

光干渉法によるソフト EHL 膜厚の測定

近年、電動パワーステアリング、ウインドレギュレーターなどに、グリース潤滑による樹脂製の歯車が多用される。樹脂材料は弾性係数が小さいために発生圧力が低く、潤滑膜の形成に関しては圧力による流体の粘度の変化を考える必要がないので、通常金属材料の場合と区別して“ソフト EHL”と呼ばれている。

膜厚の測定には、ハード EHL の膜厚測定に用いた光干渉法 EHL 測定システムを使用し、樹脂材料と同等弾性率を持つポリカーボネート(PC)製のディスクと鋼球の間に形成される EHL 膜について測定を行った。測定は純転がりの状態で行った。ディスクと鋼球を別々のモーターで駆動して、転がり速度は1~0.1m/s, 荷重は10N, 温度は室温, 25°Cである。

実験に用いた潤滑油の種類及び一般性状を、Table 1 に示す。表中の粘度-圧力係数 α は、Glass ディスクを使って測定した EHL 膜厚から、Hamrock-Dowson 式によって逆算した数値である。Table 2 に示すように、各供試グリースとも、同一の基油を用い、増ちょう剤種類は変化したものである。増ちょう剤の量を調整してちょう度を同等にした。

供試油4種を用いて測定した膜厚を、無次元中央膜厚 H_c と速度パラメータ U との関係としてプロットすると、Fig.1 のようになる。実験点が H-D 式

$$H_c = 7.32U^{0.64}W^{-0.22} \{1 - 0.72 \exp(-0.28k)\}$$

の直線上に密集して、膜厚は粘度-圧力係数には無関係であることが分かる。

Table 1 供試潤滑油の一般性状

供試油	a PAO	b PAO	c N-鈹油	d P-鈹油
粘度 @25°C, mPa·s	125	79.4	121	75.1
α @25°C, GPa ⁻¹	15	14	26	20

Table 2 供試グリースの組成と一般性状

供試グリース	A	B	C
基油	PAO		
粘度 @25°C, mPa·s	49.5		
増ちょう剤	Li-St	Li-OHSt	Urea
濃度, mass%	12	9.5	11
ちょう度 (60w)	296	297	294
添加剤	None		

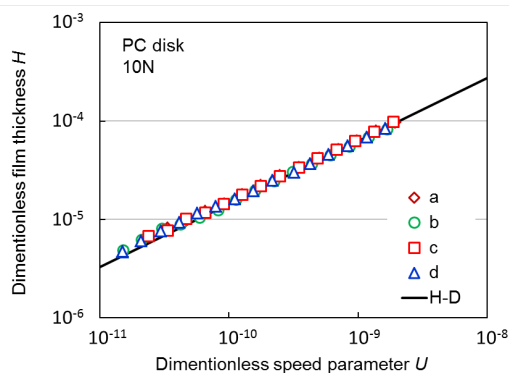


Fig.1 各種潤滑油の無次元膜厚の変化

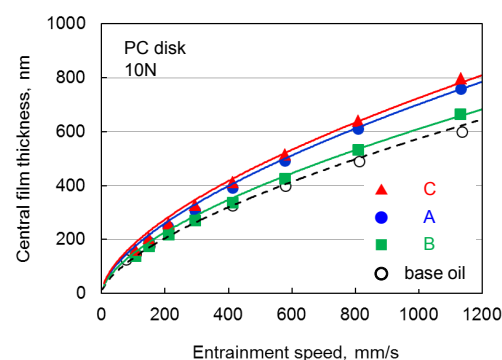


Fig.2 各グリースの膜厚の変化

Table 2 に示した3種のグリースを用いて測定した中央膜厚を比較すると、Fig.2 のようになる。いずれのグリースの膜厚は基油より大きい、同じ基油でも増ちょう剤の種類による差が見られ、C>A>B の順となっている。

PC ディスクを用いて、ソフト EHL 接触下の膜厚を測定できた。Fig. 2 に示すようにグリース潤滑の場合の潤滑膜は基油より厚くなり、増ちょう剤種類によって変化する。図中のカーブはグリースの見かけ粘度により導いた計算式の予測値を示す。

河内・市村・董・木村：グリースのソフト EHL における膜厚とトラクション、トライボロジスト, 61, 12 (2016), 874