

중첩 펄스 MIG용접에 의한 아연도금강판 용접시의 파형제어와 용접특성에 관한 연구

A Study on The Waveform Control and Welding Characteristics of Galvanized Carbon Steel Sheets in Welding for Wave Pulse MIG Welding

김 기정*, 김 태진**, 조 상명***

* 부경대학교 대학원 소재프로세스공학과

** 한국전기연구원 전력전자연구실

*** 부경대학교 신소재공학부 생산가공공학전공

1. 서 론

아연 도금 강판 용접은 현재까지 저항용접이 주종을 이루고 있으나 최근 차량, 건축 등의 분야에서 아크용접을 적용하는 곳이 늘어나고 있으며, 특히 차량 등에서 두께 1mm정도의 박판을 적용하는 경우가 많이 있다.

일반적인 아연 도금 강판의 아크용접시 용접조건이 적절해도 도금층의 용융 및 증발에 따라 아연이 기화하여 용융지 중에서 기포를 형성하여 기공(Blow hole)이나 피트(Pit)가 발생하기 쉽다. 또한, 아연가스는 아크를 불안정하게 하고 스파터(Spatter)나 아연 흠(Fume)이 증가하는 요인이 된다.

일부 연구에서는 두 개의 다른 pulse 조건을 변환하는 새로운 전류파형 제어의 중첩 펄스 MIG 용접법을 개발하여 박판 용접의 품질개선에 응용하고 있다. 그러나 DC 중첩 펄스를 기공 감소를 위해 적용한 연구는 있지만 극성가변 AC 중첩 펄스 용접을 박판에 적용하면서 용락과 기공을 동시에 방지하기 위한 연구보고는 찾아보기 어려웠다.

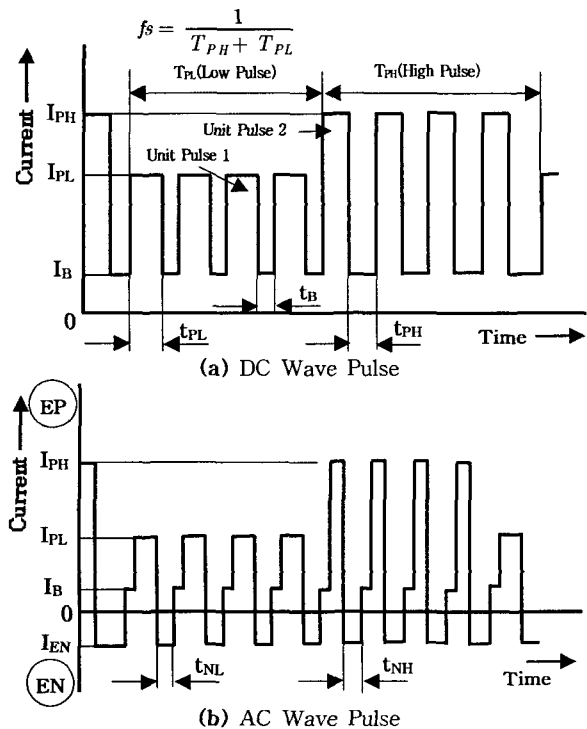
따라서, 본 연구에서는 입열량을 제어할 수 있는 중첩 펄스 MIG 용접기를 사용하여 모재의 입열과 기공을 최소화 하는 것을 목적으로 하였다. 본 실험에서는 적절한 펄스 파형의 검토, DC 중첩 펄스 및 극성가변 AC 중첩 펄스 MIG 용접을 실시하여 비드외관과 단면 및 용접부 품질을 관찰하였다.

2. 중첩 펄스 MIG 용접

중첩 펄스 MIG 용접은 펄스 파형을 기본으로

하여 2종류의 unit 펄스를 사용하여 소정의 주기로 반복하는 용접법이다.

Fig. 1에 DC 중첩 펄스와 극성가변 AC 중첩 펄스 파형과 표기법을 나타내었다.



- I_{PH}: Pulsed positive current of pulse condition H
- I_{PL}: Pulsed positive current of pulse condition L
- I_{EN}: Pulsed negative current of pulse condition
- t_{PH}: Pulsed positive duration of pulse condition H
- t_{PL}: Pulsed positive duration of pulse condition L
- t_{NH}: Pulsed negative duration of pulse condition H
- t_{NL}: Pulsed negative duration of pulse condition L
- T_{PH}: Duration of pulse condition H
- T_{PL}: Duration of pulse condition L
- I_B: Base current
- fs: Switching frequency of pulse condition

Fig. 1 Wave pulse current waveform and its notation

3. 사용재료 및 실험방법

본 실험에 사용된 재료는 판두께 1mm×폭 30mm×길이 200mm의 용융아연도금 강판(도금량 275g/m²)이다. Table 1에 본 실험에 사용된 용접조건을 나타내었다.

