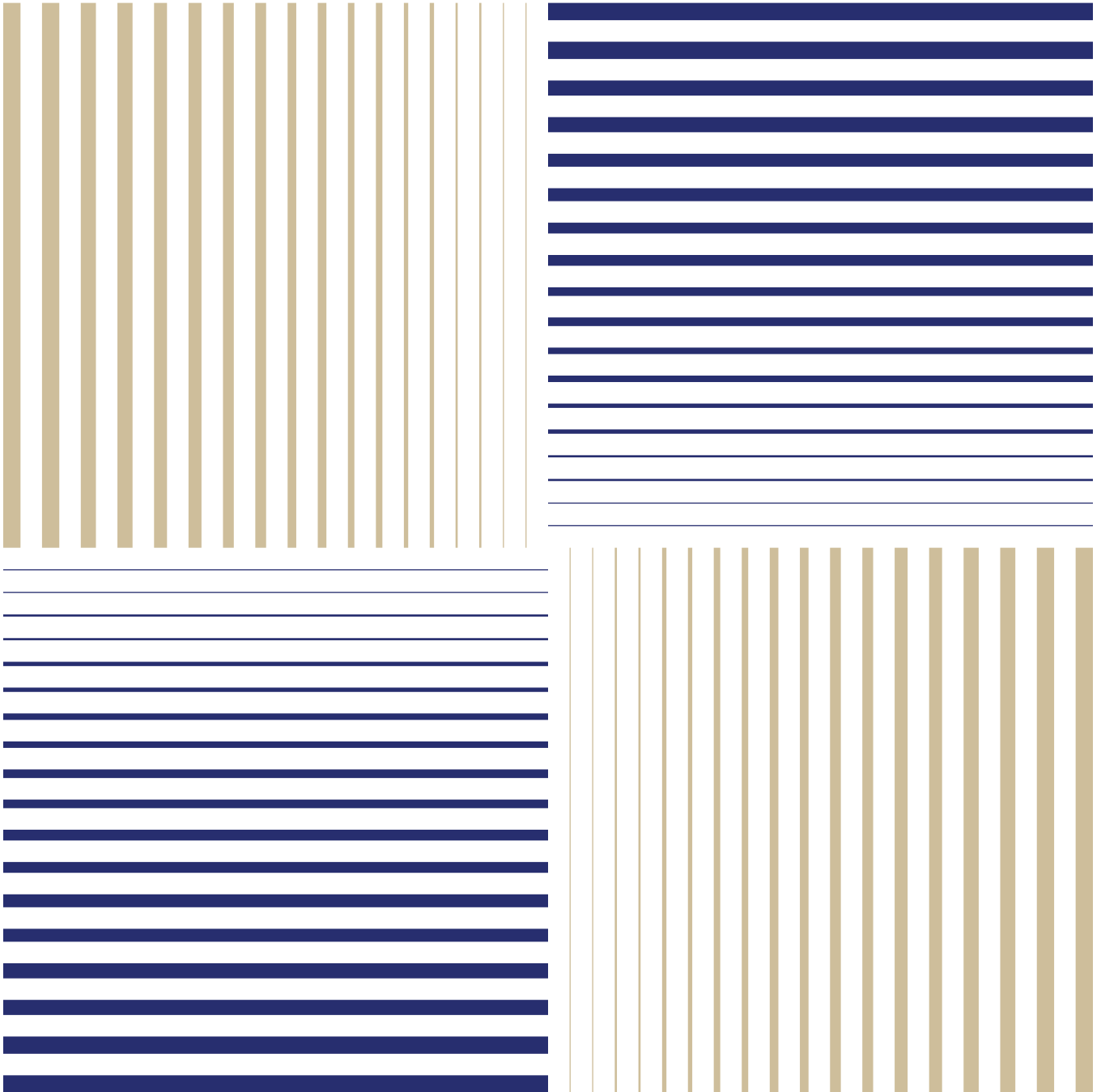


2025년 하반기

섬유제조·패션산업 인적자원개발위원회(ISC)
이슈리포트(ISSUE REPORT)



●●● 목 차 ●●●

■ 미래모빌리티용 섬유 소재 기술 동향 및 인력양성 방안

[요약]	1
I. 서론	2
II. 미래모빌리티용 소재 관련 규제 동향	6
III. 미래모빌리티용 섬유 소재 기술 동향	13
IV. 자동차 산업 섬유 전문인력 현황 및 인력양성 방안	19
V. 결론 및 시사점	21

□ 비상업 목적으로 본 보고서에 있는 내용을 인용 또는 전재할 경우 내용의 출처를 명시하면 자유롭게 인용할 수 있으며, 보고서 내용에 대한 문의는 아래와 같이 하여 주시기 바랍니다.

□ 작성자 : 한국자동차연구원 정선경 본부장 (skjeoung@katech.re.kr)
한국자동차연구원 박진호 선임연구원 (parkjh1@katech.re.kr)

※ 문의처 : 섬유제조·패션산업 인적자원개발위원회 사무국
- 한국섬유산업연합회 (02-528-4047, ryuna@kofoti.or.kr)

□ 미래모빌리티용 섬유 소재 기술 동향 및 인력양성 방안

■ 서론

글로벌 환경규제 강화로 미래모빌리티용 소재는 재활용성 확보·탄소배출량 저감이 필수 요건이 되었고, 전동화·경량화 트렌드가 겹치며 섬유 소재의 차체·내외장 부품 적용이 확대되고 있지만, 국내 섬유공학 전공 및 섬유산업 축소로 전문인력 공급 기반이 취약해진 상황으로 미래모빌리티 산업의 기술 수요 대응에 어려움이 커지고 있음

■ 미래모빌리티용 소재 관련 규제 동향

ELV 개정안은 재활용 플라스틱·폐차 유래 소재 비율 의무화로 단일소재화·접착 최소화 설계를 요구함. ESPR은 부품의 분해 용이성 확보 및 DPP 기반으로 소재·공정 데이터를 공급망 전반에 추적하도록 의무화함. 현재 LCA 방법론 개발이 진행 중이며, 향후 LCA 기반 탄소배출량 규제가 제정될 예정임. PFAS·마이크로플라스틱·TSCA-PBT 규제 강화로 비불소·무입자·비할로젠 첨가제 기술 확보가 필수 산업 전략으로 부상함

■ 미래모빌리티용 섬유 소재 기술 동향

내장 부품은 바이오 소재·3D 니트·재활용 PET 등 저VOC·저탄소 섬유 확대, 외장 부품은 재활용 PET 부직포·유리섬유 SMC 적용 확대, 차체 부품은 열가소성 복합소재·천연섬유 복합소재로 확장 중임. 환경규제 대응을 위해 공정 자동화·단일소재화·후가공 최소화가 요구됨

■ 자동차 산업 섬유 전문인력 현황 및 인력양성 방안

섬유공학과 통폐합으로 전문인력 공급이 급감해 산업 수요와 인재 수급 간 격차가 확대됨. 미래모빌리티용 소재 시장 대응을 위해 섬유·화학·자동차 융합형 교육과정, Dual System형 현장실습, 디지털 트윈·AI 기반 소재 설계 역량 확보가 필요하기 때문에, 재직자 리스킬링, 실습 장비 현대화 등 정부 주도 교육 생태계 복원이 요구됨

