

자동차 산업에서 용접기술의 응용

오영근·박현성

Application of Welding Technology to Automotive Industry

Young-Kun Oh and Hyunsung Park

1. 서 언

자동차 산업에서의 용접기술은 주로 차체를 조립하는 차체공장에서 가장 많이 사용되고 있다. 점용접 (spot welding)으로 대표되는 전기저항용접, 아크용접, 플라즈마 용접, 그리고 레이저 용접 등이 쓰이고 있지만 아직까지도 점용접이 대부분을 차지하고 있다. 특히 점용접은 아크용접과 달리 용접봉이나 용재가 필요 없고, 용접시간이 매우 짧으며, 설비비가 저렴하고, 작업이 간단하여 고도의 숙련된 기술이 필요 없는 점등 여러 가지 장점이 있다. 따라서 차종에 따라 차이는 있지만 차체조립 공정에 대략적으로 3,500~4,000점의 점용접이 사용되어 점용접은 자동차 용접에서 대부분을 차지하고 있다.

최근에는 환경문제에서 비롯된 자동차 경량화 때문에 레이저 용접기술의 관심이 고조되고 있다. 1992년 리우 유엔 환경개발회의를 계기로 환경보호규제 움직임이 구체화되어 가고있으며, 대기오염과 밀접한 관련이 있는 자동차 배기가스 규제도 점차 엄격해지고 있다. 현재 우리나라 자동차 보유대수는 1200만대를 넘고 있으며, 더욱이 서울, 인천 및 경기도의 수도권 지역에 51%가 집중되어 있어, 이들에서 배출되는 배기가스가 심각한 도시 대기오염을 발생시키고 있으며, 1998년 OECD국가 중 우리나라가 CO₂ 배출량 증가율 1위를 차지하는 등 대기오염이 점점 더 심각해지고 있다. 지금까지는 대기오염물질의 주 배출원이 가정, 빌딩, 아파트 등의 난방과 산업시설, 발전소 등이었으나 이제는 자동차에서 배출되는 오염물질량이 전체의 1/3정도로서 주 배출원이 되어 이에 대한 대책이 시급한 실정이다. 자동차의 중량과 연비와의 관계를 살펴보면 차량중량을 1% 경량화하면 연비는 거의 1% 향상된다고 일반적으로 알려져 있다. 또한 경량

화는 연비개선 비율과 거의 같은 비율로 CO₂ 배출량을 감소시키게 된다. 차체 경량화의 중요성은 전기자동차, 하이브리드차, 연료전지차 등의 환경친화 자동차에서 더욱 두드러진다. 이들 자동차는 기존의 자동차와는 달리 전지 및 모터, 컨트롤러 등의 탑재로 기존 차량보다 약 200~300kg정도 무거워지는 문제점이 있어, 이에 대한 경량화 요구는 기존 차량보다 더욱 절실한 상태이다. 차체의 경량화 수단은 재료변경과 구조변경의 2가지로 크게 나눌 수 있다. 재료변경은 기존의 냉연강판을 고장력 강판 또는 저비중재료 (알루미늄, 마그네슘, 플라스틱)로 대체하는 것이고, 구조변경은 불필요한 부위제거, 고강성구조, 박육화 및 소형화를 이루는 것이다. 이와 같이 차체를 경량화하기 위하여 선진국에서는 고출력 레이저 기술이 가장 활발하게 개발, 사용되고 있다. TWB(Tailored Welded Blank), 차체 레이저 용접은 차체의 접합에 레이저를 적용하고 있으며, 알루미늄 등의 경량금속 적용 시에 가장 어려운 문제중의 하나인 용접도 레이저를 적용함으로써 해결하고 있다. 그 외에도 각종 부품 및 차체에 레이저 용접 및 절단, 열처리, 클래딩, 쾌속조형기술 등이 효과적으로 적용되고 있다. 따라서 레이저 응용기술은 차세대 자동차의 주요 가공 수단으로 주목을 받으며 선진 각국에서 많은 연구개발이 경쟁적으로 이루어지고 있으며, 국내에서도 이와 관련된 기술을 활발히 개발, 적용하고 있다.

