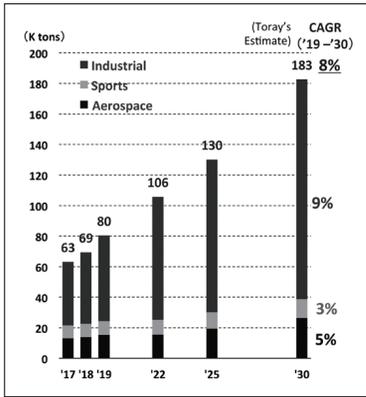


炭素繊維強化プラスチック (CFRP) リサイクル技術の開発状況と今後の課題 東レ株式会社 奥村勇吾

1. 開発の背

世界の炭素繊維の需要量は、2017年の6万3千トン/年から、2020年には8万トンへと拡大、その後も年率8%の拡大を続け、2030年には18万3千トンの需要となることが予想されます（東レ株式会社推定）。そのドライバーとなっているのが、風力発電機の翼（ブレード）、航空機の構造材、燃料電池車の水素タンクといった省エネルギー、新エネルギー分野での拡大です。炭素繊維の需要増大につれ、工程で出る端材、また、製品の寿命終了後（エンドオブライフ）に出るCFRP 廃材の処理が大きな課題になります。これまでは埋設、工業炉の燃料として処理してましたが、SDGsにも上げられている地球温暖化への取り組み強化、また、製品のライフサイクルにおける環境負荷低減評価（LCA）の普及により、ますますCFRPのリサイクル、リユースが必要な状況となってきています。



世界の炭素繊維需要予測 (単位: 千トン)

2. 日本でのCFRPリサイクルの歴史

2000年に炭素繊維メーカーの業界団体である炭素繊維協会が、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術開発機構（NEDO）の委託研究として「リサイクルCFRP 粉碎品の標準化」を実施、その後、2006年から経済産業省の補助事業である「炭素繊維リサイクル技術の実証研究開発」により、福岡県大牟田市エコタウン内にパイロットプラントを建設し、また2009年からは福岡県および大牟田市からの支援も得て、炭素繊維リサイクルの基礎技術開発に取り組みました。その結果、樹脂残渣の低減、繊維長制御、金属系異物除去などのリサイクルに関する基礎的な知見を見出し、当初の開発目標を達成したことから、2012年3月末をもって同協会のパイロットプラントでの開発活動を終了、協会員企業である東邦テナックス株式会社（現 帝人株式会社）、三菱レイヨン株式会社（現 三菱ケミカル株式会社）、東レ株式会社の3社が共同出資して設立した「炭素繊維リサイクル技術開発組合」に当該技術開発活動を引き継ぎました。その後2015年に同組合を解散、各社独自で開発を継続しています。

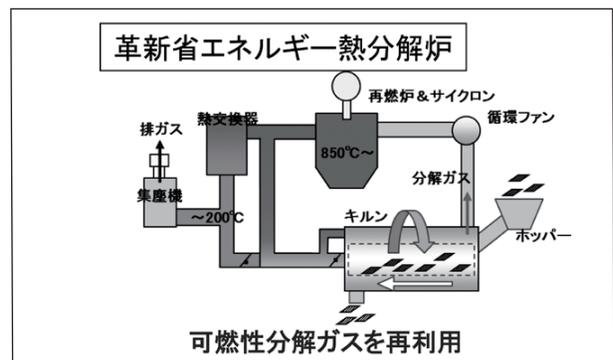
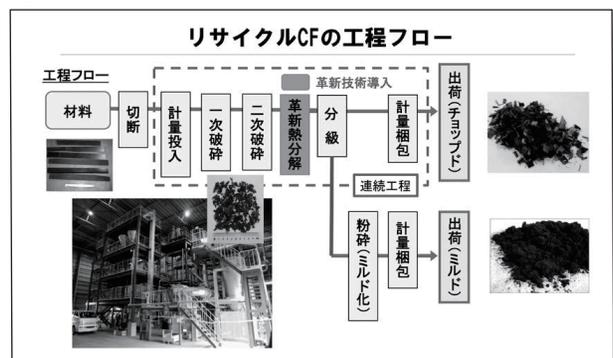
当社は、2016年に豊田通商株式会社と協同で「炭素繊維リサイクルパイロット設備」を愛知県半田市の豊田ケミカルエンジニアリング社内に設置、開発を開始、今日に至っています。

