

저항점 용접에서 가속도계를 이용한 피용접물의 열팽창/수축 모니터링

Use of Accelerometer for Monitoring of Thermal Expansion and Contraction in Resistance Spot Welding Processes

Syed A. Shah*, 정선녀**, 장희석***

*명지대학교 국제대학원

** 명지대학교 대학원

*** 명지대학교 기계공학부

1. 서 론

저항 점용접은 자동차 가전제품 등 박판용접 분야에서 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 저항 점용접은 타 용접공정에 비하여 용접시간이 매우 짧아 생산성이 높고 공정이 간단하여 용접부 주변의 열영향부(HAZ)가 작을 뿐 아니라 잔류응력과 변형의 관점에서 다른 용접공정보다 월등히 양호하다. 현재 산업현장에서 용접질 평가의 기준이 되는 인장-전단강도(tensile-shear strength)와 비례하는 용융부의 크기가 용접전류, 용접전압, 전극가압력, 용접재료의 표면상태 및 전극tip 상태 등 용접조건에 미세한 변화에도 민감하게 반응하여 용접질이 매우 심하게 변화하는 단점에도 불구하고 저항 점용접이 대부분 사용된다.

점용접시 전기신호인 용접전류나 동저항 모니터링뿐만 아니라 피용접 재료 내부에서 일어나는 열물리현상(thermo-physical phenomena)을 반영하고 있는 기계적 신호까지 측정해야 완전한 모니터링 시스템을 구축할 수 있다.

본 실험에서는 용융부의 팽창신호를 가속도계(accelerometer)를 이용하여 측정함으로써 피용접물의 열팽창/수축 모니터링을 시도하고자 한다.

2. 실험장치 및 실험방법

2.1 실험장치 및 재료

본 실험에서 사용된 저항용접기는 정치식 50kVA이고, 제어장치는 가압력과 전류를 동시에 제어하는데 가압력은 서보모터 토크제어방식으로 조절되고 T/C는 BOSCH사의 1kHz MFDC 인버터 전류제어 장치를 사용하였다.

본 실험에서 사용된 용접시편은 Mg합금판재와 냉각압연 강판재를 사용했으며, 시편두께 t는 1.5mm 이다.

2.2 실험방법

상부 가동전극에 전극축 방향(Y방향) 가속도(ax)를 측정하기 위하여 가속도계를 설치하였으며, 피용접물의 길이 방향(X방향) 가속도(ax)를 측정하기 위하여 전극 축에서 100mm 떨어진 일정한 위치에 피용접물 표면에 순간접착제를 이용하여 가속도계를 설치하였다. 가속도계는 미국의 PCB PIEZOTRONICS사의 나온 352C65 accelerometer를 사용하였다.

가속도계는 100mV/g(10.2mV/m/S²)의 신호를 출력하는데 0.5Hz에서 10000Hz사이의 출력은 ± 5%의 정확도를 가진다.

Fig 1에 전극팽창신호 측정 시스템이 간략히 도시되어 있다. 480E09에서 나온 파형을 두 번 적분하여 피용접물의 팽창량으로 환산하였다. 샘플링된 가속도계 출력은 cut off 주파수가 30Hz 인 디지털 LPF로 노이즈를 제거 한 후, 수치적분을 두 번 수행하여 팽창량으로 계산하였다.

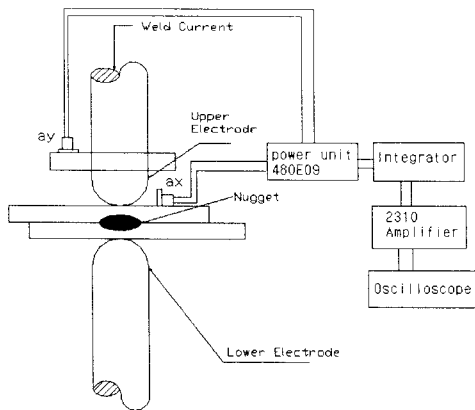


Fig. 1 Schematic diagram of acceleration measuring system

3. 실험 결과

Fig. 2에서는 x방향 가속도계 출력이 도시되어 있다. Low Pass 디지털 필터를 사용하여 노이즈를 제거한 파형과 그 파형을 두 번 수치적분하여 구해진 피용접물의 열팽창량이 도시되어 있다. 전극가압력은 200kgf, 용접전류는 20kA이고 통전시간은 그래프의 원점으로부터 100ms동안 이다.

