

造船技術センターで実施している CO₂削減技術に関する共同研究の 結果について(その1)

1. はじめに

当センターは、平成22年度より、船舶からのCO₂排出量の30%削減を目標とする国土交通省の「船舶からのCO₂削減技術開発支援事業」(平成21年度から4ヶ年実施)において採択された技術開発プロジェクトのうち、次に掲げる4つの課題について、造船事業者等と共同研究を実施しました。これらの研究成果と実用化の状況を2回に分けて紹介します。

(共同研究の概要については、SRC NEWS No.88 (2011 July)で紹介しております。)

■ 空荷時に搭載するバラスト水を少なくし、推進効率を高める船型「MIBS」の開発

共同開発者：(株)名村造船所、(株)大島造船所

■ 波浪中の抵抗増加の少ない船首形状「ステップ」の開発と実船計測による検証

共同研究者：内海造船(株)

■ 水中の船体を気泡で覆って船体の摩擦抵抗を低減する技術(空気潤滑法)の開発

共同研究者：

大型外航船 (株)大島造船所、日本郵船(株)、(株)MTI

小型外航船 今治造船所(株)

■ 高性能、高機能帆を用いた次世代帆走商船の研究開発

共同研究者：ユニバーサル造船(株)

2. バラスト水低減船型(MIBS)の開発

バラスト水低減船型(Minimal Ballast water Ship)とは、船体形状を工夫することにより、空荷時に搭載するバラスト水を削減し、その分排水量を小さくして推進性能を高めた船型です。

MIBSは、船体形状(中央断面形状)に特徴があり、そのコンセプトを図2-1に示します。下に凸な船体形状とすることで、少ないバラスト水で安全な航海に支障がない程度の船首尾喫水が確保できるようになっています。

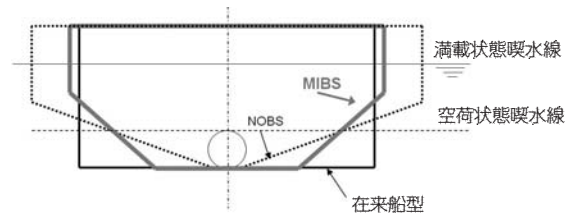


図2-1 MIBSのコンセプト

今回開発したのは、VLCCとバルカーで、それぞれ株式会社名村造船所と株式会社 大島造船所と共同で実施しました。本開発で最終的に得られた結果は以下のとおりです。なお、本開発の背景、船型のコンセプト、中間段階の開発状況は、SRC NEWS No.89(2011 Dec.)に掲載しておりますのでご参照ください。

①平水中推進性能

何パターンもの船型のCFD計算を行い、優れたものを選び、配置検討と水槽試験を行いました。VLCCとバルカー、それぞれ2隻の水槽試験を行った結果を表2-1に示します。開発目標であるCO₂の10%以上削減を達成しました(D.W.は在来船型と同じ)。また、バラスト水搭載量も在来船と比べて60%以上の削減を達成し、バラスト水搭載装置を大幅に削減できることを確認しました。

	VLCC			Bulk Carrier		
	在来船型	O1(MIBS)	O2(MIBS)	在来船型	B1(MIBS)	B2(MIBS)
L (m)	333.0			210.0		
B (m)	60.0			36.5	37.5	
D (m)	29.0	30.0	31.0	22.95	23.95	
d _{95%} (m)	20.5	21.5		9.8	10.8	
Deadweight (t)	300,000			49,000		
Water ballast weight (t)	85,000	31,000	28,000	25,000	8,200	9,600
CO ₂ 削減率 (Full load / Ballast Condi.)	-	1% / -16%	-4% / -20%	-	-3% / -26%	-5% / -24%
CO ₂ 削減率 (Total)	-	-8%	-12%	-	-14%	-15%

表2-1 MIBSの主要目とCO₂削減率

本開発では、VLCC、バルカーそれぞれにおいてCO₂の削減率に勝るO2(MIBS)とB2(MIBS)を選び、波浪中試験、自由横揺れ試験、操縦性能試験を行い、各種性能を確認しました。

②波浪中試験

正面向波中で船体運動と波浪中抵抗増加を計測しました。O2 (MIBS)、B2 (MIBS)ともに、満載状態において、在来船と同程度の抵抗増加量となることを確認しました。また、空荷状態での抵抗増加量も計測しました。

③自由横揺れ試験

自由横揺れ試験を実施し、O2 (MIBS)とB2 (MIBS)ともに、満載状態において在来船と同程度の横揺れ減衰となることを確認しました。また、空荷状態では在来船より非常に大きい横揺れ減衰となることを確認しました。

④操縦運動性能

PMM試験と操縦運動シミュレーションを実施し、O2 (MIBS)とB2 (MIBS)ともに、満載状態においてIMOの操縦性能基準 (A.751 (18))を十分満足する、良好な操縦性能であることを確認しました。

