

아연도금강판의 저항용접 시 날림발생에 미치는 용접전원의 영향

Effect of Welding Power Source on Splash in Spot Welding of Zinc Coated Steel

고 미혜**, 이 용기**, 이 영배**, 조 상명***

* 부경대학교 대학원 소재프로세스공학과

** (주) 매일정기

*** 부경대학교 신소재공학부 소재프로세스공학전공

1. 서 론

아연도금강판은 일반 냉연강판에 비해 내식성과 내구성이 우수하여 자동차, 토목, 건축, 가전 산업 등 여러 분야에 널리 사용되고 있다.

그러나 저항용접 시 낮은 용접의 아연이 전극을 오염(Pick up)시켜 적정 용접전류가 높아지고 연속타점 시 전극의 오염으로 인해 날림(Splash)을 발생시켜 작업환경과 모재에 악영향을 주고 있다.

일본용접협회(JWES)의 단상 AC 저항용접 표준조건 설정 지침에 의하면 표준전류의 정의는 "80% 날림이 발생되고, 20% 날림이 발생하지 않는 전류"이다. 따라서 단상 AC의 경우 날림이 발생해야지만 적정 너깃 조건이 얻어진다고 할 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 날림발생을 줄이면서 적정 너깃을 얻기 위해 인버터 AC/단상 AC 전원 변환 장치를 이용하여 동일 용접 조건에서 용접전원만을 변경하여 전기아연도금강판과 용융아연도금강판 용접 시 날림 발생 정도와 적정 너깃범위를 알아보았다.

2. 사용재료 및 실험방법

2.1 사용재료

본 연구에 사용된 모재는 두께 1mm, 양면도금량 25g/m²의 전기아연도금강판(EGI: Electrolytic Galvanized Iron)와 양면도금량 275g/m²의 용융아연도금강판(GI: Galvanized Iron)이었

다. 전극은 도전을 75%이상의 크롬동을 사용하였으며, 직경 16mm, 선단경이 6mm인 DR type 전극이었다.

2.2 실험방법

전기아연도금강판과 용융아연도금강판의 용접전원에 따른 날림발생 특성을 알아보기 위해 인버터 AC와 단상 AC 전원을 사용하여 Shear파단 전류에서부터 날림이 발생하는 영역까지 1kA씩 전류를 올리면서 용접하였다. 용접 시 전류, 전압을 저항 모니터링 시스템(WSM3000N)을 이용하여 측정하였다.

2차측 출력 주파수를 인버터 AC는 30Hz, 단상 AC는 60Hz로 두고 통전시간은 인버터 AC는 4cycle과 7cycle, 단상 AC는 8cycle, 14cycle을 주었다. 이때 가압력은 200kgf로 하였다.

적정 너깃조건에서 날림발생 특성을 알아보기 위해 위 조건에서 용접한 것을 peel 시험하여 6mm정도의 너깃경에서 연속타점 시 날림발생비를 알아보고 단면을 절단하여 너깃경을 측정하여 날림 발생에 따른 너깃경의 변화도 관찰하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 인버터 AC와 단상 AC 전원에 따른 너깃 발생 특성

60Hz의 1cycle 주기는 16.67ms이고 30Hz의 1cycle 주기는 33.33ms이므로 통전시간을 동일하게 하기 위해서 30Hz는 60Hz의 0.5배의 통전

cycle을 주어야한다.

Fig. 1은 전기아연도금강판 용접 시 전원별 출력전류에 따른 너깃경을 나타낸 것이다.

인버터 AC가 단상 AC에 비해 낮은 전류에서 6mm이상의 너깃이 나타났다. 인버터 AC 4cycle과 단상 AC 8cycle의 경우 출력전류에 따른 너깃경의 차가 크지 않지만 인버터 AC 7cycle과 단상 AC 14cycle의 경우에는 큰 차이를 보였다.

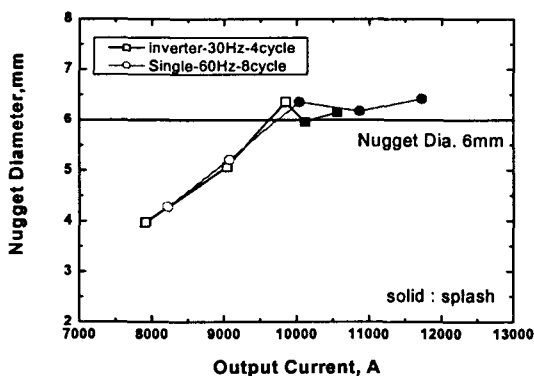
저항 스폿용접에서 날림이 발생하면 너깃경이 감소하는 경우가 자주 나타났다. 지금까지 많은 연구에서 날림이 발생하면 인장전단강도가 감소하는 경향이 보고 된바 있지만, 이러한 경향은 너깃경의 감소로 인해 초래된 것으로 판단된다.

