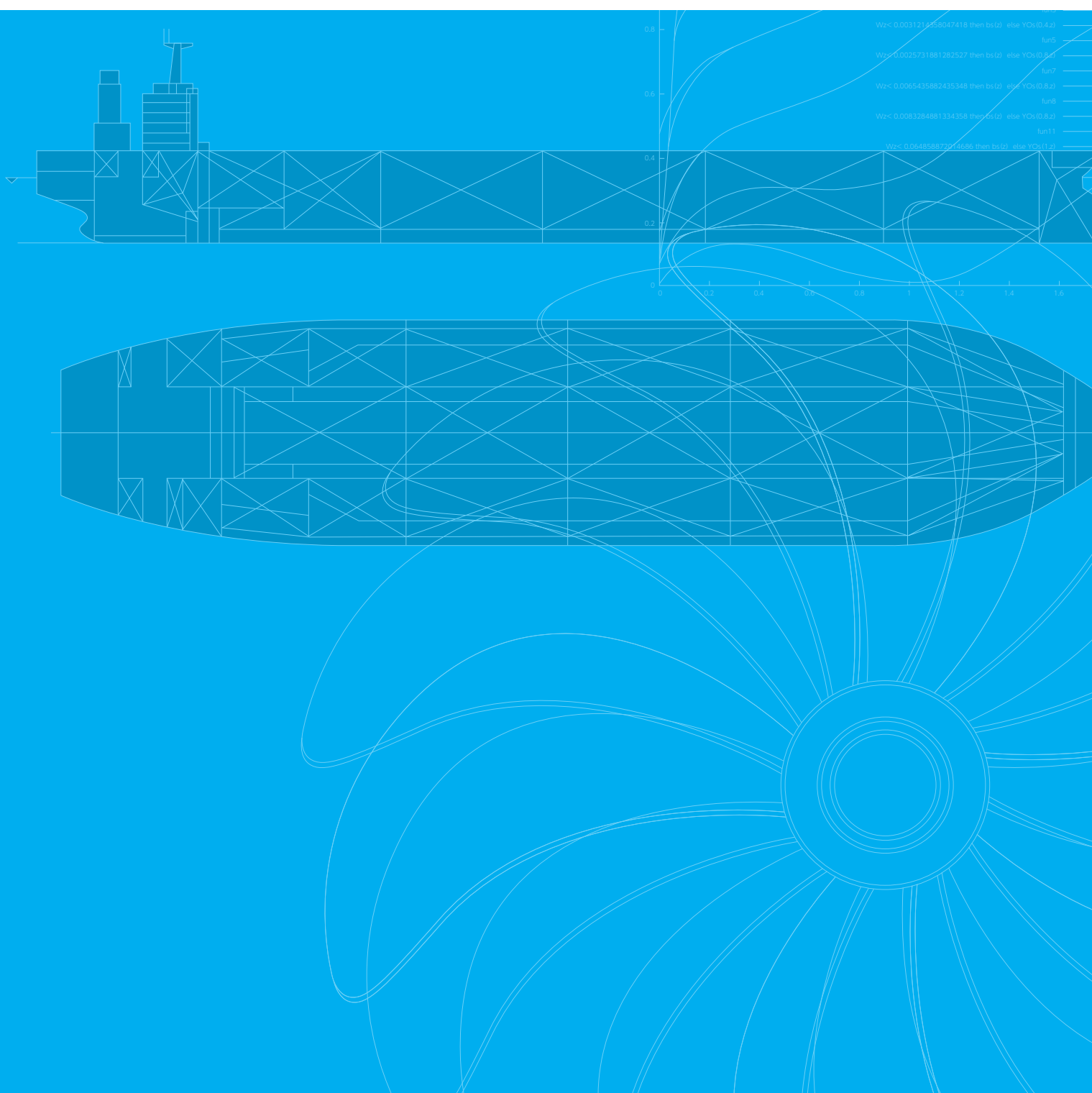


造船の最先端を見つめる技術情報誌

SRC NEWS

Shipbuilding Research Centre of Japan

No.95
DEC 2014



CONTENTS



模型船による船体表面圧力計測と新しい計測法の提案

3



むつ小川原石油備蓄株式会社
ー国家石油備蓄基地における新型防災船ー

7



最近のバルクキャリアの主要目傾向について

10



スリランカ国セイロン漁港公社向け無償資金協力
グラブホッパードレジャ―「SAYURU」

12



JICA課題別研修
「海事国際条約及び船舶安全検査」について

14



東京MOU
「ポートステートコントローラー一般検査官研修」について

15



SRC資料室(15) 最適船型(その6)

