

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 教授
AICE分科会	ディーゼル燃焼分科会 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)	潤滑油添加剤と表面改質とのマッチングに基づく相乗効果による摩擦低減メカニズムの解明
クラスター大学	東京工業大学 青木 才子
目的	新規高分子系添加剤による油性効果, 異種添加剤間の協奏効果, 潤滑油添加剤と機能性表面の協奏効果を検証し, 優れた摩擦低減効果を発揮する潤滑システムを構築する。
目的達成のための構想	●適切な添加剤や機能性表面との組み合わせを探索し, 潤滑油単体の性能向上を図る。
アピールポイント	●最適なエンジン油処方に向けて境界潤滑試験を実施し, 新規VIIや摩擦低減剤を提案する。

新規高分子系添加剤による油性効果

ポリメタクリレート(PMA)

- エンジン油の粘度温度特性改善
- 高分子系添加剤がもつ油性効果(摩擦低減作用)に注目。

MW: 20,000~15,000,000.
n: 50~4500

Bad ← Solvent → Good
Low ← Temperature → High

Tribology & Lubrication Technology, 68, Dec. P. 96 (2012)

油性剤(脂肪酸等)

極性化合物(モルホン酸, モノエステル等)

官能基(吸着点)

基板

分子脱離・配向の乱れにより荷重支持効果の消失

新規PMA系添加剤

多官能性高分子

官能基(吸着点)

分子が脱離しにくい

基板

分子脱離確率を低減し, 分子配向に依存しない荷重支持効果

高密度吸着高分子膜による耐荷重性能の増大 擬似流体潤滑の可能性

新規高分子系添加剤による油性効果

高温下における高分子系添加剤の摩擦摩耗特性の評価

荷重 500 N 昇温速度 1 °C/min すべり速度 5 mm/s

急激な摩擦増大
低摩擦を維持

直鎖アルコール ⇒ 単点吸着
急激に分子脱離
温度上昇
徐々に分子脱離
PMA-OH ⇒ 多点吸着

➢ 高分子系添加剤は高温しゅう動条件においても吸着を維持する可能性

➢ 低分子化合物は急激な摩擦係数の上昇

異種添加剤間の協奏効果

ZnDTPの耐摩耗性能に及ぼす共存添加剤の影響(単体と混合時の比較)

転がりすべり摩擦試験

面圧 $P_{mean}=667\text{MPa}$ 温度 100 °C すべり率 100 %

N基共存時: リン酸被膜の減退

COOH基共存時: リン酸被膜の成長

ZnDTP比較	N	OH	COOH
トライボフィルム	低下傾向	増加傾向	等しい
効果	阻害効果	-	協奏効果

異種添加剤間の協奏効果

ZnDTPの耐摩耗性能に及ぼす共存添加剤の影響(潤滑油切替試験)

切替摩擦試験
ZnDTP無供給時のトライボフィルム変化

混合切替摩擦試験
ZnDTP供給時のトライボフィルム変化

トライボフィルム生成傾向	ZnDTP共存	切替or混合切替
4n-s	減少傾向	切替↓
PMAN	減少傾向	混合切替↓
PMAOH	増加傾向	切替↓ 混合切替↑
PMACOOH	ZnDTP同様	切替↓ 混合切替↓

詳しい化学反応, 油中の影響について詳細な検証が必要
この結果に基づき理論的にエンジン油を構成することが可能

潤滑油添加剤と機能性表面の協奏効果

油性剤(脂肪酸)と表面テクスチャの協奏効果

面圧 $P_{mean}=700\text{MPa}$ 温度 40 °C

直鎖脂肪酸(ステアリン酸)吸着膜

擬固体状の分子膜

優れた摩擦低減効果

➢ 直行粗さ表面でステアリン酸分子膜の摩擦低減効果が低速まで持続

➢ 無添加基油では差は生じない

➢ 最適なテクスチャの開発と添加剤との組み合わせ

➢ 効果発現の機構の解明

潤滑油添加剤と機能性表面の協奏効果

油性剤(脂肪酸等)と硬質炭素膜の協奏効果

面圧 67 MPa 時間(速度毎) 300 s 温度 23 °C 潤滑油 10 μL

➢ 耐摩耗性硬質炭素被膜コーティングの種類による摩擦低減剤の効果の相違

➢ 表面処理の種類ごとに効果の高い添加剤の探索が必要

➢ 支配因子は何か

➢ 混合潤滑下で超潤滑効果(極低摩擦)発現

➢ 流体潤滑効果を加味した添加剤の性能把握