

植物系繊維／プラスチック複合材料の研究

磯 智昭* 古谷 俊宏**

1. はじめに

ガラス繊維強化プラスチックは、高強度、低膨張率等の優れた性能をもっている一方、廃材は焼却処分できず埋め立てざるを得ないという欠点もある。製造現場では成形と切削の過程で端材が大量に出るので、廃材同様費用をかけて処分を業者に委託している。そのため燃焼処理ができる繊維強化プラスチック (FRP)、中でも環境に良い植物系繊維を利用した材料が求められている。

2. 目的

植物系繊維を補強用繊維に、不飽和ポリエステルを樹脂とし、汎用エンブラの代表であるナイロンと同程度の強度 (当所実験値で、曲げ強さ 90MPa、衝撃強さ 8 kJ/m²) をもつ、複合材料を開発する。

3. 実験方法

3.1 繊維の選定

植物系繊維について引張強さや引張弾性率が大きいこと、織物状であること等を条件に調査し、ジュート (黄麻)、竹を補強用繊維に選んだ。

表 1 天然繊維の特性

種 類	密度 (g/cm ³)	引張弾 性率	種 類	密度 (g/cm ³)	引張弾 性率
大麻 (Hemp)	1.50	12.7	竹	0.9~1.2	21~38
亜麻 (Flax)	1.30	13~26	孟宗竹	1.20	21.1
黄麻 (Jute)	1.50	19~35	バナナ	1.35	27~32
ケナフ	1.50	15~37	ココナツ	1.45	13.7
サイザル麻 (Sisal)	1.45	16~37	綿	1.50	11
苧麻 (Ramie)	1.50	—	ガラス繊維	2.50	70

(「現代林業」2003 年 12 月号, P28 より抜粋)

3.2 ジュートを使った FRP 板試作

ジュート織物を使い、次の仕様の FRP を作成した。

大きさ : 500mm×150mm

厚さ : 約 2mm

ジュートの仕様 :

①粗目 : 単位面積あたり重量 210 g/m²

②細目 : " 240 g/m²

板中の繊維の量 :

①粗目 1 層 ②粗目 2 層

③細目 1 層 ④細目 2 層 計 4 種類

3.3 竹繊維を使った FRP 板試作

竹を原料としたレーヨンを使い、次の仕様の FRP を作成した。

大きさ : 300mm×200mm

厚さ : 約 2mm

竹レーヨンの仕様 :

単位面積あたり重量 200 g/m²

板中の繊維の量 :

①竹レーヨン 1 層 10 g

② " 2 層 20 g

3.4 物性試験

作成した FRP 板について、次の方法で曲げ試験及び衝撃試験を行った。

3.4.1 曲げ試験

試験片 : 長さ 140~150mm

幅 60mm

試験機器 : (株)島津製作所製オートグラフ AG-I

試験速度 : 2 mm/min

支点間距離 : 板の厚さ×16mm

3.4.2 衝撃試験

試験片 : 長さ 63.5~80mm

幅 10mm

試験機器 : CEAST Co.Ltd 6545/000型

4. 結果及び考察

4.1 ジュートを使った FRP の仕様と物性

FRP 板の重量、使用した織物の重量から繊維重量割合を計算した。なおガラス FRP の繊維重量割合はメーカー公表値である。ジュートを 2 層にすると樹脂量も増えるため、厚さを 2~3mm に制限すると繊維重量割合の最大値は 20% ぐらいと考えられる。

表 2 各 FRP の仕様

試料	平均厚さ (mm)	繊維重量 割合 (%)
ジュート粗目 1 層	1.7	14.0
" 2 層	2.3	17.9
ジュート細目 1 層	1.9	13.5
" 2 層	2.7	17.8
ガラス繊維 (現製品)	1.7	30.0

