
우주항공 · 방산 시대에 대응한
탄소복합재 경쟁력 강화 전략

2022. 12.

산업통상자원부
섬유탄소나노과

목 차

I . 추진 배경	1
II . 글로벌 탄소복합재 동향	3
III . 국내 탄소복합재 경쟁력	5
IV . 정책적 시사점	7
V . 탄소복합재 경쟁력 강화 전략	8
1. 고성능 탄소복합재의 기술 자립화	9
2. 세계 정상급 기업으로 성장 지원	12
3. 탄소복합재 활용 촉진으로 내수 확대	15

◇ 우주항공·방산 시대 도래, 고강도 경량의 탄소복합재 수요 급증 전망

* 탄소복합재: 탄소섬유와 이를 활용한 중간재 및 부품

- 우주항공 분야에서 무게 절감은 발사 비용의 감소*와 운송 능력 향상, 방산에서는 탑재량 증가와 사거리 연장의 효과

* 우주항공 분야 무게당 비용: 우주왕복선 4,300만원/kg, 초음속 민항기 140만원/kg

- 이에, 발사체 동체나 위성 구조체에 탄소복합재가 필수로 쓰이고 항공기의 동체 및 날개*에 탄소복합재 사용이 점차 확대

* 항공기 동체의 탄소복합재 적용비율: 보잉 B787(50%), 에어버스 A350(52%) 등

◇ 한편, 탄소복합재의 높은 기술장벽으로 일부 국가가 시장을 독과점

- 탄소복합재의 소재인 탄소섬유는 4개국(美/日/獨/中)이 시장의 90% 이상을 점유하고 특히 우주항공·방산용은 美, 日이 87% 차지*

* (日) Toray 45%, Teijin 15%, Mitsubishi 5%, (美) Hexcel 13%, Cytec 9%

- 또한, 방산에 주로 쓰이는 고성능 탄소섬유는 전략물자로 분류되어 있어 조달이 쉽지않는 등 수급에 애로

◇ 우리도 탄소복합재 경쟁력을 제고해 선진 대열에 빨리 합류할 필요

- 선진국 수준의 경쟁력 확보시, 우주항공·방산 수요에 힘입어 커질 약 100조원*의 탄소복합재 시장에서 입지 확대가 가능

* 글로벌 탄소복합재 시장 규모: '21년 24.6조원 → '30년 101.7조원

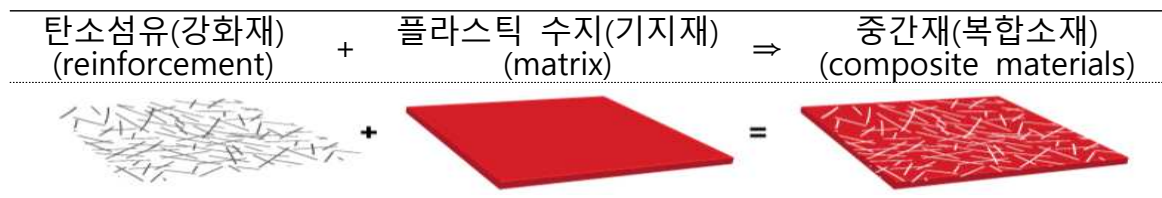
- 아울러 고성능 탄소복합재의 내재화 및 공급망 강화로 우리 정부의 우주항공 및 K-방산 육성 정책*을 든든히 뒷받침

* '35년 7대 우주 강국 도약, K-방산 첨단전략산업 육성 등

< 탄소복합재 개념 및 중요성 >

① 개념 및 활용

- 탄소섬유* 및 탄소섬유에 플라스틱 수지 등을 첨가해 만든 중간재, 이를 이용한 부품으로 고강도 경량(철의 1/4 무게, 10배 강도)이 특징
- * 강도 구분(도레이예): 범용 4.9GPa ↓ (T700), 고성능 5.5GPa ↑ (T1000, T1100)
- 범용 탄소복합재는 스포츠·레저(낚시대, 골프채 등), 자동차(휠, 수소저장용기 등), 에너지(풍력 블레이드 등) 등에 활용되고 고성능은 우주(발사체, 위성 등), 항공(동체, 날개 등), 방산(미사일 등)에 활용



② 경제적 합의

- ‘경량=수익’인 모빌리티 분야의 필수 소재인 바, 우주항공 시대가 본격화되면 그 자체가 성장동력 가능(‘30년 세계시장 100조원 추정)
- * 무게당 비용절감 효과: 우주왕복선 4,300만원/kg, 초음속 민항기 140만원/kg
- 반값 생산*이 이뤄지면 탄소복합재의 비싼 단점이 해결되어 철, 알루미늄 등을 대체하면서 ‘미래 산업의 쌀’ 현실화
- * 현재 \$20/kg인 것을 미국은 \$12.6/kg, 일본은 \$10/kg을 목표로 R&D 투자 중

③ 안보적 합의

- 범용 탄소섬유*는 자립화에 성공하여 수소저장용기 등에 국산을 쓰고 있으나 방산 등에 쓰이는 고성능은 수입에 의존
- * ‘11년 세계 4번째로 탄소섬유 개발 및 ‘13년 양산에 성공
- 고성능 未자립일 경우, 해외 의존도 증가 예상
- * (세계시장 점유율) 日 65%, 美 22%, 기타 13%

