

# 트윈헤드를 이용한 정밀저항시리즈 점용접에 있어서 너깃의 대칭성에 관한 연구

## A Study on the symmetry of nugget in micro resistance series spot welding by twin head

김송미\*, 이광원\*\*, 조상명\*\*\*

\* 부경대학교 대학원 생산가공공학과, 부산

\*\* 모니텍 코리아, 부산

\*\*\* 부경대학교 재료공학부 생산가공공학전공, 부산

### 1. 서 언

직류 저항시리즈 점용접은 극성에 따른 발열의 차이로 인해 2개의 너깃이 비대칭으로 형성되므로 품질이 불안정해진다. 일반적으로 상판에 흐르는 무효전류로 인한 너깃의 쓸림과 Peltier 효과 때문에 생기는 (-)극의 과대발열이 시리즈 점용접에서는 너깃의 비대칭을 유발시킨다.

본 연구에서는 정밀 저항시리즈 점용접시 생기는 비대칭 너깃을 대칭형으로 개선시키기 위하여 수행되었으며, 일반적으로 극성가변의 교류용접기와 밸런스 헤드를 적용하여 용접하던 것을 인버터 직류용접기에 트윈헤드를 써서 시리즈 점용접을 실시하였다. 그리고 그에 따른 파단형태와 너깃형상, 동저항을 검토하였다.

### 2. 사용재료 및 실험방법

본 연구에서는 STS 304 연질의 판재를 사용하였으며, 용접시험편의 형상은 두께 0.2mm, 폭 4mm, 길이 25mm인 판으로 겹치기 저항시리즈 점용접을 하였다. 용접전원장치는 인버터 직류전원(최대전류 2200A)이었고, 가압헤드는 시리즈 점용접용 트윈헤드로 에어실린더에 의해 구동되었다. Fig. 1은 본 연구에서 사용한 가압장치의 외관 사진과 시리즈 점용접시의 L전극과 R전극을 정의한다.

본 연구에서는 피용접재의 가압력(3.5kgf)을 일정하게 하고, 용접전류를 변화시켜, 너깃의 성장을 보았으며, 또한 (-)극의 가압력을 증가시켜 실험하였다. 용접전류는 600A에서 1300A까지 50A씩 증가시키며 실험하였고, 통전방식은 Fig. 2와 같이 하였다. 용접후 필(Peel)시험을 실시하여 용접부의 파단형상을 관찰하였고, 너깃 단면을 절단하여 너깃형상을 관찰하였다. 이때 부식액은 왕수(염산 : 질산 : 물)를 사용하여 부식을 하였다.

용접시 전류, 전압 및 동저항의 변화는 스폿 모니터링 시스템을 사용하여 측정하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

Table 1은 직류 1단 통전시 용접전류와 파단형태와의 관계를 나타낸다. 동일 전류와 가압력일 때 (+)전극의 파단 보다 (-)전극에서 더 낮은 전류영역에서 용접강도가 높게 되어 Tear파단이 남을 알 수 있다. 이는 Peltier 효과에 의한 (-)전극의 과대발열 때문이라고 판단된다.

Fig. 3은 동일 가압력(3.5kgf)에서 직류 1단 통전으로 용접전류를 각각 750A, 950A, 1250A로 증가 시키가며 용접한 용접부의 파단형태와 너깃단면이다. 필시험 한 결과 750A에서는 Shear 파단이 형성되었고, 950A에서는 Plug 파단, 1250A에서는 Tear 파단이 형성되었다. 너깃 단면사진에 나타난 것과 같이 전류가 증가할수록 너깃이 판길에 방향으로 성장하고 있으며, 발열의 차이로 인해 (+)전극보다 (-)전극에서 너깃이 크게 성장하고 있음을 볼 수 있다. 또한 사진의 검은 것은 기공이다.

Fig. 4는 (+)전극의 가압력은 일정하게 하고, (-)전극의 가압력을 증가시켰을 때, 저항의 변화를 나타낸 것이다. (-)전극(back plate와 (-)전극사이)의 저항이 감소하고 있음을 알 수 있다. 가압력의 증가에 의해 접촉저항이 감소하고 발열량이 줄어들어 너깃의 성장이 감소하며, (+)전극과 (-)전극의 너깃 차이가 줄어들음을 알 수 있다.

Fig. 5는 직류 1단통전 후의 전류, 전압, 저항1(+전극), 저항2(-전극)의 변화를 모니터링으로 계속한 것이다. 저항2 파형(-전극)에서 날림이 발생함을 동저항으로 알 수 있다.

#### 4. 결 언

연질 STS 304 박판에 정밀저항 시리즈 점용접을 인버터 직류용접전원에 의해 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 직류 1단 통전에 의해 시리즈 점용접을 하면 Peltier 효과에 의한 (-)전극의 과대발열로 너깃이 크게 형성되어 비대칭의 너깃이 형성되었다.
- 2) 같은 전류조건에서 (-)전극에 가압력을 증가시키면 전압과 저항의 감소로 인해 (+)전극과 (-)전극의 너깃 크기의 차이가 감소함을 알 수 있다.
- 3) 직류 1단 통전만 하더라도 (+)전극과 (-)전극의 가압력을 다르게 줄 수 있는 트윈헤드를 사용하면 시리즈 점용접으로 인한 비대칭 너깃을 대칭의 너깃으로 형성할 수 있다.

