



전략품목 현황분석

차량용 고강도 유기/복합 소재



CONTENTS

■ 전략품목

■ 차량용 고강도 유기/복합 소재

1. 개요	6
2. 동향 조사 분석	11
3. 특허 동향	29
4. 전략품목 기술로드맵	39



차량용 고강도 유기/복합 소재

전략품목 정의 및 범위

- 고강도·고탄성 유기섬유란 원사(실)의 인장 강도가 20g/De 이상이고, 탄성률이 500g/De' 이상인 섬유
- 고강도 및 고탄성을 갖는 섬유를 슈퍼섬유라 하며, 범용섬유에 비해 1/4 수준의 무게, 10배의 강도, 7배의 탄성률 등의 특성을 가지고 금속이 사용되는 모든 제품과 산업에 대체재로서 적용 가능한 산업용 섬유
- 고강도·고탄성 유기섬유로는 p-아라미드(케블라), 초고분자량폴리에틸렌(다이니마), 폴리페닐렌 벤조옥사졸(자이론), 폴리아릴레이트섬유(벡트란) 등이 있으며, 이들의 단독 사용 내지는 에폭시 또는 페놀릭수지와 복합재 형태로 사용

전략품목 관련 동향

◎ 시장전망 및 제품 동향

- (시장전망) '21년 102억 달러였던 세계 고강도·고탄성 유기섬유 시장 규모는 '26년 150억 달러로 증가할 것으로 전망됨
- (제품동향) 일본의 도레이, 데이진, 도요보, 구라레이 등 4개사가 세계 총생산 설비 능력의 80% 이상을 점유하고 생산량의 60% 이상을 공급, 고강도·고탄성 유기섬유 및 복합재는 기술혁신에 의한 성능 향상으로 고부가가치 창출이 가능하고 금속, 세라믹, 플라스틱 등을 대체하며 신수요가 빠르게 창출

◎ 기술개발 및 플레이어 동향

- (기술동향) 고강도·고탄성 유기섬유 제조공정은 고강도·고탄성 유기섬유 특성상 용융, 젤, 습식방사로 제조되고 고강도·고탄성 유기섬유를 다양한 산업 분야에 적용하기 위해 다양한 물리·화학적 특성 개발이 시도
- (플레이어) DuPont(미), Teijin(일), DSM(네), Honeywell(미), Toray Industries(일), Toyobo(일), 코오롱인더스트리(한)
- (중소기업) 효성첨단소재, 휴비스, 동양제강 등

◎ 핵심기술

- 고온 고강도/내크립성 초고온용 세라믹섬유 기술
- 고강도 난연성 유/무기 하이브리드 소재공정 기술
- SiC섬유를 포함한 복합재료
- 탄소섬유를 포함한 복합재료
- 세라믹섬유/고분자 계면접합 제어 기술

중소기업 기술개발 전략

- ➔ 연비 절감 및 환경 규제 대응 등을 위한 자동차 경량화 이슈가 높아짐에 따라, 최근 우수한 강성 및 내열특성으로 철강 또는 비철금속 소재 등의 대체가 가능한 소재로 복합소재의 채용이 점차 증가
- ➔ 대외의존도를 낮추기 위한 국산화 기술개발이 절실히 요구되고 있으며, 이를 위해 고분자 기반 경량 고강도 복합 소재의 등급과 품질의 다변화 및 적용 부품 다양화 필요
- ➔ 금속 대체 경량화 및 경제성이 확보된 자동차용 부품 설계 및 부품화 기술뿐 아니라 완성체 업체에서의 활용을 위한 부품 실증기술 요구

1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

- 고강도·고탄성 유기섬유란 원사(실)의 인장강도가 20g/De' 이상이고, 탄성률이 500g/De' 이상인 섬유
 - 철에 비해 1/4수준의 무게, 10배의 강도, 7배의 탄성 등의 특성을 보유
 - 상업화된 고강도·고탄성 유기섬유로는 p-아라미드(케블라), 초고분자량폴리에틸렌(다이니마), 폴리페닐렌벤조옥사졸(자이론), 폴리아릴레이트섬유(벡트란) 등이 있음
 - p-아라미드섬유는 로프, 케이블류, 코드류, 광케이블·장력 조절 장치, 방탄, 장갑, 스포츠 의류 등에 사용되고, 폴리페닐렌벤조옥사졸섬유는 골프 클럽, 경기용 자전거의 바퀴살(spoke), 교량 보강, 고온 내열 필터, 레이싱복, 스페이스 셔틀의 끈·로프, 금성 탐사 로봇용 기구의 자재로도 사용
 - 초고분자량폴리에틸렌섬유는 낚시줄, 로프류, 어망, 네트, 각종 방호 의류, 헬멧이나 내절창성 장갑, 폭발 공사의 보호 시트, 강화 FRP에 의한 초전도 코일용 보빈(bobbin)에 적용되고 있고, 폴리아릴레이트섬유는 낚시줄, 어망, 로프 등의 수산 자재, 육상 로프나 밧줄, 코드나 장력을 받는 부분, 작업용 장갑 등의 안전·방호재, 비행선이나 요트의 돛 같은 막 시트, 스포츠용품의 FRP 강화재, 인쇄 기판이나 모터의 절연용 종이 등에 사용

[각종 고강도·고탄성 유기섬유 물성 비교]

섬유의 종류·타입		강도 (GPa)	탄성률 (GPa)	비강도 (eN/dtex)	비탄성률 (eN/dtex)	파단신도 (%)	융점 또는 분해온도 (°C)	수분률 (%)	밀도 (g/cm ³)
p-아라미드	표준	2.9	72	20	490	3.6	550	6.5	1.44
	고탄성률	2.9	110	20	780	2.4	550	2.5	1.47
	고강도	3.4	97	23	670	3.3	550	5.5	1.44
	테크노라	3.4	71	25	520	4.6	500	2.0	1.39
자이론	AS	5.8	180	37	1,150	3.5	650	2.0	1.54
	HM	5.8	270	37	1,720	2.5	650	0.6	1.56
다이니마	SK60	-	-	29	990	4.0	146	0	0.97
	SK71	-	-	37	1,230	4.0	146	0	0.97
벡트란	HT	3.4	75	-	-	3.9	330	0.2	1.41
	UM	3.4	106	-	-	2.7	330	0.2	1.41

* 출처 : 한국섬유산업연합회

- ☐ 차량용 고강도 유기/복합 소재는 유기/복합 소재 분야에서 에너지 관련 전략 품목으로, 탄소 저감 실현을 위한 소재 개발을 목표로 유기/복합 소재 분야에 있어서 중소기업의 기술경쟁력 확보가 가능할 것으로 전망됨

[유기/복합소재 품목로드맵 내 차량용 고강도 유기/복합 소재]



* 출처 : 자체작성

(2) 필요성

- ☐ 항공기, 자동차, 풍력발전용 풍차의 블레이드 등에서 금속 대체재로서 그 수요가 크게 확대되고 있음
- 고강도·고탄성 유기섬유 복합재는 여러 분야에서 금속을 주축으로 했던 여러 산업기계 부품들의 대체 재료로서 현재 주목받고 있으며, 고부가가치가 뛰어남
 - 자동차, 항공우주, 전기/전자, 기계, 선박, 토목건축 고강도·고탄성이 요구되는 미래 최첨단 산업 분야에서도 활용이 예상되며 현재 각종 레저용품 및 스포츠 장비에도 널리 사용
- ☐ 극한 환경 분야에서의 국내·외 수요 증가 및 수입 대체 효과 기대
- 아라미드섬유(케블라), 초고분자량 폴리에틸렌섬유만 일부 생산하고 있고, 대부분의 고성능 산업용 섬유는 기술개발 및 시제품 생산 단계에 머물러 있음
 - 고강도·고탄성 유기섬유 복합재의 경우 유기섬유에 에폭시수지를 처리한 프리프레그 형태의 복합재를 제조하는데, 유리섬유의 품질 균일성 등이 부족하여 제품경쟁력이 선진국에 비해 열세에 놓여있음.
 - 국내 첨단산업용 섬유 수요가 크게 증가하고 있지만, 국내 생산 기반 취약 및 경쟁력 열세로 수입이 증가하고 있는 반면 수출은 정체 상태를 보이고 있어, 산업생태계 강화를 통한 경쟁력 제고가 필요

□ 고강도·고탄성 유기섬유 복합재는 연평균 10%의 내외의 성장률이 예상되는 성장산업

- 향후 고강도·고탄성 유기섬유 복합 소재의 세계 최대 수요시장으로 성장이 예상되는 중국 시장의 수출 확대를 위해 관세율 인하와 기술개발 등 준비가 필요
- 초고강도 고성능 유기섬유는 소재와 관련 부품뿐만 아니라 생산설비까지 수입통제 품목으로 분류
- 계속해서 용도가 증가하고 있으며 전방산업의 하이엔드 제품에만 적용되던 데서 벗어나 일반 제품에도 적용이 되는 추세

□ 고강도·고탄성 유기섬유 복합재는 일류기업만이 공급하고 있어 국산화 시급

- 국내 (군수 분야 포함) 수요 발생 시 관련 소재나 부품의 공급이 어렵고 대처가 곤란
- 고강도·고탄성 유기섬유 복합재 수요는 차후 증가가 예상되어 이에 대한 대책이 미흡할 경우 국가경쟁력 제고 및 안보 차원에서 심각한 영향을 미칠 수 있어 관련 기술의 개발은 시급
- 대일 의존도가 상당히 높은 품목으로 알려져 수출규제 강화 시 이에 대한 대비가 필요
- 초고강도 유기섬유의 수요는 필수적일 뿐만 아니라 향후 수요의 증가가 예측되어 이를 뒷받침할 수 있는 초고강도 유기섬유 제조와 관련된 기반 기술개발 시급
- 고강도·고탄성 유기섬유 복합 소재의 국내 기술 수준은 기반 기술, 핵심 소재 제조 기술 및 응용 기술 측면에서 가공 및 응용 기술은 비교적 높은 제조 수준을 유지하고 있지만 기반 기술과 핵심 소재 제조 기술은 상대적으로 낮은 수준

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

- 차량용 고강도 유기/복합 소재의 가치사슬은 고강도·고탄성 유기섬유 및 복합 소재는 기능 특성을 활용하여 고객 제품의 부가가치 향상과 신제품의 창출을 통해 사회의 부가가치 향상을 실현하는 첨단산업발전의 필수 불가결한 소재 산업으로 인식되고 있음
- 차량용 고강도 유기/복합 소재의 전방산업은 산업기계, 항공우주, 자동차, 건설/토목, 조선, 의료기기, 스포츠용품 등 다양한 분야에서 활용
 - 산업기계: 반송 장치의 핸드, 암, 프레임, 로봇부품
 - 항공: 항공기 기체, 헬리콥터의 회전 날개
 - 우주: 로켓, 인공위성의 부품
 - 자동차: 전기차의 차체, 구조 구조재, 가스 연료탱크, 초고속 열차의 동체
 - 건설/토목: 교량의 주요 구조재, 빌딩의 건축재료 보강재, 토목용 기초재료
 - 에너지: 풍력발전 블레이드, 연료전지의 분리막, 원유 시추용 파이프 보강재
 - 의료기기: X선 촬영 장치용 상판, X선 필름 카세트, 인공관절 및 의료 보조기
 - 스포츠·레저: 골프클럽의 샤프트, 테니스 라켓, 낚싯대
 - 수산: 낚시줄, 어망, 로프, 네트

[차량용 고강도 유기/복합 소재 품목 산업구조]

후방산업	차량용 고강도 유기/복합 소재	전방산업
섬유원료 열경화성수지	p-아라미드섬유, 초고분자량폴리에틸렌섬유 폴리페닐렌벤즈옥사졸섬유, 폴리아릴레이트섬유 에폭시수지, 페놀릭수지 불포화폴리에스테르수지	항공우주, 자동차, 엔지니어링, 조선, 스포츠용품 등

* 출처 : 자체작성

(2) 용도별 분류

- 원료에 따라 고강도·고탄성 유기섬유 및 복합 소재를 분류하면 p-아라미드섬유, 초고분자량 폴리에틸렌섬유, 폴리페닐렌벤즈옥사졸섬유, 폴리아릴레이트섬유 등으로 분류
 - p-아라미드섬유는 로프, 케이블류, 코드류, 광케이블·장력 조절 장치, 방탄, 장갑, 스포츠 의류 등 광범위한 용도
 - 초고분자량폴리에틸렌섬유는 낚시줄, 로프류, 어망, 네트, 각종 방호 의류, 헬멧이나 내열창성 장갑, 폭발 공사의 보호 시트, 강화 FRP에 의한 초전도 코일용 보빈 등 광범위한 용도
 - 폴리페닐렌벤즈옥사졸섬유는 골프 클럽, 경기용 자전거의 바퀴살(spoke), 교량 보강, 고온 내열 필터, 레이싱복, 스페이스 셔틀의 끈·로프, 금성 탐사 로봇용 기구의 자재 등 등 광범위한 용도
 - 폴리아릴레이트섬유는 낚시줄, 어망, 로프 등의 수산 자재, 육상 로프나 밧줄, 코드나 장력을 받는 부분, 작업용 장갑 등의 안전·방호재, 비행선이나 요트의 돛 같은 막 시트, 스포츠용품의 FRP 강화재, 인쇄 기판이나 모터의 절연용 종이 등 광범위한 용도

