

Korea Institute of Science and Technology Information <http://www.kisti.re.kr>
ISBN 1111-2222-3333-4444

ASTI 기술보고서

2014. 11. 00

자동차 경량화 소재·부품 개발동향 및 시장현황

최성배, 김창목, 김영일

■ 목 차 ■

〈 요약 〉	1
제 1 장 서 론	3
제1절 기술개발 배경	3
제 2 장 기술 동향 분석	10
제1절 플라스틱 소재 개발동향 및 시장전망	10
1. 개념 및 분류	10
2. 산동향 및 이슈	12
3. 자동차산업에서의 플라스틱 입지	16
4. 엔지니어링 플라스틱 소재별 특성과 적용분야	17
제2절 기술개발 동향	20
1. 부품 분야별 개발 동향	20
2. 기술개발 핵심 이슈	27
제3절 기술개발 주요 이슈	31
1. 탄소섬유 강화 열가역성 플라스틱 개발	31
2. 韓·日 ‘합작사’ - 슈퍼플라스틱 생산	6·3
제 3 장 시장 동향 분석	41
제1절 국내외 시장현황 및 전망	41

- 제2절 수요 동향46
 - 1. 자동차용 플라스틱 사용 확대46
 - 2. 자동차용 플라스틱 경량화 속도 증대47
 - 3. 모듈화를 통한 원가절감 및 품질 향상48
 - 4. 슈퍼 엔지니어링 플라스틱 수요의 점진적 확대49
- 제3절 서플라이 체인 동향51
- 제4절 국내외 주요업체 및 제품54
 - 1. 세계 현황54
 - 2. 국내 현황57
- 제5절 탄소섬유강화 플라스틱64
 - 1. 탄소섬유 복합재료 동향64
 - 2. 탄소섬유강화 플라스틱(CFRP) 개발동향71
 - 3. 시장동향 및 향후 과제74
 - 4. 일본 업체들의 동향77

- 제 4 장 결 론88

- < 참고문헌 >91

■ 그림 목 차 ■

<그림 1-1> 배출가스원에 따른 온실가스	4
<그림 1-2> 자동차 재료 시장(2010)	7
<그림 1-3> 탄소섬유복합재료를 통한 자동차 경량화 Milestone	8
<그림 2-1> 자동차 내장재와 외장재로 사용되는 플라스틱	10
<그림 2-2> 미국 플라스틱 금형제품 주요 수요조사	15
<그림 2-3> 플라스틱 소재 분류	18
<그림 2-4> 인스트루먼트 패널의 형상	22
<그림 2-5> CFRTP 사용시의 삭감효과	32
<그림 2-6> 개발기술의 위치	33
<그림 2-7> 고속 스템핑 성형과 고속 내압 성형기술	34
<그림 2-8> 자동차에 적용할 수 있는 PPS	39
<그림 3-1> 세계 자동차용 플라스틱 소재/응용 시장현황 및 전망	41
<그림 3-2> 국내 자동차용 플라스틱 소재/응용 시장현황 및 전망	42
<그림 3-3> 국가별 자동차 플라스틱 부품 비중	43
<그림 3-4> 유럽 자동차의 플라스틱 부품 비중	44
<그림 4-1> 국내 자동차용 플라스틱 이용 분포	62
<그림 5-1> 탄소섬유 적용추이	65
<그림 5-2> 자동차 경량화에서 탄소섬유강화 플라스틱의 효과	68
<그림 5-3> CFRP-applied Toyota concept car(1/X)	70
<그림 5-4> 탄소섬유 세계 수요전망	75

<그림 5-5> 탄소소재 산업별 비중76

<그림 5-6> 토레이, 미쓰비시 레이온, 테이진계 기업의 CFRP 일본공
개 특허출원 건수 추이83

■ 표 목 차 ■

<표 2-1> 자동차별 플라스틱 사용비율 분석결과	17
<표 2-2> 플라스틱 소재가 사용되는 자동차 부품	20
<표 2-3> 엔진룸의 부품/시스템별 플라스틱 현황	26
<표 2-4> 주요 소재 적용 부품	27
<표 3-1> 범용 엔지니어링 플라스틱 업체 현황	53
<표 4-1> 공급망 분석 종합	63
<표 5-1> 복합 재료의 비교	65
<표 5-2> 탄소섬유강화 플라스틱 자동차 부품	66
<표 5-3> Comparison of the properties of CFRP, FRP, aluminum, and steel ..	67

< 요약 >

- 자동차 배출가스에 의한 지구온난화를 대처하기 위한 방안으로 연비 향상 기술에 많은 노력을 기울이고 있으며, 그 방안으로 파워트레인 효율향상 기술, 하이브리드전기자동차(HEV), 전기자동차(EV), 연료전지자동차(FCEV), 클린디젤자동차(CDV) 등 친환경자동차, 공력 디자인 개선을 통한 연비개선, 그리고 알루미늄, 마그네슘 및 엔지니어링 플라스틱 소재 등을 적용한 소재 경량화라 할 수 있음.
- 플라스틱은 가벼운 중량, 성형 및 가공의 용이성, 경제성 등의 여러 가지 장점을 가지고 있어 자동차 분야에서의 플라스틱 사용은 무엇보다도 경량화를 통한 연비 향상 때문임.
- 내장용으로 사용되는 소재는 여러 가지가 있지만 대부분 PP 또는 PP복합강화재가 사용되고 있음. 이는 우선 가격이 다른 수지에 비해 저렴하다는 장점이 있고 리사이클이 가능하기 때문임.
- 신소재의 연구개발 방향은 엔지니어링 플라스틱 단일 소재에서 얻을 수 없는 물성을 보완하기 위해 범용 플라스틱 혹은 엔지니어링 플라스틱 등 두 가지 이상의 플라스틱을 조합한 플라스틱 합금(Plastic Alloy)이 개발되고 있음.
- 일본 NEDO 프로젝트에 의해 가열하면 성형하기 쉽게 되는 열가역성 수지를 이용한 아주 새로운 “탄소섬유 강화 열가역성 플라

스틱(Carbon Fiber Reinforced Themoplastic, CFRTP)“의 개발에 성공하였음.

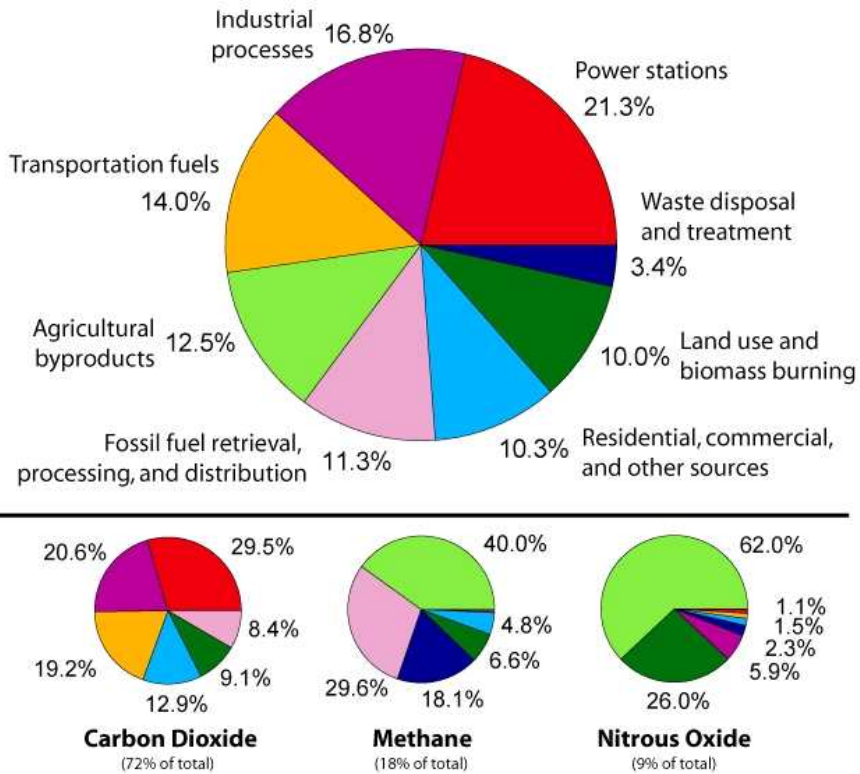
- 세계 자동차용 플라스틱 시장규모는 연평균 17.5%가량 성장하고 있으며, 2012년 14억 달러에서 2016년에는 274억 달러에 육박할 것으로 전망되고 있음.

제 1 장 서 론

제1절 기술개발 배경

- 자동차는 사고방지 및 피해 최소화를 위한 안전기능과 각종 편의 기능을 요구하는 소비자의 욕구를 충족시키기 위한 안전관련 시스템과 더불어 화석연료의 고갈과 지구온난화로 인해 전장화와 연비향상을 키워드로 연구가 추진되고 있음.

- 특히, 세계 각국은 기후변화 및 환경보호에 대한 관심이 커지면서 에너지 절약, 탄소배출량 감축 및 환경보호 등을 명분으로 기술규제 도입을 확대하고 있음. 특히 온실가스의 배출원으로 자동차로 대표되는 수송용 연료가 14%로 발전소와 산업공정에 이어 세 번째를 차지하고 있음. 이로 인해 자동차 연비에 대한 규제가 대폭 강화되고 있음.



[출처 : en.wikipedia.org]

<그림 1-1> 배출가스원에 따른 온실가스

□ 미국, EU, 일본 등 주요 선진국은 이산화탄소(CO2)를 비롯한 각종 배출가스 및 연비 기준 강화 등 강화된 환경규정을 시행중이며, 우리나라도 2015년까지 국내 자동차의 평균 연비를 17km/L로 대폭 강화하고 평균 배출량을 140g/km 이내로 제한할 계획임.

- 현재 우리나라의 자동차 연비에 대한 규제는 지난 2009년 '자동차 연비 및 온실가스 기준 개선방안'을 마련하고 2015년까지 리터당 17km/L에 맞춰 연비 규제를 단계적으로 강화해 나가고 있음.

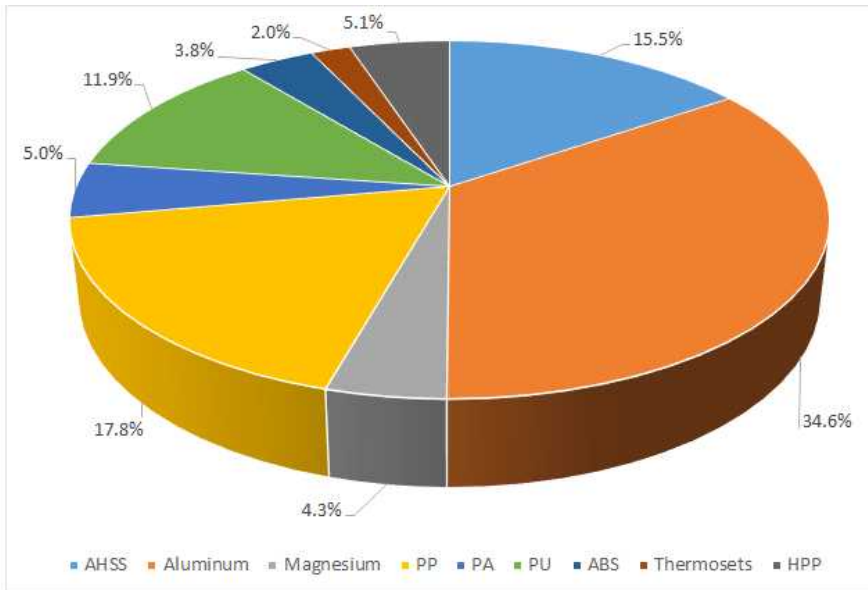
산업통상자원부와 환경부 등에 따르면 2020년부터 국내 자동차 연비 규제 기준을 20km/L 이상으로 대폭 강화하는 방안이 추진되고 있음. 만약 업체들이 이 규제에 대응을 하지 못하면 과태료 부과 등 제재를 받게 됨.

- 정부가 추진하고 있는 새 연비 규제 목표치는 주요 선진국과 비슷하거나 낮은 수준으로 알려져 있음. 미국은 2025년부터 56.2mpg(23.9km/L) 이상의 연비 기준을 충족해야하고, 일본은 2020년 20.3km/L, 유럽은 2020년 26.5km/L로 연비 규제가 강화됨.

□ 자동차 배출가스에 의한 지구온난화를 대처하기 위한 방안으로 연비 향상 기술에 많은 노력을 기울이고 있으며, 그 방안으로 파워트레인 효율향상 기술, 하이브리드전기자동차(HEV), 전기자동차(EV), 연료전지자동차(FCEV), 클린디젤자동차(CDV) 등 친환경자동차, 공력 디자인 개선을 통한 연비개선, 그리고 알루미늄, 마그네슘 및 엔지니어링 플라스틱 소재 등을 적용한 소재 경량화라 할 수 있음.

□ 자동차 분야에서 경량화는 오랜 시간동안 지속되어 온 화두로 이제는 자동차의 경량화는 선택이 아닌 필수로 해결해야 할 상황이며, 자동차 업계에서 경량화가 최우선으로 고려되어야 할 이유는 ① 자동차의 기본 성능인 가속력과 제동력의 향상, ② 외부적인 요인인 환경규제 및 에너지 자원의 고갈에 따른 연비 개선 필요성 대두, ③ 차세대 자동차인 전기자동차에서의 경량화 필요성 지속 등 임.

- 자동차 경량화를 실현하기 위해서는 ① 기존 소재보다 가벼운 소재로 변경, ② 성형 및 가공기술의 개발, ③ 기존 부품의 형태를 최적화 설계하는 방법으로 구분할 수 있음.
 - 이중 소재를 변경하는 방법이 다른 방법에 비해 중량 절감효과가 가장 크지만 재료비 상승으로 인해 원가 측면에서 불리한 단점이 있음.
 - Frost & Sullivan에 따르면 연비를 56.2mpg로 맞추기 위해서는 자동차를 경량화하는 일이 필수적이라 하며, “자동차 일반적인 경량화에서의 소재와 화학품의 대체“라는 최근 리포트에서 2010년도 매출이 380억 달러였다고 밝힘.
 - 자동차 무게가 연비에 직접적으로 영향을 주기 때문에(대략 자동차 중량을 10% 줄이면 연비는 5%에서 7%가 절약) 자동차 메이커와 협력업체들에게는 경량화 소재가 중요한 역할을 할 것이라고 함.

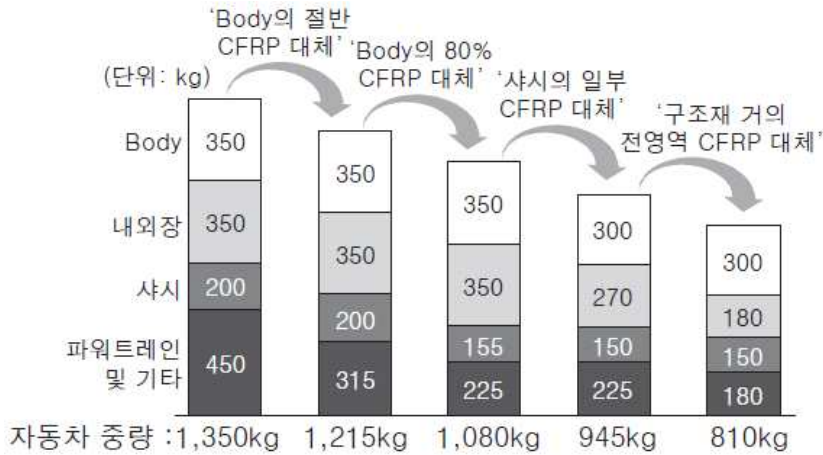


[출처 : Frost & Sullivan]

<그림 1-2> 자동차 재료 시장(2010)

- 특히 소재의 경량화는 엔진효율을 높여 자동차의 성능향상을 극대화시키고 그로 인해 연비향상을 도모할 수 있어서, 결국 소재의 경량화는 환경오염 방지와 연비향상에 가장 적합하고 효과적인 방법이라 할 수 있음.

- 자동차의 경량화 방안은 우수한 물성을 갖는 경량재료의 개발과 기존 재료의 제조방법 개선을 통한 기계적 성질을 향상시키는 방법 등이 있으며, 이를 위해 사용되는 재료로 알루미늄 합금, 마그네슘 합금, 티타늄 합금, 철강재료 등의 금속재료와 플라스틱이나 세라믹 재료 등이 사용되고 있음.



[출처 : JAPAN NEDO]

<그림 1-3> 탄소섬유복합재료를 통한 자동차 경량화 Milestone

□ 세계적으로 EV 등 친환경자동차의 개발이 적극적으로 추진되고 있지만 주행거리 확보 등을 위해 경량화의 필요성은 지속적으로 요구될 것으로 예상됨.

- EV가 생산되고 있지만 활성화되어 시장점유율을 확보하기까지는 많은 기술적 어려움과 비용 그리고 인프라 구축 등의 문제가 있어 과도기적으로 HEV, 플러그인 하이브리드자동차(PHEV), FCEV 등이 개발되고 있는 상황으로 기존의 내연기관을 사용하는 자동차의 비중이 급격히 감소할 가능성은 낮음.

□ HEV, EV는 한번 충전에 의한 주행거리가 제한적이므로 이를 극복하기 위해 배터리 용량 개선과 경량화에 대한 필요성이 더욱 절실함.

- 경량화된 자동차용 소재는 EV 등의 기본 프레임으로도 활용 가능하므로 자동차업계가 풀어야 할 중요한 과제임.

 - 자동차 경량화 분야의 활발한 신소재 개발로 시장 확대가 예상되고 있으며, 관련 업계, 생산설비 확대 및 M&A 등 활발한 움직임을 보이고 있음.

 - 점차 기술이 발달함에 따라 기존 철강의 강도나 내구성을 갖춘 플라스틱, 복합소재, 탄소섬유 등 다양한 소재가 개발이 개발되고 있음.
- 본 보고서에서는 플라스틱 소재에 관하여 기술함.

제 2 장 기술 동향 분석

제1절 플라스틱 소재 개발동향 및 시장전망

1. 개념 및 분류

- 자동차에 사용되는 플라스틱은 자동차산업의 발전과 더불어 금속 소재가 대부분을 차지하던 소재를 플라스틱으로 대체하면서 차체 및 외장, 내장, 장식, 엔진 부품 등에 많이 사용됨.



