

研究ノート

リサイクル材を添加した CFRTP の物性評価

門川 泰子^{*1}、岡田 光了^{*2}、高橋 勤子^{*2}、福田 徳生^{*2}Evaluation of Mechanical Properties of CFRTP
Blended with Recycled MaterialYasuko KADOKAWA^{*1}, Mitsunori OKADA^{*2}, Isoko TAKAHASHI^{*2}
and Norio FUKUDA^{*2}Industrial Research Center ^{*1*2}

射出成形時に発生するランナーやスプルーを粉砕した熱可塑性炭素繊維強化樹脂(CFRTP)のリサイクル材をバージン材に混合し、リサイクル材の含有量が機械的物性に与える影響を評価した。その結果、リサイクル材を加えることで強度、弾性率は低下したが、いずれも著しい変化はなかった。また、引張試験においてデジタル画像相関(DIC)法によるひずみ計測を実施した結果、リサイクル材を加えることにより破断時のひずみ量は増加するが、ひずみ分布は大きく変化しないことがわかった。

1. はじめに

炭素繊維強化樹脂(CFRP)は、軽さと優れた強度を有するため、高い軽量化効果が得られる材料として自動車部材への適用が期待されている。今後は成形性・加工性に有利な CFRTP の使用量が増加すると考えられており、それに伴い CFRTP の廃材の増加が懸念される。また、熱可塑性 FRP の射出成形工程で排出されるランナーやスプルーなどの端材は大半が再利用されず廃棄されているのが現状であり、環境負荷・コスト両方の観点からマテリアルリサイクルの必要性が高まっている。しかし、FRP をリサイクルすることで繊維が破損し、強度などの物性が変化するため、リサイクルの推進にはこれらについて把握することが重要である。

本研究では、CFRTP のバージン材にリサイクル材を混合した試験片を射出成形し、機械的物性値の評価、DIC 法によるひずみ計測を行った。

2. 実験方法

2.1 試験片の作製

原料として炭素繊維(CF)を 20wt%含有する 66 ナイロン(BADAMID A70 CF20 HHC)を使用した。リサイクル材には、同一材で射出成形の際に発生するランナーやスプルーを粉砕したものを使用した(図 1)。バージン材とリサイクル材を重量比(リサイクル材含有量)が 10:0(0%)、7:3(30%)、5:5(50%)、3:7(70%)、0:10(100%)となるように混合し、射出成形機(J85AD-110-H、(株)日本製鋼所製)を用いて JIS K 7139 ダンベル形試験片(タ

イプ A1)を成形した。

2.2 ペレット内の CF の繊維長測定

バージン材およびリサイクル材ペレット内の CF の繊維長を比較した。CF が酸化減量しない温度である 500℃でマトリックス樹脂を熱分解した後、得られた CF をデジタルマイクロスコップで観察し、観察画像から無作為に 200 本選び、繊維長を測定した。

2.3 引張試験・曲げ試験

曲げ試験および引張試験は万能試験機(オートグラフ AG-Xplus、オートグラフ AG-100kNIS、(株)島津製作所製)を用いて行った。試験速度は 2mm/min とした。また、引張試験の際に 3D 計測システム(ARAMIS、GOM 社製)を用いてひずみ計測を実施した。

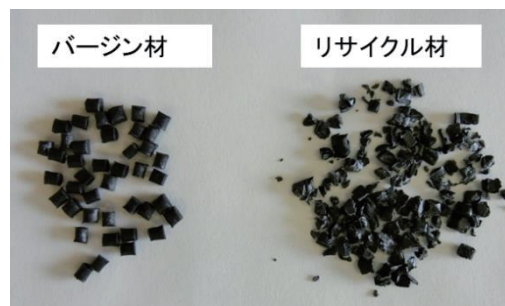


図 1 原料

3. 実験結果及び考察

3.1 ペレット内の CF の繊維長測定結果

図 2 にバージン材とリサイクル材ペレットの繊維長測定結果を示す。リサイクル材の繊維長の分布は短繊維側

にシフトし、平均繊維長は $256\mu\text{m}$ から $180\mu\text{m}$ となった。このように、射出成形により繊維長は短くなり、リサイクル材を射出成形した試験片内ではさらに繊維長が短くなり、物性が低下すると考えられる¹⁾。

