

소재부품기술개발사업
패키지형

1

경사충돌안전 범규 대응 30% 경량화
다중소재융합 차체모듈 기술개발

과제명

경사충돌안전 법규 대응 30% 경량화 다중소재융합 차체모듈 기술개발

1. 개요

가. 개념 및 정의

(세부과제 1) 경사충돌 대응 및 경량화를 위한 차체모듈 설계 및 제조기술 개발

- 30% 차체(body in white) 경량화를 위해 기존의 철강소재 중심에서 Al, Mg, Ti 및 탄소복합제(CFRP)와 같은 다양한 경량소재를 적용하는 다중소재 융합형 차체 설계 및 제조 기술
- 실제 차량이 외부 충돌 특히, 90km/h의 속도로 이동하는 무게 2.5톤 자동차를 15도 경사에서 전면 35% 각도로 충돌하는 시험을 통과할 수 있는 내충격 설계 및 제조 기술
- 정면과 측면 충돌 시 인체 더미 모델의 상해치 분석을 통해 탑승자의 안정성을 확보할 수 있는 설계 및 제조기술
- 다중소재 간 접합성(접합강도 및 열변형에 대한 내구성) 문제 해결을 위한 특수 접합 공법과 접착제를 개발하고, 접합 계면 부식 대응을 위한 표면처리 기술
- 경량 다중소재 적용 BIW 제조를 위한 생산시스템 설계 및 실차 적용 기술



그림 1. 경량소재 적용 다중소재 융합형 차체 모듈

(세부과제 2) 다중소재 적용 비강도 향상 차체용 단위부품 제조기술 개발

- 본 기술개발에서 적용될 경량금속, 가공 및 접합기술은 기존 공법 대비 부품의 비강도 및 성형성을 극대화하며, 다중소재 성형 및 가공에 따른 변형 및 부식제어를 통한 경량 차체용 단위부품을 제조하는 기술임
- 경량화와 함께 높은 충돌에너지 흡수능을 갖는 합금 고특성화 기술로써 강도·연신율을 동시에 향상시킬 수 있는 합금 최적화 설계 및 제조기술
- 액상/액상, 고상/액상, 고상/고상간 이종 금속 제조 및 상간 계면 제어 기술
- 이종금속의 단조, 압출 및 압연등의 소성변형에 대한 기존 소재 대비 성형한계 극복을 위한 특수 소성변형 설계 기술
- 다중소재 부품 접합특성 및 조립성 향상을 위한 부품 표면처리, 성형 및 공정, 후가공 가공 기술로써, Body-in-White를 구성하는 프론트사이드멤버, 대쉬판넬, 필라류, 실사이드멤버, 언더바디 등 단위부품 제조 및 특성평가 기술
- 경량소재 합금에 대한 변형을 속도, 온도 등 공정조건에 따른 성형성 데이터베이스 기반 공정맵 구축 및 이를 통한 공정 최적화 방안 확립 기술

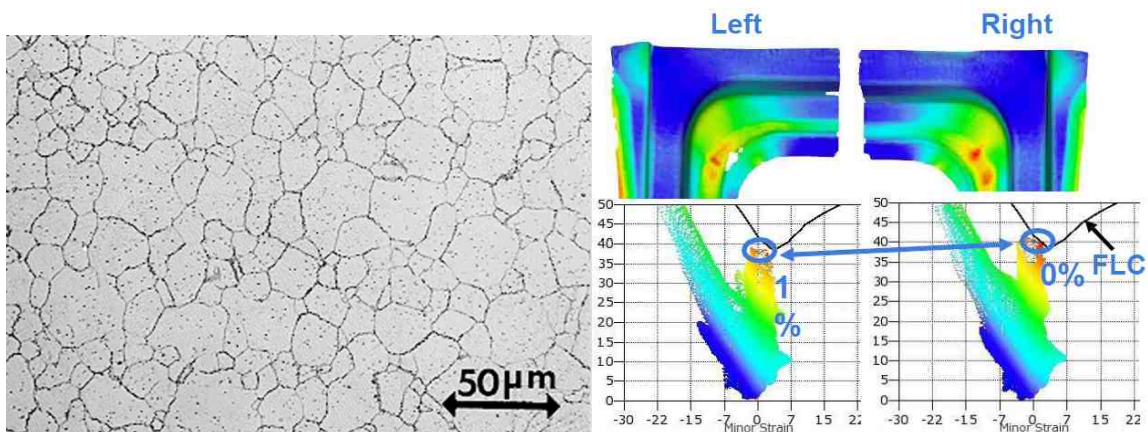


그림 2. 성형 한계 극복을 위한 소성변형능 DB

(세부과제 3) 고충돌 흡수능을 갖는 탄소섬유 경량차체 성형기술 개발

- 복합소재의 특성과 금속소재의 특성을 고려, 전체 부품을 CFRP로 제작하기보다 금속 재료와 CFRP를 혼용하여 사용하며 CFRP를 국부적인 부품에 제한적으로 적용하여 BIW용 모듈 및 성형공정 개발
- CFRP가 가지고 있는 연신율에 대한 단점을 금속이 보완, 금속의 무게부분의 단점이나, CFRP의 경량성을 이용하여 경량 고충돌 안정성을 보유한 BIW 모듈 설계

- BIW(body-in-white parts): 크래시 프로파일(crash profiles), 경도 빔(longitudinal beams), 바닥 구조(floor structures) 등
- 차량의 중요 부위인 BIW 모듈의 소재 변화를 가져오며, 금속소재 (Mg, Al, 금속 등)와 경량성이 높은 CFRP 적용 다중소재의 고속 성형기술 및 생산성(5분/개)을 가진 공정기술 개발
- 소재의 물성, 내구성, 파괴메커니즘, 고충돌 흡수능 및 BIW 구조설계 DB를 확보해야하며, 개발된 다중소재를 활용하여 2020년 신규 정면충돌평가를 통하는 수준의 제품 개발



그림 3. CFRP 핵심 요소기술 개발

나. 지원 필요성

☑ 산업적 필요성

- 기존 자동차의 경우 차량의 기본 성능인 가속력과 제동력 향상을 위한 방안이 최대의 이슈였으나 최근에는 연비/환경규제 뿐만 아니라 안전장치 및 주행편의성 향상을 위해 경량화/고효율화 기술이 요구되고 있음
- 환경오염 및 연비규제로 차체 경량화에 대한 사회적인 요구가 증대되고 있고, 신규 충돌시험(OMBD) 대응 차체 부품 및 구조 설계가 시급함
- 연비 및 배출 가스 규제는 2020년 이후 대부분의 국가에서 규제치가 높아질 것으로 예상되며 중국의 경우 연비 규제치 이하의 차량은 판매 자체가 불가함
 - * 유럽 22.4 km/L, 미국 23.2 km/L, 일본 20 km/L

- 승용차에 10% 경량화시 약 3.8% 연비 향상 및 배기가스 CO 4.5%, NOx 8.8%의 감소 효과가 있음
- 자동차 선진사인 BMW는 항공용 소재로 알려진 CFRP를 저가로 대량 생산할 수 있는 공법과 접착제를 이용한 다중소재 적용으로 경량 차체를 개발하는 상용화에 성공하였으나, 국내의 경우 일부 차량 특히 고급차량에 한정적으로 적용하고 있는 실정임
- CFRP에 대한 소재 개발을 위해 다양한 방향으로 prepreg에 대한 제품화를 실현하고 있는 단계이며, 에폭시 수지에 대한 최적설계도 국내 몇몇 기업에서는 가능한 수준에 있음
- 하지만 소재를 명확히 성형하는 기술과 다중소재를 개발하기 위한 최적의 설계 기술은 부족한 단계이며, 환경규제에 따른 경량 다중소재 간 접합기술에 대한 산업적 요구가 높은 상황임
- 증가되는 충돌안전 규정에 의해 기존 대비 소재의 경량성과 신소재 적용 부품화 수준은 성장하였으나, 규정에 안정적인 결과물 도출과 실제 개발한 모듈단계의 부품을 실차에 적용하여 평가 검증한 사례는 부족한 상황 (개발 기술을 이용한 실제 응용 및 제품화를 위한 시제품 고충돌 흡수율 수준 검증 필요)

☐ 기술적 필요성

- 최근 자동차의 연비 향상 및 배출 가스 저감에 대한 필요성이 증대되고 있고 자동차의 충돌 안전성이 지속적으로 강화되고 있는 시점에 이를 해결할 수 있는 방안 중 자동차 경량화 및 안정성의 확보 기술은 필수적으로 필요함
- 자동차 산업은 전 세계적으로 차체 경량화 기술을 위한 다중소재 적용 성형기술과 접합기술이 확대 적용되고 있으며, 국내에서도 비용 상승을 최소화하며 성능을 극대화 시키는 기술 필요
- 미국의 경우, NHTSA(미국 도로교통안전국)는 2019년 이후 출시 신차에 OMDB (Oblique Moving Deformable Barrier)라는 신충돌 시험을 진행하여 전방과 특히 측면 충돌시 발생하는 상황을 만족하는 차에게만 안전최고 점수를 부여할 방침
- 자동차는 차체, 샤시, 파워트레인 등으로 크게 구분할 수 있으며 차체(body in white)의 경우 약 23~28%의 중량을 차지하고 있어 경량화에 대한 접근이 타 부분에 비해 용이함

- 차체 각 부분의 구조합리화(부품 모듈화 및 일체화) 및 다중소재(Multi-materials mix)를 적용하여 경량화율을 상당히 증가시킬 수 있을 것으로 기대됨
- 최근 CFRP 복합재료의 자동차 부품 적용 및 성능 향상을 위한 지속적인 연구개발이 진행 중
- 고속성형에 대해서는 기술적으로 많은 연구과제가 진행되고 있으나, 실용화되기 까지 많은 지원이 필요한 분야임
- 고속성형을 위해 열가소성 복합재료를 개발하는 분위기가 5년 전에 있었으나, 실질적인 적용을 위해 강도가 부족한 문제로 열경화성 복합재료를 이용한 구조용 차량 부품 개발이 필요한 단계임
- 고속경화를 위해 속경화형 prepreg와 같은 소재 단의 개발은 진행이 되었으나, 금형기술, 고속성형에 따른 생산성 향상을 위한 마감기술, 탄소다중소재를 부품화 하기 위한 다중 소재 간 접합 문제 등에 대해 규명과 혁신이 필요한 상황

☞ 정부지원 필요성

- 미국과 유럽 같은 자동차 제조 선진국들은 교통사고 사상자 감소를 목적으로 자동차 안전평가를 도입하여 안정성을 높이고자 노력하고 있고 그 규제가 강화되어 가고 있는 추세
- 일부 정부과제 지원으로 다중소재간 접합기술을 도입한 사례가 있긴 하지만 다양한 소재조합에 대한 데이터베이스가 부족하여 차체 설계기술의 완성도가 매우 낮은 실정임
- 차체는 A-pillar, front side member 등 여러 부품의 조합으로 이루어진 하나의 구조물로 민간의 노력으로는 차체 모두를 개선 및 개발하는 데에 한계가 있음
- 또한, 세계적인 자동차 안전평가가 강화되는 추세에 이에 대한 정부차원의 대응이 적극적이라면 국가 주력 산업인 자동차 및 자동차 관련 소재 및 부품 산업의 글로벌 경쟁력은 한층 강화 될 것으로 예상
- 세계 5위 자동차 생산국이면서 수출국인 한국은 국내 산업 중 자동차 산업이 큰 비중을 차지할 뿐만 아니라 그 파급효과는 상당함. 특히, 자동차 산업은 국내 소재 및 부품산업 중 뿌리 및 기간산업에 근간을 두고 있으며, 주조, 압출, 프레스, 접합, 설비 등에 장비 등의 파급효과가 높음
- 탄소섬유강화 복합재료나 탄소다중소재의 경우 국내외 시장에서 차지하는

