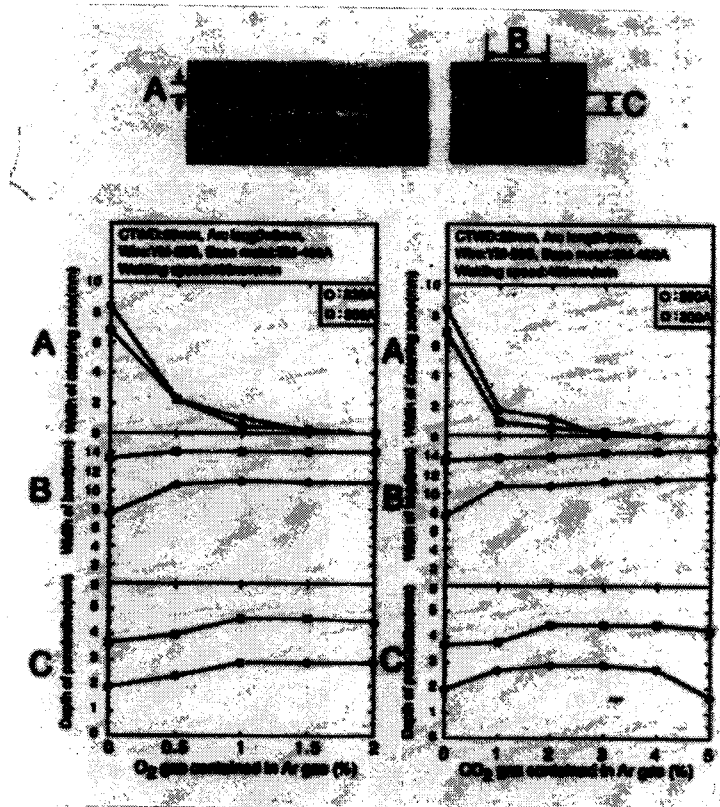


Fig.7 Changes in width of cleaning zone, width of bead and depth of penetration in various shielding gases