

자동차 산업의 고효율 접합기술

박 현 성

High Efficiency Joining Technology in Automotive Industry

Hyun-Sung Park

1. 서 언

자동차 산업의 글로벌화로 인하여 자동차 메이커들은 다양한 취향을 가진 전세계 고객의 욕구를 충족시키고자 여러 가지 종류의 자동차를 시장에 내놓기 위해 노력하고 있다. 또한 좀더 빠른 시간 안에 차량을 생산하기 위하여 차체공장에서 고효율의 접합기술을 사용하여 차체를 조립하는 기술을 개발하는데 노력을 기울이고 있다. 이런 고효율 접합기술이 적용되면 차체라인의 공정수를 줄여 투자비를 감소시킬 수 있게 된다. 그러나 고효율의 접합기술을 사용하더라도 품질을 확보하지 못하면 생산라인에 적용이 불가능하다. 최근 자동차업계의 동향을 보면 자동차의 품질이 직접적으로 판매에 영향을 미쳐 자동차업계의 순위를 바꾸기도 한다. 미국의 경우 소비자들의 차량평가지수인 JD POWER사의 IQS(신차품질평가)지수가 자동차 판매량에 많은 영향을 미치고 있는 것이 사실이다. 따라서 고효율과 품질이라는 두가지 목적을 모두 달성할 수 있는 기술의 개발이 요구되고 있는 실정이다.

최근에 연구되고 있거나 적용된 자동차 산업의 고효율 접합기술은 크게 용접, 기계적 접합, 그리고 실링기술 등이 있다. 용접의 경우에는 고에너지 열원을 갖고 있는 레이저, 플라즈마 등이 검토, 적용되고 있으며 이외에도 용접공정의 효율을 올릴 수 있는 서보전, 로봇 등의 신기술이 개발되고 있다. 이외에도 소재의 변경과 소비자 욕구를 충족시키기 위해 클린칭, 리벳, 헤밍과 같은 기계적 접합들이 새롭게 적용되고 있다.

2. 고효율 용접기술

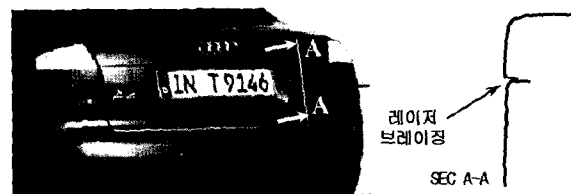
2.1 브레이징

차체의 생산을 위해서는 여러 가지 부품들이 조합되

어 접합되게 된다. 외판의 경우 일부 1피스로 성형이 불가능하여 판넬을 분리하여 성형한 후 이 두 부품을 용접하여 조립하게 된다. 루프와 사이드 판넬과 같이 조립부가 외관으로 나타날 경우에는 용접한 후 플라스틱 부품으로 용접부를 은폐시켜 외관상 문제가 없도록 만들고 있다. 그러나 최근 유럽을 중심으로 디자인의 설계자유도를 향상시키고, 다양한 각국의 차체 사양에 대응하기 위하여 레이저 브레이징을 개발, 적용하고 있다. 레이저 브레이징은 모재를 용융시키지 않고 ERCuSi-A와 같은 소재를 용가재로 용융시켜 접합하는 방법이다. MIG용접보다 입열량이 적기 때문에 열변형이 적어 자체 외판에 직접 적용할 수 있는 장점이 있다. 레이저 브레이징의 대표적인 적용부위는 Fig. 1과 같은 트렁크크리드(trunk lid)이다. 현재 대부분의 트렁크크리드는 트렁크 번호판 램프부위가 1피스로는 성형이 불가능하여 성형도를 낮추어 판넬을 만든후 별도의 가니쉬를 붙이는 타입으로 생산되고 있다. 그러나 이 외판을 2피스로 분리하여 성형한 후 두개의 판넬을 레이



(a) 1피스 트렁크크리드



(b) 레이저 브레이징 적용 트렁크크리드

Fig. 1 레이저 브레이징 적용예

저 브레이징으로 접합하게 되면 가니쉬를 삭제할 수 있어 외관미가 월등히 향상된다. 특히 유럽의 자동차 업계에서는 이를 활용하여 각국의 사양별로 로어판넬의 형상을 변경하여 소비자의 만족도를 향상시키고 있다. 이와 같은 레이저 브레이징은 트렁크리드 뿐만 아니라 루프와 사이드가 용접되는 모히칸부, 성형도가 높은 리어필러부 등에도 적용되며 국내에서도 곧 적용될 것으로 예상된다.

