

現場重合型熱可塑性ウレタンを使用した FRTP の機械的特性に関する研究

日大生産工(院) ○橋本 優 日大生産工 平山 紀夫
金沢工大 西田 裕文
第一工業製薬(株) 山田 欣範 竹川 淳 赤尾 俊和

1 緒言

近年、金属材料よりも軽量かつ比強度、比剛性に優れていることから繊維強化プラスチックFRP(Fiber reinforced plastics)が自動車や航空、船舶などの幅広い分野での構造部材として利用されている。また最近では、マトリックスに熱可塑性樹脂を用いた繊維強化熱可塑性プラスチックFRTP(Fiber reinforced thermoplastics) がリサイクルや二次加工性が優れていることから注目されている。

しかしながら、熱可塑性樹脂は高温で加熱をしても高粘度であるため繊維に樹脂が含浸しづらいことが問題点として挙げられる。そこで最近では、FRTPの製造現場で強化繊維に含浸させる工程では低分子の液状オリゴマーであり、繊維に含浸後に速やかに直鎖状に重合して、高分子ポリマーとなる現場重合型熱可塑性樹脂を用いたFRTPの研究開発が活発に行われている。この現場重合型FRTPは、短時間で簡便な成形装置で成形ができる点で、従来のFRTPよりも優れている。

本研究では、現場重合型熱可塑性樹脂の中でも機械的特性についてあまり解明をされていない現場重合型ウレタン樹脂をマトリックスとするFRTPを作製し、その機械的特性を曲げ試験により評価した。

2 実験方法

2.1 供試材

本研究ではマトリックスにウレタン樹脂 H-6FP01（第一工業製薬株式会社）を用い、強化繊維には平織炭素繊維織物 C06343（東レ株式会社）と綾織炭素繊維織物 W-3161（東邦テナックス株式会社）を用いた。

2.2 成形方法

攪拌機によりウレタン樹脂の主剤と硬化剤を2分間攪拌し、その後 HLU 法(Hand Lay Up method)を使用してウレタン樹脂を繊維に

含浸させ、プレス機の中に入れ、120℃、15MPa で6時間の圧力をかけたまま保持し続けて、CFRTPを製作した。

2.3 成形条件

平織、綾織ともに成形一回目は炭素繊維に何も処理を行わず、平織二回目は炭素繊維にアセトン洗浄を2時間行い、平織三回目は繊維にアセトン洗浄し、離形フィルムをシリコンからPPに変更した。また、綾織二回目は炭素繊維に80℃のお湯で3時間洗浄をし、綾織三回目は炭素繊維にアセトン洗浄を2時間行って成形をした。表1にこれらの成形条件をまとめて示す。

表1 CFRTPの成形条件

	1回目	2回目	3回目
CFRTP(平織)	未処理	アセトン処理	PPに変更
CFRTP(綾織)	未処理	お湯洗浄	アセトン処理

図1、図2は平織二回目と三回目のCFRTPの成形品表面の写真である。これらの写真からボイドの数に差が生じていることが分かる。ウレタン樹脂は水分の影響を受けやすく、また、PPフィルムは水分による影響を受けず水分を跳ね返すため、このように表面にできるボイドに差が生じたと考えられる。

2.4 試験方法

試験機には万能試験機 AG-25TB(株式会社島津製作所)使用し、JIS K 7017を参考に三点曲げ試験を行った¹⁾。試験速度は5mm/minとし、試験片は、長さは100mm、幅15mm厚さ2mm試験片をそれぞれの成形品から5本ずつ試験片を作成した。

3 試験結果及び考察

平織炭素繊維と綾織炭素繊維の CFRTP の三点曲げ試験の結果を図 3 と 4 に示し、全ての三点曲げ試験をまとめたものを図 5 に示す。図 3 と 4 のグラフからわかるように炭素繊維をお湯やアセトンなどで洗浄をした CFRTP が未処理の炭素繊維を使用した CFRTP と比較して曲げ強度が向上している。これは、炭素繊維に付着していた表面処理剤を洗浄したことによって樹脂の含浸性が向上し、炭素繊維と樹脂の密着性が向上したことが理由として考えられる。

