

| | |
|--------------|---|
| Title | 耐航性能推定法の船舶設計適用に関する研究 |
| Author(s) | 三宅, 成司郎 |
| Citation | 大阪大学, 2022, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://doi.org/10.18910/89637 |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

論文内容の要旨

氏 名 (三宅成司郎)

論文題名 耐航性能推定法の船舶設計適用に関する研究

論文内容の要旨

船型開発段階で耐航性能評価を系統的に行うには、耐航性能を精度良くかつ簡便な手順にて推定できる方法が必要で、馬力増加・船速低下等の推定精度向上及び運航コスト評価の簡便な手順の確立が急務である。本論は、耐航性能を含めた実海域推進性能推定技術を活用した船舶初期設計手法の確立を目指し、以下の検討を行うことを目的とした。

- ①現状の実海域推進性能推定法に対する課題点の洗い出し・課題に対して検討すべき方向性明示。
- ②上記で抽出した多くの課題の中から、船舶性能の初期設計段階において考慮すべき項目の明確化。
- ③実海域性能推定技術を初期設計段階の推定手法として容易に活用できるように推定手法明示。
- ④推定精度検証のための不規則波中実験における計測時間長と計測誤差の関係を定量評価した結果の明示。

以下に、各章の概要を示す。

第1章では、実海域推進性能を船舶設計に適用する意義を平水中性能推定技術が中核の現状の船型開発手法と対比させて述べた。また、実海域航行を考慮して求めた運航コストを含めて総合的に評価した場合、従来とは異なる最適設計ポイントが創出される可能性を示した。

第2章では、実海域推進性能推定技術を船舶設計の実務手順中に組み入れるために必要な個々の要素技術に関して、その現状と課題を明確にした。また、長期運用における性能評価の一つの指標としての運航燃費性能推定の一方法について述べた。さらに、それらを踏まえた実海域推進性能を考慮した場合の船舶設計の流れを示した。

第3章では、実海域中馬力増加推定の代表的な方法の手順と長所・短所を述べた。また、船体応答関数や計算周波数範囲の扱い方等の馬力増加推定に考慮すべき点を述べた。穏やかな海象中を航行する場合に生じる周期的な船体運動により、船尾流場が周期変動することでプロペラ効率が非線形に変化する。実海域航行想定時の主機馬力推定に対するプロペラ効率変化の影響を示した。厳しい海象中ではプロペラ位置の相対変位が大きく、プロペラ没水深度が大きく変化するためプロペラ推力・トルクが大きく減少する。プロペラ没水深度変化の影響を考慮した馬力推定手順と試算例を示した。実船計測データ分析にて、プロペラ翼上端が空中露出すると回転数がMCRに相当する値を超えることを確認した。その結果から、主機関損傷を避けるために1/10直径をプロペラ露出上限値と定義することを提案した。

第4章では、うねり・風波併存海域において推定される船体短期応答は確率論の手法を用いて検討すべきであることを示した。すなわち、統計諸量の基礎の船体応答の標準偏差値 σ は、干渉を考慮すればその自乗和平方根値を平均値とした正規分布となる。うねり・風波両波系の干渉を考慮した σ の確率密度関数の推定手順を述べ、その具体的な推定例を示した。また、船体強度に関わる船体応答に関しては、発生する最大応答値が重要となるので、併存海域の船体短期応答最大値を求める手順を提案した。さらに、併存海域における σ の分布は、両波スペクトラムおよび規則波中船体応答関数の周波数におけるピークの位置関係に大きく影響を受けることを示した。

第5章では、船体応答の長期予測法に対する大波高成分の影響について述べ、操船判断を含めた長期予測の簡便な計算法を示した。長期予測に必要な波浪発現確率密度関数について代表的な長期波浪発現頻度表の特徴を述べ、長期予測にそれらを使用する場合の注意点を示した。さらに、波浪発現確率データに誤差が混入した場合の長期予測への影響分析法を示した。以上の長期波浪発現確率に関する検討を踏まえ、避航を考慮した長期予測法と他の方法を比較しながら本計算法による長期予測結果を明確にし、本論提案手法を運航限界推定に適用した例を示した。波浪中での船速低下は船体応答の変化をもたらす長期予測に影響を及ぼすため、船速低下を考慮した長期予測の試算例を示した。

