

振動式摩擦測定機を利用した液体膜の粘性率測定

薄膜・表面物性研究室 片山 匠

T045017 Takumi Katayama

背景・目的

主に固体膜の付着や写真用感光膜の耐擦傷性評価の測定に利用されているマイクロスクラッチ試験を用いて液体膜の粘性率の評価にも応用させたい。本研究は既に粘性率が保障されている2種類の粘度計校正用標準液を用いて、粘性摩擦波形の変化についてシミュレーションした結果と比較した。

実験概要

まず、マイクロスクラッチ試験機に対する液体膜への針侵入深さに比例する粘性抵抗を考慮した力学的なモデルを作り、シミュレーションから試験機の各パラメータが粘性摩擦の波形にどのように影響するかを調べた。実験としては、粘度計校正用標準液を用いた試験を行なった。ガラス基板上に標準液を液厚 1.00 mm 程度の薄さに塗布し、試験機の針圧子先端と液膜の間に、面積 $2.82 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ のポリテトラフルオロエチレン(PTFE)の円板を挟んだ。この状態で針を励振振幅 $50 \mu\text{m}$ で微小振動させ、基板を 0.04 mm ずつ押し上げてスクラッチ試験を行った。基板上昇が 0.0~0.20 mm の間で、オシロスコープの信号波形を測定し、信号電圧の振幅変化をまとめた。

結果

Fig.1は、マイクロスクラッチ試験機のカートリッジと、円板を保持する針先との間に生じる相対速度の振幅をシミュレーションによって求め、円板の侵入深さ D と液膜の粘度 η との積に対する依存性としてプロットしたものである。この縦軸の値は、実際のスクラッチ信号に比例する。侵入深さが大きくなり、円板が受ける粘性力が大きくなると、円板の運動が阻害されるために、相対速度は一定値に近づく。

Fig.2における点は、粘性率が 37, 97 Pa·sの標準液に対して実際に測定を行った結果である。粘性率が大きい流体の場合では、同じ侵入深さでも相対速度が大きくなり、より大きなスクラッチ信号が得られることがわかる。実線・破線で示した曲線は、Fig.1の横軸を標準液の粘性率で割り、縦軸をスケールさせて合わせた結果である。実験値との一致は良好であり、この試験機によって液膜の粘性評価が可能であることがわかった。

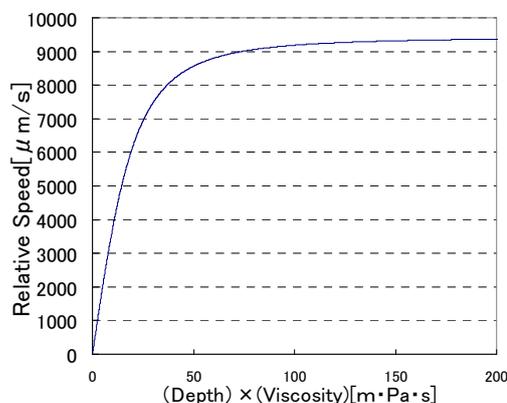


Fig.1 (侵入深さ×粘性率)と針先の本体に対する速度遅れ

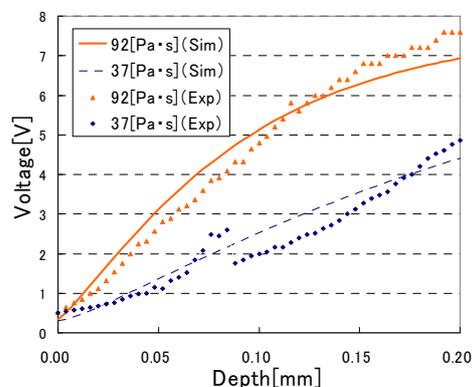


Fig.2 針侵入深さと電気信号における粘性率特性