

'26.04.06.~26.04.12. 글로벌 탄소산업 주요 동향

'26.04.08. 진흥사업실 박에스더 인턴(585) & 황지영 수석(709)

□ 미국 Haddy, PUSV 해양 프로젝트 통해 민첩한 대형 3D 프린팅 (LFAM) 생산 능력 입증('26.04.06.)

※ [Composites World] HavocAI가 개발한 기능성 및 시험성을 갖춘 3D 프린팅 탄소섬유 반잠수정이 설계부터 해상 시험까지 단 9일 만에 완료됐다./ News

- <https://www.compositesworld.com/news/haddy-demonstrates-agile-lfam-production-with-lpusv-maritime-project>
- #미국 #방위/방산 #해양/선박 #탄소섬유 #적층 제조 #프로세스 #3D 프린팅
- 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장

- 대형 3D 프린팅(LFAM) 기업 Haddy Manufacturing(미국, 플로리다주 세인트피터즈버그)는 선박 설계가 9일 만에 해상 시험으로 이어질 때, 제조 패러다임이 바뀌기 시작한다고 설명한다.



그림 1. 출처 | Haddy Manufacturing

- HavocAI Inc.(미국, 로드아일랜드주 프로비던스)와의 저고도 무인 수상정(LPUSV) 프로젝트에서 이러한 납기 일은 예외적인 사례가 아니라, Haddy가 해양 산업을 위한 제조 방식을 어떻게 발전시키고 있는지를 보여주는 사례이다.
- HavocAI가 개발한 자율 반잠수정의 선체는 Haddy가 탄소섬유 강화재와 LFAM(저강도 적층 제조) 공정을 사용하여 3D 프린팅했다. 그 결과, 몇 달이 아닌 며칠 만에 기능적이고 테스트 가능한 플랫폼을 제공받을 수 있었고, 이를 통해 신속한 통합, 현장 검증 및 즉각적인 반복 작업이 가능해졌다.
- Haddy의 해양 부문은 근본적으로 여러 측면에서 속도를 중시한다. 성능 중심의 기하학적 설계를 통해 수상에서의 속도를 극대화하고, 개념 구상부터 실제 테스트까지 최단 시간 내에 완료되는 설계 주기를 통해 속도를 높인다. 또한 개선 사항을 며칠 내에 구현하고 재배포할 수 있는 빠른 반복 작업을 가능하게 하며, 전 세계에 배치할 수 있도록 설계된 마이크로팩토리를 통해 규모 확장의 속도도 확보한다. 이를 통해 선박과 부품이 가장 필요한 곳에서 현지 생산이 가능하다.
- Haddy는 주로 폴리카보네이트와 폴리프로필렌과 같은 다양한 재활용 소재를 사용하여 3D 프린팅을 진행하며, 최종 용도에 따라 탄소섬유, 유리섬유 또는 천연섬유로 보강하기도 한다.

- Haddy는 "LPUSV와 같은 프로젝트는 첨단 제조 기술이 해양 개발을 어떻게 변화시키고 있는지 보여준다. 기존 방식보다 더 빠르고 효율적이며 유연하게 복잡한 선박 개념을 실제 배치 가능한 형태로 구현할 수 있다. 국방, 물류 및 상업 분야 전반에 걸쳐 해양 수요가 진화함에 따라, 우리는 미래를 지원할 역량, 파트너십 및 인프라를 지속적으로 구축하고 있다."고 했다.



그림 2. 잠수정 완성 모습. 출처 | Haddy Manufacturing

- 관련 콘텐츠
 - [Pultron Composites의 GFRP 철근은 시설 및 마리나 프로젝트의 난제 해결](#)(`24.07.29.)
 - [복합재 최종 시장: 조선 및 해양 \(2025\)](#)(`24.12.27.)
 - [Anemoui는 Sohar Max 해상 선박에 35미터 높이의 복합소재 로터 세일 설치](#)(`25.01.30.)

□ 스위스 연구진, 3D 프린팅 이용한 연속 섬유 세라믹 구조 구현 위한 Matrix First 개념 개발(26.04.06.)

※ [Composites World] HavocAI가 개발한 기능성 및 시험성을 갖춘 3D 프린팅 탄소섬유 반잠수정이 설계부터 해상 시험까지 단 9일 만에 완료됐다./ News

- <https://www.compositesworld.com/news/swiss-researchers-develop-matrix-first-concept-for-3d-printed-continuous-fiber-ceramic-structures>
- #스위스 #제조공정 #적층 제조 #탄소섬유 #세라믹매트릭스복합재료 #3D 프린팅
- 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장

○ 스위스 남부 응용예술대학교(SUPSI, 스위스 마노)의 사무엘레 보타신 연구원, 알베르토 오르토나 교수, 마르코 펠란코니 연구원과 스페인 타라고 나의 Reinforce3D 소속 마크 크레센티, 클레망 바돈 연구원은 복합재 3D 프린팅 세라믹 구조 내부에 연속 탄소섬유 보강재를 수용할 수 있는 채널을 설계하는 혁신적인 제조 방식인 Matrix First를 개발했다. 이 기술의 목표는 세라믹 소재의 장점, 특히 내열성 및 내마모성을 유지하면서 최종 부품의 기계적 성능과 경량화를 크게 향상시키는 것이다.

○ 위 사진의 샘플은 폴리아미드 소재를 레이저 분말 베드 융합 방식으로 3D 프린팅 한 후, 전구체 침투 및 열분해를 통해 세라믹 소재로 변환했다. 그런 다음, Reinforce3D에서 개발 및 상용화한 연속 섬유 주입 공정(CFIP)을 이용하여 액체 에폭시 수지와 함께 연속 탄소섬유를 채널에 동시에 주입했다. 마지막으로 오븐에서 경화시켜 최종 강화 구조를 얻었다.

○ “매트릭스 퍼스트를 통해 우리는 단순히 구조를 강화하는 것이 아니라, 구성 요소에 대한 구상 방식을 재정의하고 있다. 설계, 재료 및 보강재가 처음부터 통합되는 것이다.”라고 오르토나는 설명한다. “이는 고온, 내마모성 및 경량 시스템을 위한 새로운 설계 영역을 열어주며, 필요한 곳에만 하중 전달 경로를 설계하고 활성화할 수 있게 해준다. 우리는 이러한 기술이 특히 에너지나 항공우주와 같은 극한 환경에서 실질적인 변화를 가져올 수 있는 분야를 탐구해 보고 싶다.



그림 3. 복합소재 3d 프린팅 강화 솔루션 Reinforce3D 출처 | SUSPSI

○ 관련 콘텐츠

- [프리프레그 압축 성형은 고속 프로펠러 제조 지원](#) (25.05.30.)
- [차세대 항공기 기체 구조를 위한 다기능 열가소성 복합재료와 적층 제조 기술의 결합](#)

합(`24.06.27.)

- 오토 에비에이션, 레오나르도사의 전 복합소재 기체를 장착한 팬텀 3500 비즈니스 제트기 출시(`25.06.27.)

□ 스위스 Beyond Gravity, 복합재료 전문 기술로 NASA 아르테미스 II 임무 지원('26.04.06.)

※ [Composites World] 범용 스테이지 어댑터와 태양광 패널 구동 메커니즘 부품의 개발 및 공급은 4월 발사 예정인 오리온 우주선에 상당한 전력을 공급하는 데 기여한다.
/News

- <https://www.compositesworld.com/news/beyond-gravity-composites-expertise-aid-nasa-artemis-ii-mission>
 - #스위스 #항공우주 #복합소재 #탄소소재
 - 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장
-
- 50여 년 만에 인류는 NASA(미국 워싱턴 D.C.)의 아르테미스 프로그램의 일환으로 달 복귀를 준비하고 있다. 유럽우주국(ESA)을 대신하여 Airbus(프랑스 툴루즈)가 개발 및 제조하는 복합소재 중심의 유럽 서비스 모듈(ESM) 외에도, Beyond Gravity(스위스 취리히)는 탄소섬유 복합소재 제조 전문성을 활용하여 이번 임무에 필요한 핵심 부품을 공급함으로써 NASA 오리온 우주선의 전력 공급에 크게 기여하고 있다.
 - 아르테미스II는 4월 초 발사 예정이며, 네 명의 우주비행사를 달 궤도 왕복 여행에 보낼 예정이다. 임무 개요, 우선순위 및 승무원에 대한 자세한 정보는 NASA 웹사이트에서 확인할 수 있다. 이후 아르테미스III는 상용 달 착륙선과의 도킹을 시연하기 위한 지구 궤도 시험 임무로 계획되어 있다. 50여 년 만에 처음으로 인간의 달 착륙을 목표로 하는 것은 아르테미스IV이다.
 - ESM은 오리온 우주선에 동력을 공급하고, 탑승한 우주비행사들에게 전기, 추진력, 식수, 호흡 가능한 대기 및 쾌적한 온도를 제공한다.
 - 아르테미스II 프로젝트에서 Beyond Gravity는 오리온 우주선의 우주정거장(ESM)에 핵심 부품을 공급한다. 오리온 우주선을 우주로 운반하는 우주발사시스템(SLS) 또한 아르테미스 프로그램의 중심이다.
 - Beyond Gravity는 SLS에 사용되는 대형 커넥터인 범용 스테이지 어댑터를 생산하고 있는데, 이 어댑터는 발사체와 서비스 모듈을 연결하는 역할을 한다. Beyond Gravity의 미국 발사체 구조 부문 부사장인 저스틴 엘리엇은 "이 어댑터 개발은 2017년에 시작되었으며, 미국 앨라배마주 디케이터에 있는 공장에서 진행됐다."라고 설명한다. 이 어댑터는 높이 9.9미터, 가장 넓은 부분의 직경이 8.4미터이며, 주계약업체인 레이도스가 공급하는 아르테미스 IV 프로젝트에 처음으로 사용될 예정이다.

- 앞으로 회사의 참여 범위는 더욱 확대될 것이며, Beyond Gravity는 SLS 발사체에 필수적인 부품을 공급할 예정이다.
- 또한, Beyond Gravity는 ESM의 태양광 패널 구동 메커니즘을 공급하고 있다. 이 메커니즘은 ESM의 네 개의 태양광 날개를 펼치고 움직여 생성된 전기를 오리온 우주선으로 전달한다.
- 이 메커니즘은 매우 정밀한 움직임을 위해 설계되었으며, 태양광 날개가 태양을 추적하고 우주선 검사를 위한 카메라 위치를 조정하기 위해 기울어지고 회전할 수 있도록 한다. 또한 달 궤도 진입 시 오리온의 주 엔진 배기 가스로부터 태양 전지를 보호하기 위해 앞으로 기울어지고, 가속도 부하를 줄이기 위해 뒤로 기울어질 수도 있다. 이는 임무 성공에 매우 중요한 요소이다.
- "이러한 태양광 패널 구동 메커니즘은 우주에서 가장 복잡한 메커니즘 중 하나이다."라고 Beyond Gravity의 기계 위성 솔루션 담당 부사장인 알렉산드라 이셀레는 말한다. "Beyond Gravity는 해당 기술 분야의 노하우와 역량을 바탕으로 이러한 부품의 개발 및 제조 업체로 선정됐다."

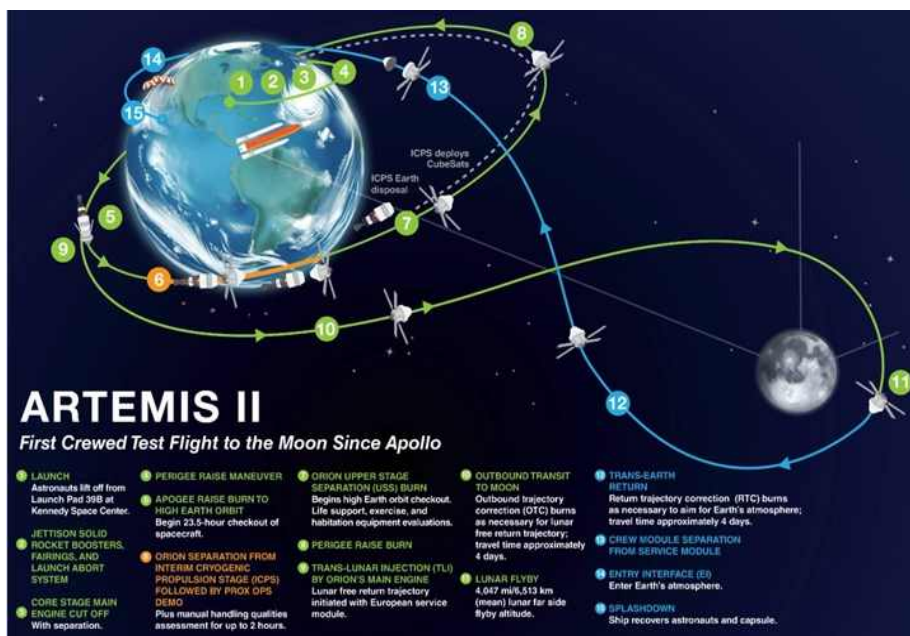


그림 4. 아르테미스2호 운행 상세정보 출처 | NASA

- 관련 콘텐츠
 - [항공기 전용 배터리 시스템은 전기 및 하이브리드 항공기 운항에 필요한 첨단 복합 소재 사용](#)
 - [프리프레그 압축 성형은 고속 프로펠러 제조 지원](#)
 - [중국 탄소섬유 시장 전망](#)

□ 영국 Advanced Carbons Council, 2026 그래핀 보고서 발간 (26.04.06.)

※ [Composites World] 본 종합 보고서는 194개 시장 참여 기업에 대한 상세 데이터와 함께 그래핀 산업의 발전 과정, 진입 장벽 및 미래에 대한 전략적 분석을 포함하여 그래핀 산업의 현황을 다룬다. /News

- <https://www.compositesworld.com/news/advanced-carbons-council-2026-report-maps-global-graphene-industry->

- #영국 #그래핀 #나노소재 #복합소재

- 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장

- Advanced Carbons Council(ACC, 영국, 맨체스터)는 "그래핀 보고서 2026"을 발표했다. 이 보고서는 독립적으로 검증된 데이터와 시장 정보를 바탕으로 전 세계 그래핀 산업을 종합적으로 분석하며, 최신 정보를 반영한 194개 그래핀 기업 프로필, 시장 발전 방향에 대한 전략적 분석, 주요 장벽 및 미래 전망을 포함하고 있다.

- ACC의 테런스 바칸 전무이사는 다음과 같이 말한다.

"생산자가 업계 동향과 비교 분석을 하든, 소비자가 적합한 소재를 찾든, 투자자가 사업 기회를 가늠하든, 정부 기관이 정책을 수립하든, 이 보고서는 가장 포괄적인 자료이다."

- "또한, 더 강하고 가벼우며 내구성이 뛰어난 복합재를 만들기 위해 그래핀을 활용하는 방법을 알고 싶어하는 복합재 기업에게도 매우 유용한 자료이다. 보고서 구독에는 ACC 전문가와의 2시간 무료 1:1 상담이 포함되어 있어 복합재 업계 관계자들이 업계 특화 테스트 프로그램의 혜택을 누릴 수 있도록 지원한다."