2. 동향 조사 분석

가. 시장 분석

◎ 각국의 주요 육성 정책

- ☐ (일본) 일본은 세계 1위의 고성능 산업용 섬유소재 생산국으로, 산업용 섬유소재 경쟁력이 세계에서 가장 높은 국가로 평가
 - 일본 화섬업체들은 2024년 매출 규모를 도레이, 아사히화섬, 데이진, 유니티카는 현재의 2배로, 구라레이는 3배로, 그리고 도요보는 2배 늘릴 장기비전을 제시함.
 - 화섬업체들이 장기비전 달성을 위해 자동차용 섬유, 정보통신용 섬유, 의약·의료용 섬유 등을 중점 육성 분야로 선정하고 중국 및 인도네시아 등 아시아 신흥국을 목표로 시장 확대를 꾀할 계획
- ☐ (중국) 중국은 대부분의 고성능 섬유 기술을 확보하고 있고, 메타게 아라미드섬유를 비롯한 일부 품목은 대규모 생산체제를 구축
 - 중국 정부는 제11차 5개년 계획 기간에 그동안의 양적 성장에서 벗어나 질적 구조고도화를 섬유산업의 발전 목표로 설정하고 산업용 섬유를 적극 육성하였고 제12차 5개년 계획에서 첨단산업용 섬유 산업화 등을 통해 산업구조 고도화를 추구할 계획
 - 중국의 산업용 섬유 중심의 섬유산업 정책은 앞으로 국내 섬유산업에 커다란 위협요인으로 작용할 것으로 우려되므로 이에 대한 대비가 필요하며, 중국은 10차 5개년 계획 때도 소재 산업 육성에 힘입어 소재 분야의 수입대체는 물론 수출도 확대하면서 우리의 국내외 시장을 크게 잠식
- ☐ (미국) 에너지부(DOE)는 미국의 고성능 섬유 산업 육성정책의 핵심 부처로서 다양한 R&D 지원 프로그램을 운영하며, 고성능 섬유 기술 연구 시설 구축 투자 비용지원, 첨단 복합 소재 제조혁신 연구소(IACMI)의 연구개발 비용을 지원
 - (Oak Ridge Carbon Fiber Composites Cluster) 현재 미국의 에너지부가 추진 중인 고성능 섬유 연구개발 정책에 있어 테네시주 오크 리지 국립연구소(ORNL:Oak Ridge National Laboratory)가 핵심연구기관으로서 역할을 하고 있으며, 특히 탄소섬유의 생산단가를 낮추는 생산기술 개발에 역량을 집중하고 'Oak Ridge Carbon Fiber Composites Cluster'구축 및 자동차 경량화 관련 연구를 주도
- ☐ (유럽) 유럽은 고성능·고기능성 섬유의 가공 기술이 세계 최고 수준을 나타내고 있음.
 - 미들스트림의 중소기업들이 중심이 되어 산업을 이끌고 있는데, 뛰어난 설비와 고도의 기술력을 갖춘 섬유 관련 연구기관이나 대학들이 기술개발의 중심이 되어 중소 미들스트림 기업과 협력하여 지속적인 성과 창출
 - EU의 공동연구기관이나 대학은 연구영역이 명확하게 분리되어 있어 기관 간 연구의 중복성 없이 효율적인 공동연구를 가능하게 하고 기업들도 파트너 연구기관 선정이 매우 용이한 특징을 지님

◎ 복합소재로 사용되는 고성능 섬유

- ☐ 고강도·고탄성 유기섬유는 단독으로 사용되지 않고 기재(Matrix)인 세라믹, 금속, 플라스틱 수지 등에 첨가하여 기능성을 강화시킨 복합 소재로 사용
 - 주로 중소·중견기업들에 의해서 가공되어 최종 소비처에 납품되거나, 직접 소비자들에게 공급
- ☐ 고강도·고탄성 유기섬유 복합재는 복합 소재로 성형되기 전 프리프레그, 직물, 촹(Chopped)섬유 등의 중간재 형태로 가공
 - 직물(Fabric)은 고강도·고탄성 유기섬유 필라멘트사 또는 스테이플사를 이용해서 제직(製織)한 것으로서, 보통의 섬유 직물과 마찬가지로 고강도·고탄성 유기섬유 직물을 제조할 수 있음
 - 촹파이버(Chopped Fiber)는 고강도·고탄성 유기섬유의 이용 형태 중에서 필라멘트사 또는 토우를 일정 길이로 절단한 형태의 탄소섬유를 촹파이버 또는 촹이라고 칭함
 - 분쇄섬유(Milled Fiber)는 촹파이버 또는 필라멘트사를 분쇄하여 만든 분말 상의 제품으로, 촹파이버보다 더 짧은 길이의 섬유가 필요할 때 수십에서 수백 μm 의 분말 상인 분쇄가 이용
 - 프리프레그(Prepreg)는 고강도 복합재료의 중간재로 시트(SHEET) 형태의 제품으로서 강화재인 고강도·고탄성 유기섬유 등에 특수하게 혼합된 에폭시수지(MATRIX)를 함침시켜 만든 성형 재료
- ☐ 고강도·고탄성 유기섬유 복합 소재의 특징은 철 대비 초경량, 고강도, 고탄성의 장점이 있으나 고가라는 단점이 존재
 - 고강도·고탄성 유기섬유는 금속 대비 초경량(철의 20% 무게), 고강도(10배), 고탄성(7배) 물성을 가지고 있으며, 향후 스틸의 대체재로 알루미늄, 마그네슘 등 합금 소재와 결합 중
 - 고강도·고탄성 유기섬유 복합재는 알루미늄, 철 대비 약 10배 이상 비싼 가격이 형성되어 있어 원가 절감이 시급한 과제

◎ 다양한 응용 분야

- ☐ 가볍고, 뛰어난 기계적 성질과 탄소 소재에서 나타나는 뛰어난 특성(전도성, 내열성, 저열 팽창률, 화학적 안정성, 자기 윤활성 및 고열 전도성 등)을 겸비하기 때문에 여러 가지 용도에 폭넓게 사용
 - 고강도·고탄성 유기섬유는 금속을 대체할 것으로 기대되는 첨단소재로 자동차, 풍력 날개, 토목건축, 압력 용기 등의 산업용과 보잉 787, 에어버스 380 등의 항공용, 골프채·낚시대, 라켓, 자전거 프레임 등의 스포츠·레저용 등 다양한 분야에서 활용
 - 전기 전도성(체적 고유 저항치)도 좋고 또 전자차폐 특성도 뛰어나서 전자파 차폐 분야에서도 사용되고 있으며, 가볍고 강하며 X선 투과성이 좋아, 더 선명한 화상을 얻을 수 있어 의료기기 부품에도 사용 가능
 - 풍력발전 시장이 육상풍력에서 대용량의 해상풍력으로 이동하면서, 경량화, 고강도의 요구가 커지고 있어 대형/해상용 터빈 블레이드를 중심으로 CFRP의 적용 증가

□ 고강도·고탄성 유기섬유 복합 소재는 시장에서 일본제품이 가장 우위를 차지하고 있으며, 그 뒤로 미국과 유럽이 추격하며, 한국 및 중국은 일부 응용 분야에만 진출한 상태

- 일본: 풍력발전 날개를 제외하고 전 영역에서 시장을 장악하고 있는 것을 알 수 있듯이 세계 최고의 경쟁력을 보유.
 - 풍력발전 날개 시장에도 미국 기업을 인수하며 시장을 진출을 추진 중
- 한국: 국내기업이 생산하고 있는 고강도·고탄성 유기섬유 복합 소재는 상대적으로 경쟁이 적은 압력 용기, 전선 심지, 건설 보강재, 스포츠/레저 분야의 일부 중저가 제품 분야에서만 진출
- 미국: 우주항공, 자동차, 압력 용기, 풍력발전 날개, 산업용, 스포츠/레저 분야 등 대부분의 응용 분야 시장에서 높은 경쟁력을 보유
- 유럽: 자동차용에 최대강점을 보유하고 있으며, 압력 용기, 풍력발전 날개, 내진 보강 재료, 스포츠/레저 분야에서도 높은 경쟁력을 보유
- 중국: 스포츠/레저 분야의 중저가 제품과 내진 보강재료 분야에서 높은 경쟁력을 보유하며, 자동차, 압력 용기, 풍력발전, 산업용에서 일부 시장에 진출

◎ 산업을 주도하는 일본

□ 세계 고강도·고탄성 유기섬유 복합재 시장은 일본 기업이 전체 글로벌 시장의 60~70%를 차지

- 일본의 화학섬유업체들은 하나 이상의 고강도·고탄성 유기섬유 소재를 보유하고 세계 선진 섬유 국가 중에서도 가장 높은 72% 수준을 점유하고 있어 세계 고강도·고탄성 유기섬유 시장을 주도
- 현재 고강도·고탄성 유기섬유는 일본의 도레이, 데이진, 도요보, 구라레이 등 4개사가 세계 총생산 설비 능력의 80% 이상을 점유하고 생산량의 60% 이상을 공급

◎ 국내기업 기술개발의 필요성

- ☐ 고강도·고탄성 유기섬유 복합 소재의 원 소재 대부분을 선진국에서 수입하거나 부품 형태로 수입하고 있어 경쟁력이 취약하고 공급이 수요를 뒷받침하지 못할 정도로 심한 불균형을 이루고 있는 실정
 - 고강도·고탄성 유기섬유 중, p-아라미드 섬유는 코오롱인더스트리, 효성첨단소재, 휴비스 등 대형 화학업체에서 양산화 체제를 갖추고 국산화를 넘어 수출 효자 품목으로 시장을 지배하고 있는 상황
 - 초고분자량폴리에틸렌은 동양제강에서 유일하게 양산화 체제를 갖추고 국내 로프나 헬멧 등에 적용
 - 폴리페닐렌옥사졸섬유와 폴리아릴레이트섬유는 파일럿 스케일까지의 연구개발이 이루어진 상황
- ☐ 국내업체들은 일본, 미국 및 유럽의 탄소섬유 및 가공 소재업체보다 브랜드력이 떨어지는 상황에서 기술개발이 빠르게 이루어지고 있는 중국 업체들과 경쟁이 심화될 것으로 예상
 - 중국 업체와의 경쟁에서는 가격 경쟁력이 가장 중요하나 한중 FTA로 인해 국내에서 중국에 수출 시 17.5% 관세만큼의 가격 경쟁력을 가질 수 있는 기회 요소를 잃게 된 상황
 - 향후 국내 고강도·고탄성 유기섬유 및 복합재 산업은 국내 투자보다는 해외로 투자가 이어질 가능성이 높아지는 문제가 발생
- ☐ 현재 중국과 경쟁이 치열한 스포츠/레저용, 일반 산업용 분야 중심의 제품 포트폴리오를 확대하여 고강도·고탄성 유기섬유 소재의 시장 규모가 크고 성장성이 높은 항공우주, 자동차, 에너지 분야로의 3대 수요 시장 진입이 반드시 필요

(1) 세계시장

- 2021년 102억 달러였던 고강도·고탄성 유기섬유 세계시장 규모는 2026년 150억 달러로 증가할 것으로 전망
 - 2020년부터 2026년까지의 연평균 성장률은 8.10%로 전망
 - 세계 고강도·고탄성 유기섬유 시장의 주요 사업자로는 DuPont, Honeywell, Toray, Teijin, Toyobo, DSM(네덜란드) 등이 있음.