[출처 : Toray]

<그림 2-1> 자동차 내장재와 외장재로 사용되는 플라스틱

- 자동차산업에서 경량화를 위한 대체소재 개발역사는 2차 세계대전까지 거슬러 올라감. 포드자동차 설립자인 헨리 포드는 1941년 철강재 부족으로 고무, 코르크, 밀, 강낭콩 등을 자동차 소재로 적용해 세계 최초로 플라스틱 적용 자동차를 개발함.
 - 기존 철강재로 만든 자동차에 비해 무게가 훨씬 가벼워 당시에는 현실적인 제품이었음. 그러나 얼마 후 2차 세계대전이 일어나면서 플라스틱 자동차는 역사 속으로 사라지게 됨.
 - 하지만 2000년대 들어 화학소재 기업들을 중심으로 미래자동차의 모습 속에서 엔지니어링 플라스틱, 탄소섬유복합재 등 고분자 복합재의 연구가 지속되고 있어 플라스틱 적용 자동차의 상용화에 대한 기대가 커져가고 있음.

- 플라스틱은 가벼운 중량, 성형 및 가공의 용이성, 경제성 등의 여러 가지 장점을 가지고 있어 자동차 분야에서의 플라스틱 사용은 무엇보다도 경량화를 통한 연비 향상 때문임.

- 자동차의 총 중량기준으로 현재 플라스틱의 사용량은 약 20%로 앞으로 엔지니어링 플라스틱, 플라스틱 합금, 복합소재 등의 개발에 따라 더 많은 양이 사용될 것으로 기대됨.
 - 원가절감, 생산성 향상, 경량 등의 기여로 앞으로 자동차에 플라스틱 사용이 더욱 더 증가할 것으로 예상되며, 일부에서는 이미 올 플라스틱 자동차가 생산되고 있음.

- 자동차용 신소재로서 플라스틱은 그 개발 전망과 가능성이 무한하며 자동차 중량의 경감, 연료소비 효율의 증대, 스타일 개량 등에 있어서 많은 기여를 할 것임.
- 일반적인 자동차 플라스틱 기술은 크게 소재개발, 성형가공기술, 주변기술로 분류할 수 있음.
- 소재는 새로운 폴리머 개발, 폴리머 알로이, 복합화 등의 기술이 있음. 성형가공기술은 열가소성 수지를 이용해 사출성형, 블로우 성형법으로 부품을 제작하고 있음. 이 외에 플라스틱 부품의 2차 가공, 리사이클링 등의 환경 대응기술이 있음.

2. 산업동향 및 이슈

가. 내장재에서 외장재로 적용범위 확대

- 자동차에 사용되는 플라스틱은 내장부품으로부터 시작해 점차 외장부품, 외판부품, 엔진룸 부품 등과 같이 사용조건이나 환경이 가혹한 부분에 사용되고 있음.
- 때문에 내열성, 내약품성, 내피로성 등을 요구하는 부품으로 변천하면서 더욱 엄격한 물성을 요구하고 있음.
 - 흡기계통, 냉각계통 등의 엔진룸 내 부품, 연료계통 부품, 일렉트로닉스 시스템 및 부품, 안전대책 시스템 및 부품, 공해대책 시스

템 및 부품, 소음계통, 새시계통 등.

나. 금속소재의 대체재로 성장

- 플라스틱은 열과 압력에 의한 자유로운 변형 때문에 다양한 용도로 사용될 수 있지만 이는 장점인 동시에 단점이 되기도 함.
- 엔지니어링 플라스틱은 범용 플라스틱 수지의 기계적 특성, 내열성, 내화학성, 치수안정성, 전기적 특성 등을 향상시켜 기존에 주로 금속이 사용되었던 부분을 대체하는 목적으로 개발되었음.
- 자동차 소재로 사용되는 플라스틱은 1960년대 자동차의 대량생산과 대량소비시대와 함께 시작되었는데 이는 플라스틱 소재가 금속소재에 비해 가볍고 성형가공성이 뛰어나 생산성을 높여주기 때문임.
- 이후 범용 플라스틱은 1970년대 후반부터 사용되기 시작하며 현재에 이르게 됨. 내장이나 장식부품에 있어 플라스틱화는 이미 완료되었고, 외장부품이나 그 밖의 부품들이 플라스틱화의 대상이 되고 있음.

다. 슈퍼 엔지니어링 플라스틱 등 신소재의 등장

- 자동차 업체들은 범용 플라스틱보다 고성능화된 구조소재용 공업용재로서 금속 대체를 목표로 할 수 있는 엔지니어링 플라스틱을

요구하고 있음.

- 엔지니어링 플라스틱 보다 좋은 특성을 갖는 새로운 소재의 요구는 고성능 수지의 개발을 가져왔고, 이는 슈퍼 엔지니어링 플라스틱과 플라스틱 합금(Plastic Alloy)의 탄생을 가져옴.
- 이것들은 높은 내열성과 보다 나은 기계적 강도를 갖고 있어 자동차의 주행안정성에 관계된 부품에 사용되고 있음.
- 특히 엔진부품은 내열성뿐만 아니라 내유성, 내용제성, 내충격성, 내피로성 등 종래의 범용 플라스틱 혹은 엔지니어링 플라스틱의 사용 한계를 넘는 물성을 요구하고 있음.
- 이러한 물성을 충족시켜 줄 수 있는 것이 슈퍼 엔지니어링 플라스틱이라 함.

라. 자동차 플라스틱의 성장성

- 최근 10년간의 범용 플라스틱 수요증가는 연 4~5%로 그 신장율이 둔화된 것에 비해 엔지니어링 플라스틱은 15~30%의 고속 성장을 하고 있음. 엔지니어링 플라스틱 개발로 100% 플라스틱 자동차의 출현을 예고하고 있음.
- 독일 벤츠사에 의하면, 자동차 플라스틱 소재는 앞으로 10년간 12~18%로 사용량이 증가하며 2045년에는 50~75%로 최고치에 도달할 것으로 추정하고 있음. 자동차 구성재로서 플라스틱은 향후 충분한 성장 가능성을 확보하고 있다고 볼 수 있음.

마. 미국의 플라스틱 금형산업 확대

- 미국의 플라스틱 금형산업은 자동차, 전기전자, 산업의 근간을 이루는 기간산업으로 파생산업의 영역이 확장됨에 따라 그 규모가 급속도로 커지고 있음.
- 플라스틱 사출금형 부품의 주요 수요처는 자동차산업으로 전체 수요의 약 41%의 비중을 차지하고 있음.



[출처 : KOTRA]

<그림 2-2> 미국 플라스틱 금형제품 주요 수요조사

- 미국 정부의 친환경 정책과 맞물려 연비규제가 강화되고 있어 차량 경량화를 위해 철강 소재 부품이 플라스틱 부품으로 대체하는 추세를 보이고 있으며 자동차 내장 부품뿐만 아니라 외장부품과

엔진 및 트랜스미션 부품까지 경량화 소재의 적용이 확대되고 있음.

- 사출금형 부품시장에서는 미국 제조업체들과 일본, 독일을 비롯한 외국기업들 간 치열한 경쟁구도가 형성되어 있으며 해외 기업은 국가별로 제품과 기술을 차별화해 현지 공급 확대를 위해 노력 중임.

3. 자동차산업에서의 플라스틱 입지

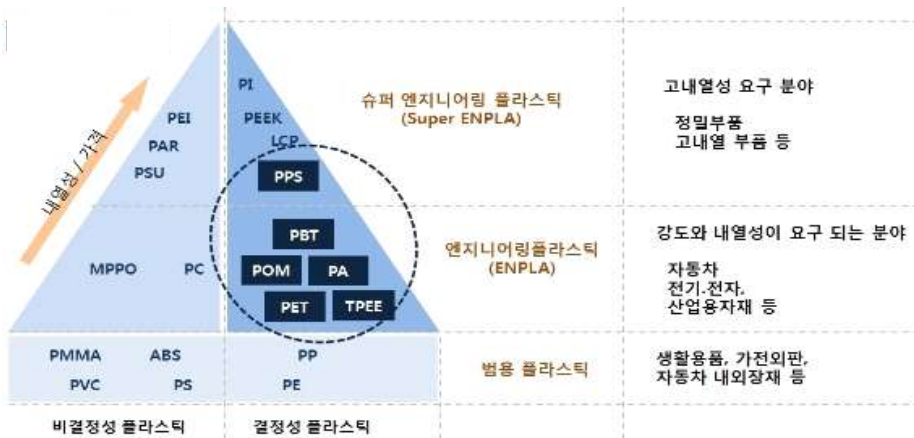
- 폴리프로필렌(PP)이 가장 높은 비중을 차지하고 있고, 폴리아미드 (PA) 또한 높은 비중을 차지하고 있음.
- BMW1의 경우 플라스틱의 사용비율이 20%에 달함.
- 자동차에서의 플라스틱 사용비중은 환경·에너지 등 전지구적 이슈로부터 영향을 받아 점점 증가할 것임. 따라서 자동차산업 내에서 플라스틱은 핵심소재로서 그 중요성이 증가할 수밖에 없을 것임.

<표 2-1> 자동차별 플라스틱 사용비율 분석결과

	BMW1	Toyota Aygo	Renault Clio
플라스틱 비율	20%	15%	13%
플라스틱 총중량	279kg	128kg	167kg
PP	33%	52%	48%
PA	14%	9%	7%
PUR	14%	13%	13%
ABS	7%	2%	2%
PE	6%	8%	8%
PVC	4%	3%	3%
PBT/PET	3%	1%	4%
PC	1%	3(PC/PBT)	1%
아크릴 수지	1%	n.s	n.s
PPE	1%	n.s	2(PPE+PA)
열경화성 수지	0%	n.s	2%
기타	15%	8%	11%

4. 엔지니어링 플라스틱 소재별 특성과 적용분야

- 엔지니어링 플라스틱은 합성수지 레진(Resin)과 유리섬유, 탄소섬유, 미네랄 등의 충전재로 배합하여 복합화한 플라스틱으로 범용 플라스틱의 최대 약점인 열적 특성과 강도, 마모성 등 기계적 특성을 향상시켜 자동차 부품이나 기계 부품, 전기전자 부품 등에서 금속 대체소재로 이용되고 있음.



[출처 : 코오롱플라스틱]

〈그림 2-3〉 플라스틱 소재 분류

- 엔지니어링 플라스틱은 150℃ 이상에서 장시간 사용할 수 있는가에 따라 범용 엔지니어링 플라스틱(150℃ 미만)과 슈퍼 엔지니어링 플라스틱(150℃ 이상)으로 분류할 수 있음.
 - 슈퍼 엔지니어링 플라스틱은 PA46의 경우에 용융점이 700℃에 이르고 있으며, 범용 엔지니어링 플라스틱보다 고강도, 난연성, 절연성, 가공성 등 고기능 특성도 강화되고 있음.
- 범용 엔지니어링 플라스틱은 PA, POM, PC, mPPO(modified Polyphenylene Oxide) 등 5가지 플라스틱이 주로 이용됨.
- 자동차에 많이 사용되는 주요 범용 엔지니어링 플라스틱의 특성과 적용범위는 다음과 같음.

- PA(Polyamide)는 범용 엔지니어링 플라스틱 중 사용량이 가장 많은 소재로 190°C 이상의 높은 열변형 온도와 높은 강도, 난연성, 질긴 특성 등의 장점과 낮은 수분 흡수성의 단점을 지니고 있으며, 주로 에어인테이크 매니폴드, 라디에이터, 실린더 헤드커버, 엔진 부품 등 공조 및 연료, 파워트레인 부품으로서 사용이 확대되고 있음.
- POM(Polyacetal)은 범용 엔지니어링 플라스틱 중 가장 금속에 가까운 특성을 가지고 있는 소재로 굽힘강도, 내피로성, 내마모성 등이 우수하나, 난연성, 내후성 및 접착성 등은 낮음. 글로브 박스, 윈도우 레귤레이터, 도어록, 안전벨트 앵커 등 구동부품에 사용됨.
- PC(Polycarbonate)는 범용 엔지니어링 플라스틱 중 유일하게 투명성을 지니고 있으며 높은 강도, 내열성, 내환경성 등의 장점과 성형시 큰 일그러짐이 있으면 변형되어 깨지는 등의 단점이 있어 헤드램프 렌즈, 인스투르먼트 패널, 백빔 등에 주로 사용됨.
- PBT(Poly-Butylene-Terephthalate)는 전기절연성, 난연성 등이 뛰어나 커넥터, 헤드램프, 보빈 등 전기전자 부품에 주로 이용됨.
- 범용 플라스틱인 PP(Polypropylene)도 고무, 유리섬유, 미네랄 등과 복합되어 범퍼, 배터리케이스, 락커패널 등 내외장재로 이용됨.
- 복합PP는 저VOC(Volatile Organic Compounds) 대책, 저가격의 플라스틱 소재 적용과 부품 통합화 등에 따른 수혜로 사용량이 지속적으로 증가할 전망이다. 즉, 환경오염 물질을 발생시키는 PVC(Polyvinyl Chloride)를 대체하고 있으며, 도어트림, 일부 공조 부품 등에 사용되는 고가의 PA, PBT를 대체하고 있음.

제2절 기술개발 동향

1. 부품 분야별 개발 동향

- 자동차 플라스틱을 내장(Interior), 차체(Body), Underhood, 샴시(Chassis)로 구분됨.

<표 2-2> 플라스틱 소재가 사용되는 자동차 부품

구분	세부제품
Interior	Instrument Panel System
	Steering Wheel System
	Seating and Load Floor System
	Headliner System
	Interior Trim Panels
	Other Interior Components
Body	The Plastics Body
	Front End System
	The Plastics Body
	Rear End System
	Door System
	Hood & Front Fenders
	Roof System
	Other Body Panels & Trim
	Window System
Underhood	Air/Fuel Intake
	Radiator System
	Other Underhood Components
Chassis	Tank System
	Wheel System
	Brake System
	Suspension System
	Windshield Wiper System
	Other Electrical Components

가. 내장부품

- 자동차 내장용 부품은 운전자가 장시간 동안 접하는 거주공간이므로 우선 쾌적성이 좋아야 되고, 충돌 시 사람의 안전성이 보장될 수 있는 부품을 사용하여야 함. 특히 하절기의 경우 유리창을 통한 태양광으로 인해 인판넬의 온도가 90℃ 가까이 올라갈 뿐 아니라 실내온도도 65℃정도 까지 되기 때문에 내열·내광성이 우수한 특성을 지녀야 함.
- 내장용으로 사용되는 소재는 여러 가지가 있지만 대부분 PP 또는 PP복합강화재가 사용되고 있음. 이는 우선 가격이 다른 수지에 비해 저렴하다는 장점이 있고 리사이클이 가능하기 때문임.
- 자동차 내장부품 중 대표적인 플라스틱 소재는 인스트루먼트(IP 또는 Cockpit 모듈)임. IP는 약 10kg에 달하는 대형부품으로 IP모듈의 기초가 되는 IP소재는 우수한 강성, 내열성, 내충격성, 성형성 등이 요구됨. 조립할 때 변형과 비틀림이 없어야 하고 여름철 실내온도가 많이 올라가더라도 변형이 발생하지 않아야 함.
- 기계용 소재로서는 주로 치수 안정성과 쿠션재와 밀착성이 우수한 PC/ABS 수지, PC/ABS+GF, ABS+GF, MPPO, S MA, PA+ABS 수지 등 다양한 종류의 플라스틱이 사용되고 있음. 최근에는 원가가 낮은 PP에 고무 및 무기충전제를 보강한 복합 PP의 사용이 확대되고 있는 추세임. 내충격 특성이 우수한 PP-LET 적용연구가 활발히 진행되고 있음.

- 쿠션재로서는 주로 폴리우레탄 폼이 사용돼 왔으나 폐차 시 소재 리사이클성을 향상시키기 위해 PP폼 소재가 새롭게 주목받고 있음.
- 표피재는 PVC가 많이 사용되어 왔으나 친환경 및 소재 재활용 때문에 TPO(Thremo Plastic Olefin) 소재 적용에 대한 요구가 증대하고 있음. TPO는 자동차 실내 냄새 개선을 위한 방법으로 PVC 대체소재로도 각광을 받고 있음.



<그림 2-4> 인스트루먼트 패널의 형상

나. 전장부품

- 전장부품의 경우 커넥터, 릴레이블록, 스위치, 센서하우징, ECU하우징 등 대부분의 부품에 플라스틱이 사용되고 있으며, 전기절연성, 내열성, 내구성, 내약품성 등 고기능성이 요구됨.
- 향후에는 첨단 안전전장부품의 채용증가에 따른 무게감소와 EV시

장 본격화시 2차 전지, 모터, 인버터, 파워컨트롤 유닛 등 새롭게 채용되는 무거운 부품의 케이스, 하우징에 경량화 요구가 증대되고 있어 PC/PBT, PC/ABS, PA6, PA66, PPS, LCP 등의 사용량이 확대될 전망이다.

다. 외장부품

□ 범퍼 및 페이스(Fascia)

- 자동차 외장부품으로서 가장 많이 이용되고 있는 부품은 범퍼, 사이드몰딩으로 대부분 PP계 복합 강화수지를 사용하고 있음.
- 범퍼는 자동차가 장애물에 충돌할 때 차체 및 라디에이터, 램프류 등의 기능 부품을 보호하기 위해 차체의 전후에 돌출되도록 장착하는 부품임. 범퍼는 그 자체가 변형·파괴되더라도 그 과정에서 충격에너지를 흡수하므로 배후의 차체 및 기능부품을 보호하는 역할을 수행함.
- 범퍼가 장착된 최초의 자동차는 Ford사의 A모델로 1장의 두꺼운 강판이었음. 그 이후 범퍼 사이드 및 범퍼 가드로 불리는 가벼운 충격에 복원 가능한 엘라스토머 성형물을 부착해 장애물과 접촉해도 완충기능 때문에 범퍼의 금속부분 및 차체에 변형이 발생하지 않게 됨.
- 최근의 범퍼는 외장부품으로서 역할도 크게 부각돼 자동차업체는 우수한 외관을 추구하고 있음.
- 범퍼시스템은 범퍼 커버, 에너지 흡수기구, Reinforcement(보강)의 3가지 주요 요소로 구성되어 있음. 범퍼 커버는 범퍼의 최고 바깥

쪽 표면부로서 의장성 및 충격 후의 복원성이 필요해 범퍼 관련 법규가 시행됨에 따라 금속제로부터 유연한 플라스틱제로 변화했음.

