

炭素繊維複合材料 (CFRP) の用途拡大を目指した性能評価および試作開発

小川 仁^{*1}, 日開野 輔^{*1}, 室内 聡子^{*2}, 小山 厚子^{*3}

抄 録

軽量・高強度特性を有する炭素繊維複合材料 (CFRP および CFRTP) について, 炭素繊維の配向性などの積層構造や成形条件の違いによる材料特性について評価した. また, 同素材の二次加工 (機械加工) 時に使用される水溶性切削油剤に対する吸水劣化について評価した. さらに, 県内企業に対して CFRP および CFRTP を活用したモノづくりを促すことを目的として各種応用製品を試作した.

1 はじめに

炭素繊維複合材料 (CFRP, CFRTP) は軽量, 高強度, 低熱膨張, 耐薬品性に優れるなどの特徴を有し, 自動車, 航空機およびレジャー部品など様々な分野に応用が進んでいる.

炭素繊維とマトリクス樹脂の複合材料である CFRP(CFRTP)は繊維の種類や積層構造およびマトリクス樹脂の種類, さらには成形方法によって材料特性が大きく異なる.

本研究開発では, 積層構造や成形条件を変化させた CFRP(CFRTP)の材料特性を評価すると共に, 同素材の機械加工において課題となる吸水劣化について評価した. また, CFRP(CFRTP)を活用した応用製品を試作し新たな市場拡大を目指す.

2 CFRP (CFRTP) の材料特性評価

2・1 積層構造, 成形条件の違いによる曲げ強さ

エポキシ樹脂が含浸された東レ (株) 製の UD (一方向材) プリプレグ (F63438-05P) を用いてホットプレス法により CFRP 板を成形した. 積層構造 (繊維の配向性) および成形圧力を表 1 のように変化させたプリプレグを 9 枚積層した供試材を成形した後, 幅 15mm で長さ 100mm の曲げ試験片に切出し 3 点曲げ試験により評価した.

成形圧力を増加させることにより曲げ強さは向上する. また, 配向性については試験片の長手方向に対して炭素繊維を積層 (0) するほど曲げ強さが増加する.

表 1 積層構造および成形圧力の違いによる曲げ強さ

積層構造	成形圧力 (MPa)	曲げ強さ (MPa)
0 のみ	0.5	1765.4
0 のみ	1	1927.3
0 のみ	5	2136.9
0-90-0-90-0-90-0-90-0	1	1406.3
0-45-90-135-0-45-90-135-0	1	1124.2

2・2 CFRP (CFRTP) の吸水劣化

一般的に, CFRP(CFRTP)製品は, オートクレーブやホットプレスによる成形後, 機械加工により所定の形状に仕上げられる. CFRP(CFRTP)の機械加工では分断された粉状の切りくずが排出され, また, 熱可塑性を有する CFRTP については, 切削熱による樹脂の軟化が懸念されるため, 切りくず排出や冷却性を促す切削油剤を使用することで加工能率の向上が期待できる. 冷却方法に対する加工性能については別報¹⁾で紹介するものとし, ここでは, 機械加工時に用いられる水溶性切削油剤による吸水劣化について調査した.

まず, 一方向からなる CFRP を積層した後, 幅 15mm, 長さ 100mm, 板厚 2mm の試験片に切出した. 次に, 図 1 に示すように組成の異なる水溶性切削油剤 (希釈倍率 10 倍) に 24 時間浸漬させた後, 乾燥させ 3 点曲げ試験により曲げ強度を測定した. なお, 吸水劣化による強度低下の測定のため, CFRP 試験片を純水に浸漬させその後乾燥せず曲げ試験も行った.

