

セルロース繊維/大豆油由来エポキシ複合材料の トライボ特性に及ぼす界面接着性の影響

(名工大院工) ○安井悠人、江口 裕、永田謙二

<緒言>

近年、SDGs の実現に向けて、再生可能資源を原料とするバイオベース樹脂の利用が、石油由来樹脂の代替として広がりつつある。このようなバイオベース樹脂による環境負荷低減への取り組みは、摩擦・摩耗などの現象を扱うトライボロジー分野においても重要である。しかし、バイオベース樹脂は石油由来樹脂と比較し、力学特性や耐久性に劣る場合が多い。トライボ材料においても、特に厳しい動作条件下でのバイオベース樹脂の利用は非常に限定的である。そこで、トライボ材料におけるバイオベース樹脂の利用拡大を図る 1 アプローチとして、バイオベース樹脂に充填剤(フィラー)を複合化することで、効果的に複合材料のトライボ特性向上が期待できる。セルロースナノ繊維(CNF)は植物由来の再生可能資源であり、軽量、高強度等の優れた特長を有する機能性バイオフィラーである。バイオベース樹脂に CNF を複合化させることで、バイオマスを主成分とする、生分解性で高機能な複合材料の創製が期待される。

一般に、CNF は親水性であるため、疎水性樹脂への分散不良や CNF/樹脂間の接着性が問題となる場合が多い。そのため、CNF に表面修飾を施すことによる接着性の向上が試みられており、CNF の表面特性と複合材料の物性との相関を明らかにすることが材料設計において重要となる。しかしながら、フィラーの表面特性の変化はその分散性にも影響を及ぼすため、フィラーの分散状態とフィラー/樹脂間の界面接着性を独立に評価することは困難である。そこで本研究では、CNF の表面特性のみを独立に制御するため、CNF 多孔体を調製した後、気相反応による表面修飾を行い、得られた多孔体に大豆油由来エポキシ(ESO)を含浸させることで CNF/ESO 複合材料を調製した(Fig. 1)。得られた複合材料の界面接着性の差異がトライボ特性に与える影響について検討した。

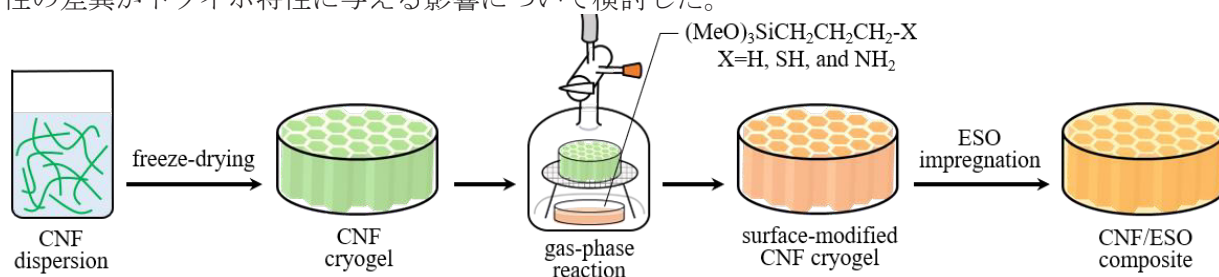


Fig. 1 Preparation procedure of CNF/ESO composites.

<実験・結果・考察>

CNF 水分散液(1.0 wt%)を凍結乾燥することで得た CNF 多孔体に、シランカップリング剤 $(\text{MeO})_3\text{SiCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-X}$ ($\text{X}=\text{H}$, SH , and NH_2) を減圧条件下で $100^\circ\text{C}\sim 120^\circ\text{C}$ 、16 時間反応させ、表面修飾 CNF 多孔体(CNF-C3, CNF-C3SH, CNF-C3NH₂)を調製した。次に、多孔体に対しエポキシ混合液(ESO, 酸無水物系硬化剤, アミン触媒)を減圧下で含浸させた後、加熱硬化を行い CNF/ESO 複合材料を調製した。この複合材料の耐摩耗性を評価するため、ボールオンディスク式摩擦摩耗試験を実施した。その結果、CNF/ESO 複合材料の比摩耗量は ESO 単体に比べ 40% 以上の低下を示し、耐摩耗性の向上を確認できた(Fig. 2(a))。

また、摩耗状態を確認するため、摩耗跡の SEM 観察を行ったところ、CNF/ESO 複合材料において細かい亀裂跡が観測され、一方 CNF-C3/ESO 複合材料では観測されず、より滑らかな摩耗跡へ変化した(Fig. 2(b))。これは、表面修飾により CNF/ESO 界面の接着性の向上が起因していると考えられる。

本発表では、各表面修飾 CNF 多孔体の構造評価と表面特性評価、及び CNF/ESO 複合材料のフィラー/樹脂界面接着状態の観察や、トライボ特性評価の結果について報告する。

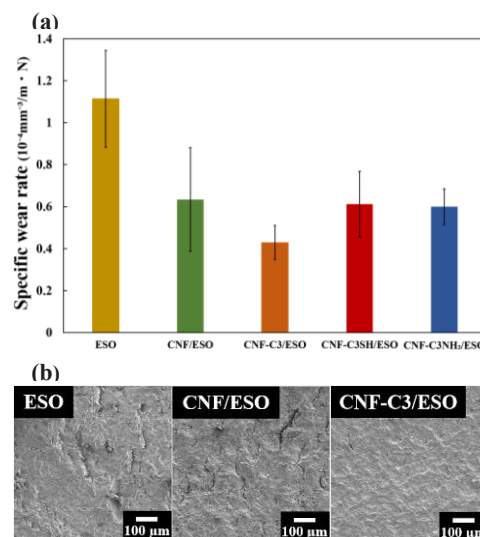


Fig. 2 (a) Specific wear rate of CNF/ESO composites, (b) SEM images of the wear surfaces on ESO, CNF/ESO and CNF-C3/ESO.