[고강도·고탄성 유기섬유 세계 시장 규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	CAGR (`20~`26)
세계시장	9,400	10,200	11,000	11,900	12,800	13,900	15,025	8.10

* 출처 : Glass & Specialty Synthetic Fiber Market, MarketandMarkets, 2020 자료를 재구성하여 추산

- 세계 고강도·고탄성 유기섬유 복합재 시장은 2021년 370억 달러 규모에서 이후 10.5%의 성장률을 보이며 2026년에는 553억 달러를 형성할 것으로 전망¹⁾
 - 풍력발전 시장이 육상풍력에서 대용량의 해상풍력으로 이동하면서 경량화, 고강도의 요구가 커지고 있어 풍력발전 블레이드 시장이 고강도·고탄성 유기섬유 복합재의 주요 시장으로 부상 중
 - 자동차의 연비개선이 한계에 이르면서 연비효율의 방향이 경량화로 재편되고 있어, 고강도·고탄성 유기섬유 복합재의 적용이 더욱 가속화될 전망

1) 혁신성장품목분석보고서, 한국IR협의회(2020)

(2) 국내시장

□ 고강도·고탄성 유기섬유 국내시장 규모는 2021년 3,241억 원에서 2026년 5,130억 원으로 증가할 것으로 전망

- 스포츠·레저산업, 자동차 산업, 항공우주 산업을 중심으로 수요가 꾸준히 증가할 것으로 예상
- 차량 경량화 트렌드, 소재 산업 경쟁력 확보를 위한 정부 차원의 각종 연구·개발 지원 사업의 증가는 탄소섬유 시장 성장의 긍정적인 요소로 작용할 것으로 예상
- 국내에서 고강도·고탄성 유기섬유 중, p-아라미드섬유를 생산하는 기업은 코오롱인더스트리, 효성첨단소재, 휴비스 등 3개 기업이 있으며, 주로 기업 규모가 큰 대기업군이 주로 사업을 수행

[고강도·고탄성 유기섬유 국내 시장 규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	CAGR ('20~'26)
국내시장	2,956	3,241	3,553	3,894	4,269	4,680	5,130	9.62

* 출처 : Glass & Specialty Synthetic Fiber Market, MarketandMarkets, 2020 자료를 재구성하여 추산

□ 고강도·고탄성 유기섬유 복합재 국내시장 규모는 2021년 5,043억 원의 규모에서 연평균 7.49%의 성장률을 보이며 2026년에는 7,237억 원의 시장 규모를 형성할 것으로 전망²⁾

- 국내 산업은 자동차, 조선 등에서 경쟁력을 보유하고 있고, 이 분야의 고강도·고탄성 유기섬유 복합재 적용률이 빠르게 증가하고 있어 시장 성장세가 전망

2) 혁신성장상품분석보고서, 한국IR협의회(2020)

나. 기술개발 동향 분석

☐ 기술경쟁력

- 차량용 고강도 유기/복합 소재는 일본이 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고기술국 대비 85.7%의 기술 수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 1.2년으로 분석
- 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 74.0%, 기술격차는 2.1년으로 평가
- 미국(97.3%)>EU(92.0%)>한국(85.7%)>중국(68.6%)의 순으로 평가

☐ 기술수명주기(TCT)³⁾

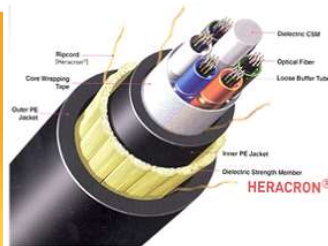
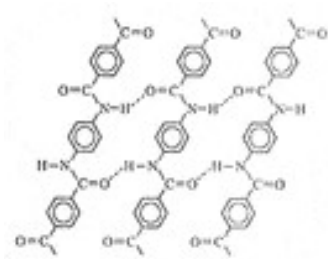
- 차량용 고강도 유기/복합 소재는 9.03의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악

(1) 기술개발 이슈

◎ p-아라미드 섬유

- ☐ p-아라미드 섬유는 1973년 미국 DuPont이 “Kevlar”로 처음 상용화에 성공한 아로마틱 폴리아미드(Aromatic polyamide) 섬유로, 아미드기(CONH)라는 고분자를 나란히 배열해 강도를 높인 구조를 가지며 노란 색깔 때문에 ‘황금 실’이라고도 불림
- p-아라미드는 섭씨 400~500℃의 고온에서도 타거나 녹지 않으며, 5mm 정도 굵기의 가는 실로 2톤의 무게를 들어 올릴 정도로 강함
- 10만번 구부러져도 단선되지 않는 케이블, 무게가 1.5kg 밖에 나가지 않는 방탄조끼, 섭씨 500℃에도 타지 않는 소방복, 강철보다 5배 단단해 ‘총알도 막는 섬유’라고도 불림. GPU, ISP 등 영상 관련 IP를 크게 강화하고 있음

[p-아라미드 섬유]



* 출처 : DuPont 홈페이지

3) 기술수명주기(TCT, Technical Cycle Time): 특허 출원연도와 인용한 특허들의 출원연도 차이의 중앙값을 통해 기술 변화속도 및 기술의 경제적 수명을 예측

- 5G의 필수 설비인 광섬유에 안정적으로 데이터를 전송할 수 있도록 광섬유의 중심과 외부에 아라미드 섬유를 배치하는 경우가 대부분이며, 코로나19 국면에서 5세대(5G) 통신 설비 수요 증가
- 방탄복과 소방복 등 각종 보호장비로도 아라미드가 사용됨. 섬유를 여러 장 겹쳐 만든 과거의 방탄조끼는 무게가 10kg이 넘었지만, 아라미드를 활용하면 무게를 크게 감량시킴. 같은 이유로 군용 차량과 현금 수송 차량 등에도 널리 사용
- 또한, 고온에 강한 특성 때문에 소방관들의 내열복이나 용접시 착용하는 방염작업복 등에도 사용
- 자동차 타이어, 벨트, 호스, 브레이크 패드 등 다양하게 사용

□ 미국 DuPont, 일본 Teijin, 국내에서는 코오롱인더스트리, 효성첨단소재, 휴비스에서 생산되고 있음

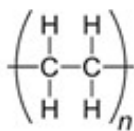
- 코오롱인더스트리는 국내 최초이자 세계에서는 3번째로 '헤라크론'으로 불리는 독자 개발한 아라미드 섬유를 2020년 연산 7,500톤 생산 시스템을 구축
 - 단일 품목으로 매출액 2,000억 원 이상을 달성
- 효성첨단소재는 2003년 자체 기술로 개발하여 2009년 상업화에 성공(ALKEX)하여, 2020년 3,700톤 생산 시스템을 구축함. 방탄, 자동차 고무 보강용, 산업용에 활발히 적용
- 휴비스는 자체 기술로 개발하여 2012년 연산 350톤 규모의 파일럿 스케일의 시험생산 시스템 구축에 이어(파라원), 2020년 1,000톤 생산 시스템을 구축
 - 타이어코드, 케이블 보강재, 방탄복, 방탄 헬멧, 방화복 적용

◎ 초고분자량 폴리에틸렌 섬유

□ 초고분자량폴리에틸렌(Ultrahigh molecular weight polyethylene, UHMWPE)은 열가소성 폴리에틸렌의 일종으로, 분자량이 350~1,000만 이상의 폴리에틸렌을 지칭

- UHMWPE 섬유는 밀도가 작고(0.97~0.98g/cm³) 비강도(강도 41g/De') 혹은 비탄성률(탄성률 1,300g/De')이 기존의 금속이나 다른 고강도 섬유에 비해 월등히 높음 (0.97~0.98g/cm³)

[UHMWPE 섬유]



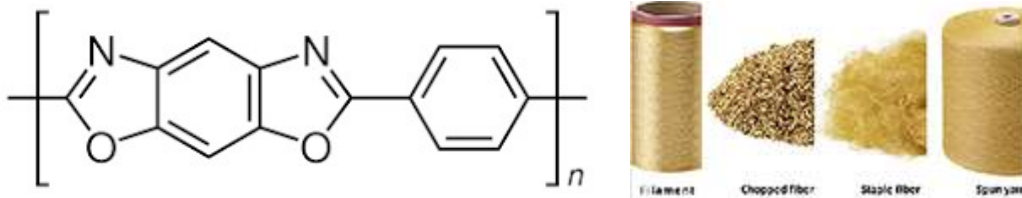
* 출처 : DSM 홈페이지

- ☐ UHMWPE 섬유는 단위 밀도당 강도가 강철의 10 배이며, 비중이 1.0 이하(0.97~0.98g/cm³)로 고분자 섬유 중 가장 가벼움
 - 강도 및 내충격성도 뛰어나며 조성이 폴리에틸렌이므로 내후성, 내약품성이 뛰어나고, 저온에서 치수안정성이 우수
 - 전기절연성, 내마모성, 방수성, 충격·소음 흡수성이 우수하며, 4% 전후의 절단 신도를 가지고 있어 제직이나 제편 등의 후공정에서 작업이 용이함
 - 용점이 낮기 때문(상시 사용온도 100℃)에 내열성이 낮고, 접착성이 약함
- ☐ UHMWPE 섬유의 강점(고강도, 고탄성, 경량)과 약점(내열성)이 명확하므로 그 용도가 뚜렷하며, 높은 가격과 낮은 용융점(147℃)으로 인하여 사용에 제약이 존재
- ☐ 응용 분야는 내충격성을 활용한 헬멧이나 방탄복과 같은 방탄재, 내부식성을 이용한 어망, 레저용 요트의 2차 구조재 등의 해양용 및 항공기의 내장재용, 스포츠용품 등에 사용
 - 각종 로프, 어망, 낚싯줄, 장갑, 헬멧 등의 보호 용구, 스포츠용품, 콘크리트 보강용 섬유로 사용

◎ Polyphenylene-benzobisoxazole(PBO) 섬유

- ☐ PBO 섬유는 주쇄를 이루는 방향족 고리 내에 질소 원자가 들어가서 분자의 전체적인 물성을 지배하는 Nitrogen controlled 슈퍼섬유

[PBO 섬유]



* 출처 : Toyobo 홈페이지

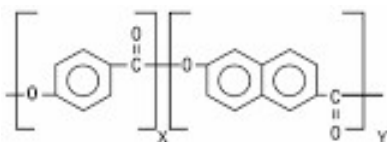
- Diaminore sorcinol과 terephthalic acid를 폴리인산 중에서 중합, 습식 방사하여 제조
- 액정고분자로 filament, staple, spun yarn, knits, felt 등으로 제조 가능
- Zylon은 강도가 42g/d(5.8GPa)로 파라계 아라미드 섬유의 2 배이며, 탄소섬유와 비슷한 탄성률, 약 650℃의 높은 분해 온도, LOI 65의 난연성을 가짐
- 유기섬유 중 가장 강한 강도, 탄성률, 내열성, 난연성을 가지며, 내마모성, 내화학성, 섬유축열 전도성, 반사 방향 단열성, 치수안정성 등이 매우 우수
- 자외선(UV)에 노출되면 인장 강도가 크게 감소하는 단점을 가짐
- 강도, 탄성률, 내열성, 난연성, 내화학성에 있어서 극한 성능을 발휘하여 우주항공, 군용 및 산업용 분야에서 고성능 복합재료의 보강 섬유로서 큰 잠재력을 가짐
- 우주선 케이블, 내열 방호복, 내열삭성 안전 장갑, 광케이블 보강재 등에 활용

- 미국에서 PBO 섬유를 방탄조끼에 적용하였으나 습도, 열, 빛에 의한 경시 변화로 방탄 성능이 떨어져 미국 NIJ(National Institute of Justice)는 PBO 섬유에 대한 방탄 소재 부적합 판정을 내렸고, Toyobo는 손해배상금을 지불하고 철수
- 미국 Magellan사는 PBO 섬유의 내후성 문제를 개선한 M5 섬유를 개발하여 모회사인 Dupont을 통해 상업화를 진행하고 있으며 미국 국방성의 지원으로 파라-아라미드 섬유보다 가볍고 성능이 우수한 방탄·방검복을 개발
- 1970년대 말 Stanford Research Institute(SRI)에서 PBO 특허가 출원되었으며, 미국의 Dow Chemical에서 SRI의 특허를 확보하여 상업화 시작
- 1991년 Dow Chemical과 일본의 Toyobo가 공동으로 PBO 섬유인 `Zylon®`을 세계 최초로 개발
 - Zylon은 인류가 개발한 모든 합성섬유 중에서 최고의 인장 강도와 탄성률을 가지며, Zylon의 Z는 최초의 합성섬유인 Nylon의 N 대신 알파벳 중 맨 끝인 Z를 붙여 성능에 있어서 최후의 합성섬유라는 의미를 담고 있음
 - 1998년 Dow Chemical은 사업에서 철수하고 Toyobo가 독자적으로 연산 300톤의 생산설비를 갖추고 글로벌시장을 주도하고 있고, 파라계 아라미드 섬유보다 3~4배 높은 가격(160~200\$/kg)에 공급
- 국내에는 2009년, 코오롱에서 산업부 중기거점과제로 PBO 섬유 원천기술 개발 과제를 수행하였고, 파일럿 스케일의 준 생산 시스템을 구축하였으나, 상업화에는 아직 미흡

◎ 폴리아릴레이트 섬유

- 폴리아릴레이트(Polyarylate, PAR) 섬유는 전 방향족 폴리에스테르 중합체의 용융 방사법에 의해 제조되는 섬유로, 열에 의해 용융된 상태에서 액정상을 갖는 대표적인 열방성 액정(Thermotropic Liquid Crystal) 섬유

[폴리아릴레이트 섬유]



* 출처 : Kuraray 홈페이지

- 파라계 아라미드의 2배 수준의 강도(42g/de') 및 탄성률을 가지며, 수분을 거의 흡수하지 않아 습윤 하에서의 강도 저하가 적음
- 화학약품, 특히 산에 대한 높은 저항성을 보이고 충격에너지를 잘 흡수하여, 탄소섬유나 유리섬유보다 빠른 진동감쇠 특성을 가짐