16



一般財団法人 日本造船技術センター
技術セミナーの開催

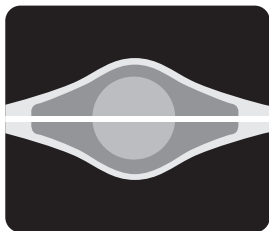
19



当センターは東日本大震災復興キャンペーンを応援しています。

一般財団法人 日本造船技術センター

〒180-0003 東京都武蔵野市吉祥寺南町1丁目6番1号 吉祥寺スバルビル3階 TEL 0422-40-2820 FAX 0422-40-2827



模型船による船体表面圧力計測と新しい計測法の提案

1. はじめに

船体表面圧力の詳細な計測は、曳航水槽において日常的に行われる計測ではない。抵抗成分の分離や理論計算結果の確認などの目的で、過去には研究プロジェクトの一環として多くの手間と資金をかけて行なわれた事例はある。しかし抵抗・自航試験や伴流計測などと同じようにルーチンワークとして船体表面圧力計測が行われることは無かった。

一方CFDの発達により、我々は船体表面圧力の鮮やかなカラーコンターカーブを日常的に見ることができる。そしてそれを頼りにして船型改良や付加物開発に挑んでいるが、その計算結果と実現象の整合について議論することは少ない。これは、船体表面圧力や摩擦応力の分布を詳細に計測することは困難であるとあきらめ、計算された抵抗係数や自航要素などの積分値と試験結果の相関をよりどころに、あとは計算結果を信用するしか無い状況におかれているためであろう。

SRCではこうした状況を打破すべく、数年前より(株)シミュス、大阪府立大学と協力して、より簡易に低コストで精度よく船体表面圧力を計測することを目的に、曳航水槽用の新しい船体表面圧力計測法の開発を進めてきた。本稿では船体表面圧力計測の過去を振り返りつつ、現在開発中の船体表面圧力計測法の一端を紹介したい。

2. 船体表面圧力計測法

2.1 歴史

手元にある文献の中で最も古い船体表面圧力計測の資料は、造船協会誌第346号に掲載されたN.Hogbenによる論文「Ship Hull Pressure Measurement」の紹介記事¹⁾である。この論文では、船体表面に圧力孔を開け、プラスチックチューブにより導かれた圧力を、切り替え弁を介してマノメータに設置した精密水位計により読み取るという方法で船体表面圧力を計測している。現在でも行なわれている圧力孔―スキヤニバルブ―圧力変換器による船体表面圧力計測の原型が、60年以上前に行なわれていたことに驚きを感じる。切り替え弁は電氣的に制御されるなど効率的に多点の圧力を測ろうとする努力が随所に見られる。

1970年代から1980年代にかけて歪ゲージを用いた圧力変

換器が普及し、圧力を電気信号として高精度に計測することが可能となる。これに伴い船体表面の圧力計測例も増加する。この間の経過は1983年に開催された日本造船学会シンポジウム「船型開発と試験水槽」²⁾に詳しい。その後も、造船研究協会第196研究部会(以下SR196)では肥大船船尾の圧力計測³⁾が行われ、戸田等はシリーズ60船型についてプロペラ有無による圧力計測⁴⁾を行っている。21世紀に入ると久米等はKVLCC2の模型船両舷に400点以上の計測点を配し、直進時、斜航時の船体表面圧力を計測するとともに、不確かさ解析を行い、CFD計算と比較するための詳細なデータを得ている⁵⁾。

2.2 船体表面圧力計測法

船体表面圧力計測における圧力センサの設置方法を図1(日本造船学会、「船体周りの流れと船型開発に関するシンポジウム」テキスト⁶⁾、P219、Fig.24より転載)に示す。

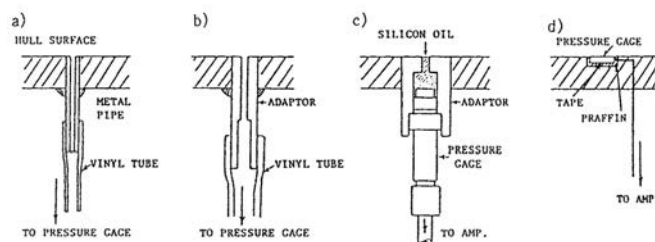


Fig. 24 Pressure tap

図1 圧力変換器の設置方法

図1を大別すると以下の二つの方法になる。

1) 導圧管を使用する方法(図1a)、b))

物体表面に微細な圧力孔を開け、導圧管を用いて圧力センサに圧力を導く。多くの場合、圧力センサの手前に導圧管の切り替え装置(スキヤニバルブ等)を設け、多点の圧力を効率よく計測できるように考慮する。圧力孔の内径は1mm程度が多く使われる。

この手法は船体表面の圧力を精度よく計測することができ、また限られた数の圧力センサで多数の点の計測ができるというメリットが有る。しかし圧力孔の工作、導圧管の設置、試験前に多数の導圧管から空気を抜き水で満たす作業等、準備面で多大な工数を要する。また、限られた数のセンサで圧力孔を切り替えながら計測するため、同時に計測できる計測点の数は限られる。