- 범퍼 주변의 외관부품(Front Grille, Lamp Housing, Front Air Dam 등)과 일체화해 외관 및 충격 흡수성, 경량화, 원가절감을 달성한 부품을 페이스(Fascia)라 함.
- 최근의 북미에서는 TPO(Thermo Plastic Polyolefin) 사용이 증가하고 RIM, R-RIM, PC/PBT 등도 채용되고 있음.
- 에너지 흡수기구는 범퍼커버 뒤에 위치하는 충격에너지 흡수기능의 부품으로 소재로는 PP Foam이 가장 많이 채용되고 RIM 우레탄, PE Honeycomb도 있음.
- Reinforcement(Backup Beam)는 범퍼 커버 및 에너지 흡수기구가 부착되는 부품으로 차체의 손상을 방지하는 기능을 가지며 고장력강판이 주로 사용돼 왔으나, 최근에는 경량화를 목적으로 플라스틱 또는 알루미늄이 사용되는 경우가 있으며, 플라스틱 소재로는 PP Stampable Sheet(GMT), 고강성 SMC(HSMC), PE 및 PP Blow 성형품 등이 있음.

□ 라디에이터 그릴(Radiator Grille)

- 라디에이터 그릴에 적용되는 소재로는 우선 ABS를 꼽을 수 있음. 이는 적당한 물성 균형과 우수한 성형성과 도장성 및 도금이 용이해 많이 이용되고 있음.
- PC나 PMMA의 경우 투명하고 내열성(80~90℃) 및 내충격성이 우수한 특성을 가지고 있음.

- PC/ABS Alloy와 Maleimide 변성 ABS는 엔진룸의 컴팩트화와 많은 부품의 장착에 의해 90°C 이상의 내열성이 요구되는 경우에 주로 사용되고 있음.

□ Cowl Top Cover

- 후드와 Front Glass 사이에 사용되는 Cowl Top Garnish는 지금까지 주로 ABS 수지가 많이 사용되어 왔으나 최근 고강성 PP가 주로 많이 사용되고 있음.
- 제품의 길이가 길어서 설계 시 유의해야 하며 수축-팽창에 영향을 적게 받는 소재의 적용이 요구됨.

□ 엔진 룸 부품

- 엔진 룸내의 환경은 엔진으로부터 복사·전도·대류에 의한 열과 후드를 통해 전달되는 외기의 열 및 냉기에 의해 -40°C~150°C의 넓은 범위의 온도영역을 가지게 됨.
- 도로에서 날아오는 돌멩이 등에 의한 충격과 염화칼슘에 의한 부식, 각종오일, 워셔액 등에 접촉할 가능성도 있기 때문에 요구 품질이 비교적 엄격하지 않은 흡기계 및 냉각계 부품 등에서 플라스틱화가 진행되고 있음.
- 흡기계와 냉각계의 일부에 적용되는 플라스틱은 PP 및 TPO이며, 이 밖에는 주로 PA, PBT, PPS와 같은 엔지니어링 플라스틱이 사용되고 있음. 이는 엔진 주변의 경우 대부분 내열성이 요구되기 때문임.

- 엔진 주변 부품의 경우 일반적으로 기계적 특성 외에 장기적인 특성이 고려되어야 함. 즉, 크리프 특성, 응력완화, 내열엔진 특성, 진동피로특성, 각종 연료와 엔진오일, 기어오일, 클러치액, 냉각액, 각종 그리스 등의 내약품 환경 속에서의 장기특성과 각 부품서의 치수 안전성 등이 고려돼야 함.

<표 2-3> 엔진룸의 부품/시스템별 플라스틱 현황

구분	부품	플라스틱 소재
본체계	Cylinder Head Cover	PA-(GF+M), PA66-GF, PA6-GF, SMC/BMC
	Engine Mount	PA66-GF
흡기계	Air Intake Manifold	PA66-GF, PA6-GF
	Throttle Tank	PA66-M
	Air Intake Pipe	PA66-GF, PP-GF, TPO
냉각계	Radiator Tank	PA66-GF, PA66/612GF
	Radiator Support	SMC, PA-66GF
	Water Pump Inlet	PA66-GF, PPS-GF
	Water Pump Housing	PPA-GF, PA66-GF
	Thermostat Housing	PPA-GF
	Fan & Shroud	PP-GF, PA66-GF, PA6-GF
윤활계	Oil Pan	PA66-GM(STX), 제진강판
	Oil Filter Housing	PP-GF
	Oil Filter Cap	PA66-GF, PBT-GF, PET-GF
	Oil Level Gage	
구동계	Timing Belt(Cover)	PA66-GF, PA-GF, PP-GF(경량화, 소음저감, 의장성 향상)
엔진커버	Engine Cover	PA6-M, PA6-GF, PA66-M, PA66-(GF+M) (소음저감, 의장성 향상)

□ 외판소재

- 경량화를 위한 외판재 수지는 주로 엔지니어링 플라스틱인 Glass 섬유로 보강된 SMC(Sheet Molding Compound)가 사용되고 있음.
- 최근의 모터쇼에서는 플라스틱의 이용이 증가하고 있음을 알 수 있음. 수지 외판화의 효과는 경량화, 형상자유화, 경충돌성, 보행자보호 등을 들 수 있음.

2. 기술개발 핵심 이슈

- 향후, 자동차 플라스틱의 연구개발 방향은 신소재개발, 환경오염 방지, 국제표준화, 원가절감 등으로 발전할 것으로 전망됨.
- 플라스틱 소재가 자동차 부품으로 적용되기 위한 소재별 요구조건과 주요 이슈는 아래의 표와 같다.

<표 2-4> 주요 소재 적용 부품

주요 소재	적용 부품	소재 적용 조건
내열 PA	-HEV, EV등 전자/전기 부품 -전장품(SMT 등 대응 부품)	-내열 PA는 고전압 부품에 사용 * EV, HEV용품 * 전장부품
변성 PPE	-Back Door -대형 Body Panel	-수치 안정성이 우수 -On-line 도장 공정 가능 -단품보다는 다른 부품과의 일체성형으로 cost down 필요

<p>PPS</p>	<ul style="list-style-type: none"> -전기자동차 모터용 결속 부품 -Sensor housing -Lamp reflector -Connector 	<ul style="list-style-type: none"> -금속대체 부위에 유망 -절연성, 전기특성이 높고, 전장품 관련 수요가 높음 -내열성 우수 -수지의 가격을 낮추는 것이 문제임 -HEV, EV 전장 관련 부품의 수요 증대 예상
<p>PBT</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Wire harness connector -ECU housing 	<ul style="list-style-type: none"> -기존 가솔린 자동차보다 HEV, EV의 경우 사용량 확대 예상
<p>PET</p>	<ul style="list-style-type: none"> -천정소재 -Pillar gamish -Capacitor seal 소재 -필름코팅용 유전체 	<ul style="list-style-type: none"> -식물유래 폴리에스테르와 혼합하여 에코플라스틱으로 내장표피재로서 기대 -필름의 성형성, 절연성 등을 우수하게 할 수 있는 유전체로서 전장품 구성의 부소재로 기대
<p>PC</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Head lamp lens -Glazing -Body 	<ul style="list-style-type: none"> -가격 경쟁력이 낮지만, 경량화 측면에서 차량의 유리 등의 대체 물질로 효과가 우수함 -난연성을 요구하는 부품의 적용을 추진하고 있음
<p>PEEK</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Sealing -Gear 류 -Washer 	<ul style="list-style-type: none"> -열가소성 소재로 재활용성, 복잡 형상의 사출성형성이 용이 -열성, 내약품성, 내마모성 등이 우수한 특성으로 기계부품을 구성하는 세부부품에 금속 대체용 수요가 증가되고 있음 -그러나 다른 수지에 비해 가격이 높음 -가격이 낮아지면 자동차 메이커의 적용이 쉬워지고, 시장 확대의 주요 요건이 될 것임.

가. 플라스틱 소재의 융·복합화 연구

- 신소재의 연구개발 방향은 엔지니어링 플라스틱 단일 소재에서 얻을 수 없는 물성을 보완하기 위해 범용 플라스틱 혹은 엔지니어링 플라스틱 등 두 가지 이상의 플라스틱을 조합한 플라스틱 합금(Plastic Alloy)이 개발되고 있음.
- 플라스틱 합금은 단일 플라스틱의 성질보다 뛰어난 특성의 신소재로 단일 소재에서는 얻을 수 없는 특성을 만든 인공소재로 복합소재(Composite Material)도 가속화 되고 있음.

나. 내열부품분야에 플라스틱 적용 연구

- 금속소재가 주류였던 엔진 부품에도 폴리아미드 등의 플라스틱을 이용한 대체부품 개발이 한창임. 폴리아미드는 엔진 실린더헤드의 상부에서 로커암 등을 싸고 있는 엔진커버(실린더헤드커버, 밸브커버, 로커커버) 소재로 이용되고 있음. 엔진커버(덮개)는 엔진 본체에 직접 연결돼 있지만 온도는 통상 80℃ 정도이며, 과열시에도 200℃까지는 상승하지 않기 때문에 내열성이 뛰어난 폴리아미드로 설계하고 있음.

다. 올 플라스틱 자동차(All Plastic Car)의 개발

- 세계에는 이미 올 플라스틱 자동차가 다수 존재하고 있음. Daimler Chrysler의 MCC Smart 및 GM Saturn을 비롯해 Lotus가

있음.

- 소량 생산차의 거의 대부분이 RTM(Resin Transfer Molding)으로 제조됐으며, 이른바 고급 스포츠카로 분류됨.
- Ford의 Think City 전기자동차는 HDPE의 회전 성형으로 제조되어 연간 1만대의 생산능력을 갖고 있음.

□ SMC에 의한 올 플라스틱자동차는 소재와 프로세스 개선 그리고 Sollx 필름(GE 플라스틱)등의 페인트필름법 적용으로 클래스A 표면의 외관을 얻을 수 있게 되면서 적용사례도 나오고 있음. GM의 Corvette는 62kg의 SMC와 RIM-PUR를 사용하였음.

□ AD&C(Automotive Design & Composite)는 중국의 Huatong Motors의 올 플라스틱 Paradigm Sedan을 연간 6만대 제조하는 데 있어서, 저압 압축성형법으로 탄소섬유강화 열가소성 수지의 구조체를 제조하는 새로운 방법을 개발하였음.

라. 환경오염 방지 연구

□ 환경오염방지 대책으로 연비 향상 및 CO2배출 규제에 대비한 기술 발달로 나노복합소재(Nanocomposite) 기술의 적용확대, 플라스틱 소재의 적용 확대(예, Smart Car)를 위한 기술개발 및 부품개발에 주력하고 있음.

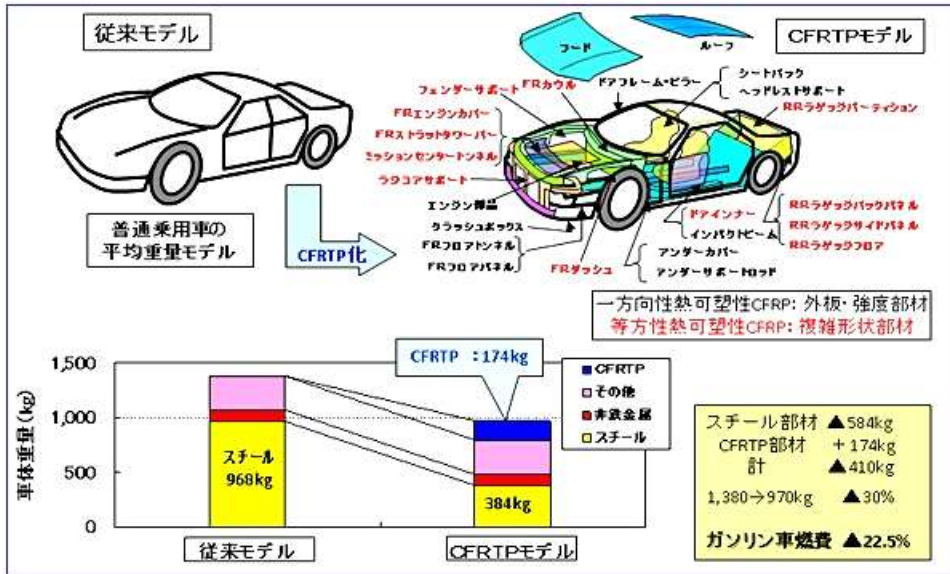
□ 리사이클링 기술에서는 EU의 ELVs와 같은 법규의 전 세계 확산

으로 리사이클 기술발전이 가속화될 것임. PVC 대체소재로 TPO 개발, 열경화성 수지 사용 배제에 따른 대체소재 개발, 리사이클이 쉬운 제품개발, 비용이 저렴한 리사이클 기술 개발, 고효율의 회수방법 확립, 리사이클 소재의 용도 확대 등의 기술들이 요구될 것임.

제3절 기술개발 주요 이슈

1. 탄소섬유 강화 열가역성 플라스틱 개발

- 일본 NEDO 프로젝트에 의해 도쿄대학, 토레이, 미쯔비시 레이용, 토요보, 다카기세이코 등의 그룹은 가열하면 성형하기 쉽게 되는 열가역성 수지를 이용한 아주 새로운 “탄소섬유 강화 열가역성 플라스틱(Carbon Fiber Reinforced Thermoplastic, CFRTP)”의 개발에 성공하였음.
- 기존 탄소섬유 강화 플라스틱(Carbon Fiber Thermoplastic, CFRP)로는 곤란하였던 고속 성형가공 및 높은 범용성을 가진 접합을 수행할 수 있기 때문에 양산차에 사용할 수 있으며, 현행 대비 30% 정도의 차체 경량화 및 에너지 소비저감 등의 효과가 기대됨.



[출처 : NEDO]

<그림 2-5> CFRTP 사용시의 삭감효과

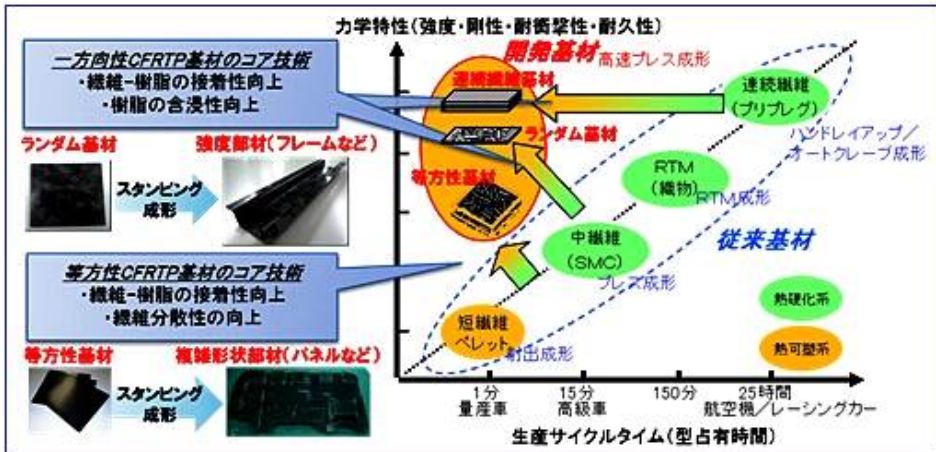
□ 높은 강도와 상당히 가벼운 특성을 가진 탄소섬유는 세계 생산량의 70% 이상을 일본계 기업이 독점하고 있는 선진 소재이지만, 에폭시 수지 등 열경화성 수지와 일체화한 탄소섬유 강화 열경화성 플라스틱(CFRP)은 설계가 어렵다는 점, 금속과 같은 균질 재료가 아니라는 점, 성형 가공시간이 길며 고가인 점 등의 과제를 가지고 있음.

- CFRTP는 열경화성 수지 대신에 열가역성 수지를 이용함으로써 CFRP가 가지고 있는 과제를 극복하였음.

가. 역가공성 CFRTP 중간기재 개발

□ 등방성(等方性) CFRTP 중간기재

- 등방성(等方性) CFRTP 중간기재 (基材, 제품이나 화합물의 원료가 되는 재력)는 폴리프로필렌 수지(PP)중에 불연속의 탄소섬유가 균일, 등방(等方)으로 분산된 재료임. SMC(Sheet Molding Compound) 및 GMT(Glass-mat reinforced thermoplastics) 등 종래의 복합재료 기재와 비교하여 상당히 우수한 강도 특성을 가지고 있으며, 단위 중량당 강성, 강도(비강성, 비강도)가 우수하며, 성형품은 연속섬유를 이용한 항공기용 CFRP에 필적하는 경량화 효과를 실현할 수 있었음.



[출처 : NEDO]

<그림 2-6> 개발기술의 위치

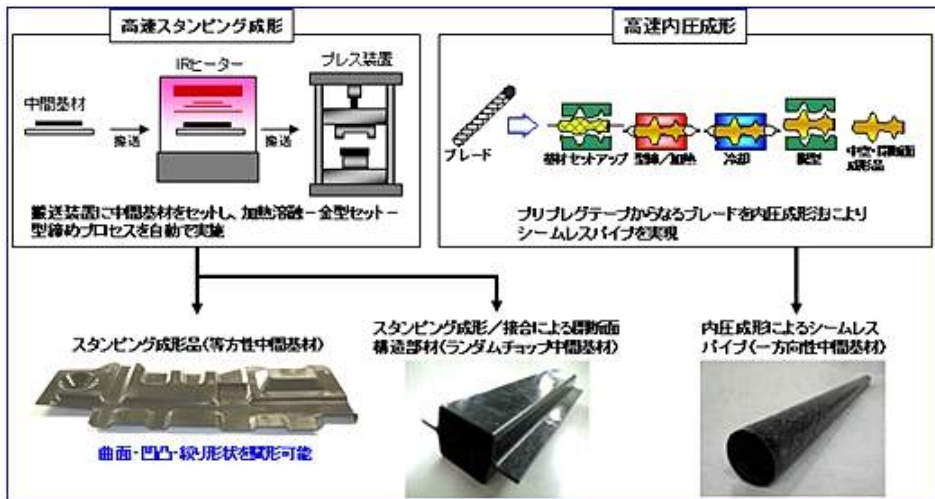
□ 일방향성 CFRTP 중간기재(프리프레그 테이프)

- 일방향성 CFRTP 중간기재로서 독자적인 표면 처리기술 및 수지 개질기술에 의해 탄소섬유에 PP를 고도로 함침시킨 프리프레그 (Prepreg) 테이프의 개발에 성공하였음. 매트릭스 수지가 폴리아미드 수지인 경우 더욱 높은 물성을 얻을 수 있었음.

