

テーマ名 (タイトル)	排気エネルギーの有効利用と機械摩擦損失の低減に関する研究開発
SIPチーム	損失低減チーム リーダー大学: 早稲田大学 大聖 泰弘
AICE分科会	排気エネルギー活用分科会 摩擦損失低減分科会
目的	ターボ過給機の性能向上、燃料改質による排熱回収技術の開発を通じて排気エネルギーを低減する。従来は経験則に基づいていた摩擦損失メカニズムを解明し、大幅低減を狙う。

テーマ名 (タイトル)	境界・混合潤滑領域における耐荷重性能の改善 (表面塑性加工による摺動面およびその近傍の傾斜組成化による耐荷重性能の向上)
クラスター大学	名城大学 宇佐美初彦
50%への貢献	複合加工技術を基とした表面改質手法を用いて固体潤滑剤と軟質金属から構成される高耐久超低摩擦表面層を創成し、エンジン部品摺動面(ピストンスカート、軸受)に適用する。さらに油剤中に配合される摩擦調整剤との反応を律速させる触媒金属を改質表面に分散させる手法を確立し、摺動部位(部品)に応じた表面改質技術を確立する。
目的達成のための構想	●実機のピストンスカート部でも性能を十分発揮できる高耐久性改質技術の確立と検証
アピールポイント	●寸法管理容易かつ摺動部位に応じた表面改質技術の実部品(ピストン)への適用

ピストンスカート表面改質プロセス

熱処理 (コーティング) 塑性加工 (ピーニング) 塑性加工 (ローバニシング) テクスチャリング (タイリング、含む仕上)

機械的処理による表面改質 (≤250°C) 熱処理の併用による硬さ制御、緻密化を実現

連続切削による テクスチャリング

既設の加工プロセスに組込可能な手法を提案

被膜組成: Cu-MoS₂微細粉末分散Sn-Zn合金

遊星ボール混合により粉体を微細化: 低温度での複合化を実現 成膜面

FCD250 (シリンダライナ) に対して低い摩擦摩耗特性を確認⇒ スカート部に適用

300N (9MPa), 0.5m/s, 80°C Spec. B

ピストンスカート部の仕上加工

成膜スカートの仕上げおよびタイリング加工

スクートプロファイルに対応したエンドミルによる仕上げ加工 (加工時間 ≤ 1min)

タイリングによるマイクロディンプル加工 (加工時間 ≤ 10sec)

表面改質とテクスチャリングに相乗効果による摩擦低減安定化

紡錘形ディンプルの適用

刃先形状と工具軌跡の制御により自在なテクスチャを実現

最適テクスチャにより広範囲な荷重条件で非常に低く安定した摩擦特性を実現

提案表面開始処理 (固体潤滑剤分散金属膜) との相乗効果により、より高荷重領域 (≥ 300MPa) での摩擦低減

SUJ2, 1m/s PAO5 @ 40°C

固体潤滑剤分散配向樹脂オーバーレイによる低摩擦・高耐焼付性エンジンベアリングの開発

- Phase 1:** オーバーレイ構造の最適化と固体潤滑剤の高配向化
- ▶ 微粒子ピーニングによる下地処理と複層化により密着性を向上 (2014FY)
 - ▶ 高速スピンドットにより MoS₂ の高配向化を実現 (2015FY)
- Phase 2:** オーバーレイの耐久性向上
- ▶ 硬質ナノ粒子 (ナノSiC) 添加によりオーバーレイ寿命を向上 (2016FY)
- Phase 3:** 曲面すべり軸受への適用とラボ内ジャーナル試験の実施
- ▶ 曲面ロールコート成膜装置の製作 (2016FY)
 - ▶ ラボ内ジャーナル試験機の製作 (2017FY)
 - ▶ 自転ローラー組み込みによるロールコートでの固体潤滑剤の高配向化 (2018FY)

ナノSiC/MoS₂含有層状オーバーレイ

高速スピンドット: 10μm

ロールコート: 10μm

高速スピンドットとロールコートの断面比較

(002)の配向度: 97%

(002)の配向度: 64%

高速度スピンドットとロールコートでの高配向を実現しなければならない

製作したジャーナル摩擦試験機

インターバルジャーナル摩擦試験

グラファイト分散樹脂オーバーレイを曲面すべり軸受に成膜し、一定間隔で起動・停止を繰り返すインターバル摩擦試験を実施

- ▶ Sliding speed: 4 m/s (3600 rpm)
- ▶ Vertical load: 100 N
- ▶ Mated material: S45C
- ▶ Room temperature
- ▶ Lubrication: OW-8 + a (SIP-B)
- ▶ Running time: 10 s, Interval: 10 s
- ▶ Cycles: 60 cycles (120s @ 60th cycle)

Friction behavior of interval journal friction test (60th cycle in 60 cycles)

Average friction coefficient from 1st cycle to 10th cycle and from 20th cycle to 60th cycle of interval journal friction tests

自転ローラーの組み込みによる固体潤滑剤の高配向化

追従回転 自転

ロールコート成膜装置 (2016) では成膜ローラーが追従回転 → 成膜ローラーを自転させて転がりますべりを養わせることで樹脂液を流動させて固体潤滑剤の配向化を促進

自転ローラー組み込みロールコート成膜装置