

한국자동차 신기술의 동향 (VI)

Trend of Korea Automotive Technology (VI)



권 문 식 / Moon-Sik Kwon
현대자동차 부사장 / Hyundai Motor Company

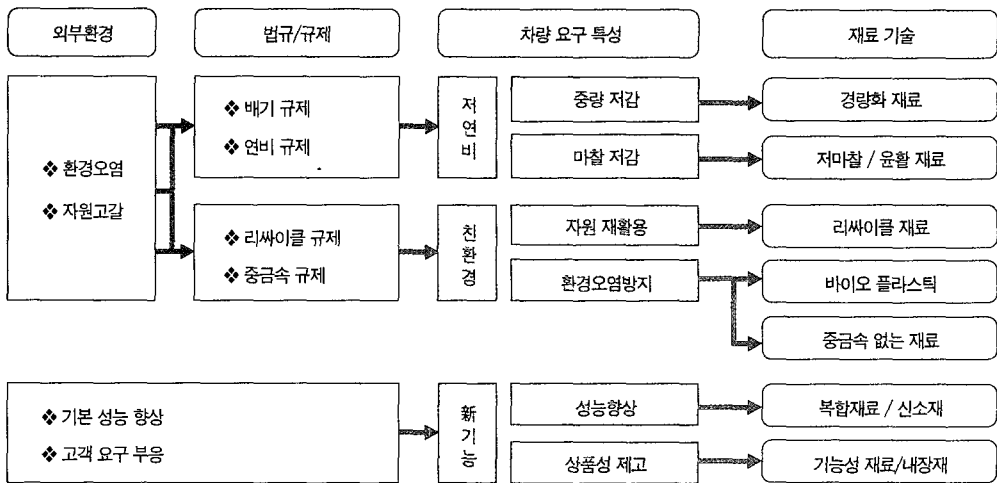
VI. 자동차와 재료기술

재료기술은 자동차를 구성하는 모든 부품의 기본으로서 환경오염, 자원고갈, 고객의 다양한 요구 등 외부환경 변화에 따라 많은 영향을 받는 기초기술이다(그림 1).

기존의 자동차 재료기술은 내구성능과 안전을 고려

한 철강이나 내장재인 플라스틱 중심으로 연구개발이 진행되어 왔으나, 최근에는 경량재료, 친환경재료 및 다양한 기능성 재료 등으로 연구분야가 확대되어 진행되고 있다.

본문에 앞서 다양한 환경변화에 따른 재료기술의 동향을 살펴보면 다음과 같다.



〈그림 1〉 차량 요구특성에 따른 재료분야 대응기술

첫째, 이미 친환경 자동차에서도 언급했듯이 세계 각 국가의 자동차 배기규제와 연비규제의 강화로 경량 재료와 마찰을 저감하는 재료가 개발되고 있다.

특히, 경량재료의 개발을 통한 자동차의 중량 및 관성에너지의 저감은 가장 효과적인 연비개선 방안으로 평가되고 있어 기존의 철강부품을 알루미늄, 마그네슘, 플라스틱으로 대체 개발 및 확대 적용하는 추세에 있다. 또한 구동부품의 기계적 마찰손실을 줄여 연비를 개선하는 실린더/피스톤의 표면 코팅 기술이나 마찰이 적은 윤활유 등의 개발이 활발히 진행되고 있다.

둘째, 유럽 연합(EU)을 비롯한 세계 각국의 차량 리사이클 및 중금속 사용규제에 대응하기 위해 재활용률이 높은 재료와 생분해성 플라스틱(Bio Plastic)과 같은 천연재료의 개발이 진행되고 있다. 또한 납, 카드뮴, 6가 크롬 등의 중금속이 들어있는 부품의 대체 재료를 개발하여 중금속 사용을 대폭 삭감하고 있다.

셋째, 2010년경에는 인테리어의 맞춤 요구가 일반화 될 것으로 예상됨에 따라 고객의 감성품질 향상 요구에 맞추어 항균기능의 재료, 대나무와 같은 천연질감을 갖는 재료, 음향학을 고려한 인테리어 재료, 새로운 형태의 고급 내장 재료 등의 다양한 재료들에 대한 연구개발이 진행되고 있다.

