

최신 Mobility 소재 동향

한국자동차연구원

2024. 08. 22 | 이현욱



목 차

01 자동차 산업 동향

02 자동차 산업 환경의 변화

03 자동차용 소재 개발 동향

04 시사점 및 전망



JEC world (국제 복합소재 전시회)

- 세계 최대의 복합소재 전문 전시회로 전 세계 복합소재 전문가들의 네트워크 장소이자 비즈니스 기회 창출, 지식 공유 및 개발, 복합소재 산업의 발전과 진흥을 꾀하는 행사
- (전시 장소) 프랑스, 파리 노르 빌팡트 전시관 (Parc des expositions Paris Nord Villepinte)
- (전시 규모) 약 7만 m² 이상, 44개국 1,300개 업체 참가, 115개국 43,500명 참가(해외 비중 82%)
- (전시 분야) 복합재 및 첨단소재 관련 전 산업 분야 ; 원료 및 중간재, 가공 및 성형, 부품화, 재활용 등

JEC world 전시장



전시 주요 산업 분야


Automotive
& Road
Transportation


Aerospace


Building & Civil
Engineering


Defence,
Security &
Ballistics


Design, Furniture
and Home


Electrical,
Electronics,
Telecoms
& Appliances


Equipment &
Machinery


Maritime
Transportation &
Shipbuilding


Medical &
Prosthetics


Oil & Gas


Pipe, tanks,
water treatment
& sewage


Railway Vehicles
& Infrastructure


Renewable
Energy


Sports, Leisure &
Recreation

JEC world 2024 핵심 이슈

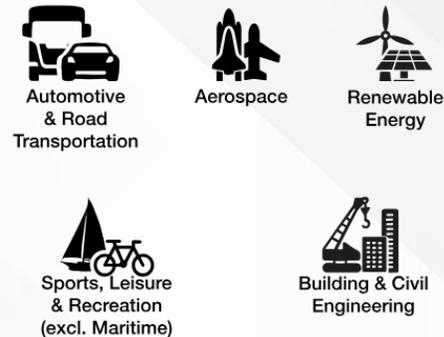
- (에너지) 재생가능 에너지, 연료/가스 관련 파이프 및 탱크
- (건설) 건축 및 토목 공학, 파이프 및 탱크, 수처리 및 하수
- (수송기기/교통) 자동차 및 도로 교통, 철도 및 기반 시설
- (소비재) 스포츠, 레저, 레트레이션, 디자인, 가구, 주거공간 등

분야별 15가지 핵심 이슈

ENERGY	1. Renewable energy 2. Oil and gas (pipes and tanks)
ELECTRICAL & ELECTRONICS	3. Electrical, electronics, telecoms and appliances
CONSTRUCTION	4. Building and civil engineering 5. Pipes & tanks, water treatment and sewage
MARINE	6. Marine transportation and shipbuilding
CONSUMER GOODS	7. Sports, leisure and recreation 8. Design, furniture, homes
TRANSPORTATION	9. Automotive and road transportation 10. Railway vehicles & infrastructure
AEROSPACE	11. Aerospace (commercial and military aircrafts) ⁽¹⁾
OTHERS	12. Medical and prosthetics 13. Equipment & machinery 14. Defense, security & ballistics (excluding military aircrafts) 15. Other composites end-use areas

전시 주요 산업 분야

Top 5 Exhibitors' application sectors



Top 5 Exhibitors' activities

- Composite Part Manufacturing & Testing Equipment Producer
- Producer Of Raw Materials
- Composite Parts Producers
- Associations, Third Parties, Services & Consultants
- Producer Of Fiber Based Textile Intermediates

글로벌 자동차 산업 생산 및 판매 현황

- (생산) 2023년 글로벌 자동차 생산량은 9,300만 대 수준으로 이연 수요 해소로 인한 시장 규모 회복
- 코로나 확산, 러시아-우크라이나 전쟁, 반도체 공급난 등의 원인으로 인한 이연 수요 해소
- (판매) 2023년 판매량은 2022년 대비 10.2% 증가 (공급 제약 해소로 인한 선진국 중심의 수요 증가)
- (친환경 자동차) 2023년 친환경 자동차 판매량은 1,450만대로 2022년 대비 38% 증가 (성장 속도 둔화*)

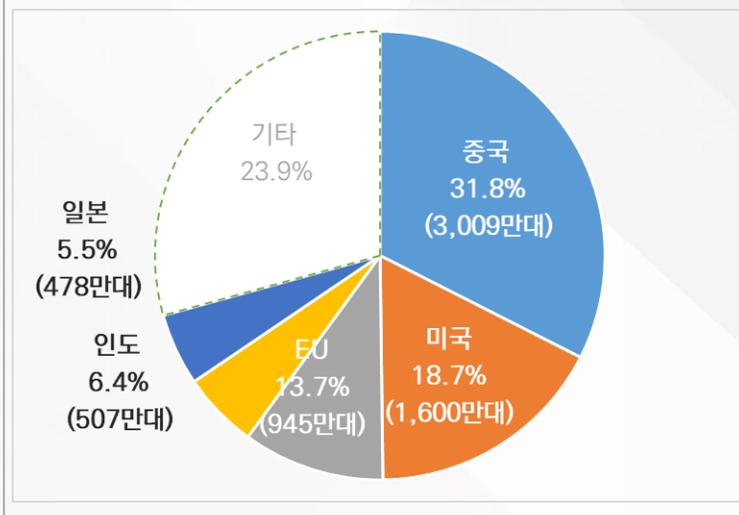
* '21년 109% → '22년 57% → '23년 38%

시장 점유율 ('23)



* FIAT(이탈리아)-PSA(미국) 합병 회사

자동차 판매량 및 비중 ('23)



친환경 자동차 판매 비율

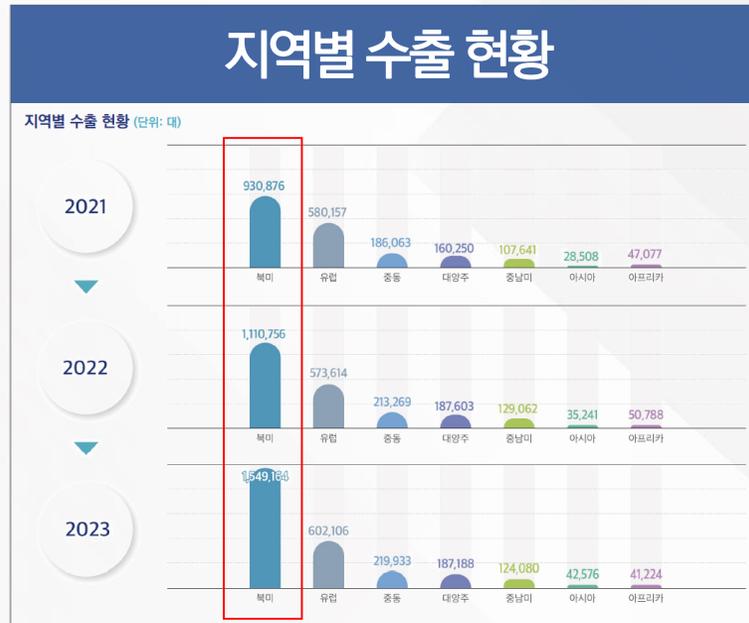
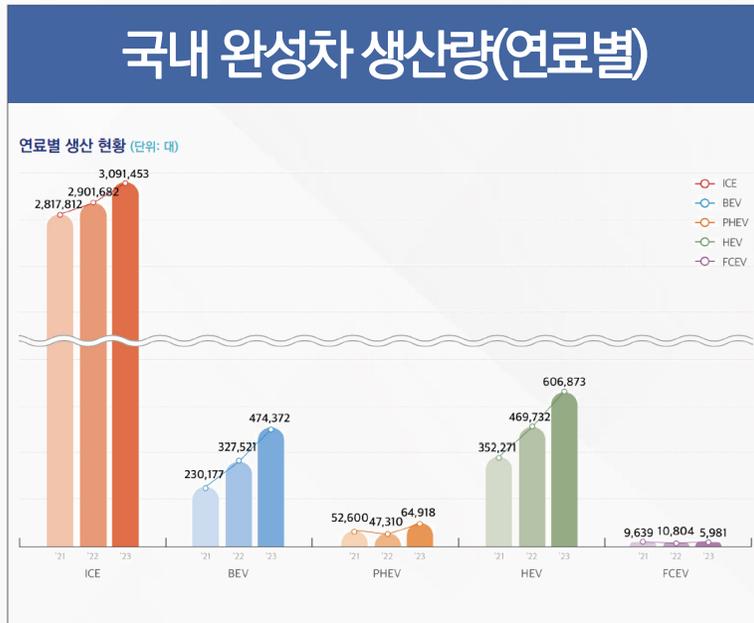


종류	판매대수 ('23년)	'22년 대비 증가
EV	702만대	↑ 28%
HEV	406만대	↑ 33.3%
PHEV	287만대	↑ 51.0%

* 출처: 한국수출입은행 해외경제연구소

국내 자동차 산업 생산 및 판매 현황

- (생산) 2023년 국내 생산량은 424만대로 전년 대비 12.9% 증가
- (내수 판매) 2023년 국내 자동차 판매량은 177만대로 전년 대비 2.3% 증가
- (수출) 2023년 수출액은 276만대로 전년 대비 20% 증가하였고 친환경자동차*는 72만대로 32.6% 증가 (북미 수출 집중)
 - * BEV 34만대 (57% 성장), HEV 31만대 (9% 성장)



미국 인플레이션 감축법(IRA)

미국 '인플레이션 감축법안' 주요 내용

7일(현지시간) 미국 상원 가결(찬성 51표, 반대 50표)

기후

2030년까지 온실가스 40% 감축
에너지 안보 및 기후 변화 대응에 3,690억 달러(약 479조 원) 투자

- 친환경 에너지 발전에 600억 달러 세액 공제
- 풍력·태양광에 300억 달러 지원
- 전기차 구매 시 신차는 최대 7,500달러, 중고차는 최대 4,000달러 세액 공제

- 중국 등 우려 국가에서 생산된 배터리·핵심광물을 사용한 전기차 제외
- 미국에서 조립·생산
- 배터리·핵심광물의 일정 비율 이상을 미국에서 생산

* 출처: 한국수출입은행 해외경제연구소

연비규제 기준 및 목표 상향과 이에 따른 벌금 부과

- (미국) '26 목표 치 20.5km/ℓ 에서 26km/ℓ 로 상향 및 벌금 부과 정책 부활
- (유럽) 2022년 배출가스(승용 95g/km, 소형 상용 147g/km) 기준 '25년 15%, '30년 55% 감축 목표 규제 강화
- (국내) 2030년까지 평균 온실가스 70g/km, 평균 연비 33.1km/ℓ 로 기준 강화 * 전기·수소차 : 하이브리드 : 내연기관 = 1 : 1 : 1 비율이어야 가능 (2020년 평균 온실가스 97g/km, 평균 연비 24.3km/ℓ)

미국 연비규제 기준 강화 확정 및 벌금 인상 정책 부활

- 前 정부의 기준 안 대비 기준 상향 확정



* 출처: EPA, 유진투자증권

- 제조업체 벌금 인상 정책 부활

국제 > 국제경제

바이든, 車 연비 규제 강화...오바마 시절 '벌금 인상' 부활

'친환경차 전환' 바이든, 트럼프가 유예했던 자동차 연비 규제 다시 강화

2022.03.28 15:51 입력

- : 당해 년도 생산 자동차의 기업평균연비 규제
- : 차종 별 연비에 생산대수 가중 조화 산출
- : 연비 기준 1km 미달 시 대당 75달러 벌금 부과
- : 2026년 신차부터 반영