- 내열창성은 파라계 아라미드의 2.5배, PET의 10배로 우수하고 섬유-대-섬유 마찰 저항성 및 굽힘마모성이 뛰어나며, 흡수성이 매우 낮기 때문에 전기 절연특성이 있음
 - 경량, 고강력, 기온변화에 따른 성능변화가 적은 성질, 수분의 영향을 받지 않는 성질 등으로 인해 에어백 소재로 사용
 - 극지의 해양플랜트용 로프 및 케이블, 안전그물 및 어망, 안전·방호제품, 광섬유 케이블의 보강재, 산업용 벨트, 경기용 네트 등에 주로 사용
 - 극저온에서도 기계적 물성이 안정하여 화성 탐사선(Mars Probes)의 착륙 에어백, 우주선의 외부 케이블, 우주복 등에 적용
 - 다른 슈퍼섬유 대비 내진동성이 우수하므로 탄소섬유와 혼용하여 자동차용 복합재료로 개발이 진행 중
- ☐ 최초로 기술을 개발한 Celanese사로부터 기술을 공여받은 일본 Kuraray가 1990년 열방성 액정 고분자인 벡트라(Vectra) 수지를 섬유화한 벡트란(Vectran)을 시판
- 벡트란은 '96년 미국 NASA 화성 탐사선인 Mars Pathfinder의 착륙시스템(착륙시 충격완화 에어백)에 사용되며 유명세를 얻기 시작
- ☐ 일본 Kuraray가 1990년 연산 400톤 규모로 생산을 시작하여 유일하게 연산 1,000톤의 설비 능력을 갖추고 '15년 기준 약 700톤을 생산
- 가격은 60\$/kg 수준으로 파라계 아라미드 섬유보다 2배 이상 고가이며, 초고분자량 PE 섬유와 시장이 중첩되어 특정 용도로만 사용
- ☐ 국내 폴리아릴레이트 섬유는 생산 기반이 없으나 컴파운딩용 레진을 생산하고 있으며, 이 기술을 기반으로 섬유용 레진 개발과 방사에 관한 기초연구 진행 중

(2) 생태계 기술동향

◎ 해외 플레이어 동향

☐ DuPont(미국)

- DuPont은 농업, 유전 특성, 바이오 연료, 자동차, 건설, 전자, 화학 물질 및 산업자재 부문 분야의 선도 글로벌기업으로, 세계 최대 규모의 화학섬유, 폴리머, 섬유제품 기술과 생산능력을 갖추고 있음. 섬유소재와 관련하여 폴리에스테르, 나일론, 스판덱스 등에 대한 기술라이센스를 보유
- 동사는 메타계 아라미드섬유 브랜드 “Nomex”, 파라계 아라미드섬유 브랜드 “Kevlar”를 전개하고, 최초로 메타계 및 파라계 아라미드섬유를 개발하여 당사의 브랜드 명칭이 아라미드섬유를 대표
- 미국과 유럽, Toray와의 합자회사인 Toray·DuPont의 일본 공장을 합하면, 연산 3만 톤을 상회하는 파라계 아라미드 생산능력을 보유하고 있으며, 메타계 아라미드는 연간 2만 톤 규모의 생산설비를 가지고 있음. 최근 Bag Filter 용도에 있어서 Yantai Tayho Advanced Materials과의 메타계 제품의 점유율 경쟁이 심화
- 파라계 아라미드는 협력사인 Toray 그룹의 2차 가공기술력을 활용하여, 가공도를 높인 제품개발을 추진함으로써 부가가치 향상을 꾀하고 있음. 구체적으로 ‘Kevlar’에 부피성과 권축성을 부여한 ‘Kevlar SD’를 활용하여 얇은 장갑 사업에 착수하였고, ‘Kevlar’의 내충격성을 활용한 컴포지트 제품 개발을 추진

☐ Teijin(일본)

- 고성능 섬유, 복합 소재, 합성수지, 필름 등의 소재 사업과 의약품, 헬스케어 사업 등을 영위하는 업체로, 1918년 레이온 생산기업으로 설립되었으며, DowDuPont과 함께 세계 아라미드 시장을 양분
- 동사의 파라계 아라미드섬유는 Teijin Aramid(네덜란드)에서 ‘Twaron’ 브랜드로, Teijin Techno에서 ‘Technora’ 브랜드로 판매
- Twaron은 유럽의 타이어용 등 자동차용과 방탄용으로 수요가 발생하고 있으며, Technora는 호스나 벨트 등 고무 보강재로서의 수요가 확대
- 동사는 최근 미국과 중국의 메타계 아라미드섬유 시장 개척에 주력하고 있으며, 특히 터보차저 호스용이 순조롭게 성장하고 있고, 방호 의류나 필터 분야의 개척을 추진

☐ DSM(네덜란드)

- 1979년 세계 최초로 특허를 등록한 후 젤 방사법에 의한 상품명 ‘Dyneema’를 1990년부터 생산(500톤/연)을 시작하여 1997년 1,500톤/연, 2001년 2,600톤/연, 2003년 3,200톤/연 규모의 생산설비를 증설
- 동사의 젤 방사법은 폴리에틸렌과 같은 굴곡성 고분자가 고강도와 고탄성률을 갖도록 고분자의 미세구조를 이상 구조에 가깝게 하여 고분자 내부의 결함을 최소화하는 방사법
- 동사의 탄소섬유는 항공·우주, 스포츠, 산업용 등에 폭넓게 출시되고 있으며, 특히 Boeing의 항공기에 적용

☐ Honeywell(미국)

- 1999년 Allied Signal을 흡수합병한 Honeywell은 DSM으로부터 초고분자량폴리에틸렌 제조 특허 라이선스를 받아 1988년 `Spectra`라는 상품명으로 출시

☐ Toray Industries(일본)

- Toray Industries는 합성수지, 고성능 섬유, 복합소재 등의 소재 사업을 영위
- 동사의 탄소섬유는 항공·우주, 스포츠, 산업용 등에 폭넓게 출시되고 있으며, 특히 Boeing의 항공기에 적용

☐ Toyobo(일본)

- Toyobo는 1984년 DSM의 특허를 기반으로 기술제휴 협약을 체결하고 공동 개발에 참여, 1988년 연산 500톤의 생산능력을 확보하고 2003년에 1,000톤/연 규모의 생산 시스템을 구축함. 상품명인 `Dyneema`로 출시
- 동사의 탄소섬유는 항공·우주, 스포츠, 산업용 등에 폭넓게 출시되고 있으며, 특히 Boeing의 항공기에 적용

◎ 국내 플레이어 동향

☐ 코오롱인더스트리

- 코오롱인더스트리는 코오롱의 제조사업 부문이 2010년 분할되어 신설된 화학 및 패션 부문 제조업체로, 국내 최초로 나일론을 생산하여 폴리아미드 섬유 관련 기술을 보유하고 있으며, 특수 산업용 고강도 폴리에스터 원사 및 제품을 생산 중
- 동사는 파라계 아라미드 브랜드로 'Heracron'를 보유하고 있으며, 세계에서 3번째로 파라계 아라미드섬유 제조 기술을 개발
- DuPont과 방한·방탄복용 아라미드섬유에 대한 분쟁으로 판매가 이루어지지 못했으나, 2015년 관련 분쟁이 종결됨에 따라, 세계시장에서의 판매가 가능
- 코오롱 계열사인 코오롱플라스틱은 탄소섬유를 가공한 자동차용 복합 소재, PPS 수지를 이용한 복합 소재 등을 생산

◎ 국내 중소·중견기업

☐ 휴비스

- 휴비스는 2014년 파라계 아라미드 '파라원'에 대한 350톤/연 규모의 설비를 구축해 테스트 과정을 거치고 생산준비를 시작하여 연산 1,000톤 규모를 상용 생산하고 있으며, 초고분자량폴리에틸렌 섬유도 연산 500톤 규모로 생산 시스템을 구축
- 아라미드 소재는 강철보다 강한 인장력과 불에 타지 않는 난연성, 내화학성이 뛰어나 타이어코드, 케이블 보강재, 방탄복, 방탄 헬멧, 방화복 등에 적용
- 초고분자량폴리에틸렌 섬유소재는 로프 등의 조선기자재, 안전 장갑 등의 안전용 보호 장갑 등에 적용

☐ 효성첨단소재

- 효성첨단소재는 2003년부터 자체 기술로 개발해 2009년 파라계 아라미드 섬유인 알렉스(Alkex)를 런칭하여, 현재의 연산 1,200톤 규모의 생산 규모를 2021년 상반기까지 3,700톤으로 증설
- 동사의 알렉스는 강철보다 무려 5배 강도가 높으며, 섭씨 500도에도 연소되지 않는 뛰어난 내열성과 화학약품에 강한 내약품성을 지녀 용도 및 수요가 점차 증가하면서 방탄복 및 방탄 헬멧용 등 방위 산업에는 물론 광케이블의 보강재, 자동차용 호스 및 벨트, 오일·가스(Oil&Gas) 시장, 건축용 보강 소재 등 다양한 산업 및 용도로 사용
- 최근 들어서는 초고속 통신망(5G) 적용으로 광케이블의 수요가 급격히 늘고 있는 등 아라미드 성장세가 연관 산업의 발전에 기여 전망

□ 동양제강

- 동양제강은 2016년 국내 최초로 강선(스틸와이어)보다 인장강도가 15배 높은 초고분자량 폴리에틸렌(UHMWPE) 상업화에 성공
- 동사는 겔 방사법으로 제조된 초고분자량 폴리에틸렌 섬유 'MirAcle'은 강선보다 인장 강도가 15배 높으며, 내광성, 내마모성이 뛰어남
- 동사는 MirAcle 외에 용융 방사된 폴리에틸렌 섬유도 개발하고 있어 폭넓은 강도의 고밀도 폴리에틸렌(HDPE)을 제공할 수 있는 세계 유일의 회사
- 미라클은 방탄 재킷, 방탄 헬멧, 레저 용품, 스포츠용품, 고성능 로프, 고성능 어망, 방호 장갑, 안전 용구, 산악자전거 프레임, 섬유보강 콘크리트, 부직포 등에서 수요가 기대

[동양제강의 UHMWPE섬유]



* 출처 : 동양제강 홈페이지

다. 국내 연구개발 기관 및 동향

(1) 연구개발 기관

[차량용 고강도 유기/복합 소재 주요 연구조직 현황]

기관	연구분야
한국재료연구원 (KIMS)	<ul style="list-style-type: none"> 탄소복합 재료연구실, 기능복합 재료연구실, 복합재료 구조시스템 연구실, 재료공정 연구실, 재료 인공지능·빅데이터 연구실, 항공재료 연구센터에서 유기/복합소재의 다양한 분야를 연구 중
고등기술연구원	<ul style="list-style-type: none"> 융합소재 연구센터, 신소재 공정 센터에서 유기/복합소재의 다양한 분야를 연구 중
한국화학연구원 (KRICT)	<ul style="list-style-type: none"> 석유화학촉매·공정 연구단, 석유화학촉매 연구센터, 박막재료 연구센터, 고기능고분자 연구센터, 계면재료 화학공정 연구센터, 정밀화학 소재 연구단, 정밀화학 융합기술 연구센터, 바이오 화학소재 연구단, 화학 데이터기반 연구센터, 화학소재 솔루션 센터, 저탄소 화학 공정융합 연구단 (LCP 융합 연구단)에서 유기/복합소재의 다양한 분야를 연구 중

(2) 기관 기술개발 동향

☐ 한국재료연구원

- 탄화규소계 세라믹 복합재료 개발
 - 차세대 가스 터빈용 고온 소재인 탄화규소계 세라믹 섬유강화 복합재료 제조를 위한 원료 합성, 성형 공정 개발
- 완전 투광형/고전도성/고내구성을 동시에 갖춘 초박형 금속 기반 유연 투명전극 구현을 위한 소재/공정 기술개발

☐ 고등기술연구원

- 복합 소재 제조 및 특수금형 설계 기술
 - Carbon fiber 및 Fabric 종류별 물성 평가 기술
 - RTM (Resin Transfer Molding) 금형 설계 및 성형 기술
 - 금형 열처리 및 표면처리를 통한 기계적 특성 향상 기술
- 대기 중 탄화수소류 회수를 위한 고비표면적 흡착제 및 연속 흡·탈착 장치
 - 비표면적 2,500m²/g급 탄소계 흡착 소재
 - 고비표면적 흡착제를 이용한 VOCs 처리 및 회수용 연속 흡·탈착 장치

□ 한국화학연구원

- 화학공정연구본부- 석유화학촉매·공정연구단
 - 고유가 및 기후 변화 대응 에너지 저감형 기초화학 원료 신생산기술 개발
 - 기초화학원료 확보를 위한 촉매 및 흡착 신소재와 신공정 기술개발
- 화학공정연구본부- 석유화학촉매연구센터
 - 에너지 및 화학원료 확보를 위한 대형 융합플랜트 기술
 - 납사/메탄올 접촉분해반응 공정 촉매 개발
 - 올레핀 수급 조절이 가능한 올레핀 인터컨버전 기술개발
 - 연속 반응-재생 유동화 공정용 탈수소 촉매반응 기술개발
 - 에너지 절감형 올레핀/파라핀 분리용 원천소재 기술개발
 - 중질유분 고도화를 위한 수첨 분해 공정용 고효율 신촉매 개발
 - 기후 변화 대응 에너지 저감형 기초화학 원료 신생산 기술개발
 - 에너지 저감형 흡착·분리용 신소재 기술개발
- 화학공정연구본부 - 탄소자원화 연구단
 - 저활용 화학자원 밸류업을 위한 친환경 공정 기술개발
 - 저활용 탄소원 활용 수소 생산·저장 통합 원천 기술개발
 - 플라스틱 밸류업을 위한 친환경 화학 공정 개발

◎ 국내 차량용 고강도 유기/복합 소재 관련 선행연구 사례

[국내 선행연구(정부/민간)]