- 본 보고서는 상업적인 그래핀 생산 방법에 대한 검토와 주요 그래핀 가격 변동 요인 및 시장 가격 동향을 다룬다. CVD 방식으로 제조된 단층 그래핀부터 나노플레이트 그래핀에 이르기까지 모든 형태의 그래핀 응용 분야를 설명하고, 측정 및 비교 분석한다.

- 또한 현재 활발히 공략되고 있는 시장과 각 산업 분야별 예상되는 상업적 기회를 중점적으로 제시한다.

- 그래핀 표준, 즉 그래핀 표준의 정의, 적용 방법, 그리고 전 세계적으로 이를 제정하는 표준화 기구에 대해서도 다룬다. 특히, 대면 그래핀 생산 검증 프로그램을 포함한 ISO 9651 그래핀 분류 체계에 대해 자세히 논의한다.

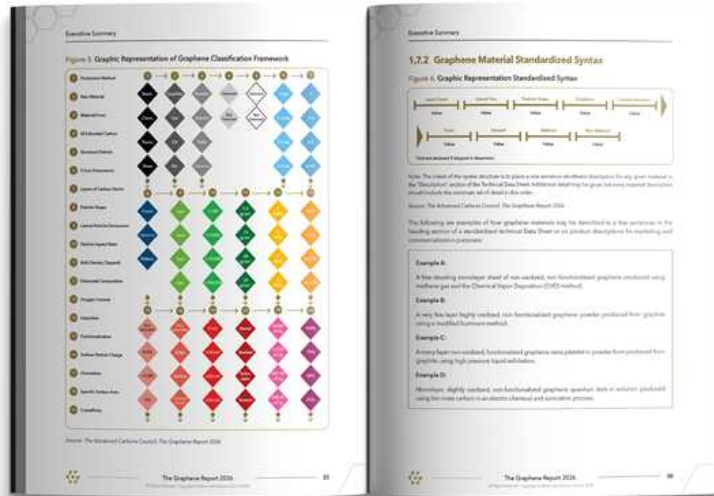


그림 5. 출처 | Advanced Carbons Council(ACC)

○ 관련 콘텐츠

- [상용 항공기용 복합 액체 수소 탱크 개발\(‘25.01.16.\)](#)
- [오토 에비에이션, 레오나르도사의 전 복합소재 기체를 장착한 팬텀 3500 비즈니스 제트기 출시\(‘25.06.27.\)](#)
- [100파운드 절단, X-59 노즈콘 인증 시간\(‘25.07.30.\)](#)

□ JEC World 2026에서 다루는 순환 경제 및 바이오 소재 트렌드 (26.04.08.)

※ [Composites World] 모든 유형의 재활용 기술은 수요를 충족하기 위한 새로운 파트너십, 스타트업 및 규모 확장 계획과 함께 지속적인 성장세를 보이고 있으며, 바이오 소재는 점점 더 많은 양의 바이오 소재를 함유한 형태로 대량 생산 및 고함량 응용 분야에서 채택되고 있다. /Article

- <https://www.compositesworld.com/articles/circularity-and-biomaterials-trends-at-jec-world-2026>
 - #JEC #재활용 #천연섬유 #지속가능성 #에폭시
 - 저자 : 한나 메이슨, CompositesWorld 기술 편집자
- 2026년 3월 10일부터 12일까지 프랑스 파리에서 열린 JEC World 2026 전시장에서는 다양한 소재 및 공정 혁신, 새로운 응용 분야, 그리고 산업 각 분야의 미래에 대한 아이디어들이 선보였다.
 - 여기서는 순환 경제, 재활용, 바이오 기반 소재와 같은 지속 가능성에 초점을 맞춘 솔루션과 관련하여 우리가 배우고 알게 된 몇 가지 트렌드와 새로운 통찰력을 공유하겠다.

재활용 및 순환 경제: 새로운 파트너십과 규모 확대, 그리고 새로운 얼굴들

- 이번 전시회에서는 순환 경제 빌리지가 새롭게 선보여 업계와 재활용 및 순환 경제 솔루션을 연결하는 데 더욱 집중적인 접근 방식을 취할 수 있게 되었으며, 순환 경제에 중점을 둔 기업들은 전시회장 곳곳에서 찾아볼 수 있었습니다.
- 올해 강조된 주제 중 하나는 가치 사슬을 따라 새로운 파트너십과 협력이 증가하고 있다는 점이다. 이는 풍력 터빈 블레이드 제조업체부터 상용 항공기 제조업체에 이르기까지 폐기 부품 및 수명 종료(EOL) 부품에 대한 솔루션을 모색하는 제조업체와 OEM의 증가를 보여준다.
- 유럽 복합재 산업 협회 (EuCIA, 브뤼셀 벨기에) 산하의 유럽 순환 복합재 연합 (ECCA, 브뤼셀 벨기에) 과 노르웨이 순환 소재 기술 (NCMT, 노르웨이 산다네) 산업 클러스터와 같은 조직들은 이러한 논의에 참여하고 주도하는 것을 목표로 하며, 가치 사슬을 따라 다양한 주체들을 연결하기 위한 새로운 워킹 그룹 및 디렉토리 이니셔티브를 선보이고 있다. 예를 들어, JEC 그룹과 협력하여 작년 JEC World 2025에서 출범한 ECCA는 현재 유럽 전역에 200개 이상의 회원사를 보유하고 있다.
- JEC World 기간 중 발표된 파트너십에 대해 이야기하자면, 재활용 기술 스타트업인 Fairmat(프랑스 파리)이 6건의 새로운 파트너십을 발표하며 기록을 세웠을지도 모

른다.

- 전시회 직전에 Syensqo(벨기에 브뤼셀)와의 새로운 계약이 발표되었고, 전시회 기간 동안 Airbus(프랑스 툴루즈), 건설 솔루션 제공업체 Etex(벨기에 자벤통), 라켓 스포츠 장비 제조업체 Babolat(프랑스 리옹), LaunchPad O&P(미국 미네소타주 미니애폴리스), Billy Footwear(미국 워싱턴주 켄트), 그리고 동계 스포츠 장비 제조업체 Salomon(프랑스 안시)과의 계약도 발표됐다.
- Fairmat의 창립자 겸 CEO인 벤자민 사다는 "우리는 단순한 재활용 기업이 아닌 고성능 소재 공급업체로서의 입지를 다지고 있으며, 이러한 파트너십은 바로 그러한 목표를 보여주는 것이다."라고 설명한다.
- Fairmat은 현재 파리에 본사 및 연구개발 센터를, 프랑스 낭트에 FairFactory 생산 및 개발 시설을, 미국 유타주 솔트레이크시티에 생산 시설을, 그리고 가장 최근에 중국 단양에 사업장을 개설하는 등 총 네 곳에서 사업을 운영하고 있다.
- Fairmat은 또한 재활용 탄소섬유(rCF) 소재의 새로운 응용 사례들을 선보였다. 이 소재는 항공우주 폐기물인 탄소섬유/에폭시를 가공하여 경화시킨 후 정밀 절단하여 Fairmat만의 특제 칩으로 만든다. 이 칩은 AI 및 로봇 기술 기반 공정을 통해 고성능 플레이트, 페어플라이(FairPly), 페어패치(FairPatch), 페어스트립(FairStrip) 등의 제품으로 가공된다.
- 이 외에도 Fairmat은 L자형 바나 파이프와 같은 곡선형 또는 관형 제품을 생산하는 최신 기술과 새로운 페어보드(Fairboard) 제품 라인을 공개했다. 곡선형 또는 관형 제품은 독자적인 표면 처리 기술을 통해 더욱 유연한 플레이트를 제작하여 3D 형태로 성형할 수 있도록 개선됐다.
- 사아다(Saada) 대표는 "가능한 응용 분야에는 제한이 없다."라고 말했다. 주로 폐기된 풍력 터빈 블레이드의 스파 캡에서 추출한 탄소섬유/폴리에스터 프로파일을 압출 성형하여 제작되는 페어보드는 조리대나 기타 실내 인테리어에 사용되는 기존 소재를 대체할 수 있다.
- 또한 이번 전시회 기간 동안 재활용 수지 기술인 리사이클라민(Recyclamine)을 생산하는 Aditya Birla Chemicals(AM-ABCTL, 태국 방콕)의 첨단 소재 사업부는 용매 분해 기반 재활용 기업인 KATARC-H (화



그림 6. 전시회 현장에 전시된 Fairmat의 일부 제품들(위)과 Fairmat 소재로 제조된 제품들(아래). 출처 | CW 번역

성, 한국)와 복합재 재활용에 중점을 둔 전략적 파트너십 모색을 위한 양해각서(MOU)를 체결했다. 이번 협력은 지속 가능하고 확장 가능하며 상업적으로 실현 가능한 재활용 솔루션 개발을 목표로 한다.

- 순환 경제 마을 내에서 2021년에 설립된 재활용 회사인 Zencraft(노르웨이 회양에 르)는 Owens Corning(미국 오하이오주 톨레도)과 같은 유리 섬유 제조업체 파트너와 협력하여 유리 섬유 생산 폐기물을 재처리하여 새롭고 사용 가능한 유리 섬유 소재로 만드는 작업을 강조했다.
- CEO 마르친 루신에 따르면, Zencraft의 시범 생산 라인은 연간 350톤의 재료를 처리할 수 있지만, 곧 가동될 산업 규모 시스템은 연간 거의 3,000톤을 처리할 수 있을 것이라고 한다.
- 루신 CEO는 "유리 섬유나 탄소섬유를 처리할 수 있으며, 새로운 재료에 대한 테스트도 계속 진행하고 있지만 현재 대부분의 원료는 유리 섬유이다."라고 설명했다. 현재 회사의 원료는 대부분 수명이 다한 풍력 터빈 블레이드에서 공급받고 있으며, 소량은 제조 과정에서 발생하는 스크랩과 자투리에서 얻고 있다.
- 재료에 따라 공정이 약간씩 수정되지만, 기본적으로는 "여러 단계의 열처리 후 후처리"를 거친다고 그는 설명한다. 이 공정은 들어오는 원료를 세척하고 분류하는 것으로 시작하여, 루신이 "기계적 크기 축소"라고 부르는 과정을 거친 후, "섬유에서 수지를 열분해하는" 단계로 이어진다.
- Zencraft는 또한 파트너와 협력하여 재활용 소재를 새로운 프로젝트에 재사용할 수 있는 부직포로 제조하고 있으며, NCMT의 회원사이기도 한다.
- 2026년 새롭게 선보이는 Swancor(대만 난터우시)의 재활용 사업부는 Lineat Composites(영국 체프스토)와 파트너십을 체결했다고 발표했다. Lineat Composites는 짧은 재활용 섬유를 정렬된 불연속 섬유 테이프로 만드는 공정을 산업화하는 것을 목표로 하고 있다.
- Swancor의 총괄 매니저인 아덴 차이는 "이번 파트너십 체결은 아시아를 넘어 다른 지역으로 사업을 확장하려는 노력의 일환이다."라며, "Lineat Composites에 이지시클로(EzCiclo)를 공급하여 영국 시장 진출

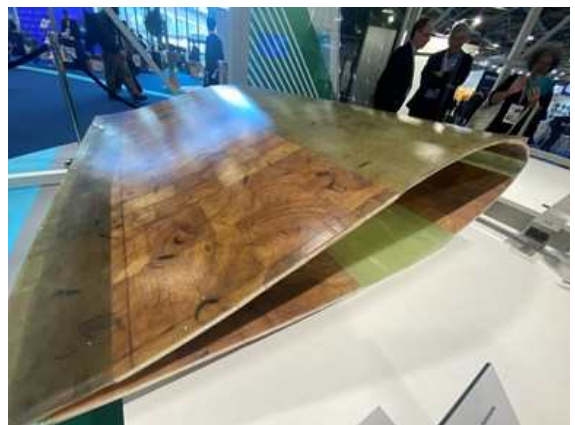


그림 7. REFRESH EU 프로젝트를 위해 개발된 이 풍력 블레이드 섹션 시제품은 열적 재활용 과정을 거친 유리 섬유로 만든 부직포 매트를 통합하여 진공 주입(Vacuum Infusion) 방식으로 제조되었다. 이 프로젝트에는 Gjenkraft가 파트너로 참여했으며, CETMA, Cormatex Srl, EireComposites Teo가 함께했다. 출처 | CW

을 확대할 계획이다."라고 밝혔다.

- Swancor의 용매 분해 공정은 자사 소재로 제작된 부품에서 섬유와 재활용 가능한 이지시클로(EzCiclo) 열경화성 수지를 모두 회수하는 데 사용할 수 있다. 현재 Swancor는 대만에 파일럿 라인을, 중국에 상용 공장을 운영하고 있으며, 이를 통해 Siemens Gamesa(스페인 사무디오)와 같은 풍력 에너지 분야 선도 기업과의 협력을 통해 재활용 수지 기술의 상용화 및 글로벌 확장을 추진하고 있다. 루마니아에 위치한 Swancor의 첫 번째 유럽 사업장은 2026년 가동될 예정이다. Swancor는 궁극적으로 미국을 포함한 다른 지역으로 사업 영역을 확장할 계획이다.
- Swancor는 재활용 사업 외에도 이지시클로(EzCiclo)를 비롯한 수지 판매 사업부(고객으로는 전기 자동차 스타트업 Liux(스페인 마드리드), 스포츠 용품 및 인쇄 회로 기판 제조업체 등이 있음), 잠재 고객이 사용할 수 있도록 수지의 성능을 검증하기 위한 시제품 부품 생산 사업부, 그리고 2026년에 새롭게 설립된 로봇 사업부를 보유하고 있다.
- 이번 전시회에 전시된 로봇 개와 인간형 로봇 시제품은 회사의 소프트웨어 및 로봇 공학 역량뿐만 아니라 수지 및 부품 생산 능력까지 보여주었다. 차이 대표에 따르면, 이 로봇들은 탄소섬유와 이지시클로(EzCiclo)수지로 제작된 다리, 흉부, 연결 부품을 포함하고 있으며, 그 결과 금속으로 만든 시제품 부품보다 개당 무게가 30~50% 가벼워졌다.
- "Swancor 로봇 테크놀로지스의 로봇 브랜드인 타이봇(TaiiBot)은 2026년 2분기부터 로봇 판매를 시작할 예정이며, 올해 1,000대 이상 판매를 목표로 하고 있다."라고 차이 대표는 설명했다. "로봇 강아지는 센서와 카메라가 탑재되어 있어 경비원으로 적합하다. 저희 휴머노이드 로봇은 영어, 프랑스어 또는 기타 언어로 구사할 수 있도록 프로그래밍되어 있으며, 예를 들어 접수처, 안내원 또는 공장 내 물품 운반 등에 활용될 수 있다."
- 수요에 맞춰 규모를 확장하고 있다. 앞서 언급한 사례들처럼, 새로운 파트너십과 업계의 참여는 종종 성장과 규모 확대로 이어지며, 순환 경제에 중점을 둔 다른 여러 기업들도 곧 있을 성장 계획에 대해 언급했다.
- 예를 들어, 탄소섬유 복합재 제조 과정에서 발생하는 폐기물을 새로운 용도에 재사용할 수 있는 부직포로 변환하는 열분해 재활용 전문업체인 Gen 2 carbon(영국 코슬리)은 올해 말까지 재활용 탄소섬유 부직포 생산 능력을 연간 180톤에서 두 배 이상으로 늘리는 것을 목표로 하고 있다고 프레이저 반스 회장 겸 최고기술책임자(CTO)는 밝혔다.
- 그는 "향후 6개월에서 18개월 동안 영국 내 생산 능력을 확장하고, 열분해를 통한

탄소섬유 회수 및 재활용 탄소섬유 부직포 생산을 위한 미국 내 생산 시설을 구축하는 구체적인 계획을 추진하고 있다"고 밝혔다. 특히 미국 시장은 재활용 탄소섬유 복합재 분야에서 큰 성장 기회를 제공하며, 이는 현재 회사의 확장 전략에서 중요한 부분을 차지한다고 덧붙였다.

