

마이크로 서보건의 가압 특성

Electrode Force Characteristics of Micro Servogun

임 창 식*, 박 승 규** 장 희 석***

* 명지대학교 기계공학부 대학원

** 명지대학교 기계공학부 대학원

*** 명지대학교 기계공학부

ABSTRACT Electrode movement signal has been widely used in resistance spot welding system. This study is to compare accelerometer signal with gap sensor signal in servo gun system. This study propose that accelerometer output signal is a useful technique of quality monitoring in resistance welding processes.

1. 서 론

현재 저항 점 용접 공정에서 기존의 공기 가압 장치에서 서보모터를 이용한 서보 가압 장치로 변화가 진행되고 있다.

이에 용접 도중 일어나는 전극 팽창 신호를 가속도 센서를 이용하여 전극변위 센서 및 가압력 센서 신호와 비교 함으로써 서보모터를 이용한 가압장치에서 용접도중 가압력의 동특성을 분석하고자 하였다.

Gap 센서의 경우 산업 현장에 용접 품질 모니터링을 위해 직접 건에 설치하기 어려우므로 이번 연구를 통하여 가속도 센서 신호를 분석함으로써 산업현장에서 실제 용접 품질 모니터링을 시도하고자 한다.

2. 장 실험

2.1 실험 장치

먼저 서보모터 가압장치로서 전류 용량 50kVA TR 내장형 C형 로봇건과 본 실험실에서 자체 제작한 마이크로 서보건을 사용하였고, 전류제어를 위해 Welcom II 타이머를 사용하였다.

전극에 가해지는 가압력을 측정하기 위하여 이동 전극부에 저항 120Ω의 스트레인 게이지를 풀브릿지 방식으로 부착하였다

전극 팽창 신호를 받기 위해 전극에서 가장 가까운 부분에 Ono-Sokki사의 VS-021 gap sens-

or를 설치 하였고, 용접도중 전극의 가속도 측정을 위하여 PCB사에서 나오는 10mv/g의 353B1 6 센서를 이동전극에 부착하였다.

전극 팁은 내마모성이 우수한 분산동으로 Dome Type의 전극 선단경이 5mm 인 것을 사용하였으며 용접시편은 현재 자동차 생산에 사용하고 있는 전기 아연 도금 강판(Electro-galvanized)으로 두께 2t 시편을 맞대어 용접하였다.

2.2 실험 방법

먼저 용접 시간은 20cycle로 고정하고 가압력 250kgf에서 용접전류 6.5kA, 8.5kA, 10.5kA로 2.0kA 단위로 변화 시켜가면서 나타나는 가압력 신호, 전극 팽창 신호 및 가속도 신호를 이중 적분한 신호와 비교하였다. 그리고 용접 전류 8.5kA로 고정하고 가압력을 각각 200kgf, 250kgf, 300kgf 50kgf 단위로 변화 하면서 각각의 신호를 비교 분석하였다.

3. 장 본 론

3.1 가압부에 대한 모델링

서보건의 경우 동력전달 장치인 볼스크류가 추가되므로 그림 3.1과 같이 간략히 표현할 수 있겠다

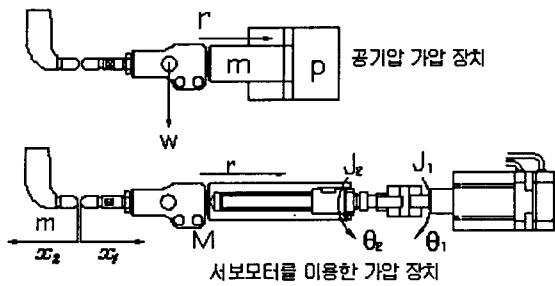


그림 3.1

시스템 모델링을 간략히 나타내면 구동 부분에 대한 시스템 에너지 방정식에 따라 운동에너지와 위치에너지는 각각

$$T = \frac{1}{2} J_1 \dot{\theta}_1^2 + \frac{1}{2} J_2 \dot{\theta}_2^2 + \frac{1}{2} M \dot{x}_1^2 + \frac{1}{2} m \dot{x}_2^2$$

$$V = \frac{1}{2} K_1 (\theta_2 - \theta_1)^2 + \frac{1}{2} K_2 (\theta_2 - k_1 x_1)^2 + \frac{1}{2} K_3 (x_2 - x_1)^2 + \frac{1}{2} K_4 x_2^2 + Mg x_1 + mg x_2$$

식 3.1

표현되며 여기서 벨트나 커플링에서의 수축 및 팽창에 의한 강성 K_1 , 볼스크류의 회전 막대에서 발생하는 비틀림 강성 K_2 , 고정전극부의 휨 강성 K_3 으로 표현되며, 볼스크류의 강성항은 비틀림 에너지 공식을 이용하여 나타내면 아래와 같이 된다.

