

植物由来の有機材料製造の研究

— 竹の解繊、竹繊維複合材料の試作と評価 —

磯 智昭* 市毛 優二*

1. 緒言

石油に代表される化石資源については、枯渇への不安、使用に伴って排出されるCO₂が地球温暖化の原因とされていること等から使用量の削減が求められ、この動きと平行して、化石資源に代わる資源の開発が進められている。その候補の1つに木材があるが、発展途上国を中心に森林面積は減少傾向にあること、木材の成長には多くの年月を要するため森林再生には10～50年要することなどから¹⁾、持続的供給に不安がある。

これに対し、竹は成長が早く伐期が5年以下の短期間であり²⁾、持続可能な資源として有望視されている。また、竹の構造を見ると何本もの維管束が根元から先端まで伸びて竹を強固にしており、その維管束の強さに着目した資材への応用研究が進められている。

2. 目的

竹繊維の強度を活かした繊維強化プラスチックのフィラーへの利用、竹繊維複合材料の開発を図る。研究初年度は、竹の解繊による繊維の取り出し、これを用いた複合材料の試作と物性評価等の基本的技術を確立する。

3. 実験方法

3.1 竹の解繊

(1) 竹の採取、前処理

茨城県桜川市に自生したモウソウチクを伐採し、これを実験に用いた。

まず切断により節の部分を取り除き、次いで縦に（繊維方向に）幅が10mm以下になるように割った。その後、黒カビ防止のため水で洗浄した。

(2) アルカリ処理

割った竹片を1mol/l 水酸化ナトリウム水溶液に入れ、70～80℃で加熱した。竹片の状況により6～8時間加熱を行った。

(3) 洗浄、乾燥

アルカリ処理した竹片を、水で洗浄しながら解繊した。得られた竹繊維を室温で乾燥させた。

3.2 複合材料の試作

(1) 竹繊維の前処理

竹繊維は吸湿性があるため、複合材を成形する際に水蒸気が発生して気泡ができる可能性がある。今回は計量した竹繊維を、温度150～200℃、圧

力約9.8MPa(100kgf/cm²)で30秒間加熱プレスして、竹繊維シートの作成と乾燥を行った。

(2) プレス成形

プラスチックには粉状ポリエチレン(PE)、粉状ポリプロピレン(PP)を用いた。

竹繊維シートを上下からプラスチック粉体ではさみ、PE/竹繊維では150℃、PP/竹繊維では200℃に加熱しながら圧力9.8MPa(100kgf/cm²)で3分間プレスし、150mm×150mm、厚さ3mmのプレートを成形した。

竹繊維の重量%は、20%、30%とした。

(3) 比較試料

比較のため、チョップドストランドマット(ガラス繊維:GF)を用い、同じ方法でプレートを作成した。

3.3 複合材料の強度試験

JISの方法に準拠し、引張試験、曲げ試験、衝撃試験を行った。

4. 結果及び考察

4.1 竹繊維

得られた竹繊維は、太さにバラツキはあるが剛直で、縮れがない。今回の操作では、加工前の竹材重量に対して約半分の重量の竹繊維を回収した。なおアルカリ処理により褐色に変色したため、漂白したところ淡黄色になった。



図1 竹繊維の写真

4.2 複合材料の強度

(1) 引張試験

試験実施中、PE/竹繊維間、PP/竹繊維間でいずれも滑りが生じてプラスチック層が先に破断し、竹繊維複合の効果の評価できなかった。これは

竹繊維表面とPEまたはPP表面の接着性が良くないためと考えられる。

(2) 曲げ試験

PE/竹繊維では、竹繊維複合により25%以上曲げ応力が大きくなった。PP/竹繊維でもPEの場合と同じく応力が向上した。一方、PP/GFではGF20%複合により24MPaから51MPaに向上した。

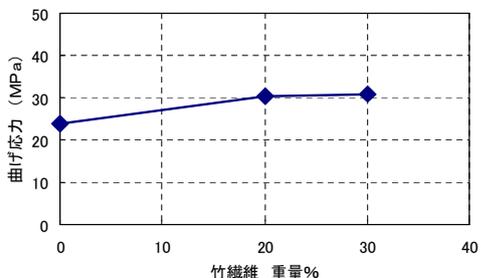


図2 PE/竹繊維 竹繊維重量%と曲げ応力

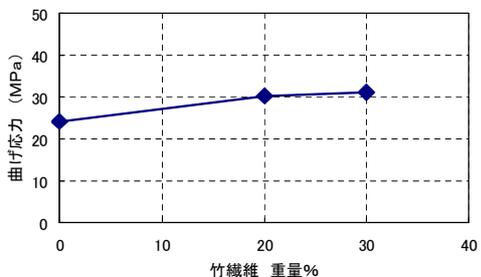


図3 PP/竹繊維 竹繊維重量%と曲げ応力

(3) 衝撃試験

PE/竹繊維では、竹繊維複合により2倍以上、PP/竹繊維では25%以上衝撃強さが大きくなった。一方、PE/GFとPP/GFではGF20%複合により4倍以上強度が向上した。

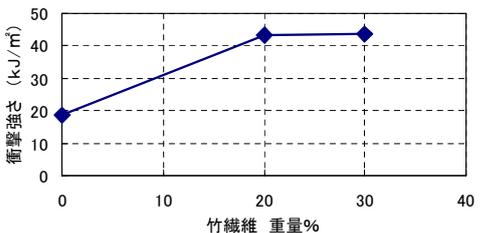


図4 PE/竹繊維 竹繊維重量%と衝撃強さ

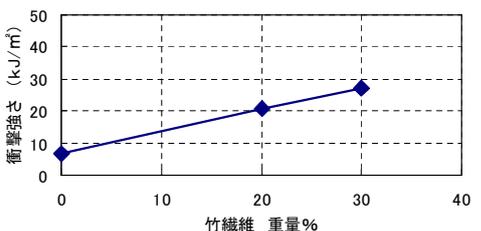


図5 PP/竹繊維 竹繊維重量%と衝撃強さ

4.3 複合材料の電子顕微鏡観察、考察

衝撃試験に用いた試料の破断面を電子顕微鏡で観察した。竹繊維とプラスチックの境界にすき間が見られ、両者が十分に接着していないことがわかる。

電子顕微鏡観察及び各強度試験の結果から、竹繊維複合材とGF複合材で測定結果に大きな差が現れたのは、繊維自体の強度の差によるだけでなく、GFに表面加工が施してあり、プレート内に分散したGFがプラスチックに接着していたためと考えられる。よって竹繊維をフィラーに使う場合は他のFRP同様に、用いるプラスチックに合った表面加工を施す必要がある。



図6 PP/竹繊維20%複合材料断面の電子顕微鏡写真

5. まとめ

アルカリ処理による解繊、竹繊維回収の基礎的な技術を修得した。

プレス成形により竹繊維複合材料を作成し、強度試験を行い、複合材料中の竹繊維の状態を調べた。

今年度の研究をとおして得られた結果をもとに、次年度はより効率的な繊維回収方法、複合材料の成形方法の研究を行う。

参考文献

- 1) 藤井、大窪；成形加工 Vol. 15, No. 9, P605 (2003)
- 2) 内村；「竹の魅力と活用」, P204