본 기고문에서는 이러한 재료기술 동향 중에서 주요 흐름이라고 할 수 있는 경량 재료, 리사이클과 친환경 재료 그리고 기능성 재료의 연구 개발 동향에 대해 소개하고자 한다.

i. 경량재료기술

자동차의 경량화는 연비개선(10% 중량 절감 시 7~8% 향상), 유지비와 배기가스의 감소, 성능개선 및 제동거리의 단축 등 많은 장점을 가지고 있어 차량

을 개발 시 중요한 개발목표 중 하나이다.

최근 폭스바겐 자동차는 3년 동안의 연구개발을 통해 1리터의 연료로 100km를 주행할 수 있는 실험적인 리터카를 발표하였다.

비록 양산이 아닌 실험적인 자동차이기는 하지만 시스템의 구성과 재료 측면에서 미래기술의 비전을 제시하고 있다.

자동차 중량의 약 30%를 차지하는 차체 재료는 알루미늄 대비하여 약 35% 경량인 마그네슘으로 대체하여 스페이스 프레임을 적용하였으며, 외판은 탄소섬유 복합재를 사용하였다. 또한 타 알루미늄 부품도 마그네슘과 탄소섬유로 대체하여 적용함으로써 향후 재료시장의 변화를 예측할 수 있다. 이외에도 티타늄과 세라믹 등의 재료를 다양한 부품에 적용함으로써 1 리터카를 실현하였다(표 1).

차체의 경량화 방법 중에 현재 주목 받고 있는 기술은 알루미늄 스페이스 프레임(이하 ASF)으로 1980년대에 본격적으로 개발되기 시작하여 1994년에 아

〈표 1〉 폭스바겐 리터카의 재료 적용 현황

구분	기능	적용
엔진	Ti	배기시스템, 커넥팅로드
	AL	모노블록(헤드+블록)
	Mg	연료펌프 케이스
변속기	Mg	케이스
	Ti	볼트
차체	Mg	스페이스 프레임
	탄소섬유	외판
사시	Mg	Pedal류, 프레임류, 스티어링 기어박스 등
	Ti	휠 허브, Steering
	Ceramic	휠 베어링
	탄소섬유	Wheel



〈그림 2〉 알루미늄 스페이스 프레임

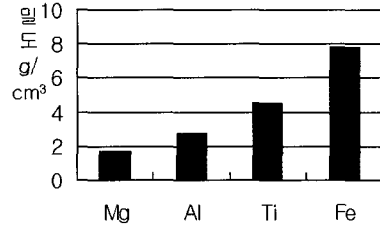
우디 A8에 최초로 적용되어 양산되기 시작하였다.

ASF는 차체의 골격을 이루는 구조부재에 알루미늄 압출재를 적용하고 알루미늄 주조재인 캐스트 노드(Cast Node)로 연결하여 차체를 제작하는 기술이다. 지금도 형상 자유도와 가공성을 향상시키기 위한 알루미늄 차체 가공기술과 셀프 피어싱 리벳(Self Piercing Rivet) 등을 이용한 새로운 차체 접합기술 등이 지속적으로 연구됨으로써 개선되고 있다(그림 2).

또 다른 기술로는 탄소섬유를 사용한 차체 제작기술로서 현재까지는 수작업으로 제작되어 대량 생산의 한계가 있고 가격이 높다는 단점이 있어 포뮬러카(Formula Car)나 스포츠카와 같이 적은 수량으로 제작되는 자동차에 적용되고 있으나, 최근 BMW는 자동으로 탄소섬유를 적층하고 압착하여 부품을 제작하는 방법을 개발함으로써 대량 생산의 가능성을 제시하고 있다.

한편, 철강분야에서는 경량재료의 적용 증가에 따른 대안으로 단위 면적당 견딜 수 있는 하중을 증가시키는 고장력 강판을 연구개발하여 강판의 두께를 얇게 하거나 일부 보강재의 생략이 가능하게 함으로써 차량의 중량을 감소시키고 있다.