◆ 우주항공·방산 수요로 인해 탄소복합재의 고성장이 기대됨에 따라
시장지배력 강화를 위한 연구개발 확대, 생산능력 확충 등 추진

□ 【시장】 우주항공·방산 수요가 탄소복합재 시장 성장을 견인할 전망

- 우주항공·방산용 탄소복합재의 시장 규모는 현재보다 약 5.3배인 '30년 57조원으로 성장하여 용도별 시장*에서 약 56% 차지

* '30년 용도별 시장: 우주항공·방산(56.0%), 풍력(12.3%), 자동차(6.1%), 스포츠·레저(4.8%)

- 특히 항공기, 위성 등에 사용되고 있는 고성능 탄소복합재는 향후 UAM, 드론 등에 적용되어 '30년 종류별 시장의 약 58% 점유

* '30년 종류별 시장: 범용(강도 4.9GPa ↓) 42%, 고성능(강도 5.5GPa ↑, 탄성률 340GPa ↑) 58%

- 선진국 환경규제*가 강화됨에 따라 이에 대응하기 위한 폐탄소 복합재의 재활용 시장도 형성되기 시작('22년 1,400억원, 연평균 16% 증가 전망)

* (EU) 자동차/항공기에서 나오는 폐탄소복합재 중 85~95%를 재활용하도록 규정('15년)

□ 【기술】 고성능 탄소복합재 개발 완료로 생산비 절감 기술에 집중

- 고강도(6.4GPa) 탄소복합재를 넘어 초고온·극저온의 극한 환경에서 쓰일 초고강도(7.0GPa이상) 탄소복합재 개발을 '14년에 완료*

* 日 Toray社は '14년에 인장강도 7.0GPa급 탄소섬유 개발

- 탄소복합재의 가격 부담이 줄도록 탄소섬유 생산단가*를 낮추기 위한 저가 전구체(원료물질) 개발**이나 생산공정 최적화를 추진

* 탄소섬유 원가 구성(美, '20, ORNL) : 전구체 50%, 열처리 40%, 기타 10%

** (日) 의류용 아크릴 섬유 등을 적용한 저가형 전구체 중합 및 방사 기술개발('16년)
(美) 플라즈마 안정화+마이크로웨이브 이용한 저에너지 탄화공정 개발('14년)

- 대량생산(짧은 공정시간), 재활용(친환경), 가공성(성형, 조립, 접합) 등의 장점을 갖춘 열가소성 탄소복합재 개발*도 진행

* 美Collins Aerospace社: 최대 크기의 열가소성 복합재 생산(길이 7m, 넓이 60cm)('22년)

□ **【기업】 시장지배력 강화를 위한 생산능력 확충 및 수직계열화 추진**

- 선도 기업들은 고성능 탄소복합재의 제품 개발을 이미 완료*하고 최대 시장인 미국을 중심으로 생산라인의 신·증설** 투자를 단행

* (日Toray) TORAYCA® MX ('18); (美Solvay) SolvaLite 730('17); (美Hexcel) HexPly 8552('16) 등

** (日Toray) 미국에 세계 최대 규모의 탄소섬유 공장 건설을 위해 10억달러 투자

- 또한, 소재에서 중간재로 사업 영역을 수직 확장*하고 자동차에서 우주항공 등으로 제품을 다양화하는 형태의 인수합병**을 추진

* (日Toray) 네덜란드 탄소섬유복합재 기업 TenCate를 9억3,000만 유로에 인수('18년)

** (美Hexcel) 프랑스 우주·방산용 복합재 기업 Structil SA 인수('17년)

- 친환경 이슈에 대응하여 폐탄소복합재의 재활용 영역까지 사업을 확장하여 기업 이미지 향상 및 경쟁우위 확보에 노력

* (日 Mitsubishi) 탄소섬유 재활용 기업인 CarboNXT 인수('20년)

□ **【정책】 ‘미래 산업의 쌀’인 탄소복합재의 개발·활용에 전략적 투자**

- 미국은 탄소복합재 산업의 부흥과 공급망 보호를 국가적 의제로 격상('21년 행정명령)하고 연구개발 확대* 및 민간과 협력을 강화

* '11년~'17년까지 기존 대비 50% 비용 절감이 가능한 탄소섬유를 개발하기 위해 美 에너지부(DoE)는 Oak Ridge 국가 랩팩토리에 약 870억원 투입

- 일본은 세계 최고 수준의 기술력을 바탕으로 우주항공, 자동차 등 모빌리티 분야에서 탄소복합재의 적용 확대*를 지원

* '22년까지 자동차 등 수송기기 50% 경량화를 목표로 탄소복합재 R&D를 지원

- 독일은 탄소복합재를 경량화 핵심 기술로 선정하고 연구개발 지원 뿐 아니라 탄소복합재 시생산 인프라*를 운영

* Open Hybrid LabFactory('14~'16년, 830억원 투자): 실험실 장비, 생산 시스템 및 기술인력을 갖추고 항공, 자동차 분야의 탄소복합재 제작·시험 서비스 제공

- 중국은 탄소복합재 국산화율 70% 달성을 목표로 클러스터*(2개)와 산업단지(7개)를 조성하고 연구개발~양산~확산 등 전주기 지원

* 린강탄소섬유클러스터(약 950억원 투자) 및 핑량반도체탄소섬유클러스터(약 454억원 투자)

