

가압력 변화에 따른 STS 304 박판의 점 용접성의 평가

(Evaluation on the Spot Weldability of STS 304 Sheets by variation of Load)

서상균*, 홍성준**, 강형식***, 조상명****
*(주) 명우코리아, 부산
**LG전자 생산기술센터, 경남 창원
***LG전자 생산기술센터, 경남 창원
****부경대 생산가공공학과, 부산

1. 서론

저항용접의 3대 요소 중 전류와 통전시간은 고정도의 계측장비와 용접전원 등의 개발로 보다 간편하고 정밀하게 제어할 수 있도록 발전하여 왔으며 용접타점시 마다 정확하게 그 값이 표시되고 있다. 그러나 저항용접에 있어서 가압력의 정량화나 제어에 대한 연구는 그다지 많이 진행되고 있지 않다.

본 연구의 목적은 박판 스테인리스 강의 점 용접부 품질에 미치는 가압력의 영향을 평가하는 데 둔다.

본 연구에서는 가압력과 용접전류를 변화시켜가며, 경도가 다른 두 박판의 피용접재를 점 용접하였다. 두 피용접재의 점 용접시 발생하는 현상과 파단형상에 대하여 비교, 검토하였다.

2. 사용재료 및 실험방법

본 연구에서는 STS304 판재를 냉간가공하여 심하게 경화된 경질 소재와 이를 용체화 처리하여 연화시킨 연질 소재를 사용하였다. 용접시험편의 형상은 두께 0.2mm, 폭 4mm, 길이 40mm인 대판으로 하였다. Table 1에 두 종류 STS304에 대한 경도 측정치를 나타내었다. 이들 피용접재에 대하여 가압력과 용접전류를 변화시켜가며 인버터 DC전원에 의해 정밀 점 용접을 실시하였다. 용접 중에는 날림의 유무를 관찰하고, 용접 후에는 인장전단시험을 하여 용접부의 파단형상을 관찰하였으며, 너깃 단면을 절단하여 용접부의 위치에 따른 경도변화를 관찰하였다. 용접시의 가압력은 로드셀과 스폿 모니터링 시스템(WSM-3000N, 모니텍 코리아)을 사용하여 설정하였다. Table 2에는 용접조건을 나타내었다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig.1 (a) (b)에는 가압력 1kgf, 용접전류 1300A에서 용접한 경질 STS304의 너깃부 단면 사진과 그 경도분포를 나타내었다. 본 조건의 시험편은 날림이 심하였으며, 그 용접부의 인장전단시험에서는 Tear파단하였다. 너깃부 단면사진에 나타난 바와 같이 너깃은 판폭 방향으로 많은 성장을 하였다. 중간날림의 흔적이 두 피용접재 사이에 있고, 기공이 너깃 내에 존재하고 있다. 또 너깃 부근의 경도는 주위에 비해 아주 낮다. 너깃 부근의 경도는 낮지만 판폭과 판두께 방향의 너깃성장이 커서 Tear파단한 것으로 보인다.

Fig.2 (a) (b)에는 가압력 18kgf, 용접전류 1300A에서 용접한 경질 STS304의 너깃부 단면 사진과 그 경도분포를 나타내었다. 본 조건의 시험편은 날림이 없었으며, 그 용접부는 Plug파단하였다. 너깃 부 단면사진에 나타난 바와 같이 너깃은 판두께 방향으로 많은 성장을 하였다. Fig.1의 (b)와 마찬가지로 너깃 부근의 경도가 아주 낮고, 판폭 방향보다 판 두께 방향으로의 너깃 성장이 크고, 오목자국이 다소 심해졌기 때문에 Plug파단이 발생한 것으로 보인다.

Fig.3 (a) (b)에는 가압력 18kgf, 용접전류 1300A에서 용접한 연질 STS304의 너깃부 단면 사진과 그 경도분포를 나타내었다. 본 조건의 시험편은 날림이 없었으며, 그 용접부는 Tear파단하였다. 너깃부의 단면사진에 나타난 바와 같이 너깃치수는 경질 STS304의 그것에 비해 작으며, 그 이유는 치밀한 가공조직이 용체화 처리에 의해 표준조직으로 성장하여 전기전도도가 높아졌으므로 저항발열량이 감소하였기 때문으로 판단된다. 너깃 부근의 경도 분포는 주위와 큰 차이가 없으며, 이로 인하여 Tear파단한 것으로 보인다.

