

사형주조 마그네슘 합금의 레이저 용접성에 대한 연구

김종도¹·이정한¹·송무근¹·김종덕²·김태환²

Study on Laser Weldability of Sand Casting Magnesium Alloy

Jong-Do Kim¹·Jung-Han Lee¹·Moo-Keun Song¹·Jong-Duck Kim²·Tae-Hwan Kim²

마그네슘 합금은 구조용으로 사용 가능한 금속 재료 중 가장 가벼운 소재이며, 동시에 비강도 및 비강성과 같은 기계적 특성이 우수하여 알루미늄 합금의 뒤를 이을 차세대 경량 재료로써 주목 받고 있다. 더욱이 석유자원의 대부분을 소비하고 있는 운송기기 분야에서는 경량화를 통한 연비향상과 배출가스 저감이 가장 큰 과제이며, 이 문제를 해결하기 위한 노력의 일환으로 최경량 소재인 마그네슘 합금의 사용량은 더욱 증가할 것으로 기대된다.

한편 마그네슘 합금은 주조작업시 많은 이점이 있기 때문에 오늘날까지 대부분의 마그네슘 합금 제품은 다이캐스팅 공법으로 제작되어 왔다. 그러나 복잡한 형상 및 대형 부품으로의 적용에는 한계가 있으며, 특히 고온에 노출되는 다이캐스팅 부품은 200℃ 이하로 그 적용이 제한되어 있다. 이들 제품은 사형주조를 통해 제작할 수 있는데, 중공이 있는 사형주조품의 경우 코어를 지탱하기 위한 코어 프린트를 두게 되고, 그 결과 주조가 완료된 후의 제품에는 원하지 않는 홀이 만들어진다. 따라서 기밀이 요구될 경우 추후 이 부분에 대한 밀봉이 요구된다.

기존에는 이 홀을 밀봉하기 위해 스틸과 같은 금속재료를 프레스를 사용하여 강제적으로 압입하는 방식을 사용하였으나, 제품의 사용 환경이 고온 또는 장시간 운행시에는 연결 부위의 열화 및 변형을 동반하게 되어 충분한 기밀성이 확보되지 못하는 문제점이 지적되기도 하였다. 따라서 동종 재료의 접합이 요구되며, 이 홀을 밀봉하기 위해서는 제품 외측에 마그네슘 합금 주조재 또는 압연재를 덧붙여 용접할 필요가 있다. 그러나 마그네슘 합금 사형주조품의 용접은 국내·외를 통틀어 긍정적인 결과를 얻어내고 있지 못하며, 그 기반 데이터 또한 턱 없이 부족한 실정이다. 이는 주조공법을 떠나 마그네슘 합금 주조품들의 적용에 큰 제약을 준다.

따라서 본 연구에서는 두 가지 레이저 열원을 사용하여 마그네슘 합금의 용접성을 조사하였다. 펄스 Nd:YAG 레이저를 사용한 경우에는 사형주조재 끼리의 맞대기 용접을, 그리고 연속 파이버 레이저를 사용한 경우에는 사형주조재와 압연재의 겹치기 용접을 실시하였다.

펄스 레이저를 사용한 주조재의 맞대기 용접 결과, 높은 침투 출력(P_p)은 힘평비드와 다량의 스패터를 동반하였다. 따라서 정적 용입깊이를 얻을 수 있는 한도 내에서 침투 출력을 최대한 낮추는 것이 건전한 용접부를 확보하는데 유효하다고 판단되며, 침투 출력 외에도 용접속도(v)가 용입깊이와 용접부내 기공과 같은 용접결함을 결정하는 주 변수였다. 더불어 pps의 경우 비드형상이나 언더필과 같은 외적인 결함과 연관되어 있었다.

한편 파이버 레이저를 사용한 주조재와 압연재의 겹치기 용접에서는 우선적으로 비초점거리(f_d) 변화에 따른 용입 특성을 평가하였으며, 그 결과 초점 근방에서는 높은 파워밀도로 인해 스패터가 항시 발생하였다. 따라서 스패터가 발생하지 않는 비초점거리를 선정하고, 주 변수인 레이저 출력(P) 및 용접속도(v)를 변화시키면서 겹치기 용접을 실시한 결과, 용입이 깊고 안정적인 용접부를 얻을 수 있는 적정 조건을 도출할 수 있었다. 더불어 겹치기 용접에서 얻어진 적정조건을 바탕으로 펄릿 용접으로의 적용을 검토하였으며, 그 결과 우수한 용접성을 확인할 수 있었다.

후 기

1. 본 과제(결과물)는 국토해양부의 지원으로 수행한 해양에너지 전문인력 양성사업의 연구결과입니다.
2. 본 과제(결과물)는 녹산단지혁신클러스터추진단에서 시행한 현장맞춤형 기술개발사업의 기술개발결과입니다.

+ 김종도(한국해양대학교 기관공학부), E-mail: jdkim@hhu.ac.kr, Tel: 051)410-4253

1 한국해양대학교 대학원

2 (주) 일광주공