

論文 / 著書情報

Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study on Tribofilm Formation and its Friction Characteristics Caused by Promotive and Inhibitive Action between Various Lubricating Additives and Functionalized Polyalkylmethacrylates in Low Viscosity Engine Oils
著者(和文)	HuangChao
Author(English)	Chao Huang
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12813号, 授与年月日:2024年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:青木 才子,久保内 昌敏,関口 秀俊,谷口 泉,森 伸介
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12813号, Conferred date:2024/6/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名		Huang Chao	
論文審査 審査員		氏 名		職 名		氏 名	職 名
	主査	青木 才子		准教授	審査員	森 伸介	准教授
	審査員	久保内 昌敏		教授			
		関口 秀俊		教授			
		谷口 泉		准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「Study on Tribofilm Formation and its Friction Characteristics Caused by Promotive and Inhibitive Action between Various Lubricating Additives and Functionalized Polyalkylmethacrylates in Low Viscosity Engine Oils」と題し、以下の 6 章より構成されている。

第 1 章「Introduction」では、自動車の省燃費化に伴いエンジン油の低粘度化を達成するためには境界潤滑領域における不要な摩擦低減および耐摩耗性の向上が課題である現状を示し、境界潤滑領域ではエンジン油に含まれる耐摩耗添加剤 ZnDTP (Zinc dialkylthiophosphate)や摩擦調整剤 MoDTC (Molybdenum dithiocarbamate)から形成される反応被膜(トライボフィルム)が摩擦摩耗低減に寄与することから、これら添加剤を含めカルシウム(Ca)系清浄剤や分散剤などの複数の添加剤併用下で生じる協奏阻害効果を明らかにし、各々の添加剤が有する摩擦摩耗低減性能を最大限に発揮させることが有効な対策であると概説している。さらに、低粘度エンジン油の開発に向けて、粘度調整剤と摩擦調整剤の機能を併せ持つポリメタクリレート系高分子添加剤(PMA)を導入し、PMA と既存エンジン油添加剤との協奏阻害効果を明らかにすることの重要性を示し、既往研究を概観しながら本研究の目的と本論文の構成を述べている。

第 2 章「Effect of additive combinations on the tribofilm formation and the friction and wear reducing performance of fully formulated 0W-8 oil」では、各種添加剤(ZnDTP, MoDTC, Ca 系清浄剤, 分散剤)の配合が異なる複数の低粘度 0W-8 エンジン油を調整し、これら添加剤の組み合わせがトライボフィルム形成と摩擦摩耗特性に及ぼす影響を検討している。ZnDTP および MoDTC はポリリン酸および二硫化モリブデン(MoS₂)を主体とするトライボフィルムを形成するが、Ca 系清浄剤の併用により、ポリリン酸鎖長および MoS₂ 形成量は減少し、これは Ca 系清浄剤の競争吸着により Ca 化合物が形成すること起因すると述べている。

第 3 章「The tribofilm formation and the tribological characteristics of fully formulated 0W-8 oil in the coexistence with the functionalized polymethacrylate」では、水酸基(PMA-OH)、アミノ基(PMA-N)、カルボキシ基(PMA-COOH)など極性官能基が異なる数種類の PMA を用いて、MoDTC 無添加の 0W-8 エンジン油におけるトライボフィルム形成と摩擦摩耗特性への効果を検討している。PMA-OH や PMA-COOH の添加により中性塩の ZnDTP の割合が増加することで、CaO などの Ca 化合物を多く含有し硫黄(S)や亜鉛(Zn)量が少ない長鎖ポリリン酸を主体とするトライボフィルムの形成が促進し、摩擦摩耗低減に大きく寄与する一方、PMA-N の添加では ZnDTP と錯体を形成することで摩擦時間の増大に伴い長鎖ポリリン酸の分解が進行し、トライボフィルムの耐久性低下をもたらすことを見出している。

第 4 章「Effect of friction modifiers on tribofilm formation and the tribological characteristics of the fully formulated 0W-8 oil」では、第 3 章で示された極性官能基を有する PMA の競争阻害効果が極性基に起因するものか明らかにするため、水酸基、アミノ基、カルボキシ基を有する低分子極性化合物を用いて検討を行い、低分子極性化合物の併用下においてもポリリン酸鎖長は増大し摩擦摩耗が低減していることから、PMA の極性基は ZnDTP 由来のトライボフィルムの組成に影響を及ぼす可能性を示唆している。さらに、MoDTC を含む 0W-8 エンジン油における PMA 添加の影響を検討した結果、PMA の種類に関わらず摩擦摩耗低減効果は維持される一方、MoS₂ 比率やポリリン酸鎖長などトライボフィルムの組成に差異が生じることを明らかにしている。

第 5 章「Statistical analysis on the correlation between the elemental intensity of tribofilms and the corresponding coefficients of friction obtained with fully formulated 0W-8 engine oils」では、トライボフィルムの各元素強度間や摩擦係数との相関を Pearson の相関係数により評価した結果、摩擦係数はモリブデン(Mo)と相関があり、Ca は P や O と相関を示すことから、MoDTC 由来のトライボフィルムの形成が摩擦低減に有効であり、ZnDTP 由来のポリリン酸と Ca は複合化合物を形成している可能性を見出している。さらに、各元素間の相関に基づき、PMA 添加の 0W-8 エンジン油から形成されたトライボフィルムの摩擦摩耗低減効果について提案している。

第 6 章「Conclusion」では、本研究を総括して、本研究における成果と今後の展望を述べている。

これを要するに、本論文は、低粘度エンジン油に配合された ZnDTP を主体として、MoDTC や PMA などの摩擦調整剤、Ca 系清浄剤、分散剤など複数の添加剤間で生じる協奏阻害効果を明らかにし、ZnDTP 由来の長鎖ポリリン酸や Ca 複合化合物の形成は耐摩耗性の向上に寄与し、ポリリン酸とともに MoS₂ や CaO が形成することが摩擦低減に有効であるという基礎的知見をまとめたものであり、工学上、工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として十分に価値あるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。