

자동차 차체 3차원 레이저 용접기술 개발

Development of 3D Laser Welding Technology for Automobile body

정병훈*, 이문용*, 서정**, 강희신**

* (주)성우하이텍 기술연구소

** 한국기계연구원

ABSTRACT Laser welding technology for automobile body is studied. Laser system, robot and seam tracking system are used for 3D laser welding system. The laser system is used 4kW Nd:YAG laser(HL4006D) of Trumpf and the robot system is used IRB6400R of ABB. The seam tracking system is SMRT-20LS of ServoRobot. The welding joints of steel plate are butt and lap joint. The 3-D welding for non-linear tailored blank is performed after experiments of bead on plate. Finally, the welding process for non-linear tailored blank is developed.

1. 서 론

본 연구의 목표는 CW Nd:YAG 레이저를 이용한 비선형 자동차 차체 용접기술 개발이며 그 세부 내용은 3차원 용접기술 개발, 비선형 TB 용접기술 개발, 자동차 차체 용접시스템 설계 및 제작기술 개발, 자동차 차체 레이저용접 제품 성능향상 기술개발이다.

자동차 차체 용접에 사용되고 있는 저항 점용접은 자동차 설계 및 생산방식이 점차 개발되면서 저항 점용접기의 기하학적 구조와 용접특성으로 인해 적용범위가 한정적이며, 용접효율이 낮음에 따라 경제적·기술적 한계에 도달하였다. 따라서, 자동차의 경량화, 안전도 향상, 생산성 향상을 달성하기 위하여 차체 레이저 용접기술이 자동차업계의 핵심기술로 대두되고 있다.

Tailored Blank(이하 TB) 레이저 용접기술은 국내 연구기관 및 자동차 업계를 중심으로 1992년도부터 연구를 시작하여 현재 Door Inner, Bumper Rail, Side Inner 등에 적용하여 양산하고 있으며, TB 레이저 용접 시스템 또한 국산화 개발이 완료되었다. 단순 TB는 자동차의 Door Inner, Center Pillar, Tailgate, Bumper Rail, Member류 등에 적용되며, 단순 TB보다 용접난이도가 높은 비선형(non-linear) TB는 Door Ring, Floor Panel, Shock Absorber Mounting, Wheelhouse, Fender with Reinforcement 등에 적용되는 기술로서 3차원 레이저 용접기술과 접목하여 개발될 것이다.

단순 TB용과 비선형 TB용 레이저 용접기술 및 시스템을 확보하게 된다면 기존의 저항 점용

접이 적용되는 차체의 거의 모든 부분을 TB로 대체할 수 있을 것으로 예상된다. 또한, 비선형 TB용 레이저 용접시스템은 선진국에서도 개발 중에 있으므로 국내 연구개발이 시급히 요구되는 분야이다.

선진국에서는 기존의 저항 점용접의 차체 조립공정을 레이저 용접으로 대체하여 차체 경량화 및 생산성 향상을 달성하고 있으므로 국내 자동차 업계에서도 고출력 Nd:YAG 레이저와 6축 로봇을 접목한 3차원 대량 용접 생산기술 개발의 필요성이 요구되고 있다.

따라서, CW형 Nd:YAG 레이저를 이용한 비선형 TB 레이저 용접 기술과 병행하여 3차원 차체 레이저 용접기술을 확보하여 기존의 저항 점용접의 한계성을 극복하고 그에 따른 핵심기술을 확보함으로써 일부 단순 TB 시작품 제작수준에 있는 레이저 용접기술이 선진국 수준으로 도달할 수 있을 것으로 판단된다.

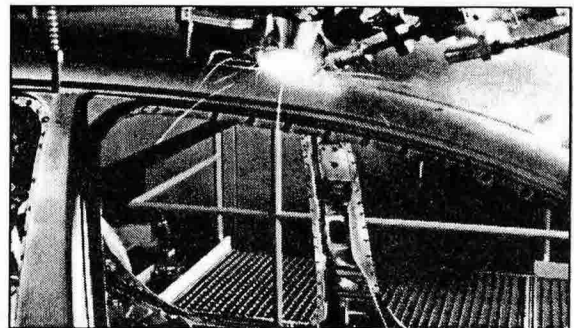


Fig. 1 3-dimensional laser welding in body welding

2. 장 실험 방법

2.1 실험방법

자동차 차체의 3차원 레이저 용접기술을 개발하기 위해 레이저 용접시스템을 설계 및 구성하고 3차원 레이저 용접기술 및 AI 용접기술의 최적 공정을 연구하였다. 레이저 용접 적합 제품 설계하고 제품 강성 증가 메커니즘을 연구하였다. On-Line 품질 검사 기법을 개발하고 자동차용 강판의 용접 조건 데이터베이스 구축하였다. 레이저 용접 시스템에서 중요한 품질 변수 중의 하나가 지그 시스템이다. 이를 위해 본 연구에서는 Non-Linear TB용 지그 설계 및 개념 정립하였다. 비선형 TB 용접 시스템 구성 및 Seam Tracking 시스템의 성능 향상시켜 용접에 적용하였다. AI 합금 용접성 및 성형성 분석을 통하여 AI 합금 용접 적용성 평가를 하였다.

