

グリース導入膜厚制御下における EHL 膜厚と鋼球回転挙動の同時計測手法に関する基礎研究 Basic Study on Simultaneous Measurement Method of EHL Film Thickness and Steel Ball Rotation Behavior under Grease Induction Film Thickness Control

近畿大院（学）*鈴木 健太 近畿大・理工（正）東崎 康嘉 近畿大院（非）加賀 長門

Kenta Suzuki*, Yasuyoshi Tozaki**, Nagato Kaga*

*Kindai University Graduate School, **Kindai University

1. 緒言

転がり軸受のグリース潤滑では、Fig.1 のように充滿潤滑と枯渇潤滑の2つの状態があると言われている。転がり軸受面、歯車間のような荷重を受ける面積が極めて小さい部分では、接触面の弾性変形と潤滑油粘度の増大し転動体と転走面との間に微小厚さの油膜が形成される。この潤滑状態を弾性流体潤滑状態 (Elasto-Hydrodynamic-Lubrication: EHL) と呼び、この時に形成される油膜を EHL 膜と呼ぶ²⁾。

過去の研究では、ボールオンディスク試験機を用いてグリース導入膜厚を 50 μm と 400 μm に制御した状態で EHL 膜厚を測定した結果、グリース導入膜厚が 400 μm の時の EHL 膜厚が、50 μm の時よりも薄くなる現象が確認された³⁾。そこで本研究では、グリース導入膜厚を制御し、光干渉法による EHL 膜厚を計測すると同時に、ハイスピードカメラを用いて鋼球の回転挙動を観察することで、グリース導入膜厚と EHL 膜厚、鋼球回転挙動の関係を調査する。

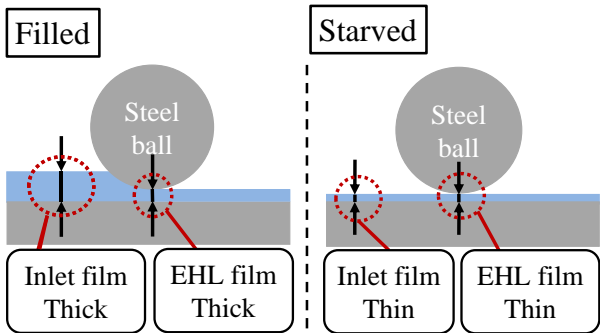


Fig. 1 Filled lubrication and starved lubrication

2. 実験方法

本研究で使用する実験装置の概略図を Fig.2 に、使用したグリースの性状を Table 1 に示す。グリースに紫外光を照射して返ってきた光の強さを計測する蛍光強度計測装置とスクレーパを用いてグリース導入膜厚を制御し、鋼球接触点での EHL 膜厚を計測すると同時に、ハイスピードカメラを用いて鋼球の側面を撮影する。そして、導入膜厚と EHL 膜厚、鋼球挙動の関係を調査する。グリースは基油に PAO40、増ちょう剤にシリカゲルを使用し、蛍光強度によるグリースの厚さを測定するため、蛍光剤の BBOT を添加した。

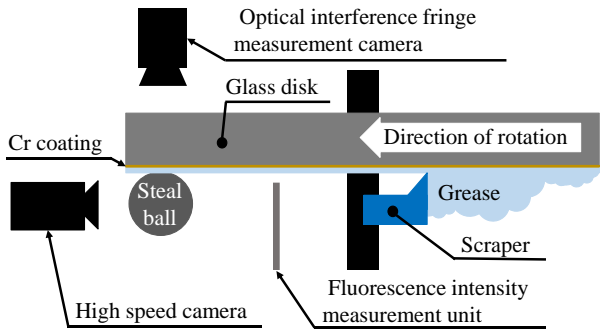


Fig. 2 Test equipment

Table 1 Properties of fluorescent grease

Base Oil	PAO40
Fluorescent Agent	BBOT
Fluorescent Agent Concentration [wt %]	0.01
Thickener	Silica Gel
Thickener Concentration [wt %]	6.0

グリース導入膜厚とガラスディスクの回転数が異なる 3 つの条件で実験を行った。実験条件を Table 2 に示す。

Table 2 Test conditions

Disk rotation speed [rpm]	10	100
Inlet grease film thickness [μm]	400	50 400
Room temperature [$^{\circ}\text{C}$]	24 ± 0.5	
Steel ball diameter [mm]	29.99	
Load on steel ball [N]	76.0	
Radius of contact point of steel ball from disc center [mm]	64.8	

3. 実験結果

Fig.3 と Fig.4 に示すガラスディスク回転速度とグリース導入膜厚がそれぞれ 10 rpm, 400 μm と, 100 rpm, 50 μm の条件では, EHL 膜厚と鋼球回転角度は一定であったのに対して, Fig.4 に示す 100 rpm, 400 μm の条件では EHL 膜厚と鋼球回転角度が時間経過とともに減少していることが確認された。