수행기관	연구명(과제명)	연도	주요내용 및 성과
한국섬유개발 연구원	고성능 유기섬유 강화소재 개발	2020~2024	<ul style="list-style-type: none"> Pilot scale의 신규 고탄성 방향족 폴리에스터 섬유 연구 및 상용화 액정 섬유를 적용한 토목건축용 복합재 제조기술 연구 Pilot. Scale Sheath/Core형 PPS/PET 복합방사기술 및 Scrim 제직, 복합부직포 공정 확립 Low creep성 UHMWPE 로프 코팅 시스템 기술 개발 및 무어링 로프 코팅 적용 공정 기술 개발
태광산업 울산공장	극한성능 유기섬유용 공중합 아라미드 고분자 수지와 섬유 생산기술 개발	2021~2024	<ul style="list-style-type: none"> 공중합 아라미드 반응시스템 및 수지 개발 공중합 아라미드 중합물 기반 직접 방사 시스템 설계 및 제작
한국생산기술 연구원	극한성능 공중합 아라미드섬유 개발	2021~2024	<ul style="list-style-type: none"> 공중합아라미드섬유와 공정기술 개발 및 이를 이용한 고무보강 및 융복합 부품개발 과제 수행 신규 공중합아라미드섬유용 고분자 수지 개발 공중합아라미드원사 물성 극대화 및 이종 소재 설계 최적화
한국생산기술 연구원	분자설계기술을 이용한 극한성능 공중합아라미드 고분자 수지와 섬유 제조 원천기술 연구	2021~2025	<ul style="list-style-type: none"> 분자설계기술을 이용 유기용매 용해성을 가진 신규 단량체 선정 및 합성 연구 신규 단량체를 이용한 공중합아라미드수지 최적 조성 확립 및 scale-up 공정 최적화 습식/건-습식방사를 이용한 공중합아라미드섬유 제조를 위한 공정 요소 기술 및 성능 향상 연구
울산 과학기술원	복합재용 극한성능 유기섬유 부직포 중간재 설계 및 제조기술 연구	2021~2025	<ul style="list-style-type: none"> 공중합아라미드 방사용액 유변 물성 확립을 통한 방사성 최적화 공중합아라미드 섬유 제조 공정의 scale-up을 통한 극한성능 공중합아라미드 섬유 제조와 방사공정-섬유의 미세구조 형성-섬유 물성 발현 상관관계 확립을 통한 맞춤형 섬유 물성 제어 기술 개발
(주)한국 정밀소재산업	방탄 및 차량 경량화에 사용되는 유기섬유 복합재 사업	2022~2024	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 레진을 적용하여 복합재 성능 평가 (최소 5종) PVA, PU, 아크릴, Poly Olefin 계열 및 에폭시 필름 적용
(주)홍일폴리캠	각종 복합섬유 부직포에 적용 가능한 고품위, 고내열, 고내광(3고)의 습식 폴리우레탄 수지 개발	2018~2020	<ul style="list-style-type: none"> 중합조건에 따른 특성 파악(수지의 Film 물성 변화에 따른 은면 상태 확인) 용도에 적합한 수지 합성에 필요한 촉매 및 산화방지제 등 첨가제에 따른 물성 변화 파악 함침 시 부직포의 균일한 침투를 위한 최적의 점도 설정(가공조건) 및 pick-up률 설정

* 출처 : 자체작성

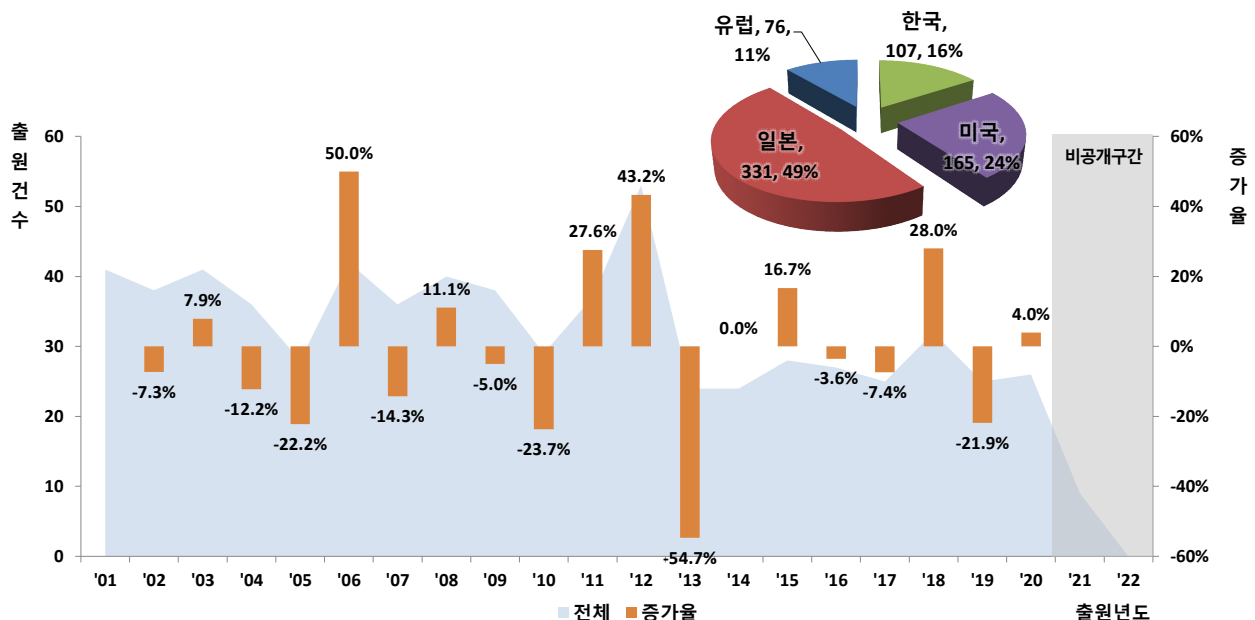
3. 특허 동향

가. 특허동향 분석

(1) 특허 증가율

- ☐ 과거부터 최근까지 해당품목에 대한 특허기술 출원의 양적 트렌드 분석을 통해 해당품목의 기술개발 동향 파악⁴⁾
- ☐ 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별 특허기술 출원 점유율 분석을 통해 해당품목을 선도하는 국가 파악

연도별 출원증가율

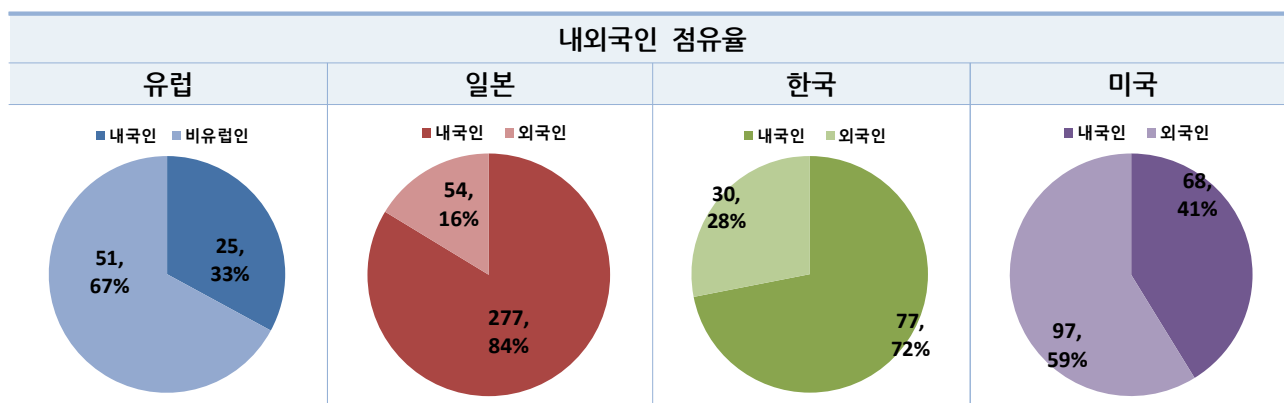


- 차량용 고강도 유기/복합 소재 품목은 2000년대 초반부터 최근까지 특허 출원 증감 추이에 큰 변화 없이 관련 특허 출원이 지속적으로 이루어지고 있는 것으로 나타남
- 각 국가별로 살펴보면 일본이 가장 활발한 출원 활동을 보이고 있는 것으로 나타났으며, 미국, 한국 및 유럽도 유사한 추세의 출원 활동이 진행되고 있는 것으로 나타남
- 전년대비 증가율을 보았을 때 2006년 50.0% 이상의 증가율을 보이고 있는 것으로 나타남. 이는 2006년 직전 년도인 2005년 출원활동이 저조한 영향인 것으로 판단되며, 본 기술은 기술 성숙기에 접어들고 있는 것으로 예상됨
- 국가별 출원비중을 살펴보면 일본이 전체의 49%의 출원 비중을 차지하고 있어, 최대 출원국으로 차량용 고강도 유기/복합 소재 분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 미국은 24%, 한국은 16%, 유럽은 11% 순으로 나타남

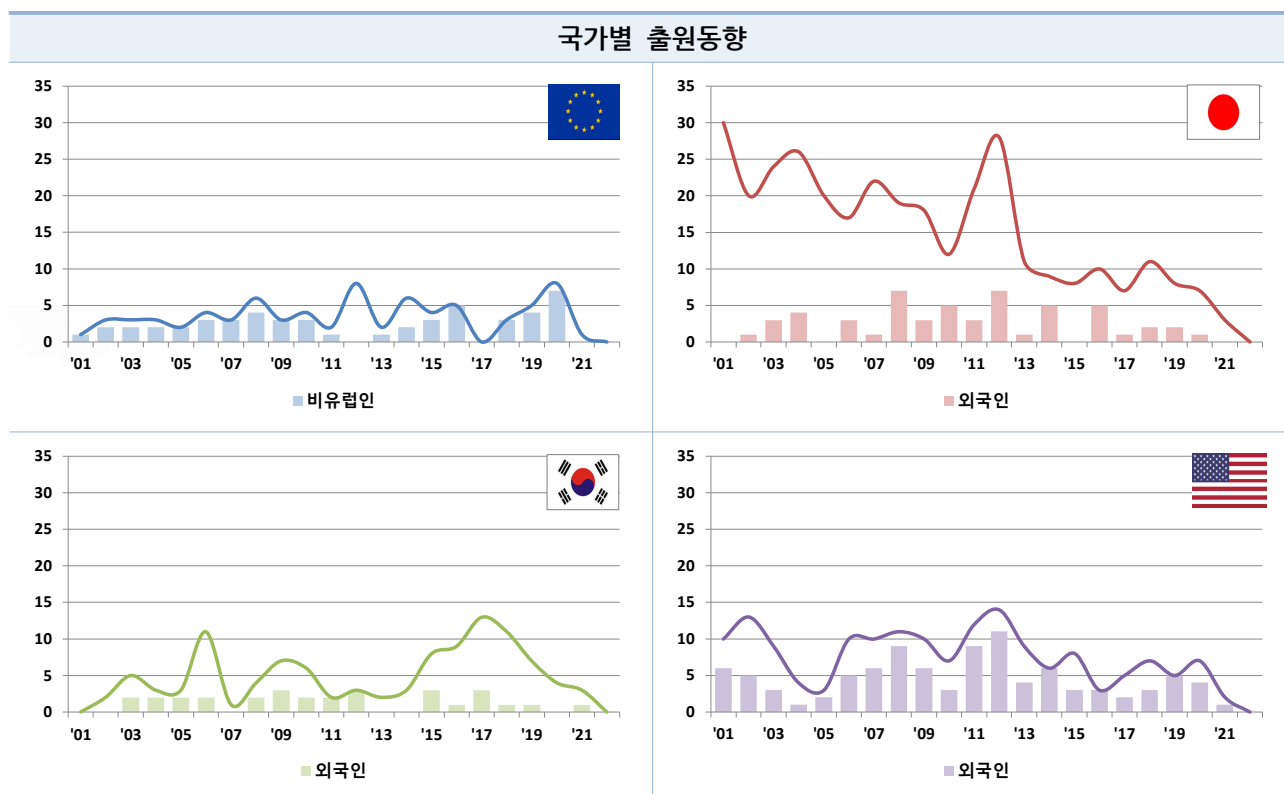
4) 특허출원 후 1년 6개월 경과 후 데이터가 공개되는 특허제도의 특성상, 2021년과 2022년에는 실제 출원이 이루어졌으나 아직 공개되지 않은 미공개데이터의 존재로 유효데이터가 적게 나타날 수 있음에 유의해야 함

(2) 특허 점유율

- 과거부터 최근까지의 국가별 특허기술 출원의 양적 트렌드를 비교하여 타 국가 대비 국내의 기술적 위치 파악
- 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별 내·외국인의 출원분포를 파악하여 해당 국가 내 국외기술의 유입상황 및 국외기술에 대한 의존도 여부, 자국 기술력 등을 유추



- 차량용 고강도 유기/복합 소재 품목에 있어, 한국은 내·외국인 비중이 72% 대 28%로 내국인의 출원 활동이 활발하며, 일본의 경우 외국인의 출원점유율이 더 낮은 것으로 나타남
- 차량용 고강도 유기/복합 소재 품목에 있어, 일본, 한국은 기술자립도가 높은 것으로 평가되며, 유럽, 미국은 자국민의 기술개발 활동이 활발하지 않은 것으로 평가됨



