



セルロースナノファイバー(CNF)複合化 PDMS の CNF 分散状態と力学特性

山本勝宏, 竹ノ内龍之介
名古屋工業大学 大学院工学研究科

キーワード : セルロースナノファイバー, ポリジメチルシロキサン, 小角散乱, 分散性

1. 背景と研究目的

セルロースナノファイバー (CNF) と樹脂の複合化は、樹脂の力学特性向上と環境負荷低減を両立させる目的で研究が進められている。親水性の高い TEMPO 酸化 CNF を疎水性高分子材料へいかに分散させるかは大きな課題であり、これまで多くの手法が研究されてきている。我々は側鎖に 1 級アミンを持つポリジメチルシロキサンを用いて CNF の分散性向上を目指してきた。まずは分散性と力学特性の相関を理解する目的で、小角散乱法と一軸伸長による力学特性との相関の理解を深める。

2. 実験内容

側鎖にアミンを有する PDMS を縮合反応により合成した。そのアミン基に無水マレイン酸を反応させ、更に水酸化ナトリウムで中和することで水分散 CNF を調整した。この分散液に TEMPO 酸化 CNF (第一工業) の水分散液を導入し、所定の時間攪拌させ、水を完全に乾燥させることで CNF・PDMS 複合フィルムを作成した。乾燥させる前の攪拌時間を変化させることで CNF と変性 PDMS との物理的結合 (水素結合、イオン結合など) を促進させることで分散性の異なる試料調製が期待できるものとして実験を行った。分散性の評価は小角 X 線散乱 (BL8S3: 波長 1.5nm) で行った。

3. 結果および考察

Fig.1 は、乾燥前の攪拌時間を変化させて調整した試料における SAXS プロファイルである。攪拌時間の増加とともに、小角側の傾きが小さくなる (散乱強度が散乱ベクトルの大きさ q の-1 乗に比例する方向へ変化) ことが分かった。即ち樹脂中で CNF 繊維同士の凝集が減り、良く分散した状態 (観測空間スケールで見た時孤立した繊維) に変化していったものと考えられる。

このようにして準備した試料を用いて一軸伸長化における応力・ひずみ曲線を得た (Fig.2)。さらに攪拌時間に対して初期弾性率をプロットした。初期弾性率は、攪拌時間が長くなると大きくなる傾向になり、CNF が良く分散し、ネットワーク構造が形成しているためであると考えている。一方、攪拌時間が短いときは、CNF の分散が完全ではなく、弾性率は低く、伸びも大きくなる傾向にあった。攪拌時間が短いときは、CNF は部分的に凝集し、不均一に存在する。つまり CNF のネットワーク化によるマトリックスの補強効果が小さいことが確認できた。

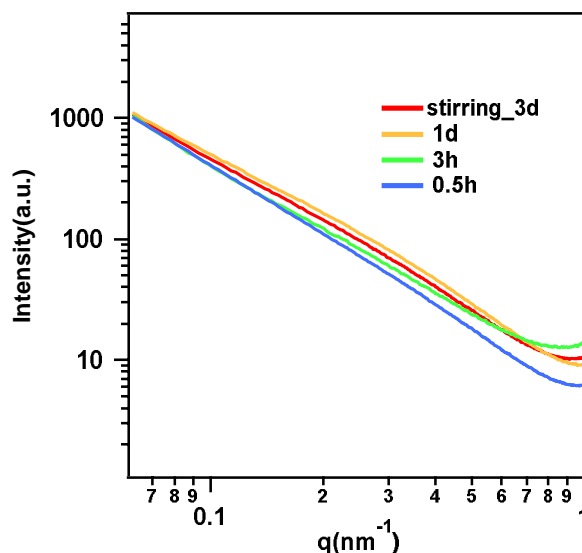


Figure 1. 攪拌時間を変えて調整した CNF/PDMS 複合フィルムの SAXS プロファイル

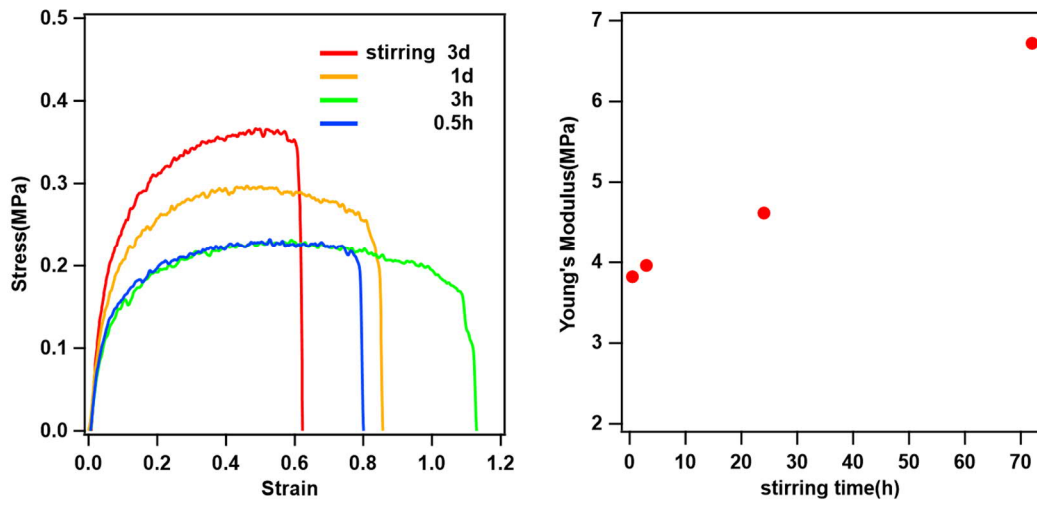


Figure 2. 攪拌時間を変えて調整した CNF/PDMS 複合フィルムの応力・ひずみ曲線（左）と初期弾性率の攪拌時間依存性（右）