- "적절한 용도로 사용될 경우, 이러한 제품들은 순수 탄소섬유에 비해 주요 성능 지표를 최대 50%까지, 때로는 그 이상까지 향상시킨다."라고 바네스는 주장한다.
- Carbon Cleanup(오스트리아 트라운)은 최근 CARB-E 이동식 기계식 재활용 장치와 연동되는 옥토버스(Octopus) 주유소형 재활용 시스템을 선보였다. 제품 엔지니어인 다니엘 미흐마이어(Daniel Michlmayr)는 현재 세 곳의 고객사와 협력하여 이 기술의 초기 도입을 진행하고 있다고 밝혔다. 카본 클린업은 향후 생산량을 늘려 내년에 8개의 재활용 시스템을 추가로 구축할 계획이다.
- 이 설비들은 고급 프리프레그 및 경화된 스크랩과 같은 항공우주용 탄소섬유 소재를 처리하며, 이를 항공우주 분야에 다시 투입하는 폐쇄 루프 시스템 또는 자동차, 스포츠 용품 등 다른 분야의 개방 루프 시스템에 활용할 수 있다.
- CEO이자 공동 창립자인 요르그 라다니치(Jörg Radanitsch)는 JEC World 전시회를 통해 "당사의 재활용 솔루션과 CARB-E 등급 탄소섬유로 만든 고품질 제품에 대한 상당한 관심을 불러일으켰다"고 덧붙였다. 전시된 주요 제품으로는 HEAD에서 생산한 스키 바인딩과 새로운 3D 프린팅 필라멘트가 있으며, 라다니치는 "이러한 제품들은 당사의 재활용 소재의 다재다능함을 보여준다"고 말했다.
- 탄소섬유 및 아라미드와 같은 소재를 회수하기 위한 저온 화학 공정을 개발하는 첨단 소재 스타트업인 Uplift360(영국 브리스톨)이 최근 브리스톨의 Science Creates 기술 인큐베이터로 이전한다고 발표했다.
- "저희 기술은 현재 소각, 매립 또는 수출되는 물질을 안정적이고 고품질의 원료로 전환하여 주요 공급업체, OEM 및 정부 고객을 위한 공급망을 강화한다."라고 Uplift360의 CEO 겸 공동 창립자인 샘 스테인클리프는 설명한다.
- 전시회 직후 Uplift360은 주요 투자사인 Extantia와 NATO 혁신 기금의 주요 지원을 받아 자금 조달 라운드를 성공적으로 마무리한 후 Leonardo와 새로운 파트너십을 발표했다. 스테인클리프에 따르면, 이번 자금 조달을 통해 Uplift360은 2026년 영국에 첫 번째 파일럿 규모 처리 라인을 가동할 수 있게 될 것이다.
- Alpha Recyclage Composites(프랑스 툴루즈)은 "증기 열분해 공정을 통해 기체 상태의 수지를 생산하는데, 이 수지는 연소시켜 공정 운영에 필요한 열을 공급할 수 있으며, 생산된 불연속 섬유는 고객에게 직접 공급하거나 파트너사를 통해 부직포

로 제조할 수 있다."라고 공정 엔지니어인 루 포세는 설명한다.

- 2009년에 설립된 이 회사는 2019년부터 배치 생산 방식의 파일럿 플랜트를 운영해 왔으며, 2027년에는 연간 최대 1,000톤의 CFRP 스크랩 또는 수명이 다한 부품을 처리할 수 있는 산업 규모의 연속 생산 라인을 가동하는 것을 목표로 하고 있다. Alpha Recyclage Composites은 새로운 공장 건설을 위해 Westlake Epoxy(미국 텍사스)와 전략적 협력 관계를 맺고 있으며, "Westlake Epoxy는 프로젝트 전반에 걸쳐 우리를 지원하고 있다"고 포세는 언급했다.

재활용 및 순환 경제 분야의 새로운 얼굴들

- 올해 전시회에서는 순환 경제 빌리지와 스타트업 부스터에서 재활용 및 순환 경제 분야의 여러 신규 또는 제가 처음 접하는 기업들을 알게 됐다. 그중 하나가 스타트업 Verretex(스위스 생샬피스)였다. 이 회사는 재활용 유리 섬유로 직물을 제조하는 파일럿 규모 시설을 운영하고 있다. CEO이자 공동 창업자인 미첼 앤더슨은 스위스 로잔 연방 공과대학(EPFL) 출신인 Verretex가 재활용 업체로부터 60~100mm 길이의 짧은 유리 섬유를 공급받아 이를 부직포로 직조한다고 설명했다. 이 부직포는 스키, 기타 스포츠 용품부터 자동차, 건설, 풍력 터빈 블레이드에 이르기까지 다양한 제품에 사용될 수 있다.

Verretex

- 앤더슨은 "저희 공정은 필요에 따라 세척, 표면 처리 및 크기 조정을 포함하며, 유리 섬유의 원래 특성을 상당 부분 복원할 수 있다."라고 주장한다. 현재 Verretex가 진행 중인 주요 프로젝트 중 하나는 퇴역한 경주용 요트에서 나오는 GF 폐기물을 새로운 부품 재료로 전환하는 것이다.
- Verretex는 지속 가능한 시계 제조업체인 ID geneve watches(스위스 제네바)와 해양 운동가인 로맹 필리아르와 협력하여, 과거 엘렌 맥아더 여사가 선장으로 있었던 퇴역 삼동선 '유즈 잇 어게인'에서 수거한 rGF 부직포를 제공하고 있다. 이 부직포는 재활용되어 한정판 시계의 시계판으로 제작될 예정이며, 이를 통해 해양 산업의 지속 가능한 해결책에 대한 인식을 높이는 데 기여할 것이다.
- Lavoisier Composites(프랑스 라물라티에르)는 2018년에 설립되었으며, 2023년 JEC 월드(JEC World)에서 스타트업 부스터(Startup Booster) 최종 후보로 처음 데뷔했다. 니콜라스 미스투(Nicholas Mistou) 대표는 "저희는 탄소섬유/에폭시 프리프레그와 같은 항공우주 제조 폐기물을 수집하여 열압착 공정을 거친 후 기계 가공을 통해 재활용한다."라고 설명한다.
- 그 결과, 카보니움이라고 불리는 재활용 소재로 만든 기계 가공 블록이 생성되며, 이는 장식용 시계 부품, 보석, 인테리어 디자인 요소 또는 미적인 자동차 부품과 같은 미적인 작품으로 변형될 수 있다.

- AC Biode(룩셈부르크 및 일본)는 여러 사업 부문을 보유한 교류 전력 및 화학 회사이며, 이 중 Plastalyst사업부는 JEC World 2026 Startup Booster 결선 진출자였고 지속가능성 스타트업 부스터 상을 수상했다.
- 공동 창립자 겸 최고운영책임자인 로버트 쿤츠만은 자사의 기술이 저온 (200°C) 및 저압 용매 분해 공정이라고 설명하며, "단지 물과 당사만의 비밀 촉매만 있으면 된다. 시중에 나와 있는 다른 화학 공정보다 안전하고 섬유를 손상 없이 복원할 수 있다."라고 말했다.
- Plastalyst(이스라엘 텔아비브)는 Bosch(독일 게를링겐), Daikyo Nishikawa(일본 히로시마), Toyota+Toyopet(일본 아이치현)을 포함한 35개 이상의 기업과 시범 프로젝트를 완료했으며, 특히 자동차 시장에서 수요와 성장 잠재력을 보고 있다.
- 이 기업들은 이번 전시회에 참가한 순환 경제 중심 기업들 중 극히 일부에 불과하며, 업계에서 활발하게 활동하고 있다. 전 세계 다양한 재활용 서비스 및 장비/기술 제공업체에 대한 자세한 정보는 CW의 지속가능성 자료 페이지 에서 확인하실 수 있습니다 .



그림 8. Verretex에서 생산한 부직포 제품들(위)은 이번 전시회에 출품된 시제품 부품들(아래)의 제작을 가능하게 했다.
출처 | Verretex(위) 및 CW(아래)

바이오 소재: 양산, 바이오 함량 증대, 신제품 출시

- Alliance for European Flax-Linen & Hemp(프랑스 파리)의 혁신 프로젝트 매니저인 브루노 페흐는 "업계에서 양산과 실질적인 규모 확대가 진행되는 추세를 보고 있다."라고 말한다. "시제품을 보는 것도 좋지만, 이제는 천연 섬유가 단순한 신기한 소재가 아니라 일반적인 기술 섬유로 자리 잡았음을 입증할 수 있게 됐다. 천연 섬유는 유리 섬유를 대체하는 바이오 기반 소재가 아니라, 그 자체로 여러 장점을 지닌 새로운 섬유이다. 사람들은 미적인 이유나 지속가능성만을 위해 천연 섬유를 사용하는 것이 아니라, 감쇠 특성과 같은 천연 섬유의 다양한 특성을 발견하고 있다." 이 연합은 농부부터 섬유 공급업체, 기술 복합재부터 패션에 이르기까지 천연 섬유 제품 전문 제조업체에 이르기까지 천연 섬유 가치 사슬 전반에 걸쳐 1만 명 이상의 회원을 보유하고 있다. 연합은 전체 천연 섬유 사용량의 약 10%가 복합재 분야에 사용된다고 추산한다.

- "교육 수준이 확실히 높아졌고, 이러한 추세는 계속되어야 한다."라고 페흐는 말한다. "스포츠 및 자동차 시장에서는 양산 및 규모 확대를 위한 준비가 완료되었으며, 앞으로 철도, 해양, 항공우주 분야로 진출할 계획이다. 시연 차량들이 매우 유망한 모습을 보여주고 있다."
- 최근 얼라이언스는 복합재 제조업체들이 천연 섬유를 더욱 효율적으로 활용할 수 있도록 돕는 두 가지 새로운 문서를 발표했다. 유럽 과학 위원회와 공동 개발한 환경 발자국 가이드는 제조업체가 실제 제품 정보 데이터베이스를 사용하여 LCA(전과정 평가) 또는 PCF(제품 수명 주기 지수)를 계산할 수 있도록 지원하는 도구이다. 페흐는 "우리는 2009년부터 위원회와 이 작업을 진행해 왔다."라고 말한다.
- 또한 얼라이언스는 복합재 제조업체들이 천연 섬유에 대한 중요한 공정 정보를 공유할 수 있도록 새로운 공정 가이드도 출시했다. 페흐는 "천연 섬유는 가공 측면에서 일반 섬유와 동일하지 않기 때문에 몇 가지 매개변수를 조정해야 한다. 이 가이드는 수분 함량을 고려하는 방법, 어떤 재료에 어떤 공정이 가장 적합한지 등을 설명한다."라고 설명한다.
- 바이오 소재가 대량 생산 자동차에 적용되고 있다. 페흐가 언급한 양산 및 규모 확대의 가장 대표적인 사례는 Bcomp Ltd.(스위스 프리부르크) 부스에서 찾아볼 수 있었다. 이 부스는 BMW 경주용 차량에 수년간 사용해 온 아마 섬유/에폭시 소재 부품들을 적용한 실물 크기의 BMW 차량을 전시했고, 특히 미래의 BMW 양산 차량에 적용될 루프를 선보였다.
- Bcomp의 사업 개발 및 전략적 고객 관계 담당 매니저인 요한 Wacht는 "2019년부터 BMW와의 관계는 오랜 시간 동안 천천히 성장해 왔다. 포물러 E 차량으로 시작해서 2022년형 GT4를 거쳐 이제는 일반 도로용 차량까지 준비했고, 본격적으로 사업을 확장할 계획이다."라고 말했다.
- BMW와의 협업을 통해 Bcomp팀은 이제 BMW 전용 직조 방식과 색상을 적용한 ampliTex 제품을 개발했다. "BMW는 자신들만의 독특한 정체성을 만들고 싶어했다."라고 Bcomp팀은 설명하며, 전시회에서 수지 이송 성형(RTM) 방식으로 제작된 ampliTex/에폭시 루프가 장착된 BMW 데모 차량을 선보였다. 이 루프는 일련의 도로 주행 차량 노후화 테스트를 거쳐 모든 요구 사항을 통과했다. Wacht는 "이것이 지난 10년간 가장 중요한 기술이었다. 모두가 이 테스트를 통과하고 싶어했다."라고 말했다.
- BMW는 향후 양산 차량에 해당 지붕 소재를 사용할 계획이라고 밝혔다. Wacht는 "우리는 이 프로그램을 위해 특별히 소재 생산 규모를 확대했다."라고 말했다.

- 중요한 것은 Wacht가 Pech의 말처럼 천연 섬유가 단순히 "지속 가능한" 또는 미적인 소재 선택이 아니라 그 특성 때문에 선택되었다는 점을 강조한다는 것이다. 이 경우 BMW는 점점 더 전자화되는 자동차에 필요한 소재의 방사선 투과성 특성을 원했다.
- "Polestar(스웨덴 예테보리), Cupra(스페인 마르토렐) 등과 함께 과거에 해왔던 모든 노력이 이번 결과로 이어졌으며, 앞으로 더욱 큰 혁신을 기대한다."라고 Wacht는 말한다.
- 바이오 기반 소재 함량 증가. 바이오 소재 빌리지에 그린폭시 전용 부스를 포함해 두 개의 부스를 운영한 Sicomin(프랑스 샤토뇌프 레 마르티그)은 ZAG 스키로 제작한 최신 데모 스키를 선보였다. 재활용 및 바이오 기반 소재를 일부 사용한 이 스키는 특히 새롭게 개발된 그린폭시80 배합을 적용하여 업계 표준인 약 50%를 넘어 바이오 기반 소재 함량을 최초로 80%까지 끌어올렸습니다.
- 현재까지 시제품 스키는 양산을 위한 개념 증명 단계이지만, Sicomin의 글로벌 영업 관리자인 마크 덴장은 성능 저하 없이 최대한 많은 바이오 기반 성분을 함유한 에폭시를 개발하는 것이 관건이었다고 설명한다. 그는 "저희는 2010년경부터 GreenPoxy(프랑스 샤토뇌프 레 마르티그) 개발을 시작했는데, 처음에는 서핑보드용으로, 그 다음에는 스키용으로, 그리고 지금은 해양 및 토목 공학 등 다양한 최종 시장으로 확장했다."라고 말하며, "현재 Sicomin사업의 70%는 GreenPoxy제품이며, 모든 제품 라인업에 바이오 기반 버전을 보유하고 있다."라고 덧붙였다.
- 이번 전시회에서는 여기에 나열된 몇 가지 기술을 포함하여 생체 재료 분야의 다양하고 흥미로운 신기술들을 만나볼 수 있었습니다.