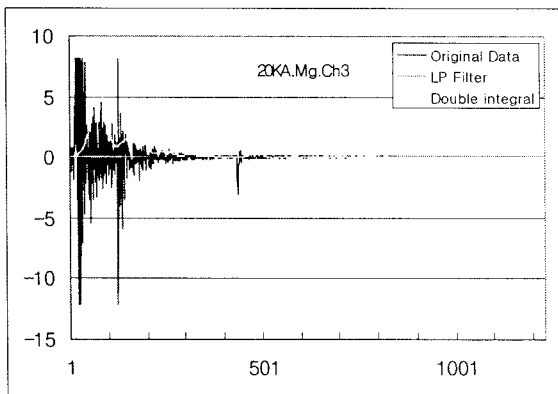


Fig. 2 Accelerometer output and thermal expansion(Mg alloy)

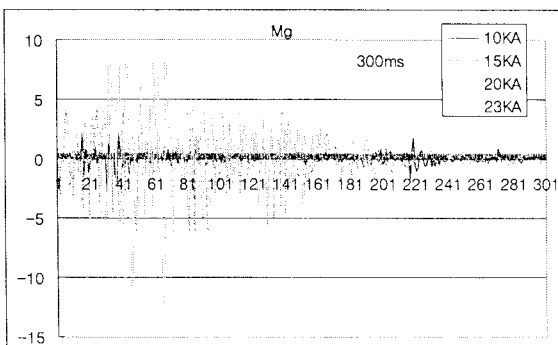


Fig. 3 Accelerometer output for various current(Mg alloy).

Fig 3에는 용접전류가 증가함에 따라 가속도계 출력이 커지는 것을 보여주고 있다.

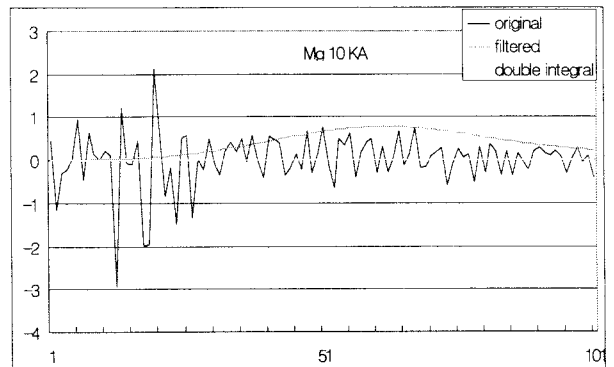


Fig. 4(a) Accelerometer output and thermal expansion during weld time (Electrode force : 200kgf, weld current : 10kA, Mg alloy)

Fig. 4(a)와 Fig.4(b)에서 Mg판재의 경우 용접전류가 10 kA에서 20 kA로 증가할 때 열팽창량의 차이를 대조적으로 보여준다. 통전 직후 열팽창이 급격히 발생함을 두 그래프의 초기 peak에서 알 수 있다. LPF처리과정에서 delay가 발생하여 필터링된 출력에서는 peak값이 증반기 이후에 나타난다. peak값의 차이가 10 kA와 20 kA에서 상당히 심함을 알 수 있다.

