



Title	低速時の操縦運動モデルとその応用に関する研究
Author(s)	小林, 英一
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42356
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	こ ばやし えい いち 小 林 英 一
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 6 2 5 1 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 13 年 3 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科船舶海洋工学専攻
学 位 論 文 名	低速時の操縦運動モデルとその応用に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 長谷川和彦 (副査) 教 授 内藤 林 助教授 梅田 直哉

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、船舶の操縦運動を表す運動方程式について、従来の通常航走域を対象としたものに基づき、船速が零や後進状態、横移動状態など低速時の操縦運動にも適用できる数学モデルの開発とその応用を目的としている。

第1章では種々の操船環境下での運動状態を示し、その中でも操船者が最も神経を使う離着岸などの港内操船状態が操縦運動を評価する上で重要であり、この評価のためには従来の通常船速での前進状態に対し定式化されている操縦運動数学モデルでは横移動、その場旋回、離着岸など港内操船に関する運動モードの表現に限界があることを述べている。

第2章では、船体、プロペラ、舵、スラストなど船体構成要素毎に流体力学に基づいて定式化された通常航走時を対象とした操縦運動数学モデルを、船速が零の状態、横移動状態、後進状態、その場旋回状態などにまで適用が拡張できる操縦運動モデルの定式化を行っている。ここでは通常航走時の操縦運動モデルと低速時の運動モデルの使用領域を分けその境界領域での連続性を保つ手法についても定式化している。

第3章では、拘束模型による斜航試験やCMT (Circular Motion Test)、舵角試験、その場旋回試験、横移動試験などによりその数学モデルを構成する諸パラメタを決定し、次に、定式化された運動方程式に基づく、旋回運動、その場旋回運動、横移動運動、プロペラ逆転停止操船など種々の操縦運動モードの時刻歴シミュレーションを実施している。さらに自由航走模型を遠隔操縦した水槽実験にて、シミュレーションで実施した運動モードを再現し両者の運動状態が良好に一致することを示し、数学モデル構築の妥当性を検証している。

第4章では、水深が5,000mにも及ぶ海域にて着底して走行する集鉤機と長大揚鉤管を曳航した船舶について、まず揚鉤管流体力のモデル化を行っている。次にその船舶を対象とした操縦運動方程式に含まれる流体力特性、環境外乱である風圧力特性、波漂流力特性を実験および推定計算により導出するとともに、指定された航路を操舵により自動的に保持する制御アルゴリズムの定式化を行っている。さらに先に述べた低速時の操縦運動モデルを活用し風浪、潮流下での揚鉤管曳航状態での航路保持性能シミュレーションを実施している。この結果、本船舶の想定稼働海域における最も厳しい風浪、潮流下での運航が可能であることを示している。

第5章では風波や潮流などの環境外乱下においてケーブル敷設船に要求される定点保持性能を満足させるためのスラストや舵性能評価を行っている。ここでは対象船舶の運動方程式に含まれる操縦流体力特性を模型実験で把握するとともに、敷設したケーブルを船首部に引き上げ保守している状態を模擬するケーブルモデルの動特性を定式化し低

速時に関する操縦運動モデルに付加している。さらに定点保持制御アルゴリズムも定式化し、プロペラ、舵、サイドスラストを駆使した外乱下における定点保持に関する広範なシミュレーションを行い、敷設作業時に想定される外乱下で定点保持をするために必要なスラスト容量、舵性能を導出している。

第6章では近年十分な教育が行えない作業船技術者向けの訓練用作業船シミュレータについて、係留索の巻き上げ繰り出しや、船体の動揺の影響も考慮できるよう、係留索の張力特性、風浪などによる船体運動についても定式化し低速時操縦運動モデルを拡張している。そして風波外乱下におけるリアルタイム定点保持シミュレーションを実施し、想定作業船での作業限界を評価している。

第7章では荒天時にオイルフェンスを曳航した船舶の操船性能評価を目的として、まずオイルフェンスの動的挙動を評価するため、オイルフェンスを多数のバネ質量系で表す動的モデルを定式化している。このオイルフェンス動的運動モデルと低速時の操縦運動モデルを結合し、さらに波浪中での船体運動も考慮して船体操縦運動とオイルフェンス挙動の連成運動が表現できる数学モデルを定式化している。次に対象船舶の操縦流体力、オイルフェンスの動的特性に関する諸特性を実験や推定計算を援用して導出し、外乱下においてオイルフェンスを曳航している2隻の船舶からなる全体システムを模擬した保針操船シミュレーションを実施している。この結果想定外乱下での操船可能であることを検証するとともに、操船限界に関する評価を行っている。

第8章では本研究で開発した低速時の操縦運動モデルは港内操船性、低速時航行性能、定点保持性能など幅広い低速時の船舶操縦性能の評価に適用できると結論づけている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、船舶の低速時の操縦運動全般を扱っている。まず、低速時の操縦運動数学モデルを提案し、次にそれを低速で航行する様々な船舶に適用し、シミュレーションにより数学モデルの有用性を確認するとともに、それぞれの船舶が安全に低速での航行そして任務に就けることを検証している。

本論文で得られた主要な成果を以下に示す。

- 1) 種々の拘束模型試験を実施し、実用的な低速で航行する船舶の操縦運動数学モデルを提案している。また、この数学モデルが通常の船速で航行する時の数学モデルと連続的に接続するための提案を行い、それを使ったシミュレーション計算が実船試験や模型試験結果とよく一致することを確認している。
 - 2) この数学モデルを長大な揚鉤管を曳航する船舶、ケーブル敷設船、オイルフェンスを曳航する船舶に適用し、シミュレーション結果と実験結果の比較を行って、この数学モデルがこれらの船舶に十分適用できることを示している。
 - 3) オイルフェンスを曳航する船舶の操縦運動を推定するに当たり、オイルフェンスをバネ質量系で模擬し、この数学モデルと連成させる数学モデルを提案し、実験結果との比較により、そのモデルの妥当性を確認している。
- 上記のような研究成果として、本論文で提案した低速で航行する船舶の操縦運動を表す数学モデルが十分実用的で、かつ、従来からある通常の船速での操縦運動数学モデルとの連続性、船舶以外の付加物が付いた状態での取り扱い、さらに外乱の影響について詳細に検討している。

以上のように、本論文は船舶操縦性、とりわけ、低速で航行する船舶の操縦性の発展および安全性向上に寄与するところが大きい。よって博士論文として価値あるものと認める。