

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	自動車用ガソリンエンジンの環境負荷低減技術のためのエンジン油開発と実用性能に関する研究
Title(English)	Studies on development and practical performance of engine oil for environmentally-friendly technologies in automotive gasoline engines
著者(和文)	佐川 琢円
Author(English)	Takumaru Sagawa
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:乙第4113号, 授与年月日:2015年3月31日, 学位の種別:論文博士, 審査員:益子 正文,森 伸介,青木 才子,大竹 尚登,小酒 英範,京極 啓史,三原 雄司
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:乙第4113号, Conferred date:2015/3/31, Degree Type:Thesis doctor, Examiner:,,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(論文博士)

論文要旨 (和文2000字程度)

(Summary)

報告番号	乙 第 号	氏 名	佐川 琢円
<p>(要 旨)</p> <p>自動車用ガソリンエンジンの環境対策としてはエネルギー効率向上や排出ガス低減が求められている。その中でガソリンエンジンに使われるエンジン油についても、省燃費化を実現するための低粘度化・低フリクション化, 更には有害成分 (HC,CO,NO_x) を含んだ排出ガスを清浄化する排気触媒の被毒低減のために, エンジン油の低リン化, 低硫黄分が課題となっている。</p> <p>本論文は, 自動車用ガソリンエンジン油の低粘度化, 低フリクション化の検討, および排出ガス低減効果維持に必要なエンジン油のリン分, 硫黄分低減に関する実用上の課題を解析し, 更には表面分析や化学反応シミュレーションによるトライボロジー現象の解析を実施した。</p> <p>第1章「序論」では, 自動車用ガソリンエンジンにおけるエンジン油の省燃費化, 触媒被毒低減の重要性を示すとともに, エンジン油に求められる機能や, エンジン油の製法やシミュレーションによるトライボロジー現象の解析手法を示した上で, 本研究の目的と本論文の構成について示した。</p> <p>第2章「エンジン油中への燃料希釈の要因と希釈量予測手法の開発」では, 直噴ガソリンエンジンにおける燃料希釈要因解析と燃料希釈量を推定する手法について検討を行った。燃料希釈を増加させる要因を, 吸気ポート噴射エンジンおよび筒内直噴ガソリンエンジンを使って調査し, 燃料希釈量に影響する要因を明らかにした。また, 燃料希釈量の時間変化を数式化することを試み, 実測による希釈量の時間変化傾向と良く一致することを見出した。</p> <p>第3章「エンジン動弁系カムシャフト摩耗に与える摩耗要因解析」では, エンジン動弁系カム摩耗に影響する要因解析を行い, エンジントルクの増加により排気NO_x濃度が増加し, 耐摩耗防止剤ZnDTPの分解が進むことでカム摩耗が増加することを示した。このことから, エンジントルク規定幅を狭めることで同一エンジン油評価時のカム摩耗量の精度向上を図った。また, エンジン吸気湿度がカム摩耗量に影響することから, エンジン吸入空気湿度と温度をコントロールすることで, 同一エンジン油評価時のカム摩耗量の精度向上を図った。</p> <p>第4章「低フリクションエンジンにおける省燃費性向上限界把握と実用性能との両立」では, 直動式動弁機構を持つエンジンにおけるオイル低粘度化による省燃費性向上のポテンシャルを明らかにし, 更にローラーロッカー式動弁機構での低粘度化, 低フリクション化による省燃費効果の調査も行った。その結果, HTHS粘度2.0mPa・s程度の低粘度まで燃費向上が期待でき, 特にMoDTCを含むエンジン油は低粘</p>			