2.2 실험장치의 구성

3차원 레이저 용접 시스템을 구성하기 위해 4kW급 Nd:YAG 레이저와 로봇의 인터페이싱을 토대로 3차원 레이저 용접 시스템을 구축하고, 시작품 제작용 용접지그를 설계 제작하여 레이저 용접 시스템의 기초 성능시험 및 평가를 수행하였다. 비선형 용접을 위해 Seam Tracker를 설치하여 이에 대한 제어기술을 개발하였다.

3차원 레이저 용접 시스템에서 레이저 빔의 위치 정밀도는 용접품질에 큰 영향을 미친다. 비선형 테일러드 블랭크(Non-linear Tailored Blank 또는 Non-linear TB)와 차체 부품의 용접부는 주로 맞대기(butt) 또는 겹치기(lap) 용접 조인트로 되어 있으며 레이저 빔의 초점크기가 수백 μm 수준이므로 용접선과 레이저 빔 간의 위치 정밀도는 매우 중요하다. 일반적으로 위치 정밀도는 약 200 μm 이 내가 적합하다고 보고 되고 있다.

그림 2와 같이 비선형 테일러드 블랭크 및 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 전송되므로 로봇의 각 축을 움직임으로서 3차원 용접을 수행하게 된다.

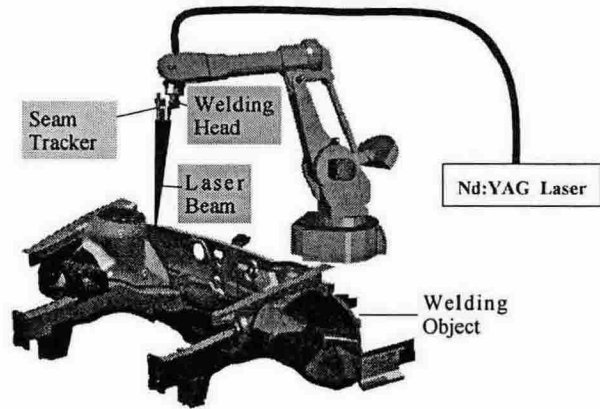


Fig. 2 Concept drawing of 3-dimensional laser welding system

그림 3은 본 연구를 통하여 구성된 3차원 레이저 용접시스템이다. 레이저 발전기는 TRUMPF사 4kW급 Nd:YAG(HL 4006D) 시스템이며, 로봇은 ABB사의 IRB 6400R을 활용하였다. 또한, 용접선 추적을 위한 장치는 ServoRobot사의 SMART-20LS를 사용하였다. 그림 3의 좌측 그림은 레이저 용접헤드와 시각센서가 일체화로 구성된 용접선 추적장치 헤드부이다. 용접선 추적장치는 시각센서로부터 입력된 데이터로부터 용접헤드를 정밀하고 신속하게 용접선으로 이동시키게 된다.

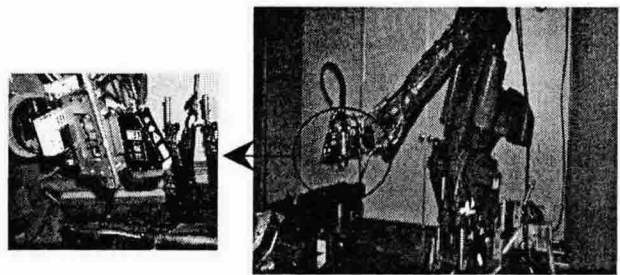


Fig. 3 3D laser welding system constructed in this study

3. 장 실험결과

그림 4는 3차원 레이저 용접 시스템을 이용한 용접 시편의 조직사진이다. 그림에서 보는 것과 같이 본 레이저 용접시스템에서 실시한 레이저 용접 결과가 양호하며, 겹쳐진 면의 정도에 따라 용접품질이 좌우되는 것을 알 수 있다. 용접지그의 간극 문제를 해결하기 위해 고출력 레이저와 MIG (또는 TIG)용접을 결합한 하이브리드 용접을 적용함으로써 프레스폼 간의 간극을 극복하려는 노력이 이루어지고 있다.