3. CFRPリサイクルの仕組み

リックス樹脂を取り除いて炭素繊維をとり出す必要があります。その方法としては、大きく分けて、(1)熱分解法、(2)化学分解法、(3)加熱水蒸気法の3方式があり、どの方法も一長一短ありますが、当社は現時点で最も量的処理に優れた熱分解法を使用しています。

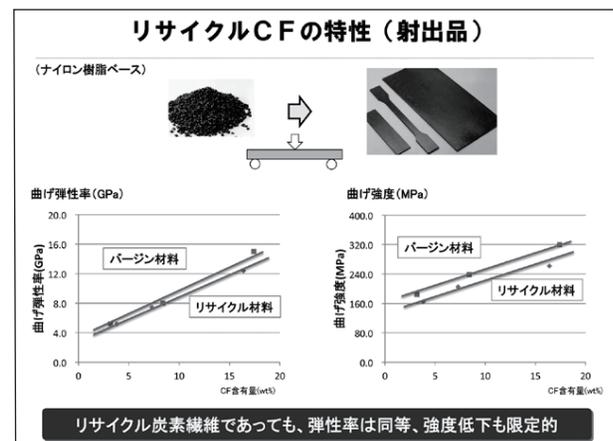
リサイクル工程のフローとしては、図に示すとおり、材料（当

社では航空機主翼桁材の端材を主に使用しています）を適当な長さ切断後、破碎機に投入、破碎後、連続的に熱分解炉に投入され、樹脂分を熱分解、取り出した炭素繊維（チョップドファイバー＝短繊維）を繊維長で分級、規定の長さ（3～6mm）以下の物については、再度粉碎機にかけ粉碎します（ミルドファイバー）。当社のプロセスは、2015年から2017年にかけて、NEDOの「戦略的省エネルギー技術革新プログラム」として開発した革新省エネルギー熱分解炉を用いており、(1)材料投入から製品取り出しまでが連続かつ閉鎖されたプロセスとなっており、労働環境が良好、(2)熱分解に樹脂から出る可燃性分解ガスを再利用していることから、エネルギー効率に優れ、バージン炭素繊維製造に比して1/10のエネルギーでリサイクル炭素繊維を製造できるという特徴を持っています。



4. リサイクル炭素繊維の用途開発

前述の通り、当社のプロセスでは、(1)3～10mm程度の繊維長のチョップドファイバー、(2)100μ長のミルドファイバーを製造できます。リサイクル材料の特性はバージン材に比較して、曲げ弾性率は同等、強度低下も限定的なものとなっています。



主な用途としては、チョップドファイバーについては、(1)熱可塑性樹脂に混練したコンパウンドとして家電、自動車部品等に使用、(2)抄紙してシート状とし断熱材、吸音材等に使用、があります。また、ミルドファイバーについては、(1)熱可塑性樹脂と混練したコンパウンドとして、半導体搬送トレー（帯電防止）、(2)塗料、ゴム、セメントなどに添加して機械特性、耐熱性、導電性の向上といった用途があります。

当社の協業先がトヨタグループの豊田通商殿であることから、チョップドファイバーについては自動車用途を中心に、ミルドファイバーについては、半導体用途、建設用途を中心に開発を行っています。

5. 今後の課題

現在、前述の用途に展開するためには(1)原料が多種にわたるため、品質のばらつきが多い、(2)処理量が少ないことから加工コストが高い、原料が廃材であることから同一原料の安定確保が困難、といった問題があります。特に、コストの問題は大きく、現状ではリサイクル炭素繊維のコストは汎用バージン品のそれと同じかやや高いといった状況で、普及の障害となっています。当社では、安価なラージトウ炭素繊維のバージン品とリサイクル炭素繊維を混合使用することで品質及び供給の安定、コストダウンを図るべく開発を行っています。