그 원인은 통전 중 날림이 발생하면 용융금속이 너깃으로부터 튀어나가면서 접촉면에 브릿지(bridge)를 형성함으로 너깃에 통하는 전류가 감소하고 날림으로 인한 브릿지로의 무효분류가 증가하여 너깃성장이 억제되기 때문인 것으로 판단된다.

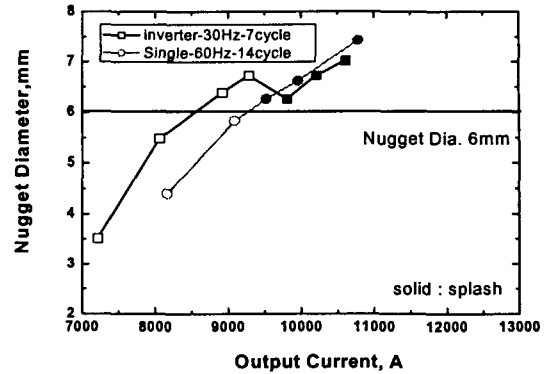
Fig. 2는 용융아연도금강판 용접 시 전원별 출력전류에 따른 너깃경을 나타낸 것이다. 통전시간을 인버터는 4cycle, 단상은 8cycle로 두고 용접한 것이다. 인버터 AC가 단상 AC에 비해 낮은 전류에서 너깃경 6mm이상이 얻어졌다.

Fig. 3는 스폿 모니터링 시스템으로 획득한 인버터 AC와 단상 AC의 파형을 나타낸 것이다.

인버터 AC의 경우 실효전류와 피크전류가 거의 비슷한 반면 단상 AC의 경우 실효전류보다 피크전류가 높게 나타나므로 날림이 발생하기 쉽다.



(a) Inverter AC 4cycle and Single AC 8cycle



(b) Inverter AC 7cycle and Single AC 14cycle
Fig. 1 Variation of nugget diameter by output current on EGI sheet

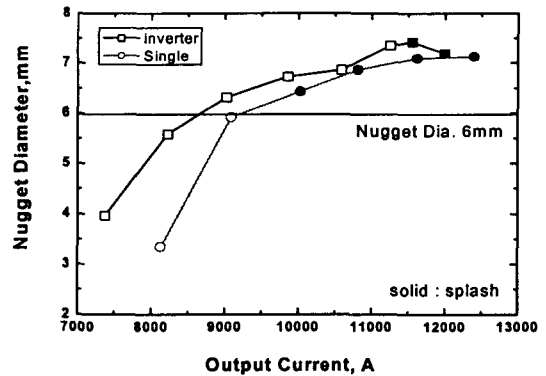
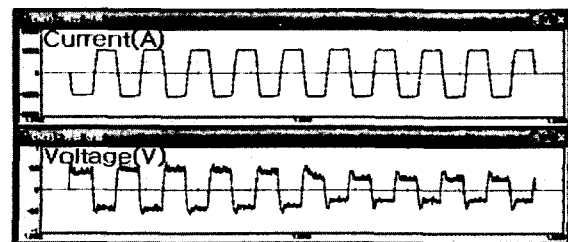
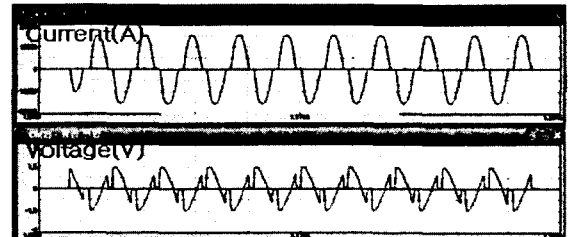


Fig. 2 Variation of nugget diameter by output current on GI sheet



(a) Inverter AC power source



(b) Single phase AC power source

Fig. 3 Waveform by spot monitoring system

3.2 인버터 AC와 단상 AC 전원에 따른

날림발생 특성

Table 1은 용융아연도금강판 용접 시 너깃생성과 날림발생 범위를 나타낸 것이다. 용융아연도금강판은 전기아연도금강판과는 달리 표면날림이 먼저 발생하고 전류가 더욱 커지면 중간날림과 표면날림이 같이 나타났다. 인버터 AC가 단상 AC에 비해 날림이 발생하지 않는 범위가 확연히 넓게 나타남을 알 수 있었다.

