

技術ノート

天然繊維を用いた生分解性複合材料の開発

宇井 剛*1) 吉野 学*2)

Development of Natural Fiber Reinforced Biodegradable Polymer Composites

Tsuyoshi UI and Manabu YOSHINO

1. はじめに

生分解性樹脂と複合する天然繊維としては、竹繊維¹⁾、ケナフ²⁾、マニラ麻³⁾等の研究がおこなわれているが、撚りのない長繊維を用いたり短い繊維を分散させた形で用いられている。一方衣料用天然繊維の綿・麻は短繊維を撚った紡績糸である。撚りのない繊維と紡績糸では、引張等の力を加えた時の機械的性質が異なることが知られている⁴⁾が、紡績糸を用いた複合材料の研究は見受けられない。そこで衣料用天然素材と生分解性樹脂を用いた生分解性複合材料の開発をおこなうために、紡績糸と生分解性樹脂の複合材料を制作した。また衣料用天然素材は、織物・編物として用いられるため、これらとの複合材料を作り引張試験等で評価した。

アイゾット衝撃強さで評価した。

表-1 試験に用いた紡績糸

No.	名称	繊維 (テックス)	より数 (10cm)	見かけの直径 (mm:標準偏差)	断面積 (mm ²)
1	ラミー 16/2*1	209	13.6	0.86:0.04	0.14
2	ラミー 16/5*1	539	18.2	1.15:0.04	0.36
3	ジュート 7/2*2	454	23.0	1.33:0.24	0.30
4	綿(左三子)20/12*	426	26.4	1.10:0.05	0.27
5	綿(コーマ)5/2*3	244	18.0	0.99:0.06	0.15
6	綿(コーマ)5/3*3	349	13.0	1.17:0.04	0.22

*1:麻番手 *2:ジュート番手 *3:綿番手

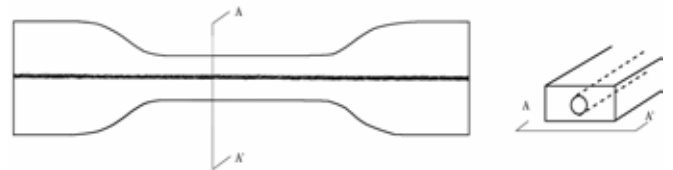


図-1 荷重方向に1本複合させた試験片

2. 実験方法

2.1 樹脂及び紡績糸の引張試験

生分解性樹脂の中で比較的軟質な樹脂としてポリ(ε-カプロラクト-β-チンサキネート) (ダイセル化学工業(株)製セルググリーン CBS 17X, 以後PCBSと称す), 比較的硬質な樹脂としてポリ乳酸(三井化学(株)製レイシア H-100J, 以後PLAと称す。)を用い、試験糸として表-1に示した紡績糸を用いた。複合材料試験片として図-1に示すように荷重方向に紡績糸一本を複合させた試験片を作成した。作成方法は温度PCBS:150°C, PLA:200°C, 圧力6MPaでヒートプレス成形をおこなった。これらの複合材料を引張試験で評価した。

表-2 試験に用いた麻編物の諸元

糸 No.1	編み密度 (2.54cm) 10	標準生地重量 (g/m ²) 428.2
引張強さ及び伸び率(カットスリッパ)		
方向	荷重(N):幅2.5cm	伸び(%)
ウェール	284.0	315.3
コース	123.6	809.2
斜め	178.4	237.0
※つかみ間隔30mm:引張り速度5mm/min		

2.2 樹脂と麻編物複合材料の引張試験

生分解性樹脂とNo.1の紡績糸で編んだ麻編物の複合材料を作り、引張試験で評価した。編物は表-2の諸元のものを用い、成型する際に樹脂の粘度により引き延ばされ、成型後の編み密度は7.6/2.54cmとなった。

2.3 樹脂と麻織物複合材料の基本物性

生分解性樹脂と表-3に示した諸元の麻織物で複合材料を作り、その物性を引張強さ、引張弾性率、曲げ弾性率、

表-3 試験に用いた麻織物の諸元

織物の構成 糸	繊維度 (Tex)	引き揃え (本)	密度 (本/cm)
たて糸	22	2	16
よこ糸	26	6	9
引張強さ及び伸び率(ラベルスリッパ)			
方向	荷重(N):幅2.5cm	伸び(%)	荷重(N):幅1cm
たて糸	125.2	8.3	50.08
よこ糸	368.4	5.2	147.36
斜め	95.2	27.6	38.08
※つかみ間隔30mm:引張り速度5mm/min			

*1) 資源環境科学グループ *2) 相談広報室

3. 結果

3.1 樹脂と紡績糸の複合材料引張試験

樹脂と繊維を複合させた場合、以下の複合則が成り立つ事が知られている⁵⁾。

$$\sigma_c (\text{複合材料の応力}) = V_f \sigma_f + V_m \sigma_m \quad (1)$$

$$E_c (\text{複合材料の弾性率}) = V_f E_f + V_m E_m \quad (2)$$

σ_f : 繊維の応力 σ_m : 樹脂の応力
 V_f : 繊維の体積割合 V_m : 樹脂の体積割合
 E_f : 繊維の弾性率 E_m : 樹脂の弾性率

試験結果を図-3,4 に記す。結果に於いて、計算値よりも実測値の方が高くなる傾向が見られた。また弾性率の実測値は、全ての試料に於いて計算値より高い値であり、この傾向は PCBS より硬質な樹脂である PLA の方に顕著に表れている。