⑤詳細設計

詳細設計を行い、カーゴスペース、ポンプ・エンジンルーム等の配置に問題がないことを確認しました。VLCCの概略配置図を図2-2に、バルカーの概略配置図を図2-3に示します。

⑥1航海(往復)あたりのCO₂削減量

最終船型について、在来船と比べて1航海あたりのCO₂削減量は次のように得られました。

VLCC ; 約11% バルカー ; 約15%

以上により、MIBSは省エネ性能の達成に加えて、実船建造に必要な諸性能を満たすことを確認することができました。

最後に、平成21年度の事業は日本財団のご支援を受けて実施しました。また、今回開発されたVLCCのMIBSに対し、(株)名村造船所が(一財)日本海事協会のコンセプト承認を平成25年2月に取得したことを併せて紹介させていただきます。

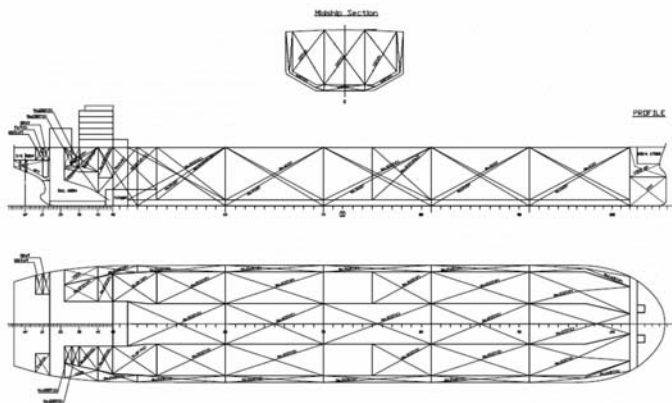


図2-2 VLCC概略配置

ROUGH GENERAL ARRANGEMENT

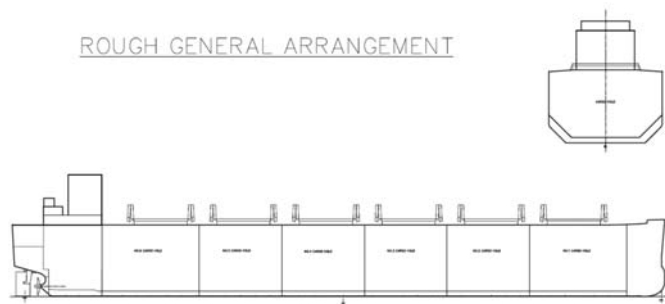


図2-3 バルカー概略配置

3. 省エネ装置「ステップ」の開発と実船計測による検証

内海造船(株)と独立行政法人海上技術安全研究所が共同で開発した、船舶が実際に航行する実海域での推進性能の向上とCO₂排出量削減をするための船首形状等の開発を省エネ装置「ステップ」(SPRAY TEARING PLATE)を5,000台積み自動車運搬船にステップを装着して実船計測を行い、効果を検証しました。

3-1 ステップの概要

ステップは、大型の中高速船を対象とした省エネ装置で、船首部喫水線に取り付けられた矩形の形状の構造物で、船首部で船体に当たる波の向きを横方向に変えと共に、上昇する波を崩すことにより、波浪が船体に生じさせる抵抗を低減させるものです。

3-2 ステップのコンセプト

ステップのコンセプトは次のとおりです。

- 1 船舶が航走するとき自走により船首部の水面が盛り上がります。
- 2 海面に波がある場合、波はこの盛り上がった水面の上を進みます。
- 3 このとき船体に当たった波が生じる前後方向の力が抵抗増加となります。
- 4 船体に当たる波を横向きに変え、上昇しないようにすることで抵抗増加が抑えられます。

これにより船体が波をうけることによって生じる速力低下を抑え、結果として燃費悪化を減少させることができます。また、平水中を航行する際には、自走による水位上昇よりも上方に設置するため、抵抗を増加させることはありません。

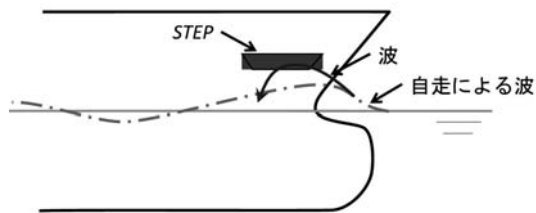


図3-1 ステップの模式図

波条件	・ ビューフォート6 (有義波高 3m、平均波周期 6.7s) ・ 主波向 正面向い
船速・喫水条件	・ 夏期満載状態 ・ 計画速力 フルード数0.239

表3-1 ステップ設計条件

海上技術安全研究所が実施した水槽試験では、短波長（波長船長比0.3）、波高3mの向波規則波中で調査を行い、図3-4に示す通り、今回開発したステップにより波浪中抵抗増加係数（ K_{AW} ）が約18%低減されることを確認しました。また、波高・波向・波長船長比などが設計条件と異なる状態でも調査を行い、図3-5に示す通り、幅広く効果が得られることを確認しています。

