

단상 및 인버터 AC 저항용접 전류 영교차점의 냉각이 순시동저항 패턴에 미치는 영향

The effect of zero-cross cooling on instantaneous dynamic resistance pattern in single phase and inverter AC resistance welding current

함효식*, 김진욱*, 고미혜*, 최두열**, 박성호***, 조상명***

* 부경대학교 대학원 소재프로세스 공학과

** 포스코 기술연구소/자동차가공연구 그룹

*** 부경대학교 신소재공학부 소재프로세스공학전공

1. 서 론

자동차 산업에 주로 사용되는 GI, GA강판을 용접하기 위해 단상 AC 또는 인버터 AC 저항용접이 주로 사용된다.

본 연구에서는 단상 AC와 인버터 AC 저항용접의 용접성 평가를 위해 CR강판을 사용하였고, 순시동저항(IDR : Instantaneous Dynamic Resistance)을 이용하여 단상 AC 및 인버터 AC의 용접현상을 분석하였다. 단상 AC와 인버터 AC의 전류 제어 특성에 의해 나타나는 전류 영교차점이 다르게 나타난다.

본 연구에서는 단상 및 인버터 AC 저항용접에서 전류 영교차점의 냉각이 순시동저항 패턴에 미치는 영향을 고찰하였다.

2. 사용재료 및 실험방법

2.1 사용재료

본 연구에서 사용된 피용접재는 길이 75mm× 폭 20mm×판두께 0.7mm의 EDDQ CR(Extra Deep Drawing Quality Cold Rolled)강판을 사용하였다. 전극은 도전을 75%이상의 크롬동을 사용하였으며, 직경 16mm, 선단경이 5mm인 DR type 전극을 사용하였다.

2.2 실험 방법

단상 AC 저항용접기와 인버터 AC 저항용접기로 Fig. 1의 시편으로 Table 1의 용접조건으로 실험하였다. Table 1은 설정전류 변화에 따른 순시동저항 파형을 얻기 위한 용접조건을 나타낸 것이다. 단상 AC는 4kA에서 8kA로 1kA씩 증가하여서 용접하였고, 인버터 AC는 4.5kA에서 10kA로 0.5kA씩 증가하여 용접하였다.

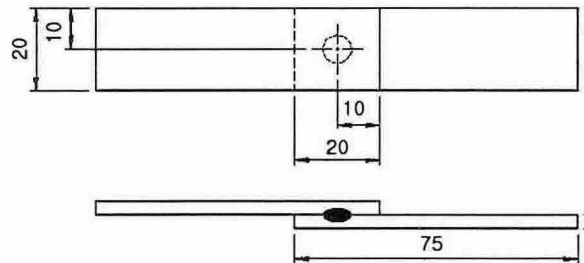


Fig. 1 Specimen for resistance welding

Table 1 Welding condition for experiments

Machine	Single phase AC	Inverter AC
Setting current	4~8 kA	4.5~10 kA
Welding time	8 cycle	
Load force	200 kgf/cm ²	

용접전류는 20kA급 홀센서를 사용하고, 용접 전압은 10V 센서를 사용하여 각각에서 나온 출

력을 10kHz의 샘플링 주파수로 A/D 카드에 전송한 후 스폿 모니터링 시스템(WSM3000N)에 의해 디지털 계측하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 전류 영교차점과 순시동저항

본 연구에서는 디지털 계측된 전류, 전압의 순시치에서 Ohm's law에 의해 얻어진 순시동저항을 Fig. 2에 나타내었다. 단상 AC 및 인버터 AC에서 전류의 방향이 바뀔 때 0의 값을 나타나는 점을 영교차점이라 하고, 이 때의 냉각시간을 정의하였다.

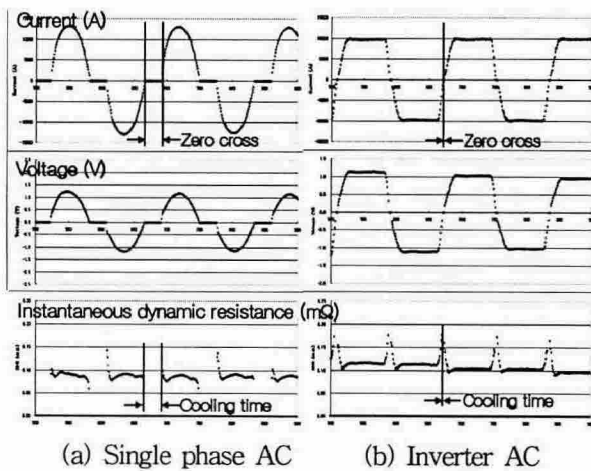


Fig. 2 Waveform by resistance welding machine

3.2 순시동저항을 이용한 전류 영교차점 비교

전류 제어 특성, 즉 단상 AC 전원은 위상제어 또는 Heat control에 의해 영교차점이 형성된다. 인버터 AC 전원은 스위칭 소자의 Turn off에 의해 영교차점이 형성된다.