■ 결론 및 시사점

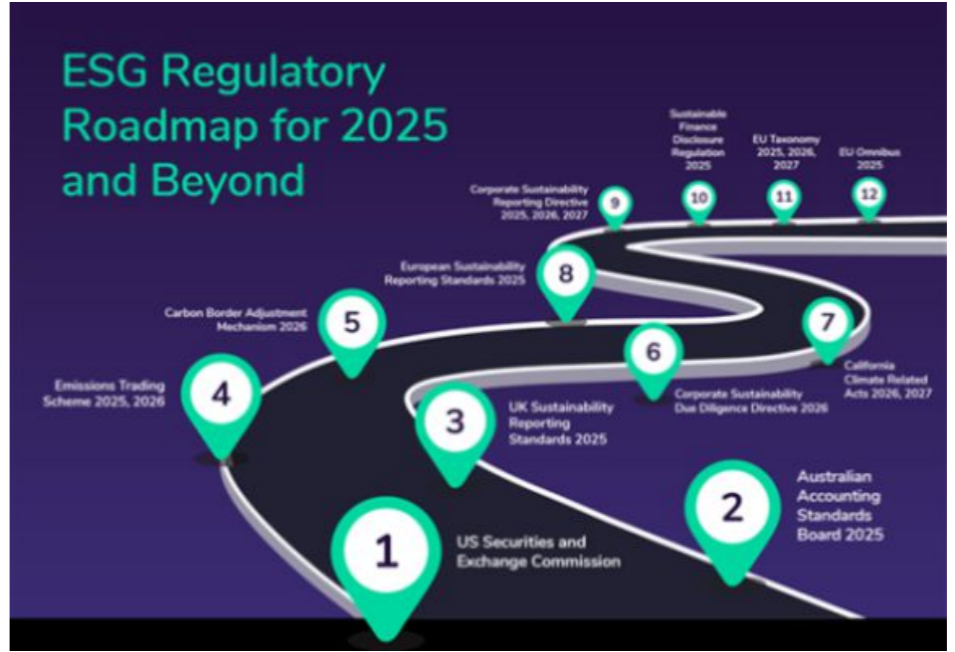
미래모빌리티용 소재 기업 경쟁력은 규제 대응·순환성·데이터 투명성이 좌우하여 단일소재화·DPP 연계, LCA 기반 탄소·원가 절감, 비불소·비할로젠·무입자 첨가제 전환이 필수임. 또한, 섬유 전문인력 생태계 복원 없이는 시장 진입 장벽을 넘기 어렵기 때문에, 기술개발과 인력양성이 동시에 추진되어야 함

I | 서론

□ 배경 및 필요성

- (글로벌 환경규제 강화) ELV (End-of-life vehicles) 규제, 탄소배출량 규제, 다양한 화학물질 규제 등 글로벌 환경규제가 강화되며, 자동차 산업은 자원순환형·저탄소 소재 중심으로 빠르게 재편되고 있고 특히, 자동차 내외장 부품용 플라스틱 소재에 대한 규제가 강화되고 있음
 - 유럽연합(EU)의 ELV 지침은 자동차 부품의 재활용 비율을 의무화하고 특히 플라스틱 부품의 일정 비율 이상 재활용 플라스틱을 적용해야 하고, 그중 폐차 유래 플라스틱을 일정 비율 이상 사용해야 하는 규제로, 제조사에 친환경 소재 전환을 요구하고 있음
 - 탄소배출량 규제는 LCA (Life-cycle Assessment)를 통해 생산부터 폐기까지 전주기적 탄소 배출을 평가함으로써, 소재의 선택 단계부터 폐기 후 재활용까지 환경영향을 고려하도록 강제하고 있음
 - 이러한 규제는 석유계 합성수지 중심의 기존 소재 체계를 흔들고, 재활용 가능 섬유 및 바이오 기반 복합소재 개발을 가속화시키고 있음

< 글로벌 ESG 규제 로드맵 >



* 출처 : ESG Regulatory Evolution: A Look at 2025 and the Road Ahead/Dasseti (2025)

○ **(순환경제 전환 가속화)** 탄소중립과 지속가능성을 위한 순환경제 개념이 확산되며, 섬유 소재는 미래모빌리티 산업의 친환경 전환을 이끄는 핵심 수단으로 부상하고 있음

- 자동차 산업은 소재 재활용성과 재사용성을 높이기 위해 'Eco-Design' 개념을 제품 개발 초기부터 반영하고 있으며, 이 과정에서 섬유 소재를 적용하려는 수요가 증가하고 있음

- 재활용 PET 섬유/부직포, 천연섬유 강화복합소재, 바이오 나일론 등 탄소배출량이 적은 섬유 소재를 내외장 부품에 적용하는 개발을 활발하게 진행 중

- 순환경제 실현을 위해 소재社·부품社·완성차社 간 데이터 연계/공유 및 LCA 기반 협력체계 구축이 필요하지만, 관련 데이터가 기업의 핵심 데이터이기 때문에 협력체계 구축에 어려움이 있음

○ **(미래모빌리티 기술 패러다임 변화)** 모빌리티의 전동화·자율주행·공유화 확대로 부품의 경량화와 기능 통합이 핵심 과제가 되며, 섬유 소재의 기술적 역할이 확대되고 있음

- 전기차 배터리 효율과 주행거리 확보를 위해 금속을 대체할 수 있는 고강도·경량 섬유강화 복합소재가 차체 구조 부품에 적용되고 있음

< 섬유강화 복합소재 차체 구조 부품 적용 사례 >



* 左: 람보르기니 아벤타도르, 右: BMW 7시리즈

- 내외장 부품의 흡음·단열·난연 등 다기능을 동시에 구현할 수 있는 소재로 섬유 소재가 주목받고 있으며, 섬유 소재 적용을 통해 열관리 및 소음저감 요구를 동시에 충족시킴으로써 미래모빌리티 품질 향상에 기여하고 있음

- 글로벌 환경규제가 강화됨에 따라 환경규제와 감성 품질/실내 쾌적성 향상을 동시에 만족하기 위해 친환경 섬유와 천연 소재 기반 내장 부품 기술도 주목받고 있음

○ **(산업 간 융합과 기술경쟁 심화)** 소재·섬유·자동차 산업 간 융합이 가속화되며, 미래모빌리티 산업경쟁력은 기술 간 통합 역량에 의해 좌우되는 구조로 바뀌고 있음

- 글로벌 완성차 업체는 부품별 소재 검토 단계부터 재활용성과 탄소 배출 정보를 요구하며, 공급망 전반의 지속가능성 검증을 강화하고 있음

- 섬유 소재 기업은 소재 자체의 물성뿐 아니라 자동차 내외장 부품의 요구 물성 및 기능성을 이해해야 하며, 섬유 소재 및 복합소재의 물성 및 기능성 확보가 필수화되고 있음

- 이에 따라 기술개발뿐 아니라 소재 데이터 표준화, 시험·인증 역량 강화 등 유관 산업 간 협업의 중요성이 커지고 있음

○ **(섬유공학 전공 인력 현황)** 국내 대학의 섬유공학 관련 학과가 급격히 축소·통합되며, 섬유공학 전공의 전문인력 공급 기반이 약화되고 있음

