

リサイクル炭素繊維による自動車用熱可塑性 CFRP の技術開発が進んでいる。NEDO プロジェクトとして、名古屋大学を中心に産官学が結束し、回収 CF を用いた自動車用シャーシが試作された。車の軽量化による環境対応と廃棄物削減に向けた国家プロジェクトの先端技術が注目されている。

企業名	名古屋大学ナショナルコンポジットセンター		
主力事業	—		
所在地	〒464-8603 名古屋市千種区不老町名古屋大学 ES 総合館4階 428 室 ナショナルコンポジットセンター長 荒井政大		
TEL	052-789-3282	URL	<a href="http://ncc.engg.nagoya-u.ac.jp">http://ncc.engg.nagoya-u.ac.jp</a>
資本金	—	従業員数	—

### 【本技術の概要】

世界的な環境規制により、CO<sub>2</sub>削減および自動車の燃費向上のニーズが高まる中、自動車の軽量化および廃棄物削減の対応が急務となっている。軽く、強く、耐久性に優れた複合材料である炭素繊維強化複合材料は、自動車、航空機などの輸送機器、風車などのエネルギー機器に省エネルギーおよび環境負荷低減材料としてますます社会に取り入れられている。

ナショナルコンポジットセンター(NCC)は、その具体的な突破口を産官学で切り開くことを目指し、2012年4月に設立され、2014年に名古屋大学へ移設された。同センターの集中研と産総研では、航空機 CFRP (炭素繊維強化プラスチック) 廃材や自動車の水素タンク廃材からCF (炭素繊維) を回収し、回収したCFの評価技術を開発するとともに、回収CFのLFT-D成形<sup>(注1)</sup>により低コストで熱可塑性CFRPを得るための実証研究を実施した<sup>(注2)</sup>。その成果として、リサイクルCFを用いた自動車用シャーシが試作された。

(注1) Long Fiber Thermoplastics-Direct、ドイツのフラウンフォーファ研究機構で最初に着想された炭素繊維強化プラスチック製造方法。

(注2) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)のプロジェクト「革新的新構造材料等研究開発」(期間: 2014年~2022年)で実施中。

### 【技術開発内容と成果】

#### (1) CF回収技術の開発 ((一財)ファインセラミックスセンター、高砂工業(株))

CF回収プロセスとして、過熱水蒸気法、熱分解法、常圧溶解法、亜臨界/超臨界流体法の比較検討から、繊維の状態で回収できることおよび繊維の酸化劣化を抑制しながら樹脂を効率良く回収できることなどから、空気に比べて高速・均一加熱が可能な、過熱水蒸気処理によるCF回収の装置システム(図1)を構築し、製作条件などの開発を実施している。

<得られた成果>

- ①CFRP リサイクルを構築するには、材料トレーサビリティと廃材安定供給の確保が必要であること。
- ②過熱水蒸気処理により繊維回収が可能で、最適処理条件は樹脂種に強く依存すること。
- ③過熱水蒸気へのガス添加により繊維強度や繊維-樹脂間の密着性の制御が可能であること。
- ④マトリックス樹脂から発生する可燃性ガスを利用した過熱水蒸気生成により、処理に要するエネルギー

の大幅削減が可能となったこと。

参考: METI-MRI炭素繊維・複合材料のリサイクル技術等に関する調査(2009)

	樹脂を分解気化 過熱水蒸気法	熱分解法	常圧溶解法	亜臨界/超臨界 流体法
回収物	長繊維	チョップドF, ミルドF	長繊維, プレポリマー	長繊維, プレポリマー
温度(°C)	500-700	500-700	100-200	250-400
圧力(MPa)	常圧	常圧	常圧	1-25
雰囲気	水蒸気 + N <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	—	—
溶媒, 触媒	—	—	溶媒: ベンジルアルコール 触媒: アルカリ金属塩	溶媒: アルコール, 水等 触媒[亜臨界流体]: アルカリ金属塩

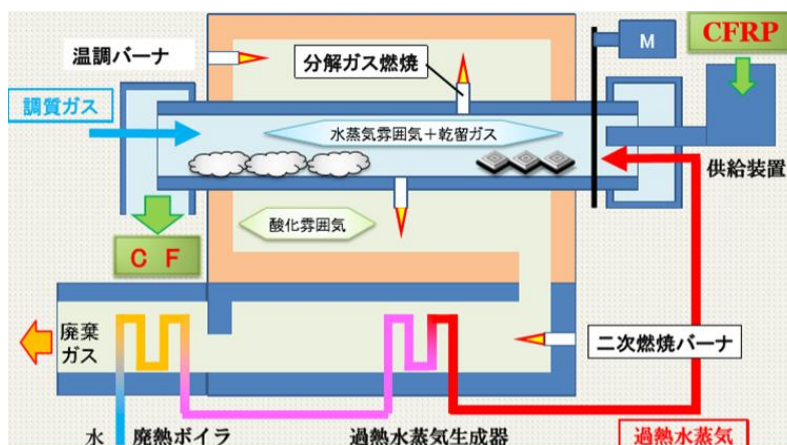
・織物状態で回収可能  
・繊維表面改質(樹脂に対する密着性向上)

