

平成 30 年 5 月 31 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H04213

研究課題名(和文) 船舶性能推定のためのオンボードモニタリングデータ解析の高精度化に関する研究

研究課題名(英文) Study on the Improvement of Accuracy for Ship Performance Analysis with Onboard Monitoring Data

研究代表者

箕浦 宗彦 (Minoura, Munehiko)

大阪大学・工学研究科 ・准教授

研究者番号：30294044

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,200,000円

研究成果の概要(和文)：船載型オンボードモニタリングシステムで収集される運航データ(海象、操船、機関運動、船体運動、構造応答などの情報)の統計解析により、船舶の実海域性能と遭遇海象を精度よく推定する手法を開発した。統計解析モデルとしてカーネル多変量回帰モデルを用いた。モニタリングされた軸出力データ(主機と推進器をつなぐ軸で計測される馬力データ)から、平水中出力、波浪中出力増加、風圧抵抗による出力増加などを分離すること、および応力応答データを用いて遭遇海象を推定できることを実証した。

研究成果の概要(英文)：A methodology estimating accurately service performance and encounter sea-state with the statistical analysis of voyage data measured by an on-board monitoring system has been developed. Voyage data are provided as sea-state, ship and engine motion, structural response and maneuvering information. A multivariate kernel regression model is applied as a statistical model. Shaft power, measured on a shaft connecting main engine and propeller, has been verified to be decomposed into a base power in still water, an added power in waves and an added power in wind. Sea-state has been verified to be estimated with structural response data.

研究分野：船舶海洋工学

キーワード：オンボードモニタリング カーネル回帰モデル 実海域性能 軸出力 出力成分分離 遭遇海象 船体
・機関運動 応力応答

1. 研究開始当初の背景

安全でエネルギー効率の高い船舶の運航と建造が、2000年代に入って社会的に強く求められるようになった。船舶のオンボードモニタリングシステムの研究・開発は、このような安全性とエネルギー効率性を客観的に推定・評価することを主たる目的として進められてきた。オンボードモニタリングシステムは、船位情報や操船状況、船体応答（船速低下、主機回転数、船体運動、応力など）をリアルタイムで可視化するとともに、それらの履歴をデータとして記録するシステムである。近年、データを収集・記録する手段は、計測技術や電子機器の発達にともない飛躍的に向上した。しかし、データの有効な解析法は、機器の発達に比較して進んでいない状況であった。

2. 研究の目的

モニタリングデータから船の実海域性能を正確に推定するためには、データから海象影響や操船影響を正しく分離すること、海象-操船-船体応答の関係を見出すことが要求される。これらのことを実現するために、自由度の高い非線形回帰手法のひとつである、カーネル多変量解析を導入し、これらの関係を精度よく解析する手法を確立する。さらに、実船モニタリングデータによる統計モデルの検証に取り組み、船舶の実海域運航性能をモニタリングデータから高精度に推定できることを実証する。

3. 研究の方法

(1) 平成27年度は、これまでに収集蓄積されたオンボードモニタリングデータと波浪推算データのデータセット化、および新しい船載型オンボードモニタリングシステムの設置計画の検討を行った。

(2) 平成28年度は、(1)で計画した船載型オンボードモニタリングシステムの実船搭載を行った。また、(1)で整備したデータセットを用いて、多変量カーネル回帰モデルによる性能推定統計モデルと遭遇海象推定統計モデルの構築・検証を行った。

(3) 平成29年度は、前年度までに構築した統計モデルと(2)で搭載したシステムで得られた実船オンボードモニタリングデータの解析を進め、提案の統計モデルの改良と妥当性を検証し、成果を整理した。

4. 研究成果

(1) 統計モデルの構築・検証用として、過去に取得されたモニタリングデータおよび航海シミュレーションデータ（疑似モニタリングデータ）をデータセットとして整備した。シミュレーションの海象データは日本気象協会による波浪推算データを利用した。データセットは今後の発展的な研究で有効に利用が可能である。新たな実船モニタリングシステムは、造船所の協力のもとに、光学式歪