3-3 開発状況

垂線間長170.0m、船幅30.2m、夏期満載喫水8.95mの5,000台積み自動車運搬船（図3-2）にステップを装着しました。理論検討・水槽試験により、ステップの形状・設置位置などの検討を行いました。開発したステップの実船への取り付け状況を図3-3に示します。形状については、有効性の他、工作上的の簡便性も考慮し、喫水線に対しほぼ平行に設置することにしました。また、ステップの張り出し角度は構造強度を確保できる角度とし、錨との干渉を考慮し、張り出し量は最大で1.6m程度、船長方向長さは約6mとなっています。



図3-2 開発対象とした5,000台積み自動車運搬船



図3-3 ステップの実船への設置状況

設計条件は、表3-1の通りで、波浪については、北大西洋・北太平洋の長期波浪統計より、平均海象に相当するビューフォート風力階級6に相当する状態を対象とし、船速・喫水条件については、どのような運航状態でもステップが平水中性能に影響を及ぼさないように、通常運航で静的水位上昇による水面の盛り上がりが見られなくなる夏期満載状態・計画速力の状態としました。

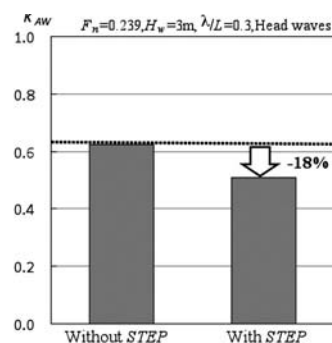
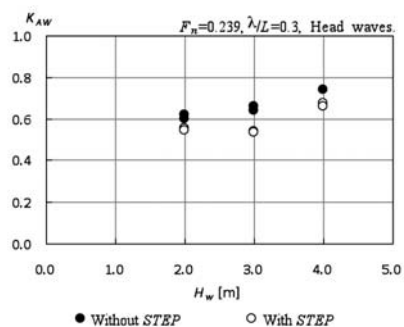
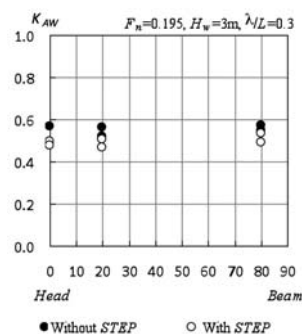


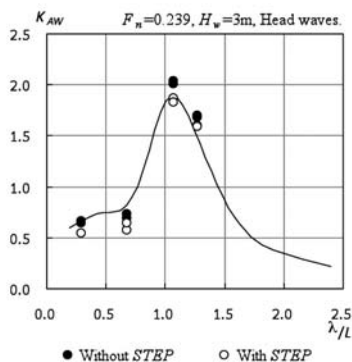
図3-4 波浪中抵抗増加試験結果(夏期満載状態)



(1) 波高影響



(2) 波向影響



(3) 波長船長比影響

図3-5 波浪中抵抗増加に対する各状況でのステップの効果

水槽試験結果で確認された短波長域での抵抗増加の低減効果から、ステップの設計条件での燃費削減効果を算出すると、約2%と推定されます。

3-4 実船計測

3-4-1 実船計測データによる検証方法

ステップの実船での効果を調査するため、ステップを実際に装着した船と、ステップを装着していない同型船により、実船計測を行いました。今回調査に用いた実船データの計測期間は、ステップを装着した船が2011年6月30日から2012年2月6日までの約7カ月、ステップを装着していない同型船が2011年1月28日から2012年1月29日までの約1年間となります。表3-2に今回解析に使用した実船データと計測・算出方法を示します。位置、対地・対水船速、舵角、相対風速・風向、主機回転数、主機燃料消費量については、計測値を使用し、主機出力・波浪データについては、それぞれ、主機燃料消費量からの換算値・気象庁波浪推算値から補間した値を用いました。

項目	取得方法
位置(経度・緯度)、方位	GPS、ジャイロ
対地速度、対水速度	GPS、電磁ログ
舵角	舵角計
相対風速・相対風向	風速・風向計
主機回転数	回転数計
主機燃料消費量	流量計
主機出力	主機燃料消費量から換算
波浪データ	気象庁波浪推算値から補間

表3-2 実船データリスト

波高と船速低下の関係、速力と主機出力の関係から効果を調査することとし、以下の3つの手順によりデータの解析を行いました。

①データの抽出

すべての有効データから、ステップの設計条件に近いデータを抽出しました。今回は、常用出力の±5%以内・夏期満載状態での排水量の±7.6%以内(アドミラルティ係数で主機出力5%の変化に相当します)、波向は向波±90度以内のデータを抽出しました。

