

GMA-레이저 하이브리드 용접에서 기공형성 해석

조원익*, 나석주*

*KAIST 기계공학과

Numerical Simulation of Pore Generation in GMA-Laser Hybrid Welding

Won-Ik Cho*, Suck-Joo Na*

*Dept. of Mechanical Engineering, KAIST, Daejeon 305-701, Korea

Abstract

본 연구에서는 다물리 현상을 가지는 하이브리드 용접 공정을 수치해석을 통해 3차원으로 모사하였다. 이를 위해 아크 용접 해석 모델과 레이저 용접 해석 모델을 단순 통합했으며 고체의 모재가 액체로 용융되는 상변화 및 VOF 법을 이용하여 용융 금속의 자유 표면을 구현하였다. 또한 반발압력, 아크압력, 전자기력, 표면 장력 및 다중 반사와 Fresnel 흡수 모델을 해석에 고려하였다. 여기에 본 연구에서는 기공형성을 구현하기 위해 기포모델을 제안하여 해석에 추가하였다. 제안된 기포모델은 단일 기포 모델로써 기포 내부를 이상기체로 가정하였고 기포와 유체간의 열전달을 무시하였다. 또한 기포 내부의 압력과 온도는 매 계산 시간마다 일정하게 유지된다고 가정하였다. 이러한 가정과 함께 에너지 보존 법칙과 이상기체의 상태 방정식을 이용하여 부피감소에 따라 압력이 증가하는 기포 모델을 구했다.

제안된 모델들을 본 연구에서는 맞대기 용접부에서 GMA-레이저 하이브리드 용접 공정의 3차원 모사에 이용했다. 이로부터 용융풀의 내부 유동뿐 아니라 상단비드와 하단비드가 형성되는 과정 또한 관찰할 수 있었다. 이와 함께 레이저에 의한 키홀의 거동과 키홀의 붕괴에 의한 기포의 형성을 확인할 수 있었다. 생성된 기포는 용융풀 내의 유동에 의해 상부 또는 하부를 통해 배출되었으며 일부는 배출되지 못하고 고상경계면에 갇혀 기공을 형성하였다. 이러한 기포와 기공의 형성은 열입량이 급격히 감소하여 부분용입이 일어나는 부분에 집중됨을 확인할 수 있었다.

본 연구에서 제안한 기포 형성 모델을 이용하여 앞으로 공정변수별 영향을 분석할 수 있고 이를 통해 기공 형성을 피할 수 있는 최적 조건을 도출할 수 있을 것으로 예상된다. 특히 수치해석 방법은 일본 오사카 대학에서 활발히 연구하고 있는 X-Ray 투과법에 의한 기공 형성의 실험적 관찰법에 비해 비용적으로나 시간적으로 유리해 물리적으로 타당한 모델을 개발 개선하는 노력이 앞으로 꾸준히 이뤄질 것이다.

Key Words : GMA-laser hybrid welding, weld defect, pore generation