

Title	Computational Study of Forces, Ship Motions and Flow Field for KRISO Container Ship Model in Calm Water and in Regular Head Waves
Author(s)	Hossain, Md. Alfaz
Citation	大阪大学, 2020, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/77507">https://doi.org/10.18910/77507</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## Abstract of Thesis

Name ( Hossain Md . Alfaz )

Title

Computational Study of Forces, Ship Motions and Flow Field for KRISO Container Ship Model in Calm Water and in Regular Head Waves  
 (平水中および規則波向波中を航行するKCS模型船周りの流場と流体力および船体運動の数値流体力学的研究)

## Abstract of Thesis

Ship motion responses, added resistance and added powering in waves have been predicted by a wide variety of computational tools. However, the validation of the computational flow field is still challenging. This research is a CFD study of the seakeeping and propulsion performance of the KRISO container ship (KCS) model, which is a high Froude number ( $F_n$ ) ship with low block coefficient  $CB$ , appended with a rudder, with and without propeller condition, in calm water and in regular head waves. The viscous flow simulation was performed by using CFDSHIP-IOWA. The wave conditions proposed in CFD Workshop 2015 were considered, i.e. the wave ship length ratio  $\lambda/L=0.65, 0.85, 1.15, 1.37, 1.95$  and calm water. The objective is to validate CFD results by EFD data (from the experiment conducted in Osaka University towing tank) for ship vertical motions, added resistance and wake flow field. The detailed flow field for nominal wake and self-propulsion condition have been analyzed for  $\lambda/L=0.65, 1.15, 1.37$  and calm water. Furthermore, bilge vortex movement and boundary layer development on the propeller plane was compared with the previous research done in our lab for KVLCC2 tanker model. The propeller thrust and wake factor oscillation in waves have been studied as well. The seakeeping and propulsion performance have been compared with the similar CFD work done by FORCE and University of Iowa.

The dissertation is arranged in 6 chapters.

The dissertation begins with a chapter describing the background of the research and the literature review.

Chapter II describes the objective and the conditions of this study. The ship geometry and the propeller geometry are described and the conditions are outlined in this chapter.

Chapter III is about the Experimental setup. The experimental setup, in which the experiments were conducted in Osaka University towing tank, has been described. The outcome of these experiments has been taken as the reference EFD values for the comparison of CFD study.

Chapter IV is about the CFD methodology. At first, the generation of different grid blocks have been described. Next portion is an overview of the CFDSHIP-IOWA Version 4.5. In this study, Osaka University Averaged Body Force Propeller Model has been used. In the third portion of this chapter, this Averaged Body Force Propeller Model has been described. At the end of this chapter, the computational domain and the boundary conditions have been outlined.

The results are thoroughly analyzed in chapter V. At first, the motion responses and the added resistance has been compared with the EFD results and other similar CFD results (FORCE and University of Iowa). Next, the bilge vortex movement and the boundary layer development at the propeller plane has been studied. The nominal wake at the propeller plane has been compared to the EFD results. In the next portion of this chapter, the vortex behavior and the velocity field before & after the propeller plane and after the rudder have been analyzed and compared with the EFD results for the self-propulsion condition. The effective wake factor for different wavelength have been studied. Furthermore, the thrust and torque value and their time history has been studied and compared with the EFD results and CFD results of Iowa. Next, the added powering variables and the propulsion efficiency have been compared with the other available results.

Finally, chapter VI is the conclusion of this study. The whole work has been summarized here with the important features of this study. In addition, the necessary future works have been pointed out.

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( Hossain Md. Alfaz )			
	(職)	氏 名	
論文審査 担当者	主 査	教授	戸田 保幸
	副 査	教授	梅田 直哉
	副 査	特任教授	日夏 宗彦 (今治造船共同研究講座)
	副 査	准教授	鈴木 博善

## 論文審査の結果の要旨

船舶からの温室効果ガス排出に関して国際海事機構 IMO の EEDI ( Energy Efficiency Design Index) 規制が実施され、船舶の更なる省エネルギー化が求められている。実運航時の温室効果ガスの排出削減に対する規制も議論されており、波浪中の推進性能の重要性も増してきている。このような中、波浪中で可変ピッチプロペラの翼角制御などにより更なる省エネルギー化をねらうことも行われている。低速肥大船ではプロペラ流入速度に対する波の影響も舵無しの場合に計測され、計算結果もいくつかの機関により示されている。しかし現状では、フルード数が高い領域で波浪中を航行するコンテナ船に対する流入速度の流場計測例はほとんどなく、粘性伴流の変動によるプロペラへの流入速度変動を含んだ推進性能に関する研究は少ない。この問題に対して本論文では、粘性領域の流れの詳細を解くための CFD ( 数値流体力学) コードを用いて検討を行っている。

本論文では、幾何形状やこれまでの実験結果等が CFD ワークショップで公開されており多くの研究者に使われている KCS (KRISO container ship) 船型を用い、平水中および規則波中での船体運動、流体力、推力、トルクおよびプロペラ周囲の流れ場をステレオ PIV 装置により計測している。またその実験結果を表現できるように CFD コードの修正を行っている。使用したコードは CFDSHIP-Iowa と大阪大学プロペラモデルであり、プロペラモデルは展開面積比が大きいプロペラに対してであるが 1 翼分動く間の時間平均近似のモデルを用いている。本論文は以下の 6 章からなる。

第 1 章では、この研究の背景とこれまで行われた研究によって得られた知見をまとめている。

第 2 章では研究の目的と、研究に用いた船型やプロペラ形状についての詳細を述べている。また本論文で行った実験での船速、波長船長比、波高、プロペラ回転数などの実験条件について示している。

第 3 章では、本研究で行われた実験について述べている。実験装置 (抵抗、自航試験装置及びステレオ PIV 装置) の取り付け状況や、解析手法について述べている。

第 4 章では、CFD 手法について詳細を述べている。空間固定の慣性座標系においてレイノルズ平均ナビエ・ストークス方程式を解くとともに、物体固定座標で運動方程式を解くことを連立させて解く手法について説明するとともに、乱流モデル、自由表面の取り扱い、格子生成、格子の重ね合わせ、プロペラモデルについて述べている。

第 5 章では、計算結果、実験結果とその比較結果を示している。まずプロペラのつかない状態で波浪中計算を行い、抵抗増加、船体運動を実験と比較するとともに、プロペラ面の流速分布を比較し CFD 計算である程度まで推定可能なこと、波と船体運動による公称伴流分布の違いも表現できることを示している。その後プロペラ作動状態の計算結果を比較することにより、今回の 1 翼分動く間の時間平均近似の体積力では変動が少し小さく出るものの、大まかな変動は表現できることと、時間平均自航要素については波の影響を表現できることを示している。

最後に本論文で得られた知見をまとめている。

以上のように、本論文はコンテナ船の波浪中推進性能に関して重要で新たな知見を示しており、今後の波浪中における省エネルギー化に大きく寄与するものと思われる。また公聴会においても活発に質疑応答がなされた。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。