

GMAW 맞대기 용접부 온도 분포에 관한 연구

A Study on the Temperature Distribution of GMA Butt Weld

*김영수¹, #김일수¹, Reenal Ritesh Chand¹, 이지혜¹, 이종표¹, 박민호¹

*Y. S. Kim¹, #I. S. Kim(ilsookim@mokpo.ac.kr)¹, R. R. Chand¹, J. H. Lee¹, J. P. Lee¹, M. H. Park¹
¹국립목포대학교 기계공학과

Key words : FE model, Butt weld, Temperature history, Thermal analysis, GMAW

1. 서론

용접은 핵, 항공, 자동차, 에너지 등의 넓은 산업 분야에 사용가능한 효과적이고 실용적인 금속 접합 기술로써 설계 유연성을 포함하고 있어 구조적 안정성, 제품 경량화, 제작비용 절감 등의 효과가 있다. 또한 로봇 응용 프로그램에 적용하여 높은 생산성을 보장하고 다양한 재료와 두께에 적용할 수 있어 수요가 증가하고 있다.

일반적으로 용접 공정에서는 고온의 아크에 의해 용융부가 생성되고 용융부가 다시 고착되면서 불규칙한 온도 분포에 의해 비선형 소성 변형 및 잔류응력이 발생한다. 용접과정에서 발생하는 용접 구조물의 변형은 제품의 품질과 강성에 영향을 미치며 잔류응력은 제품의 취성과파괴를 촉진시키고 좌굴강도 및 수명을 단축시키는 요인이 되지만 이러한 용접구조물의 잔류응력과 변형을 실제 용접 공정에서 파악하는 것은 불가능하다.⁽¹⁾ 그러므로 용접 실험을 통한 잔류응력과 변형을 예측할 수 있는 알고리즘이나 수치적 모델 개발에 대한 연구는 매우 중요하다.⁽²⁾

따라서, 본 연구에서는 유한요소 모델을 통해 맞대기 용접 시 용접부의 온도 분포를 예측하고 용접 실험을 통해 그 유효성을 입증하고자 한다.

2. 시뮬레이션 해석 및 용접 실험

용접부의 온도분포를 예측하고자 ANSYS를 이용하여 200×100×4.5mm, Gap 2mm의 맞대기 용접 시험편을 모델링하였으며, 2×2mm의 격자로 요소 분할을 실시하였다. 이를 Fig. 1에 나타내었으며, 시뮬레이션을 위한 용접 조건은 Table 1과 같다. 용접 실험에도 동일한 크기의 시험편을 제작하여 실험을 수행하였으며, 시험편의 용접 중심선으로부터 2.5mm 떨어진 곳에서 IR-Fusion 장비를 사용

하여 온도측정을 실시하였다.

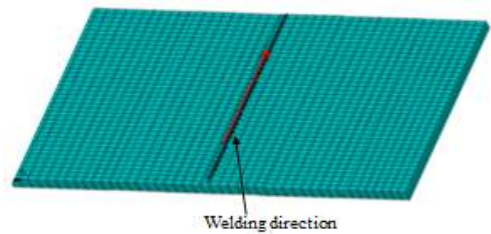


Fig. 1 Finite element model for butt weld

Table 1 Welding heat process parameter

Welding process parameter	Value
Welding voltage, V (volt)	25
Welding current, I (amperes)	200
Welding speed, v (mm/s)	4.8
Heat source efficiency, η (%)	75