2) 圧力センサを直接埋め込む方法 (図1c)、d))

圧力センサをアダプターを介し(c)、もしくは直接(d))物体表面に埋め込む方式。センサそのものを計測点に埋め込むため、多点計測には向かない。船首尾水面近傍の衝撃圧の計測などに利用されることが多い。

1),2)の方法いずれでも、物体表面に設置する圧力孔、圧力センサの数は物理的に制限され、圧力分布の解像度には限界がある。また最大限に計測点を配置したとしても、準備・計測・解析上のコストは膨大なものになる。

これに対し風洞などでは、感圧塗料(PSP; Pressure-Sensitive Paint)を利用し、圧力変化を色の変化として捉え、画像処理により圧力の分布を連続的に計測する手法が実用化されている。PSPは酸素消光作用を受ける色素を利用した光学的酸素濃度センサであり、気体圧力と酸素濃度に相関があることを利用し圧力を計測する。

PSPを用いた圧力計測法は1990年代に研究が進められ、風洞における定常圧力計測に関わる技術はほぼ確立したと言われている。しかしながらこの手法は、流体中の酸素量を計測しているため、試験水槽で使用することは原理的に難しい。

2.3 船体表面圧力の計測例

ここでは理論計算結果(Rankine Source法)の検証のため、1992年にSRCで行なった船体表面圧力の計測例を紹介する。

船体表面圧力計測は、先行する例に倣い導圧管とスキャニバルブを用いた2.2 1)の方法で行った。圧力孔の詳細および計測系を図2に示す。船体表面に設けた圧力孔は径1mmであり、左舷側を主として両舷合わせて109箇所設置した。

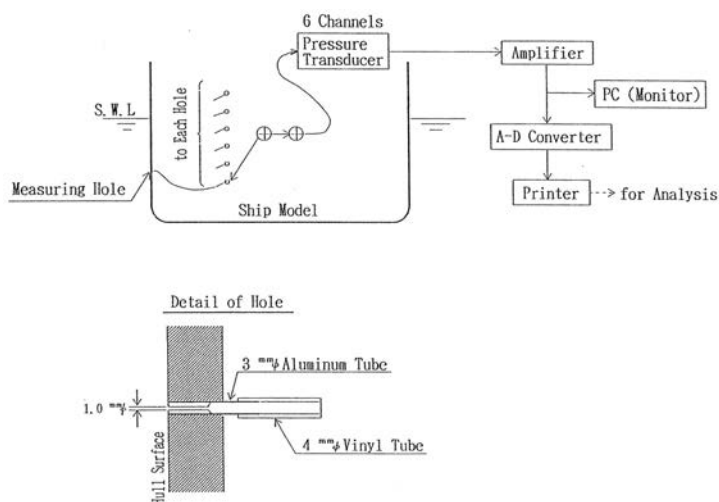


図2 船体表面圧力計測系 (SRCにおける計測例)

供試船型は、代表的な肥大船型としてSR196B船型 (M.S.No. 4420、L/B=6.00、B/d=2.76、 $C_B=0.80$) を選定した。載貨状態は

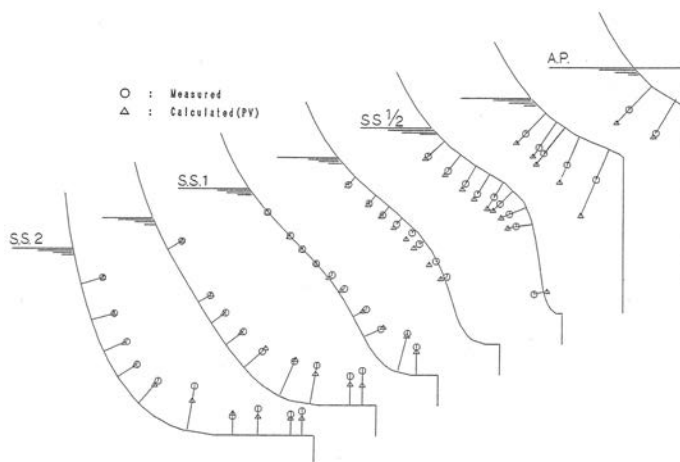


図3 圧力計測結果 (ポテンシャル流線に沿った分布)
M.S.No.4420、Full Load、 $F_n=0.1483$

満載状態、計測速度は $F_n=0.1483$ ($R_n=5.315 \times 10^5$) とした。

計測結果を図3に示す。図3は船尾の代表的なSt.において圧力計測結果と理論計算値 (Rankine Source法) を比較したものである。造波の影響が大きい水面付近では理論計算結果と圧力計測結果がよく一致している。しかしSt. 1/2より後方また船底に近くなると、境界層が発達し粘性影響が強くなりポテンシャル計算であるRankine Source法との一致度が悪くなる。

