

정밀 저항시리즈 용접에서 통전방식에 따른 너깃의 비대칭성에 관한 연구

A Study on the asymmetry of nugget by welding current type on the micro resistance series welding

김승미*, 박찬우*, 조상명**

* 부경대학교 대학원 생산가공공학과, 부산

** 부경대학교 재료공학부 생산가공공학전공, 부산

1. 서언

직류 저항시리즈용접은 극성에 따른 발열의 차이로 인해 2개의 너깃이 비대칭으로 형성되므로 품질의 불안정을 야기시킨다. 일반적으로 시리즈 용접에서는 통전시 상판에 흐르는 무효전류로 인한 너깃의 쏠림과 Peltier 효과 때문에 생기는 (-)측의 과대발열로 인해 비대칭의 너깃이 생기는 문제가 있다.

본 연구는 정밀 저항시리즈 용접시 생기는 비대칭 너깃을 대칭형으로 개선시키기 위하여 수행되었다. 본연구에서는 극성가변의 교류용접기를 써서 시리즈 용접실험을 하였고, 그에 따른 너깃형상 및 파단형태를 검토하였다.

2. 사용재료 및 실험방법

본 연구에서는 STS304 연질의 판재를 사용하였으며, 용접시험편의 형상은 두께 0.2mm, 폭 4mm, 길이 25mm인 판으로 겹치기 저항시리즈용접을 하였고, 용접전원장치는 극성가변형 인버터 전원(최대전류 3000A)이었고, 가압헤드는 에어실린더에 의해 구동되었다. Fig. 1은 본 연구에서 사용한 가압 장치의 외관 사진과 시리즈 용접시의 L전극과 R전극을 정의한다.

본 연구에서는 피용접재에 가압력을 일정(5.5kgf)하게 하고, 용접전류와 통전방식을 변화시켜가며 실시하였다. 용접전류는 950A에서 1500A까지 50A씩 증가시키며 실험하였고, 통전방식은 Fig. 2와 같이 하였다. 용접후 필(Peel)시험을 실시하여 용접부의 파단형상을 관찰하였고, 너깃 단면을 절단하여 너깃형상을 관찰하였다. 이때 부식액은 옥살산 10%를 사용하여 전해부식을 하였다.

용접시 전류, 전압, 저항은 스폿 모니터링 시스템을 사용하여 측정하였다. Fig. 2에 용접조건을 나타내었다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 3은 직류 1단통전시 너깃의 좌우, 상하 비대칭과 쏠림을 보여준다. 하판 용입률이 상판의 그것보다 작게 성장하는 것은 상부전극은 2종의 $\phi 1.45$ (F형)을 사용하였고, 하부전극은 동 백킹판(33*50*15mm)을 사용하였기 때문인 것으로 판단된다. 상판너깃이 쏠리는 것은 상판에 흐르는 무효전류 때문이다.

Fig. 4 (a) (b) (c)는 동일 가압력(5.5kgf)에서 교류 2단통전으로 용접전류를 각각 950A, 1200A, 1400A로 변화시켜가며 용접한 용접부의 너깃 단면이다. Peel 시험한 결과 (a)는 Shear 파단이 형성되었으며, (b)는 Plug 파단, (c)는 Tear 파단이 형성되었다. 너깃 단면사진에 나타난 것과 같이 너깃이 판폭방향으로 성장하고 있으며, 일부의 너깃 내부에는 기공이 존재하고 있다.

Fig. 5는 Peel 시험결과 Plug파단한 시험편의 횡단면을 보인것으로서, 최종적으로 생성된 너깃과 모재 사이에서 파단이 일어남을 보여주는 사진이다.

Fig. 6은 2단통전후의 전류, 전압, 저항의 변화를 보여주고 있다. 1단통전시 너깃이 충분히 형성되어 2단 통전시에는 너깃성장이 그다지 크지 않기 때문에 저항은 비교적 작게 감소하고 있음을 알수 있다.

4. 결론

연질 STS 304 박판에 정밀저항 시리즈 용접을 극성가변형 인버터 용접전원을 써서 실시한 결과

다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 직류 1단 통전만에 의해 시리즈 용접을 하면 (+)측의 너깃이 작게 형성되지만, 2단 통전에서 반대로 전류를 흘려주면 거의 대칭으로 너깃이 성장한다. 따라서 인버터 DC 전원을 써서 시리즈 용접을 할 때는 극성을 가변시켜 교류파형을 생성하여 대칭형 너깃을 형성시켜야 한다.
- 2) 극성가변에 의해 대칭으로 형성된 너깃을 가진 시험편을 필시험하면 파단은 최종적으로 형성된 너깃과 모재의 경계부에서 발생한다. 따라서, 1단 통전시에 너깃이 작게 형성된 경우라도 반대극성을 가진 2단 통전에서 충분히 성장시켜 주면 정상적인 강도가 얻어질 것으로 기대된다.

