

# STS304의 마찰교반점용접

## Friction stir spot welding of STS304

이 창용\*, 이 재홍\*, 이 원배\*\*, 이 종봉\*\*, 연 윤모\*\*\*, 정 승부\*

\* 성균관대학교 신소재공학과

\*\* (주)POSCO 기술연구소

\*\*\* 수원과학대학 자동화시스템과

### 1. 서 론

1991년 마찰교반점용접(Friction Stir Welding : FSW)이 개발된 이후 이와 유사한 원리로 응용된 마찰교반 점용접(FSSW: Friction Stir Spot Welding) 기술이 2001년 개발되어 자동차 차체용 Al합금을 고상상태로 접합할 수 있는 점접합 기술로서 새롭게 주목받고 있다. 마찰교반 점용접기술은 사용하는 틀의 형상에 따라 미세하게 달라지긴 하지만 접합 틀을 회전시키면서 겹치기 이음부의 상판 및 하판에 삽입시켜 상,하판을 소성유동시킴에 의해 접합계면을 활성화시켜 접합하는 접합법이다.

마찰교반점용접(FSSW)은 초기에 알루미늄합금 접합을 위주로 진행 되었으나 그 장점이 부각됨에 따라 스틸 등 고온점 재료로의 적용도 빠르게 진행되고 있다. 마찰교반점용접법을 이용하여 steel과 같은 강한 재료를 접합하기 위해서는 내구성이 갖추어진 틀, 틀과 피접합재의 마찰시 발생하는 열을 냉각시키는 방법 등 해결해야할 몇 가지 과제가 있지만 경제적 측면이나 접합부의 우수한 특성 등을 고려할 때 그 적용 및 발전 가능성이 매우 높다고 예측할 수 있다.

본 연구에서는 마찰점용접법을 이용하여 스테인 레트강의 접합을 실시하였고, 틀의 삽입깊이에

따라서 접합부의 특성을 평가하였다. 또한 인장 강도, 미세경도 등의 기계적 특성과 접합부의 미세조직과의 관계를 조사하였다.

### 2. 실험 방법

본 실험에 사용된 재료는 STS304이고, 자세한 화학조성을 표 1에 나타내었다.

Table 1. Chemical composition of Fe alloy used in this study

Elements	C	Si	Mn	Ni	Cr	Fe
wt%	0.051	0.55	1.08	8.06	18.27	Bal.

재료는 100mm × 30 mm의 크기, 0.6 mm 두께의 판재로 가공되었으며, 겹치기 점 용접을 실시하기 위해 약 30mm 겹치도록 위치시키고, 크램프를 이용하여 단단히 고정 시킨 후 접합을 실시하였다. 틀의 회전속도는 2500rpm, 삽입속도는 10mm/min., 틀 제거 속도는 60mm/min., 삽입 후 유지시간은 2초로 하였으며, 틀의 경사각은 0°로 하였다. 틀의 삽입깊이에 따른 접합 특성을 조사하기 위해 0.18, 0.24, 0.3, 0.36mm 로 삽입 깊이를 변화시키면서 특성을 관찰하였다. 접합을 위해 사용된 틀은 초경합금을 이용하여 제작하였

고, shoulder 부 직경 12.5mm, 하단에 직경 5mm, 높이 0.5mm의 원형돌기가 형성되어 있는 형태이다.

접합 후 광학현미경(OM:Optical Microscope)과 주사전자현미경 (SEM: Scanning Electron Microscope)을 사용하여 모재와 접합부의 미세조직을 관찰하였다. 용접부 내의 상 분석을 위하여 EDS(Energy Dispersive Spectroscopy)를 사용하였다.

접합부의 기계적 특성을 알아보기 위하여 접합시편 단면의 경도를 측정하였다. 이 때 하중은 200gf, 측정시간은 10초로 하였다. 또한 접합부의 인장특성을 측정하고자 인장전단시험을 실시하였고 cross head speed는 1mm/min.으로 하였다.

