



船型性能改善のための 省エネ装置(その1)

1. はじめに

近年の燃料高騰への対処もさることながら、環境問題への観点から、地球温暖化防止や大気汚染防止等が産業分野を問わず最重要課題となっています。船舶に対してもエネルギー効率の向上や温室効果ガスの排出削減が強く求められてきており、各造船所においても省エネルギー化を目指す優れた船体形状や省エネ装置の開発が行われてきています。日本造船技術センター(以下SRC)でも、多くの省エネ装置に関する水槽試験を実施してきました。

本稿では、SRCで実施された省エネ装置に関わる最近の結果(105隻)を整理し、省エネ装置の形状や性能改善等について概観したいと思います。

2. はじめに

一言で省エネ装置といっても船体抵抗や粘性抵抗の低減、推進効率やプロペラ効率の改善等目的によって様々なものが開発されています。主たる改善目的によって省エネ装置を分類し、表-1にまとめました。また、表-1の右欄に対象隻数及び载荷状態を示します。尚、本稿は推進効率の改善を目的とした省エネ装置を対象に水槽試験結果を整理しており、プロペラ効率改善型の結果については含まれていません。

表-1 省エネ装置の種類

改善目的	省エネ装置	隻数	载荷状態
推進効率	船体フィン型	72	321
	ステーター型	12	83
	ダクト型	7	25
	舵フィン型	34	166
	バルブ型	27	149
プロペラ効率	二重反転プロペラ		
	プロペラハブ渦回収装置		
	ポッド推進装置		

※但し、複数の省エネ装置を装備している場合は重複してカウント

2.1 推進効率改善型

推進効率改善型の省エネ装置は、取付け位置によって大きく二つに分類することができます。一つはプロペラの前方の船体に取り付けられるもので、主としてプロペラに流入する流れを制御して推進効率を改善しようとするものです。このタイプには船体フィン型、ステーター型、ダクト型等があります。

船体フィン型(図-1)は平板又は楔形の細長状のフィン(翼)を船体外板に取り付けた省エネ装置で、主に伴流利得の改善を目的としています。

ステーター型(図-2)はプロペラ前方の船尾に数枚のフィン(翼)を放射状に取り付けた形状の省エネ装置で、プロペラ回転方向と反対方向の回転流を与えることにより、プロペラ後流の回転エネルギー損失を回収することを目的としています。ダクト型(図-3)は、円形またはそれに類した形状のダクトをプロペラ直前に取付け、船尾流場の整流化及びプロペラ前方へ流入する流れを加速する効果があります。

他方のプロペラ後方に取り付けられる省エネ装置は、主に舵に取り付けられます。図-4の舵フィン型は、舵のプロペラシャフトセンターラインの延長線上付近に翼型のフィンを取付けたもので、プロペラ後方の回転流エネルギーを回収し、推力に変換する効果を目的として取付けられます。図-5のバルブ型は舵のプロペラシャフトセンターラインの延長線上、またはその付近にバルブを取付け、プロペラの回転流やハブ渦による損失を回収して推進効率を向上させる狙いがあります。

