

CO₂ 레이저 원격용접 시스템을 이용한 차체용접

염 중 환* 이 회 범** 정 창 호** 조 응 준** 박 희 규**

(생산기술개발팀)

- Car Body Welding by CO₂ Remote Welding System-

Jung Whan Yeum** Heui Bom Lee** Chang Ho Cho**
Yong Joon Cho** Hee Kue Park**

(Manufacturing Engineering Development Team)

ABSTRACT

Nowadays, most automotives companies are making use of laser welding in car body assembly shop. But even though laser welding is better than resistance spot welding in many points, its application has been limited to special technology for manufacturing. The paper introduces in the field of remote welding system(RWS) to improve the process efficiency of laser welding. Positioning time of RWS between welding stitches are dramatically reduced to zero. It is a kind of solutions to generalize laser welding in mass production.

Key Word Remote Welding System(RWS)

1. 서 론

오늘날 레이저용접은 자동차 차체공장의 중요한 생산방식의 하나로 자리잡아 가고 있다. 저항 점용접을 대체할 수 있는 혁신적인 생산 방식으로 등장한 레이저용접은 비접촉 용접이 가능하기 때문에 저항 점 용접으로 접근이 불가능한 차체 구조의 접합이나 고속 용접으로 생산을 극대화하는 목적으로 적용이 확대되고 있다. 하지만, 현재 적용중인 레이저용접 공법은 전체 작업 시간중의 용접구간에 소요되는 용접시간에 대비 비용접 구간인 피치 이동 시간이 차지하는 비중이 크기 때문에 이동 시간을 최소화할 수 있어야만 레이저 설비의 가동률을 향상시킬 수 있다. Fig 1은 일반적인 차체 레이저용접 작업을 분석한 사례이다.

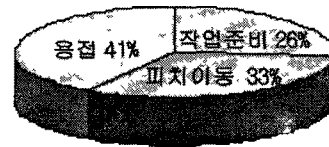


Fig 1 레이저용접 작업 시간 분포

전체 작업 시간중의 실제 용접은 41%이며 비용접시간인 작업준비 및 용접점 사이의 피치이동 시간이 59%를 차지한다. 본 연구는 59%를 차지하는 비용접 시간중의 생산라인의 구성과 관련된 작업 준비 시간을 제외한 피치 이동 시간을 최소화하여 용접 시간을 최대한 확보함으로써 레이저 설비 가동률을 획기적으로 향상 시키고자 한다.

2. 본 론

2.1 CO₂ 레이저 원격용접의 원리

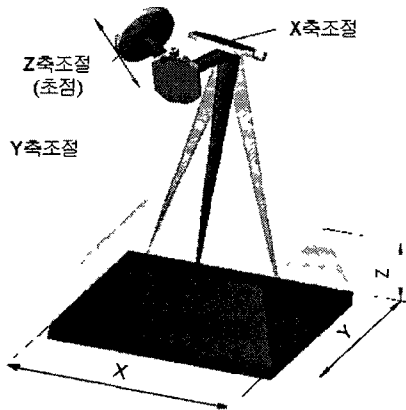


Fig 2 레이저 원격용접 원리도

레이저 원격용접은 입사된 레이저빔을 고정된 초점광학계를 통해 초점거리 만큼 떨어진 지정된 위치에만 레이저 빔을 조사하여 용접을 실시하는 기존의 용접헤드 대신에, 입사된 레이저 빔을 회전운동이 가능한 구동 초점광학계를 통해 원하는 위치로 레이저빔을 고속 조사할 수 있는 기술이다. 작은 각도의 회전 운동을 큰 거리의 직선 운동으로 변환하기 위해서는 상대적으로 기존 용접헤드에 비해 긴 초점 거리를 가져야 하는 제약 조건이 발생한다. 긴 초점 거리를 가지기 위해서는 레이저빔의 품질이 좋은 레이저가 필요하다. 원격용접의 경우에는 최소 500mm 이상의 긴 초점거리를 가진 고품질의 고효율 레이저가 필요하며, 현재 상용화된 고효율 레이저의 종류 중에서는 화이버 레이저, 디스크 레이저, CO₂ 레이저만이 요구 기준을 만족시킬 수 있다. 레이저빔 품질은 Fig 3 및 식 1의 BPP (Beam Product Parameter)로 정의된다.