CGreen

- 일부 기업은 탄소섬유 제조에 일반적으로 사용되는 석유 기반 전구체 대신 바이오 기반 또는 기타 대체 재료에 더 집중했다. 예를 들어, 스타트업 부스터 결선 진출 기업인 CGreen(프랑스 낭트)은 2025년 11월 연구소 IRT Jules Verne(낭트)에서 분사한 기업으로, 석유 기반 폴리아크릴로니트릴(PAN)의 대체 전구체로 나노셀룰로오스를 사용하여 제조한 탄소섬유를 개발했다.
- 공동 창립자 겸 CTO인 셀린 라르조는 공동 창립자 겸 CEO인 가엘 기아도르와 함께 2015년 IRT 질 베른에서 근무할 당시 이 기술 개발을 시작했다고 설명한다. 그녀는 "일반적인 T300 섬유와 성능은 비슷하면서 생산에 필요한 에너지는 더 적은 바이오 기반 탄소섬유를 만들고 싶습니다."라고 말한다.
- 이 과정은 재활용 식물성 섬유나 종이를 분쇄하거나 잘게 부순 후 화학적 용해 과정을 거치는 것으로 시작된다. 이렇게 만들어진 재료는 실로 방적하기에 적합하

며, 다시 탄화 과정을 통해 탄소섬유로 생산된다.

- CGreen은 현재 실험실 규모로 섬유를 생산하고 있으며, 올해 안에 시범 생산 라인을 구축하는 것을 목표로 하고 있다. 2029년까지 연간 50톤의 섬유를 생산하는 것이 목표이며, 초기에는 스포츠 용품 분야의 고객과 응용 분야를 공략하고, 향후에는 국방 시장의 수요를 충족시키고자 한다.

- 스타트업 부스터 결선 진출 기업인 Mars Materials (미국 텍사스주 휴스턴)는 탄소섬유(CF) 제조에 사용되는 폴리프로필렌(PAN)을 비롯한 다양한 제품 생산에 활용되는 아크릴로니트릴(ACN)을 생산한다. Mars Materials의 CEO 겸 공동 창업자인 애런 피츠제럴드에 따르면, 호이겐-C(Hoigen-C)라는 이름의 이 ACN 제품은 노스캐롤라이나 주립대학교 연구진에 의해 PAN 전구체 생산용 단량체로 검증됐다.



그림 9. CGreen은 나노셀룰로오스 전구체를 이용해 제조한 탄소섬유를 개발하고 있다. 출처 | CW

- 이 소재는 무엇으로 만들어졌을까? 피츠제럴드는 포집된 이산화탄소, 물, 전기, 그리고 암모니아를 이용해 모노머를 생산할 수 있으며, 암모니아는 석유 회사 셸과 같은 협력사로부터 조달할 계획이라고 설명한다. Mars Materials의 시범 생산 라인은 휴스턴에 있는 셸 기술 센터에 함께 위치해 있으며, 이 스타트업은 셸 게임체인저(Shell Gamechanger) 프로그램 수혜 기업이기도 하다고 그는 덧붙인다. "또한 미 해군으로부터 자금 지원을 받고 있다. 미국의 주요 정책 중 하나는 극초음속 무기 공급망을 미국 본토로 이전하는 것인데, 저희 호이겐-C는 이러한 목적에 필요한 탄소섬유 생산에 사용될 수 있다."
- 이 기술은 로키산맥 국립연구소(NLR)의 연구원들이 개발했으며, 피츠제럴드는 향후 12~15개월 내에 첫 번째 상업용 시범 공장을 건설하는 것을 목표로 하고 있다고 밝혔습니다.

목재 기반 바이오 복합소재로 제작된 드론

- 이번 전시회에는 아마나 대마가 아닌 목재 기반 소재로 만든 천연 섬유 소재를 선보이는 여러 회사도 있었습니다. 예를 들어, Freshap(스위스 레넨스)는 천연 목재 섬유로 만든 복합 보강재인 하이우드(Hiwood)를 생산한다. 글로벌 마케팅 책임자인 마티아스 헨초즈는 이 발명품이 우연히 발견되었다고 설명한다. 연구 개발팀은 원래 주택이나 기타 대형 구조물을 3D 프린팅하기 위해 목재 섬유를 이용한 3D 프린팅 실험을 시작했다. 그는 "이 과정에서 목재를 원료로 사용하는 방법을 탐구하던 중 훗날 하이우드가 될 소재의 기초를 발견하게 됐다."라고 말한다.

- “저희 목표는 유리 섬유를 HiWood로 대체하여 복합재료에 더욱 지속 가능하고 고성능의 보강재를 제공하는 것이다. HiWood는 GFRP와 유사하거나 그 이상의 기계적 성능을 자랑한다. 예를 들어, HiWood는 45GPa의 영률과 1.3g/cm³의 우수한 밀도를 달성한다.”고 헨초즈는 말한다.

- 이 소재는 단방향(UD)의 얇은 시트 형태뿐만 아니라 열가소성 PA 또는 열경화성 에폭시 프리프레그(바이오 에폭시 옵션 포함) 형태로도 제공된다. 전시된 응용 분야는 스포츠 용품, 자동차, 해양 및 항공 부품 등이었다. Freshape는 또한 JEC에서 내화성, 직조 직물, 허니콤, 천공, BMC 및 SMC HiWood를 포함한 2026년 출시 예정인 새로운 HiWood 등급을 처음으로 공개했다.



그림 10. Freshape는 JEC World에서 자사의 목재 섬유 기반 복합소재의 다양한 신소재 등급과 스포츠 용품부터 드론 본체에 이르기까지 적용 사례를 선보였다. 출처 | Freshape(상단), CW (하단)

Suncell

- Zhengzhou Zhonguan Enterprise Group(중국 중원)은 목재 펄프 기반의 기능성 섬유인 선셀(Suncell)을 생산한다. 선셀의 대리 컨설팅 회사인 Carbon Ecolution Ltd.(독일 베를린)의 니클라스 가로프(Niklas Garoff) 사장은 “선셀은 물성과 품질 일관성 면에서 아마 섬유보다 우수할 뿐만 아니라, 직조 공정 등에서 가공이 훨씬 용이하고 고객에게 더 경제적이다.”라고 말한다.



- 이 회사는 수년간 패션 산업용 섬유사를 생산해 왔지만, 최근인 2021년에 시범 생산 라인을 구축하여 복합재에 사용되는 고성능 “기술사” 변형 제품 생산을 시작했다. JEC World 2026은 Suncell의 기술사가 복합재 박람회 처음으로 선보인 자리였다. 이 기술사는 탄소섬유 또는 아라미드 섬유와 결합된 하이브리드 직물을 포함한 다양한 변형 제품으로 구성되어 있다.

그림 11. 선셀은 자사의 목재 펄프 기반 기능성 섬유로 만든 다양한 사출 성형 자동차 부품을 포함한 복합소재 제품을 선보였습니다. 출처 | CW

- 이번 전시회에서는 유압 호스, 압출 성형 프로파일, 단섬유 또는 장섬유와 열가소성 수지로 제작된 사출 성형 자동차 내장 부품과 같은 응용 사례들이 전시됐다.
- 아마 섬유 시장의 새로운 얼굴 중 하나는 스타트업 부스터 결선 진출 기업인

Biofibix (벨기에 겐)이다. Biofibix는 파트너사인 NFC 제조업체 Fibryx(독일 슈투트가르트)와 함께 전시회에 참가했다. KU Leuven에서 공부하고 유럽 아마-린넨-대마 연합에서 컨설턴트로 활동했던 질 쿨렌 박사와 벨기에 아마 섬유 가공 회사인 Vanacker Rumbeke BV가 공동 설립한 Biofibix는 KU Leuven 복합재료 그룹에서 분사한 매우 최근의 기업이다. 쿨렌 박사에 따르면 JEC 2026 당시 Biofibix는 설립된 지 약 10개월 정도 됐다.

- 대부분의 NFC(비파괴섬유) 공급업체와 달리 Biofibix는 아마 또는 대마 기반 직물이나 원사에 집중하는 것이 아니라 짧은 아마 섬유를 포함하는 부직포에 집중한다. Koolen은 "비용 효율적인 부직포를 사용하면 직물과 유사한 등방성 적층 구조에서 직물의 섬유 부피 분율(35%)보다 높은 40%의 섬유 부피 분율로 직물과 동일한 기계적 특성의 90%를 구현할 수 있다."라고 말한다.



그림 12. 전시된 바이오피빅스의 아마 섬유 부직포 적용 사례로는 시코민 바이오 에폭시로 만든 서핑보드(R)와 시연용 스포일러를 비롯한 여러 자동차 부품(L)이 있었습니다. 출처 | CW

- 어떻게 가능할까? 핵심은 수지를 첨가하기 전에 부직포에 특수 표면 처리를 하는 것이다.
- 지금까지 이 회사는 스포츠 용품, 자동차 스포일러, 캠핑카 부품, 시코민의 그린폭시(GreenPoxy) 수지로 만든 서핑보드 등 다양한 분야에서 그 역량을 입증해 왔다. 이 소재는 주입, 압출 성형, 수지 이송 성형(RTM) 공정 또는 최근에는 파트너사인 파이브릭스(Fibryx)와의 협력을 통해 프리프레그 공정에 사용할 수 있다. 쿨렌 대표는 이 공정을 통해 "혁신적인 안정화"를 거친(B단계 공정이 필요 없는) 보다 저렴한 프리프레그 제품을 생산할 수 있으며, 고품질의 표면 마감을 구현할 수 있다고 설명한다.
- 2026년 스타트업 부스터 대상 수상자인 Soarce(미국 플로리다주 올랜도)는 바이오 기반 나노섬유 사이징 또는 바인더 첨가제를 개발하는 첨단 소재 기업으로, 복합재료의 섬유-매트릭스 계면을 강화하여 접착력, 내구성 및 하중 전달을 개선한다.
- 공동 창립자인 메이슨 민시의 설명에 따르면 , 이 시스템은 코끼리풀, 해조류, 그리

고 전통적인 크라프트 펄프와 같은 풍부한 천연 재료에서 추출한 독자적인 나노섬유 화학 물질을 기반으로 구축되었으며, 이 물질은 섬유 표면에 초박형 코팅을 형성하고 제조 공정을 변경할 필요가 없습니다. 그 결과, 층간 전단 강도(ILSS), 인장 강도, 굴곡 강도가 30~45% 향상된 복합재가 생산됐다. 현재는 실험실 규모이지만, Soarce는 파일럿 시설에서 연간 1,000톤 규모로 확대할 계획이다.

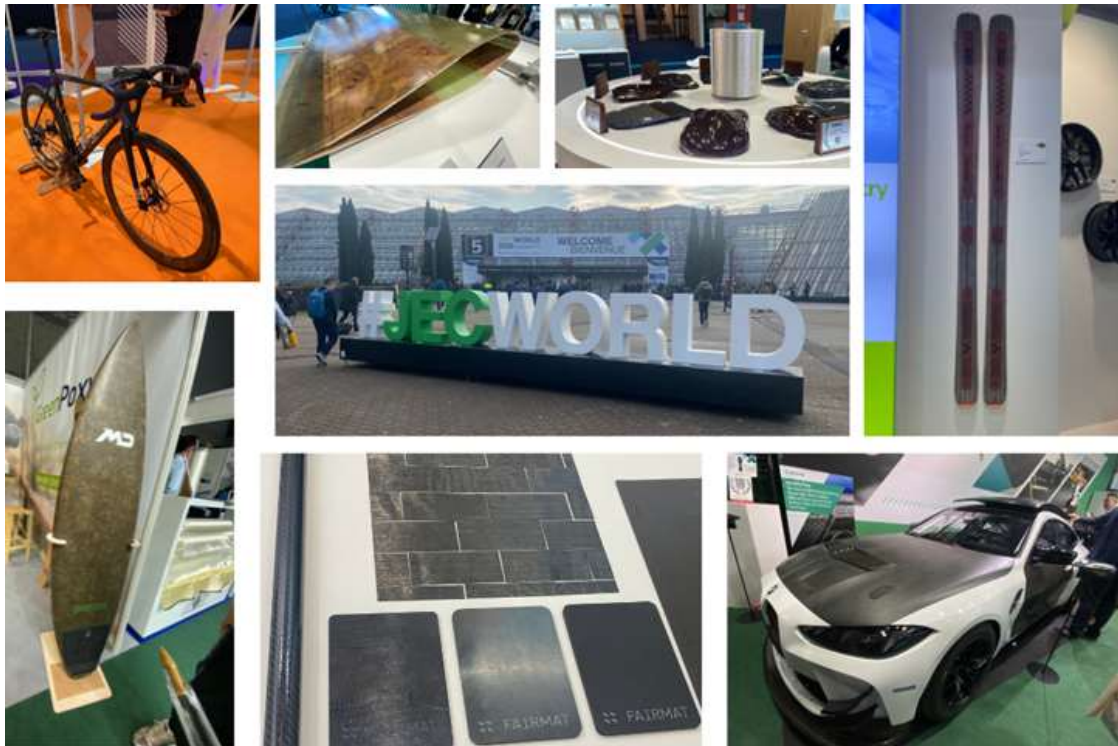


그림 13. JEC World의 전시 현장에서는 복합소재와 부품의 순환성, 재활용 가능성 및 바이오 기반 함량을 높이기 위한 다양한 응용 사례, 재료 및 기술들이 시연되었다. 출처 | CW

○ 관련 콘텐츠

- [Okom wrks labs, Autodesk와 협력하여 군사체 기반 복합재 상용화 추진](#)(`24.08.29.)
- [NREL, 풍력 터빈 블레이드용 바이오매스 유래 수지 PECAN 개발](#)(`24.08.26.)
- [아마 섬유 복합소재 캠핑카의 규모 확대 및 최적화](#)(`25.08.06.)
- [듀플리코어 바이오 복합재 외장재, 암스테르담 ABN AMRO 본사 건물 재개발 지원](#)(`24.07.12.)

□ 독일 AIM3D, 북미 지역 펠릿 3D 프린팅 기술 도입(26.04.08.)

