

アミド系ゲル状潤滑剤が形成する潤滑膜と潤滑特性

Lubricant Film Formed by Amide-based Gel Lubricant and Lubrication Property

一関高専（正）*加納 源 一関高専（非）大志田 茉那 一関高専（正）滝渡 幸治

岩手大・工（正）星 靖 岩手大・工（正）七尾 英孝 一関高専（非）二階堂 満

Gen Kano*, Mana Oshida*, Koji Takiwatari*, Yasushi Hoshi**, Hidetaka Nanao**, Mitsuru Nikaido*

*National Institute of Technology, Ichinoseki College, **Iwate University

1. 緒言

自動車や工作機械の動く部分には、ベアリングなどのしゅう動部品が使用されており、摩擦や摩耗によるエネルギーロスや損傷を防ぐために潤滑剤が使われている。

潤滑剤は、潤滑油などの液体潤滑剤、グリースなどの半固体潤滑剤、そして黒鉛などの固体潤滑剤の 3 種類に分けられる。その中で、半固体潤滑剤は液体潤滑剤に固体を分散させて調製されており、2 相系のため潤滑膜の構造が複雑である。先行研究としてグリースが形成する潤滑膜の解析では、その場観察による潤滑膜の直接観察が行われてきた。光干渉法を用いる潤滑膜厚さのその場観察では、低引き込み速度で潤滑膜が厚くなることが分かっている。また、化学分析を用いる成分濃度のその場観察では、接触域の中心で増ちょう剤の濃度が高くなることが分かっており、潤滑膜厚さに影響を及ぼすと考えられる¹⁾。

本研究では、半固体潤滑剤のウレアグリースとアミド系ゲル状潤滑剤を取り上げ、潤滑膜のその場観察から潤滑膜構造を解析し、潤滑特性との関係を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

2.1 試料

試料(潤滑剤)は、基油と添加剤から調製した(Fig. 1)．基油は、ポリ- α -オレフィン(PAO8)とポリオールエステル(POE30)を用い、添加剤は、グリースの増ちょう剤である脂肪族ジウレアと、ゲル化剤のオレイン酸アミド、ステアリン酸アミド、エルカ酸アミド、ベヘン酸アミドを用いた．添加剤を 12～20 mass% の濃度で基油に加えて調製し、潤滑剤とした．

2.2 赤外分光法を用いる潤滑膜のその場観察

Figure. 2 に実験装置である潤滑状態のその場観察試験機を示す. 顕微 FTIR とボールオンディスク型潤滑試験機を組み合わせた構成となっている. ボールとディスクには, 高炭素クロム鋼(SUJ-2)製のボールとサファイアディスクをそれぞれ使用した. ボールとディスクは点接触しており, 潤滑剤をディスクに塗布し回転させることで, 潤滑剤を引き込ませ潤滑膜を形成させた. そしてその潤滑膜について, 顕微 FTIR を用いて IR スペクトルを測定した.

しゅう動条件は、荷重を 5~25 N, 引き込み速度を 0.047~0.35 m/s, すべり率を 0 とした. 測定位置は接触域の中心とした.

2.3 トラクション係数の測定

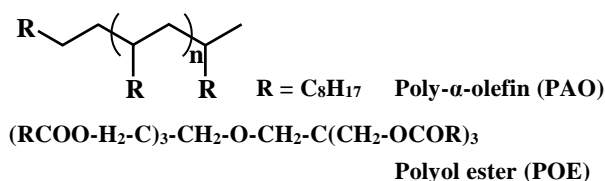
トラクション係数について、Fig. 2 のボールオンディスク型潤滑試験機を用いて測定した。しゅう動条件は、荷重が 25 N、引き込み速度 0.065 m/s、すべり率 0~0.6、温度は室温とした。

3. 結果および考察

3.1 潤滑膜のその場観察

潤滑膜の IR スペクトルより, 3000 cm^{-1} 付近に基油由来 (PAO8, POE30) の C-H 伸縮振動のピークが, 3500 cm^{-1} 付近には添加剤由来の N-H 伸縮振動が見られた. ピークの