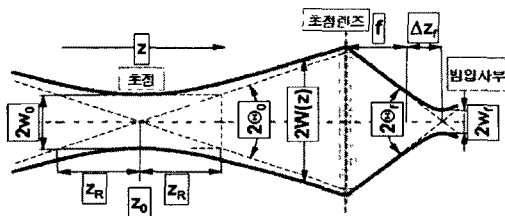


Fig 3 레이저빔 품질(BPP) 원리

$$BPP(\text{mm} \cdot \text{mrad}) = w_0 \cdot \theta_0 = w_f \cdot \theta_f \quad (\text{식 1})$$

식 1에서는 나타난 바와 같이 레이저 빔 입사부의 빔 반경 w_f 가 초점 직경 w_0 보다

작은 경우, 초점빔의 각도 θ_0 가 입사빔의 각도 θ_f 보다 커짐을 의미하므로 긴 초점 거리를 가지게 된다. 따라서, 고품질의 레이저란 좁은 입사빔의 반경과 좁은 발산각의 특성을 가져야만 한다. 일반적으로 초점 반경의 목표를 0.3mm의 수준으로 할 때, $12(\text{mm} \cdot \text{mrad})$ 이하의 빔 품질을 가진 레이저의 경우 450mm 이상의 초점 거리를 가지며, X, Y, Z 축에 대한 구동이 가능한 원격용접 광학계를 구성할 경우 고정된 위치에서 로봇 등의 대부하 구동장치가 고정된 상태에서 광학계의 구동만으로 1500 X 1500 X 500의 영역을 작업할 수 있다. 이 경우 피치이동 구간에서는 구간의 길이에 상관없이 최대 3.0 m/s의 초고속 이동이 가능하므로 이동 구간의 소요 시간을 최소화 할 수 있다.

2.2 시스템 구성

크게 CO₂ 레이저 발전기, 레이저 빔 전송 광학계, 원격용접헤드, 흡배기 장치, 플라즈마 제거를 위한 에어 블로어, 용접 치구로 구성된다. 특히, CO₂ 레이저의 경우는 고체 레이저와 비교해서 플라즈마 발생이 품질에 큰 영향을 미치기 때문에 플라즈마 제거를 위한 실딩 가스 또는 에어 블로어의



설치가 필수적이다. Fig 4는 현재 신차종의 테일게이트 플랜지를 용접하기 위한 양산 투입 시운전 설비이다.

Fig 4 CO₂ 레이저 원격용접 시스템 구성

2.3 빔 조사 조건에 따른 작업영역 평가

앞선 실험 결과를 바탕으로 용접성을 확보할 수 있는 작업 영역을 현실화하는 것이 필요하다. Fig 5는 유효한 빔 궤적을 모사하여 테일게이트에 대한 최적의 작업 위치 범위를 설정하는 사례를 보여주고 있다.

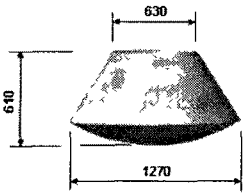
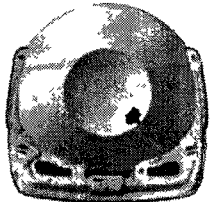
기존 작업 영역	경도 대상 테일게이트
	좌표값 (2740, 0, 320)
	

Fig 5 빔 조사영역 평가

2.4 CO₂ 레이저 원격용접 적용 결과

2.4.1 테일게이트 양산 적용

앞선 적용 결과로 CO₂ 레이저 원격용접은 완만한 단면을 가진 대상물에 대한 고속 용접에 적합한 기술임을 확인하였다. 이 결과를 바탕으로 차체의 테일게이트 및 도어 등의 무빙 파트 등의 적용에 도입을 추진하였으며, 현재 신차종의 테일게이트 적용을 대상으로 프로트 제품을 생산 및 양산성 사전 검증 시운전 진행하고 있다. Fig 6 은 용접부의 용접 외관을 나타낸 것이다.