※ [Composites World]FFF에서 강화 및 비강화 펠릿으로의 전환 추세를 파악한 AIM3D는 파트너사인 Schaeffler와 함께 미국 내 응용 센터를 설립하고 있으며, Ford Motor Co. 및 Fraunhofer USA Center Midwest와의 협력을 통해 지원을 받고 있다. /News

- <https://www.compositesworld.com/news/aim3d-gmbh-brings-pellet-3d-printing-to-north-america>
 - #독일 #자동차 #적층 제조
 - 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing의 수석 편집장
- "2025년부터 미국 시장은 AIM3D의 주요 집중 시장이 됐다."라고 AIM3D GmbH(독일 로스토크)의 최고전략책임자(CSO)인 다니엘 셀크는 말한다. "지금까지 미국 시장은 필라멘트 융합 방식(FFF) 3D 프린터가 지배적이었지만, 이제 펠릿 3D 프린팅이 이러한 구도를 위협하고 있다." AIM3D는 파트너사인 Schaeffler Special Machinery(독일 에를랑겐)와 함께 이러한 변화를 활용하여 2026년 여름 미국 동부에 펠릿 3D 프린팅 고객을 위한 애플리케이션 센터를 설립할 계획이다.

- 펠릿 3D 프린팅은 재료 조달 비용을 크게 절감하고 인증된 재료를 사용할 수 있도록 해주는 잠재력을 지닌 것으로 알려져 있다. 미국 시장의 거대한 규모 외에도 의료 기술, 에너지, 기계 공학, 자동차, 심지어 항공우주 및 방위 산업과 같은 분야에서 펠릿 3D 프린팅 기술이 매우 유망한 응용 분야로 여겨지고 있다.

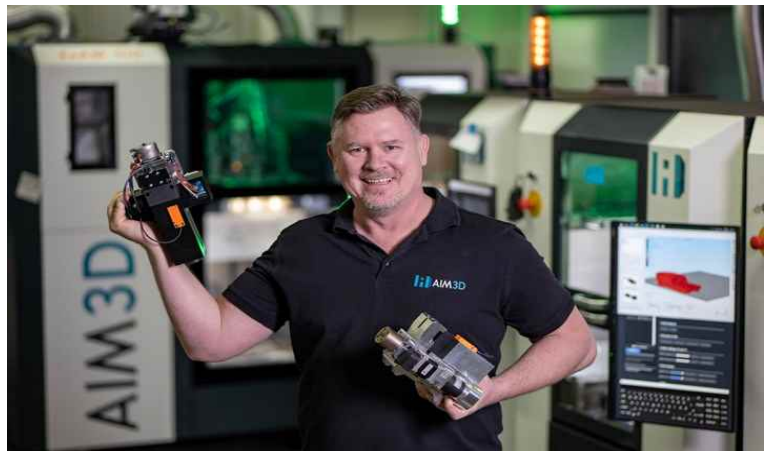


그림 14. AIM3D의 최고전략책임자(CSO), 다니엘 셀크(Daniel Selck). 출처 | AIM3D

- AIM3D는 2017년부터 펠릿 프린팅을 해왔으며, ExAM255와 ExAM510 멀티 소재 프린터를 제공한다. 두 제품 모두 빠른 출력 속도, 고품질, 비용 효율성을 자랑하며, 플라스틱 펠릿, 금속 및 세라믹 사출 성형 펠릿은 물론 사출 성형에 일반적으로 사용되는 단섬유 소재까지 처리할 수 있다.

자동차 분야에 대한 전략적 AM 집중

- 2026년 초, Ford Motor Company(미국 미시간주 디어본)는 시제품 개발 및 기술 검증을 위해 ExAM 510을 설치했다. 이 검증 과정에서는 단섬유 강화재의 활용이 중점적이었으며, 이는 포드 시설에 적층 제조(AM) 전략을 도입하기 위한 발판이 됐다. 포드는 개방형 소재 시스템이 독점 시스템에 비해 여러 가지 이점을 제공한

다는 점을 인식했다. 예를 들어, 소재 선택이나 조합에 제약이 없고, 신모델이나 페이스 리프트 모델의 조립 및 부품 개발 속도를 높일 수 있다는 점이다.



그림 15. "Celanese사의 PPS GF 40(포트론 1140L4) 소재로 제작된 세플러의 냉각수 매니폴드. 펠릿 3D 프린팅(Pellet 3D printing) 방식을 통해 제조되었음. 출처 | Schaeffler

- Ford는 "펠릿 3D 프린팅은 '원샷 기술' 덕분에 경량 구조 옵션, 향상된 기계적 특성, 그리고 부품 내 기능 통합을 가능하게 한다."라고 말하며, "목표는 필라멘트 프린팅에 비해 재료비를 최대 90%까지 절감하는 것뿐만 아니라, 재료 및 공정 개발, 즉 제품 출시 시간을 크게 단축하는 것이다."라고 덧붙였다. ExAM510은 Schaeffler Special Machinery와의 협력으로 제작되어 Ford에 납품됐다.
- AIM3D는 또한 PPSGF40(유리 섬유 강화 소재)이 자동차 산업의 3D 프린팅에서 점점 더 중요해지고 있다고 언급한다. 압출 기반 3D 프린팅이 주로 섬유 강화가 되지 않은 열가소성 수지나 최대 30%의 섬유 강화 소재에만 국한되어 있던 이 분야에서 "기존 사출 성형 방식과 비교했을 때 항상 격차가 존재했다"고 셀크는 말한다. "하지만 AIM3D의 펠릿 기반 3D 프린터를 사용하면 사출 성형용 펠릿과 화학적으로 동일한 PPSGF40을 사용할 수 있다."

재료 연구에서 산업 제조에 이르기까지

- 2025년, ExAM 255 장비가 미시간주 이스트랜싱에 위치한 Fraunhofer 미국 중서부 센터에 설치됐다. Fraunhofer(독일 뮌헨)는 표면 기술, 탄소섬유 소재, 적층 제조(AM) 및 레이저 응용 분야에서 활발히 활동하고 있다. 엔지니어 제임스 지겐탈러와 마티아스 뮐레 박사는 펠릿 기반 적층 제조의 추가 개발, 공정 최적화 및 응용 분야 확장을 위해 연구를 진행하고 있다.
- Fraunhofer 연구팀은 자체적인 재료 전문 지식, 첨단 특성 분석 능력, 그리고 응용 중심의 연구 프로그램을 바탕으로 항공우주, 방위, 자동차 및 산업 시스템과 같은 까다로운 응용 분야에서 성능을 평가할 수 있다. ExAM 255 다중 재료 프린터를 통해 Fraunhofer 연구팀은 이제 플라스틱, 금속, 세라믹 분야에서 다양한 재료를 더욱 구체적으로 탐구할 수 있게 됐다.

북미 지역의 펠릿 3D 프린팅

- AIM3D의 미국 내 사업 운영은 오랜 기간 이어져 온 공급-고객 관계를 기반으로 하는 Schaeffler Special Machinery AG&KG와의 전략적 제휴에 따라 이루어진다. Schaeffler의 산업화 전문성과 글로벌 서비스 네트워크 덕분에 AIM3D는 ExAM 510의 생산 규모를 확장할 수 있었습니다. 2025년부터 Schaeffler는 슈바인푸르트

공장에서 ExAM 510 생산에 필요한 산업 지원도 제공하고 있다.

- 셀크는 “이처럼 어려운 시기에는 전략적 제휴를 맺는 것이 합리적이다.” 라며, Schaeffler와 협력하여 새로운 미국 고객에게 시스템 기술, 애플리케이션 컨설팅 및 서비스를 제공할 수 있을 것이다.”라고 말했다.
- 미국 내 공동 판매 활동 외에도, 양사는 고객과의 접근성을 높이기 위해 미국에 응용 센터를 설립하고 있다. ExAM 255와 ExAM 510을 미국 사용자들이 실용적이고 비용 효율적으로 산업용 펠릿 3D 프린팅을 체험해 볼 수 있도록 지원할 예정이다. AIM3D USA라는 이름의 이 센터는 이미 설립되었으며, 쇼룸과 연구실로 계획되어 올여름 개관할 예정이다.
- 관련 콘텐츠
 - [TPI, 모든 부분이 복합소재로 제작된 Kenworth SuperTruck 2 캡 생산](#)(`24.05.24.)
 - [Honda, 미국서 4형 수소 탱크를 장착한 2025년형 CR-V e:FCEV 생산 시작](#) (`24.06.12.)
 - [SMC 복합재, BinC 태양광 전기 자동차 개발 진행 중](#)(`24.06.19.)
 - [탄소섬유와 생체 모방 디자인을 통해 레이스에 최적화된 양산형 차량에서 최고의 성능 구현](#)(`24.07.29.)

□ 말레이시아 Pen Aviation, 싱가포르 Nandina REM과 UAV/UAS 항공 플랫폼 rCF 적용 활로 개척('26.04.08.)

※ [Composites World] Pen Aviation과 Nandina REM은 OEM 및 소재 공급업체의 관점에서 드론 부문이 지속 가능한 소재 도입을 선도할 가능성이 높은 이유와 이것이 항공우주 공급망 및 엔지니어링 관행에 미치는 의미에 대해 설명한다. /News

- <https://www.compositesworld.com/news/pen-aviation-nandina-rem-pave-the-way-for-rcf-in-flight-in-uavuas-platforms>
- #말레이시아 #싱가폴 #항공우주 #방위방산 #지속가능성 #복합소재 #재활용 #탄소섬유
- 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 의 수석 편집장
- "항공우주 산업은 지속가능성에 대해 많은 이야기를 하지만, 실제로 재활용 소재로 비행하는 것에 관해서는 진전이 매우 더디게 진행되고 있다."라고 인공지능 소프트웨어와 다중 연료 추진 엔진으로 구동되는 인증된 무인 항공 시스템(UAS)의 개발 및 배치를 통해 현대 이동성을 발전시키는 기업인 Pen Aviation(말레이시아 셀랑고르)의 디자인 책임자 벤 트렌처드는 설명한다.
- 이러한 더딘 진행 속도는 어느 정도 이해할 만하다. 유럽 항공 안전국(EASA)이 위험 기반 승인 경로로 나아가고 있지만, 새로운 구조 재료에 대한 현실적인 상황은 크게 변하지 않았다. 형식 인증을 받은 구조물에 rCF를 도입하려면 여전히 기계적 특성, 허용치, 피로, 환경적 열화, 수리 가능성 등 완전히 새로운 데이터 세트를 구축해야 한다. 위험 비례 프레임워크는 프로세스를 간소화하지만, 증거 요구 사항을 없애는 것은 아니다.
- 하지만 무인 항공기는 기다릴 필요가 없다고 트렌처드는 주장한다. "SORA와 같은 인증 체계 및 관련 감항성 설계 표준은 설계상 위험 수준에 비례한다."라고 그는 설명한다. "이러한 체계는 동일한 수준의 증거를 요구하지 않으며, 이는 업계가 충분히 활용하지 못하고 있는 진정한 엔지니어링 기회를 만들어낸다."
- 그는 이어서 " 재활용 탄소섬유(rCF)는 이미 순수 탄소섬유와 유사한 강성을 보여주고 있다. 다만 기계적 편차가 더 크고, 이방성을 제어하기 어렵고, 최근까지 공급망이 파편화되어 있었습니다. 모두 실제적인 문제이지만 해결 가능한 문제이다. 그리고 무인 항공기(UAV) 분야는 상용 항공기 제조업체(OEM)와는 달리 이러한 개발 위험을 감수할 수 있다."라고 말했다.
- Pen Aviation은 rCF 생산에 집중하는 새로운 유형의 공급업체를 통해 핵심 자재 공급망에 대한 대안을 모색하고 있다. 단순히 "친환경적이니까 rCF를 사용하라"는 주장만이 아니다. 충분히 강조되지 않는 두 번째 중요한 이유가 있는데, 바로 공급망

의 회복력이다. 순수 탄소섬유 생산은 특정 지역에 집중되어 있다. 이러한 생산에 의존하는 공급망은 변동성이 크고 점점 더 예측 불가능해지는 지정학적 환경에 노출되어 있다.

- rCF와 같은 소재는 이러한 상황을 바꿔놓습니다. 원료는 수명이 다한 구조물이나 제조 과정에서 발생하는 자투리 등을 국내에서 회수할 수 있다. 또한 가공을 지역화할 수 있다. 특히 방위산업 관련 무인항공기(UAV) 프로그램의 경우, 이는 부수적인 이점이 아니라 핵심적인 이점이다.
- 트렌처드는 "Pen Aviation은 제품의 설계 단계부터 지속가능성을 고려한다. 이는 나중에 덧붙이는 사항이 아니다."라고 말하며, "소재 전략을 수립할 때, 재활용 탄소섬유(rCF)를 설계 과정에 포함시키는 것이 최우선 과제이다."라고 덧붙였다.

무인항공기(UAV)와 rCF : 협업 환경

- Nandina REM(싱가폴)은 첨단 소재 회수 및 자체 개발한 신속 생산 재제조 모델을 통해 항공우주 등급 복합재료의 대체 공급망을 구축하는 기업 중 하나이다. 석유 의존성 전구체를 사용하지 않는 고성능 소재를 통해 Nandina REM은 고온, 고압, 부식성 환경에서 경량화와 내구성이 요구되는 고난도 공정에 필요한 안정적이고 분산된 공급망을 제공한다. 이는 무인 항공기(UAV) 및 방위 시스템과 같은 신형 응용 분야에서 수요가 증가함에 따라 특히 중요해지고 있다.
- 2026년 2월, Nandina REM은 싱가포르에 대량 생산이 가능한 rCF(재활용 탄소섬유) 생산 시설을 설립했다. ainonline.com에 따르면, 이 시설은 "매달 5톤(11,000파운드)의 탄소섬유를 생산하여 드론 120대에서 8,000대 생산을 지원할 수 있는 규모"이다. Nandina REM은 미국과 호주 시장 확장에 따라 다른 지역 생산 시설도 계획하고 있다.
- Nandina REM은 자사가 생산하는 rCF를 기반으로 열가소성 탄소섬유 복합소재를 다양하게 제공하는데, 이 소재는 속도, 재활용성 및 강도 측면에서 열경화성 소재보다 우수한 장점을 제공한다고 알려져 있다. 펠릿, 필라멘트, 시트 및 벌크 성형 화합물 형태로 제공되는 이 소재는 기존 제조 공정에 쉽게 적용되어 UAV/USV, 에너지, 광업 및 AI 분야의 다양한 응용 분야에 활용될 수 있다.
- 싱가포르 에어쇼에서 Nandina REM은 재활용 섬유로 산업 및 상업용 직물을 만드는 데 중점을 둔 브랜드인 살리스(Salis) 사업을 시작했으며, 방위 및 항공우주 파트너인 AV(미국 버지니아주 알링턴)와 무인 항공 시스템(UAS)을 위한 깨끗하고 투명한 공급망 프레임워크를 모색하기 위한 공식 파트너십을 체결했다.
- 트렌처드는 "Nandina REM과 같은 새로운 소재 공급업체가 말레이시아에 있는 당사 생산 시설과 인접해 있다는 점은 현지화되고 더욱 탄력적인 공급망을 구축할

수 있는 잠재력을 만들어내며, 이는 당사의 소재 전략에서 핵심적인 부분이다.”라고 설명한다. “기존 탄소섬유 소재와 달리, rCF를 도입함으로써 석유 의존도를 낮추고 현지 원료 및 핵심 소재 생산을 확보하여 위험도를 줄일 수 있다.”



