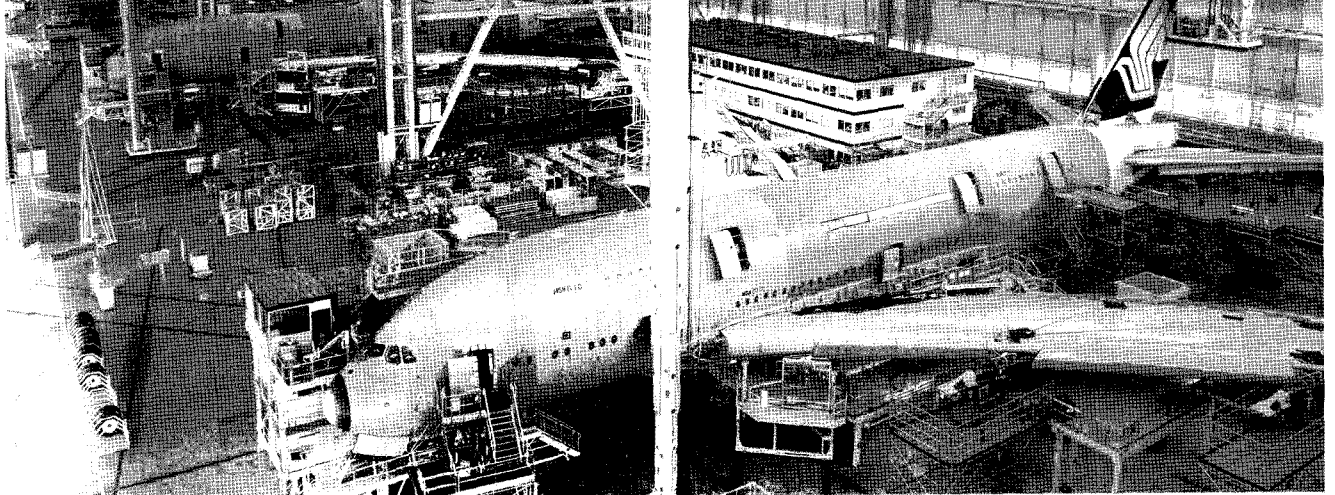


# 미래 항공우주기술의 근간 탄소섬유·탄화규소



## 팔

방미인 복합신소재가 인기다. 사용되지 않는 분야가 없을 정도로 일상생활 전반에 걸쳐 널리 사용되고 있다. 21세기에는 대부분의 산업 분야에서 복합신소재가 대체를 이룰 것으로 전망되고 있다. 단일소재에 비해 가격도 저렴할 뿐만 아니라 소재 자체의 기계적 신뢰성이나 물성치가 우수하기 때문이다. 다만 충분한 기술력이 뒷받침 되지 않으면 원하는 성능을 얻기 어렵고 일부 기술 선진국을 중심으로 분명한 기술 장벽이 존재하며 관련기술 역시 엄격한 통제가 이루어지고 있다. 그럼에도 불구하고 복합신소재에 대한 시장 수요는 나날이 급증하고 있다. 특히 전 세계 항공우주 및 자동차 산업을 중심으로 복합신소재에 대한 관심과 기술 개발 및 적용이 적극적으로 이루어지고 있다. 환경문제까지 대두되면서 복합신소재에 대한 시장 수요는 앞으로 더욱 높아질 전망이다. 이 중 미래 첨단 항공기술의 근간으로 평가받고 있는 탄소섬유·탄화규소에 대해 알아본다.

