

# セルロースナノファイバー／ポリ乳酸複合材料の圧縮強度に及ぼす アニーリングの影響

## Effects of Annealing on Internal Stress of Cellulose Nanofiber/Poly(lactic acid) Composites

田邑 洋人<sup>1)</sup>

指導教員 坂口 雅人<sup>2)</sup>

1) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 複合材料構造研究室

2) 岐阜大学 工学部 機械工学科 (元サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科)

キーワード：セルロースナノファイバー，ポリ乳酸，CNF，PLA，アニーリング

### 1. 緒言

環境問題の解決のために生分解性プラスチックに注目が集まっている。セルロースナノファイバー(CNF)は樹木の細胞壁であるセルロースマイクロフィブリルを繊維状にしたものである[1]。強化材として使用される CNF であるがポリ乳酸(PLA)との接着性が低い。阪本らは CNF/PLA 複合材料において混練条件や添加剤の検討を行った。その結果、CNF を分散させるには混練時の回転速度を増加させることや親水基と疎水基の両方を持つ添加剤が必要なことを示した[2]。

一方で、我々は比較的成本を抑えられる熱処理により CNF/PLA が結晶化することで母相が収縮し、接着性が向上すると考えた。過去の研究では結晶化により引張強度が低下した。これは結晶化によって生じた残留応力が原因であると考察している。そこで、残留応力によって圧縮強度が向上すると考えた。本研究では CNF/PLA 複合材料に対して熱処理を施し、圧縮試験を行った。これらを通して CNF/PLA 複合材料の力学的特性に及ぼす熱処理の影響を解明することを目的とする。

### 2. 実験方法

#### 2. 1 成形方法

本研究では試験片の材料として、繊維長 30  $\mu\text{m}$ 、繊維径 18  $\mu\text{m}$  の CNF (東亜化成、

ARBOCELBE600/30) と、PLA フィラメント(武藤工業、MAGIX-PLA-17)を使用した。PLA フィラメントを粉碎したのち、乾燥炉を用いて大気中で 7 時間以上、70  $^{\circ}\text{C}$  で絶乾した。絶乾した PLA をホットプレスを用いて成形温度 200  $^{\circ}\text{C}$ 、成形圧力 0.4 MPa で 10 分間の圧縮成形を行った。成形後は金型温度が 50  $^{\circ}\text{C}$  なるまで空冷と水冷を行い、試料を取り出した。成形後の PLA 板の大きさは 110 mm  $\times$  130 mm で、厚さは 3 mm であった。成形した板を、長さ 50 mm、幅 10 mm になるようにラボカッターを用いて切断し、乾燥炉を用いて 70  $^{\circ}\text{C}$  と 130  $^{\circ}\text{C}$  で 3.5 時間熱処理を行った。

#### 2. 2 圧縮試験

試験片の両端に 20 mm  $\times$  10 mm のアルミニウム製タブをタブ間が 10 mm になるよう接着した。ゲージ長 2 mm のひずみゲージ(ゲージ率約 2.1%)を試験片の中心部に貼り付け、これを圧縮試験の試験片とした。万能試験機を用いて圧縮試験を行い、CNF/PLA の圧縮強度と破断ひずみ、弾性率を求めた。試験速度は 0.5 mm/min とした。

#### 3. 試験結果及び考察

圧縮試験を行ったあとの 0 mass% と 10 mass% の試験後片の写真を図 1 と図 2 に示す。図 1 より、0 mass% では中央部は白く変色したものの、破壊に至らなかった。この白化の原因はクレイズの発生

と考えられる。一方で 10 mass%では白化した後、破壊した。

圧縮試験の結果、0 mass%と 10 mass%の応力ひずみ線図を図 3 と図 4 に、得られた圧縮強度と弾性率を図 5 と図 6 に示す。なお、0 mass%は圧縮試験において図 1 に示すように破壊ができなかった。そのため図 5 の 0 mass%は引張強度を示す。図 5 より 0 mass%, 10mass%は未処理と 130 °C で熱処理したときがほぼ同じで、70 °C が最も高くなった。次に図 6 より弾性率では 0 mass%を 130 °C で熱処理したものが他と比べ約 2 倍大きくなった。