Fig.4 (a) (b)에는 경질 STS304와 연질 STS304의 가압력과 용접전류에 따른 용접부 특성을 나타내었다. 그림에 나타난 바와 같이 전류가 증가함에 따라 파단형상은 'Shear파단 - Tear파단 - Plug파단'으로 변화하며, 날림이 발생하기 시작한다. 하지만 가압력이 증가함에 따라 전류가 증가하여도 날림 발생 경향은 감소한다. 특히 가압력이 높은 조건에서는 날림이 발생하지 않고 Tear파단을 일으키는 영역이 존재하며, 이 영역은 경질의 경우보다 연질의 경우가 더 낮은 가압력에서부터 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 용접부의 품질이 우수하고 안정되기 위해서는 용접시 날림이 억제되어야 하고, Tear파단을 일으켜야 하는데 이를 위해서는 피용접재의 경도에 적합한 높은 가압력이 요구된다.

4. 결론

경질 및 연질 STS304 박판에 대하여 가압력을 대폭적으로 변화시키면서 정밀 점 용접을 실시하여 그 용접특성을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 가압력이 증가함에 따라 Tear파단이 발생하는 전류는 높아지지만 날림이 없이 Tear파단이 생기는 조건을 얻기 위해서는 충분한 가압력을 유지해야 한다.
- 2) 냉간가공에 의해 경화된 경질 STS304의 용접부는 충분한 크기의 너깃이 생성되면, 용접부가 쉽게 연화되어 낮은 강도를 갖기 때문에 Plug파단이 생기기 쉽다.
- 3) 연질 STS304의 용접부는 충분한 크기의 너깃이 생성되더라도 더 이상 연화현상이 보이지 않고, 이로 인하여 Plug파단이 생기지 않고 Tear파단이 생기게 된다.
- 4) 경질 STS304보다 연질 STS304의 경우 보다 낮은 가압력에서 날림없이 Tear파단하는 영역이 생겼다.

Table 1. Micro vickers hardness for hard and soft STS304

(Load : 100gf, Dwell time : 15sec)

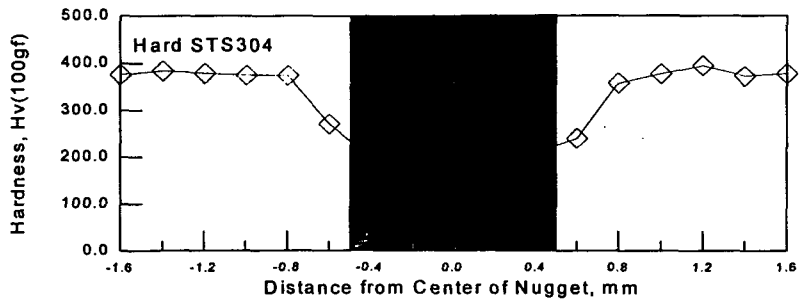
Material	Micro vickers hardness (Hv) test No.										Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hard STS304	381.9	377.9	369.6	393.0	371.4	369.0	386.6	398.7	385.6	383.0	381.7
Soft STS304	213.0	198.0	201.3	199.3	196.2	191.1	199.9	203.3	206.7	205.3	201.4

Table 2. Welding condition for experiments

Load	Welding Current (A)						Welding Time (msec)	Electrode	
	500	700	900	1100	1300	1500		Upper	Lower
1 kgf	500	700	900	1100	1300	1500		Class2	Class3
3 kgf	500	700	900	1100	1300	1500		Ø1.5	Ø6
6 kgf	500	700	900	1100	1300	1500		Flat	Flat
9 kgf	500	700	900	1100	1300	1500			
12 kgf	500	700	900	1100	1300	1500			
15 kgf	500	700	900	1100	1300	1500			
18 kgf	500	700	900	1100	1300	1500			