- 2000년대 이후 섬유산업 규모 감소와 함께 전국 대학의 섬유공학과가 폐과 또는 타 전공으로 통합되면서 현재 '섬유' 또는 '파이버'라는 명칭이 포함된 학과는 4개만 남아있어 섬유공학 전공의 신규 전문인력 배출이 급감함

- 그 결과, 자동차 산업 내 섬유 물성·가공·고분자 설계 등 기초 역량을 갖춘 인력이 부족하여, 산업현장에서 고기능 섬유 소재 개발과 품질관리에 어려움이 증가하고 있음

- 최근 자동차 산업에 섬유 소재 및 복합소재 적용이 증가하고 있으나, 섬유 관련 제품을 개발·평가할 수 있는 인력은 한정적이어서 산업 간 기술 수요 불균형이 커지고 있음

< 섬유공학 유관 학과 운영 현황 >

건국대학교	화학공학부
경북대학교	바이오섬유소재학과
경북대학교	섬유시스템공학과
금오공과대학교	화학소재공학부 소재디자인공학전공
단국대학교	고분자시스템공학부 융합소재공학전공
부산대학교	유기소재시스템공학과
부산대학교	바이오소재과학과
서울대학교	바이오시스템·소재학부 바이오소재전공
서울대학교	재료공학부
성균관대학교	화학공학과
송실대학교	신소재공학과
신한대학교	첨단소재공학과
영남대학교	화학공학부 고분자바이오소재전공
영남대학교	파이버시스템공학과
인하대학교	화학공학과
전남대학교	고분자융합소재공학부
전북대학교	유기소재섬유공학과
충남대학교	유기재료공학과
한양대학교	유기나노공학과

- (인력양성 및 정책적 지원 필요) 미래모빌리티용 섬유 소재 경쟁력 향상을 위해 대학 전공에 의존하는 인력양성이 아닌 새로운 형태의 인력양성 방안 및 정부 주도 정책 지원이 필요함
- 섬유·화학·자동차공학을 융합한 실무중심 교육과정을 신설하고, 기존 섬유 인력의 리스킬링·업스킬링 강화가 필요함
- 대학·연구기관·기업 협력형 교육 거점 구축을 통한 산업계 실제 기술 수요를 반영한 실습형 인재 양성 시스템 구축이 필요함
- 정부 차원에서는 섬유-모빌리티 융합형 소재 R&D 투자 확대와 함께, 감소한 섬유공학 교육 기반 재정비를 통한 장기적인 관점의 인재 양성 전략이 필요함

II 미래모빌리티용 소재 관련 규제 동향

□ ELV 규제 (End-of-Life vehicles regulation) 동향

- ELV 규제는 EU에서 2000년 도입된 ELV 지침을 전면 개정한 규제로, 차량 설계 단계부터 재활용성·분해성·추적성을 의무화하는 규제임
- ELV 규제는 차량 구성 재료(철강·알루미늄·플라스틱 등)에 대해 재활용 목표와 제조사·공급망의 보고·추적 의무를 부과하는 것이 핵심이며, 특히 플라스틱의 경우 재활용 플라스틱 및 폐차에서 회수된 재료의 최소 사용 비율을 단계적으로 요구함
- ELV 규제 개정안 (Commission proposal, 2023)으로 신차의 플라스틱 중 최소 25% 이상을 재활용 플라스틱으로 사용하도록 하고, 이 중 25% 이상 (전체 플라스틱 중 6.25% 이상)은 폐차 (ELV) 유래 소재를 사용할 것을 제안했지만, 2025년 기준 협상 중인 내용에서는 재활용 플라스틱 20% 이상, 이 중 폐차 유래 소재 15% 이상 사용으로 완화 제안 중이며, 최종 수치는 EU 집행위·의회·이사회 간 협의 중임
- ELV 규제 적용 범위가 승용차·소형상용차에서 대형상용차·버스·이륜차까지 확대되고, 부품 설계 단계에서부터 재사용·분해·재활용이 용이하도록 단일소재화 및 접착 최소화 요구가 강화되고 있음
- 현재 ELV 규제 적용 시 재활용 플라스틱의 정의 및 출처 검증에 있어서 논란이 있으며, 재활용 플라스틱의 정의를 소비자 사용 후 재활용 (PCR; Post-consumer recycled), 산업 사용 후 재활용 (PIR; Post-industrial recycled), 바이오 플라스틱 혼합 사용 유무 등에 대한 논의 진행 중임
- ELV 규제는 범퍼·대시보드·도어트림·시트 등 자동차용 플라스틱 부품 전체가 직접 규제 대상이며, 제조사는 재활용 플라스틱 적용 비율과 물성 보증 데이터를 제출해야 하는 내용이 포함됨
- ELV 규제는 폐차 폐기물 처리 개선뿐만 아니라 자동차 설계·소재 선택·공급망 관리 전반의 구조적 전환을 요구함
- 플라스틱 및 섬유 기반 부품의 재활용 플라스틱 적용 비율 확보, 품질보증 및 재활용 원료 출처 추적이 강제됨에 따라 재활용 원료 기반 신소재 개발 역량이 소재 기업 경쟁력의 핵심으로 부상함

- ELV 규제 대응을 위해 내외장 부품의 모듈화·단일소재화·접착제 최소화 설계가 필수화되며, 복합소재나 다층 구조 부품 비율은 감소할 것으로 예상됨
- ELV 규제 발효 시 완성차社 및 부품社는 재활용 플라스틱 함량·출처·탄소 배출 데이터 보고 의무로 인해 부담이 증가하며, 중소 부품사는 대응 역량 부족으로 어려움을 겪을 가능성이 있음

< ELV 해체 및 재활용 체계 >



* 출처 : DRIVEN EDU-ECO INNOVATION

□ ESPR (Ecodesign for sustainable products regulation) 동향

- ESPR은 2024년 7월 18일 발효된 규정 (Regulation (EU) 2024/1781)으로 유럽 시장에 출시하는 대부분 제품에 대해 설계 단계부터 지속가능성·내구성·수리성·재활용성·자원 효율성을 고려하도록 요구함
- 규정의 핵심은 제품별 디지털 제품 여권 (DPP: Digital product passport) 제도로, 제품의 구성 소재·재활용성·환경영향 데이터를 저장·공유하도록 함
- ESPR 내 설계 요건으로써 재활용 가능성 (Recyclability) 및 분해·모듈화 (Disassemblability)가 명시되어 있으며, 복합소재·접착구조 부품 등 분해가 어려운 제품은 설계재검토 대상이 될 수 있음
- DPP는 제품의 구성 소재, 수리·재사용 가능성, 재활용 가능성, 환경영향 데이터를 포함하는 디지털 신분증 역할을 하며, 특히 ELV 규제에서는 이를

