

## '26.03.23~26.03.29. 글로벌 탄소산업 주요 동향

### □ 독일 SGL Carbon, 구조조정을 통해 수익성 안정화 및 새로운 성장 시장 목표(26.03.23.)

※ [Composites World] 대규모 구조조정 조치 이후 2025 회계연도 실적 전망치를 확정했으며, 새로운 고성장 잠재력 시장과 소재 혁신에 초점을 맞춘 미래지향적 성장 전략을 제시한다. / News

- <https://www.compositesworld.com/news/sgl-carbon-stabilizes-profitability-through-structuring-targets-new-growth-markets>
  - <https://www.sglcarbon.com/en/investor-relations/publications-news-key-figures/>
  - #독일 #탄소섬유 #복합소재
  - 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장
- 탄소섬유 사업부 구조조정의 일환으로 수익성이 낮은 사업 활동을 중단하고 반도체 시장 부문의 수요 부진이 지속되면서 SGL Carbon(독일 비스바덴)의 2025 회계연도 매출 실적이 부진했다. 이에 따라 연결 매출은 17.2% 감소한 8억 5,020만 유로(2024년: 10억 2,640만 유로)를 기록했다.
  - 매출 부진으로 인해 회사는 신속하고 일관된 비용 절감 조치를 시행하여 수익성 확보에 집중했다. 조정 EBITDA는 1억 3,500만 유로로 전년도 1억 6,290만 유로 대비 17.1% 감소했지만, 2025년 목표치인 1억 3,000만~1억 5,000만 유로 범위 내에 있었다. 그 결과, 조정 EBITDA 마진은 2024년과 동일한 15.9%를 유지했다.

### 영업 개발

- 그룹 매출 감소는 주로 판매량 감소에 기인한다. 네 개의 사업 부문 모두 이러한 감소에 영향을 미쳤지만, SGL의 흑연 솔루션(GS) 사업 부문이 관리하는 반도체 산업 부문이 가장 큰 영향을 주었다. GS 사업 부문의 매출은 2024년 대비 9,670만 유로 감소한 4억 4,230만 유로를 기록했다. 탄소섬유(CF) 사업 부문의 매출은 적자 사업 활동 중단으로 인해 6,090만 유로 감소한 1억 4,890만 유로를 기록했다. 공정 기술(PT) 사업 부문 역시 2024년에 보였던 높은 매출 수준을 유지하지 못하고 740만 유로 소폭 감소한 1억 3,090만 유로를 기록했다. 자동차 산업의 높은 불확실성과 그에 따른 주문량 감소로 인해 SGL의 복합재 솔루션(CS) 사업 부문의 매출도 1,580만 유로 감소한 1억 880만 유로를 기록했다.

### 수익 실적

- GS 사업 부문 내 고마진 반도체 판매 부진은 SGL의 조정 EBITDA에 특히 큰 부담을 주었다. 2024년 1억 3,100만 유로였던 GS의 조정 EBITDA는 2025년 8,110만 유로로 감소했다. 반면, CF의 조정 EBITDA는 성공적인 구조조정 덕분에 2024년

-1,100만 유로에서 2025년 1,410만 유로로 개선되었다.

- PT의 조정 EBITDA는 2024년 3,300만 유로에서 2025년 3,180만 유로로 소폭 감소했다. 설비 가동률 감소로 인한 고정비 총당률 하락이 CS의 조정 EBITDA에 영향을 미쳤다. CS의 조정 EBITDA는 2024년 1,820만 유로에서 2025년 1,140만 유로로 감소했다.
- 2025년 실적은 총 -9,280만 유로(2024년: -1억 1,850만 유로)에 달하는 일회성 효과 및 특별 항목의 영향으로 크게 악화되었다. 이러한 항목에는 주로 CF 사업부 구조 조정으로 인한 5,980만 유로를 포함한 총 6,580만 유로의 구조조정 비용이 포함된다. 또한, 일회성 효과 및 특별 항목에는 총 2,360만 유로의 고정 자산 손상차손도 포함된다. 이러한 조정과 5,340만 유로(2024년: 5,870만 유로)의 감가상각비 및 상각비를 반영한 후, 2025년 영업이익(EBIT)은 -1,120만 유로(2024년: -1,430만 유로)를 기록했다.
- 소폭 개선된 재무 결과 -3,040만 유로(2024년: -3,260만 유로)와 세금 비용 3,670만 유로(2024년: 3,250만 유로)를 고려하더라도, 광범위한 구조조정 조치와 그에 따른 특별 효과로 인해 연결 재무제표상 적자는 -9,920만 유로(2024년: -8,030만 유로)를 기록했다.

## 2026 회계연도 전망

- SGL은 지정학적 상황이 불확실한 상태로 유지되고 주요 판매 시장별로 다양한 양상이 나타날 것으로 예상된다. 2025년 반도체 산업 부문의 SGL 제품 수요가 부진했던 만큼, 2026년에도 해당 시장 부문의 회복은 기대하기 어렵다.
- SGL은 자동차 부문의 성장세 둔화를 예상한다. 특히 기존 무역 장벽과 아시아와의 경쟁 심화로 인해 자동차용 제품 수요가 감소할 수 있다. SGL은 유럽 화학 산업에서도 유사한 상황이 전개될 것으로 예상하고 있다. 특히 높은 제조 비용과 규제 요건이 유럽 내 생산 시설에 부담을 주고 있으며, 일부 경우에는 신규 프로젝트 및 투자 연기로 이어지고 있다.
- SGL은 다른 기존 시장 부문, 특히 산업용 애플리케이션의 경우 현재의 전반적인 상황으로 인해 성장이 정체될 것으로 예상된다.
- 2026 회계연도 매출 전망 시, 2025년 중반 CF 부문의 적자 사업 활동 중단 효과가 2026년 매출에 완전히 반영될 것임을 유의해야 한다. 이는 기존 판매 시장 및 대체로 변함없는 경제 상황에 대한 SGL의 기대와 일치한다. 따라서 그룹은 2026 회계연도 연결 매출을 7억 2천만 유로~7억 7천만 유로(2025년: 8억 5천20만 유로)로, 조정 EBITDA(EBITDApre)를 1억 1천만 유로~1억 3천만 유로로 예상한다. 또한, 이전과 마찬가지로 회사는 전년도와 동일한 수준(2025년: 3천700만 유로)의 긍정적인

잉여현금흐름을 달성하는 것을 목표로 한다.

*SGL은 향후 성장 잠재력이 있는 새로운 응용 분야를 발굴했다.*

### SGL 성장 2030

- 2026년 이후 SGL의 핵심 사업 분야는 새로운 성장 영역 개발 및 진출이다. 구조조정을 통해 기업 규모에 맞춰 조직을 개편함으로써, 탄탄한 핵심 사업을 기반으로 기존 및 신규 시장에서 성장 기회를 최대한 활용할 수 있는 미래지향적인 플랫폼을 구축했다.
- SGL의 기업 전략은 세 가지 핵심 요소에 기반하고 있다. 기존 시장에서의 시장 점유율 확대, 평균 이상의 성장 잠재력을 가진 신규 시장 부문에서의 입지 강화, 그리고 기존 및 신소재 혁신을 통한 제품 포트폴리오 확장이다.
- 또한 SGL은 향후 성장 잠재력이 있는 새로운 응용 분야를 파악했다. 여기에는 에너지 생산용 재료(특히 소형 모듈형 원자로용 인증 특수 흑연), 국방 및 안보, 항공우주 분야가 포함된다.
- SGL Carbon의 CEO인 안드레아스 클라인은 "당사의 성장 전략은 고객 요구에 부응하는 새로운 소재 솔루션 개발을 통해 더욱 강화되고 있다."라고 말하며, "특히 반도체 산업용 코팅과 자동차용 천연섬유 직물 분야에서 향후 성장 잠재력이 크다고 생각한다."라고 덧붙였다.
- 2025년 사업 개발, 2026년 전망 및 SGL의 성장 전략인 "SGL Growth 2030"에 대한 자세한 내용은 SGL Carbon의 연례 보고서에서 확인할 수 있다.

### 2025년 SGL 개발 계획

- SGL Carbon, 모터스포츠용 천연섬유 프리프레그 제조
- SGL Carbon, Carbon Cleanup과 자동차 복합재 재활용 파트너십 체결
- Brembo(이탈리아), SGL Carbon 세라믹 브레이크, 디스크 생산 능력 50% 확대
- SGL Carbon, GFRP 판스프링이 포드 모터 Q1 어워드 수상



그림 1. 추상적인 재무 개념. 출처 | 게티 이미지

## □ 미국 Brighton Science, 복합재료 접착, 코팅 및 밀봉 기술을 4.0 시스템으로 발전(26.03.23.)

※ [Composites World] Brighton Science는 수십 년간 축적된 경험, 2초 만에 측정 가능한 표면 품질, 그리고 데이터 기반 사양 및 KPI 프레임워크를 활용하여 제조업체가 더욱 빠르고 고성능의 생산을 위한 안정적이고 예측 가능한 접착 품질을 달성할 수 있도록 지원한다. / Article

- <https://www.compositesworld.com/articles/advancing-bonding-coating-and-sealing-to-40-systems-for-composites-metals-and-more>
- #미국 #항공우주 #자동차 #접착제 #탄소섬유 #복합소재 #시험
- 저자 : 진저 가드너, CompositesWorld 편집장

○ 첨단 제조 분야에서는 속도와 신뢰성이 절대적으로 중요하다. 항공우주 산업부터 가전제품 산업에 이르기까지 거의 모든 제조업체는 고성능 제품을 생산하기 위해 접합, 코팅, 밀봉 또는 도장과 같은 공정을 사용한다.

