

# 高分子マトリクス繊維複合材料の製造 技術及びリサイクル技術に関する研究

## 一回収ガラス繊維のFRP用強化材への利用技術の検討

製品科学課  
生産システム課

金丸亮二\*, 水野渡\*\*\*, 高松周一  
早苗徳光\*\*, 西田公信

### 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、問題となってきている。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、回収ガラス繊維を強化繊維として再利用することを目的に、サンプルローラカード機を用いて、強化する条件を検討した。

### 2. 実験方法

回収ガラス繊維をFRP強化材として用いる際の問題点として、繊維が細かく収束して樹脂が浸透しにくいこと、繊維方向が揃っていないため、強化効果が低いことがあげられる。サンプルローラカード機は、数個の針付ローラで繊維を梳ることにより、開繊し、繊維方向を引き揃える働きをするもので、上記問題点の解決に適している。しかしながら、ガラス繊維は、屈曲に弱いことから、ローラ間で折損し、強度が上がらない、開繊度合いが少ない、等の問題があった。そこで、繊維の投入から排出に至るまでの各ローラをコントロールできるサンプルローラカード機を導入し、強化材として適用する際の最適な加工条件について検討した。

図1は、サンプルローラカードの各ローラ配置図を示したものである。ここで、加工基材の性能に影響が大きいと想定される、フィード、テーカイン、シリンダ、ドファの各ローラの条件を適宜変えて、加工サンプルを作成した。

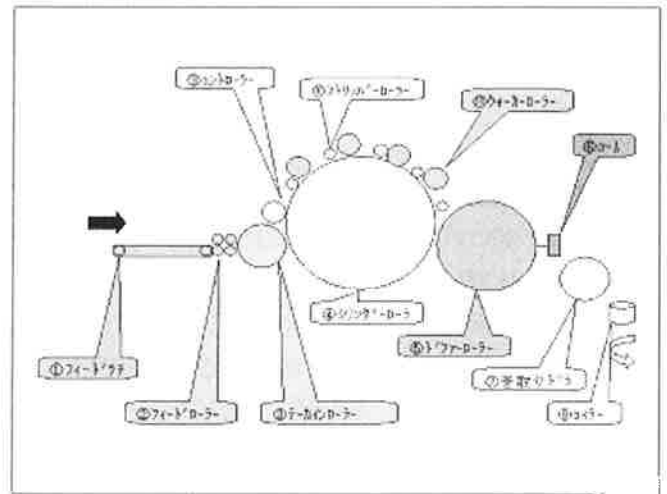


図1. サンプルローラカード機ローラ配置図

サンプルローラカード機は、池上機械(株)製「ラボカード」を使用。各条件は下記のとおり。

- ・フィード 0.2~1.0m/min
- ・テーカイン 265~700rpm
- ・シリンダ 180~500rpm
- ・ドファ 3.0~10.0m/min

さらに、開繊度合いを高めるため、カード加工を2回実施する条件についても検討を行った。

加工したガラス繊維は、FRP加工した後、3点曲げ試験を行い、強度を評価した。

(FRP成形条件)

- ・基材 廃FRPから回収した繊維長3~5cmのガラス繊維(回収処理:日立化成工業(株))を上記条件でカード加工し基材とした。この基材の他、比較試料としてチョップドストランドマットも使用
- ・樹脂 不飽和ポリエステル樹脂

繊維含有率(Vf)が、約30%になるよう繊維量を調整し、厚さ約2mmの平板形状にFRP成形した。

(曲げ試験条件)

成形した板材を、短冊形に切り出し、JIS K 7055による3点曲げ試験を行った。

\*現 中央研究所 \*\*現 企画管理部 \*\*\*現 生産システム課

・試験速度：2mm/min

### 3. 結果および考察

#### 3-1 フィード・ドファ速度

フィードは繊維を送込む速度、ドファは装置からの排出速度を示す。表1に、フィード速度と曲げ物性の関係を示す。

表1. フィード速度と曲げ物性の関係

フィード速度 (m/min)	送込み量 (g/min)	曲げ強度 (Mpa)	曲げ弾性率 (Gpa)
0. 2	1 0 0	1 0 9	6. 7
0. 5	2 5 0	1 1 0	6. 8
1. 0	5 0 0	1 0 7	6. 7

※テーカイン 650rpm, シリンダ 500rpm 一定

フィード速度（繊維の送り込み速度）による、曲げ物性への影響はほとんど見られなかった。これは、装置が十分な処理能力を持っているためと考えられる。しかし、加工回収率（送込み量に対し、排出された繊維量の比）は、フィード速度が速くなるにしたがって、低くなる傾向にあり、本装置では、フィード速度を0.5m/min以下にすることが望ましい。ドファ速度についても、曲げ特性にほとんど影響はなかった。

#### 3-2 テーカイン・シリンダ速度

排出される繊維の性能は、テーカイン速度とシリンダ速度の関係が影響するとされている。表2に、テーカイン・シリンダ速度と曲げ物性の関係を示す。

表2. テーカイン・シリンダ速度と曲げ物性の関係

テーカイン/シリンダ速度 (rpm/rpm)	曲げ強度 (Mpa)	曲げ弾性率 (Gpa)
6 5 0 / 5 0 0	1 1 1	6. 9
6 5 0 / 1 8 0	1 0 8	6. 7
2 6 5 / 5 0 0 (平行)	1 1 9	7. 3
"    (直交)	1 0 6	6. 0
チョップドストランドマット	1 1 5	6. 1
樹脂のみ	8 1	4. 3

キーワード：FRP, ガラス繊維, リサイクル, ローラカード

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

Product Development Section  
Production Technology Section

Ryoji KANAMARU, Wataru MIZUNO, Shuichi TAKAMATSU  
Norimitsu SANAE, Masanobu NISHIDA

Using the sample roller carding engine, the technology which did the opening of the glass fiber recovered from waste-FRP was examined. We were able to obtain the manufacturing conditions which could mold the FRP with the high strength.

※フィード0.4m/min、ドファ5.6m/min一定

表2で、265/500のみ、繊維平行方向と繊維直交方向間で有意な差が現れたため、それぞれを表示した。

シリンダ速度に比較して、テーカイン速度が遅い方が、曲げ物性が向上する傾向があり、また、多少の意方向性が現れることがわかった。図2に、650/180と、265/500で加工した際の比較写真を示す。



図2. カード加工繊維の比較(左 650/180、右 265/500)

650/180は、収束した細かい繊維束が目立つのに対し、265/500は、繊維束が少ない。しかし、加工回収率は、650/180が、50%程度であったのに対し、265/500は30%弱と低かった。

2回加工した繊維については、ほとんど繊維束のないものがえられたが、繊維回収率が10%以下とかなり低く、繊維長が短くなるため、強度も上がらなかった。

#### 4. まとめ

カード加工は、様々な条件が影響しあって物性が変化するのでどの場合でも適用できるとは言い切れないが、ある程度の傾向をつかむことができた。また、条件によっては、チョップドストランドマットを凌ぐ強化効果を得られることがわかった。しかしながら、成形時間がかかる、等の問題もあり、成形方法の改良等で解決をはかっていく。