◆ 내수시장이 협소함에도 범용 탄소복합재의 자립화를 달성했으나
항공우주·방산용 고성능 탄소복합재 분야는 선진 대비 열위

□ 【내수】 배후 수요인 우주항공 기반이 약해 탄소복합재 시장이 협소

○ 항공기 제조업체 부재 등으로 인해 국내 탄소복합재 시장 규모는 '21년 6,327억원으로 세계 시장에서 비중*은 약 2.6% 수준

* '21년 지역별/국가별 비중: 유럽(32.2%), 미국(25.8%), 중국(22.5%), 일본(8.4%), 한국(2.6%)

○ 우주항공보다는 스포츠·레저, 수소차 압력용기, 풍력 블레이드 등 분야의 수요가 많아 범용 탄소복합재가 주종을 차지

* '21년 용도별 내수 : 우주항공·방산(15.6%), 스포츠(22.7%), 자동차(23.3%), 풍력(22.3%)

- 또, 우주항공용 탄소복합재 부품을 제조·수출하고도 있으나 그에 쓰이는 탄소섬유는 국산이 트랙 레코드가 부족해 외산을 선호*

* 국내 약 77%의 업체가 제품의 품질, 신뢰성, 인증의 이유로 해외업체를 선호

□ 【기술】 범용 탄소복합재는 자립을 달성했으나 고성능은 아직 부족

○ 세계 4번째 탄소섬유 개발에 성공*('11년)한 후, 범용 탄소복합재는 원천기술부터 양산까지 선진 수준의 기술력을 확보

* H社は '11년 탄소섬유 기술개발에 성공하고 '13년 연산 2천톤의 생산공장 완공

○ 한편, 고성능 탄소복합재 기술력은 선진 대비 75% 수준으로 평가

- 올해 3번째로 고강도 탄소섬유*(인장강도 6.4GPa) 개발에 성공했으나 파일럿 수준이고, 초고강도 탄소섬유(7.0GPa)는 기술 부재

* H社は 산업부 민군기술협력 사업을 통해 '22.8월 고강도 탄소섬유 개발 완료

- 또한, 고강도 탄소섬유가 들어간 고품질 중간재 및 부품을 제조하는 기술력도 낮은 수준*

* 중간재는 최고 선진국인 일본 대비 70%, 부품은 최고인 유럽 대비 70% 수준

□ 【기업】 글로벌 선도 수준은 아니나 비교적 높은 역량과 잠재력 보유

- 국산 탄소섬유*의 현재 생산량은 세계의 4.0% 수준이나 추후 생산 라인을 증설해 '28년 24,000톤 생산시, 글로벌 톱3** 진입이 가능

* H社 탄소섬유 생산량 확대 계획: ('22년) 연간 6,500톤 → ('28년) 24,000톤

** '28년 세계 생산량 21.5만톤의 11% 차지(Toray(6.9만톤)/H社(2.4만톤)/SGL(1.9만톤))

- 또한, 국산 탄소복합재 부품이 글로벌 우주항공 업체에 납품*되고 있는 만큼 트랙 레코드가 뒷받침된다면 수출 증가가 기대

* K社는 Boeing社에 전방동체, K'社는 Airbus社에 날개부분을 납품

- 국내 기업들도 UAM, 전기·수소차 등 미래 모빌리티로 인해 탄소 복합재 시장이 고성장할 것으로 평가하고 생산설비 신증설* 추진

* 신규 설비 450억원(ㄱ社), 자동화 도입 400억원(ㄴ社), 생산 라인 증설 50억원(ㄷ社) 등

- 환경규제 및 재자원화에 대응해 폐탄소복합재 재활용*에도 진출

* C社는 재활용 사업 진출('17년 설립, '30년까지 5,000톤 시설확대 계획)

□ 【정책】 탄소복합재 투자를 확대해 왔으나 우주항공·방산 분야 미흡

- 탄소소재법 제정('16년), 탄소산업진흥원 설립('21년) 등 탄소복합재 육성을 위한 종합지원체계를 마련하고 R&D* 등 지원을 확대

* 탄소복합재 지원 규모('11~'22년): 총 5,549억원 / ('11년) 248억 → ('22년) 491억

- 그 결과, '13년 탄소섬유 양산에 성공하고 금년 8월 고강도 탄소 섬유(인장강도 6.4GPa) 개발에 성공하는 등 세계 3위의 기술력 확보

* 고성능 탄소섬유 기술력 평가(최고수준=100): 일본(100), 미국(90), 한국(85), 중국(60)

- 그러나 국내 수요가 있는 수소차, 풍력 등 모빌리티 및 에너지에 집중한 결과, 우주항공·방산 분야는 지원이 상대적으로 부족*

* 우주항공·방산 분야 R&D 지원 규모('11~'22년) : 392억 (탄소복합재 전체 R&D의 8.5%)

- 또한, 기술개발 외 신뢰성 확보, 트랙레코드 축적 등 국산 소재·중간재의 우주항공·방산 분야 실적용을 위한 연계 지원도 미흡

◇ 고성능 탄소복합재 기술력 확보를 위해서는 과감한 투자가 필요

- 범용 탄소복합재 既자립화, 고강도 탄소섬유 개발 성공 등 기술과 경험이 축적된 만큼, 집중 투자*한다면 고성능 분야도 자립화 가능

* (日) 항공기 경량화 관련 고내열 소재·열가소성 복합재 개발에 560억원 투자('20~'24년)

