

平成 22 年 5 月 14 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2009

課題番号：19560139

研究課題名（和文） 色相判別法によるオンサイト潤滑油劣化診断法の開発

研究課題名（英文） Development of on-site degradation diagnosis method for lubricating oil by colorimetric analysis

研究代表者

本田 知己（HONDA TOMOMI）

福井大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：80251982

研究成果の概要（和文）：

本研究課題では、劣化状態が明確な劣化油を作製し、劣化状態とメンブランパッチの色との関係について調査した。さらに、新しい評価パラメータとしてメンブランパッチの透過率を用いた潤滑油の状態監視の可能性について研究するとともに、そのための簡易的な測定装置を開発した。これらの実験結果から、メンブランパッチの色の特徴量として定義した ΔE_{RGB} およびRGB値の2色間の最大色差の関係により、潤滑油の劣化形態を分類できることがわかった。さらに、メンブランパッチの透過率は、薄色のメンブランパッチのわずかな色の違いを感度よく判別でき、潤滑油の状態監視に有効な判別指標となることを見いだした。

研究成果の概要（英文）：

In this research, color characterization of membrane patches was discussed using oxidized oils which were prepared in laboratory. We defined ΔE_{RGB} and the maximum color difference as new parameter to investigate the relationship with the degradation level of the lubricating oil. Furthermore, we studied the potential for the condition monitoring of lubrication oil using transmittance of membrane patches as a new evaluation parameter, with the objective of developing a simple detection and monitoring method for oxidation products at the initial stage of degradation. As a result, we found the coloration of membrane patch was caused by degradation of the base oil, depletion of additives and impurities like wear debris. Very small differences in the color of pale-colored membrane patches can be distinguished with good sensitivity using the transmittance of the membrane patch measured with new device.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：機械工学・設計工学，機械機能要素，トライボロジー

キーワード：トライボロジー，潤滑油劣化診断，色相判別，原因除去型保全

1. 研究開始当初の背景

(1)国内外の研究動向及び位置付け

安全、安心が叫ばれる現在の状況下で、ますます使用条件が厳しくなる発電プラントや航空機などの運転状態を安全に保つために、また、自動車製造分野における製品の生産性、品質向上と経済性のためにも、迅速かつ精度の高い潤滑油管理が必要とされている。しかしながら、現在行われている粒子計測や ASTM 色による方法では油の劣化度を精度良く診断することが非常に困難であり、新しい劣化診断法の確立が世界共通の課題となっている。人間の体に例えるなら、血液中の中性脂肪やコレステロールを監視し改善していくといったように、根本的な原因の除去を行って健康を維持することに相当する。このように、これからのメンテナンス技術には、「予知保全」の次の段階である「原因除去型保全」が必要不可欠である。

(2)これまでの研究成果を踏まえ着想に至った経緯

本課題申請の研究グループでは、時間基準保全が主流だった 10 年以上前から状態基準保全の必要性を重視し、そのための解析ツールとして、オンライン油中粒子分析装置とソフトウェア開発を行ってきた。これらの取り組みは、岩井により平成 7, 8 年度の試験研究(B)(1)、平成 11, 12 年度の基盤研究(B)(2)の課題として行われた。その成果は国内外の学会で発表されるとともに、民間企業と共同研究を進める中で、特許という形でも公表された(研究業績欄参照)。油中粒子分析装置により、その場で摺動面の劣化状態、とくに異常の前兆の診断が可能であることを立証できたが、摺動面劣化のさらに前段階である潤滑油の健全性について知ることはできず、故障の根本原因を除去するものではなかった。そこで、予知保全の次の段階として、原因除去型保全の手法を確立すべく、汚染物の色相判別の研究に着手した。

(3)これまでの研究成果の内容

平成 13, 14 年には企業との共同研究により、潤滑油の劣化機構に関する研究を行いながら潤滑油の劣化診断の鍵となる因子について調査した。タービン油の劣化現象に関して、酸化による劣化と摩耗粉による劣化の両試験を行い、各試験における劣化の進行度合いを、全酸価・動粘度・RBOT 値・赤外分光分析法・原子吸光法などの各種分析方法により詳細に調べた。その結果、油の酸化過程と各測定値との関係が明らかになったが、摩耗粉がタービン油の劣化に及ぼす影響は少ないことがわかった。さらに、現場で使用済みの

試料油(323 種)を綿密に調べた結果、潤滑油の劣化状態をフィルタで捕捉された汚染物から得られる色情報(RGB)で表現できることが分かり、汚染物の色による潤滑油の劣化診断の可能性を見出した。