이외에도 여러 가지 자동차 부품의 조립에 GMA (Gas Metal Arc)용접이 적용되고 있으며, 저변형의 브레이징을 위해 플라즈마 용접기술도 사용되고 있다. 한편 이와 같은 저항용접과 레이저용접, 아크용접 등을 좀더 효율적으로 적용하기 위하여 로봇을 이용한 자동화를 구축하고 있으며, 좀더 지능화된 시스템을 운용하기 위해 자동제어 시스템과 품질 모니터링 시

일반적으로 수 천여 점 이상의 점용접 타점 하나 하나의 품질은 차체의 진동이나 부식 등에 대한 내구성, 내식성, 내마모성 등에 큰 영향을 미치기 때문에 차체 품질의 신뢰성을 결정하는 주요 인자 중의 하나이다. 따라서 용접 품질의 모니터링 또한 중요하다. Daimler Chrysler나 Nissan등에서는 초음파 탐사를 이용하여 용접품질을 모니터링하고 있으나 인라인이 아닌 후공정에서 조건이 열악한 타점 일부만을 검사하는 것으로 현재까지 인라인에서 용접품질을 모니터링 하는 기술은 전 세계적으로 미흡한 실정이다. 따라서 이에 대한 기술의 개발이 시급한 실정이다.

차체공장의 경우 점용접 타이머가 한 개의 단위공장에도 수백 대가 설치되어 있다. 그러나 이를 관리하는 관리자는 2명 내외로 용접기의 이상이 발생되거나 설정이 바뀌게 되면 개별 타이머에서 수작업으로 입력을 해주어야 한다. 이것을 개선하기 위하여 현재는 용접 타이머 네트워크 시스템을 적용하고 있다. Fig. 2와 같이 서버에서 용접조건을 설정하거나 용접기의 상태를 모니터링할 수 있다. 이를 적용하면 관리자가 용접관리실에서 모든 타이머를 중앙집중식으로 관리하여 효율성을 높일 수 있다.

이외에도 최근에는 기존의 정전류 제어방식의 타이머를 개선하여 단위체적당 일정한 열량이 투입되도록 하는 정열량 제어타이머가 출시되어 용접품질을 개선하는 효과를 가져오고 있다.

3. 레이저용접

3.1 레이저의 적용현황 및 기술

자동차 산업에서 적용되고 있는 레이저 관련기술은

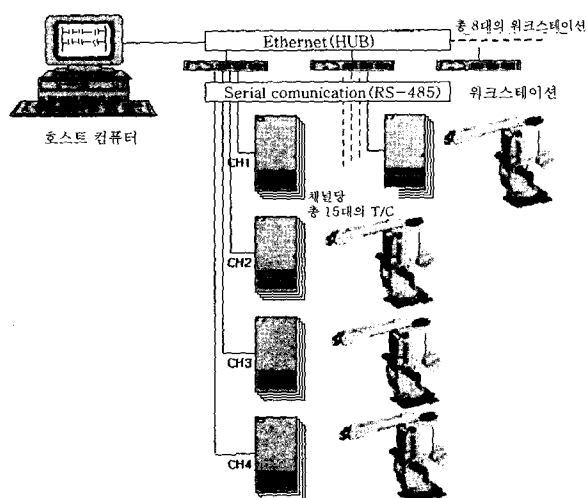


Fig. 2 Schematic diagram of spot weld T/C network system

차체 박판용접기술, 기어류 등의 후판용접기술, 표면처리기술, 고속정밀 절단기술, 보수 및 쾌속조형기술 등으로 나눌 수 있다. 차체 박판 용접기술로는 TWB와 Fig. 3에 나타난 차체 레이저 용접 등이 있다. 이 중 TWB술은 외국 자동차 업체뿐만이 아니라 국내에서도 차체 경량화를 위하여 많이 적용되고 있다. 또한 차체 레이저 용접은 초기 CO₂레이저를 이용하여 용접하는 단계에서 나아가 로봇과 Nd:YAG레이저를 이용하여 side frame, door, hood, roof등 여러 분야에 적용하고 있다. 국내에서는 현대자동차에서 처음으로 차체레이저 용접을 개발하여 실차에 적용하고 있다. 이 외에도 당사 차량의 배기계에도 레이저를 적용하여 용접함으로써 용접부 품질을 높이고 있다.