- 우선, 개발된 고강도 탄소섬유 양산 및 초고강도·초고탄성 탄소섬유 기술개발을 추진하고 이를 활용한 중간재·부품의 고품질화 추진

* 초고강도는 미래모빌리티, 초고탄성은 인공위성 적용을 위해 '28년까지 소재 개발 추진

◇ 세계 정상급 기업으로 성장하도록 민간투자 등을 적극 발굴·지원

- 글로벌 시장지배력이 강한 선도기업, 강소기업이 되기 위해서는 기술뿐 아니라 생산능력 확충*을 통한 원가 경쟁력 확보가 중요

* 日 Toray는 '23.9월까지 초고강도 탄소섬유 생산능력 2배로 확대(총 15백만 달러)

- 국내기업의 생산라인 신증설 투자를 활성화하고 해외인증 획득*, 제조공정 디지털화 등을 지원해 품질의 신뢰성을 향상

* 현재 국내 기업의 해외인증(美 NCAMP) 획득 사례 無

◇ 국내시장이 산업 성장에 토대가 되도록 탄소복합재 활용을 촉진

- 국내 전기·수소차 보급 확산, UAM 개발 및 생산 등이 본격화된다면 탄소복합재의 내수 시장이 예측보다 증가*할 전망

* UAM 시장 수요로 인한 내수 증가분: '30년 1,314억, '40년 1조 2,386억원

- 우주항공·방산 분야 탄소복합재 확대를 위한 대규모 실증 프로젝트를 추진하고 탄소복합재 시생산 인프라* 및 재활용 체제 구축

* (독일) 탄소복합재 연구 및 생산을 동시에 지원하는 인프라 구축('16년)

【비 전】

2030년 탄소복합재 선도국가 진입

【목 표】

기술 향상

탄소섬유
85%('22) → 100%('30)

기업 육성

강소기업
3개('22) → 10개('30)

시장 창출

내수시장
0.7조원('22) → 6.4조원('30)

【정 책 과 제】

고성능
탄소복합재의
기술 자립화

- ① 고성능 탄소섬유의 핵심기술 확보
- ② 중간재 및 부품 공정기술 고도화
- ③ 저가형 탄소섬유의 요소기술 개발

세계 정상급
기업으로
성장 지원

- ④ 생산라인 신증설 투자를 전방위 지원
- ⑤ 국산 탄소복합재의 글로벌 신뢰성 제고
- ⑥ 제조공정의 디지털 트윈 구축 및 확산

탄소복합재
활용 촉진으로
내수 확대

- ⑦ 우주항공 분야 3대 실증 프로젝트 추진
- ⑧ 한국판 탄소복합재 랩팩토리 구축
- ⑨ 폐탄소복합재의 재활용 생태계 조성

① 고성능 탄소섬유의 핵심기술 확보

◆ 현재 파일럿 수준인 **고강도 탄소섬유**는 양산기술 확보에 주력하고
초고강도·초고탄성 탄소섬유는 원천기술 개발을 추진

□ **(고강도 탄소섬유)** 탄소섬유(인장강도 6.4GPa)의 대량 생산을 위해
공정 최적화, 품질 안정화 등 기술을 고도화

○ 저온(200-300℃) 내열화 공정, 고온(800-1500℃) 탄화 공정, 고강도
표면처리 기술, 섬유 사이징(sizing) 기술 등 4대 분야에 집중

□ **(초고강도 탄소섬유)** 미래 모빌리티*의 초경량 및 고안전성을 보장
하는 탄소섬유(인장강도 7.0GPa 이상)로 3대 원천기술 개발을 추진

* UAM의 동체, 날개, 로터 블레이드, 추진체계, 연료탱크 등에 사용되며, 현재 日
Toray社は 美Overair社 UAM(6인승)에 독점 공급

○ 배향도·결정구조 제어의 중합 기술, 나노 크기의 결합까지 제거
하는 방사 기술, 그라파이트 치밀화 열처리 기술 등

□ **(초고탄성 탄소섬유)** 우주왕복선이나 인공위성*이 극한 우주 환경에서
변형을 일으키지 않고 치수 안정을 도모해 주는 탄소섬유로 PAN계
초고탄성 탄소섬유 원천기술 개발을 지원

* 우주왕복선(동체, 연료탱크 등) 및 인공위성(전지판, 안테나 등)에 사용

○ 고분자 중합 기술(분자량 15만 이상이고 분포 1.7이하), 미세섬유 고배향
의 방사 기술, 2,500℃ 이상 초고온의 열처리 기술 등

☞ **정부 우주발사체·UAM 사업일정***에 맞춰 '**28년까지 기술력 확보를
목표로 하되, 앞선 성공 경험을 고려해 민군기술협력사업으로 추진**

* 한국형발사체고도화(~'27), 차세대발사체개발(~'30), K-UAM 본격상용화(~'30)

② 중간재 및 부품 공정기술 고도화

◆ 중간재의 **고내열성과 속경화를 향상시켜주는 수지를 개발**하고 부품의 경우, **3D 프린팅 등 선진화된 공법**을 도입

□ **(중간재)** 자동차·항공기용 범용 수지의 세계 1등 기술력*을 바탕으로 우주발사체, UAM 등에 쓰이는 고기능성 수지를 개발

* 국내 K社は 에폭시 수지의 글로벌 생산능력 1위(82만톤/년, '21년 기준)

