

Title	曳航船・被曳航船系の操縦運動に関する研究
Author(s)	重廣, 律男
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3155688">https://doi.org/10.11501/3155688</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名	重 廣 律 男
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 14800 号
学位授与年月日	平成11年3月31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	曳航船・被曳航船系の操縦運動に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 浜本 剛実
	(副査) 教授 内藤 林 教授 長谷川和彦 教授 貴島 勝郎

### 論文内容の要旨

曳航技術は、推進器を装備していない浮体の移動方法の一つとして広く普及している。多様な状況下において浮体の移動を安全、かつ経済的に行うためには曳航計画の立案が重要な鍵となる。その際、曳航計画の要求事項を達成できる曳航船と被曳航船の船型開発、そして、曳航計画を立案する上で曳航船・被曳航船系の操縦運動の予測は重要な技術課題である。従来の曳航船・被曳航船系の操縦運動の研究では、曳航索が張っている操縦運動と曳航索が緩む操縦運動が個別に取り扱われているために曳航索が緩む過渡的な操縦運動の予測が困難である。本論文では、曳航索が張っている操縦運動と曳航索が緩む操縦運動とを統合的に記述する数学モデルの提案を行い、これに理論的な検討および実験的な検証を加えている。さらに、本数学モデルを用いて多様な状況下での曳航船・被曳航船系の操縦性評価を行い、その有用性を、また、本研究で開発した曳航式活魚運搬船のE型を改良船型として提案しているもので、全6章からなっている。

第1章では、研究の背景、曳航船・被曳航船系の操縦運動に関する研究の経緯、現状とその問題点および本論文の構成について述べている。

第2章では、まず、曳航船・被曳航船系の操縦運動のモデル化を行うための基本構想および基本的な条件について述べている。次に曳航船・被曳航船系の操縦運動で曳航索が張っている操縦運動と曳航索が緩む操縦運動とを統合的に記述する数学モデルの提案を行っている。

第3章では、1隻の曳航船と2隻の被曳航船の供試模型船を用いて、曳航船・被曳航船系の操縦運動をモデル化するために、曳航船と被曳航船の船体に働く操縦流体力の計測を行い、得られた操縦流体力特性から曳航速度の増加に伴う被曳航船の針路安定性低下のメカニズムを解明している。また、曳航船・被曳航船系の操縦流体力特性の推定を効率良く、また、精度よく行うための基本方針および作業手順の提案を行っている。本提案に従って推定された微係数の妥当性を数値シミュレーション計算を用いた操縦運動の推定結果と実船の操縦運動の計測結果との比較により検討している。

第4章では、第2章で提案した曳航船・被曳航船系の操縦運動の数学モデルの理論的な検証および実験的な検証について述べている。まず、曳航船・被曳航船系の操縦運動方程式を導出し、Routh-Hurwitzの方法を用いて方程式の根の符号を調べる理論的な検証方法を用い、得られた結果と従来の研究結果との比較から本数学モデルの妥当性についての検討を行っている。つぎに、実験的な検証方法として、曳航船・被曳航船系の自由航走模型実験での曳航索

が張っている状態と緩む状態の操縦運動の計測結果と本数学モデルを用いた数値シミュレーション計算との比較を行い、その有効性を確認している。

第5章では、曳航船が急旋回または減速操船したときに曳航索が緩んで曳航船と被曳航船が衝突する危険がある問題を取り上げ、本数学モデルの活用例として曳航索が緩む状況のシミュレーションを実施して、これを安全に回避するための操船方法の評価を行っている。そして、シミュレーションの条件を詳細に変更した多様な状況において曳航式活魚運搬船の原型曳航時と本研究で開発したE型曳航時の操縦性評価を行い、E型船型を曳航式活魚運搬船の改良船型として提案している。

第6章では、本研究を通して得られた結論および今後の研究課題を述べている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、船が曳航される場合の操縦運動を曳航船、被曳航船および曳航索の運動を一つの力学系と見なし、その操縦性能と安定性について数学モデルを確立するとともに、実験によりその数学モデルの妥当性を検証した論文である。また、考察の過程で曳航型いけすについて、その作業性を損なわないで安定性を向上させるためにいけす船型の提案も行っている。本論文で得られた主な成果を以下に示す。

- 1) 本論文の位置づけを明確にする目的で従来の船舶の曳航問題を中心とした操縦性能研究について概説を行っている。その中で従来の研究では曳航船が旋回運動や停止運動をしたときの曳航索の取扱が困難であることを示し、本研究の主課題を示している。
- 2) 曳航船が旋回や停止運動をしたときにも適用できる曳航船・被曳航船系のモデル化を従来のモデルを拡張し、その詳細について力学的な観点から検討を加え実用化している。
- 3) 被曳航船の原型および改良船型のそれぞれについて詳細な模型実験を行い、風圧力と操縦流体力を実験的に求め、改良船型の操縦性能および被曳航性能について考察を行うとともに、曳航船については既存の実験データに基づく推定式を用いて操縦流体力を推定し、数値シミュレーションを実施して、実船の実験結果との比較を行っている。このモデルにより、船型改良の手法、流体力微係数の推定法についての具体的提案を行なっている。
- 4) 曳航船・被曳航船系の操縦運動モデルの妥当性を確認するために、このモデルを用いた数値シミュレーションを行い、さらに、系の安定性に関する考察および検証を行い、模型実験結果と比較検討している。
- 5) 本研究の最大の特徴である曳航船が旋回や停止運動を行った時の被曳航船との間の曳航索の緊張、弛緩による衝突の問題が本研究で提案したモデルで推定できることを示すと同時に、実験と比較し、その妥当性を確認している。

以上のように、本論文は船が曳航されている時の操縦運動について、特に曳航船が旋回や停止運動をしたときの複雑な運動に適用できるモデルを提案し、数値シミュレーションと模型実験を実施し、その力学系の安定性を検討するとともに、その妥当性を確認したものである。今後、大型構造物を曳航する問題などへ適用が期待でき、曳航時の安全性を確保する上で基本的な問題であり、船舶工学の発展への寄与は大きい。よって本論文は、博士論文としての価値あるものと認める。