Table 1 Standard welding condition

Power source	Inverter controlled
Welding current	60A(Setting current)
Welding voltage	16-24V
Welding speed	80cm/min
Switching frequency	0.5~30Hz(MAX)
Torch angle	Forehand angle 10°
Shielding gas	Ar+6%O ₂ (20 ℓ /min)
Welding wire	YGW-12(1.0mm)
CTWD	15mm
Welding position	Flat(Bead on plate)

4. 실험결과 및 고찰

4.1 펄스 주파수와 용적크기의 관계

일반적인 펄스 용접에서의 용적이행은 피크전류에서 급격히 상승한 전류로 인한 전자기적 핀치력에 의해 피크 전류의 끝부분에서 1pulse 1drop을 한다. 본 연구에서 적용한 DC 중첩, AC 중첩 펄스 용접도 마찬가지로 정상상태에서 1pulse 1drop하는 것을 목적으로 한다. 따라서 와이어 송급속도가 동일하게 정해졌을 때 적절한 용적의 크기를 이행시키기 위해서는 그에 상응하는 펄스 주파수를 결정해야 한다.

Fig. 2와 Fig. 3은 주파수 변화에 따른 용적의 크기를 나타낸 것으로서 주파수가 증가할수록 용적의 크기가 작아지는 것을 보여주고 있다. 본 연구에서는 용적의 직경을 와이어 직경보다 약간 크게 하였다.

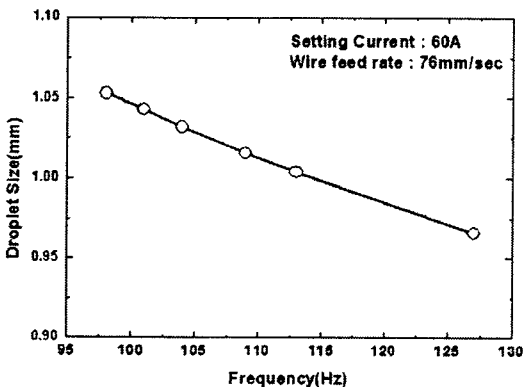


Fig. 2 Droplet size by frequency in DC wave pulse MIG welding

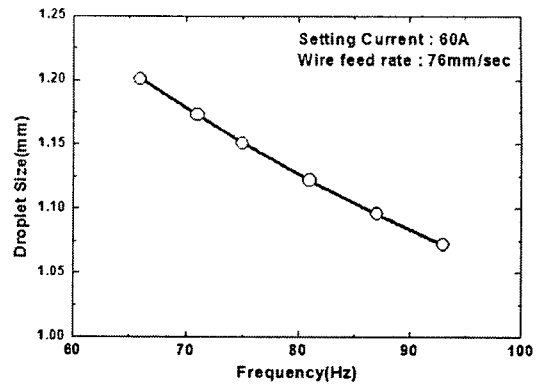


Fig. 3 Droplet size by frequency in AC wave pulse MIG welding

Fig. 3에서 AC 중첩 펄스의 주파수가 DC 중첩 펄스의 주파수와 다르게 나타나는 것은 펄스 전류에서 t_B와 t_N의 증가로 전체적인 펄스 주기가 증가하기 때문이다.

4.2 DC, AC wave pulse MIG 용접실험 결과

본 연구에서는 unit 펄스 2를 고정시키고 unit 펄스 1의 T_p와 I_p를 변화시키면서 두께 1mm의 아연도금강판의 용접에 적합한 파형을 설계할 수가 있었다.

Fig. 4와 Fig. 5는 DC 중첩 펄스와 AC 중첩 펄스의 개선전과 개선후의 I_p와 t_p, 펄스 전류의 모니터링 파형을 나타낸 것이다.

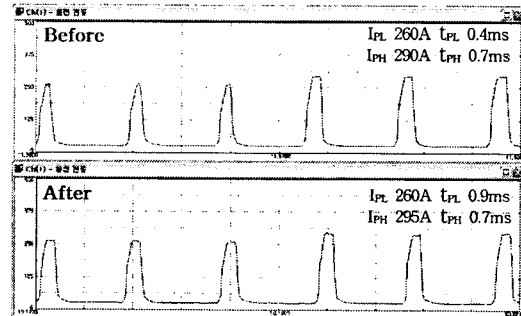


Fig. 4 Waveform at DC wave pulse (Setting current 60A, W.F.R 76mm/sec)

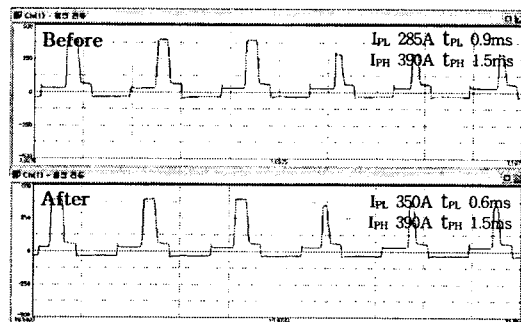


Fig. 5 Waveform at AC wave pulse (Setting current 60A, W.F.R 76mm/sec, EN 20%)

Fig. 6은 DC 중첩 펄스에서 t_{PL} 의 증가에 따른 Low 펄스의 입열량과 전체 입열량을 나타낸 것이다. t_{PL} 이 증가함에 의해 전류의 면적(Fig. 6의 A)이 넓어져서 입열량이 증가함을 알 수 있다.