○ 우주발사체의 페어링 로드, 화성 탐사기의 외부 판넬 등 제작에 필요한 300℃ 이상을 견디는 열경화성 수지

○ UAM 대량생산을 위해 중간재 경화시간을 절반*으로 단축시키는 열경화성 수지 및 재활용성이 뛰어난 열가소성 수지

* 현재 2시간 이상 소요되는 경화시간을 1시간 이내로 단축시 생산성 2배 향상 기대

□ **(부품)** 탄소복합재 부품의 품질향상과 저비용·고속생산을 가능하게 해주는 선진화된 공법인 탈오토클레이브 공정기술*을 개발

* 오토클레이브 공정: 고가의 장비(30억), 고온(180℃)·고압(6기압)의 긴 공정(12시간)을 요구하여 탈오토클레이브 대비 2배의 비용 발생

○ UAM 기체부품 제작과 관련 3D 프린팅 공법을 응용한 고속·정밀 (속도 65g/min 이상, 적층두께 0.5mm 이하)이 가능한 가공기술

○ 민항기 날개부품 개발시 액상 성형공법*(RTM)을 기반으로 공극률 1% 미만(現 5%) 및 섬유 체적률 65%를 보장하는 성형기술

* 닫힌 금형 내부에 있는 탄소섬유에 액체 수지를 주입하는 공법

○ 조종면 부품 생산과 관련 자동적층공법을 활용해 성형시간 30% (최대 적층속도 60m/min) 이상 절감을 구현하는 공정기술

☞ **중간재(수지)의 특성에 따라 부품의 성형법도 달라지는 바, ‘수지+공정기술’을 묶은 ‘패키지형 R&D 사업’ 추진**

③ 저가형 탄소섬유의 요소기술 개발

- ◆ 탄소복합재의 핵심 요소인 탄소섬유를 반값 생산*(\$20/kg→\$10/kg) 하기 위해 저가 전구체 및 저에너지 공정기술 개발에 도전

* 반값 탄소섬유는 경량화 소재 시장의 게임체인저로 철, 알루미늄 등 대체 가능

- (전구체) 현재 전구체로 PAN 섬유가 주로 쓰이고 있는데 탄소섬유 생산비용의 50%를 차지*하는 바, 이를 대체할 저가 전구체를 개발

* PAN계 탄소섬유 원가 구조('20년 ORNL) : 전구체 50%, 열처리 40%, 기타 10%

** 현재 저가 레이온계 섬유 기술개발 진행 중('20~'24년, 47억원)

- 가격, 가공 등이 우수한 의류용 아크릴이나 리그닌을 저가 전구체 후보로 정하고 이를 사용한 탄소섬유 생산단가*는 \$10/kg를 목표

* 美에너지부(DoE) \$12.6/kg, 日신에너지·산업기술 종합개발기구(NEDO) \$10/kg 목표

구 분	프로젝트 내용
美 에너지부	오크리지 연구소 등 18개 기관의 컨소시엄이 기술개발('10-'17년, 16백만불)을 추진했으며 별도의 시생산(37백만불)도 지원한 후, 민간업체에 기술 이전
日 NEDO	NEDO는 '30년 저비용·고성능 탄소섬유 실용화를 목표로 도쿄 대학 등 8개 기관이 참여하는 컨소시엄을 구성해 기술개발 추진 (100억원, '20~'30년)

- (공정기술) 탄소섬유 생산비용의 40%가 열처리 공정에서 발생하는 만큼 에너지 소비를 60% 이상 감소시켜 주는 신공정을 개발

- PAN 섬유의 산화공정에 전기에너지 대신에 플라즈마를 활용하고 탄화 및 고온 열처리에 오븐 대신에 마이크로웨이브 활용 등

* 美오크리지 연구소의 연구 결과, 플라즈마나 마이크로웨이브 공법을 활용할 경우 공정 시간을 최대 3배 단축하고 산화공정에서 75% 에너지 절감 가능

☞ 미국과 일본의 사례처럼 전구체 선정부터 공정기술 개발, 시생산 등에 이르는 전주기형 R&D 사업을 통해 조기 상용화를 도모

4 생산라인 신증설 투자를 전방위 지원

- ◆ 국내 탄소복합재 기업의 생산시설 확충 등 투자(약 2.1조원*) 계획이 원활히 이행될 수 있도록 금융, 세제 등 적극 지원

* (21개社 2조 901억원 투자, ~'30년) 생산시설 1조 6,256조원, R&D 4,645억원 투자

- (금융지원) 기업들의 설비투자 및 연구개발에 대한 부담을 줄여주기 위해 이차보전 등을 통한 장기 저리 융자(年 3,000억원)를 지원

* (기준 사례) 금리우대는 1.0~2.0% 감면, 상환은 시설자금 8년/기술개발 5년

** 산은·기은 대출 및 신보 보증지원('23년, 1,500억원), 이차보전('24년~)

- '탄소복합재 산업 육성을 위한 이차보전 사업 운영 규정'*(산업부 고시)을 마련하고 금융권과 협의를 통해 상세 사업 설계

* 지원조건, 이차보전 한도 및 기간, 지원대상 선정 방식 등 규정

- (세제지원) 연구개발 및 사업화에 대한 세액공제를 받을 수 있도록 탄소복합재를 신성장·원천기술* 범위에 적극 반영

* 신성장·원천기술 관련 연구개발비에 대해 최대 40% 세액공제 및 사업화를 위한 시설 투자에 대해 최대 15% 세액공제(조특법 제10조, 제24조)

