

탄소섬유 시장동향 및 복합재료 재활용 개발 동향

융복합섬유팀



ECO융합섬유연구원
Korea Institute of Convergence Textile

- 탄소섬유 및 탄소섬유 가공소재 시장에서 일본, 미국 및 유럽이 시장에서 대부분의 응용분야에서의 우위를 차지하며, 한국 및 중국은 일부 응용분야에서만 시장에서 진출하고 있으며, 시장에서 열위에 놓여있음

〈탄소섬유의 응용분야별 국내 및 해외 제품의 경쟁 현황 비교〉

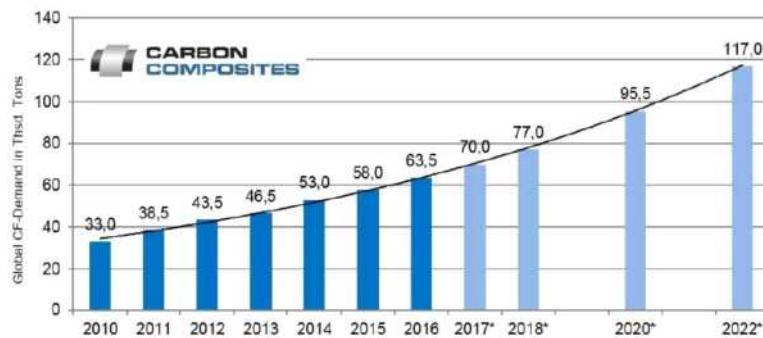
구분		한국	일본	중국	미국	유럽
항공우주분야		X	●	X	●	○
수송분야	자동차	X	●	○	●	●
에너지분야	압력용기	○	●	○	●	●
	전선	○	●	X	○	○
	풍력발전	X	X	○	●	●
건축/토목분야	내진 보강 등	○	●	●	●	●
산업용분야	롤	○	●	○	●	●
	로봇					
	드론					
	의료기기					
스포츠 레저 분야	해양수송, 레저	X	●	X	●	●
	골프샤프트	○	●	●	●	●
	배드민턴라켓					
	양궁					
	자전거					
	신발소재					

※출처: 탄소섬유 및 탄소섬유가공소재 산업경쟁력조사, 2018

- 세계 탄소섬유 수요 시장 규모는 2010년 33,000톤에서 연평균 11%씩 성장하여 2022년에는 117,000톤에 달할 것으로 전망하고 있음. 이는 탄소섬유가 항공·우주, 에너지, 자동차, 건축·토목, 스포츠·레저 등 다양한 분야에 넓게 사용되고 있기 때문으로 분석됨

탄소섬유 시장동향 및 복합재료 재활용 개발동향

- 시장조사업체인 Zion Research Ananlysis에 따르면 세계 탄소섬유 시장의 금액 규모는 2015년 1.9 Bil.\$(2조 1300억 원)에서 연평균 성장률 10%로 성장하여 2021년 3.3 Bil.\$(3조 7000억 원)에 이를 것으로 전망됨. 또한 Grand View Research는 2025년에는 6.36 Bil.\$(7조 원)에 이를 것으로 전망하고 있음



- 시장조사업체인 JEC에 따르면, 2016년 기준으로 세계 탄소섬유의 응용분야별 수요 시장은 자동차가 18.8%로 가장 많이 차지하며, 그 뒤로 풍력(에너지) 17.7%, 우주항공 14.3%, 스포츠/레저 11.1%를 차지하고 있음. 2020년에도 자동차(21.7%), 풍력(17.7%), 우주항공(14.6%)가 최대 수요처이며, 압력용기(9.9%)의 수요가 4위로 상승할 것으로 전망됨

<탄소섬유 주요 기업 동향>

주요 기업	주력 분야	주요 동향
도레이 (Toray)	우주항공, Oil&Gas 저장고, 자동차, 스포츠용품	미국 보잉사를 비롯 프랑스, 이탈리아 기업과 장기 공급계약 도요타와 메르세데스 벤츠 납품