나. 역가공성 CFRTP 성형기술의 개발 영업

□ 고속 스탬핑 성형 기술

- 자동차용 이차구조 부재용으로 등방성 CFRTP 기재를 사용하여 금형 점유 시간이 짧고 성형 후 재료의 편차를 작게 할 수 있는 고속 스탬핑(stamping) 성형기술의 개발에 성공하였음.



[출처 : NEDO]

<그림 2-7> 고속 스탬핑 성형과 고속 내압 성형기술

□ 고속 내압 성형 기술

- 자동차용 일차구조 부재로는 강도, 강성이 우수한 바구니형 단면 구조를 가진 중공의 폐단면 구조체를 이용하는 것이 효과적이기 때문에 일방향성 기재를 사용한 고속 내압 성형기술을 개발하였음.
- 고속 내압 성형기술은 심리스(seamless) 중공단면 구조체를 성형하는 방법이지만, 지금까지 열가역성 복합재료의 기술이 확립되어 있지 않기 때문에 시중에서 판매된 성형 가공품은 전혀 없지만, 이번에 개발한 기술은 저압에서의 양호한 형상 부형성을 가지고 있어 높은 역학특성을 발현하는 고도의 블레이드 설계기술과 그 성형기술을 확립한 것임.

다. 역가동성 CFRTP 접합기술의 개발

□ CFRTP 중간 기재의 범용 구조 재료화를 달성하기 위해서는 접합 기술도 중요함. 기존 금속 용접기술과 비슷한 속도와 접합강도를 가진 접합기술의 개발을 목표로 열가역성 수지에 특징적인 접합 기술인 용착법을 검토하였음.

□ 그 결과 열판용착, 진동용착, 초음파용착 등 접합면을 중첩시켜 가열 가압하는 방법을 개발하였음. 또한 접합부를 일체화함으로써 섬유 함유율이 증가하고 섬유끼리의 얽힘에 의한 고인성화를 달성함으로써 접합부의 강도를 높이는데 성공하였음.

라. 역가동성 CFRTP 재활용 기술의 개발 영업

- 탄소섬유는 고에너지를 이용하여 제조하는 재료이기 때문에 가능한 한 높은 수준에서의 재활용이 요구됨.
- NEDO 프로젝트에서 개발한 CFRTP 재료는 매트릭스 수지가 물질 재활용이 가능한 열가역성 수지이기 때문에 고도의 재활용이 가능하여 환경부하 및 비용을 크게 저감시킬 수 있어 이 재료의 보급이 가속될 가능성을 제시하였음.
- 개발된 재료의 기재구조로부터 부품성형, 2차 가공을 거쳐 완성차의 조립, 사용에서 폐기까지 생산 프로세스로부터의 전 과정에서 폐자재 및 불량품의 순환을 고려함으로써 폐쇄 재활용을 달성할 수 있다는 것을 나타내었음.
- NEDO 프로젝트에서 개발한 재료 및 가공방법은 부재별 요구 특성에 맞는 개별적인 최적화가 필요하기 때문에 재료 및 성형에 관한 데이터 베이스의 구축 및 충실화를 도모하고 신뢰성 향상 및 안전성을 고려한 구조설계, 평가방법의 확립 등을 목표로 하고 있음.

2. 韓·日 ‘합작사’ - 슈퍼플라스틱 생산

- 한·일 대표 화학 업체인 SK케미칼과 테이진은 2013년 초에 슈퍼 엔지니어링 플라스틱의 일종인 PPS(Poly Phenylene Sulfide) 사업을 위한 합작회사인 Initz를 설립하였음.

- SK케미칼과 테이진은 Initz 지분을 각각 66%, 34%소유하고 있음.
- 국내 화학업체가 PPS생산을 위해 해외 업체와 합작사를 설립한 것은 이번이 처음이며, SK케미칼 측은 테이진과의 합작사 설립을 통해 양사가 보유한 글로벌 마케팅, 개발, 생산 역량이 시너지를 창출할 것으로 내다보고 있음.

□ 테이진은 1918년 설립된 일본을 대표하는 화학기업으로 2012년 8,544억엔의 매출을 거둔 바 있음. 특히 테이진은 엔지니어링 플라스틱 분야에서 아시아 최고 수준의 기술력과 시장점유율을 확보하고 있다는 점에서 PPS베이스 레진에 대한 생산 기술을 갖추고 있는 SK케미칼과 함께 PPS사업을 추진할 경우 최적의 시너지 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대됨.

- 또한, 글로벌 파트너와 공동으로 사업을 투자하기 때문에 독자적으로 설비를 투자할 때 드는 리스크 역시 감소될 수 있다는 것도 장점임.

□ Initz는 2013년 9월부터 울산에서 자동차, 전자부품의 핵심 소재로 떠오른 PPS 100톤을 파일럿 생산하기 시작하였음.

□ PPS는 고내열성, 내화학적 등을 지닌 슈퍼 엔지니어링 플라스틱의 일종임. 커피 메이커, CD플레이어의 부품으로 자동차에선 워터 펌프, 연료펌프, 임펠라 등에 사용되고 있음. 슈퍼엔지니어링 플라스틱은 세계적으로 약 28만톤 규모의 시장을 형성하고 있으며, 이중 PPS생산 규모는 컴파운드 기준 연간 9만 4000톤(2012년)에 달

함. 현재 CPC(미국), DIC(일본), 토레이(일본)등의 메이저 업체들이 세계 PPS시장을 선점하고 있음.

- SK케미칼은 우선 1차로 오는 2015년 4분기까지 연간 1만 2000톤 규모의 설비를 완공할 계획임. 또 향후 설비증설을 통해 연간 2만 톤 규모로 생산량을 늘려 PPS분야에서 2024년까지 연간 3500억원의 매출을 올린다는 계획임.
- 이를 기반으로 SK케미칼과 테이진은 2019년까지 20%의 점유율을 확보해 ‘글로벌 톱3’로 올라서겠다는 목표를 세우고 있음.
- SK케미칼이 PPS투자에 주목하고 있는 부분은 환경친화적 생산설비를 기반으로 타 제품 대비 확실한 경쟁력을 확보할 수 있음. SK케미칼의 PPS는 기존 업체가 구축하고 있는 생산 프로세스와 달리 유독성 용매가 필요 없어 이에 따른 부산물 및 처리 공정이 없는 장점이 있음.



[출처 : 전자신문]

<그림 2-8> 자동차에 적용할 수 있는 PPS

- 특히 SK케미칼이 생산할 PPS는 기존 소재와 달리 클로린 (Chlorine, 염소)을 전혀 포함하지 않는 친환경 방식으로 생산된 것으로 알려져 있음. 클로린은 살균·소독제에 사용되는 성분으로 전기전자 용도 부품에 포함될 경우 오작동의 원인이 되기도 함.

- 이렇게 생산된 PPS에는 기존 소재와 달리 클로린이 전혀 포함되지 않는 차별성을 확보하게 됨. 클로린은 PVC, 에폭시 등 화학 소재에 첨가되어 있으며 표백제, 살균·소독제로도 사용되는 성분으로, 유해성 논란으로 미국, 유럽 등 선진국에서는 클로린 대신 대체 물질을 사용하는 움직임이 늘고 있음.

- 특히 전기전자 용도의 부품에 클로린이 포함될 경우 민감한 전기 부품의 오작동을 일으키는 주요한 원인이 되기 때문에, 관련 업계

에서는 제품 내 염소 함유량에 대한 강력한 규제치를 가지고 있음.

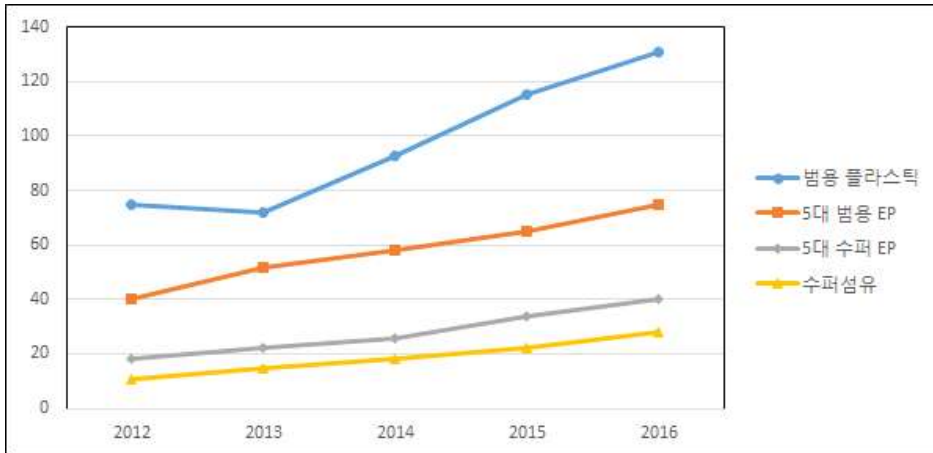
- 이에 따라 클로린이 함유되지 않은 PPS가 상용화되면 SK케미칼은 전기전자 부품 시장 내에서 차별성을 확보할 수 있을 전망이다.

제 3 장 시장 동향 분석

제1절 국내외 시장현황 및 전망

- 국내외 자동차용 플라스틱 소재 시장의 확대하고 있으며, 자동차용 플라스틱 소재의 수요도 지속적으로 확대될 전망이다.
- 세계 자동차용 플라스틱 시장규모는 연평균 17.5%가량 성장하고 있으며, 2012년 14억 달러에서 2016년에는 274억 달러에 육박할 것으로 전망되고 있음.

(단위:억달러)



<그림 3-1> 세계 자동차용 플라스틱 소재/응용 시장현황 및 전망

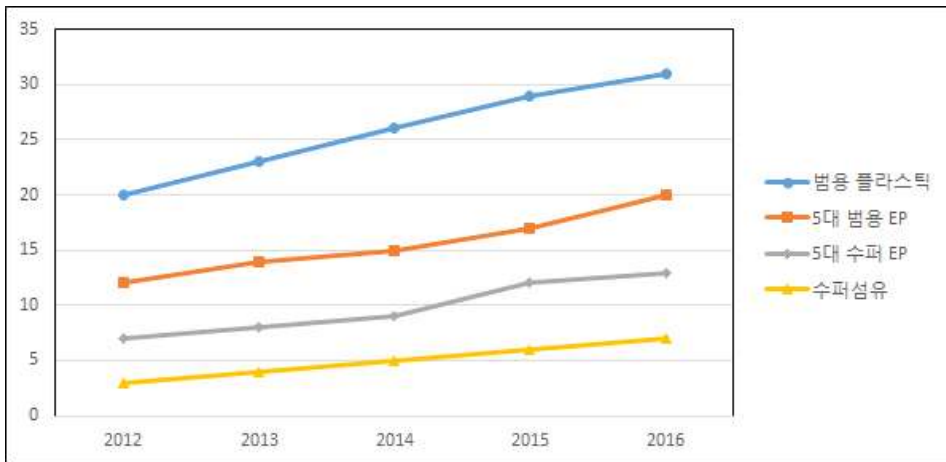
구분	년도	시장규모					GAGR(%)
		2012	2013	2014	2015	2016	
세계 시장	범용플라스틱	75	72	93	115	131	15.0
	5대 범용 EP	40	52	58	65	75	17.0
	5대 슈퍼 EP	18	22	26	34	40	22.1
	슈퍼 섬유	11	15	18	22	28	26.3
	세계시장 합계	144	161	195	236	274	17.5

[출처 : 자동차용 플라스틱 소재의 세계시장, 자동차업계 2010~2017년 예상치 기준]

□ 국내 자동차용 플라스틱 세계 시장 규모도 연평균 14.0% 가량 성장하고 있으며, 2012년 42억 달러에서 2016년에는 71억 달러에 육박할 것으로 전망되고 있음.

- 본 자료에 의하면, 2012년 국내 자동차용 플라스틱 시장의 세계 시장 대비 약 29.2%를 차지하는 것으로 추정되며, 2016년에는 26.0%로 전망됨.

(단위:억달러)



<그림 3-2> 국내 자동차용 플라스틱 소재/응용 시장현황 및 전망

구분	년도	시장규모					GAGR(%)
		2012	2013	2014	2015	2016	
국내 시장	범용플라스틱	20	23	26	29	31	11.6
	5대 범용 EP	12	14	15	17	20	13.6
	5대 슈퍼 EP	7	8	9	12	13	16.7
	슈퍼 섬유	3	4	5	6	7	23.6
	국내시장 합계	42	49	55	64	71	14.0

[출처 : 자동차용 플라스틱 소재의 세계시장, 자동차업계 2010~2017년 예상치 기준]

- 2013년 자동차 수출은 해외생산 확대 및 노조 파업으로 인한 공급물량 감소로 부진하였으나, 상반기 공급불안 해소 및 FTA효과 등으로 수출여건 개선될 것으로 전망됨.

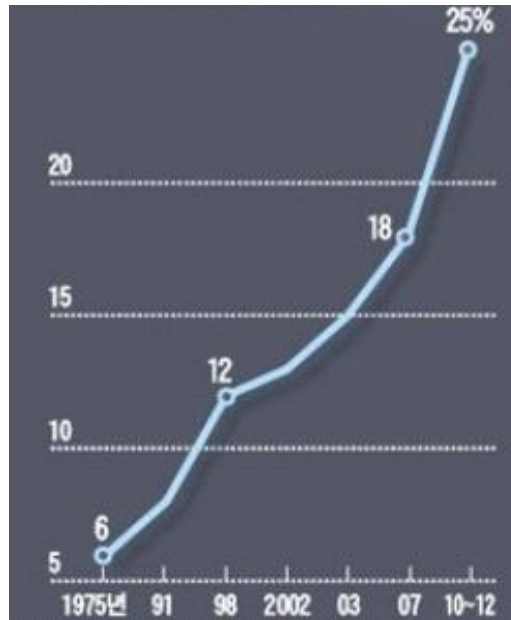
□ 유럽에서의 자동차 플라스틱 적용비중은 1975년 6% 수준에서 2011년 25%로 늘어났으며, 특히 독일에서는 35% 수준까지 확대되었지만, 세계 자동차시장 중 규모가 가장 큰 중국과 미국은 여전히 각각 12%, 22%에 머물러 있음. 따라서 향후 이들 국가들도 유럽 수준으로 자동차용 플라스틱 적용 비중이 증가할 것으로 전망되고 있음.



[출처 : 미국화학협회]

(주) 2010~2011 추정치, 단위 : %

<그림 3-3> 국가별 자동차 플라스틱 부품 비중



[출처 : 화학정보]

(주) 2010~2012 추정치, 단위 : %

<그림 3-4> 유럽 자동차의 플라스틱 부품 비중

- 국내 자동차용 컴파운드 사업은 2000년대 들어 PC 및 자동차의 보급률이 높아지면서 전체적인 생산시설의 증가에 힘입어 10%대에 안정된 성장을 이루어 왔음.

- 현재 국내 플라스틱 컴파운드 산업의 중심을 이루고 있는 기업들은 대기업 컴파운드 제품을 임가공하면서 자사 브랜드의 제품을 생산하는 업체들임. 이들 업체들은 과거의 범용 플라스틱 컴파운드 생산업체들로 PVC Compound, PS Compound, ABS Compound 등 여러 품목들을 생산하였으며, EP Compound 업체들도 PC Compound, Nylon Compound, PBT Compound 등 여러 제품들을

생산, 공급하고 있음.

- 최근의 자동차용 부품소재의 추세는 Compound 제품이 점점 세분화되고 발전한 결과 특화된 Compound 생산 노하우를 축적하여 고기능, 고품질의 제품생산에 주력하고 있음.
- 한편, 합성수지 제품의 최대수입국인 중국은 자동차시장의 폭발적인 신장세, 서부지역개발 등으로 인해 PE, PP계열의 Polymer 수입이 증가하고 ABS, PS등의 합성수지도 중국의 WTO가입에 따른 관세인하로 국내합성수지 및 Compound 업계에 성장을 촉진시킬 것으로 전망되고 있음.
- 국내 자동차부품산업은 2010년 기준으로 완성차수출 대비 부품수출 비중이 33.4%로 일본의 49.7%, 미국의 79.4%에 비해 크게 낮은 수준임. 대부분의 중소부품업체들이 해외수주 전문조직이나 현지 사무소 부재 등으로 마케팅 능력이 취약한 데 기인함.
- 최근 수입차(승용차 기준)의 국내 판매량이 높은 증가세를 지속함에 따라 국내 승용차 시장의 수입차 점유율도 빠르게 상승하고 있는 추세임. 2013년 상반기 기준 총 7만 4487대가 신규 등록. 2012년 같은 기간의 총 6만 2239대보다는 19.7%가 증가한 수치임. 동기간 수입차 점유율은 12%에 육박하면서 사상 최고 점유율로 불황과 호황과 관계없이 지속적으로 성장세를 보이고 있음.
- 국내의 경우 반도체, 자동차, 디스플레이 분야 세계 최고 기술을

보유하고 있는 기술역량을 기반으로 자동차용 플라스틱 응용기술의 우위 확보가 가능하고 특히 슈퍼 엔지니어링 플라스틱 소재관련 시장은 더욱 확대될 것으로 전망됨.

제2절 수요 동향

1. 자동차용 플라스틱 사용 확대

- 자동차 경량화가 자동차 업계에서 최우선적으로 고려되어야 할 이유로는 ① 자동차의 기본성능인 가속력과 제동력의 향상, ② 환경규제 및 고유가 시대의 도래에 따른 연비개선 필요성, ③ 차세대 자동차인 전기자동차에서의 경량화 필요성이 지속되고 있음.
- 자동차용 플라스틱시장, 특히 시장 확대가 기대되고 있는 EV와 HEV에 사용되는 플라스틱시장에 주목하고 있음. 최근 일본과 북미, 유럽에서는 승용차 연비규제가 엄격해 지고 있어 자동차 제조업체들이 환경을 고려해서 차를 만드는 것이 중요한 과제가 되고 있음. 연비 향상을 위한 대안으로 떠오르는 것이 차체 경량화, 가솔린자동차의 기술향상, EV와 HEV의 보급이 있으며 이러한 것들에 의해 자동차용 플라스틱 사용량은 더욱 증가될 전망이다.
- 세계의 자동차용 플라스틱시장은 2011년에는 전년 대비 3.0% 증가한 858만 1,000톤이었으며 2016년에는 2011년 대비 22.3% 증가한 1,049만 6,000톤이었으며 2016년에는 87만 8,000톤으로 2011년 대비 5.8배로 확대할 것으로 예측하고 있음. 또 전체 시장에서 차

지하는 EV, HEV용 비율은 2011년의 1.8%에서 2016년에는 8.4%까지 확대될 것으로 전망되고 있음.