기술적·경제적 가치가 높고 관련 산업의 성장잠재력이 높아 해외로 유출될 경우에 국가의 안전보장 및 국민경제의 발전에 중대한 악영향을 줄 우려가 있는 산업기술이기 때문에 핵심기술 지원 필요

- 고속성형, 고충돌 흡수율을 보이는 탄소다중소재 개발 필요

- CFRP에 대한 지속적인 투자로 인해 속경화용 prepreg의 수준은 국외 소재업체와 비교하여 유사하거나 조금 부족한 단계에 이르렀고, 복합재 고속성형을 위한 설비 투자 및 기술개발 지원을 통해 국가의 소재 제조 강국 기술력 확보가 가능함

- 정부의 지원과 후원을 통해 신소재 제조 기술력 강화가 필요한 상황

2. 기획과제 분석

가. 기술성 분석

☞ 기술적 동향

(1) 해외 기술개발 동향

(세부과제 1) 新 경사충돌 대응 및 경량화를 위한 차체모듈 설계 및 제조기술 개발

- 자동차 산업의 경우 연비/환경규제와 충돌 안전성규제가 동시에 강화되고 있어 차량 경량화를 위한 적용 소재의 다변화가 추진되고 있음
- 초고강도강, 알루미늄합금, 섬유강화플라스틱 등의 다중소재 (Multi-Material) 적용을 통한 경량화 기술개발 경쟁이 치열함

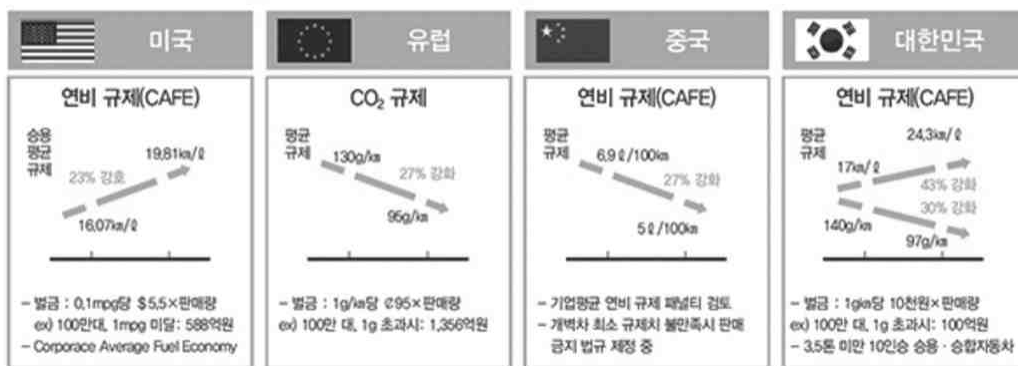


그림 4. 2020년 국가별 자동차 연비 및 배출가스 규제현황
(2014년 환경부/산업통상자원부 보도자료)

- 자동차 산업에서 초기 경량화 기술은 기존의 철강 소재 차체를 알루미늄 및 마그네슘 소재로 대체하는 기술과, 철강소재의 강성 향상에 따른 두께, 형상 및 제조 공법 변경을 통한 경량화로 모두 단일 금속 소재를 중심으로 경량화 기술개발이 진행됨
- 그 후 제조단가와 생산성 및 충돌 안정성 확보 측면에서 단일 소재가 아니라 다중 금속 소재의 적용 필요성이 대두됨.
- 자동차에서 경량화 요구가 기존 내연기관보다 더 큰 전기동력 자동차 및 고급 자동차의 경우에는 기존의 다중 금속 소재 경량화만이 아니라, 고분자 소재까지 적용한 MMI(Multi Material Integration) 기술이 필요함.

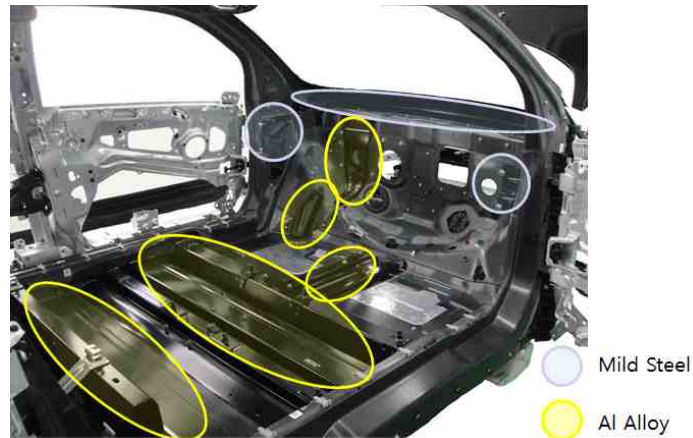
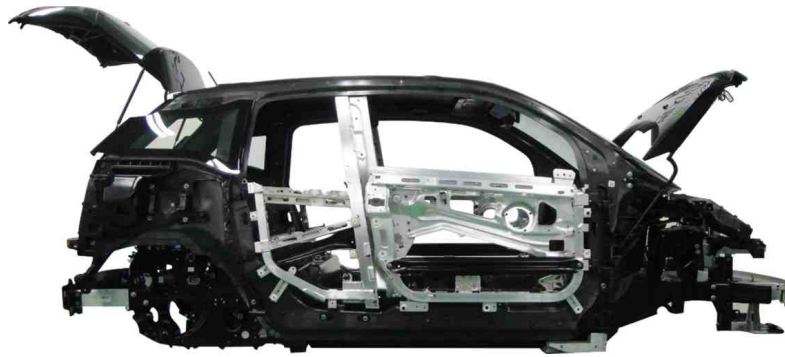


그림 5. BMW i3 전기자동차 적용 CFRP, 알루미늄 및 철강 적용 차체
(자동차부품연구원, 그린네트워크 greenet.katech.re.kr)

- 기술 선진국의 MMI 경량화 연구핵심은 다양한 소재간의 접합성(접합 시 변형 및 부식) 문제 해결이며, 이를 위해 다양한 접합공법과 접착제가 개발되어 있으며, 국내의 MMI 경량화 기술은 현재 개념정립 단계로 후발주자임



그림 6. Audi 양산 적용 기계적 접합 기술

(a) Self Piercing Rivet, (b) Solid Self Piercing Rivet, (c) Flow Drill Screw, (d) Friction Element Welding (Audi)

(세부과제 2) 다중소재 적용 비강도 향상 차체용 단위부품 제조기술 개발

- 해외 선진 자동차업체들은 고급 브랜드를 중심으로 다중소재(금속-고분자 Hybrid)차체 샤시부품을 상용화하여 적용하고 있으며, 특히 공정 중에 높은 비강도를 갖는 경량소재와 고강도 철강소재를 활용한 성형과 다양한 접합기술을 실시하여 부품을 제조하고 있음.
 - 독일 Audi社 2017 R8 Spyder는 알루미늄 및 CFRP로 구성된 다중소재 적용 메야 Space Frame(ASF)을 특징으로 하며, ASF의 총 중량이 208kg에 불과함. ASF의 79.6%를 구성하는 알루미늄은 보강재(창틀, A 포스트 및 앞유리 프레임)와 전방/후방 끝부분은 알루미늄 주조 노드 및 압출품으로 조립되었으며, Skin(앞쪽 헤치, 문 및 옆면 요소)도 알루미늄 판재로 제작됨.

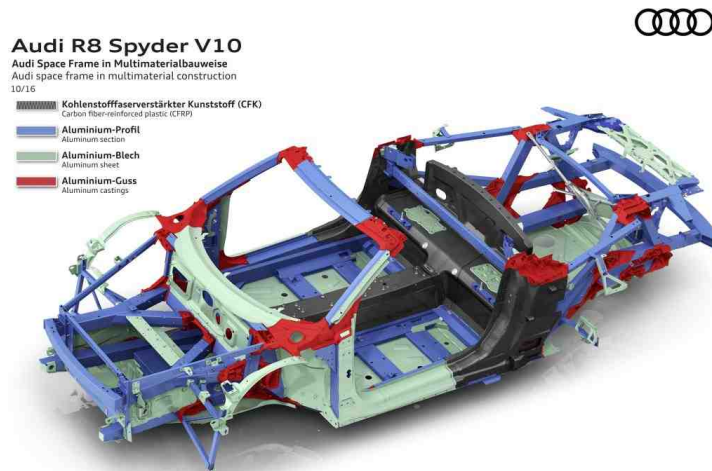


그림 7. 독일 Audi社 2017 R8 Spyder 차체 소재 구성도
출처: 2016 Light Metal Age, USA

- 유럽 AP&T社에서는 알루미늄 소재의 핫프레스포밍 공법을 통한 고강도 경량 도어 부품을 개발하고 있으며, 열처리 성능향상을 위해 소재기업인 Aleris사와 협업하여 7xxx계 소재 기반 합금설계 기술 개발 진행하고 있음
 - GM社의 경우 자연모사 최적화 설계를 통해 다이캐스팅 경량 고강도 펜더 에이프론 부품을 개발하고 있으며, 전방 충돌안전 성능을 향상시키기 위한 부품 제작 연구 진행
 - BMW社의 경우 i3, 테슬라 모델 S 등 전기차의 프론트 서브프레임 부품에 고강도 알루미늄 압출재를 적용하여 충돌흡수능을 향상시키고 경량화를 이룰 수 있도록 제품 개발 진행함
- 자동차에서 경량화 요구에 대응하기 위해 경량금속 적용 차체부품 적용은 소재물성개선 및 성형성을 융복합화한 기술이 필요함

(세부과제 3) 고충돌 흡수능을 갖는 탄소섬유 경량차체 성형기술 개발

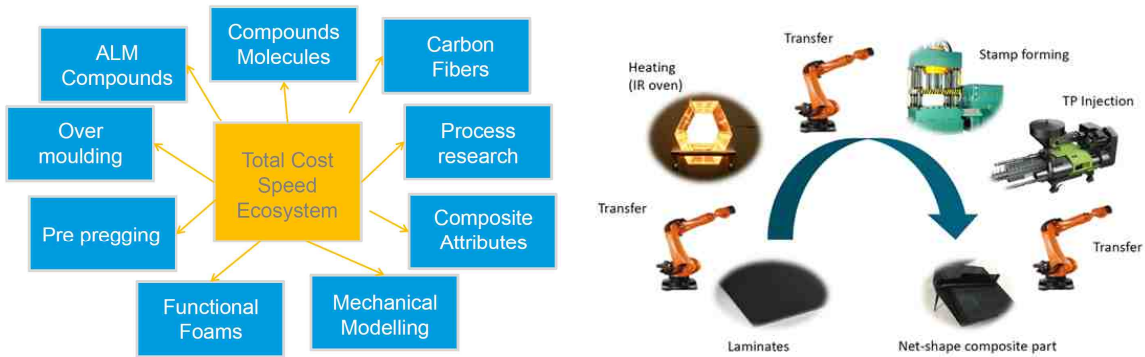
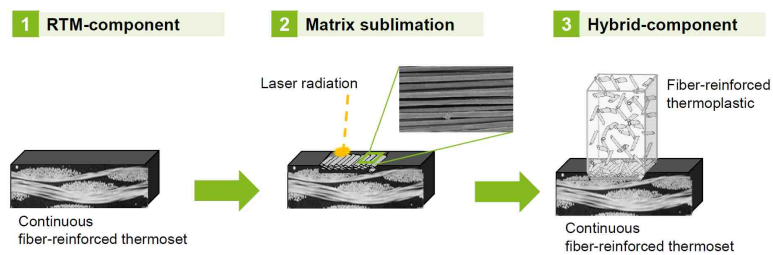
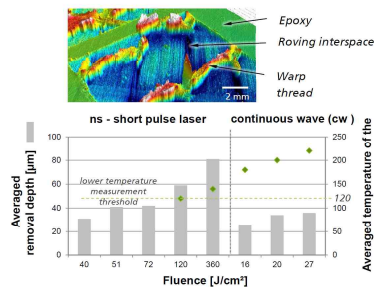
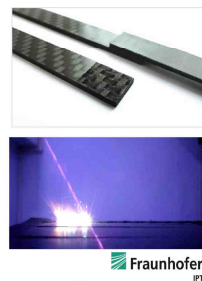


