

博士學位論文

内容の要旨

および

審査の結果の要旨

甲第 12 号及び甲第 13 号

平成 21 年 3 月

湘南工科大学

目 次

学位記の番号 甲 第13号 (平成21年3月20日)

学位論文題目

ポリアルキルメタクリレート添加油の弾性流体潤滑および
薄膜潤滑に関する研究

氏 名 中村 健太

氏名	中村 健太 (本籍地 神奈川県)		
学位の種類	博士 (工学)		
学位の番号	甲 第13号		
学位授与の条件	学位規則第3条第2項該当		
学位授与の日付	平成21年3月20日		
学位論文題目	ポリアルキルメタクリレート添加油の 弾性流体潤滑および薄膜潤滑に関する研究		
論文審査員	(主査)	湘南工科大学教授	村木 正芳
	(副査)	東京工業大学教授	中原 綱光
	(副査)	湘南工科大学教授	片岡 征二
	(副査)	湘南工科大学教授	北洞 貴也

論文内容の要旨

地球温暖化防止の観点から、自動車において排出炭酸ガス量の低減が求められている。エンジンや動力伝達装置に用いる自動車用潤滑油には粘性抵抗低減のために低粘度化がなされているが、粘度—温度特性の改善が新たに要求される。一般的な自動車用潤滑油には粘度—温度特性改善のために粘度指数向上剤が添加され、分子量数万～数十万のポリマーが用いられている。ポリマーにはポリアルキルメタクリレート（以下、PAMA と称す）が多く用いられ、その添加油のトライボロジー特性に関する従来の報告は、スラッジを分散させる目的でアルキル基を官能基に置換した分散型 PAMA を対象にしたものが多く、スラッジ分散性能以外にも摺動部の表面に保護膜を形成することが見出されている。一方で、PAMA の基礎的性質を決めるアルキル基に関する報告は十分になされていない。近年では、PAMA 添加油のせん断安定性向上のための PAMA の低重合化や、高粘度指数化のための構造内のアルキル基の最適化がなされ、トライボロジー特性と PAMA 組成の関係の解明が求められている。

本研究では、非分散型の PAMA を対象に、アルキル基の形状と分子量がトライボロジー特性に与える影響を調べ、自動車用潤滑油に用いる PAMA の分子設計に一つの指針を与えることを目的とする。

幅広い潤滑領域での油膜厚さとトラクションを測定できる試験機を用いて、PAMA 添加油の油膜形成能とトラクション挙動に、アルキル基の形状や分子量が与える影響について調べた結果次のことがわかった。

- ①厚膜領域 (sub- μm ～) の油膜形成能にアルキル基の形状の影響は認められず、同一アルキル基では、低分子量に比べて高分子量の PAMA 添加油で shear thinning の効果が顕著に現れた。
- ②EHL 下のトラクションを見積る近似解に、PAMA 添加油の実測の油膜厚さにより求められるせん断粘度と基油の物性を用いた計算結果は、実測のトラクション曲線を良好に表現できた。すなわち、PAMA 添加油の EHL 下のトラクション挙動には基油の物性が支配的であった。
- ③膜厚数十 nm 以下の接触部では、吸着により PAMA が支配的となるために、アルキル基の形状や分子量、基油との組合せに基づく分子間相互作用が影響する薄膜潤滑状態となり、この分子間相互作用によって油膜形成能やトラクション挙動が支配された。

すなわち、PAMA の組成の影響は薄膜潤滑状態で顕著に現れ、アルキル基の形状や分子量、基油との組合せに基づく分子間相互作用の強さがトライボロジー特性に影響を及ぼすことがわかった。

審査の結果の要旨

本研究は、自動車の排出ガス低減の観点から進められている潤滑油の低粘度化に伴う問題を課題としている。すなわち、潤滑油には粘度指数向上剤としてのポリアルキルメタクリレート（PAMA）などのポリマーが用いられるが、PAMA の組成とトライボロジー特性との関係解明が重要である。本研究では化学組成が明らかな非分散型 PAMA 添加油を用いて、PAMA のアルキル基の構造と分子量が油膜形成能とトラクション挙動に与える影響を潤滑領域毎に論じ、ポリマー添加油の理論的取り扱いを確立することと、最適なポリマーの組成を見出すことを目的とした。

まず、EHL 油膜形成能にアルキル基の構造の影響は認められず、同一アルキル基では低分子量ほど優れること、トラクションを見積る近似解を基に、油膜厚さにより求められるせん断粘度と基油の物性を用いた計算結果は、PAMA 添加油のトラクション曲線を良好に表現できることがわかった。次いで、数十ナノメートル以下の薄膜領域では、ポリマーが支配的な薄膜潤滑状態となることが示唆され、この領域では油膜形成能にアルキル基の構造の影響が顕著に現れ、アルキル基の炭素鎖長が短く枝分れ状のものが優れ、特定のレオロジーパラメータと関係付けられた。一方、トラクション挙動はアルキル基の形状がトラクション挙動に影響を与えることを見出した。

本論文の内容には、粘度指数向上剤配合型潤滑油の設計に必要な指針と多くのデータが含まれており、研究としての新規性と有用性が高く評価され、博士(工学)の学位にふさわしいと判断した。公開発表会の質疑応答においても、従来研究と対比の上で本研究の位置づけが明らかとなった。本研究の結果は、査読付論文として学会誌に 3 篇掲載されており、国際会議においても 4 件の口頭発表を行うなど語学に関する能力も十分であると判断された。