

## 열경화성 탄소섬유 복합재를 이용한 자동차 구조재 개발

이홍재 | 특허청 반도체소재 심사과

### 개요

본 특허동향 요약서는 열경화성 탄소섬유 복합재를 이용한 자동차 구조재의 특허 동향을 분석함으로써 우리나라의 기술 수준, 선진기업의 연구개발 동향 및 핵심 특허 현황 등을 파악하여, 전략적인 연구개발 계획 수립에 활용할 수 있도록 객관적이고 체계적인 특허 정보를 제공하고자, 특허청이 발주하고 한국 지식재산전략원이 주관한 특허 동향 조사 보고서의 내용 중 출원 동향에 대한 부분을 발췌한 것으로 전문은 e-특허나라 홈페이지(<https://biz.kista.re.kr/patentmap/>)에서 보실 수 있습니다.

### 특허 동향분석

#### 1. 분석 배경

- 본 “열경화성 탄소섬유(carbon fiber) 복합재를 이용한 자동차 구조재 개발”은 열경화성 탄소섬유 복합재료(composites) 소재의 하이브리드 기술, 물성제어 기술, 열경화성 탄소섬유 복합재료 소재에 적용 가능한 성형제조 및 공정법을 통해 성형 사이클 타임 절감이 가능하고 차량의 경량화 구조가 적용된 열경화성 기반의 고탄성 복합재의 개발 기술로써 산업통상자원부의 요청에 의해 특허청이 발주하고 한국지식재산전략원이 주관하는 사업임.
- 열경화성 탄소섬유 복합재를 이용한 자동차 구조재 개발은 복합재료를 비롯하여 생산 제조 공정, 더 나아가서는 환경 보호 관점의 복합재료 재활용 기술과 관련한 고부가가치 기술임.
- 이러한 열경화성 탄소섬유 복합재를 이용한 자동차 구조재 개발 기술은 환경 보호 관점에서 재활용 기술과 관련된 타 산업 분야로의 부가가치 및 파급효과가 큰 주력 기간산업으로 성장하고 있으므로, 이에 대한 국가경쟁력 확보가 요구됨.

#### 2. 분석 목적

- 본 보고서에서는 열경화성 탄소섬유 복합재를 이용한 자동차 구조재 개발 기술을 개발함에 있어, 열경화성 탄소섬유 복합재를 이용한 자동차 구조재 개발과 관련하여 열경화성 복합재료의 소재 기술, 열경화성 복합재료 물성제어 기술, 복합재료 소재에 적용 가능한 성형제조 및 공정법에 관련된 특허 동향 특허 보고서를 분석함.
- 열경화성 복합재료의 소재기술로써 탄소섬유(탄소나노튜브, 그래파이트), 아라미드 섬유, 유리섬유 등을 열경화성 고분자 재료와 하이브리드 형태의 복합재료를 구성하는 기술, 열경화성 복합재료 물성제어 기술로써 속경화가 가능한 열경화성 수지 기반의 프리프레그(prepreg) 중간재 형태의 복합재 개발, 탄성력 강화를 위한 상용화재 첨가 분산기술, 고탄성 복합재 판스프링 구조재 개발 기술, 열경화성 성형제조 및 공정법과 관련하여 경화조건 대비 성형 사이클 타임 절감이 가능하고 차량의 경량화를 위한 구조재로서 적용 가능한 열경화성 기반의 고탄성 탄소섬유 복합재의 개발 기술에 대하여 특허동향분석을 실시함.

표 1. 분석대상 기술분류

| 대분류                           | 중분류                     | 소분류                                                       |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 열경화성 탄소섬유 복합재를 이용한 자동차 구조재 개발 | 자동차 구조재용 열경화성 탄소섬유 복합재료 | 자동차 구조재용 열경화성 탄소섬유 복합재료 소재<br>자동차 구조재용 열경화성 탄소섬유 복합재료의 물성 |
|                               | 열경화성 탄소섬유 복합재료 공정       | 열경화성 탄소섬유 복합재료용 성형제조 및 공정법                                |