그림 8. 탄소섬유 경량차체 제조공정 개념

- 복합재료 분야에 대해서 구조용 소재로 활용하기 위한 소재에 대한 개혁인 진행되고 있는 상황이지만, 주된 핵심 기술 개발 방향은 소재의 성형 기법의 신기술 확보임
- 고속성형을 추진하기 위한 사출기능과 RTM 기법의 병행이 이루어지고 있으며, overmolding의 형태로 소재에 대한 개혁이 진행되고 있는 상황임
- 고속경화가 가능한 방향으로 소재는 에폭시의 조성을 개질하는 열경화성 고분자의 복합 재료화가 이루고 있지만, PPS와 같은 SEP 소재를 기반으로 하는 SEP prepreg의 사업화도 이루어지는 상황임
- 탄소복합재료의 경우는 아래 결과와 같이 overmolding 기법을 이용하는 방향으로 가고 있으며 열가소성과 열경화성 복합재료를 이용하여 복잡한 성형품에 대한 가능성 확대와 열가소성 복합재료와 열경화성 복합재료간의 접합성 향상등을 고려하고 있음



Compact laser scanner with OCT sensor system for on-axis depth measurement

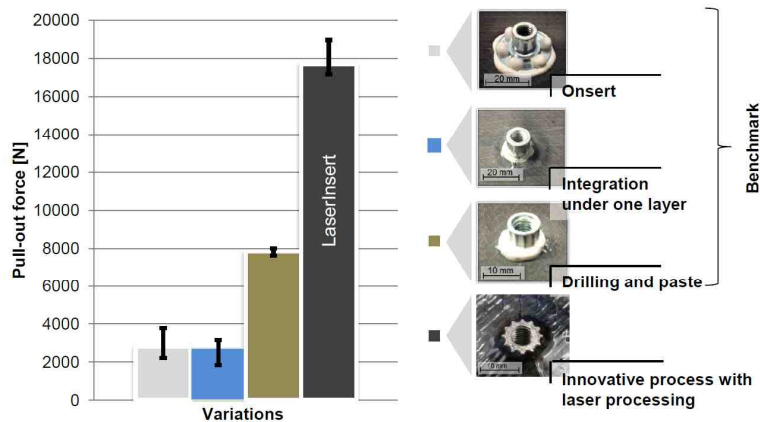
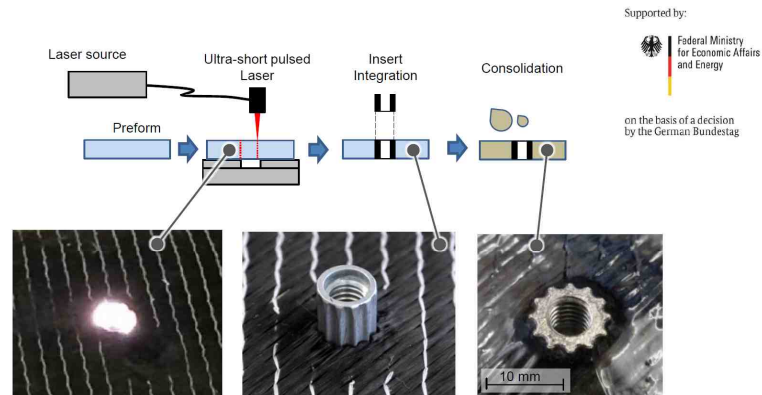


Source: Arges, AZL

Source: Arges GmbH, Precitec GmbH & Co. KG, Sensortherm GmbH

- 또한 탄소복합재료의 차제 부품으로 사용하기 위하여 Curing 및 정밀고속 절단 및 성형 기술이 필요하여, 기존 제단 기술 또는 Machining 가공보다 생산성과 정밀성이 우수한 레이저빔 기반 절단, 가공 등의 기술이 개발되고 있으며, 이는 CFRP Curing 공정, 리벳/볼트 체결등의 기술과 접목되어 경량 소재의 차량용 부품으로의 개발이 진행 중
- 경량 자동차 적용을 위하여 BMW를 중심으로 자동차 제작사에서는 CFRP 제조와 polymer curing 기술을 통하여 다양한 부품에 접목하고자 개발중이며 또한 제조된 CFRP 기반의 소재는 정밀한 치수의 가공을 통하여 BIW 자동차 부품으로 적용가능하기 때문에 정밀한 Hole 가공, 단차 가공, 표면 cleaning 등의 기술이 함께 개발 중
- 또한 차량용 복합재료의 경우 대부분이 다중재료 접합이기 때문에 용접 기법을 이용하여 부품화를 시도하고 있지만, CFRP와 금속간의 접합에는 불안정성이 있기 때문에 이에 대한 개선방법을 지속적으로 연구하고 있는 상황

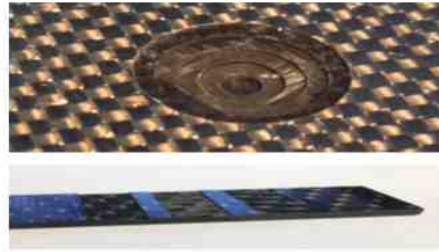
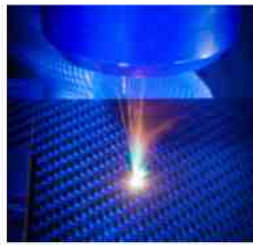
Ultra precise laser cutting of carbon fibre stacks



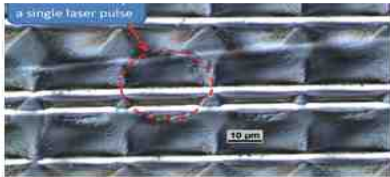
Micro Machining / Texturing with Laser



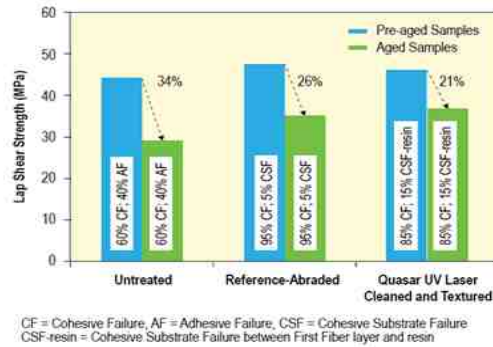
Pulse laser Cutting / machining



CFRP ring mill / cleaning



Micro Texturing of CFRP / Metal for adhesion



- 금속과 복합재료간의 접합을 안정화하기 위해서 접착제를 주로 사용하지만, 문제는 용접기법에 비해 높은 접합력을 가지지 못하기 때문에 문제가 되며 리벳이나 볼트와 같은 기계적 체결에 대한 필요성이 높아 지속적인 연구 진행 중
- 위 결과와 같이 레이저를 이용하여 고분자 탄소 복합재료의 일정 구간에 홈을 형성하고 가열된 복합재료의 상태에 가압공법을 이용하여 볼팅을 쉽게 이어져 나가는 형태로 신기술을 독일 ITA 사에서 개발하여 기술화한 업적이 있음
- 또한 금속과 CFRP의 접합은 고분자 용합체의 용해 및 응고에 의한 접합, Joint 또는 리벳에 의한 접합 등을 이용하는데 최근에 펄스 레이저를 이용하여 접합하고자 하는 차량용 부품의 금속재 또는 CFRP의 표면에 일정 규칙 Pattern을 가지도록 Texturing을 함으로써 표면적의 증대 및 Wetting Angle 조절을 하고 접합효율 증대에 관한 기술 개발이 독일의 Fraunhofer 연구소를 중심으로 진행되고 있음
- 이처럼 기존의 공정 절차를 감축시켜 복합재료 공정비를 줄일 수 있도록 해야 하며, 각각의 장단점이 있는 소재를 차량 구조용 부분에 사용함으로써 효과적인 부품화가 이루어질 수 있도록 접합기능에 대한 기술 확보에 대해 유럽의 주된 연구소에서 연구력확보에 충실하고 있음

(2) 국내 기술개발 동향

(세부과제 1) 新 경사충돌 대응 및 경량화를 위한 차체모듈 설계 및 제조 기술개발

- 국내의 자동차 경량화 관련 기술개발 지원은 단품 및 모듈 단위의 경량화를 위한 소재 및 성형 공정을 중심으로 지원되고 있음

표 1. 최근 4년간 자동차 경량화 관련 국내 기술개발 지원 현황

지원년도	과제명	기간/예산	비고
'13년	1GPa급 이상 초고강도강 및 알루미늄 차체부품 대응 통전 판재성형기반기술개발	5년/50억	성형
	제품회수율 90%이상 및 400MPa급 고강도 알루미늄 정형부품 제조를 위한 점진적 응고제어 및 주단조 연계화기술개발	5년/50억	주조공정
'14년	자동차 경량화를 위한 연속성 탄소섬유강화 프리프레그 복합소재 차체 부품 고속 금형성형기술개발	3년/35억	복합소재
	경량화 15% 및 안정성 5%를 향상을 위한 1GPa급 초고강도강과 Al합금을 적용한 자동차 차체부품 제 작용 고생산성 하이브리드 마찰교반접합기술개발	3년/33억	접합
	가변단면 튜브 적용 경량화를 30% 이상의 770mm급 일체형 장구동축 복합성형기술	4년/40억	성형
	미래수송기기 경량화를 위한 주조-전신재 겸용 강도연성지수 12GPa%급 친환경 Duplex 알루미늄 소재개발	5년/50억	소재
'15년	CAFE 2025 대응형 자동차 차체 및 샤시부품용 1GPa급 아연도금강판 용접기술개발	3년/24억	접합
	1.5GPa급 초고강도 차체부품 변형제어 냉간 정밀 프레스 성형기술개발	3년/24억	성형
	SOL(Small Overlap)충돌법규 대응 경량 다중소재 융합 차체프레임 제조	3년/27억	성형
	연속탄소섬유 보강 열가소성수지(CCFRTP)부품용 금형성형기술	5년/5억	복합소재
	차체 경량화를 위한 상온성형용 연신율 25%이상 GIGA 저비중 경량강재 및 부품화 기술개발	5년/50억	소재 부품화
'16년	일반강 대비 자동차 프런트바디 40% 경량화를 위한 다중소재 일체화(Multi-Materials Integration) 기술개발	3년/37억	성형
	친환경 자동차 추진체용 초경량 타이타늄 부품화 기술	5년/38억	소재
	CFRP-금속 Hybrid 일체화 고속 성형공정기술 및 이를 적용한 40%이상 경량화된 자동차 Underbody structure 개발	4년/43억	성형

*출처 : 한국산업기술평가관리원

- 기존 steel 차체에서는 고전적인 용접법인 저항용접 및 아크용접이 주를 이루었지만, 비철 또는 고분자 소재의 사용이 증가함에 따라 각 소재들에 대한 새로운 용접 및 접합 기술 개발이 필요함
- steel 소재는 고강도 박육화되고 있어 박판 용접기술에 대한 공정 확보가 중요하며, 알루미늄의 경우 저항용접을 대체할만한 강력한 접합/체결 기술이 개발 중임
- 기존 steel 부품에서 알루미늄으로 대체 시 기존 steel 부위와의 연결부(이종소재 연결부) 에 대한 접합/체결기술을 적절히 선정하는 것은 차체의 생산성 및 안정성 측면에서 매우 중요함

- steel 재료와 고분자 소재 부품을 연결해야 되는 경우에는 원자간의 금속결합을 유도하여 접합하는 전통적인 용접방식으로는 접근이 불가하여 기계적 체결 및 새로운 접합기술이 사용되어야 함