그림 16. 출처 | Pen Aviation

○ 관련 콘텐츠

- [국방/항공우주 분야에서 적층 제조 기술의 산업화](#)(24.04.29.)
- [차세대 단일 통로 철도: 복합재 산업에 미치는 영향](#)(24.06.14.)
- [차세대 항공기 기체 구조를 위한 다기능 열가소성 복합재료와 적층 제조 기술의 결합](#)(24.06.27.)
- [공장 견학: 콜린스 에어로스페이스\(미국 캘리포니아주 리버사이드 및 네덜란드 알메레\)](#)(25.03.21.)

□ 프랑스 Airbus, A350 화물기 최종 검증 단계로 진입('26.04.08.)

※ [Composites World] A350F에 대한 종합적인 지상 테스트가 시작되었으며, 화물기 특화 혁신 사항에 맞춰 새로운 절차가 적용되고 있다. /News

- <https://www.compositesworld.com/news/airbus-pushes-a350-freighter-toward-final-validation>
 - #프랑스 #항공우주
 - 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 의 수석 편집장
- Airbus(프랑스 툴루즈)는 A350F 화물기의 지상 시험을 시작했다. 이는 회사가 예정된 상용 운항에 앞서 비행 시험 및 인증 단계로 나아가기 위한 중요한 이정표이다.
 - 항공기 최종 조립 과정에서 진행되는 지상 시험은 차세대 화물기인 A350F의 역할을 위해 특별히 개발된 핵심 시스템 및 기술을 검증하는 데 중점을 두고 있다. 여기에는 여객기 A350과의 주요 변경 사항과 효율적이고 안정적인 화물 운송을 위해 설계된 완전히 새로운 시스템이 포함된다.
 - 지상 테스트는 항공기 조립과 비행 인증 사이의 간극을 메우는 데 중요한 역할을 하며, 항공기가 활주로를 떠나기 전에 디지털로 설계된 내용이 실제 성능과 일치하는지 확인한다.
 - "A350F 지상 시험은 매우 중요한 단계이다."라고 프로그램의 지상 시험 설계 활동을 이끄는 기욤 테리앙은 말한다. "2021년 초, A350F의 설계 단계에서부터 FAL 지상 시험 설계팀과 수석 엔지니어링팀 간의 긴밀한 협력이 시작됐다. 목표는 FAL 시험 가능성 제약 조건을 공유하여 초기 항공기 설계 단계부터 이를 고려하는 것이었다."

평가 중인 혁신 시스템

- 지상 시험 캠페인에는 A350F 화물기 전용 기술을 포괄하는 다양한 시험이 포함된다. 예를 들면 다음과 같다.
 - 주갑판 화물 적재 시스템은 적재 메커니즘의 견고한 통합 및 작동 보장
 - 주갑판 화물 도어의 작동 및 시스템 검증을 통해 실제 운용 조건에서의 성능 확인
 - 전용 택배 구역 과 최대 10명이 탑승할 수 있는 새로운 좌석 공간 마련
 - 항공기 적재 중 항공기와 인원을 보호하는 꼬리 전복 방지 경고 시스템
 - 주갑판 배수 시스템은 화물창에서 물 및 기타 유체를 효과적으로 배출
 - 새로운 물 및 폐수 처리 시스템, 다중 구역 공기 분배 시스템, 산소 시스템 등 주요 생명 유지 시스템 하위 시스템용
 - 스마트 화물기 연결 및 비디오 모니터링 시스템은 기내 운영 및 가시성 향상

- 이러한 시스템은 향후 생산될 항공기를 위해 개발된 표준 절차인 "연속 지상 테스트"와 인증 목적을 위한 비행 테스트 기체에 대한 일련의 전용 테스트를 거치고 있다.

양산 중 연속 테스트, 단일 개발 및 인증

- A350 여객기용 지상 시험 지침(GTI) 약 200개 중 약 40%는 A350F 화물기 구성을 위해 새롭게 만들어졌거나 크게 수정되었으며, 이는 화물기의 고유한 요구 사항을 강조한다.
- 새로운 연속 테스트에는 메인 데크 화물 도어 작동 테스트와 같은 절차가 포함되어 있으며, 이 테스트는 센서 성능과 경고 동작을 확인하기 위해 도어를 수동 및 전기적으로 반복적으로 작동시킵니다. 화물 적재 시스템용 자동 배선 자가 테스트를 통해 승무원은 조종실에서 수백 개의 전기 연결을 신속하게 확인할 수 있어 생산 테스트 중 시간과 복잡성을 최소화할 수 있다.
- 양산 시험과 병행하여, 프로그램의 비행 시험 항공기(MSN 700 및 MSN 701)를 이용한 개발 및 인증 지상 시험이 진행되고 있다. 이러한 일회성 시험은 규제 당국의 요구 사항이며, 비행 시험 전에 설계 의도와 시스템 성능을 검증하는 데 필수적이다.
- 인증 지상 테스트 중에는 최대 탑재량 테스트가 포함되어 있는데, 이 테스트는 항공기가 설계 최대 탑재량인 111톤(코끼리 18마리 무게와 거의 같음)을 처리할 수 있는지 여부를 검증하고, 특히 화물칸 도어 메커니즘의 작동 순서가 정확한지 확인하는 것이다.
- 또한, 객실 압력 변화에 따른 화물칸 문의 작동 상태를 모니터링하기 위해 추가 계측 장비를 적용한 가압 개발 테스트가 진행 중이다. 이러한 테스트는 일상적인 생산 과정에서 수행되는 표준 가압 검사 외에 추가적인 검증 단계를 제공한다.
- 이러한 시험이 진행됨에 따라 Airbus는 A350F의 비행 시험 캠페인에 한 걸음 더 가까워지고 있으며, 이는 최종 인증 및 운항 개시를 위한 중요한 단계이다.

Airbus A350F, 이 항공기에는 복합소재가 사용되었나?

- 사용되었다. 2024년 Aernnova 공장 견학에서 Aernnova Illescas는 A350-1000 엔진 파일론용 상부 스파 제작과 A350 화물기의 4.5×4미터 화물 도어 개발에 대한 기여도를 설명했다. "기체 외피는 Airbus Illescas에서 제작하고, 우리는 12개의 프레임과 보강재, 핀, 클립을 포함한 500개 이상의 부품으로 구성된 내부 구조물을 생산할 것이다. 현재 이를 위한 금형 제작을 시작했다."

- Airbus는 A350F용으로 "길이 5.7미터, 직경 약 4미터의 동체 배럴 부품"인 섹션 19도 생산하는데, 이 부품은 589kg의 탄소섬유 프리프레그를 사용하여 53제곱미터의 표면적을 덮는다고 CW Airbus 공장 투어에서 보도됐다. 수평 안정판과 날개 세트 또한 복합소재로 제작됐다.



그림 17. A350F 인포그래픽 출처 | AIRBUS

- 관련 콘텐츠
 - [MFFD 세로 이음매 용접 완료, 세계 최대 CFRTP 동체 성공적으로 완성\(24.05.07.\)](#)
 - [저비용 고효율 CFRP 이방성 격자 구조\(24.08.30.\)](#)
 - [공장 견학: Airbus, 스페인 일레스카스\(24.08.28.\)](#)
 - [상용 항공기용 복합 액체 수소 탱크 개발\(25.01.16.\)](#)

□ 중국 하얼빈 공업대학, rCF 업사이클링 위한 3초 고체 화염 발생 기술 개발('26.04.08.)

※ [Composites World] 연구원들은 마그네슘과 탄산칼슘 분말을 사용하여 탄소섬유강화플라스틱(CFRP)을 그래핀이 접합된 탄소섬유 및 분말로 변환하고, 이를 통해 고부가가치 복합재료를 재활용하는 것을 목표로 하고 있다. /News

• <https://www.compositesworld.com/news/harbin-institute-of-technology-invents-3-second-solid-flame-technique-targeting-rcf-upcycling>

• #독일 #자동차 #적층 제조

• 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 의 수석 편집장

○ 하얼빈 공업대학 (HIT) 의 페이 웨이둥 교수, 왕 리둥 교수, 그리고 성 지에 부교수가 이끄는 연구팀은 마그네슘(Mg)과 탄산칼슘(CaCO_3) 분말을 반응물로 사용하는 고체 화염 업사이클링 기술을 개발했다. 이 기술을 통해 탄소섬유 폐기물을 단 몇 초 만에 그래핀 접합 탄소섬유(GCF)와 그래핀 분말로 전환할 수 있다. 본 연구는 탄소섬유 폐기물을 보다 효율적으로 고부가가치 소재로 업사이클링하는 것을 목표로 한다.

○ Mg/ CaCO_3 고체 화염 공정에서 Mg는 에폭시 수지의 CO결합 분해를 가속화하여 CC 결합의 상호 연결을 촉진하고, 결과적으로 GCF 접합 미세구조 형성을 유도한다. 최적의 지속가능성 지표와 강화 흑연 복합재 및 전자기 간섭 차폐를 포함한 상업적 응용 분야에서의 매력을 지닌 이 고체 화염 업사이클링 기술은 축적되는 탄소섬유 폐기물의 장기적인 관리를 위한 실현 가능한 전략을 제시한다.

○ 이 기술의 핵심적인 장점은 다음과 같다.

- 높은 탄소섬유 회수 효율
- 최적의 기계적 특성 유지
- 그래핀-탄소섬유 계면에서의 C-C 공유 결합(강하고 안정적인 것으로 확인됨)
- 용매를 사용하지 않는 고체 상태의 저에너지 및 저배출 공정
- 재활용 소재는 순수 탄소섬유보다 강화 효과가 뛰어남

○ 연구원들에 따르면, 이 기술은 항공우주, 풍력 에너지 및 첨단 제조 분야에서 증가하는 탄소섬유 폐기물 문제에 대한 지속 가능하고 경제적으로 실현 가능한 해결책을 제공할 수 있다.



그림 18. 출처 | SAMPLE Insights

- 관련 콘텐츠
- [전량 재활용 니들핀치 부직포 CFRP, 포물러2\(F2\) 시트의 탄소 배출량 대폭 감소](#) (24.11.27.)
- [Airbus, 미래 항공기용 복합재의 전 생애주기\(LCA\) 개선 추진](#)(24.08.28.)
- [바이오 소재, 복합재 지속가능성 향상에 진전](#)(24.11.25.)

□ 일본 Toray, 호르무즈 해협 봉쇄에 따른 탄소섬유 추가 요금제 도입(26.04.09.)

※ [Composites World]중동 지역 긴장 고조로 인해 급증하는 석유화학 원료 가격에 대응하기 위한 긴급 조치를 내렸다. /News

• <https://www.compositesworld.com/news/toray-introduces-surcharge-pricing-to-carbon-fiber-amid-strait-of-hormuz-blockade>

• #일본 #탄소섬유 #복합소재

• 저자 : 진저 가드너, CompositesWorld 편집장

- Toray Industries(일본 도쿄)은 이란과의 군사적 충돌 및 호르무즈 해협의 사실상 봉쇄로 인해 석유화학 원료 및 기타 원자재 가격이 급등함에 따라 탄소섬유 복합재료 및 기타 제품에 할증 가격을 도입하는 긴급 조치를 시행할 예정이다. 적용 제품 및 조건 등 구체적인 사항은 관련 사업부에서 고객과 개별적으로 협의하여 결정할 것이다.
- 이 조치의 시급성을 고려하여 일부 제품에는 이미 할증료가 부과되었으며, 향후 다른 제품에도 추가될 예정이다. Toray는 시장 상황 및 원자재 가격 변동 추이를 고려하여 정기적으로 할증료를 재검토할 것이다. 이 가격 책정 방식은 영구적인 가격 조정이 아니라 급변하는 외부 환경에 신속하게 대응하기 위한 임시적인 긴급 조치이다.
- 세계 경제는 호르무즈 해협 봉쇄로 인한 원자재, 연료, 물류 비용 급등과 원자재 조달 차질 등 새로운 위험 요인에 직면해 있다. 여기에 중국 경제의 지속적인 침체와 예측 불가능한 미국의 관세 정책이 더해지면서 세계 경제 전망은 점점 더 불확실해지고 있다.
- 이러한 배경 속에서 원유 가격이 급격히 상승하자 일본 언론은 이를 역사적으로 심각한 상황이라며 "제3차 석유 위기"라고 표현했다. Toray는 치솟는 비용을 자체적인 노력만으로 감당해서는 안정적인 생산을 유지하기 어렵다고 지적하며, 현 상황에서는 신속한 경영진의 의사결정이 필요하다고 강조했다.
- Toray는 이번 새로운 가격 책정 방식을 현재의 글로벌 과제를 해결하기 위한 광범위한 노력의 일환으로 보고 있으며, 이를 통해 고객과의 가격 협상을 간소화하고 공급망 전반에 걸쳐 의사 결정 속도를 높일 수 있을 것으로 기대한다. 일부 원자재 조달에 대한 우려가 제기되고 있지만, Toray는 안정적인 공급을 보장하기 위해 모든 노력을 다할 것이다. 앞으로도 Toray는 지정학적 위험과 에너지 시장 동향을 면밀히 주시할 것이다.

- Toray는 오랫동안 단순한 소재 제조업체를 넘어 공급망 전반에 걸쳐 가치를 창출하고 제공하는 기업이 되기를 열망해 왔다. Toray는 지속적인 성장을 위해서는 공급망 재편, 신규 시장 개척, 기술 투자와 같은 사업을 가속화하고, 변화하는 사업 환경에 신속하게 대응할 수 있는 유연한 전략을 추진해야 한다는 점을 인식하고 있다. 조달원 다변화, 생산 효율 증대, 환경 영향 감소를 통해 중장기 경쟁력을 강화하고, 이를 통해 사회와 산업의 지속 가능한 발전에 기여할 것이다.

