

Title	Hydrodynamic Performance Investigation of High-Speed Ship Hull Induced by Interceptor with Varied Angles of Attack: An Experimental and Numerical Study
Author(s)	Putra, Arfis, Maydino Firmansyah
Citation	大阪大学, 2024, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/96096
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

Abstract of Thesis

Name (ARFIS MAYDINO FIRMANSYAH PUTRA)	
Title	Hydrodynamic Performance Investigation of High – Speed Ship Hull Induced by Interceptor with Varied Angles of Attack: An Experimental and Numerical Study (様々な迎角を持つインターセプタ を有する高速船体の流体力学的性能に関する研究 : 実験的および数値的検討)
<p>Abstract of Thesis</p> <p>Hydrodynamic performance prediction is of paramount importance in ship design, particularly concerning high-speed vessels where hydrodynamic forces are amplified due to rapid motion. Accurate hydrodynamic predictions are crucial for optimizing high-speed ship designs, reducing resistance, and achieving the delicate balance between speed and efficiency. This becomes even more significant in the context of the Energy Efficiency Design Index (EEDI), a standardized measure for evaluating the energy efficiency and environmental performance of ships. Energy-saving devices (ESDs) play a pivotal role in meeting EEDI standards in the maritime industry. Among various ESDs, interceptors hold promise due to their simplicity and proven effectiveness in reducing ship resistance and controlling trim. Thus, this research focuses on interceptors to enhance high-speed ship hydrodynamics and energy efficiency. The study utilizes both Experimental Fluid Dynamics (EFD) and Computational Fluid Dynamics (CFD) methods to investigate the hydrodynamic effects of high-speed ships equipped with interceptors. It examines various aspects, including interceptor placement, adjustments of Angle of Attack (AoA), resistance reduction, and trim control. The running attitude of the high-speed ships was examined using free heave and pitch methods, while the fundamental hydrodynamic forces were studied using the fully captive methods approach. It is revealed that interceptor configurations can substantially reduce resistance, especially within specific F_n ranges. The influence of AoA adjustments on lift force and trim moments is also explored. The study delves into the local flow around the ship's hull, illustrating how interceptors significantly reduce hull resistance. The fluid pressure dynamics and their impact on ship performance are analyzed, highlighting the potential for enhancing hydrodynamic efficiency by adjusting interceptor designs. Ultimately, the research provides valuable insights into the complex interplay of interceptor configurations, pressure dynamics, lift generation, and their influence on high-speed ship performance. These findings contribute to a deeper understanding of how interceptors can optimize ship designs and reduce resistance in various operational contexts.</p> <p>The dissertation is structured into seven chapters, each serving a distinct purpose in the research. Chapter 1 introduces the study, providing background information on the significance of interceptors in high-speed ship hydrodynamics outlining the research objectives and work process. It also offers a theoretical review, covering essential concepts in ship hydrodynamics and the influence of interceptors.</p> <p>Chapter 2 explain the details of the EFD methodology, including model geometry, towing tank usage, and resistance testing methods. This study explains two kinds of EFD measurement settings: free heave and pitch and fully captive. The use of <i>Optitrack</i>TM for motion measurements during free heave and pitch is also briefly introduced.</p> <p>Chapter 3 explains this study's CFD approach, introducing the software, geometry generation, and simulations. The simulation settings for numerical analysis are briefly introduced, including the grid generation and boundary condition. The rectangular plate simulation and results will be presented here in addition to the initial setting and code generation for the subsequent simulation.</p> <p>Chapter 4 is dedicated to uncertainty analysis, emphasizing the importance of verification and validation. It presents uncertainty analysis results for EFD, grid independence studies, and CFD validation.</p> <p>Chapter 5 investigates running attitude, specifically how interceptors affect trim and resistance in high-speed ships.</p> <p>Chapter 6 In this chapter, a CFD approach of fully captive methods will be employed to scrutinize the local flow around the hull. Some aspects like resistance, fluid pressure, pressure distribution, lift force, and interceptor efficiency will be discussed.</p> <p>Finally, chapter 7 concludes the dissertation by summarizing the research findings, discussing contributions, and suggesting future research in high-speed ship hydrodynamics. In addition, the concept of "<i>Vary-Angle Interceptor</i>" will be briefly introduced.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (ARFIS MAYDINO FIRMANSYAH PUTRA)			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教 授	鈴木 博善
	副 査	教 授	牧 敦生
	副 査	准教授	千賀 英敬
	副 査	教 授	片山 徹 (大阪公立大学)