주요 기업	주력 분야	주요 동향
토호 테낙스 (Toho Tenax)	우주항공, 산업용, 자동차, 스포츠용품	항공기용으로는 유럽 에어버스의 차세대 중형기에 탄소섬유 복합재료 도요타 자동차의 고급 스포츠카에 공급
미쓰비시 레이온 (Mitsubishi Rayon)	우주항공, 산업용, 스포츠용품	미국에서 2018년까지 생산능력 2,000톤의 신공장을 건설하고 미국에서 탄소섬유를 사용한 자동차용 복합재료의 제조·판매
졸텍 (Zoltek)	풍력블레이드, 자동차, 연료전지	도레이 자회사 베스타스(Vestas)와 5년간 30억불 공급계약
에스지엘 (SGL)	자동차, 스포츠용품, 산업자재	블레이즈 제조업체 인수
헥셀 (Hexcel)	풍력블레이드, 자동차, 우주항공, 산업자재	우주항공, 항공기 부품분야에 집중함 2017년 영업이익의 72%가 우주항공분야
사이텍 (Cyece)	우주항공, 자동차부품	Solvay그룹 자회사로 우주 항공, 자동차 분야에 투자확대
포모사 플라스틱 (Formosa Plastics)	스포츠용품, 전자제품(기기부품)	대만회사로 자동차, 전자부품에 집중

- 미래 첨단소재로 여겨지는 탄소섬유 산업의 유망함에도 불구하고
국내 탄소섬유 산업과 시장 활성화가 기대치 대비 늦어지는 요인

으로는 높은 가격, 저가 제조기술 및 부품 고속성형 기술의 미흡, 선직국의 높은 기술 진입 장벽, 글로벌 리딩 기업의 부재 및 생태계 조성 미흡, 중국업체의 부상 등으로 분석됨

- 국내 탄소섬유 소재 산업은 20여개 기업체가 있으나, 효성첨단소재(탄소섬유), 한국카본(직물, 프리프레그), SK케미칼(프리프레그)이 탄소섬유, 직물 및 프리프레그 산업을 이끌어 가고 있음
 - (효성첨단소재) 탄소섬유 산업에 가장 적극적인 행보를 보이고 있는 효성은 전라북도 전주시와 함께 탄소클러스터 조성에 적극적으로 참여하고 있고, 지난 정부의 창조혁신센터에 참여하여 탄소섬유 관련 스타트업 발굴을 위한 기술 및 재정지원에도 적극 참여 중임
 - (한국카본) 국내 최초로 탄소섬유 관련 사업을 시작하였으며, 탄소섬유 직물 및 프리프레그, 부품공정 라인을 확보하여 복합재료 산업의 수직계열화를 구축
 - (SK케미칼) 1990년대부터 탄소섬유 중간재인 프리프레그 산업에 뛰어들어 2012년 일본의 미쓰비시레이온과 협약을 맺고, 탄소섬유 사업을 확대하고 있으며, 현재 울산과 중국 청도에서 중간재인 프리프레그를 생산하고 있음
- 복합재료의 리사이클링은 물질의 복합구성, 열경화성 수지의 교차결합 특성, 다른 물질과의 융합 등으로 인해서 본질적으로 어려움, 현재 대부분의 CFRP 폐기물은 매립되는데, 그 중에서도 사용 후 항 공기 기체는 대개 사막묘지, 공항 혹은 매립장에서 처분됨
- 기계적 리사이클링
 - 기계적 리사이클링은 슈레딩, 파쇄, 분쇄 혹은 기타 유사한 기계적인 프로세스에 의한 복합재료의 파괴로 구성되어 있음. 이 때 발생하는 스크랩의 분체와 섬유질 물질은 체로 분리함