(세부과제 2) 다중소재 적용 비강도 향상 차체용 단위부품 제조기술 개발

- 국내 자동차 메이커는 고급브랜드를 제외하고 해외 경쟁업체 대비 경량소재의 채용이 상대적으로 저조하며, 최근 강화되고 있는 환경/연비규제 및 상품성 개선을 위해 경량소재에 대한 중장기적인 전략을 구체화하고 있음
- 현대기아자동차는 기존 스틸 강도를 향상시켜 두께를 저감하는 초고장력강 경량화 전략적으로 꾸준히 채택하고 있으며, 중형차의 경우 차체 약 18%를 GPa급 강재를 적용하였고 향후 2020년까지 35%이상 초고장력강으로 대체할 예정임. 특히, 고급차인 제너시스 및 에쿠스와 친환경차인 아이오닉 및 니로 등에 알루미늄 후드 및 테일게이트 부품, 속업소버 타워에는 알루미늄 다이캐스팅 제품을 적용함
- 르노 삼성자동차는 SM5에는 후드, 범퍼 및 프런트 차체에 알루미늄 소재를 적용하고 있으며, SM7노바에 세계 최초로 마그네슘 판재 부품을 적용하였으나, 아직까지 다중소재이기 보다는 일부분에 이중 소재가 적용된 수준으로 분석됨
- 쌍용자동차는 체어맨에 알루미늄 서브프레임 및 너클 부품을 채용하고 있으나, 차체에는 스틸 부품을 주로 채택하고 있고, 최근 출시된 티볼리에는 초고장력강을 약 18% 이상 적용하여 당분간 스틸 중심의 차체 경량화가 예상되나, 2016년 JEC World Composites Show에서 탄소복합재가 적용된 테일게이트로 기술혁신상을 수상하여, 향후 전기차가 출시될 경우 1충전 주행거리 향상을 위해 스틸 이외 다양한 경량 소재가 적용될 것으로 예상됨



<아이오닉 하이브리드 차량 알루미늄 소재 적용 사례>

(세부과제 3) 고충돌 흡수능을 갖는 탄소섬유 경량차체 성형기술 개발

	Thermoset	Thermoplastic
Long fiber < 50 mm Without fiber orientation	SMC 	GMT / LFT / LFT-D 
Endless fiber > 50 mm Dedicated fiber orientation	RTM / HP-RTM 	Organic sheet 

Hybrids

SOURCE: BMW AND BASF

<차량용 CFRP 적용 사례>

- 국내의 상황은 대부분 고속성형 및 대형성형, 복잡한 형상 성형에 대해 국외의 연구 결과와 유사하게 연구개발은 진행된바 있으며, HP-RTM과 같은 고속성형용 복합재 생산 시스템이 개발되고 있음
- 국내의 주된 복합재료 산업의 중추는 열가소성 복합재료를 이용한 LFT 기법의 사출 성형용 복합재료 성형산업이며, LFT에 관련된 팔렛의 개발 수준은 높은 편임, 즉 국내의 요구사항은 고성능 복합재료 보다는 고속성형이 가능한 제품을 개발하는 것에 있으며, 국내의 우수한 차량용 부품 제조업에 세계적인 트렌드를 맞춰가기 위해 노력하고 있음
- 차량 부품 제조업체의 경우 금속계 다중소재를 이용하는 접합기술에 대해 기술력을 보유하고 있는 편이지만, 대부분 용접의 개념을 가진 기계적인 접합이 대부분이기 때문에 CFRP와 혼합한 다중소재를 이용하기 위해 새로운 접합 기능이 필요한 상황임
- 국외의 상황에서는 레이저 열접합 기법을 이용하거나 새로운 접합을 시도하고 있는 단계 이지만, 국내의 접합 기술은 새로운 기술이 나오길 기다리고 있으며, 완성차 제조업체의 공정승인을 확인 받아야하기 때문에 조심스런 기술 진보가 예상됨

5 기획과제 기술 분석

(1) 기술적 독과점 가능성

(세부과제 1) 신 경사충돌 대응 및 경량화를 위한 차체모듈 설계 및 제조 기술개발

- 신 경사충돌 유형은 현재까지 실시하고 있는 충돌 모드 중 가장 속도가 높은 90km/h의 속도로 충돌을 하고 있어, 기존 64km/h 스몰오버랩 모드와는 차량에서 흡수해야 하는 충돌에너지의 차이가 있음
- 차량 충돌 후 잔류운동에너지 및 변형 흡수 등 하중 집중도를 막기 위해 운전석 및 동승석 침입량을 최소화함과 동시에 경량화를 위한 완성차 메이커의 대응이 필수적이므로 차체모듈 설계 및 제조는 제조사 별 고유/경쟁기술이 될 수는 있지만 기술적 독과점의 우려는 없음
- 신 경사 읍셋 충돌 특성을 고려하여 차량의 좌우 연결구조, 필러와 대쉬 연결구조, 운전석 침입량 억제를 위한 보강재 등에 대한 다중소재 모듈 설계 및 접합기술개발의 성공은 기술적 독과점이 아닌 글로벌 경쟁기술 확보의 의미가 있음

(세부과제 2) 다중소재 적용 비강도 향상 차체용 단위부품 제조기술 개발

- 다중소재를 적용하여 차체 경량화 달성과 동시에, 신경사 정면충돌 특성을 만족하는 기술은 가볍게 만들면서 동시에 안전을 향상시키는 서로 상반되는 기술임
- 이를 만족시키기 위한 고비강도 다중소재 성형 및 접합 기술이 중요함

(세부과제 3) 고충돌 흡수능을 갖는 탄소섬유 경량차체 성형기술 개발

- 고충돌 흡수능을 지닌 소재의 경우 CFRP와 foam을 이용하거나, CFRP를 이루는 구조물의 기지재료를 최적화하면 충분히 특성을 나타낼 수 있음
- CFRP와 금속소재를 접합하여 탄소다중소재를 제조하는데 있어 접합기술에 대해서도 7년의 기술개발보다는 접합력 강화를 위한 신기술 응용과 시제품 제작에 따른 기존기술 활용가능성에 대해 검토하면 충분히 기술의 독과점은 없음
- 단, 탄소다중소재를 이용하여 차량용 BIW용 모듈을 개발하고 차량에 적용하여 정면충돌 실험을 만족할 수준까지 설계와 성형 기법을 도출한다면, 이는 간단하게 접근할 수 있는 기술이 아니기 때문에 독과점의 기술이 될 수 있지만, 그렇기 때문에 국내의 국가기술력 강화에 이바지하는 결과를 도출 할 수 있음

(2) 기술적 파급효과

(세부과제 1) 신 경사충돌 대응 및 경량화를 위한 차체모듈 설계 및 제조 기술개발

- 경량 다중소재의 차체 부위별로 활용하여 차체 요구성능을 충족시키면서 가격상승을 최소화하는 맞춤형 소재 적용기술 부각에 따른 국내 철강사 및 CFRP 관련 기업의 매출 창출이 가능함.
- BIW를 구성하는 차체 모듈 관련기술 고도화를 구현함으로써 국내 부품기업들의 기술경쟁력 확보가 가능함
- 다양한 형태의 이중소재 접합기술에 대한 제한적 연구가 아닌 실용화에 도달하기 위한 많은 제약요인들을 해결할 수 있으며, 다중소재간의 접합성 해결을 위한 다양한 접합 공법과 접착제 개발에 파급효과가 있음.

(세부과제 2) 다중소재 적용 비강도 향상 차체용 단위부품 제조기술 개발

- 자동차 산업의 파급효과 : 주조, 압출, 프레스, 접합, 장비 등의 파급효과 높음
- 친환경자동차인 하이브리드, 플러그인, 전기차 및 연료전지 자동차는 내연기관 대비 주행거리 확보를 위한 전동 파워트레인 부품 및 안전사양의 증가로 인한 차체 무게의 증가로 인한 경량화의 요구가 증대되고 있으며, 기존 철강재과 동등 성능을 확보하면서 경량소재의 개발, 적용, 부품화기술에 대한 기술은 향후 국가경쟁력을 좌우할 수 있는 친환경자동차 시장에서 기술력 확보의 파급효과가 있음
- 고강도 스틸, 알루미늄, 마그네슘 및 CFRP 등의 소재적용을 통한 친환경 경량화기술을 통한 소재, 가공, 접합 및 특성평가에 대한 전공정 기술 및 원가 절감 부품화 기술은 국가기간산업인 철도, 항공, 조선 및 타 구조재로 산업분야로의 신소재 및 공정기술 적용품 개발과정에도 충분히 활용 가능하므로 그 기술적 파급효과는 클 것으로 예상됨

(세부과제 3) 고충돌 흡수능을 갖는 탄소섬유 경량차체 성형기술 개발

- 복합재료의 성형공법 개혁에 따른 소재 성형기술 개발
- CFRP와 금속소재 간 접합력 강화 및 접합공정 간소화 기술개발
- CFRP와 금속소재 간 다중소재 활용에 따른 BIW용 소재부품 설계기술 최적화
- 실차 정면충돌 안정성 평가 안정성 도출
 - 위 4가지 결과에 대해서 성공적인 결과물을 도출할 수 있다면, 본 과제를 수행하는 연구기관의 기술력 향상은 명확하며, 특히 복합재료 고속성형기술에 대해서 안정화 시키며, over-molding과 같이 복잡한 성형조건을 만족하는 기술을 확보한다면,

복합재료 활용 분야를 확대하며, 소재에 대한 개혁을 시도할 수 있음

- 접합기술에 대한 개혁을 시도한다면, 차량용 부품제조 기업이 항공용 부품 제조업으로도 사업확장이 가능하며, CFRP/CFRP간의 접합에 대해서도 기술력을 확보한다면 획기적인 기술력 확보에 따른 기업의 성장을 기대할 수 있음

(3) 기술 성숙정도 및 TRL

(세부과제 1) 신 경사충돌 대응 및 경량화를 위한 차체모듈 설계 및 제조 기술개발

● TRL 단계 : 4~7단계

- 다중소재가 적용된 경량화 단위부품 모듈 설계안의 시험샘플 제작이 필요하고 해석/검증을 통한 최적 설계안 도출이 필요함(TRL 4단계)
- 확정된 경량 다중소재 차체모듈의 파일럿 단위 시작품 제작 및 성능평가를 실시하고, 실차 평가를 통한 신뢰성 평가가 필요함(TRL 5~7단계)

(세부과제 2) 다중소재 적용 비강도 향상 차체용 단위부품 제조기술 개발

● TRL 단계 : 4~7단계

- 차체용 경량 및 다중 경량합금 소재의 고특성화, 부품성형을 위한 샘플 제작 및 데이터베이스화가 필요함(TRL 4단계)
- 다중 합금소재의 적용을 위한 벌크화 및 소성변형을 고려한 시작품 제작 및 실차 평가를 통한 신뢰성 평가가 필요함(TRL 5~7단계)

(세부과제 3) 고충돌 흡수능을 갖는 탄소섬유 경량차체 성형기술 개발

● TRL 단계 : 4~7단계

- 본 과제의 핵심은 고충돌 흡수능을 지닌 탄소다중소재 개발이라는 것과 탄소다중소재를 적용한 BIW용 모듈을 고속으로 성형하여 생산성을 높이는데 있어 이는 7단계에 해당하는 성형기술 개발 과제가 되어야 함
- 충돌안정성 평가에 대한 실차 평가 수준의 결과를 낸다면 이 또한 7단계 수준에 해당함

▣ 기획과제 기술수준 분석

(1) 특허관점에서의 기술수준

- 국내의 특허 및 기술 수준을 보면 다중소재에 대한 창의력과 특허화 시도 결과는 세계적인 수준으로 차량용 부품의 특허가 존재하고 있음
- 단 다중소재에 대한 접합기술에 대한 원천기술 부족과 접착제에 대한 활용 분야 부족으로 인한 기술 청구항의 설정 미흡이 문제가 있다고 고려됨