○ 이러한 모든 공정에서 재료의 표면 에너지, 즉 상위 3~5개 층의 분자들이 강력한 화학 결합을 형성하는 능력이 성공 여부를 결정짓는다. 페인트의 박리(Flaking), 접착 불량(Disbonds), 그리고 밀봉재의 층간 분리(Delaminating seals)는 생산 지연, 부적합 보고서(NCR) 발행, 재작업, 폐기물 발생 및 실전 운영 중의 잠재적 결함으로 이어질 수 있다.



그림 2. 접합 공정은 자동차, 항공기, 풍력 에너지 및 전자 제품 분야에서 매우 중요하다. 출처 | Brighton Science

○ 하지만 가공 전 표면을 2초 동안 측정하는 것만으로도 페인트, 코팅, 접착제가 복합재료, 플라스틱, 금속, 심지어 세라믹에 고품질로 접착되도록 필요한 데이터를 얻을 수 있다. 이 간단한 기술은 사양과 결합하여 AI를 적용한 자동화 시스템 및 인더스트리 4.0 시스템의 기반이 될 수 있으며, 이를 통해 공정 라인, 시설 및 조직 전반에 걸쳐 데이터 기반 의사 결정을 내릴 수 있다.

### 역사와 과학

- 1996년, 길스 딜링햄 박사는 재료 과학 연구 개발 연구소인 Brighton Technologies Group(BTG, 미국 오하이오주 신시내티)을 설립했다. 국방부의 복합재 경제성 개선 사업(CAI)에서 Boeing의 하청업체로 활동하는 동안, BTG는 접착 접합에 사용되는 표면의 규격 미달 여부를 감지하는 실험실 기술을 개발했다.
- 당시에는 제조 또는 수리 환경에서 이러한 측정을 수행할 수 있는 장비가 없었다.

2013년 미 공군 연구소(AFRL)의 중소기업 연구 개발 사업(SBIR)을 통해 BTG는 탄도 낙하 증착(Ballistic Drop Deposition) 기술을 개발하고 특허를 획득했으며, 생산/현장 환경에서 접착 표면의 접촉각을 측정하는 최초의 휴대용 장치인 서페이스 애널리스트(Surface Analyst)를 개발했다. 이 장치는 이후 F-35 합동 전투기 프로그램의 복합재 접착 접합 개발에 사용되었다.

- BTG Labs는 부식 방지 코팅을 위한 플라즈마 중합 공정, 접착력 향상을 위한 플라즈마 표면 처리, 수술 기구 및 건물 내부용 플라즈마 증착 항균 코팅을 개발했다. 또한 다양한 산업 분야에서 제품 품질 및 성능 문제에 대한 기업들과의 협력을 시작하며 서비스 및 제품 제공 범위를 확대했고, 2022년에 Brighton Science로 사명을 변경했다.
- Brighton Science의 CEO인 앤디 리허는 "우리는 수십 년 동안 표면 처리, 표면 에너지, 그리고 접착 성능 사이의 관계를 연구해 왔다."라고 말한다. "접착 결합을 화학적 결합이라고 부르는 이유는 두 기판 표면의 최상층 분자들이 접착제의 최상층 분자들과 화학적으로 결합하기 때문이다. 그 결과 수십 년 동안 지속되는 매우 견고한 결합이 형성된다. 자동차, 비행기, 위성, 아이폰, 심지어 다리에 이르기까지 수많은 접착 결합이 사용된다. 코팅, 페인트, 실런트를 도포할 때도 동일한 화학적 결합이 일어난다. 하지만 이러한 모든 공정에는 도포되는 재료의 분자와 잘 결합하는 매우 깨끗하고 친화적인 표면이 필요하다."

- 표면의 특성을 측정하는 핵심 지표는 표면 에너지이다. 깨끗한 표면은 높은 에너지를 방출하며, 높은 에너지를 가진 분자인 물은 이러한 높은 에너지 분자에 끌려 표면 위로 퍼져 나간다. 오염 물질이 있는 표면은 에너지가 낮아져 물방울이 표면보다 자신에 더 강하게 끌리게 된다. 따라서 표면 위의 물방울 접촉각을 측정하면 표면 에너지를 알 수 있다. 접촉각이 높을수록 표면 에너지가 낮고, 접촉각이 낮을수록 접착에 더 이상적인 표면임을 나타낸다.

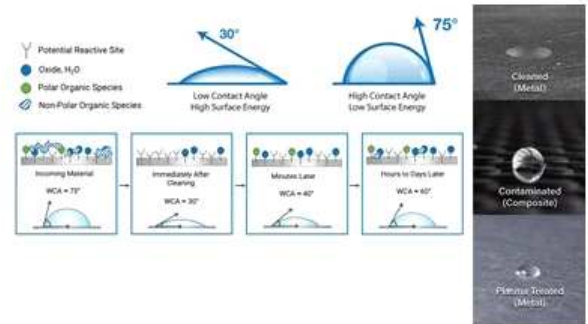


그림 3. 다양한 표면에서의 물 접촉각 및 표면 에너지 측정. 우수한 접착력의 핵심은 높은 표면 에너지이며, 이는 낮은 접촉각으로 나타납니다. 표면 분석 도구는 복합재료, 금속, 플라스틱, 세라믹은 물론 질감이 있는 표면과 플라즈마 처리된 표면에서도 이를 정확하게 측정한다. 출처 | Brighton Science

- "이것이 바로 우리 Surface Analyst 도구에 담긴 과학이다."라고 리허는 말했다. "잉크젯 기술을 사용하여 표면에 1mm 미만의 액체 방울을 떨어뜨린 다음 접촉각을 정량적으로 분석하여 매우 민감하고 정확한 측정값을 제공한다." 그는 또한 사용법이 매우 간단하다고 덧붙였다. "검사 헤드를 표면에 대고 트리거를 당긴 다음 결과 화면을 보면 된다."

## 객관적이고 신뢰할 수 있는 측정

- 리허는 표면 분석 도구의 주요 이점 중 하나는 다인 잉크 테스트나 수분 파괴 테스트와 같은 기존 방식처럼 주관적이지 않는다는 점이라고 지적한다. "다인 잉크 테스트는 사용자의 해석이 필요하고 표면을 오염시킬 수 있으며, 수분 파괴 테스트 역시 주관적이지만 소수성 오염 물질만 감지할 수 있다. 표면 에너지를 정량화하거나 친수성 잔류물 또는 계면활성제 역할을 하는 잔류물을 감지할 수는 없다."
- "우리 시스템은 실험실에만 국한되지 않는다."라고 리허는 말했다. "Surface Analyst를 개발했을 당시, 수직 플랜지, 거꾸로 된 상태, 틈새 깊숙한 곳, 또는 곡면에서도 측정이 가능한 최초의 장비였다. 이제 실제 생산 현장에서 표면 에너지를 측정할 수 있게 된 것이다. 또한 정확도도 향상된다."
- 이는 특허받은 탄도 방울 증착 기술 덕분이다. 과거에는 방울이 증착 과정에서 표면의 요철 사이에 끼어 접촉각에 영향을 미치기 때문에 거친 표면에서의 측정이 어려웠다. "우리 기술은 운동 에너지를 가진 여러 개의 나노 방울을 분사하여 1mm 미만의 방울이 형성될 때 표면의 요철 가장자리를 넘어가도록 한다."라고 그는 설명했다. "그 결과, 표면이 매끄러운 것처럼 작동하는 둥글고 안정적인 방울이 생성되어 질감이 있거나 불균일한 표면에서도 신뢰할 수 있는 측정을 제공한다."
- Brighton Science는 휴대용 및 자동화된 표면 분석 시스템뿐만 아니라 BConnect 소프트웨어 플랫폼과 통합할 수 있는 BCmobile 및 BCinline 버전을 제공한다. 이를 통해 기업은 모든 표면 분석 장치를 네트워크 시스템으로 연결하여 사용자가 추세를 추적하고, 합격/불합격 기준을 설정하고, 표면 데이터가 사양 범위를 벗어날 경우 알림을 구성하고, 여러 시설 또는 생산 라인의 프로세스를 모니터링 할 수 있다.



그림 4. BConnect 소프트웨어 플랫폼은 Surface Analyst 장치와 데이터를 연결한다. BConnect 소프트웨어 플랫폼은 모든 Surface Analyst 장치를 네트워크 시스템으로 연결하여 합격/불합격 기준을 개선하고, 추세를 추적하고, 생산 라인 또는 시설을 비교할 수 있도록 한다.

## “표면 정보”

- 이러한 장비에서 측정된 표면 에너지는 안정적인 접착을 위한 표면 품질 관리에 심적인 역할을 한다. 그러나 리허는 이러한 측정을 잘 수행하는 기업들은 해당 데이터를 사양, KPI, 그리고 궁극적으로 예측 분석에 활용하는 시스템을 구축한다고 지적한다. Brighton Science는 이를 "표면 인텔리전스(Surface Intelligence)"라고 부르며, 기업들이 현재 위치를 평가하고 더욱 발전된 제어 및 성능으로 나아가는 데 사용할 수 있는 프레임워크를 개발했다.