(a) Macro-section of nugget

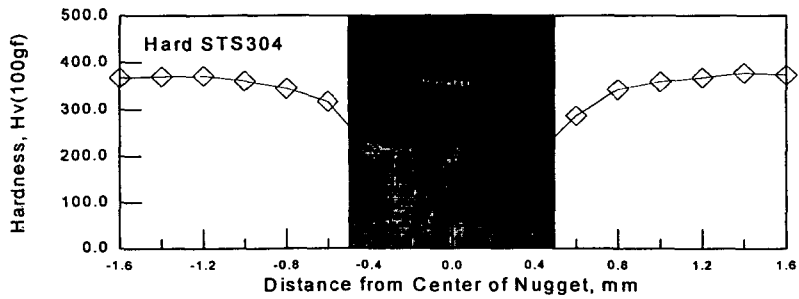


(b) Distribution of hardness

Fig.1 Macro-section and hardness distribution in weldment by the condition of load 1kgf, current 1300A

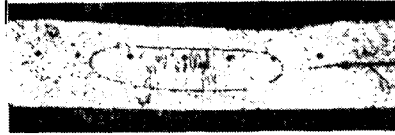


(a) Macro-section of nugget

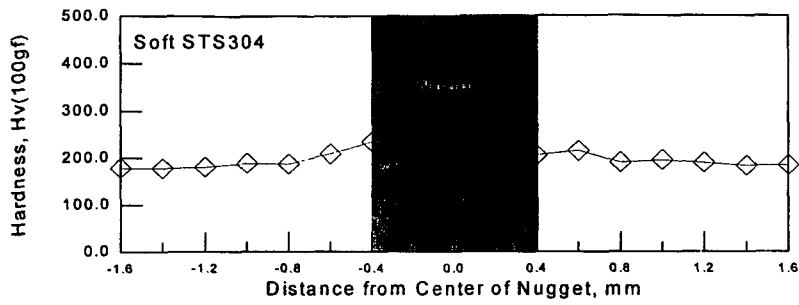


(b) Distribution of hardness

Fig.2 Macro-section and hardness distribution in weldment by the condition of load 18kgf, current 1300A

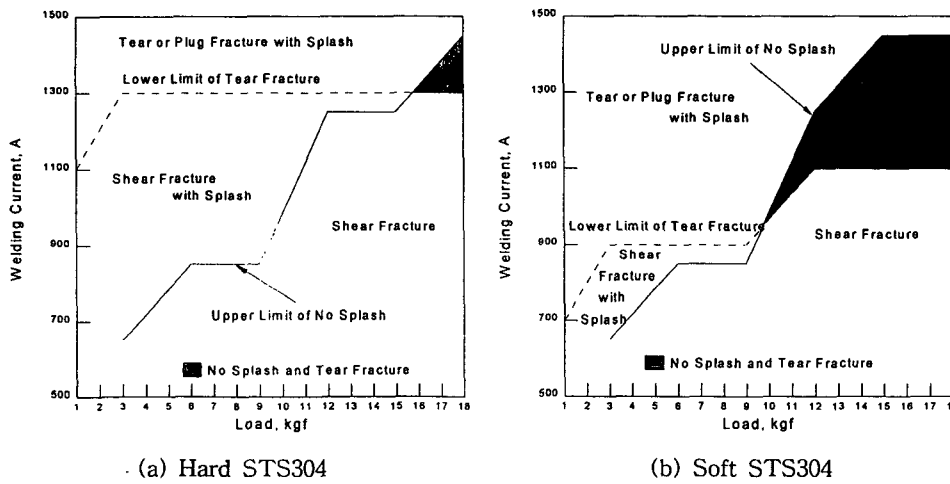


(a) Macro-section of nugget



(b) Distribution of hardness

Fig.3 Macro-section and hardness distribution in weldment by the condition of load 18kgf, current 1300A



(a) Hard STS304

(b) Soft STS304

Fig.4 Characteristics of spot weldment by hard and soft STS304