



繊維強化複合材料を原料にした炭素繊維の特徴と活用方法

徳井康之*

はじめに

炭素繊維強化複合材料（CFRP）は、近年では航空機機体、風力発電用ブレード、自動車部品、半導体製造用材料、パソコン筐体、C/Cコンポジットなどに使用の拡大が目立ってきている。

加えて、繊維形態ではチョップド繊維、ミルド繊維と呼ばれる炭素短繊維が熱可塑性樹脂との複合化によって、プラスチック成形品の強度、剛性、導電性の改善など高機能化を実現してきた。

更に、機能改善と使いやすさを追求するためには以下の課題が挙げられる。

- 1) 炭素短繊維強化材及びCFRTPの材料コストの低減
- 2) 炭素短繊維が樹脂と複合するための最適な表面処理方法の確立
- 3) 繊維長のコントロール

スポーツ用品メーカーであるアシックスでは、独自にCFRPスクラップを原料に、このような課題を解消できる新たな炭素短繊維の製造技術の開発に成功した。この技術で開発した炭素短繊維は2004年から同社製品の部品に採用され、その実績からも機能、耐久性の検証が行われてきた。

原料としてのCFRPスクラップは、工場で廃棄されてきた成形品端材が最適であり、近年の様々な製品の拡大で

工業化の可能性が高まってきた。加えて、二酸化炭素排出に対しても大いに貢献できるものと考えられた。

ウイスキー(株)は2008年6月、この技術を工業化することで、様々な分野で成形品の機能改善と環境保全を目指す事業を開始した。

本稿では、CFRPを原料にした炭素短繊維の製造方法、炭素繊維の特徴、活用方法について紹介する。

1. CFRPからの炭素短繊維の製造方法

原料から短繊維化までのフローを、図1に示す。

- ①CFRP原料購入、②破碎、③分級、④樹脂熱分解、⑤ミルド化を経て短繊維を製造する。

(1) 原料

原料は、CFRP成形工場内で排出されるCFRP成形端材やプリプレグ材料である。

(2) 粉碎・分級

粉碎は、破碎装置によって粉碎し、その後用途に応じた繊維長に分級する。高強度繊維であっても、いったん樹脂を繊維束に含浸させ硬化（架橋）させて粉碎すれば容易に切断ができる。つまり、CFRP成形品そのものが短繊維化を容易にさせる原料でもある。当然であるが、硬化樹脂で含浸し繊維束を引きそろえた材料であるプリプレグシートも、硬化処理をすれば本製造の原料になる。CFRPは破碎するには縦と

横方向は非常に強い力を必要とされるが、厚み方向は比較して弱く、そのため層間剥離を繰り返しながら細かく粉碎ができる。

(3) 樹脂熱分解

CFRPの硬化樹脂を除去する方法として、自然分解法を使用している。自然分解法とは、この場合、樹脂の分解ガスを充満することで無酸素状態をつくり、炭素繊維を酸化劣化しないで樹脂を除去する方法である¹⁾。

2. 炭素短繊維（ミルド繊維 ΣRFシリーズ）

前記製造方法で得られる炭素繊維（商品名：ΣRF）について拡大写真を図2に示す。

原料のCFRPの炭素繊維は、ポリアクリロニトリル繊維を出発材料として



図1 CFRPからの炭素繊維製造のフロー

* Yasuyuki Tokui
ウイスキー(株)
Tel. 06-6264-3855
Fax. 06-6264-3844

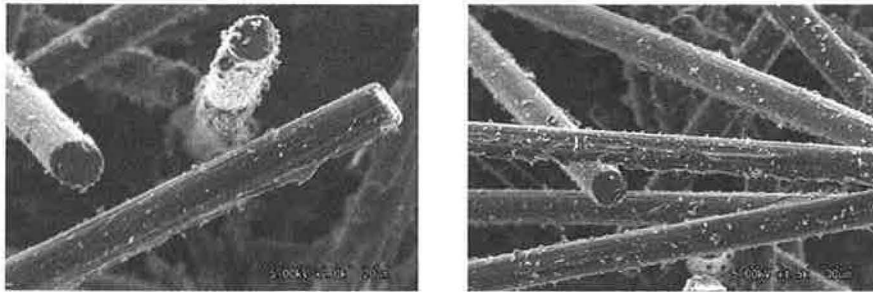


図2 炭素繊維 ΣRF006

製造された炭素繊維（PAN系炭素繊維），樹脂はエポキシ樹脂である。繊維表面にはエポキシ樹脂由来の炭素化合物が存在する。この炭素化合物は、X線回折法においても非結晶性を示した。芳香環の残存という形態で炭素化されているのを分析した報告もある²⁾。参考までに一般的に用いられているエポキシ樹脂の構造を図3に示す。

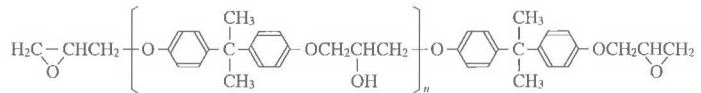


図3 ビスフェノールA型液状エポキシ樹脂の構造式（エピコート828）

この表面のエポキシ樹脂由来の炭素化合物の存在が、ベースになる樹脂との濡れが優れ、コンパウンドの際でも混ざりやすいとの評価につながっている。その結果、熱可塑性樹脂と複合材の成形品からのアウトガス発生の低減傾向が確認できている。

表1 ΣRF物性表

品番	炭素繊維	平均繊維長 (μm)	平均繊維径 (μm)	アスペクト比	比重 (kg/cm ³)	表面処理
ΣRF006	PAN系	60	7	8.6	1.7	Non
ΣRF010	PAN系	100	7	14.2	1.7	Non
ΣRF015	PAN系	150	7	21.4	1.7	Non
ΣRF020	PAN系	200	7	28.6	1.7	Non
ΣRF050	PAN系	500	7	71.4	1.7	Non

3. 炭素繊維（ミルド繊維） ΣRFシリーズ特徴と 活用方法

(1) ΣRFシリーズ

ウイスキー社が製造販売する短繊維シリーズを表1に示す。通常は出荷時平均繊維長60 μmを基本にしている。また、必要に応じて繊維長分布についても対応できるようにしている。

(2) 活用方法

ΣRFの特徴は

- 1) 引張り，圧縮強度が他の高強度繊維よりも高いPAN系炭素繊維
- 2) ニーズに対応できる繊維長分布（60～500 μm範囲）
- 3) 表面に炭素化合物があり，表面処理がなくても樹脂との濡れ性に優

れる（逆に機能改善のために表面処理もできる）。

4) 成形時のガス発生が抑えられている。

5) 炭素繊維，ガラス繊維とのハイブリッドも比較的ガラス繊維と分散しやすい。

活用例を図4に示す。熱硬化性樹脂，熱可塑性樹脂，ゴム・エラストマーへの複合及び補強剤，導電剤，摺動材などが挙げられる。特にガラス繊維，セルローズ繊維など，他の繊維補強材と

のハイブリッド材として期待できる。

ΣRFの製造プロセスは，炭素繊維，CFRP，CFRTPが近年問題とされている二酸化炭素の排出量を低減できる製造方法でもあり，材料でもあると期待をしていきたい。

参考文献

- 1) 徳井康之他，特許第3212543号
- 2) 菊池祐介，炭素化によるFRPのリサイクルに関する研究，日本機械学会年次大会論文集IV，291（2002）。

図4 炭素繊維ΣRFの用途