- "접착 불량은 대부분 복잡한 환경적 요인이나 인적 오류 등 여러 가지 원인으로 발생한다는 것을 알게 되었다." 라고 리허는 설명한다. "원자재에 눈에 띄지 않는 오염이 있을 수도 있고, 장비가 사양에서 벗어나거나, 예상치 못한 사건이나 공장 문제로 인해 타이밍이 어긋나거나 표면이 노화될 수도 있다. 변수는 수백 가지에 달하다. 공급업체 제품의 미묘한 차이조차도 제품이 생산 라인에서 나오거나 고객에게 피해가 발생할 때까지 드러나지 않는 불량으로 이어질 수 있다. 많은 기업들이 표면 처리 공정을 갖추고 있지만, 수많은 변수로 인해 발생하는 접착 문제를 확실하게 진단하거나 예방할 수 있는 도구나 시스템을 제대로 갖추고 있지는 않는다."

- Surface Intelligence는 표면 에너지 데이터를 공통 언어로 활용하여 사람, 프로세스 단계, 부서 및 공급업체 간의 논의와 조율을 가능하게 한다.

- 리허는 "문제가 발생했을 때, 일반적으로 아무도 자신이 원인이라고 생각하지 않는다."라고 말했다. "회사 안팎의 사람들이 서로를 비난하게 되죠. 하지만 데이터는 논쟁을 종식시킨다. 프로세스와 가치 사슬 전반에 걸친 표면 에너지 데이터를 통해 표면 품질이 문제의 근본 원인이었는지 여부를 파악할 수 있다는 것을 여러 번 확인했다. 만약 표면 품질이 문제의 원인이었다면, 문제가 발생하는 지점을 파악하고, 그에 대한 사양을 설정하고, 모니터링하고 관리할 수 있다."

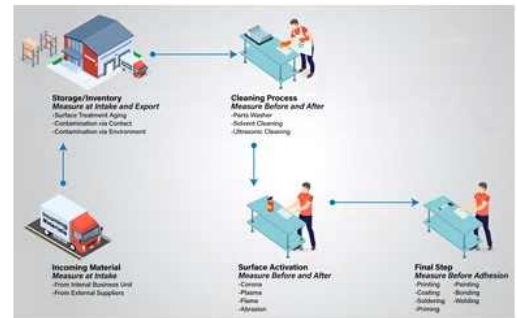


그림 5. 공정 전반에 걸쳐 표면 에너지를 측정하기 위한 중요 제어 지점. 표면 에너지는 부품 제조 공정 전반에 걸쳐 영향을 받을 수 있으므로, 표면 품질을 진정으로 제어하려면 측정에 중요한 지점을 파악하는 것이 핵심이다.

- **핵심 관리점** 리허는 "표면 품질에 영향을 미치는 유일한 지점이 코팅, 실란트 또는 접착제를 도포하기 전 표면 준비 단계라고 생각하는 사람들이 많다."라고 말했다. "하지만 실제로는 재료 제조 및 운송부터 보관 및 취급에 이르기까지 모든 단계에서 문제가 발생할 수 있다. 기업이 표면 인텔리전스를 개선하는 첫 번째 방법 중 하나는 2초 표면 에너지 측정을 통해 문제를 추적하고 제어 조치를 구현할 수 있는 기반을 마련하는 것이다."

- **사양 및 KPI 설정** 다음 단계는 사양이 데이터에 기반한 것인지 확인하는 것이다. 리허는 "이상적으로는 사양이 생산 라인과 동시에 개발되어야 한다."라고 말했다. "하지만 우리는 종종 이를 사후에 처리하는 회사들과 협력한다." 대부분의 회사는 이미 성능 목표를 가지고 있다. 예를 들어, 이 접착 스트링거는 이 정도의 극한 하중과 피로 주기 횟수를 견뎌야 한다거나, 이 코팅은 X년 동안 이러한 환경 조건을 견뎌야 한다는 것이다.

- "이러한 실험과 분석을 통해 표면 에너지 데이터에 대한 상한 및 하한 관리 범위를 정의할 수 있다."라고 리허는 말했다. "예를 들어, 접착 또는 코팅 전에 접촉각은

30° ±3°이어야 한다."

### SIMM 프레임워크

- "우리와 협력하는 기업들은 다양한 단계에 있다."라고 리허는 말했다. "어떤 기업은 표면 에너지를 품질 지표로 인식조차 하지 못하고, 어떤 기업은 표면 처리 사양은 있지만 표면 에너지는 포함하지 않는다. 하지만 생산 과정에서 '합격/불합격' 여부를 판단하기 위해 표면 에너지를 측정하는 고객도 있다."



그림 6. 표면 지능 성숙도 모델. Brighton Science가 개발한 표면 지능 성숙도 모델(SIMM)은 기업이 표면 품질 관리의 인력, 프로세스 및 기술적 측면을 시각화하고 개선을 위해 취할 수 있는 조치를 파악할 수 있도록 지원한다.

- 또 어떤 기업은 품질 관리 프로그램의 일환으로 표면 에너지를 추적하고 생산 라인이나 여러 공장을 비교하기도 하지만, 아직은 대다수가 아니다. 적어도 아직은. 그래서 우리는 기업들이 발전 방향을 파악할 수 있는 프레임워크를 제공해야 했다. 기업들은 현재 위치를 평가하고, 목표 지점과 그 목표 달성 방법을 시각화할 수 있어야 한다."
- 이것이 바로 Brighton Science가 표면 지능 성숙도 모델(SIMM)을 개발한 이유이다. 그는 "SIMM은 사람, 프로세스, 기술이라는 세 가지 핵심 질문에 따라 정의된 일련의 단계로 구성된다."라고 설명한다. "제조업체들은 이러한 단계를 거치면서 먼저 프로세스 변동성을 측정하고 이를 줄이는 방법을 개발하기 위한 구조, 사양 및 KPI를 구축한다. 그리고 더 빠른 근본 원인 분석 및 솔루션 구현, 낮은 불량률 등 실질적인 결과를 얻기 시작한다. 기업은 다음 단계로 나아감으로써 얻을 수 있는 개선과 기회를 인식하게 된다."

### 사례 연구: LTA, F-35

- 접착 공정이나 관련 공정인 코팅 및 밀봉 공정은 새로운 것이 아니지만, 여전히 정량화 가능하고 예측 가능한 물리 기반 품질 관리 방식으로 전환되고 있다. 이러한 전환이 이미 이루어진 사례로는 도장 및 코팅 두께 관리가 있다. 육안 검사나 "한 번 더 칠해야겠다."는 식의 경험적 판단은 이제 인라인 두께 측정기와 건조 필름 두께 사양으로 대체되었다.
- 반도체 제조 분야 또한 이러한 전환을 거쳐, 육안으로 청결도를 확인하는 방식이 ISO 표준, 입자 계수 및 표면 오염 사양으로 대체되었다.

- Lighter Than Air Research(LTA, 미국 캘리포니아주 마운틴뷰)는 1만 개의 탄소섬유강화플라스틱(CFRP) 튜브를 사용하여 Pathfinder1 비행선을 제작했다. Brighton Science의 과학자들은 LTA와 협력하여 재료 및 공정 검증을 지원했으며, LTA 조립 기술자들은 조립 과정에서 Brighton Science의 표면 분석 도구를 사용하여 튜브 내부와 4만 개 이상의 접합 탭을 측정했다.

- 리허는 “이러한 지원 덕분에 LTA는 생산 기술을 확장하면서 최고 품질의 접합을 달성하고 2023년에 감항성 인증을 획득할 수 있었다.”라고 말했다. LTA는 그 직후 비행 시험을 시작했으며 2025년에는 Pathfinder1의 비행 범위를 확장했다.

- 또 다른 중요한 사례는 F-35 전투기이다. 각 항공기 조립에는 수많은 접착제로 고정되는 체결 부품이 사용된다.

- 예측 가능한 접착력을 확보하기 위해 기술자들은 Brighton Science의 표면 분석 도구를 사용하여 표면 준비가 적절하게 이루어졌는지 확인한다. 표면 분석 장치는 항공기 정비 중 고품질 접착을 보장하기 위해 현장에서도 사용된다.

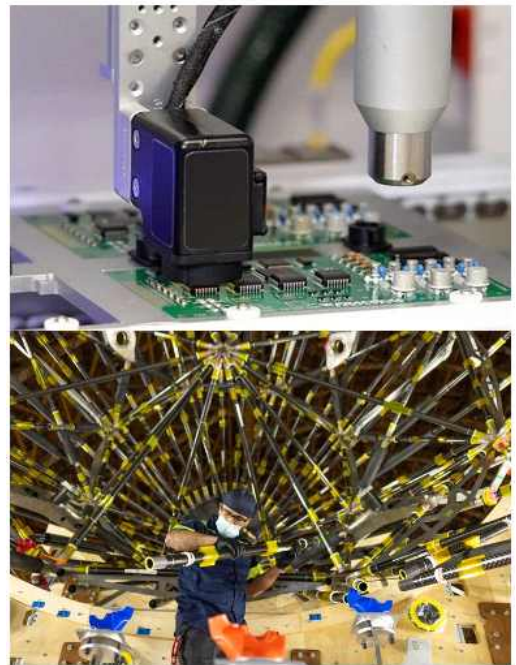


그림 7. (위) 인쇄회로기판의 플라즈마 처리 공정에 자동화된 표면 분석 도구를 설치했다. 이 자동화 시스템은 플라즈마 처리(오른쪽 은색 원통) 후 인쇄 회로 기판의 표면 에너지를 측정하는 Brighton Science 표면 분석기(왼쪽 검은색 상자)를 보여준다. (아래) Pathfinder 1호 비행선의 골격은 10,000개의 탄소섬유강화플라스틱(CFRP) 튜브로 구성되어 있다. 표면 분석기 측정은 10,000개의 탄소섬유강화플라스틱(CFRP) 튜브로 구성된 Pathfinder 1 비행선 프레임 조립 과정에서 40,000개 이상의 접합부에 중요한 역할을 했다. 출처 | Lighter Than Air (LTA) Research

### Click Bond와 AI 결합으로 모든 접합 공정의 예측 가능성 극대화

- Brighton Science와 Click Bond(미국 네바다주 카슨시티)는 F-35 전투기를 비롯한 여러 프로그램에서 협력해왔다. Click Bond는 접착식 체결 부품을 공급할 뿐만 아니라, 복합재 및 항공우주 조립 공정에 확장성과 반복성을 제공하기 위해 자동화 및 디지털 도구를 개발하고 있다. 수십 년간 다양한 프로그램에서 협력해 온 Click Bond는 Brighton Science를 인수 했으며, Brighton Science는 앞으로도 독립적으로 운영될 예정이다.