- 일본의 출원활동이 가장 활발히 진행된 것으로 나타나며, 유럽, 미국의 출원 활동은 대부분 외국인에 의해 진행된 것으로 나타남

(3) 특허 영향력

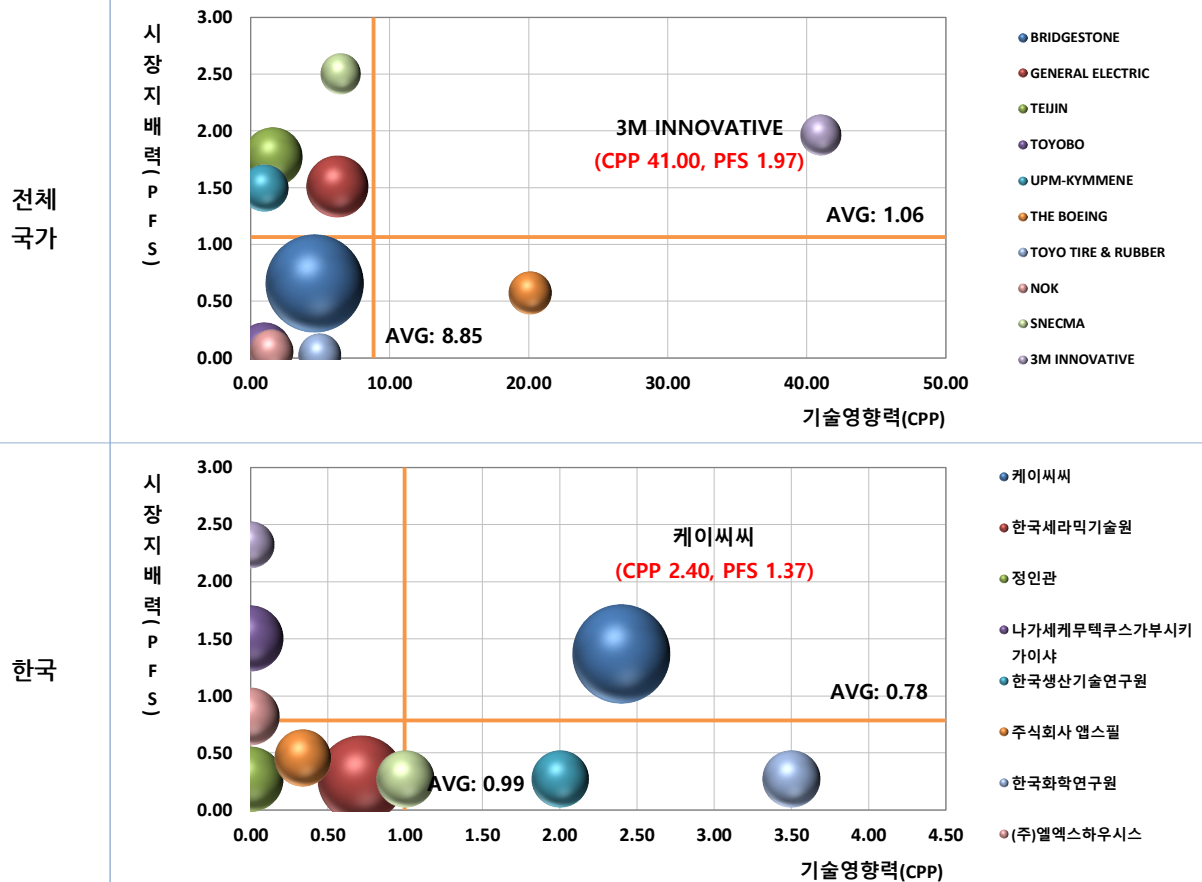
- 기술영향력(CPP) 지수는 특정 등록특허가 다른 특허들에 의해 인용된 횟수를 나타내며, 특허권자의 입장에서 이 값이 클수록 질적 수준이 높은 핵심특허 또는 원천특허를 많이 보유하고 있을 가능성이 높다고 판단

* $CPP = \text{특정 주체의 등록특허의 피인용 횟수} / \text{해당 주체의 등록특허 수}$

- 시장지배력(PFS) 지수는 출원인 국적별 패밀리국가수를 분석하는 것으로, 해당품목에서 글로벌 시장을 타겟팅한 출원인이 누구인지 파악 가능

* $PFS = \text{특정 주체의 평균 패밀리 국가수} / \text{전체평균 패밀리 국가수}$

주요출원인 IP 경쟁력(기술성 vs 시장성)



- 차량용 고강도 유기/복합 소재 품목에 대한 주요출원인들의 IP 경쟁력 분석결과, 전체 국가에서는 3M INNOVATIVE이, 한국에서는 케이씨씨가 기술영향력 및 시장확보력이 가장 높은 것으로 나타남. 전체 시장에서는 3M INNOVATIVE의 특허가, 한국시장에서는 케이씨씨의 특허가 시장확보력 및 질적 수준이 높아 기술적 파급력과 상업적 가치가 큰 것으로 평가됨

(전체) 3M INNOVATIVE : 기술영향력(CPP) 41.00 / 시장확보력(PFS) 1.97

(한국) 케이씨씨 : 기술영향력(CPP) 2.40 / 시장확보력(PFS) 1.37

- 한국출원인 중에는 전체 국가 및 한국에서 모두 케이씨씨의 기술영향력 및 시장확보력이 가장 높은 것으로 분석됨

(전체) 케이씨씨 : 기술영향력(CPP) 2.40 / 시장확보력(PFS) 1.50

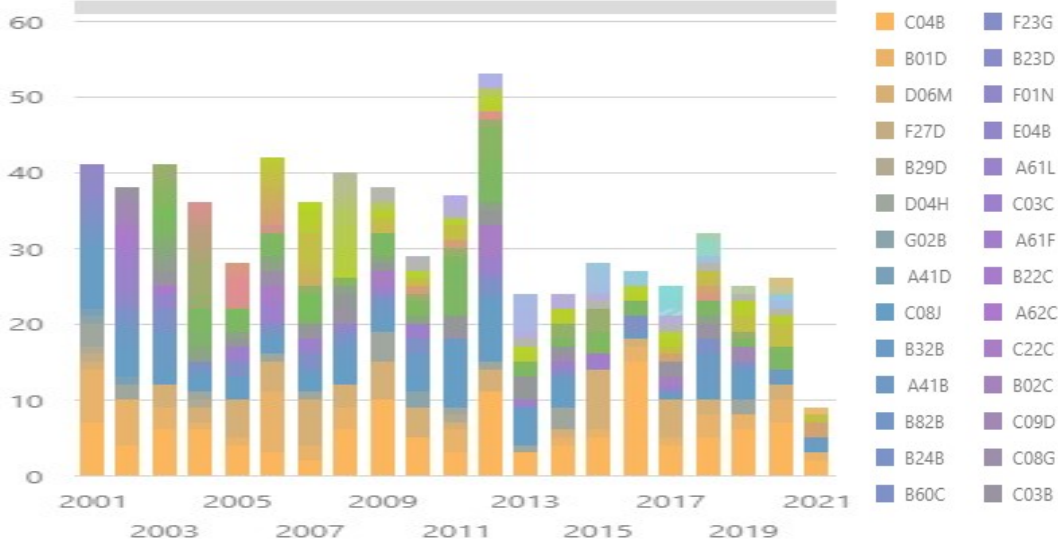
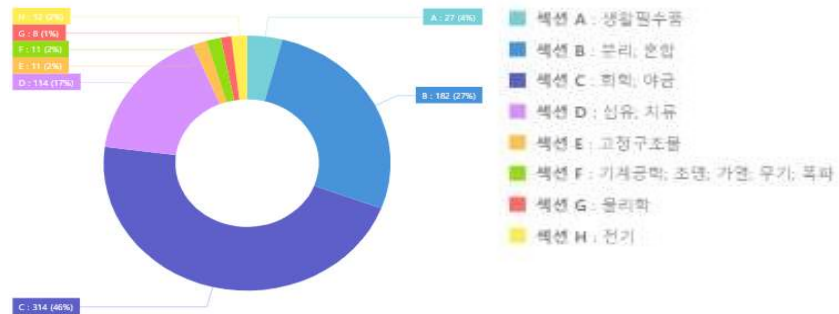
(한국) 케이씨씨 : 기술영향력(CPP) 2.40 / 시장확보력(PFS) 1.37

(2) 기술 현황 분석

- 전 세계적으로 통용되고 있는 국제특허분류를 통해 해당 품목의 기술 현황 및 집중 기술 분야를 확인할 수 있으며, 연도별 기술 현황 변화추이를 확인함으로써 해당 품목에 대한 기술변화 트렌드 변화를 유추

* IPC(International Patent Classification) : 국제특허분류

IPC 특허분류별 출원건수



- 차량용 고강도 유기/복합 소재 품목은 섹션 C 화학, 야금 기술분야의 비중이 가장 높은 것으로 나타났으며, 그중에서도 석회; 마그네시아; 슬래그; 시멘트; 그 조성물(H01L) 기술분야에서 집중 연구가 되고 있는 것으로 분석됨
- 연도별 기술현황 변화추이를 보았을 때, 최근에는 (A44C) 기술분야인 '조절할 수 있는 것 및 펼 수 있는 것' 관련 분야와 (C09J) 기술분야인 '주사술에 에테르 결합을 형성하는 반응에 의해 얻어지는 폴리메테르 기재의 접착제' 관련 분야에서 출원이 진행된 것으로 나타남

IPC - Sub Class	출원건수
(C04B) 석회; 마그네시아; 슬래그; 시멘트; 그 조성물	118
(D06M) 클래스 D06에서 제공되지 않는 섬유, 가연사, 사, 직물, 우모 또는 이와같은 재료로부터 제조된 섬유제품의 처리	56
(B01D) 분리	48
(B01J) 화학적 또는 물리적 방법, 예. 촉매 또는 콜로이드 화학; 그들의 관련 장치	11
(D06B) 섬유 재료의 액체, 기체 또는 증기에 의한 처리	5

(3) 기술 집중력 분석

- 주요출원인에 의한 특허점유율을 분석하여 기술집중력(시장 독과점 수준)을 판단하는 것으로, 특허동향조사에서는 통상 CR4를 사용하며, CRn값이 0에 가까울수록 시장 독과점 수준이 낮은 것을 의미하고, CR4 값이 40에서 60일 경우(CR1 지수는 50 이상일 경우, CR2 또는 CR3 지수는 75 이상일 경우) 시장의 독과점 수준이 높은 것으로 해석됨

* CRn(집중률지수, Concentration Ratio n) = (1위 출원인의 특허점유율) + ... + (n위 출원인의 특허점유율)

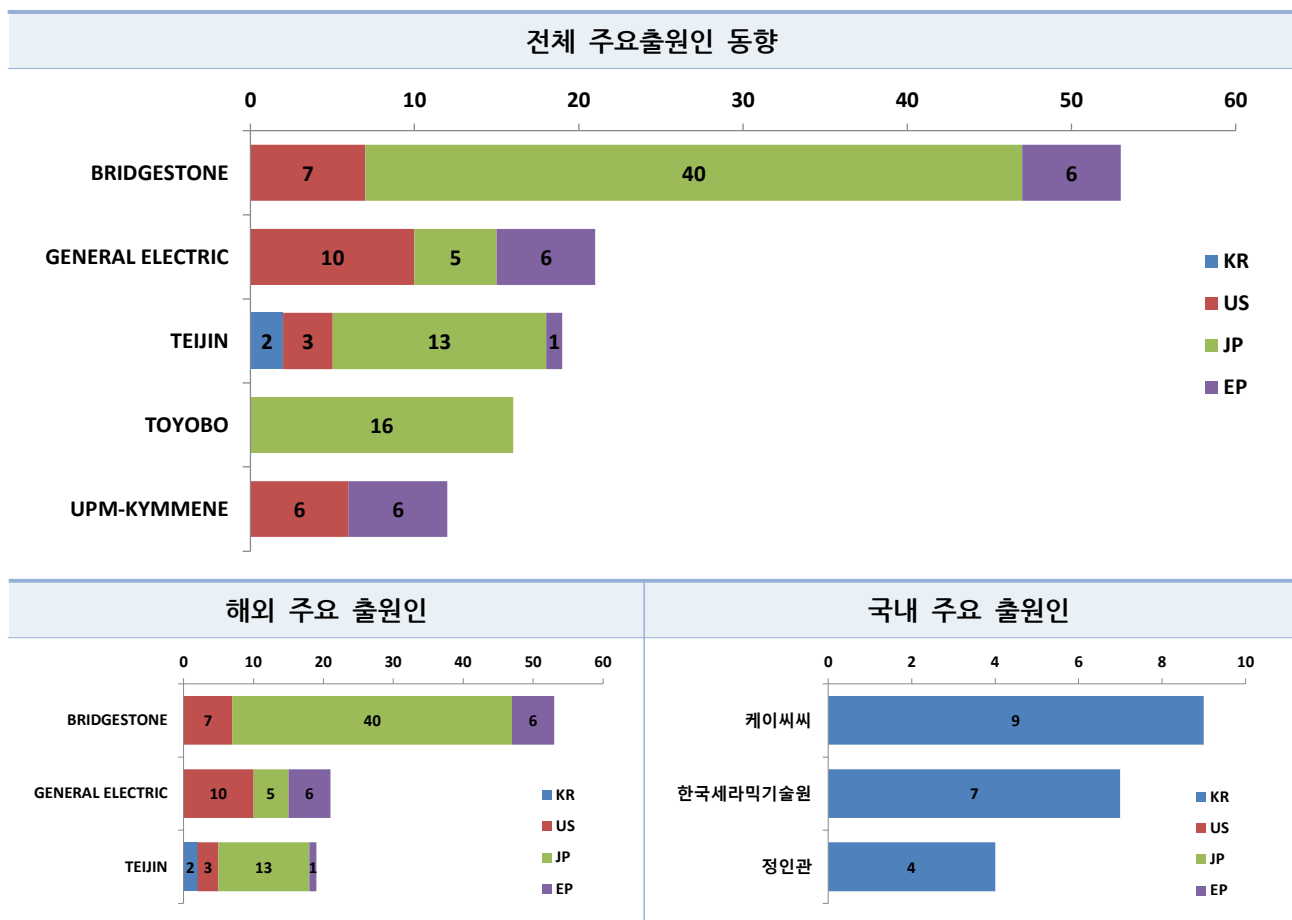
주요 출원인 집중력	주요출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
	BRIDGESTONE	53	7.8	9	
	GENERAL ELECTRIC	21	3.1	12	
	TEIJIN	19	2.8	15	
	TOYOBO	16	2.4	18	4
	UPM-KYMMENE	12	1.8	20	
	THE BOEING	10	1.5	21	
	TOYO TIRE & RUBBER	10	1.5	23	
	NOK	10	1.5	24	
	SNECMA	9	1.3	26	
	3M INNOVATIVE	9	1.3	27	
	전체	679	100%	CR4 = 18	
국내시장 중소기업 집중력	출원인 구분	출원건수	특허점유율	CRn	n
	중소기업(개인)	40	37.4	37.38	중소기업
	대기업	17	15.9		
	연구기관/대학	20	18.7		
	기타(외국인)	30	28.0		
	전체	107	100.0%	CR중소기업=37.38	