표 2. 분석대상 기술분류기준

| 대분류                           | 중분류                     | 소분류                                 | 검색개요(기술범위)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 열경화성 탄소섬유 복합재를 이용한 자동차 구조재 개발 | 자동차 구조재용 열경화성 탄소섬유 복합재료 | 자동차 구조재용 열경화성 탄소섬유 복합재료 소재          | 자동차 구조재용 열경화성 복합재료 소재로서 carbon(graphite) fiber/epoxy, UHMWPE(ultra-high-molecular weight polyethylene), polyimide, silicone, melamine, CFRP(carbon fiber reinforced plastic), GrFRP(graphite fiber reinforced plastic), aramid fiber, glass fiber 등을 포함함                                                    |
|                               |                         | 자동차 구조재용 열경화성 탄소섬유 복합재료의 물성         | 자동차용 구조재용 열경화성 복합재료를 이용하여 물성 제어 기술로서, 고탄성화를 위한 굴곡강도 및 인장강도의 향상, 경화 방법에 따른 속경화(고속경화)용 열경화성 프리프레그(prepreg) 중간재 개발, 상온경화법 등을 포함함                                                                                                                                                                               |
|                               | 열경화성 탄소섬유 복합재료 공정       | 자동차 구조재용 열경화성 탄소섬유 복합재료용 성형제조 및 공정법 | 차량의 경량화를 위한 구조재로서 적용 가능한 열경화성 기반의 고탄성 탄소섬유 복합재를 사용하여 경화조건 대비 성형 사이클 타임 절감이 가능한 프로세스를 위한 성형제조 및 공정법으로 RTM(resin transfer molding), compression molding, 고속경화(high speed curing), 전자빔 경화(electron beam curing), UV경화(UV curing) 및 자동화 공정으로서 AFP(automated fiber placement), ATL(automated tape laying) 등을 포함함 |

- 이를 통하여 국제 특허현황 및 국가별 기술경쟁력 등의 분석을 실시하고, 최근 부상기술 등을 도출하여, 전략적인 연구개발 계획 수립에 활용할 수 있도록 함으로써, 중복연구를 방지하고, 본 연구개발과제 수행의 타당성에 대한 객관적인 특허정보를 제공하기 위함.

### 3. 분석 대상

- 본 분석에서는 열경화성 탄소섬유 복합재를 이용한 자동차 구조재 개발 관련 분석을 WIPS database를 사용하여 출원공개/등록 된 한국, 일본, 유럽 및 미국, PCT를 분석 대상으로 함.

### 4. 국가별 Landscape

#### 4.1 주요시장국 연도별 특허동향

- 열경화성 탄소섬유 복합재를 이용한 자동차 구조재 개발 분야의 연도별 전체 특허동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기구간인 1975년부터 꾸준히 증감을 반복하며, 2006년을 기점으로 다소 감소하는 경향을 나타내다가 2007년 이후부터 최근 유효기간까지 증가 추세를 나타내고 있는 것으로 나타남.

- 2006년 부근에서 나타나는 일시적인 성장둔화는 1970년대부터 탄소섬유 시장의 도입으로 1990년까지 꾸준한 성장기를 거치면서 2006년 이후부터 본 기술과 관련된 주요 출원인인 미국과 일본의 한정된 산업용도 수요와 함께 성숙단계로 진입하여 다소 침체한 것으로 추측되며, 2007년 이후부터 고기능성 탄소섬유 복합재 개발과 관련하여 탄소섬유 제조사들과 시장수요의 증가와 함께 지속적인 가격인하, 새로운 복합재료 개발 등과 관련하여 다양한 용도로 응용한 제품 개발이 활발히 진행되면서 다시 성장하는 추세로 변화함.
- 관련 분야의 국가별 연도별 전체 특허동향을 살펴보면, 전체적으로 일본은 꾸준히 증감을 반복하면서 증가 추세를 나타내며 전반적으로 시장을 주도하고 있으며, 한국, 미국, 유럽, PCT는 상대적으로 특허 출원건수가 많지는 않지만 전반적으로 증가추세를 나타냄.

#### 4.2 주요시장국 내·외국인 특허출원 현황

- 열경화성 탄소섬유 복합재를 이용한 자동차 구조재 개발 분야의 국가별/출원인 국적별 특허동향을 살펴보면, 일본에서의 출원이 전체 분석대상 국가 출원규모의 절반 이상인 63%를 차지하는 것으로 나타나, 열경화성 탄소섬유 복합재를 이용한 자동차 구조재 개발분야의

연구개발은 대부분 일본에서 주도하고 있는 것으로 파악됨.