②状態統一のための補正

実船運航状態では、主機出力、排水量、気象海象状態が計測の度に異なります。このため、主機出力・排水量は、アドミラルティ係数を利用し、常用出力・夏期満載状態の排水量に相当するように対水船速を補正しました。また、気象海象状態の補正では、波風の状態をパラメトリックに変化させて船速低下量を事前に計算し、これに計測された波風の状態を当てはめ、補正量を求めました。この時、ステップを装着していない同型船の計算結果を、ステップを装着している船舶の実船データの補正にも用いることにより、補正後の波風の無い状態に対応するデータにステップの効果が残るようにし、ステップの有無による比較を行いました。

③ステップ効果の算定

速力と主機出力の関係から見たステップの効果を(1)式により $r_p\%$ として算出します。ここで、 $Power_{withSTEP}$ 、 $Power_{w/oSTEP}$ はそれぞれ、実船計測結果から得たステップを装着した船の主機出力、実船計測結果から得たステップを装着しない同型船の主機出力であり、 r_p は計測点を含む速度範囲で求めました。

$$r_p = \frac{Power_{withSTEP} - Power_{w/oSTEP}}{Power_{w/oSTEP}} \times 100 \quad (1)$$

3-4-2 ステップ効果の検証

最初に、ステップ装着の有無による船速低下の違いを調べるため、有義波高(H)と船速低下(ΔV)の関係を図3-6に示します。なお、気象海象の補正では、有義波高との関係を調べるため風のみを補正しました。この図より、本船では設置高さも関係し、波高2m以上の範囲でステップを装着している方が船速低下が小さくなる傾向が示されており、ステップによる波浪中抵抗増加低減効果によるものと考えられます。

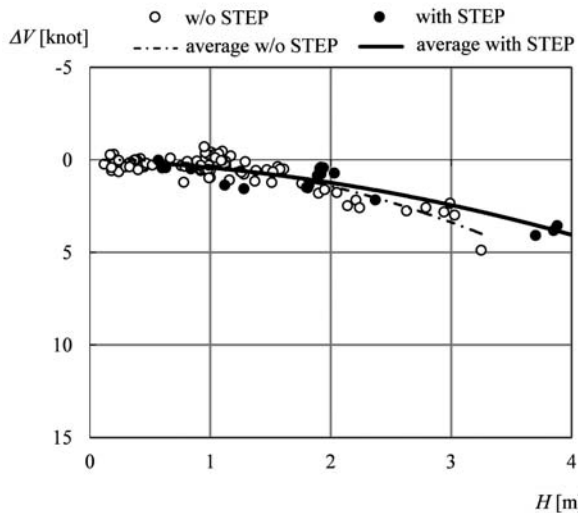


図3-6 有義波高と船速低下の関係

次に、対水速力(V_s)と主機出力(Power)の関係でステップ装着の有無による違いを調べたものを図3-7に示します。ここでは、主機出力と対水速力との関係調べるため、主機出力によるデータの絞込みは行わず、排水量についてのみアドミラルティ係数を利用した修正を行っています。ここで、波高1m以下のデータを平水中とみなしました。

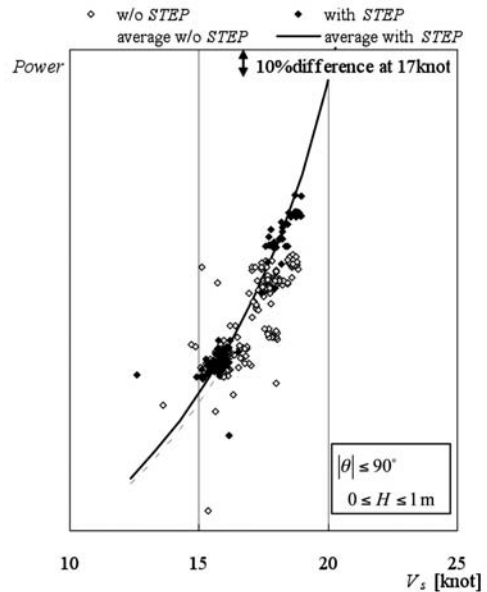
本来、平水中ではステップは効果を生じないことから、平水中での r_p の大きさを計測・補正による誤差として考慮すると、ステップによる燃費削減効果は3%となり、これは水槽試験から算定した効果とほぼ同等でした。

これらの結果より、ステップが実海域中で省エネ効果を発揮することが検証できました。

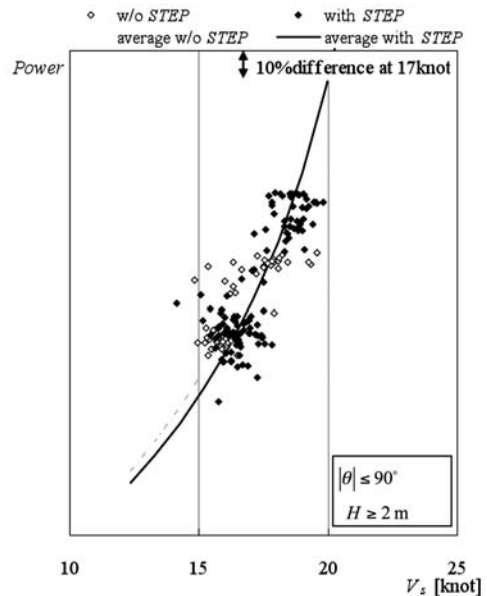
3-5 まとめ

今回、実船計測によりステップの効果を検証し約3%が得られました。この成果を基に、内海造船(株)では、内航RoRo船用のステップの開発を行っています。また、ステップは、船体付加物として新造船以外の装着も可能であり、省エネ、CO₂削減に貢献できる技術であります。

