

자동차 차체용 테일러드 블랭크 레이저 용접시스템 개발

Tailored Blank Laser Welding System for Car Body

(주)성우하이텍 이문용, 정병훈
한국기계연구원 서 정, 이제훈, 김정오

I. 서론

테일러드 블랭크(Tailored Blank, 이하 TB라고 정의함)는 두께 또는 재질이 다른 강판을 조합하여 용접된 것을 나타내는 것으로 TWB(Tailored Welded Blank)라고도 한다. 현재 자동차 분야에서는 기존의 저항 점용접을 사용한 자동차 설계 및 생산방식의 경제적·기술적 한계를 극복하고 자동차의 경량화 및 생산성 향상을 달성하기 위하여 차체에 TB를 적용하고자 기술개발을 진행하고 있다. 또한, TB 적용기술은 고장력강판의 사용, 레이저 용접 및 하이드로포밍(Hydro-forming) 기술과 더불어 자동차 및 철강업계의 핵심 기술로 대두되고 있다. TB 레이저 용접기술은 국내 연구기관 및 자동차 업체를 중심으로 1992년도 부터 연구를 시작하여 선진국 수준에 도달하였으나, 이를 생산하기 위한 레이저 용접 시스템은 시작품 제작을 위한 실험실 수준에 머물러 왔다. 선진국의 단순(일직선 용접) TB용 레이저 용접시스템은 고가이며, 특허 등록(또는 출원) 되어 있는 상황이므로 저가의 한국형 단순 TB용 레이저 용접시스템을 조기개발하지 않는다면, 기술종속에서 벗어나지 못할 뿐만 아니라, 국내 시장의 잠식이 예상된다.

따라서, 한국기계연구원과 (주)성우하이텍은 에너지 절약 시범적용사업을 통하여 TB 생산을 위한 레이저 용접시스템인 WELDLAS-4000Y를 개발하였다. 개발된 시스템은 (주)성우하이텍 코일센타에 설치되어 운용되고 있다. 개발된 시스템의 핵심요소인 강판 정렬 장치, 강판이송장치, 용접지그, 제어방식 등은 보유 특허(등록번호 2000-0274541)를 토대로 구현되었으며, 공백기술 및 주변장치를 보완하여 완전 자동화 시스템을 구축하였다.

II. 시스템 설계·제작

개발된 TB용 레이저 용접시스템의 전체 개념도는 Fig. 1과 같이 구성되어 있다. 용접헤드는 양쪽에 각각 1개씩 설치되어 한쪽이 용접되는 동안 다른 한쪽에서는 용접헤드가 원점으로 복귀하여 용접준비를 하게 된다. 따라서, 1대의 용접기에 2개의 용접 스테이션이 있는 형태로 2대의 용접시스템을 갖고 있는 효과가 있다. 강판은 용접장치부①의 앞과 뒤쪽에서 이송되어 클램핑 및 정렬장치에 의해 맞대어지게 된다. 용접된 TB는 이송장치를 통하여 세척, 오일링, 덤플링을 하는 장치부⑤를 지나 TB 적재부⑥에 적재되어진다. 시스템에서는 Hass 4kW Nd:YAG 레이저(독일 Triumph사)를 사용하고 있으며, 레이저 빔은 광파이버를 통하여 용접헤드까지 전송된다. 광파이버의 굵힘이 일정 반경이하가 되지 않도록 하며, 설치 면적도 최소화하기 위해 기계부에 콤팩트하게 부착할 수 있으며, 설치가 단순하고, 용접헤드의 이동 위치에 상관없이 기구적으로 광파이버의 처짐을 방지하는 장치를 개발하였으며, Fig. 2와 같다.