EU 탄소 배출량 감소 목표 상향

- EU Fit for 55
 - : '30년 온실가스 배출량 '90년 대비 55% 감소 목표
 - : '35년부터 내연기관 신차 판매 금지



자동차 산업 전과정 평가 (LCA; Life Cycle Assessment) 추진

- (전과정 평가(LCA)) 전과정 평가는 환경영향평가 방법이 일종으로 ‘전생애 평가’라고도 불림
- (현재) ‘연료탱크부터 바퀴까지’(TtW; Tank to Wheel) 주행 과정에 있어서의 오염 물질만을 대상으로 함(CO₂, No_x, PM 등)
- (향후) 제품의 원료 및 가공, 제조, 수송, 유통, 사용과 재활용, 폐기물 관리 과정에서 소모되고 나오는 오염 물질까지 확장
- (EU 도입 검토) '24년 7월부터 전기차 배터리의 탄소발자국 공개 의무화, '27년 7월부터 기준 설정

LCA (Life Cycle Assessment)



전기차의 친환경성에 대한 재평가

- 제조 단계의 탄소배출량이 전체의 60% 차지 (주요원인: 배터리 양·음극재 소재의 제조 과정 50%차지)
- 전기 생산과정 포함으로 LCA 적용 시 친환경 효과 저감
- 하이브리드 고효율 내연기관의 경쟁력 상승
- 배터리 재활용에 대한 필요성 대두



재활용 소재 적용 확대 필요

- 제조 단계의 탄소배출량이 많은 경량 소재 불리
- 제조 단계 재생에너지 도입, 재활용 원료 비중 확대 등
- 차체 및 부품의 원료 변경, 폐기 단계 재활용 가능 기술 도입 등



전기차 주행거리 확대 요구

- (차종 등급 형성) 2020년 기점 전기차 차종의 등급 형성 (중소형 보급 300~500km / 프리미엄 등급 600km 이상)
- (에너지 밀도 및 효율 향상) 구조변경, 공간확보를 통한 밀도 향상과 BMS, 디자인 개선을 통한 효율 증가
- (무게 감소) 가속도, 코너링, 브레이킹 등의 성능 향상과 밀접한 관계 (5% 경량화 → 1.5% 전비 향상, 4.5% 동력 효율 향상)
- (인프라 증가 속도 한계) 충전기 관련 인프라 증가 속도에는 한계가 있어 일정 수준(≥ 600km)의 주행거리 확보 요구

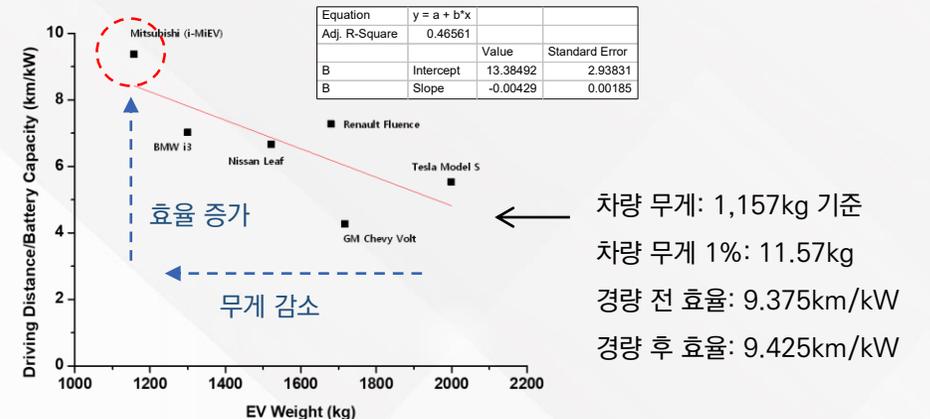
주행거리 확대 진행 중 → 궁극적 1,000km 목표

- GM, 볼보, 벤츠 등 주요 완성차 업체에서 주행거리 1,000km 모델 출시 계획 발표
- 경량화, 구동계 효율 개선, 공기 역학적 디자인, 소프트웨어 최적화 등 종합적인 개선



차량 무게 감소에 따른 주행거리 확대

- 차량 무게 1kg 증가함에 따라 kW당 주행 거리가 0.00429 km 씩 감소
- 차량 무게 1% 경량화 시 효율 0.53%씩 증가



전기차 관련 이슈 및 해결 방안 마련

- (차량 화재) 전기차 화재 매년 증가로 인해 배터리 품질 향상 및 화재 안전 관련 기능성 향상 요구 증대
- (효율 저감) 저온에서의 배터리 효율 저감과 난방 에너지 사용 등으로 인한 주행거리 급격한 감소 (최대 100km 내외 차이)
- (충전 인프라 및 시간) 공용 충전기 전체 6만대 중 50%는 회사 및 아파트 등 비공개, 급속 충전기(30~40분) 1만대 내외
- (해결 방안) 화재예방, 배터리 효율 저감 등에 대한 기술적 보완 필요, 인프라 보급 등의 정책적 접근도 필요

전기차 화재 사고 발생 추이 (건)



-같은 기간 내연기관 차량 화재 총 2만5621건, 매년 4000~5000여 건 발생
-전기차 전체 차량대수 대비 화재사고율 0.02%

자료: 소방청

The JoongAng

사용자 인식 전기차의 단점



Q. 보유하고 계신 전기차 운행 경험을 종합했을 때, 전기차의 단점은 무엇이라고 보십니까?

충전 인프라 및 속도

전기차 충전기 구축 현황과 전망

구분	2021년	2025년	2030년
전기차 규모 [만대]	23.8	120.0	362.0
급속 충전 [만기]	1.5	8.4	16.0
완속 충전 [만기]	9.2	53.5	120.0
충전기당 전기차 [대]	2.2	1.9	2.7

자료: 산업통상자원부



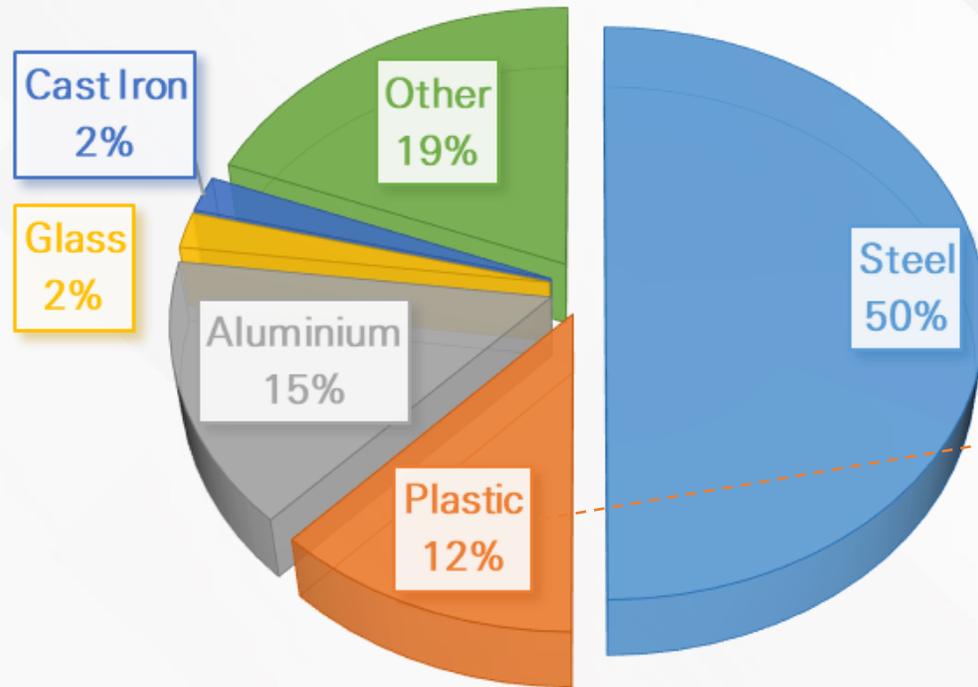
BUSINESS watch

그래픽-유상민 기자 prtsy201@

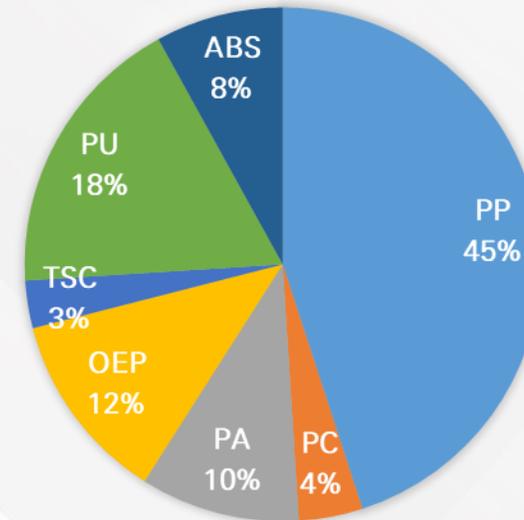
자동차 소재 적용 현황

자동차 적용 소재 구분

Breakdown by Materials Type



Volume Breakdown by Polymer Type

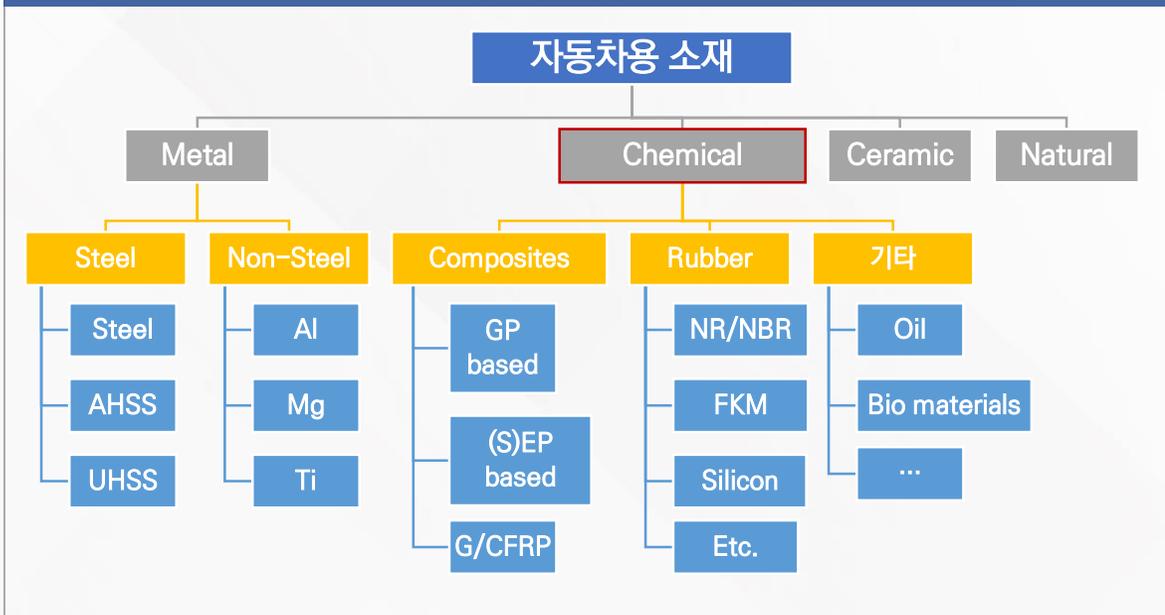


- Note : Others include elastomers and fluids
- TSC: Thermosetting Composites
- OEP: Other Engineering Plastic

