

다양한 전원의 저항용접에서 고속카메라와 파형모니터링에 의한 발열현상의 비교 관찰

Comparison and observation of heating phenomena by high speed camera and waveform monitoring in spot welding with various power sources

고미혜*, 김상영**, 손준익***, 이영배****, 조상명*****

* 부경대학교 소재프로세스공학과

** (주)KVT

*** 동아대학교 전기공학과

****매일정기(주)

*****부경대학교 신소재공학부 소재프로세스공학전공

1. 서 론

저항용접에서 용접부 품질은 너깃 상태에 따라 영향을 받는다. 양호한 품질을 얻기 위해 동저항의 변화, 전극 변위 등과 같은 간접적인 방법을 이용하여 용접부 너깃 형성과정을 예측하는 많은 연구가 진행되고 있다.

앞선 연구에서는 낮은 촬영속도로 거시적인 관찰을 고찰하였으나 미시적인 너깃의 변화를 고려하지 않았다. 그러므로 용접부 너깃 형성과정을 직접적으로 관찰하기 위하여 촬영속도가 고속카메라를 이용해 발열현상을 모니터링하는 것이 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 고속카메라를 이용하여 다양한 전원에서 용접부의 발열 현상을 관찰하고 저항 모니터링 시스템을 통해 얻은 전류, 전압에 의해 구해진 순시동저항(Instantaneous Dynamic Resistnace, IDR)과 순시발열속도(Instantaneous Heating Rate, IHR)를 용접부 발열현상과 비교하였다.

2. 실험재료 및 실험방법

2.1 사용재료

본 연구에서 사용된 피용접재는 두께 1.0mm의 냉간압연강판이다. 전극은 도전율 75%이상의 크롬동이고 직경 16mm, 선단경 6mm 및 선단곡률 R75인 CR type이었다. 전

극 형상은 Fig. 1은 너깃부 관찰을 위해 1/2로 절단한 전극형상이다.

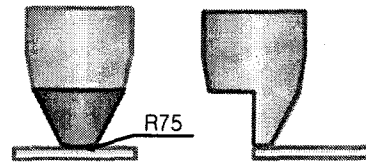


Fig. 1 Schematic diagram of electrode shape

2.2 실험방법

본 연구에서 사용한 디지털 고속 카메라는 Phantom V7.2(Made in USA)으로 촬영 속도를 12000frame/sec로 촬영하였다. 렌즈는 24~70mm f2.8를 사용하였고 확대된 용접부를 보기위해 Extension Tube 13mm를 사용하였다. 필터는 자외선을 차단해주는 82mm UV필터와 편광필터인 52mm PL필터를 사용하였다.

조명은 250W 2set를 사용하였으며, 조사각은 Fig. 2와 같이 두어 용접부를 조사하였다.

다양한 전원에서 용접부 발열현상을 Shear파단 영역의 전류에서 관찰하였고 파형 모니터링과 비교하기 위한 용접 조건은 Tear파단이 일어나는 전류에서 용접하였다.

파형을 모니터링하기 위한 저항모니터링 시스템은 20kA급 홀센서를 사용하고, 10V 전압센서를 사용하여 12000Hz의 샘플링 주파수로 스폿 모니터링 시스템(WSM3000N)에 의해 계측하였다.

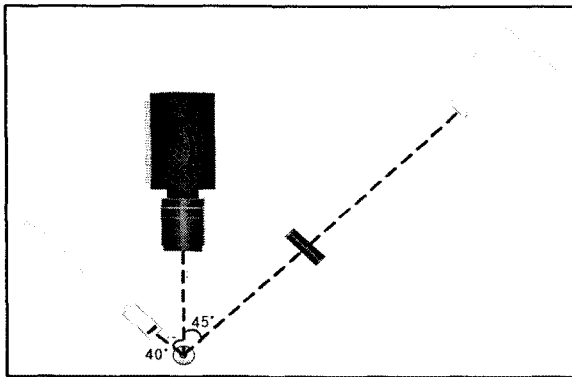


Fig. 2 Set up of high speed camera and illumination

3. 실험결과 및 고찰

3.1 다양한 전원에 따른 발열 냉각의 반복특성 관찰

발열 냉각의 반복특성의 관찰은 발열반응이 서서히 일어날 수 있는 Shear파단 영역의 전류에서 관찰하는 것이 바람직하다.