- Click Bonds의 사장 겸 최고재무책임자(CFO)인 브랜든 펠리치는 “Brighton Science는 당사의 엔지니어링 및 제조 역량에 과학적 전문성을 더해줄 것이다.”라며, “함께 협력하여 당사가 서비스하는 모든 산업 분야에서 더욱 안정적이고 확장 가능한 접합 기술을 개발할 것이다.”라고 밝혔다.

- "두 회사는 함께 첨단 제조 분야에 새로운 혁신을 가져올 것이다."라고 리허는 덧붙였다. "우리는 개발 중인 기술이 달성할 수 있는 목표에 대한 비전을 공유하고 있으며, Brighton Science의 표면 에너지 분석 도구 적용을 통해 얻은 통찰력을 활용하여 클릭 본드와 함께 미래 제품 및 고객 솔루션을 개발할 것이다."
- 그는 이어서 "표면 에너지는 수많은 공정에서 매우 중요한 요소이지만, 이러한 공정에서 표면 에너지가 제대로 정의되지 않는 경우가 많았다. 하지만 30년이 넘는 기간 동안 우리는 생산 과정에서 표면 에너지를 측정할 수 있도록 해왔다. 그리고 현재 고객들과 함께 SIMM(Surface Interaction Measurement) 기술을 활용하여 더욱 예측 가능한 접합을 만들어 가고 있다. 우리의 목표는 모든 접합을 더욱 예측 가능하게 만드는 것이며, 바로 이 부분에서 AI가 중요한 역할을 한다."라고 말했다.



그림 8. 클릭본드 디지털 솔루션은 eVTOL 항공기 조립 속도를 높이는 데 도움을 준다. 클릭본드 디지털 솔루션은 eVTOL 항공기 조립 속도를 높이는 데 도움을 준다. 2026년, Brighton Science는 클릭 본드에 인수되었다. 클릭 본드는 이미 디지털 연결 도구와 데이터 스트림을 활용하여 생산 속도를 높이는 동시에 안전성, 품질 및 성능을 향상시키는 조립 공정을 선도하고 있다. 출처 | Click Bond 영상

- 이러한 개발의 기반은 Brighton Science의 BConnect 플랫폼이다. 리허는 "이 플랫폼은 표면 에너지 데이터를 환경 센서 및 메타데이터와 연결하여 환경, 공정, 생산 라인 및 공급망 컨텍스트를 포함하는 중앙 집중식 데이터 저장소를 구축하다."라고 설명한다. "기업은 단절된 데이터 세트를 넘어 의미 있는 통찰력을 얻을 수 있다."
- BConnect가 생성하는 일관된 데이터 구조는 AI 도구를 활용한 분석을 가능하게 한다. 현재 우리는 변동성 패턴을 감지하고 관리 한계를 넘어서기 전에 팀에 경고하는 것, 공정 범위를 최적화하고 중단 및 불량률을 줄이면서 성능을 유지하는 적응형 공정을 구현하는 것, 진정한 디지털 추적성을 확보하고 장기적인 성능 및 권장 유지 보수 간격과 같은 것을 예측하는 것을 목표로 하고 있다. AI는 거대한 미개척 분야이며, 우리는 이 분야에서 많은 노력을 기울이고 있다."
- 항공우주 산업, 특히 복합재 부품 공급망은 생산 속도 향상에 대한 압력이 점점 커지고 있다. 리허는 "기업들이 공정 속도를 높이기 위해 노력하는 가운데, 공정을 근본적으로 이해하고 품질 저하나 비용 증가 없이 실제로 속도를 달성할 수 있는 공정 제어를 확보하는 것이 중요하다."라고 말했다. "항공기 구조물 조립 과정에서 필수적인 수천 가지의 접착제, 코팅 및 실런트(금속 및 복합재에 적용)에 대한 세척, 표면 처리 또는 도포 작업을 반복할 시간이 없다. 우리는 기업들이 차세대 첨단 제조로 전환할 수 있도록 매일 지원하고 있다."

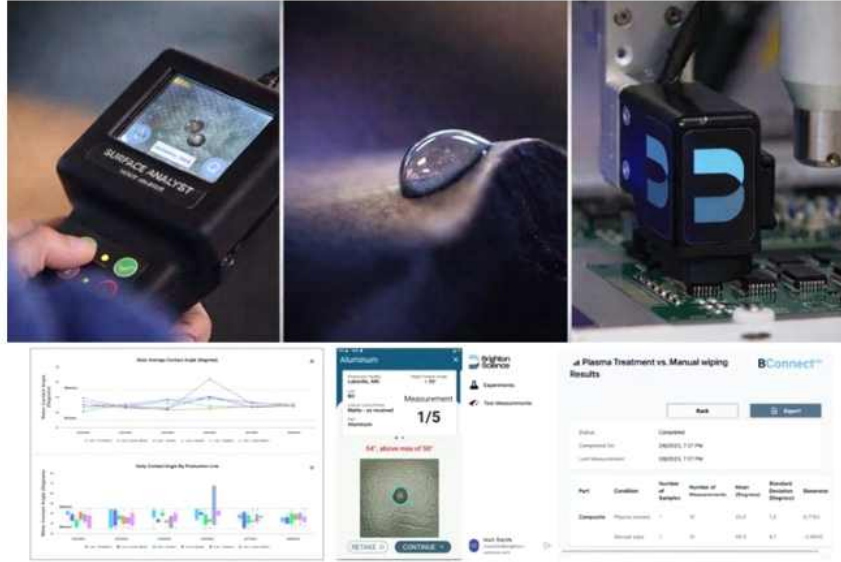


그림 9. 표면 분석 도구, 물 접촉각 및 표면 에너지 측정. 표면 분석 도구(휴대용 및 자동화 도구 모두)는 물방울의 접촉각을 측정하여 기판의 표면 에너지를 평가하고, 접착, 코팅, 도장 및 밀봉 공정에 대한 실시간 품질 관리를 제공한다. 출처 | Brighton Science

## □ 프랑스 Epsilon Composite와 Nova Carbon, 30% 이상의 rCF를 포함한 인발성형 빔 기술 시연(26.03.24.)

※ [Composites World] 이미 고객사로부터 채택 승인을 받은 이 산업적 적용 사례는 물류 흐름을 최소화하면서 재료의 가치화를 극대화하는 단거리 순환 모델을 보여준다.

/ News

- <https://www.compositesworld.com/news/epsilon-composite-nova-carbon-demonstrate-pultruded-beam-incorporating-more-than-30-rcf>
  - #프랑스 #탄소섬유 #복합소재 #지속가능성 #재활용 #압출 성형
  - 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장
- Epsilon Composite(프랑스 가이앙 메독)와 Nova Carbon(프랑스 메리냐크)은 협력하여 Epsilon Composite의 생산 폐기물에서 직접 공급받은 재활용 섬유를 30% 이상 함유한 인발 성형 탄소섬유 기계 빔 시리즈를 개발했다. 금속판과의 조립 및 정밀 가공을 통해 엄격한 기하학적 공차를 확보한 이 빔은 고객의 산업 기계에 통합될 예정이다.
  - Epsilon Composite의 탄소섬유 폐기물은 Nova Carbon에서 수거 및 재활용되었고, 이후 Epsilon Composite은 이를 압출 성형 공정에 다시 투입하여 복합재 프로파일을 연속적으로 생산할 수 있게 되었다. 프랑스 보르도 인근에 위치한 이 두 회사는 물류 흐름을 최소화하면서 재료 활용도를 극대화하는 단거리 순환 모델의 실현 가능성을 보여주고 있다.
  - 관계자들은 이 프로젝트가 현재까지 재활용 탄소섬유(rCF)를 상당 부분 통합한 인발 성형 공법을 적용한 최초의 산업 구조물이라고 밝혔다.
  - JEC World 2025에서 개념 증명(proof-of-concept) 프로필이 주목받은 이후, 해당 프로젝트는 산업화 단계로 진입하여 완성된 부품이 산업 고객에게 채택될 자격을 갖추게 되었다. 연구실 단계에서 구체적인 적용 및 상용화 단계로의 빠른 전환은 기술의 성숙도를 입증하며, 공정 및 제품 설계 단계부터 재료 재활용 솔루션을 통합하는 것이 가능하다는 것을 구체적으로 보여준다.
  - 나아가, 이번 협력은 시장 접근성과 상당한 생산 능력을 갖춘 산업 기업과 기술 스타트업이 제공하는 혁신 간의 시너지 효과를 보여주는 좋은 사례이다.
  - Epsilon Composite와 Nova Carbon의 협력은 이미 1.8톤 이상의 생산 폐기물을 재활용하여 환경적으로 상당한 이점을 창출했다.
    - 이산화탄소 환산량 29톤 감축 효과
    - 33만 메가줄의 화석 자원 절약

- 4,600 세제곱미터 이상의 물 보존
- 이러한 결과는 재활용의 영향을 원자재 사용을 기준으로 한 참조 시나리오와 비교하는 환경 평가 표준(ISO 14069)에 부합하는 방법론적 접근 방식과 일치하다.