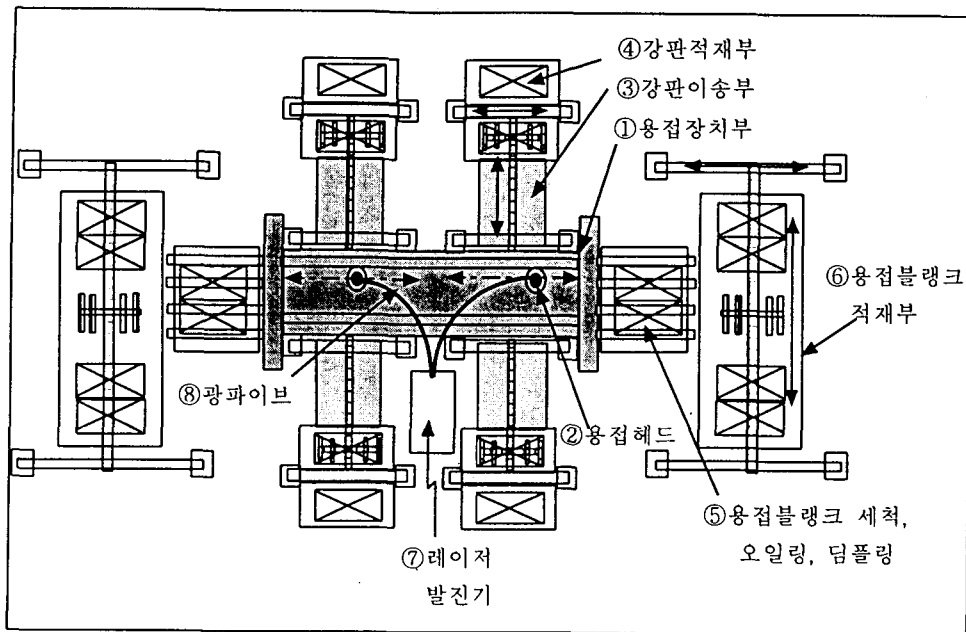


Fig. 1 TB용 레이저 용접시스템 개념도 (특허)

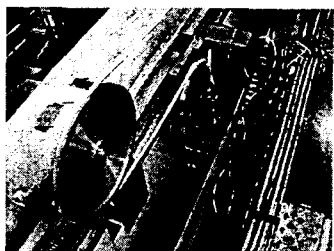


Fig. 2 Nd:YAG 레이저 광 파이버 처짐장치 설치 장면 (특히, 실용신안)

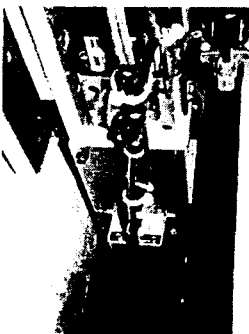


Fig. 3 부착된 측정 센서

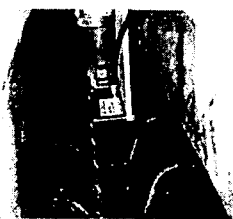


Fig. 4 용접선 추적 센서

TB 용접시에 가장 중요한 변수가 강판을 맞대었을 때의 간극(gap)이다. 따라서, 용접부의 절단상태가 매우 중요하며, 0.1mm이내의 허용간극을 갖는 진직도를 가져야 한다. 그러나, 길이가 긴 강판을 전단(샤링)하는 경우 국부적으로 간극이 허용치를 넘게되며, 전체적인 진직도가 낮아지는 경우가 많다. 따라서, 용접시그는 이러한 문제점을 해결할 수 있도록 고안되었다. 또한, 독일 유루카사의 모니터링 장치인 LWM900을 채용하여 레이저 용접시 발생하는 플라즈마와 온도를 측정하여 용접 상태와 품질을 검사할 수 있으며, 실제 용접헤드에 부착된 센서를 Fig. 3에서 보여주고 있다.

강판의 절단 상태에 의해 오차가 발생할 수 있으므로 이를 보상하기 위해 용접선 추적장치를 채용하고 있으며, 사용되는 센서는 독일 MEL사의 Line Scanner M2D이다. 부착된 센서는 Fig. 4와 같다.