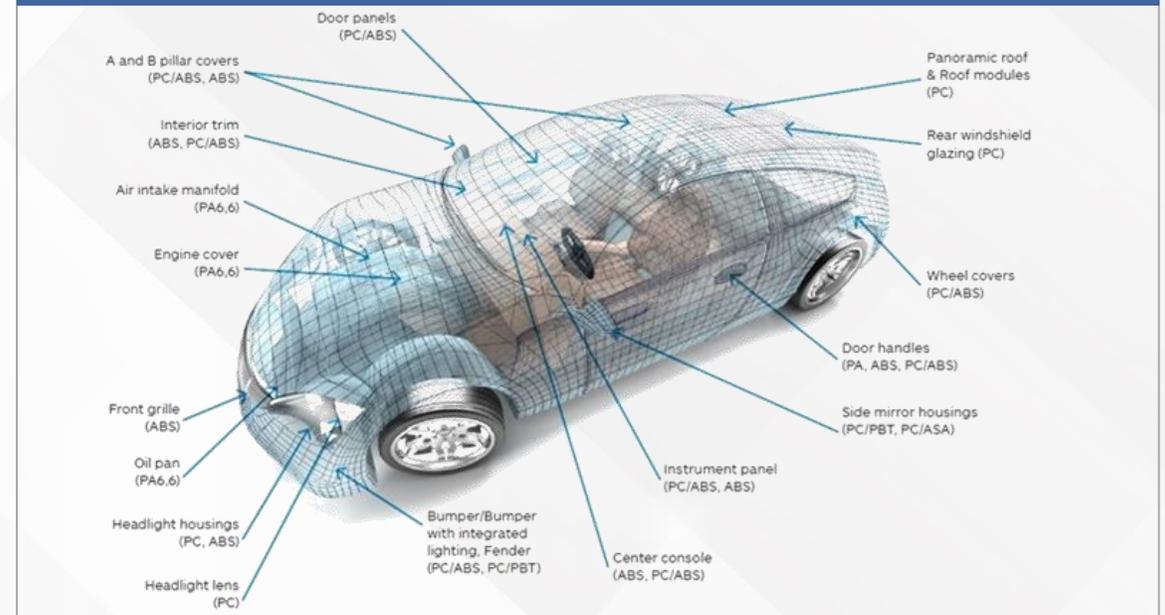
자동차 소재 적용 현황

- 자동차 부품은 사용 부위에 따라 요구 물성 다양 → 적용 소재 역시 다양
- 금속 소재는 주로 차체 샤시 부품 적용(약 67%) / 화학 소재는 주로 내·외장 부품 적용(약 12%)
- 소재 선정 시 고려 사항 : 가격 경쟁력, 경량화, 성형성 우선 / 신소재의 경우 가격 경쟁력 확보 필수

자동차용 소재



화학 소재 적용 부품



자동차 소재 개발 주요 방향

- **(경량화)** 연비규제 및 주행거리 향상 등의 이유로 차량 무게 감소 요구에 따라 경량 소재 적용 및 부품 경량화 개발 지속
* 전기차 무게 증가: 내연기관보다 약 15% 증가 (배터리 무게 약 8~90% 차지)
- **(친환경화)** 바이오 및 재활용 소재 적용과 재활용 및 재사용 가능 소재의 부품화 등의 개발 진행
- **(고기능화)** 난연, 방열, 단열, 방오, 광학 등의 기능 구현을 위한 기능성 소재 및 부품 고기능화 등에 대한 개발
* 전기차 관련 기능성 소재: 화재 예방 및 배터리, 열 효율 향상 등을 위한 기능성으로 주로 난연, 방열, 단열 등에 대한 개발 집중

경량화 효과

승용차(1500kg) 10% 경량화 할 경우

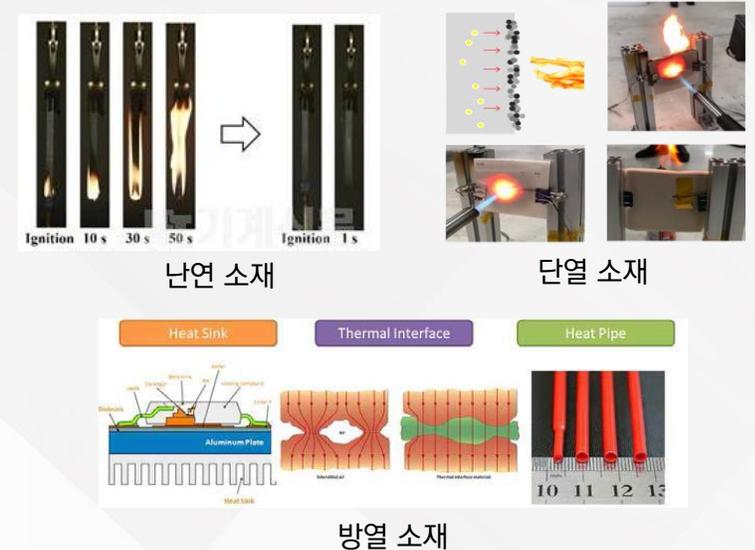


- 세계 자동차용 경량 소재 시장규모 '20년 696억달러 → '25년 993억달러
- 무게 10% 감소 → 연비 4~6% 향상
- 가속/정지 에너지 효율 증가

재활용 및 천연소재 적용 부품



난연, 방열, 단열 소재



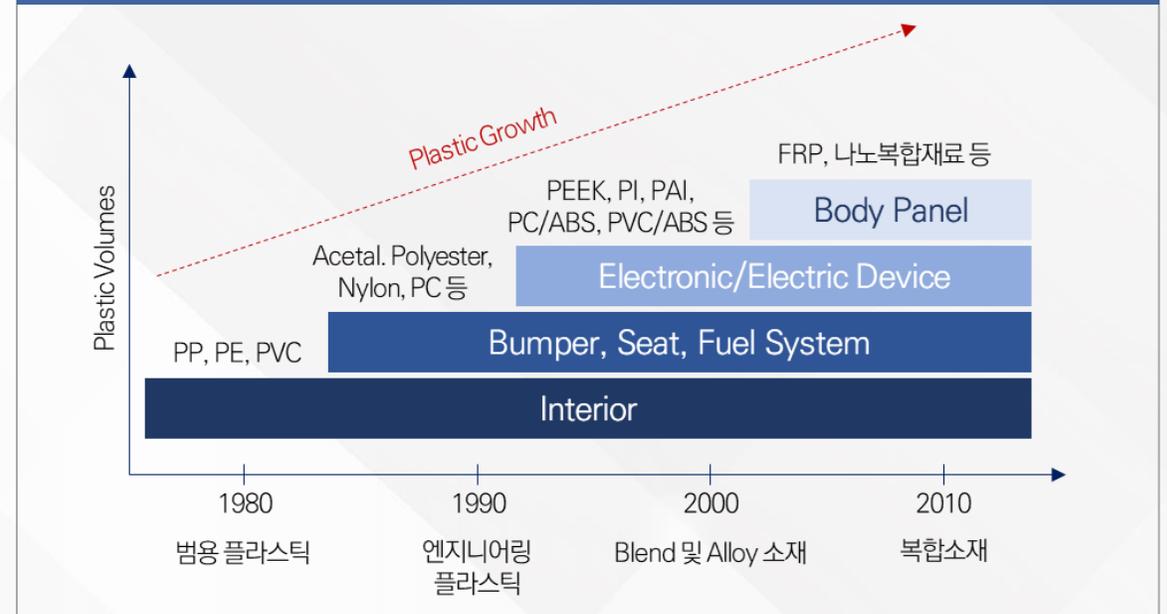
경량화

- 연비 향상 주요 방안 중 경량화 : 직접적인 경량화 효과 및 비용 대비 높은 효율 등으로 지속적인 요구 방향
- 금속 소재 경량화 : 고장력 강판(HSS; High Strength Steel), 초고장력(AHSS), 울트라초고장력(U-AHSS), 알루미늄, 마그네슘 등
- 금속 대체 화학 소재 적용 확대 : SEP(Super Engineering Plastic), FRP 등의 고강성 화학소재를 이용한 금속 대체

연비 향상 주요 방안

연비 향상 방안	주요 방법	비고
구동계 효율 향상	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 마찰, 열 손실 감소 ✓ 타이어 구름 저항 감소 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 기 적용 ✓ 효과 대비 비용 과다
공기역학적 디자인	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 공기저항 계수 감소 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 차량의 용도 다양성 ✓ 일괄 적용 불가
경량화	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 고장력강, Al, Mg 등 ✓ 복합소재 적용 ✓ 경량 구조 및 소재 적용 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 현실적인 대안 ✓ 향후 지속적인 증가
대체 에너지 개발	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 배터리, 수소연료전지 성능 향상 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 기술적 한계 ✓ 한계 극복 비용 및 시간

화학소재 적용 확대



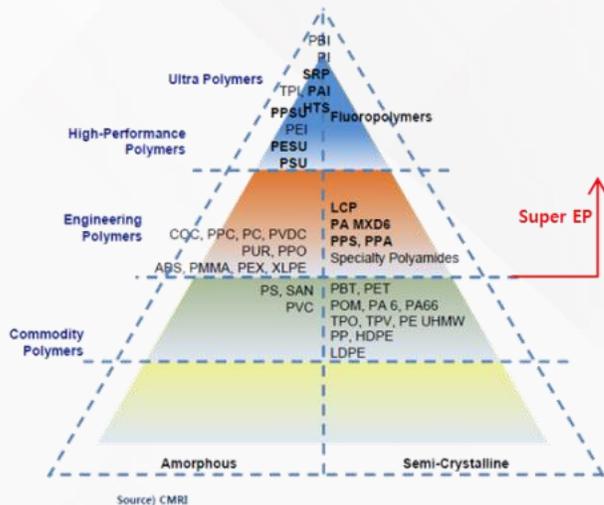
경량화 소재 - 범용 플라스틱

구분	PP (Polypropylene)	PE (Polyethylene)	PU (Polyurethane)
특징	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 가장 범용적으로 사용 (56%) ✓ 저비중(0.9), 내약품성 ✓ 성형성 우수 ✓ 내장부품 일체화로 적용 확대 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 저온 강도, 내약품성 ✓ 유동성, 열안정성 우수 ✓ 성형수축율이 큼 (2~4) (vs. PP:1~2.5) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 단열성, 충격 흡수, 흡음성 ✓ 가공성 우수 ✓ 내광 및 내열 조건에 취약 ✓ 시트 박육화 및 단일 소재 적용
주요 연구현황	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 신규 특성 보유 PP 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 초고분자량: 내열성, 내충격성 향상 - 가교 PP: 고강성/내스크레치 강화 - 고결정성 PP: 내충격성 향상 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 플렉시블 소재 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 연료탱크 강관의 적용 목적 ✓ PE 소재 적용 연료탱크 모듈화 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 충격흡수 성능 향상 연구 ✓ 강성 조정을 통한 박육화 연구
주요 적용 부품	 <p>〈크래쉬 패드(C/PAD)〉</p> <p>〈외장 범퍼 (Bumper)〉</p>	 <p>〈연료 탱크(Fuel Tank)〉</p>	 <p>〈시트(Seat)〉</p> <p>〈헤아드이너(Headliner)〉</p>

경량화 소재 - 엔지니어링 플라스틱

- (엔지니어링 플라스틱) 금속을 대체할 수 있는 고성능 플라스틱으로 강도, 탄성, 내열성이 큰 플라스틱 소재
- (특징) 내충격성, 내마모성, 내한성, 내약품성, 전기절연성 등이 뛰어나 전기전자제품, 항공기 및 자동차 구조재로 사용
- (5대 소재) 폴리아미드(PA), 폴리아세탈(POM), 폴리카보네이트(PC), 폴리부틸렌 테레프탈레이트(PBT), 폴리페닐렌옥사이드(PPO)
- 10만~100만의 분자량을 포함하고 내열온도 100°C 이상의 소재 * 내열온도 150°C 이상: 슈퍼 엔지니어링 플라스틱 (SEP)

엔지니어링 플라스틱



- 강도가 높고 가벼워 공업용 재료로 사용되는 고성능 플라스틱
- 내열온도 100°C 이상의 플라스틱 소재
- 금속 및 세라믹 소재 대비 가벼운 무게로 소재 대체를 통한 경량화에 주로 사용

특징 및 주요 적용 부품

	주요 특성	적용 부품
PA	마찰, 마모, 인장, 내약품성, 난연성	타이밍 벨트 커버, 쿨링 팬, 휠 캡, 엔진류 부품 등
POM	강도, 내마모성, 치수안정성	자동차 도어락 및 와이퍼, 핸들류 및 기어류 등
PC	투명성, 강도, 내열성, 내충격성	헤드램프, 디스플레이 커버, 내장부품(PC/ABS), 외장 범퍼(PC/PBT)
PBT	강도, 내열성, 전기절연성	자동차 전장부품 하우징
PPO	강도, 치수안정성, 넓은 사용온도	계기판 부품, 창틀, 충격 흡수 장치, 펌프 필터 등