図 2 に各種油剤に浸漬させた CFRP の曲げ試験結果について示す. 多少のバラつきがあるものの, 水溶性油剤による大幅な強度低下は見られなかった. 本結果より, 熱硬化性樹脂をマトリクスとする CFRP は切削油剤を使用する湿式環境下での機械加工にお

*1 機械技術担当, *2 企画総務担当

*3 材料技術担当

いて強度低下しないと考えられる。

同様に、熱可塑性樹脂をマトリクスとする CFRTP についても吸水劣化について調査した。ここでは、繊維およびマトリクス樹脂が異なるクロス材の CFRTP（比較のための GF RTP）供試材を純水に浸漬し、浸漬の有無による曲げ強さを評価した。なお、浸漬時間は 144 時間(1 週間)とした。

表 2 に CFRTP の吸水劣化による曲げ強さの変化を示す。いずれの組合せにおいても純水に浸漬した供試材では曲げ強さが著しく低下することが確認できた。PPS（ポリフェニレンサルファイド）は吸水率が低い耐水効果を示す素材であるものの他の樹脂と同様に強度低下を示し、本要因については今後の検討課題としたい。



図1 各種水溶性切削油剤に浸漬させた CFRP

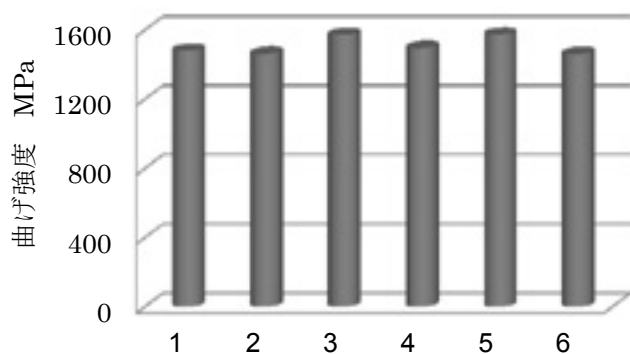


図 2 各種油剤浸漬後の曲げ試験結果
(1：油剤浸漬無 2：油剤 1 3：油剤 2
4：油剤 3 5：油剤 4 6：純粋)

図 2 各種油剤浸漬後の曲げ試験結果

表 2 CFRTP の吸水劣化の曲げ強さの変化

繊維	マトリクス樹脂	浸漬	曲げ強さ (MPa)
CF	PPS	有	525.8
		無	730.9
CF	PA66	有	432.4
		無	635.8
GF	PA66	有	321.6
		無	403.8

3 CFRP 応用製品の試作

CFRP を応用した試作開発を行った。図 3 および図 4 に試作品の一例を示す。図 3 はスマートフィンのカバーケースであり、雄雌金型を用いたホットプレス法により製作した。素材にはクロス材の CFRP プリプレグを用いた。角 R 部のしわは確認されず良好な光沢面を有している。

図 4 はバレーボール練習用のブロック板である。本製品はバレーボールの強打を繰返し受け、また、練習時に本製品を掲げたまま移動するため、強度と共に軽量化が求められる。既存アルミフレーム製品に対し一回り大きいものの重量は半分である。



図 3 CFRP 応用製品の例(その 1)

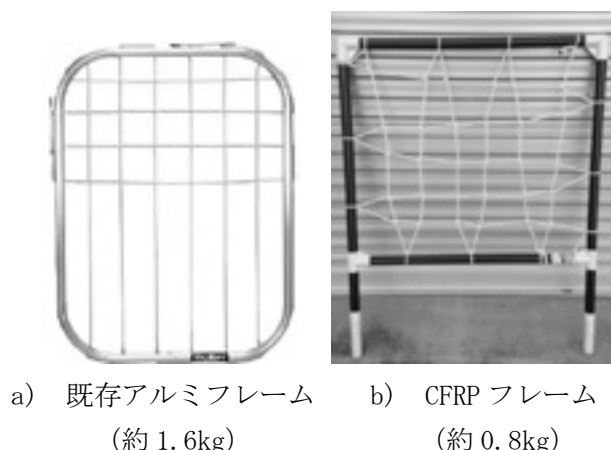


図 4 CFRP 応用製品の例(その 2)

4 まとめ

CFRP(CFRTP)の積層構造及び成形条件の違いによる材料特性を評価すると共に、二次加工で使用する水溶性切削油剤の吸水劣化について評価した。また、CFRP(CFRTP)を活用した各種製品の試作を行った。

参考文献

1) 日開野輔, 青山藤詞郎, 小川仁: CFRTPの液体窒素を用いた極低温エンドミル加工, 生産加工・工作機械部門講演会講演論文集,2014(10),195-196