

マイクロスクラッチ試験による塗膜の乾燥過程の評価

薄膜・表面物性研究室 柴田 一
T025034 Hajime Shibata

背景・目的

固体膜の付着力を測定するマイクロスクラッチ試験機は、写真用感光膜の耐擦傷性やゲル膜の粘弾性評価にも利用できる。まず、粘性摩擦による摩擦応答の信号波形と固体摩擦による信号波形をシミュレーションすることによって、分散系の物質が示す粘性摩擦から固体摩擦への変化を調べることにした。これは、塗布した塗料膜の乾燥過程の解析に適用でき、膜の厚さと乾燥時間の関係や厚み方向に分布がある固化の状態を計測するのに有効であると考えられる。今回の研究では、水性エマルジョン塗料の乾燥過程に適用した。

実験

シミュレーションは Octave を用いて、4 次の Runge-Kutta 法で運動方程式を解いた。一方、ガラス基板の上に塗料をヘラで薄く伸ばして、0.2mm 程度に塗布し、その後 3 分ごとに塗膜の粘性・摩擦応答を測定した。マイクロスクラッチ試験は、先端径 16 μm の半球状針を振幅 50 μm 、振動数 30 Hz で励振した。

結果・考察

図 1 は、横軸を時間、縦軸を針の位置および速度とするグラフで、(a) は低荷重の固体摩擦、(b) が中荷重で粘性摩擦も加わった場合をシミュレーションしている。(c) は (b) と同じ荷重で粘性摩擦の小さい場合の摩擦応答で、点線○部分の違いに、滑り始めた針が速やかに強制振動に追尾している様子が表れている。

図 2 は塗膜の試験で現れた信号波形である。塗料の最表面は乾燥しやすいもののようで、塗布後すぐに固化して低荷重でも固体摩擦が観測されている。一方、荷重を増して、塗膜内部に針を押し込むと、未乾燥の柔らかい部分による粘性的な抵抗が生じて、滑走時にも大きな信号が発生するようになっていた。この点が、硬い固体膜の場合の摩擦応答と大きく違うことが確認できた。

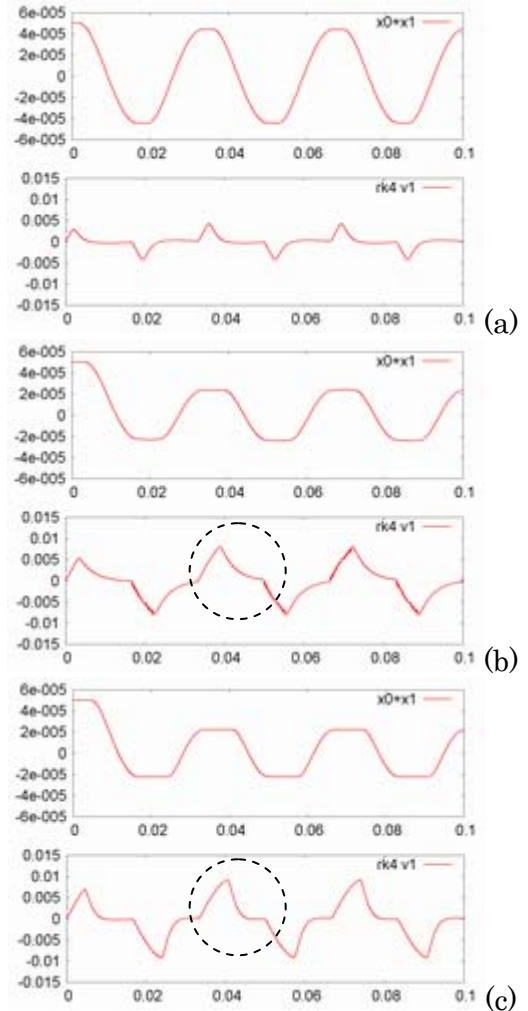


図 1 シミュレーション

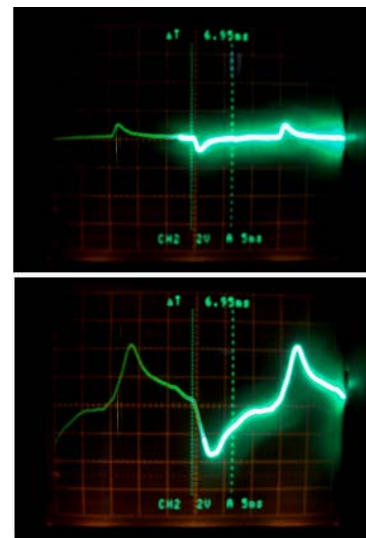


図 2 スクラッチ信号波形