センサーと船体機関運動計測装置とデータ収集装置を船内LANでつなぐシステムの設計ができた。

(2) 多変量カーネル回帰モデルによる性能推定統計モデルを(1)のデータセットを用いて構築・検証を行い、軸出力が平水中成分、風圧力増加成分、波浪抵抗増加成分が、海象-操船-船体応答の関係を利用することで、分離できることを示した。原理的には同じ統計モデルを用いて、遭遇海象推定の問題に取り組んだが、運動応答データだけではよい推定ができなかった。そこで、船体表面の波浪変動圧を取り入れて新たにモデル化を行い、よい結果を得た。(1)で設計したモニタリングシステムの実船搭載を行い、テストデータの取得を行い、正常にシステムが機能することを確認した。図1と図2に搭載した光学式歪センサーとモニタリングシステムを示す。

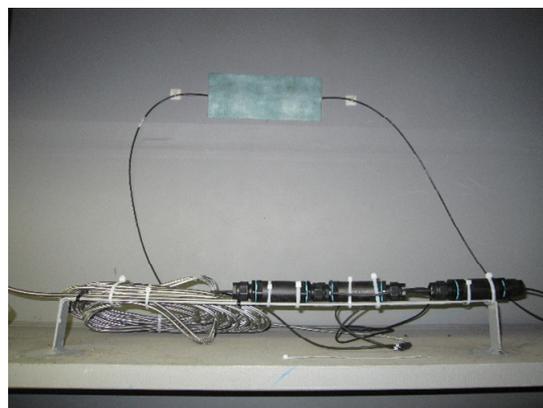


図1 構造応答を計測するための歪センサー



図2 オンボードモニタリングシステム

(3) 新たに得られた実船モニタリングデータ（船体運動・機関運動・応力など）と提案の統計モデルを利用して、速力出力性能曲線（パワーカーブ）を解析した。実船データには不確定な要素が含まれているため、前年度までの提案のモデルでは解析の正確さに問題が見られた。そこで、統計モデルの入力変数を見直し、前後対水速度、相対風速、前後対地船速、縦揺速度、横揺速度、有義波高、平均波周期、主波向き、斜航角、喫水を用いることで、解析精度を向上させることができ

た。図3に推定した平水中の速力出力曲線(軸出力と速力の関係)、図4と図5にそれぞれ風圧抵抗による出力増加と波浪抵抗による出力増加の推定値/正解値の比較を示す。また、統計モデルに縦曲げ歪(応力)のデータを加えることで遭遇海象の推定が可能となった。