$$U = L \frac{M_t^2}{2GI} \quad M_t = \int_A r \tau dA = G \frac{d\phi}{dz}$$

$$U = L \frac{1}{2GI} \left(G \frac{d\phi}{dz} \right)^2 = \frac{GI}{2L} (\theta_2 - k_1 x_1)^2$$

식 3.2

여기서 L 은 운동방향 길이로서 볼스크류 길이에 해당하며 G 는 shear modulus, M_t 는 비틀림 모멘트, I 는 z 방향 관성 r 은 볼스크류 반지름, ϕ 는 비틀림각 을 나타낸다. 다음 $J=J_1+J_2$ 와 $\theta=\theta_1=\theta_2$ 놓고 전극의 가동부의 가동 방향을 중력가속도 방향에 수직으로 놓으면 아래와 같이 된다. 아래와 같이 간략히 표현할 수 있다.

$$T = \frac{1}{2} J \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} M \dot{x}_1^2 + \frac{1}{2} m \dot{x}_2^2$$

$$V = \frac{1}{2} \frac{GI}{L} (\theta - k_1 x_1)^2 + \frac{1}{2} K_3 (x_2 - x_1)^2 + \frac{1}{2} K_4 x_2^2$$

식 3.3

위의 식에서 각각 운동 에너지 항과 위치에너지 항을 Lagrange equation을 써서 풀면 아래와 같은 결과를 얻을 수 있다.

θ 에 대한 방정식

$$J\ddot{\theta} + \frac{GI}{L} (\theta - k_1 x_1) = K_1 \tau \quad \text{식 3.4}$$

x_1 에 대한 방정식

$$M\ddot{x}_1 + \left(\frac{GI}{L} k_1^2 + K_3 \right) x_1 - \frac{GI}{L} k_1 \theta - K_3 x_2 = 0 \quad \text{식 3.5}$$

x_2 에 대한 방정식

$$M\ddot{x}_2 - K_3 x_1 + (K_3 + K_4) x_2 = 0 \quad \text{식 3.6}$$

이상의 식에서 서보모터의 토크와 가동 전극의 변위 x_1, x_2 에 관한 동적 모델을 세울 수 있었다 모델의 파라미터를 찾기 위한 기초연구로 우선 각 신호를 실험적으로 분석한다.

3.2 신호에 대한 분석

먼저 전류 8.4kA에 가압력 250kgf에 대한 전극 팽창 신호, 가압력 센서 신호 및 가속도 신호 및 가속도 신호를 이중 적분한 신호이다.

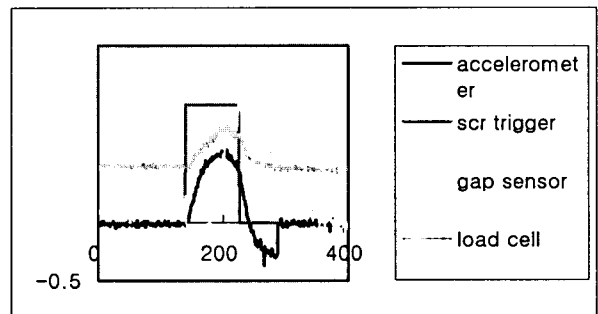


그림 3.2

그림에서 볼 수 있듯이 전류가 흐르고 난 후 가압력 센서 신호와 가속도 이중 적분 신호가 비슷함을 알 수 있다. 일반적인 공기압 가압 장치를 이용한 용접 시 얻어지는 전극 팽창 신호와 용접 초기 모재 함몰 부위가 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