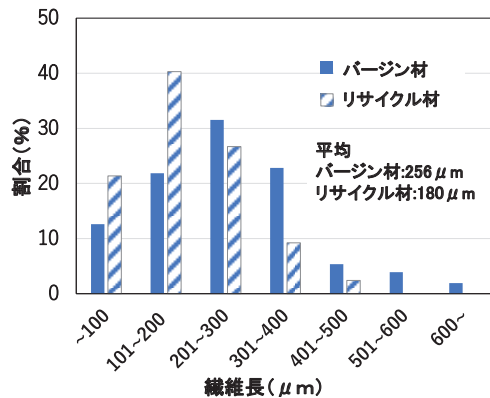


図2 ペレットの繊維長測定結果

3.2 強度試験結果

図3に各試験片の強度試験結果を示す。リサイクル材の添加によって曲げ強さ、曲げ弾性率、引張強さ、引張弾性率は同様な低下傾向を示し、いずれもリサイクル材含有量100%ではバージン材の90%程度となった。繊維長が短くなったためと考えられる。

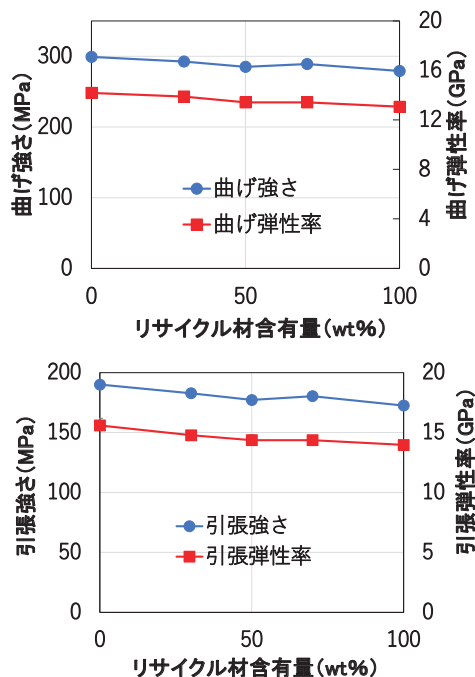


図3 強度試験結果

図4にDIC解析によって求めた引張試験時の破断直前の最大主ひずみ分布を示す。以前の研究では、FRP試験片内の繊維の分布や配向がひずみ分布に影響を及ぼしたと報告したが²⁾、リサイクル材を加えてもひずみ分布の大きな変化は起きていないことから、試験片内の繊維配向や分布も大きく変化していないと考えられる。ま

た、リサイクル材の含有量の増加とともにひずみ量が全体的に大きくなった。繊維の折損によりアスペクト比が小さくなったことが影響していると考えられる。標線間距離75mmにおける破断時の伸びは、リサイクル材含有率0%では2.4%、リサイクル材含有量100%では3.0%となり、30%程度増加した。

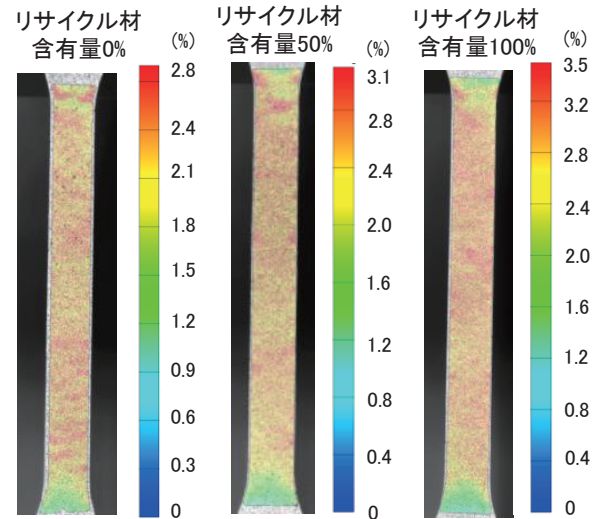


図4 引張試験時のひずみ分布

表にリサイクル材含有量100%のCFRTPとガラス繊維強化樹脂(GFRTP)³⁾の引張物性を比較した一例を示す。リサイクルCFRTPの物性は一般的なGFRTPに比べ高い値であり、利用価値が高い。

表 引張物性の比較

	引張強さ(MPa)	引張弾性率(GPa)	伸び(%)
リサイクルCFRTP	173	14.0	3
GFRTP (33wt%)	125~140	7.6	4~7

4. 結び

本研究結果より、CFRTP リサイクル材を原料として利用できると考えられる。例えば、CFRTPはGFRTPに比べ高価であるが、廃棄されていたランナーやスプルーを自動車部材の原料として使用すれば、コストを抑えながら軽量化することが期待できる。

文献

- 1) 村山正樹, 藪谷祐希, 森澤諭, 矢田喜大, 舟木淳夫: 三重県工業研究所研究報告, **44**, 78(2020)
- 2) 門川泰子, 岡田光了, 福田徳生, 高橋勤子: あいち産業科学技術総合センター研究報告, **9**, 20(2020)
- 3) 大阪市立工業研究所, プラスチック読本編集委員会, プラスチック技術協会: プラスチック読本, 付録(1992), プラスチックス・エージ