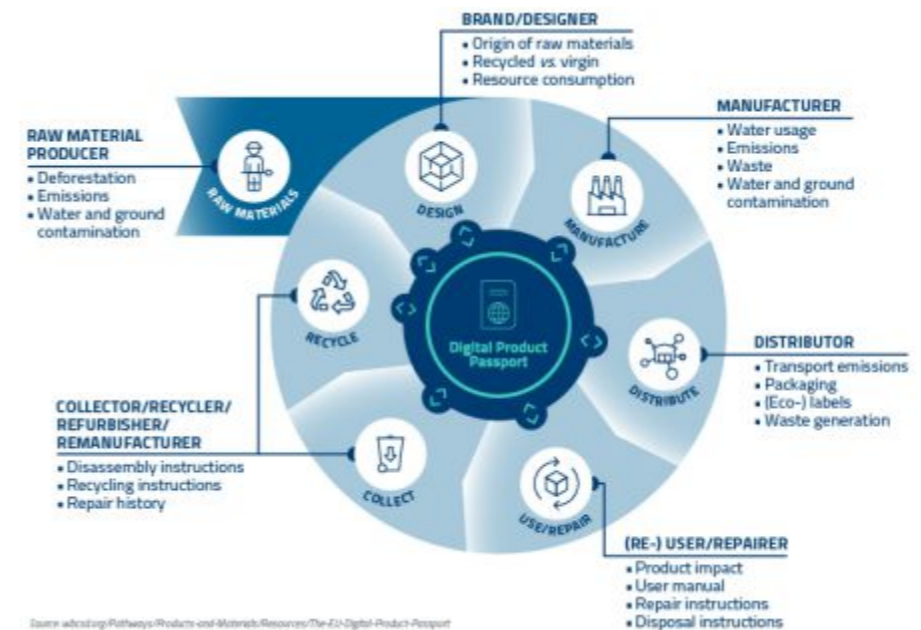
자동차 산업에 특화된 디지털 순환 차량 여권(DCVP: Digital circular vehicle passport)으로 구체화하고 있으며, 규정 발효 후 84개월 이내 모든 신차에 의무화될 예정임

- ESPR의 2025~2030년 우선 대상 제품군은 섬유, 타이어, 가구, 철강, 알루미늄이며, 자동차용 섬유·플라스틱 부품도 DPP 데이터 제공 및 재활용성 요건 측면에서 적용 가능성이 높음

○ ESPR은 소재 및 자동차 부품 산업 전반에 설계→제조→사용→폐기까지의 순환성 반영을 촉구함

- ESPR 발효 후 섬유·플라스틱 소재 기업은 신규 소재 개발 시 재생 원료 사용뿐 아니라 재활용 가능성 확보가 핵심 경쟁 요소로 부상하며, 물성 중심 경쟁에서 지속가능성·데이터 투명성 중심 경쟁으로 전환될 전망임
- DPP는 단순 보고 의무를 넘어 공급망·물류·재활용 체계까지 통합 관리하는 디지털 인프라로 발전할 가능성이 높음
- 자동차 내외장 부품 설계평가 지표에 재활용성 및 DPP 데이터 제공 여부가 포함될 예정이므로, 국내 소재·부품 기업은 ESPR 요건 반영, DPP 연계 데이터 체계 구축, 공급망 추적성 확보가 필요함

< DPP 순환 경제 프레임워크 >



* 출처 : wbcSD.org/Pathways/Products-and-Materials/Resources/The-EU-Digital-Product-Passport

□ LCA (Life-Cycle Assessment) 관련 규제 동향

- 자동차 산업은 기존의 배기관 중심 규제에서 차량 제조, 주행, 폐기 및 재활용을 포함하는 전 생애주기 기반 LCA 접근법으로 전환 중이며, 방법론이 확정되면 완성차사가 소재·부품사에 표준화된 LCA 데이터 제출을 요구할 가능성이 높음
- UNECE (유엔 유럽경제위원회)의 WP.29 (차량 규제 조화를 위한 세계 포럼) 산하 GRPE (Working party on pollution and energy)에서 A-LCA (Automotive life-cycle assessment) 비공식 작업 그룹을 구성하여 국제적으로 통일된 온실가스 배출량 평가 방법론을 개발 중임
- EU는 A-LCA와 병행하여 2025년까지 LCA 평가 지침을 확정하고, 2026년 6월 1일부터 완성차의 전주기 CO₂ 배출 데이터 자발적 제출을 허용할 예정임
- 이에 따라 완성차사는 향후 부품 및 소재의 제조·운송·폐기 등을 포함하는 Scope 3 전 과정 데이터를 확보해야 하며, 주요 완성차사 들은 이미 협력사에 제품탄소발자국 (PCF; Product carbon footprint) 데이터 제출을 요구하고 있음
- 완성차사는 협력사로부터 제출받은 데이터를 자체 구축한 내부 시스템에서 관리하거나 산업 데이터스페이스를 통해 안전하게 교환·공유하여, 생산 차량의 전체 탄소발자국 산정에 활용하고 있음
- PCF 데이터는 원재료 채취부터 생산·물류 단계 배출량을 포함해야 하며, 일반적으로 부품 중량의 98% 이상을 포괄하는 데이터 확보가 요구됨
- LCA 방법론 확정 후 관련 규제 도입 및 공급 조건 강화가 예상되므로, 섬유·플라스틱 소재 기업은 재활용 가능성, 재생 원료 함량, 탄소배출량 등 수치형 지표 충족 및 A-LCA 기준 환경 데이터 관리 역량을 보유해야 함
- 섬유·플라스틱 소재 기업의 경쟁력 확보를 위해, 국가 차원의 데이터 공유 플랫폼 「데이터 스페이스(산업부)」 도입에 대비하여 기업의 제조 데이터에 대한 디지털 전환 체계를 선제적으로 구축해야 함