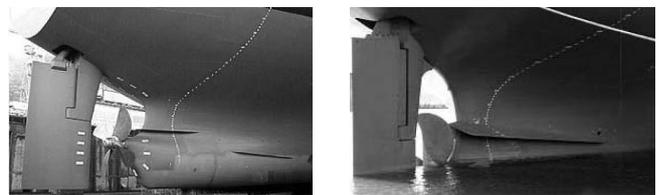


図-1 船体フィン型^{1) 2)}

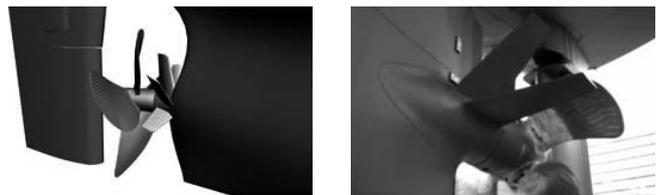


図-2 ステーター型^{3) 4)}



図-3 ダクト型^{5) 6)}

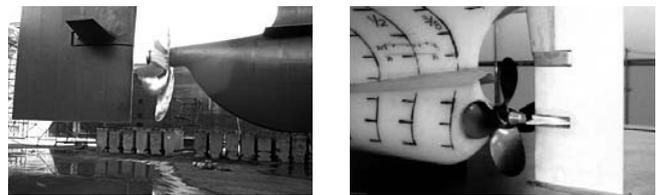


図-4 舵フィン型^{7) 8)}

2.2 プロペラ効率改善型

プロペラ効率の改善を目的とした省エネ装置には、二重反転プロペラ、プロペラハブ渦回収装置、ポッド推進装置等があります。

図-6の二重反転プロペラは、同軸上の二つのプロペラを相互に逆回転させることにより、前方のプロペラで発生した回転エネルギーを後方のプロペラで回収するものです。図-7に例を示すプロペラハブ渦回収装置は、プロペラボスキャップに取付け、プロペラ後方に発生するハブ渦によるエネルギー損失を回収する装置です。図-8に例を示すポッド推進装置は、繭型をした容器に取付けられたプロペラを電動モーターにより回転させる推進システムです。

3. 水槽試験結果

図-9～15に2.1節で紹介した省エネ装置の有無による水槽試験結果を示します。

左側のグラフは、横軸は省エネ装置を取付けない場合の性能を、縦軸は省エネ装置を取付けた場合の性能を示しています。省エネ装置の効果がない場合は、図中の45度の線上にプロットされます。右側のグラフは省エネ装置有無の性能差(省エネ装置有-省エネ装置無)のヒストグラムを示しています。

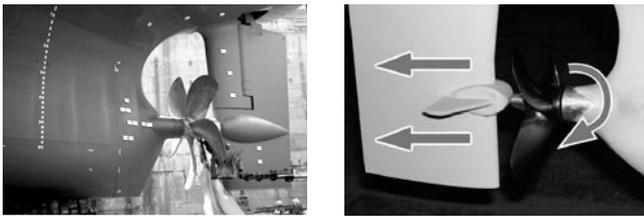


図-5 バルブ型^{9) 10)}



図-6 二重反転プロペラ^{11) 12)}

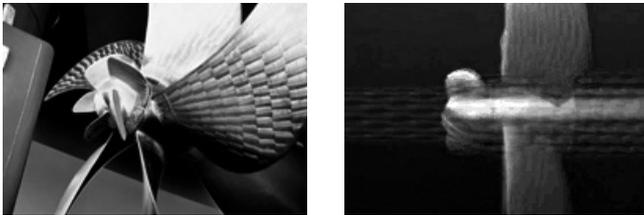


図-7 プロペラハブ渦回収装置¹³⁾

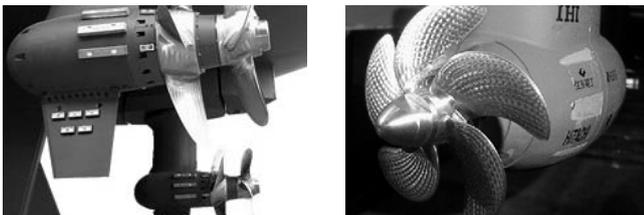


図-8 ポッド推進装置^{14) 15)}

形状影響係数(1+K)、造波抵抗係数(r_w)は45度のライン上にプロットが集まっており、省エネ装置を取付けたことによる性能変化は殆どみられません。ヒストグラムをみると造波抵抗係数(r_w)で僅かに大きくなる傾向がうかがえます。自航要素では、スラスト減少係数(1-t)はバラツキが大きく、良きにつけ悪きにつけ性能変化が大きいことが分かります。ヒストグラムでは、性能変化が大きいながらもスラスト減少係数(1-t)が大きくなる傾向にあることが確認できます。有効伴流係数(1- W_{TM})では概ね45度のライン上かそれより下側にプロットされており、省エネ装置を取付けたことによる性能悪化は殆どありません。ヒストグラムでもグラフ中央より左側に分布が集まっていることが確認できます。これは推進効率(η_s)、船殻効率(1-t/1- W_{TM})でも同様の傾向を示しています。アドミラルティ係数(C_{ADM})は、形状影響係数(1+K)、造波抵抗係数(r_w)等、省エネ装置を取付けたことによる改善効果がみられない性能がある反面、有効伴流係数(1- W_{TM})、推進効率(η_s)、船殻効率(1-t/1- W_{TM})等には性能悪化が殆どみられず、試験結果の8割弱が省エネ装置を取付けない場合に比べて推進性能が向上する結果となっています。