また、平成21年度の事業は、日本財団及び(一財)日本海事協会のご支援を受けて実施しました。今回の実船試験では、日産専用船株式会社殿のご協力によりステップの有無による比較データの取得、効果の検証を行いましたことに感謝申し上げます。

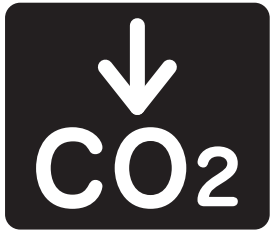


(1) 波高1m以下



(2) 波高2m以上

図3-7 速力と主機出力の関係(夏期満載状態、向波±90度)



造船技術センターで実施している CO₂削減技術に関する共同研究の 結果について(その2)

1. はじめに

船舶からのCO₂排出量の30%削減を目標とする国土交通省の「船舶からのCO₂削減技術開発支援事業」(平成21年度から4か年実施)において採択された技術開発プロジェクトのうち、当センターが造船所等と共同研究を実施した課題について、前号に引き続き紹介します。

2. 空気潤滑法の開発と実船計測による検証

空気潤滑法とは、航行中の船舶の船底から空気を吹き出すことによって船底に気泡流を発生させ、船体と海水間の摩擦抵抗を減らすCO₂削減技術です。

船舶が航行時に海水から受ける抵抗は、摩擦抵抗の割合が大きく、特に肥大船型(石油を運搬するタンカー、穀物・鉱石・セメントなどを運搬するばら積み貨物船等)では、やせ型船型(コンテナ船や自動車船)より全抵抗に占める摩擦抵抗の割合が大きく、70%以上となります。空気潤滑法は全抵抗の大部分を占める摩擦抵抗を減らす技術であるため、大きなCO₂削減効果が期待できます。当センターでは、造船所等と共同研究により大型外航船舶及び小型外航船舶に空気潤滑システムを搭載し、実船計測を実施しました。

2-1 大型外航船舶への適用 (主機掃気バイパス方式空気潤滑法)

共同研究者：(株)大島造船所、日本郵船(株)、(株)MTI



図2-1 石炭運搬船「双洋」

石炭運搬船「双洋」(図2-1、全長235m、船幅43m、満載喫水12.981m、載荷重量91,443トン)に主機掃気バイパス方式空気潤滑システムを搭載し、実運航で効果を確認しました。

2-1-1 主機掃気バイパス方式

空気潤滑法によるCO₂削減の正味の効果は、次の①と②の差となります。

- ①海水と船体間の摩擦抵抗低減による所要出力低減効果
- ②船底に空気を投入する為に必要なエネルギー

これまで空気潤滑法を実船に適用した事例は、船底への空気投入に電動ブロー(送風機)を駆動して船底まで空気を送り出す方式(電動ブロー方式)でした。この方式は、システムがシンプルですが、喫水の深い大型船舶では、船底への空気投入に必要な電力が過大となり、正味の効果を得るのは困難とされていました。

本船では、高効率過給機が作り出す主機掃気(燃焼用圧縮空気)の余剰分を、掃気バイパス管で船底まで導き供給して空気潤滑に利用する、高効率の主機掃気バイパス方式(図2-2)を採用しました。

本船主機の常用運転範囲においては、喫水が最も深い満載状態でも、掃気圧が船底の水圧より高く、取り出した掃気をそのまま船底に投入できます。

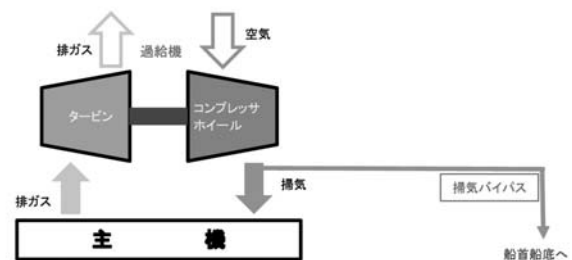


図2-2 主機掃気バイパス方式

2-1-2 今回構築した空気潤滑システム

喫水の浅いバラスト状態では、すでに実績のある電動ブロー方式も威力を発揮することから、本船は、主機掃気バイパスシステムに加えて、バラスト状態での使用に特化した小型電動ブローも搭載しました。

