

CO₂ 레이저 용접 품질 모니터링 시스템

Weld quality monitoring system in CO₂ laser welding

한양대학교 기계공학부 박현성, 이세현

㈜대우자동차 정경훈, 노재홍

I. 서론

레이저를 이용하여 고속, 대량으로 용접을 하는 경우에는 용접 품질을 확보하는 것이 중요하여, 레이저 용접 품질 검사 방법이 계속적으로 연구되고 있다. 특히 최근 국내 자동차업계에 도입하고 있는 테일러드 블랭크(tailored blank)와 같이 CO₂ 레이저를 사용하여 고속으로 용접을 하는 경우, 판재로 사용되는 박판의 상태, 레이저 출력, 보조가스의 유량, 용접속도등 용접변수들의 변화에 의해 용접비드의 상태와 형상등이 변화할 수 있으며, 이것이 용접 결함으로 작용하게 된다. 테일러드 블랭크 용접은 고속으로 용접을 수행하고, 재료의 크기가 크기 때문에 작업자가 육안으로 용접의 양부를 결정하는 것이 매우 곤란하지만, 이것은 전량 품질평가가 요구되고 있어, 실시간적으로 품질 판정을 하는 용접품질 모니터링 시스템의 필요성이 대두되고 있다.

Chen 등¹⁾은 용접부에서 나오는 자외선 신호와 적외선 신호를 동시에 계측하여 용접품질을 판단하였으며, 레이저출력, 보조가스, 용접속도 등을 변화시켜 이에 따른 신호의 거동도 연구하였다. 또한 Miyamoto 등²⁾은 최대 파장감도가 적외선 파장대(950nm)인 포토 다이오드(photodiode) 두개를 각도를 다르게 하여 플라즈마를 계측한 후 용접품을 판단하는 연구를 진행시켜 왔다.

따라서 본 연구에서는 CO₂ 레이저용접시 발생할 수 있는 결함을 실시간적으로 검출할 수 있는 모니터링 시스템을 개발하였다.

II. 실험장치 및 결함검출 알고리즘

자외선 영역과 적외선 영역의 두 가지 포토 다이오드를 사용하여 레이저 용접시의 플라즈

마 강광도를 계측하면, 각 신호는 레이저 출력, 용접속도, 시편의 상태등에 따라 신호가 변화하게 된다. 레이저 출력저하, 속도증가등 입열량이 감소하게 되면 각 신호들이 감소하게 됨을 알 수 있으며, 레이저의 초점이 용접선으로부터 벗어나게 되면 신호들 또한 변화하게 된다. 또한 레이저 용접도중 순간적으로 스파터가 발생할 경우에는 적외선 영역의 포토 다이오드의 신호가 급격히 변화하게 된다.

본 연구에서는 모니터링 시스템을 통해 판단하고자 하는 용접품질의 종류를 양호한 용접이라 할 수 있는 적정 입열(optimal heat input)과 약간의 입열 부족(a little low heat input), 그리고 결함으로 분류할 수 있는 입열부족(low heat input), 그리고 초점 이탈(focus off)로 나누었다. 또한 양호한 용접이 이루어진 시편의 신호를 기준신호로 정한다. 이를 바탕으로 퍼지 패턴인식 기법(fuzzy multifeature pattern recognition)을 사용하여, 각 센서별 신호들을 복합적으로 판단 결함을 예측하게 된다. 또한 스파터의 검출은 주변의 신호에 대하여 급격한 변화를 갖는 점을 판단할 수 있는 알고리즘을 구성하였다.

III. 실험결과 및 고찰

구성된 실험 장치와 프로그램을 사용하여 레이저 용접시 용접품질을 모니터링한 결과를 보면, Fig. 1의 경우처럼 적정 입열량에 비하여 레이저의 출력이 줄어든 경우, 각 신호들의 거동이 상당히 불안정하며, 기준신호로부터 아래쪽으로 많이 벗어나고 있음을 볼 수 있다. 실제 이때의 이면비드는 상당히 부족했으며, 본 시스템은 이를 입열부족으로 판단하여 결함으로 분류하였다. 이외에도 약간의 입열은 부족하지만 적정용접으로 구분할 수 있는 경우, 초점이 용접선으로부터 벗어난 경우도 구별하여 판단할 수 있음을 알 수 있었다. 또한 Fig. 2와 같이 스파터가 발생했을 경우에도 스파터가 발생하고 있음을 감지하여, 이를 결함으로 인식하게 된다.

본 프로그램은 항상 적정조건에 대한 상대값을 가지고 판정을 하는 것이므로 다른 두께, 다른 강종에도 사용할 수 있는 유연성이 강한 프로그램이다. 또한 기준 신호의 설정시 허용오차를 조절함으로써 실제 용접품을 성형했을 경우와 연계하여 고찰한다면, 실제 현재의 용접품질이 성형성에 있어서의 결함 역시 판정할 수 있을 것이다.

IV. 결론

본 연구에서는 파지 패턴인식 기법을 사용하여 레이저 용접시 발생하는 결함을 검출할 수 있는 알고리즘을 구축하였으며, 이를 사용하여 테일러드 블랭크 용접시 용접품질을 모니터링할 수 있는 시스템을 구성하였다.

V. 참고문헌

1. H. B. Chen, L. Li, D. J. Brookfield, K. Williams, and W. M. Steen, "Laser Process Monitoring with Dual Wavelength Optical Sensors", Proceeding of ICALEO '91, pp. 113-122, (1991)
2. K. Mori, H. Sakamoto, and I. Miyamoto, "Detection of Weld Defects in Tailored Blanks", 日本溶接學會 論文集, 14(4), pp. 689-693, (1996)

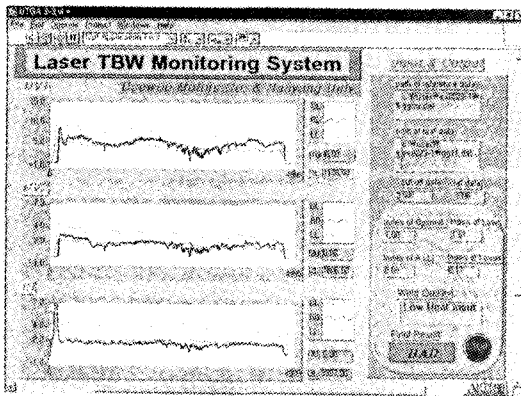


Fig. 1 Example of defect monitoring

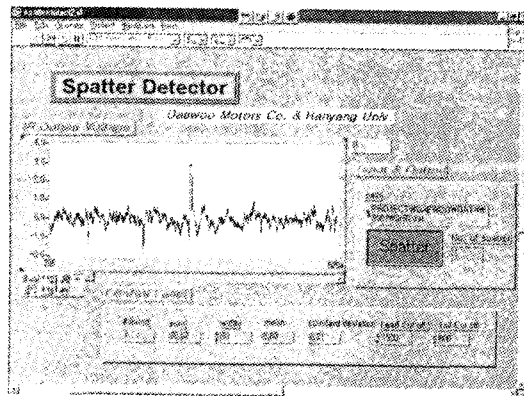


Fig. 2 Detecting of the spatter