

자동차 차체 레이저 용접 기술 개발(II)

The development of laser welding technology in car body (II)

(주)현대자동차 공장자동화개발팀 도성섭, 김재선, 한재권, 정창호

I. 서론

자동차 차체 조립 공법으로서의 레이저 용접은 1980년 초 Volvo社에서 처음 양산적용을 시도(1)한 이후 선진 자동차 메이커들의 중요 관심사였다. 선발 주자인 Volvo, Benz, Audi, Ford, GM(2) 등 유럽, 미국 업체들의 경우, 서브 조립 라인 및 벤더 부품의 레이저 용접은 일반화되어 있지만, 차체 메인 조립 라인에서의 레이저 용접은 일부 차종에 국부적으로만 적용되고 있는 실정이며, 또한 후발 주자인 일본 메이커(3)들은 주로 서브 조립 라인 및 벤더 부품의 조립에 레이저 용접 적용을 시도하고 있는 단계에 있다. 이와 같이 레이저 빔이 가지는 용접 에너지로서의 우월성에도 불구하고 확대 적용의 속도가 늦은 이유는 실제 양산 라인에서의 ‘레이저 용접에 요구되는 피용접물의 기하학적 맞춤 조건에 대한 효율적인 제어 기술 개발’이라는 난제 때문이다. 본고에서는 현재 SPOT 용접 기준으로 관리되는 조립 품질 조건하에서 레이저 용접이 가능한 조건으로의 전환을 시도하고자 하는 과정에서 발생한 기술적 난제 및 해결 방안을 실차 적용 사례를 중심으로 소개한다.

II. 기술 개발 단계 및 시스템 구성

차체 FLOOR 부위를 개발 목표로 설정하여 250점의 SPOT 용접을 레이저 용접으로 대체하기 위한 과제를 수행하였다. 초기 시험차 제작을 통해 용접 데이터베이스 확보, 로봇트 이동 궤적 최적화, 레이저 빔 제어 패턴 최적화 등을 수행하였다. 이후 30여대의 양산 선형 차량 제작을 통해 양산 품질 평가 및 차량 성능 평가를 실시하였다. 용접 품질 평가를 통해 문제점 도출 및 분석을 실시하여 레이저 용접 적용을 위한 차체, 금형 및 JIG & Fixture 설계 요건을 도출했고, 차량 설계 반영을 위한 차량 성능 평가 예를 제시하였다. 레이저 용접 시스템은 4kW Nd:YAG 레이저 발전기, 냉각 장치, 빔 전송을 위한 광화이버, 용접 광학계를 포함한 로봇트 부착 용접 헤드, 용접 작업 수행용 6축 다관절 로봇트, 용접 대상 차체 판넬의 기하학적 맞춤 조건을 제어하는 JIG & Fixture, 생산 공정의 안전 확보를 위한 차폐용 부스로 구성되어 있다.

III. 기술 개발 내용

총 250점 약 5.5m의 용접을 실시, 결과 분석을 통하여 품질 불량 현상을 발생 원인별로 분

류하였다. 그 결과 불량률의 양상은 크게 용접 판넬 접합부의 갭 과다로 인해 용접부 상판에 함몰 및 구멍이 발생하는 현상과 판넬 접합부 완전 밀착으로 인한 아연증기 폭발로 내·외부에 기공이 발생하는 현상의 두 가지로 대별되었다. 완전 밀착으로 인한 불량보다는 갭 과다로 인한 불량률이 전체 불량률의 85%를 차지하고 있는 점으로 볼 때 용접 접합부의 갭을 레이저 용접이 가능한 수준이내로 맞출 수 있는 품질 기준 및 용접부 강제 구속 기술 개발이 선행되어야 한다. 하지만 SPOT 용접 기준의 현재 품질 관리 기준으로는 전적으로 용접부 강제 구속에 의한 품질 확보 방안이 의존할 수 밖에 없는 상황이다. 게다가 강제 구속에 의한 용접부 갭 관리를 목표로 했던 JIG & Fixture 적용도 차체 구조의 형상 한계로 인한 구속력 부족 및 관리 포인트의 과다로 인한 JIG & Fixture의 구조적 제약으로 적용 가능 부위가 제한적이었다. 따라서 이런 문제점들에 대한 근본적 해결 방안으로 현행 품질 및 설계 기준의 재설정이 절실하다고 판단되어 레이저 용접을 위한 차체, 금형 및 JIG & Fixture 요건을 제시하고자 하였다.

레이저 용접 적용 차량의 성능 평가를 위해 정면, 측면, 읍셋, 후면 충돌 시험과 내구 시험을 실시하였고, 그 결과 각종 평가 기준을 통과함으로써 레이저 용접 적용 차량의 우수성을 입증하였다.

IV. 기대효과

자동차 차체 레이저 용접 공법 적용을 위해 차체, 금형, JIG & Fixture 설계의 기본적 요건을 도출하고 용접 인자를 최적화함으로써 양산 적용 및 확대 적용을 기대할 수 있게 되었다. 또한 차량의 성능 시험을 통해 입증된 우수성을 바탕으로 한 기존 SPOT 용접 대체 기술로서 위치를 확고히 하여 향후 확대 적용을 통한 작업 공정수 대폭 절감에 의한 원가 절감, 차체 구조 강성 향상으로 인한 차량의 안전성 향상 및 경량화, SPOT 용접의 구조적 제약 해소에 따른 설계 자유도 증가 등의 효과가 기대된다.

V. 참고문헌

1. Lutz Hanicke : The short way to 45m continuous laserweld in a car body structure, Automotive Laser Applications Workshop(ALAW), (1996)
2. Suzanne Vahala, Robert Scheurman : Innovative Laser Welding on the Aurora, ALAW, (1996)
3. 久野裕彦 : ボデー製造工程におけるレーザー應用, 日本レーザー協會誌, 第 21 卷, pp.38~2, (1996)