개발된 시스템에서는 모든 장치를 중앙의 총괄 시스템 제어 장치에서 제어하도록 되어 있다. 총괄 시스템 제어 장치는 강판의 진입에서 부터 배출까지가 전체 공정이 완전 자동으로 작동되도록 하고 모든 제어가 분산되어 서로 상이하게 동작시킨다. 제어의 모든 기능은 중앙 집중 방식으로 집중되어 일목요연하게 확인이 할 수 있는 구조로 되어 있으며, 자가진단 기능을 갖추어

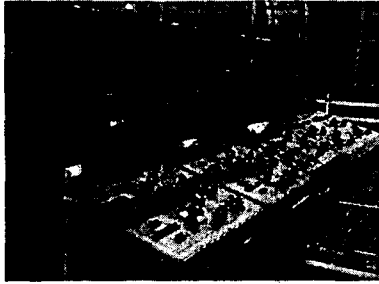


Fig. 5 총괄 시스템 제어 데스크

설비의 운용시 이상이 발견되면 손쉽게 보수할 수 있는 보수성이 뛰어난 구조로 구성하였다. 구성·제작된 총괄 시스템 제어 데스크는 Fig. 5와 같다.

III. 시스템 구축

구축된 시스템의 명칭을 WELDLAS-4000Y로 하였으며, Fig. 6과 같다. 전체시스템의 크기는 15m×30m이며, 레이저 및 총괄 제어시스템은 그림에 나타난 바와 같이 기계부 위로 설치하여 면적을 최소화시켰다. 시스템이 설치된 현장에는 프레스(절단 블랭킹) 라인이 있는 관계로 프레스의 진동이 본 시스템에 전달되기 때문에 설치 현장 바닥을 절개하여 분리시키고 프레스의 진동감쇄장치를 보강하였다.

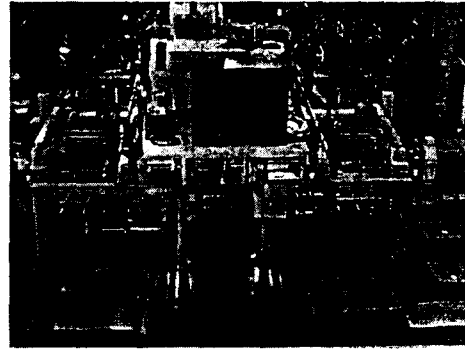
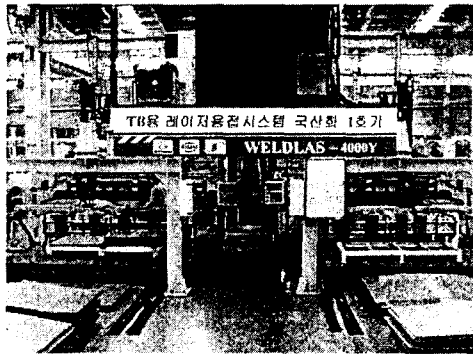


Fig. 6 구축된 WELDLAS-4000Y 시스템

IV. 실물 용접

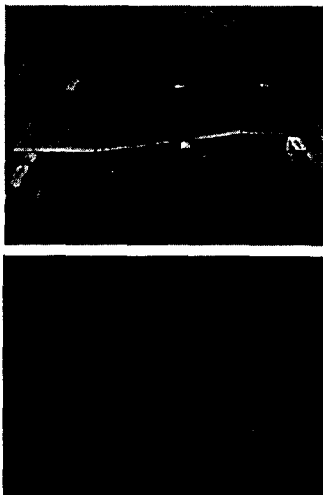


Fig. 7 시작품 TB 제품

향후 적용이 예상되는 차체 부품에 대한 시작품용으로 용접을 수행하였다. Fig. 7은 여러형태의 TB를 보여주고 있다. Fig. 7과 같이 단순 선형(일직선) TB의 경우 VIL사, Soudronic사, Nothelfer사 등의 TB용 레이저 용접 시스템에서 생산이 가능하나, 최근에는 좀더 복잡한 컴비네이션(Combination) TB의 수요가 예상됨에 따라 이를 용접하는 실험을 행하였다. Side Inner용 컴비네이션 TB는 Fig. 8의 형태를 가지며, 이를 용접하기 위해서는 용접을 3번 수행해야 한다. 컴비네이션 TB를 대량으로 자동화하여 용접하기에는 VIL사, Soudronic사, Nothelfer사 시스템이 적합하지 못하다. Fig. 9는 개발된 시스템에서 실제 용접생산된 컴비네이션 TB를 보여주고 있으며, 이를 프레스 성형한 Side Inner의 형상은 Fig. 10과 같다.

