

プレスワールフィンによる旋回流が船舶の推進性能に及ぼす影響および旋回流中のプロペラ翼形状最適化に関する研究

新川, 大治朗

<https://doi.org/10.15017/1654860>

出版情報 : 九州大学, 2015, 博士 (工学), 課程博士
バージョン :
権利関係 : 全文ファイル公表済

氏 名 : 新川 大治朗

論文題名 : プレスワールフィンによる旋回流が船舶の推進性能に及ぼす影響および旋回流中のプロペラ翼形状最適化に関する研究

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

近年、船舶の省エネルギー（以下、省エネと称す）化への要求がかつてないほど高まっている。その理由として、CO₂等の温室効果ガスの増加による地球温暖化という地球環境問題がある。

船舶から排出される CO₂を削減するため、2011 年 7 月に海洋汚染防止条約（MARPOL 条約）付属書VIの改正案が採択され、2013 年以降に建造される船舶に対し、EEDI（Energy Efficiency Design Index：エネルギー効率設計指標）認証の取得が義務付けられている。EEDI は、1 トンの貨物を 1 マイル運ぶ際の CO₂ 排出量(g)を意味する。2013 年以降に新造船の契約が結ばれる船舶には、船種ごとに EEDI 規制値が設定される。EEDI 対象船は、模型による水槽試験および海上公試運転における速力試験により、EEDI 規制値を満足していることを確認し、認証機関（船級協会）から認証を受ける必要がある。もし、EEDI 規制値を満足できない場合は、その船舶は運航できない。また、EEDI 削減率は 2015 年から 2025 年までの間、5 年ごとに 10%ずつ厳しくなる。2025 年には現在より 30%削減するよう定められており、さらなる船舶の省エネ化が必要となる。

船舶の省エネ化とは、少ない燃料で効率良く航行することであり、これは船舶の推進性能向上に他ならない。現在、船舶の推進性能向上のためにさまざまな技術開発が進められている。本研究においては、船尾部のプロペラ前方にプロペラの回転方向と逆向きの旋回流を発生させる複数のフィンを取り付けるタイプの省エネ付加物（以下、プレスワールフィンと称す）に着目する。プレスワールフィンを装備することにより伝達馬力が減少、すなわち推進性能が向上することは古くから知られている。しかしながら、プロペラ前方の旋回流が推進性能に及ぼす影響のメカニズムの解明は十分ではなく、また旋回流を考慮したプロペラ設計法は未だ見受けられない。

本研究は、プレスワールフィンによる旋回流が推進性能に及ぼす影響を基礎的な実験により明らかにするとともに、旋回流中のプロペラ設計の一手法として実数値遺伝的アルゴリズムを用いてプロペラ翼形状の最適化を行うことを目的とする。

本論文は、6 章で構成されており、その内容は以下のとおりである。

第 1 章は緒論であり、本研究の背景と必要性ならびにプレスワールフィンが推進性能に及ぼす影響およびプロペラ設計に関する研究の現状について述べ、本研究の目的と論文構成を示した。

第 2 章では、プロペラ前方の旋回流が推進性能に及ぼす影響を基礎的な実験によって明らかにするために、円筒にアスペクト比の大きな 8 枚のフィンを取り付けた旋回流発生装置を製作し、翼輪郭を数式で表した単純形状プロペラと組み合わせて九州大学の高速回流水槽においてフィン後方の伴流分布の計測ならびに一様流および旋回流中プロペラ性能試験を行った。本実験より、旋回流中では主としてプロペラ回転数の低下が原因となって少ない伝達馬力で一様流中と同じ大きさの推力を発生させることができること、旋回流中では有効伴流率の増加が顕

著であることを推力一致法による解析によって確認した。

第3章ではまず、九州大学で開発されたパネル法 **SQCM** に基づく、周方向平均を行った伴流分布を入力データとする基礎研究に適した定常および不均一な伴流分布を入力データとするより実際的な問題に適した非定常プロペラ性能計算法について述べた。そして両計算法を用いて第2章の旋回流中プロペラ性能試験に対応する計算を行い、どちらの方法によっても実験の傾向を説明できることを確認した。

第4章ではまず、実数値遺伝的アルゴリズムを用いたプロペラ翼形状の最適化手法について述べた。次に最適化の効率化を目的とした応答曲面法の適用について述べ、最適化の過程でプロペラ性能計算を行う従来法と同等の性能の改良プロペラが得られ、かつ、最適化に要する時間は格段に短縮されることを一様流中における最適化において確認した。

第5章では、プレスワールフィンによる自航時の船体抵抗増加によりプロペラ推力も増加すること、旋回流によるプロペラ回転数の過度な低下は船舶の運航上望ましくないことを考慮し、第2章に示した実験における一様流中のプロペラ回転数とフィンによる抵抗増加量を仮定して算出したプロペラ推力を与え、周方向平均を行った伴流分布を入力データとしてプロペラの翼形状最適化を行った。フィンの抵抗増加量を考慮しても、旋回流中で最適化したプロペラの伝達馬力はフィンが装備されていない状態の原型プロペラの伝達馬力より減少することを確認した。

第6章は結論であり、本研究で得られた成果をまとめ、今後の課題を示した。