

高煤濃度潤滑油の環境下での耐摩耗性摺動部材の開発

加工技術課 岩坪 聡、工業技術センター 榎本 祐嗣

(財) 機械振興協会 山口 誠*1、梶村 皓二、藤塚 将行、大同工業(株) 奥村 善雄、打田 洋樹

1. はじめに

近年、低炭素化社会へのひとつのソリューションとして、電気を動力源とする次世代自動車の開発が進められている。しかし、総消費電力の増大問題やインフラ整備等の点から、その普及拡大には時間を要し、順調に普及しても 2020 年には全体の約 10%といわれている。一方で、現在主流のエンジン車の必要性が根強く残っていくと予想され、エンジン車における低燃費化は、低炭素社会の早期実現の必須課題である。低燃費化の取組みの一つとして直噴式省エネルギーエンジンがある。この方式は稀薄燃焼であることから、原理的に冷却されたシリンダで多量の煤が発生し、潤滑油中への混入が避けられない。この煤を除去するために、排気ガス循環装置の多量化等による対策が試みられているが、数%の煤が潤滑油中へ混入した状態になる。この煤が、エンジン内摺動部品の摩耗特性の劣化を引き起こすことが問題にされており、早急な次世代高煤濃度潤滑油でも耐えうる摩耗性能に優れた部材の開発が求められている。本研究では、煤による摩耗現象の解明を進めるとともに、高煤濃度環境で使用できる摺動部材の設計の指針を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法及び結果

本研究では次のサブテーマで、煤の摩耗に及ぼす影響を調べた。摺動部品としては、チェーンを想定した。

- (a) 粉末パック法による炭化物膜の作製
- (b) 使用した材料の機械的特性
- (c) 炭化物の熱分析による酸化安定性の評価
- (d) 油中ピン・オン・ディスク型試験機による摩擦摩耗試験
- (e) 摺動面の元素・構造解析
煤の形態変化
顕微ラマン分光法による煤の構造解析
- (f) チェーン駆動試験
実機試験に近い製品の摩耗試験
- (g) 煤油環境下での求められる材料特性

最初に粉末パック法にて、CrC と VC 膜を作製し、膜の構造を評価した。その後膜表面の機械的特性をフィッシャーインストルメンツ社ピコデーターHM-500 にて測定した。実機で使用されている張力などの条件と得られた弾性率から、摺動面のヘルツ面圧を概算した。その面圧で摩擦摩耗試験が行えるように、治具等を設計し試験を行った。摩擦摩耗試験機は、レスカ社フリクションプレーヤ (Model:FPR-2100) を使用し、80°C の環境で煤なしの 0%と 1%の煤濃度の油中での摩耗試

験を行った。CrC と VC 硬質膜の相手材として、S53C 鉄鋼材料を用いた。煤のない 0%の場合は、初期の摩擦係数 μ は 0.14 程度であったが、時間が経過するにしたがって、0.05 まで減少してきた。一方、煤がある濃度が 1%の場合は、 μ は減少せず、逆に少し上昇する傾向があった。このことは、煤油ではなじみが起こらないことを意味し、摺動面粗さが変化し続けていることを示している。摺動速度と μ の関係を示すストライベック曲線からの考察と SEM などの観察の結果、煤がある場合の摺動は、CrC あるいは VC などの膜と鉄鋼材の間に潤滑油の層があるのではなく、煤を介在とする 3 元アブレッシブの状態になっていることがわかった。このような摺動状態では、硬質膜には界面で疲労剥離の大きなダメージを受ける。

図 1 に、非接触表面形状測定機 Zygo 社 NewView 7300 で評価した (a) OM 像と (b) トポ像を示す。損傷部分は黒く見えているが、摺動面先端部分で膜の表面剥離が発生し、それを起点として膜の破壊が後方に広がっていた。トポ像ではその部分が 0.1 μm 深くえぐれていることが観察できる。

図 2 に、CrC 膜の摩耗の進行状態を示す。最初に疲労剥離が発生し、その後急激に摩耗が進行するアブレッシブ摩耗になっていた。つまり、煤油で使用する場合、膜には硬さと共に、高い耐疲労特性が求められることが示された。

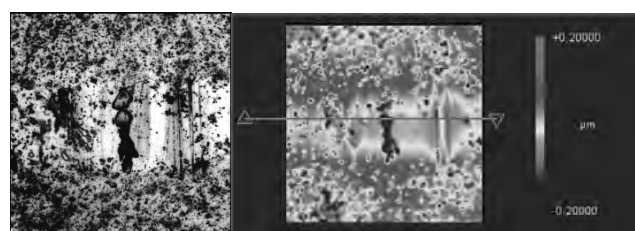


図 1 煤油潤滑における VC 膜の摺動面損傷

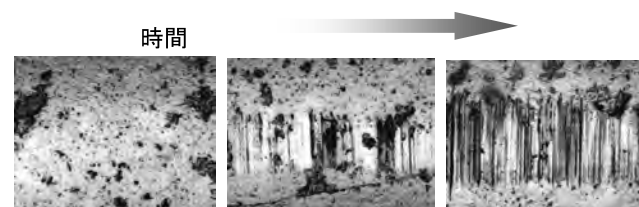


図 2 CrC 膜の摩耗進行状態

尚、本研究は独立行政法人科学技術振興機構からの先端的低炭素化技術開発の委託により実施された。

*1 現 秋田大学