- 금속소재의 이종소재화는 지속적이었지만, CFRP에 대한 직접적인 사업화 사례는 적다보니 발생된 문제로 기술에 대한 확장성 확보를 위해 노력해야하며, 고속성형을 위한 공정기술에 대해서도 사출성형기법에 관해서는 대학에서의 아이디어형 특허등록이 있을 뿐 기업의 생산적인 연구 결과는 특히 실적이 적은 상황
- 탄소다중소재 활용에 대해서도 지속적인 특허화가 국내외 분야에서 진행되고 있기 때문에 국내의 기업도 신규 고속생산 탄소다중소재 기술 및 다중소재간 접합기술의 원천기술 보유능력을 높여야 하는 상황임

(2) 기획과제 기술수준 판단

- 경량화 30%를 만족시키며 신경사 충돌을 대응하는 기술은 현재 북미와 유럽 등에서도 매우 선행적인 연구를 하고 있어 기술적 수준이 높음
- 본 과제는 탄소복합재료에 대한 차량 구조용 부품에 대한 활용범위를 확대하며, 생산성 개선에 따른 소재 부품업의 성장을 기대할 수 있는 수준의 개발과제임
- 선도기업과 비교하면 국내의 수준은 약 5년 정도 뒤 떨어진 상황이지만, 실차에 대한 적용을 성공화 한다면 그 수준을 단축시킬 수 있는 기획 과제라 생각함
- 국내에서 개발한 기술결과를 국외 차량에도 적용이 가능하면, 막대한 경제성을 가지고 있는 분야이며, BIW에 대해서도 기존대비 높은 경량성 확보를 성공한다면, 전세계에 국내의 차량 설계기술 및 제조기술에 대해서 수준을 알릴 수 있음

<기술수준 및 격차>

관련 기술명	기술 선도국 및 기업/연구소	상대적 수준(%)	기술격차(년)
- 다중소재 융합형 BIW 및 단위 부품/모듈 설계 기술	독일/BMW	80	5
- 다중소재 간 고강도 접합/제결 기술	독일/AUDI	80	5
- 차체용 다중 경량소재 적용 소재, 부품 성형 및 접합기술	독일/볼호프	80	5
- 다중소재 접합계면제어, 후공정 및 특성평가 기반기술	독일/프라운호퍼	80	5
- 다중소재 적용 부품 성형성 데이터베이스화	미국	80	6
- 다중소재 적용 차체 적용이 가능한 벌크화 및 소성변형 공정 최적화 방안 도출	독일/티센크루프	80	5
Tailored Textile, NCF, Multimaterials component, Ultra precise laser cutting	독일/ITA	100	5
Multimaterials lightweight	프랑스/DuPont	100	3
Hybrid assembly	프랑스/Faurecia	100	3

나. 시장성 분석

☐ 시장 동향

- (세부과제 1) ‘다중소재 적용 비강도 향상 차체용 단위부품 제조기술’의 목표시장은 자동차 바디용 복합소재 접합 및 체결시장이며, 자동차 경량화 및 안전성 강화를 위해 사용되는 복합소재, EP 등의 보강재를 기존 철강소재 차체에 접합 또는 부착용의 목적으로 사용되는 소재 시장
- (세부과제 2) ‘신경사 충돌대응 및 경량화를 위한 차체모듈설계 및 제조기술개발’의 목표시장은 자동차 차체 모듈로, BIW(Body In White) 내 Roof Frame, A,B,C Pillar, Rocker, longitudinal beam, Floor, 기타 panel류 등 부품과 Chassis 내 Sub Frame, Control Arm, 각종 link류 부품들을 지칭
- (세부과제 3) ‘고충돌 흡수능을 갖는 탄소섬유 경량차체 성형기술’의 목표시장은 자동차 경량화 소재이며, CFRP, GFRP, 경량 Steel, 알루미늄, 마그네슘 등 자동차 경량화를 위해 사용되는 모든 소재



(세부과제1)
자동차 바디용 복합소재 접합 및 체결



(세부과제2)
자동차 차체 모듈



(세부과제3)
자동차 경량화 소재

(1) 미래 소비 트렌드 분석

- 정면 신경사 충돌 등 신규 충돌안전 법규 도입 및 이산화탄소 규제 대응을 위한 경량화 다중소재 차체 개발필요
 - 자동차 연비 규제 및 이산화탄소 배출 규제로 인해 차량 경량화가 시급하나 안전장치 및 주행편의성 향상을 위해 장착되는 기능성 부품 수가 증가함에 따라 차량의 무게가 증가하는 추세임
- 따라서 차체, 샤시 등 자동차의 50% 이상을 차지하는 부품들의 경량화가 시급함
 - 경량화 소재로는 주로 고강도강이 사용되고 있으나 30%이상의 초경량화 실현을 위해 기존 소재에 Al, Mg, EP, CFRP를 융합한 Multi-material에 대한 관심이 증가 중임
 - 하지만 Multi-material 적용을 위해서는 별도 공정기술 도입이 필요하며, 안전성 확보를 위해 평가기술 개발도 요구되고 있음

(2) 시장 규모 및 성장률 예측

- (세부과제 1) 자동차 바디용 복합소재 접합 및 체결 시장은 연평균 12.0%의 성장률을 보이며, 2016년 1,600억 원에서 2022년 3,166억 원 규모의 시장을 형성할 것으로 전망되며, 국외 시장은 연평균 4.7%의 성장률을 보이며, 2016년 22억 8,300만 달러에서 2022년 30억 800만 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 전망됨
- (세부과제 2) 자동차 차체 모듈 국내 시장은 연평균 2.5%의 성장률을 보이며, 2016년 6조 3,627억 원에서 2022년 7조 1,796억 원 규모의 시장을 형성할 것으로 전망되며, 국외 시장은 연평균 2.5%의 성장률을 보이며, 2016년 184억 6,900만 달러에서 2022년 250억 1,200만 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 전망됨
- (세부과제 3) 자동차 경량화 소재 국내 시장은 연평균 13.1%의 성장률을 보이며, 2016년 3조 774억 원에서 2022년 6조 4,278억 원 규모의 시장을 형성할 것으로 전망되며, 국외 시장은 연평균 13.1%의 성장률을 보이며, 2016년 597억 7000만 달러에서 2022년 1,248억 4100만 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 전망됨

구분		2016년	2018년	2020년	2022년	CAGR
국내 (억원)	자동차 바디용 복합소재 접합 및 체결 ¹⁾	1,600	2,171	2,895	3,166	12.0%
	자동차 차체 모듈 ²⁾	62,038	65,257	68,644	71,796	2.5%
	자동차 경량화 소재 ³⁾	30,774	39,337	50,283	64,278	13.1%
	(소계)	94,412	106,765	121,822	139,240	-
국외 (백만 달러)	자동차 바디용 복합소재 접합 및 체결 ¹⁾	2,283	2,520	2,737	3,008	4.7%
	자동차 차체 모듈 ²⁾	120,490	126,743	133,320	139,443	2.5%
	자동차 경량화 소재 ³⁾	59,770	76,401	97,661	124,841	13.1%
	(소계)	180,260	203,144	230,981	264,284	-

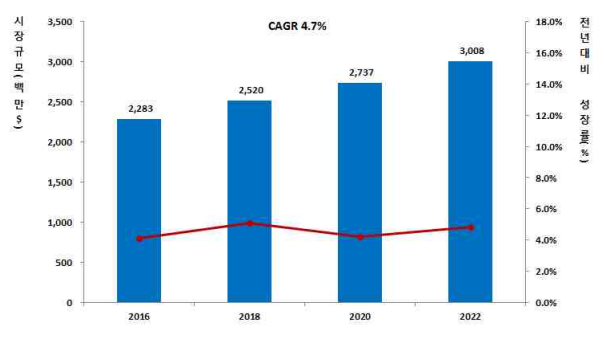
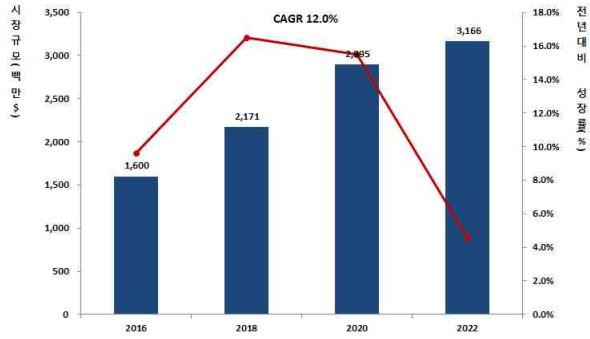
※ 출처: 1) Grand View Fastener(2017), Automotive Plastic Fastener, Global Market Insights(2017), Structural Adhesives Market

2) Roland Berger (2017), Automotive metal components for car bodies and chassis Global market study

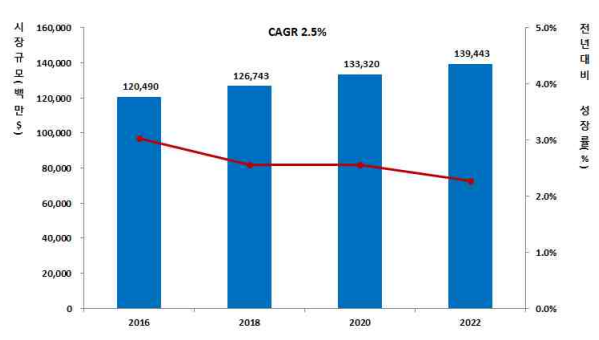
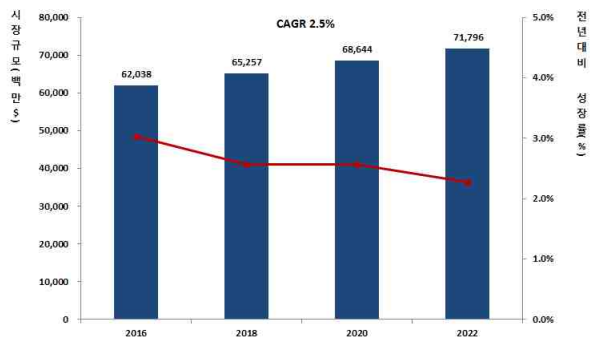
3) Marketsandmarkets(2017), Automotive Lightweight Materials Market

※ 산출근거: 1) 세계시장 = Automotive Plastic Fastener 시장규모 + 자동차용 Structural Adhesives

1,2,3) 국내시장 = 세계시장 * 한국 자동차 샤시 부품 시장 점유율(출처: 한국자동차산업협회, 2015)

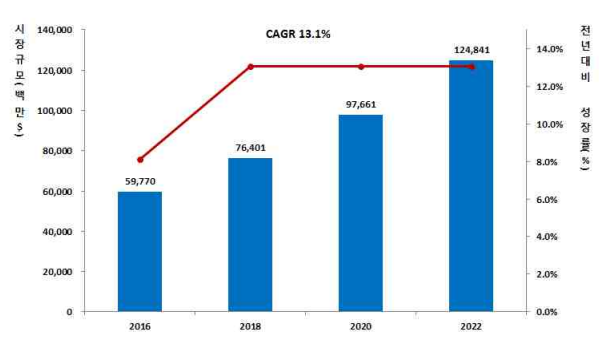
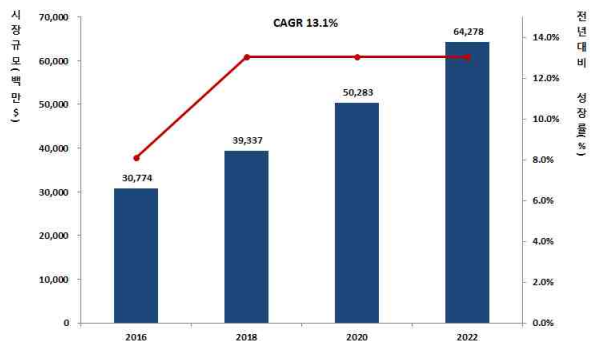


