

파형제어에 의한 박판의 CO₂ 고속용접

High Speed CO₂ Welding of Steel Plates by Waveform Control

김 영삼***, 유 회수**, 김 희진**, 김 남훈**

* 한국기술교육대학교, **한국생산기술연구원

1. 서 론

CO₂ 용접은 다른 용접에 비하여 와이어와 보호가스의 가격이 저렴하기 때문에 재료비 측면에서 매우 경제적이라는 장점이 있어 널리 사용되고 있는 용접이다. 그러나 CO₂ 용접은 타 용접에 비해 스파터 발생량이 많다는 문제점이 있었으나, 최근 파형제어 기법의 개발로 스파터 발생량을 SCR 용접기에 비하여 80%이상 향상된 인버터 용접기가 개발되었다.¹⁾ 그러나 실제 자동화 생산라인에서의 수요자들은 스파터 저감용 용접기보다 고속용접기를 선호하고 있다. 즉 생산설비의 증설보다는 생산성을 향상시키는 것이 원가 절감에 더 유리하기 때문이다.

현재 국내 현장에서, 특히 자동차등의 자동화 용접에 있어서 박판의 용접이 적지 않은 비중을 차지하며 현장에서의 박판 용접 시 최대 0.8m/min의 속도로 용접을 시행하고 있다.

이에 본 연구에서는 기존에 제안된 파형제어 개념을 토대로 용접파형과 고속영상을 통하여 분석하여 박판의 고속용접에 적용하였다.

2. 고속용접을 위한 파형제어 개념

CO₂ 고속용접에서 무제어의 경우 아크 끊김 및 장기아크와 순간단락이 발생하여 비드가 고르지 못할 뿐만 아니라 비드가 형

성되지 않는 곳도 발생한다. 따라서 본 연구에서의 파형제어는 단락을 빨리 해소시키고, 장기아크를 해소하여 일정한 단락 주기가 될 수 있도록 제어하였다. 그림 1의 ①은 단락시 전류상승 기울기를 높여 단락을 빨리 해소시키고 장기단락에 의한 아크 끊김을 방지 하였다. 그림 1의 ②는 아크 재발생후 아크 기간중 일정시간 후에 전류를 감소시킴으로서 단락이 빨리될 수 있도록 하였다.

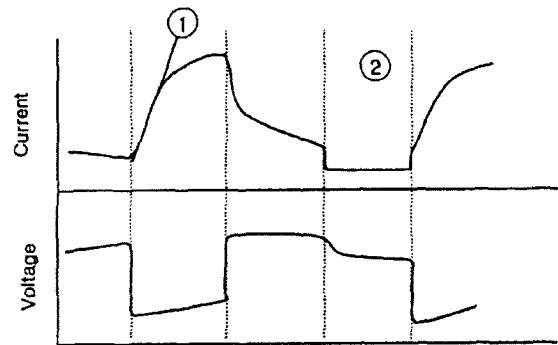


Fig. 1 Concept of waveform control for high speed welding.

3. 실험방법

본 연구에 사용된 용접전원은 500A급의 인버터 용접기로서 국내 S사에서 제조된 것을 사용하였다. 용접 실험에 사용된 용접재료는 직경 1.2mm의 CO₂ 용접용 와이어(KS 규격: YGW11)를 사용하였다. 용접은 2.5mm 두께의 연강 판재 위에 토치각을 35°로 하여 겹치기(lap joint) 용접

을 실시하였다. 와이어 송급속도는 6.7m/min이었으며, 용접속도는 1.5~2.5m/min로 하였다. 용접파형 측정은 20kHz의 샘플링 속도로 5~10초간 측정하였다. 또한 용접현상을 보기 위하여 디지털 고속카메라와 파형을 동기화시켜 동시에 측정하였으며, 촬영속도는 4,000frame/sec 였으며, 셔터속도는 1/16,000 sec였다. 그리고 동기화된 이미지와 파형은 자체 개발한 프로그램에서 동시에 볼 수 있도록 하였으며, 동영상도 제작할 수 있도록 하였다.

용접파형 제어 장치는 그림 2에 나타낸 바와 같이 Micom을 이용하여 AD컨버터로 가감산하여 조절할 수 있도록 하였다. 또한 전류를 급격히 줄일 수 있도록 하였다. 또한 전류를 급격히 줄일 수 있도록 와이어 송급장치 이전에 TR과 저항을 설치하여 Micom의 D/I 출력으로 TR을 on/off 제어할 수 있도록 하였다.

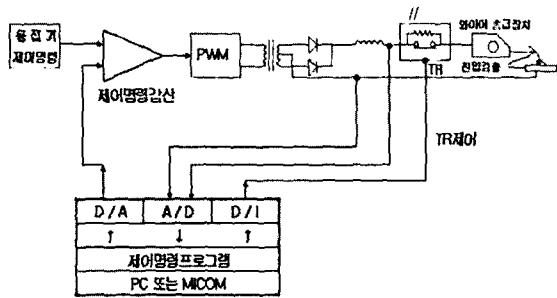


Fig. 2 Equipment of waveform control for high speed welding.

