

박판용접시 온도분포에 관한 수치해석적 연구

A Computational Study on Temperature Distribution during Thin Plate Welding

최원두*, 김상진*, 배명일*, 고준빈*, 이규천**, 이영호***

*충남대학교 기계공학과 대학원

**두원 공과 대학 동력기계과

***충남대학교 기계공학과

1. 서론

SUS 304강은 내열성 및 내식성이 우수하기 때문에 압력용기 및 화학플랜트 등에 사용되고 있으며, 고온에서 장시간 사용하게된다면 내압에 의한 하중 이외에도 열응력 및 열 피로 등에 의하여 기계적 성질, 특히 인성이 저하되는 열 시효 취화현상(Thermal aging embrittlement)이 발생하기 때문에 구조물의 기능 손상 및 설비의 안정성이 저하된다.

판재의 접합에 관한 많은 용접방법들이 연구되고 있으며, 최근에는 유한요소법을 이용하여 판재의 열응력 및 각변형, 열영향부에 작용하는 구속응력과 박판에서의 용접성이 평가되어지고 있다. 또한 용접시 열응력의 직접적인 원인인 용접입열에 의한 온도의 상승 및 냉각에 의한 온도의 변화를 전산해석에 의하여 직접 확인하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

지난 연구에서는 스트레인 게이지를 이용하여 박판용접시 판재에 작용하는 구속력을 측정하였고, 본 연구에서는 열전대를 이용하여, 판재의 온도분포를 측정하였으며, 전산해석을 통하여 해석한 온도분포와 실험자료를 상호비교하여 용접부의 온도분포 해석에 관한 기초연구자료로 제안하고자 한다.

2. 실험방법

본 실험은 스테인리스 박판(SUS 304)을 사용하였으며, 실험을 위하여 시험편을 지그에 고정시킨 후 서브 모터로 구동되는 자동이송기구에 설치한 후, TIG 용접기에 부착하였다. 용접시 아크의 크기를 일정하게 유지하기 위하여 TIG 전극봉을 일정한 모양으로 grinding한 후 실험을 실시하였다.

온도의 측정은 모재 위에 용접 시작부 및 중앙부, 그리고 끝부분에 용접비드가 생성될 위치로부터 5~40mm의 거리에 5mm의 간격으로 열전대를 부착시킨 후 용접을 실시하였다.

열전대와 계측기를 연결하기 위하여 보상도선을 사용하였다. 열전대의 사용을 위해 정확하게 온도 조절된 기준점점이 필요한데 본 실험에서는 얼음으로 차 있는 용기를 사용하였다.

용접시 발생하는 판재의 온도는 열전대에서 검출되어 계측기로 들어가고 이를 디스켓에 저장하여 컴퓨터를 통하여 측정하였다.

3. 전산해석방법

열전달해석을 위해 상용 프로그램을 사용하였으며 필요한 경계조건으로서 초기의 온도 및 상온은 300K로 설정하였다. 열은 전도, 대류, 복사에 의해 모재에 전달되어지고, 또한 손실이 발생되는데 자연대류와 복사는 상대적으로 큰 영향을 미치지 않으므로 자연대류계수는 일정값으로, 복사율은 무시하였다. 열전도도와 비열은 열전달에 중요한 값이므로 해석의 정확성을 위하여 온도의 함수로 입력하였다. 또한 상변화에 따른 온도분포를 고려하기 위하여 용융잠열(latent heat)값을 입력하였다.

용접시의 입열량을 해석에 적용하기 위해서는 2차원 입열이므로 표면입열(surface heat flux)로 환산하여 적용하였다. 이때 용접효율과 용접전압, 용접전류, 용접비드의 폭, 용접입열의 비드방향으로의 길이를 고려하였다.

4. 결론

박판의 용접시 유한요소법을 사용한 계산값은 실험값과 비교하여 볼 때 상당히 잘 일치하는 결과를 얻었다. Fig. 1은 용접의 진행방향에 따른 온도분포로 각기 다른 부위의 온도는 전, 후의 용접열원에 큰 영향을 받지 않으며 용접열원이 위치해 있을 때 온도가 급격히 상승하는 모습을 나타내고

있다. Fig. 2는 용접모재의 윗판에서 용접부에서 모재부로의 거리에 따른 온도의 분포로서 거리에 비해 매우 큰 온도의 분포를 나타내고 있다. 즉 용융부 및 열영향부는 상당히 좁은 부분에서 형성이 됨을 나타내고 있다.

참고문헌

1. G.Lothonkum, P.Chaumbai and P.Bhandhubanyong : TIG pulse welding of 304L austenitic stainless steel in flat, vertical and overhead position, Journal of Materials Processing Technology 89-90 (1999) pp 410-414
2. G.H. Little and A.G. Kamtekar : The effect of thermal properties and weld efficiency on transient temperatures during welding, Computer and Structures 68 (1998) pp 157-165
3. K. Satoh and T. Terasaki : Effect of welding conditions on welding deformation in welded structural materials, J. Japam Welding society (1976) pp 302-308
4. 배강열, 최태완 : 판재의 비드 용접에서 구속 경계조건을 적용한 열응력 및 각 변형해석, 대한용접학회, 제 17권, 제 1호 (1999) pp11-16

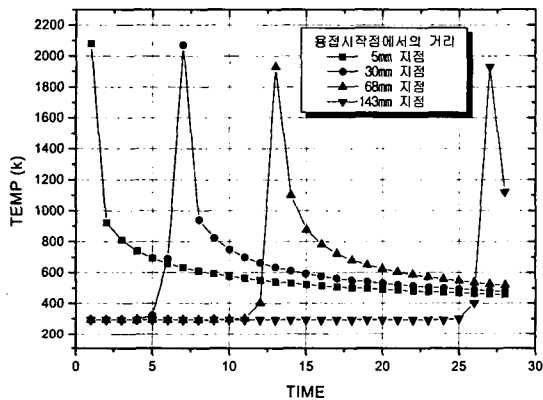


fig.1 Temperature due to welding direction

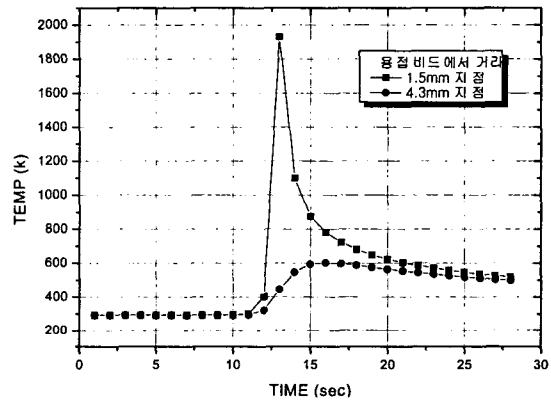


fig.2 Temperature due to distance at weld bead