調査・報告

# 炭素繊維複合材料の製造と用途開発に関する調査研究

古畑　雅弘* 橋詰　史則* 矢内　悦郎* 小海　茂美* 明歩谷　英樹*
松本　好勝* 渋谷　恵太* 佐藤　清治** 吉田　正樹**

A Survey Report of Manufacturing Process and Industrial Application of CFRP

FURUHATA Masahiro*, HASHIZUME Fuminori*, YANAI Etsurou*, KOKAI Shigemi*, MYOUBUDANI Hideki*, MATSUMOTO Yoshikatsu*, SHIBUYA Keita*, SATO Seiji** and YOSHIDA Masaki**

## 1. 緒　　言

炭素繊維（以下 CF）は金属よりも軽く強度や弾性率に優れていることから，航空機や橋梁等の土木建築補強資材，テニスラケットやゴルフクラブ，釣り竿といったスポーツ・レジャー用品などに幅広く利用されている。さらに今後は環境規制への対応や省エネルギーへの期待から，自動車分野や市場規模の大きい一般産業分野への取り組みも始まっている。

一方，炭素繊維は単独では利用されることは少なく，一般には樹脂や金属等と組み合わせた複合材料として利用されているが，製品化には，コスト，加工技術，生産性，リサイクル技術等多くの課題を抱えている。

そこで本調査研究では，炭素繊維複合材料（以下 CFRP）の研究開発や事業化の推進を目的として，県内企業における CFRP の取り組みについて現状調査したほか，CFRP の特徴や性質，要素技術，課題等について調査を行い，事業化の可能性を検討した。

## 2. 調査研究の内容

### 2.1 概要

中間基材の製造，成形等の加工技術の最新動向や適性用途について，展示会やセミナーへの参加，県外先進企業を調査した。また県内の繊維，プラスチック製品製造業，機械金属関連企業を訪問して，現状調査やアンケートを行い今後の意向等を調査した。さらに講演会を 3 回開催した。

### 2.2 CFRP 関連の技術動向

CFRP の製品化には，成形技術によるところが大きいが，成形メーカーが少ないのが現状である。成形技術には種々あり [1) 2)]，現在主流となっているオートクレーブ法は，仕上がりがきれいで性能も高いが，高コストで生産性が低いことから，航空宇宙部品や一部産業部品などの用途に限定されている。今後，市場を拡大させていくためには，低コスト，生産性の高い成形技術の開発が求められており，例として VaRTM 法やテキスタイルプリフォームによる RTM 法が挙げられている。テキスタイルプリフォームを図 1 に，VaRTM 法の概略を図 2 に示す。これらに使用する中間基材も 3D やノンクリンプファブリック（N.C.F）など多種多様になってきている。

図 1　テキスタイルプリフォーム [3)]

*　素材応用技術支援センター
**　下越技術支援センター

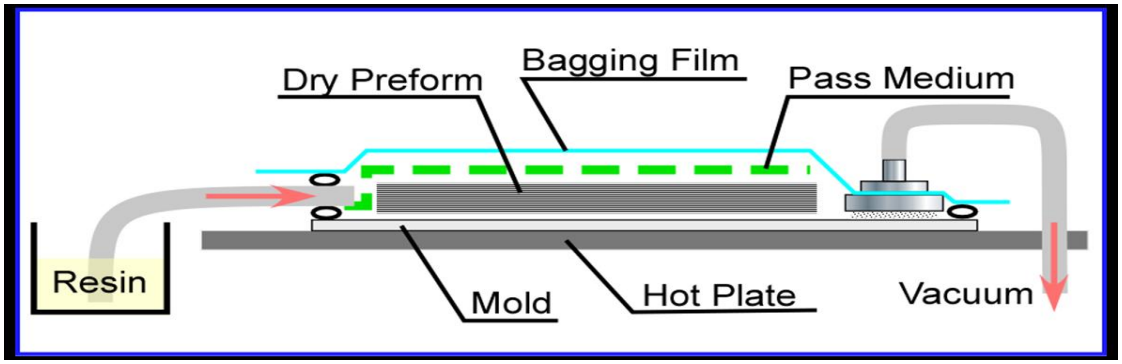


図 2　VaRTM 法の概略 [4)]

また複合材料として考えた場合, CF のみではアルミ等の金属に比べて耐衝撃性等に劣ることから, 今後は単一素材の欠点を補う形として複合素材の開発が求められている。

### 2.3　県内企業の調査内容

現在何らかの形で CF に関わっている県内企業は少ないが，関心を持っている企業は数十社に上った。しかしいずれの業種においても，適性用途が明確にならず，具体的な事業化に向けて取り組む状況には至っていない。

業種別に見ると，繊維業では CF の製織，シート化に関心を持つ企業が多く，既にセミナーの開催等を通じて取り組みを始めた企業も出てきている。撚糸やニット，整理加工業も関心を寄せている。プラスチック製品製造業では，OEM 生産により製造に取り組んだ企業もあるが, CF とマトリックス樹脂との相性や成形条件等について試行錯誤しながら技術を蓄積しており，貴重なノウハウとなっている。今後は OEM ではなく，自社製品の開発を目指している企業もある。機械金属業では，工具の耐摩耗性や寿命，加工面の仕上がり具合や切削端面の CF の解れ等の課題が浮かび上がった。樹脂による加工特性の把握も重要である。

