

STS 304 티그용접시 발생하는 열응력 측정에 관한연구

A study on the measurement of the thermal stress in process of STS 304 Tig welding

권주경*, 최원두*, 김상진*, 고준빈*, 박성두**, 이영호***

* 충남대학교 기계공학과 대학원

** 천안공업대학 디지털용접과

*** 충남대학교 기계공학과

1. 서론

박판 용접시 산업현장에서 발생하는 문제중의 하나는 용접이 극히 짧은 시간동안에 이루어지며 용접면의 부위가 매우 작으며 또한 용접 온도는 용접기의 전류와 전압에 관련되어 있기 때문에 용접면의 온도를 정확하게 측정하기가 매우 어렵다. 용접 온도는 용접품질에 직접적인 연관이 있고 실제 용접품을 통해 다양한 점에서 보여지는 심한 온도 구배를 동반하며 이로 인해서 열원의 거동은 용접 부에서 적지 않은 팽창과 수축의 결과를 가져온다. 이 현상은 특히 용접 열영향부에서 심하게 나타나며 용접품 전체로는 구속력을 발생하므로 예기치 못한 열응력이 발생하기도 한다. 본 연구에서는 열전대 사용하여, 용접 중 실시간으로 구속력을 측정함으로써 판재에 발생하는 구속력의 형태, 온도 상승에 따르는 구속력의 변화를 측정하여 열응력의 예측하는 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 온도 및 열응력의 해석조건

열전달 및 응력의 해석을 위하여 상용 유한요소프로그램인 아바쿠스(Abaqus)를 이용하여 수행을 하였고, 각 조건 값은 다음과 같다. 열전달 해석 시 필요한 경계조건으로서 초기의 온도는 20℃로 설정하였다. 열의 주된 손실은 전도, 대류, 복사에 의해서 이루어지는데 복사에 의한 영향은 대단히 작으므로 무시하였다. 대류에 의한 손실은 박판의 용접이기 때문에 윗면과 아래면에 자연대류계수인 $18\text{w}/\text{m}^2 \cdot \text{℃}$ 로 설정하였다. 밀도는 $7817\text{kg}/\text{m}^3$, 비열(specific heat)은 $460\text{J}/\text{kg} \cdot \text{℃}$ 로 설정하였다. 또한 고상과 액상의 상변화를 잠열(latent heat)의 형태로 고려하여 액화의 시작점 온도(solidus temperature)와 액화의 종료점 온도(liquidus temperature)를 $1398\text{℃} \sim 1421\text{℃}$ 로 사용하였고 잠열은 $250\text{kcal}/\text{kg}$ 의 값을 사용하였다. 열전도도는 본 실험에서의 열전달 해석에 가장 중요한 값이므로 온도에 따라 변화하는 값을 입력한다.

3 온도측정 및 해석의 결과

Fig. 1은 용접 중 모재의 최고온도는 용접전류와 속도에 따라 달라지며, 실험값과 해석값은 최고온도의 분포, 가열, 냉각의 경향이 상당히 유사함을 보여주고 있고, 해석결과에 대한 신뢰성을 확인할 수 있다. Fig. 2는 용접전류가 180A이고, 용접속도가 2.5mm/s일 때 비드로부터 4mm 지점의 각 방향으로 작용하는 응력을 나타내고 있다. 용접과정 중의 주응력의 방향은 폭방향으로의 응력이며, 용접이 종료한 후에 용접진행방향의 응력이 크게 나타나는 것은 용접에 의한 모재의 변형에 기인함을 확인할 수 있다. Fig. 3에서 알 수 있듯이 비드에서 가까운 모재부분(10mm 지점까지)은 용접이 진행되면서 압축응력에서 인장응력으로의 변화가 크게 나타나며, 비드에서 일정거리가 떨어진 지점은 응력의 변화가 완만하게 나타나고 있음을 알 수 있다. Fig. 4는 비드로부터 5mm 지점의 속도에 따른 응력분포를 나타내고 있다. 응력의 변화는 속도가 느릴수록 용접전류가 클수록 크게 나타나며, 최고응력을 나타내는 지점도 비드로부터 먼 거리에서 나타남을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. Yunus A, Cengel, "Heat Transfer", WCB McGraw-Hill, pp. 280~360
2. "Abaqus Theory Manual", Hibbitt, Kaulsson & Sorensen, Inc, Version5.5
3. Gothongkum, P. Chaumbai, P. Bhandhubanyong, "pulse welding of 304L austenitic stainless steel in flat, vertical and overhead positions," Journal of Materials Processing Technology 89-90 (1999) pp. 410-414,