3. センサーによる 新しい船体表面圧力計測法の開発

ここまで見てきたように船体表面圧力計測は、その準備の煩雑さ、計測にかかる工数などから試験水槽で日常的に行われる試験ではない。こうした課題に対しSRCでは、(株)シミウス、大阪府立大学と協力してFBG (Fiber Bragg Gratings) を用いた船体表面貼付型多点圧力センサによる新しい計測法開発を進めている。

3.1 FBGによる歪計測の原理

FBGは光ファイバーセンシング技術の一つである。光ファイバー内を通る入射光は、光ファイバー内に設けた回折格子 (FBG) で格子間隔Lに応じた特定の波長のみ反射され、その他の波長は透過しながら伝播する。反射光の波長 λ_B を測定すれば、格子間隔Lを知ることができる。回折格子が外力により変形した場合、格子間隔はL' となり、反射光の波長も λ_B' に変化する。この波長の変化を計測することにより変形量を知ることができる。以上の原理を図4に示した。多点計測を行なう場合、反射光の波長が異なる回折格子 (格子間隔が異なる) を一本の光ファイバー上に多数配置し、各計測点からの反射光の波長変化を計測する。

以上の原理を用いて、FBGは圧力をはじめ応力、変位の計測、温度、加速度の計測などに使用されている。また電気を使用していな

いため電気、磁気等の外乱に強く、長期信頼性が高い。センサへの給電が不要というメリットもあり、都市インフラ（橋梁、交通機関、等）やエネルギー（発電所、パイプライン等）等幅広い分野でモニタリングに使用されている。

3.2 船体表面圧力計測用FBG圧力センサ

図5に船体表面圧力計測用に（株）シミウスにより開発されたFBG圧力センサを示す。このセンサは船体表面圧力計測を今までより簡易に効率よく行うことを目的に開発された。このセンサは抵抗・

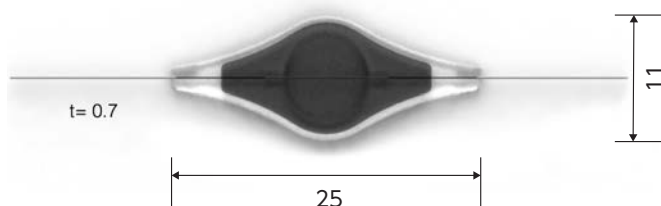


図5 FBG圧力センサ⁷⁾

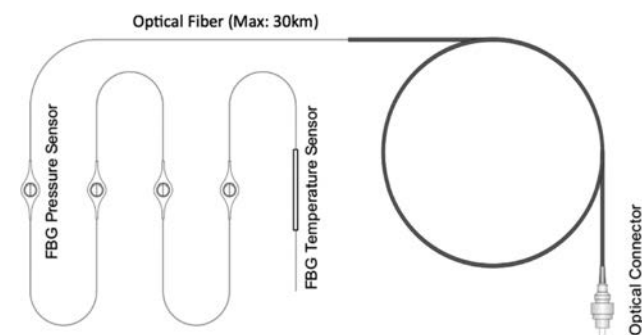


図6 FBG圧力センサの配置⁷⁾

自航試験等に使用した模型船に、特殊な工事なしで数多くの計測点を設置するため、接着工法を採用することを前提に設計されている。

光ファイバー（直径155 μ m）上のFBGゲージ長さは10mmであり、これをダイヤフラムとなる受圧面フィルムに貼り、ベース層に固定し、センサ部を構成する。厚さは船体表面に貼付することを考慮し、0.7mmと極力薄くした。

このセンサを一本の光ファイバー上に最大80点直列に配置する。センサの間隔は任意に設定可能であり、光ファイバーの全長は30kmまで延長可能である。図6にFBG圧力センサの配置例を示した。ここでは温度保証を行なうためのFBG温度センサを要所に配置している。

3.3 FBG圧力センサによる船体表面圧力計測

FBG圧力センサの性能を確認し、計測法を確立するため、曳航水槽における船体表面圧力計測を行った。試験は2008年と2013年にSRCにより海上技術安全研究所の中水槽において行われた。2008年の試験においてはFBG圧力センサの基本仕様とその性能を確認し、またFBG圧力センサを貼付したことによる船体への影響を把握した^{8),9)}。

2008年の結果を用いてセンサおよびデータ解析法の改良を行なったのが、2013年の試験である。2013年の試験では肥大船の船首尾に28点の計測点を設け、繰り返し計測を行った。計測点の設置状況を図7に示す。計測点は船体前半部に15点（Ai～Ei）船体後半部に13点（Vi～Zi）である（i=1～3）。センサは両面テープで船体表面に沿って貼り付けられ、光ファイバーもテープにより固定されている。1航走でこれら28点の圧力を同時に計測することができる。