레이저를 이용한 후판용접 기술로는 변속기 기어의 용접부가 있다. 현재 많은 자동차사에서 Fig. 4와 같은 기어류의 용접에 전자빔 용접을 적용하고 있으나, 진공이 필요 없고 가격과 생산성 면에서 우수한 레이저를 적용하는 사례들이 점차 늘어나고 있다. 현재 레이저나 EB외에도 CD(Capacitor Discharge)용접이 신기술로 개발, 적용하고 있으나 이것은 용량의 한계로 인하여 기어 크기에 제한이 있다.



Fig. 3 Roof seam laser welding

레이저를 이용한 표면처리기술로는 엔진 밸브시트의 클래딩이 있다. 이것은 주로 일본에서 개발한 기술로 프레스 압입하는 밸브시트를 제거하고 여기에 레이저로 클래딩을 하는 기술이다. 이는 밸브시트의 직경증가와 연소실벽 온도저하로 말미암아 Fig. 5와 같이 엔진의 출력 및 토크가 증대되고, 연비가 향상되는 등 많은 장점을 가지고 있다. 그러나 이 기술은 적합한 파우더의 개발이 중요기술로 대두되고 있으며, 이를 위해 많은 연구를 진행시키고 있다.

또한 차체의 옵션홀 등 차체의 외관 설계시 필요한 형상을 얻기 위하여 레이저를 이용한 고속정밀 절단 기술등이 개발되어 적용되고 있으며, 프레스 금형의 강도와 성능을 높이고 마모된 부분을 보수하기 위하



Fig. 4 Powertrain laser welding

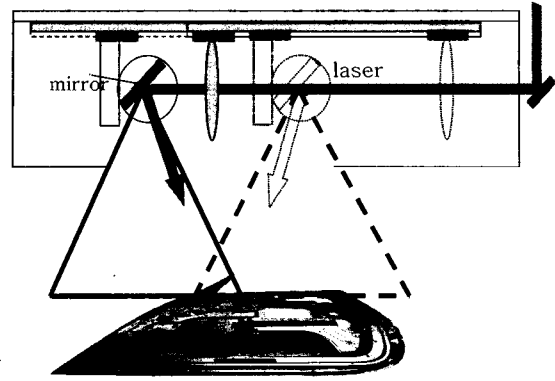


Fig. 6 Remote welding system

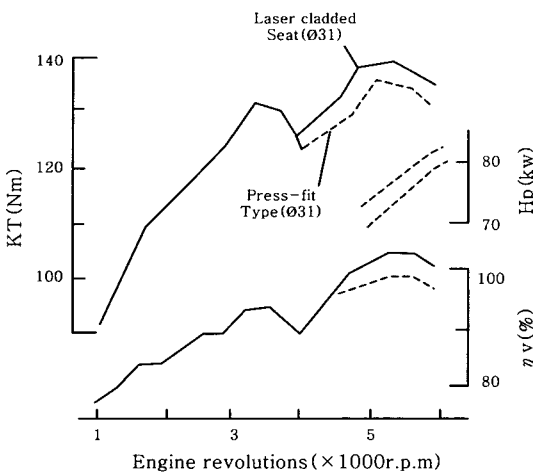


Fig. 5 Size-up effects of the valve seat diameter

여 클래딩과 DMD(Direct Metal Deposition)등을 사용, 금형보수기술을 개발하고 있다. 이 외에도 경량화의 또 다른 신기술인 하이드로포밍의 활발한 적용을 위하여 파이프를 만들기 위한 레이저 용접 등도 현재 많은 연구가 진행 중이다.