- 고성능 탄소복합재 외에도 범용 탄소복합재 분야 신기술*도 포함 되도록 매년 신성장·원천기술 개정시 소관부처와 협의

* (예) 스텔스 성능을 보유한 탄소복합재 제조기술 등

- (애로해소) 탄소복합재 얼라이언스*('23년 발족)에 투자촉진 분과를 구성하여 기업투자와 관련된 애로사항을 체계적으로 발굴·관리**

* 기업의 투자프로젝트 현황을 주기적으로 점검하고 *규제·제도 개선안, *신속·유연한 행정 지원 방안, *인센티브 확충안 등 마련 및 정부 건의

- 특히, 규제 관련 사항은 산업부 소관일 경우 '투자프로젝트 점검 회의', 다부처 경우에는 범정부 '경제규제 혁신TF'를 통해 해소

5 국산 탄소복합재의 글로벌 신뢰성 제고

◆ 국산 탄소복합재에 대한 인식 개선과 수출 확대를 위해 국제인증 획득, 트랙레코드 축적, 해외전시회 참가 등 지원을 강화

□ (국제인증 획득) 국산 탄소복합재가 세계 항공 시장에서 통용될 수 있도록 美NCAMP 인증* 취득에 필요한 컨설팅 및 비용** 지원

* 항공 분야 복합소재의 물성치 평가 및 그 결과를 DB로 관리하고 있으며, 인증 획득 비용은 건당 7억원 이상이고 기간은 4~7년 소요

** 신청료, 심사료 등 관련 비용을 기업당 최대 1억원 한도 내에서 지원

○ 장기적으로는 국내 항공용 복합재료 수요를 감안하여 인증 역량을 확대하고*, 美NCAMP와 상호 인정 추진 검토

* 항공안전기술원은 복합재료 인증체계를 '21년에 구축하고 현재 2건 인증했으며, 추후 시험평가 장비, 전문인력 등 보강 필요

□ (트랙레코드 축적) 우주·방산은 인증제가 없어 트랙레코드가 중요한 만큼 국산 탄소복합재의 트랙레코드 축적에 내수시장을 적극 활용

○ 국산 탄소복합재에 대한 편견을 개선하기 위해 「民·軍 비즈니스 포럼*('23년 발족)」을 통해 상호간 교류 협력을 촉진

* 민군협력진흥원 주관으로 국방과학연구소 등 산학연군 관계기관 참여

○ 또, 무기체계나 부품을 개발할 때 국산 탄소복합재를 적용하고 사업화하는 프로그램* 추진을 검토

* 방사청은 소재개발~실증지원~무기체계 적용의 전주기 지원을 포함하는 「방산 소재개발 지원사업」을 '23년부터 시범 추진할 계획

□ (해외전시회 참가) 글로벌 복합소재 전시회인 유럽 JEC World, 미국 CAMX 등에 한국관을 조성하고 B2B 매칭 등 마케팅 지원

○ 디지털 쇼룸인 한국관 LEICHTBAU-BW*를 구축하여 탄소복합재 국내기업 및 제품을 해외 바이어에 상시 노출

* 독일 경량화협회에서 운영 중인 경량소재 디지털 쇼룸(52개社 제품 전시중)

⑥ 제조공정의 디지털 트윈 구축 및 확산

◆ 탄소복합재의 생산성 향상과 비용 절감을 위해 제조공정의 디지털 트윈*을 시범 구축하고 보급 확산을 추진

* (해외사례) 독일의 경우 생산비용 50% 절감, 프랑스는 생산성 15% 향상 등

□ (시범 구축) 탄소복합재의 4대 성형공정* 중에 최근 항공기 부품의 수요 증가로 생산성 향상이 시급한 RTM 공정 분야를 우선 추진

* ①RTM(닫힌 금형에 수지를 주입하는 성형 공정), ②AFP(섬유 자동 적층과 경화를 동시 진행하는 성형 공정), ③ATL(테이프 자동 적층과 경화를 동시 진행하는 성형 공정), ④Winding(회전하는 실린더형 금형에 섬유를 감아 성형하는 공정)

- 자동화 시설을 보유한 중규모 이상의 제조 현장을 대상으로 우주항공, IT업체, 연구소 등 전문가 컨소시엄*을 구성해 시스템 구축

* (獨) 디지털 트윈 프로젝트(iComposite 4.0)에 소부장 관련 기업 및 연구소 참여

- 디지털 트윈 구축에 필요한 데이터 분석 및 예측 기술, 의사결정용 AI 제어 기술 등 SW 기술의 국산화 개발도 병행

□ (보급 확산) 시범 구축 과정에서 획득한 데이터 등을 토대로 디지털 트윈의 표준모델*을 수립해 동종업체의 디지털 전환을 도모

* ①공장 설비의 3D 모델링, ②공장 운영의 실시간 모니터링, ③공장 가동의 시뮬레이션, ④공장 설비의 고장 예측 및 보전, ⑤에너지 실시간 모니터링&통합관리

