

차체 레이저 용접 공정 모니터링 연구

Research on Process Monitoring of Laser Welding for Car Body

*#강희진¹, 서경¹, 김태현²

*#H. S. Kang(khs@kimm.re.kr)¹, J. Suh¹, T. H. Kim²

¹한국기계연구원 나노융합생산시스템연구본부, ²충남대학교 기계설계공학과

Key words : Car-body, Laser, Welding, Process, Monitoring

1. 서론

자동차의 경량화, 안전도 향상, 생산성 향상을 달성하기 위하여 차체 레이저 용접기술이 자동차 업계의 핵심기술로 대두되고 있다. 선진국에서는 기존의 저항 점용접의 차체 조립공정을 레이저 용접으로 대체하여 차체 경량화 및 생산성 향상을 달성하고 있고, 국내 자동차 업계에서도 고출력 Nd:YAG 레이저와 6축 로봇을 접목한 레이저 용접 기술 개발을 하고 있다.^{1,2} 레이저 용접은 용접부의 비드 폭이 좁으며, 또한 단시간에 급속한 열 방출 및 빛 반사가 수반되어 작업자가 육안으로 관찰시 실명의 위험이 있고, 고속으로 용접이 수행되는 레이저 용접 자동화시스템은 용접 중 작업자가 실시간으로 품질을 모니터링하는 것이 쉽지 않다. 따라서 레이저 용접 공정 중 실시간으로 용접 품질을 확인하기 위해서는 별도의 용접 품질을 모니터링할 수 있는 시스템이 필요하다.

레이저 용접 품질 모니터링 시스템을 이용하여 제품의 품질을 정량적으로 평가하고 자동으로 제품의 양성 여부를 분류하면 작업의 효율을 높일 수 있고 전체 작업 공정의 생산성 향상을 가져올 수 있다. 레이저 용접 품질을 생산 현장에서 모니터링하기 위해 주로 레이저 유도 플라즈마 광 측정, 음향 신호 측정, 레이저의 반사광 강도 측정과 플라즈마 전계 강도측정 등에 대한 연구가 수행되어 왔다.³ 특히 플라즈마 광 측정은 측정 장치의 단순성과 용접 조건과의 상관성이 뛰어나 많은 연구가 이루어졌으며 주로 판재를 이용하여 연구가 이루어졌다. 본 연구에서는 레이저 용접 시 발생하는 플라즈마와 온도를 측정하여 용접한 제품의 양성 여부를 판단할 수 있는 품질 측정 기법에 관해 연구를 하였다.

2. 실험방법

Fig. 1은 본 연구에서 사용된 레이저 용접 시스템과 공정 모니터링 실험장치를 보여 준다. 레이저 발전기는 1.6kW급 파이버 레이저 시스템이며, 로봇은 산업용 6축 로봇 시스템을 활용하였다. 레이저 및 로봇과의 인터페이스를 토대로 3차원 레이저 용접 시스템을 구축하고, 시제품 제작용 용접지그를 설계 제작하여 레이저 용접 시스템에 대한 기초 성능시험 및 평가를 실시하고자 하였다. 차체 부품 용접을 위한 3차원 레이저 용접시스템은 레이저와 로봇을 이용하여 구성될 수 있다. 레이저 발전기로부터 나온 레이저 빔은 광파이버를 통해 로봇 암(arm)의 끝단에 부착된 용접헤드까지 전송되고 로봇의 각 축을 움직임으로서 3차원 용접을 수행하게 된다. 원격 레이저 용접 장치의 용접성에 관하여 기초 연구를 수행하기 위해 일반철판과 아연도금철판의 맞대기 및 겹치기 용접을 수행하였고 인장시험과 용접부 관찰을 통해 최적의 용접 변수를 찾는 실험을 수행하였다. 실시간으로 레이저 용접 중의 품질을 측정할 수 있는 기법에 대한

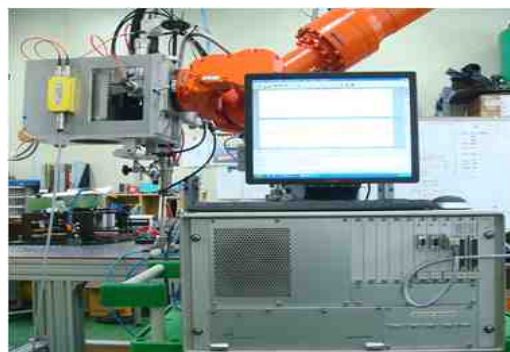


Fig. 1 Plasma detecting system

연구로 플라즈마와 온도를 측정하여 용접 품질을 판별하는 기법에 대한 기초 실험을 하였다. 원격 레이저 용접 시스템의 전체 시스템 정밀도를 판별하기 위해 차체 부품에 대한 패턴 용접 실험을 수행하였다.