2. 研究の目的

前章で述べた背景から、これまでの研究成果を発展させ、メンテナンス時期を適切に判定できる、色相判別法による安価で簡易的なオンサイト潤滑油劣化診断法の開発を目指す。

3. 研究の方法

研究期間中の年度ごとに、以下の具体的な研究課題を設定し、課題解決に向けて研究を遂行した。

(1)【平成 19 年度】

潤滑油汚染物の色と潤滑油の物理化学特性との関係から、適切な劣化判定しきい値と色パラメータを考案する。

①潤滑油汚染物の色と全酸価、動粘度、FT-IR データとの関係

②潤滑油の ASTM 色と全酸価、動粘度、FT-IR データとの関係

③潤滑油汚染物の色と潤滑油の ASTM 色との関係

(2)【平成 20 年度】

潤滑油汚染物の色と分光光度計を用いた反射率や透過率との関係から、劣化診断のための適切な分析波長を特定する。

①潤滑油汚染物の色傾向(RGB 値)の調査

②汚染物の色と反射率や透過率との関係

③オンサイト劣化診断装置の試作

(3)【平成 21 年度】

測定法の標準化を行い、実機潤滑油の劣化進行過程をモニタリングする。

①メンブランフィルタの孔径と汚染物の色との関係

②汚染物の厚さ(ろ過量)と汚染物の色との関係

③フィールドテストによる実機潤滑油の劣化進行過程のモニタリング

d. 潤滑油汚染物の色相による劣化診断と摩耗粉解析による劣化診断結果との関係

4. 研究成果

(1)【平成 19 年度】

潤滑油汚染物の色と劣化度との関係を見出すことを目標として研究を行った結果、以下の成果が得られた。

①劣化履歴の明確な実験室レベルの強制酸化劣化油を作製し、全酸価、動粘度、FT-IR分析、透過率、色と、メンブランフィルタにて濾過した潤滑油汚染物の色との間に良い相関がみられ、油の劣化状態を濾過後のメンブランフィルタの色で診断できる可能性が見いだされた。

②油自体の透過率と濾過後のメンブランフィルタの反射率の関係から、油の劣化要因とその程度を診断できる可能性が見いだされた。

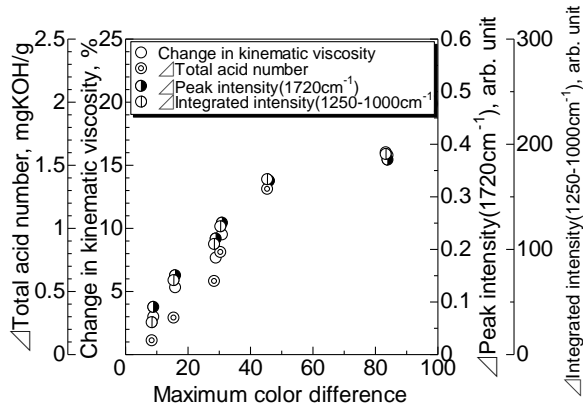


図1 最大色差と油の性状値との関係

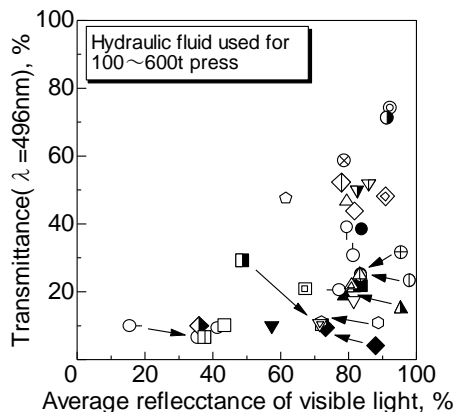


図2 平均反射率と油の透過率との関係

(2) 【平成 20 年度】

分光光度計により潤滑油の劣化状態を判別するための指針を得ることを目標として研究を行った結果、以下の成果が得られた。

①汚染物の色傾向を詳細に調査し、色が持つ情報の中から、潤滑油劣化診断に適したパラメータを考案した。

②従来の分析・計測機器の約 1/20 のコスト、約 1/2 の判定時間、約 1/2 のスペースで現場での迅速な劣化診断が可能になるオンサイト型の劣化診断装置を設計・試作した。