- 일본의 뒤를 이어 미국이 전체 분석 대상 국가 출원규모의 21%를 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 한국과 유럽은 각각 전체의 13%, 3%를 차지하고 있는 것으로 나타남.
- 주요시장국의 내·외국인 특허출원현황을 살펴보면, 미국 및 유럽은 외국인의 점유율이 각각 70%, 66%로 내국인 보다 외국인에 의한 특허활동이 활발한 것으로 나타났으며,

한국 및 일본은 외국인의 점유율이 각각 19%, 2%로 내국인에 의한 특허활동이 대다수를 차지하는 것으로 나타남.

- 이는 한국 국적의 출원인들이 내국 위주의 특허활동을 하고 있는 동시에, 타 주요시장국에서 한국 시장에 진출하는 비율이 높지 않기 때문인 것으로 판단되며, 이를 볼 때, 해외 국적의 출원인들이 한국의 시장성을 미국 및 유럽에 비하여 상대적으로 더 낮은 것으로

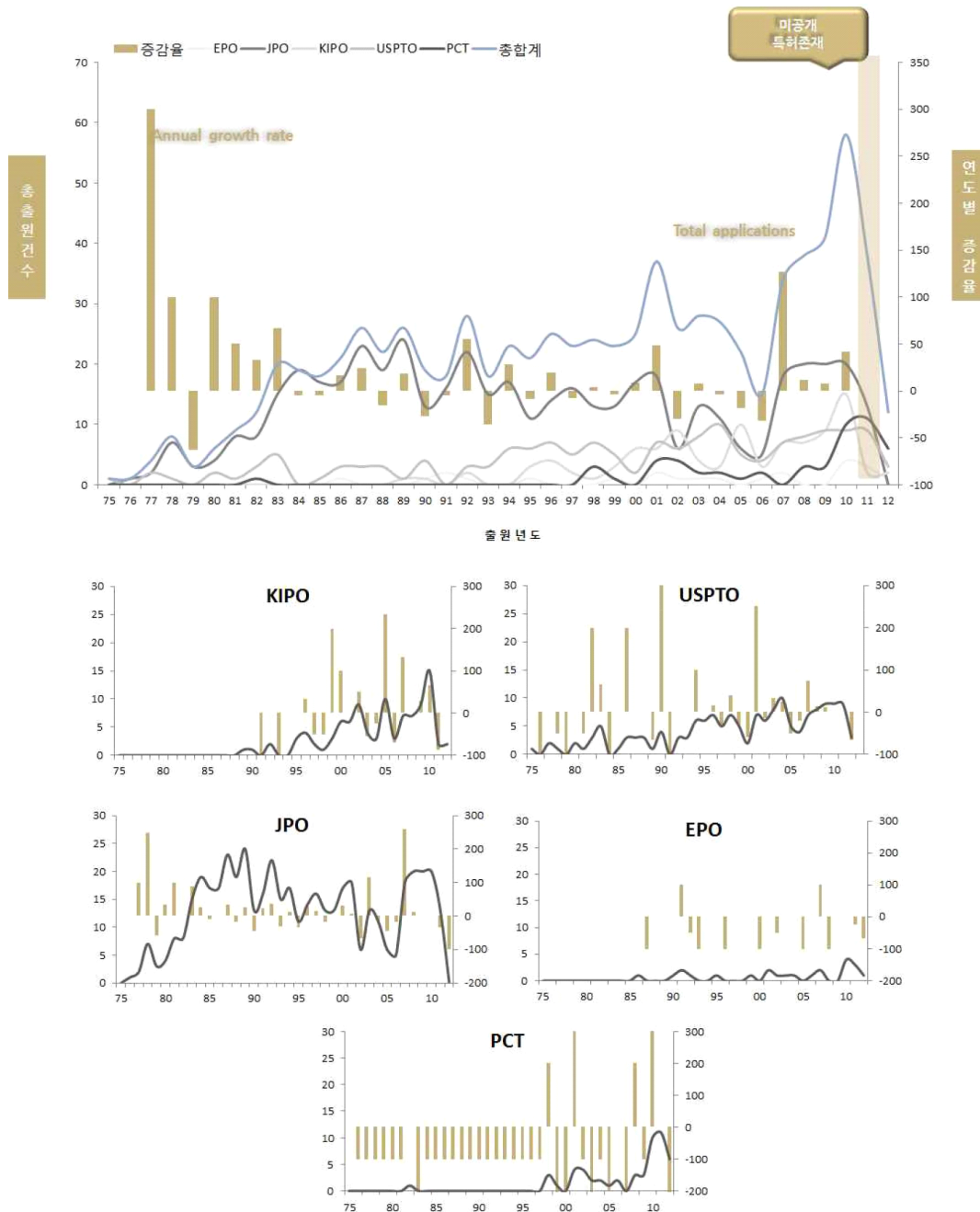


그림 1. 전체 연도별 동향.