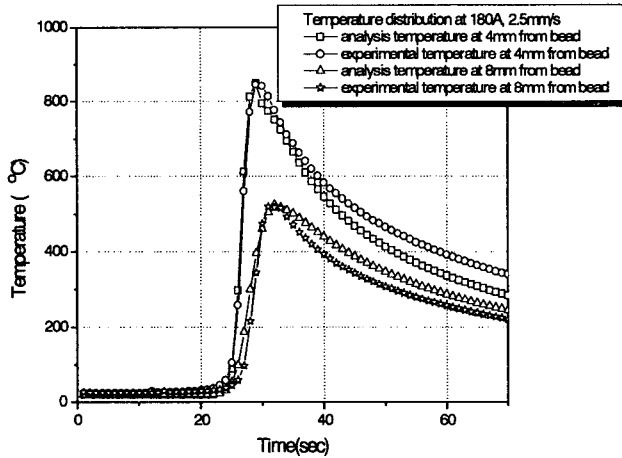


Fig. 1 Comparison of temperature distribution for the experimental and analytical value on welding 180A, 2.5mm/s

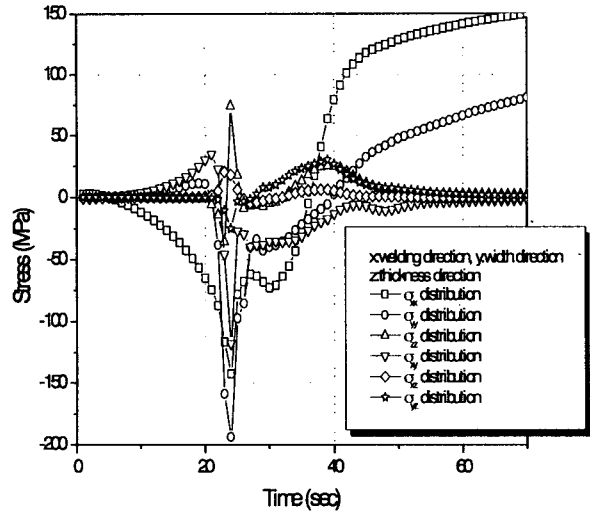


Fig. 2 Stress distribution off 4mm from bead on welding 180A, 3.0mm/s

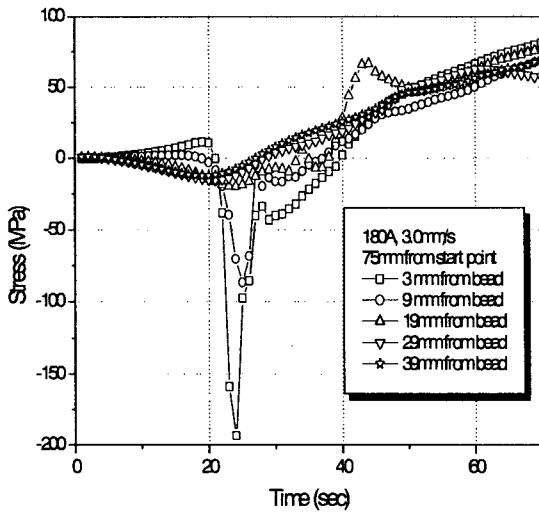


Fig. 3 Width-directional Stresses on distance from bead on welding 180A, 3.0mm/s

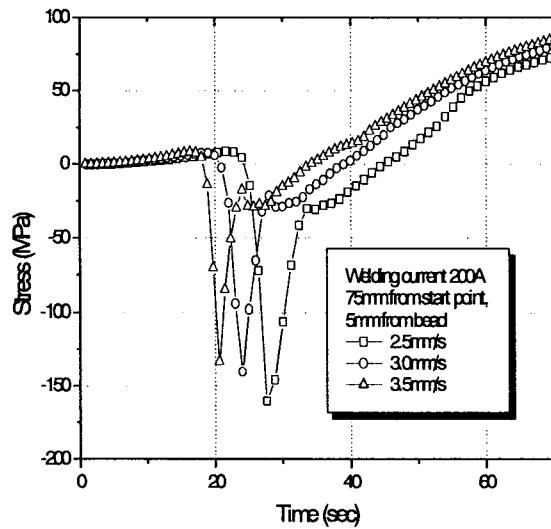


Fig. 4 Width-directional Stresses on welding speeds off 5mm from bead