< LCA 수행 개요도 >

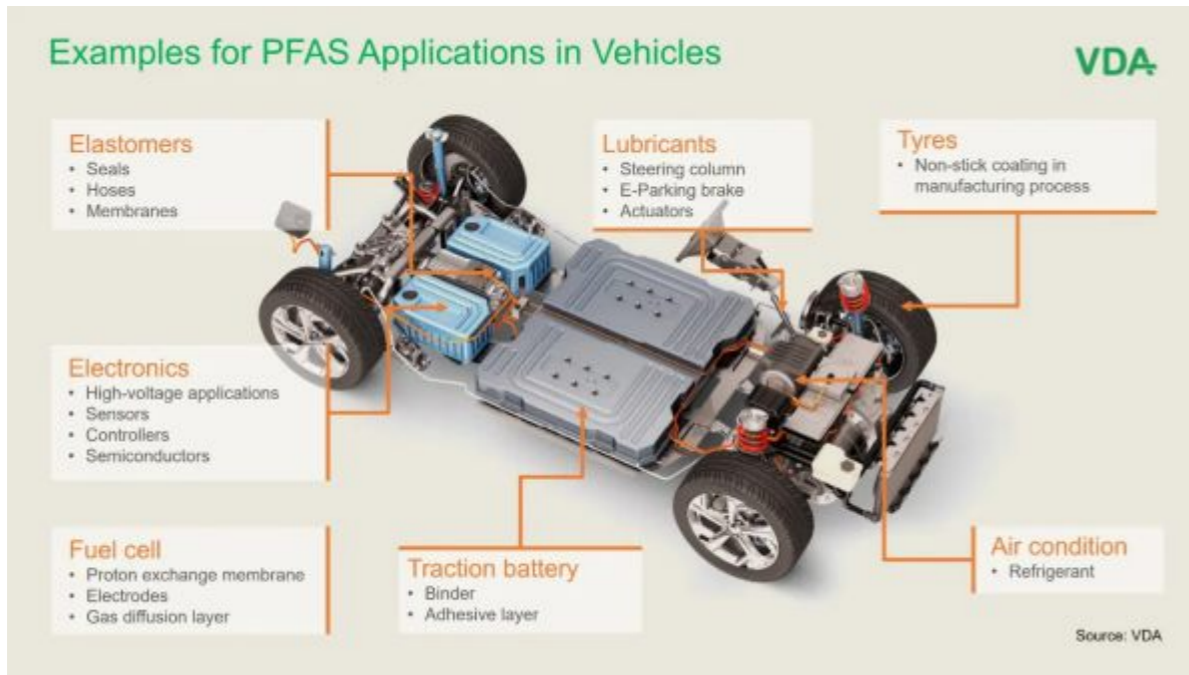


□ 화학물질 규제 - PFAS / 마이크로플라스틱 / TSCA-PBT 물질

- 플라스틱·섬유 소재 산업에 직접적인 영향을 미치는 화학물질 규제 측면에서, EU는 PFAS (Per- and polyfluoroalkyl substances) 및 의도적 마이크로플라스틱 사용 제한을 강화하고 있으며, 미국 환경보호청 (EPA; Environmental protection agency) 은 TSCA-PBT (Toxic Substances Control Act - Regulation of Persistent, Bioaccumulative, and Toxic) 규정을 통해 산업 전반의 유해물질 사용을 단계적으로 제한하고 있음
- ECHA (European Chemicals Agency)는 2023 PFAS 제한 제안 (RMOA) 이후 2025년 8월 최종안 제출 예정이며, 최대 10,000종 이상의 PFAS 물질을 단계적으로 제한하는 방향으로 조정 중임
- 일부 PFAS (PFOA, PFHxA 등)는 이미 규제안이 승인되어 2025년 10월부터 시행될 예정이며, 그 외 물질군은 용도별 농도 기준 및 금지 항목으로 관리될 예정임
- 마이크로플라스틱 규제는 2023년 10월 시행된 Commission Regulation (EU) 2023/2055에 따라, 5 mm 이하의 합성고분자 입자를 혼합물이나 제품에 의도적으로 첨가하는 행위를 단계적으로 금지함

- 향후 타이어·브레이크·도장 마모 입자 등 비의도적 마이크로플라스틱 발생 원까지 규제 확대가 논의 중이며, CO₂ + 입자 배출 통합 LCA 평가 체계로 발전할 가능성이 높음
- EPA는 2021년 최종 규정을 통해 5개 PBT (지속성·생물축적·독성) 물질인 decaBDE (Decabromodiphenyl ether), PIP (Phenol, isopropylated phosphate (3:1)), 2,4,6-TTBP (2,4,6 Tris(tert butyl)phenol), HCBd (Hexachlorobutadiene), PCTP (Pentachlorothiophenol)의 제조·수입·가공·유통·사용을 제한 또는 금지함
- PBT 물질은 주로 난연제·가소제·안정제·고무 연화제 등으로 사용되어 왔으나, 2024년 개정된 EPA 최종 규칙에 따라, 자동차 부품의 경우 PIP (3:1)은 신차 부품용 15년, 교체 부품용 30년의 유예 기간이 부여되었으며, decaBDE의 교체 부품 사용 금지 기한은 차량 수명 종료 또는 2036년 중 이른 시점으로 연장되는 등, 유럽의 즉각적인 전환 요구와 달리 미국 시장에서는 자동차 산업에 대한 장기적인 예외 조항이 적용되고 있음
- PFAS는 자동차의 와이어 절연, 전장 커넥터, 도어 실링, 트림 코팅 등에 사용되어 내열·내화학 성능을 향상하는 목적으로 사용되어 왔으나, PFAS 규제로 인해 BMW, Volvo 등은 2024년 이후 차량에 PFAS-Free 전환 진행 중임

< PFAS 물질 적용 자동차 부품 리스트 >



* 출처 : VDA

- 마이크로플라스틱 규제는 시트 직물, 도장 첨가제 등 내장 부품에 영향을 미치며, 유럽 완성차사는 Microplastic-Free 소재 로드맵을 발표하고 부품사에 마이크로플라스틱 배출 시험 및 환경 데이터 제출을 요구하고 있음
- TSCA-PBT 규제 대상 중 decaBDE 및 PIP (3:1)은 섬유·플라스틱 부품의 난연·가소제로 광범위하게 사용되고 있으며, 특히 와이어링하네스, 내장 트림, 접착·코팅 공정 등에 직접 연관되어 있지만, 규제 이행으로 미국 시장용 모델 사양이 변경되고 있음
- 화학물질 규제는 단순히 특정 물질의 사용을 금지에 그치지 않고, 소재 설계·공정·재활용성·추적성 전반에 걸쳐 구조적 대응을 요구함
- 소재 기업은 PFAS·마이크로플라스틱·TSCA-PBT 규제를 상시 모니터링하고, 사용 물질 목록 관리·대체 소재 개발·잔류/이행성 분석 역량을 확보해야 함
- PFAS 규제 발효 시 불소계 코팅·첨가제의 사용이 대폭 제한되기 때문에 비불소계 난연제, 실리콘계 코팅, 무기계 고내열 첨가제 등 대체기술 개발이 시급함
- 재활용 공정 중 PFAS 잔류나 미세입자 혼입은 재활용 플라스틱 품질이 저하를 유발하므로, 재활용 공정 검증 및 분석 체계 고도화가 필수임
- 자동차용 섬유·플라스틱 부품은 마모·열·마찰로 인한 미세입자 배출 위험도가 높아 마이크로입자 규제 강화 시 설계 및 소재의 변경이 필요할 수 있음
- 소재 기업은 글로벌 화학물질 규제 미준수 시 시장 참여 제한·벌금·리콜·인증 취소 등의 리스크가 발생할 수 있으므로, 선제 대응 및 글로벌 인증 연계 전략이 요구됨

III 미래모빌리티용 섬유 소재 기술 동향

□ 적용 부품 종류별 섬유 소재 기술 동향

- (내장 부품용 섬유 소재 기술 동향) 자동차 내장 부품용 섬유 소재는 감성 품질과 재활용성·친환경을 동시에 만족하는 방향으로 빠르게 전환되고 있음
 - 이에 따라 완성차社 들은 내장 부품용 섬유 소재에 대해 재활용 원료 비율 향상, 저VOC/무용제 가공, 접착제 최소화 등을 요구하고 있으므로, 개발 초기 단계부터 재활용성·친환경성·고감성 품질 등을 고려한 섬유 소재 개발이 요구되고 있음
 - Mercedes-Benz EQS, BMW iX의 플로어카펫에 페어망, 직물 스크랩 등을 활용한 재활용 나일론 섬유 적용을 통해 기존 소재 대비 CO₂ 배출량을 획기적으로 절감하였으며, Audi A3의 시트커버 직물에 최대 89% PET병 재활용 원사를 적용함
 - 현대 아이오닉5, 기아 EV9의 시트·헤드라이너·플로어카펫 등 주요 내장 부품에 재활용 PET 기반 섬유 소재와 바이오 기반 섬유 소재를 병행하여 사용하고 있음
 - Volvo EX30, C40은 바이오 및 재활용 자원 기반 소재 및 3D 니트 직물 등을 시트, 트림에 채택하였으며, 일본의 인조가죽 원단 업체인 Seiren社에서는 무용제 공정 및 바이오매스 소재가 적용된 내장 부품용 인조가죽 제품을 양산 중임
 - 미국의 시트 제작 업체인 Lear社에서 100% 재활용 PET 기반, 100% 재활용 가능한 PET 단일 소재 기반 내장 부품용 원단을 개발하고 있음

