

Copper Free Wire를 이용한 고속 GMA용접특성 연구(I) The study on the high speed GMA welding characteristics with copper free wire(I)

황 동수*, 이 재형**, 정 우현**, 조 상명***

* KISWEL Ltd. 품질보증팀

** KISWEL Ltd. 기술연구소

*** 부경대학교 신소재공학부 소재프로세스공학전공

1. 서 론

솔리드와이어를 이용한 GMA 용접분야 중 특히 전자, 전기 및 자동차 부품 산업 등에서 박판의 고전류, 고속용접등 용접능률을 향상시켜 total 용접 cost 저감을 위한 다양한 시도가 행해져 왔다.

박판에 고전류, 고속 용접을 적용하는데 있어서 현재까지의 문제점으로는, 1)전류 및 전압의 증가(예, ER70S-6 1.2mm 240Amp → 340Amp, 전압 적량조정)에 따라 와이어와 스프링라이너, TIP등과의 마찰력 증가에 따른 송급저항의 증대, copper debris의 증가가 수반되고, 결과적으로 Spring liner 와 contact TIP 부위에 copper debris의 축적에 따라 wire의 송급특성이 나빠져 과도한 spatter의 발생, Arc 불안정 유발 등에 의한 용접부 품질불량이 나타나게 되고. 2)또한, 고전류, 고속 용접시 용적이 행 상태의 불 균일로 인하여 bead의 폭 및 높이의 편차가 심해지고, 용접부의 품질을 저하시키는 결과를 가져왔다.

이들 문제점을 해소하기 위한 방안으로, 송급 성능이 특히 우수하고, 안정된 용적이행을 나타내는 copper free wire를 사용하여, 고전류, 고속 용접조건에서의 특성비교 및 적용 가능성을 평가하였다.

2. 실험방법

동일한 용접조건하에서 copper 도금와이어와 copper free wire의 특성을 비교하기 위하여 Table 1과 같이 용접조건을 설정하였다.

Table 1 Welding condition

power source	inverter DC 500A
shielding gas	80%Ar + 20%CO ₂
welding wire	ER70S-6(1.2mm) Wire A, B : copper free wire Wire C : copper 도금와이어
welding Amp.	340 Amp
Arc Volt.	27 ~ 31 Volt
travelling speed	220 cm/min
CTWD	20 mm
welding position	Flat(bead on plate)
parent material	mild steel(10 mmt)

고전류, 고속 용접의 가능성에 대한 파악을 위하여, Table 1의 조건으로 용접을 하고 다음의 항목에 따라 그 결과를 분석 및 평가 하였다.

- Arc 파형의 분석(Arc 모니터링장치)
- Spatter 발생량의 분석(전용포집장치)
- Bead 외관 관찰
- Bead폭 및 높이 3차원 분석(3차원 레이저측정 및 모니터링 장치)

3. 실험결과 및 고찰

3.1 고능률, 고속 용접에서의 용접와이어별 Arc파형 분석

Bead on plate 용접을 실시하면서 모니터링된 용접재료별 Arc파형의 일례를 Fig. 1, Fig 2에 나타내었다.

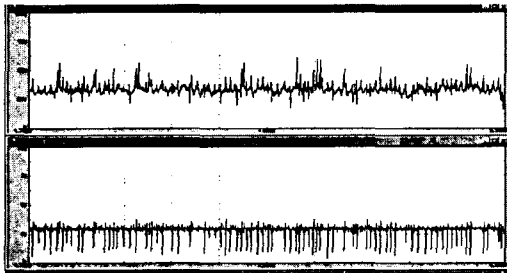


Fig. 1 Waveform of Wire A



Fig. 2 Waveform of Wire C

Fig. 1과 Fig. 2에서 copper free Wire(Wire A)의 경우가 Copper 도금와이어(Wire B)에 비하여 단락의 주기의 규칙성 및 파형의 폭에서 상대적으로 안정된 형태를 나타내 주고 있음을 알 수 있다.

Copper free wire(Wire A)가 Arc특성이 상대적으로 안정된 결과를 나타내는 주요인은, 용적의 표면장력 차이로 인한 것으로 추정되며, 실제 실험을 통하여 추가 규명코자 한다.

