

## 平成30年度 第3回産学交流セミナー

### 「資源循環型社会に向けた、リサイクル炭素繊維の活用技術の開発 —再 CFRP 化への挑戦、高付加価値材料への マテリアルリサイクルの展開—」

講師： 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 構造材料研究部門

無機複合プラスチックグループ 研究グループ長 堀田 裕司 氏

#### 【講演内容】

##### ■ 複合材料の未来像

- ・ 動脈産業の出荷割合は輸送用機器、電気機器と汎用・生産用・業務用機器合わせると約 60%を占め、軽量性・耐腐食性を活かした社会基盤材料が求められている。CO<sub>2</sub>削減の観点からも CFRP などの軽量材料の活用が期待されている。

##### ■ 研究背景

- ・ CFRP は製造エネルギーが大きく、製造コストが高いため、新規繊維の製造技術、リサイクル繊維の活用が課題である。また、CFRP は製造段階での大量の廃材と廃棄コストも課題である。
- ・ リサイクル炭素繊維の特徴として、繊維特性（繊維長、繊維強度）の低下、繊維/樹脂の界面密着性の低下等が挙げられリサイクル繊維のための界面密着性向上の技術開発が必要である。

##### ■ リサイクル CFRP 製造へのマイクロ波プロセスの最適化

- ・ マイクロ波は高速かつ省エネルギー加熱が可能で、マイクロ波が熱エネルギーに変換されることに注目してプロセス開発した。マイクロ波照射により樹脂硬化反応が進行することも分かった。
- ・ マイクロ波照射により、リサイクル繊維を用いた VaRTM 法による熱硬化性 CFRP を作製して特性を評価した。リサイクル繊維の引張強度はバージン繊維の 60%であり、リサイクル工程で繊維物性は低下した。一方で、樹脂と複合化した CFRP においては、マイクロ波照射により、リサイクル繊維から作製した CFRP の曲げ強度はバージン繊維から作製した CFRP の 90%の強度特性を示し、さらにはオープン加熱によって硬化した CFRP と同等の強度を示した。また、マイクロ波照射は、高速樹脂硬化に対して有効であることが分かった。
- ・ リサイクル工程により繊維強度は低下するが、マイクロ波照射により樹脂と繊維の密着性は向上することがフラグメンテーション法の測定で分かった。この密着性向上が CFRP の機械特性向上に影響していることが示唆された。
- ・ マイクロ波照射による密着性向上は、CFRP 界面からの硬化反応が内側への収縮による界面剥離を抑制すること。また、加熱プロセスによる繊維/樹脂界面の違いを考察し、マイクロ波照射では炭素繊維表面に秩序的な樹脂層が形成されていることが分かった。
- ・ リサイクル繊維の製造コスト低減のためマイクロ波プロセスの高速樹脂硬化技術開発が有用であり、マイクロ波プロセスに対応した大型、易加工性の低熱伝導率（低熱浸透率）のセラミックスの成型型を開発した。これにより電気オープンに比べ製造時間の短縮、製造エネルギーの低減が図れた。
- ・ 不連続炭素繊維/エポキシ樹脂複合材料の強度向上のため、繊維配向について調べマイクロ波照射により電気オープンと比較して 10%曲げ強度が向上することが分かった。

##### ■ 高付加価値素材へのマテリアルリサイクル

- ・ 粉体状、ミルド状の短くなった炭素繊維の用途として、炭素繊維から高付加価値の SiC、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> を生成する高機能性セラミックスフィラーの開発を行い、アップサイクルとしてのマテリアルリサイクルの提言をした。