

고출력 CO₂ 레이저 용접 모니터링 시스템 개발 Development of Monitoring System in CO₂ Laser Welding

박현성*, 이세현**, 유순영***, 박인수***

*한양대학교 정밀기계공학과 대학원

**한양대학교 정밀기계공학과

*** (주)대우자동차 생산기술연구소

1. 서론

자동차 업계에서 행하여지고 있는 테일러드 블랭크(tailored blanks) 용접에서는 메시 심(mash seam) 용접과 레이저를 이용한 용접이 행하여지고 있으나, 현재는 레이저를 이용한 용접이 가장 활발히 연구되고 있으며, 이러한 레이저 용접과 더불어 레이저 용접 품질 검사 방법에 대한 연구가 꾸준히 진행되고 있다.

레이저 용접 품질 검사는 용접중 발생하는 신호를 계측, 처리하여 현재 용접 되어지고 있는 품질의 양부를 판단하는 작업이며, 레이저 용접은 용접 중 gap이 존재할 경우, 용접선에서 초점이 벗어나는 경우, 레이저의 출력이 떨어지는 경우, 보조가스가 나오지 않는 경우 등 여러 가지 원인에 의해 결함이 발생할 가능성이 크며, 테일러드 블랭크와 같이 대량생산이 필요한 경우에는 용접품질의 모니터링(monitring)이 필수적이다.

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 용접품질을 판단하는 연구를 진행시켜 왔다.

따라서 본 연구에서는 테일러드 블랭크용 레이저 용접시 포토 다이오드를 사용하여 용접부 결함을 실시간적으로 계측하는 시스템을 제작하여 생산라인에 적용하고자 한다.

2. 플라즈마와 스펙터의 계측 원리

레이저 용접에서 킥홀 및 플라즈마는 레이저 에너지가 시편에 전달되는 과정에서 중요한 매개 역할을 하는 것으로 알려져 있으며, 스펙터는 어느 용접에서나 그 정량적인 결과가 용접 품질에 큰 역할을 하게 된다. 그러므로 레이저 용접을 온라인(on-line)으로 모니터링하기 위해서는 플라즈마 또는 플라즈마에서 방출되는 빛과 스펙터의 양을 검출하는 것이 중요하다. 레이저 용접시 발생하는 자외선 영역의 광신호는 플라즈마의 변화에 대한 정보를 갖고 있으며, 적외선 영역의 광신호는 스펙터의 발생을 나타내게 된다.

센서로 사용한 포토 다이오드는 들어오는 빛의 세기에 따라 전류가 변하게 되며, 변화하는 전류값을 전압신호로 변환, 증폭하여 빛의 세기를 알아내게 된다. 한편, 포토 다이오드는 모든 빛에 대하여 동일하게 반응하는 것이 아니라, 특정 파장대의 빛에 반응하게 되므로 적절한 파장범위의 포토 다이오드를 선택하여 플라즈마 혹은 스펙터 광의 세기를 측정하게 된다.

3. 계측 시스템

본 연구에서 사용한 포토 다이오드는 자외선 영역과 적외선 영역의 두 가지 종류이다. 신호를 증폭하기 위한 앰프는 자외선 영역의 포토 다이오드와 적외선 영역의 포토 다이오드 각각에 적절한 회로를 구성하였다. 실험에 사용하는 장치의 개략도는 Fig. 1과 같다.

테일러드 블랭크용 고출력 CO₂ 레이저 용접기에 센서를 부착하여 센서가 레이저 빔의 이송부와 함께 움직이며 용접부에서 발생하는 플라즈마와 스펙터를 정확하게 계측하도록 하였

다. 이때 센서는 용접부에서의 위치와 각도를 정확히 맞추어 감도 높은 신호를 검출하도록 한다. 측정된 신호를 PC로 받아들이기 위해 사용된 data acquisition board는 National Instrument(NI)사의 제품을 사용하였으며, sampling rate는 1kHz 주었다.

결합의 판단은 기준 용접조건 즉, 용접이 잘 되고 있는 조건을 선택하여 그때의 신호를 기준으로 삼게 되고, 기준 신호와 현재 용접되고 있는 신호를 비교하여 결합의 유,무를 판단하게 된다. 판단 알고리즘은 fuzzy multifeature pattern recognition을 사용하였으며, 각 센서별 신호들을 복합적으로 사용하여 결합을 판단하게 된다.

4. 결과 및 고찰

이 시스템을 사용하여 적정조건인 레이저 용접시 플라즈마와 스패터의 신호를 받은 결과는 Fig. 2와 같다. 용접이 시작되는 초기에는 급격히 큰 신호가 나타나게 되며 그 후 안정한 상태가 되어 일정한 전압신호가 나옴을 알 수 있다. 따라서 본 판단 알고리즘에는 용접 초기와 용접 후반부의 일정한 부분은 판단 대상에서 제외하였다. Fig. 3은 레이저 용접 모니터링 시스템의 화면이다.

좋은 용접(good), 부분 용입(partial penetration), 용접이 거의 되지 않는 경우, 초점이 용접선에 맞지 않는 경우등의 신호가 각각의 센서에서 조건별로 다른 신호가 나타나는 것을 이용하여 알고리즘을 구성한 결과, 레이저 용접시의 결합 발생 여부를 판단할 수 있었다.

5. 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)

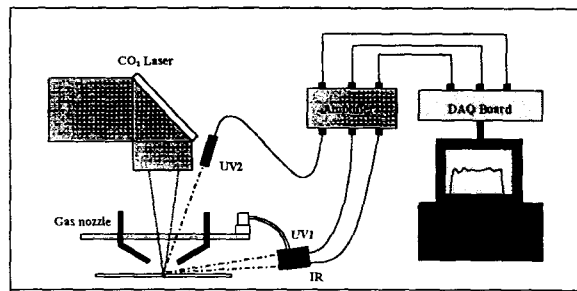


Fig. 1 Schematic diagram of the system

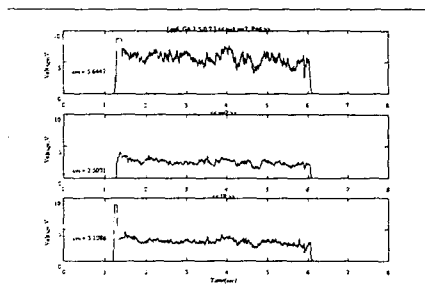


Fig. 2 Signals of the sensors

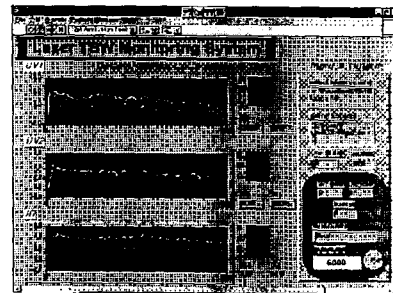


Fig. 3 The example of the monitoring program