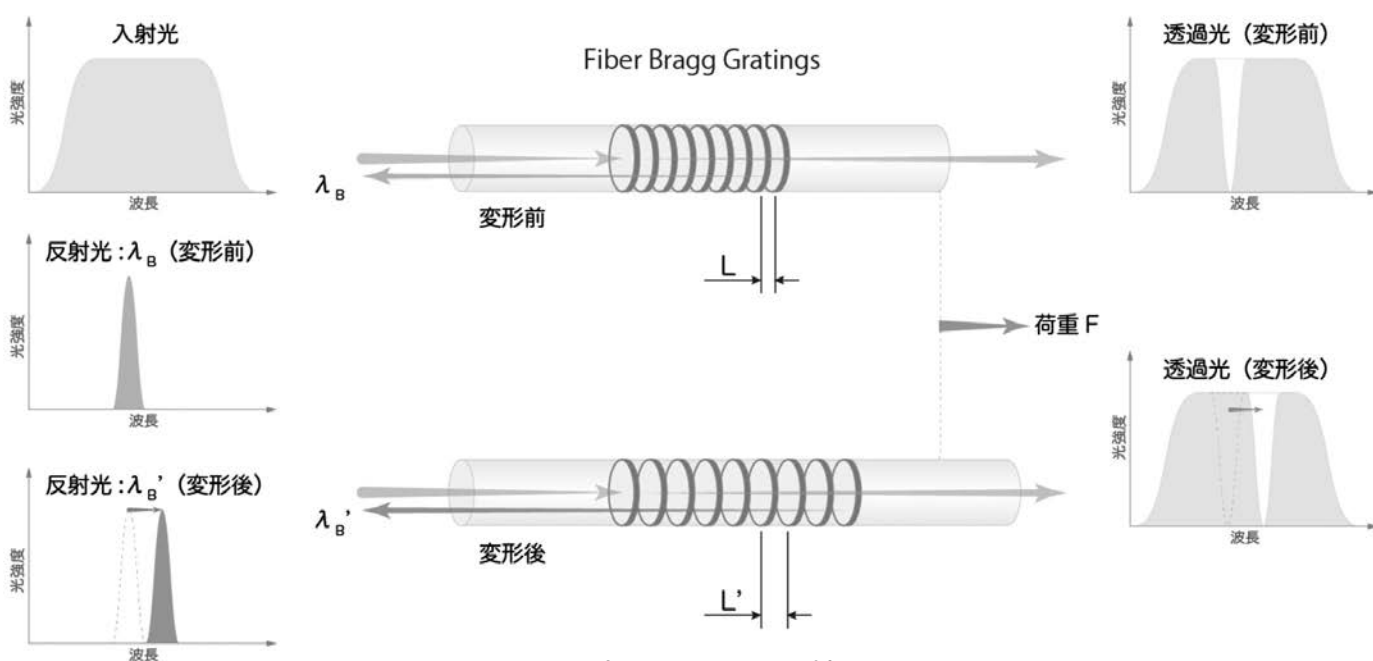


図4 FBG圧力センサーによる歪測定原理⁷⁾

計測結果を図8に示す。5回の航走の結果得られた船体表面圧力は船首のビルジ部に相当するA3～E3の計測点のバラつきが多少大きいものの、その他はよく一致している。図中には文献5)による従来型センサーによる計測結果も併せて示したが、FBG圧力センサによる計測結果とよく一致しており、2008年の計測より改善が見られる。この計測にかかった時間はFBG圧力センサの設置から計測のための航走、センサ撤去も含め1日で完了した。センサが航走時に脱落することも無く、センサ撤去後の船体に特に大きな傷も無く、良好な状態が保たれていた。

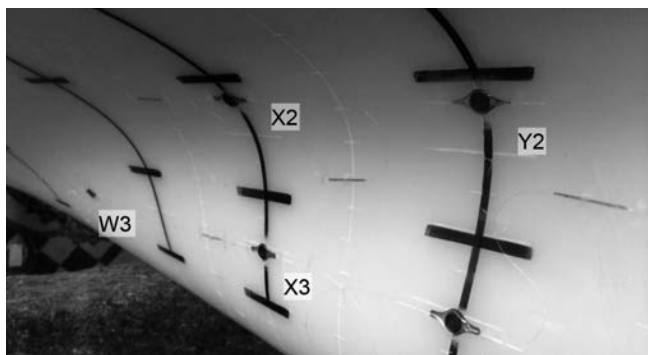


図7 FBG圧力センサの設置状況

4. 今後の課題

これまでの開発の結果、FBG圧力センサを用いた船体表面圧力の計測は、SRCが標準的に使用しているパラウード製大型模型船を用いた場合、抵抗・自航試験終了後1日程度の準備と数時間の試験時間で、船体表面圧力を計測できる見込みを得ることができた。また計測結果のバラつきも少なく、従来型センサーによる計測と比較しても良好な計測結果が得られている。ここでご紹介した例は数十点規模の計測であったが、現在最新の計測機器を使用すれば最大1280点までの同時計測が可能である。