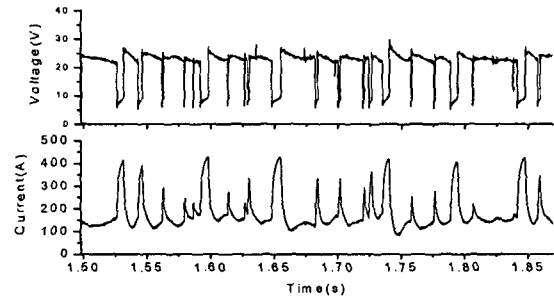
4. 실험 결과

4.1 무제어에 의한 고속용접

그림 3은 S사 용접기 자체의 단락시 전류를 급격하게 상승되도록 아크특성을 조절하여 1.5m/min과 2m/min의 용접속도를 용접한 비드 모양과 파형을 보여준다.

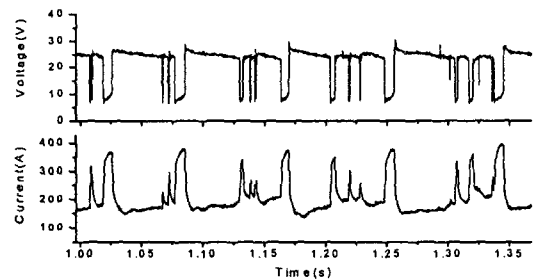
그림 3의 (a)는 용접속도가 1.5m/min 일 경우 순간단락이 다소 발생하였으나 비교적 단락이 주기적으로 발생하여 전체적으로 양호한 비드가 형성되었음을 보여주고 있다. 그림 3의 (b)는 용접속도가 2m/min 일 경우의 비드형상과 파형으로, 동일 송급속도에서 순간단락과 장기아크로 인하여 불균일한 비드형상을 만들어 그림(b)에서 보는 것과 같이 오목/볼록 비드가 발생되어 언더컷

이 발생하는 등 건전한 용접이 되지 못하였다.



단락횟수	정상 / 순간 단락비율
59.2회/초	45 / 55

(a) welding speed: 1.5m/min



단락횟수	정상 / 순간 단락비율
61.5회/초	50 / 50

(b)welding speed: 2/min

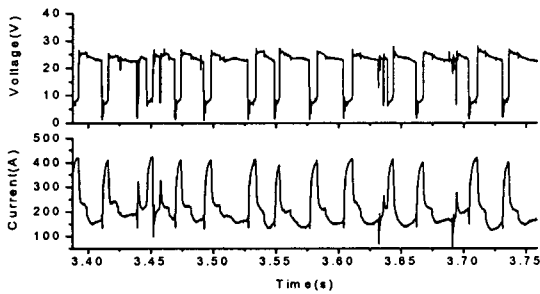
Fig. 3 Welding bead and waveform without control at wire feeding speed 6.7m/min..

4.2 제어에 의한 고속용접

그림 4의 (a)는 2m/min 의 용접속도에서 앞서 말한 그림 1의 개념에 따른 파형제어를 통하여 용접한 비드형상과 파형이다. 단락주기가 그림 3의 (b)에 비하여 매우 규칙적이 되었으며 비드형상 또한 양호하였다.

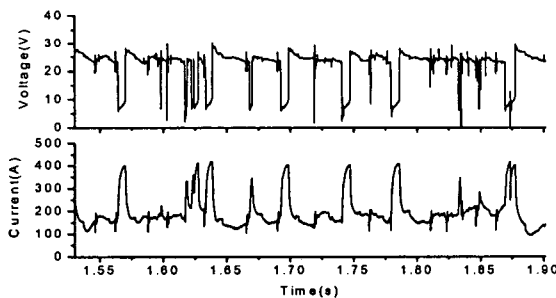
그림 4의 (b)는 2.5m/min의 용접속도로 위의 파

형제어를 통하여 용접한 비드모양과 파형이다. 용접 속도에 비해 낮은 전류치에 의한 용적이행이 불균일에 의한 순간단락과 장기아크등에 의한 오목/볼록 비드의 형상이 나타나며 비드 전체에 걸쳐 언더컷이 발생하여 용접이 불가능하였다.



단락횟수	정상 / 순간 단락비율
59.8회/초	69 / 31

(a)welding speed: 2m/min



단락횟수	정상 / 순간 단락비율
52.0회/초	49 / 51

(b)welding speed: 2.5m/min

Fig. 4 Welding bead and waveform with control at wire feeding speed 6.7m/min.

5. 결 론

CO₂ 용접의 박판 고속용접에 대한 파형제어 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 무제어 고속용접시 순간단락, 장기아크 및 아크 끊김현상으로 고속용접이 용이하지 않았다.
- 2) 단락시 전류 상승 기울기 조절로 1.5m/min 고속용접이 가능하였다.
- 3) 단락 전류 상승 기울기와 단락 주기 제어를 통하여 2m/min 고속용접이 가능하였다.

참고문헌

1. Hee Jin Kim, Hoi Soo Ryoo and Bong Young Kang; Application of Waveform Control Technology in GMA Welding, Journal of KWS, 21-1 (2003) (in Korean)
2. K. Okamura : Ultra High-speed Arc Welding(4m/min), Industrial Robot, 25-3 (1998),185-192
3. T. Mita : Progress of Arc Welding Technologies, 69-3 (2000) 6-12 (in japanese)