Base Oil



Additive

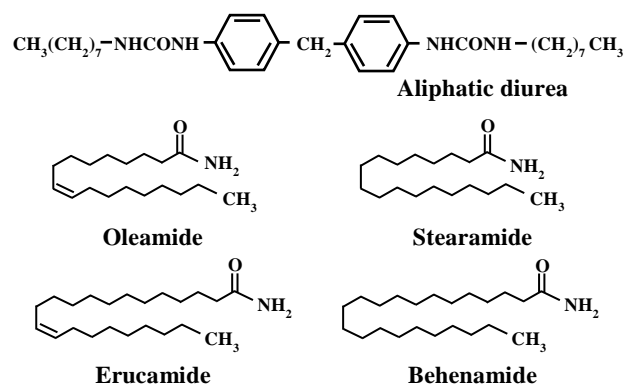


Fig. 1 Chemical structure of samples

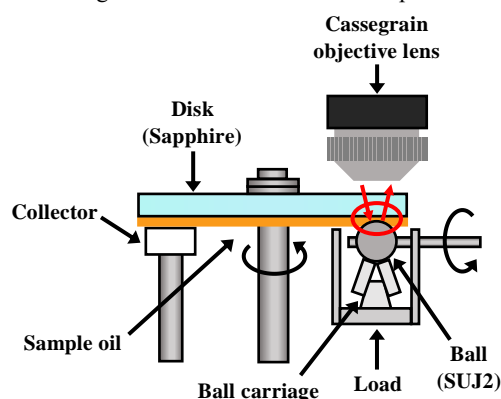


Fig. 2 Schematic view of *in-situ* observation with micro-FTIR and traction measurement

面積強度より検量線を作成して、潤滑膜の厚さと添加剤濃度を算出した (Fig. 3 (a), (b)). ウレアグリースの脂肪族ジウレア/PAO8 とゲル状潤滑剤のステアリン酸アミド/PAO8 では、引き込み速度が低くなると膜厚が厚く、添加剤濃度は高くなることが分かった。

ゲル状潤滑剤のオレイン酸アミド/PAO8 と基油の PAO8 では、引き込み速度が低くなると膜厚が薄くなり、添加剤が接触域に存在していないことが分かった。以上の結果より、増ちょう剤やゲル化剤が接触域に導入されると、潤滑膜が厚くなることが分かった。