< 내장 부품용 섬유 소재 적용 사례 >



* 上: BMW iX 친환경 시트, 下: Volvo EX30 재활용 섬유 적용 도어트림

- (외장 부품용 섬유 소재 기술 동향) 외장 부품용 섬유 소재의 대표적인 요구 물성은 흡차음 성능·내충격성·경량화·내부식성이 있으며, 최근 환경규제 강화로 인해 재활용성 향상 및 친환경화 방향으로 개발 중이지만, 내장 부품 대비 높은 요구 물성 및 내구성으로 인해 적용 확대가 쉽지 않아 다양한 신규 기술을 도입 검토 중임
 - 테슬라 사이버트릭의 트럭베드에는 내충격성이 향상된 유리섬유 SMC (Sheet molding compound) 적용을 통해 기존 스틸 소재 대비 경량화 및 내부식성이 향상됨
 - 토요타 프리우스의 트렁크 리드 프레임에 탄소섬유 기반의 SMC를 적용하여 기존 금속 대비 큰 폭의 경량화 달성 및 내부식성을 향상함
 - 포르쉐 718 Cayman의 도어, 리어윙 등에 천연섬유인 아마(Flax) 기반의 섬유 강화복합재료(FRP; Fiber reinforced plastic)를 적용했으며, 이를 통해 환경규제 대응 및 경량화를 달성함
 - 다양한 차종의 언더바디 커버, 휠하우스 라이너 등의 흡차음 부품에 재활용 PET 기반 부직포의 무접착제 공정을 통해 제작된 소재를 적용하여 기존 플라스틱 부품 대비 경량화 달성 및 환경규제 대응하고 있음

< 외장 부품용 섬유 소재 적용 사례 >



* 上: Tesla Cybertruck 트럭베드, 下: Toyota Prius 트렁크 리드 프레임

○ (차체 부품용 섬유 소재 기술 동향) 차체 부품은 자동차의 골격으로 강성 확보를 위해 대부분 스틸 기반의 소재가 사용 중이지만, 전기차 보급이 확대되며 경량화에 대한 수요가 커지고 있음

- 기존에 금속 대체를 위해 열경화성 수지 기반의 FRP가 적용되었지만, 환경 규제 강화로 인해 재활용 및 공정 효율성 향상이 가능한 열가소성 수지 기반의 FRP 개발이 활발하게 진행 중임

- BMW는 i3의 차체 전체를 HP-RTM(High pressure-Resin transfer molding) 공정 기반의 CFRP(Carbon fiber reinforced plastic)로 제작하여 큰 폭의 경량화 및 내부식성을 달성했지만, 금속 대비 제작 공정이 복잡한 FRP 소재를 차체 전체에 적용하는 것은 비효율적이라고 판단하고 이후 7시리즈에는 차체의 일부 부품 (B/C 필라, 루프레일, 센터 터널 등)에 CFRP를 적용하는 방향으로 전환함

- Audi A8의 리어 벌크헤드, 리어 패키지셀프에 테이프 레이업 공정 기반의 CFRP 소재를 적용하여 비틀림강성, NVH (Noise, Vibration, Harshness) 저감 성능, 경량화를 확보하였음
- Volvo XC90의 후륜 샴시모듈에 HP-RTM 공정 기반으로 제작된 GFRP 리프스프링이 적용되어 경량화, NVH 저감, 피로 수명 향상, 트렁크 공간을 확보함
- Mercedes-Benz S-Class의 48V 배터리 적재함에 CFRP 오가노시트 (열가소성 수지 기반 프리프레그) 소재가 적용되어 경량화, 내식성, 공정 효율성, 환경 규제 대응 가능성을 확보함

< 차체 부품용 섬유 소재 적용 사례 >



* 上: BMW i3 차체, 下: Volvo XC90 후륜 리프스프링 서스펜션

○ (기타 부품용 섬유 소재 기술 동향) 미래모빌리티의 다기능화·고기능화로 인해 타이어 코드, 안전 부품용 직물, 필터·열관리용 섬유 소재 등의 다양한 부품에 기능성 강화 요구가 높아지고 있으며, 그에 따라 향상된 부품별 요구 물성에 대응하는 섬유 소재 기술 고도화가 가속화되고 있음

- 한국타이어는 EV용 타이어 코드로 파라아라미드를 적용하여 회전저항 감소, 강성/내열성/내피로성 향상을 통한 전기차의 고토크에 대응함
- 코로나 팬데믹 이후 항균 기능에 관한 관심이 커지며 Ford, Honda 등 다양한 완성차사에서 캐빈 에어필터에 바이러스 단백질 구조를 변형시켜 감염 능력을 상실하게 하는 레이어를 추가하였음
- Hyosung Advanced Materials는 PA66 기반 에어백용 고밀도 평직 기술을 통해 무코팅 에어백을 개발하였고 이를 통해 향후 재활용 시 고순도 폐차 기반 PA66 소재를 확보할 수 있게 됨
- 테슬라, BMW, 폭스바겐 등 다양한 브랜드의 전기차 배터리 TRB (Thermal runaway barrier)로 세라믹 섬유 기반 부직포 및 세라믹 코팅 부직포를 적용하여 열폭주 현상 지연, 화염 차단, 전기절연, 충돌 안전성을 확보함

□ 환경규제 대응형 섬유 소재 기술 동향

○ (ELV·ESPR 대응형 섬유 기술 동향) ELV 규정 개정 및 ESPR 발효로 인해 섬유 소재 적용 내외장 부품도 설계 초기 단계부터 재활용성·분해 용이성·데이터 추적성을 반영해야 하므로, 소재 개발 시 단일소재화·접착제 저감·DPP 연계 데이터화·분해 용이성 설계가 규제 대응의 핵심 전략임

- Audi는 차체 및 내장 모듈을 설계 단계부터 결합부·접착제·복합소재 적용 최소화를 고려하고 있으며, 이를 통해 내외장 부품의 분해·재활용성을 향상하고자 함
- 글로벌 완성차사에서는 도어트림, 플로어카펫 등에 단일 소재를 사용하고 핫멜트·열융착 등의 기술을 통해 접착제를 제거함으로써 분리·재활용성을 높이는 설계가 활발하게 진행 중임
- 내외장 부품의 재활용 시 자동 선별 공정을 위해 부품별 색상·라벨링을 표준화하고 재생 원료 투입 정보 및 *EoL (End-of-Life) 라우팅 데이터를 공급망 전체에서 추적할 수 있는 형태로 구축 중임

