

撚り糸状ケナフ繊維束強化ポリ乳酸複合材の開発とその機械的特性

○日大生産工（院）中森 啓太
日大生産工 邊 吾一

1. はじめに

近年、環境対策の一環として脱ガラス、脱石油を目指した環境調和型の複合材料、グリーンコンポジットの開発が盛んに行われている。本研究では、母材に植物由来のポリ乳酸を用い、強化材には擬似的に連続繊維とした撚り糸状のケナフ植物繊維を用いることにより、簡便な成型で強度を発現させることを目標とした。

2. 成形法概要

2.1 構成材料

複合材の構成材料は、厚さ0.25mmのシート状に加工したPLA (Poly Lactic Acid)(三井化学社製 レイシアH-440)と、ケナフ短繊維を撚り糸状にして繊維束とし、それを平織りにした織物材(ユニパックス製)を使用した。成形温度を検討するために示差熱分析装置(DSC)を用いて、本研究で使用したPLAの熱的特性を測定した(Fig.1)。その結果、融点は約148℃、ガラス転移点は約58℃であった。また、200℃以下ではPLAの分解は認められなかった。

2.2 成形法

成形品は加熱圧縮成形により作製した。まず始めに、5枚のPLAシートの間にケナフ織物材を4枚挿入し、予備成形した後、185℃、1MPaで19分の再加熱し、続けて1分間、10MPaの加熱圧縮を行い板状の成形品を得た。板状の成形品の大きさは、300×300×2mmとした。また、一方向強化材(0°及び90°方向)を作製するため、ケナフ織物中の一方向のケナフ繊維を取り除き、さらに織物材複合材と繊維含有率を等しくするため、2枚で1枚分としてPLAと複合した。

3. 機械的特性

3.1 引張試験とその結果

複合材料の力学特性の評価としてJIS K7113に準じて静的引張試験を行った。引張試験片は、板状成形品から精密切断機で250×25×2mmの大きさの短冊形に切り出し、両端にタブを接着して作製した。

引張試験より得られた結果をTable.1に示す。織物強化材の引張特性はケナフ繊維の補強により引張強度、ヤング率共にPLA単体の値よりも増加することが確認できたが、引張強度の向上がそれほど大きくない。一方、試験片の長さ方向と繊維方向を一致させた0°材は引張強度、ヤング率共にPLA単体の値よりも増加し、引張強度は約2倍以上向上した。繊維方向が試験片の幅方向となる90°材はヤング率がPLA単体よりも増加したが、引張強度は低下した。

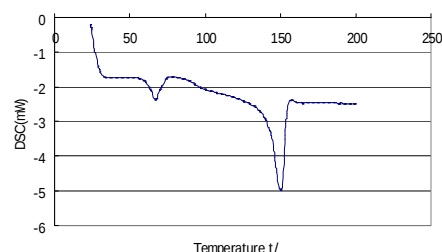


Fig.1 Result of DSC (PLA)

Table1. Comparison of static tensile properties of PLA, textile and UD composites

Number of kenaf sheets	Vf [%]	Tensile strength [MPa]	Young's modulus [GPa]	Maximum strain [%]
0(PLA only)	0	55.4	1.4	4.8
4(textile)	37	66.5	4.3	2.3
8(UD 0°)	38	111.6	5.9	2.7
8(UD 90°)	38	22.4	3.6	0.9

Development and Mechanical Property of Yarnd Kenaf Fiber Bundle Reinforced PLA Composite

○Keita Nakamori Goich BEN

3.2 破断面観察

Fig. 2は引張試験後の破壊様相である。繊維複合材と90°材の破壊は、90°方向の繊維束に沿って一直線に起こっている。Fig.3の左側は繊維複合材、右側は0°材の引張試験後の破断面の顕微鏡写真(200倍)である。90°方向の繊維束の側面は樹脂との剥離により完全に露出している。0°材では、破断面全域にわたり繊維の破断が見られる。