3. 실험결과

Fig. 2는 파이버 레이저를 이용한 레이저 용접 중의 품질을 측정한 실험 결과이다. 원격 레이저 용접 시스템의 레이저 스캐너를 이용하여 철판에 레이저 용접을 수행하며 측정한 결과이다. 플라즈마와 온도 신호가 적절한 값으로 검출이 되어 실시간으로 품질을 감시할 수 있음을 확인하였다. 레이저 용접 시 플라즈마를 측정하여 용접 품질 모니터링을 하기 위해서는 먼저 용접품의 양성을 여부를 판단하기 위해 플라즈마 강도의 초기 기준값을 설정하여야 한다. 기준값을 설정하기 위해 다수의 반복 용접실험을 수행하였다. 양호한 용접 표본으로부터 기준값의 상한과 하한을 -30 %에서 +30 % 구간으로 설정하였다. 용접 중 발생하는 플라즈

마의 신호값이 기준값의 상한과 하한 영역 내부에 존재하면 양호한 용접이며 실시간으로 용접자가 모니터 상의 데이터를 확인함으로써 용접품의 양성 여부를 결정할 수 있었다. 파이버 레이저 출력을 변화시키며 실험을 하였으며 UV, IR 센서를 사용하였다. 실험결과 센서 신호는 양호하였고 레이저 용접 중 실시간으로 레이저 용접의 품질을 감시할 수 있었다.

4. 결론

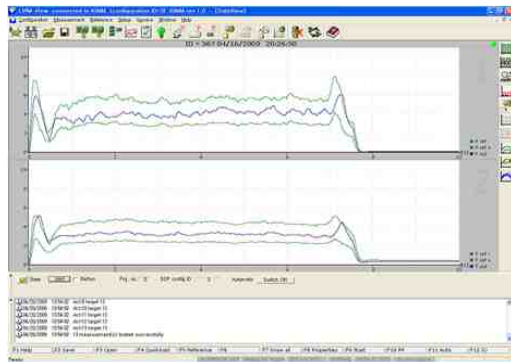
본 연구에서는 파이버 레이저의 용접 공정 중 용접부의 용접 건전성을 판단할 수 있는 용접 품질 모니터링에 관하여 연구하였다. 플라즈마와 온도의 강도 측정방법을 사용하였으며 UV와 IR 센서 신호를 계측한 후 신호처리하여 적절한 데이터를 얻었다. 인위적 결함을 갖는 시편에 대한 레이저 용접 적용 시 측정한 플라즈마 신호로부터 결함 부위를 검출함으로써 용접품질 모니터링 시스템의 신뢰성을 검증하였다. 플라즈마 강도 측정법을 이용한 레이저 용접의 품질 판별 기법을 연구하여 레이저 용접 공정 중 실시간으로 용접부의 건전성을 판별할 수 있었으며, 레이저 용접 중 발생하는 신호를 계측하고 신호 처리를 통해 용접 과정의 현상을 이해할 수 있었다. 향후 연구를 계속 진행하여 측정신호와 레이저 용접 품질과의 상관관계를 규명하고자 한다.

후기

본 연구는 지식경제부의 부품소재기술개발사업의 지원을 받아 수행되었고 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. Graaf M. W. de, Aarts R. G. K. M., Meijer J., Jonker J. B., "Robot-sensor synchronization for real-time seam-tracking in robotic laser welding," Proc. 23rd Int. Cong. On Applications of lasers and Electro-Optics, pp. 1301, 2004.
2. Aubry P., Coste F., Fabbro R., Frechett D., "2D YAG welding on non-linear trajectories with 3D camera seam tracker following for automotive applications," Laser Appls. Auto Industry, Section F-ICALEO, pp. 21, 2000.
3. Beyer, E., and Abels, P., 1992, "Process Monitoring in Laser Materials Processing," Laser Advanced Materials Processing(LAMP92)," pp. 433-438.



(a) Graph of measured signal



(b) Welded specimen for butt joint

Fig. 2 The results of quality monitoring test using laser