

天然繊維素材による自転車への適用研究（第2報）

——フィラメント・ワインディング(F・W)法によるパイプの試作——

1. はじめに

複合材料の需要の多様化と用途の拡大のために、構造材料として各種の強化複合材料が考案され、なかでもCFRPやGFRPはその代表的な例である。これらの化学繊維では化学的な結合を制御することにより繊維の長さや太さを自由に変えることができる。しかし、天然繊維は自然の状態で繊維状をしているが、色々な物質と結合しているため、繊維そのものを取り出すには様々な工程の処理を行わなければならない。また、取り出した繊維はほとんどが短い繊維であるため、そのままの状態では適用分野はごく狭い範囲に限られてしまう。

本研究では、天然繊維の適用分野の拡大のため、紡績技術と抄紙技術の両面から天然繊維の製品化の可能性について検討を行ったので報告する。

2. 紡績技術から糸の試作

日本の紡績技術は、紡毛紡績と抄毛紡績の2種類に大きく分類される。この中で天然繊維の性質や特徴などから判断して、本研究では、紡毛紡績の中で日本古来から使われている和紡績を適用した。和紡績は、通常綿(わた)をつくる時に利用される技術で、綿を少しずつ連続

的に搾取して、撚りをかけて糸を作る方法である。

試作工程は主として繊維の前処理工程と紡績工程から成る。繊維の前処理工程のフローチャートを図1に示す。この前処理工程は天然繊維の入手を含め主として6工程より成る。なお、第3段階までは前報¹⁾と同様のため省略する。第4段階のパルプ化は、天然繊維をセルロース繊維と不純物に分離するためのものである。また、第5段階の漂白は、セルロース繊維に浸透した不純物を除去するためのものである。そして最終段階の表面処理は、界面活性剤にて繊維を柔軟にする

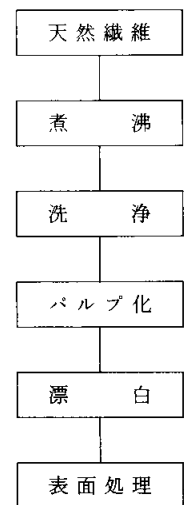


図1 前処理工程のフローチャート

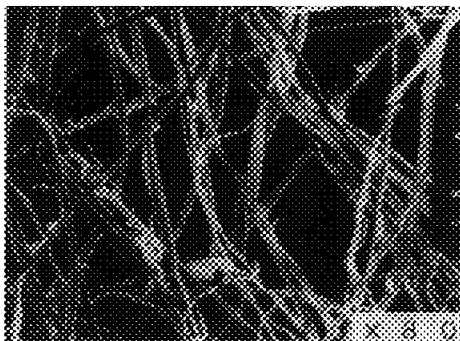


写真1 前処理後の天然繊維

ためのものである。

表1にパルプ化条件と漂白条件を示す。また、処理後の天然繊維のSEM像を写真1に示し、紡績機械にて紡糸した糸を写真2に示す。

3. 抄紙技術から糸の試作

抄紙糸技術は、繊維より抄いた紙を一定の幅に切断して、燃りをかけて糸にする技術である。今までこの方法は、繊維を縦横均等に散りばめて抄かれた紙が使われてきたが、本研究では、切断時に繊維を分断せず、かつ繊維角度を揃えるために一方向に繊維を揃えて抄いた紙を基材として使用した。

試作は一方向紙を繊維の長さ方向に対して平行に2mmの幅に切断し巻取った後、燃糸機にかけて糸の長さ1mあたり600回程燃って糸の状態にするという手順で行われた。上記の方法で作られた糸のSEM像を写真3、4に示す。

4. パイプの試作

4.1 試作概要

本研究では、上記の2つの方法で作られた糸の中で、均質で連続性があり、かつ両者の中で比較的強度がある

表1 パルプ化条件と漂白条件

処理工程	パルプ化処理	漂白処理
使用薬品	20%NaOH水溶液	5%次亜塩素酸ソーダ水溶液
処理条件	150°C, 5 hr 密閉容器中にて高圧処理 回転釜中にて行う。	液体温度, 2時間 大気中 軽く攪拌させて行う。

抄紙技術法より作られた糸を使用してフィラメント・ワインディング法(以下、F.W法と略す)にてパイプを試作した。装置は旭エンジニアリング製であり、表2に試作パイプの設計概要を示す。試作パイプの繊維積層角度は事前に繊維の滑り限界を調べた後、長手方向に対して45°と30°の2種類に決められた。また、積層数は4plyであり、樹脂は常温硬化性エポキシ樹脂である。比較のため、積層角度45°のパイプは、1, 2ply目をCF, 3, 4ply目に天然繊維をそれぞれ積層させたものについても作られた。写真5にF.W成形状況を示し、写真6にF.W試