次に、図 5 の全ての CFRTP の三点曲げ試験結果をまとめたものから、平織よりも綾織を使用した CFRTP の曲げ強度が高いことが確認できる。これは、①綾織炭素繊維は平織炭素繊維と比べて、①炭素繊維の強度自体が高い、②織構造や表面処理剤の違いにより綾織の方が樹脂の含浸性が高いことの 2 点に起因していると考えられる。以上のことから、現場重合型ウレタン樹脂を使用した CFRTP では、繊維の洗浄方法（処理方法）や織物の種類によって曲げ強度が向上することが確認できた。

4 結言

現場重合型熱可塑性樹脂を使用した FRTP の代表例として、現場重合型ウレタンを使用して、CFRTP を製作し、機械的特性の曲げ特性について調査を行った結果、強化繊維である炭素繊維の洗浄や炭素繊維織物の織構造の違いで曲げ強度が向上することが確認できた。

今後の課題としては、まだ確認をしていない圧縮強度や衝撃強度等の機械的特性についての評価が残されている。また、他の現場重合型熱可塑性樹脂をマトリックスとする FRTP との機械的特性の比較を行い、現場重合型ウレタンを用いた FRTP の有用性について評価を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 繊維強化プラスチック曲げ特性の求め方
日本工業規格 JIS K 7017

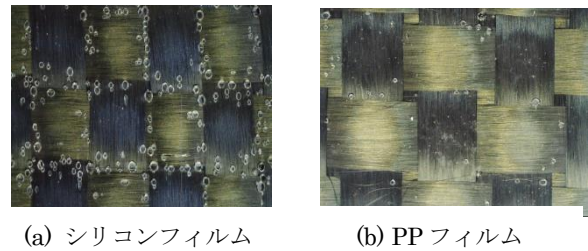


図 1 CFRTP の成形品表面

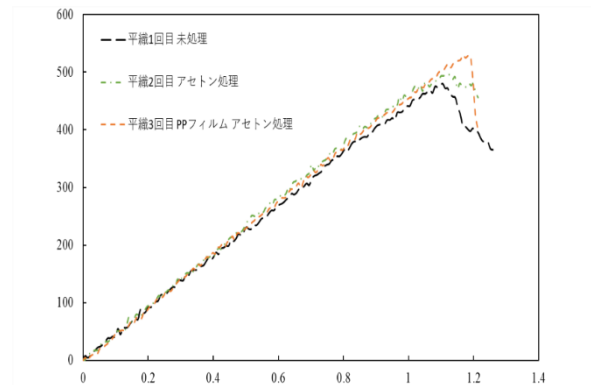


図 3 CFRTP(平織)の三点曲げ試験結果

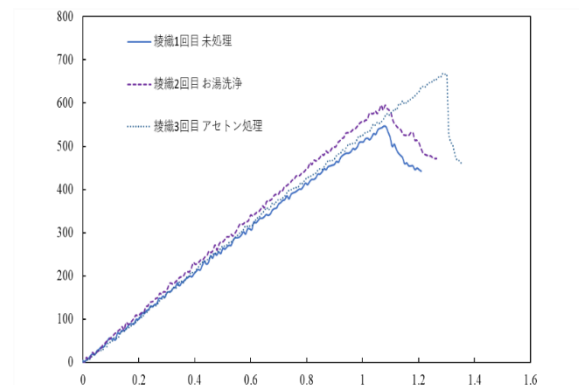


図 4 CFRTP(綾織)の三点曲げ試験結果

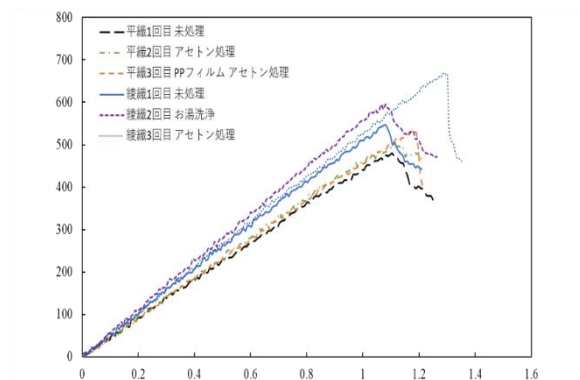


図 5 全ての CFRTP の三点曲げ試験結果まとめ