

船舶への空気潤滑法の適用と実運航時の省エネルギー効果の検証に関する研究

溝上, 宗二

<https://doi.org/10.15017/2534526>

出版情報 : Kyushu University, 2019, 博士 (工学), 論文博士
バージョン :
権利関係 :

氏 名 : 溝上 宗二

論 文 名 : 船舶への空気潤滑法の適用と実運航時の省エネルギー効果の
検証に関する研究

区 分 : 乙

論 文 内 容 の 要 旨

国際海運からの CO₂ 排出抑制の観点から、2011 年 7 月に国際海事機関 (IMO) の海洋環境保護委員会 (MEPC) において海洋汚染防止条約 (MARPOL 条約) 附属書 VI の改正案が採択され、2013 年 1 月 1 日に発効している。この改正により、2013 年以降に建造される船舶に対するエネルギー効率設計指標 (Energy Efficiency Design Index : EEDI) の導入とこれに基づいた CO₂ 排出規制の実施、ならびに省エネ運航計画の作成が義務付けられることとなった。EEDI の計算においては、革新的省エネルギー技術による CO₂ 排出削減効果を考慮に入れることが承認されており、本論文で対象とする空気潤滑システムも有望な革新的技術の一つとして期待されている。

空気潤滑システムとは、船体の周りを気泡で覆うこと (空気潤滑法) により、船舶の推進抵抗の約 80% を占める摩擦抵抗の低減を目的とした省エネルギー装置である。空気潤滑法を実船に適用するためには、初期計画段階において気泡による摩擦抵抗低減効果を考慮した推進抵抗を推定し、実船の計画速力における主機関出力 (主機馬力) 等を推定する必要があるが、模型試験では実船と相似となる気泡で船体を覆うことができないため、水槽試験結果に基づいて実船相当の抵抗を推定することは一般に困難であるため、摩擦抵抗低減効果の推定手法の確立が必要である。

また、船舶はその用途によって主要寸法、船型、運航速度が大きく異なるため、空気潤滑システムの実用化を図るためには適用船種の範囲拡大が課題となる。特にフェリーやコンテナ船等の瘦せ型船型に分類される船舶は船底フラット部が小さく、浸水面積に対する傾斜部・曲率部の占める割合が大きいが、空気潤滑法を用いた摩擦抵抗低減現象については平面上の気液二相流を対象とした実験的研究が主体であるため、傾斜部や曲率部が摩擦抵抗の変化に及ぼす影響については明らかにされていない。さらに、既存船へのレトロフィット工事も含めて、空気潤滑システムを実船に搭載するための設計手法の確立ならびに推奨標準仕様の整備が必要である。

本論文は、恒久設備として実船搭載を視野に入れた空気潤滑システムの設計開発を行い、新造船船に対してシステムを搭載し、海上における省エネルギー効果を検証するとともに、環境負荷軽減に対する空気潤滑システムの有効性を示すことを目的とする

本論文は 8 章で構成されており、その内容は以下の通りである。

第 1 章は緒論であり、本研究の必要性ならびに関連する研究の経緯について概説し、本研究において対象とする空気潤滑による摩擦抵抗低減技術について述べるとともに、本研究の目的と論文構成を示した。

第 2 章では、空気潤滑による摩擦抵抗低減効果および省エネルギー効果の推定法について詳説するとともに、実用的な見地から省エネルギー効果の簡易計算方法の開発を行い、初期設計時における被泡面積や空気量の設定の検討に用いることができることを確認した。

第3章では、空気潤滑システムの実船搭載を目的として実施した設計検討、模型試験、数値シミュレーションならびに実船による空気の吹き出し確認試験の結果について示した。また、船体表面に空気を送り込むために設けられる開孔部や空気の供給配管等について重点的に検討を行い、それらの仕様を決定した。

第4章では、モジュール運搬船に空気潤滑システムを搭載し、空気潤滑あり・なしの状態を実施した速力試験結果を解析した結果、最大で12%の正味省エネルギー効果が得られることを確認した。また、船底における気泡の分布状況やプロペラへの流入状況、空気潤滑時の船底におけるせん断力の変化、気泡がプロペラに流れ込むことによる起振力変化が船体振動応答に及ぼす影響について示した。

第5章では、船底が平面でない船型への空気潤滑システムの適用を想定して実施した船尾部の船底が傾斜した長尺模型およびビルジサークル部を有する Round 模型を対象とする曳航試験結果に基づき、摩擦抵抗低減効果と壁面近傍局所ポイド率分布の関係を明らかにした。

第6章では、痩せ型船に分類される内航フェリーに空気潤滑システムを搭載し、実船モニタリング計測データを取得した。実海域の外乱影響によるデータの変動が少ない燃料消費量を用いて省エネルギー効果を検証した結果、正味3.13%の省エネルギー効果が得られたことを示した。

第7章では、空気潤滑システムの適用船種拡大を目的として実施した空気潤滑システム専用プロワの開発、空気供給に関わる吹き出し部や配管系統等の推奨標準仕様と設計標準の整備、ならびに船級協会の設計基本承認（AIP）を取得した既存船を対象としたレトロフィットの設計コンセプトに関して詳説した。その結果、空気潤滑システム単体の提供のみならず、搭載に際して付随するエンジニアリングも加えた空気潤滑システム供給体制の提案が可能となった。

第8章は、本論文の結論であり、本研究によって得られた成果をまとめ、今後の課題を示した。