3.2 업계 관심기술

앞서 언급한 레이저 관련 기술들은 현재 국내외 적으로 개발되었거나 적용중인 기술들이다. 이외에도 현재 많은 자동차관련 업체와 철강업체, 레이저 업체에서 신기술들을 개발하고 있다. 그중 자동차 분야에서 많은 관심을 끌고 있는 기술들을 소개하면 다음과 같다.

첫째로 Fig 6과 같은 Remote Welding System을 들 수 있다. 이는 레이저 마킹의 원리를 이용하여 전송거울을 고속으로 움직여 용접위치간의 이동속도를 빠르게 하는 기술이다. 이는 기존의 용접보다 상당히 빠른 Nd:YAG레이저를 이용한 레이저 용접보다도 약 2배 이상의 고속으로 용접이 가능하다. 따라서 이 기술을 자동차의 무빙파트 등에 적용한다면 높은 생

산성을 확보하는 것이 가능할 것이기에 많은 자동차 업체에서 적용을 검토 중에 있다. 그러나 현재까지는 가공면적에 한계가 있고, 양산품질의 보증이 이루어지지 않고 있는 문제점이 있다.

또한 높은 효율과 레이저의 소형화를 이룰 수 있는 다이오드 레이저 적용기술 개발도 활발히 이루어지고 있다. 다이오드 레이저는 소형이고 투자비와 유지비가 적게 들기 때문에 클래딩과 하드닝 등 현재의 레이저 품질에 적합한 가공공정을 위주로 개발이 진행되고 있다.

이외에도 GTA, GMA Plasma 등의 아크용접에 레이저를 결합시킨 하이브리드 용접이 개발되어 연구가 진행되고 있다. Fig. 7과 같은 하이브리드 용접은 입열량에 대한 효율이 증대되고, 단면관리가 용이하다는 장점이 있어 많은 자동차 업체에서 적용을 검토하고 있다. 특히 기존의 레이저로도 용접이 쉽지 않은 알루미늄의 용접에도 좋은 결과를 보이고 있어 적용이 가능할 전망이다.

3.3 레이저용접 자동화

레이저용접은 최근에 급속도로 개발된 기술이기에 대부분 로봇 등을 이용한 자동화 시스템이 잘 구축되

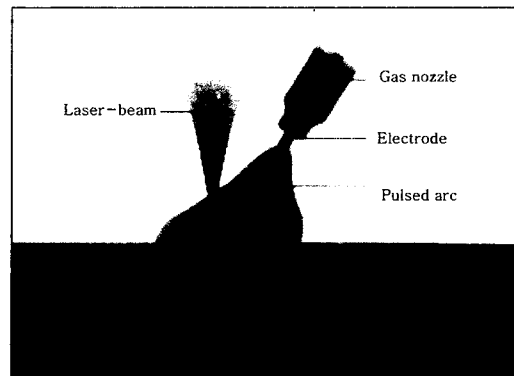


Fig. 7 Schematic diagram of the hybrid welding

어 있다. 비전센서를 이용한 용접선의 추적과 품질 모니터링, 플라즈마 광계측과 음향방사 등을 이용한 용접품질 모니터링의 기술이 개발되어 있다. 그러나 이와 같은 품질 모니터링의 경우 용접부 자체의 품질은 평가할 수 있으나 각 생산현장에서 실제 제품의 사용 여부를 판단할 수 있는 축적된 데이터가 부족하여 이를 적극적으로 활용하는데 문제가 있는 실정이다. 이처럼 레이저 용접자동화는 다른 용접에 비해 뒤지지 않으나 오히려 수작업에는 불리한 실정이다. 따라서 최근에는 소형부품의 보수, 가공 등에 활용할 수 있는 수동 레이저 시스템(Hand-guided mobile laser system)이 개발되어 발표되고 있다.