경량화 소재 - 섬유강화복합재(FRP)

- (기지재(matrix) + 보강재(reinforcement)) 플라스틱을 매트릭스로 하여 유리섬유, 탄소섬유, 천연섬유 등으로 강화한 복합재료
- (천연섬유복합재) 경량화 효과 뿐 아니라 친환경성, 지속가능성 등으로 인한 규제 대응 효과 * 주요 적용 섬유: 아마, 대마, 케냐프 등
- (탄소섬유복합재) 인장강도가 철의 5배 이상으로 높고 비중은 1/4에 불과하여 기존 금속 부품 대체 시도 * 외장 부품 및 구조용 부품 적용
- (주요 적용 부품) 내장 패널, 외장 바디 등에 주로 적용되고 있으며, 구조용 부품 적용 시도 중 * 단독 사용 뿐 아니라 이종 접합 형태 적용 시도

적용 기지재 (열경화성, 열가소성)

- (열경화성) 경화 이전 높은 유동성으로 성형성이 좋지만 성형 시간이 길고 조건 제어에 의한 품질 저하, 재사용의 어려움 등의 단점 * Epoxy, Polyester 등이 주로 사용
- (열가소성) 인장력 및 내충격성이 높으나 성형온도가 높고 재사용이 가능하지만 내약품성 및 유동성이 낮은 단점을 지님 * Polypropylene, Polyamide 소재가 주로 사용

	열경화성	열가소성
성형 시간	3분 이하	15분 이상
성형 조건	높은 온도, 높은 압력	낮은 온도, 낮은 압력
프리프레그(prepreg) 수명	무제한	1~6개월
기타	내약품성, 유동성	인장력, 내충격성

주요 적용 부품



〈NFRP 적용 도어트림〉



〈CFRP 적용 루프〉



〈CFRP 적용 트렁크 프레임〉

주요 특성	적용 부품
천연섬유강화복합재	도어 트림, 트렁크 리드 등 내장 부품
탄소섬유강화복합재	후드, 도어 패널, 트렁크 패널, 루프 패널 등 외장부품 CCB, 필러 프레임 등의 구조용 부품 일부 적용

경량화 소재 - 금속 / 플라스틱 이종접합 소재

- (금속소재) 철강, Al합금, Mg합금, Cu, Cu합금 등 / (플라스틱) PP(Polypropylene), PA(Polyamide), GFRP, CFRP
- (접합 방법) 접착제 사용 유·무로 크게 분류 / 접착제 접합: 화학적 접합, 직접 접합 방식: 기계적 접합
- (접착제 사용) 표준형(Type1), 내열성(Type2, Type3, Type4), 내열내구성(Type5)으로 구분 * 최대 내열온도: 260°C, 최저 온도: -55°C
- (직접 접합 기술) 마찰교반용접(FSW), 초음파 용착(Ultrasonic Sealer), 레이저 활용 접합 (LAMP, Laser patterning)

이종접합 접착제

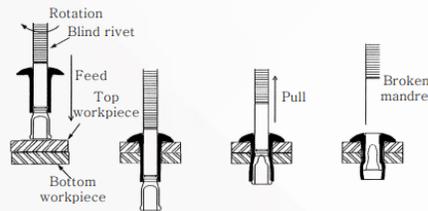
- (열경화성) Epoxy, Phenol 계 수지 (전단응력 > 박리응력)
- (Elastomer) PA, PS, 실리콘, 니트릴 고무 등 (전단응력<박리응력)

Test item	Test condition	Type1	Type2	Type3	Type4
Shrear strength (MPa)		37.73	18.82	18.82	18.82
	85°C, 192hr	18.82	-	-	-
	150°C, 192hr		15.44	13.72	13.72
	260°C, 10min		-	12.69	12.69
	260°C, 192hr			-	6.86
	-55°C, 10min	37.73	18.82	17.15	17.15
T Peel off Strength (MPa)	25°C	8.8	-	-	25°C

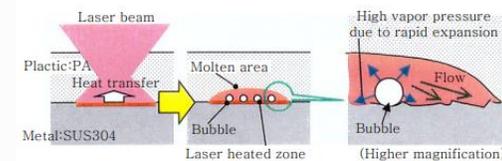
*출처: Journal of Welding and Joining, Vol.34 No.3(2016) pp31-39

직접 접합 기술

	Method
FSW (Friction Stir Welding)	✓ (마찰 교반 용접) 회전 블라인드 리벳을 이용하여 리벳과 맨드릴로 인한 인장응력으로 고정
Ultrasonic Sealer	✓ 초음파 진동을 이용하여 플라스틱과 금속 계면을 가열하여 플라스틱이 녹는 성질을 이용하여 접합
LAMP (Laser-Assisted Metal & Plastic)	✓ 금속에 접촉한 겹침 계면부의 플라스틱을 용융시켜 그 용융부에 작은 기포를 발생시켜서 용착 접합
Laser Patterning	✓ 금속 표면에 레이저를 이용하여 일정한 패턴의 요철을 생성 후 인서트 사출을 이용하여 접합



<블라인드 리벳 활용>



<LAMP Jointing method>



<Laser Patterning>

경량화 소재 - 샌드위치 구조

- (샌드위치 구조) 두장의 Skin(Sheet) 사이에 가벼운 Core 재료를 삽입하여 제조되는 구조용 소재 * 무게 증가 없이 두께를 늘려 강성 확보 (강성 ∝ 두께³)
- (Skin 소재) CFRP, GFRP 등의 섬유강화복합재가 주로 사용됨
- (허니컴 Core) Sheet 면과 수직방향으로 육각, 오각, 사각 형상을 가진 구조로 Core 형성 * 주로 아라미드 용지(Aramid paper)소재가 사용됨
- (발포형 Core) 낮은 밀도의 폼 형상의 소재가 적용되며, RTM 공정 적용 가능 * 폴리스틸렌, 폴리우레탄 등의 폼 소재 적용

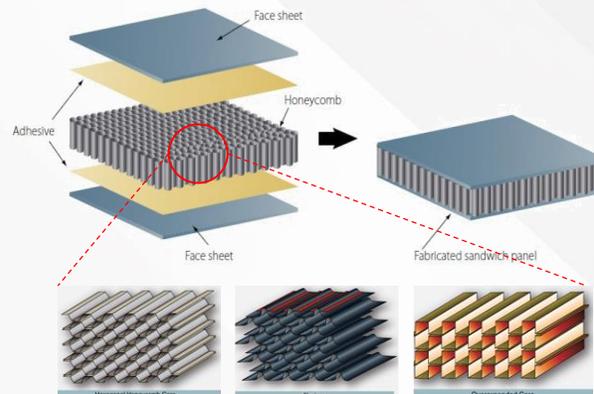
샌드위치 구조

- (Skin) Core 소재 대비 얇고 딱딱하고 견고한 소재 사용
- (Core) 두께를 높여 강성을 확보하지만 무게 증감은 최소화

구분	Skin	Core
허니컴	유리섬유강화복합재, 탄소섬유강화복합재,	크라프트 용지, 아라미드 용지, 알루미늄, 철, 유리섬유, 탄소, 세라믹
발포형	아라미드섬유강화복합재 알루미늄	폴리스틸렌, 페놀수지, 폴리우레탄, 폴리프로필렌, 폴리비닐 크로라이드, 폴리메타크릴리메이드

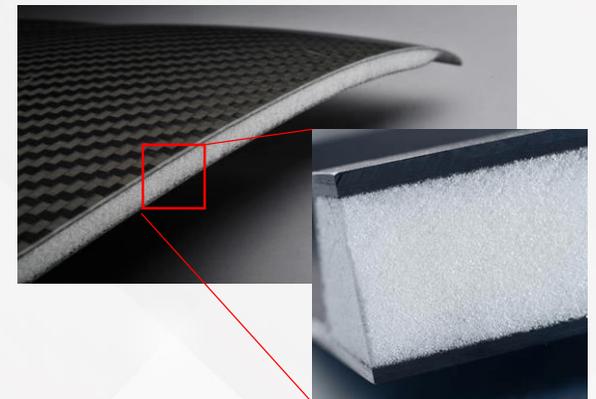
허니컴(Honeycomb) Core

- 일반적으로 육각 형태를 가짐
- 셀 크기가 작을 수록 Skin에 대한 지지력이 높음



발포형 Core

- 가공성 및 성형성 우수
- RTM 성형 공정 적용 최적



경량화 소재 자동차 적용 사례

람보르기니(Aventador) – CFRP

- CFRP는 우수한 소재 특성에도 불구하고 높은 소재 가격으로 프리미엄 차량에 적용
- CFRP의 제조원가의 대부분이 공정 비용(약 60%)으로 자동화 공정 등으로 제조 단가 저감 진행 중
- 탄소섬유 새시 적용 후 인테리어 적용 확대



〈아벤타도로의 CFRP 모노코크 새시〉

BMW (6세대 7 시리즈, 2019) – CFRP B-pillar

- CFRP, 강철, 알루미늄 조합 카본 코어 차체 제작 (BMW EfficientLightweight)
- B-pillar 부분 강철과 CFRP의 하이브리드 제작 방식 사용



〈BMW 6세대 7시리즈에 적용된 이피션트라이트웨이트 카본코어〉

경량화 소재 자동차 적용 사례

현대자동차 (N-Performance) – CFRP



- 레이스카에서 양산차로 적용 범위 확대
- 프론트 립, 리어 디퓨저, 리어 스포일러, 사이드 미러 커버 등
- 스팅어, 제네시스 G70 인테리어 부품에도 적용

〈현대 N-performance〉

트럭(탑차) 화물칸 패널 – 샌드위치 구조 판넬

- 탑차의 화물칸 패널로 사용 – 기존 강판, 알루미늄 대체 GFRP/아라미드 용지 적용
- 냉장/냉동 탑차의 경우 허니컴 구조 사이에 단열재를 포함시켜 단열 효과 부여



〈트럭 화물칸 패널 적용 허니컴 샌드위치 판넬〉

경량화 소재 자동차 적용 사례

테슬라 (모델 3) – Hybrid CCB – 이종 접합

- 스틸 – PA6 로 이루어진 하이브리드 타입의 CCB(Cowl Cross beam)
- 충돌에 의한 외부 충격 흡수에 주로 영향을 받는 부위는 연성이 강한 스틸 소재 적용
- 상대적으로 충격 노출이 적고 강성만 요구되는 부위는 복합소재를 적용



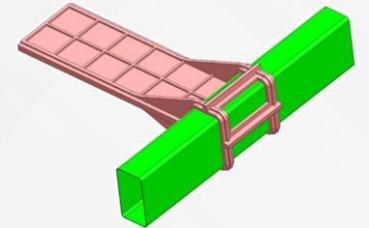
〈Steel/Composite Hybrid CCB〉

현대자동차 PBV(Purpose Built Vehicle) – 이종접합

- PBV(Purpose Built Vehicle): 목적 기반 모빌리티
: 목적에 맞게 디자인 및 실내공간을 유연하게 바꿀수 있는 모듈화 기반 플랫폼
- 디자인 및 실내 공간의 유연한 변경을 위해 차체의 다변화 필요 – 플라스틱 적용
- 차량의 운행 관련 부품은 플랫폼화 시켜 차체와의 결합을 통한 제조 방식
- 이종접합 기술 확보에 대한 연구 진행 중



〈차체-구동 플랫폼 결합〉



〈스틸-플라스틱 이종접합〉

경량화 소재 자동차 적용 사례 (JEC world 2023)

Kuraray, 일본 - CFRP

- 고내열 폴리아마이드 계열인 PA9T를 적용한 복합 소재 기술을 소개
- 도어 임팩트 빔, 고압수소용기 등에 활용 가능



〈PA9T 적용 복합소재〉

DSM, 네델란드 - CFRP

- 단방향 열가소성 복합소재 테이프 기술을 선보임
- 금속 대비 70% 경량화, 높은 비강성을 보이며, 재활용에서도 용이



〈단방향 열가소성 복합소재 테이프(UDea™)〉

Teijin, 일본 - CFRP

- 압축 성형이 가능한 FMC 기술 등 성형성 개선을 위한 연구 추진
- SMC 공정 적용을 통해 종래의 오토클레이브 또는 오픈 몰딩 대비 빠른 성형이 가능
- 무방향성의 단섬유를 적용함. Al 대비 40% 이상 경량화
- 외판은 Class A RTM을 적용하였으며, inner shell은 complex geometry RTM을 적용한 탄소섬유 도어를 선보임