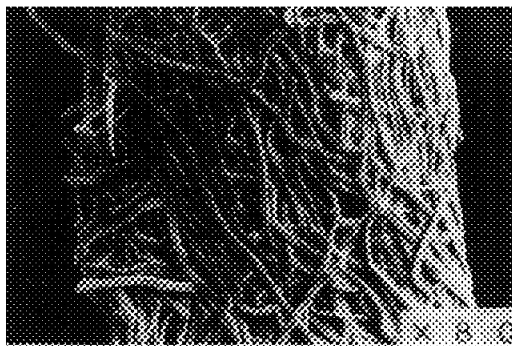


写真3 抄紙技術から試作した糸

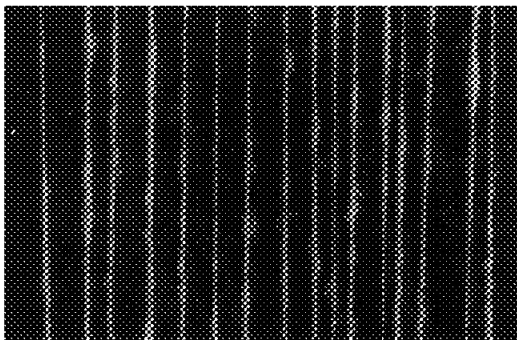


写真2 紡績法から試作した糸

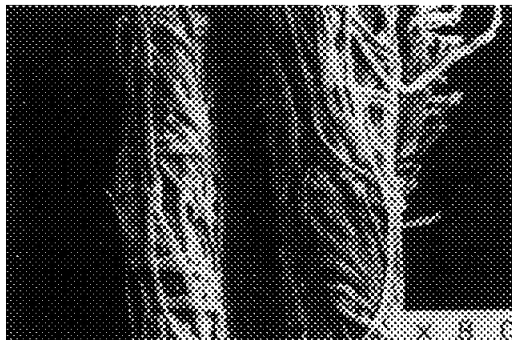


写真4 写真3の反対側部

表2 NFRP 試作パイプの設計概要

	外径 D (mm)	内径 d (mm)	肉厚 t (mm)	重量 l = 52 0 mm (g)	体積 l = 52 0 mm (cm ³)	比重 (g/cm ³)	断面積 A (mm ²)	断面二次 モーメント I	断面 係数 Z	断面二次 極モーメント Ip = 2I	極断面 係数 Zp = 2Z
パイプ	28.6	24.6	2.0	90	86.9	1.04	167.13	14,866	1,040	29,731	2,079.11

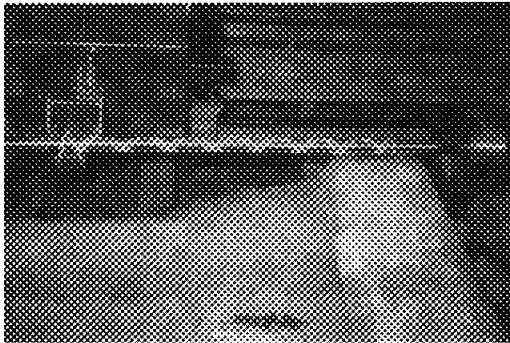


写真5 F.W 試作状況

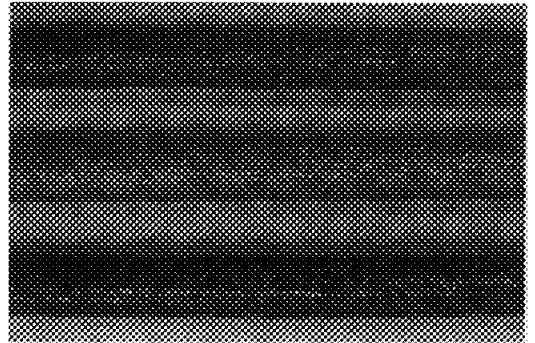


写真6 F.W 試作パイプ

作パイプを示す。

4. 2 強度評価及び考察

図2に試作パイプの曲げ試験結果を示す。特性値はひずみ量より計算して求められ、これより NFRP パイプの曲げ弾性率は、繊維積層角度45°、Vf: 60%(概算値)において約11,600MPaであり、この値は CERP の約65%の値となった。なお、図中の CFRP データは、繊維方向弾性率約170,000MPa などの定数をもとに対称積層板を想定し、特性値をパソコンにて理論計算した値²⁾である。

5. まとめ

本研究では、天然繊維を適用しやすくするため、製品化への基材となる糸の試作を行った。その結果、抄紙技術法において連続した緻密な糸の試作は成功であった。また、試作した糸から F.W 法を用いて試作したパイプの曲げ弾性率は、繊維積層角度45°のもので Vf: 60%(概算値)で約11,600MPa であった。

謝辞

この研究の実施にあたって、丸菱油化工業㈱、岐阜県繊維試験場および旭エンジニアリング㈱にご協力を頂いた。この場をかりて厚く感謝の意を表する次第である。

参考文献

1) 加藤ほか、自転車技術情報、No. 50、(1991)、pp. 6-13、自振協

2) 近藤ほか、自転車技術情報、No. 37、(1987)、pp. 57-67、自振協

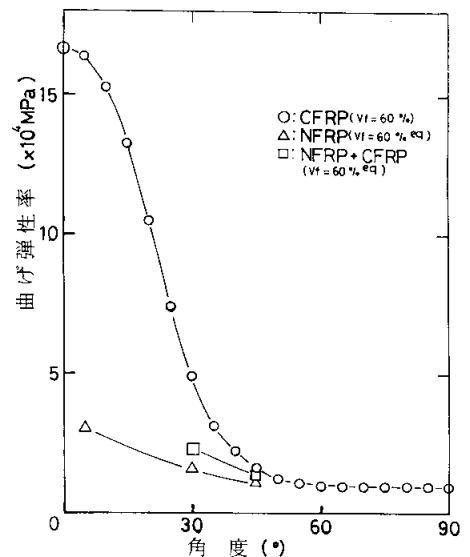


図2 曲げ弾性率と積層角度の関係