

河川用機械設備潤滑油の簡易的な色相診断手法に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：令和 6～令和 7

担当チーム：寒地機械技術チーム

研究担当者：富田真、澤口重雄、永長哲也、
平伴斉、岸寛人

【要旨】

河川用機械設備に使用される潤滑油を対象として、その劣化度判定のため、採油した潤滑油を直接計測対象とした透過 RGB 値による「直接 RGB 計測」を用いた簡易な色相診断手法について検討した。令和 6 年度および令和 7 年度に採油した油圧作動油・ギヤ油 34 検体について、計数汚染度（仮 NAS 等級）と RGB 値から算出した ΔE_{RGB} との関係を整理した。その結果、仮 NAS 等級の増加に伴い ΔE_{RGB} が上昇する傾向を確認した。これにより、メンブランパッチ作成工程を省略した簡易診断の可能性を確認した。

キーワード：河川用機械設備、潤滑油、色相診断、簡易診断、RGB 値

1. はじめに

河川用機械設備は、洪水被害の防止や利水のための取水制御を担う重要な社会基盤施設である。しかし近年では、設備の老朽化に伴う故障リスクの増大や維持管理費用の増加が課題となっており、効率的かつ効果的な維持管理手法の確立が求められている。

これらの機械設備に使用される潤滑油は、機器の性能や信頼性に大きく影響する重要な要素である。一方で、現状の維持管理では目視確認や稼働時間に基づく管理が主流であり、潤滑油の劣化状態を定量的に把握した上で、交換を行うなどの状態監視保全による管理には至っていない。また、性状分析等の定量的手法は存在するものの、効率性や経済性の観点から現場での活用には課題がある。

このため、本研究では、RGB 値を用いた簡易かつ定量的な潤滑油診断手法について検討した。

2. 潤滑油センサの適応性検討

色相を用いた潤滑油の劣化診断手法として、当チームでは「メンブランパッチを用いた RGB 値による潤滑油診断ガイドライン」¹⁾（以下、「メンブランパッチ RGB 色相診断」）を確立し、河川用樋門設備へ適用してきた。しかし、樋門設備以外の河川用機械設備への適用は限定的であり、他設備への展開が必要である。また、採油した潤滑油からメンブランパッチを作成し、計測を行う必要があるため、診断作業の簡素化が課題となっている。

色相を用いた診断手法としては、RGB 値のほか、

HSV 色空間や Lab 色空間を用いた評価手法がある。HSV 色空間は、色相（Hue）、彩度（Saturation）、明度（Value）により色を表現する手法であり、人間の視覚感覚に近い評価が可能である。Lab 色空間は、色差（ ΔE ）による定量評価が可能である。一方で、HSV 色空間は低彩度領域で不安定となる場合があり、Lab 色空間は高精度な分光測色計等を必要とするため、現場での簡易適用には課題がある。

これに対し、RGB 値を用いた手法は、カラーセンサや画像解析装置等の比較的簡易な機器構成で計測可能であり、現場適用性や経済性に優れる。また、採油した潤滑油を直接計測できるセンサ構成とすることで、診断作業の簡素化が可能である。さらに、従来のメンブランパッチ法による RGB 値を用いた色相診断データとの継続性を確保できることから、RGB 値を用いた色相診断手法を採用した。

なお、従来のメンブランパッチ RGB 色相診断では、メンブランパッチを用いた透過および反射 RGB 値の計測を行っており、メンブランパッチ作成工程を必要としていた。そのため、本研究では、診断作業の簡素化を目的として、採油した潤滑油を直接計測し、透過 RGB 値のみを用いた「直接 RGB 計測」を採用した。

3. 色相による判断手法の検討

本研究では、色相による判断手法の検討のため、「直接 RGB 計測」を用いた計測手法の検討を行った。

3.1 対象となる潤滑油

対象とした潤滑油は、令和 6 年度および令和 7 年度

に河川用機械設備から採油した、油圧作動油・ギヤ油の34検体とした。

3.2 計測手法の検討

採油した検体について成分分析を行い、計数汚染度（NAS 等級）について整理した。NAS 等級とは、潤滑油や作動油中に含まれる固体粒子数を粒径別に分類し、油の清浄度を等級化した指標であり、油圧機器や機械設備の状態管理に広く用いられている。一般に、等級値が大きいほど油中の異物粒子が多く、汚染度が高い状態を示す。NAS 等級は12等級までの分類であるが、実際の河川用機械設備では12等級以上の検体が多く含まれる。そのため、当チームではNAS12等級以上について、仮NAS13～仮NAS21等級まで拡張した評価方法を採用している（以下、「仮NAS等級」）。