그림 10. Epsilon과 Nova가 빔을 지탱하고 있다. 파트너사들이 JEC World 2026에서 압출 성형된 rCF 빔을 선보였다. 왼쪽부터 빈센트 감보아(Nova Carbon 공동 창립자), 알렉상드르 룰(Epsilon Composite 부사장), 앙브루아 라트론(Epsilon Composite 연구개발 이사), 휴고 카르트론(Nova Carbon 공동 창립자). 출처 | Epsilon Composite

## □ 미국 Vericut, 소프트웨어로 Formular1 CNC 부품 정밀도 향상 (26.03.25.)

※ [Composites World] 2026 시즌이 시작된 가운데, 복합소재 및 금속 공구와 부품을 지원하는 가공 소프트웨어는 민첩하고 레이스에 최적화된 성능을 위한 핵심 요소로 자리매김하고 있다. / News

- <https://www.compositesworld.com/news/vericut-cnc-software-powers-formula-1-component-precision->
  - #미국 #탄소섬유 #자동차
  - 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장
- 
- 새로운 Formular 1 시즌이 시작되면서, 그리드에 선 모든 차량은 전 세계 시설에서 이루어지는 첨단 제조 및 정밀 엔지니어링 기술의 힘을 받고 있다. 여기에는 복잡한 복합재 및 금속 금형과 부품을 안전하고 정확하며 효율적으로 가공할 수 있도록 CNC 시뮬레이션, 검증 및 최적화 소프트웨어를 제공하는 Vericut USA(CGTech, 미국 캘리포니아주 어바인)도 포함된다.
  - Formular1 팀은 급속한 혁신의 세계에서 활동하다. 새로운 공기역학 부품, 경량 구조 부품 및 고성능 요소가 CAD 설계에서 CNC 가공 부품으로 빠르게 전환됨에 따라 설계 업데이트가 매주, 심지어 매일 발생하기도 한다.
  - 이처럼 빠르게 변화하는 제조 환경에서는 가공 오류가 발생할 여지가 없다. 불량품 발생은 비용 증가로 이어지고, 기계 고장은 생산 일정을 방해하며, 수동 검증은 촉박한 개발 주기 동안 귀중한 가공 시간을 낭비하게 한다.
  - Vericut은 CNC 기계의 디지털 복제본에서 실제 NC 프로그램을 시뮬레이션하여 이러한 위험을 제거한다. 엔지니어는 코드가 작업 현장에 도달하기 전에 CNC 프로그램을 검증하고, 잠재적인 충돌을 감지하고, 공구 경로를 확인하고, 절삭 조건을 평가할 수 있다.
  - CNC 검증을 넘어 가공 최적화는 Formular1 생산에 매우 중요한 역할을 한다. 최고 수준의 모터스포츠 제조업체들 사이에서 가장 가치 있는 기능 중 하나는 Vericut Force Optimization이다. 이 물리 기반 CNC 최적화 기술은 가공 중 절삭력을 분석하고 이송 속도를 자동으로 조정하여 절삭 과정 전반에 걸쳐 일관되고 안정적인 공구 접촉을 유지한다. 그 결과, 안전하고 신뢰할 수 있는 가공 환경을 유지하면서 재료 제거량을 제어하고 공구 수명을 연장하며 CNC 가공 사이클 시간을 단축할 수 있다.
  - Formular1 역시 데이터를 기반으로 한다. Vericut의 CNC 시뮬레이션 및 지능형 도구(Vericut Assistant(VA) 포함)는 상황별 지식을 소프트웨어 환경에 직접 제공한다.

이러한 기능은 CNC 프로그래머가 CNC 검증 및 시뮬레이션 워크플로를 완벽하게 제어하면서 더욱 효율적으로 작업할 수 있도록 지원한다.

- Vericut은 정확한 시뮬레이션 및 공정 검증이 모터스포츠에만 국한된 것이 아니라 고 지적이다. 항공우주, 의료기기 제조, 방위방산산업과 같은 산업 분야에서도 고부가가치 생산 환경에서 정밀도, 안전성 및 효율성을 보장하기 위해 CNC 시뮬레이션, 가공 검증 및 최적화 소프트웨어에 의존하고 있다.



그림 11. 노란색과 검은색으로 칠해진 Formula 1 경주용 자동차. 출처 | Vericut/CGTech

- 모터스포츠 산업 전반, 특히 Formula1은 트랙에서의 성공을 위해 섬유 강화 복합 소재에 점점 더 의존하고 있다.
  - VCARB Formula 1, 로보즈와 기술 파트너십 갱신
  - 메르세데스-AMG 페트로너스 F1 팀은 2025년 Formula1 시즌에 지속 가능한 탄소 섬유 도입 예정
  - 그린 트워드, 맥라렌 레이싱 팀의 공식 소재 파트너로 선정

## □ 네덜란드 Strohm, 말레이시아 프로젝트에 절연 TPC 생산 점퍼 제공(26.03.25.)

※ [Composites World] 동남아시아 해상 가스 프로젝트 투자가 지속적으로 증가함에 따라 내식성 탄소섬유/PA12 파이프가 석유 생산에 사용될 예정 / News

- <https://www.compositesworld.com/news/strohm-provides-insulated-tpc-production-jumpers-for-a-project-in-malaysia>
  - #네덜란드 #말레이시아 #풍력/에너지 #탄소섬유 #복합소재 #열가소성 수지
  - 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장
- 열가소성 복합 파이프(TCP) 제조업체인 Strohm(네덜란드 이즈무이덴)은 동남아시아의 한 통신사업자로부터 절연 탄소섬유 강화 폴리아미드 12(PA12) TCP 생산 점퍼 2개를 공급하는 계약을 수주했다.
- 내경 7인치(약 18cm)의 대구경 TCP 점퍼 2개는 말레이시아 동부 사바 해안에서 120km 떨어진 수심 1,350m 해역에서 진행되는 유전 확장 프로젝트의 일환으로 석유 생산에 사용될 예정이다. 이 점퍼들은 2027년에 설치될 것으로 예상된다.
- 본 계약의 범위에 따라, 당사는 최종 사용자로부터 엔지니어링, 조달, 건설 및 설치(EPCI) 계약을 수주한 Dynamic Ocean Sdn Bhd(DOSB, 말레이시아 쿠알라룸푸르)에 절연 점퍼 2개와 관련 부속품을 공급할 예정이다.
- Strohm의 중동 및 아시아 태평양 담당 부사장인 파비엔 엘링턴은 “이번 수상은 동남아시아 사업에서 Strohm의 입지를 강화하고, 이 지역의 장기적인 파트너로서의 역할을 더욱 공고히 하며, 고객들이 Strohm의 기술에 신뢰를 보내고 있음을 보여주는 중요한 발걸음이다.”라고 말했다. “아시아 전역의 산업 성장이 지속됨에 따라, 운영업체들은 현대적인 인프라와 효율성 향상에 막대한 투자를 하고 있다.”
- TCP는 완전 비금속성 내식성 파이프 솔루션이다. 탄소섬유를 사용하여 피로 파손에 대한 저항성이 매우 뛰어나 점퍼, 플로우라인, 라이저와 같은 용도에 적합하며, 스리트 및 사워 탄화수소, 물, 가스 운송에도 사용할 수 있다.
- Strohm은 이 기술이 운영자에게 강력하고 부식 방지 기능이 뛰어난 현장 검증된 솔루션을 제공하며, 소형 다목적 선박을 사용하여 설치할 수 있어 설치 비용을 최대 30%까지 절감할 수 있다고 밝혔다.
- 에너지 연구 및 비즈니스 정보 회사인 Rystad Energy(노르웨이 오슬로)에 따르면, 인도네시아와 말레이시아 같은 국가들의 새로운 심해 개발 및 발견에 힘입어 2028년까지 동남아시아 전역의 해상 가스 프로젝트 투자액이 약 1,000억 달러에 달할

것으로 예상된다.