* EoL 라우팅 데이터: 부품의 차량 수명 종료 후 회수분해·재활용 경로 데이터

○ (LCA 관련 규제 대응형 섬유 기술 동향) 자동차용 부품에 대한 LCA 방법론이 정립되어 가고 있으며, 향후 탄소배출량 수치를 규제화할 가능성이 높

기 때문에 섬유 소재 기업은 사전에 친환경·바이오 섬유 개발 및 LCA 관련 데이터 관리 체계 구축이 필요함

- 섬유 소재가 적용된 내외장 부품의 탄소배출량 저감을 위해 소재 관점에서는 기존 석유계 원료 소재 사용량을 줄이고 바이오 유래 섬유나 천연섬유 사용량을 증가시키는 방향으로 개발 중임
- Volvo EX30에는 소나무 유래 바이오 소재를 채택하여 기존 소재 대비 탄소배출량을 저감 하였고, 테슬라 로드스터 프로토타입에 아마 기반 천연섬유 복합재료를 적용하기 위해 개발 중임
- 섬유 소재 적용 내외장 부품의 탄소배출량 저감을 위해 공정 관점에서는 기존 공정을 효율화하거나 후공정을 최소화하는 방향으로 개발 중임
- FRP 부품의 경우 기존의 열경화성 수지를 열가소성 수지로 변경하여 경화 공정 제거를 통한 탄소배출량을 저감하는 방향으로 개발 중이며, 도장이나 후가공이 필요한 섬유 부품의 후가공 일체 성형공정 개발을 통한 공정 간소화 및 탄소배출량 저감을 달성하고 있음

○ (화학물질 규제 대응형 섬유 기술 동향) PFAS, 마이크로플라스틱, TSCA-PBT 규제 강화로 인해 내외장 부품용 섬유 소재는 비불소·무입자·비할로젠 기술개발이 요구되고 있음

- 기존 섬유 소재에 사용되는 불소계 발수제는 환경 유해성과 인체 독성으로 EU 및 미국에서 순차 금지 중으로 BMW와 Volvo는 2024년형 차량부터 PFAS 마감을 전면 중단하고 실리콘·바이오왁스 기반 비불소 발수 기술을 적용함
- 마이크로플라스틱 규제로 합성 마이크로입자를 함유한 섬유제품의 EU 시장 공급이 2027년부터 단계적으로 금지됨에 따라 내장 부품용 직물 개발 시 입자 형태 첨가제를 제외하는 방향으로 개발이 진행되고 있으며, 바이오 분해성 미세입자 첨가 또는 무입자 코팅이 대체기술로 개발 중임
- TSCA-PBT 규제 적용에 따라 자동차 내장 부품용 섬유 소재 분야에서는 비할로젠계 난연제, 수성 PU 바인더 등이 대체재로 확산되고 있으며, Ford, GM은 PBT 무첨가 난연 직물을 적용 검토 중임

IV 자동차 산업 섬유 전문인력 현황 및 인력양성 방안

□ 국내 섬유 소재 관련 인력 현황

- 국내 섬유산업은 과거 수출 주력산업으로 고용 비중이 높았으나, 2000년대 이후 산업 구조가 전환되면서 전통 섬유공학과와의 급격한 축소가 진행되었고 1990년대 전국 주요 대학에 20여 개 이상 존재하던 섬유 소재 관련 학과는 현재 경북대, 영남대, 전북대 등 3개 대학 내 4개 학과만 운영 중임
- 이러한 섬유공학과 축소는 섬유 소재의 기초·응용 전문인력 단절을 야기하고 있으며, 섬유산업의 고부가가치화 및 모빌리티용 소재 전환기에 핵심기술 인력의 공백으로 이어지고 있음
- 미래모빌리티용 부품 산업은 소재 기술과 제품기획을 잇는 융합형 전문인력이 필요하지만, 섬유 소재 전문인력 공급 급감으로 인해 자동차를 포함한 항공·건축 등 친환경·고기능·고성능 소재 산업으로 확장되는 현 기술 수요 대응이 어려운 상황임
- 2000년대 초반까지만 해도 전국 20여 개 대학에서 섬유 소재 관련 학과가 운영되었으나, 2025년 현재 경북대학교(바이오섬유소재학과, 섬유시스템공학과), 영남대학교(파이버시스템공학과), 전북대학교(유기소재섬유공학과) 등으로 통합됨
- 섬유공학계열 평균 신입생 정원과 섬유 관련 산업현장 종사자 수는 지속적으로 감소하여 전문인력 확보에 어려움이 있으며, 특히 젊은 인력의 신규 유입이 극단적으로 감소하여 ICT 활용 비즈니스 및 신진 브랜드 육성에 어려움이 있음
- 국내 내외장 부품용 섬유 기업은 신규 인력 확보 시 섬유공학 전공자가 부족하여 타 전공(화학·고분자·신소재 공학 등) 인력을 리스킬링하여 대응 중이지만, 섬유 소재 구조·방사·물성 평가 등의 특화 기술을 단기간 내 습득하기 어려워 R&D 효율성이 저하되고 있음
- 최근 섬유산업 수요 연계형 실습 교육 장비의 노후 및 예산 부족으로 인해 현장 수요 맞춤형 인재양성에 어려움이 있어 내외장 부품용 친환경·고기능·고성능 섬유 소재와 같은 신산업 수요 대응을 위한 실무형 전문인력의 부족 현상 발생함

□ 미래모빌리티용 섬유 소재 기술 대응형 인력양성 방안

- 자동차 산업의 전동화·자율주행화·친환경화에 따라 경량화·친환경 부품·절연·방염 섬유 등 미래모빌리티용 섬유 소재 개발 수요가 증가하고 있지만, 섬유공학 전공 인력의 감소, 현장 수요 맞춤형 실습 인프라의 부족으로 인해 신규 기술 수요에 대응할 전문인력이 부족함
- 미래모빌리티용 섬유 소재 분야는 소재, 공정, 성능평가, 제품화, 환경규제 대응까지 가능한 기술형 인재 양성이 필요하기 때문에 정부·대학·연구기관·기업 간 연계형 교육모델, 실습 중심의 맞춤형 커리큘럼, 디지털 전환(DX) 기반 시뮬레이션 교육 체계 구축이 필요함
- 미래모빌리티용 부품의 경량화·친환경화·고기능화를 대응하기 위해 다양한 섬유 소재 개발이 필요하기 때문에, 통합된 섬유 유관 학과(화학·고분자·신소재 공학 등)에 섬유공학 관련 핵심 강의(섬유재료학, 복합재료공학, 부직포공학 등) 개설을 통한 섬유공학 관련 기초 지식 확보가 필요함
- 독일, 일본의 “Dual System”을 벤치마킹하여 대학·연구기관·기업이 공동으로 커리큘럼을 설계하고, 학생이 학기 중 현장 프로젝트를 수행하며 실제 제품 개발 및 시험평가 프로세스를 경험하는 형태로 운영하여, 산업현장에 즉시 투입 가능한 인재 확보가 가능함
- 4차 산업혁명 기술이 섬유산업에도 확산됨에 따라, 디지털 트윈, AI 기반 소재 설계, CAE (Computer aided engineering) 역량을 갖춘 기술 인재 확보가 중요해짐에 따라 섬유 소재의 방사, 적층, 성형공정을 가상 환경에서 시뮬레이션하고 물성·LCA 결과를 예측할 수 있는 디지털 공정 설계 전문가 양성이 필요함
- 감소하는 섬유공학 전공 인력을 보완하기 위해 기존 섬유패션 관련 기업 재직자 대상으로 내외장 부품용 섬유 소재 관련 교육 프로그램을 주기적으로 운영하여 기존 의류·패션 중심 인력을 복합소재·자동차 부품 기술 인력으로 전환하고 정부의 인재양성 사업과 연계해 재직자 중심 리스킬링·업스킬링 트랙을 구성하는 것이 필요함