고장력 강판은 도어 내/외판 이외에도 차체에서 특별히 고강성이 요구되는 필러와 같은 구조부재나 정면/측면 충돌 시 직접적인 영향을 받는 프론트 사이드 멤버, 범퍼 보강재 및 사이드 임팩트 바 등의 충돌부재에 주로 사용되고 있다. 구조부재의 경우 600 MPa급 이상(현재 340~440MPa), 충돌부재의 경우 평균



〈그림 3〉 재료의 밀도 비교

800MPa급(현재~600MPa) 이상의 초고장력 강판 사용이 확대되는 추세에 있으며, 범퍼 레일과 같이 충돌에 직접적인 영향을 받는 부재의 경우 1,200MPa급 이상의 고장력강도 사용되고 있다.

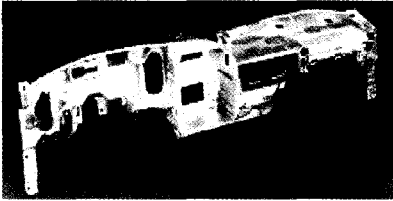
차체 이외에 알루미늄이나 마그네슘을 이용하여 개발이 활발히 진행되는 부품으로는 비교적 복잡한 형상을 가지는 실린더 헤드/블록, 변속기 케이스, 너클, 로어암 등이 있고, 플라스틱의 경우에는 유리, 시트 프레임 및 헤드라이트의 리플렉터(Reflector) 등에 적용하여 기존 모델 대비 25% 이상의 경량화 효과를 보고 있다.

사시 부품의 경우, 경량화 효과 이외에도 중량감소에 따른 조종 안정성이나 승차감 향상과 같은 부수적인 효과도 얻을 수 있다.

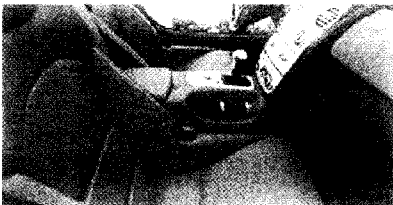
최근 적용분야가 급속히 증가하고 있는 마그네슘은 비중이 1.74 g/cm³ 로 매우 가벼워 경량화 효과가 우수하고 절삭성 등이 좋은 재료로 알려져 활발한 연구 개발이 이루어지고 있다.

ii. 리사이클과 친환경 재료

리사이클은 ① 재활용이 쉬운 재료의 개발, ② 해체가 용이한 부품의 설계, ③ 원료와 제품 등이 전과정 동안 환경에 미치는 영향을 평가하는 기술적인 방법(Life Cycle Assessment, LCA), ④ 부품 해체, ⑤ 해



마그네슘 카울크로스 멤버



탄소섬유 복합재 시트



플라스틱뎀더

마그네슘 시트프레임

〈그림 4〉 경량화 부품

체된 부품을 구성하는 재료의 재활용, ⑥ 열에너지 회수 등의 환경오염을 최소화하기 위한 모든 친환경 활동을 의미한다.

현재 발효중인 유럽 연합의 폐차 리사이클 법규는 폐차 시 차량의 80% 이상을 재활용 하도록 의무화하고 있으며, 나머지 20%에 대해서는 열회수율 5%와 매립 15%가 달성되도록 규제하고 있다.

철강 및 비철 금속은 일련의 공정을 거쳐 따로 분리된 후에는 대부분이 다시 재활용 되고 있으나, 폐기물 중 두번째로 많은 플라스틱부품이나 고무류, 유리조각(Shredder Dust) 등은 열에너지로의 회수를 위해서 소각되거나 땅에 매립된다.

소각하는 경우에 다이옥신 등의 유해물질이 발생하거나 불완전 연소에 따른 대기오염과 같은 심각한 환



〈그림 5〉 폐범퍼 리사이클 과정

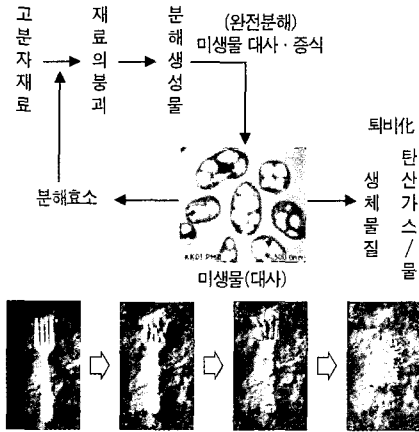
경오염의 원인이 되며 매립지 부족 및 토양 오염 등의 문제가 발생할 수 있다.

