

Title	計算流体力学に基づく船体まわりの粘性流計算の研究
Author(s)	白勢, 康
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38720
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。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

氏 名	白 勢 康
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 8 9 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 5 年 7 月 26 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	計算流体力学に基づく船体まわりの粘性流計算の研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 田 中 一 朗 教 授 三 宅 裕 教 授 鈴 木 敏 夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、計算流体力学に基づく船体まわりの粘性流計算法の確立を目的として、数値計算法の開発とその検証ならびに実船への適用に関する計算結果をまとめたもので、5章から成っている。

第1章は緒論で、船型学における計算流体力学の歴史とその現状を概観するとともに、高レイノルズ数の実船にも適用できる実用的な粘性流計算法の開発を目的とする本研究の意義について述べている。

第2章では、この研究で用いる粘性流計算法について、基礎方程式、差分方程式、数値計算法、格子生成法に分けて論じている。すなわち、一定速度で航走する任意形状の船体まわりの粘性流を計算するため、一般曲線座標で表示したレイノルズ方程式を $k-\epsilon$ 乱流モデルを導入して有限体積法により離散化し、SIMPLE 法を用いて計算する手法を詳述している。計算格子には楕円形偏微分方程式を計算して生成した物体適合格子を用いている。

第3章では、この計算法を2次元物体と数式船型に適用して計算手法の詳細を検討するとともに、計算結果を模型試験結果と比較して模型船相当のレイノルズ数における計算の精度、信頼性、適用限界を調査している。その結果、剥離や渦が弱い場合には流場および抵抗の計算結果は実験結果と定量的にもよく一致すること、またそれらが顕著な場合の計算精度はまだ十分ではないこと、船型の違いに応じて計算結果に現れる流場や抵抗の変化の傾向は実験結果とよく対応していることを明らかにしている。

第4章では、この計算法を高レイノルズ数の流れに適用する際の要件について検討し、大型タンカーの模型船、実験船および実船に対する計算結果を流場計測結果と比較するとともに、計算結果のレイノルズ数依存性について考察している。その結果、船体表面の境界条件に壁関数を採用したこの計算法は、実用的な計算容量と計算時間で実船相当のレイノルズ数の計算にまで適用可能であること、レイノルズ数の違いに応じて流場の計算結果に現れる変化は流場計測結果とよく対応していること、粘性抵抗の形状影響係数の計算結果はレイノルズ数とともに増加する傾向にあることなどを明らかにしている。

第5章は結論で、研究の成果を総括するとともに、計算流体力学の将来と船型設計に応用するに当たって残された課題を展望している。

論文審査の結果の要旨

船体まわりの粘性流場の詳細を明らかにするとともに、船の粘性抵抗を高精度に推定する方法を確立することは、船舶海洋工学上極めて重要な問題である。従来これらは主として境界層理論に基づく理論的方法ならびに水槽実験によって研究されるのが普通であったが、本論文は、近年急速に進展している計算流体力学に基づき、広範かつ精緻な数値計算法を展開するとともに、その精度、有効性を模型ならびに実船実験により検証しつつ論じたものである。その内容の重要な部分は以下の通りである。

- (1) 一般曲線座標で表示した3次元レイノルズ方程式に対して $k-\epsilon$ 乱流モデルを導入して有限体積法で解く計算法を多くの工夫を凝らして開発し、複雑な3次元形状をもつ船体まわりの粘性流場を模型から実船にいたる広いレイノルズ数に対してに解くことに成功し、種々の新しくかつ有用な知見をもたらしている。
- (2) 計算過程で、計算の安定・収束性と精度に関し、格子依存性とレイノルズ数依存性に対して詳細かつ緻密な検討を行い、計算の妥当性と信頼性に対して十分な議論を展開し、本論文の計算法が模型のみならず実船に対しても適用可能な計算法であることを明らかにしている。
- (3) 2次元および船型模型による実験を行い、その結果と計算結果とを比較検討することにより計算精度を検証すると同時に、さらに大寸法の実験用小型船ならびに実船による流場計測の結果を利用して計算法のレイノルズ数依存性を検討し、本計算法が実船の流場ならびに抵抗の計算にまで適用できることを明らかにしている。

以上のように、本論文は、任意形状船体まわりの粘性流場と船体粘性抵抗の計算法を詳細に論じ、有用な数値計算法を確立するとともに、その妥当性と精度を模型ならびに実船の実験結果に基づき検証したもので、理論展開にみられる独創性ならびに計算上の工夫と、結論にみられる新しい成果は、船舶粘性流体力学上極めて評価しうるものであり、造船技術上也貢献するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものとして認める。