

回収ガラス繊維のFRP用強化材への利用技術の検討

材料技術課

金丸亮二*, 住岡淳司**

1. 緒言

FRPは、軽量かつ強度の高い材料として、生活用品から航空宇宙材料まで幅広く使用されているが、リサイクルが困難なことから、近年、問題となってきた。このような中、廃FRPを化学的に処理しガラス繊維を回収する技術が各所で開発され、既に実験プラントも完成している。その回収したガラス繊維を再利用する技術について当研究所でも企業と共同で検討を行ってきたが、今のところ、増量材としての使われ方が多く適用は一部に限られている。そこで、回収ガラス繊維を用いて、十分な実用強度を持つFRP材料を開発することを目的とする。昨年度までの実験で、実用強度のあるFRPを成形することができたが、生産速度が極端に落ちることがわかった。そこで本年度は、生産速度を向上させる技術について検討した。

2. 実験方法

FRPの強度を向上させるためには、繊維方向を長さ方向に極力まっすぐに引き揃え、かつ繊維含有率を上げることが重要となる。この方法として、サンプルローラカードや水流を利用してリサイクルガラスの繊維方向を引き揃えることにより強度向上を達成した。しかし、これらの方法では繊維が密集しているため、樹脂が浸透しにくく、成形速度が極端に遅くなるという問題があった。そこで、FRPの中間層となる部分に太く屈曲した繊維や空隙率の高いダブルラッセル等を配置し、繊維密度が粗となる空間層を設けることにより、樹脂の注入速度を高める技術について検討した。図1に、樹脂の注入状態を従来と比較した模式図を示す。

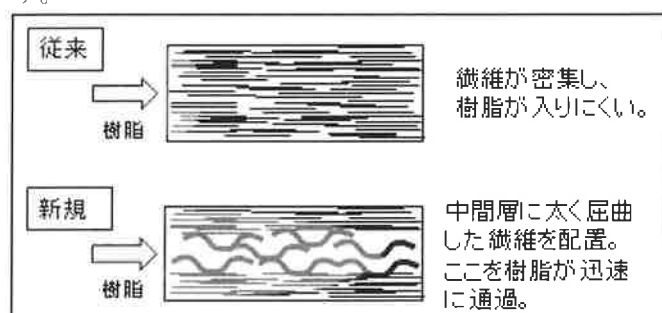


図1. 樹脂の注入状態模式図

2. 1 中間層材の検討

中間層は、樹脂の浸透速度を高める必要があることから、3種類の布帛を選定した。図2にその中間層材を示す。

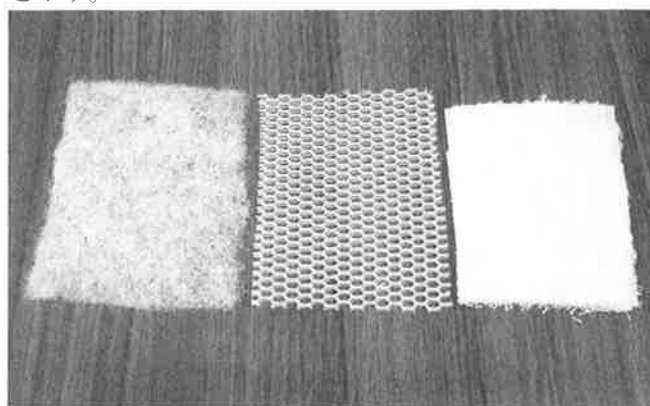


図2. 中間層材（左から不織布、ラッセル、パイル）

・モノフィラメント不織布（以下不織布）

屈曲したモノフィラメント糸を厚み方向にも配置し、立体感のある不織布構造となっているため、弾力があり空隙率が高い。

・ダブルラッセル地（以下ラッセル）

上下の表面層布を直交するモノフィラメント糸のつなぎ糸で結節する構造となっており、断面の空隙率が最も高い。

・パイルニット地（以下パイル）

パイル構造により、厚みと空隙を持たせている。マルチフィラメントを使用しており、弾力性に劣るが、液体の浸透性は高い。

なお、表面層となるリサイクルガラス部分は、これまでの研究で最も成形速度の遅かったサンプルローラカードで加工したものを用いた。サンプルローラカードの各速度条件は以下のとおり。