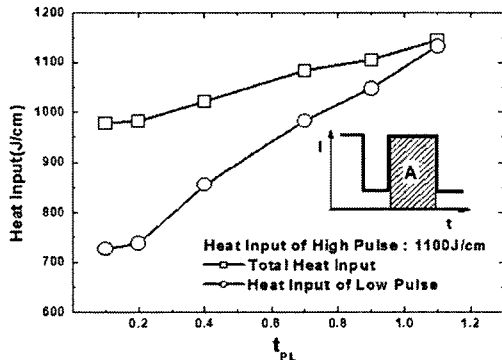


Fig. 6 Heat input by t_{PL} in DC wave pulse (Setting current 60A, W.F.R 76mm/sec)

Fig. 7은 DC 및 AC 중첩 펄스 MIG용접의 표면비드 외관을 나타낸 것이다.

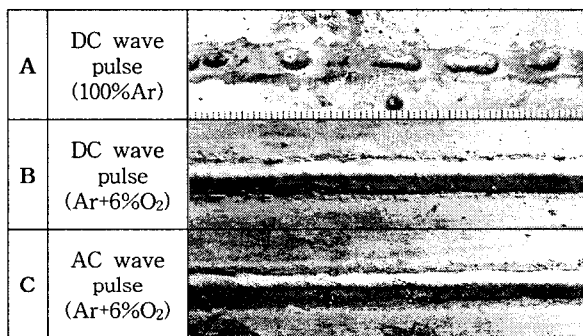


Fig. 7 The shape of bead by wave pulse (Setting current 60A, W.F.R 76mm/sec)

A와 B에서 O₂를 혼합하여 사용한 경우 Ar을 사용하였을 때보다 양호한 비드외관을 보였으며 AC 중첩 펄스 용접을 적용한 C에서는 DC 중첩 펄스를 적용한 B와 비교해서 비드외관이 상당히 양호하게 나타났다.

Fig. 8은 아연 도금 강판 용접시 실드가스에 산소를 혼합하여 용접할 때 일어나는 산화아연의 생성에 대하여 나타낸 것이다.

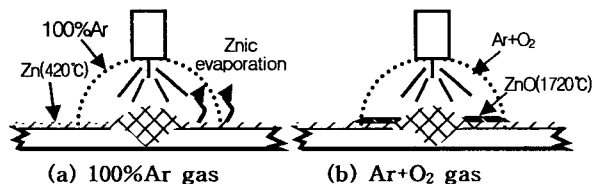


Fig. 8 Formation of zinc oxide by oxygen addition

Fig. 7의 A와 B에서 O₂를 혼합하여 용접할 경우 비드외관이 양호하게 나타나는 것은 Ar을 단독으로 사용할 경우 아연은 아크열에 의해 증발하여 아크를 불안정하게 한다. 그러나 O₂를 혼합하여 사용할 때 O₂가 아연과 반응하여 고융점

의 산화물을 생성하고 아연도금층을 보호하여 고온의 아크에서도 아연의 증발이 작게 발생하는 것이라고 판단된다.

Fig. 9는 동일한 와이어 송급속도에서 극성비 증가에 따른 입열량을 나타낸 것으로 극성비가 증가할수록 용적의 보유열량이 작아서 입열량이 감소하는 것을 알 수 있다.

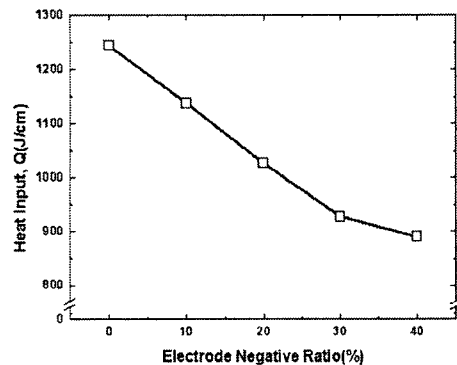


Fig. 9 Heat input by electrode negative ratio

4. 결 론

중첩 펄스 MIG 용접기를 이용하여 아연도금강판에서 용접전류 파형을 제어하여 다음과 같은 결론을 얻을 수가 있었다.

- 1) AC 중첩 펄스 용접시 DC 중첩 펄스 보다 스파터 발생량이 적고 양호한 비드가 형성되었다.
- 2) 와이어 송급속도를 동일하게 유지하였을 때 극성비를 증가함에 따라 입열량이 감소하였다.
- 3) 아연 도금 강판에 대하여 AC 중첩 펄스 MIG 용접을 적용한 결과 입열량이 적기 때문에 용락의 우려가 적고 아연도금층의 손상이 작게 되며 스파터가 적고 양호한 비드외관을 얻을 수가 있었다.