### 첨단기술의 결정체

복합신소재란 광범위한 의미로 단일 구성소재로서 구현하고자 하는 기능을 발현할 수 없을 경우 이종(강화재와 모재) 간 또는 그 이상의 재료를 조합 및 복합하여 자연계에서 단독으로 존재하지 않는 재료와 그 재료에 발현하고자 하는 기능이 부여된 재료 혹은 소재를 말한다. 복합재료가 시장수요에 반응하는 수요 지향형 재료 또는 재료설계 또는 재료설계 가능재료라고 언급되는 이유도 이 때문이다. 현재 주로 사용되고 있는 복합재료는 고분자

기지 복합재료, 금속기지 복합재료, 세라믹 기지 복합재료 및 탄소기지 복합재료로 분류된다. 또한 모재의 종류에 따라 FRP(Fiber Reinforced Plastic), FRM(Fiber Reinforced Metal), FRC(Fiber Reinforced Concreat), FRR(Fiber Reinforced Rubber) 등으로 나눌 수 있다.

현재 가장 많이 사용되고 있는 것은 GFRP(Glass Fiber Reinforced Plastic)로 주로 자동차 산업분야에서 광범위하게 활용되고 있으며 탄소섬유를 강화재로 사용한 복합재료는 우주·항공소재, 전기·전자소재, 토목·건축소재, 생체·의료 소재 및 각종 스포츠용품 소재 등 다양한 분야에서 사용되고 있다.

### 탄소섬유

현재 대표적 복합신소재로 각광받고 있는 탄소섬유(Carbon Fibers)는 1880년 T.A. Edison이 전구의 필라멘트에 최초로 사용하기 시작하면서 알려진 소재다. 1959년 Union Carbide사에서 레이온(Rayon)으로부터 초기 탄소섬유를 개발해 냈으며 1964년 일본과 영국에서도 새로운 탄소섬유가 등장한 이후 대표적 첨단 복합신소재로 자리 잡았다. 1971년에는 일본 Toray사에서 아크릴 섬유에서(Polyacrylonitrile) 고강도·고탄성 구조재료용 탄소섬유를 제조하는데 성공했다. 탄소섬유는 탄소원소의 질량 함유율이 90% 이상으로 이루어진 섬유상의 탄소재료를 의미하며 구조, 조직특성과 섬유형태의 특성을 합친 재료로 요약할 수 있다.



내열성, 화학적 안정성, 전기·열전도성, 저열팽창성에 따른 치수안정성, 저밀도, 마찰·마모특성, X선 투과성, 전자파 차폐성, 생체친화성, 유연성 등의 우수한 특징을 갖고 있다. 이러한 특성을 갖고 있는 탄소섬유를 사용해 만든 탄소섬유 복합재료(Their Composites)는 기존 복합재료에 비해 그 역사가 매우 짧지만 다방면에서 활용이 이루어지고 있어 현재 선진 복합재료용 강화재로 활발히 사용되고 있다.

탄소섬유 복합재료의 특징을 금속재료와 비교하면 다음과 같다

- a. 경량성
- b. 우수한 설계 자유도에 의한 높은 성형성
- c. 낮은 내열성
- d. 낮은 층간 전단강도
- e. 성형 후 잔류 변형

탄소섬유 강화 복합재료의 최대 특징은 가볍고, 강하며, 높은 탄성율을 보이는 것이다. 탄소섬유 강화 탄소 매트릭스 복합재료(일명 탄소·탄소 복합재료)의 경우 불활성 상태에서 2300℃까지 그 역학적 특성을 유지하는 유일한 초고내열성 재료로도 제작이 가능하다. 현재 항공우주 및 원자력 산업 분야에서 사용이 확대되고 있으며 특히 항공우주분야의 최첨단 군사무기 제작 기술로도 전용되고 있다.

