

# 艀装設計におけるバラスト浚水システムの設計法に関する研究

渡邊, 虎春

<https://hdl.handle.net/2324/7182444>

---

出版情報 : Kyushu University, 2023, 博士 (工学), 課程博士

バージョン :

権利関係 : Public access to the fulltext file is restricted for unavoidable reason (2)

氏 名 : 渡邊 虎春  
論文名 : 艀装設計におけるバラスト浚水システムの設計法に関する研究  
区 分 : 甲

## 論 文 内 容 の 要 旨

バラストタンクは船舶や浮体構造内の船底に設置され、積載する貨物量の変動による船体のバランスやプロペラ没水深度等を維持するために、タンク内にバラスト水として海水等を注排水して水を調整し、船体のバランスを調整し安全な航行を維持する機能がある。

一方、船舶がバラスト水を排水しきれず残水がある場合には、貨物を積載するための載貨重量に損失が生じるため、残水量を最小化することが求められ、また、船舶が港湾に停泊して、荷役を行う際には、港湾ごとに時間毎に決められた停泊料が課金されることから、より短時間で注排水を終えることが求められている。

船舶のバラストタンクは多くの構造材により区画分けされた構造を有しており、バラスト水の注排水時には、バラストタンク内の多数のフレームやロンジ材等の構造材に設けられたドレンホールや、カラプレート等の仕切り材により構成された開口を通りバラスト水が移動する。バラストタンク内部が複雑な構造を有していることから、バラストタンク内部の水理現象は複雑な現象である。

また、艀装設計において、バラスト浚水システムの設計は、残水量と注排水に要する時間を低減させることが求められるが、実際のバラスト浚水システムの設計においては、主に簡易計算法を用いることや、設計者の経験値に基づく設計法がとられており、計算の精度や設計者の判断による曖昧さを有しており、明確な設計判断がしづらいのが現状である。

本研究では、実際の船舶のバラストタンクは大きな構造物であるために、実物を用いて検討するには困難が生じることから、バラスト浚水システムをモデル化して、縮尺模型を用いた水理模型実験と数値流体計算による検討から、船舶艀装におけるバラスト浚水システムの設計法を提案し、その有効性を示した。

本論文は7章からなり、第1章では、本研究の目的および本研究の概要について述べている。

第2章では、バラスト浚水システムの概要と課題について述べる。船底に配置されるバラストタンクの機能および基本構造について述べ、バラスト水を排水するためのバラスト浚水システムに採用されている代表的な浚水方式について述べる。また、本研究の背景となるバラスト浚水システムの課題と浚水システムの改善による期待される効果について述べ、研究の課題点を整理して述べた。

第3章では、船舶艀装におけるバラスト浚水システムの設計法の構築に資する模型試験と数値流体計算について、工学的な意義と活用されている工学的な事例について、特に大型構造物のエンジニアリング上の課題解決に対して、模型実験と数値計算を組み合わせたアプローチによる有効性について述べた。また模型実験の検討において重要である相似則の考え方と、本研究における相似則の考え方について述べた。

第4章では、バラスト浚水システムの設計のための水理模型実験による検討方法について述べ、水理模型実験を実施する際の実験条件の考え方や、バラストタンクやバラスト浚水システムのモデル化の考え方について述べ、バラストタンク模型やポンプ、水位計測のための実験装置とまた実験データの処理方法について述べた。水理模型実験には、バラスト浚水システムの設計要素と浚水効率の関係を把握するため、小規模4×4区画モデルから、これを拡張した8×8区画の大規模区画モデルを用い、これらに同心円配置型ドレンコースやベルマウス区画列型ドレンコース等の特徴あるド

レンコースを設置して水理模型実験を行い、ドレンコース設計における有用性を明らかにした。

第5章では、バラスト浚水システムの設計のための数値流体解析法について述べ、流体シミュレーションのツールボックスである OpenFOAM を用いた数値計算モデルの構築法と解析法について述べた。また、構築した数値計算モデルの検証のために、簡易化した単列タンクと小規模 4×4 区画モデルの 2 次元タンクを用いた水理模型実験結果との比較を行い、さらに、これを拡張した 8×8 区画の大規模区画モデルの水理実験結果との比較のために、計算量の拡大から、九州大学情報基盤研究開発センターのスーパーコンピュータシステム ITO を用いて、同心円配置型、ベルマウス区画列型ドレンコースへの適用し水理模型実験結果との比較を行うことにより、数値計算モデルの有効性とドレンコース設置の有効性を示した。

第6章では、実船のバラストタンクに提案したドレンコースを設置することとし、ドレンコースにはロンジの開口をできるだけ閉鎖したベルマウス区画列型ドレンコースを適用して、造船所において実施した実船実験での検討について述べた。実船実験では、同型船のバルクキャリア 5 隻の内、ドレンコースを設定した 2 隻の船と設置していない 3 隻の船についてバラストタンク内の水位やバラスト水排水量の経時変化を計測して、ドレンコース設置の有効性を示した。

第7章は結論として、以上の章における手法や得られた知見を総括した。