喫水の深い満載状態及びヘビーバラスト状態では主機掃気バイパスのみを使用し、喫水の浅いノーマルバラスト状態では主機掃気バイパスと電動ブローワーを併用して各状態で最大の効果を狙う合理的なハイブリッド型空気潤滑システム(図2-3)を構築しました。

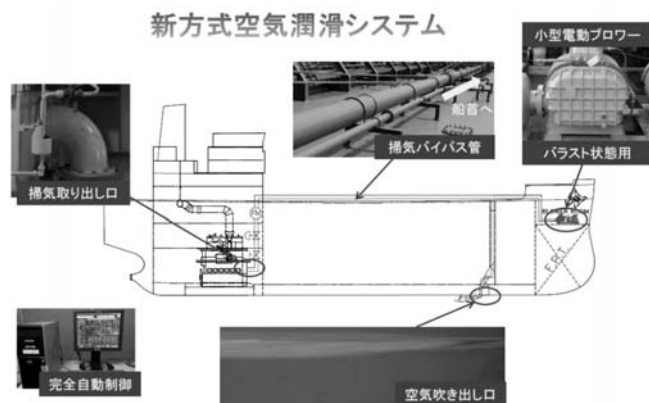


図2-3 構築したハイブリッド型空気潤滑システム

併せて、空気潤滑システムを構成する主要機器の制御、本船の載貨状態に応じた運転モードの切り替え、機関室から船底までの空気配管上にある数十個のバルブの開閉と開度調整など、すべての操作を機関制御室に設置されたコンピュータによって完全自動化することで、実運航を担う本船乗組員の負担軽減を図りました。

2-1-3 海上公試での性能評価

空気潤滑システムの本船搭載完了後、2012年6月中旬から下旬にかけて、通常のノーマルバラスト状態および造船所で調整できる最も深いヘビーバラスト状態において、海上試運転(速力試験、図2-4)を実施し、以下の正味の省エネ効果を確認しました。

- ・ 喫水の浅いノーマルバラスト状態では、主機掃気とブローワの併用による空気潤滑で約8%
- ・ 喫水の深いヘビーバラスト状態では、主機掃気のみによる空気潤滑で約4%



図2-4 海上試運転の様子

2-1-4 実海域性能評価

本船竣工後、日豪間航路における実運航に技師が乗船し、空気潤滑システムの運転をON/OFF繰り返して性能評価のためのモニタリング装置により計測を行い、バラスト航海で約5%、満載航海で約3%の正味の省エネ効果を確認しました。

本研究では、主機掃気バイパスを利用した新方式の空気潤滑システムを世界で初めて実船に装備して、海上試運転及び実運航時において所期のCO₂削減効果を実証し、喫水が深い大型船舶に対する空気潤滑法の実用化に成功しました。本船は、平成24年シップオブザイヤーに選ばれ、他にも本技術に関する表彰を受けました。この成功は、国土交通省、(独)海上技術安全研究所をはじめとする研究機関、造船所、大学、船用機器メーカーなどが参画し、積み重ねてきた基礎研究や実験の知見と努力が実ったものであります。関係の方々はこの場を借りて感謝申し上げます。

2.2 28,000DWT型のばら積み貨物船への適用

共同研究者: 今治造船所(株)



Lpp(m)	160.4
B(m)	27.2
d(design full) (m)	9.7

図2-5 28000DWT ばら積み貨物船

独立行政法人海上技術安全研究所の協力のもと、28,000DWT型のばら積み貨物船(図2-5)を対象にした空気潤滑法の開発と実船試験による効果確認を実施しました。

本開発では、システム本体のみならず、空気吹き出しにより懸念させる振動問題、シーチェストへの泡の混入の問題などについても検討を実施しました。本稿では吹き出し部形状の選定と省エネ効果推定と起振力変化についてご説明します。

2-2-1 空気吹き出し部形状選定と省エネ効果推定

実用的な吹き出し部形状を選定するため、開口の形や数を変えた複数のケースについて50m長尺模型試験を(独)海上技術安全研究所の400m水槽にて実施し、吹き出し部形状と抵抗低減効果の関係を把握しました(図2-6)。ここで、横軸tbは単位時間当たりの吹き出し空気量を空気の被覆幅と船速で除した値で、厚さの単位を持つものであり、縦軸は摩擦抵抗低減量を示しています。

これらの結果を総合的に評価し、実機では船底面に複数の円形吹き出し開口を開けたチャンバー方式の吹き出し部を船首船底部に設けることとしました。

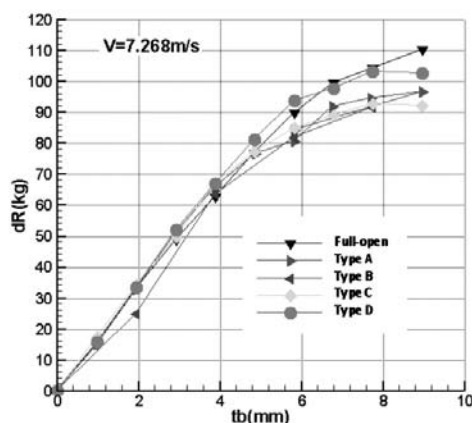


図2-6 吹き出し部型式毎の抵抗低減量－噴出し空気量

tb=6mmの摩擦抵抗低減量を使って省エネ率を推定した結果、空気潤滑による推進馬力の低減効果である名目の省エネ効果は、満載、バラスト状態とも約8%、空気吹き出しに必要なブロー電力を加算した正味の省エネ効果は満載状態3%、バラスト状態6%程度であると推定しました。