브레이징의 열원으로 최근에는 플라즈마를 이용하는 기술도 적극 검토되고 있다. 일본의 사례를 보면 토요타나 닛산의 경우에 차체 외판부위에 플라즈마 브레이징을 적용하여 프레스 설비의 과도한 투자를 막고 생산 단가를 낮추고 있다. 플라즈마 브레이징을 외판에 적용할 경우 기존의 MIG 브레이징에 비해 비드의 크기가 작아 후공정의 사상량이 약 1/3 정도로 줄게 된다. 또한 비교적 입열량이 적어 열변형을 방지하기 위한 별도의 냉각지그가 필요 없게 된다.

2.2 저항용접

자동차 차체의 안전성을 위해서는 차체용접에 대부분을 차지하고 있는 저항 점용접의 신뢰성을 확보하는 것이 중요하다. 또한 용접품질향상 및 원가절감을 위한 노력으로 생산라인의 효율화, 작업공수의 최소화가 급속히 이루어지고 있다. 한편 환경규제 및 차체 품질향상을 위해 새로운 자동차용 강판이 다양하게 개발되고 있어 기존의 저항용접방식을 고효율의 용접방식으로 바꾸기위해 많은 노력을 기울이고 있다.

자동차 차체의 조립공정에서 저항 점용접 타이머는 주로 사이리스터 방식을 이용해 용접을 하고 있으나, 최근에는 용접품질 향상 및 생산성향상을 이유로 하여 인버터 방식의 도입을 검토하고 있다. 유럽의 경우 전체의 70%정도가 인버터 방식을 사용하고 있는 반면에 국내에서는 거의 100% 사이리스터 방식이 사용되고 있다. 인버터 방식이 도입되면 Fig. 2에서 보는 바와 같이 동일한 강판의 경우에도 더 낮은 용접전류를 사용

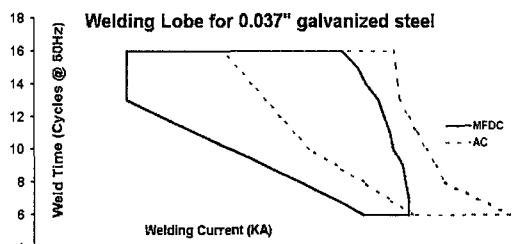


Fig. 2 직류 인버터용접기와 사이리스터 용접기 비교



Fig. 3 고밀도 로봇시스템

할 수 있으며 용접사이클을 줄일 수 있게 된다. 이렇게 되면 공정중 용접 시간의 단축 효과를 얻을 수 있어 차체라인의 사이클타임도 줄일 수 있게 된다. 또한 인버터 방식은 적정 용접범위도 사이리스터 방식보다 넓은 영역을 가지게 되어 최근에 개발되고 있는 단층 GA강판과 같이 용접성이 떨어지는 재료에 대해서도 우수한 용접성능을 보일 수 있게 된다.

최근에 많이 도입되고 있는 서보건의 경우 점용접부의 품질과 용접 공정의 시간을 단축시켜 생산성을 향상시킬 수 있는 형태로 용접건을 로봇의 하나의 축으로 생각할 수 있도록 장착한 시스템이다. 서보건을 사용하면 각 타점과의 로봇 이동경로 최적화를 통해 로봇의 이동거리를 줄일 수 있으며 용접건의 가압시간의 최적화를 이용해 점용접 공정 시간을 단축하여 자동차 차체가 만들어지는 시간을 줄여 생산성을 향상시킬 수 있다. 또한, 서보건을 장착한 점용접 로봇 시스템은 용접건의 가압력, 변위를 피드백시켜 제어 할 수 있으므로 통합된 로봇 컨트롤러 입장에서 용접 품질의 향상을 가져 올 수 있다.

또한 최근에는 통합인터록을 구현하고 공정에 대한 로봇의 사전 시뮬레이션을 통해 로봇 간의 간섭을 방지할 수 있도록 최적의 배치를 함으로써 1공정에 6대 정도 적용되던 로봇을 14대까지 적용할 수 있는 고밀도 로봇시스템도 적용하고 있다. 고밀도 로봇시스템을 적용하게 되면 차체라인의 축소를 가져와 공장면적에 대한 부담을 줄여 초기 투자비를 감소시킬 수 있는 장점이 있다.