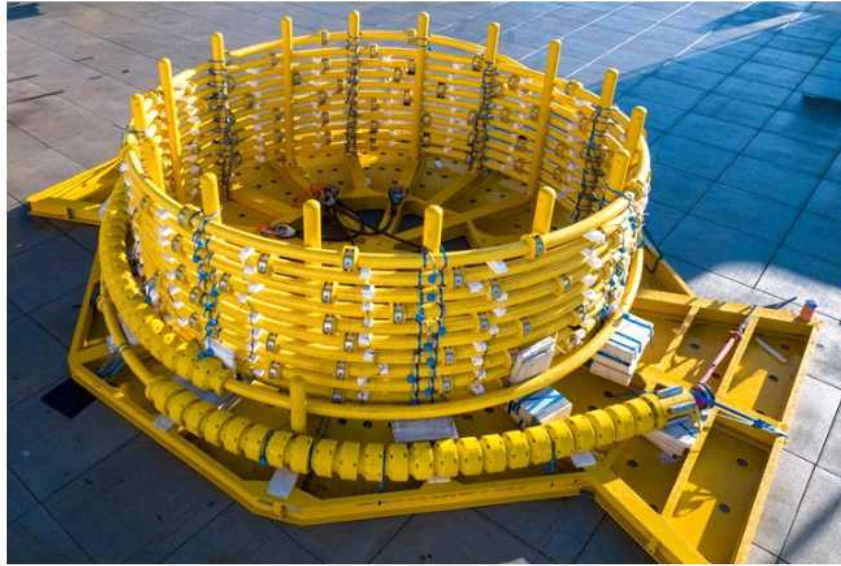


그림 12. 노란색 열가소성 복합소재 점퍼. Strohm의 비부식성 TCP는 스푼 형태로 제작되어 팔레트 또는 릴에 담아 긴 길이로 공급 가능하다. 출처 | Strohm

#### 관련 콘텐츠

- Strohm, ExxonMobil용 열가소성 복합소재 점퍼 13개 제작 완료
- Strohm과 Unitech Offshore, 통합 TCP 해저 파이프라인을 공급할 예정
- Cygnet, 다축 권선기는 TCI 석유 및 가스 파이프라인 작업에 채택

## □ 미국 Origen Manufacturing, 미국 내 맞춤형 부품 수요 충족위한 규모 확장('26.03.26.)

※ [Composites World] CW Top Shops 수상 기업인 Origen Manufacturing은 파트타임 사업에서 시작하여 드론 프로펠러, 위성 부품, 자전거 부품 등의 미국산 제조를 선도하는 맞춤형 부품 제작/금속 가공 업체로 성장한 여정을 공유 / Article

• <https://www.compositesworld.com/articles/utah-fabricator-grows-to-fill-needs-for-us-based-custom-parts>

• #미국 #탄소섬유 #복합소재 #CFRP #CW

• 저자 : 한나 메이슨, CompositesWorld 기술 편집자

- 2025년, Origen Manufacturing(미국 유타주 플레전트 뷰)은 CW Top Shops 수상 기업으로 선정되었다. 이 회사의 성과는 2018년 공동 창업자인 스콧 닐슨과 아담 엘스모어가 부업이자 열정으로 시작한 소규모 사업이라는 점을 고려할 때 더욱 인상적이다.
- 당시 CEO였던 닐슨은 그전까지 Radius Engineering, Trek Bicycle, ENVE Composites에서 복합재 엔지니어링, 제품 개발 및 연구 개발 분야에서 경력을 쌓았다. 그는 경력이 쌓이면서 한 가지 패턴을 발견하기 시작했다고 설명한다. "많은 기업들이 우리에게 복합재 제품을 생산해 달라고 요청했고, 특히 해외가 아닌 미국에서 생산해 달라고 요청했다." 하지만 항상 그의 팀이 감당할 수 있는 역량보다 수요가 더 많았다.
- 그는 "미국에는 항공우주 및 방위방산 산업용 복합재 부품을 제조하는 하청업체가 많지만, 소비재나 산업용 제품을 만드는 기업들을 위한 선택지는 훨씬 적다."라고 덧붙였다. "제 경험과 제가 목격한 필요성을 바탕으로, 이러한 필요를 충족하고 기업들이 현지에서 복합재 제품을 생산할 수 있도록 돕고 싶다는 생각이 들었다."
- 닐슨은 2018년 CNC 기계와 50톤급 가열 성형 프레스를 구입하여 고객 프로젝트를 수주하고 금속 가공 및 복합재 적층 분야에서 고객 기반을 구축하기 시작했다. 그는 "평소 직장에서 일하면서 밤과 주말에 시간을 냈다. 남편 애덤은 기계 프로그래밍을 담당했고, 아내와 아이들, 그리고 저는 CNC 기계를 조작하여 탄소섬유 부품을 적층했다."라고 말했다. "Origen Manufacturing이 처음부터 차별화된 점은 바로 우리가 제품 개발 배경을 가지고 있다는 것이다. 그래서 제품 개발 과정과 고객의 요구 사항, 그리고 그것이 우리의 제조 공정과 어떻게 연관되는지를 잘 이해하고 있다."
- 2021년이 되자 사업은 충분히 성장하여 닐슨과 엘스모어는 사업에 전념할 수 있게 되었다. 이후 회사는 지속적으로 성장하여 현재 8,000평방피트 규모의 시설에서 15

명의 직원이 근무하고 있다.

### 기계 가공, 복합재 제조, 3D 프린팅 세라믹

○ 초창기 Origen Manufacturing 사업의 약 90%는 기계 가공이 차지했다. 현재는 복합재 가공이 약 70%, 기계 가공이 약 30%를 차지하다. 닐슨은 사업 전반을 총괄하고 있으며, 엘스모어는 기계 가공 부문 운영과 더불어 신규 프로젝트의 공정 및 제품 개발을 담당하고 있다.

○ 닐슨은 "우리는 특정 산업이나 고객을 중심으로 회사를 설립한 것이 아니라, 역량과 실행력을 바탕으로 사업을 구축하는 것을 목표로 삼았다."라고 말했다. 현재 Origen Manufacturing은 탄소섬유 강화 폴리머(CFRP) 부품 성형, 복합재 튜브 롤 포장, 금속 CNC 가공 및 3D 프린팅 세척 툴링이라는 네 가지 주요 역량을 보유하고 있다.

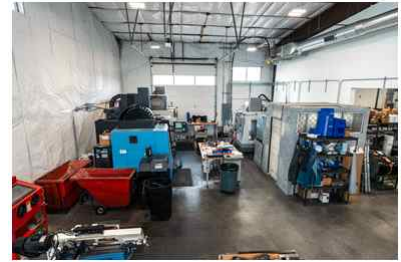


그림 13. Origen 제조 공장 현장. Origen Manufacturing의 유타 사업장은 금속 가공 및 복합재 제조 작업을 모두 포함한다.

○ **금속 가공/금형 제작** "우리는 고객사를 위해 매달 수십 개에서 수만 개에 이르는 부품을 가공한다. 다양한 종류의 금속은 물론 탄소섬유 복합재도 가공한다."라고 닐슨은 설명한다. "아담은 제품 개발, 금형 제작 및 생산 가공 분야에서 풍부한 경험을 가지고 있어 모든 금형을 자체 제작하고 있다. 또한 고객사를 위한 금형 제작도 많이 하고 있다."

○ **CFRP 부품 제작** 복합재 사업 분야에서 이 회사의 전문 분야는 블래더 몰딩을 이용한 모노코크 부품의 정밀 성형과 압축 성형을 통해 고무 또는 발포 코어 소재를 채워 넣는 것이다.

○ 닐슨은 "고객 사양에 따라 전통적인 진공 백 성형 방식도 사용하지만, 우리의 주력 분야는 오토클레이브를 사용하지 않는 생산 방식이다. 금형 설계와 제조 공정을 자체적으로 진행하기 때문에 매우 복잡한 형상의 부품을 제작하고 금형 특유의 특징을 제품에 구현하여 2차 가공을 줄이고 반복성과 외관을 개선할 수 있다."라고 말했다. "우리가 보유한 독자적인 제조 공정은 고객의 요구 사항을 충족하고 창의적인 해결책을 제시할 수 있는 많은 기회를 제공하며, 밀폐형 금형을 사용하지 않고는 구현하기 어려운 형상과 기하학적 구조를 만들어낼 수 있게 해준다."



그림 14. 탄소섬유 복합재 성형 부품 일러스트. 이 회사가 자체 개발한 금형은 오토클레이브가 필요 없도록 자체 가열 및 냉각 기능을 갖추고 있다.

○ 그는 "우리는 또한 성형 공정을 지속적으로 발전시켜 왔다."라고 덧붙이며, "대량 생산에 적합한 자체 가열 및 자체 냉각 금형을 개발했다."라고 밝혔다.

- **맞춤형 복합 튜브** Origen Manufacturing은 CFRP 부품 성형 외에도 롤 래핑 공법을 사용하여 다양한 섬유 및 수지 유형으로 복합 튜브를 제조하며, 이를 별도의 사업 분야로 간주한다.



그림 15. 복합 튜브. 롤 형태로 포장된 복합소재 튜브의 맞춤 주문 사례이다.

- 닐슨은 "우리는 전 세계의 복합 튜브 제조업체들과 경쟁하려는 것이 아닙니다."라고 분명히 밝혔다. "우리는 일반적인 튜브 제품을 기성품으로 판매하지 않는다. 우리가 하는 일은 고객이 조립이나 충격 저항과 같은 문제들을 해결할 수 있도록 맞춤형 특수 튜브를 제작하도록 돕는 것이다."
- **3D 프린팅 기술로 제작하는 세척용 툴링** 이 회사의 최신 역량은 ExOne(미국 펜실베이니아주 노스 헌팅던) 3D 프린터(제작 영역 800 × 500 × 400mm)를 사용하여 생산 또는 프로토타입 제작용 세척용 툴링을 3D 프린팅할 수 있다는 점이다. 닐슨은 "세라믹 매체와 수용성 바인더를 사용하는 바인더젯 기술이다. 우리 회사에서 가장 큰 장비로, 매우 큰 세척용 툴링을 신속하게 출력할 수 있다."라고 말했다.
- 이 개발은 부품 제조에 사용되는 팽창식 블래더를 대체할 수 있는 대안에 대한 관심에서 시작되었다. 닐슨은 "3D 프린터로 팽창하는 코어를 제작하여 블래더를 대체하고 사용 후 세척할 수 있도록 하는 것이 아이디어이다."라고 설명한다.

