

セルロースナノファイバー／ポリ乳酸複合材料の成形性と力学的特性調査

Investigation of Molding and Mechanical Properties for Cellulose Nano Fiber / Poly(lactic acid) Composites

鶴迫悠太¹⁾

指導教員 坂口雅人¹⁾

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

キーワード : CNF, PLA, Modulus of Elasticity

1. 諸言

日常で様々な用途で使われているプラスチックだが、近年では環境にやさしいバイオマス資源が注目されている。その中で、ポリ乳酸(以下、PLA)は延伸等により強い材料を得ることが可能であり^[1]、セルロースナノファイバー(以下、CNF)は、少量の添加で高い補強材としての効果が期待されている^[2]。近年では、CNFとPLAを複合させた、CNF/PLA複合材料の研究が進められている。そこで、PLAを母材とし、CNFと複合した複合材料の力学的特性を引張試験によって調査することを目的に研究を行った。本研究では、CNF/PLAを成形し、引張試験にて応力-ひずみ曲線から強度、破断ひずみ、弾性率を調査した。また、CNFの含有量を変えて、同じ条件で成形したCNF/PLA複合材料の調査も行った。

2. 実験方法

2.1 使用材料

PLAは ϕ 1.75 mm フィラメント(武藤工業、MAGIX-PLA-17)、CNFはARBOCEL_BE600/30(東亜化成)を使用した。

2.2 成形方法

PLAのフィラメントをミルで粉碎した後、乾燥炉(AS-ONE製、OFX-50)で7時間以上絶乾させ、一軸混練押出機(井本製作所、PPKR-mini)を用いてCNFと混練した。ここで、CNF含有量は0、5、10 mass%とした。混練したCNF/PLAを再度ミル

で粉碎した後、乾燥炉で7時間以上絶乾、ホットプレスで200°Cに加熱、5 kN 10分間の押切加圧成形を行った。

2.3 引張試験方法

成形したCNF/PLAバルクを、ラボカッター(株式会社マルトー)を用いて約90×10 mmに切断し、20×10 mmのタブを接着してCNF試験片とした。万能試験機(島津製作所製、AGS-1000A)を用いてCNF/PLAの試験片の引張試験を行い、強度と破断ひずみ、弾性率を求めた。

3. 結果と考察

3.1 成形結果

図1にCNF/PLA複合材料の写真を示す。CNF/PLAを成形すると気泡が残った状態で成形されることがわかった。

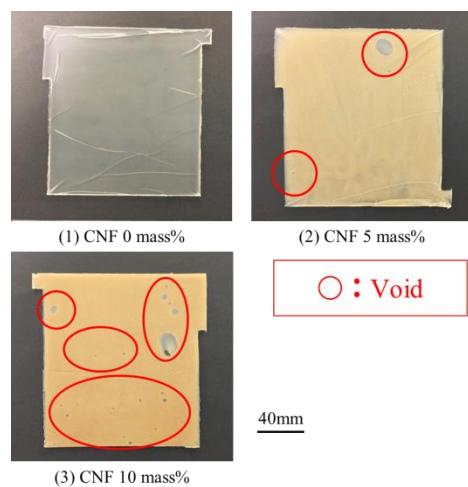


図1 CNF/PLA複合材料

3.2 引張試験結果

図2にCNF/PLAの引張試験におけるCNF含有量5 mass%毎の応力-ひずみ線図を示す。図3にCNF含有量を変化させたときの強度の変化を示す。PLA単体での強度は62.04 MPaであったのに対し、CNF含有量5 mass%時 $\sigma = 51.52$ MPa、10 mass%時は $\sigma = 35.01$ MPaであったことから、CNF/PLAにおけるCNFの含有率が増加すると、強度が低下した。また、図4に破断ひずみの変化を示す。PLA単体時の破断ひずみは1.86%であったのに対し、CNF含有量5 mass%時1.23%，10 mass%時0.83%であったことから、CNFの含有量が増加すると破断ひずみが減少し、図2の応力-ひずみ線図にも示す通り、変形の時間が短くなつた。図5に弾性率の変化を示す。PLA単体時の弾性率は4.39 GPaであったのに対し、CNF含有量5 mass%時4.51 GPa、10 mass%時は4.71 GPaであったことから、CNF含有量の増加に伴い弾性率が増加した。以上のことから、PLAはCNFと複合することで、PLAより強度が小さく弾性率が向上した材料になることが判明した。

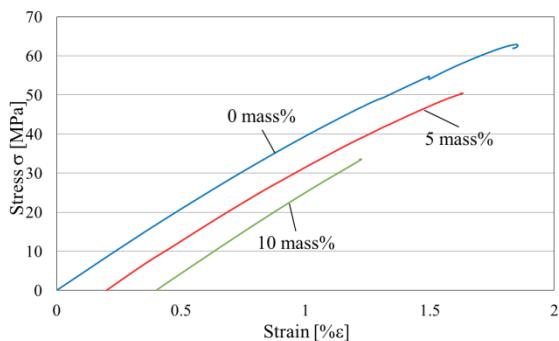


図2 CNF含有量5 mass%毎の応力-ひずみ線図

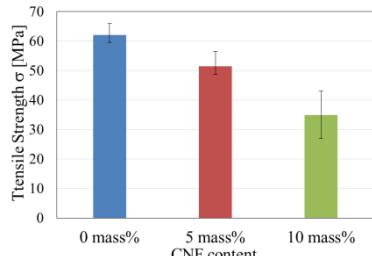


図3 CNF含有量5 mass%毎の強度

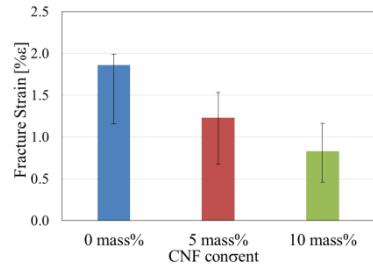


図4 CNF含有量5 mass%毎の破断ひずみ

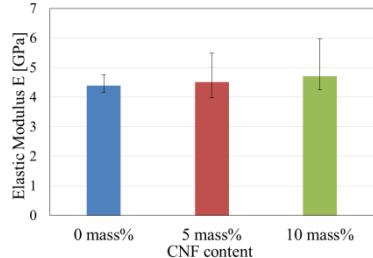


図5 CNF含有量5 mass%毎の弾性率E

3.3 考察

CNF/PLAが、CNFの含有量が増加するごとに強度が低下する点について考察する。CNFは吸湿性が高い素材であり、含有量の増加に伴い吸水率が増加すると、母材の力学的特性を低下させることがある^[3]。これにより、PLAの力学的特性が下がったと考えられる。

4. 結言

CNF/PLA複合材料を成形し、引張試験により力学的特性を評価した。その結果CNF/PLAは、CNF含有量の増加に伴い強度が低下し、また、弾性率が向上する複合材料であることが判明した。

5. 今後の展望

CNF/PLAの破断面を電子顕微鏡で観察し、成形後の状態について検証する。また、混練前にCNFをPLAとドライブレンドして絶乾し、成形した場合についても調査を行う予定である。

6. 参考文献

- [1] 辻 秀人, 笹 義人, “ポリ乳酸-医療・製剤・環境のために-”, 株式会社高分子刊行会(1997)1
- [2] 白石 浩平, 矢野 徹, 三田 浩貴他, “木質セルロースナノファイバー配合による天然ゴムの物性改善”, 近畿大学次世代基盤技術研究所報告(2013)43-47
- [3] 仙波 健, “セルロースナノファイバーとプラスチック”, 成形加工30巻7号(2018)361-364