<자동차 바디용 복합소재 접합 및 체결 국내 시장> <자동차 바디용 복합소재 접합 및 체결 국외 시장>



<자동차 차체 모듈 국내 시장>

<자동차 차체 모듈 국외 시장>



<자동차 경량화 소재 국내 시장>

<자동차 경량화 소재 국외 시장>

(3) 예상시장 점유율 및 총매출액 예측

● 예상시장 점유율

- (세부과제 1) '다중소재 적용 비강도 향상 차체용 단위부품 제조기술'은 연구개발 5년, 사업화 2년을 완료한 후, 시장에 진입하는 2025년부터 2029년까지 향후 5년 간 자동차 바디용 복합소재 접합 및 체결 국내의 시장 점유율은 각각 21.2%과 7.2%으로 예상됨

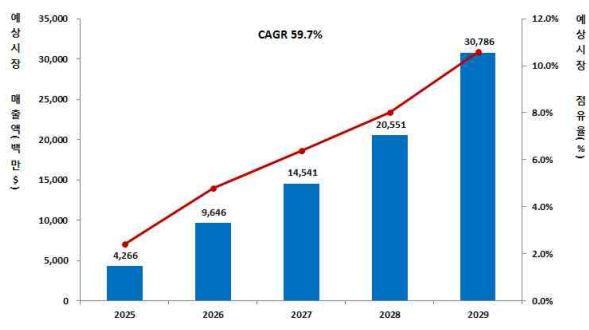
- (세부과제 2) ‘신경사 충돌대응 및 경량화를 위한 차체모듈설계 및 제조기술개발’은 연구개발 5년, 사업화 2년을 완료한 후, 시장에 진입하는 2025년부터 2029년까지 향후 5년 간 자동차 차체 모듈 국내외 시장 점유율은 각각 25.3%과 7.3%으로 예상됨
- (세부과제 3) ‘고충돌 흡수능을 갖는 탄소섬유 경량차체 성형기술’은 연구개발 5년, 사업화 2년을 완료한 후 시장에 진입하는 2025년부터 2029년까지 향후 5년 간 자동차 경량화 소재 국내외 시장 점유율은 각각 21.2%과 6.4%으로 예상됨

구분		2025년	2026년	2027년	2028년	2029년	평균
국내 (%)	자동차 바디용 복합소재 접합 및 체결	14.0%	17.8%	21.0%	24.2%	29.0%	21.2%
	자동차 차체 모듈	17.5%	21.5%	25.0%	28.5%	33.8%	25.3%
	자동차 경량화 소재	14.0%	17.8%	21.0%	24.2%	29.0%	21.2%
국외 (%)	자동차 바디용 복합소재 접합 및 체결	2.2%	5.5%	7.3%	9.0%	12.0%	7.2%
	자동차 차체 모듈	2.8%	5.5%	7.3%	9.0%	12.0%	7.3%
	자동차 경량화 소재	2.4%	4.8%	6.4%	8.0%	10.6%	6.4%

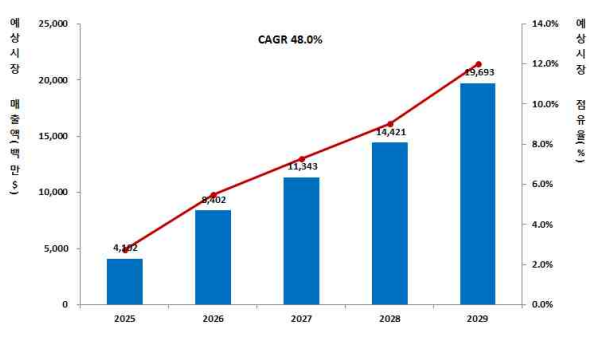
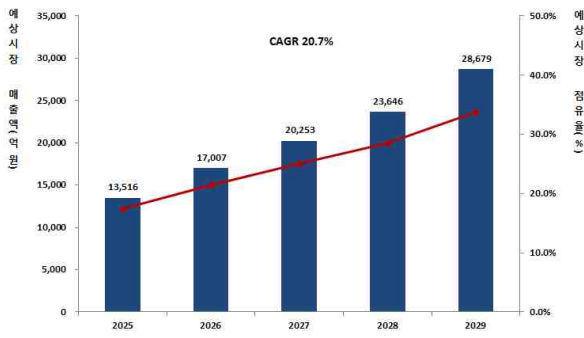
● 예상시장 총매출액

- (세부과제 1) 자동차 바디용 복합소재 접합 및 체결소재 개발 및 사업화 완료 후 시장에 진입하는 2025년부터 2029년까지 향후 5년 간 국내 시장 총매출액은 5,357억 원, 국외 시장 총매출액은 13억 9,000만 달러 규모에 달할 것으로 전망됨
- (세부과제 2) 자동차 차체 모듈 개발 및 사업화 완료 후 시장에 진입하는 2025년부터 2029년까지 향후 5년 간 국내 시장 총매출액은 10조 3,101억 원, 국외 시장 총매출액은 579억 6,100만 달러 규모에 달할 것으로 전망됨
- (세부과제 3) 자동차 경량화 소재 개발 및 사업화 완료 후 시장에 진입하는 2025년부터 2029년까지 향후 5년 간 국내 시장 총매출액은 13조 1,171억 원, 국외 시장 총매출액은 797억 9,000만 달러 규모에 달할 것으로 전망됨

구분		2025년	2026년	2027년	2028년	2029년	합계
국내 (억원)	자동차 바디용 복합소재 접합 및 체결	562	786	1,019	1,290	1,699	5,357
	자동차 차체 모듈	13,516	17,007	20,253	23,646	28,679	103,101
	자동차 경량화 소재	12,812	18,418	24,567	32,008	43,367	131,171
국외 (백만 달러)	자동차 바디용 복합소재 접합 및 체결	76	197	272	353	492	1,390
	자동차 차체 모듈	4,102	8,402	11,343	14,421	19,693	57,961
	자동차 경량화 소재	4,266	9,646	14,541	20,551	30,786	79,790

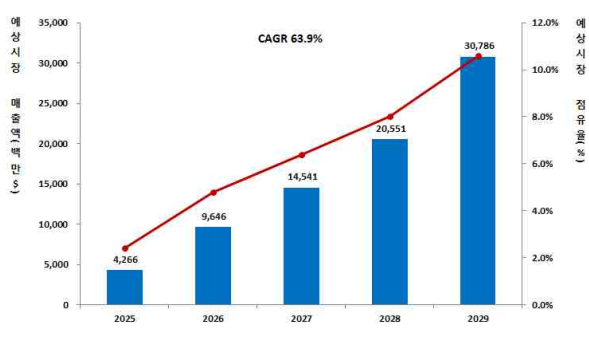
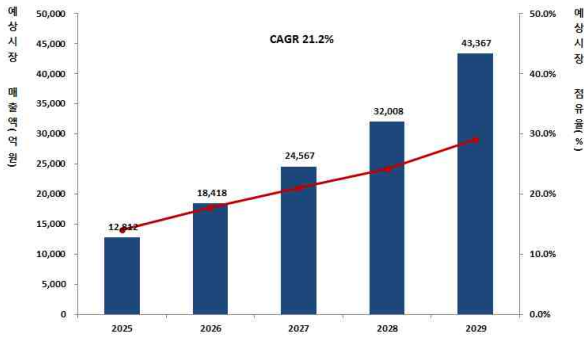


<자동차 바디용 복합소재 접합 및 체결 국내 예상 총매출액> <자동차 바디용 복합소재 접합 및 체결 국외 예상 총매출액>



<자동차 차체 모듈 국내 예상 총매출액>

<자동차 차체 모듈 국외 예상 총매출액>



<자동차 경량화 소재 국내 예상 총매출액>

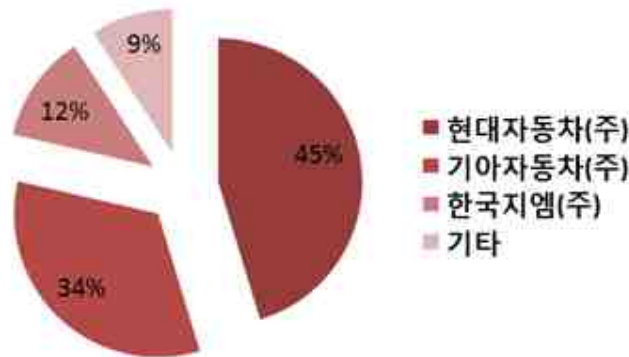
<자동차 경량화 소재 국외 예상 총매출액>

📡 시장 경쟁력 분석

(1) 시장구조 및 경쟁현황

- (시장수명주기)안전성 확보 및 경량화가 가능한 다중소재융합 차체의 경우 환경규제 및 안전규제 대응으로 안전성 및 경량화가 가능한 새로운 소재의 도입을 적극 추진 중으로 이제 본격적인 상용화를 위한 연구개발이 수행되고 있는 도입기 단계로 판단됨

- (시장경쟁구조) 해당기술의 적용 모듈인 자동차 차체 부품시장은 신표준산업코드(SIC) 에서 ‘승용차 및 기타 여객용 자동차 제조업(C30121)’으로 분류되며 시장집중도는 45.3% 으로 시장경쟁강도는 독점인 것으로 판단됨



<상위 3개 및 기타 기업의 시장 집중도>

(2) 사업화 소요기간 및 비용

- (사업화 소요기간) 자동차 경량화 소재, 자동차 바디용 복합소재 접합 및 체결 소재 개발하여 경량화 자동차 차체 모듈을 사업화 하는데 1년 초과 2년 이하의 기간이 소요될 것으로 판단됨
- (사업화 소요비용) 동차 경량화 소재, 자동차 바디용 복합소재 접합 및 체결 소재 개발하여 경량화 자동차 차체 모듈을 사업화하기 위해서는 200억 원 이상의 사업화 소요비용이 필요할 것으로 판단됨

(3) 사업화 성공가능성

- (소재 및 부품 입수 수월성) 국내는 복합소재 생산을 위한 투자 및 노력이 증가하고 있으며 생산능력을 지속적으로 확대하고 있으므로, 해당기술의 제품화를 위한 원재료 및 부품 입수는 매우 수월할 것으로 판단됨
- (마케팅 및 판로 가능성) 국내에는 대규모 자동차 생산설비를 보유하고 있는 다수 기업이 존재하고 있어 마케팅 및 판로 확보 가능성은 매우 높은 것으로 예상됨

(4) 파급효과 분석

- (부가가치 창출효과) 해당기술의 목표시장인 자동차 차체 모듈 분야는 2014 산업연관표의 소분류 상 ‘자동차’ 품목으로 분류되며, 해당 품목에 대한 최종수요가 한 단위 발생할 경우 국민경제 전체에서 직·간접적으로 유발되는 부가가치 단위는 0.687으로 부가가치창출 효과는 보통인 것으로 나타남

- (고용창출효과) ‘자동차’ 품목에 대한 최종수요가 한 단위(10억원)발생함으로써 직·간접적으로 유발되는 취업유발계수는 8.6명으로 고용창출 효과는 낮은 것으로 나타남

구분	유발계수	파급효과
부가가치창출효과	0.687	보통
고용창출효과	8.3	낮음

- (연관업종 매출액영업이익률) 해당기술의 목표시장인 자동차 차체 모듈은 은 신표준산업 코드(SIC)에서 ‘승용차 및 기타 여객용 자동차 제조업(C30121)’으로 분류되며, 2015년 매출액은 98,114,467백만 원이며, 영업이익은 6,269,092백만 원, 매출영업이익률은 약 6.39%으로 나타남

