C-FRP 研究会報告

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

Report of Market and Technology Trends of Carbon Fiber Reinforced Plastics

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

1. 緒　　言

炭素繊維複合材料（以下 CFRP）はその優れた特性から次世代の産業資材として航空宇宙，自動車，土木建築，スポーツ・レジャー分野等様々な分野で利用されているが，製品化には素材から中間基材，成形，機械加工技術と多くのプロセスを必要とし，多くの課題を抱えている。

本事業では，昨年度に引き続き CFRP の研究開発や事業化の推進を目的として，CFRP の市場調査，技術的課題等について調査を行い，参入の可能性について検討した。あわせて研究会参加企業を対象にしたセミナーや低コスト量産型成形技術として樹脂含浸工程を省くことを目的とした混繊技術や中間基材の製造技術に関わる予備研究を実施した。

2. 調査研究の内容

2.1 技術セミナー

CFRP に関する知識の習得を目的に，炭素繊維技術の全般的な内容の技術セミナーを 2 回，より専門的な内容として繊維，成形，加工の 3 分野で研究会を開催した。セミナーの様子を図 1 に，セミナーの一覧を表 1 に示す。参加者は延べ 135 名であった。またセミナーをとおした講師との交流を機に，用途開発に向けて自社 HP を更新したり，複合材料メーカーと交流するなど積極的に活動を始める企業も現れてきた。

図 1　技術セミナーの様子

2.2 CFRP 関連の技術動向

CFRP を取り囲む環境は金融危機以降急激に低下し，景気回復まで静観する企業が多いが，これまで CFRP を扱ったことのある企業や今後の需要増加を予測している企業では，航空宇宙，風力発電，一般産業分野をターゲットにして，用途開発や研究開発を積極的に行っている。現在、この分野に内在する技術的課題を以下に示す。

(1) コスト低減・量産可能な成形技術の開発

半硬化したプリプレグを釜で成形するオートクレーブ法は，技術的にも確立されており，高い強度，品質を有する一方で，設備投資が大きく，成形加工時間も長くコスト高になることから，航空宇宙分野など高付加価値分野での利用に限定されている。しかし将来的に，一般産業分野や量産品，汎用型ボリュームゾーンへの展開を図っていくには，コスト低減・量産化技術が重要である。熱可

*　　素材応用技術支援センター
**　　下越技術支援センター
***　県央技術支援センター

表１　開催したセミナー

		内　　容	開催日	参加人数
全体セミナ	第１回	「複合材料の用途展開事例および副資材の紹介」 サンワトレーディング(株)　代表取締役　馬場　俊一　氏 「成形技術と特徴」 サンワトレーディング(株)　技術顧問　坂元　勝治　氏	8/28（金）	43
	第２回	「ピッチ系炭素繊維の現状と課題」 (株)クレハいわき事業所　炭素製品工場　工場長　大谷　陽　氏 「CFRPの自動車分野への活用動向」 東レ(株)オートモーティブセンター　課長代理　山口　晃司　氏	12/15（火）	32
分野別研究会	加工技術	「ウォータージェット加工技術と５軸加工」 (株)スギノマシン　高圧装置事業部　技術部長　尾嶋　弘幸　氏 「航空機用複合材料への穴あけ加工技術について」 (株)スギノマシン　精密機器事業部　技術部長　石川一行　氏	11/12（木）	17
	成形技術	「オートクレーブの紹介、成形方法の紹介」および実機によるデモ (株)羽生田鉄工所　代表取締役社長　羽生田　豪太　氏　ほか 「日軽新潟(株)の保有するオートクレーブの紹介」 日軽新潟(株)　業務・経理G　リーダー　長井　正治　氏 「第41回東京モーターショーのCFRP製品出品事例報告」 当センター職員	11/17（火）	21
	繊維技術	「開繊技術および製織技術について」 (株)ハーモニ産業　開繊事業部　部長　新河戸　宏昭　氏 「製織デモ」 当センター職員	1/22（金）	22

塑性樹脂の活用や VaRTM 法（Vacuum Assisted Resin Transfer Molding：真空バックなどを用いて樹脂を繊維に含浸させる手法）は，オートクレーブ法に比べ品質的には劣るものの，成形時間を大幅に短縮し低コスト量産化が可能な方法として注目されている。

(2)　接合技術

CFRP を構造体，部品として機械装置に組み込む場合，金属やセラミックスなど異素材との接合が必要である。しかし CFRP は接合が困難であり，従来は大型ブロックから必要形状を削り出したり，耐熱性樹脂等によって接着したりしているが，これらの方法では高価となることから，安価で容易な接合技術が求められている。