- 세계의 2016년 자동차용 플라스틱시장은 신흥국을 중심으로 자동차생산 확대와 차체 경량화를 위한 금속부품의 대체수요로 플라스틱 사용량이 더욱 증가할 것으로 예상되고 있음.
- 또한 EV, HEV용 플라스틱시장은 단순히 EV, HEV 판매증가에 따른 수요뿐만 아니라 EV, HEV 특유 부품인 모터와 배터리, 인버터 등의 플라스틱 대체 용도와 전장품용 내열 플라스틱(PPS 등) 용도 수요 가 같이 증가할 것으로 전망되고 있음.

2. 자동차용 플라스틱 경량화 속도 증대

- 자동차의 기본성능인 가속력과 제동력을 높이기 위해서는 같은 출력에서는 경량화 할수록 유리함. 자동차의 경량화는 엔진효율을 극대화할 수 있고, 타이어, 브레이크, 서스펜션에 가해지는 부담 및 운전자의 피로도를 완화시키는 등 모든 면에서 유리하게 작용함. 또한 상대적으로 출력이 적어도 마력당 감당해야 할 중량비가 줄어들기 때문에 무거운 차량보다 가속성능과 운동성능을 우월하게 확보할 수 있음.
- 최초 자동차의 경량화는 경량의 알루미늄 새시에 강철보다 강한 섬유강화 플라스틱(Fiber Reinforced Plastic, FRP)로 제작된 바디를 사용하고, 차체프레임에 용접을 사용하지 않고 리벳 및 접합으

로 경량화를 추구하였음. 차량 각 부분에서도 고강도 알루미늄을 사용해 무게를 줄였고 그 결과 대표 모델인 로터스 엘리스 기본 모델의 경우 공차 중량은 876kg에 불과하며 준중형차에 사용되는 V4엔진(1,600CC, 136PS/6800rpm, 16kg/4400rpm)으로도 0~100km/h 가속력 6.5초, 최고속도 204km/h에 평균연비 15.9km/L(U.K기준)을 달성하고 있음.

3. 모듈화를 통한 원가절감 및 품질 향상

- 자동차 부품소대의 모듈화 효과로는 우선, 다수의 부품수량을 통합하여 소수의 부품으로 저감함으로써 설계뿐 아니라 조립시간의 단축으로 원가를 저감할 수 있음.
 - 또한 조립공정에서의 불량건수가 대폭으로 감소되고 품질검사도 용이하여 품질 면에서의 향상을 도모할 수 있음.
 - 한편, 완성차의 전체적인 개발의 관점에서 모듈화에 의해 자동차 메이커와 모듈을 생산하는 부품제조 업체간에 개발에 대한 효율적 업무분담이 가능하여 정체적인 개발비를 저감할 수 있으며, 동시에 인원과 시간이 절약되어 개발 기간을 단축하는 효과가 있음.

- 자동차 부품의 모듈화에 있어서 또 하나의 중요한 기술로서 접합 기술을 들 수 있으며, 철인 경우에는 용접이나 볼트에 의한 접합 등이 있지만, 수지의 경우에는 볼트에 의한 접합에는 크리프 (creep)의 문제가 있어 적용하기 곤란함. 모듈화에 있어서 고려해야 할 까다로운 점으로는 단순히 일체화하면 좋은 것이 아니라

부품에 따라서는 분리할 수 있도록 접합화를 채용할 필요가 있음.

- 자동차부품의 모듈화의 목적은 제조 프로세스를 변혁하여 종래의 구조를 모듈 구조로 변화시킴으로써 원가의 저감, 품질의 향상, 생산성의 향상이라고 하는 효과를 얻고자 하는 것으로 생각되지만, 모듈화에 따라서 수지나 알루미늄과 같은 경량재료에 의한 부품의 일체화가 가능하기 때문에 차량의 경량화에도 크게 기여할 것으로 예측됨.
- 모듈은 부품의 설계단계에서 모듈단위로 설계함으로써 조립과정에서의 문제를 최소화할 수 있으므로 좋은 품질을 유지할 수 있으며, 부품의 동시 개발로 일정을 단축할 뿐만 아니라 제품의 성능향상 및 시너지 효과를 발휘할 수 있으며 부품수와 조립공수를 크게 줄일 수 있음.
- 향후, 자동차 소재에 요구되는 다양한 유저의 니즈에 대응할 수 있는 저코스트의 자동차 제작기술을 실현하기 위해서는 모듈화 기술이 더욱 확대될 것으로 예상됨.

4. 슈퍼 엔지니어링 플라스틱 수요의 점진적 확대

- 슈퍼 엔지니어링 플라스틱은 1964년 PI(Polyimide)가 개발된 후 PPS, PEEK(Polyether Ether Ketone), LCP(Liquid Crystal Polymer), 내열PA(PPA, PA6T, PA9T, PA46 등) 등 다양한 제품이 개발되고 있음.

- 그러나, 범용 엔지니어링 플라스틱의 가격이 1kg당 3,000~5,000원으로 형성되어 있는 것에 반해 슈퍼 엔지니어링 플라스틱은 15만원 이상으로 알려져 있는 등 성형조건이 까다로워 생산가격이 높고 리사이클링이 어려워 시장규모는 여전히 낮은 수준에 머물러 있음.
 - 그러나, 최근 들어 자동차, 항공기, 전자제품 등에서 고기능 플라스틱 수요가 확대되고 있으며, 컴파운딩 및 리사이클링 기술의 발전으로 미국, 유럽, 일본 등 선진시장을 중심으로 생산이 확대되고 있음.
 - 2007년 슈퍼 엔지니어링 플라스틱 세계 시장규모는 28만톤 수준인 것으로 파악되고 있음.
- 특히 PPS는 2010년 세계 시장규모가 9만 4천톤(2012년)으로 연평균 9%의 성장률을 기록하며 슈퍼 엔지니어링 플라스틱 중 가장 높은 성장세를 보이고 있음.
- PPS는 200℃ 이상의 높은 내열성과 고강도를 지니고 있어 자동차 제너레이터, 배기가스 밸브, 스톱바디, 각종 센서 등에 사용되고 있으며, 향후에도 EV용 2차 전지, 모터 등 장시간 고내열이 요구되는 플라스틱 수요 확대에 높은 성장세를 지속할 것으로 기대되고 있음.
 - PSS의 자동차 수요 비중은 55% 수준이며, Kureha, DIC, Toray 등 일본 업체가 세계시장의 대부분을 점유하고 있다.

제3절 서플라이 체인 동향

- 자동차용 플라스틱 소재분야는 수지제조업, Compounding 제조업 및 성형가공업 등으로 공급망이 분류되고 있으며, 국내의 경우 대부분 범용 플라스틱 및 5대범용 EP용 수지는 생산되고 있으나, 5대 슈퍼 EP 및 슈퍼 섬유 관련 수지는 대부분 수입에 의존하고 있음.
- 그러나 합성수지를 이용한 컴파운딩 및 성형가공 기술은 대부분 중소기업이 생산을 맡고 있는 실정으로 대기업인 자동차 생산업체에 납품하고 있는 체제임.
- 또한 성형가공기술은 성형가공설비, 플라스틱금형, 성형재료 기술이 복합적으로 작용하여 플라스틱 성형품을 만들어 내는 기술로서 자동차뿐만 아니라 전기, 전자, 가전제품 등 가정생활용품 등의 산업에도 영향을 미치고 있음.
- 범용 플라스틱산업은 원재료인 나프타와의 스프레드 차이가 수입성을 결정하는 근간이 되는 공급자 중심의 대량 생산체제 산업으로 소재 개발 시 제품 품질 및 생산성 향상, 원료와 공정의 경제성 등이 중요함.
- 그러나 엔지니어링 플라스틱산업은 최종 사용용도와 특성에 필요한 맞춤형 소재개발이 영업의 근간이 되는 소비자 중심의 소량 다품종 생산체제 산업임. 이에 따라 소재 개발 시 분자설계, 제품

응용설계, 각종 충전제 컴파운드 배합기술 등이 더 중요함.

- 엔지니어링 플라스틱의 벨류체인은 고기능성 합성수지(Base Resin) 및 충전제/보강재 생산, 컴파운드 생산, 부품, 완성차의 순서로 연결됨.

PA, POM, PBT, PPS, LCP 등 엔지니어링 플라스틱의 기본 소재인 고기능성 합성수지는 종합 공정에 의해 생산되며 대규모의 개발비 및 설비 투자가 필요한 사업임.

- 한편 컴파운드는 소규모 Capex가 들어가는 사업으로 제품 응용설계 및 배합기술에 대한 노하우 확보가 핵심 경쟁력임.

- 범용 엔지니어링 플라스틱의 경우 컴파운드 배합에 대한 특허가 많이 만료된 상황이어서 기존 합성수지 생산시설을 갖춘 석유화학업체와 배합 노하우 및 원가경쟁력을 확보한 컴파운드 전문업체의 시장 진입 활발히 이루어지고 있음.

- 참고로 SABIC, Bayer, Dupont, Celanese, BASF 등 글로벌 엔지니어링 플라스틱업체는 합성수지 종합에서부터 컴파운드 배합 개발/설계까지 거의 모든 부문을 수직 계열화하고 있으며, 생산기지를 중국 등 신흥시장으로 이관하고 있는 상황임.

- 국내 엔지니어링 플라스틱 업체로는 제일모직(ABS, PC, PBT, PC/PBT, PC/ABS, PPS), 삼양사(PC, PBT, PC/PBT, PC/ABS), 코오롱플라스틱(POM, PA, PBT), LG화학(PP, PC, PC/PBT, PC/ABS), 호남

석유화학(PP) 등이 합성수지 중합에서 컴파운드까지 사업을 영위하고 있으며, 현대 EP(PP, PE 등), 코프라(PA, PP) 등이 전문적으로 컴파운드사업을 영위하고 있음.

<표 3-1> 범용 엔지니어링 플라스틱 업체 현황

		Base Resin 업체	Compounding 업체	해외 업체 (Base Resin, compounding)
범용 플라스틱	PP	SK, 대한유학, 효성, 호남석유화학, 폴리미래, 삼성토탈, LG화학	현대EP, 삼성토탈, 대하, GS칼텍스, 호남석유화학	LYB, Solvay, British Phenol
	ABS	제일모직, LG화학		
범용 EP	PC	삼양화성(삼양사 50%), LG DOW PC, 제일모직, 호남석유화학	LG화학, 제일모직, 삼양사	SABIC-IP, Bayer
	PBT	LG화학, 삼양사, 코오롱인더, 제일모직	LG화학, 제일모직, 삼양사, 코오롱플라스틱	BASF, Rhodia, SABIC-IP, KEP
	POM	코오롱 플라스틱	코오롱플라스틱, LG화학	KEP(지분율, Celanese 50%, MGC 40%), Dupont, Ticona, Asahi Kasei
	PA6	코오롱인더, LG화학	코오롱플라스틱, 코프라, LG화학	Dupont, BASF, Rhoia, KEP
	PA66	코오롱인더, LG화학	코오롱플라스틱, 코프라, LG화학	KEP
	m-PPO			SABIC-IP
	PC/ABS, PBT/PC 등 Alloy	삼양화성, LG DOW PC, 제일모직, 호남석유화학	제일모직, 삼양사, LG화학	

제4절 국내외 주요업체 및 제품

- 자동차 산업은 2만여 개의 부품으로 만들어지는 대표적인 조립 산업으로 자동차원가의 70% 정도가 재료비로 차지할 만큼 부품의 원가, 품질, 납기, 업체관리 등이 중요한 산업이다.

1. 세계 현황

- 세계에는 이미 플라스틱 자동차가 다수 존재하며, 그 중에서 Daimler Chrysler의 MCC Smart 및 GM Saturn 이외는 모두 소량 생산 차임. 소형 생산차의 거의 대부분이 RTM(Resin Transfer Molding)으로 제조되었으며, 이른바 고급 스포츠카로 분류되고 있음.
- 또한, Ford의 Think City 전기자동차는 HDPE의 회전성형으로 제조되어 연간 10,000대의 생산능력을 갖고 있고, SMC에 의한 플라스틱 자동차는 예전에는 잔류가스에 의한 도장 후 팽창 불량이나 크랙발생 문제가 있었지만, 재료와 프로세스개선 그리고 Sollx 필름(GE 플라스틱스) 등의 페인트필름법 적용으로 클래스A 표면의 외관을 얻을 수 있게 되면서 적용사례도 나오고 있음.
- GM의 Corvette는 62kg의 SMC와 RIM-PUR를 사용하고 있고, AD&C(Automotive Design & Composite)는 중국의 Huatong Motors의 올 플라스틱 Paradigm Sedan을 연간 60,000대 제조하는데 있어서, 저압 압축성형법으로 탄소섬유 강화 열가소성 수지의 구조체를 제조하는 새로운 방법을 개발하여 사용하고 있음.

- 또한, 펜더에 사용되는 주요 수지는 RIM 프로세스의 저 코스트 폴리우레탄(PU)과 사출 성형되는 열가소성 수지 알로이의 나일론 /PPE 등임.
 - 펜더의 예는 개개의 특정용도에 대해 적합한 폴리머 및 성형방법이 선택되며, 저코스트 PU는 프로토타입과 소량 생산 용도로 얻어진 재료이지만, 생산량이 많은 경우는 열가소성 수지의 사출성형이 사용되고 있음. 사출성형의 경우는 설비투자가 고액이지만 짧은 생산 사이클에 비해 효율적이고, 경제적으로도 적합함.
 - 이 두 개의 기술은 중간적인 생산량에서는 경쟁하고 있으며, 기타 요소에서 재료와 프로세스 선택이 결정됨.
 - Omnium Automotive Exterior의 사출압축성형기를 사용한 플라스틱제 펜더의 경우, 스틸제 펜더와 비교해서 2.2lbs의 중량 경감을 달성했음. 온라인에서 도장 가능한 Bayer의 전도성이 있는 폴리아미드/ABS의 브랜드 Triax TP3161을 시장에 투입하여 e-코트전의 도전성 플라이머를 생략할 수 있어 대항하는 PPO/PA수지부품의 약 2배의 강성을 갖고 있으며, 스틸보다 50% 경량화가 가능함.

- 자동차의 플라스틱 중 외관 성능 및 외부 충격 시 차량을 보호하는 중요기능과 역할을 하는 범퍼 페이스(bumper fascia)는 열가성 수지계로 무기물 충전 PP/EPOM 컴파운드였으나, 1990년대 후반까지 TPO의 강성과 내충격성의 균형이 개선되면서 고유동성으로 박유화가 가능해진 점과 TPO로의 도장을 위한 접착제가 개발되는 등 TPO가 주류가 되었음.

- Daynamit Nobel이 성형하고 있는 범퍼 패널은 헤드라이트 주변에서 불과 1.7mm밖에 팽창하지 않으며, 특기할만한 기술은 새로운 프론트엔드 모듈 제도를 위해 Plastic Omnium, Hella 및 Behr의 조인트벤처 HBPO에 의해 개발되었음.
 - Hella의 라이팅 시스템, Behr의 엔진 냉각기술 및 Plastic Omnium의 성형기술 통합으로 완성되었음.
 - 쿨링 모듈은 통상보다 80mm 짧고, 30mm 박육으로 1kg의 경량화를 달성했음. 이 모듈은 유럽에서 2010년에 발효되는 법규제에 합격하였고, PP성형품의 헤드램프 커버는 범퍼 커버까지 연장되어 있음.
- 일체화와 모듈화가 자동차 내장품에서의 현재의 설계 컨셉으로 도어모듈, 플로어어셈블리, 콕피트, 시트 등의 내장 부품에는 플라스틱으로 새로운 설계 컨셉이 개척되고 있음.
- BASF는 내장의 PVC 성형스킨 대체용 Elastoskin 폴리우레탄 엘라스트마를 개발하였고, Cadillac CTS의 인스트루먼트 패널과 도어 패널에 사용되어 고품질의 코스트 효율성이 좋은 스킨을 제공하고 있음.
- 연료탱크의 수지화 비율은 유럽에서 90% 이상, 북미에서 60~70%, 일본은 40~50%로 유럽에서는 디젤차가 많고, 북미에서는 에탄올 대응 등이 수지화 비율이 높은 이유임.

- 연료탱크 수지화의 이점은 우선 방청성, 그리고 형상의 자유도, 경량화(10~30%), 기본적으로는 블로우 성형한 공정만으로 제조할 수 있는 공정의 이점 등이 있음.
- 국내에서 수입되는 외제차의 하나로 전외장 패널이 플라스틱으로 구성되어 있는 Smart forfour 자동차에는 3종류의 루프가 설정되어 있음. Smart GmbH는 이 형상의 루프 베리에이션을 공급하고 있는 유일한 메이커이며, 시스템 서플라이어의 Arvin Meritor와 공동으로 개발하였음.
- 엔진룸에서 사용되고 있는 플라스틱은 아직 미미하여 불과 10~15kg에 지나지 않음. 이것은 엔진 모터 등에서 생기는 온도상승에 대한 높은 내열성의 요구로, 적용이 늦어진 때문도 있지만 이 영역에서도 경량화는 피하지 못하고, 플라스틱제 부품의 적용 가능성을 모색하고 있는 정도임.

2. 국내 현황

- 국내의 자동차용 플라스틱 수지는 대기업이 주로 생산하고 있으며, 중소기업은 가공단계에 주로 참여하고 있는 것으로 파악되고 있음.
- 특히 범용 플라스틱, 범용 엔지니어링 플라스틱 분야에 중소기업 참여율이 높으며, 슈퍼 엔지니어링 플라스틱은 대부분 수입에 의존하고 있으며, 대기업이 가공과 생산을 맡고 있음.

- 따라서 가공용 수지는 대부분 수입에 의존하고 있으며, 기술의 중속성이 너무 크고 Royalty 부담이 가중되고 있는 상황임.
- 핵심 소재 및 응용관련 업체는 대부분 소규모 업체들로서 경쟁력이 해외 선진기업들에 비해 낙후되어 있음.