판단하여 적극적으로 진입하지 않고 있기 때문인 것으로 볼 수 있음.

- 일본 국적 출원인들의 경우 20년 이전부터 탄소섬유 관련 기술을 시작하여 최근까지 시장을 주도하고 있기 때문에 자국 내 출원도 매우 활발하고, 미국, 한국, 유럽 등 해외 시장 진출을 염두에 둔 출원도 활발히 진행하고 있는 것으로 분석됨.
- 미국에서는 일본 국적의 출원인들이 점유율 57%의 외국인 점유율을 기록하여, 가장 활발한 특허활동을 하고 있는 것으로 나타났으며, 독일 국적의 출원인이 37%로 그 뒤를 이어 점유율을 차지하고 있는 것으로

나타남. 한편, 미국의 연도별 출원동향을 보면, 2000년대 초반부터 중반까지 외국인에 의한 특허출원이 증가세에 있는 점이 주목할 만한데, 이는 외국인 중 가장 많은 점유율을 나타낸 일본 등이 내국에서 연구 개발된 기술을 바탕으로 미국 시장에 활발히 진출했기 때문으로 분석할 수 있음.

- 유럽에서는 일본 국적의 출원인들이 94%의 점유율로 가장 활발한 특허 활동을 하고 있는 것으로 나타났으며, 미국 국적의 출원인들은 6%의 점유율을 차지한 것으로 나타나 일본 국적의 출원인들이 미국 시장, 한국 시장뿐만 아니라 유럽 시장에서의 진출이 활발한 것으로 분석됨.