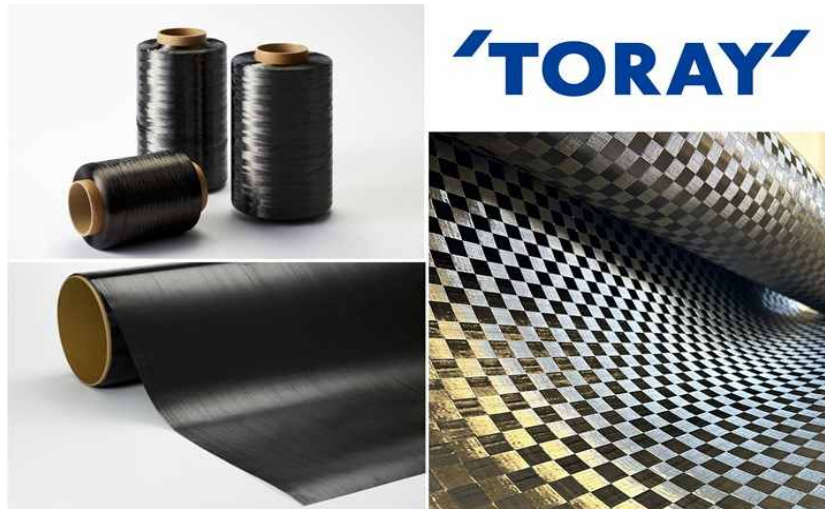


그림 19. 출처 | TORAY INDUSTRY

- 관련 콘텐츠
 - [저비용 고효율 CFRP 이방성 격자 구조](#)(`24.08.30.)
 - [편조 보강재를 사용한 항공우주용 프리프레그는 생산 속도와 비용 측면 성능 개선](#)(`25.04.21.)
 - [공장 견학: 테이진 카본 아메리카\(Tejjin Carbon America Inc.\), 미국 사우스캐롤라이나주 그린우드](#)(`24.05.27.)

□ JEC World 2026, 고속 복합재 제조 분야 혁신 집중(26.04.09.)

※ [Composites World] AnalySwift의 소프트웨어 도구 지원을 통해 Penn State는 설계 주기 시간을 단축하고 제조 가능성을 향상시키며 복합재 블레이드 성능을 분석 예측과 비교하여 검증하는 것을 목표로 한다. /Article

- <https://www.compositesworld.com/articles/jec-world-2026-highlights-innovations-in-high-rate-composite-manufacturing->
 - #JEC #항공우주
 - 저자 : 스콧 프랜시스, 가드너 비즈니스 미디어 편집장
- 지난 3월, 세계 최대 복합재 산업 행사인 JEC World 2026에서 여러 가지 주목할 만한 성과를 거두었지만, 올해 가장 눈에 띄는 주제 중 하나는 고속 제조 기술의 발전이었다. 차세대 항공우주 및 방위 산업 프로그램에서 요구되는 생산 주기 단축, 경량 소재 사용, 확장 가능한 공정의 필요성에 발맞춰, 참가 업체들은 혁신과 산업 현실 사이의 간극을 메우는 솔루션을 선보였다. 다음은 몇 가지 사례를 간략히 소개하는 내용이며, 일부 기술은 에너지, 자동차, 해양 등 다른 분야에도 적용될 수 있지만, 핵심은 이러한 고속 제조 기술의 광범위한 잠재력에 있다.

Toray advanced Composites

- Toray advanced Composites(미국 캘리포니아주 모건힐)는 신속한 배치가 중요한 방위 및 항공우주 분야에 중점을 두고 고속 생산을 위한 선도적인 소재 공급업체로 자리매김하고 있다. JEC World 2026에서 Toray는 CW와의 인터뷰를 통해 지정학적 변화와 재사용 발사체의 경제성이 차세대 항공우주 및 방위 프로그램에서 첨단 복합소재 수요를 어떻게 견인하고 있는지에 대한 통찰을 공유했다.



그림 20. 이 항공기 좌석 등받이 데모제품은 Toray의 세텍스 TC1005단방향테이프 사용. 출처 | Toray

- Toray는 방위 플랫폼, 우주선 및 미래 상용 항공기의 고속 생산에 열가소성 복합소재의 도입이 가속화됨에 따라 이를 적극적으로 지원할 준비가 되어 있다. 핵심 혁신 기술은 NCAMP 데이터베이스를 기반으로 하는 TC1225 단방향(UD) 테이프이다. 이 데이터베이스는 자동 섬유 배치(AFP), 프레스 성형 및 연속 압축 성형과 같은 다양한 가공 경로에 걸쳐 설계 허용치를 제공한다. 이러한 데이터 기반 접근 방식은 인증 기간을 수년에서 수개월로 단축하고 비용을 절감하며 드론, 방위 시스템 및 위성의 신속한 배치를 가능하게 한다.

- Toray는 방산 및 우주 분야에서 자동차 또는 기술 분야 배경을 가진 새로운 OEM 업체들의 수요가 증가하고 있으며, 이들은 기존의 인증 주기보다 신속한 솔루션 개발을 요구하고 있다고 지적한다. 이는 재사용 가능한 발사체 및 저궤도 위성군 구축과 같은 분야에서 복합재 수요가 급증하고 있는 추세와 일맥상통하며, 특히 향후 2~3년 내에 급증할 것으로 예상되는 방산 우주 프로그램에서 이러한 추세가 두드러진다.
- 항공우주/방위산업 분야에 부수적으로 Toray의 기술은 수소용 복합재 탱크, 전력 전송용 첨단 케이블 코어 등 고속 에너지 응용 분야를 지원하며, 전기화, 원자력 및 화학 연료 전반에 걸친 에너지 해징에 활용된다. 비용 효율적인 탄소/PEI 열가소성 테이프인 Cetex TC1005와 같은 신제품은 차량 내부 및 산업용으로 사용될 예정이다. Toray는 또한 전기 수직이착륙기(eVTOL) 및 고성능 자동차 분야에도 지속적으로 투자할 계획이다.

Web Industries

- Web Industries(미국 매사추세츠주 말버러)는 특히 항공우주 및 방위 산업 분야에서 고속 생산을 지원하는 기술을 강조했다. 존 마데이 CEO에 따르면, 목표는 최소한의 노동력과 공간으로 생산량을 향상시키고 자동화로 인력 구조 변화에 대응하는 것이다.



- 주요 혁신 기술로는 슬릿 테이프 및 더 넓은 패드 포맷을 위한 차세대 슬리팅 기술이 있으며, 이를 통해 최대 2배의 처리량 증가, 작업 공간 절감 및 노동 강도 감소를 실현한다. 이 기술은 차세대 플랫폼용 시스템을 요구하는 주요 고객사들이 집중하는 고속 항공기 생산 라인에 최적화되어 있다.
- 재료 활용도 또한 중요한 요소이며, 첨단 접합 기술, 수율 극대화, 그리고 폐기물을 잘게 부순 조각으로 재활용하여 새로운 공정에 활용하는 전략을 통해 구매 대비 사용률을 100%에 가깝게 높이는 것을 목표로 한다. 이는 드론/무인항공기, 미사일 시스템, 증가하는 헬리콥터 생산량과 같은 고속 방위 산업 분야의 지속가능성을 뒷받침할 뿐만 아니라, 새로운 미국 전투기 개발 프로그램의 초기 계획 수립에도 기여한다.

그림 21. Web Industries는 상업용 항공우주, 국방, 무인기(UAV), 전기수직이착륙기(eVTOL) 및 우주 산업 등 서로 교차-융합되는 시장에서 대량 생산과 효율적인 제조를 가능하게 하는 데 주력하고 있다. 출처 | Web Industries

- 방위산업 분야에서 Web은 자동화 공정용 슬릿 테이프와 적층용 플라이 키트를 공급하며, 다양한 소재를 대규모로 처리한다. eVTOL/도심 항공 모빌리티 및 우주 산업과 같은 관련 분야에서도 다층 단열재(MLI)와 위성 및 재사용 가능 차량용 연성 제품을 공급하여 고속 생산에 기여하고 있다. Madej는 상업 항공우주, 방위산업, 무인 항공기(UAV), eVTOL 및 우주 산업과 같은 이러한 융합 시장들이 복합소재에 의존하고 있음을 강조하며, Web의 기술이 대량 생산 및 효율적인 생산에 필수적이라고 역설한다.

Cannon

- Cannon(이탈리아 카론노 페트루셀라)은 JEC World 2026에서 항공우주 및 방위 산업 분야의 고속 생산을 가능하게 하는 다양한 복합재 가공 기술을 선보였다. 이 회사의 솔루션은 차세대 프로그램의 요구 사항을 충족하기 위해 페루프 제어 및 자동화에 중점을 두고 있으며, 열경화성 및 열가소성 소재 전략을 모두 지원한다.



그림 22. Cannon 사의 Nexus 복합재 금형은 기존의 툴링 방식과 비교했을 때, 무게와 열적 관성, 그리고 에너지 사용량을 60~70%까지 절감. 출처 | Cannon

- Cannon의 다이내믹 오버패킹 시스템(DOS)은 폐쇄 루프 압력 제어를 통해 고압 수지 이송 성형(HP-RTM) 공정을 향상시켜 기포 발생을 줄이고 인서트를 보호하는 동시에 성능을 유지한다. 이는 고속 항공우주 구조물 생산에 이상적이다. 또한, 트리플 진공 프레임(TVF)은 프리프레그 취급을 자동화하여 오염을 최소화하고 별도의 프리포밍 없이 복잡한 형상 구현을 가능하게 함으로써 장갑차 및 차량 부품과 같은 방위 산업 분야의 생산을 간소화한다.
- Cannon의 넥서스 복합재 금형은 기존 금형을 대체하여 무게, 열 관성 및 에너지 사용량을 60~70% 절감하고, 더 빠른 가열과 정밀한 구역 설정을 통해 대량 생산을 가능하게 한다. 이러한 혁신을 통해 캐논은 민간 항공우주 분야에서 입지를 강화하는 동시에 탄도학, 보호 시스템 및 기타 고속 생산 분야에서 확장 가능한 생산에 대한 증가하는 국방 수요에도 대응할 수 있게 되었다.

Caracol

- Caracol(이탈리아 밀라노)은 자사의 헤론 AM 플랫폼을 활용하여 기능성 복합 부품을 실시간으로 출력하는 시연을 통해 항공우주 및 방위 산업 분야에 적용 가능한 고속 대규모 적층 제조(LFAM) 기술을 선보였다. 카라콜은 민간 및 국방 분야 모두에 적용 가능한 이중 용도 기술을 통해 운송 산업 전반의 생산 방식을 혁신하는 데 주력하고 있다.

- 가열 베드가 통합된 이 플랫폼은 열가소성 및 복합 재료를 대규모로 증착하여 시제품 제작과 고속 생산 간의 경계를 허물고 있다. 사업의 20%를 차지하는 항공우주 분야 응용 분야는 로켓 노즐 및 툴링용 경량 탄소섬유 적층 금형에 중점을 두고 있으며, 이는 금속 대체재보다 빠른 속도로 작동하여 항공 구조용 복합재의 활용 가능성을 열어준다.

- 드론과 자율 플랫폼은 핵심적인 관심 분야이며, 국방 분야에서 최종 사용 부품으로의 전환을 가속화하고 있다. 기밀 프로그램들은 고성능의 한계를 뛰어넘고 있다. 이중 용도 융합, 자동화, AI 기반 디지털화와 같은 트렌드는 높은 생산성 요구를 충족하고, 적층 제조(AM) 기술을 커넥티드 팩토리에 통합하여 품질과 최적화를 도모한다.



그림 23. 이 항공우주용 복합재 적층 금형(Lamination tool)은 폴리카보네이트(PC)와 20%의 탄소섬유가 함유된 소재를 활용하여 로봇 LFAM(대형 적층 제조) 방식으로 제작. 출처 | Caracol

- 보조 부문은 더 광범위한 역량을 보여준다. 해양 부문(사업의 10%)에서는 요트용 인증된 구조용 선체와 하이브리드 외장 부품을 제공하며, 육상 응용 분야(10~15%)에는 알스트롬이 개발한 열가소성 열차 덮개와 같은 철도 외장재 및 BMW와 같은 파트너와의 협력을 통해 개발된 자동차 프로토타입이 포함된다.

Airbus

- Airbus 및 Boeing 객실 인테리어의 1차 공급업체인 Demgy Group(프랑스 생토뱅쉬르가이옹)은 경량화와 견고한 성능을 가능하게 하는 단기 재활용 열가소성 수지에 대한 "프레스 앤 메이크" 솔루션을 제공한다.

- 항공기 구조물 및 반구조 부품에 중점을 둔 Demgy는 A350 클립에서 볼 수 있듯이 탄소섬유 강화 PEEK 및 PPS와 같은 고성능 소재를 사용하여 복잡한 부품을 생산하는 공정을 개발했다. 이 회사의 접근 방식은 사출 성형, 열성형/스탬핑, 연속 섬유 적층 제조, 정밀 가공 및 EMI 차폐를 위한 금속화 공정을 통합하여 고속 생산에 필요한 다양한 솔루션을 제공한다.



그림 24. Demgy 사는 바이오 기반(Biosourced) 복합소재로 제작된 항공기 내부 부품 분야에 투자. 출처 | Demgy

- 이러한 통합적 접근 방식은 자동차 대량

생산 분야의 전문성을 항공우주 분야에 적용하여 미래 항공기 개발 주기를 단축한다. 바이오 기반 PA11과 아마 섬유와 같은 지속 가능한 소재에 대한 투자는 실내 디자인에 더욱 친환경적인 요소를 더한다.

- Demgy의 기술은 주로 항공우주 분야에 초점을 맞추고 있지만, 산업 분야에서도 부수적으로 활용될 수 있다. 그러나 핵심은 경량 기능성 복합소재를 통해 차세대 항공우주 및 잠재적인 방위 산업 확장을 위한 고속 고효율 제조를 가능하게 하는 데 있다.



그림 25. 매년 JEC World는 오늘날 복합소재 산업을 형성하고 있는 최신 기술, 공정 및 트렌드에 대한 통찰력을 제공한다. 출처 | CW

- 관련 콘텐츠
- [MFFD 세로 이음매 용접 완료, 세계 최대 CFRTP 동체 성공적으로 완성](#)(24.05.07.)
- [공장 견학: Aernnova Composites, 스페인 Toledo 및 Illescas](#)(24.06.24.)
- [공장 견학: Airbus, 스페인 일레스카스](#)(24.08.28.)
- [오토 예비에이션, 레오나르도사의 전 복합소재 기체를 장착한 팬텀 3500 비즈니스 제트기 출시](#)(25.06.27.)

□ 미국 Penn State, iVABS 프레임워크 활용해 실제 적용가능한 복합재 회전익 항공기 블레이드 기술 발전('26.04.10.)