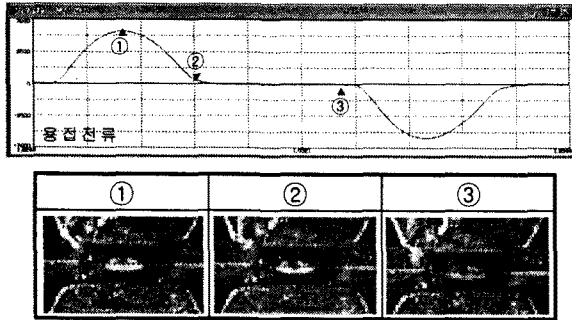


Fig. 3 Waveform and captured picture of heating - cooling by single phase AC power source

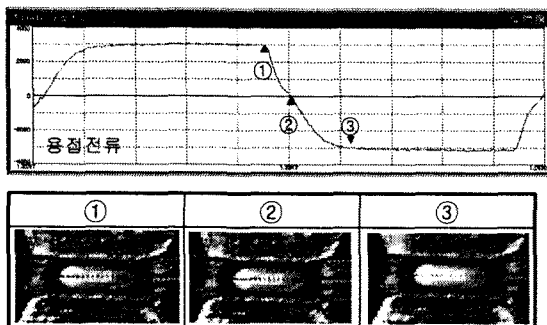


Fig. 4 Waveform and captured picture of heating - cooling by inverter AC power source

Fig. 3와 4는 단상 AC 전원과 인버터 AC 전원에서 피크 전류일 때 발열되고 cooling time 일 때 냉각되는 현상을 나타낸 파형과 capture 사진이다. 이러한 가열 냉각 현상은 단상 AC 용접전원이 인버터 AC 용접전원보다 현저한 것을 알 수 있었다.

3.2 너깃부의 온도 변동과 파형 모니터링과의 관계 검토

Fig. 5는 저항용접 시 용접부 너깃에서 발생하는 Hot Zone Diameter의 영역을 나타내는 모식도이다.

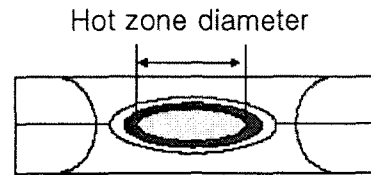
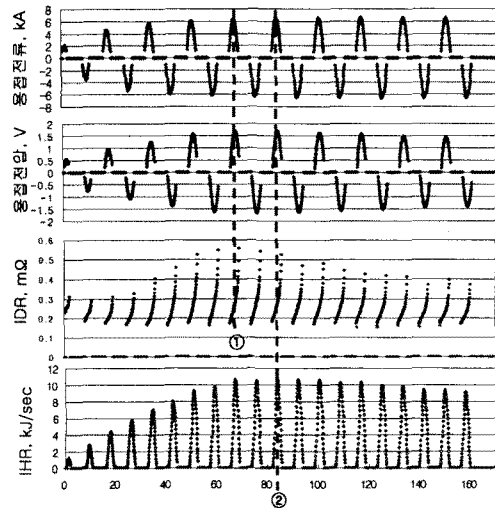


Fig. 5 Definition of hot zone diameter



(a) monitored waveforms

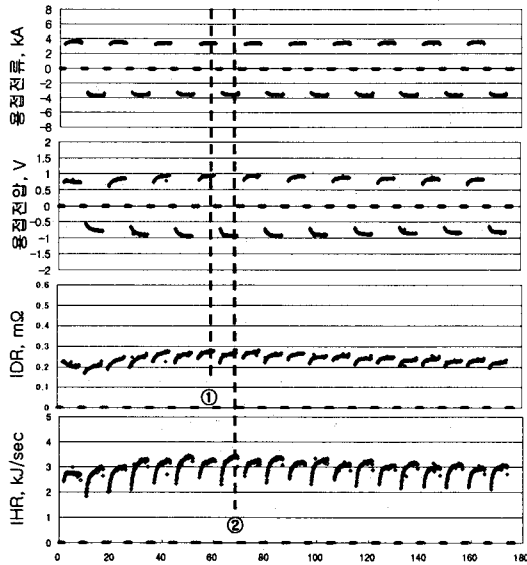
	①	②
Capture		
Hot zone dia.	1.96	2.18

(b) Capture pictures and hot zone dia.