度による燃費向上効果が大きく、直動式動弁機構エンジンでその効果は大きくなることを示した。

第5章「水素フリーDLCコーティング適用エンジンにおける無灰系摩擦調整剤による省燃費効果と実用性能」では、水素フリーDLC (ta-C) バルブリフターを適用したエンジンに最適な5W-30 GF-4エンジン油の検討を行った。その結果、無灰系摩擦調整剤の添加および粘度特性の改良により、省燃費性能は、5W-30 GF-3 MoDTC添加油に対する10-15モード燃費向上率推定値で0.5%、汎用油に対しては、1.6%となり、省燃費寿命に関してもMoDTC配合油では省燃費寿命が10000走行km程度なのに対し15000km走行まで持続していることを示した。

第6章「水素フリーDLCコーティングへの摩擦調整剤作用機構解析」では、グリセリンモノオレートのようなエステルが、水素フリーDLC(ta-C)表面でフリクションを低減するのに加えて、長鎖の分子構造を持たないグリセリンのようなポリオールでも低摩擦係数を示す特異的な傾向を示すことから、高真空摩擦試験機と気相の潤滑油による摩擦試験とコンピューターシミュレーションによって相当する反応を調査した。その結果、ta-Cによる摩擦試験では、高真空状態ではフリクションが高いのに対し、グリセリンガスや過酸化水素ガスを導入するとフリクションが低減することから、トライボケミカル反応により炭素表面にH末端とOH末端が生成し、フリクションが低減することを示した。加えてコンピューターシミュレーションによっても実験結果と一致することを示した。

第7章「水素フリーDLCコーティング適用エンジンにおける0W-20低粘度化対応の検討」では、水素フリーDLC (ta-C) バルブリフターを適用したエンジンにおいて、5W-30よりも更に低粘度の0W-20でも低フリクション化可能なエンジン油の検討をおこなった。その結果、0W-20エンジン油では水素フリーDLCコーティングが適用されていない部品の影響により、燃費改善には摩擦調整剤MoDTCがより効果的であること、実車走行時のようなオイルが劣化する環境においても、水素フリーDLC コーティングによりフリクションよりも大幅に低減でき、低フリクション効果を20,000km走行程度まで維持できることを示した。

第8章「総括」では本論文で得られた結果を総括した。

(論文博士)

論 文 要 旨 (英 文)

(300語程度)

報告番号	乙 第	号	氏 名	佐川 琢円
<p>(要 旨)</p> <p>Automotive gasoline engines are required to increase energy efficiency and to reduce emission gas in terms of environmental-friendly. Low viscosity and low friction engine oil is investigated to realize fuel economy improvement for environmental-friendly of gasoline engine. Furthermore, low phosphorus and low sulfur engine oil is investigated to prevent poisoning of catalyst to purify emission gas with HC, CO and NOx. This paper reports studies on practical performance of automotive engine oil to reduce viscosity, to reduce friction, to reduce phosphorous and sulfur components in engine oil for emission system protection. Additionally, tribology phenomenon is studied by experimental surface analysis and computer simulation to predict chemical reaction.</p> <p>In chapter 1, the background and the objective of this paper is discussed.</p> <p>In chapter 2, prediction formula of fuel dilution is proposed based on fuel dilution factors.</p> <p>In chapter 3, precision of valve train wear engine test is improved based on factor of wear in camshaft.</p> <p>In chapter 4, improvement limits of fuel economy is studied and GF-3 0W-20 engine oil with practical performance is investigated.</p> <p>In chapter 5, GF-4 5W-30 which is suitable for hydrogen free DLC coating is studied. It realizes low phosphorus, good fuel economy and extension of fuel economy duration.</p> <p>In chapter 6, low friction mechanism of short chain alcohol is studied by experimental method and computer simulation method. The result shows reactivity on top surface of hydrogen free DLC coating and generation of O/OH termination on DLC surface are important.</p> <p>In chapter 7, 0W-20 low viscosity engine oil for hydrogen free DLC coated engine is investigated and it is found that MoDTC friction modifier is effective to improve fuel economy and to extend fuel economy duration.</p> <p>In chapter 8, all conclusions are summarized.</p>				