

Nd:YAG 레이저 용접 공정 변수에 따른 Plume 형상 측정

김재열(조선대학교), 유영태(조선대학교), 양동조*(조선대학교 대학원),
 유신(목포과학대학), 노경보(조선대학교 대학원)

주제어 : 적외선 열화상 카메라, Plume 형상, Nd:YAG 레이저, 용접결함

아크용접과 같은 일반 용접법은 재료에 가해지는 에너지의 공급이 재료표면에서 되고, 내부의 용융은 열전도만으로 행해지므로, 중횡비가 큰 용입은 얻기가 어렵다. 그러나, 레이저는 전자빔과 함께 고에너지 밀도 열원에 의해 단시간에 용융, 응고 과정이 진행되기 때문에 일반용접에 비해 중횡비(aspect ratio)가 대단히 크고, 열영향부(HAZ)가 작은 용접을 할 수 있다. 그리고 레이저빔의 높은 출력밀도로 매우 짧은 시간 내에 용접하기 때문에 적절한 열화산과 적은 내부 응력을 형성하여 용접 변형이 적으므로, 레이저 용접은 일반용접에 비해 금속조직이나 기계적 성질측면에서 모재에 영향을 미치는 부분이 매우 작아 우수한 평가를 받고 있다. 또한 뛰어난 제어성과 대기 중 광파이버를 이용하여 장거리 전송이 가능하고, 산업용 로봇 등과 결합하여 복잡한 빔 전송 경로의 시스템을 용이하게 구축할 수 있어서 일반용접으로는 용접하기 힘든 부위도 쉽게 용접할 수 있는 장점을 가지고 있다.

그러나 레이저용접은 공정변수가 간단하지 않다는 문제점이 있다. 레이저 용접할 때 용접공정변수로는 레이저빔의 출력, 레이저빔 이송속도, 초점거리, 보호가스의 유량 및 종류, 레이저빔의 파장 및 재질에 따라 용접결과가 다양하게 나타난다. 고휘력 레이저 용접 시 레이저빔은 금속을 기화시키고, 금속증기와 보호가스의 일부를 플라즈마 plume의 형태로 이온화시킨다. plume은 기화된 금속증기, 전자 및 금속이온으로 구성된 고온, 고회도의 플라즈마이며, 에너지밀도와 큰 관련이 있다. plume의 양이 과다할 경우에는 용접에 소요된 레이저 에너지를 흡수 또는 산란시키므로 에너지 이용효율도 떨어뜨리고, 용입 깊이도 현저히 떨어뜨리므로 레이저 plume을 이해하는 것은 중요하다.

고출력 레이저 용접에서 plume의 파동은 전형적으로 키편의 불안정과 관련 있는데 레이저와 전자빔용접에서 관찰된다. 불안정한 키편은 키편에서 용융된 금속의 불규칙적인 질량유동에 상당한 영향을 끼쳐 나쁜 용접성을 초래한다.

본 연구에서는 레이저 용접시 세 가지 공정변수(레이저빔의 출력, 레이저빔 이송속도, 초점거리)를 변화시켜 그에 따르는 plume의 양을 적외선 열화상 카메라를 이용하여 실시간으로 측정하였다.

또한 용접부 결함 측정은 수침법을 이용한 반도체 초음파 탐상 장치인 SAT(Scanning Acoustic Tomograph)장비를 이용하여 비파괴 검사를 수행하였다.

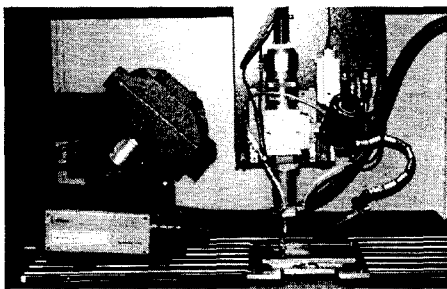


Photo. 1 Experimental setup for investigating vapor plume during laser welding.

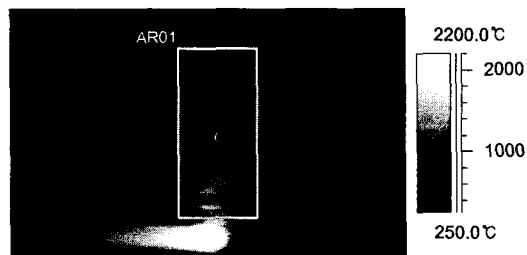


Photo. 2 Infrared Thermal Image of Plume shape