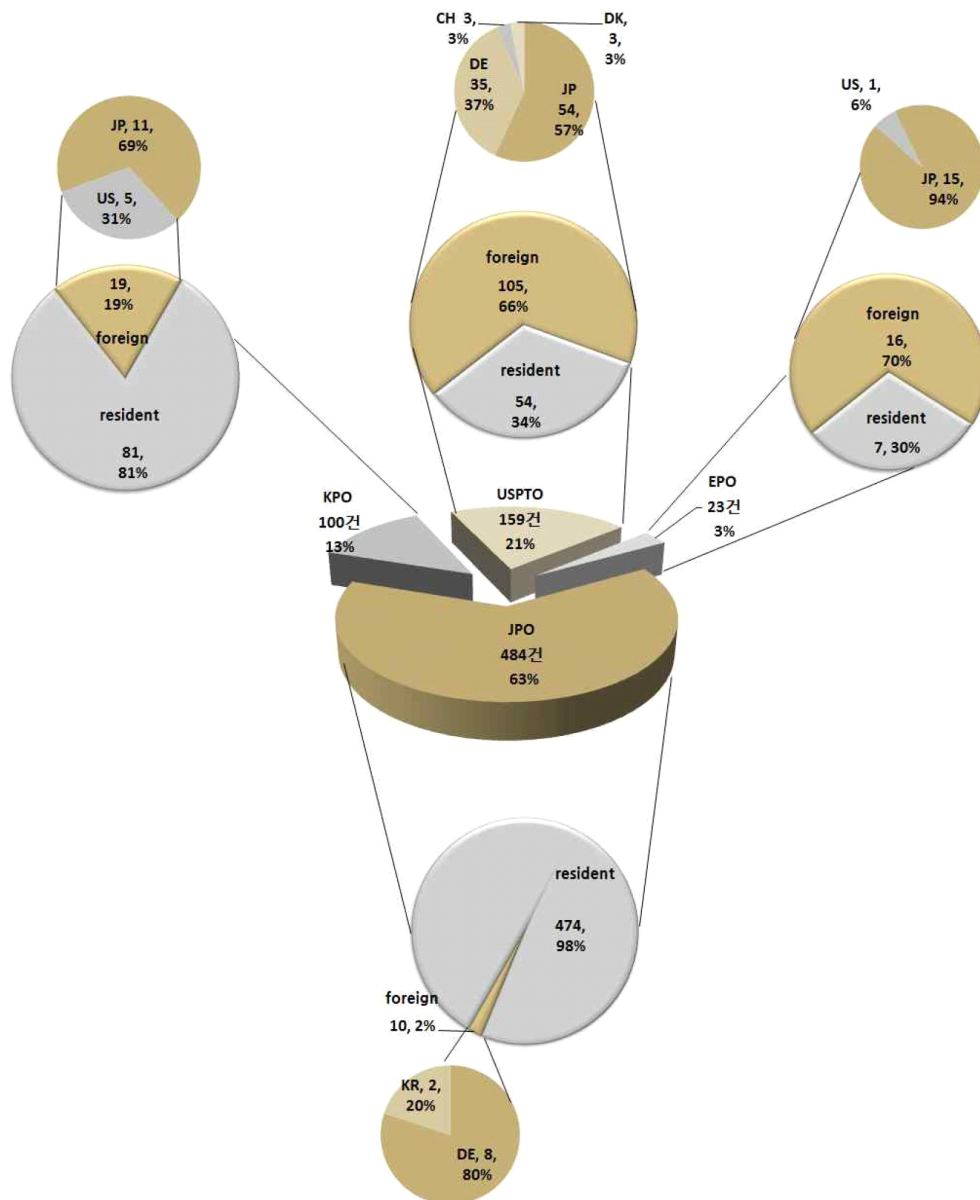


그림 2. 주요시장국 내·외국인 특허출원현황.

## 5. 경쟁자 Landscape

- 열경화성 탄소섬유 복합재를 이용한 자동차 구조재 개발  
과제의 주요출원인 Top20를 추출한 결과, 일본 TORAY가  
전체 다출원인 1위로 나타났으며, 그 뒤를 이어 일본의  
MITSUBISHI ELECTRIC, TOKAI CARBON 및 국내  
에서는 현대자동차가 유일하며, 이 분야에서 다수의  
특허를 출원하고 있는 것으로 나타남. 특히, 주요출원인  
Top20 중 일본 국적의 출원인이 18명으로 나타나 열경화성  
탄소섬유 복합재를 이용한 자동차 구조재 개발 기술

분야에서 일본이 주도적인 것으로 분석됨.

- 이들 주요출원인들의 주요 시장국과 최근 연구활동 및  
기술력, 주력 기술분야의 파악을 위하여, 주요 시장국별  
출원건수, 3국 패밀리수(미국·일본·유럽 공동 출원  
특허수), 5년간의 특허출원 증가율 및 시장확보지수,  
피인용지수를 비교분석한 결과, 특허출원 증가율은 다소  
감소세를 나타내어 최근 특허출원 활동이 감소한 것으로  
분석됨.
- 이러한 현상이 나타나는 이유는 열경화성 탄소섬유  
복합재를 이용한 자동차 구조재 개발 분야에서는 연구