- 한국탄소산업진흥원 내에 「DX전담 지원팀」을 설치하여 표준모델 관리, 기업 컨설팅 등을 전문적·체계적으로 지원

< 디지털 트윈의 해외 사례 >

- ▶ (獨) iComposite 4.0 프로젝트로 탄소복합재 RTM 공정에 대한 지능화 생산 모델을 개발
 - 2016년~2018년 3년간 5백만 유로 투자
 - 소재·부품·장비 관련 8개 기업과 2개 연구소 참여
- ▶ (佛) ZAero 프로젝트로 대형 탄소복합재 제조시 인라인 검사 및 결함 최소화를 위한 정보시스템 개발
 - 2017년~2019년 3년간 총 4백만 유로 투자
 - 소재·부품·장비 관련 8개 기업 참여



7 우주항공 분야 3대 실증 프로젝트 추진

◆ 국내외 수요가 많을 것으로 예상되는 우주항공 분야 3대 품목을 선정하여 탄소복합재로 부품 제작 및 실증하는 사업을 추진

□ (대상 선정) 글로벌 시장전망과 함께 국내기업의 관심도와 역량을 종합 고려해 탄소복합재 수요가 큰 우주항공 3대 품목을 선정

○ △항속거리 200km 수준의 4인승급 UAM, △탑재중량 50-150kg급 소형 발사체, △무게 100-400kg급 저궤도 소형 인공위성 등

구 분	3대 품목	국내 역량
UAM	4인승급 UAM (‘30년 글로벌 386조, 국내 1.4조)	· UAM 기반 기술 확보(K社) · 에어택시용 기체 개발중(H社)
민간 발사체	소형 발사체 (‘30년 글로벌 25조원, 국내 40기)	· 20kg급 발사체 개발중(I社) · 소형발사체 엔진 개발착수(K社)
인공위성	저궤도 소형 인공위성 (‘30년 글로벌 13,912기, 국내 170기)	· 중소형 위성 제작 및 수출(H社) · 세계적 수준 기술 보유(항우연)

□ (사업 모델) 탄소복합재(소재, 중간재) 및 우주항공 기업(UAM, 발사체, 위성)간 컨소시엄을 구성하고 개발~제작~시험의 전주기 실증 수행

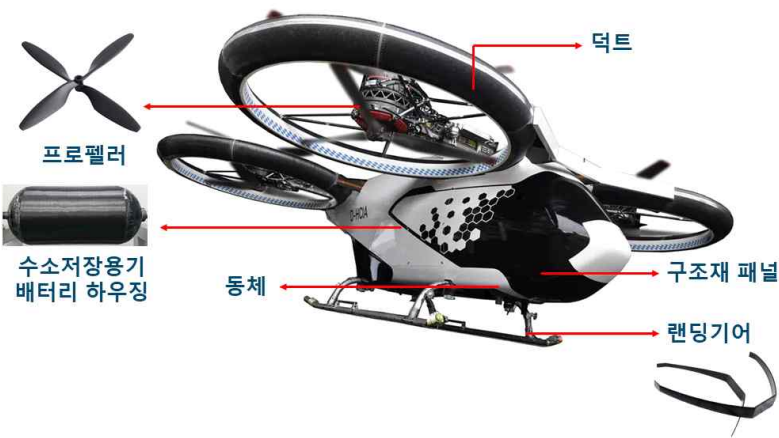

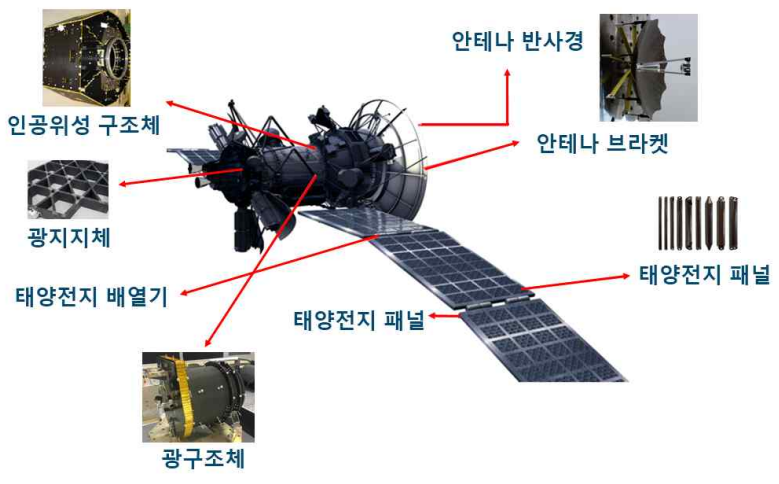
○ UAM 등 3대 품목에 적용될 탄소복합재 부품을 발굴하고 실제 제작한 후, 운영시험을 통해 신뢰성 검증 및 트랙레코드를 확보

구 분	탄소복합재 적용 분야(예시)
4인승급 UAM	프로펠러, 동체, 랜딩기어 등 6종
소형 발사체	발사체 페어링, 발사체 동체, 연소관 등 9종
저궤도 소형 인공위성	인공위성 구조체, 안테나 반사경, 태양전지 패널 등 8종

☞ 과기부, 국토부 등이 공동 참여하는 ‘다부처 공동 기획 사업’으로 추진하고 사업 규모*를 고려해 상세 기획 후, ‘30년까지 단계적 추진

* 소형발사체 ‘24년, 소형위성 ‘26년, 4인승 UAM ‘27년 추진(기획: N-1년도에 진행)

< 우주항공 3대 실증 프로젝트 예시 >

3대 품목	탄소복합재 적용 분야(안)
<p align="center">4인승급 UAM (항속거리 200km 수준)</p>	
<p align="center">소형발사체 (탑재중량 50~150kg급)</p>	
<p align="center">저궤도 소형위성 (무게 100~400kg급)</p>	

