

船型データベースを活用した船尾伴流場設計法に関する研究

一ノ瀬, 康雄

<https://hdl.handle.net/2324/2236217>

出版情報 : Kyushu University, 2018, 博士 (工学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

氏 名 : 一ノ瀬 康雄

論文題名 : 船型データベースを活用した船尾伴流場設計法に関する研究

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

地球温暖化防止の観点から船舶の省エネルギー化（以下省エネ）のニーズは年々高まっており、2011年には国際海事機関（IMO）の海洋環境保護委員会（MEPC）において、世界共通の地球温暖化ガス（GHG）の削減スキーム（MARPOL 条約の改正）が採択された。これにより、2013年からは400GT以上のすべての船舶に対してEEDI（Energy Efficiency Design Index：エネルギー効率設計指標）認証の取得が義務化されている。これらの船舶の省エネに対する社会ニーズを背景に、近年建造される船舶の特に肥大船型船尾には省エネ付加物が多く搭載されている。この省エネ付加物の性能は、作動条件である船尾伴流場に強い影響を受ける。そのため、現在の船型設計においては、船体みの推進性能の向上だけでなく省エネ付加物の性能向上を加味した全体な船型設計が極めて重要である。

一方、近年、船員の労働環境保護および船舶の放射ノイズがクジラなどの海洋生物へ与える影響への国際的関心の高まりに伴い、船体振動の低減ならびに船内外の騒音への国際規制に関する議論がなされている。そのため、従来から厳しい振動騒音基準のある客船等の船種以外についても現在十分な振動騒音対策が必要となっている。船体振動および騒音の主たる発生源は、主機振動とプロペラキャビテーションである。特にプロペラのキャビテーションは、振動騒音問題とともにエロージョン（壊食）の発生ならびに推進効率の低下の複合的問題を生じさせる重要な設計課題である。プロペラキャビテーションの一般的対策はプロペラ展開面積比の増加であるが、プロペラ展開面積比の増加には一般的にプロペラ単独効率の低下が伴う。そのため、船後プロペラのキャビテーション低減に最も有効な対策法は、プロペラの作動条件である船尾形状により誘起される伴流場の改善である。このように船型の誘起する船尾伴流場の改善は、船舶の省エネ化および振動騒音の主因となるプロペラキャビテーションの低減を両立させるための極めて重要な設計課題である。

プロペラキャビテーションの低減を目的とした船尾伴流場の設計手法として、Reynolds-averaged Navier Stokes (RaNS) 方程式を基礎とした計算 (CFD 計算) 手法と最適化手法の組み合わせた手法や、RaNS 方程式の逆問題を解く手法が提案されている。しかし、どちらの手法も計算時間の長さにより課題があり実用化には至っていない。また、どちらの手法も現在の船型設計で必須となっている省エネ付加物の性能向上を目的としていない。

本研究の目的は、省エネ付加物の性能向上とプロペラキャビテーションの低減を目的とした船尾伴流場の実用的な設計手法の確立である。本研究では近年設計現場で蓄積されている船型と CFD 計算による船尾伴流データの組である船型データベースを船尾伴流場設計に活用することで、データベース蓄積に伴い設計精度を向上させることができる実用的な設計手法を確立する。

本論文は、6章で構成されており、その内容は以下の通りである。

第1章は緒論であり、本研究の必要性ならびに関連する研究の経緯について概説し、本研究で対

象とする船尾伴流場設計の課題について述べるとともに、本研究の目的と論文構成を示した。

第2章では、本研究で使用する推進性能および船尾伴流場の評価手法について詳説するとともに、本研究で対象とする船型について計算手法の不確かさ解析と水槽試験による精度検証を行い、評価手法の妥当性を確認した。

第3章では、本研究で構築する船型データベースの構築手法について詳説し、構築した船型データベースの特徴について概観した。構築した船型データベースは、船尾伴流場設計において重要な船尾伴流縦渦の強弱およびプロペラキャビテーションに対する影響の強いプロペラ面上部の流速変動に関するさまざまな船尾伴流分布形状と、その船尾伴流分布に対応する船型形状を包含していることを示した。

第4章では、船尾伴流場と船型形状との関係について船体表面圧力分布、限界流線、船尾縦渦の観点から詳細に議論し、船尾フレームライン形状は船体表面圧力コンターラインの傾斜角で特徴付けられることを示した。

第5章では、熟練技術者の試行錯誤により従来行われてきた船尾伴流場の設計について、船型データベースを活用した伴流設計手法を提案し、提案手法の理論検証と実設計での実証を行い、提案手法により実用船型の船尾伴流場の設計が可能であることを示した。実設計での実証では、ダクト型省エネ付加物の性能向上とプロペラキャビテーションの低減を目的とした船尾伴流場設計を行い、提案手法により船尾伴流場を改良した船型によりダクト型省エネ付加物の性能が向上することを水槽試験により確認した。

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。