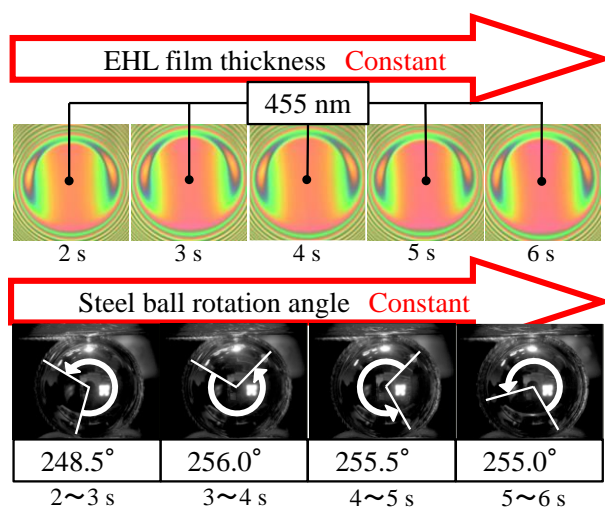


Fig.3 The result of 10 rpm and 400 μm

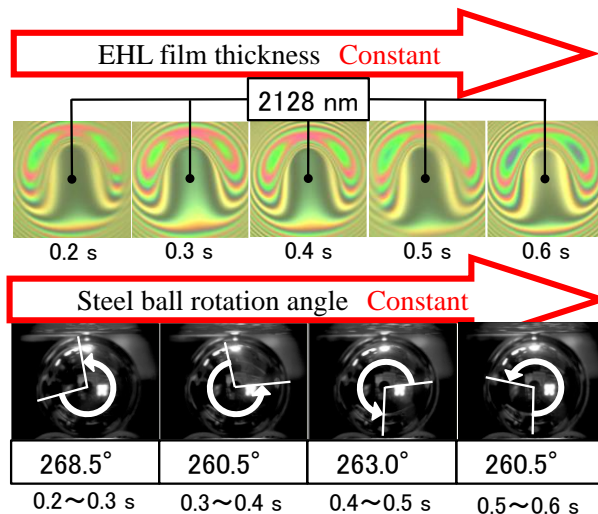


Fig.5 The result of 100 rpm and 50 μm

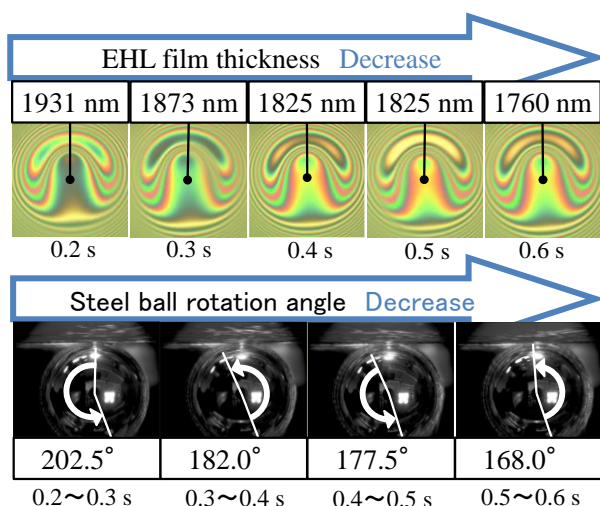


Fig.4 The result of 100 rpm and 400 μm

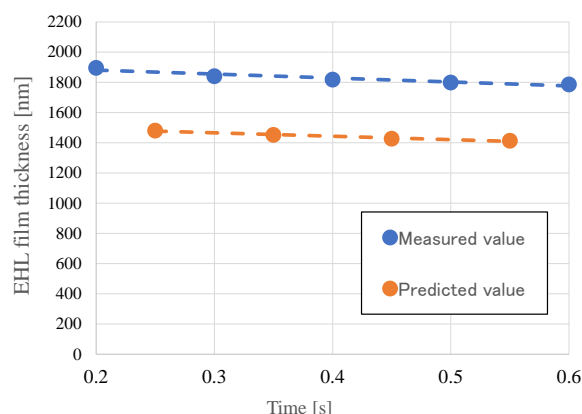


Fig.5 Comparison of measured and predicted values

4. 考察

ガラスディスク回転速度とグリース導入膜厚がそれぞれ 100 rpm, 400 μm の条件において, 鋼球へのグリースの付着量が時間経過とともに多くなることから, 鋼球とガラスディスクの接触部に入るグリースが多くなり, 鋼球の駆動力が低下したと考えられる。また, Fig. 5 に示す実測値と鋼球の回転速度から算出した EHL 膜厚がどちらも時間経過とともに減少していることがわかる。このことから, 鋼球にグリースが付着することで鋼球の質量が増加し, 慣性モーメントが増大したことによって鋼球の回転速度が減少したと推測される。

5. 結言

グリース導入膜厚が 400 μm では, 50 μm のときよりも EHL 膜厚が薄く, 鋼球の回転速度も低下していることが確認された。グリース導入膜厚が 400 μm では, 50 μm のときよりも鋼球に付着するグリース量が多いことから, 鋼球とガラスディスクの接触部に入るグリース量が多くなることによる鋼球の駆動力低下と, 付着したグリースによる鋼球の質量増加に伴う慣性モーメントの増大が原因だと考えられる。

文献

- 1) 星野：グリース潤滑の理論, トライボロジスト, 47, 1 (2002) pp.8-14
- 2) 八木：弾性流体潤滑の基礎, トライボロジスト, 59, 2 (2014) pp.68-74
- 3) 平井：グリース導入膜厚制御下における EHL 膜厚計測に関する研究, 近畿大学大学院修士論文 (2020) p.48