4. 결 언

현재까지도 자동차분야의 용접에는 점용접이 주류를 이루고 있다. 이와 같은 점용접은 대체적으로 기술 축적이 잘 이루어져 있는 실정이다. 하지만 앞서 언급한 바와 같이 용접품질의 실시간 모니터링 등 개발해야 할 기술이 남아있으며, 특히 최근에는 국내 자동차 업계에서 서보전, 정열량 제어 타이머의 도입 등 용접 품질의 향상과 차체공장내 비산을 없애는 방안에 대해서 투자와 연구를 하고 있다.

또한 레이저 가공은 많은 자동차 업체에서 관심을 가지고 기술을 연구, 개발하고 있다. 그러나 현재까지 레이저 발전기의 가격이 고가임으로 인하여 초기 투자비가 많이 들고, 많은 부분을 외국기술에 의존하고 있다는 단점이 있다. 그리고 레이저 용접적용 분야는 많은 부분에서 부품업체의 몫이 될 가능성이 큰데, 국내 부품업체의 영세성으로 인하여 이를 활발히 도입하는데도 많은 어려움이 따르게 된다. 또한 도금강판의 레이저 용접품질 확보, 온라인 품질판단 기술, 점용접 라인과의 배치 문제 등 해결해야 할 난제들이 많이 남아 있어 레이저 기술의 자동차 적용이 급격하게 이루어지기는 쉽지 않아 보인다.

하지만 자동차사가 21세기 글로벌 TOP5의 생존경쟁에서 살아남기 위해서는 경량화와 고품질화 등 용접분야에서도 품질개선과 레이저와 같은 신기술의 개발이 절실하기에, 앞으로 이 분야에 많은 투자가 이루어질 것이며 그에 따른 기술의 발전 또한 무궁무진하리라 예상된다.

참 고 문 헌

1. 박황호 : 자동차 분야에서의 용접기술 응용현황, 대한용접학회지, 제10권, 4호, 107-116 (in Korean)
2. J. K. Min, Y. K. Oh and G. S. Kim : A Study on the Spot Weldability of Automotive Steel Sheets, Journal of KWS, 14-3 (1996), 41-47 (in Korean)
3. H. I. Shin and S. S. Kang : A Study on the Spot Weldability of High Strength Steel Sheet and Two Stories Galvannealed High Strength Steel Sheet, Journal of KWS, 12-3 (1994), 56-62 (in Korean)
4. 대한용접학회편, 용접·접합편람, 대한용접학회, 1998 (in Korean)
5. FA저널, 레이저 가공기술 응용한 용접 로봇기술 개발 서둘러라, 2001, 11 (in Korean)
6. Soudronic Tailored Welded Blank Product brochure
7. Volkswagen Roof Seam Welding with Nd:YAG-Laser, Trumpf, Body-in-white brochure
8. Laser Welded Synchronizer Ring on Gear, Trumpf, Powertrain brochure
9. M. Kawasaki, S. Takagi, & H. Sugimoto : Development of Engine Valve Seats Directly Deposited onto Aluminum Cylinder Head by Laser Cladding Process, SAE Technical Paper 920571
10. Remote welding system, Rofin-Sinar, RWS Product brochure
11. Laser-MIG hybrid welding, Fronius, Hybrid Welding System Product brochure
12. H. Park, and S. Rhee : Development of a weld quality monitoring system in CO₂ laser welding by using photodiodes, Journal of Laser Applications, 13-1 (2001), 12-18
13. H. Park, S. Rhee, and D. C. Kim : Fuzzy pattern recognition based system for laser weld quality monitoring, Measurement Science & Technology, 12-8 (2001), 1318-1324



- 오영근(吳榮根)
- 1957년생
- 기아자동차 생기개발팀
- 용접야금, 점용접
- e-mail : ykoh@kia.co.kr



- 박현성(朴賢星)
- 1969년생
- 기아자동차 차체생기팀
- 레이저용접, 점용접, 용접자동화
- e-mail : hpark21@kia.co.kr