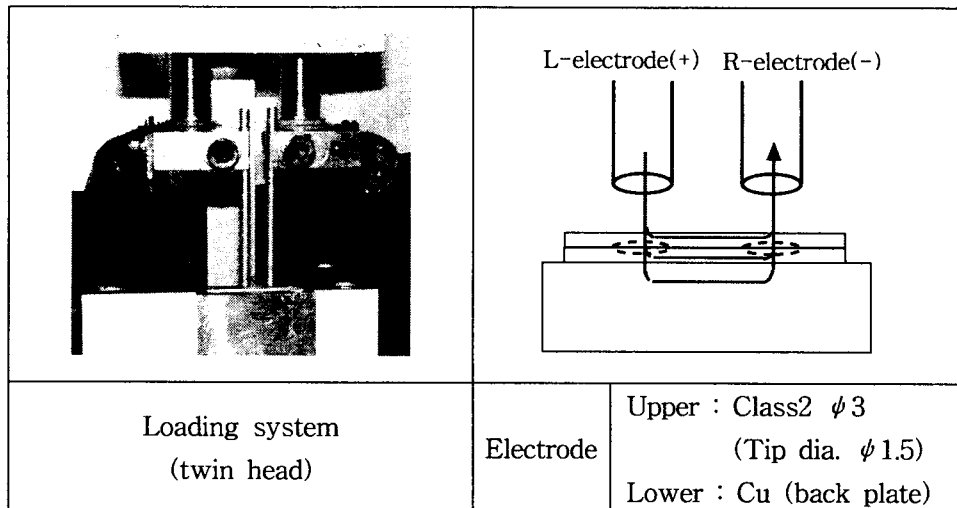


Fig. 1 Appearance of welding head and schematic diagram of electrode

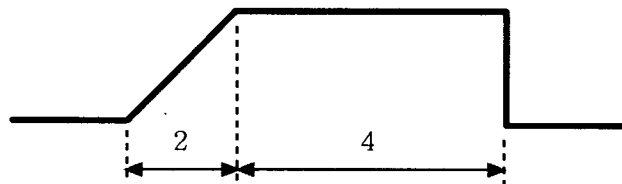


Fig. 2 Schematic diagram of welding condition (Up slope 2ms, Main heat 4ms)

Table 1 Relation of fracture pattern and welding current

Current(A)	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300
Fracture pattern of (+)electrode nugget	Shear				Plug				Plug & Tear				Tear		
Fracture pattern of (-)electrode nugget	Shear				Plug		Plug & Tear				Tear				


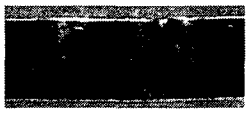







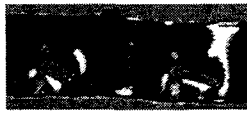


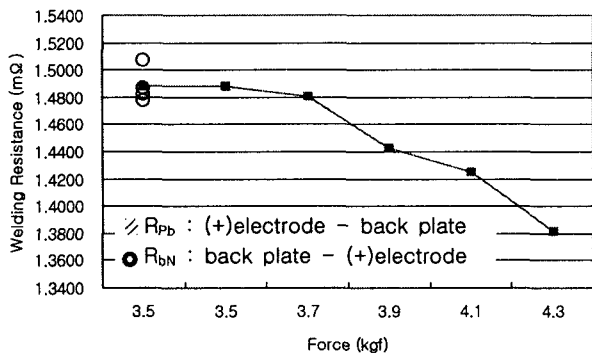
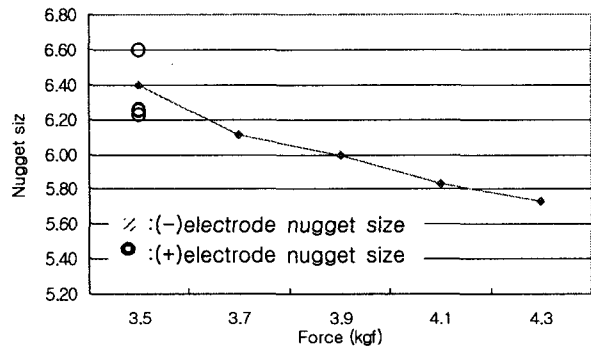
Current	Fracture pattern		Macro-section of nugget	
			L-electrode (+)	R-electrode (-)
750A				
950A				
1250A				

Fig. 3 Fracture pattern and Macro-section of nugget (3.5kgf)



(a) Relation of force and resistance  
(The force of (+)electrode is constant)



(b) Relation of force and nugget size  
(The force of (+)electrode is constant)

Fig. 4 Resistance and nugget size variation for force variation (The force of (+)electrode is constant)

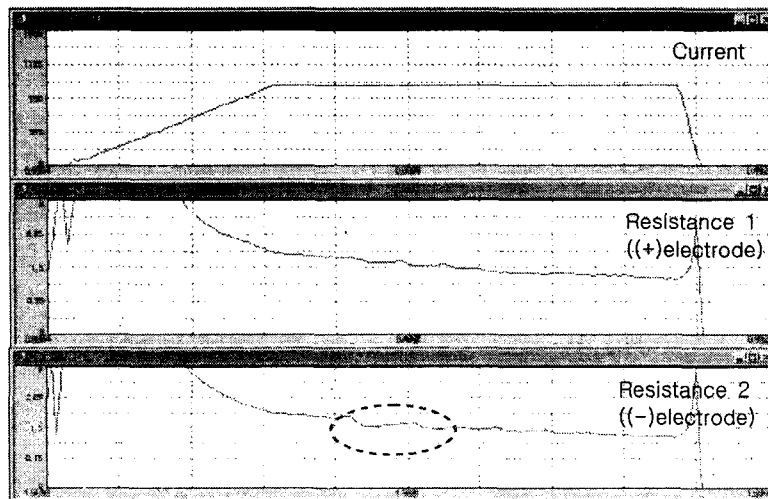


Fig. 5 Variation of current, voltage and resistance during series spot welding (3.5kgf, 950A)