(3) 【平成 21 年度】

分析方法の標準化に向けて、測定法の標準化を行い、実機潤滑油の劣化進行過程をモニ

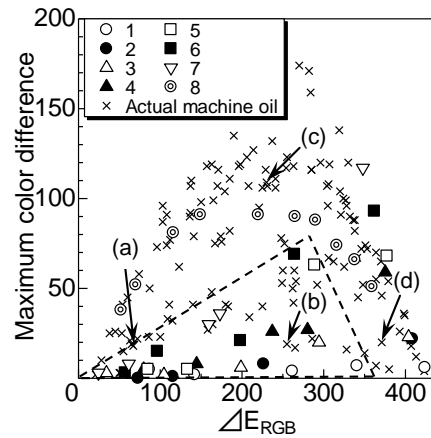


図 3 ΔE_{RGB} と最大色差の関係



図 4 オンサイト型の劣化診断装置

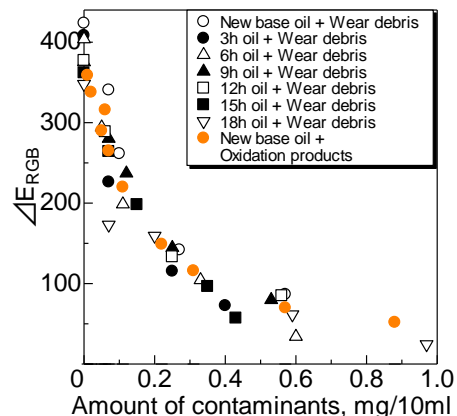


図 5 汚染物量と ΔE_{RGB} の関係

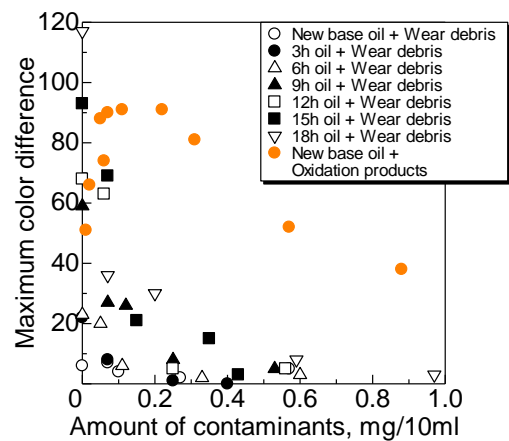


図 6 汚染物量と最大色差の関係

タリングすることを目標として研究を行った結果、以下の成果が得られた。

①メンブランフィルタの孔径と汚染物の色との関係から、メッシュサイズの違いにより、汚染物の補足状態に伴う色の違いを明らかにした。

②汚染物の厚さ（ろ過量）と汚染物の色との関係から、汚染物の厚さに伴う色の違いを明らかにした。

③国内の学会や国際会議で研究成果を発表するとともに、本研究で得られた結果をもとにして特許申請を行った。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計3件）

①本田知己

潤滑油の劣化診断・検査技術

精密工学会誌，査読有，75-3，2（2009）
359-366

②K. Kodo, T. Honda, Y. Iwai, A. Sasaki
Color Characterization of Membrane
Patches for the Oil Degradation Analysis
Proceedings of 2008 International
Symposium on Advanced Mechanical
Engineering and Power Engineering
(ISAME2008), 査読無, (2008) 246-249

③K. Kodo, T. Honda, Y. Iwai, A. Sasaki
Diagnosis for Lubricating Oils by using
UV-VIS-NIR Spectrophotometer and
Colorimetric Technique
Proceedings of 2008 International
Symposium on Advanced Mechanical
Engineering and Power Engineering
(ISAME2008), 査読無, (2008) 308-311

〔学会発表〕（計8件）

①青山英雄, 本田知己, 岩井善郎, 佐々木徹
色相解析による潤滑油の状態監視法
日本機械学会北陸信越支部第47期総会・講演会
(2010. 3. 10), 新潟大学

②本田知己

潤滑油の劣化とトライボロジー

第15回全国技術者研修会（福井）
(2009. 10. 22), 武生パレスホテル

③T. Honda, K. Kodo, Y. Iwai, A. Sasaki
Color Characterization of Membrane
Patches for the Oil Degradation Analysis
World Tribology Congress 2009, Kyoto,
Japan (2009. 9. 9), 京都国際会議場

④本田知己, 岡崎裕志, 岩井善郎, 佐々木徹
潤滑油の劣化診断法

日本機械学会2008年度年次大会(2008. 8. 5),
横浜国立大学

⑤T. Honda, K. Kodo, Y. Iwai, A. Sasaki
Diagnosis for Lubricating Oils by
Colorimetric Analysis

STLE Annual Meeting & Exhibition 2008
(2008. 5. 21), Cleveland, USA

⑥本田知己, 伊藤義浩, 岩井善郎, 佐々木徹
メンブランパッチの色による潤滑油の汚染
度診断

トライボロジー会議 2007 秋 佐賀
(2007. 9. 27), 佐賀大学

⑦河戸希美, 本田知己, 岩井善郎, 佐々木徹
光学的手法を用いた潤滑油の劣化診断－濾
過条件の検討－

トライボロジー会議 2007 秋 佐賀
(2007. 9. 27), 佐賀大学

⑧河戸希美, 本田知己, 岩井善郎

光学的手法を用いた潤滑油の劣化診断

日本保全学会第4回学術講演会(2007. 7. 3),
福井大学

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計1件）

名称：油状態監視方法および油状態監視装置

発明者：本田知己, 岩井善郎, 佐々木徹

権利者：国立大学法人福井大学, 佐々木徹

種類：特願

番号：2009-148911

出願年月日：2009. 6. 23

国内外の別：国内

○取得状況（計0件）

〔その他〕

特になし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

本田 知己 (HONDA TOMOMI)

福井大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：80251982

(2) 研究分担者

岩井 善郎 (IWAI YOSHIRO)

福井大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：40115291