표 3. 경쟁자 Landscape

| 출원인                                     | 분석항목<br>출원인<br>국적 | 주요IP시장국 (건수) |       |     |     |             | 3국<br>패밀리수<br>(건) | 특허출원<br>증가율<br>(최근 5년) | 주력기술분야 |
|-----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-----|-----|-------------|-------------------|------------------------|--------|
|                                         |                   | 한국           | 미국    | 일본  | 유럽  | IP시장국<br>종합 |                   |                        |        |
|                                         |                   | KIPO         | USPTO | JPO | EPO |             |                   |                        |        |
| TORAY                                   | 일본                | 3            | 10    | 46  | 2   | 일본          | 2                 | -5.6%                  | ABA*   |
| MITSUBISHI<br>ELECTRIC                  | 일본                | 0            | 3     | 33  | 1   | 일본          | 1                 | 24.69%                 | AAA*   |
| TOKAI CARBON                            | 일본                | 0            | 0     | 28  | 0   | 일본          | 0                 | 0%                     | ABA    |
| MITSUBISHI RAYON                        | 일본                | 2            | 1     | 23  | 0   | 일본          | 0                 | 0%                     | AAA    |
| JX NIPPON OIL<br>ENERGY                 | 일본                | 0            | 1     | 18  | 1   | 일본          | 1                 | 0%                     | ABA    |
| MITSUBISHI HEAVY<br>IND                 | 일본                | 0            | 2     | 15  | 0   | 일본          | 0                 | -100%                  | AAA    |
| 현대자동차                                   | 한국                | 18           | 0     | 2   | 0   | 한국          | 0                 | -100%                  | ABA    |
| HITACHI CHEM                            | 일본                | 0            | 0     | 17  | 0   | 일본          | 0                 | 0%                     | AAA    |
| NIPPON OIL                              | 일본                | 2            | 6     | 1   | 3   | 미국          | 1                 | 0%                     | AAB*   |
| HONDA MOTOR                             | 일본                | 0            | 2     | 11  | 1   | 일본          | 1                 | -100%                  | AAA    |
| MITSUBISHI<br>PLASTICS                  | 일본                | 0            | 0     | 13  | 0   | 일본          | 0                 | 0%                     | AAA    |
| TOSHIBA                                 | 일본                | 0            | 1     | 11  | 0   | 일본          | 0                 | 0%                     | AAA    |
| SUMITOMO<br>ELECTRIC                    | 일본                | 0            | 0     | 10  | 1   | 일본          | 0                 | 0%                     | AAA    |
| KOBE STEEL                              | 일본                | 0            | 0     | 10  | 0   | 일본          | 0                 | 0%                     | AAB    |
| NIPPON STEEL                            | 일본                | 0            | 0     | 10  | 0   | 일본          | 0                 | 0%                     | AAA    |
| HITACHI                                 | 일본                | 0            | 1     | 7   | 0   | 일본          | 0                 | 0%                     | AAA    |
| MARTIN MARIETTA<br>MATERIALS            | 미국                | 0            | 8     | 0   | 0   | 미국          | 0                 | 0%                     | AAA    |
| MITSUBISHI<br>CHEMICALS                 | 일본                | 0            | 2     | 6   | 0   | 일본          | 0                 | 0%                     | AAA    |
| AGENCY OF IND<br>SCIENCE AMP<br>TECHNOL | 일본                | 0            | 1     | 6   | 0   | 일본          | 0                 | 0%                     | AAA    |
| NEC                                     | 일본                | 0            | 0     | 7   | 0   | 일본          | 0                 | 0%                     | AAB    |

\* AAA: 자동차 구조재용 열경화성 탄소섬유 복합재료 소재

\* AAB: 자동차 구조재용 열경화성 탄소섬유 복합재료 물성

\* ABA: 자동차 구조재용 열경화성 탄소섬유 복합재료용 성형제조 및 공정법

개발의 주체가 일본인에 편중되어 있는 현상이 나타나는데, 일본의 주요출원인들은 주요 시장국 중 자국 이외에는 진출하는 비율이 적은 편인 것으로 나타나, 관련 기술

시장의 해외시장 경쟁력은 낮은 것으로 분석되며, 기술의 특성상, 차량용 구조재 부품으로써 적용에 제한적인 요소들이 많은 것으로 분석됨.

## 결론 및 시사점

- 자동차 구조재 산업 분야에서 기계적 특성 향상 및 경량화와 관련된 기능적 특성을 요구하는 새로운 재료, 물성 및 짧은 제조과정(process)에 대한 필요성이 점점 증가하고 있고, 이러한 맞춤형 재료 개발에 대한 연구 분야로써 열경화성 탄소 섬유 복합재료가 사용되고 있으며, 자동차용 복합재료의 대표적인 예로는 고분자 기지에 유리섬유 혹은 탄소섬유 및 케블라와 같은 불포화 폴리에스테르, 에폭시 수지 등의 열경화성 수지를 이용하여, 섬유강화 플라스틱(fiber-reinforced plastics, FPR), 탄소섬유 강화플라스틱(carbon fiber reinforced plastics, CFRP)을 이용하여 경량, 높은 무게비, 강도 및 탄성률, 내부식성, 내충격성, 부품 일체화의 용이성 등의 우수한 특성을 이용하여 자동차 구조재 외판 및 외장 부품, leaf spring과 같은 기구부품 및 엔진부품에 적용하고 있음.
- 복합재료의 높은 재료값을 상쇄할 수 있는 짧은 제조(process)과정과 자동화된 제조방법이 중요한 변수로 대두되고 있으며, 대표적인 성형방법 및 제조방법으로 고속경화, 수지이송성형(RTM), AFP, ATL과 같은 방법들을 이용하여 생산력 증대에 관련된 연구개발이 증가하고 있음.
- 이에 자동차 구조재 산업 분야에 대한 기술의 연구개발에 대해 해당 기술 분야를 선도할 핵심 기술을 좀 더 확보할 수 있도록 적극적인 관심과 연구 투자에 많은 관심을 갖길 기대해 봄.