□ 국내 최대 완성차업체인 현대차 그룹은 ① 글로벌 자동차 판매량 증가가 지속되고 있는 가운데, ② 차량경량화를 위한 엔진, 연료, 공조부품의 금속소재 대체수요 증가, ③ 전장부품 채용 확대 등으로 고기능성 엔지니어링 플라스틱 적용을 늘리고 있으며, ④ PA, POM 등 주요 엔지니어링 플라스틱의 국산화를 확대할 전망이다.

- 이에 따라 코프라(PA, 이하 주력제품), 현대 EP(복합 PP), 삼양사(PC/PBT, PC), 코오롱플라스틱(POM, PA, 2011년 하반기 IPO예정) 등 엔지니어링 플라스틱 컴파운드 제품개발 노하우 및 원가 경쟁력을 확보한 국내 엔지니어링 플라스틱업체들도 동반 성장할 것으로 전망됨.

□ 현대모비스는 운전석모듈과 프론트엔드 모듈의 핵심부품인 인패넬, 캐리어와 범퍼 등 플라스틱 사출 부품을 생산하고 있음. 플라스틱 성형 및 소재 기술력을 바탕으로 운전석 모듈과 프론트엔드 모듈에서 부품 숫자 및 중량의 감소화와 함께 비용절감의 효과를 얻기 위한 기능 통합형 모듈로 진화하고 있음. 또한, 전후방 충돌시 승객과 차체, 보행자를 보호하기 위해 범퍼를 개발, 공급하고 있음.

- 현재 현대차, 기아차에 액슬, 서스펜션, 서브프레임 등 자동차의 뼈대를 구성하는 새시모듈 250만대, 계기판, 오디오, 에어컨, 환기장치, 에어백 등 운전석 부근에 있는 약 130여 가지의 부품을 일체화한 운전석 모듈 170만대 및 프론트엔드 모듈 60만대 정도를 공급하고 있음.
 - 현대모비스는 완성차에 탑재되는 각종 부품의 경량화에 주력하고 있다. 실제 현대모비스는 에어백 커버와 쿠션을 감싸고 있는 마운틴 플레이트 소재를 철재에서 플라스틱으로 변경, 중량을 정전보다 55% 감소하는데 성공했음. 또한 현가장치인 서스펜션의 구성품인 컨트롤암, 너클·캐리어, 모듈브라켓 등의 부품들도 안전과 내구성을 위해 기존에는 모두 철재가 사용됐으나, 현대모비스는 동일한 내구성을 구현한 알루미늄 소재로 재질을 바꾸면서 기존 무게보다 30%(15kg) 감량했음.
- 최근 SK케미칼, 삼성정밀화학, 코오롱인더, 효성, 웅진케미칼 등 국내 석유화학 업체도 PPS, LCP 등 슈퍼 엔지니어링 플라스틱, 탄소섬유, 아라미드 섬유 등 슈퍼섬유 시장에 진출하며 사업 포트폴리오 고도화를 모색하고 있음.
- 이러한 고기능성 소재는 그동안 대부분 수입에 의존해 왔으며 최대 수요처인 전기전자, 자동차 분야에서 삼성전자, LG전자, 현대차그룹 등 국내 셋업업체가 글로벌 시장 점유율을 높여가고 있는 점을 감안하면, 향후 국내 석유화학업체는 고기능성 소재의 국산화를 통해 새로운 성장동력을 확보할 가능성이 높음.

- SK케미칼은 정밀화학사업부를 통해 PET, PETG(Polyethylene Terephthalate Glycol), 탄소섬유 복합소재 등의 엔지니어링 플라스틱 사업을 진행하고 있으며 일본 화학기업인 테이진사와 합작으로 설립한 인니트즈(Initz)가 2013년 9월부터 울산에서 PPS 100톤을 파일럿 생산하기 시작했음. PPS는 고내열성, 내화학성 등을 지닌 슈퍼엔지니어링 플라스틱의 일종으로, 자동차에선 워터펌프, 연료펌프, 임펠라 등에 사용 되고 있음.
- 기존 PPS는 생산공정상 염소가 이용되어 환경문제가 발생하고 생산비용이 높아 경제성이 떨어지는 단점이 있었는데, SK케미칼은 차별화된 PPS 베이스 레진 개발을 통해 염소가 발생하지 않고 제조 비용을 낮추었음.
- 삼성정밀화학은 2008년 슈퍼 엔지니어링 플라스틱인 LCP시장에 진출했음다. LCP는 200~240°C의 높은 연속 사용온도를 보유하고 있을 뿐만 아니라 두께가 얇아질수록 더 높은 강도와 탄성률을 보임.
- 2013년 상반기 LCP 매출비중은 0.8%(54억원)로 미미한 수준이지만, 동사는 LCP수요의 80%를 차지하고 있는 전기전자부문에서 삼성그룹이라는 최대의 Captive Market을 보유하고 있어 향후 LCP 사업도 외형성장에 기여할 것으로 기대됨.
- 코오롱인더스트리는 2005년 세계에서 3번째로 높은 강성을 지닌 파라계 아라미드(Para-aramid)섬유 양산을 시작했음. 2010년에는 2

단계 증tij을 완료해 생산능력을 기존 2천톤에서 5천톤 규모로 확장했으며 2015년까지 1만톤 규모로 확대할 전망dla.

- 이에 따라 2010년 590억원을 기록했던 아라미드 섬유 매출액은 2015년 2,000억원 이상으로 증가할 것으로 기대되고 있음. 코오롱 인더스트리 이외에도 웅진케미칼, 효성, 휴비스 등이 아라미드 섬유 양산 계획을 발표한 상황임.

- 2013년 상반기 기준, 코오롱 플라스틱의 생산 실적은 POM 36.8%, 기타 컴파운드 제품 63.2%임. POM은 자동차, 전기전자 제품에 사용되는 강도와 내열성이 높은 엔지니어링플라스틱으로 국내에서는 동사와 한국 엔지니어링 플라스틱이 독점하고 있음.

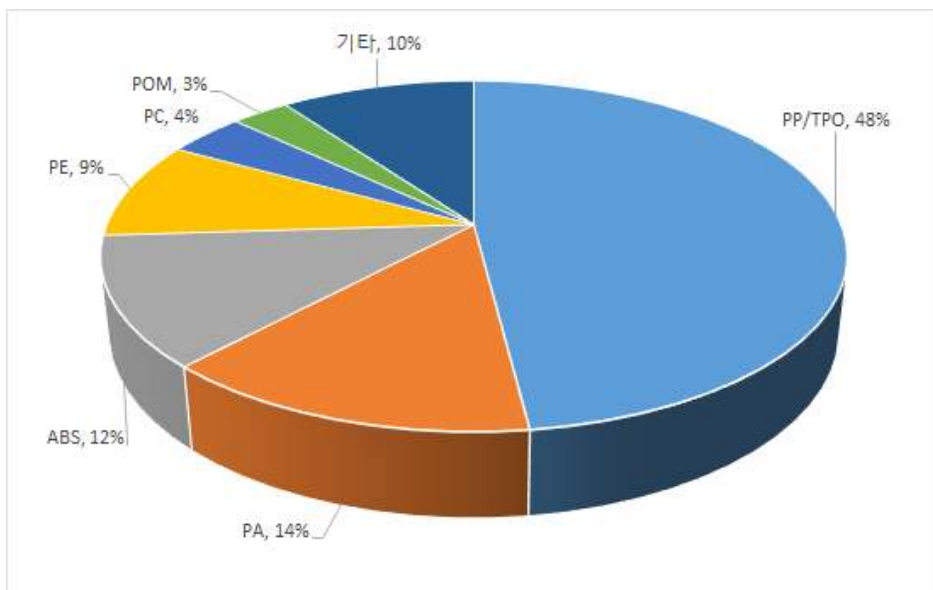
- 세계적으로는 듀폰, 티코나, 폴리플라스틱 등 3개 업체가 세계 시장의 70%를 점유하고 있는 진입 장벽이 매우 높은 시장임. 동사는 원재료인 메탄올로부터 베이스칩까지 제조하기 때문에 영업이익률이 10%이상으로 추정되고 있음.

- 컴파운딩 제품(PA, PBT)도 엔지니어링 플라스틱으로 자동차, 전기전자 부품 등에 사용되고 있고, 베이스칩을 직접 제조하지 않기 때문에 영업이익률은 낮은 한 자릿수 수준으로 추정되나, 2009~2011년 컴파운딩 매출이 연 30~40% 성장하여 매출성장 속도가 빠름.

- 자동차, 전기전자 산업의 성장으로 전체 엔지니어링 플라스틱 시

장은 2015년까지 연평균 5% 이상 의 높은 성장이 기대되고 있음.

- 최근 국내 자동차용 플라스틱 소재 시장은 다수 후발기업들이 시장에 진입하면서 경쟁이 치열해지고 있음.
- 국내 자동차용 플라스틱 소재 시장은 주요 Base Resin의 경우 대부분 대기업들이 시장을 지배하고 있으며, 범용 및 슈퍼 엔지니어링 플라스틱 등 중요 수지는 대부분 수입에 의존하고 있음.
- 또한 국내의 중소기업들은 대부분 Compounding 업체이며, Base Resin의 생산업체는 극소수에 불과함.



[출처 : 한국고분자학회, 신한금융투자, 2010년]

<그림 4-1> 국내 자동차용 플라스틱 이용 분포

- 국내 자동차용 플라스틱 소재 제조 관련 장비는 반도체, 디스플레이

이 산업관련 설비와 유사한 특성이 있어 세계적인 기술경쟁력을 단시간에도 확보할 수 있는 분야임.

<표 4-1> 공급망 분석 종합

공급망 단계	Base Resin 업체						
주요 내용	범용 플라스틱		범용 EP				
주요 제품/기술	PP/TPO	ABS	PC	PBT	POM	m-PPO	PC/ABS PBT/PC
해외 기업	LYB, Solvay, British Phenol	-	SABIC-IP, Bayer	BASF, SABIC KEP	KEP, Dupont Asahi, Kasei	SACICIP	-
국내 기업	SK, 대한유화, 효성, 호남석유화학, 폴리미래, 삼성토탈, LG화학	제일모직, LG화학	삼영화학, 제일모직, 삼양사	LG화학, 삼양사, 코오롱인더, 제일모직	코오롱 플라스틱	-	삼양화학, 제일모직, 호남석유화학, LG DOWPC
중소기업 참여정도	●	●	●	●	●	●	●
중소기업 시장점유정도	●	○	●	●	●	●	●

공급망 단계	Compounding 업체						
주요 내용	범용 플라스틱		범용 EP				
주요 제품/기술	PP/TPO	ABS	PC	PBT	POM	m-PPO	PC/ABS PBT/PC
해외 기업	LYB, Solvay, British Phenol	-	-	BASF, SABIC KEP	KEP, Dupont Asahi, Kasei	SACICIP	-
국내 기업	현대EP, 삼성토탈, 대하,	-	LG화학, 제일모직, 삼양사	LG화학, 삼양사, 코오롱	코오롱 플라스틱, LG화학	-	제일모직, 삼양사, LG화학

	GS칼텍스, 호남석유화학			플라스틱, 제일모직			
중소기업 참여정도	●	●	●	●	●	●	●
중소기업 시장점유정도	●	●	●	●	●	●	●

※ 참여정도는 주요제품 시장에 참여하는 중소기업의 참여규모와 정도(업체 수, 비율 등)를 고려하여 5단계로 구분(낮은 단계 : ○ / 중간단계 : ◐, ◑, ◒ / 높은 단계 : ●)

제5절 탄소섬유강화 플라스틱

1. 탄소섬유 복합재료 동향

□ 고강도 초경량 탄소섬유강화 플라스틱(Carbon Fiber-reinforced Plastic, CFRP)의 적용은 자동차 경량화 및 고안전화 방안 중 중요한 이슈임. 아직까지는 재료비용과 생산성 때문에 CFRP 자동차 부품 적용이 많지 않은 실정이지만 유리섬유 고분자 복합재료 (GFRP)를 이용한 자동차 부품은 비교적 다양하게 적용되고 있음.



[출처 : 2010 jec aUTOMOTIVE fORUM, tOYOTA 발표자료]

<그림 5-1> 탄소섬유 적용추이

- 현재 적용 중이거나 기존에 적용되었던 GFRP 및 CFRP 자동차 부품들을 아래<표>와 같으며, CFRP를 사용하는 경우 평균적으로 알루미늄 대비 약 30%, 스틸대비 약 50% 정도의 경량효과가 보고되고 있음.

<표 5-1> 복합 재료의 비교

Item	Thermoplastic fiber-reinforced composites	Thermoset fiber-reinforced composites
Material storage	<ul style="list-style-type: none"> • Semipermanently storage possible. • Heat and light blocking is unnecessary. 	<ul style="list-style-type: none"> • Heat and light blocking is necessary in the case of preprag.
Molding productivity	<ul style="list-style-type: none"> • Molding cycle time is short because curing 	<ul style="list-style-type: none"> • Molding cycle time is long because curing time is

	time is not required. <ul style="list-style-type: none"> • High molding temperature and poor drapability. • Molding is difficult. 	required. <ul style="list-style-type: none"> • Molding is easy because molding temperature is low
Mechanical property	<ul style="list-style-type: none"> • Excellent impact and fatigue resistance. 	<ul style="list-style-type: none"> • Excellent static characteristics including high temperature and strength
Regeneration	Possible	Impossible

<표 5-2> 탄소섬유강화 플라스틱 자동차 부품

Maket	Model	Materials(Process)	Parts
GM Cadillac etc	Solstice etc	E-glass/polyester E-glass/vinyl ester (SMC)	Trunk, radiator support, bumper, beam, roof, frame, door frame, engine valve cover, timing chain cover, oil pan etc.
Ford etc	Various trucks	E-glass/polyurethane (SRIM)	Cargo box
GM Cheverolet	Corvette	E-glass/epoxy	Leaf spring
BMW	M6	CF/epoxy(RTM)	Roof panel
Bar 1	Formula 1	CF/epoxy	Gear box, rear suspension
Dodge	Viper	E-glass/thermoset resin(RTM)	Body panels
Hyundai	QarmaQ(concept)	E-glass/PP+core sandwich	Hood
GM Chevrolet	Vorvette ZR1	CF/epoxy(autoclave)	Hood, fender, roof
Examples of CFRP introduced cars			

			
Mercedes Benz SLR McLaren(2004)	BMW M3(2007)	Toyota 1/X(2007)	Chevrolet Corvette ZR1 (2008)

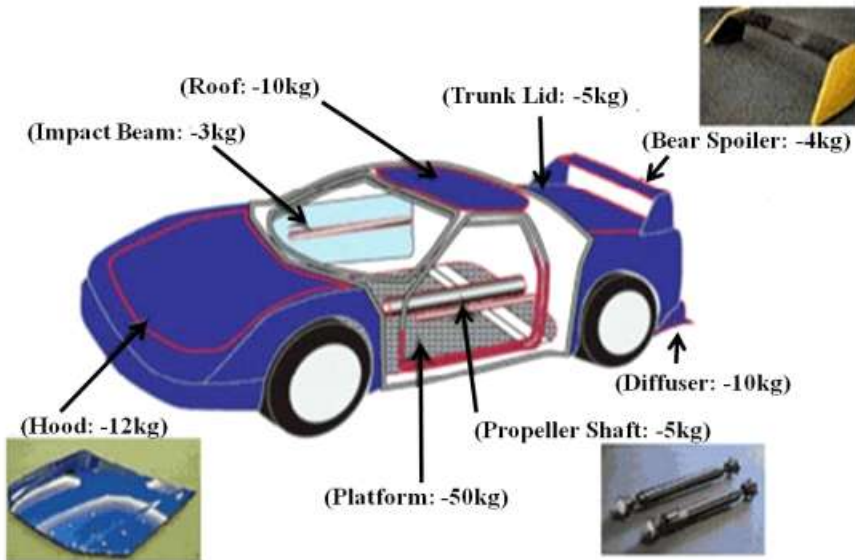
□ 일반적으로 섬유강화 복합재료의 물성은 강화제인 섬유의 물성에 가장 큰 영향을 받으며, 탄소섬유 복합재료, 일반섬유강화 복합재료와 금속재료의 물성은 아래 <표>와 같음.

- 또한, 탄소섬유 복합재료를 자동차의 차체 및 각종 부품에 적용할 경우 차량 전체에서 약 100kg 이상의 경량화가 가능함.

<표 5-3> Comparison of the properties of CFRP, FRP, aluminum, and steel

Property	Unit	CFRP	FRP	Al	steel
Specific gravity	-	<2	<2	2.7	7.8
Tensile strength	MPa	2,550	90	190	450
Tensile modulus	GPa	135	10	70	200
Flexural strength	MPa	1670	196	-	-

[출처 : Toray T700S data]



<그림 5-2> 자동차 경량화에서 탄소섬유강화 플라스틱의 효과

- 자동차가 기존의 연소엔진에서 HEV 및 EV로 패러다임을 시프트 하면서, 차량 경량화가 더욱 중요해 지고 있음. Tesla Motors의 Roadster, Myers Motors의 Duo, Aptera Motors, Fisker Automotive의 Karma Sunset, Bright Automotive의 IDEA 등 미국을 대표하는 EV 전문생산업체에서는 차체 부품 및 다양한 내외장재에 CFRP를 적용하며 경량화를 시도하고 있음.
 - 그러나, 자동차에 있어서 탄소섬유 복합재료의 적용은 일부 고급 차에 한정적으로 적용되는 것이 실상이며 본격적으로 실용화 단계에는 들어가 있지 않은 상태임.
- 유럽에서는 볼보, 르노, VW 및 OPEL 등 대학이 컨소시엄 형태로

참여하여 2000년부터 2004년까지 약 520유로의 비용으로 TECABS(Technologies For Carbon Fivre Reinforced Modular Automotive Body Structures)과제를 수행한바 있고 미국에서는 ACC 프로그램이 국가 프로젝트로 되어 있음.

- TECABS 과제 개발 목표로서는 기존차 대비 경량화 50%, 부품수 70% 삭감 그리고 고속 성형공법 개발이었으며, 과제의 주요 내용으로는 ① 고속 저가 성형 프로세스, 고비용효율/고속 pre-form 및 레진 기술, ② 정적/충돌 거동 및 경제/환경 영향 시뮬레이션, ③ 성능 요구조건을 만족하면서 실현 가능한 부품 컨셉 설계임.
- 일본에서도 국가 프로젝트로서 NEDO에 의해 ALSTECC 프로그램 (Automobile Lightweight Structural Elements of CFRP Composite, 지구온난화 방지 신기술 프로그램/자동차 경량화 탄소섬유강화 복합 재료의 연구 개발)이 2003년부터 2007년에 걸쳐 시행된 바 있음.