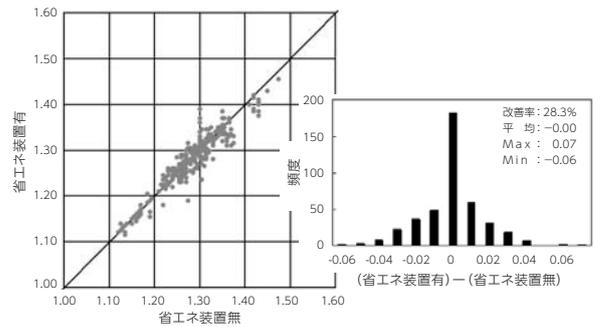


図-9 形状影響係数(1+K)

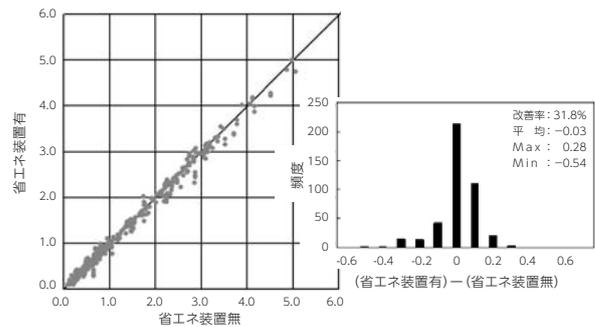


図-10 造波抵抗係数(r_w)

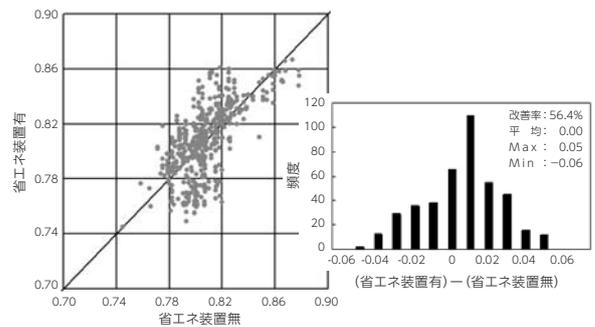


図-11 スラスト減少係数(1-t)

4. まとめ

本稿では、省エネ装置を取付けたことによる推進性能への影響について、最近の水槽試験結果を整理し、省エネ装置を取付けたことによる性能改善について概観しました。形状影響係数(1+K)、造波抵抗係数(r_w)等、抵抗性能では省エネ装置を取付けたことによる性能改善効果がみられない反面、有効伴流係数(1- W_{TM})、推進効率(η_s)、船殻効率(1-t/1- W_{TM})等の性能が悪化することは殆どなく、総合的な性能としては、試験結果の8割弱が省エネ装置を取付けない場合に比べて推進性能が向上する傾向にあることが確認できました。

今後も、船型や肥大度等と省エネ装置による性能向上との関係等引き続き解析していこうと考えています。

(試験センター技術部 内田麻木)