이러한 문제를 해결하기 위한 많은 노력으로 최근에는 폐범퍼를 엔진 언더커버나 배터리 트레이로 리사이클하고 Shredder Dust 중에 가장 많은 체적을 가지는 발포우레탄이나 섬유류를 방음재로 리사이클하는 재활용 기술 등이 개발됨으로써 재활용 목표에 근접하고 있다(그림 5).

또한 매립을 하면 미생물에 의해 자연적으로 분해되는 생분해성 플라스틱 재료가 문제를 해결할 수 있는 대안으로 부각되고 있다.

생분해성 플라스틱은 감자나 옥수수 등의 천연 재료에서 추출된 원료로 합성되고 폐차할 경우에는 분리 및 가공 처리를 통해 자연스럽게 분해되어 환경오염이 되지 않는다(그림 6).

도요타자동차는 재활용이 용이한 신소재인 TSOP (Toyota Super Olefin Polymer)를 개발하여 1991년부터 외관, 범퍼, 인스트루먼트 패널 등에 실용화하고 있으며, 보리·옥수수·고구마 등 식물에서 뽑아낸 원료로 합성한 폴리 젯산으로 만든 식물 플라스틱(Poly Lactic Acid, PLA)을 자동차 시트 등 각종 플라스틱 소재를 대체하여 사용하고 있으며 적용 범위를 점차



〈그림 6〉 생분해성 플라스틱의 분해 과정

넓혀가고 있다.

향후 자동차 1대당 PLA와 같은 생분해성 고분자가 약 10kg 이상(자동차에서 사용하는 전체 플라스틱의 약 7%) 사용될 것으로 전망되고 있다.

중금속 규제는 납땜, 도료 등에 함유된 납 성분 대체 기술과 표면처리에 포함된 6가 크롬의 대안으로 3가 크롬 대체기술 개발이 활발히 진행 중에 있다. 이외에 카드뮴, 수은 및 PVC에 대해서도 기술을 개발 중이다.

iii. 기능성 재료와 첨단 기술의 융합

최근 내구성, 상품성, 쾌적성 등에 대한 소비자의 요구 증대로 재료분야에서는 최근 주목 받고 있는 나노(Nano) 또는 바이오(Bio) 기술을 접목한 복합기능 부품에 대한 재료 개발이 진행 중에 있다.

자동차에 많은 부분을 차지하고 있는 유리에 있어서는 태양광중의 자외선(UV)에 반응하는 광촉매 이산화티탄(TiO₂)를 유리표면에 코팅하여 유리표면에 친수성 및 자외선 차단 특성을 부여하는 광기능 친수 코

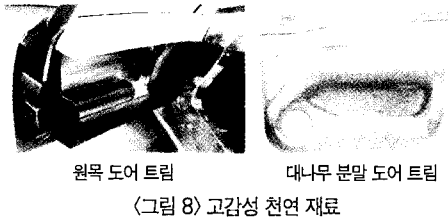
팅 유리가 개발되고 있다. 그리고 자동차 전원을 이용하여 가시광 투과도를 조절하거나 햇빛의 강도에 따라 색조 변화를 가능하게 함으로써 실내의 쾌적성을 향상시키는 노력도 지속적으로 이루어 지고 있다(그림 7). 또한 차체 도장표면을 친수화하여, 표면장력을 저하시킴으로써 빗물에 의한 오염물질을 쉽게 제거하는 도료를 개발하여 세차의 횟수를 감소시킴으로써 운전자의 편의성을 향상시키고 있다.

운전자에게 실내의 냄새저감을 통한 쾌적성을 제공하기 위하여 아크릴 섬유에 은을 첨가하여 섬유에서의 직접적인 효능과 광촉매 기능으로 세균의 증식을 억제하고 제균성능을 발휘하는 광촉매 제균 섬유, 와사비 성분을 케이스에 넣어 에어컨내에서 서서히 휘발하도록 조절하여 항균작용을 하는 재료 및 황토, 숯, 대나무 등의 천연재료가 개발되고 있다(그림 8).