□ 최근에는 미국, 일본의 자동차 업계에서 경량화 효과를 증대시키기 위하여 탄소섬유를 사용한 복합재료 부품의 사용을 추진 중에 있음다.

- 예를 들면, 미국의 Ford에서는 100% 탄소섬유 복합재료 시작차를 제조하여 SAEC(The Annual Society of Automotive Engineers Convention)에 전시하였고 이 차의 연비는 같은 형의 Ford TD의 7.2km/L에서 9.7km/L로 향상됨.
- Toyota는 차체 골격에 탄소섬유강화 플라스틱을 채용하는 등 차량 중량을 대폭으로 감소시킨 컨센트카 1/X을 출품한바 있음. 하

이브리드카인 Prius“와 동등한 실내공간을 지니면서 차량중량은 420kg으로 Prius의 약 1/3로 감소시켰음. 탄소섬유 복합재료를 사용하여 골격을 가볍게 함으로써 엔진의 소비기량화 또한 파워트레인의 경량화, 협폭 타이어의 채용 등이 가능하게 되어 차량 중심을 대폭으로 삭감할 수 있게 되었음.



<그림 5-3> CFRP-applied Toyota concept car(1/X)

- 차체의 경량화는 구동계의 손실 감소 이외의 전부에 기여할 수 있으므로 충돌 시의 안전을 위해 크고 무거운 자동차를 좋아해도 자동차의 경량화는 앞으로 계속 추진될 것으로 기대됨. 탄소섬유 복합재료는 앞으로도 계속 응용범위가 증가될 신개념 자동차 소재이며, 국내의 경우 차량 생산규모와 역사에 비해 채용 비율은 극히 초보적인 단계로 향후 성장잠재력이 매우 큰 분야 중 하나임.

- 하지만 탄소섬유 복합재료의 제조기술에 있어서 국내의 기술은 일반 사출성형과 같은 생산기술 분야에서 비교적 많은 경험이 축

적되어 있지만 원천 소재 개발 및 신공법 성형장비 등 전반적인 기술 인프라가 많이 부족한 상황임.

2. 탄소섬유강화 플라스틱(CFRP) 개발동향

- 유럽의 고급차 제조업체들은 고가 차종에 강철보다 가볍고 강성은 훨씬 뛰어난 경량화 복합소재인 탄소섬유강화 플라스틱(CFRP)이 적용되고 있음.
- BMW코리아가 시판 중인 M6 쿠페 및 M6 그란쿠페, M5 등 일부 고성능 모델엔 차체 지붕을 탄소섬유강화 플라스틱으로 만들어 공기 저항 감소와 연료소비효율을 높였음. 특히 i3전기차는 배터리 무게가 많은 단점을 커버하기 위해 탄소섬유강화 플라스틱을 차체에 대폭 적용하였음.
- 독일 BMW 란츠후트 공장의 CFRP 생산 부문에서는 BMW M카에 장착되는 CFRP 재질의 루프를 생산하고 있으며, 200여명의 직원들이 관련 재료와 프로세스 개발에 매진하고 있음.
- 아우디의 고성능 S모델과 RS모델의 실내 인테리어(대시보드, 도어 트림, 센터콘솔 등)에는 탄소섬유 재를 쓰고 있음. R8은 엔진룸 테두리에 탄소섬유 소재가 사용됨. 아우디 R8 GT 스파이더는 백미러 커버, 리어 스포일러가 탄소섬유 소재임.
- 아우디는 지난 2011년 독일 기계제조사인 포이트(voith)와 탄소섬

유강화 플라스틱 산업생산을 위한 전략적 파트너십을 체결했고 모기업인 폴크스바겐도 XL1에 탄소 섬유강화플라스틱을 21% 사용할 계획임. 특히 폴크스바겐은 부품 공정 효율화로 납품업체와 함께 진전된 공정을 개발해 특허도 확보한 상태임.

- 메르세데스-벤츠의 최고급 스포츠가 SLS AMG 역시 탄소섬유를 활용한 복합소재가 적용되었음. 다임러는 일본의 토레이와 협력 사업을 추진하고 있음.
- 불과 몇 년 전만 해도 탄소섬유강화 플라스틱은 람보르기니 같은 슈퍼카 메이커에만 적용됐으나 현재는 경량화 기술 연구에 뛰어난 독일차 업체들 중심으로 적용 범위를 늘리고 있는 추세임.
- 탄소섬유강화 플라스틱은 플라스틱 기지(수지)에 둘러싸인 탄소섬유로 구성됨. 매우 탁월한 에너지 흡수능력을 지녀 충격에 강함. 또한 안전성을 유지하면서도 차체 제작에 사용될 수 있는 재료 중 가장 가벼운 소재로 꼽힘.
- 독일 함부르크-하르부르크 공과 대학에서는 나노 소재를 탄소 강화플라스틱 소재와 접합하는 산학 기술개발에 한창임다.
- 국내에서도 2013년 들어 탄소섬유 상업 양산이 본격화되고 있음. 일본과 미국에 이어 세계 세 번째로 고강도 탄소섬유 개발에 성공한 효성그룹은 2013년 상반기 전주공장을 완공하고 연간 2000t 규모의 탄소섬유 생산에 들어갔음. GS칼텍스도 최근 탄소섬유산업단지 조성사업에 뛰어든 전주시에 2015년 준공을 목표로 공장

을 지을 예정임.

- 이런 흐름을 타고 최근 삼성도 탄소섬유 시장에 뛰어들었음. 삼성 석유화학은 2013년 7월 독일 SGL그룹과 탄소섬유와 복합소재 사업을 위한 전략적 파트너십을 구축하고 합작법인을 설립함.
 - 삼성석유화학은 합작법인을 통해 항공, 스포츠 분야는 물론이고 최근 주목받는 자동차 부품, 풍력 블레이드, 전자제품 등에 사용되는 경량화 소재를 타깃으로 잡을 계획임. 주요 판매 제품은 탄소섬유와 다양한 스펙과 형태의 프리프레그(Prepreg), 복합소재 등임.
- 시장에 가장 먼저 진출한 태광산업은 탄소섬유의 원료에서부터 완제품까지 수직계열화를 갖추고 2012년 3월 양산을 시작했음. 울산 공장 연간 생산 능력은 프리커서 3000톤, 탄소섬유 1500톤임.
 - 2020년까지 총 1조 2000억원을 투자해 탄소섬유 생산 능력을 1만 7000톤까지 확대하며 탄소섬유시장의 선도 기업으로 도약한다는 목표를 세웠음.
- SK케미칼은 미쓰비시와 함께 산업용 프리프레그를 공동개발해 생산을 추진하고 있음. 프리프레그는 섬유 강화 복합재료용의 중간 기재로, 미쓰비시가 SK케미칼에 탄소섬유를 공급하고 SK케미칼이 프리프레그를 생산하는 방식임.

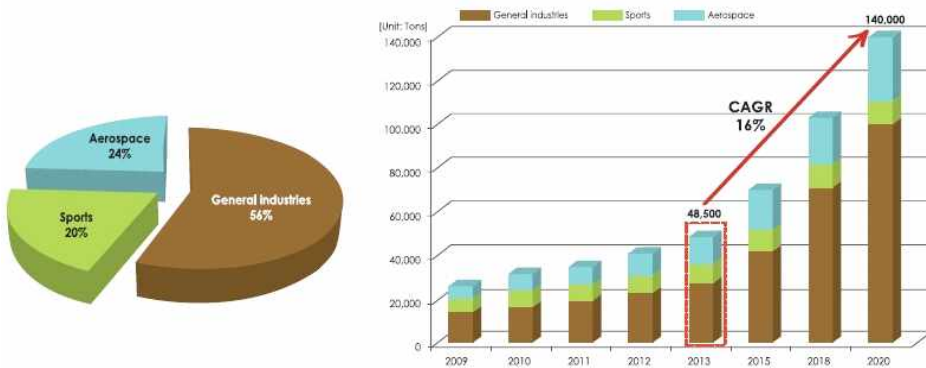
- 탄소섬유 세계 시장 점유율 1위인 일본 토레이도 경북 구미시에 탄소섬유 공장을 완공, 내년까지 연간 4,700t 규모의 탄소섬유를 생산하고 있음. 이에 따라 앞으로 국내 산업 분야에 탄소복합소재 적용이 늘어날 것으로 예상됨.
- 다만 아직은 원재료 가격이 비싸 현대·기아차 등 대중차에 적용될 시기는 멀었다는 게 업계의 공통된 시각임. 그랜저와 쏘나타에 탄소섬유 소재가 적용되면 차 값이 지금보다 2~3배 이상 비싸지게 됨.
- 하지만, 전문가들은 파워트레인 연구 개발만으로는 연비를 높이는 데 한계가 있기 때문에 앞으로 자동차 경량화 소재로 탄소섬유 활용도가 늘어날 것으로 보고 있음.

3. 시장동향 및 향후 과제

- 40여년전 최초로 시장에 출시되니 탄소섬유는 비싼 생산가격으로 인해 우주 항공기술이나 스포츠 분야에서만 사용되는 특수 소재로 인식되어 왔음. 하지만 지난 2~3년 사이 탄소섬유시장은 새로운 전환기를 맞았음. 탄소섬유가 다양한 분야에서 경량화 핵심 소재로 부상하고 있기 때문임.
- 특히, 최근에는 자동차나 신재생에너지 산업 분야에서도 활용 가능성을 인정받고 있음. 독일을 비롯한 유럽연합(EU)은 자동차 배기가스 규제와 전시장동차 경량화를 위한 기업 노력과 맞물리고

있음.

- 시장조사업체 맥킨지는 탄소섬유강화 소재 수요가 2030년까지 연 30%씩 증가하고 이에 따라 자동차 경량 부품 비중도 30~70%까지 증가해 관련 매출이 3000억 유로에 달할 것으로 전망함.
- 또한, 탄소섬유 세계 시장 점유율 1위인 일본 토레이에 의하면, 탄소섬유 세계 수요는 2011년 3만 7천톤에서 2020년 14만톤으로 연평균 16% 성장할 것으로 전망함.
- 탄소섬유 산업은 현재 일본과 미국이 거의 독점하고 있음. 다만, 터키 등에서도 일부 생산하지만 미미한 양으로 일본 토레이, 테이진, 미쓰비시레이온 등 빅3가 전 세계 시장의 70%를 차지함.



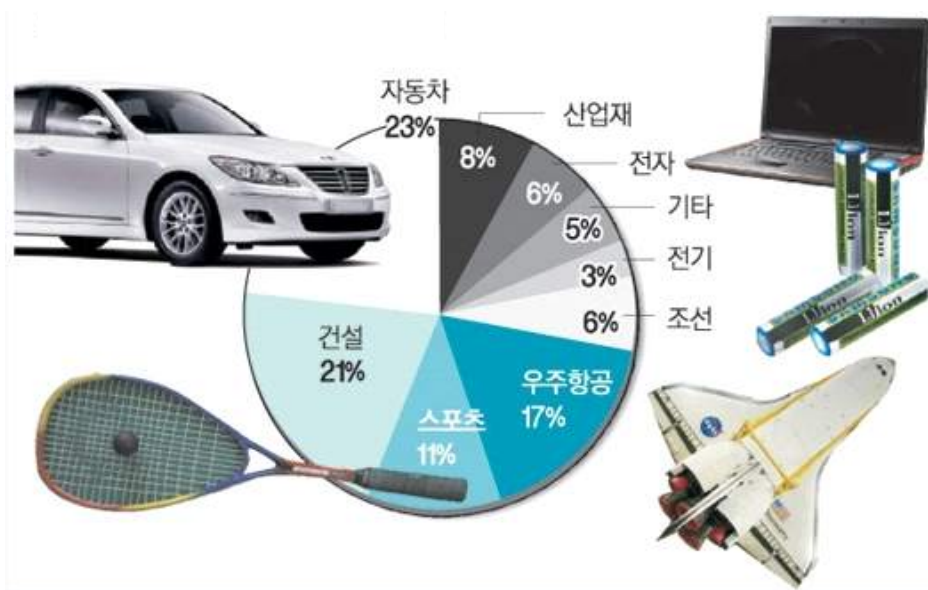
[출처 : Toray]

<그림 5-4> 탄소섬유 세계 수요전망

- 최근에는 아크릴섬유를 고온에서 가공 제조하는 공법으로 강도가 훨씬 뛰어난 새로운 탄소섬유도 개발될 예정임. 이에 따라 탄소섬

유는 항공기나 우주항공, 자동차 외에도 신재생에너지 분야나 토목, 건축, 의료기기 등으로도 용도가 확대될 전망이다.

- 탄소섬유도 탄소섬유강화플라스틱 시장의 성장에 힘입어 탄력을 받게 될 것으로 기대되며, 탄소섬유 시장은 2013~2018년 까지 연간12% 고성장이 전망되고 있음.



<그림 5-5> 탄소소재 산업별 비중

- 분야별로는 약간 다르지만 항공 산업 부문에서도 탄소섬유 소재는 온실가스 방출절감 뿐 아니라 추가적재 등의 이점으로 충분한 잠재성을 보유하고 있는 것으로 평가됨. 해상풍력발전 등에서도 잠재성이 높아 2019년까지 우주항공산업 분야에서 탄소섬유 수요가 3개 이상, 풍력에너지산업의 경우 4배 이상 성장할 것으로 예측함.

□ 이런 기술 진보나 낙관적인 시장 전망에도 소재가공은 여전히 해결해야 할 과제로 남아있음. BMW 탄소강화섬플라스틱 한 전문가는 현재 공정에 10분이 소요되는데 이를 한 자릿수 시간으로 단축시키는 것이 목표라고 밝힘. 또 하나 과제는 제품개발으로 탄소 소재는 강철이나 알루미늄과 달리 가공 후 보정작업이 불가능하기 때문에 약간의 실수에도 제조품이 쓸모없게 될 수 있음. 이런 기술적 난제 외에도 소재에 맞는 디자인 미비와 전문 인력 부족 등도 해결해야 할 과제임.

□ 가공상의 기술적 난제와 높은 생산비용에 따른 업계 부담에도 탄소섬유는 여전히 다양한 산업 분야에서 미래의 가능성 있는 시장으로 자리매김할 것임. 다만 탄소섬유가 고도의 기술이 필요한 첨단 소재인 만큼 세계 탄소시장 판도를 쥐고 있는 미국과 일본을 비롯한 독일·중국 등 소수 업체만 생산 기술을 보유하고 있는 실정임.

4. 일본 업체들의 동향

□ 탄소섬유강화수지(CFRP)의 원료로서 주목을 받고 있는 탄소섬유(CF)의 세계 시장 70%를 일본의 업체가 점유하고 있음.

□ 경량·고강성·고강도라는 특성을 지닌 탄소섬유강화수지(CFRP)는 제품의 강성과 강도를 유지하면서 경량화가 가능하게 되어있기 때문에 환경부담을 저감할 수 있는 구조재료로서 주목받고 있

음.

- 항공기 분야에서는 이미 일차 구조재료의 채용이 전개되어 있고, 자동차 분야에서도 주목받고 있음.
- 원료가 되는 탄소섬유(CF)의 시장을 보면, 일본기업 3사(토레이, 미쓰비시레이온, 테이진계 기업 : 테이진/토호 레이온/토호 테낙스)의 세계 쉐어의 합계는 약 70%에 달함.
- 플라스틱은 경량이지만, 저탄성률이기 때문에, 구조 재료에는 어울리지 않음. 그런데, 탄성률이 높은 재료(유리섬유와 CF)와 복합 재료화 시켜, 경량이면서 고강도인 구조재로서 사용되고 있음.
- CF 자체는 탄소를 포함한 원료를 열분해하여 제조되고 있음. 그리고 원료의 종류에 따라 PAN계 CF(Polyacrylonitrile : PAN에서 제조), 피치(pitch)계 CF(코르타르/석유 피치에서 제조), VGF계 CF(VGCF/VGCF/Vapor-Groen CF : 탄화수소 가스의 열분해로 제조)의 3가지가 있음.
- 일본 대 기업3社(토레이, 미쓰비시 레이온, 테이진계 기업)는 PAN계 CF에 대처하고 있고, 경량·고강도가 특징임.
- 거기에 대해, 미쓰비시 레이온과 같이 미쓰비시 케미칼 홀딩스 산하의 미쓰비시 수지가 대처하는 CF는 피치계 CF이고, 경량·고강도인 동시에 고열전도성과 극저 열팽창성을 지닌 흑연섬유라고 할 수 있는 구조를 지니고 있음.

- 범용 탄소 섬유 피치계 탄소 섬유에는 역학적 강도에 구애 받지 않는 범용 탄소 섬유(GPCF)도 있 CF기술의 부감(俯瞰)할 때에는 주의가 필요하다. 예를 들면, 중국의 Anshan Sinocarb Carbon Fibers 등의 제품은 범용 탄소 섬유임.
- 지금까지는 열경화성수지와 조합한 CFRP가 사용되고 있었지만, 현재에는 가공성이 우수한 열가소성수지와 조합한 CFRP가 개발되고 있음.
- 예를 들면, 2011년 3월 9일에는 테이진이 열가소성 CFRP(CFRTP)의 자동차용 차 골격을 실현했으며, 2012년 1월 24일에는 토레이가 종래보다도 우수한 특성을 가진 사출성형용의 탄소섬유강화 열가소성 플라스틱을 나노구조 제어기술로 실현했다고 각각 발표했음.
- CF의 항공기 일차 구조부재로 이용은 잘 알려져 있음. 자동차 분야에서는 레이싱카와 스포츠카라는 차종에서의 채용이 시도되고 있었지만, 점점 CFRP의 양산차에 응용이 시도되기 시작했음.
- 보급 대수가 많은 자동차는 CO2 배출량 절감뿐 아니라 차체의 안전성 확보가 요구되고, 게다가 탑승자의 안전성 확보를 위해 에어백 시스템 등이 탑재되게 되었음.
- 1985년 이후, 자동차의 차량 중량의 증가 경향이 눈에 띄게 늘었

음. 아우디의 조사에서는 평균 차량 중량이 중형차는 해마다 10kg 식, 대형차는 해마다 20kg씩 증가하고 있다고 함.