〈Fully Carbon Fiber Door〉

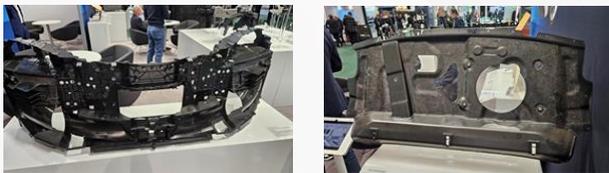
경량화 소재 자동차 적용 사례 (JEC world 2024)

Elringklinger, 독일 – CFRP

- Metal 하이브리드 성형을 적용한 CCB 류 구조 부품 소개
* CCB(Cockpit cross-car beam)
- 파이프류의 망사구조 오버몰딩과 볼팅 접합 등을 통해 금속과 플라스틱 부분을 연결
- 경량 소재(유리 섬유 강화 플라스틱, 열가소성 플라스틱, 열경화성 폴리머, 유기 시트, 알루미늄)를 사용



〈Metal-Plastic Hybrid type structural parts〉



〈Front End Carrier〉

〈Trunk Lid〉

ThermHex, 독일 – 샌드위치 구조

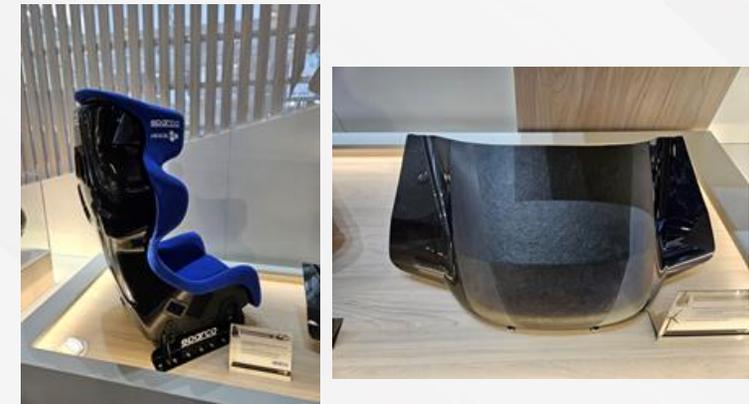
- 경량 샌드위치 패널 및 열가소성 폴리프로필렌 허니콤 코어 소개
- 현대자동차 외산모델 Creta 트렁크 플로어에 적용
- 높은 기계적 강도와 내화학 및 내수성 등의 장점으로 대면적 부품에 적용



〈허니콤 구조 샌드위치 패널 및 적용 부품〉

Hexel, 미국 – CFRP

- 에폭시 열경화성 CFRP 적용 스포츠카 시트 및 후드 부품 소개
- Primetex 직조 기술과 3K 탄소섬유를 이용한 프리 프레그를 이용하여 높은 기계적 성능과 표면을 구현
- 이탈리아 부품 업체인 Sparco에서 적용 중



〈열경화성 CFRP 적용 시트 및 후드〉

경량화 소재 자동차 적용 사례 (JEC world 2024)

Envalior, 독일 - CFRP

- Roving GF-PP, PA6 등의 복합소재를 이용하여 대면적 자동차 부품 적용 소개
- Mercedes-benz C-class의 12V start stop 배터리 홀더
- Roving glass fiber / PP composite sheet
- 금속 대비 30% 경량화 효과, 충돌에 의한 파손 방지 성능



〈12V start stop 배터리 홀더〉

SAERTEX, 독일 - GFRP

- 유리섬유 직물 제조 업체로 유리섬유 강화 복합소재 적용 자동차 부품 소개
- NCF(Non-crimp fabric) 적용 성형성 및 하중 지지 효과 증대
- 포렌시아와의 협업을 통한 자동차 도어 패널 부품 적용 기술 소개



〈유리섬유 직물 GFRP 도어 프레임〉

ZIUR Composite Solution, 스페인 - 이중접합

- 하이브리드 리프스프링 전시
- 운송 트럭 및 트레일러 리프스프링에 현재 적용 중
- Front leaf spring의 경우 steel leaf와 GFRP leaf 적층
- 기존 리프스프링 대비 40% 경량화
- HR-RTM 제조 기술 적용



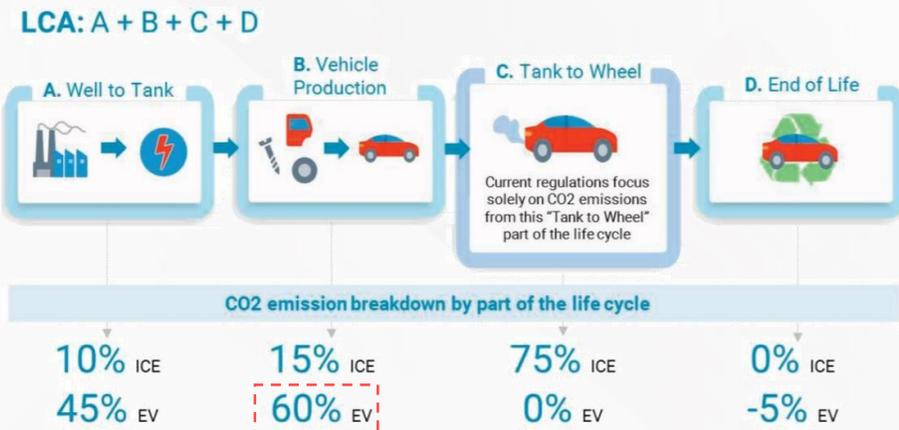
〈하이브리드 리프 스프링〉

친환경화

- 국내외 자동차 LCA 추진으로 차량 운행 뿐 아니라 연료 및 전기 생산, 차량 제조, 폐기 시의 탄소 배출량 및 온실가스까지 종합 평가
- 자동차 적용 석유 원료 기반 화학 소재의 제조 단계의 탄소 배출량에 대한 대응으로 바이오 매스 소재 적용에 대한 요구 확대
- 차량 제조 및 폐기 단계에 대한 대응으로 재활용 및 재활용 가능 소재 적용 및 부품 제조에 대한 필요성 증대

LCA 평가로 인한 제조 단계 배출 저감 필요

- 전기차의 경우 제조 단계의 CO₂ 발생 비중 60% 이상
- 기존 경량 소재의 제조 시 발생하는 탄소배출량의 비중 증가

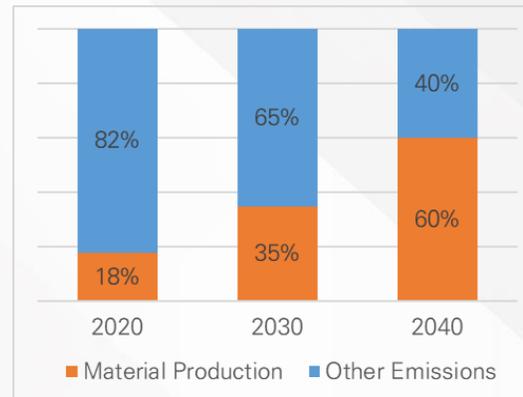


* 출처: Goldman Sachs Global Investment Research, '19

자동차 적용 소재 별 CO₂ 발생 비율

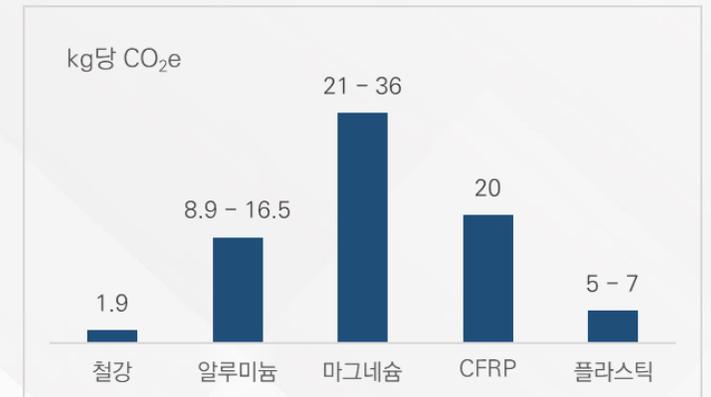
- 차량 제조 단계의 탄소배출량 비중이 점차 증가할 것으로 전망
- 화학 소재의 경쟁력 강화를 위해 재활용 및 바이오 소재의 적용 확대 필요

〈LC 탄소배출 비중 변화 전망〉



* 출처: Mckinsey&Co., '20

〈소재별 제조 단계 탄소배출량 비교〉



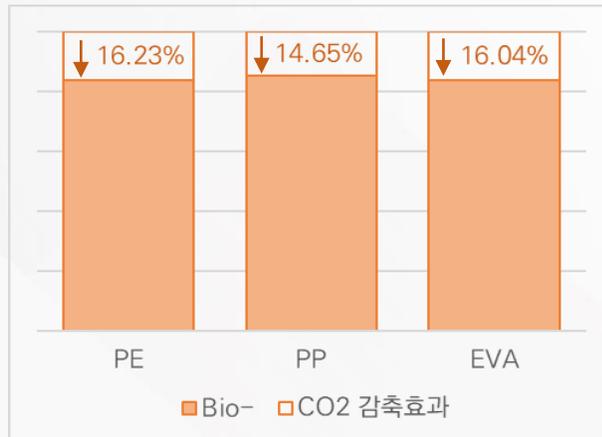
* 출처: BloombergNEF, '21

친환경 소재 – 바이오매스 기반 소재

- 🔍 (바이오매스 플라스틱) 식물 유래자원 인 바이오매스를 원료로 하여 고분자 합성 (바이오 PU, 바이오 PP, PLA/PET, PLA/PA 등이 개발)
 - * 사탕수수나 사탕무, 옥수수, 감자, 곡물, 식물성 기름 등
- 🔍 (자동차용 바이오 소재) 자동차 적용 소재는 바이오매스 기반 및 재활용에 초점 * 10년 이상의 수명을 요구하므로 빛 또는 미생물 생분해 소재 적용 불가
- 🔍 (주요 적용 소재) 천연 유래 섬유, 바이오 원료 폼, 식물성 도료, 바이오매스 기반 플라스틱 등의 형태로 주로 내장 부품에 적용 중
- 🔍 (주요 적용 부품) 내장 부품 트림(NFPP), 스킨(비건 가죽), 도료(Bio Oil 함유 도료), 플로어 매트(Bio PET), 시트 폼(Bio PU) 등
 - * 비건 가죽 : 동물 가죽이 아닌 식물이나 플라스틱 소재를 이용한 인조 가죽(파인애플 잎, 선인장, 과일껍질, 버섯 등)

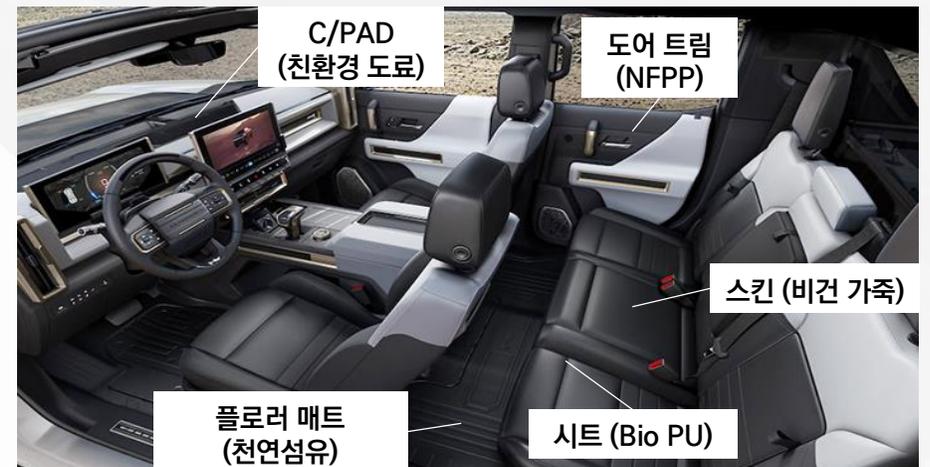
바이오 원료 기반 소재의 LCA 평가 결과

- 전과정 평가(LCA) 결과 석유기반 소재 대비 14-16%의 이산화탄소 배출 저감 효과
- 물성 보안을 위해 기존 소재와 Alloy 형태로 소재를 개발 및 적용
- 바이오 추출물 원료를 기반으로 하거나 첨가제로 활용 하여 바이오매스 함량을 높인 복합재 개발 진행 중