* 출처 : INNOSPACE, AIRBUS, BIS Research Analysis

8 한국판 탄소복합재 랩팩토리 구축

◆ 우주항공·방산 중소벤처기업이 대규모 시설투자 없이 탄소복합재 부품을 제작할 수 있도록 **獨랩팩토리*(LabFactory)** 같은 센터를 구축

* Open Hybrid LabFactory('14~'16년, 830억원 투자): 실험실 장비, 생산 시스템 및 기술인력을 갖추고 항공, 자동차 분야의 탄소복합재 제작·시험 서비스 제공

□ (센터 규모) 獨랩팩토리와 유사한 규모를 목표로 하되 투자 효율성 차원에서 전북이나 경북의 기존 인프라*를 최대한 연계 및 활용

* (전북) 탄소복합재 신뢰성 기반 구축, (경북) 탄소복합재 설계해석 기반 구축 등

- 우주항공·방산에 특화된 대형 장비*는 신규 도입하고 나머지는 '탄소산업 공동활용 플랫폼(Carbonet)'에 등록된 기존 장비를 사용

* 대형 오토클레이브 성형기, AFP 적층 성형기, 대형 와인딩 성형기 등

□ (주요 기능) 중소벤처기업이 요청한 탄소복합재 시제품을 생산해주는 파운드리 서비스와 함께 탄소복합재 관련 연구개발도 지원

- 또, 인근 대학 및 연구소와 연계하여 전문인력 양성을 지원하고 해외 클러스터(CFK Valley* 등)와 정보교류 및 협력을 증진

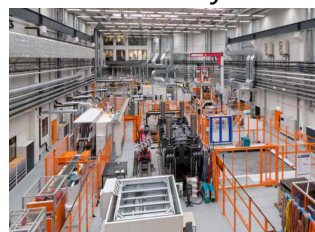
* 탄소복합재 경쟁력 제고를 위해 獨에어버스 그룹 및 니더작센주 항공우주협회 주축으로 설립된 클러스터로 40여개의 연구소/탄소소재/항공우주기업 참여

□ (운영 방식) 우주항공·방산 및 탄소복합재 분야 산학연이 참여하는 협의체를 구성·운영함으로써 인프라의 조기 활성화를 도모

- 선진 수준의 인프라로 발전하도록 獨랩팩토리 등과 다방면에서 협력을 강화 (예: 독일식 운영 시스템 도입, 독일과 운영 인력 교류 등)

< 獨 Open Hybrid LabFactory >

- ▶ 우주항공 경량소재 개발 가속화를 위해 조성된 센터로 프라운호퍼 등 참여
- ▶ 주요 성과로 공동프로젝트 수행을 통해 A380 날개를 탄소복합재로 제작



센터 내부 전경



A380 날개 부품

9 폐탄소복합재의 재활용 생태계 조성

- ◆ 폐탄소복합재의 배출량 추이*를 고려해 우선 **재활용 기술개발 및 인프라 구축**을 추진하고 **민중심의 회수-활용 관리체계**를 마련

* 발생량 : (세계) '22년 48,061톤→'30년 82,270톤, (국내) '22년 600톤→'30년 1,200톤

- **(기술개발)** 폐탄소복합재의 탄소섬유 회수율을 제고하는 공정기술* 개발을 추진 (회수율 90→95%, 품질 90→95% 상향, 가격 50→30% 인하)

* (열분해) 수지를 태워서 분해, (화학적 분해) 화학물질로 수지를 녹이는 분해공정

** 탄소섬유 업사이클링으로 원가절감된 기능성 부품 제조기술개발 사업 등('20~'24년 78억원)

- 또한 항공기, 가전, 전기차 등 분야에서 **값싼 재활용 탄소섬유를 활용한 제품 출시**가 촉진되도록 **현실증사업***을 통해 적극 지원

* 한국탄소산업진흥원 실증사업 : 제품 제작 지원 및 최대 2년간 실제 사용환경에서 성능 검증(예 탄소복합재로 만든 차량 루프의 주행시험 평가 등)

< 재활용 탄소섬유 활용 사례 >

항공기용 내장재(Boeing)	노트북 케이스(Dell)	전기차 배터리하우징
		

- **(인프라)** 폐탄소복합재 재활용이 촉진되도록 현재 구축 중인 리사이클링 센터*를 차질 없이 완공하고 그 기능 강화를 추진

* 탄소소재부품 리사이클링 센터('21~'23, 178억원): 시험인증, 기술지도, 인력양성 등

- 자동차, 풍력 등에서 배출되는 폐탄소복합재를 처리하도록 설계된 만큼 추후 항공기, 발사체 등도 다루도록 시설·장비를 개선
- 또한, 열분해 위주인 탄소섬유 회수 공정을 화학적 분해로 확장하고 재활용 탄소복합재에 대한 성능 분석도 지원

- **(관리체계)** 민주도의 탄소복합재 생산-유통-재활용 체계* 구축에 대한 연구용역을 추진**('23년)하고 의견수렴을 거쳐 최종안 마련

* 생산-유통단계 자원순환성 강화, 친환경 복합재 소비 촉진, 폐자원 재활용 확대 등

** 탄소복합재 업계의 의견이 충분히 반영되도록 한국탄소나노협회에서 용역 주도