図 5 より 0 mass%, 10 mass%共に 70 °C で熱処理したものが最も高かったのは未処理に比べ 70 °C では熱収縮によって密度が向上したため強度が向上したが、130 °C では結晶化が進行したため脆くなったので 70 °C が最も高くなったのではないかと考える。



図 1 圧縮試験後の 0 mass%試験片



図 2 圧縮試験後の 10 mass%試験片

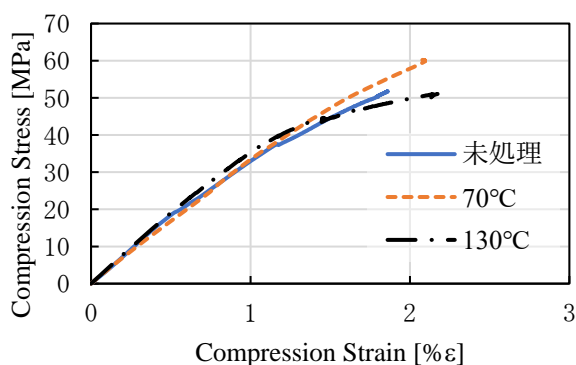


図 3 各熱処理温度における 0 mass%の CNF/PLA 複合材料の応力ひずみ線図

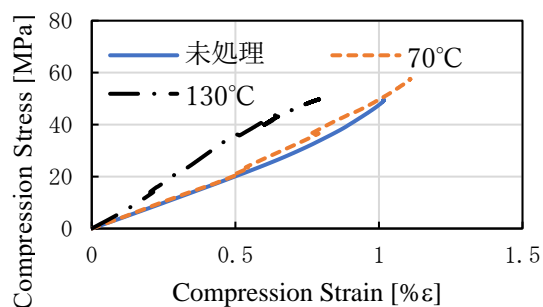


図 4 各熱処理温度における 10 mass%の CNF/PLA 複合材料の応力ひずみ線図

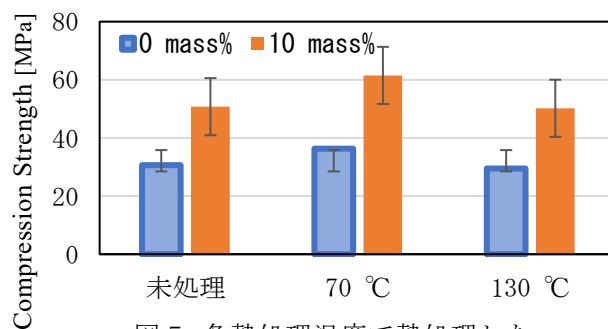


図 5 各熱処理温度で熱処理した CNF/PLA 複合材料の圧縮強度の比較

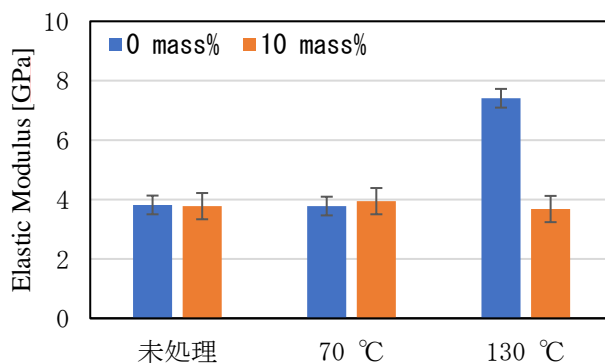


図 6 各熱処理温度で熱処理した CNF/PLA 複合材料の弾性率の比較

#### 4. 結言

圧縮強度は CNF 含有率に関わらず熱処理温度 70 °C で最も高くなり、未処理と熱処理温度 130 °C がほぼ同じであった。弾性率は 0mass%を 130 °C で熱処理したもの以外は横ばいであった。

#### 参考文献

- [1] 矢野浩之, “セルロースナノファイバーとその利用”, 日本画像学会誌 第 55 卷 第 3 号 (2016), p. 854
- [2] 阪本浩規, “セルロースナノファイバーとポリ乳酸の複合材料と特性”, マテリアルライフ学会誌 2016 年 2 月, p. 14