Fig. 3은 설정전류 6kA에서 각 전원의 전류 제어 특성으로 인한 영교차점의 냉각시간을 나타내었다. 단상 AC의 전류 영교차점의 냉각시간은 불규칙적이고 길다. 이에 반해, 인버터 AC의 영교차점의 냉각시간은 규칙적이고 매우 짧다.

Fig. 4는 전류 영교차점에서의 순시동저항을 나타내었다. 저항발열로 너깃부의 온도가 증가하므로 고유저항이 증가하여 순시동저항이 증가하였고, 전류 영교차점에서의 냉각으로 인해 저항

이 감소한다. 전류 영교차점에서 단상 AC의 순시동저항의 감소량이 인버터 AC의 순시동저항 감소량보다 크다. 저항은 너깃 온도에 의존하며, 단상 AC의 너깃 온도 변화가 심하므로 날림 가능성이 크다.

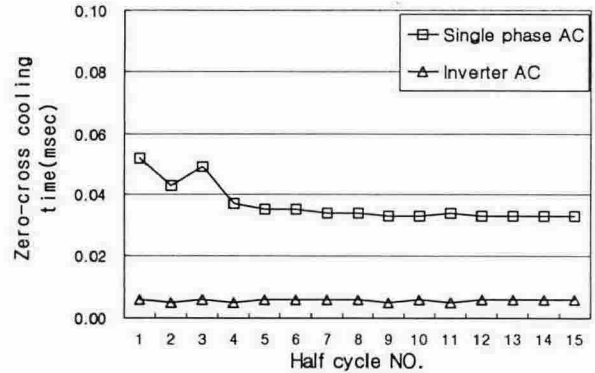


Fig. 3 Zero-cross cooling time

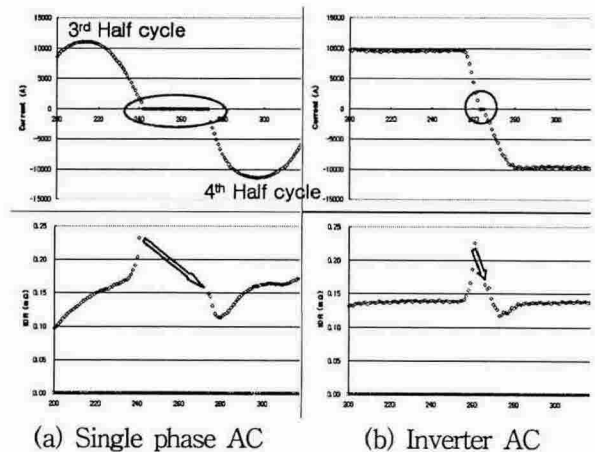


Fig. 4 Effect of Zero-cross cooling on IDR

3.3 전류변화에 따른 순시동저항

Fig. 5, 6은 Table 1의 용접조건으로 용접하였고, 단상 AC 및 인버터 AC의 순시동저항 파형을 나타내었다. 냉접, 정상, 날림시에 나타나는 단상 AC 및 인버터 AC의 순시동저항을 비교하면, 단상 AC의 Half cycle동안의 순시동저항이 인버터 AC의 Half cycle동안의 순시동저항보다 변화가 심하다는 것을 관찰 할 수 있다.

전류 변화 특성, 즉 Current peak/Current RMS비가 큰 단상 AC 전원에서는 전류의 패턴으로 인해 Half cycle동안의 순시동저항의 변화가 크다.

Table 2는 단상 AC 및 인버터 AC의 특징을

비교하였다.