今後、本計測手法の実用化のため以下のような課題を解決していく必要がある。

- ① FBG圧力センサの小型化、薄型化、量産型の開発
- ② FBGセンサの周辺流れ場への影響評価
- ③ 従来型圧力センサとの比較
- ④ 数百点規模の船体表面圧力計測

今後は以上の検討を通じて、FBG圧力センサを用いた船体表面圧力計測・解析法の標準化を進めるとともに、その精度の把握を行っていく。またFBG圧力センサが持つメリットを生かし、波浪中試験、プロペラ性能試験への適用、実船計測への適用など応用範囲の拡大を図って行きたい。

FBGは、従来の水槽試験で用いられていた技術とはまったく異なる原理で作動するセンサである。圧力計測に限らず、柔軟な発想を持って開発に取り組み、今まで計測できなかった現象を捉えることができる有力なツールとなると期待している。FBG技術が水槽試験のブレークスルーとなることを期待して、今後も開発に取り組んで行きたい。

(試験センター技術部 金井 健)

参考文献

- 1) 田宮：船体表面の圧力計測、造船協会誌第346号、P2-6、1958年7月
- 2) 船型開発と試験水槽、日本造船学会シンポジウムテキストP132-135、1983年2月
- 3) 船尾形状設計法(粘性流れ)に関する研究、造船研究協会第196研究部会報告書、1987年3月
- 4) Toda,et.al.:Mean Flow measurement in the Boundary Layer and Wake of a Series 60 CB=0.6 Model Ship with and Without Propeller, J.Ship Research, Vol.34, No.4, 1990
- 5) Kume et.al.:Measurement of Hydrodynamic Forces, Surface pressure and wake for obliquely towed tanker model and uncertainty analysis for CFD validation, J.of Marine Science and Technology,P.65-75,2006
- 6) 船体周りの流れと船型開発に関するシンポジウム、日本造船学会シンポジウムテキストP219、1993年4月
- 7) (株)シミウス：パンフレットより
- 8) 若原他：FBGを用いた表面貼付型多点圧力センサの開発
－ 第1報 圧力測定法とセンサ性能 ー、日本船舶海洋工学会論文集第7号、P1-7、2008年6月
- 9) 若原他：FBGを用いた表面貼付型多点圧力センサの開発
－ 第2報 抵抗試験における定常圧力分布計測 ー、日本船舶海洋工学会論文集第7号、P9-14、2008年6月

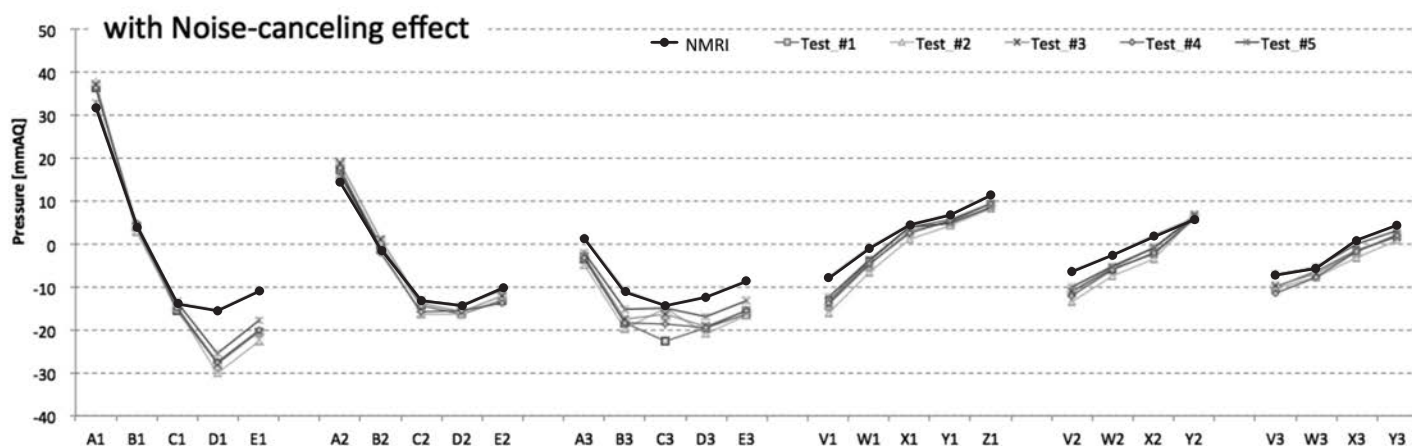
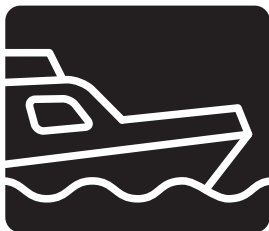