□ 미래모빌리티용 섬유 소재 현안에 대한 결론

- 미래모빌리티 전환은 물성 향상 중심의 개발을 넘어 전 생애주기 기반 지속가능성 확보로 방향이 바뀌고 있으며, ELV·ESPR·A-LCA와 같은 글로벌 환경규제 강화로 인해 소재 단계부터 재활용성·분해성·추적성과 탄소배출량 데이터를 확보해야 시장 진입이 가능한 시스템으로 바뀌고 있음
- 섬유 소재 기업의 역할은 단순 소재 공급을 넘어, 설계-공정-폐기 전 과정 데이터를 통합 관리하는 환경 데이터 기반 기술 기업으로의 전환이 필수적임
- 섬유 소재 기업 경쟁력은 소재 개발 능력뿐만 아니라 규제 대응 능력, 자원 순환성 확보 능력, 환경 데이터 투명성으로 결정되기 때문에 탄소배출량, 재생 원료 비율, 폐기율을 측정해 DPP와 실시간 연동하고 공급망 전반에 신뢰성 있는 환경 데이터를 제공해야 함
- 미래모빌리티용 섬유 소재 적용 부품 설계 단계에서는 단일소재화, 접착 최소화, 표준화된 표면·색상·라벨링, 부품 ID와 DPP 연계를 통한 폐기 후 재활용 효율을 높여, 환경규제 준수 및 원가·리스크 저감을 동시에 달성하는 수단으로 사용할 수 있음
- 미래모빌리티용 섬유 소재는 내장 부품에는 재활용 PET, 바이오 원료 식물, 3D 니트 구조 등 저탄소·저VOC 소재가 확대되고 있고 외장·차체 부품은 열가소성 CFRP와 천연섬유 복합소재로 전환이 진행되고 있지만, 구조용 부품 적용은 충돌·피로 내구성 기준을 충족해야 하므로 신뢰성 검증 연구가 필요함
- 미래모빌리티용 섬유 소재 적용 부품 공정 측면에서는 복합재료 제조공정 자동화, 공정 간소화가 중요하며, 에너지·사이클 타임 절감을 통한 탄소배출량 저감이 필요하기 때문에 복합소재의 열가소성 수지 전환을 통한 재활용성 향상 및 제조공정 자동화·간소화로 경쟁력 확보할 수 있음
- PFAS·마이크로플라스틱·TSCA-PBT 규제와 같은 화학물질 규제 강화로 기존 첨가제 사용이 어려워지고 있기 때문에, 첨가제의 비불소화·비할로젠화·무입자화가 필요함

□ 자동차 산업 섬유 전문인력 현안에 대한 결론

- 미래모빌리티 전환으로 차체·내외장·경량화 부품 전반에서 섬유 소재 활용이 확대되고 있으나, 국내 섬유공학 인력은 학과 축소와 산업 기반 약화로 전문인력 공급 기반이 약화되어 소재 수요 증가에 대응하기 어려운 상황임
- 미래모빌리티 소재 분야는 경량화·안전성·재활용성뿐 아니라 ELV·ESPR·LCA 기반의 환경규제 대응이 필수적인 복합 기술영역으로, 소재-공정-규제를 아우르는 융합형 전문인력 확보가 시급함
 - 기존 화학·고분자 중심 인력만으로는 신기술 수요를 충족하기 어려우며, 섬유 소재 특화 리스킬링과 OEM-부품사-소재기업이 공동 참여하는 Dual System형 현장기반 교육체계 구축이 요구됨
- 이에 산업계 수요에 기반한 산학 연계 교육과정을 개발하고, 대학 교육과정의 표준화 방향을 제시하여 섬유-화학-자동차 융합형 커리큘럼과 실습 중심 교육 확대를 견인해야 함
 - 디지털 트윈·AI 소재설계·CAE 등 디지털 역량을 핵심 직무요소로 정의하고 교육과정에 신속히 반영되도록 조정할 필요가 있음
 - 화학·고분자·재료 등 타 전공자를 위한 리스킬링 체계 마련을 통해 산업계의 전문인력 공백을 해소해야 함
 - 산학 프로젝트형 교과목 확산과 장비 실습·시뮬레이션 기반 교육 강화를 위한 대학-기업간 파트너십 구축을 지원해야 함
- 궁극적으로 미래모빌리티 섬유소재 산업의 지속 가능한 경쟁력은 전문인력을 안정적으로 공급할 수 있는 인재 생태계 복원에 달려 있으며, ISC가 산업계·학계·정부를 연계하여 교육-훈련-정책을 통합 조정하는 인력양성 시스템을 마련해야 함
 - 정부 인력양성 정책과 산업·학계 수요를 연결하여 미래모빌리티 섬유소재 분야 인재 생태계 강화를 위한 정책 제안과 신규 사업 연계를 추진해야 함

<참고문헌>

- 1) KEIT 이슈픽 (2024-12월호), 한국산업기술기획평가원
- 2) 친환경/바이오 소재·재료 기술 및 시장 전모와 사업화 전략, IRS Global
- 3) Regulation on End-of-Life Vehicles (ELV) Proposal, European Commission
- 4) Regulation (EU) 2024/1781 on Ecodesign for Sustainable Products (ESPR), European Commission
- 5) Automotive Life Cycle Assessment (A-LCA) Methodology Development Status Report, UNECE WP.29/GRPE
- 6) PFAS Restrictions under REACH, European Chemicals Agency (ECHA)
- 7) Persistent, Bioaccumulative, and Toxic (PBT) Substances Final Rules, U.S. Environmental Protection Agency (EPA)
- 8) Microplastics Restriction (EU) 2023/2055, European Chemicals Agency (ECHA)

2025년 하반기
섬유제조·패션산업 ISC
이슈리포트

발행처 : 한국섬유산업연합회
홈페이지 : www.kofoti.or.kr
주소 : 서울 강남구 테헤란로 518
(대치동) 섬유센터 16층
전화 : 02-528-4047
발행일 : 2025. 12. 5.

<비매품>

Copyright©2025 by KOFOTI, All rights reserved.

[비매품] 본 보고서의 저작권은 한국섬유산업연합회에 있습니다.
저작권법에 의해 한국 내에서 보호를 받는 저작물이므로 무단전재와 무단복제를 금합니다.

2025년 하반기

섬유제조·패션산업 인적자원개발위원회(ISC)

이슈리포트(ISSUE REPORT)