- 차량용 고강도 유기/복합 소재 관련 기술에 대한 시장관점의 기술독점 현황분석을 위해 집중률 지수(CRn) 분석 결과, 상위 4개 기업의 시장점유율이 18으로 독과점 정도가 낮은 수준으로 분석되어 주요 출원인들에 의한 기술 집중화 정도가 거의 없는 시장으로 판단됨. 즉, 차량용 고강도 유기/복합 소재 품목은 제품 구매자가 우위에 있는 기술 분야로 기업들 간의 경쟁 강도가 높고, 시장 진입 용이성이 높은 것으로 분석됨
- 국내 시장에서 중소기업의 점유율 분석결과 37.4로 차량용 고강도 유기/복합 소재 품목에서 중소기업의 점유율은 다소 높은 것으로 분석되고, 국내 시장에서 중소기업의 진입장벽은 다소 높은 것으로 판단됨

다. 주요 출원인 분석

(1) 주요 출원인 동향

- 주요출원인을 기준으로, 해당품목에 대해 기술개발을 주도하고 있는 기관 및 기업을 파악하고, 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별 출원현황 분석을 통해 주요출원인들이 고려하고 있는 주요시장국이 어디인지 예측하여 거시적 관점의 향후 트렌드를 전망
- 타 국가 대비 국내 기관 및 기업의 출원 활동 현황 및 수준을 파악하여 연구개발에 있어 비중 있는 사전 파악이 필요한 기관 및 기업 제시



- 차량용 고강도 유기/복합 소재 품목의 전체 주요출원인(Top 5)을 살펴보면, 주로 일본 국적의 출원인이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났으며, 제 1 출원인으로는 일본의 BRIDGESTONE인 것으로 나타남
- 차량용 고강도 유기/복합 소재 품목 관련 국내 주요출원인으로 케이씨씨 및 한국세라믹기술원이 도출되었으며, 한국에만 출원을 진행한 것으로 나타남
- 국내 주요출원인은 국가연구기관보다 기업 출원인이 출원을 주도하고 있어, 민간 주도의 연구개발이 진행되고 있는 것으로 분석됨

(2) 주요 출원인 기술 키워드 및 주요특허 분석

- 주요출원인이 출원한 해당품목의 특허 기술 키워드 확인을 통해 출원인별 집중연구 분야를 파악할 수 있으며, 등록특허를 기준으로 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 주요특허를 사전검토 함으로써 주요출원인의 주력기술 분야를 예측

* 기술 키워드 분석범위 : 요약, * 키워드 구성 : 구문, * 키워드 출력 수 : 50개

* 주요특허 도출 기준 : 등록특허를 기준으로 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ BRIDGESTONE

주요 키워드 및 주요특허 분석



- 유기 섬유, 유기 섬유 코드, 고무 라텍스, 작업 환경, 에폭시 화합물, Organic Fiber Cord, 열처리 공정, 이소시아네이트 화합물, 건조 공정, 초기 축합물

등록/공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
US 9394647 (2010.04.26)	Adhesive composition for organic fiber cords, rubber-reinforcing material using same, tire and bonding method	레조르시놀 및 포르말데히드를 포함하지 않고 접착성이 우수하며 환경, 특히 작업환경에 좋은 유기섬유코드용 점착제 조성물 및 이를 이용한 고무보강재, 타이어 및 접합방법을 제공	13	6
JP 5703108 (2011.04.20)	유기 섬유 코드용 점착제 조성물, 및 그것을 이용한 고무 보강재, 타이어 및 접착 방법	레조르시놀 및 포르말린을 포함하지 않고, 접착성 및 환경, 특히 작업 환경의 양호한 유기 섬유 코드용 점착제 조성물 및 그것을 이용한 고무 보강재, 타이어 및 접착 방법을 제공	15	1
JP 4323200 (2003.04.02)	고무 보강용 유기 섬유 코드 및 그것을 이용한 타이어	강도와 내피로성을 고도로 밸런스 시킨 고무 보강용 유기 섬유 코드를 제공	15	1

- BRIDGESTONE은 차량용 고강도 유기/복합 소재 품목과 관련하여 Top 1 출원인으로, 일본을 위주로 출원을 진행하였으며, 산화탄소 또는 탄산염에 의한 것 및 제4급 질소원자를 포함한 화합물과 관련한 기술력이 높은 것으로 조사됨

주요 키워드 및 주요특허 분석



- Ceramic Matrix Material, Free Silicon Proportion, Ceramic Fiber, Cmc Prepreg, Processing Ceramic Fiber, Ceramic Matrix Composite, Coated Ceramic Fiber, Prepreg Tape, Substantially Sic Fiber, 유리 규소 함량

등록/공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
US 6753096 (2001.11.27)	Environmentally-stable organic electroluminescent fibers	환경적으로 안정한 유기 전계발광(EL) 섬유는 섬유, 케이블 또는 와이어 상에 형성된 유기 EL 재료의 적어도 하나의 층을 포함	62	1
US 9975815 (2015.02.26)	Methods for forming ceramic matrix composite articles	제2 유리 실리콘 비율을 갖는 세라믹 매트릭스 재료에 세라믹 섬유 강화 재료를 포함하는 세라믹 매트릭스 복합재 외층을 형성	9	6
US 10774008 (2017.09.21)	Ceramic matrix composite articles	세라믹 매트릭스 복합재 물품은 0% 내지 5%의 유리 실리콘을 갖는 세라믹 매트릭스 재료에 세라믹 섬유 강화 재료를 포함하는 화학 증기 침투 세라믹 매트릭스 복합재 베이스 부분을 포함	9	5

- GENERAL ELECTRIC은 차량용 고강도 유기/복합 소재 품목과 관련하여 Top 2 출원인으로, 일본을 위주로 출원을 진행하였으며, 모르타르, 콘크리트 또는 인조석, 조성물의 성질 및 모르타르, 콘크리트, 인조석 또는 세라믹스의 후처리 관련 기술력이 높은 것으로 조사됨

주요 키워드 및 주요특허 분석



- 열가소성 수지, 유기 섬유, 연사 코드, 유기 섬유 수지, 열치수 안정, 표면 외관, 유기 섬유 표면, 에폭시 화합물, 유기 섬유 중량, 복합 재료

등록/공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
JP 6570703 (2018.06.05)	착색한 유기 섬유 및 포백 및 의료 및 포백의 제조 방법	착색한 유기 섬유로서 농색 또한 난소성이 뛰어난 유기 섬유	0	13
JP 6355720 (2015.04.06)	착색한 유기 섬유 및 포백 및 의료 및 포백의 제조 방법	착색한 유기 섬유로서 농색 또한 난소성이 뛰어난 유기 섬유 및 상기 유기 섬유를 이용	0	13
EP 3133204 (2015.04.06)	Colored organic fiber, fabric and clothing and method for manufacturing fabric	과제는 색상이 진하고 난연성이 우수한 유색 유기 섬유	0	13

- TEIJIN은 차량용 고강도 유기/복합 소재 품목과 관련하여 Top 3 출원인으로, 일본을 위주로 출원을 진행하였으며, 부가중합, 축중합 또는 중합생성물로부터 되는 것 및 방사액 또는 용융물예의 물질첨가 관련한 기술력이 높은 것으로 조사됨

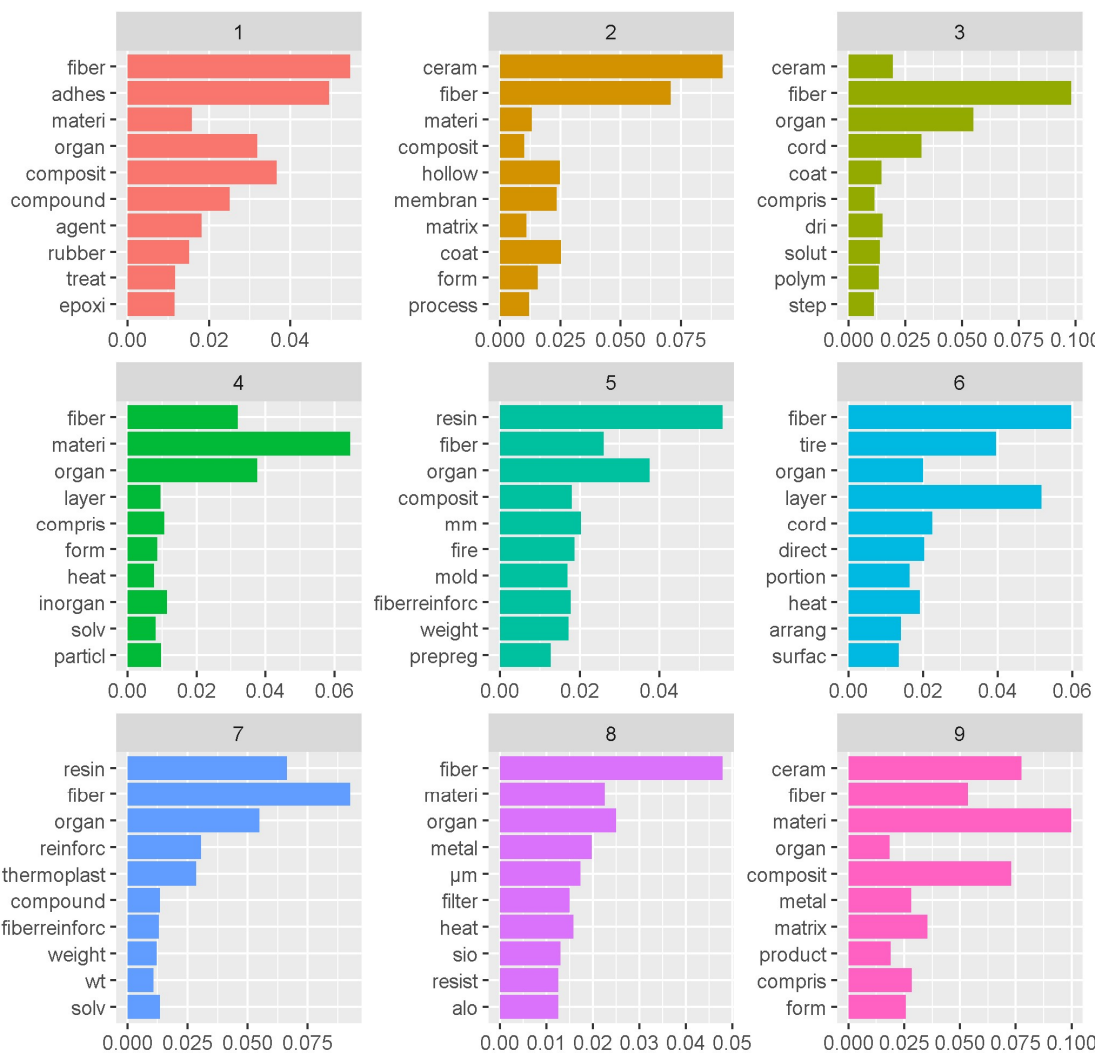
4. 전략품목 기술로드맵

가. 핵심기술

(1) 요소기술 도출

◎ 특허 키워드 클러스터링 기반 요소기술 후보도출

[차량용 고강도 유기/복합 소재 토픽 클러스터링 결과]



* 출처 : 자체작성

[LDA 클러스터링 기반 요소기술 후보도출]