図8 船体表面圧力計測結果



むつ小川原石油備蓄株式会社

—国家石油備蓄基地における新型防災船—

・SBM作業船兼消防船「第1たかほこ丸」・オイルフェンス展開船「第2たかほこ丸」・油回収バージ「第3たかほこ丸」



一斉放水写真

1. はじめに

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構が進める「国家石油備蓄基地における海上防災体制の再構築」の第1段として、むつ小川原石油備蓄株式会社殿の新型防災船3隻が建造されました。

当センターでは平成25年7月から平成26年7月まで3隻の建造監理業務を行いました。

以下に、本船の概要と性能を紹介致します。

2. 本船の概要

2-1 第1たかほこ丸

(1) 一般配置

本船は、SBM(Single Bouy Mooring:一点ブイ係留)作業船兼消防船として、上甲板機関室後ろに潜水指令ノ再圧タンク室、コンプレッサー室を設け、後部甲板に3.5トンクレーン、潜水ステーションパネルボックス、オープンボトムベル、海底ボール弁油圧ホース用リールを装備、また、船橋後ろに伸縮式放水塔を備え、放水銃3基を配置、上甲板前部に油分散散布装置、中央部に油回収設備を配置しています。

主船体は4枚の水密隔壁で5区画に分けられ、前方より空所、船首倉庫、船員室兼泡原液タンク室、機関室、推進器室となっており、電気推進方式を採用しているので、主発電機、推進電動機始動盤、推進電動機、アジマス推進器(全旋回型推進器)を装備した防災船です。

(2) 主要目

用 途	SBM作業船兼消防船
船 質	鋼
全 長	40.01m
登録長さ	36.01m
幅(型)	9.40m
深さ(型)	5.00m
計画満載喫水	3.30m
総トン数	295トン
資 格	JG
航行区域	沿海区域
試運転最大速力	12.6ノット
航海速力	11.5ノット
最大搭載人員	28名

(3) 主要装備

主発電機関	ディーゼル機関 790kW × 3基
発電機	AC450V×925kVA 3台
推進装置	全旋回ダクト付推進装置740kW × 2基
油圧クレーン	3.5T×11m 1台
海底バルブ開閉装置油圧ユニット	1式
消防ポンプ	1428m ³ /h×140m 1台
放水銃	18,000L/min、4,000L/min、1,800L/min 各1基
伸縮放水塔	16mストローク、監視カメラ付 1式
泡原液タンク(泡原液ポンプ×2台)	22m ³
油分散散布装置	350L/min 2組
流出油回収装置(アウトリガー伸縮式)	1式
潜水装置(高圧及び中圧コンプレッサーほか)	1式
再圧タンク(4人用、2室)	1式



第1たかほこ丸

2-2 第2たかほこ丸

(1) 一般配置

本船は、オイルフェンス展張船として、大型クレーン、消防設備、油回収設備、油水置換設備等を備えた防災船です。

船橋後ろに固定式放水塔及び放水銃3基を備え、上甲板前部に油分散散布装置、中央部に油回収設備、油水置換用設備を配置し、火災及び油流失事故発生時の防災設備を装備した最新鋭のオイルフェンス船です。また、主船体は4枚の水密隔壁で5区画に分けられ、前方より空所、バウスラスター室、居住区、機関室、舵機室となっており、中速主機関を使用した2基2軸で、可変ピッチプロペラ、ベッカーラダーを採用しています。

(2) 主要目

用 途	オイルフェンス展張船
船 質	鋼
全 長	40.01m
登録長さ	39.00m
幅(型)	9.40m
深さ(型)	4.60m
計画満載喫水	3.30m
総トン数	258トン
資 格	JG
航行区域	沿海区域
試運転最大速力	13.8ノット
航海速力	11.0ノット
最大搭載人員	28名

(3) 主要装備

主機関	ディーゼル機関740kW 2基
発電原動機	ディーゼル機関160kW 2台
発電機	AC450V×180kVA 2台
推進装置	ダクト付スキュー型可変ピッチ 2式
舵	ベッカーラダー 2式
サイドスラスター	電動可変ピッチ86kW 1台
油圧クレーン	7.0T×12m 1台
消防ポンプ	1188m ³ /h×140m 1台
放水銃	15,000L/min、3,000L/min、1,800L/min 各1基
放水塔 監視カメラ付	1式
泡原液タンク(泡原液ポンプ×1台)	5m ³
油分散散布装置	350L/min 2組
流出油回収装置(アウトリガー伸縮式)	1式
フローティングホース油水置換設備	1式



第2たかほこ丸



第3たかほこ丸

2-3 第3たかほこ丸

(1) 一般配置

本船は、油流失時に海面にオイルフェンスの展張と防災船の回収油タンクの機能を持った非自航の油回収バージ船(危険物ばら積み船)です。

船首部甲板上に揚錨機1基(アンカー2個)を備え、後部甲板上に固定式オイルフェンス巻取機2台を搭載し、船体内前部に機械室、ポンプ室を、後部に油回収タンク、バラストタンクを配置しています。