Table 1 Range of nugget formation and splash at GI sheet

Power source	Time (cycle)	Current(kA)			
		7	9	11	13
Inverter AC (30Hz)	4	[Bar chart showing splash patterns for Inverter AC at 30Hz]			
Single phase AC (60Hz)	8	[Bar chart showing splash patterns for Single phase AC at 60Hz]			
No Splash : □ Surface Splash : ▨ Expulsion+Surface Splash: ▩					

Fig. 4는 6mm의 동일 너깃경에서 날림발생비, 평균 너깃경과 표준편차를 나타냈다. 단상 AC에서 전기아연도금강판은 100%날림이 발생하였고 용융아연도금강판은 표면날림이 20%발생하였다. 반면 인버터 AC의 경우는 날림이 발생하지 않았음을 알 수 있었다. 너깃경의 표준편차는 날림이 100%발생한 단상 AC가 인버터 AC에 비해 크게 나타났다. 이는 날림 발생이 너깃경의 산포에 크게 영향을 미쳤기 때문이라고 판단된다.

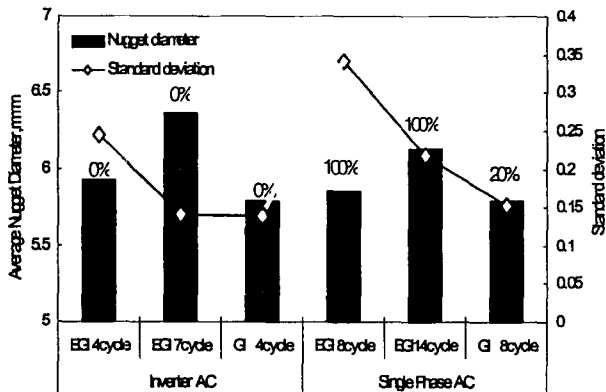


Fig. 4 Splash ratio at the same nugget diameter(6mm)

4. 결 론

전기아연도금강판과 용융아연도금강판에 대한 저항용접 시 용접전원에 따른 날림발생 특성에 관한 실험을 한 결과 다음을 알 수 있었다.

- 1) 인버터 AC가 단상 AC에 비해 낮은 전류에서 6mm이상의 너깃이 나타났다.
- 2) 저항 스폿용접의 경우 날림이 발생하면 너깃이 감소하는 경향을 보였으며, 이는 인장전단 강도가 감소하는 경향과 관계가 있을 것으로 보인다.
- 3) 단상 AC 전원의 경우 6mm의 너깃을 생성시키는 전류영역대에서는 날림이 항상 발생하게 되었다.
- 4) 용융아연도금강판은 전기아연도금강판과는 달리 표면날림이 먼저 발생하고 더욱 전류가 증가하면 중간날림과 표면날림이 같이 나타났다.
- 5) 너깃경의 표준편차는 날림이 많이 발생한 단상 AC가 인버터 AC에 비해 크게 나타났다. 이는 날림 발생이 너깃경의 산포에 큰 영향을 미쳤기 때문이라고 판단된다.

참고문헌

- 1) Masahiro Ohara, Tohru Saito : Weldability of coated sheets, 日本溶接學會誌 63-4(1994) p277-281
- 2) Takashi Horita, Masaru Oka, Tatsuya Kanamaru, Kazumasa Yamazaki, Toshirou Fujiwara : Study on Nugget Formation in Spot Welding of Galvanized Steel Sheet, 日本溶接學論文集 第4卷 第2号 (1996) p.255-259
- 3) 고미혜, 조상명 외 : 2차측 주파수 가변 인버터 AC 저항용접기에 의한 아연도금강판의 스폿용접 특성, 대 학용접학회 춘계학술대회 (2003)
- 4) Weld growth Mechanism of resistance spot welds in zinc coated steel, Journal of Materials Processing Technology(2003) 448-453
- 5) Comparison of The Electrical Efficiency of AC and DC Power Source for Spot Welding Zinc Coated Steels, IIW (1993)