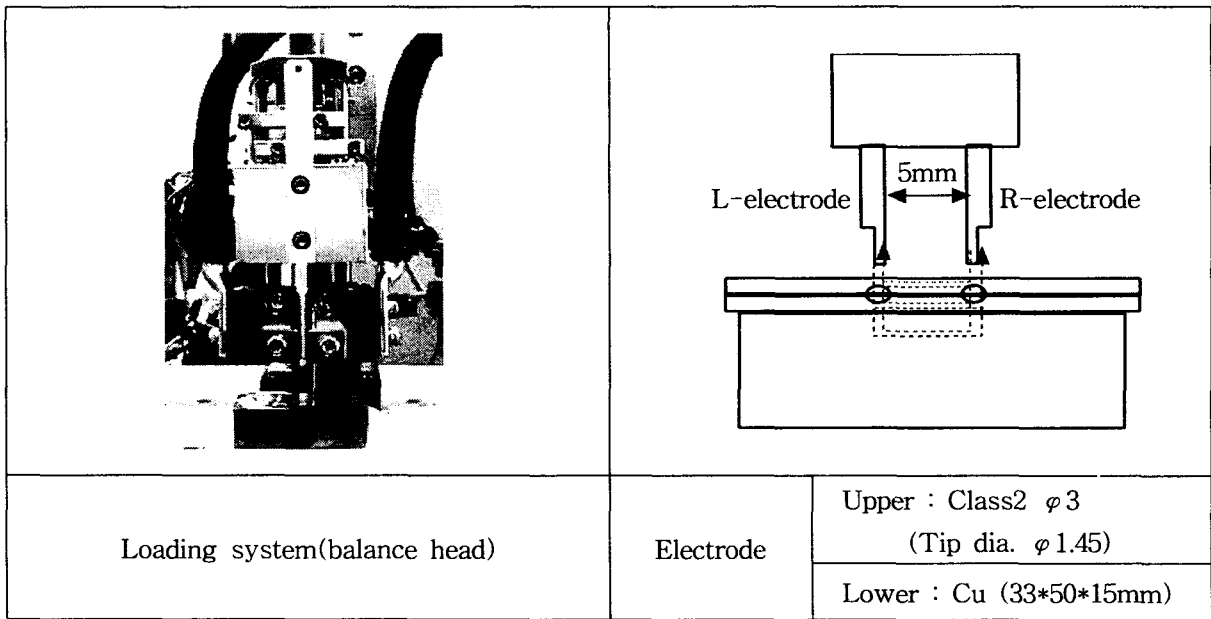


Fig. 1 Appearance of welding head and schematic diagram of electrode

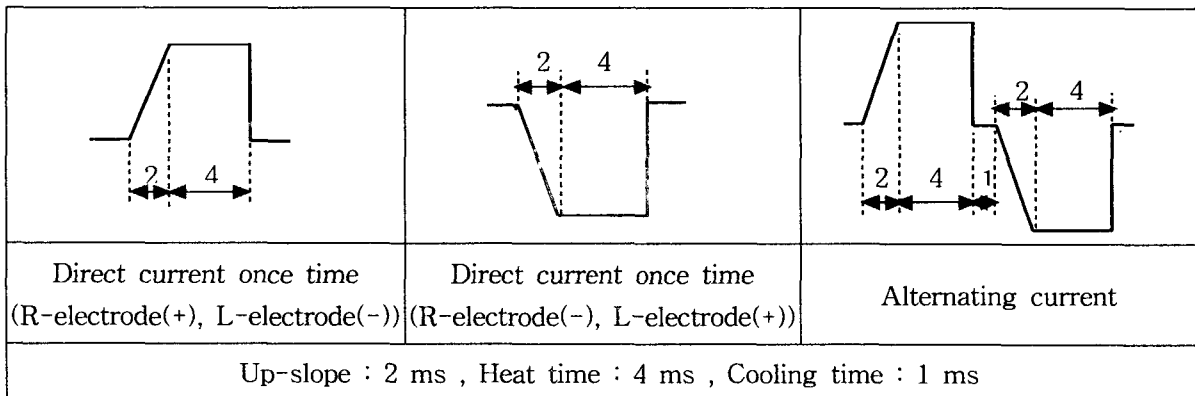


Fig. 2 Schematic diagram of welding condition

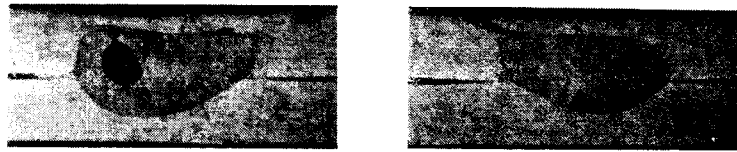
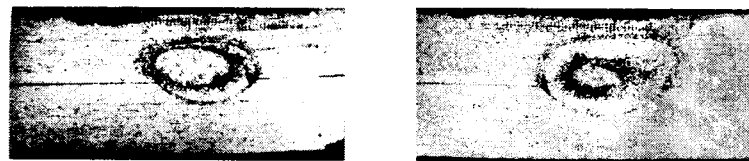