다. 독창성 분석

(1) 특허동향조사 결과

- 90km/h 정면흡셋 신경사충돌안전 법규 대응 30% 경량화 다중소재융합 차체모듈 기술분야의 국가별/출원인 국적별 특허동향을 살펴보면, 한국[KIPO]이 전체 분석대상 국가 출원 중 37%를 차지하였고, 일본[JPO]이 한국과 근소한 차이인 26%를 차지하고 있는 것으로 나타나, 90km/h 정면흡셋 신경사충돌안전 법규 대응 30% 경량화 다중소재 융합 차체모듈 기술분야의 연구개발은 주로 한국[KIPO]과 일본[JPO]에서 주도하고 있는 것으로 파악됨



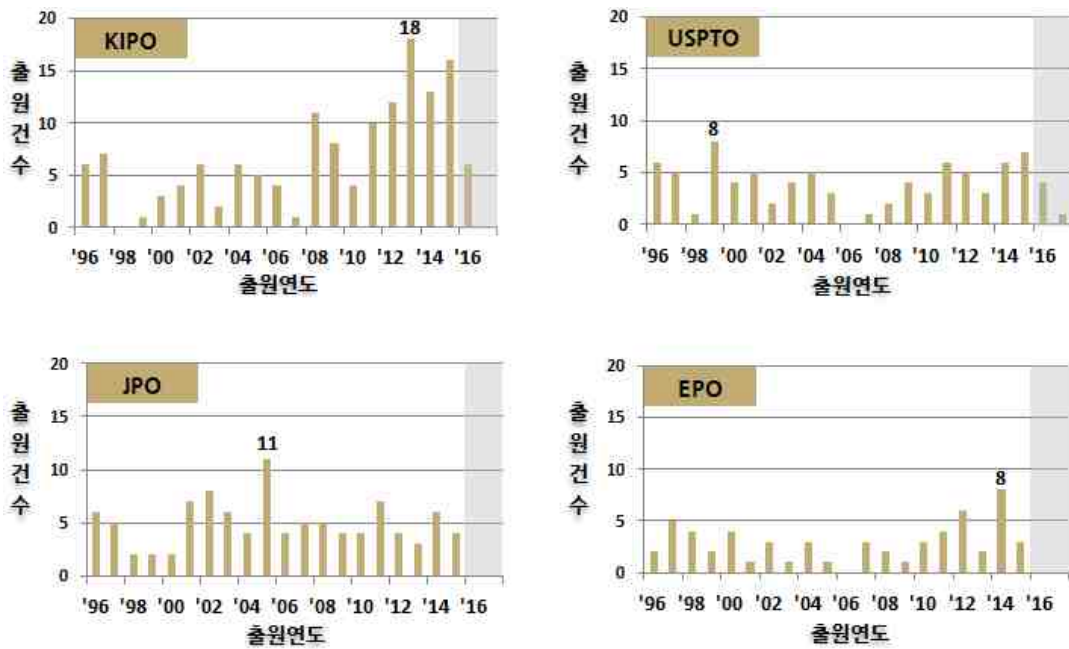


그림 9. 전체 연도별 동향

- 주요시장국 내·외국인 특허출원현황을 살펴보면, 한국[KIPO]이 전체 분석대상 국가 출원 중 37%를 차지하였고, 일본[JPO]이 한국과 근소한 차이인 26%를 차지하고 있는 것으로 나타나, 90km/h 정면옵셋 신경사충돌안전 법규 대응 30% 경량화 다중소재융합 차체모듈 기술분야의 연구개발은 주로 한국[KIPO]과 일본[JPO]에서 주도하고 있는 것으로 파악됨

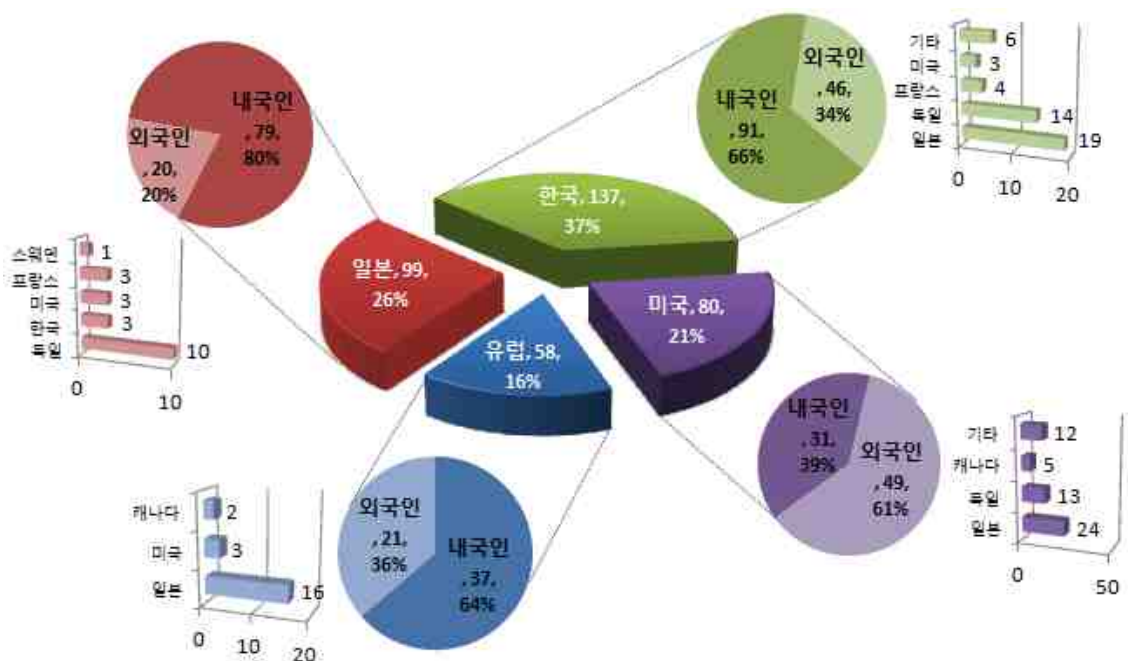
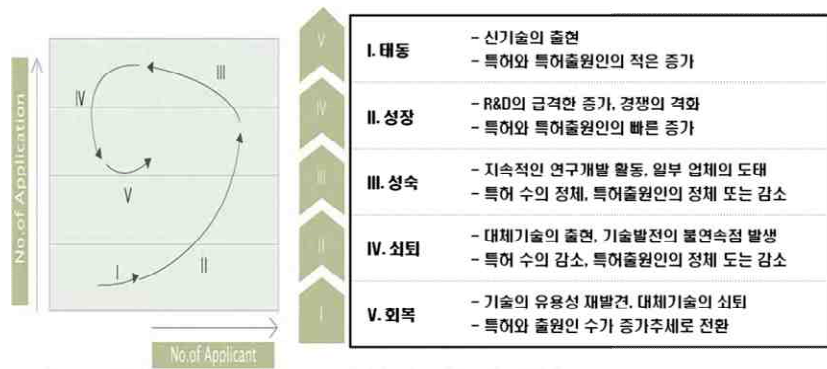


그림 10. 주요시장국 내·외국인 특허출원현황

- IP 포트폴리오로 파악한 기술성장 성장단계를 살펴보면, 1구간(1996년~2000년)부터 2구간(2001년~2005년)까지는 증가세를 보이다가 3구간(2006년~2010년)에서 약간의 감소세를 보였지만, 다시 4구간(2011년~2015년)에서 급격하게 증가하는 성장기 단계에 있는 것으로 나타남. 이는 최근 들어 다중소재를 융합한 경량화 차체모듈 기술이 개발되고 있는 실정에 부합된다고 분석됨



구간	1구간	2구간	3구간	4구간
연도	'96~'00	'01~'05	'06~'10	'11~'15

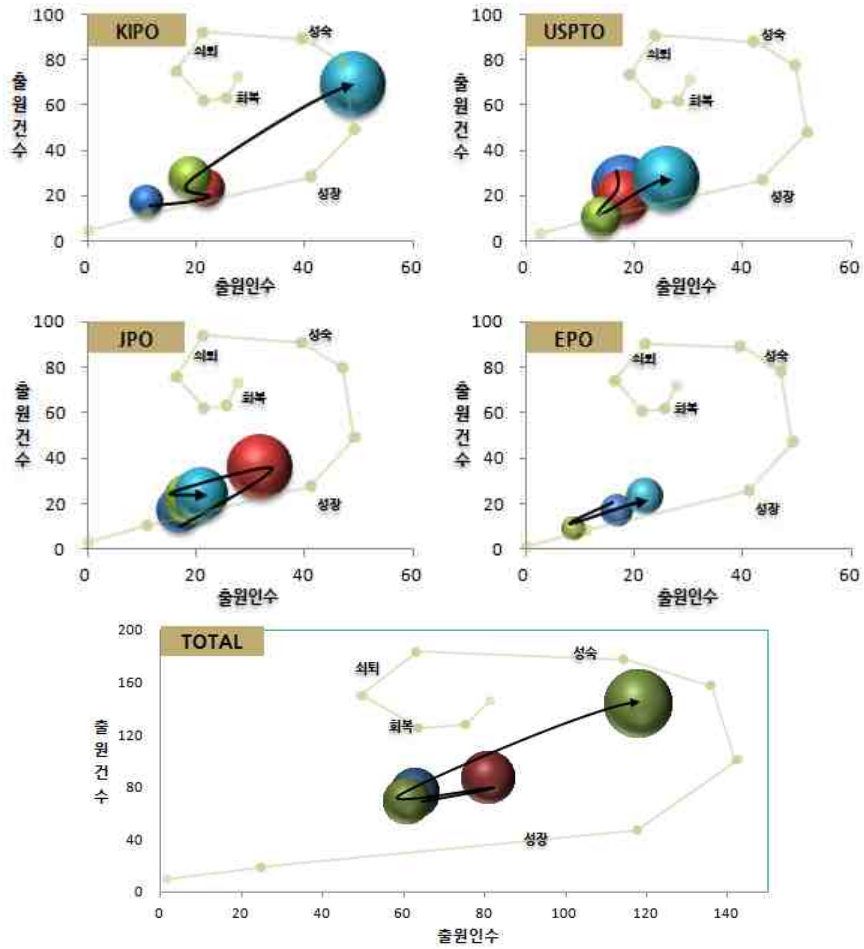


그림 11. IP 포트폴리오로 파악한 기술시장 성장단계

- 90km/h 정면읍셋 신경사충돌안전 법규 대응 30% 경량화 다중소재융합 차체모듈 기술과제의 주요출원인 Top 10을 추출한 결과, 한국의 현대자동차가 전체 다출원인 1위로 나타났으며, 그 뒤를 이어 일본의 HONDA MOTOR 및 일본의 NISSAN MOTOR 등이 이 분야에서 다수의 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남. 주요출원인 Top 10 중에서는 일본 국적의 출원인이 4명으로 나타나 시장을 주도하고 있는 것으로 보이고, 한국, 미국, 독일 국적의 출원인이 각각 포함되었음
- 특히, 13건 이상으로 많은 특허출원을 하고 있는 상위 3개 회사(현대자동차, HONDA MOTOR, NISSAN MOTOR) 중 HONDA MOTOR, NISSAN MOTOR는 주력기술 분야가 다중소재 적용 차체/샤시 제조기술(AA)로 나타나 아직까지는 다중소재 적용 단위 부품 제조기술(AB)에 대해서는 기술개발이 활발하게 이루어지지 않는 것으로 분석됨