論文審査の結果の要旨

船舶設計において流体力学的な性能予測は重要であり、高速での運動により流体力が増幅される高速船に関しても重要である。正確な流体力学的な性能の予測は、高速船の設計を最適化し、抵抗を減らし、速度と効率の微妙なバランスを達成するために必要である。このことは、船舶のエネルギー効率と環境性能を評価するための標準化指標であるエネルギー効率設計指数 (EEDI) の文脈において、さらに大きな意味を持つ。船舶の抵抗低減のための省エネデバイスは、船舶産業におけるEEDI基準を満たす上で大きな役割を果たしている。様々な省エネデバイスの中でも、インターセプターは、その簡便さと船の抵抗を減らし、トリムを制御する効果が実証されていることから有望視されている。

そこで本研究では、高速船の流体力学性能とエネルギー効率を向上させるインターセプターに焦点を当てている。この研究では、実験流体力学 (EFD) と計算流体力学 (CFD) の方法を利用して、高速船に数種類の配置および迎角を有するインターセプターを装着した場合の流体力学的効果を、船体抵抗の低減やトリム制御など様々な側面から検証している。高速船の航走姿勢については、船体運動のヒープとピッチ運動を拘束しない条件で検討し、基本的な流体力学運動を完全に拘束する条件で検討している。その結果、特に特定のフルード数の範囲内では、インターセプターの構成によって抵抗を大幅に低減できることを明らかにしている。インターセプターの迎角の調整が、揚力とトリムモーメントに与える影響についても検討している。さらに、本研究では、船体周りの局所的な流れを子細に調査し、インターセプターが船体抵抗を大幅に減少させる理由を説明している。船底の圧力場とそれが船の性能に与える影響を分析し、インターセプターの設計を調整することで流体力学的な効率を高める可能性を強調している。最終的に、この研究は、インターセプターの構成、船底の圧力分布、揚力発生、およびそれらが高速船の性能に及ぼす影響の複雑な相互作用に関する貴重な考察を提供している。これらの知見は、インターセプターがどのように船舶の設計を最適化し、様々な運航状況において抵抗を低減することができるかについての理解を深めることに貢献することを示している。

本論文は7つの章から構成されており、それぞれが研究の明確な目的を担っている。

第1章では、高速船の流体力学におけるインターセプターの重要性に関する背景情報を提供し、研究目的と作業プロセスを概説している。理論的なレビューも行い、船舶流体力学における本質的な概念とインターセプターの影響を取り上げている。

第2章では、供試船体の形状、曳航水槽での抵抗試験方法など、EFD手法の詳細を説明している。この研究では、2種類のEFD測定設定：ヒープ・ピッチ運動を拘束しない試験と完全拘束試験について説明している。ヒープ・ピッチ運動を拘束しない場合の運動計測にOptiTrack™システムを使用したことについても紹介している。

第3章では、本研究の CFD 手法を説明し、ソフトウェア、数値形状生成、シミュレーション手法を紹介している。数値解析のためのシミュレーション設定について、グリッド生成や境界条件などを簡単に紹介している。ここでは、以降のシミュレーションの初期設定とコード生成に加え、船体を矩形平板 (角柱) とした場合の結果についても紹介している。

第4章では、不確かさ解析の議論に特化し、検証と妥当性確認の重要性を説明している。この章では、EFDに関する不確かさ、グリッド依存性の検討、CFD 検証の不確かさ解析結果を示している。

第5章では、インターセプターが高速船の航走姿勢、トリムや抵抗にどのような影響を与えるかについて検討している。

第6章では、船体周りの局所的な流れを精査するために、完全拘束試験時のCFD計算結果を示している。これを基に、抵抗、船底圧力分布、揚力、インターセプター効率などのいくつかの側面について議論している。

最後に、第7章では、研究結果の要約、本論の船舶工学に対する貢献についての議論、および高速船流体力学における今後の研究を提案することにより、本論文の結論を述べている。研究結果に基づいた新しいインターセプター "Vary-Angle Interceptor" の概念についても紹介している。

以上のように、本論文は、高速艇の抵抗性能、運動性能向上に大きく貢献することが期待できる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。