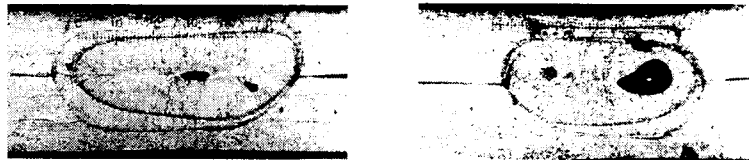
Fig. 3 Macro-section of asymmetric nugget and incline nugget by direct current once time



< L-electrode >

< R-electrode >

(a) load 5.5kgf, 950A



< L-electrode >

< R-electrode >

(b) load 5.5kgf, 1200A



< L-electrode >

< R-electrode >

(c) load 5.5kgf, 1400A

Fig. 4 Macro-section of nugget (up-slope I 2ms, heat time I 4ms, cooling time 1ms, up-slope II 2ms, heat time II 4ms)

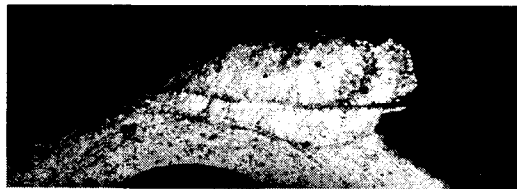


Fig. 5 macro-section of nugget fracture

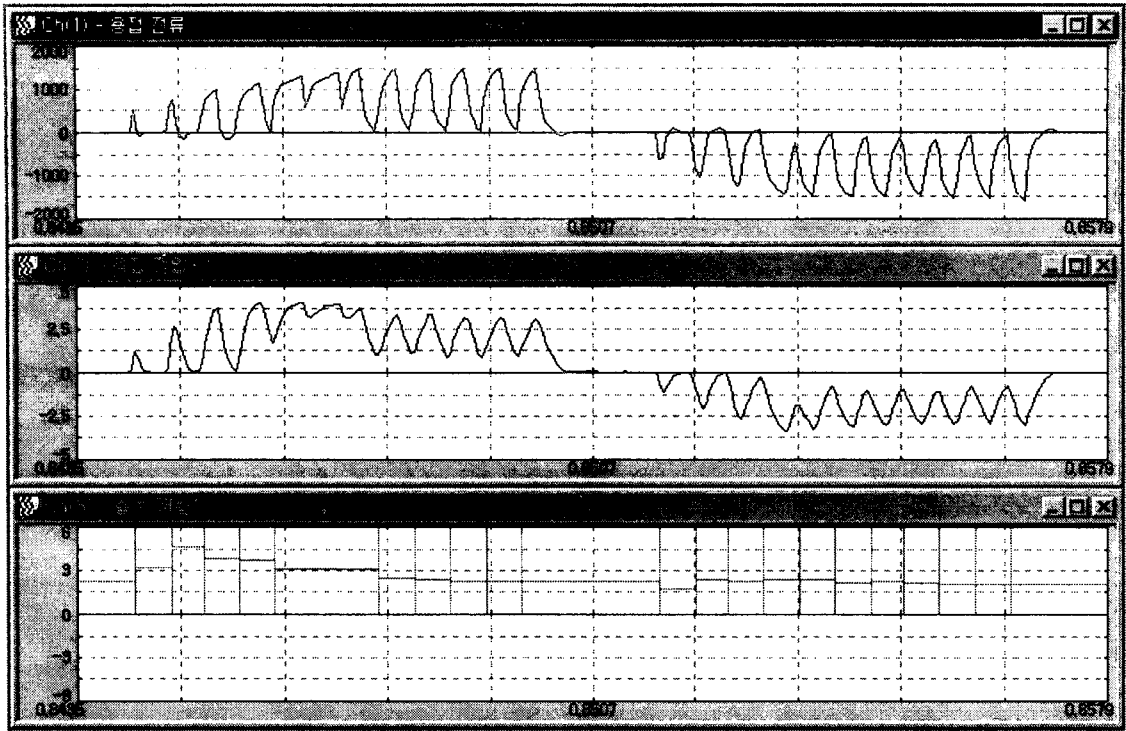


Fig. 6 Variation of current, voltage and resistance during series welding by using Twice current (5.5kgf, 1200A)