(3) リサイクル技術

CFRP の多くは，加熱すると硬化する熱硬化性樹脂が使用されているが，分離が困難でリサイクルが難しいことから，これまでは埋め立て処理がほとんどであった。しかし地球環境問題や LCA（ライフサイクルアセスメント）への対応，また CFRP の利用拡大のためには，リサイクル技術の確立が不可欠となっている [1)]。炭素繊維は高価な材料であり，回収して再利用することができれば資源の節約のみならず，CFRP のコスト低減を図る上でも重要な技術である。

2.3　県内企業の調査内容

県内では，CFRP の認知度が低く，用途，市場が明確にならないことや高い生産コストも影響し，CFRP を取り扱う企業や新たに取り組もうとする企業が少ない状況であった。CFRP の特性を活かした用途として適当と思われる場合でも，高コストから採用を見送る事例も見受けられた。しかし企業の中には，炭素繊維の特徴を活かした製品開発や，将来的に炭素繊維の需要が増加すると考えて情報収集を行っているところも出てきた。

業種別に見ると，繊維業では一般衣料の落ち込みが大きく，経営に危機感を持ち新規分野の開拓を考えている企業も多い。その一つとして炭素繊維のシート化（製織，編立）やこれを使用した製品開発を検討している企業も現れてきている。

成形業では，技術的な関心は高いものの従来の成形方法とは全く異なる方法であることから，取り組みを始めることが出来ない企業も多い。しかし従来からハンドレイアップやオートクレーブでガラス繊維や炭素繊維に携わっている企業では，メーカーからの成形試作依頼も来ている状況である。また低コスト化が可能な VaRTM 法を独自に試みている企業もある。

機械金属業では，切削加工条件や仕上がりについて関心が高く加工試験を望む企業も多いが，CFRP の特性や要求スペックが企業により千差万別で，CFRP の調達が難しいことなどから加工条件の把握に苦慮しているところが多かった。

2.4　新事業創出の可能性

2.4.1　市場参入時の課題

CFRP の製品化には，成形技術によるところが大きいが，現状の CFRP の用途を大別すると，高品質を要求する航空宇宙分野と，大量生産による品質の低い用途に 2 極化している。前者は設備投資や生産コストが大きく，後者は品質的に用途が限定されている。今後はこの中間に適用できる技術開発や用途開発が求められており，低コスト化や量産型の成形技術の開発が重要となっている。

また新規に参入を図る場合は，この中間をターゲットにした生活関連やスポーツ・レジャー用品等の新規用途を開拓する必要がある。

2.4.2　地域の課題

県内企業が新規参入を図る場合は，先行事例の後追いではなく CFRP の特徴を活かした新たな用途や技術開発による優位性がなければ参入は難しいことがわかった。県内には多種多様な業種が集積しており，課題が出てきた場合は，関連する業種が有機的に連携し開発を進めていくことが重要である。研究会をとおしていくつかの案件が出てきており，引き続き支援して行く。

2.5　予備研究

低コスト量産化技術について知見を得るため，樹脂含浸工程を省くことを目的とした開繊，混繊技術や中間基材のシート化，また炭素繊維ニットの活用について試験した。

炭素繊維ニットの中間基材としての活用は，特性を十分に発揮できないことから実施例が少なかった[2)]。しかしニットは織物に比べ自由度が高く，賦形性に優れ皺になりにくいことから，強度を必要としない複雑形状用途への適用が考えられた。そこで炭素繊維ニットによる編成性や成形加工性，意匠性の有無について試験した。成形用樹脂として，ポリエステル樹脂の硬質タイプと軟質タイプの 2 種類を使用した。用いた素材は，炭素繊維 3K，よこ編み 7G，天竺組織である。

図 2 に成形品を示す。炭素繊維は伸度が無く，

図 2　ニット成形品

編成が難しかったので，水溶性ビニロンをカバリングし伸度を増し、編成後除去した。成形性に関しては，空隙が大きく樹脂の流動性に問題はなかったが，炭素繊維含有量の増加やニットのカール防止のために組織の検討が必要であることがわかった。意匠性については期待したほどの成果は得られなかった。また用途により，炭素繊維だけではなく，アラミド繊維等他の強化繊維の活用も有効であると考えられた。

3.　結　　言

(1) 県内では，CFRP の認知度が低く，高い生産コストも影響し，CFRP 分野への参入に意欲的な企業は少なかった。しかしセミナーをとおして複合材料メーカーと交流を始めた企業や，会員同士のコラボレーションや商品開発の事例も現れてきた。

(2) 新たに CFRP 分野への参入を図るには，従来技術だけでは難しいが，特殊な技術を持つことで参入の可能性があることがわかった。

(3) 県内には，生活関連分野やスポーツ・レジャー用品製造メーカーも多く，こうした企業と連携することで，参入が可能と考えられた。

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，p267-271.

2) (株)東レリサーチセンター，“テクニカル・テキスタイルの用途開発と市場動向” ，2009，P147.