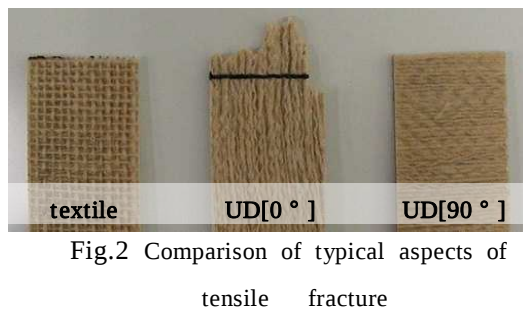


Fig.2 Comparison of typical aspects of tensile fracture

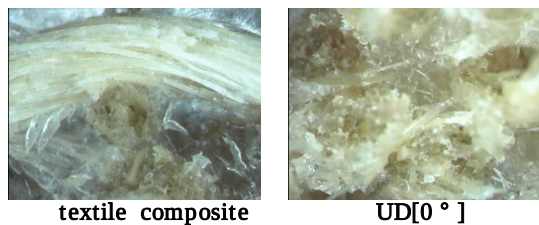


Fig.3 Microscopic figure of cross section after test (×200)

4. 繊維の煮沸処理及び表面処理

以上の結果より、植物繊維の表面及び内部には不純物や樹脂との接着性を妨げる成分が含まれていると考えられる。

そこで、繊維に沸騰水による煮沸処理、5%アミノシランによる表面処理、また煮沸処理後にアミノシラン表面処理を施したときの強度比較を行った。

4.1 吸光度測定

煮沸処理はFig. 4に示す煮沸水の吸光度測定結果(使用光波長260nm)により30分程度でほぼ飽和することが確認できたので、処理時間を30分とした。

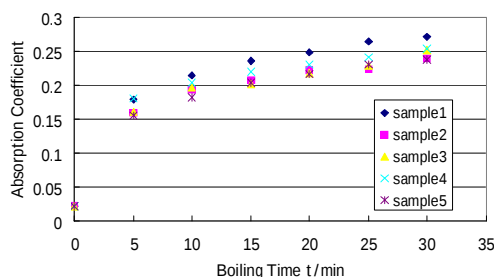


Fig.4 Absorption coefficient analysis of water for boiling treatment

4.2 試験片

試験片は、一方向ケナフシートを一枚だけ用い、上下4枚ずつのPLAシートを積層し、できるだけシンプルな観察対象とした。

4.3 静的引張試験結果

煮沸処理及び、シラン処理を施した試験片の繊維直角方向の静的引張試験結果をtable2に示す。

Table2. Comparison of 1 kenaf UD sheet composites after treatment

	Tensile strength [Mpa]	Young's modulus [Gpa]	breaking strain [%]
non treatment	31.6	2.51	1.31
silane	17.8	2.55	0.73
boiling	21.6	2.75	0.84
boiling & 5% silane	24.5	2.80	0.99

5. 考察とまとめ

0°材の場合、撚り糸状の繊維束の形状効果により、樹脂と繊維束の間でねじを引き抜くような機械的なインターロックが巨視的に生じ、界面せん断強度が向上すると予測されるが、一方90°材の場合には繊維束と樹脂との界面は弱く、90°方向の繊維束と樹脂との界面が破壊の起点となることが予想されるため、この界面強度を向上させる必要がある。

煮沸処理、シラン処理では共に未処理のものより強度が減少している。シラン処理を施した試験片は加熱圧縮成型時の熱により表面のアミノシランが変色していた。これよりシランカップリング材自体の熱劣化が原因と考えられる。また、煮沸処理では処理水から繊維の引き上げる時に不純物が繊維表面に残留したためだと思われる。しかし、観察によると界面剥離よりも見かけ上は凝集破壊の形態が多く見られた。残留物が表面だけでなく母材まで入り込み母材の強度低下を招いたと考えられる。今後は、煮沸処理後に超音波洗浄を行うなど、繊維と樹脂の界面強度向上のために種々の処理を検討することを今後の課題とする。

[参考文献]

邊, 中森: 複合材料学会2004年度研究発表講演会 P73