3. 고효율 접합기술

3.1 기계적 접합

최근에는 환경문제로 인하여 대기오염과 밀접한 관련이 있는 자동차 배기가스 규제도 점차 엄격해지고 있다. 현재 우리나라 자동차 보유대수는 1200만대를 넘고 있으며, 이들에게서 배출되는 배기가스가 심각한 도시

대기오염을 발생시키고 있다. 지금까지는 대기오염물질의 주 배출원이 가정, 빌딩, 아파트 등의 난방과 산업 시설, 발전소 등이었으나 이제는 자동차에서 배출되는 오염물질량이 전체의 1/3정도로서 주 배출원이 되어 이에 대한 대책이 시급한 실정이다. 차량중량을 1% 경량화하면 CO₂ 배출량이 1% 감소된다고 일반적으로 알려져 있다. 최근에는 각국에서 각 자동차사 별로 전체 판매차량의 배출가스량을 규제하고 있기 때문에 경량화를 이루지 못하게 되면 우리나라 경제의 큰 몫을 담당하고 있는 자동차의 수출이 감소되는 문제가 발생하게 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.

차체 경량화를 위하여 알루미늄과 같은 경량재료를 사용할 경우 차체의 접합이 가장 큰 문제가 된다. 이와 같이 차체를 경량화하기 위하여 선진국에서는 고출력 레이저 기술이 활발하게 개발, 사용되고 있으나 투자비와 기술적인 어려움으로 인하여 기존의 점용접을 대신할 수 있는 클린칭, 셀프 피어싱 리벳 등이 사용되고 있다. 최근에는 셀프 피어싱 리벳이 보편적으로 사용되고 있는데 이는 강도가 높고, 소음이 적으며, 품질관리가 용이하다는 장점이 있는 반면, 소모품인 리벳을 써야하고 면관리가 어렵다는 단점도 가지고 있다. 아우디 A2, A8과 같은 알루미늄 바디에 많이 적용되고 있으며, 최근 국내에서도 트렁크리드에 알루미늄 소재가 적용되어 이의 접합을 위해 셀프 피어싱 리벳이 사용되고 있다.

3.2 접착기술

접착, 특히 금속접착은 지난 몇 해 동안 산업적 응용

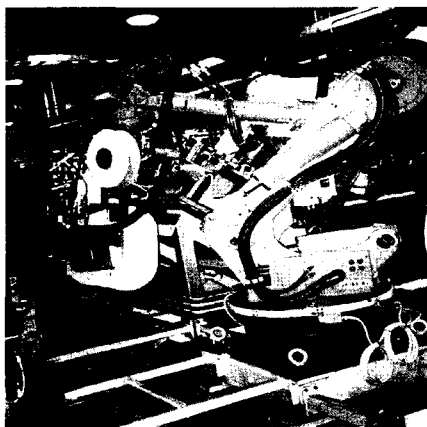


Fig. 4 로봇방식 셀프 피어싱 리벳 장치

에 있어서 그 중요성이 증대해왔다. 금속접착은 용접이나 납땜과 대체될 수는 없다. 그러나 접착은 많은 경우에 열적 접합방법의 보완으로서 사용될 수 있다. 재료면이나 시공 특성상 다른 접합방법이 불가능한 곳에서 유용하게 사용될 수 있으며, 이 접착의 중요한 용도는 시공면에서나 가격면에서 유리한 장점을 가진 곳에서 찾을 수 있다.

기존에는 차체 판넬의 헤밍부위를 Fig. 5(a)와 같이 헤밍실러를 도포한 후 강도를 확보하기 위하여 점용접을 수행해 왔다. 그러나 용접시 굴곡 및 압흔의 발생으로 인하여 외관품질이 저하되는 단점이 있었다. 이를 보완하기 위하여 Fig. 5(b)와 같이 실러에 글라스 볼이나 세라믹 볼 등을 첨가하여 헤밍 압력을 가했을 때 알갱이가 외판과 내판 사이에 박혀 고정 및 접합강도를 향상시킴으로서 외관품질을 향상시키고, 생산성 및 원가를 절감하는 효과를 얻고 있다.

차체의 수밀, 접합강도 향상 등을 위해 적용하는 실러는 대부분 로봇이 자동으로 도포하게 된다. 실러를 사이드 판넬과 같은 수직부에 도포할 경우 도포속도가 느려 실러가 흘러내리는 단점이 있다. 이와 같은 문제를 개선하기 위하여 고속실링장치를 개발하여 적용하고 있는데, 이는 도포장치에 정유량 제어장치를 사용하여 실러가 균일하게 도포될 수 있도록 하며, 도포속도를 약 3배 이상 향상시키고 있다.

