

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	Famakinwa Otitoniyi Ayo
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	環情博甲第514号
学位授与年月日	令和4年3月24日
学位授与の根拠	学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項
学府・専攻名	環境情報学府 環境リスクマネジメント専攻
学位論文題目	The Environmental Effect on Condition Based Monitoring of Cylinder Liners by Machine Learning & Oil Analysis
論文審査委員	主査 横浜国立大学 教授 澁谷 忠弘 横浜国立大学 教授 岡 泰資 横浜国立大学 教授 村井 基彦 横浜国立大学 准教授 笠井 尚哉 横浜国立大学 准教授 熊崎 美枝子 横浜国立大学 名誉教授 大谷 英雄

論文及び審査結果の要旨

本論文は、大型船舶用ディーゼル機関の保全技術の向上を目的として、潤滑油の成分分析と機械学習を組み合わせた状態監視アプローチの手法を提案している。大型船舶用ディーゼル機関は、定期的にメンテナンスを実施するのが一般的であるが、故障数の低減や効率化の観点から状態監視保全の導入が期待されている。しかし、航路によって環境影響が異なる等、状態監視技術に及ぼす多様な影響により状態監視保全への移行は容易ではないのが現状である。本論文では、蛍光X線分析と機械学習を組み合わせることで環境影響も考慮した状態監視保全手法の開発を行った。

第1章及び第2章は、研究背景としての船舶のメンテナンスの現状及び本研究で対象とするディーゼル機関の潤滑油分析についてまとめている。船舶分野における状態監視保全導入の必要性とその困難さについて整理しており、本研究の重要性を強調している。

第3章は北太平洋と南太平洋を航行する船舶より、ディーゼル機関から排出される潤滑油を入手して、それらの元素分析を行うことでエンジンのシリンダーライナーとピストンリングの摩耗の影響を考察している。南太平洋航路の船は、北太平洋航路の船に比べて鉄の検出量が多く確認された。また、潤滑油の潤滑油の全塩基価と鉄の検出量の関係などから、潤滑油に含まれている硫黄成分に起因する腐食摩耗の影響が大きいことが示唆されている。

第4章では、摩耗のより詳細なメカニズム及び潤滑油の状態把握を目的として、機械学習を用いたデータ分析を実施した。前章の蛍光X線分析から得られたデータについて、ガウシアングラフィカルモデルを用いて、検出された各元素の相関性を分析している。各元素の相関性を調べることで、エンジンの摩耗に関係している要素の特定が可能となり、より詳細な状態の把握が可能となっている。さらに、データから異常を検出するため、カルバック・ライブラー情報量を用いて、状態の変化量を異常値として算出することで異常検知を試みた。鉄の摩耗量が多く検出された船舶では、他の船舶に比べて高い値を示すことが確認され、提案した手法の有効性を示している。

第5章では、蛍光X線分析と機械学習の結果を用いたメンテナンスフレームを提案している。環境影響を含むX線分析結果を詳細に分析することで、シリンダの状態と鉄の摩耗を予測することが可能となっている。前述の北太平洋航路について、提案したフレームを適用したところ、蛍光X線分析結果と定期検査から推定される鉄の摩耗速度には一定の相関が確認されており、提案したメンテナンスフレームが適用可能であることを確認している。

第6章では、第3章から第5章までの結果を総括している。今回提案しているフレームの適用範囲や制限事項などについてまとめるとともに、今後の社会実装に向けた課題について整理している。

審査委員会として、船舶分野における状態監視保全技術の向上に資するとともに不確かさを扱うリスクマネジメント分野においても貢献する内容であり、博士（工学）の学位論文として十分な内容であると判断した。

注 論文及び審査結果の要旨欄に不足が生じる場合には、同欄の様式に準じ裏面又は別紙によること。