### 세척 도구

- 하지만 ExOne 장비를 도입한 후, "많은 고객들이 세척용 툴링만 필요로 한다는 사실을 깨달았다. 그래서 이제는 고객들이 직접 부품을 제작할 수 있도록 3D 프린팅으로 세척용 툴링을 제작해주는 사업을 시작했다. 이 사업의 장점은 기존의 금형 제작 및 세척용 맨드릴 주조 과정을 생략하고 맨드릴 자체를 바로 프린팅할 수 있다는 것이다."



그림 16. ExOne 바인더젯 3D 프린터. Origen의 ExOne S-Print 장비는 복합재 부품용 세척 툴링 또는 확장 코어를 출력하는데 사용된다.

- 예를 들어, 한 항공우주 고객사가 Origen Manufacturing에 제트 엔진 흡입구를 여러 조각으로 성형한 후 접합하는 방식 대신 더 나은 제조 방법을 문의했다. 닐슨은 "길이 3미터, 무게 590kg의 세척 금형을 제작하고, 고객사가 흡입구를 한 조각으로 적층할 수 있도록 맨드릴 지지 시스템을 개발했다."라고 말했다. 한 조각으로 제작함으로써 "흡입구 무게를 18kg 줄일 수 있었다."

- 그는 이어서 "우리가 회사를 설립할 때 기반으로 삼았던 이러한 역량 덕분에 다양한 산업 분야의 고객들과 협력할 기회를 가질 수 있었다."라고 말했다. 이러한 산업 분야에는 스포츠 및 레크리에이션(특히 맞춤형 프레임 제작업체를 위한 전 세계 자전거 프레임 튜브), 산업, 의료, 위성 부품, 항공우주(레이돔 등), 그리고 지난 1년 동안 점점 더 확대되고 있는 드론 부품(접이식 프로펠러, 동체, 날개 등)이 포함된다.

### 드론: 성장하는 시장

- 닐슨은 미국 드론 제조업체들, 특히 방위방산용 드론을 제작하는 업체들이 국내 소재 및 부품 공급처를 찾기 시작하면서 이러한 시장이 형성되었다고 설명한다. "미국에는 드론용 복합재 프로펠러를 제작할 수 있는 회사가 많지 않다." Origen Manufacturing은 복합재 가공 및 금속 가공 분야 모두에서 뛰어난 역량을 보유하고 있어 이 분야에서 유리한 위치를 차지하고 있다. 현재 이 회사는 고정익 드론용 부품뿐만 아니라 멀티콥터 드론용 접이식 프로펠러도 생산하고 있다.



- 멀티콥터 드론 제조업체인 Origen은 현재 매달 500개의 프로펠러 어셈블리를 생산하고 있는데, 각 어셈블리는 탄소섬유강화플라스틱(CFRP) 블레이드 두 개와 알루미늄 허브로 구성된다. 닐슨은 "우리는 자체 개발한 공정을 사용하여 허브를 가공하고 블레이드를 성형한다. 또한 모든 조립 및 밸런싱 작업도 이곳에서 진행한다."라고 말했다.

그림 17. 복합소재 드론 프로펠러 개방형. 이 회사는 금속 가공 및 복합재 제조라는 두 가지 역량을 바탕으로 멀티콥터 드론용 접이식 프로펠러의 티타늄 허브와 블레이드를 모두 제조할 수 있다.

- 이 프로펠러 블레이드는 단방향 탄소섬유 외피로 감싸고 그 안에 폼 코어를 샌드위치처럼 끼워 넣어 제작된다. 오토클레이브나 오븐 없이 자체 개발한 자가 가열 및 자가 냉각 방식의 밀폐형 금형을 사용하여 생산된다. 닐슨은 "이 프로펠러는 고객이 이전에 중국산으로 구매했던 제품보다 가볍고 강성이 뛰어나 드론의 비행 시간을 약 10분 정도 늘려준다."라고 말했다. "현재 한 교대 근무로 월 1,000개의 블레이드와 총 500개의 조립품을 생산하고 있다. 하지만 이 공정은 확장성이 매우 뛰어나 고객 수요가 계속 증가함에 따라 프레스, 오토클레이브, 오븐과 같은 고가의 장비를 추가하는 대신 금형과 기술 인력을 추가하면 된다."

- 또 다른 고정익 드론 고객은 동체, 날개 및 조종면을 도색이나 기타 후가공 과정 없이 금형에서 바로 조립할 수 있도록 필요로 했다. 닐슨은 "원자재 공급업체와 협력하여 금형에서 바로 A급 표면 마감에 매우 근접한 품질을 얻을 수 있도록 특수 소재를 개발했다. 이를 통해 재작업, 도색 또는 후가공 없이도 최상의 결과를 얻을 수 있었다."라고 말했다. "아직 개발 중이지만 가능성이 매우 높으며 앞으로 어떻게 발전할지 기대하고 있다."

## 향후 성장 전망: 신규 산업 육성, 시설 확장

- 닐슨은 "드론은 현재 우리에게 분명히 큰 성장 분야이지만, 다른 산업 분야로도 계속 확장해 나가고 싶다."=라고 말했다. "예를 들어, 위성 부품 개발을 시작했으며, 제 장기적인 목표는 위성에 사용되는 모든 금속과 인바(Invar) 소재를 복합재로 대체하는 것이다. 열팽창 계수가 0인 벌크 몰딩 컴파운드(BMC)를 비롯한 다양한 소재들이 무게를 크게 줄이고 제조 공정을 간소화할 수 있다."
- 앞으로 성장 가능성이 크다고 그는 전망하다. Origen Manufacturing은 향후 1년 동안 생산 시설을 4,000평방피트(약 376제곱미터) 증설할 예정이며, 2021년 이후 매년 매출이 50%씩 증가해 왔다. 닐슨은 "2026년에는 매출이 두 배로 늘어날 것으로 예상한다"고 말했다.
- **CW Top Shops이란 무엇인가?**
  - Origen Manufacturing은 2025년 CW Top Shops수상 기업으로 선정
  - CW Top Shops는 CompositesWorld 와 Gardner Intelligence가 공동으로 운영하는 연례 벤치마킹 프로그램으로, 참가업체에게 무료 맞춤형 벤치마킹 보고서, 주요 운영 지표 전반에 걸친 상세한 성과 비교, 업계 리더로서의 인정 가능성 및 향상된 경쟁력 분석 정보 제공



그림 18. Origen Manufacturing의 이미지 모음. Origen Manufacturing(상단 이미지에 외관이 나와 있음)은 규모는 작지만, 금형 제작 및 신제품 개발 지원부터 성형 및 가공에 이르기까지 모든 산업 분야의 고객이 복합재 제조 관련 문제를 해결할 수 있도록 역량과 노하우를 축적해 온 독특한 기업이다. 드론 프로펠러 및 부품은 이 회사의 최근 성장 기회이다. 출처 || Origen Manufacturing

## □ 영국 SHD, MT575 프리프레그는 가시성 기반 모빌리티 외장 및 내장재용으로 제작 (26.03.26.)

※ [Composites World] 화장품 등급의 탄소섬유 프리프레그는 하이퍼카, 고급 자동차, 심지어 산업용 하우징 디자인에서 고객의 관심을 사로잡는 데 기여 / Products

- <https://www.compositesworld.com/products/shd-mt575-prepreg-is-made-for-visible-driven-mobility-exteriors-interiors->
- #영국 #자동차 #건설 #탄소섬유 #복합소재 #프리프레그
- 저자 : 그레이스 스테빈스, CompositesWorld 및 Products Finishing 수석 편집장

- Cambium(미국 뉴멕시코주)의 자회사인 SHD Composite Materials Inc.(영국 슬리퍼드)는 노출된 탄소섬유 부품에 최적의 미적 효과와 일관된 품질을 제공하도록 개발된 고성능 화장품 등급 탄소섬유 프리프레그 MTC575를 출시했다.
- SHD는 MTC575가 자동차, 모터스포츠, 고급 산업 디자인 및 고급 소비재 분야에 특화된 소재로, 깊이감, 선명도, 정교함을 갖춘 탄소섬유 표면으로 프리미엄 시각 복합소재의 새로운 기준을 제시한다고 밝혔다. MTC575는 제품 형태 최적화, 차별화된 수지 배합, 그리고 고객과의 긴밀한 협력을 통해 개발되었다.