### 3. 실험 결과

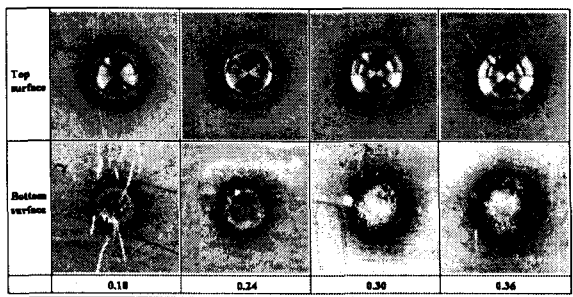


Fig. 1 External shape with pin insertion depth after spot friction welding

Fig. 1은 접합 후 외부에서 관찰한 접합부 형상을 삽입깊이에 따라 윗면과 아랫면으로 구분하여 나타낸 결과이다. 접합부 주위로 원형의 변색부위가 관찰되었고, 그 크기가 삽입깊이 증가에 따라 미세하게 증가하는 것을 관찰할 수 있었다. 이러한 경향은 뒷면의 변화에서 더욱 뚜렷하게 확인할 수 있었다. 또한 원형 접합부의 직경도 삽입 깊이가 증가에 따라 미세하게 증가하였다. 이것은 삽입 깊이가 증가할수록 틀에 의해 배출되는 재료의 양이 증가하기 때문으로 추정된다.

Fig. 2는 접합부의 기계적 특성 평가를 위해 실시된 인장전단 시험 결과이다. 틀 삽입 깊이가 증가할수록 인장전단하중은 증가했고, 최대값은 0.36mm 삽입깊이에서 약 3.5kN을 나타냈다. 삽입 깊이가 증가할수록 상판과 하판의 접합이 충분히 일어나기 위한 변형량도 증가하는 것으로 추정되고, 그 결과 접합강도 증가에 직접적인 영향을 미치는 것으로 사료된다.

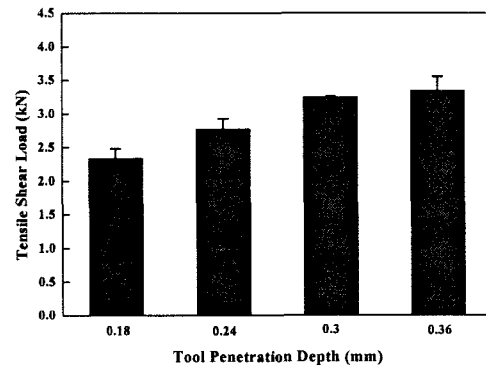


Fig. 2 Effect of pin insertion depth on tensile shear fracture load

### 4. 결 론

마찰교반점용접을 이용하여 STS304 스테인레스강을 접합한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 접합 후의 외관 관찰결과 상판과 하판에 변색부위가 발견되었으며 삽입 깊이가 증가할수록 변색부위의 크기가 증가하였다.
- 2) 단면관찰결과 상대적으로 틀 삽입깊이가 얇은 영역에서는 불완전한 접합이 이루어 졌다.
- 3) 인장전단시험 결과 틀 삽입깊이가 가장 깊은 0.36mm에서 가장 높은 약 3.5kN의 하중값을 나타내었다.

### 참 고 문 헌

1. Z.Feng, M.L.Santella, S.A.David, R.J.Steel, S.M.Packer, T.Pan, M.Kuo, R.S.Bhatnagar : Friction Stir Spot Welding of advanced high-strength steels - a feasibility study, FSW symposium (2005)
2. K.Aota, K. Ikeuti : Spot friction stir welding fo low carbon steel, 日本 鋸接學會 全國大會 講演概要 (2005) 176-177
3. 연운모, 이원배, 이창용, 정승부, 송건 : 마찰교반점용접한 A5052 알루미늄 합금판재의 접합부 특성, 대한 용접학회지, 24-1 (2006) 71-76