개발된 TB용 레이저 용접시스템에서 두께 2mm 이하의 자동차용 강판을 용접할 시 최대 10m/min의 용접속도를 얻을 수 있었다. 선진국 TB용 레이저 용접시스템과 비교하면 WELDLAS 시스템은

생산성도 타시스템과 거의 동등하며, 특히 간극문제에 있어서 허용범위가 넓어 실용적이라고 할 수 있다. 특히, 가격면에서도 약 1/2수준이며, 국내기술로 개발되어 운용 및 지원이 신속하게 이루어지게 되어 업체에서의 생산차질을 최대한 방지할 수 있다.

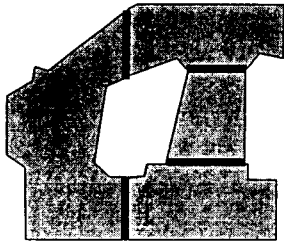


Fig. 8 Combination TB

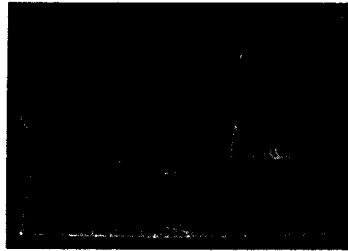


Fig. 9 실제 용접품

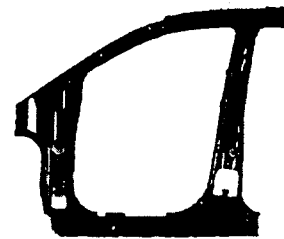


Fig. 10 프레스 성형품

V. 결 론

기존의 저항 점용접을 사용한 자동차 설계 및 생산방식의 경제적·기술적 한계를 극복하기 위하여 테일러드 블랭크(Tailored Blank, TB)를 생산하는 레이저 용접시스템을 국산화하는데 성공하였다. 시스템의 핵심 요소인 강판 정렬 장치, 강판 이송장치, TB 용접 지그 및 레이저 빔 전송장치 등에 대한 설계 및 제작 기술을 확보하였으며, 실용신안(Nd:YAG 레이저 가공기의 이동 광케이블 처짐 방지 장치) 1건을 출원중이다.

(주)성우하이텍에서는 TB 적용으로 인해 기존 부품에서의 점용접수 2억950만개가 제거되므로 연간 약 10억원의 생산원가 절감효과를 기대하고 있으며, 기존 점용접시에 필요한 전력사용량과 TB용 레이저 용접시스템의 전력 사용량을 고려하면 연간 약 8천만원의 전기사용료의 절감을 가져올 것으로 예측하고 있다. 또한, 시스템의 투자비 회수기간은 약 4.5년으로 예상되고 있다. 본 연구를 통하여 업체에서는 TB 부품의 차체 적용 능력을 보유하게 되었으며, 기술이전 및 사업부서 구성등을 통하여 TB용 레이저 용접시스템 상용화를 추진함과 더불어 수출을 모색할 계획이다.

참 고 문 헌

- 1) 서정, 한유희, 김정오, 이영신, "이종두께 강판의 CO₂ 레이저 용접 및 성형성," 대한용접학회지, 제14권, 제1호, pp. 45-54 (1996).
- 2) 서정, 한유희, "자동차 산업에서의 레이저 용접," 대한용접학회지, 제12권, 제2호, pp. 49-63 (1994).
- 3) K. Ikemoto, Y. Niimi and T. Iwai, "Application of Laser Welding for Automobile Body Panel," Journal of JWS, Vol. 10, No. 1, pp. 196-201 (1992).
- 4) 이종봉, 박희동, "Tailored Blank의 적용 현황과 전망" 한국용접학회지 제18권 제3호 pp.266-277 (2000)