2-2-2 プロペラ起振力の推定

空気潤滑法のために注入した泡によるプロペラ起振力への影響を調べるため、海上技術安全研究所のキャビテーション水槽において、実船に設置した位置に空気吹き出し部を設けた模型船を用い、tbが縮尺比になるように空気量を設定して船尾変動圧試験を行いました。その結果、空気を吹き出した状態で、もっとも条件が厳しいバラスト状態のMCRにおいて実船換算で4.5kPa程度、NORでは3kPa以下となり振動問題が発生する可能性は低いと判断しました。

2-2-3 海上試験における効果確認

海上試験は、針路を180度変えて一往復し、同じ位置で計測して潮流の影響を修正する速力試運転方式を厳密に適用し実施しました。

実船において、ブロー1台あたりの吹き出し量3200kg/h(バラスト状態、ブロー2台駆動でtb=6mm相当)と4440kg/h(同じく

tb=8mm相当)の2ケースで省エネ効果の比較を行い、正味の省エネ効果の高い、吹き出し量3200kg/hとすることにしました。

2-2-4 省エネ計測結果

2010年6月、2-2-3の「速力試運転方式」により航走・計測を行い、風及び潮流の修正を行った結果(図2-7)、船速15ktにおいて、主機馬力の比較である名目の省エネ効果で約8%、ブロー電力を加算した正味の省エネ効果で約6%が得られました。また、振動問題が生じないことを確認しました。

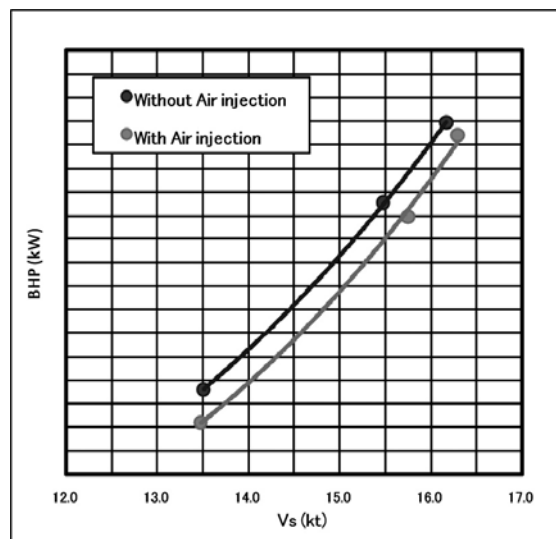


図2-7 速力試運転結果

2-2-5 満載状態における効果確認

本試験にて吹き出し空気流量によっては、船側から空気塊が漏れる現象が確認されました。この現象は試運転では起きておらず、载荷状態によって吹き出し後の空気分布に相違があると推測されます。なお、適切な流量設定にする事で本現象を抑制出来ることも検証されています。

省エネ効果については計画通りに全吹き出し位置から空気を吹き出す試験が困難であったため、船底の気泡被覆量が目減りし、その分、名目の省エネ効果は期待値を下回りました。現在、詳細な解析作業を進めている最中です。また、本試験にて吹き出し方法と省エネ効果の関係が把握でき、さらなる省エネ効果改善のための貴重な知見を得ることもできました。

本研究にて空気潤滑法によるバラスト状態及び満載状態で抵抗低減効果を確認し、また、空気吹き出しによる振動増加、海水冷却系への悪影響は無く、航海に支障を与えないことが確認されました。

本船は、外航船に初めて搭載された空気潤滑法のプロトタイプであり、今後更なる高効率化を目指した改良を目指します。本研究の海上試験の実施にあたり正栄汽船株式会社殿のご協力を頂きましたことに謝意を表します。

3. 高性能、高機能帆を用いた次世代帆走商船の研究開発

共同研究者：ユニバーサル造船(株)

(現ジャパンマリンユナイテッド株式会社)

本研究は、高性能・高機能な帆の推進力を商船の補助動力として用いるとともに、ウェザールーティングシステムを活用して最適な運航を実現することにより、航行時に排出されるCO₂の削減を目指すものです。

3-1 高性能帆の開発

大型商船に搭載する帆の機構は、強度・重量・保守・費用の点で大きな制約を受けるため、単純ではあるが実装が容易と考えられる帆形式が最も現実的と判断し、失速角が大であり広い迎角の範囲で比較的に高揚力が得られる弓型断面を持つ単葉帆形式を採用しました。そして、数値計算により空力特性を確認した上で、帆単独の風洞試験を実施して性能を検証しました。