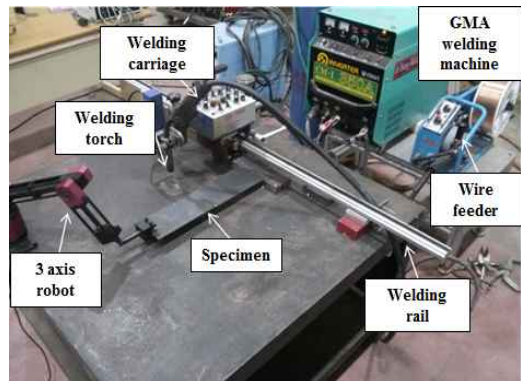


Fig. 2 Experiment setup of GMA welding process

3. 결과 및 고찰

용접과정에서 측정된 최대온도는 1500℃이고 용접 후 표면 비드의 온도가 최대 200℃로 냉각된 시점에서 온도분포를 관찰하였으며, 용접부를 중심으로 거리에 따른 시뮬레이션 모델과 실제 시험편의 온도 분포를 Fig. 3에 나타내었다. 시뮬레이션 해석을 통한 용접 중앙부의 상단과 하단 비드 표면에서 용융부와 열영향부의 온도 변화를 파악하여 Fig. 4에 나타내었으며, 상단과 하단 비드 표면의 온도변화는 동일하지 않음을 알 수 있다. Fig. 5는 최종 온도 분포를 보여주며, 실험과 시뮬레이션 해석을 통한 온도 분포 패턴이 비슷함을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구는 맞대기 용접부의 온도 분포에 따른 용융부 및 열영향부의 특성을 분석하는데 집중하고 있으며, 아래와 같은 결론에 도달하였다.

- 1) 시뮬레이션 해석 및 용접 실험을 통해 열원 형상을 측정된 결과 온도 분포 특성이 용접부를 중심으로 정규분포 형태가 나타남을 확인하였다.
- 2) 시뮬레이션 해석을 통해 용융부와 열영향부에 온도 분포의 예측이 가능하였고 용접 실험을 통해 해석결과의 유효성을 입증하였다.

후기

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

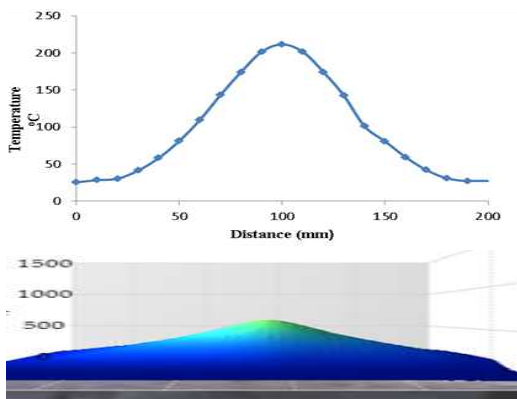


Fig. 3 FEM and Experimental temperature distribution across the plate

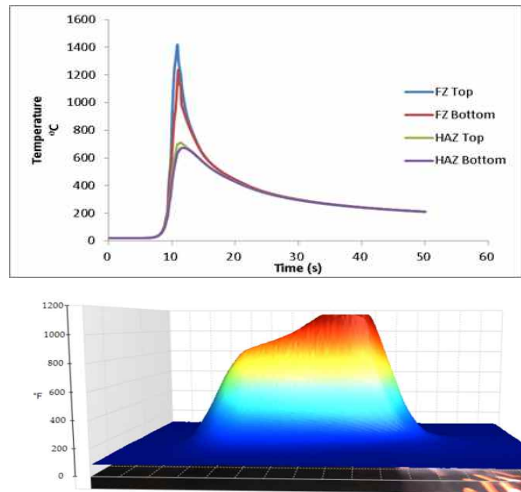


Fig. 4 The top and bottom of the bead surface temperature distribution in Fusion Zone and Heat Affect Zone

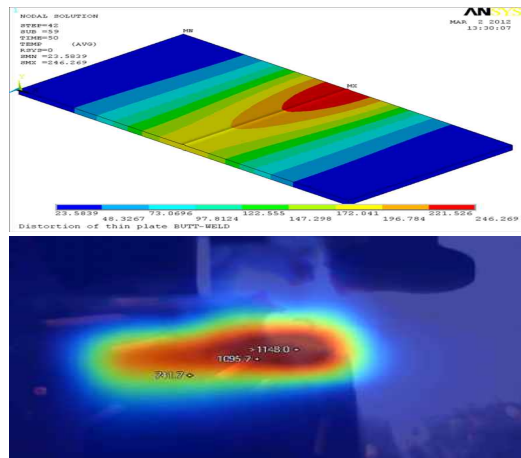


Fig. 5 Comparison of FEM and experimental temperature fields on the plate after cooling

참고문헌

1. X. K. Zhu, Y. J. Chao, "Effects of temperature-dependent material properties on welding simulation" Computers and Structures, 80, 11, 967-976, 2002.
2. M. Seyyedian Choobi, M. Haghpanahi and M. Sedighi, "Investigation of the Effect of Clamping on Residual Stress and Distortion in Butt-Welded Plate", Journal of Scientia Iranica Transaction B: Mechanical Engineering, 17, 2010.