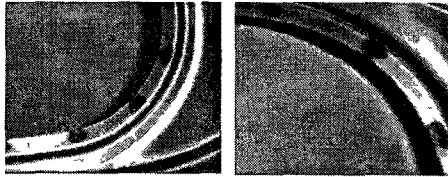


Fig 6 테일게이트 용접부 외관

2.4.2 다차종 적용 품질보증용 치구 개발

레이저용접은 용접대상을 사이의 갭 유지가 품질 확보의 관건이다. 따라서, 용접시스템과는 별개로 판별의 적정 갭을 유지할 수 있는 치구의 개발이 필수적이다. 현재 차체 라인은 단일 라인에서 2~3 차종의 다양한 제품군을 생산하기 때문에 다차종을 대응할 수 있는 유연한 치구의 개발이 요구된다. 본 연구 과제는 언급된 요구 조건에 부합하는 치구를 개발도 동시에 수행하여, 차종에 따라 회전가능한 3 면 회전체를 리니어 모터로 구동하는 운반 장치와 조합한 형태의 신개념 치구를 개발하였다. 3 면 회전 지그는 회전하는 3 면 회전체에 각 차종

별 치구가 각각 조립되어 있고, 투입되는 제품의 정보가 전달되면 회전하여 해당 차종 치구로 전환되며, 제품이 로딩된 후 클래핑을 실시하고, 운반장치가 제품을 용접시스템의 용접 위치로 진입시켜 용접을 실시하게 된다.

3. 결론

자동차 차체 레이저용접의 생산성 혁신을 목적으로 개발한 CO₂ 레이저 기반의 원격용접 기술을 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 레이저 원격용접 기술은 저항 정 용접 및 기존 레이저용접 대비 용접 속도의 향상 효과 크기 때문에 설비가동을 향상 및 작업 시간을 절감을 위한 핵심 기술이며, 본 연구를 통해 30% 이상의 용접 속도 향상 효과를 달성하였다.
- (2) CO₂ 레이저 원격용접 기술은 설비의 SPEC 을 차체공장의 생산 라인 조건에 맞도록 개발 및 검증하였으며, 세계 최초로 차체 무빙 부품인 테일게이트에 양산 적용 결정하였다. 현재 시제품 제작, 개폐 내구시험 및 시험 생산을 진행 중이다.
- (3) 본 연구 성과가 실제 차체 생산 라인의 생산성 향상 및 공정수 절감과 연계될 수 있도록, 단일 공정 내에서 최대한 많은 용접을 실시할 수 있는 운반장치 및 용접품질보증 치구의 개발을 포함한 레이저용접 집약 라인 구축을 위한 모델 라인의 개발이 향후 과제로 필요하다.

4. 참고 문헌

- 1 W M Steen, "Laser material proceeding ", Second Edition, Springer, 1998, p 108~144
- 2 Madhav S Phadke, "Quality engineering using robust design", Prentice Hall, 1989, p 97~132

- 3 A Ostendorf, "Laser Remote Welding – From Development to Application", EALA 2005, p 195~229, 2005
- 4 E Beyer, L Morgenthal, "Project of Remote Laser Welding with YAG-scanner", EALA 2005, p 230~244, 2005
- 5 K D Debschutz, W Becker, "Remote Laser Welding of Robot", EALA 2005, p 258~272, 2005
- 6 P Ripple " Remote Welding of Robot PFO", EALA 2005, p 281~309, 2005
- 7 L Rauschdorf, M lingner, "Remote Welding in the industrial manufacturing", EALA 2005, p 310~330, 2005