※ [Composites World] AnalySwift의 소프트웨어 도구 지원을 통해 Penn State는 설계 주기 시간을 단축하고 제조 가능성을 향상시키며 복합재 블레이드 성능을 분석 예측과 비교하여 검증하는 것을 목표로 한다. /News

• <https://www.compositesworld.com/news/penn-state-uses-ivabs-framework-to-advance-real-world-composite-rotorcraft-blades>

• #미국 #항공우주 #설계/모듈링 #탄소섬유 #복합소재

• 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 의 수석 편집장

- Penn State(미국 펜실베이니아주 유니버시티 파크)는 헬리콥터, 항공기 및 기타 회전익 항공기에 사용되는 복합재 로터 블레이드의 제조 가능성을 향상시키기 위해 AnalySwift(미국 인디애나주 웨스트 라파예트)의 학술 파트너 프로그램(AAP)에 참여하고 있다.
- 이 연구는 Penn State 수직 이착륙 연구 센터(VLRCOE)의 일환으로, VLRCOE는 헬리콥터, 드론 및 VTOL 시스템과 같은 수직 이착륙 기술의 발전을 위해 공기역학, 비행 역학, 추진, 음향 및 생존성과 같은 핵심 분야에 전념하는 연구 및 교육 허브이다.
- 이 앱은 참여 대학에 엔지니어링 소프트웨어 프로그램인 VABS와 SwiftComp의 무료 라이선스를 제공하여 학생, 연구원 및 교수진이 학술 연구에 해당 도구를 활용할 수 있도록 한다.
- Penn State 항공우주공학과 박사 과정에 있는 송지우 씨는 "로터 블레이드 설계 최적화는 회전익 항공기의 전반적인 성능 향상에 매우 중요한 역할을 한다."라고 설명한다.
- "iVABS와 같은 최근의 전산 도구 개발 덕분에 정해진 성능 목표를 충족하면서 설계 공간을 신속하게 탐색할 수 있게 됐다. 본 프로젝트의 목표는 제조 환경을 획기적으로 고려한 iVABS 블레이드 설계 프레임워크를 개발하여 설계부터 생산까지 가능한 역량을 확보하는 것이다. 앞으로 본 프로젝트는 가상 최적화를 넘어 물리적 구현으로 나아가고자 하며, Penn State 응용연구소와 협력하여 복합재 로터 블레이드를 제작하고 실험을 통해 전산 설계 프로세스를 검증할 계획이다."
- 송 연구원은 VABS 소프트웨어가 자신의 연구에 핵심적인 역할을 했다고 말한다. 이 소프트웨어의 고정밀 단면 해석 기능 덕분에 복잡하고 실제적인 블레이드 형상에 대한 강성, 질량 및 결합 특성을 신속하게 계산할 수 있다. 사용자 친화적인 방식

으로 설계 및 최적화, 매개변수 연구, 불확실성 정량화를 위한 VABS를 지원하는 iVABS 설계 프레임워크를 활용하여 "수많은 후보 설계를 효율적으로 평가하고 강성, 강도 제약 조건 및 무게 요구 사항과 같은 까다로운 구조적 목표를 충족하는 구성을 추려낼 수 있었습니다."라고 송 교수는 설명한다. "이러한 수준의 정확도와 계산 속도는 기존의 3D 유한 요소 모델링만으로는 달성하기 어려웠을 것이다."

- 현재 프로젝트 단계에서는 VABS/iVABS를 사용하여 제조 제약 조건을 설계 프로세스에 직접 통합함으로써 보다 현실적인 형상 매개변수화를 구현하고 있다. 블레이드 템플릿에는 둥근 스파 모서리, 에어포일 후연 처리, 연속 스킨 적층 구조, 스펠을 따라 변하는 스파 두께와 같은 특징이 포함되어 있다. 이러한 세부 사항은 해석에서 구조적 정확도를 향상시킬 뿐만 아니라 설계를 실제 제조 가능한 하드웨어로 더욱 직접적으로 적용할 수 있도록 한다.
- 본격적인 블레이드 개발에 앞서, 연구팀은 iVABS에서 도출된 적층 순서를 이용하여 항공우주 등급 탄소섬유 프리프레그 소재로 복합 스파를 제작하고 제조 방법론을 검증했다. 제작 후, 스파의 단면 및 길이 방향 특성을 측정하고 실험 결과와 해석 결과를 비교하여 iVABS 최적화 도구의 신뢰성을 확보했다.
- "향후 연구에서는 점진적으로 더 복잡한 스파 형상을 모델링, 제작 및 검증하여, 스파 뒤쪽에 외피 복합재 스킨과 샌드위치 코어 섹션과 같은 요소를 포함하는 대표적인 블레이드 단면을 구축하는 방향으로 연구를 확장할 것이다."라고 Penn State 응용 연구소의 대학원생인 마이클 셰퍼드는 말한다.
- "각 단계에서 실험 측정값을 사용하여 계산 결과를 검증하고 개선하여 원하는 제품을 얻을 것이다. iVABS 프레임워크는 물리적 테스트 전에 파손 하중을 예측하는데에도 중요한 역할을 하여, 정보에 기반한 실험 계획을 수립하고 분석과 테스트 간의 상관관계를 강화하는 데 기여했다."

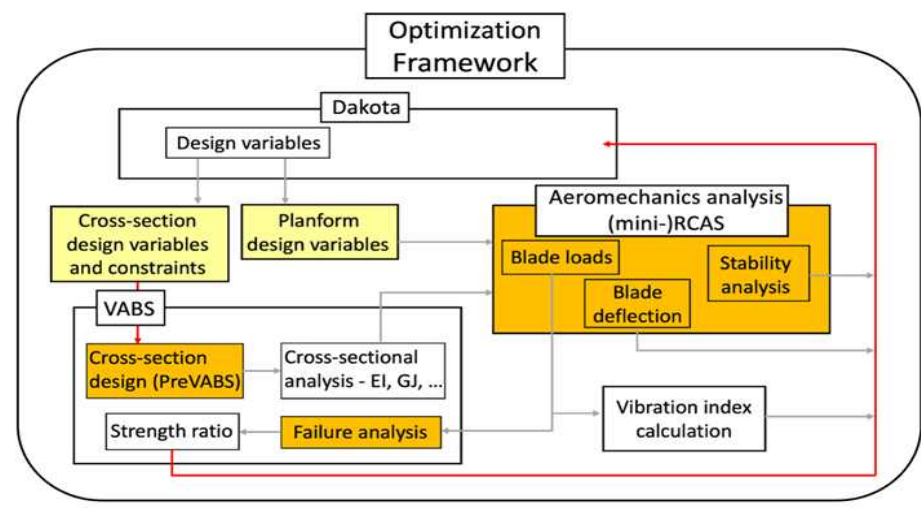


그림 26. iVABS 설계 워크플로우

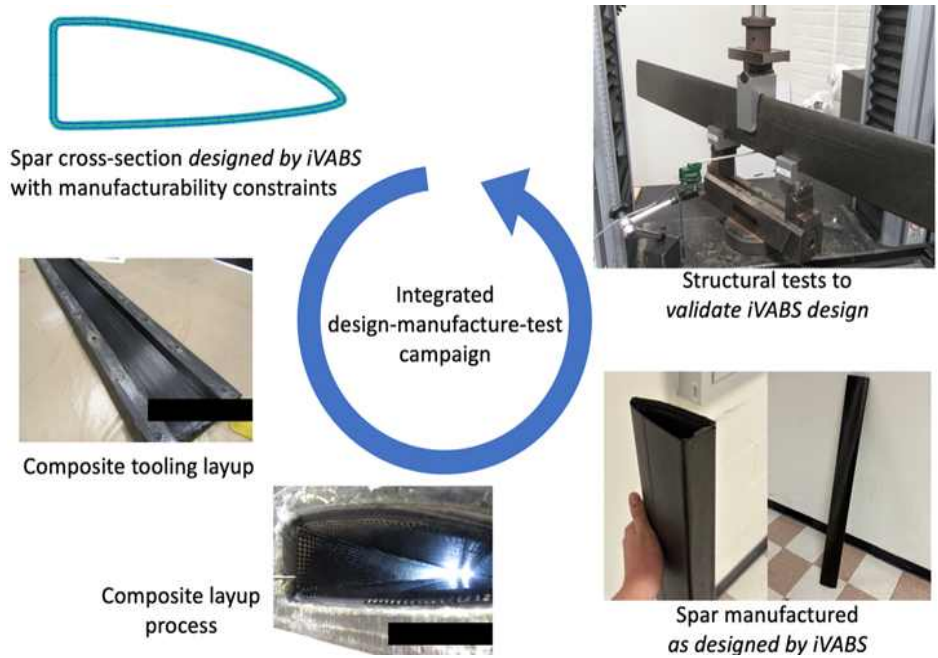


그림 27. iVABS로 설계된 복합재 블레이드의 통합 설계-제조-시험 캠페인의 첫 번째 단계로, 이 단계에서는 벨 412와 유사한 스파 구조에 중점. 출처 | 펜실베이니아 주립대학교

○ 관련 콘텐츠

- [항공 전용 배터리 시스템, 전기 및 하이브리드 항공을 위해 첨단 복합재 활용](#) (24.04.24.)
- [복합재 최종 시장: 새로운 영역](#) (25.02.24.)
- [100파운드 감량, X-59 노즈콘 인증 시간](#) (25.07.30.)
- [Otto Aviation, Leonardo의 전 복합재 기체를 적용한 Phantom 3500 비즈니스 제트기 출시](#) (25.06.27.)

□ 네덜란드 TANIQ, 복합재용 고무 권선 적용한 다공정 제조 솔루션 추가 출시('26.04.10.)

※ [Composites World] 단일 셀 및 소프트웨어 환경을 통해 압력 용기, 캐니스터, 로켓 모터 케이스 및 항공기 기체 부품과 같은 경량 애플리케이션을 구현할 수 있다.
/Product

- <https://www.compositesworld.com/products/taniq-launches-further-multi-process-manufacturing-solution-with-rubber-winding-for-sealing->
 - #네덜란드 #오토메이션 #필라멘트와인딩 #압력용기 #ATL/AFP
 - 저자 : 진저 가드너, CompositesWorld 편집장
- TANIQ(네덜란드 로트르담)는 이제 단일 로봇 셀과 소프트웨어 환경 내에서 필라멘트 와인딩(FW)과 자동 섬유 배치(AFP)를 결합한 복합재 산업용 다중 공정 및 다중 재료 제조 솔루션에 고무 와인딩 기능을 추가했다.
 - TANIQ이 2025년에 발표한 초기 하이브리드 솔루션이 더욱 강화되어, 예를 들어 압력 용기에 고무 내부층을 먼저 적용하여 밀봉 및 단열 효과를 높인 후, FW를 적용하여 구조를 보강하고, AFP를 적용하여 돔과 같은 중요 부위를 국부적으로 강화할 수 있게 됐다. 이러한 조합은 성능을 향상시킬 뿐만 아니라 재료 사용량을 줄여 더욱 가벼우면서도 안전하고 고성능의 구조물을 구현할 수 있도록 한다.
 - 첨단 복합재 제품 솔루션이 점차 다중 소재 및 다중 공정 설계를 채택함에 따라 제조업체는 설계 및 생산 측면 모두에서 복잡성이 증가하고 있다. 그러나 대부분의 생산 환경에서 여러 보강 공정을 결합하려면 별도의 전용 장비와 소프트웨어 플랫폼을 사용해야 한다. 이로 인해 소프트웨어 간 데이터 전송 및 조작, 장비 간 제품 교체 등 복잡한 워크플로가 발생하여 오류 발생 위험이 높아지고 개발 및 생산 기간이 연장된다.
 - TANIQ는 여러 공정을 통합된 워크플로로 통합하여 제조업체가 단일 시스템 내에서 다중 공정 구조물을 설계하고 생산할 수 있도록 지원함으로써 이러한 문제를 해결한다.

단일 소프트웨어 환경 및 로봇 셀

- 이 솔루션의 핵심은 세 가지 공정 모두의 통합 설계 및 프로그래밍을 지원하는 독자적인 소프트웨어 플랫폼인 TaniqWind Pro이다. 엔지니어는 단일 환경에서 이러한 공정과 다양한 재료를 결합하여 구조 분석을 위한 통합 제품 설계를 생성하고, 제조 전에 최적화를 수행할 수 있다. 이를 통해 여러 소프트웨어 도구를 사용하거나 수동으로 데이터를 교환할 필요가 없어 복잡성을 줄일 수 있다.

- 이러한 다중 공정 접근 방식을 구현하기 위해 TANIQ의 로봇 와인딩 시스템은 여러 개의 교체 가능한 툴을 지원한다. 이 시스템은 고무 와인딩 헤드, 고속 FW 헤드 및 국부 보강용 AFP 헤드 간에 자동으로 전환할 수 있다. 이를 통해 제조업체는 기계 간 부품 이송 없이 연속 생산을 수행할 수 있어 정렬 위험을 크게 줄이고 반복성을 향상시키며 리드 타임을 단축할 수 있다.

하이브리드 제품 아키텍처를 위한 고유한 기능

- 2006년부터 TANIQ는 석유 및 가스, 자동차 산업용 호스와 같은 고급 섬유 강화 고무 복합재 응용 분야에 적용되는 독자적인 고무 권선 기술로 인정받아 왔다. 이 기술은 특수 배치 알고리즘과 특수 하드웨어를 결합하여 밀봉, 절연 또는 보호와 같은 기능을 위한 고무 층을 정확하게 배치할 수 있도록 한다.
- TANIQ는 이제 고무 권선 기술을 복합재 부품 설계 및 제조에 적용하여 섬유-고무 접착, 고무-금속 접합, 탄소섬유 복합재와 고무 층의 동시 경화에 최적화된 하이브리드 설계 및 공정 매개변수를 개발하고 있다.
- 이 기술은 여러 공정을 단일 시스템으로 통합함으로써, 기존에는 별도의 제조 시스템이나 수작업이 필요했던 제품 아키텍처 개발을 가능하게 한다. 이러한 공정들의 결합은 재료 소비를 줄여 무게를 감소시키므로, 항공우주, 항공 및 방위 산업 분야에서 비용 절감과 성능 향상에 매우 효과적이다.
- 적용 분야로는 복합재로 감싼 압력 용기(COPV), 항공기 기체 부품, 로켓 엔진 케이스 및 용기와 같은 기타 경량 복합재 구조물이 있다.

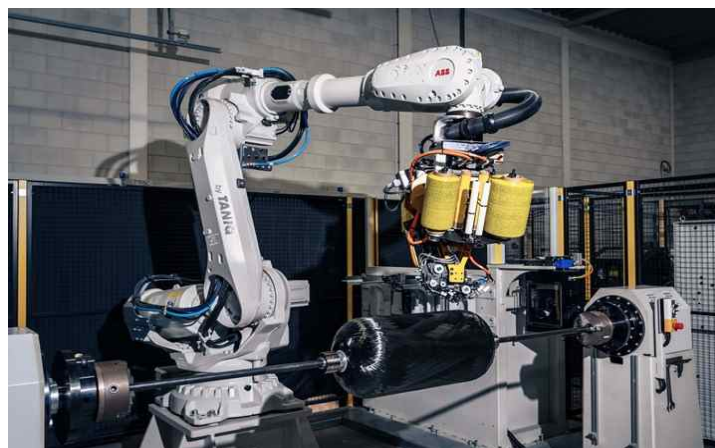


그림 28. 출처 | Taniq

- 관련 콘텐츠
 - [공장 견학: Aernnova Composites, 스페인 Toledo 및 Illescas](#)(`24.06.24.)
 - [프리프레그 압축 성형은 고속 프로펠러 제조 지원](#)(`25.05.30.)
 - [후처리: 3D 프린팅 플라스틱 및 복합소재로 제작된 구강 지지대로 거동이 불편한 사용자에게 도움](#)(`26.03.30.)