これは紡績糸が引張りの荷重をかけられた時生じる、紡績糸を構成する短繊維間の滑脱を樹脂が抑制していると考えられる。その結果引張強さは計算値よりも、実測値の方が大きくなったと考えられる。

3.2 樹脂と麻編物複合材料の引張試験

結果を図-5,6 に記す。樹脂と麻編物素材では、PCBS のウェール方向を除き複合化の効果は少なく、PLA では明らかに強度低下を招いている。このことから編物を複合材料の素材として用いるには、複合の効果が高く、不適当な素材であることがわかった。

3.3 樹脂と麻織物複合材料の基本物性

樹脂と麻織物複合材料の物性試験結果を表-4 に記す。試験結果から、軟質な樹脂の PCBS、硬質な樹脂の PLA 共に堅く・強くなると同時に衝撃に弱くなる機械的性質の複合材料と成ることが判った。

4. まとめ

紡績糸は樹脂と複合材料にすると、短繊維間の滑脱の抑制により、紡績糸と樹脂それぞれの素材の物性値から計算によって得られる複合材料の引張強さ・弾性率より、高い値と成ることが判った。この傾向は軟質な PCBS と比較して硬質な PLA の方が顕著であった。

衣料用天然繊維は、織物・編物等色々な形態で用いられるが、編物は複合材料の素材として用いるには、複合の効果が高く、不適当な素材であることがわかった。織物の場合は衝撃に弱くなるが、堅く・強くなり、生分解性複合材料として利用できる事が確認できた。

参考文献

- 1) 松井宏敏 他：成型加工'03，プラスチック成形加工学会，163(2003)。
- 2) 芹澤 慎 他：成型加工'03，プラスチック成形加工学会，161(2003)。

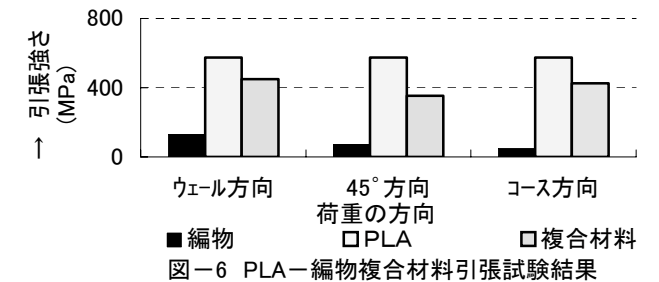
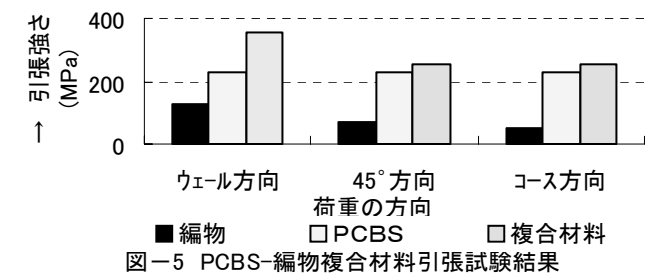
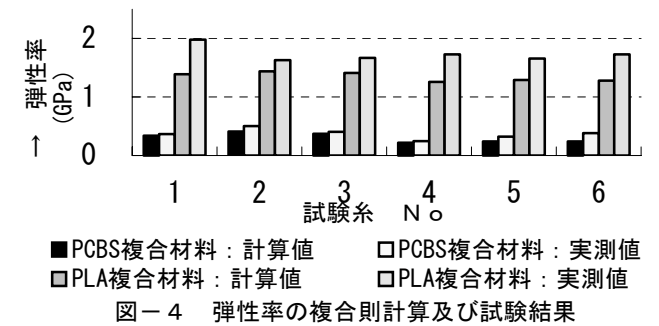
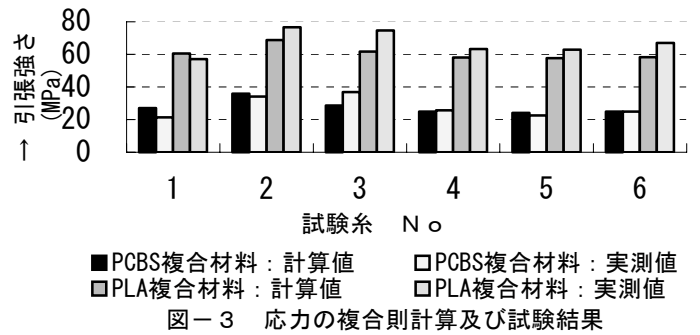


表-4 樹脂-麻織物複合材料基本物性

	引張強さ (MPa)	引張弾性率 (MPa)	衝撃強さ (kJ/m ²)	曲弾性率 (x1000MPa)
PCBS	22.6	18.1	NB*	809
PCBS複合材料	31.5	67.2	2.9	1389
PLA	57.5	191.8	2.5	4640
PLA複合材料	65.2	228.2	1.2	6730

*NB: No break

- 3) 越智真治 他：材料，日本材料学会，52，857(2003)。
- 4) 産業用繊維資材研究会：産業用繊維資材ハンドブック，繊維機械学会，16(1979)。
- 5) 宮入裕夫：複合材料入門：裳華房，5-7 (1997)。

(原稿受付 平成 17 年 8 月 5 日)