・低コスト  
・短繊維回収中心  
⇒用途限定

・溶解可能樹脂種が限定

・処理効率低

他プロセスとの比較検討



過熱水蒸気処理によるCFRP 廃材からのCF回収技術の概念

図1. 加熱水蒸気処理によるCF回収装置システム

(2) リサイクルCFのLTF-D成形技術の開発(NCC 集中研)

炭素繊維、熱可塑性樹脂供給から高圧プレスで短時間に所望の構造部材を成形するまでの工程は、ドイツのフラウンホーファー研究機構で着想されたLTF-D全プロセスをベースにしたリサイクルCFのLTF-D成形技術を採用した。本研究では、炭素繊維ロービングからの連続供給部の替わりに、回収CFをLTF-D成形するためのサイドフィード技術の開発および成形プロセスの研究・開発を実施している(図2)。

LTF-D法では、繊維長の比較的長い炭素繊維と熱可塑性樹脂を混練し混練機から押し出される素材を製造し、それを高圧プレスで短時間に所望の構造部材に形成する方法であるため、オートクレーブ(プリプレグ)法が必要とするプリプレグのような中間部材が不要となる。これにより、炭素繊維と樹脂ペレット材料の供給から最終製品までダイレクトな一貫自動生産システムとなり、短時間成形が可能である。構造用CFRP製法としては低コスト化を実現できる可能性を持つと期待できる。

欧州では、GF/PP(ガラスファイバー/ポリプロピレン)で主に用いられ、既に実用段階であるといわれている。本研究開発ではCF/PA6(カーボンファイバー/ポリアミド6(ナイロン6))を用いる技術を開発し、構造部材へ適用し実用化を狙うものであり、世界とトップレベルの研究開発といわれている。

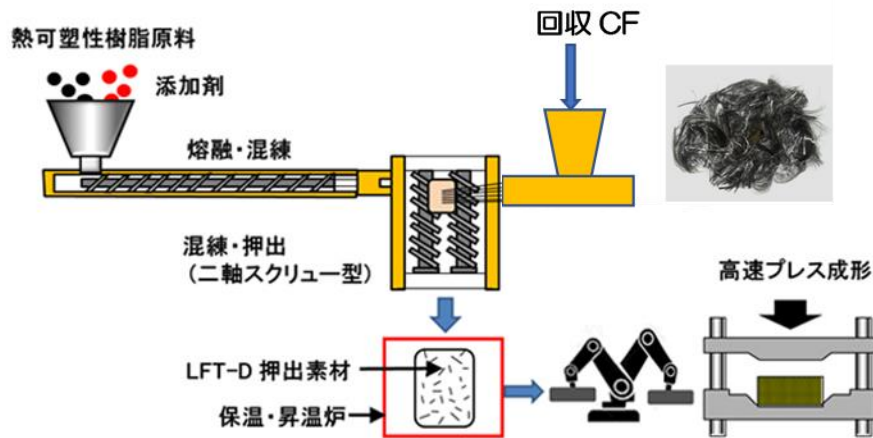


図2. リサイクルCFのLFT-D成形技術

＜成形体の特性と繊維長＞

二軸スクリー型混練押出機の中で炭素繊維は、スクリーへの衝突や樹脂内で切断され、混練されている。そのため繊維の長さを正確に制御することは困難で、本質的に繊維長さに分布が生じる。繊維長を決める要因としては、スクリー回転数、繊維・樹脂供給量即ち混練装置内滞留時間、繊維・樹脂混練時の圧力・温度等があり、それらが複雑に影響しあっていると推定されている。炭素繊維の長さや得られた成形体の力学的特性には密接な関係があり、弾性係数・強度の他に衝撃特性も重要である。特に衝撃特性を維持するには、ある程度以上の長さの繊維の存在が必要であるといわれている。

(3) リサイクルCFに求められる評価項目

リサイクルCFの機械特性の効率的な評価方法および炭素残渣・不純物元素などの不純物の簡便かつ高精度な定量分析手法を、産総研と民間企業による資金提供型協働研究として実施している。

＜検討している評価項目＞

- ①機械特性：強度、弾性率、界面強度・長さなど。
- ②環境規制対応の素材評価：種々の不純物の種類・含有量。
- ③炭素残渣量：欠陥生成による強度低下。

(4) リサイクルCFを用いた自動車用シャーシの試作品

NCCは熱可塑性樹脂とリサイクルCFを用い、自動車用シャーシを作製することに成功した。これにより材料供給から最終製品までの一貫生産が可能となり部材コストの低減に目途を立てた。



図3. LFT-Dによる熱可塑性CFRP製シャーシへの応用

専門家による目利きコメント

自動車用熱可塑性CFRPの技術開発は、CF廃材から過熱水蒸気処理によるCF回収、リサイクルCFのLFT-D成形技術、評価技術など主要なシステムが構築され、その成果としての自動車用シャーシの試作にも成功した。今後は、廃材CFRPの管理とリサイクルCFの標準化による信頼性向上に期待したい。

お問い合わせ

名古屋大学ナショナルコンポジットセンター

特任准教授 プロジェクトマネージャ

天岡 和明

TEL : 052-747-6395

FAX : 052-789-3282

E-mail: amaoka@ncc.engg.nagoya-u.ac.jp