이후 용접 가압력을 고정하고 용접 전류를 6.4kA, 8.4kA, 10.4kA로 변화 시켜 가면서 얻은 그래프이다

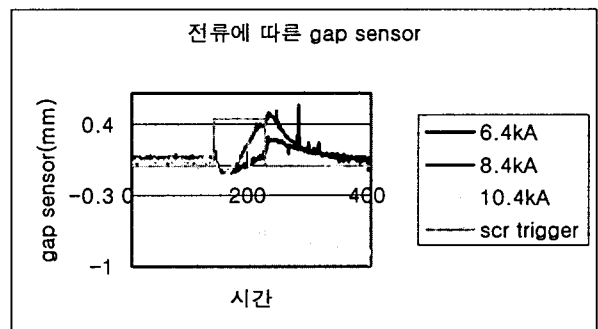


그림3.3

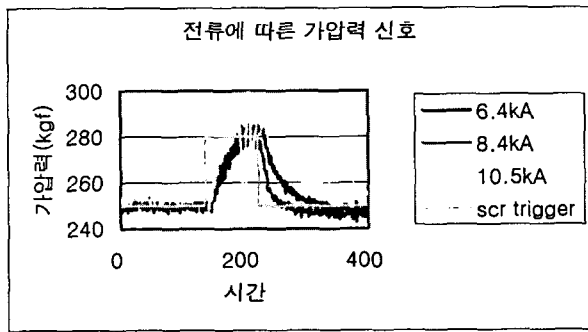


그림 3.4

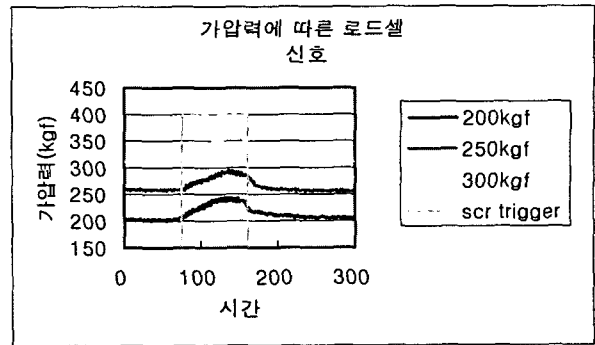


그림 3.7

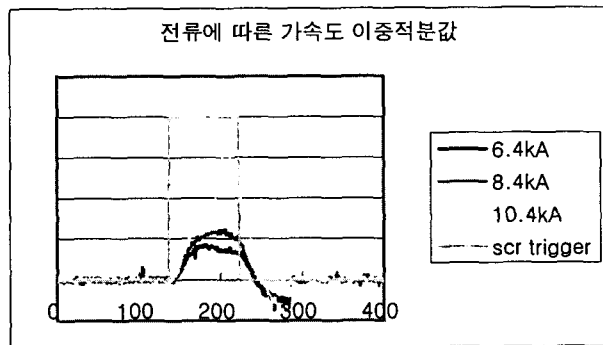


그림 3.5

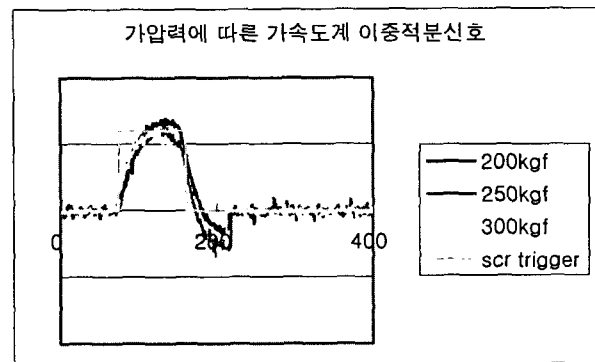


그림 3.8

그림에서 보듯이 전류를 변화 시켜 가면서 전극 팽창 신호의 최상점이 높아지는 동시에 나타나는 시점도 빠름을 확인할 수 있었고 가압력 신호 또한 전극 팽창 신호와 같이 최상점 도달 시점은 빨라 지나 피크치는 비슷함을 확인할 수 있다.

가속도 이중 적분 신호의 경우 가압력 신호 파형과 비슷하게 나타나지만 통전 후반부의 하강 기울기가 차이가 있으며 10.5kA의 경우 과도한 열입력으로 인한 스페터 발생 신호가 위의 두 신호보다 더 민감하게 나타남을 확인할 수 있다.

다음으로 용접 전류를 8.4kA에 고정하고 가압력을 각각 200kgf, 250kgf, 300kgf로 변화 시켜 가면서 실험하였다.

용접전류 변화에 따른 전극 팽창 신호 및 가압력 센서 신호, 가속도 이중 적분 신호의 변화가 많이 나타나지 않았지만 전체적인 추이는 가압력이 작은 200kgf에서 초기 열 입력 상태가 다른 두 조건보다 양호하게 나타났다.

4. 결 론

- 1) 기존 공기압을 이용한 가압장치에서 얻어지는 전극 팽창 신호와 서보모터를 이용한 전극 팽창 신호가 차이가 있음을 알아냈고, 서보모터를 이용한 가압 장치의 경우 가속도 센서를 이중적분한 신호가 스트레인 게이지 신호와 아주 흡사함을 알 수 있었다.
- 2) 전극 팽창신호는 실제 산업현장에서 용접품질 모니터링을 위한 계측신호로 사용하기 어렵고 가속도센서를 이용하면 용접품질모니터링이 가능함을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 김 명 준, "저항용접", 기문사(1993)
2. 용접·접합 편람, "용접부 품질관리", 대한용접학회(1998)

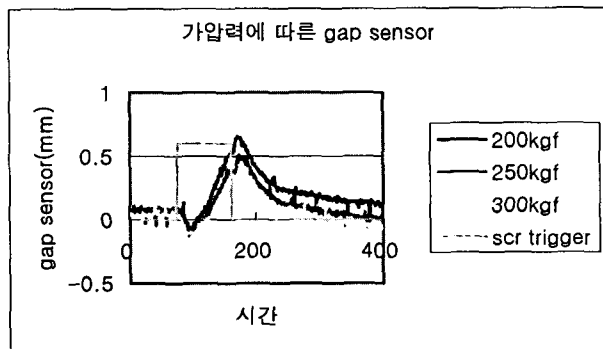


그림 3.6