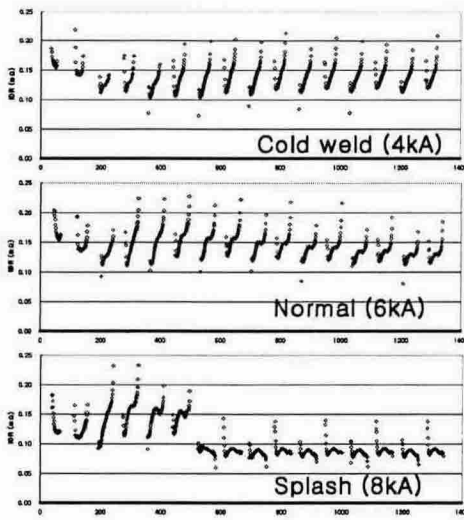


Fig. 5 IDR by single phase AC

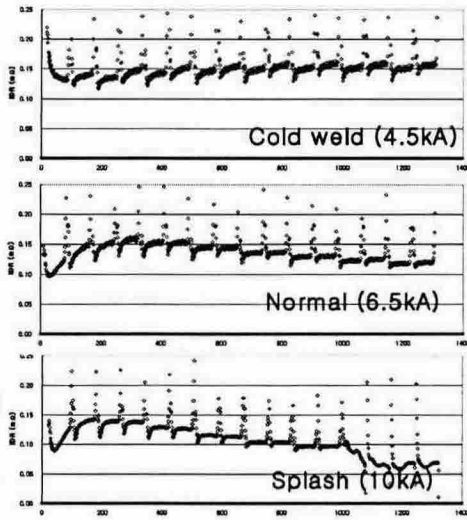


Fig. 6 IDR by inverter AC

Table 2 Comparison of characteristic for single phase AC and inverter AC

Class	Single phase AC	Inverter AC
Zero-cross cooling time	Irregular, long	Regular, short
Variation of IDR	Large	Small
Variation of nugget temperature	Large	Small
Possibility of splash	High	Low

3.4 인버터 AC의 순시동저항 패턴

Fig. 7은 인버터 AC의 날림에서의 순시동저항 패턴을 나타낸다. Pattern A는 용접초기의 통전면 증가에 의해 저항이 감소하였다가 증가한다. Pattern B는 너깃을 생성하기 위해 저항발열

로 고유저항 증가로 저항이 증가한다. Pattern C는 너깃이 성장하는 것으로 저항발열이 되었다가 너깃 성장으로 인한 접촉저항 감소로 저항이 감소된다. Pattern D는 날림이 발생하는 징후가 나타나고, 저항발열과 코로나본드의 접촉면 증가로 저항이 유지된다. Pattern E는 날림이 발생, 계속되는 저항발열에 의해 날림이 발생한다. Pattern F는 날림 후 통전면의 증가로 인해 저항이 감소된다.

날림징후가 나타나는 Pattern D에서 인버터 AC의 적응제어를 통해 날림을 방지 할 수 있을 것이라 기대된다.

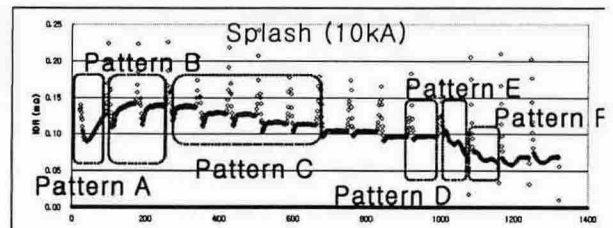


Fig. 7 IDR pattern in inverter AC

4. 결 론

단상 및 인버터 AC 저항용접 전류 영교차점의 냉각이 순시동저항 패턴에 미치는 영향에 대한 고찰을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 전류 제어 특성으로 인해 단상 AC의 전류 영교차점의 냉각시간은 길고 불규칙하고, 인버터 AC의 전류 영교차점의 냉각시간은 매우 짧고 규칙적이다. 단상 AC가 인버터 AC보다 온도변화가 크고, 전류 영교차점 동안의 순시동저항의 변화가 크다.

2) 전류 변화 특성, 즉 Current peak/Current RMS비가 큰 단상 AC 전원에서는 전류의 패턴으로 인해 Half cycle동안의 순시동저항의 변화가 크고, 인버터 AC 전원에서는 Half cycle동안의 순시동저항의 변화가 작다.

3) 날림징후가 나타나는 순시동저항의 Pattern D에서 인버터 AC의 적응제어를 통해 날림을 방지 할 수 있을 것이라 기대된다.

참고문헌

1. P.H.Thornton, A.R.Krause and R.G.Davies : Contact Resistances in Spot Welding, Welding Journal, 75-12(1996), 402-412