- 기계적으로 리사이클된 복합재료의 대표적인 용도는 신 복합재료로 재순환하거나 건축용(인조 목재, 아스팔트 혹은 시멘트용 광물자원)으로 이용함. 그러나 이 제품들은 저가용으로 활용되므로 복합재료의 품질수준으로 유지하기 위해 기계적 리사이클링을 품질개선에 응용하고 있음
- 섬유재생은 모체를 파쇄하기 위해 공격적인 열처리 및 화학처리법을 적용하여 CFRP로부터 섬유를 회수하는 작업이며, 이때 유리된 섬유를 회수하고, 에너지 혹은 분자는 모체로부터 회수할 수 있음. 섬유재생은 폐기물의 기계적 분쇄와 세정과 같은 예비 작업이 선행됨
- 섬유재생 공정은 특히 CFRP에 적합하다. 탄소섬유는 고열과 화학적인 안정성을 가지고 있기 때문에 일반적으로 그 우수한 기계적 성질은 크게 저하되지 않음. 일반적으로 재생탄소섬유(rCFs)는 깨끗한표면으로 되어 있고 기계적 성질은 버진 전구체(virgin precursors)에 견줄 만하며, 그럼에도 불구하고 일부 표면결함(작은 구멍, 잔류 격자 등)과 강도저하가 결점으로 보고됨
- 불활성 분위기에서 유기분자의 열분해는 가장 널리 보급된 CFRP 리사이클링 프로세스의 하나이며, 열분해를 하는 동안 CFRP는 무산소상태에서 450~700℃로 가열하는데, 이때 폴리머물질은 저중량 분자로 변화하여 증발됨

○ 유동상을 이용한 산화

- 산화는 CFRP 리사이클링의 또 다른 열처리법이다. 즉 고온과 풍부한 산소 하에서 폴리머물질을 연소하는 방식이며, 이 방법은 일부 연구자들에 의해서 이용되어 가장 널리 알려진 유동상법(FBP)임
- 리사이클링 중 CFRP 스크랩을 금속 망 위에 있는 규소 층에 공급하고, 뜨거운 공기를 베드에 통과시켜 레진을 분해함. 그리고 산화분자와 섬유필라멘트는 공기로 운반되는 한편, 무거운 금속성분은 베드위에 가라앉음. 섬유는 사이클론에서 공기식으로 분리하고, 수지

(resin)는 후부 연소기에서 완전 산화하여 공급된 에너지를 회수할 수있음.

○ 화학적인 리사이클링

- CFRP 리사이클링의 화학적인 방법은 일반적으로 350℃ 이하의 저온에서 반응매체(예를 들면 축매해결, 벤질알코올, 그리고 초임계유체)에 기반을 두고 있으며, 중합된 고분자수지는 비교적 큰 올리고머(oligomers)로분해하는 반면에, 탄소섬유는 불활성으로 잔류하여 2차적으로 포집됨
- 일본의 Nakagawa 등은 2009년 질소분위기 하에서 벤질알코올과 축매를 이용하는 CF-에폭시 재활용공정을 개발함. 이 플랜트에는 반응유체와 회수되는 레진기반 제품 즉 스포츠와 항공기산업에 사용된 부품으로부터 rCF를 세정하기 위한 증류시스템을 보유하고 있음
- 초임계유체(SCF)는 임계점을 초과하는 온도와 압력을 받는 유체이고 이 단계에서 유체는 단일 초임계상을 나타내는 반면에 액상의 점도와 용해 능력, 그리고 기체상의 점도와 확산성이 있음. 그러므로 SCF는 다공성 고체에 침투하고 유기물을 용해할 수 있는 한편, 대기 중에서는 상대적으로 무해함.

○ 참고문헌

- 탄소보강섬유 중합체의 리사이클링, 한국과학기술정보연구원
- 탄소섬유 및 탄소섬유 가공소재 산업 경쟁력 조사, 한국복합재료학회