また、メンブランパッチ RGB 色相診断では、仮NAS等級と金属濃度との相関が確認されている。特に、Fe 値はギヤや軸等の摩耗、Cu 値はブッシュやベアリング等の摩耗との関係を示す指標として用いられている。

色相診断のための RGB 値の計測は、採油した検体を直接計測する方法とした。計測には、簡易に RGB 値の計測が可能な出光興産株式会社製の計測器「Idemitsu Smart OC」を使用した（図-1）。

成分分析から得られた仮NAS等級と、RGB 値から算出した ΔE_{RGB} との関係を図-2に示す。RGB 値は0～255の256段階で表され、黒は（0,0,0）で白は（255,255,255）である。 ΔE_{RGB} とは、測定色から白までの距離を表している²⁾。

解析の結果、 ΔE_{RGB} は仮NAS等級の増加に伴い上昇する傾向を示した。これにより、透過RGB値のみを用いた計測においても、潤滑油の汚染傾向を把握できることを確認した。

また、本手法ではメンブランパッチ作成工程を省略できるため、採油箇所において、より簡易な色相計測が可能であると考えられる。

4. まとめ

河川用機械設備に使用される潤滑油を対象として、RGB 値を用いた簡易な色相診断手法について検討を行った。その結果、仮NAS等級と ΔE_{RGB} 値との間に一定の相関関係が確認された。これにより、RGB 値を用いた色相計測によって、潤滑油の汚染傾向を把握できることを確認した。

また、従来のメンブランパッチ作成工程を省略し、採油した検体を直接計測することで、診断作業の簡素化および現場適用性の向上が期待できることを確認し

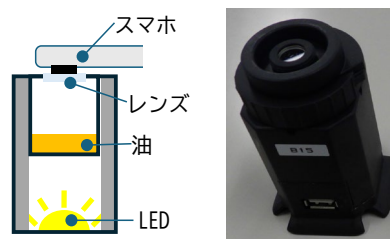


図-1 計測機器（撮影モジュール）の概要

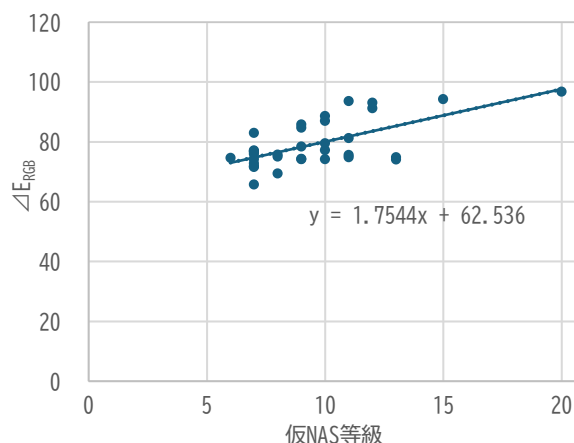


図-2 仮NAS等級と ΔE_{RGB}

た。

今後は、対象検体数の拡充を行うとともに、他の河川用機械設備への適用性や、金属濃度との関係性についてさらに検討を進めていきたい。

参考文献

- 1) 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所寒地機械技術チーム：メンブランパッチを用いた RGB 色相による潤滑油診断ガイドライン（案）—樋門・樋管編—、平成 27 年 12 月
- 2) 本田知己、田中清隆、岩井善郎、佐々木徹：メンブランパッチの色によるタービン油の酸化劣化診断法の開発、第 11 回評価・診断シンポジウム講演論文集、213、2012.12

STUDY ON A SIMPLIFIED COLORIMETRIC DIAGNOSIS METHOD FOR LUBRICATING OILS IN RIVER INFRASTRUCTURE EQUIPMENT

Research Period: FY2024-2025

Research Team: Machinery Technology Research Team
R&D Promotion Group

Author: TOMITA Makoto
SAWAGUCHI Shigeo
EINAGA Tetsuya
TAIRA Tomonari
KISHI Norihito

Abstract: This study investigates a simplified colorimetric diagnosis method to evaluate the degradation level of lubricating oils used in river infrastructure equipment. The proposed method utilizes "direct RGB measurement," which relies on transmitted RGB values obtained directly from sampled lubricating oils. The relationship between the particle contamination level (tentative NAS class) and ΔE_{RGB} (calculated from RGB values) was analyzed using 34 samples of hydraulic and gear oils collected during fiscal years 2024 and 2025. The results indicated a trend where ΔE_{RGB} increases as the tentative NAS class rises. Consequently, this study demonstrates the feasibility of a simplified diagnostic approach that bypasses the conventional membrane patch preparation process.

Keywords: River infrastructure equipment, Lubricating oil, Colorimetric diagnosis, Simplified diagnosis, RGB values