〈기존 소재 대비 바이오 소재의 CO₂ 감축효과〉

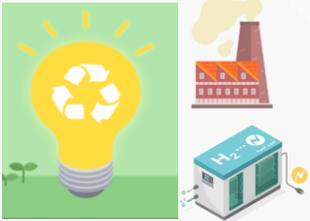
주요 적용 부품



친환경 소재 - 재활용 소재

- (재활용 원료 기반 소재) 해양 쓰레기 및 왕겨(벼의 겉껍질), 아마 씨 등에서 나오는 폐기물을 원료로 하는 소재
- (주요 적용 재활용 원료) 폐 PET병, 폐 어망, 와인 코르크, 폐 타이어, 의류, 폐 유리 등
- (주요 적용 부품) C/PAD 스킨(TPO*(재활용 가능 소재)), 시트 스킨 (폐 PET 섬유), 헤드라이너 & 도어 트림 (폐 플라스틱 Fabric), 웨더스트립(폐유리 미세 입자 적용 TPE) 등 * TPO(Thermoplastic Olefin): PP와 PE를 기본 원료로 배합하여 제조, 100% 재활용 가능

폐 플라스틱 재활용 과정

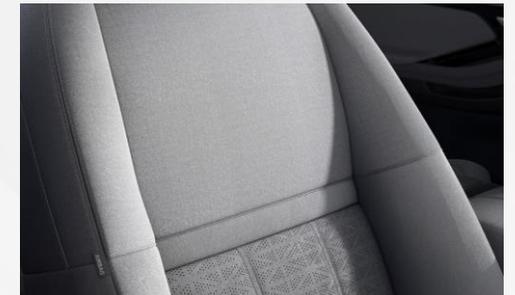
물질 재활용	화학적 재활용	열적 재활용
분쇄, 용융 등의 물리적 가공 과정을 거쳐 사용 가능한 플라스틱으로 재생	고분자구조를 분해하여 원료로 재생하는 방법	열에너지 회수 방법으로 폐플라스틱을 효율적으로 열에너지로 변환
재생 압출기를 통해 펠릿(Pellet)으로 만들어져 재생 원료로 사용	PE, PP, PS 등의 열분해 반응 또는 화학반응을 통해 원료 추출하여 재생	폐플라스틱 연료화 · 열분해 유를 태워 연료 사용 · 가스화 공정을 거쳐 수소 생산
		

완성차 재활용 플라스틱 사용 비중 증가

- 볼보: '25년부터 차량에 사용되는 플라스틱 中 최소 25% 재활용 소재 적용
↳ 콘솔(폐 어망, 로프의 플라스틱 재활용), 플로어 매트(의류업체의 자투리 천)
- 랜드로버: 대당 16kg 재활용 플라스틱과 21kg의 재생 가능 소재 적용 (재활용 PE)
- 포드: 차량 시트 당 22개 플라스틱 용기 재활용 (폐 섬유와 폐 플라스틱 용기 혼합 제조)



〈볼보 XC 60〉



〈레인지로버 이보크 시트〉

친환경 소재 자동차 적용 사례

현대자동차 - 자동차 내장부품용 친환경 소재(바이오 & 재활용) 적용 기술 단계

- 기존 마케팅 목적의 적용 시도 단계에서 LCA 등의 산업 환경 변화에 대한 대응으로 적용 확대 단계로 진입
- 초기 물성 부족으로 석유기반 화학소재와의 Alloy 형태로 적용하는 방식에서 점차 가능성이 부각되고, 최근에는 기존 플라스틱 대비 우수한 물성의 바이오 소재도 연구 중

1단계 (2014~)

- 최초 전기차 (쏘울 EV) 적용 친환경 컨셉 내장재
 - ↳ 소재: PP-CDA (~25%), PLA+ABS
 - ↳ 부품: 필라트림, 콘솔 등



2단계 (2018~)

- 가격 경쟁력 확보 PP Alloy 개발 및 적용 부품 확대
 - ↳ 소재: PP+Bio PE, Bio PETG+ABS
 - ↳ 부품: C/PAD 코어, 도어 트림 등



넥쏘 친환경 소재 적용 부위

3단계 (2021~)

- 고성능 / 고함량 Bio 복합재 개발
- 폐자원 (PCR, PIR) 적용 소재 개발
 - ↳ 소재: 바이오 복합재, 재활용 PA
 - ↳ 부품: 가니쉬, 조어 트림 등



* PCR: Post Consumer Resin, PIR: Post Industrial Resin

친환경 소재 자동차 적용 사례

현대자동차 (아이오닉 5) – 바이오매스 소재

- 친환경 소재가 가장 많이 적용된 차종으로 주로 내장부품에 적용
- 바이오매스 소재 적용 : 도어트림, 플로어 매트, 천장재, C/PAD 등
- 재활용 원료/재사용 가능 소재 : 도어 가니쉬, 시트 커버 등



〈아이오닉 5 내부〉

기아 (EV6) – 재활용 소재

- 기아의 첫 순수 전기차로 내장부품 위주로 친환경 소재 적용
- EV6 한대에 적용된 재활용 소재는 500ml PET 병 75개에 해당
- 영국의 친환경 인증 비영리 전문기관 'Carbon Trust'로 부터 탄소 발자국 인증 획득
* 탄소 발자국 인증: 제품의 제조부터 폐기까지의 전 과정 탄소 배출 환경영향도 기준 충족 인증



〈EV6 내부〉

친환경 소재 자동차 적용 사례

벤츠(EQXX) – 바이오 소재, 재활용 소재

- 바이오 매스 소재, 재활용 소재를 도어, 시트, 플로어 매트 등에 적용
- 도어트림(100% 재활용 PE), 시트(비건 가죽), 플로어 매트(대나무섬유) 등 적용



〈벤츠 Vision EQXX〉

벤틀리 – 바이오 소재 / 볼보(폴스타) – 재활용 소재

- (벤틀리) 포도껍질, 씨, 줄기 등을 활용한 비건(Vegan) 가죽과 고사된 나무 시트 적용
* 포도껍질, 씨로 오일 추출 후 표면 코팅 / 줄기를 숙성과 압축 과정을 거쳐 인조가죽 제조
- (볼보) 낚시 그물을 재사용하여 차량 카펫 및 시트 섬유로 이용 (Bcomp社)



〈벤틀리 시트〉

〈볼보 폴스타 시트〉

친환경 소재 자동차 적용 사례

포드 (브롱코) – 재활용 소재

- 해양 플라스틱 100% 재활용 부품 적용 : 와이어링 하네스 클립 (나일론제 페그물)
- 기존 대비 비용 10% 절감 및 적은 에너지 사용



〈해양 플라스틱 100% 재활용〉



〈와이어링 하네스 클립〉

아우디 (A3) / BMW (iX) – 재활용 소재

- (아우디, A3) 시트, 플로어 매트 섬유 소재의 89%를 재활용 패트 기반 원사 적용
- (BMW, iX) 한 대당 재활용 플라스틱 60kg 사용, 알루미늄 50% 재활용 자재 활용



〈아우디 A3 시트〉



〈BMW iX 내부〉

친환경 소재 자동차 적용 사례

마쓰다- 바이오 소재

- 미쓰비시 케미칼과의 협업으로 Bio PC 적용 (과당(Sorbitol), 옥수수 원료 추출물)
- PLA의 분자구조 조절을 통한 용융 온도 및 가공성 향상
↳ 내열도 및 충격 강도 향상으로 압사출 가공 용이
- Tejin Fiber와의 공동연구를 통해 100% 천연 섬유 적용 시트 개발 및 적용 중('16~)



〈MX-30〉

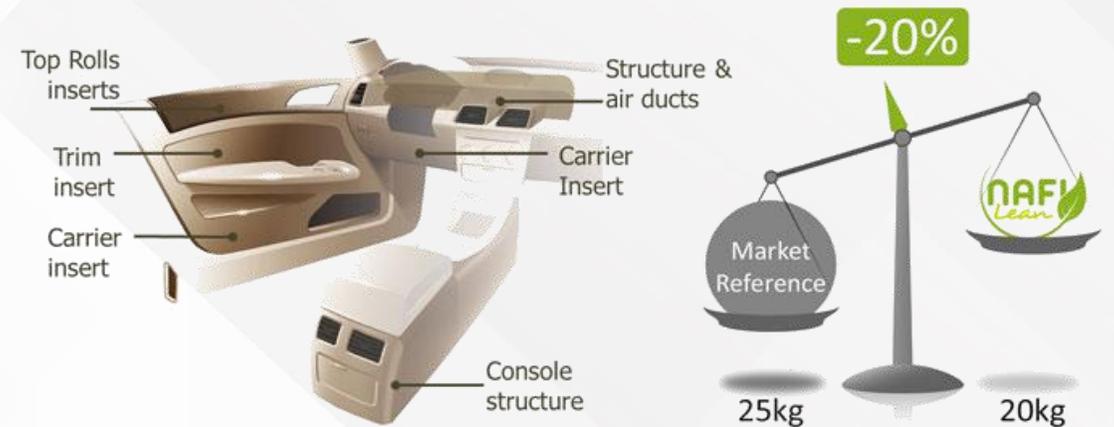


〈Bio PC 적용 내장부품〉

〈천연섬유 적용 시트〉

포레시아(부품사) - 재활용 소재 적용 부품

- 바이오 소재 NAFILean®(Natural Fibers for Lean Injection Design) 제품 적용
↳ '08년 부터 적용 중
- 복합소재의 보강재로 Hemp소재 적용 중, 수급 안정성 확보를 위해 APM社 설립
* APM: Automotive Performance Material
- NFPP(Natural Fiber PP) 대량 생산 중, 최대 50% 중량 감소 가능



〈바이오 소재 NAFILean® 적용 부품〉

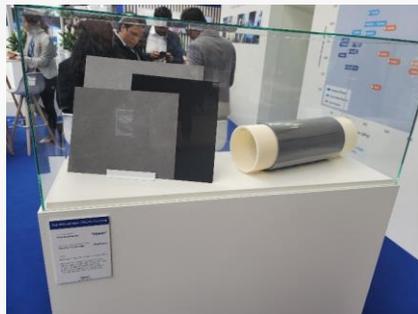
친환경 소재 자동차 적용 사례 (JEC world 2023)

Toray, 일본 - 바이오, 재활용

- 탄소섬유의 새로운 Eco-System을 제안함
- 바이오 기반 소재를 통한 탄소섬유 제조 및 CFRP 재활용을 통한 단섬유 재활용 제품 활용 (LCA/LCI)
- 바이오 기반 소재 및 재활용 CF를 활용한 Porsche GT4 ePerformance Front Bonnet을 선보임
- 다공성 C/C (CF/C) 복합소재로 열처리를 통해 기계적 특성과 가스 확산 특성이 우수



〈Front Bonnet〉



〈Gas Diffusion Layer for Fuel Cells〉

Evonik, 독일 - 바이오, 천연섬유

- 바이오 기반 열경화성 레진, 경화제 등 열경화성 복합 소재에 적용되는 원소재 기술 소개
- 아마(Flax)로 만든 경량 고성능 섬유 강화 직물 (AmpliTex)와 메타크릴레이트계 레진을 사용한 바이오기반 열경화 레진 라미네이트를 선보임
- 높은 성능과 낮은 VOC가 가능한 SMC용 경화제를 적용한 테일게이트 Inner panel을 선보임