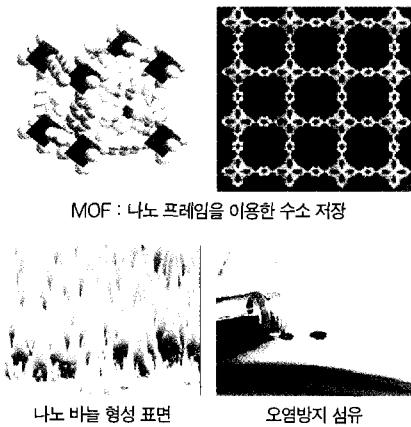
이외에도 고 유연성 폴리머를 다른 폴리머나 보강재를 배합하여 제동거리를 3~9% 단축시킨 타이어 재료와 장시간 성능을 유지할 수 있도록 타이어 표면 결



〈그림 7〉 기능성 재료



〈그림 8〉 고감성 천연 재료



MOF : 나노 프레임을 이용한 수소 저장

나노 바늘 형성 표면

오염방지 섬유

〈그림 9〉 나노 기술의 자동차 적용

합의 자체 복구가 가능한 코팅기술 개발 등이 있다.

기초연구 단계에 있지만 폴리페니렌에테르(PPE) 수지에 수소, 산소, 구리의 유기착 화합물이 작용하여 대반응에 의해 스스로 상처를 치유하는 자기수복 가능재료가 개발되어 차체에 적용하면 차량사고에 의한 차체의 손상을 자동으로 원상회복시킬 수 있다. 또한 기존에 사용 불가능한 재질을 나노 입자 복합체로 제조함으로써 기계적 강성을 증가하여 사용이 가능하게 하는 연구와 나노 크기의 바늘을 섬유나 표면에 형성하여 물이나 유체방울이 퍼지는 것을 막음으로써 유체의 저항을 감소시키고 방수/오염방지 효과를 가지는 기술도 개발되고 있다.

에너지관련 기술에 있어서는 사탕수수, 옥수수, 고

구마 등의 식물에서 추출하는 에탄올, 콩과 해바라기 씨 등을 이용한 바이오 디젤 등의 대체에너지 개발 및 연료전지용 수소흡장 합금, 값싼 촉매 개발 등이 향후 주목 받는 기술로 예상되고 있으나 국내 연구 기반은 미약하여 적극적인 관심이 요구되고 있는 상황이다.

IV. 맺음말

국내 자동차 산업은 짧은 기간이지만 많은 엔지니어들의 노력과 과감한 투자의 결실로 세계 자동차 생산 6위(2003년 기준)로 도약하였다.

지금까지는 일정한 수요를 바탕으로 생산과 품질에 중점을 두어 자동차 산업을 성장시켜 왔지만, 세계의 자동차 시장은 공급 과잉의 시기에 접어들어 자동차 메이커간의 경쟁이 시작되었으며 향후 더욱 치열할 것으로 예상되고 있다.

한국의 자동차산업이 이러한 경쟁에서 살아남기 위해서는 여섯 편으로 구성하여 소개한 내연기관의 엔진 및 배기정화기술, 친 환경 자동차인 하이브리드 자동차(HEV), 전기 자동차(EV) 및 연료전지 자동차(FCEV), 그리고 지능형 자동차의 중심에 있는 안전 기술과 ITS 기술, 재료기술에 있어서 경쟁사보다 기술 우위에 있어야만 가능할 것이다. 그리고 자동차 산업뿐만 아니라 관련 산업, 정부 및 교육 기관의 유기적인 연대를 통한 기술 개발 투자가 필요하며, 또한 기초 기술 연구자들의 참여와 인재 육성이 절실히 요구되고 있다.

마지막으로 일년 동안 본 기고문을 읽어주신 한국자동차공학회 회원님들에게 감사드리며, 자동차 산업 종사자의 한 사람으로서 인류를 위한 미래 자동차의 기술 개발에 최선을 다 할 것을 약속드립니다.

(권문식 편집위원 : kwonms@hyundai-motor.com)