- 차량 중량 증가는 연비를 악화시키지만 무게 증가에 맞는 차량 운동 성능 확보를 위해서는 보다 고출력의 엔진이 필요함. 그래서 이 상태로는 새로운 CO2 배출량 증가가 됨. 거기에서 CO2배출량 삭감과 안전성 확보를 동시에 채우기 위해 차체 경량화를 목표로 한 새로운 차량 설계 기술이 요구되게 되었음.
- 일본에서는 이와 같은 상황에 따라, NEDO 주재의 「자동차 경량화 탄소섬유 강화 복합재료의 연구 개발(2003~2007년도)」가 진행되었음다.
- 이 대처의 성과에 따라, 2008년부터는 승용차의 30% 경량화 실현을 목표로 하는 프로젝트 「탄소섬유 복합재료로 추구하는 저에너지 소비·순환사회(2008~2012)」가 추진되었음.
- 이 프로젝트는 종래형 CFRP(CF와 에폭시 수지의 조합)와 동등한 계면접착강도와 선팅창계수의 작음을 유지하면서, 종래형 CFRP의 결점이었던 고속성형성, 역이차가공성 및 리페어·리사이클성이 개선된 CFRTP를 개발하는 것과 동시에, 자동차 부재 개발에 필요한 재료 특성을 명확히 하는 것을목표로 하고 있음.
- 자동차용 CFRP는 차체의 각부에서 요구되는 강도와 강성에 대응하여, 성형법과 기재(基材)의 관점 에서 다음 3타입의 CFRP

가 있음.

- 프리프레그(prepreg)(「CF에 수지를 함침 시킨 시트 상태의 것」을 성형, CF와 에폭시 수지와의 조합)
- RTM(「Resin Transfer Molding」, CF와 에폭시 수지와의 조합)
- SMC(「Sheet Moulding Compound」, CF와 비닐 에스테르와의 조합)

□ 프리프레그(CF에 수지를 함침시킨 시트 상태의 것)은 연속섬유의 CF가 이용되어, 몰드에 맞춰 가압성형이 이루어지므로, 강도와 강성이 우수하여, 자동차의 일차 골격에 채용되고 있음. 생산성은 다른 두 개에 비해서 뒤떨어짐. 현재는 CF섬유다발의 일직선화로 고강도화가, 탈기성과 수지점성의 조정으로 고밀도화가, 동시에 실현되고 있음.

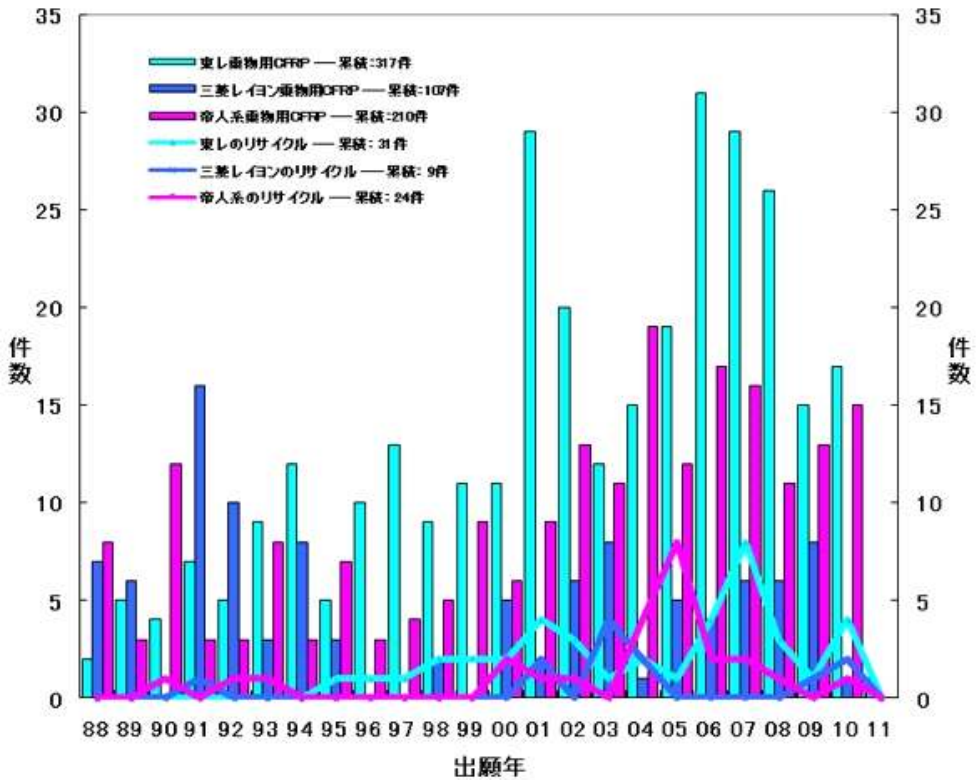
□ RTM도 연속섬유의 CF를 이용함. 몰드에 CF기재를 놓아, 에폭시 수지와 함께 가열·프레스하여 일체화하였음. 이차 골격에 채용된 것이 많은 것 같음. RTM은 프리프레그에 다음 성능을 가지면서, 프리프레그보다도 우수한 생산성을 갖고 있음.

- 토레이는 이미「프리폼(수지를 함침시키기 전에 예비형성체에 수지를 함침시켜 경화시키기까지 요구되는 시간)」만이 아닌, 「탈형과 재단에 요구되는 시간」까지 단축시켜, RTM의 생산성 향상을 실현하고 있음.

□ SMC는 섬유 길이가 짧은 CF의 시트가 이용되어, 수지와 합RP 몰

드에 가열·프레스시켜, 수지와 일체 성형으로 경화시키고 있음. 생산성이 우수하고, 복잡한 형상의 판넬도 성형 가능하게 됨.

- 이들 세 가지 타입의 CFRP에 이용되고 있는 수지는, 모두 열경화성 수지임. 열경화성 수지를 사용해 섬유강화수지를 성형할 때의 생산성은 열가소성수지를 사용하는 경우보다도 낮다고 함. 게다가, 자동차 분야에 CFRP를 보급시키기 위해, 열가소성수지를 사용한 CFRP인 CFRTP에 의해 생산성의 향상을 목표로 삼고, 테이진계와 토레이가 각각 달성 방법을 완성시켰음.
- 토레이의 탄소섬유가 항공기 일차 구조재에 채용되기 시작했고, 1980년대 후반부터의 대기업 3사(토레이, 미쓰비시 레이온, 테이진계 기업)의 일본공개 특허출원 건수 추이는 아래와 같다.
- 우선, 1990년대의 특허출원건수에 주목하면, 토레이는 특허건수 증가 후에 보합세경향을 유지하는 데에 대해, 미쓰비시 레이온과 테이진계 기업은 특허건수가 저조함다. 이 건수 추이는 토레이가 이 시기에 항공기 분야에서 대형 발주를 받고 있었던 것에 비해, 미쓰비시 레이온과 테이진계 기업은 아직 수주 안전의 규모가 작았던 것이 반영되고 있다고 추정됨.
- 1999년부터는 3사 모두 특허출원건수의 증가와 보합세 경향이 다시 시작되고 있음. 이것은 3사 모두 항공기에 이어 자동차 분야에서의 참여를 목표로 하기 시작했다는 것을 시사하고 있음.



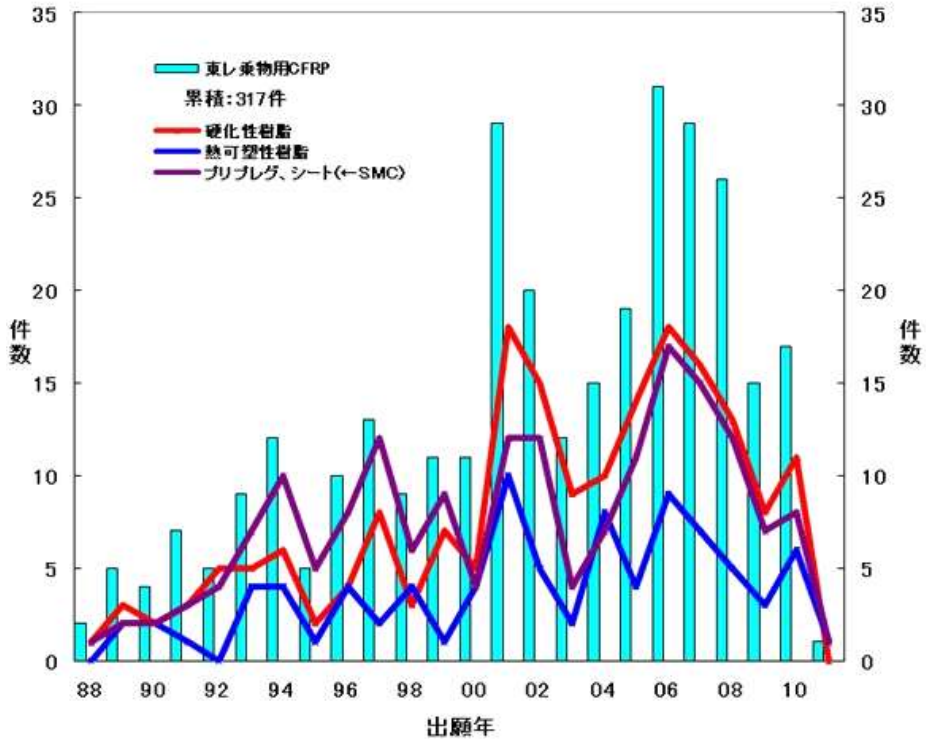
[출처 : <http://monoist.atmarkit.co.jp>]

<그림 5-6> 토레이, 미쓰비시 레이온, 테이진계 기업의 CFRP 일본공개 특허출원 건수 추이

- 일본 대기업 3사의 각 사별 교통용 CFRP의 일본공개 특허출원 동량은 아래와 같음.
- 먼저, 토레이는 1990년대 후반에 보잉에서 항공기 일차 구조개의 발주를 받고, 2006년에는 사내에 자동차 전략실을 설치하였음.

- 2000년의 급격한 특허건수 증가는 CFRP의 다음의 용도 개발을 시행한 시기에 대응하는 특허 출원이고, 2006년의 급격한 특허건수 증가는 자동차 분야로의 전개에 대응한 특허출원이라고 추정된다. 토레이는 2006년에 보잉과 16년간의 장기 공급계약을 체결하여 이후는 사내의 자동차 전 략실을 축으로 자동차 분야로의 전개가 가속되었다고 추정됨.

- 특허의 출원 내용에 주목하면, 2000년까지는 프리레그와 시트에 관한 특허출원이 많고, 1002년 이후는 경화수지에 관한 출원이 많아졌기 때문에, 2000년까지는 CF를 주체로, 2001년 이후는 매트릭스인 경화수지와 열가소성수지, 프리프레그, 시트를 주체로 각각 기술개발이 진행되고 있다고 추정됨.



[출처 : <http://monoist.atmarkit.co.jp>]

<그림 5-7> 토레이 교통용 CFRP 일본공개 특허출원 건수 추이

□ 테이진은 1999년에 CF사업을 시작했음. 그래서 1998년까지는 토호 레이온과 토호 테크니칼이 주체가 되어 기술개발이 되고 있었음. 이에 테이진계 기업은 2004년 이후 특허출원건수가 증가하고 있고, 그 기술개발 성과가 2010년의 EADS(에어버스와 유로 코프타의 신회사)와의 항공기용 CFRP 공급계약으로 이어졌다고 추정된다.

□ 또한, 2004년부터 2006년의 특허 출원건수 증가에는 열가소성 수지에 관한 특허가 많이 포함되어 있음. 그 후, 2007년부터 2009년

까지는 열가소성수지에 관한 특허건수는 감소 경향이었지만, 2010년에 다시 증가하고 있고 테이진계 기업이 매트릭스로서 열가소성수지에 주목하고 있다고 추정됨.

- 테이진은 2001년 3월 9월에 「CFRTP의 자동차용 차체공격을 실현」을 공표하고 있음.
- 이 공표의 배경에 있는 기술개발 경위는 특허출원수 추이에서, 우선 2004년부터 2006년경 매트릭스 후보의 열가소성수지가 압축되어, 2007년부터 2009년경에 열가소성 CFRP 가공기술의 개발이 되어, 2010년부터 2011년에 걸쳐, 최종사양에 대응하는 기술의 특허가 되었다고 추정됨.
- 대기업의 소규모사업부문은 기술개발에 전념하고 있는 시기에는 건수가 증가하고, 제품화에 전념하고 있는 시기에는 건수가 감소하고, 제품발표 시기에 건수가 다시 증가하는 경향임. 대기업이라고 해도, 개발 직원이 한정된 소규모 사업부문에서는 충동원체제로 제품발표에 대처하기 때문에 이처럼 특허건수 추이가 보여지고 있음.
- 미쓰비시 레이온은 1990년대 후반까지 CFRP의 항공기 일차 구조재료의 응용시기에는 토레이만큼은 아니더라도, 나름의 발주를 받으며, 거기에 대응하는 특허출원이 행해지고 있었음.
- 그렇기는 하지만, 각사가 자동차 분야를 목표로 한 2000년 이후의

시기부터, 테이진계 기업 수준의 특허출원 건수는 유지하고 있지만, 열가소성수지를 이용한 CFRP기술에 관한 성과의 공표는 CF 공급을 중심으로 하는 사업전개가 되고 있다고 추정됨.

제 4 장 결 론

- 자동차의 경량화 방안은 우수한 물성을 갖는 경량재료의 개발과 기존 재료의 제조방법 개선을 통한 기계적 성질을 향상시키는 방법 등이 있으며, 이를 위해 사용되는 재료로 알루미늄 합금, 마그네슘 합금, 티타늄 합금, 철강재료 등의 금속재료와 플라스틱이나 세라믹 재료 등이 사용되고 있음.
- 자동차의 총 중량기준으로 현재 플라스틱의 사용량은 약 20%로 앞으로 엔지니어링 플라스틱, 플라스틱 합금, 복합소재 등의 개발에 따라 더 많은 양이 사용될 것으로 기대됨.
- 최근 10년간의 범용 플라스틱 수요증가는 연 4~5%로 그 신장율이 둔화된 것에 비해 엔지니어링 플라스틱은 15~30%의 고속 성장을 하고 있음. 엔지니어링 플라스틱 개발로 100% 플라스틱 자동차의 출현을 예고하고 있음.
- 기존 탄소섬유 강화 플라스틱(Carbon Fiber Thermoplastic, CFRP)로는 곤란하였던 고속 성형가공 및 높은 범용성을 가진 접합을 수행할 수 있기 때문에 양산차에 사용할 수 있으며, 현행 대비 30% 정도의 차체 경량화 및 에너지 소비저감 등의 효과가 기대됨.
- 한·일 대표 화학 업체인 SK케미칼과 테이진은 2013년 초에 슈퍼 엔지니어링 플라스틱의 일종인 PPS(Poly Phenylene Sulfide) 사업

을 위한 합작회사인 Initz를 설립하였음.

- 세계 자동차용 플라스틱 시장규모는 연평균 17.5%가량 성장하고 있으며, 2012년 14억 달러에서 2016년에는 274억 달러에 육박할 것으로 전망되고 있음.
- 국내 자동차용 플라스틱 세계 시장 규모도 연평균 14.0% 가량 성장하고 있으며, 2012년 42억 달러에서 2016년에는 71억 달러에 육박할 것으로 전망되고 있음.
- 유럽에서의 자동차 플라스틱 적용비중은 1975년 6% 수준에서 2011년 25%로 늘어났으며, 특히 독일에서는 35% 수준까지 확대되었지만, 세계 자동차시장 중 규모가 가장 큰 중국과 미국은 여전히 각각 12%, 22%에 머물러 있음. 따라서 향후 이들 국가들도 유럽 수준으로 자동차용 플라스틱 적용 비중이 증가할 것으로 전망되고 있음.
- 국내 자동차용 플라스틱 소재 제조 관련 장비는 반도체, 디스플레이 산업관련 설비와 유사한 특성이 있어 세계적인 기술경쟁력을 단시간에도 확보할 수 있는 분야임.
- 고강도 초경량 탄소섬유강화 플라스틱(Carbon Fiber-reinforced Plastic, CFRP)의 적용은 자동차 경량화 및 고안전화 방안 중 중요한 이슈임. 아직까지는 재료비용과 생산성 때문에 CFRP 자동차 부품 적용이 많지 않은 실정이지만 유리섬유 고분자 복합재료

(GFRP)를 이용한 자동차 부품은 비교적 다양하게 적용되고 있음.

< 참고문헌 >

1. 한국과학기술정보원, 자동차 부품용 플라스틱의 미래 전망
2. 화학경제연구원, 슈퍼 엔지니어링 플라스틱 시대는 오는가, 2009
3. 삼성경제연구소, 화학으로 부는 화학소재의 미래, 2012
4. 재료연구소, 소재기술백서 2010
5. 김환태, 고강도 재료를 사용한 자동차의 경량화, Reseat
6. 한국투자증권, 가속화되는 자동차 경량화, 2011
7. 한범석, 친환경자동차의 경량화 기술, Auto Journal, 2011
8. <http://www.autoelectronics.co.kr>
9. <http://en.wikipedia.org/>
10. <http://www.kpmg.com/>
11. <http://www.frost.com/>
12. <http://www.hysco.com/>
13. <http://www.nedo.go.jp/>
14. <http://www.tinnews.co.kr/>
15. <http://monoist.atmarkit.co.jp/>

◀ 저 자 ▶

- 최 성 배 | • KISTI 중소기업정보지원센터 책임연구원
• sbchoi@kisti.re.kr
- 김 창 목 | • KISTI 중소기업정보지원센터 책임연구원
• cmkim@kisti.re.kr
- 김 영 일 | • 아주자동차대학 교수
• yikim@motor.ac.kr

ASTI

자동차용 인터쿨러 기술동향 및 전망

쇄 2014년 11월 15일

발 행 2014년 11월 25일

펴낸곳  한국과학기술정보연구원
www.kisti.re.kr Korea Institute of Science and Technology Information

펴낸이 한선화

편집장 김강희 편집간사 김창목

주 소 대전시 유성구 대학로 245

전화 042-869-0694, 팩스 042-869-0679

등 록 1991. 2. 12, 제5-258호

ISBN 978-89-294-****-*93550

※ 본 연구의 내용은 본 연구원의 공식적인 견해가 아닌 참여 연구원들의 의견임을 밝혀둔다.



- 대전본원 : 대전광역시 유성구 대학로 245 TEL : 042-869-0672 / FAX : 042-869-0679
- 서울본원 : 서울특별시 동대문구 회기로 66 TEL : 02-3299-6114