

# 자동차 차체 레이저 용접 시스템 개발

## The development of laser welding system for car body

(주)현대자동차 차체기술계획팀 서보신, 방영식, 권태용, 정창호

### I. 서론

자동차 차체 조립 공법으로서의 레이저 용접은 1980 년 초 유럽 메이커를 중심으로 개발이 진행되어 현재 대부분의 선진 자동차 메이커에서 적용중이다. 현재 SPOT 용접을 레이저 용접으로 대체하고자 하는 시도는 모델의 설계에서부터 생산설비 구축 및 품질 표준화에 이르기까지 광범위한 범위에서 전사적으로 역량을 결집하여 추진되고 있는 실정이다. 당사에서는 차체 SIDE STRUCTURE 레이저 용접 적용을 필두로 하여 향후 전차종 확대 적용을 목표로 기술 개발에 전력을 다하고 있다. 본 내용에서는 현재 SPOT 용접 기준으로 관리되는 차체 공장의 설비 조건하에서 레이저 용접 시스템의 적용이 가능한 조건으로의 전환을 시도하고자 하는 과정에서 발생한 기술적 난제 및 해결 방안을 적용 사례를 중심으로 소개한다

### II. 기술 개발 과정

차체 SIDE STRUCTURE 부위를 개발 목표로 설정하여 총 120 여 점의 SPOT 용접을 레이저 용접 2400mm 로 대체하였다. 초기 시험 설비를 구축하여 기초 실험, 용접 데이터베이스 확보, 로봇 이동 궤적 최적화, 레이저 빔 제어 패턴 최적화 등을 수행하였다. 이후 시험차를 제작하여 품질 평가 및 차량 성능 평가를 실시하였다. 품질 확보 및 평가와 동시에 양산 시스템 개발을 추진하여 시스템 통합 네트워크, 용수 및 전력 공급 시스템, JIG & Fixture, Nd:YAG 레이저 발전기, 빔 전송을 위한 광화이버 가이드, 용접 광학계를 포함한 로봇트 부착 용접 헤드, 용접 작업 수행용 6 축 다관절 로봇트, 생산 공정의 안전 확보를 위한 차폐용 부스 등의 설계, 시공 및 최적화를 수행하였다.

### III. 기술 개발 내용

용접 시스템 개발을 위한 초기 단계인 설치 현장의 레이아웃 설계에서는 시스템 설치 면적 확보, 용수 및 전력 시스템의 공급 용이성, 광화이버 배선 루트의 최적화, 로봇트 설치 위치 최적화 등을 고려하였다. 검토 단계에서 OFF LINE SIMULATION 을 통해 설계 효율을 평가한 후 기초 설비에 대한 시공을 실시하였다. 당사 적용 공정은 SIDE STRUCTURE 의 구조상 RIGHT SIDE 및 LEFT SIDE 대칭 2 공정이며 각 공정당 2 대의 용접 로봇트를 배치하였다. 따라

서 정상적 시스템 설계를 고려한다면 4 대의 레이저 발진기를 필요로 하나 시스템 최적화를 통해 2 대의 레이저 발진기를 이용하여 할당된 사이클 타임 내에서 각 공정별 시분할 제어를 실시하여 목표 용접을 달성하였다. 레이아웃 설계와 병행하여, 다양한 기종의 제어기를 사용하는 요소 시스템의 효율적인 통합을 위해 시스템 제어 구성을 검토한 결과, 고속 통신 및 안전성 측면에서 PROFIBUS-DP 통신 네트워크 구축을 추진하였다.

각 요소 시스템의 메이커별 시스템 비교 평가를 통해 개발 CONCEPT 에 근접한 레이저 발진기, 로봇 및 주변 설비를 선정하였다. 레이저 발진기는 요구 출력 범위, 시스템 안정성, 출력 제어 용이성, 광화이버 내구성 등을 고려하여 4kW Nd:YAG 레이저를 선정하였다. 로봇은 작업 영역, 반복 정도, 가감속 성능, 외부 인터페이스 지원 등을 평가하여 가반중량 30kg 의 로봇을 설치하였다.

생산 현장에서의 안전 및 환경 문제를 고려하여 용접 공정 부스 내의 배기 가스 집중 배출설비 설치 및 레이저 빔의 외부 누출 방지를 위한 이중 구조의 외벽 시공 등을 실시하였다. 또한 완전 무인 공정 구현을 위해 CCD 카메라를 통한 시스템 현황 파악 및 원격 제어 시스템을 구축하였다.

온라인 자동 품질 검사를 위하여 레이저 용접시 발생하는 반사 과장을 계측하는 시스템을 구축하고, 시험 생산을 통해 품질 기준 신호에 대한 데이터베이스 확보한 후 기준 신호 대비 실용접 신호를 비교 평가함으로써 온라인 품질 검사가 가능하도록 하였다. 향후 품질 데이터에 대한 이력 관리 시스템의 구축을 통해 차체 품질 관리에 대한 새로운 접근이 가능하도록 할 예정이다.

#### IV. 기대효과

자동차 차체 레이저 용접 공법 적용을 위해 양산 시스템에 대한 레이아웃 설계, 통합 네트워크 구축, 요소 시스템 선정, 안전 설비 시공 및 시스템 운영에 대한 표준화를 도모하여 효율적 시스템 구성이 가능하게 되었다. 이를 기반으로 레이저 용접이 기존 SPOT 용접 대체 기술로서 위치를 확고히 할 수 있게 되었으며, 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, 신공법(TWB, Hydroforming) 대응 등의 효과가 기대된다.