参考資料

- 1) 西部造船会メールマガジン第22号
- 2) サノヤス造船株式会社HP/事業紹介/技術開発/STF紹介
<http://www.sanoyas.co.jp/shipbuilding/business/technology/stf.html>
- 3) 常石造船株式会社HP/プレスルーム/プレスリリース
<http://www.tsuneishi.co.jp/release/20080213.shtml>
- 4) 東ソー株式会社HP/物流サービス
<http://www.tosoh-logi.co.jp/service/sea/index.html>
- 5) JFEホールディングス株式会社HP/ CSR (社会・環境)
<http://www.jfe-holdings.co.jp/environment/special/ecoship.html>
- 6) 石川島播磨技報 Vol.46 No.4 (2006-12)
- 7) 出光タンカー株式会社HP/出光タンカーレポート
<http://www.idemitsu.co.jp/tanker/known/report/no001/003.html>
- 8) 日本造船工業会 Japan Shipbuilding Digest No.17
- 9) 株式会社商船三井HP
<http://www.mol.co.jp/ishin/engine/present/p-characteristic02.html>
- 10) 日本造船工業会 Japan Shipbuilding Digest No.6
- 11) 株式会社アイ・エイチ・アイ マリン HP/ニュースリリース
http://www.ihico.jp/imc/News027_j.htm
- 12) 海洋政策研究財団HP/事業概要
<http://www.sof.or.jp/jp/outline/index4.php>
- 13) 商船三井テクノトレード株式会社HP/事業内容
http://www.motech.co.jp/jp/business/ship_pbcf.html
- 14) 独立行政法人 海上技術安全研究所HP
<http://www.nmri.go.jp/main/etc/kaisetsu/0009.html>
- 15) ナカシマプロペラ株式会社HP/製品ラインナップ
<http://www.nakashima.co.jp/product/electric.html>
- 16) 公益財団法人 日本海事センター/船の省エネ技術開発
- 17) 公益社団法人 日本海難防止協会/海と安全 No.550

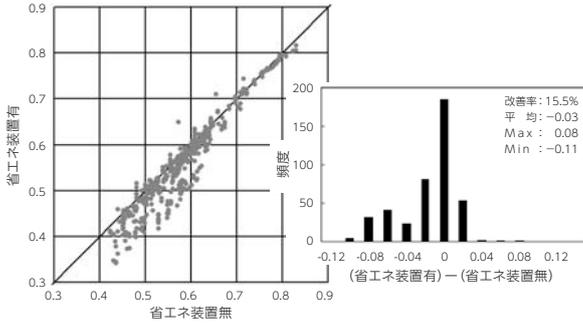


図-12 有効伴流係数(1- W_{TM})

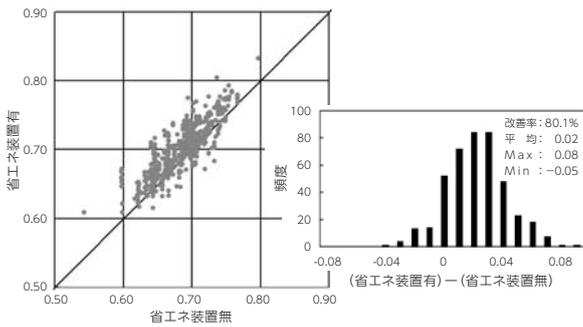


図-13 推進効率(η_s)

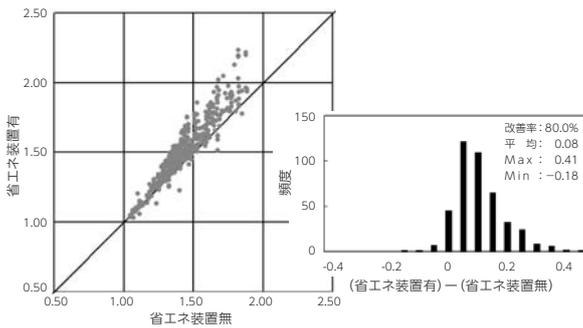


図-14 船殻効率(1-t/1- W_{TM})

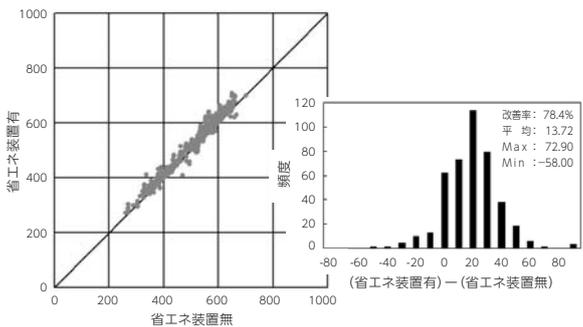


図-15 アドミラルティ係数(C_{ADM})