〈Tailgate Inner Panel - Vestalite 적용〉

Hexcel, 미국 - 바이오

- 친환경 프리프레그 및 CFRP용 레진을 개발
- 바이오 유래 에폭시 레진과 아마 섬유로 보강된 스키 시제품 전시
- 단방향 섬유의 다층 구조로 이루어진 HiMax 제품과 woven 구조의 PrimeTex 제품으로 구성된 단일 부품의 휠을 제조



〈Carbon Revolution Wheel〉

친환경 소재 자동차 적용 사례 (JEC world 2023)

Teijin, 일본 - 재활용

- 테이진 독자적인 pyrolysis 공정을 통해 CFRP 쓰레기로부터 재활용 탄소섬유를 추출. 높은 강도, 강성, 전기전도도, 정전방지 및 접착성을 갖는다고 소개
- 재활용 탄소섬유는 3~100mm 길이를 가지면 BMC, SMC, 사출 공정에 활용 가능
- 재활용 탄소섬유(carboNXT)를 분쇄하여 평균길이 80~500um 수준을 보이고 기계적 특성과 전기적 특성을 동시에 강화



<CFRP waste>



<Pyrolyzed carbon fiber>



<CarboNXT>



<Chopped rCF>

Toyota Industry, 일본 - 재활용

- CFRP 리사이클 시스템을 소개
- 100% 리사이클 CF spun yarn을 비롯한 rCF 원단, rCFRP 플레이트, rCFRP 임펠러 제품을 소개



<CFRP Recycling System>



<rCF spun yarn>



<rCF Textile, Plate>

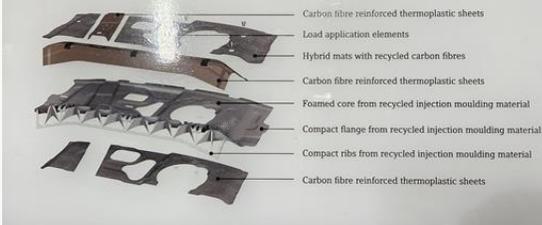


<rCFRP 임펠러>

친환경 소재 자동차 적용 사례 (JEC world 2024)

ReLei, 독일 - 재활용

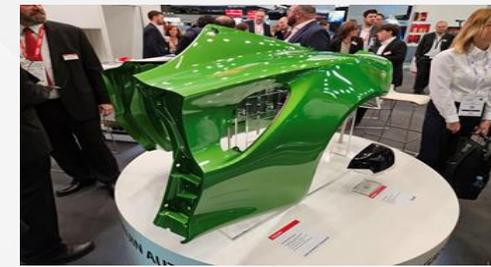
- 탄소 섬유 강화 열가소성소재로 발포된 샌드위치 구조를 적용한 자동차 바디 제조
- 미세 셀룰러 코어와 복합소재 상부층 형성 공정 단일화
- 복합소재 상부층은 재활용 CF, PA-fiber 혼합 적용
- 복합상부층은 외부에서 가열되어 자동으로 금형에 삽입



〈자동차 바디 부품 및 구조〉

Teijin, 일본 - 재활용

- GF, CF, Recycled fiber를 적용하여 도어 및 펜더 등의 자동차 부품 적용 소개
- 페놀 기반 복합소재, LCM 바이오(30% 이상) 기반 천연섬유 복합소재, 재생(100%)섬유 적용 바이오(30%) 레진 적용 복합소재
- 화염 지연 특성 및 높은 기계적 물성 등을 이용해 EV 배터리 하우징으로 적용



〈유리 및 탄소 섬유, 재생섬유 FRP 적용 자동차 부품〉

친환경 소재 자동차 적용 사례 (JEC world 2024)

Bochao, 중국 - 천연섬유

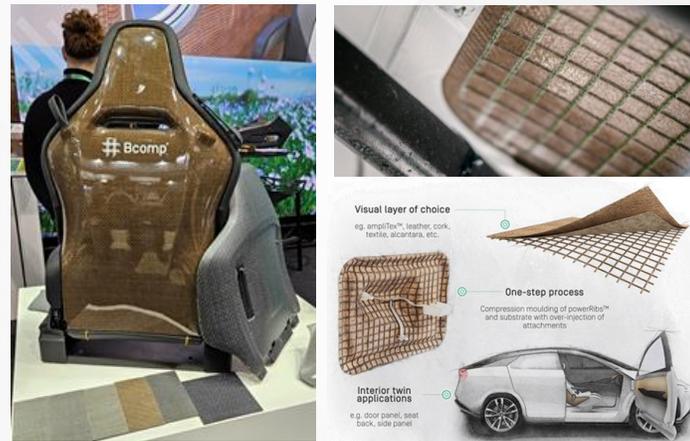
- 천연 섬유 적용 자동차 트림류 부품 소개
- 시트 백, 도어 패널 및 트림, 트렁크 등 부품에 적용
- 대마 섬유를 이용한 PP, PE, ES, PU, PR 복합재 생산
- M-benz, BMW, 볼보, 아우디, 폭스바겐 등에 공급 중



〈천연섬유 적용 자동차 트림류 적용〉

Bcomp, 스위스 - 천연섬유

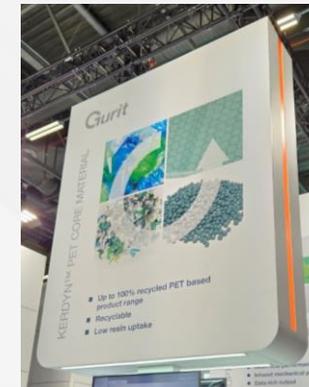
- 볼보 전기차 Polestar 시트 적용 천연섬유 기반 복합 소재 소개 (시트백, 시트 벨트)
- 천연섬유 보강 그리드를 통한 강성 향상
- 굽힘 강성 3배 향상, 재료 사용량 및 무게 감소
- 내부 패널 적용을 통해 무게는 최대 50% 절감 및 플라스틱 사용량 70% 이상 감소 가능



〈NFPR 시트백〉 〈섬유보강 그리드(powerRibs™)〉

IMCD, 네덜란드 - 재활용

- PET 코어 소재 자원 순환 기술 소개
- 100% 리사이클 PET 기반 소재 Kerdyn™ 소개
- Standard, Fire retardant, Sealed surface option 3가지 그레이드 소개
- 낮은 레진 사용을 통한 우수한 기계적 물성 확보 (65~300kg/m³ 밀도, 5~200mm 두께 제어 가능)



〈PET 재활용 기술〉



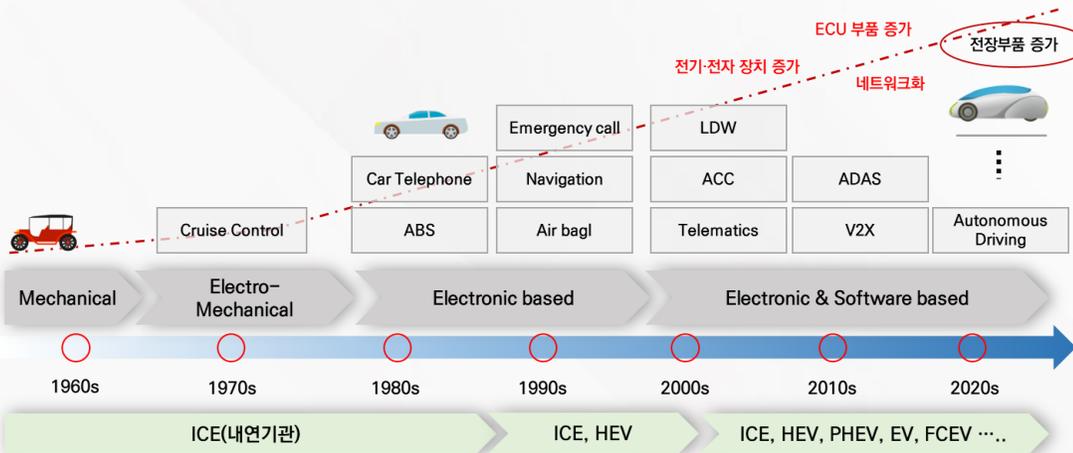
〈100% 재활용 PET 적용〉

고기능화

- 미래차(전기차, 수소차, 자율주행차) 개발에 따른 관련 부품 수가 증가되고 각 부품의 성능에 맞는 기능성 소재에 대한 연구 확대
- 전기차 배터리 안전성 및 효율 향상을 위한 열관리 관련 소재 개발 및 적용에 대한 이슈 증가
- 디스플레이, 센서 등 적용 전장부품 수 및 면적이 증가함에 따라 기능성 소재를 이용한 부품 및 모듈화 개발 진행 중

미래차 관련 전장 부품 수 증가

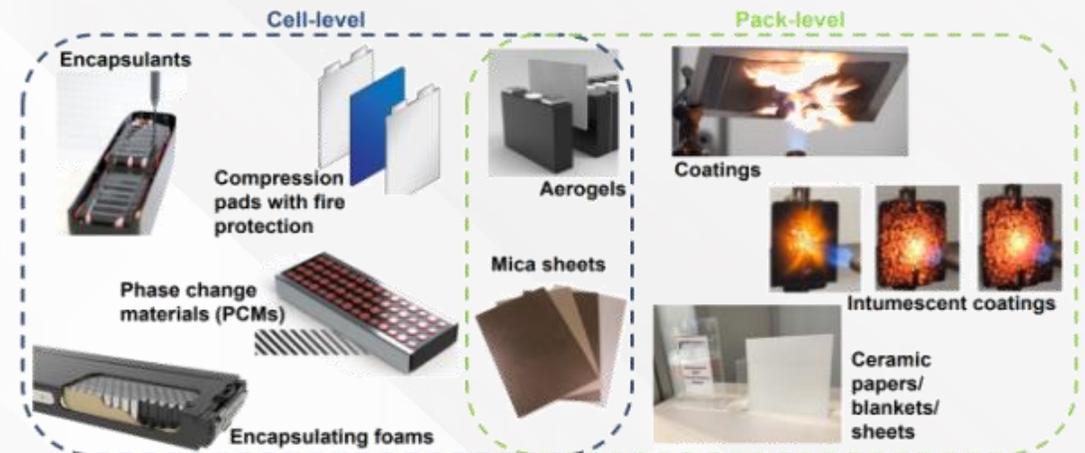
- 미래차 관련 산업 변화로 기계중심에서 전기·전자, 소프트웨어 중심으로 변환
- 내연기관차 전장 부품의 원가 비중 40% 이상(전기차의 경우 70% 이상)



〈자동차 부품 산업의 중심 분야 변화〉

배터리 열관리

- 고속 충전 및 고출력, 저온 효율 저하 개선을 위한 열관리 소재 및 기술 요구
- 화재 및 고장 관련 안전성에 대한 소비자의 불안감 해소를 위한 소재 및 기술 필요



〈배터리 셀/팩 단계의 열폭주 대응 열관리 소재 및 기술〉

기능성 소재 - 방열, 난연, 단열 특성

- (방열 소재) 배터리 및 전장부품에서 발생하는 열을 효율적으로 발산하여 부품 성능 저하 방지를 위한 소재
- (난연 소재) 화재 위험 대응으로 UL94(V0) 등급을 획득한 난연 소재에 대한 수요 증가 예상 * UL94(V0) 등급: 연소 파편 미점화 및 30초 이내 소화
- (단열 소재) 열 전달을 차단하는 소재로 내부에 기공을 품은 폼 소재 및 발포 및 에어로젤(Aerogel) 소재를 포함

방열 소재

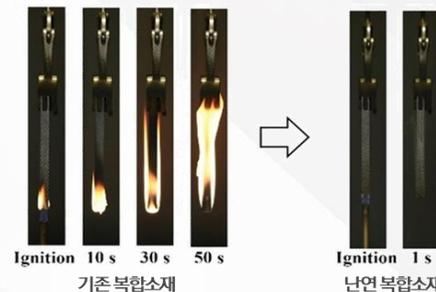
- 탄소계(CNT, CF 등) 및 실리콘계(BN, AlN, MgO 등) 열전도 충전제 포함 복합소재
- 복수의 열전도 충전제를 적용하는 필러 하이브리드 시스템 적용