### 2.4　予備試験研究の内容と結果

#### 2.4.1　概要

VaRTM 法について, 成形工程の手順と素材の特性について知見を得るため，簡易的に VaRTM 法による平板の成形試験を行った。使用した機器，材料を以下に示す。

- 基材：CF3K の平織り
- 樹脂：市販 FRP 用 2 液性ポリエステル樹脂
- 上下面密封用テドラーフィルム
- 側面密封用シーラントテープ
- 吸気・樹脂注入用シリコンチューブ
- 樹脂流路確保用網戸ネット
- 真空ポンプ

#### 2.4.2　結果

成形試験の様子を図 3 に，完成した試料を図 4 に示す。使用する樹脂の粘度によっては，真空に引いても試料内に注入されていかないため，基材の上面とチューブの先端部周辺に樹脂流路確保のための部材が必要であることが分かった。ポリエステル製網戸用ネットをその部材として使用した後は，良好に樹脂が注入されていくことが確認できた。しかしこの方法では，ネットも一緒に成形硬化されて基材と一体になってしまうことから，ネットを剥がすために離型材を塗布したり離型フィルムを挿入する必要がある。また硬化後の CFRP の成形肌はネットの凹凸がそのまま残るため，成形肌に影響せずなおかつ流路を十分確保できる部材を選定する必要がある。基材の下面は良好な平滑面を得ることができた。

また，側面密封用シーラントテープとシリコンチューブの間に隙間が残り，気密性が保てない場合が多いので，設置時にその周辺を手指で押し，良くなじませておく必要があった。上下面密封用テドラーフィルムはほとんど伸びが発生しない。

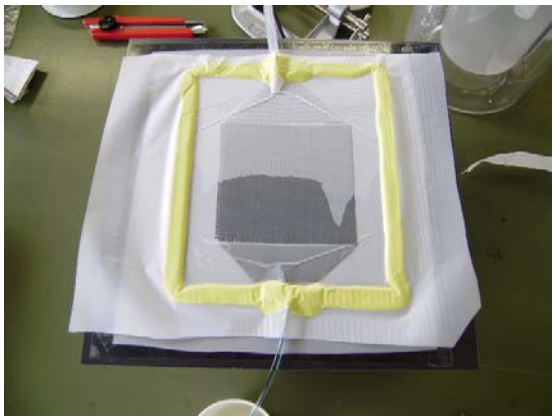

図 3　成形中の様子

図 4　完成した試料

シリコンチューブ周辺はチューブの太さの分だけ周囲より高さが変わるので，上面からテドラーフィルムを被せる際に，その差をうまく吸収できるようにフィルムにたるみを持たせて被せることで，真空引きの際にフィルムの突っ張りや余計なシワが入るのを防ぐことができた。

今後完成試料の断面を観察し，実際に樹脂が繊維間に浸透しているか確認する必要がある。また，成形物が立体的になるほど樹脂が注入されていかないことも予想されるので，樹脂注入口を増やすなどの対策をとる必要がある。

## 3.　新事業創出可能性

県内には業種を問わず，CFRP の研究開発や事業化に関心を持っている企業も多く，事業化にあたっては，生産性や加工技術等の確立とともに適性用途の開発が急務となっている。

こうした中で，今回の調査研究をとおして，医療分野において具体的な製品化の提案もされており，異業種による連携体を構築して研究開発を進めていく。

また低コストで生産性の高い成形法としてのテキスタイルプリフォームの活用や, CF と他素材の複合化による中間基材の開発が求められている。県内には繊維業や機械金属業等多くの産業が集積しており，事業化につなげていくためには，これらの業種と連携して開発を行う必要がある。

## 4.　結　　言

(1) 県内企業では，現時点では CFRP に取り組む企業は少ないが，非常に関心が高いことがわかった。

(2) CFRP の技術動向を調査した結果，製品化には成形技術によるところが大きく，低コストで生産性の高い成形方法として, VaRTM 法やテキスタイルプリフォームを使用した RTM 法が注目されている。また CF 単一素材の欠点を補う形として複合素材の開発も重要である。

(3) 県内企業が新規参入していくためには，低コスト成形法を確立するとともに，素材の複合化による適性用途の開発が急務である。また事業化には連携体の構築が重要である。

## 参考文献


1) 前田　豊，“炭素繊維の最先端技術”，シーエムシー出版，2007，p32-42.

2) (財)科学技術交流財団分野別研究会炭素繊維応用技術研究会資料，2008.

3) 第 1 回国際自動車素材・加工展

4) 九州大学軽構造システム工学研究室，“複合材料の低コスト成型技術 VaRTM の開発”，九州大学ホームページ，(平成 21 年 3 月 17 日閲覧) http://www.aero.kyushu-u.ac.jp/assl/research/VaRTM/VaRTM.html