

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。本年度は、より用途展開が期待できる立体形状(円筒形状)への適用を検討した。

2. 実験方法

2. 1 ガラス繊維強化材の加工

リサイクルガラスを強化材としてFRPの強度を上げるには、繊維方向を長さ方向にいかにもつすぐに引き揃えるかが重要となる。そこで、その方法として、サンプルローラカード機を用いて繊維方向を引き揃える方法と、水流により繊維方向を引き揃える方法の2つについて検討を行った。

2. 1. 1 サンプルローラカード機による方法

サンプルローラカード機によってリサイクルガラス繊維をFRP強化材にする技術については、昨年度検討を行っている。ただし、昨年度は平板の作成であったのに対し、本年は円筒形状への適用となるため、より繊維方向の引き揃えが重要となる。昨年度の検討により、サンプルローラカード機のテーカイン・ローラとシリンダ・ローラの回転速度が、繊維の引き揃え状態に大きく影響することがわかっている。そこで、その条件をさらに極端に変えることにより、繊維方向の引き揃え強化を狙った。各ローラ及び、フィード、ドファの速度条件は下記のとおり。

- ・フィード 0.4m/min (固定)
- ・テーカイン 200~350rpm
- ・シリンダ 500~650rpm
- ・ドファ 5.6m/min (固定)

2. 1. 2 水流による方法

ドーナツ状の水槽内で、水流により繊維を引き揃え

る方法を検討した。手順は以下のとおり。

- ・ドーナツ状水槽内に回収ガラス繊維を入れる。
- ・ポンプにより水槽内に水流を発生させ、繊維を回転させる。(水流と遠心力で繊維を揃える)
- ・網で引き揃えたまま、繊維を引き上げる。
- ・乾燥させて、FRP強化材に供する。

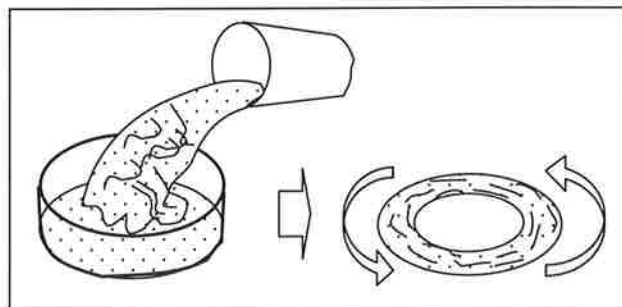


図1. 水流による繊維引き揃えの模式図

2. 2 成形方法の検討

回収ガラスは、繊維長が数30mm~50mm程度と、短いため、通常、円筒形状の成形に用いられている引き抜き成形等の成形方法を取ることができない。そこでまず、回収ガラスで円筒形状を成形する方法について検討した。その手順は以下のとおり。

- ・堅めの離型フィルムを敷き、その上に繊維を置く。
- ・繊維ごと離型フィルムを巻き、絞るようにガラス繊維を締めつける。
- ・余分な離型フィルムを切り取り、任意の径の円筒形状の型に入れる。
- ・型の両端を閉じる。片端には注入口を設け、もう一方の端には、脱気口を設ける。
- ・注入口より、樹脂を注入。硬化後、脱型して完成。

2. 3 FRP成形条件および試験条件

以上の検討に基づいてFRP成形を行い、3点曲げ試験による強度比較を行った。成形条件ならびに試験条件は以下のとおり。

(成形条件)

- ・強化材 繊維長30~50mmの回収ガラス繊維(日立化成工業㈱提供)。比較試料としてパージン材のガラス長繊維も使用。繊維含有率(Vf)が、約30%になるよう繊維量を調整。
- ・樹脂 不飽和ポリエステル樹脂

(試験条件)

直径約20mmに成形した円筒形材料により、3点

曲げ試験を行った。比較試料として、手すり材等に使用される木材試料についても試験を行った。

・試験速度：2mm/min

3. 結果および考察

各種材料と曲げ物性試験の結果を表1に示す。

表1. 各種材料と曲げ物性

材料名	曲げ強度	曲げ弾性率
	(Mpa)	(Gpa)
サンプルローカード法		
(テカイン 255、シリンダ 640)	9 2	2. 0
(テカイン 400、シリンダ 500)	7 0	1. 8
水流法	1 4 1	2. 2
バージン材(長繊維)	1 7 3	2. 6
木材(建築資材用)	1 4 4	2. 8
樹脂のみ	6 3	1. 6

3. 1 サンプルローカード機による方法

テカインローラとシリンダローラの回転速度条件による繊維の引き揃え状態を調べたところ、テカインを低くシリンダを高くすると繊維方向が揃う傾向にあり、テカイン 255rpm、シリンダ 640rpm の時に最も強度が上がった。図2にその時の繊維の状態を示す。



図2. サンプルローカード機で加工した繊維

しかしながら表1に示すとおり、バージン材に比べると半分程度の強度に留まっている。成形品の断面を調べると、細かい気泡が入っており、しっかり含浸していないことが直接の原因と考える。ローカード加工をした繊維は、繊維が細かく広がって樹脂の浸透を

阻害する。今回は立体形状かつ特殊な成形法をとったため、より含浸が悪かったものとする。また、このカード条件では、加工回収率（送込み量に対し、排出された繊維量の比）が30%と極めて低いことも問題となる。

3. 2 水流による方法

回収ガラス繊維は、わずかに残っている樹脂の影響で繊維同士が密着している箇所があり、そのままでは繊維は引き揃わなかった。そこで、予め、手や粗い櫛で多少繊維をほぐしておく必要がある。また、水槽にあわせて繊維投入量を調整するなどの工夫が必要となる。図3に水槽から引き上げた繊維の状態を示す。



図3. 水流により加工した繊維

表1に示したとおり、バージン材の80%程度の強度を維持している。木材と同程度の強度があり、実用強度は有していると考え。弾性率はバージン材を含めて低いが、浸透性を上げるため粘性の低い樹脂を使用したこと、今回の成形法では繊維含有率が上げにくいこと等が原因と考える。

4. まとめ

成形法の問題等により、サンプルローカードによる方法では十分な強化効果を得ることができなかったが、水流による方法では、実用可能な強度を持つFRP成形品を作成することができた。しかし、成形速度が遅く、乾燥工程が必要となるなど、問題点も多い。今後は、成形方法を見直し、生産性の向上等をはかっていく。

キーワード：FRP，ガラス繊維，リサイクル，ローカード

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

Ryoji KANAMARU, Junji SUMIOKA

We examined the method for producing the cyrindric FRP experimentally by some methods. As a result, using the water flow, it was possible to make the FRP with sufficient strength by preparing the fiber. However, it is necessary to reexamine the forming method in order to improve molding speed and forming step.