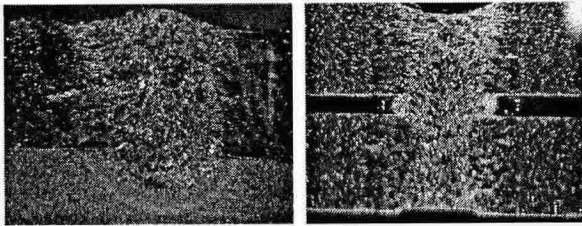


Fig. 4 Lap joint in laser welding

그림 6과 7은 3차원 레이저 용접 시운전 및 시제품 개발을 위한 용접 실험 결과물이다. 구성된 레이저 용접시스템을 이용하여 프레스 품을 고정할 수 있도록 그림 5와 같은 간단한 시험용 지그를 제작한 후 차체부품에 대하여 용접 실험을 실시하였다.

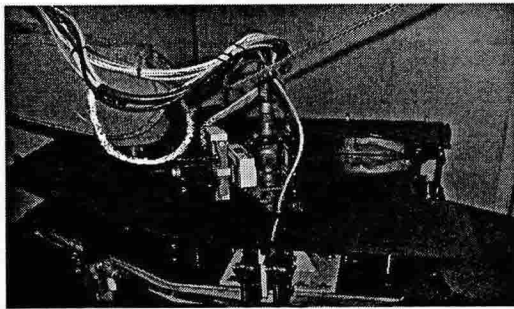


Fig. 5 Welding jig for combination tailored blanks

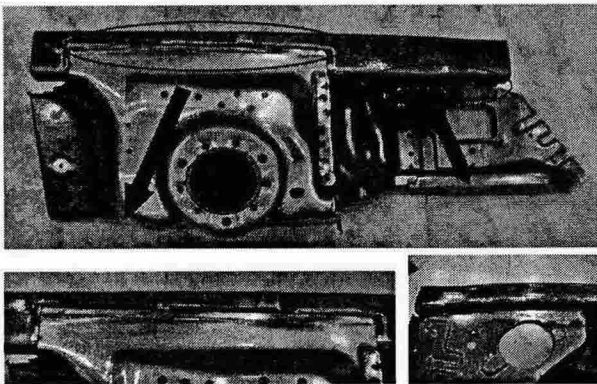


Fig. 6 Laser welding and prototype samples

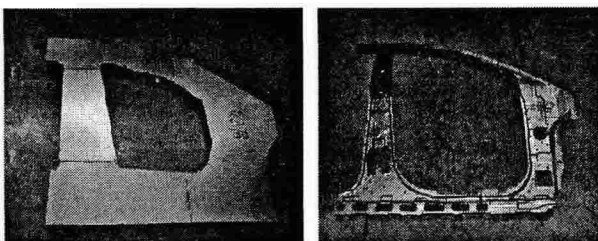


Fig. 7 Laser welded and press formed combination side inner TB

4. 결 론

4kW급 Nd:YAG 레이저 및 로봇과의 인터페이스를 토대로 3차원 레이저 용접 시스템을 구축하고, 시제품 제작용 용접지그를 설계 제작하여 레이저 용접 시스템에 대한 성능시험 및 평가를 실시하였다.

- 1) 비선형 용접을 위한 Seam Tracker를 설치하여 이에 대한 제어기술을 개발하였다.
- 2) 금속에 대한 접합연구를 실시하여 용접조인트 및 결합부를 분석하였으며, 비선형 TB용 지그를 설계하여 그 시제품을 제작하였다.
- 3) 차량경량화 및 기존 용접공정을 대체할 수 있는 레이저 용접기술의 기반을 구축하였다.
- 4) 본 연구를 통해 개발된 기술은 경량화 및 고안전도가 요구되는 고속전철, 조선, 항공기 분야와 자동차 부품제작 및 조립공정 분야에 적용될 수 있다.

후 기

본 연구는 산업자원부에서 지원한 성장동력사업의 연구비로 수행되었습니다. 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. F.Coste et al : A Rapid Seam TRacking Device for YAG and CO₂ High Speed Laser Welding, Proc. ICALEO 85, (1998), 217-223
2. T. Eimermann : Hem Flange Laser Welding, 25th ISATA Symposium, No. 921089, Florence Italy, (June 1992)
3. Z. Abermen : Doors and Hoods Laser Welding Replace Gluing or Spot Welding, 25th ISATA Symposium, No. 921025, Florence Italy, (June 1992)