Fig. 6 Waveforms and captured pictures of single phase AC power source

Fig. 6 ~ 8은 전원별 동저항과 순시발열속도 최대값과 그 시간에서의 발열현상을 capture한 사진이다. 순시발열속도가 최대일 때 발열이 최

되다 되는 것을 확인할 수 있었다. Fig.8의 ①, ② capture 사진을 보면 발열이 (+)전극에서부터 일어나는 것을 관찰할 수 있었다. 그러나 이것은 Table 1에서 보는 것과 같이 너깃의 형성에는 큰 영향을 주진 못한다.

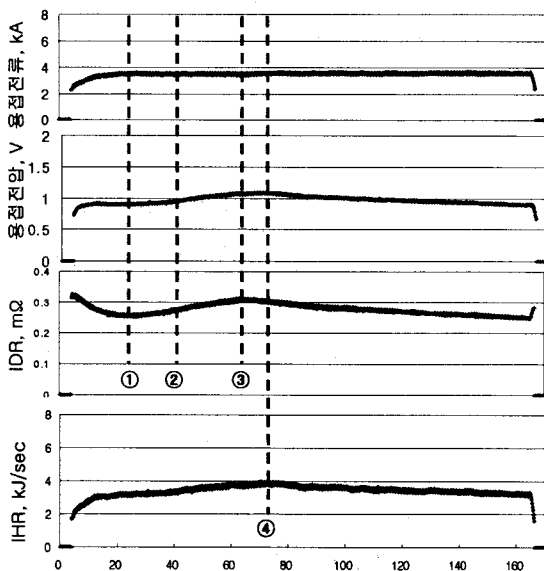


(a) monitored waveforms

	①	②
Capture		
Hot zone dia.	1.90	1.97

(b) Capture picture and hot zone dia.

Fig. 7 Waveform and capture picture of inverter AC power source



(a) monitored waveforms

	①	②
Capture		
Hot zone dia.	0	0
	③	④
Capture		
Hot zone dia.	1.90	2.01

(b) Captured pictures and hot zone dia.

Fig. 8 Waveforms and captured pictures of inverter DC power source

Table 1 Upper and lower penetration for welding current in inverter DC power source (t 1.0)

Welding current, A	2500A	3000A	3500A
Upper penetration (-), mm	0.53	0.64	0.67
Lower penetration (+), mm	0.55	0.65	0.67
Lower/Upper	1.038	1.025	1.000

4. 결 론

1) AC 용접 전원에서 피크 전류일 때 발열되고 cooling time일 때 냉각되는 이러한 반복 현상은 단상 AC 용접전원이 인버터 AC 용접전원보다 현저한 것을 알 수 있었다.

2) 너깃부 hot zone의 범위는 순시동저항의 최대값보다 순시발열속도 최대값에서 크게 나타났다.

3) 인버터 DC 전원의 너깃부 초기 발열은 펄터 효과로 (+)전극에서부터 발열이 되지만 너깃단면을 관찰한 결과 너깃 형상에는 그다지 큰 영향을 미치지 않았다.

참 고 문 헌

- Lane C.T, Sorensen C.D., Hunter G.B., Gedenon S.A, and Eager T.W. :Cinematography of Resistance Spot Welding of Galvanized Steel Sheet, Welding Journal, Vol.66, No. 9(1987),p260-265
- J. Senkara, H. Zhang and S. J. Hu, : Expulsion prediction in resistance spot welding,Welding research April 2004 126-S