さらに複数帆を大型商船に装備することを想定し、帆相互あるいは帆・船体の干渉を考慮した帆配置を、数値計算および風洞試験により探索して決定しました。図3-1はアフラマックスタンカーに弓型断面帆10基を装備した状態の風洞試験の様態です。船体に装備した帆の推力は、大半の相対風向角において単独での帆の推力を下回りますが、遭遇する相対風速・風向を考慮すると、実海域における平均的な帆の推力は単独での帆の推力の70%程度を得ることができました。

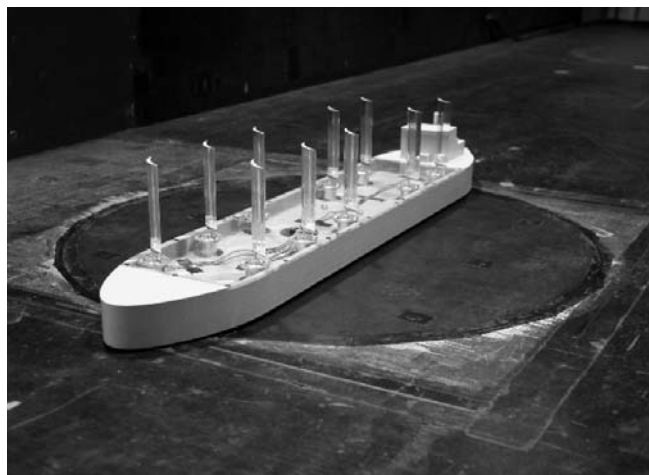


図3-1 高性能帆装備船体の風洞試験

3-2 帆格納機構の開発

帆の格納機構としては、図3-2に示す起倒式を採用し、帆の強度・軽量化方法・制御機構を検討した上で、基本設計を行い、さらにコストダウン・強度向上・軽量化を図るために、詳細な構造検討を実施しています。

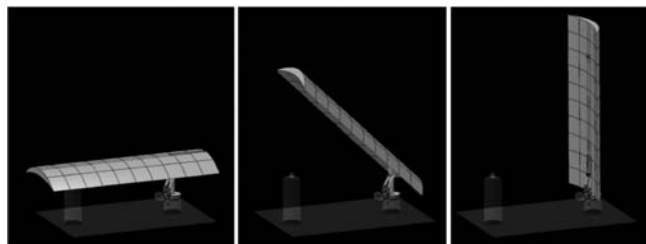


図3-2 実用的な大型単葉帆(起倒式)

3-3 帆走航路の最適化

ジャパンマリンユナイテッドではウェザールーティングによる運航最適化システム"SEA-NAVI®"を開発しており(開発時はユニバーサル造船)、帆走商船にもこの技術を活用しました。図3-3のような北大西洋航路では、気象および海象を考慮して搬送に最適化した航路をSEA-NAVIで探索すると、最適航路を求めることができます。

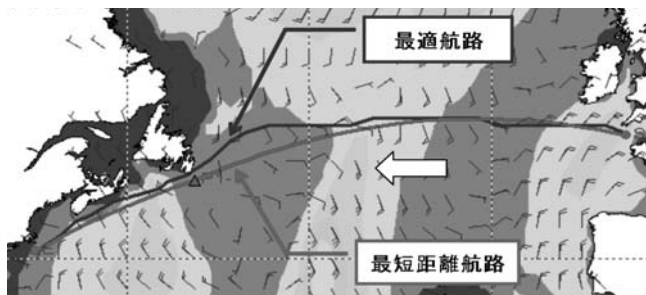


図3-3 北大西洋における帆走最適航路の例

図3-4は北大西洋航路における燃費削減効果を推定した例です。帆装アフラマックス型タンカーの航路を帆走について最適化することにより、通常船体が最短距離航路を航海する場合に比べて、年間平均で10%以上の燃費削減効果が得られる見通しです。

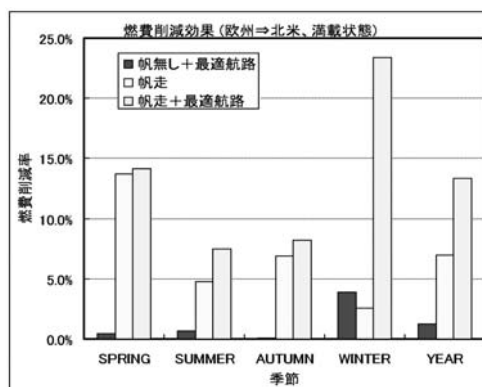


図3-4 帆走最適航路における燃費削減効果の例

4. 謝辞

本事業は、国土交通省の補助金により実施いたしました。また、空気潤滑法開発に係る平成21年度事業は、(一財)日本海事協会及び日本財団、次世代帆走商船に係る平成21年度事業は、日本財団のご支援を受けて実施しました。