No.	상위 키워드	대표적 관련 특허	요소기술 후보
클러스터 01	fiber adhesive composit organic compound	<ul style="list-style-type: none"> Particulate material crusher, Adhesive composition organic fiber cord-rubber complex and tire 	고온 고강도/내크립성 초고온용 세라믹섬유 기술
클러스터 02	ceram fiber coat hollow membrane	<ul style="list-style-type: none"> Method for making dense porous ceramic hollow fiber membrane Ceramic hollow fibers made from nanoscale powder particles 	세라믹섬유/고분자 계면접합 제어 기술
클러스터 03	fiber organic cord ceram dri	<ul style="list-style-type: none"> Fiber mixing ratio testing method of organic fiber mixed concrete Process for manufacturing organic fibers containing inorganic component and nonwoven fabric containing the same 	폴리아릴레이트섬유 원사단면 균일성(방사성) 및 물성 향상 기술
클러스터 04	material organic fiber inorganic comprosite	<ul style="list-style-type: none"> Green body for an oxide-ceramic fiber composite material oxide ceramic fiber composite material and method and device for their respective preparation 	세라믹섬유/고분자 계면접합 제어 기술
클러스터 05	resin organic fiber mm fire	<ul style="list-style-type: none"> Method for producing a molded article of an organic fiber-reinforced polyolefin resin Refractory material with stainless steel and organic fibers 	폴리벤즈옥사졸섬유 의 원사단면 균일성 및 물성 향상 기술
클러스터 06	fiber layer tire cord direct	<ul style="list-style-type: none"> Pneumatic tire for two-wheeled vehicle Pneumatic tire 	초고분자량폴리에틸 렌섬유 원사단면 균일성(방사성) 및 물성 향상 기술
클러스터 07	fiber resin organic reinforce thermoplastc	<ul style="list-style-type: none"> Organic fiber for resin reinforcement and fiber-reinforced thermoplastic resin Organic fiber for reinforcing resin and organic fiber-reinforced thermoplastic resin 	폴리벤즈옥사졸섬유 의 원사단면 균일성 및 물성 향상 기술
클러스터 08	fiber organ material metal heat	<ul style="list-style-type: none"> Use of organic fibre cement as a raw material in the production of cement clinker Method and device for producing a ceramic-fiber-reinforced metal strip and metal strip produced thereby 	세라믹섬유/고분자 계면접합 제어 기술
클러스터 09	material ceram composit fiber matrix	<ul style="list-style-type: none"> Oxide ceramic fiber/oxide composite material and process for production thereof Ceramic matrix composite articles and methods for forming same 	세라믹섬유/고분자 계면접합 제어 기술

* 출처 : 자체작성

◎ 특허 분류체계 기반 요소기술 후보도출

[IPC 분류체계에 기반 요소기술 후보도출]

IPC 기술트리		
(서브클래스) 내용	(메인그룹) 내용	요소기술 후보
(B01D)분리	(B01D-039) 액체 또는 가스 유체용 여과재	탄소섬유를 포함한 복합재료
	(B01D-063) 반투막을 이용한 분리공정에 일반적으로 사용되는 장치	탄소섬유를 포함한 복합재료
	(B01D-071) 재료에 의해 특징지어지는 분리공정 또는 장치를 위한 반투막; 이를 위해 특별히 적합한 생산공정	탄소섬유를 포함한 복합재료
(B32B)적층체, 즉 평평하거나 평평하지 않은 형상	(B32B-005) 층의 불균질 또는 물리적인 구조를 특징으로 하는 적층체	탄소섬유를 포함한 복합재료
(C04B)석회; 마그네시아; 슬래그; 시멘트; 그 조성물, 예. 모르타르, 콘크리트 또는 유사한 건축재료; 인조석; 세라믹	(C04B-028) 무기결합제를 함유하거나 무기결합제와 유기결합제의 반응생성물을 함유하는 모르타르, 콘크리트 또는 인조석의 조성물, 예. 폴리카르보산 시멘트 유기결합제만을 함유하는 모르타르, 콘크리트, 인조석, 또는 그 유사 조성물 예. 폴리카르보산시멘트	SiC섬유를 포함한 복합재료
	(C04B-035) 조성에 특징을 갖는 성형세라믹제품; 세라믹조성(탄화물, 다이아몬드, 산화물, 붕화물, 질화물, 규화물에 결합된 유리금속, 예, 서메트(cermet). 또는 다른 금속화합물, 예. 산질화물 또는 황화물, 거시적인 강화제로서의 사용 이외의 유리금속을 함유하는 것 C22C); 세라믹제품의 제조전의 무기화합물의 처리분말	고온 고강도/내크립성 초고온용 세라믹섬유 기술
(C08J)마무리; 일반적 혼합 방법; 서브클래스 C08B, C08C, C08F, C08G 또는 C08H에 포함 되지 않는 후 처리	(C08J-005) 고분자 물질을 포함하는 성형품의 제조	초고분자량폴리에틸렌섬유 원사단면 균일성(방사성) 및 물성 향상 기술
(D01F)인조필라멘트, 사, 섬유, 강모, 또는 리본의 제조에 있어서 화학적 특징을 가지는 것; 탄소 필라멘트 제조에 특히 적합한 장치	(D01F-001) 인조필라멘트 또는 그 유사물 제조의 일반적인 방법	폴리벤즈옥사졸섬유의 원사단면 균일성 및 물성 향상 기술
(D06M)클래스 D06에서 제공되지 않는 섬유, 가연사, 사, 직물, 우모 또는 이와같은 재료로부터 제조된 섬유제품의 처리	(D06M-013) 섬유, 연사, 사, 직물 또는 이와 같은 재료로 제조된 섬유제품의 비고분자유기화합물에 의한 처리	탄소섬유를 포함한 복합재료
	(D06M-015) 섬유, 연사, 사, 직물 또는 이와 같은 재료로부터 제조된 섬유제품의 고분자 화합물에 의한 처리; 기계적 처리와 조합된 처리	세라믹섬유/고분자 계면접합 제어 기술

* 출처 : 자체작성

◎ 최종 요소기술 도출

- ☐ 기술·시장 분석, 기술수요, 기술(특허)분석, 전문가 추천을 바탕으로 요소기술 후보 도출
- ☐ 요소기술 후보를 대상으로, 전문가를 통해 기술의 범위, 요소기술 간 중복성 등을 조정·검토하여 최종 요소기술 확정

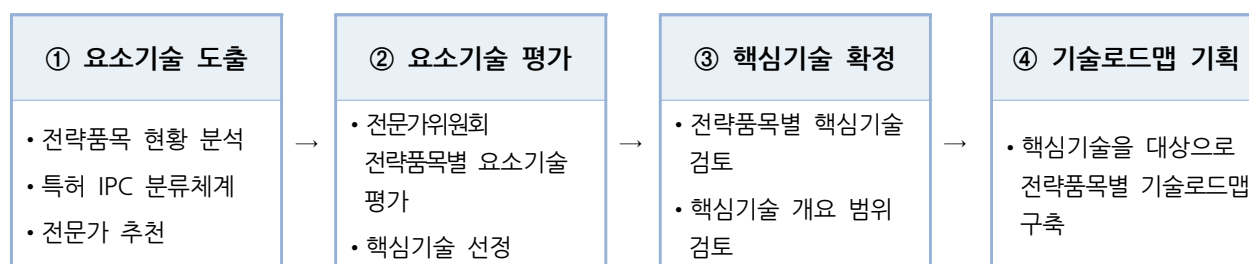
[차량용 고강도 유기/복합 소재 요소기술 도출]

요소기술	출처
고온 고강도/내크립성 초고온용 세라믹섬유 기술	특허 클러스터링, IPC 분류체계
고강도 난연성 유/무기 하이브리드 소재공정 기술	전문가 추천
SiC섬유를 포함한 복합재료	IPC 분류체계
탄소섬유를 포함한 복합재료	IPC 분류체계
세라믹섬유/고분자 계면접합 제어 기술	특허 클러스터링, IPC 분류체계
p-아라미드섬유 원사단면 균일성 및 물성 향상 기술	전문가 추천
초고분자량폴리에틸렌섬유 원사단면 균일성(방사성) 및 물성 향상 기술	특허 클러스터링, , IPC 분류체계
폴리벤즈옥사졸섬유의 원사단면 균일성 및 물성 향상 기술	특허 클러스터링, , IPC 분류체계
초고분자량폴리에틸렌섬유 염색 견뢰도 향상 기술	전문가 추천
폴리아릴레이트섬유 원사단면 균일성(방사성) 및 물성 향상 기술	특허 클러스터링

(2) 핵심기술 선정 및 기술로드맵 기획 절차

- ☐ 특허 분석을 통한 요소기술과 기술수요와 기술시장분석을 기반으로 한 요소기술, 전문가 추천 요소기술 등을 종합하여 요소기술을 도출한 후, 전문가위원회의 평가과정 및 검토/보완을 거쳐 핵심기술 확정
- ☐ 핵심기술 선정 지표: 기술개발 시급성, 기술개발 파급성, 기술의 중요성 및 중소기업 적합성

[핵심기술 선정 및 기술로드맵 기획 프로세스]



(3) 핵심기술 리스트






[차량용 고강도 유기/복합소재 핵심기술]

핵심기술	개요
고온 고강도/내크립성 초고온용 세라믹섬유 기술	<ul style="list-style-type: none"> 환경규제 대응 천연물 유래를 원료로 한 고분자 수지 및 이를 활용한 고강도 고분자 복합소재 기술
고강도 난연성 유/무기 하이브리드 소재공정 기술	<ul style="list-style-type: none"> 전기차 등 차세대 자동차에 적용가능한 고강도 난연 하이브리드 복합소재 기술
SiC섬유를 포함한 복합재료	<ul style="list-style-type: none"> PPS, PEEK 등 초고내열특성 및 강성을 보유한 슈퍼 엔지니어링 플라스틱을 활용한 자동차 금속부품 대체 복합소재 기술
탄소섬유를 포함한 복합재료	<ul style="list-style-type: none"> 탄소섬유강화 플라스틱 등 탄소계 소재로 보강된 초경량 자동차용 복합소재 기술
세라믹섬유/고분자 계면접합 제어 기술	<ul style="list-style-type: none"> 유기 복합소재 적용 차량 부품의 실증 및 인증

나. 기술개발 로드맵

(1) 중기 기술개발 로드맵

[차량용 고강도 유기/복합 소재 기술개발 로드맵]

핵심기술	강성이 확보된 다양한 유기 기반 복합소재 및 부품화 실증 기술 개발			
	'23년	'24년	'25년	최종 목표
고온 고강도/내크립성 초고온용 세라믹섬유 기술				천연물유래 복합소재 굴곡강도 150MPa이상
고강도 난연성 유/무기 하이브리드 소재공정 기술				복합소재 난연성 UL 94 V0
SiC섬유를 포함한 복합재료				슈퍼 EP 기반 인장강도 200MPa 이상
탄소섬유를 포함한 복합재료				탄소섬유 기반 복합소재 탄성율 250GPa이상
세라믹섬유/고분 자 계면접합 제어 기술				고온작동, 열충격, 작동 내구성 수요기업 요구 만족

* 출처 : 자체작성

(2) 기술개발 목표

- ☐ 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

[차량용 고강도 유기/복합소재 핵심기술 연구목표]

핵심기술	기술 요구사항	연차별 개발목표			최종목표	연계 R&D 유형
		1년차	2년차	3년차		
고온 고강도/내 크립성 초고온용 세라믹섬유 기술	굴곡강도	100MPa	150MPa	나노셀룰로스 등 고강도 복합소재 굴곡강도 150MPa	천연물유래 복합소재 굴곡강도 150MPa이상	기술혁신
고강도 난연성 유/무기 하이브리드 소재공정 기술	난연특성	비 할로겐계 난연제 및 무기계 난연제 하이브리드 기술개발		유무기 복합소재 난연성 UL 94 V0획득	복합소재 난연성 UL 94 V0	상용화
SiC섬유를 포함한 복합재료	인장강도	PPS계 복합소재 인장강도 180Mpa이상	PPS 및 PAEK계 복합소재 인장강도 200MPa 이상		슈퍼 EP 기반 인장강도 200MPa 이상	상용화
탄소섬유를 포함한 복합재료	탄성율	150GPa	200GPa	250GPa	탄소섬유 기반 복합소재 탄성율 250GPa이상	상용화
세라믹섬유 /고분자 계면접합 제어 기술	성능변화율	고온작동 5%이하	열충격 350h이상	작동내구성 700h 이상	고온작동, 열충격, 작동 내구성 수요기업 요구 만족	기술혁신

다. 중소기업 기술개발 전략

- ☐ 연비 절감 및 환경 규제 대응 등을 위한 자동차 경량화 이슈가 높아짐에 따라, 최근 우수한 강성 및 내열 특성으로 철강 또는 비철금속 소재 등의 대체가 가능한 소재로 복합 소재의 채용이 점차 증가하고 있는 추세
- ☐ 대외의존도를 낮추기 위한 국산화 기술개발이 절실히 요구되고 있으며, 이를 위해 고분자 기반 경량 고강도 복합 소재의 등급과 품질 다변화 및 적용 부품 다양화 필요
- ☐ 금속 대체 경량화 및 경제성이 확보된 자동차용 부품 설계 및 부품화 기술뿐 아니라 완성체 업체에서의 활용을 위한 부품 실증기술 요구