3.3 헤밍기술

도어, 트렁크, 후드 등과 같은 차체의 무빙 부품들은 판넬을 헤밍하게 된다. 이와 같은 것은 차체공장에서 인너 부품을 조립한 후 인너와 아우터를 세팅하고 금형을 사용하여 헤밍 프레스로 헤밍을 하고 있다. 이런 헤밍기술을 최근에는 다른 부위에도 적용하고 있다. 타이어가 들어가게 되는 휠하우스부 같은 경우에는 Fig. 6와 같이 성형하여 점용접을 하게 된다. 그러나 이 공법

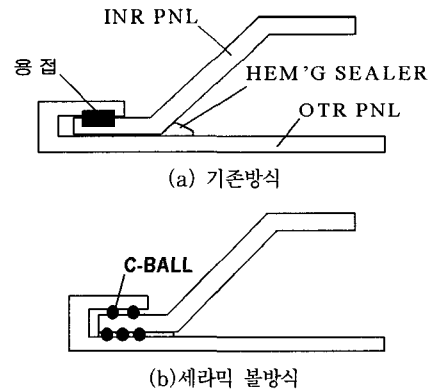


Fig. 5 헤밍실러

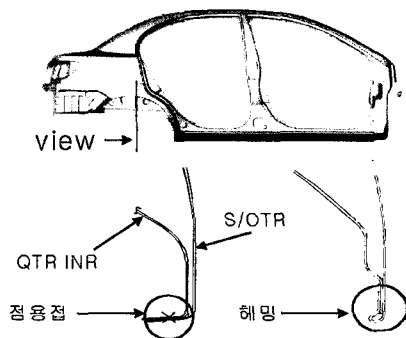


Fig. 6 휠하우스 헤밍 공법

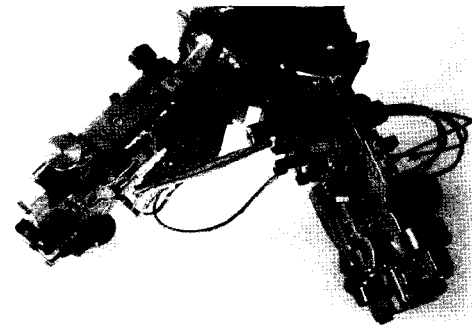


Fig. 7 롤러 헤밍 장치

은 용접 압흔이 외부에 나타나게 되고, 차량운행 중 이물질이 들어가 차체 부식을 발생시키게 된다. 이와같은 문제점을 해결하기 위하여 최근에는 사이드 휠하우스부를 헤밍하여 접합하는 방식이 적용되고 있다. 헤밍을 하게 되면 외관에 굴곡이 방지되고, 차체 전폭의 증대 없이 광폭타이어를 적용할 수 있는 장점도 있다. 헤밍 방식은 테이블타입, 플라이어 타입 등이 있다.

최근에는 차량의 고급화 추세로 말미암아 많은 소비자들이 선루프가 장착된 차량을 선호하고 있다. 선루프의 강도를 보충하기 위하여 루프 내부에 보강판넬이 들어가고 이를 접합하게 된다. 기존의 차량들은 이를 접합하기 위해 실러 만을 적용하거나 점용접, 아크용접을 하고 있다. 실러 만을 적용하게 되면 강도가 부족되는 현상이 나타나거나 연결부가 주행시 소음의 원인이 되기도 한다. 용접을 할 경우에는 외관에 용접 흔적이 남거나 용접불량이 나타나기도 한다. 이런 문제점을 해결하기 위해 선루프 부위도 헤밍을 하고 있다. Fig. 7은 이를 위한 롤러 헤밍 장치이다.

4. 결 언

최근 자동차업계의 글로벌화로 인하여 각 자동차사들은 전세계적인 경쟁에 돌입하였다. 이미 자동차는 공급이 수요를 초과하는 공급과잉 상태로 생산성향상, 품질향상 등을 이룩하지 않으면 시장에서 살아남을 수 없는 상황이다. 무한경쟁 시대를 맞이한 자동차업계에서 생존하기 위하여 국내 자동차 업체들은 엄청난 R&D 비용을 들여 기술개발을 수행하고 있으며 용접분야에서도 앞서 살펴본 바와 같은 신기술을 개발하기 위해 노력을 기울이고 있다. 고효율의 접합기술을 통해 생산성으로 향상시키고, 투자의 효율성을 높여 자동차 기술발전에 이바지한다면 우리나라 자동차업체들도 곧 세계적인 자동차업체로 거듭날 것이다.

참 고 문 헌

1. Mid Frequency Direct Current(MFDC) Inverter Timer and Integrated Weld Controller, Welding Technology Corporation 기술자료
2. Henrob, Self Pierce Rivet 기술자료
3. Edag, Roller Hemming Technology 기술자료



- 박현성(朴賢星)
- 1969년생
- 기아자동차 차체생기1팀
- 레이저용접, 점용접, 용접자동화
- e-mail : hpark21@kia.co.kr