- ・フィード 0.4m/min
- ・テーカイン 220rpm
- ・シリンダ 650rpm
- ・ドファ 5.6m/min

2. 2 成形方法の検討

成形方法はRTM法とし、成形形状は厚さ5mmの平板状とした。

強化材は、リサイクルガラスに中間層材を挟みこんだサンドイッチ構造とした。

中間層は、いずれも約2~2.5mm程度の厚みを有している。ここにリサイクルガラスを、ガラス繊維含有率(Vf)が約15%、20%、25%になるよう量をコント

ロールして、中間層材を挟みこんだ。ここで、ガラス繊維含有率が15%では、強化材の総厚みが5mm強のため、中間層の変形はほとんどないが、25%では総厚みが10mm程度とかなり厚くなるため、上型セット時に強化材を強く抑え込む形となり、中間層はかなり圧縮されて型内に収納される。

図3に、FRPの成形状態を示す。

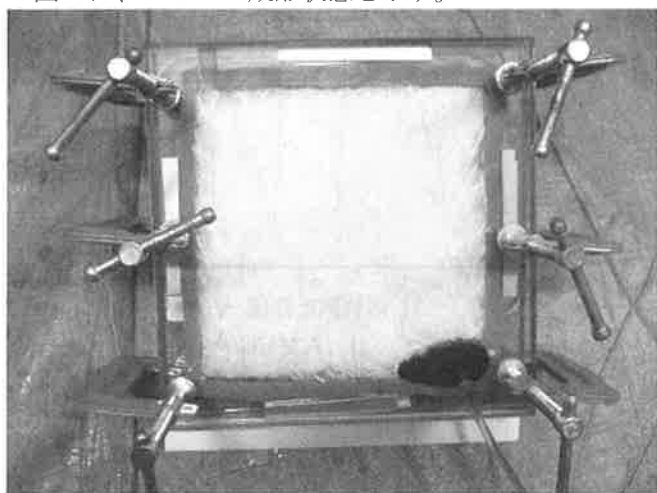


図3. FRP成形状態（樹脂注入中）

成形サイズは150mm角、樹脂は、不飽和ポリエステル樹脂を用いた。樹脂は、高さ約500mmのタンクから自然落下させ、樹脂の押し込みや吸引は行わなかった。比較試料として、積層せずリサイクルガラスのみ(Vf30%)の成形も行った。

評価は、充填速度と曲げ強度により行った。

充填速度：図3の右下から樹脂を注入。注入から充填完了までの時間を充填速度とした。(硬化時間は含まない)

曲げ強度：試験片を幅10mm、長さ80mmの短冊形状に切り出し、試験速度2mm/minで3点曲げ試験を行った。

3. 結果および考察

充填速度の結果を表1に、曲げ強度の結果を表2に示す。

ここで、ガラス繊維含有率15%のラッセルについては、表面層にボイドが多数発生し、まともな成形品を

表1. 各種材料と充填速度

中間層材	成形速度 (min)		
	ガラス繊維 Vf(15%)	(20%)	(25%)
不織布	22	34	50
ラッセル	—	17	37
パイル	60以上	60以上	60以上
リサイクルガラスのみ Vf30%	60以上		

表2. 各種材料と曲げ物性 (抜粋)

中間層材		曲げ強度	曲げ弾性率
		(Mpa)	(Gpa)
不織布(ガラス繊維 Vf15%)		9.6	5.5
〃 (〃 20%)		10.1	6.0
〃 (〃 25%)		10.6	6.2
ラッセル(〃 20%)		10.3	6.1
〃 (〃 25%)		10.8	6.4
パイル(〃 15%)		9.2	5.3
リサイクルガラスのみ(Vf30%)		11.2	6.7

作成することができなかった。これは、中間層の通過が早すぎて、ガラス繊維層への浸透が追いつかなかったことが原因と考える。これを除けば、不織布、ラッセルでは充填速度はリサイクルガラスのみに場合に比べ数倍程度向上した。現在注入圧はほとんどかかっていないが、これをかけることにより、充填速度はさらに早くなるものとする。中間層を入れることにより強度は低下する傾向にあるが、中間層の構造とガラス繊維含有率とのバランスを検討すれば、強度の向上は可能と考える。パイルの浸透速度はリサイクルガラスのみの場合とほとんど変わらなかった。これは、マルチフィラメントを使ったため、樹脂の注入により繊維が膨潤し、流れを阻害したものとする。

4. まとめ

リサイクルガラスをFRPの強化材とする場合、その中間層にモノフィラメント糸等を配置することにより、成形速度をかなり早めることができた。しかし、強度は低下する傾向にあり、中間層の構造によっていかにそれを抑えるかが今後の課題である。

キーワード：FRP, ガラス繊維, リサイクル, 成形速度

Development of the FRP reinforcement using the glass fiber Recovered from Waste-FRP

Ryoji KANAMARU, Junji SUMIOKA

In order to improve the molding speed of FRP, we sandwich the monofilament yarn fabrics in reinforcement using the glass fiber recovered from waste-FRP. As a result, we were able to improve the molding speed several times as fast as usual method.