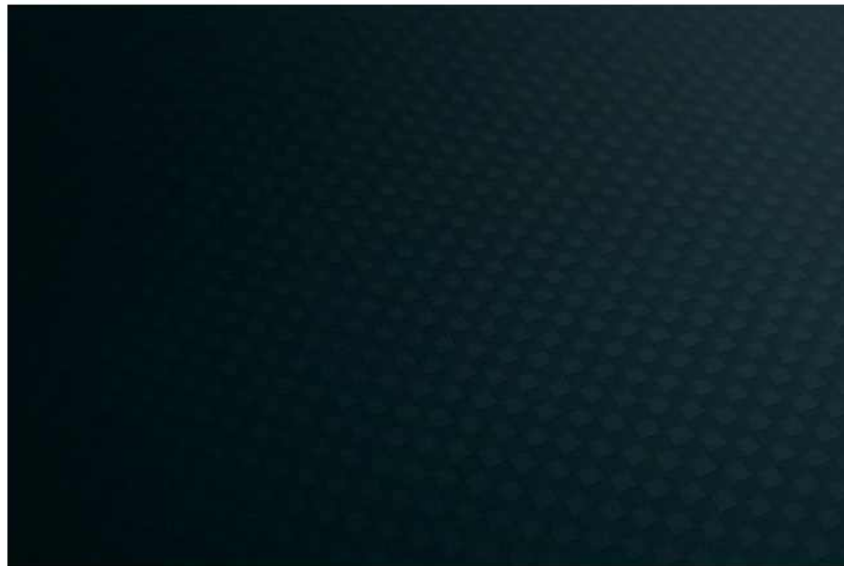


그림 19. 탄소섬유 직조. 출처 | SHD Composites

## □ 프랑스 JEC World 2026에서 얻은 교훈: 복합재료의 이타적 잠재력 (26.03.27.)

※ [Composites World] 전 세계적인 분쟁으로 인해 복합재료에 대한 국방 수요가 증가하는 가운데, 재생 에너지 및 탄력적인 인프라 분야에서 지속 가능한 응용의 중요성을 다시금 깨닫게 된다. /Articles

• <https://www.compositesworld.com/articles/reflections-from-jec-world-2026-the-altruistic-potential-of-composites>

• #프랑스 #풍력/에너지 #방위방산 #지속가능성 #JEC World 2026

• 저자 : 스콧 프랜시스, 가드너 비즈니스 미디어 편집장

- 이 글을 쓰는 저자는 지금, 파리에서 열리고 있는 JEC World 2026 전시장을 거닐며 설렘과 깊은 성찰이 뒤섞인 감정을 느끼고 있다. 전 세계에서 약 46,000명의 참가객이 모이는 이 연례행사는 복합재료, 공정 및 응용 분야의 최신 혁신 기술을 선보였다.
- 하지만 이러한 흥분 속에서도 저자는 어두워지는 세계적 상황을 외면할 수 없다. 지정학적 갈등의 급증은 국방 분야에서 복합재료에 대한 전례 없는 수요를 불러일으키고 있기 때문이다. 트럼프 행정부 시절 미국의 이란 공격과 같은 최근 사건들은 중동 지역의 긴장을 고조시키고 더 큰 분쟁에 대한 우려를 불러일으키며, 우리 산업의 혁신이 전쟁에 점점 더 많이 이용되고 있음을 실감하게 한다.
- 세계 정세가 불안정해짐에 따라 국방 분야의 복합재료 의존도가 계속해서 높아지고 있다. 우크라이나 전쟁의 장기화부터 남중국해의 갈등, 그리고 최근 이란에 대한 표적 공격 이후의 새로운 불안정까지, 각국은 첨단 소재를 활용하여 군사력을 강화하기 위해 경쟁하고 있다.
- 최근 복합재료 관련 행사에서는 스텔스 드론, 극초음속 미사일, 강화 장갑 시스템 등 차세대 방위방산 기술에서 복합재료가 수행하는 역할에 대한 관심이 집중되었다. 예를 들어, 탄소섬유 복합재료는 무인 항공기(UAV)의 무게를 최대 30%까지 줄여 임무 수행 시간 연장과 탑재량 증대를 가능하게 한다. 또한, 아라미드 섬유 강화재는 방탄복과 차량 차체의 방탄 성능을 향상시키는 데 지속적으로 활용되고 있다.
- 이러한 추세는 냉혹한 현실에 근거하다. 현재 미국의 국방 예산은 9천억 달러를 넘어섰다. 시장 전망에 따르면 복합재료의 국방 분야 활용도는 2030년까지 연평균 8~10%의 복합 성장률을 기록할 것으로 예상되며, 이는 업계에 호재인 동시에 세계 정세의 혼란을 반영하는 현상이다.



그림 20. JEC World 2026 로고. JEC 월드 2026.

- 이번 전시회에서 복합소재 분야의 혁신가들과 교류하면서, 방산 분야에 치우친 시장 상황이 큰 부담으로 다가왔다. JEC World는 순환 경제 이니셔티브와 바이오 기반 소재를 강조하며 지속가능성의 등불 역할을 해왔다.
- 이번 국제 행사를 통해 우리 업계가 복합재 기술의 창의성을 재생 에너지와 탄력적인 인프라 구축에 더욱 집중하는 모습을 볼 수 있기를 바란다. 전투기를 강화하는데 사용되는 동일한 기술이 풍력 터빈 블레이드, 태양광 패널, 조력 에너지에도 적용될 수 있으며, 이를 통해 에너지 자립을 달성하고 기후 위험을 완화하는 데 기여할 수 있다는 사실을 모두가 다시 한번 상기했으면 한다.
- 자연재해 및 전쟁과 같은 사보타주에 취약한 노후화된 글로벌 인프라를 고려할 때, FRP(섬유강화폴리머)는 교량, 도로, 건물의 보강에 활용되어 지진에 대한 저항력과 부식 방지 기능을 저렴한 비용으로 제공할 수 있다. 식물 유래 바이오 복합재는 환경 영향을 줄이고 윤리적인 공급망을 촉진할 수 있다.
- JEC World는 복합재료를 활용하여 전 세계적인 난제를 해결할 수 있는 국제 협력 방안을 모색하기에 더할 나위 없이 좋은 장소이다. 이번 국제적인 행사를 계기로 복합재료 분야 종사자 여러분께서 우리가 함께할 때 더욱 강해진다는 사실을 다시 한번 되새기고, 국제 보조금 지원과 윤리적 틀 마련을 통해 평화적인 분야의 연구 개발을 장려하는 정책을 추진해 나가시기를 바란다.
- 정부와 업계 지도자들은 국방 수요와 더불어 우리를 하나로 묶는 기술, 즉 재생 에너지망 강화, 사회 기반 시설 재건, 그리고 인도주의적 지원에 대한 투자 사이에서 균형을 유지해야 한다.
- 복합소재는 전 세계 사회의 치유와 번영에 기여할 잠재력을 지니고 있다. JEC

World 2026과 미래의 JEC 행사들이 더 밝은 미래를 향한 전환점이 될 수 있도록 함께 노력 할 것이다.



그림 21. 출처 | CW

## □ 이탈리아 Leonardo, Uplift360와 방산 복합재 폐기물 관리 강화 협력 (26.03.27.)

※ [Composites World] Leonardo는 영국 국방 공급망의 회복력을 강화하기 위해 수명이 다한 복합소재 자산을 활용하는 규모 확장 기업인 Uplift360과 파트너십을 체결했다. / News

• <https://www.compositesworld.com/news/leonardo-uplift360-to-strengthen-defense-composites-waste-management>

• #이탈리아 #방위방산 #탄소섬유 #복합소재 #지속가능성 #재활용

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

- Leonardo(이탈리아 로마)는 첨단 소재 규모 확대를 추진하는 Uplift360(룩셈부르크 및 영국 브리스톨)과 국방 분야 전반에 걸쳐 군용 복합소재의 재활용을 가속화하기 위한 파트너십을 체결했다.
- 이번 협력을 통해 Leonardo의 방위방산 플랫폼, 인증, 시험 및 규제 관련 전문 지식과 Uplift360의 특수 복합재 재활용 기술이 결합 될 것이다. 이 파트너십은 생산 과정 및 수명이 다한(EOL) 방위방산 자산에서 추출한 탄소섬유를 영국에 기반으로 순환 공급하는 시스템을 구축하는 것을 목표로 한다. Leonardo는 Uplift360과 적극적으로 협력하여 재생 복합재의 인증 및 영국 사업장의 공급망 편입을 지원할 것이다.
- 이번 협력은 폐기물과 자투리에서 새롭고 혁신적인 소재를 효율적으로 창출함으로써 공급망 복원력을 강화하고 신소재의 국가 공급망과 관련된 전략적 위험을 줄이는 데 중점을 둔 영국의 전략방위방산검토를 직접적으로 지원한다.
- 순환 경제는 전환 계획에 명시된 Leonardo 전략의 핵심 요소이다. 회사는 생산 잔여물 및 수명 종료 자재의 재활용을 통해 핵심 원자재 공급을 확보함으로써 공급망의 회복력을 추구한다. 또한 다음과 같은 분야의 순환 가치 사슬 참여를 적극적으로 장려하고 지원한다.
  - 폐기물 관리 및 자재 생산 업체(중소기업 포함)와 같은 공급망 파트너와 협력하여 탄력적인 생태계를 구축한다.
  - 고객은 생산자 책임 확대의 한 형태로, 단종 부품 및 시스템의 순환 관리를 필요로 한다.
- Uplift360과의 파트너십은 Leonardo의 영국 기반 중소기업 협력 파트너 프로그램의 일환으로, 혁신적인 중소기업이 신기술을 실용 방위방산 역량으로 확장하는 데 오랫동안 걸림돌이 되어 온 장벽을 해소하는 것을 목표로 한다.

- 이 프로그램을 통해 Leonardo는 중소기업 파트너와 협력하여 항공우주, 방위방산 및 안보(AD&S) 분야에 적용 가능한 소재의 인증, 제품 개발, 인증 활동 및 고객 도입을 가속화하다.
- 이는 2025년 10월에 발표된 Leonardo와 Uplift360의 협력에 이은 것으로, 당시 두 회사는 Leonardo 헬리콥터의 단종된 로터 블레이드 소재를 드론 구조용 팔로 재활용하는 데 성공했으며, 이 프로젝트는 Yeovil에 있는 Leonardo 헬리콥터 기술 혁신 팀에서 시작되었다.
- Uplift360은 2026년에 연간 최대 7톤의 재활용 탄소섬유를 생산할 수 있는 시범 시설을 가동하여 기술 및 운영 역량을 확대할 계획이다. 이번 투자는 산업 규모 생산과 향후 국방 및 항공우주 분야에 사용될 수 있는 이러한 소재의 인증 획득을 향한 중요한 발걸음이다.



그림 22. 보라색 Leonardo 헬리콥터. 출처 | Leonardo