

熱インプリントによるセルロースナノファイバー 複合材料の微細構造転写



SATテクノロジー・ショーケース2023

■ 研究背景

近年、プラスチック表面に微細構造を形成することで機能性を付与する研究・開発が盛んに行われており、電子デバイスや医療・美容分野、食品包装分野など幅広い分野への適用が進んでいる。

プラスチック表面に微細構造を形成する手法の一つとして熱インプリント法がある。熱インプリント法とはガラス転移温度以上に加熱した熱可塑性樹脂に、微細な凹凸を施した金型をプレスし、冷却後に金型を離型することにより、金型の微細構造を樹脂に転写する手法である。熱インプリントによる微細構造形成では、離型時の転写不良がしばしば報告されている。これらの課題を解決するために成形条件の検討や金型の表面処理、フィラー添加による材料特性の改善などが行われてきた^[1,2]。

一方、持続型社会を実現する取り組みとして天然資源の利用促進が期待されている。特に「セルロースナノファイバー (CNF)」が、持続型資源として再注目されている。CNFとは自然界に存在する植物資源をナノサイズまで細かく解繊したもので、軽量かつ高強度、熱による変形が小さい等の特徴を有する。これらの特徴を有することから、CNFを補強材とした繊維強化複合材料の開発に関する研究が多数報告されている^[3]。

本研究では、熱インプリントの転写不良を改善手法としてCNFの利用を検討した。樹脂/CNF複合材料の表面に微細構造転写成形を行い、CNFの添加が微細転写性に与える影響を調査した。

■ 研究内容

1. CNFの添加が材料特性に与える影響

Fig.1に材料の熔融粘弾性の測定結果を示す。PVA単体およびCNFの添加量が1、2 wt%では損失弾性率の方が貯蔵弾性率よりも高かった。一方、CNFの添加量が5 wt%では貯蔵弾性率の方が損失弾性率よりも高く、材料の粘弾性特性が変化した。これはCNFのネットワークがPVAマトリクス内に形成されていることを示す^[4]。CNFネットワークの形成により材料が固体的な粘弾性体へシフトしていることが示唆された。

2. 表面微細構造転写性に及ぼすCNF添加の効果

Fig.2に微細構造転写品の外観SEM画像を示す。ここでは構造幅および高さが50 μmの転写結果を示した。PVA単体およびCNFの添加量が1、2 wt%の時は、構造部に欠損

が観察されたが、CNFの添加量が5 wt%では欠損が観察されなかった。これはCNFの添加によって材料が固体的な粘弾性体へシフトしたためと考えられる。

CNFを樹脂マトリクスに少量添加すると、離型時の転写不良が改善されることが明らかになった。微細構造形成に起因する精密加工性が改善される可能性が示唆された。

■ 参考文献

- [1] Y.Hirai et al., Journal of Photopolymer Science and Technology, Vol.14, No.3 (2001)
- [2] J.H.Lee et al., Polymer Testing, 83, 106321 (2020)
- [3] X.Yang et al., Advanced Materials, 33, 2002264 (2021)
- [4] T.Ueda et al., Materials Today Communications, 33, 104316 (2022)

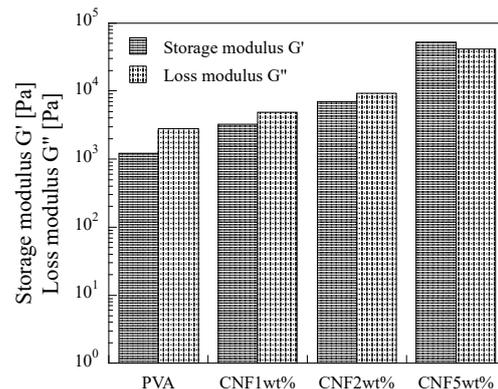


Fig. 1 Molten viscoelasticity of materials.

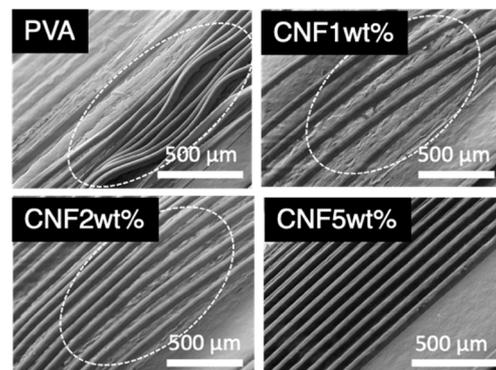


Fig. 2 SEM images of microstructure of materials.

代表発表者 上田 翼(うへだ つばさ)
 所属 山形大学大学院 有機材料システム研究科
 有機材料システム専攻
 問合せ先 〒992-8510 山形県米沢市城南 4-3-16
 TEL:0238-26-3082 FAX:0238-26-3081
 E-mail t211686d@st.yamagata-u.ac.jp

■キーワード: (1)セルロースナノファイバー
 (2)生分解性材料
 (3)熱式インプリント

■共同研究者:
 根本昭彦→山形大学大学院 有機材料システム研究科
 石神明→山形大学大学院 有機材料システム研究科
 小林豊→山形大学グリーンマテリアル成形加工研究センター
 伊藤浩志→山形大学大学院 有機材料システム研究科