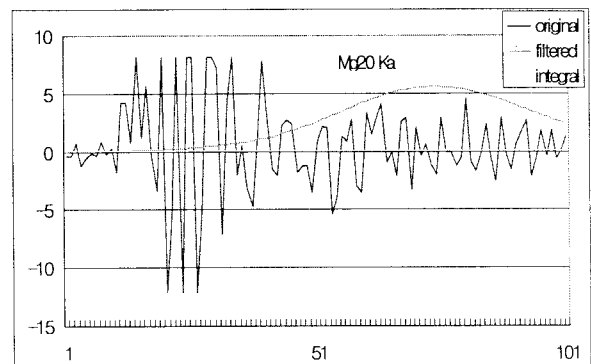


Fig. 4(b) Accelerometer output and thermal expansion during weld time (Electrode force : 200kgf, weld current : 20kA, Mg alloy)

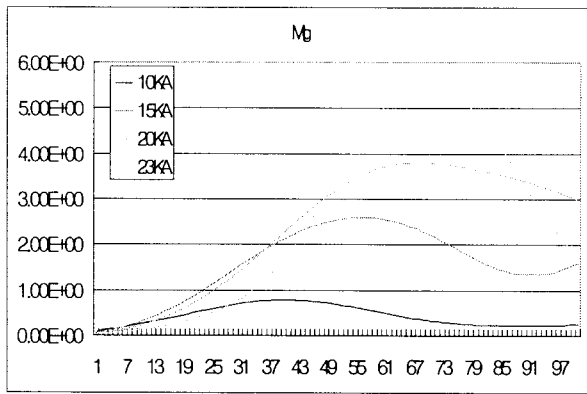


Fig. 5 Filtered accelerometer outputs.
(Electrode force : 200kgf)

Fig. 3에서 통전되는 시간(100mm)동안의 가속도계 출력을 디지털 필터링한 결과가 Fig. 5에 도시되어 있다. 용접전류가 증가함에 따라 피용접물의 길이방향 팽창량이 급격히 증가함을 가속도계 출력을 통하여 관찰 할 수 있다.

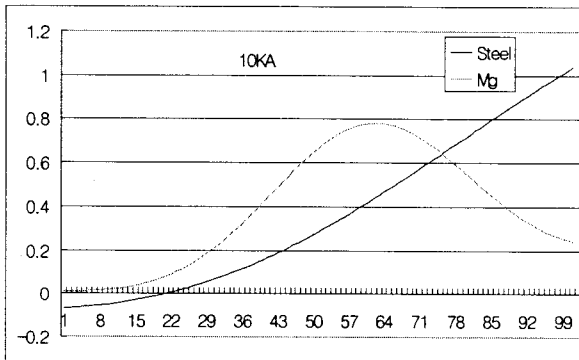


Fig. 6 Comparison of accelerometer outputs for Mg alloy and steel
(Electrode force : 200kgf.
Weld current : 10kA)

Fig. 6에는 Mg판재와 강판 두 경우의 열팽창량을 비교할 수 있는 가속도계 출력과형이 도시되어 있다. Mg판재의 열팽창계수가 강판보다 3배 이상이므로 동일한 용접전류가 흐를 때 Mg판재에서 상대적으로 열팽창이 일찍 발생하고 Mg판재의 강성(rigidity)이 낮은 이유로 용접 중반기 이후에 열팽창이 둔화되는 현상을 알 수 있다. 강판재에서는 열압력이 충분하지 않아 팽창이 계속됨을 보여주고 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 가속도계를 사용하여 피용접물의 열팽창을 모니터링하는 기법을 제시하였다.

수평(X), 수직(Y)방향으로 각각 가속도계를 장착하여 측정된 결과 두 방향으로 각각 발생하는 열팽창 현상을 가속도계 출력신호를 통하여 모니터링 할 수 있었으며, 피용접물의 길이방향 팽창량도 가속도계 신호를 두 번 적분하여 구할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 김명준 : 저항용접(1995), 기문사
2. 대한용접학회 (KWS) : 용접, 접합, 편람(1998) 명현문화사
3. IWJC-Korea 2007 : H.S.Chang, H.C.Kwon "In-process monitoring of micro spot weld quality using accelerometer" (FC3-2, p358~p359).