

## 学位論文及び審査結果の要旨

氏 名 Nguyen Duy Trong (グエン ズウイ チョン)

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 工府博甲第468号

学位授与年月日 平成27年9月25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 工学府 システム統合工学 専攻

学位論文題目 Study on the stern shape optimization of a container ship using Navier-Stokes analysis  
(ナビエ・ストークス解析を用いたコンテナ船の船尾形状最適化に関する研究)

論文審査委員 主査 横浜国立大学 教授 日野孝則  
横浜国立大学 教授 鈴木和夫  
横浜国立大学 教授 荒井 誠  
横浜国立大学 准教授 宮路幸二  
横浜国立大学 准教授 平川嘉昭

## 論文及び審査結果の要旨

船型設計においては、抵抗の最小化は省エネルギー性能向上のために極めて重要である。近年の計算技術の発展により、現在のCFD(計算流体力学)手法は、粘性を考慮した自由表面流れの解析により、船体抵抗の評価や船体まわりの流場の予測を極めて高精度に行うことが可能となっている。したがって、CFDを用いた船型設計は、従来からの水槽試験をベースにした設計手法を補完する、新たな設計手法として期待されている。最適化手法とCFDを組み合わせた船型の最適設計の試みもなされ、船舶設計者の関心を集めてきたが、船尾船型の最適化の事例は比較的少ない。

本研究では、コンテナ船型の船尾船型の最適化を目的として、新たな最適化手法を構築する。船尾オーバーハングの形状を規定する2つの設計変数を導入し、フレームライン変更関数を併用することで、形状表現の自由度を増大させ、より高性能の船型探索を可能にしている。

本最適化システムは、非線形最適化手法として、逐次 2 次計画法(SQP, Sequential Quadratic Programming)を採用し、粘性自由表面流れを解析するための Navier-Stokes ソルバー、形状変更法および計算格子生成法を組み合わせ構成される。本システムを、コンテナ船型の圧力抵抗を目的関数として最小化する、船尾船型の最適化問題に適用した。最適設計は原設計に比べて圧力抵抗で約 5%、全抵抗で約 2%の低減を達成した。

さらに、最適設計に対する初期設計の影響およびフレームライン変更関数の影響について検討した、初期設計の違いあるいはフレームライン変更の違いによって、最適設計は大きく影響されることが分かった。設計変数に対する目的関数の応答を調査した結果、この最適化問題が複数のピークを持つ多峰性の応答曲面を持つこと、さらに、初期設計あるいはフレームライン変更の違いによって、異なる局所最適値で収束していることが明らかになった。これは SQP 法が目的関数の設計変数に対する勾配を基にして最適値探索を行っているためであり、大局的な最適値を求めるためには、遺伝アルゴリズム(Genetic Algorithm)のような勾配を用いない最適化手法が必要であることを示している。

本論文では、コンテナ船型の船尾船最適化のために非線形計画法と Navier-Stokes ソルバーを組み合わせた最適化システムを構築し、圧力抵抗を目的関数とする最適化を行った。最適設計は原設計に比べて低い抵抗を達成した。また、初期設計や形状変更法が最適設計に与える影響を検討した結果、複数の最適解が得られたことから、目的関数の性質を解析し、多峰性の応答曲面を持つ複雑な最適化問題であることを明らかにした。船尾船型最適化が極めて非線形性の強い最適化問題であることは、船舶流体力学の観点から非常に重要な知見であり、実際的な船尾船型設計において活用されることが期待される。

以上より、本論文は、博士(工学)の学位論文として十分な価値を持つものと認められる。