曲げ試験の結果、最大点応力は織物の単位面積あたりの重量や層数によらず、ガラス FRP の約 1/3、ナイロンの半分程度であった。

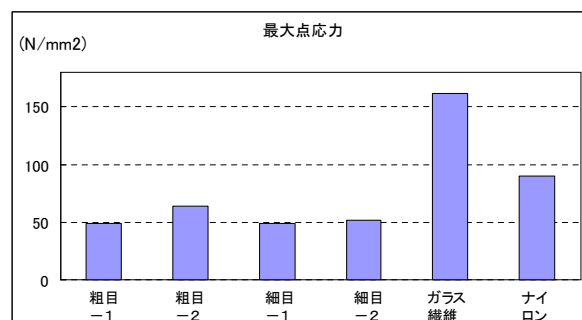


図 1 ジュート FRP 等の曲げ最大点応力

一方衝撃試験の結果は、各試料ともガラス FRP には及ばないが、ジュート細目の FRP の衝撃強さはナイロンと同等以上であることがわかった。

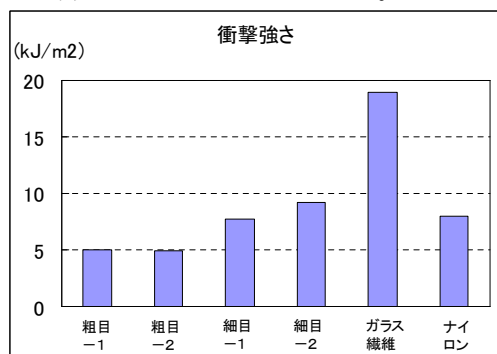


図 2 ジュート FRP 等の衝撃強さ

4.2 竹レーヨンを使った FRP の仕様と物性

4.1 と同様に繊維重量割合を計算すると、ジュート FRP よりも小さい。

表 3 各 FRP の仕様

試料	平均厚さ (mm)	繊維重量割合 (%)
竹レーヨン 1 層	2.0	9.7
竹レーヨン 2 層	2.3	14.6
ガラス繊維 (現製品)	1.7	30.0

曲げ試験の結果、最大点応力はガラス FRP の半分以下であるが、ジュート FRP よりも大きくナイロンにやや近い。一方、衝撃強さはガラス FRP の 1/5 以下、ナイロンの半分以下であった。

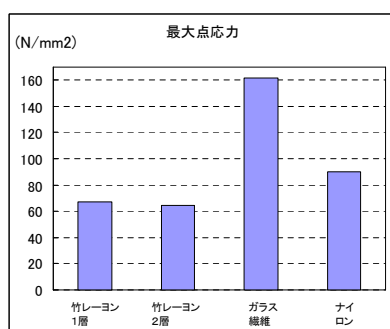


図 3 竹レーヨン FRP 等の曲げ最大点応力

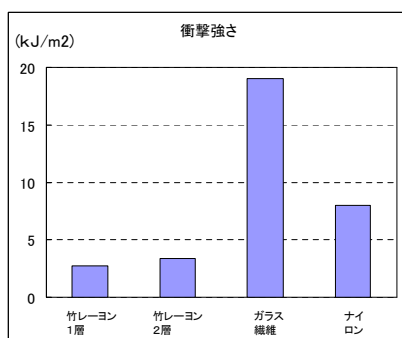


図 4 竹レーヨン FRP 等の衝撃強さ

4.3 各 FRP の物性比較

試作したジュート FRP、竹レーヨン FRP の繊維重量割合は 10~18% に対し、ガラス FRP 製品は 30% と高いので、各繊維の補強効果を調べるために繊維重量割合 10~15% に限定して比較した。

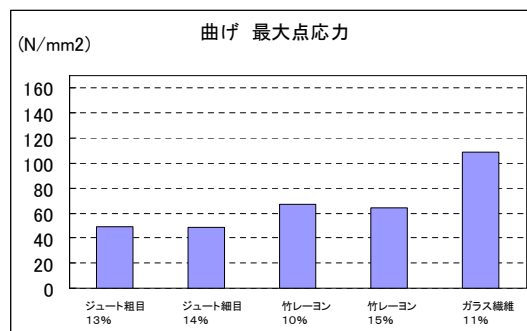


図 5 各 FRP の曲げ最大点応力

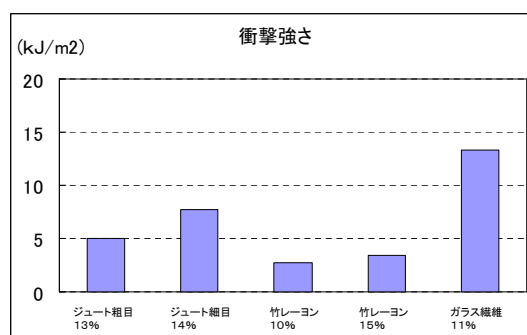


図 6 各 FRP の衝撃強さ

曲げ強さ・衝撃強さともガラス FRP が最も強い。他の繊維を比べると、曲げ強度ではジュート FRP よりも竹レーヨン FRP が最大点応力が大きいのにに対し、衝撃強度ではジュート FRP のほうが上回った。竹レーヨンとジュートを比べると、

- ・両方とも厚さは 0.7~0.8mm
- ・竹レーヨンは、細い繊維が緻密に織られた布を 3 層に積層している
- ・ジュートは、繊維を太い糸状に束ね、これを織ったので目が粗い

両者が同じ重量の場合、樹脂との接触面積は竹レーヨンのほうが大きく、これが曲げ強さ向上につながったと考えられる。一方竹レーヨン FRP は、ジュート FRP よりも繊維重量割合が小さく、樹脂層が厚い。樹脂単独では衝撃に弱いので、樹脂層の厚い竹レーヨン FRP は衝撃強さが向上しなかったと考えられる。

5. まとめ

ジュート織物、竹レーヨン織物を強化材とした燃焼処理可能な FRP を試作した。今回は、厚さをガラス FRP と同じく約 2mm にしたため、重量割合で 10~18% の添加にとどまった。そのため、ガラス繊維 30% の製品と曲げ強さ・衝撃強さを比べると半分以下であった。しかし、目標であるナイロンの衝撃強さに到達できたものもあり、繊維重量割合を 20% 以上にあげられれば、曲げ強さもナイロンと同等の板材を作れると考える。