표 2. 경쟁자 Landscape

출원인	분석항목 출원인국적	주요IP시장국 (건수, %)					특허출원 증가율 (최근5년)	주력기 술분야
		한국 KIPO	미국 USPTO	일본 JPO	유럽 EPO	IP시장국 종합		
현대자동차	한국	26 (96%)	0 (0%)	1 (4%)	0 (0%)	한국	175%	AB
HONDA MOTOR	일본	0 (0%)	8 (38%)	9 (43%)	4 (19%)	일본	75%	AA
NISSAN MOTOR	일본	0 (0%)	2 (15%)	9 (69%)	2 (15%)	일본	-80%	AA
Dana	미국	0 (0%)	10 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	미국	0%	AA
NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL	일본	0 (0%)	1 (10%)	7 (70%)	2 (20%)	일본	400%	AB
BENTELER AUTOMOBILTECHNIK	독일	0 (0%)	4 (57%)	0 (0%)	3 (43%)	미국	400%	AB
Volkswagen	독일	5 (71%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (29%)	한국	600%	AA
기아자동차	한국	6 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	한국	0%	AA
TOYOTA MOTOR	일본	0 (0%)	2 (33%)	1 (17%)	3 (50%)	유럽	500%	AA
DaimlerChrysler	독일	0 (0%)	2 (33%)	0 (0%)	4 (67%)	유럽	200%	AA

$$\text{특허출원증가율} = \left(\frac{\text{최근구간 특허출원건수} - \text{이전구간 특허출원건수}}{\text{이전구간 특허출원건수}} \right) \times 100 \quad (\%)$$

- 90km/h 정면흡셋 신경사충돌안전 법규 대응 30% 경량화 다중소재융합 차체모듈 기술에 대한 Landscape를 종합하여 볼 때, 국내 선도업체는 자국 시장을 중심으로 특허출원 활동을 하고 있어 적극적인 해외시장 진출을 통해 해외 경쟁업체와 차별화된 기술을 IP 권리화하여 획득하는 연구개발 및 지원이 요구됨

(2) 지재권 확보 가능성

표 3. IP 부상도 분석

출원증가율 <이전구간대비증가율> *		출원 점유율 (해당기술/대분류 전체건)		특히 시장확보력 국가별 외국인 출원증가율 <이전구간대비증가율>		IP 부상도 종합결론 $T = (X+Y+Z) / 3$
(X)		(Y)		(Z)		
5	증가율 80% 이상	5	점유율 80% 이상	5	증가율 80% 이상	5
4	증가율 51% ~ 79%	4	점유율 51% ~ 79%	4	증가율 51% ~ 79%	4
3	증가율 21% ~ 50%	3	점유율 21% ~ 50%	3	증가율 21% ~ 50%	3
2	증가율 1% ~ 20%	2	점유율 1% ~ 20%	2	증가율 1% ~ 20%	2
1	증가율 0% 이하	1	점유율 0% 이하	1	증가율 0% 이하	1

- 정량분석 데이터 분석을 통한 IP 부상도에서는 이전 구간과 대비해서 최근 구간에서 출원 증가율이 107.2%로 높게 나타났으며, 전체구간과 대비해서 최근 구간에서 출원 점유율은 38.2%로 보통으로 나타났으나 특히 시장확보력이 111.5%로 높게 나타나 각국에서의 본 개발과제에 대한 시장매력도가 높은 것으로 파악됨
- 이는 다중소재를 융합한 경량화 기술에 대한 연구가 가속화되면서 최근 구간에서 출원 증가율이 높은 것으로 나타난 것으로 보이므로, 국내 기업이 꾸준한 연구 및 투자를 통하여 지속적으로 해당 기술 분야를 선도하고 핵심 기술을 확보할 수 있도록 노력해야 할 것으로 판단됨

표 4. IP 장벽도 분석

기술명	IP 장벽도 / 점수				
	매우 낮음 / 1	낮음 / 2	보통 / 3	높음 / 4	매우 높음 / 5
다중소재 적용 차체/샤시 제조기술(AA)			☑		
다중소재 적용 단위 부품 제조기술(AB)			☑		
종합 결론			☑		

- 90km/h 정면읍셋 신경사충돌안전 법규 대응 30% 경량화 다중소재융합 차체모듈 기술은 다중소재 적용 차체/샤시 제조기술(AA)과 다중소재 적용 단위 부품 제조기술(AB)로 나누어질 수 있음
- 본 개발기술인 90km/h 정면읍셋 신경사충돌안전 법규 대응 30% 경량화 다중소재융합 차체모듈 기술과 관련하여, 90km/h 정면읍셋 신경사충돌안전 법규에 대응한 경량화 규격이 구체적으로 제시되지 않은 점에서 특히 장벽도는 보통인 것으로 판단됨

- 선행특허의 경우 90km/h 정면읍셋 신경사충돌안전 법규에 대응한 경량화 규격을 구체적으로 제시하지 않았고, 다중소재를 융합하여 경량화하는 기술에 대한 제시도 구체적이지 않아 IP 장벽도가 보통으로 파악되었으므로, 국내 자동차/부품 제조업체를 중심으로 다중소재 융합 차체 제조기술에 주력한다면 경쟁업체와 차별화된 IP확보가 가능할 것으로 판단됨
- 또한 선행특허들에 개시된 내용을 면밀히 검토하고 해결수단으로 한정된 내용을 회피하거나 선행특허와의 차별점을 바탕으로 한 IP확보(권리화) 전략이 필요하고, 이를 통해 국내외 IP확보(권리화)가 가능할 것으로 판단됨

(3) 기술도입 가능성(해당사항 없음)

라. 장애요인

⇒ 기술개발 또는 개발된 기술의 상용화 시 기술적, 시장적, 법·규제적 장애요인이 있다면 기술

- 2019년부터 북미에서 새로운 충돌안전 법규(90km/h 정면 신경사 충돌법규) 도입을 인해 국내를 비롯한 타 국가들에도 유사한 법규가 실시될 예정이기 때문에 별도의 장애요인은 존재하지 않음. 이에 따라 새로운 충돌안전법규 대응을 위한 고안전 차체모듈 기술이 필요함

마. 개발기업 및 수요기업 후보군

개발기업 후보
<ul style="list-style-type: none"> ○ 1세부 : 현대기아자동차 계열(1차 벤더: 신영, 성우하이텍 등), 르노삼성자동차 계열, 쌍용자동차 계열 등 ○ 2세부 : 신영, 성우하이텍, 엠에스오토텍, 진합, 엘엠에스, 경남금속, 노벨리스, 대호에이엘, 포스코, 현대제철 ○ 3세부 : 현대기아자동차 계열(1차 벤더: 신영, 성우하이텍 등), 르노삼성자동차 계열, 쌍용자동차 계열 등
수요기업 후보
<ul style="list-style-type: none"> ○ 1세부 : 현대자동차, 기아자동차, 한국지엠자동차, 르노삼성자동차, 쌍용자동차, 독일 아우디, BMW, 일본 Toyota, Nissan, ○ 2세부 : 완제품 차량 조립업체(현대기아 자동차, 르노삼성, 쉐보레, 타타대우, 쌍용자동차), 제조업체(신영, 성우하이텍), 탄소소재 제조업체 (LG하우시스, 롯데, 삼양사, 한국카본, SK케미칼, JMC, 티비카본) ○ 3세부 : 현대자동차, 기아자동차, 한국지엠자동차, 르노삼성자동차, 쌍용자동차, 독일 아우디, BMW, 일본 Toyota, Nissan,

3. 연구목표 및 내용

㉑ 최종 목표 및 내용

● 최종목표 : (세부과제 1) 경사충돌 대응 및 경량화를 위한 차체모듈 설계 및 제조기술 개발

- 다중소재 융합형 BIW(Body in White) 설계 방안 확립
- 충돌에너지 흡수 최적화 단위 부품/모듈 설계 기술 확립
- 인체 더미 모델 상해치 분석을 통한 설계안 검증
- 해석결과 및 실차 충돌평가를 통한 feed back 및 강건 설계기술 확립
- 다중소재의 접합을 위한 하이브리드 접합/체결 공정기술 개발
- 접합력 향상을 단위 소재별 가공 및 표면처리 기술 개발
- 접합부의 강건 설계, 해석 및 검증 기술 확립
- 다중소재의 열팽창 특성을 고려한 Flexible 구조용 접착제 개발 및 적용 공정기술 개발
- 다중소재 접합 계면의 내부식성 및 물성 평가 기술 확립
- 다중소재 접합/체결을 통한 BIW(Body in White) 제조 및 실차 적용 기술 개발
- 차체 제조를 위한 금형 및 신개념 Pilot 생산 시스템 설계 및 제작
- 新 경사충돌 및 30% 경량화 동시 달성을 위한 다중소재 적용 방안 도출

* 新 경사충돌 : 2020년 강화 예정인 IIHS, Euro NCAP(MPDB(Moving Progressive Deformable Barrier))Test 등임.

● 확보기술 내용

성능지표		단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)	
B I W	1	경량화	%	30 이상	30%	40% (독일, BMW)
	2	해석 정확도*	%	95 이내	95	95 (독일, BMW)
	3	신 경사 충돌평가	등급	Good	-	-
	4	측면충돌	등급	Good	Good	Good (일본, 토요타)
	5	비틀림 강성	Nm/deg	30,000	28,000	65,000 (스웨덴, 코닉세그)
부 품	6	접합부 피로강도	TS 40%, Cycle	10 ⁶	모재대비 80%(접합강도)	-
	7	접착제 접합강도	MPa	25	-	25(독일/Henkel)
	8	기계적 체결강도	kN	9	-	9(독일/Audi)

* 해석 정확도 : 초기 설계 해석 후 제품의 신뢰성 시험을 비교 분석한 해석 결과치가 95% 이내를 의미함

● **최종목표 : (세부과제 2) 자동차 차체/샤시 부품화를 위한 다중소재 성형 및 부품화 기술개발**

- 차체용 적용 경량소재 합금 고특성화 기술
- 차체용 다중 경량소재 적용 소재, 부품 성형 및 접합기술
- 다중소재 접합계면제어, 후공정 및 특성평가 기반기술
- 다중소재 적용 부품 성형성 데이터베이스화
- 다중소재 적용 차체 적용이 가능한 벌크화 및 소성변형 공정 최적화 방안 도출

● **확보기술 내용**

성능지표		단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	강도·연성지수*	MPa·%	9,000	6,000	9,000(미국/알코아)
2	접합부품 내식성	hr	480	-	480(미국/GM)
3	이종소재 접합강도 (낮은 모재강도 기준)	%	80	70	-
4	치수정밀도	mm	0.5	0.5	0.5(독일, BMW)
5	부품 경량화율	%	30	25	25(독일, BMW)

* 강도·연성 지수 : 스틸대비 경량화율 40%이상인 경량소재

● **최종목표 : (세부과제 3) 고안전 차량용 경량차체 복합소재 성형 기술 개발**

- 고강도/내충격성을 갖춘 경량화 CFRP 복합소재 개발
- 경량화 복합소재 적용 부품 설계 기술 개발
- 경량화 CFRP 소재 부품 적용을 위한 금형개발 및 성형시간 단축 공정기술 개발
- 개발된 경량화 CFRP 부품의 내구성 평가
- 경량화된 CFRP 부품을 이용한 하이브리드 차체모듈 적용

● **확보기술 내용**

성능지표		단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	CFRP 층간전단강도	MPa	> 80	60	78 (미국/Hexcel)
2	CFRP 성형공정시간	min	< 2.5	5	2.5 (일본/Mitsubishi Rayon)
3	Izod 충격강도	J/m	> 250	160	300 (일본/ Mitsubishi Rayon)
4	성형품 내구성	Cycle	> 200,000	-	200,000 (독일/BMW)
5	경량화	%	40	10	40 (독일/Audi)
6	치수정밀도	mm	±1	±3	±1 (독일/Audi)
7	생산성	Min/ea	5	-	5 (일본, Mitsubishi Rayon)

4. 추진체계

- 주관기관 : 대·중소·중견기업 이상(차체 BIW 모듈 제조 기업, CFRP 성형 및 prepreg 제조기업, 금형기업, 충돌평가 시험기관, 완성차 제조기업 등)
- 참여기관 : 제한없음

기획위원

번호	성명	소속	직급
1	남상용	경상대학교	교수
2	구남훈	현대제철	부장
3	공만식	고등기술연구원	수석연구원
4	권 문	르노삼성자동차	팀장
5	김명균	포항산업과학연구원	책임연구원
6	서종덕	(주)신영	수석연구원