3.2 Spatter 발생량 비교

Table 2에 spatter 발생량 비교 결과를 나타내었으며, copper free wire인 Wire A, Wire B의 경우가 copper 도금된 와이어인 Wire C에 비하여 고전류 고속 용접에서 1.0mm 이상의 대립(大粒) spatter

및 total spatter량이 적음을 알 수 있다.

Table 2 spatter quantities (unit : g)

구분	1.0mm 이하 spatter	1.0mm 이상 spatter	총량 (g)	spatter 비율 (%)
Wire A	1.18	0.18	1.35	8.56
Wire B	1.49	0.20	1.68	10.46
Wire C	1.45	0.37	1.83	11.79

spatter량 감소의 주 요인은, 용적의 이탈시 표면장력의 차이로 인하여 용적의 크기가 상대적으로 작고, 비교적 균일한 간격으로 단락이 이루어진 결과로 추정된다.

3.3 Bead 외관의 비교

Fig 3, Fig 4에 Wire A와 Wire C의 Bead외관 사진을 나타내었으며, copper 도금된 Wire C의 경우, 불균일한 bead외관을 나타내었다.



Fig. 3 Bead appearance of Wire A

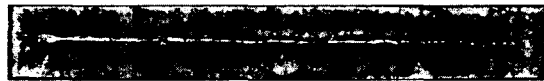


Fig. 4 Bead appearance of Wire C

고전류 고속용접 조건하에서, Wire A의 경우, 송급특성의 우수, 안정성이 확보된 Arc의 지속 등으로 인하여 Bead 형태에 있어서도 균일한 외관을 나타내고 있다.

3.4 Bead 폭 및 높이의 3차원 측정결과

Table 3에 3차원 레이저 측정 장치를 사용하여 측정된 bead 폭 및 높이의 측정결과를 통계 분석한 데이터를 나타내었으며, 이 Table에서 copper free wire인 Wire

A의 측정결과가 표준편차 및 분산에 있어서 더욱 안정된 결과를 나타내었다.

Table 3. bead shape measurement data

구분	bead 폭(mm)		bead 높이(mm)	
	평균	표준편차	평균	표준편차
Wire A	5.07	0.19	2.25	0.18
Wire B	4.94	0.27	2.21	0.20
Wire C	5.01	0.66	2.06	0.46

4. 결 론

솔리드와이어를 이용한 박판의 고전류, 고속 용접 적용성을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻게 되었다.

1) 통상의 copper 도금와이어를 사용한 결과, Arc 안정성, wire 송급성의 열세 현상이 나타났으며, 결과적으로 용접 bead의 폭 및 높이의 편차가 매우 크게 나타나, 용접부 품질이 저하 하였다.

2) 송급특성 및 용적이행 안정성이 우수한 copper free wire를 사용하여 동일 조건에서 실험을 수행한 결과, 실제 적용 가능성이 있는 용접 bead가 얻어졌다.

3) 송급성능의 차이가 있는 두종류의 와이어를 사용하여 고전류 용접조건에서 용접을 실시하면, 와이어의 송급속도가 빨라지는데 비례하여 와이어와 스프링라이너 및 contact tip과의 마찰저항이 증가되고, contact tip 선단에서의 와이어 feeding 속도의 차이가 발생됨으로 인하여 용접전류 및 Arc 전압의 편차가 커지게 되어, 용접 후 bead의 형태도 달라진다.

또한, 용접속도가 고속화됨으로 인하여 단락회수 및 단락간격의 불균일성 등이 증대되어, Bead shape에 있어서 폭 및 높이의 편차가 커지는 한 요인이 된다.

고전류, 고속 용접조건에서의 송급특성 및 용적이행특성을 개선하기 위하여, 송급특성

이 뛰어나고, 용적이행이 균일한 특성을 갖춘 솔리드와이어가 요구되며, 최근 개발된 Copper free wire에서 이들 특성이 만족되는 결과를 얻게 되었다.

참고문헌

1. B.J. Keene, K.C. Mills, J.W. Bryant, E.D. Hondros : Effect of Interaction between Surface Active Elements on the Surface Tension, Canadian Metallurgical Quarterly, 21-4(1982), 393-403
2. 안영호, 이종봉, 엄동석 : GMA용접의 용적이행 현상에 미치는 제인자의 영향, 대한용접학회지, 16-1(1998), 17-24
3. Sang K. Choi, Choong D. Yoo : GMA용접의 금속이행 현상에 관한 이론 해석방법, 대한용접학회지, 16-3(1998), 1-8