第6章では、耐航性能推定技術の精度検証に不可欠な不規則波中実験での計測時間長が計測精度に及ぼす影響について述べた。不規則波時系列シミュレーションにより、波や船体応答の分散値が計測時間長によって収束する様子を検証した。計測時間長と計測誤差の関係を定量的に評価する方法として、シミュレーションで得た分散値分布を用いる方法と、不規則波の自己相関関数を用いる方法について示した。また、分散値の分散と抵抗増加の関係を明確にし、抵抗増加の推定精度を検証する上で分散値の分散の理論分布が重要であることを示した。

論文審査の結果の要旨及び担当者

| | | | |
|------------------|-----|-----|-------|
| 氏 名 (三宅 成 司 郎) | | | |
| 論文審査担当者 | (職) | 氏 名 | |
| | 主 査 | 准教授 | 箕浦 宗彦 |
| | 副 査 | 教授 | 梅田 直哉 |
| | 副 査 | 教授 | 大沢 直樹 |

論文審査の結果の要旨

船舶の耐航性能は、波・風・流れが併存する実海域環境での推進性能という意味で、近年、実海域推進性能と呼ばれる。このような考え方の下では、検討すべき性能項目は多岐にわたるため、性能設計を系統的に行うには、精度良くかつ簡便な手順で推定できる方法が必要となる。また、昨今の環境問題への対応を考えると、主機出力増加（主機馬力増加）・船速低下等の推定精度向上及び運航コスト評価の簡便な手順の確立は強く望まれる。本論文は、耐航性能を含めた実海域推進性能推定技術を活用した船舶初期設計手法の確立を目的に、燃費性能、波浪中動揺、長期性能特性、性能評価のための実験手法の観点から、実海域推進性能の推定手法を検討している。本研究の成果は以下の通りである。

1. 波・風・流れが併存する実海域での船舶の推進性能推定法の課題を明示し、運航コストを含めて総合的に評価した場合には、従来とは異なる最適設計点が存在することを、従来の設計手法との比較から示している。このことを踏まえて、性能設計を系統的に、精度良く、簡便に行うための設計手順を提案している。
2. 燃費性能の観点では、推定波浪中のプロペラ効率の変化やプロペラ露出の特性に着目した主機出力増加推定法を示している。穏やかな海象中では、周期的な船体運動による船尾流場の周期変動がプロペラ効率に与える影響に着目し、それが主機出力増加に与える影響を述べている。厳しい海象中では、船尾に設置された推進プロペラの没水深度が大きく変化することによるプロペラ特性の変化を考慮した出力推定法を理論的に示している。さらに、プロペラ翼上端が空中露出する場合には、主機関損傷を避けるために 1/10 直径をプロペラ露出上限値と定義することを提案している。
3. 波浪中動揺の観点では、うねりと風波という異なる波系の相互干渉が船体動揺に与える影響を確率論的に検討し、併存海域での船体短期応答最大値は、二つの波スペクトラムおよび規則波中船体応答関数の周波数におけるピークの位置関係に大きく影響を受けることを示している。それを考慮した船体短期応答最大値の推定手法を提案している。
4. 長期性能特性の観点では、波浪中の自然船速低下と操船判断による大波高の遭遇を避けることを仮定した長期性能特性の推定法の概念を示し、その具体的な計算法および計算例を示している。さらに、波浪発現確率データの誤差が長期性能特性の推定に与える影響の分析法を示している。
5. 性能評価のための水槽模型実験の観点では、計測時間長が性能推定精度に及ぼす影響について確率統計的に述べている。計測値の分散分布の時間変化を利用することにより、計測時間長による推定精度の収束速度を定量的に評価する方法を示している。

以上のように、本論文では、波・風・流れが併存する実海域における推進性能の初期設計段階の推定手法を提案し、その合理性について、燃費性能の観点、波浪中動揺の観点、長期性能特性の観点、実験手法の観点から、理論的に検証した点に学術的・技術的な新規性がある。また、それを総合的に容易に活用できるように明示した点で有用性も高い。

よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。