〈열전도성 충전제 종류 및 열전도도〉

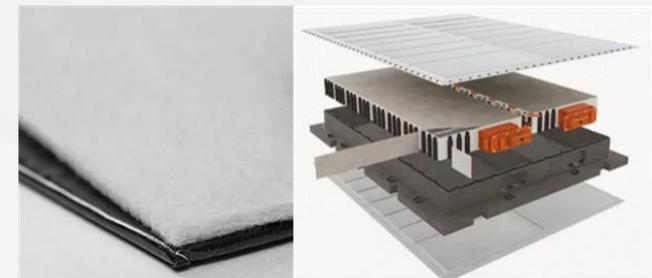
Type	소재	형태	열전도도 (W/m·K)
도전성	탄소계	탄소나노튜브 (CNT)	Fiber 2,500~6,000
		그래핀 (Graphene)	Sheet 2,000~5,000
		흑연 (Graphite)	Flake 100~400
		탄소섬유 (CF)	Fiber 8~70 (PAN) / 530~1,100 (Pitch)
절연성	금속계	구리 (Cu) / 은 (Ag) / 금 (Au) / 알루미늄 (Al)	Sphere Cu(480) / Ag(450) / Au(340) / Al(200)
		세라믹계	질화붕소 (BN)
질화알루미늄 (AlN)	Sphere 200		
산화마그네슘 (MgO)	Sphere, Plate 50		
산화알루미늄 (Al ₂ O ₃)	Sphere 20~30		
	광물류	탄산칼슘, Talc, Mica	Sphere, Plate 4~5

난연 및 단열 소재

- (난연) 고온 조건에서 난연제는 흡열반응을 통해 표면 온도를 낮추어 연소 확산 낮춤
- 일반적인 난연성 첨가제는 할로겐계이나 가스 유독성으로 비할로겐계 개발 진행 중
* 할로겐계: 불소(F), 브롬(Br), 염소(Cl) 등으로 연소 시 유독 가스 발생
- (단열) 물체의 열 전달 저항을 높여 열 흐름을 낮춤 * 주로 기공을 통한 열전달 저항 상승
- 배터리의 Cell-to-cell, 모듈, 팩 단위의 열차단을 위한 박육, 경량 구조의 단열 소재



〈일반 복합소재 vs 난연 복합소재〉



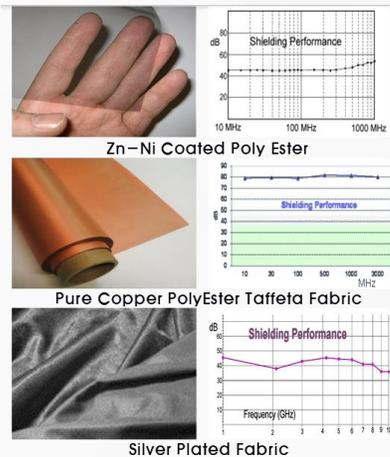
〈박육, 경량의 에어로젤 타입의 단열 소재〉

기능성 소재 - 전자파 차폐, 광학적 특성

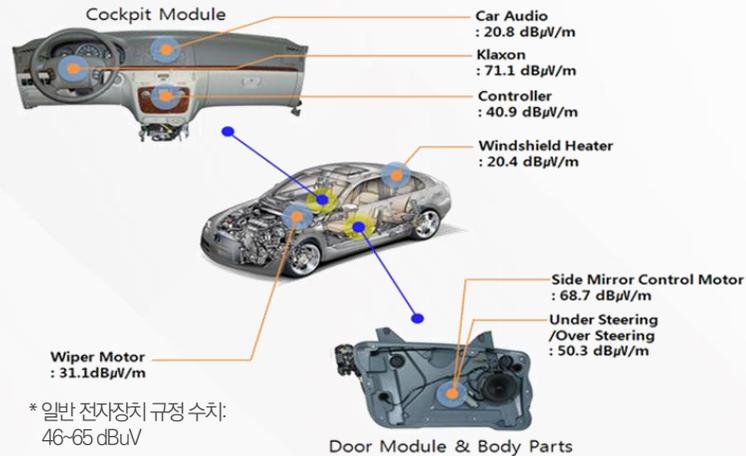
- 디스플레이, 센서, 조명 등의 전장부품수가 증가 함에 따라 관련 기능을 가진 소재 개발 및 부품 적용 필요 증가
- (전자파 차폐) 전장부품 증가로 인한 전자파에 대한 노출 방지 및 부품 간의 신호 혼선 방지를 목적으로 적용되는 소재
- (광학적 특성) 디스플레이, 전조등, 센서 등의 광학 특성 관련 전장 부품과 관련된 기능 * 반투과 필름, 김서림 방지, 투명 방오 특성 등

전자파 차폐

- 금속 섬유, 세라믹 분말, 탄소섬유, CNT, Graphene 등을 첨가하여 복합재료 제조
- 두가지 이상의 첨가제 소재를 융합하여 성능, 무게 등의 장단점이 보완된 소재 개발



<전자파 차폐 소재>



<주요 전장부품의 전자파 발생 현황>

광학적 특성 관련 전장 부품

- 투명 소재 및 광학 특성, 자동차 부품과의 일체화를 위한 기능성 소재 적용



기능성 소재 자동차 적용 사례

배터리 하우징 - 난연, 단열 소재

- (랑세스) PA6, PA66 기반 유리섬유 강화 비할로겐계 난연성 재질 소재 개발
- (아사히 카세이) mPPE 기반 난연 폼 소재 개발, 탁월한 성형성 및 단열 특성



〈난연소재 적용 배터리 하우징 (랑세스, LANXESS)〉



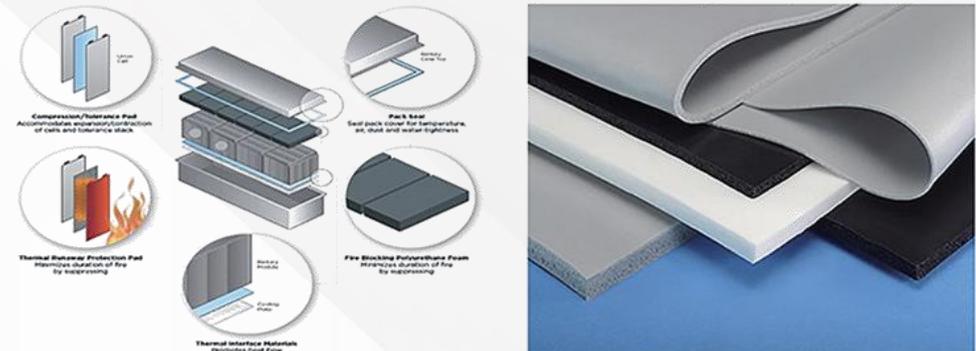
〈단열소재 적용 배터리 하우징 (아사히 카세이, AsahiKASEI)〉

전기차 배터리 - 방열 소재

- 전기차 모터 및 배터리에서 발생하는 열 집중 방지 및 발산을 위해 적용
- 모듈 내부의 부품 간(間)이나 부품 및 팩 내부에 적용



〈배터리 적용 실리콘계 방열 소재(Wacker)〉



〈배터리 적용 폼 소재 및 방열 소재(Saint Gobin)〉

기능성 소재 자동차 적용 사례

Kia K9 – Anti-fogging 소재

- 헤드램프 내부 온도 상승(200°C 이상)으로 인한 후면 하우징 소재의 가스발생으로 뿌옇게 오염되는 문제 해결
- 유리섬유와 고분자량 첨가제를 이용한 내열성 확보



〈Kia K9 헤드램프〉

Continental(부품사) – 히든 디스플레이 – 반투과 필름

- 반투과 필름 적용 히든 타입 디스플레이 부품
- 빛을 한방향으로만 투과 및 반사하는 광학 특성을 지닌 필름을 이용
- 디스플레이 OFF 시 우드 또는 카본 패턴 등의 일반 가니쉬 부품
- 디스플레이 ON 시 표면에 디스플레이 영상이 나타남

디스플레이 OFF -



디스플레이 ON -



기능성 소재 자동차 적용 사례 (JEC world 2024)

AZL Aachen GmbH, 독일 - 난연/방염

- Cell to Pack 배터리 케이스 관련 연구
- 80초 동안 1,200°C 노출을 통해 열폭주 손상 분위기 연출
- 800, 1,000, 1,200°C / 10분 / 5kN 인장력
- 90°, 45°, 25° 충격 테스트(15mm, 60kg), 4m 높이



〈Flame Retardant 소재〉



〈Cell to Pack 하우징〉



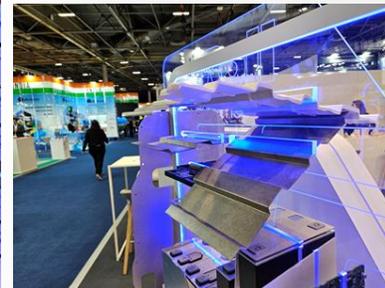
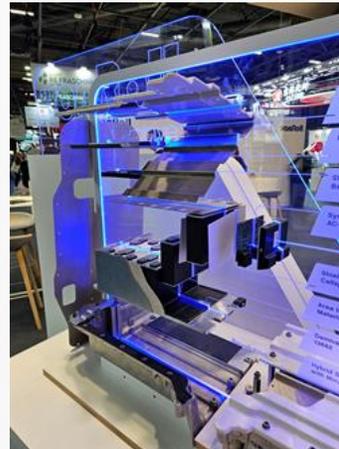
〈금속소재 강도 테스트〉



〈CFRP 강도 테스트〉

VonRoll, 스위스 - 난연/방염

- 3차원 구조 Mica 부품, Shield T barrier(Mica 복합소재)
: 1,200°C, 15분 이상 화염방지 / 18kV/mm 절연 성능
- Mica 튜브: HF 가스 저항성, 1,200°C, 15분 이상 화염방지
- Hybrid SMC with Mica insert : EMC shield, 화염 전이 방지



〈배터리 하우징 및 내부 적용 Mica 기능성 소재〉

Envalior, 독일 - 난연/방염

- 열폭주 보호 가능 배터리 케이스 소재
- 최소 두께 1.5mm UL2596(인클로저 열폭주) 만족
- 단열 및 절연 성능을 이용한 인접 부품 보호
- 3mm 두께에서 알루미늄 소재 대비 높은 화염 전이 방지 성능을 보임 (1,400°C, 20초)



〈Al sheet(Ref.)〉



〈Tepex®(CFRP)〉

시사점 및 전망

- ✓ (자동차 산업 동향) 세계적으로 생산량이 정체 및 감소 되었으나 단계적 회복 중
- ✓ (친환경 자동차 비중 증가) 순수 전기차 및 하이브리드 적용 차종의 증가로 판매 대수 급증
- ✓ (연비 및 환경 규제) 연비 기준 향상 및 LCA 평가 적용으로 경량화 및 친환경화를 위한 개발 요구
- ✓ (전기차 관련 이슈) 효율 저하에 대한 불만 및 화재 안전성에 대한 불안 해소를 위한 대응 기술 요구
- ✓ (자동차용 소재 개발 동향) 산업 환경 변화에 맞추어 경량화, 친환경화, 기능성화 방향으로 개발
 - (경량화 소재) 범용/엔지니어링 플라스틱, 섬유강화복합소재 등의 고강성 경량 소재의 적용 확대
 - (친환경 소재) LCA 평가 관련 바이오 매스 및 재활용 플라스틱 소재에 대한 적용 필요성 증대
 - (기능성 소재) 전기차 및 전장 부품 관련 다양한 기능성을 가지는 소재가 개발 및 적용
- ✓ 두 가지 이상의 소재 복합화를 통해 장단점을 보완하고 두가지 이상의 요구 성능을 동시에 만족시킬 수 있는 소재를 중심으로 개발되고 있음