

## 【助成 39-21】

### 次世代バイオマス構造体:100%セルロースナノファイバー成形体の 機械要素用切削加工法に関する研究

代表研究者 横浜国立大学環境情報研究院 助教 大久保光

#### 〔研究の概要〕

本研究では、次世代のバイオマス構造体:100%セルロースナノファイバー(CNF)成形体に対する切削加工法について、トライボロジー(摩擦・摩耗・潤滑)の視点から検討した。特に、セルロースの構造的弱点である「水」を避けた加工法を確立するため、潤滑油を併用した加工法の確立を目指した。本研究の成果から、潤滑油を併用した場合の加工では、表面性状の乱れ等は発生せず、良好な性状を獲得できた。加えて、脂肪酸系の潤滑剤を添加した潤滑油を用いた場合には、非常に平滑な面を得ることができた。表面分析の結果より、その平滑化メカニズムは、潤滑油の吸着による化学摩耗の進展によるものと結論した。

#### 〔研究経過および成果〕

近年、世界規模で深刻化する環境問題を背景として、環境調和を志向した工業製品の素材転換が進められている。とりわけ、生分解性・生物資源由来(バイオマス)素材の活用は、現代の大きな潮流であり、軸受・オイルシール等の摺動機械要素においてもその導入が検討され始めている。次世代のバイオマス産業資材としてセルロースナノファイバー(cellulose nanofiber :CNF)の研究開発が進められている。CNFは、セルロース分子が集合したセルロースマイクロフィブリルから構成されるファイバー状の構造体であり、鋼の5倍の高強度・1/5の低比重・低熱膨張率・高界面制御性を有したバイオマス材料である。筆者らは、従来バイオマス素材の欠点を克服したCNFの優れた特性に着眼し、CNF分散液を加圧成形することで得られる高強度、軽量、低熱膨張性及び高加工性を有するバイオマス摺動材料:「100%CNF成形体(以下、CNF成形体)」を創製した。本研究では、CNF成形体の加工法を模索することで、CNF成形体の構造成材:建築資材・機械材料への広範な応用を目指すこ

とを目的とした。とりわけ、CNF成形体の加工性の基礎評価としてCNF成形体と汎用切削工具を想定した鉄鋼材とのトライボロジー特性に着目し、その研究を進めた。

図1にCNF成形体の外観を示す。本試験では、図1に示すCNF成形体についてのトライボロジー性能を確認し、加工法についての基礎的な考察を行った。

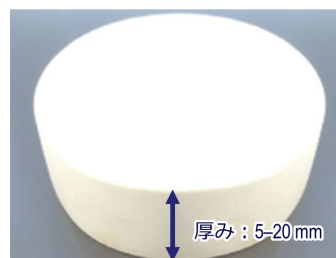


図1 CNF成形体の外観

図2にCNF成形体を工業潤滑油PAO及びそれに脂肪酸(GMO)摩擦調整剤摩擦係数の速度依存性を示す。全ての組み合わせにおいて、低速度域(1-10 mm/s)から中-高速度(50-500 mm/s)の間で摺動速度の増加に伴う摩擦係数の低減が確認された。低速度域(=境界潤滑領域)におけるGMOの摩擦

低減効果に着目すると、CNF-SUJ2 ペアで80%程度、SUJ2-SUJ2 ペアで20%程度の摩擦低減効果が確認された。特に、PAO+GMO 潤滑油環境下におけるCNF-SUJ2 ペアでの摩擦係数は0.015-0.025であり、全速度域に渡って卓越した低摩擦性が確認された。従って、CNF成型体—工具間の摩擦状態を考慮した場合、摩擦調整剤の添加が有効であり、従来素材(SUJ2-SUJ2)では確認されない卓越した低摩擦性を発現することが明らかとなった。

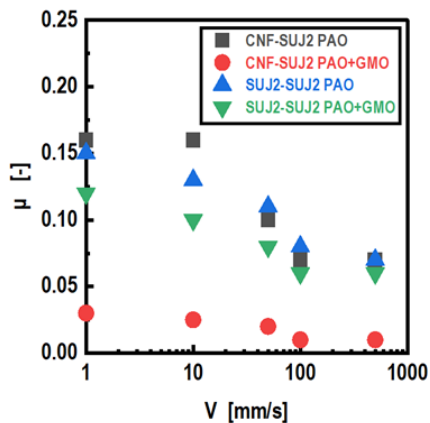


図2 摩擦—速度曲線

工具側を想定している鉄鋼材側の摩耗状況を確認した。図3に摩耗量を示す。CNF-SUJ2 ペアの場合、鉄鋼材側の摩耗量は GMO 添加により、大幅に減じられた。このことは、CNF 成型体の加工に伴う工具寿命を大幅に伸ばすことが可能と考えられる。

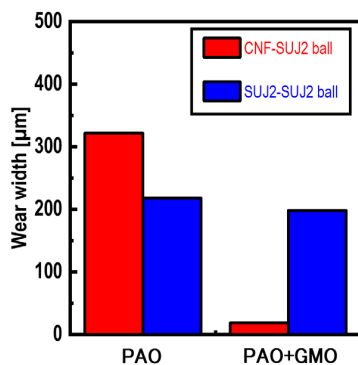


図3 工具側の摩耗量

次に、表面性状を原子間力顕微鏡にて確認した。図4にCNF成型体の加工面の表面性状(Sa)及びAFM形状像を示す。図4より、CNF成型体表面をGMO添加油で加工する事で、表面の平滑化が確認された。一方、PAO油のみでの加工を行った場合、性状は悪化した。

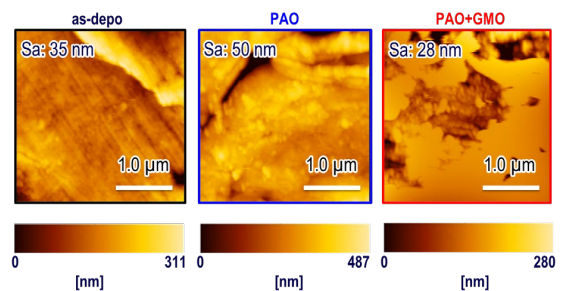


図3 AFM形状像及びSa

上述した結果より、CNF成型体の加工油には、脂肪酸系摩擦調整剤が有効であることが示された。

〔発表論文〕

1. H. Okubo, R. Nakae, D. Iba, K. Yamada, H. Hashiba, K. Nakano, K. Sato, S. Sasaki, Tribological properties of 100% cellulose nanofiber (CNF) molding under dry- and boundary lubrication-conditions at CNF/steel contacts, Cellulose, Accepted.
2. H. Okubo, H. Hashiba, T. Inamochi, K. Sato, S. Sasaki, K. Nakano, Superlow frictional and environmentally superior tribomaterial: 100% cellulose nanofiber molding, Scientific Reports, under review.