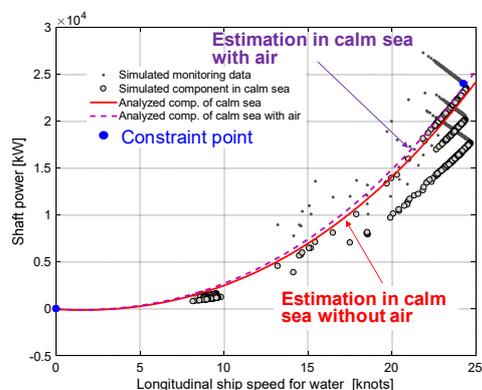


図3 推定された平水中の速力出力カーブ

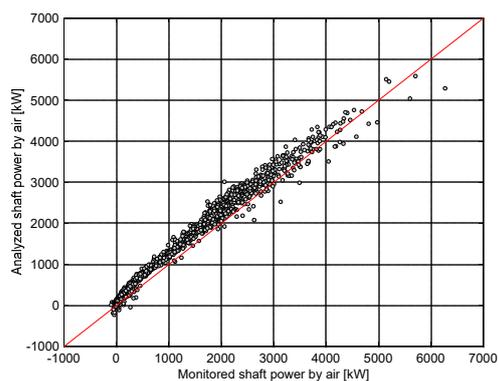


図4 風圧抵抗による出力増加の推定値と正解値の比較

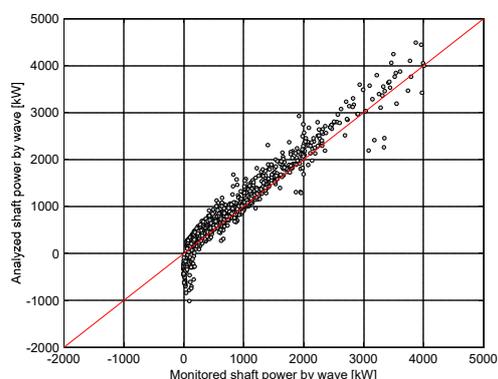


図5 波浪抵抗による出力増加の推定値と正解値の比較

(4) 本研究を通じて作成・計測した疑似モニタリングデータおよび実船モニタリングデータをデータセットとしてまとめた。このデータセットは、今後の発展的な研究に有効

に利用できる。提案の実海域性能推定の統計モデルを実用にするには、多くの実船データでの検証が必要であるものの、従来にない精度で実海域運航性能解析(軸出力分析)が可能となった。この成果は、データ解析に基づいた実海域性能推定の適用とその解析結果を利用した船型開発の発展に寄与できると考える。

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0件)

[学会発表] (計9件)

① 箕浦宗彦, 横山元気, モニタリングされた出力データの統計的要因分析, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第20号, pp. 377-380, 2015.5.

② 箕浦宗彦, 村田直之, 実海域性能シミュレーションによる船体応答の長期予測, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第21号, pp. 531-536, 2015.11.

③ 箕浦宗彦, 横山元気, 南條泰杜, オンボードモニタリングデータの直交回帰とカーネル多変量解析による軸出力の成分分離, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第22号, pp. 215-220, 2016.5.

④ Naoyuki Murata and Munehiko Minoura, Long-term Prediction of Ship Responses with Service Performance Simulation, Proc. of APHydro2016, 2016.9.

⑤ 箕浦宗彦, 鈴木悠士, 主機作動モードによる船速の確率分布, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第23号, pp. 507-510, 2016.11.

⑥ 宇野健介, 箕浦宗彦, オンボードモニタリングデータの統計解析による海象推定, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第24号, pp. 327-330, 2017.5.

⑦ 箕浦宗彦, 南條泰杜, モニタリングデータによる軸出力分析のための多変量カーネル回帰モデル, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第25号, pp. 601-606, 2017.11.

⑧ 箕浦宗彦, 南條泰杜, 花木孝明, 実海域モニタリングデータを用いた波浪中軸出力増加成分の統計的分離, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第26号, pp. 363-368, 2018.5.

⑨ M. Minoura, On-board Monitoring Data Analysis Based on Kernel Regression Model: Analysis of Shaft Power Component, Proc. of Smart Ship Technology 2018, The Royal Institution of Naval Architects, 2018.1.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況（計0件）

○取得状況（計0件）

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

箕浦宗彦 (MINOURA, Munehiko)
大阪大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号：30294044

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

内藤 林 (NAITO, Shigeru)
大津皓平 (OTSU, Kohei)
戸来直樹 (HERAI, Naoki)
池淵卓郎 (IKEBUCHI, Takurou)
伊藤 徹 (ITO, Toru)
今崎貴弘 (IMASAKI, Takahiro)
若原正人 (WAKAHARA, Masato)
横山元気 (YOKOYAMA, Genki)
村田直之 (MURATA, Naoyuki)
鈴木悠士 (SUZUKI, Yushi)
南條泰杜 (NANJO, Taito)
宇野健介 (UNO, Kensuke)
花木孝明 (HANAOKI, Takaaki)