

医療用プラスチックのための水潤滑材料としての高分子電解質膜の in-lubro 赤外スペクトル法による評価

Characterization of Polyelectrolyte Modified Medical Plastics for Water Lubrication using In-lubro Infrared Spectroscopy

小松大・生産システム（非）西田 和憲 AST Products, Inc（非）William Lee 東北大多元研（非）火原 彰秀

小松大・生産システム（正）*粕谷 素洋

Kazunori Nishida*, William Lee**, Akihide Hibara***, **Motohiro Kasuya***

*Faculty of Production Systems Engineering and Sciences, Komatsu Univ., **AST Products, Inc,

***School of Science, Tokyo Institute of Technology

1. 緒言

水潤滑ソフト材料は低環境負荷や高生体親和性といった利点があり、船舶用軸受けや医療用シリンジに利用されている。特に電子線照射により基材にラジカルを生成させ、モノマーを基材と分子結合させる電子線グラフト重合は、高分子を物理的に吸着させるコーティングと比して、修飾層が共有結合性で劣化に強い、脱落した高分子による毒性を考えなくてよい、というアドバンテージがあり、医用プラスチックの修飾用途が有望である¹⁾。この水潤滑ソフト材料に対して、これまで我々は速度の増加に伴って潤滑性が向上することを見出してきた²⁾。この水潤滑の機構が不明であることから、本研究では、市販の赤外分光器に摩擦試験機を組み込んだ in-lubro ATR/FT-IR 装置を開発し、これを用いて高分子電解質膜の潤滑中における赤外スペクトルを測定することで、潤滑中に生じる高分子電解質膜や水の化学変化を評価した研究について報告する。

2. 実験

2-アクリルアミド-2-メチル-1-プロパンスルホン酸（AMPS）とヒドロキシエチルメタクリレート（HEMA）を 1:0.8 で混合した溶液の中にポリプロピレンを入れ、電子線を照射してグラフト共重合したものを試験片として用いた。Fig. 1 に用いたモノマー化合物の化学式を示す。また、潤滑剤は純水と生理食塩水（0.9 g/100 ml）をそれぞれ使用した。

本研究では潤滑中における基材及び潤滑剤の化学変化を観測するため、図 2 に示すように市販の赤外分光器（FT-IR 680, 日本分光）の全反射測定ユニット（ATR）に摩擦試験機を取り付け、ATR プリズム表面に基材を接しつつ、一定速度（～20 mm/s）で摺動させながら赤外スペクトルを測定できる装置を製作した。この装置を用いて赤外スペクトルの摺動に伴う変化を水中で測定した。設定した摺動速度ごとにシリンジの摺動中、摺動後の赤外スペクトルの測定を行った。

3. 結果と考察

図 3 に摺動中と摺動前後におけるシリンジの赤外スペクトルを示す。スペクトルには、波数 3000 cm^{-1} ～3800 cm^{-1} に水分子の OH 伸縮振動、シリンジに含まれる波数 2920 cm^{-1} の CH 伸縮振動、波数 1043 cm^{-1} に高分子電解質膜 S=O 伸縮振動に由来したピークがそれぞれ現れていることがわかった。これらのピークの強度変化をみると、摺動中は水由来 OH ピークが少しだけ増加し、CH ピークは少しだけ減少した。一方、S=O ピークは摺動中でもあまり変化はなかった。

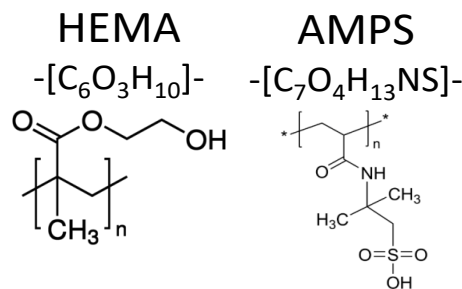


Fig. 1 HEMA と AMPS の化学式

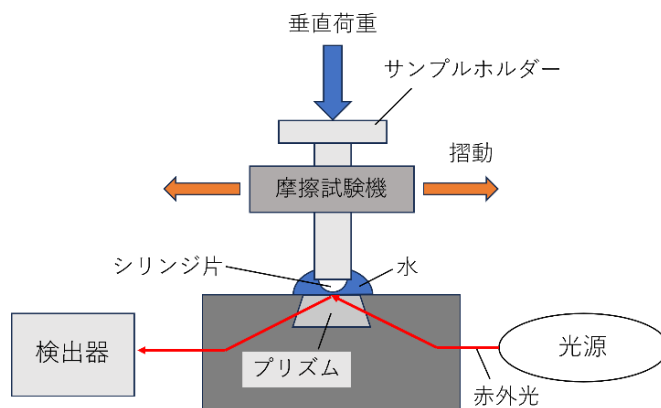


Fig. 2 in-lubro 全反射赤外スペクトル測定
(ATR-FT-IR)装置の模式図

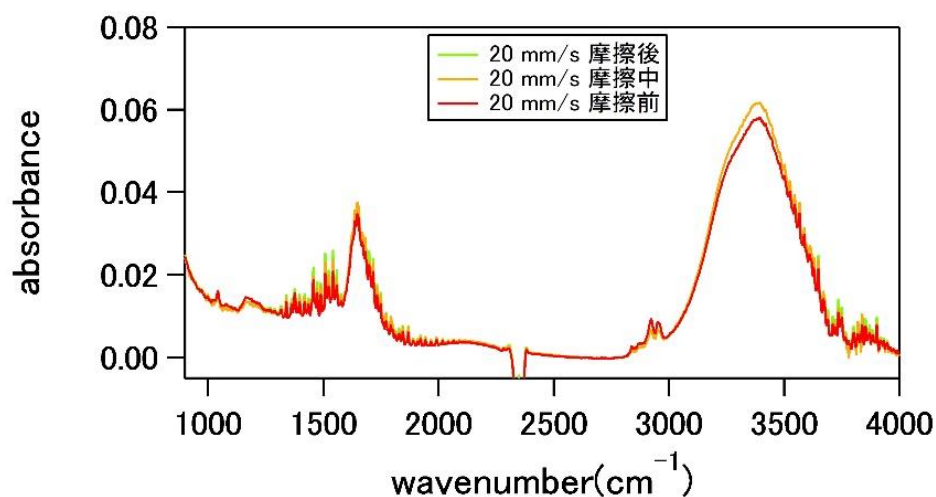


Fig. 3 純水中における高分子電解質-Ge プリズム間の
in-lubro 全反射赤外スペクトル

さらに OH ピークと CH ピークの摺動中と摺動後における吸光度の摺動速度依存性について調べたところ、OH ピークは、どの速度においても摺動中の吸光度が摺動後と比較して増加した。一方 CH ピークの場合は、摺動中の吸光度が摺動後と比較して減少した。これらの結果から、摺動に伴ってシリンジとプリズムの間に水が流入し、流体潤滑ライクな挙動が観測されていると考えた。これについて詳細に調べるために、現在多変量解析によるスペクトル変化の解析を実施中であり、当日報告予定である。

文献

- 1) Wililam LEE ら, US 2018/0155466A1.
- 2) 粕谷ら, トライボロジー会議 2022 秋 福井.