### 탄화규소

탄화규소(SiC) 역시 고강도, 내식성, 내산화성, 내열충격성 등 우수한 특성을 바탕으로 고온반도체, 고온구조재료, 반도체용 부재 등으로 활용되고 있는 차세대 신소재다. 탄화규소 복합재는 세라믹과 무기섬유 양방의 우수한 기능을 겸비하고 있으며 항공우주 및 에너지 등 가혹한 환경조건에서도 문제없이 사용할 수 있는 소재로 주목받고 있다. 탄화규소는 흔히 카보런덤이라고 부르는데 이것은 1891년 E.G. 애처슨이 다이아몬드를 인공적으로 만들고자 코크스와 점토의 혼합물을 탄소아크 등으로 가열하는 과정에서 발견했다. 탄소와 코런덤 즉 알루미늄의 화합물이란 뜻의 카보런덤이라 이를 붙였으며 아주 단단하며 그 경도는 루비와 다이아몬드의 중간 정도다. 화학적으로 극히 비활성이며 대기중에서는 최소 1750℃ 이상으로 가열해야만 산화한다. 한 마디로 말해 뛰어난 물성치와 지극히 안정된 화학적 특성을 갖는 첨단 신소재인 것이다. 이러한 특성으로 인해 1500℃ 이상의 고온에

서 지속적인 내열성 및 내산화성이 요구되는 고속 비행체 및 항공기, 로켓 엔진의 내열구조 부속, 고순도 및 고온 열처리가 요구되는 반도체 제조 및 진공 열처리로 분야에서 기존 내열합금 또는 세라믹 재료의 한계를 극복할 수 있는 고온용 복합재료로 활용되고 있다.

### 신형 항공기 및 우주왕복선에 사용

항공우주 산업분야에서도 이들 탄소섬유·탄화규소에 대한 수요가 점차 증가하고 있다. 현재 개발 중인 B787, A350XWB 등의 최신 중대형 여객기의 동체와 날개 주요 구조물에 탄소섬유·탄화규소가 사용되고 있으며 군사분야 역시 마찬가지다. 우주로켓 분야에서는 신소재 기술개발은 사업 성패와 직결될 정도로 중요한 문제다. 과거 금속재료의 보조 수단으로 사용되기 시작했으나 현재는 명실상부한 최고의 항공기 및 우주선 재료로 활용되고 있는 것이다. 미국 및 유럽 등 항공우주기술 선진국에서는 항공우주 산업용 신소재 기술 개발에 매우 적극적이다. 풍부한 기술자료를 바탕으로 신소재 복합재 개발을 위한 다양한 시험이 이루어지고 있으며 그 응용범위를 더욱 넓혀 나가고 있다. 이미 미국은 1970년대 고순도 비정질 SiO<sub>2</sub>계 섬유 복합재료를 우주왕복선용 내열타일로 사용했으며 카본-카본(Carbon-Carbon) 복합재료는 전투기용 경량 브레이크 디스크 시스템으로 사용되고 있다. 인공위성에 장착된 전파송수신용 거울(Mirror)에는 초경량 비구면으로 가공된 SiC 재료가 응용되고 있는 등 이미 상당 부분에서 항공우주산업의 주요 신소재로 사용돼 왔다. 기존 단일소재로는 가혹할 정도로 높은 기계적 요구 수치에 부응할 수 없기 때문이다. 일례로 우주왕복선의 주 엔진(Space Shuttle Main Engine)의 경우 대기권을 탈출하는 과정에서 최대 3300℃의 고온에 노출된다. 이온도는 통상 항공우주재료가 견딜 수 있는 최대 한계치를 벗어나므로 우주왕복선의 주 엔진은 반드시 다양한 형태의 냉각기구가 설치되어야 하는데 역설적으로 냉각장치의 사용은 급격한 온도변화를 일으키는 치명적 문제가 있다. 결국 급격한 온도변화, 3300℃가 넘는 고온 등 가혹한 환경에서 제 기능을 발휘하기 위해서는 첨단 복합신소재의 중요성은 절대적이다. 향후 첨단 과학기술의 발전과 함께 이에 사용되는 신소재 역시 일반의 상상을 초월하는 성능을 요구받게 될 것이다. 이러한 관점에서 우수한 특성을 갖춘 복합신소재의 개발 필요성은 절대적이며 첨단 복합신소재 개발에 노력을 소홀히 해서는 안 될 것이다. ☺