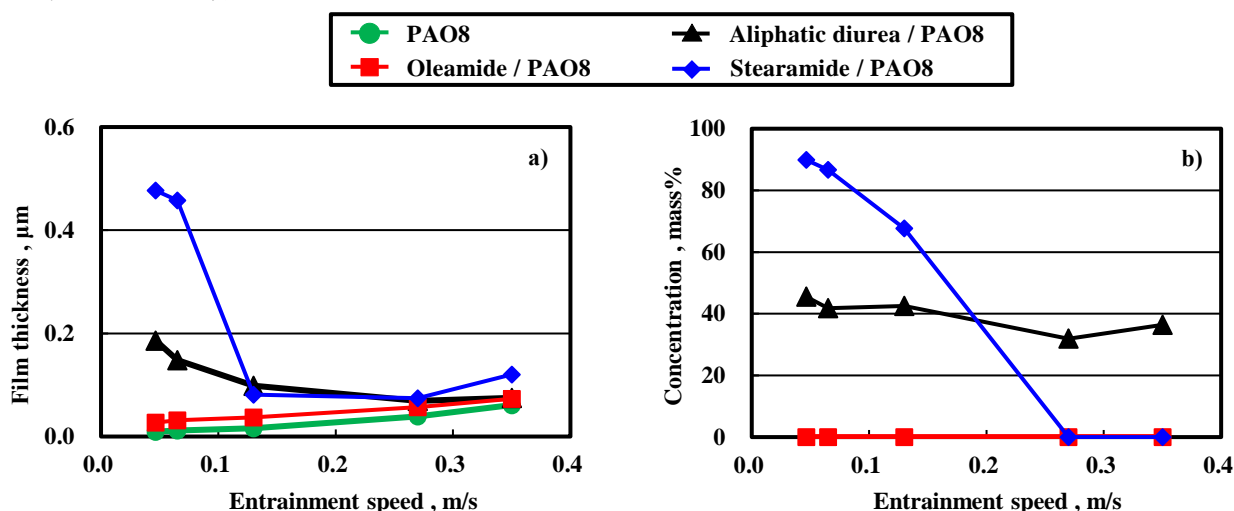


Fig. 3 Relationship between film thickness (a), additive concentration (b) and entrainment speed for each sample (Load 25 N, Slid/roll ratio 0)

3.2 トラクション係数

すべり率とトラクション係数の関係についてまとめたグラフを Fig. 4 に示す。トラクション係数が高い順に脂肪族ジウレア/PAO8, PAO8, オレイン酸アミド/PAO8, ステアリン酸アミド/PAO8 であることが分かる。これより、増ちょう剤はトラクション係数を高く、ゲル化剤はトラクション係数を低くすると考えられる。オレイン酸アミド/PAO8 のトラクション係数が PAO8 と同程度になったのは、Fig. 3 の結果から添加剤が接触域に導入されず PAO8 とほぼ同じ組成となったためと考えられる。

3.3 基油の極性

荷重 25 N, 引き込み速度 0.065 m/s, すべり率 0.4 の条件についてトラクション係数と添加剤濃度との関係を確認したところ、ゲル状潤滑剤はゲル化剤の種類によらず基油やウレアグリースに比べてトラクション係数が低い傾向が見られた。また、極性の POE30 を基油としたゲル状潤滑剤の添加剤濃度が低くなった。原因として、添加剤(ゲル化剤)は、材料表面に吸着し摩擦を下げると思われるが、極性の基油がゲル化剤の吸着を阻害するため²⁾、接触域でゲル化剤濃度が低くなったと考えられる。

4. 結言

本研究では、顕微 FTIR を用いてアミド系ゲル状潤滑剤が形成する潤滑膜のその場観察を行い、潤滑膜の組成や膜厚の変化、添加剤や基油の影響を調べた。

- ・低引き込み速度において、添加剤(ゲル化剤)が接触域に導入されることで潤滑膜が厚くなる。
- ・ゲル状潤滑剤はウレアグリースよりトラクション係数が低い。
- ・接触域の添加剤(ゲル化剤)濃度には基油の極性が影響する。

文献

- 1) 星・滝渡・七尾・森：グリース潤滑における過渡応答の顕微赤外分光法によるその場観察，トライボロジスト，61，11 (2016) 784.
- 2) 森 誠之. (2014). 「トライボロジーと表面技術」. 「表面技術」, 65, pp.546～550.

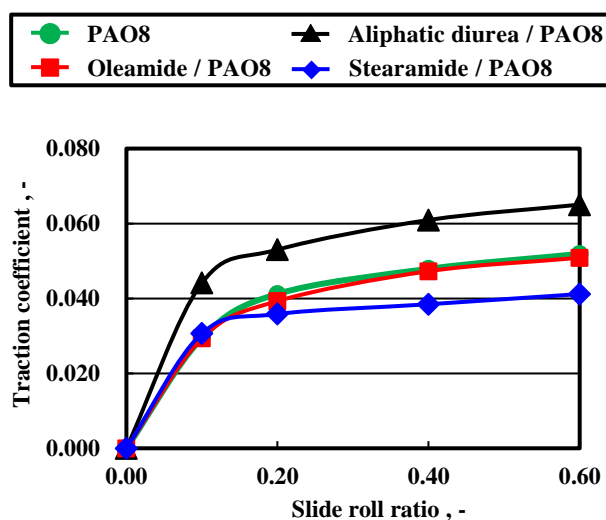


Fig. 4 Relationship between traction coefficient and slide/roll ratio for each sample (Load 25 N)