

# 変動膜厚下での EHL 膜の挙動

メディカル・トライボロジー研究室 小松幹茂

## 1. 緒言

自動車や各種機械装置に用いられている、転がり軸受や、歯車、カム・タペットなどのように双方の潤滑面が点や線で接している潤滑部での荷重は弾性流体潤滑 (Elast-Hydrodynamic Lubrication :EHL) 膜により支持されている。その EHL 膜の厚さは速度や加速度、潤滑面の状況により変化する。特に始動直後などの極低速時には油膜が薄くなるため潤滑面同士の接触の可能性が高まる。接触を防ぐためには潤滑面に閉じ込め油膜が介在した状態からの始動が有効となる<sup>(1)</sup>。この閉じ込め油膜は潤滑面同士が急激に接近する際の 2 面の弾性変形より発生し、潤滑面の移動により排出される (図 1)。

本研究では加・減速状態での EHL 膜や閉じ込め油膜の挙動と摩擦や損傷の関係について検討している。ここでは、始動時におけるそれらの特性を検討した結果について述べる。

## 2. 実験装置

図 2 は用いた実験装置の概略である。1 インチの鋼球と下面に 20nm の Cr コーティングを施したガラス円板 (厚さ 5mm) との間の油膜形成状態や潤滑状態を波長 470nm の光源を用いた CCD カメラで観測している。鋼球とガラス円板は独立してその回転速度を制御できる構造であり、潤滑面に任意のスリップを与える事ができる。

図 1 は同装置により観測した、静止状態で衝撃荷重を負加した場合の油の閉じ込めと、その後のボールの回転に伴う閉じ込め油膜の排出を示したものである。

また、運転中の摩擦 (トラクション) は図 2 右に示すロードセルにより計測しており、主に閉じ込め油膜排出までの挙動に着目して観測している。

## 3. 実験結果

図 3a は  $W=20N$  の荷重を付加した後に、純スリップ (100%スリップ: ガラス円板 200mm/s) させた場合の摩擦力  $F$  の挙動に対する閉じ込め油膜の有る場合と無い場合からの始動の影響を示したものである。図からもわかるように、ガラス円盤がマクロな移動を示すまでの間の摩擦力が閉じ込め油膜の有ることにより低下していることがわかる。しかし、その後は閉じ込め油膜の排出により、EHL 膜の馬蹄形薄膜部での固体接触が始まり、閉じ込め油膜がない場合と同じく、コーティング膜が損傷を受け、その後膜は大きく剥離する。(図 4, (a), (b), (c))

ところが、ボールを少し回転させてスリップ率を 90%まで減少させた、閉じ込め油膜下での始動の場合には、そのような面の損傷はほとんどなく、ほぼ正常な運転が可能となる。閉じ込め油膜がない場合もほぼ同様であるが、わずかな表面損傷を受ける場合がある。

図 3(b)はそこでの摩擦力の挙動であるが、閉じ込め油膜

の存在により、やはり始動時の摩擦が低下しており、前述のわずかな表面損傷を考え合わせると、スリップ率をわずかに低下しての始動が好ましいと判断できる。

## 4. 結言

EHL 膜によって荷重が支持されている潤滑面の損傷を避けるためには純滑りを出来るだけ避ける事が望ましい。

また、仮に損傷が発生しない場合であっても、始動時の摩擦力を低下させるためには、停止時の閉じ込め油膜の保持が有効となる。

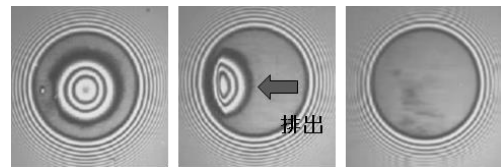


図 1 閉じ込め油膜とその排出

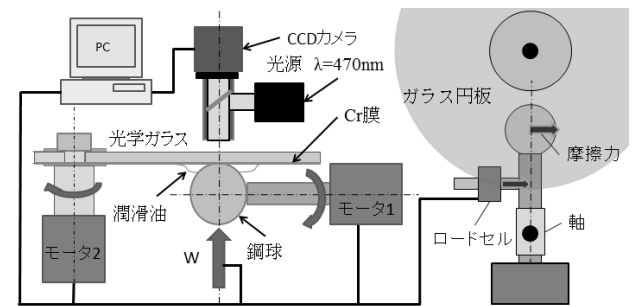


図 2 実験装置概略

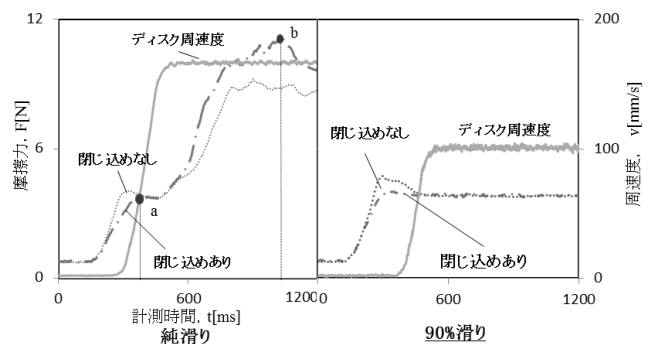


図 3 閉じ込め油膜の有無による始動時の摩擦力の違い

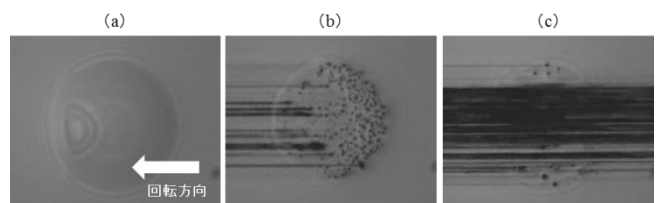


図 4 閉じ込め油膜の排出と損傷 ((a)と(b)は図 3 に対応)

## 文献

(1) 大野信義, 山田修輔: トライボロジー会議予稿集(2003)269.