(2) 主要目

用 途	油回収バージ(危険物ばら積船)
船 質	鋼
全 長	34.50m
幅(型)	10.00m
深さ(型)	2.80m
計画満載喫水	2.00m
総トン数	162トン
資 格	JG(非自航船)
航行区域	沿海区域

(3) 主要装備

油回収タンク(91.9m ³ ×4)	367.6m ³
自動呼吸弁	4個
停泊用ディーゼル発電機	1台
回収油水ポンプ バネ式	80m ³ /h×40m 2台
オイルフェンス展張設備	B型1100m 2台

3. 特徴

本船は、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構殿委託により、むつ小川原国家石油備蓄基地に配備された新型防災船のユニットです。

これまで、消防作業、オイルフェンス展張作業、油回収作業はそれぞれに専用船が配置されていましたが、代替時期を迎えたこと、また、防災船の兼用が認められるようになったことを受け、従来の専用船3隻体制から防災船2隻+バージ体制にするとともに、防災船の小型化、多機能化、装備強化を図ったものです。それぞれの船が災害発生時の防災機能、タンカー入港時の支援・警戒作業、基地海域施設の保守・点検作業の役割を補完するように造られています。

4. おわりに

本船の設計、建造監理を通して船主である独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構殿及びむつ小川原石油備蓄株式会社殿には終始適切なお支援を戴きました。また、建造に当られた函館どつく株式会社殿には高度な造船技術をもって本船建造に尽力されましたことを付記致します。

(海洋技術部 藤里宜丸)



最近のバルクキャリアの 主要目傾向について

1. はじめに

SRC Tipsを構成する初期要目設定用アプリケーション、Tips IdのバージョンアップについてSRC News No.94でご紹介しました。これは、主にバルクキャリア、タンカーに適用された船級協会統一規則(CSR)による軽荷重量の増加に対応したものです。そのため、SRC News No.94では、主要目の内、主に軽荷重量の違いについて解説しましたが、軽荷重量が異なれば当然、主要寸法を初めとする要目も影響を受けて変化します。Tips Idのバージョンアップはこれらをすべて考慮しており、ここでは、バルクキャリアに焦点をあて、これら主要目全般の傾向について解説します。普段直接設計に携わっておられる造船所の方々からすれば、何を今更という内容かもしれませんが、就航船の平均的な主要目をグラフで示しますので、自社船の位置づけを再認識していただければと思います。

2. 就航船データベース

市販の就航船データベースにはIHS/Fairplay、Clarkson、船舶明細書などがありますが、これらを使って船型を解析する際に問題となるのは、計画喫水が記載されていない点です。船舶の代表値は載貨重量と船速ですが、いずれもその元になる喫水がはっきりしないと解析できません。データベースに記載されている載貨重量は満載喫水での値で、それに相当する夏季満載喫水の値も記載されています。一方、船速は計画速力が記載されていますが、これに相当する計画喫水は記載されていません。また、計画速力を達成する主機の常用出力やシーマージンについても記載されていないので、馬力と船速および載貨重量(排水量)の関係も直接は分かりません。

そこで今回のバージョンアップでは、就航船データベースに加え、インターネット上の船主や造船所などのホームページに掲載された船舶情報から、計画喫水や船速の定義が掲載されたものを抽出し、船型と計画喫水の関係を別途求めました。

ところで、EEDI規則には、船種別に要求値のグラフが定められていますが、これらも就航船のデータベースを解析して作成されたと考えられます。その中には速力、載貨重量、燃費(主機出力)が含まれ、解析するには、その元となる喫水を合わせる必要がありますが、どうやったのか興味のあるところです。

3. 主要寸法

主要寸法の内、垂線間長(Lpp)、型幅(Bm)、型深さ(Dm)を比較しました。横軸は計画喫水に修正した載貨重量(DWT)です。CSR適用船は契約日が2007年4月以降、また非適用船は先取りを考慮して、2006年3月以前のものであります。垂線間長(図-1)と型幅(図-2)については、差はほとんどありません。一方、型深さ(図-3)は適用船の方が大きくなっています。CSR適用による軽荷重量の増加が直接深さに影響するとは考えにくいので、これには何か別の要因がありそうです。

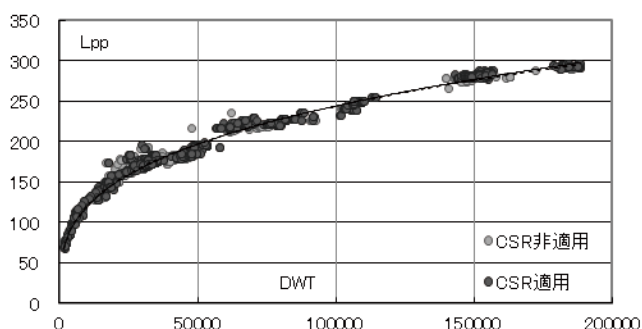


図-1 垂線間長:Lpp(m)の比較

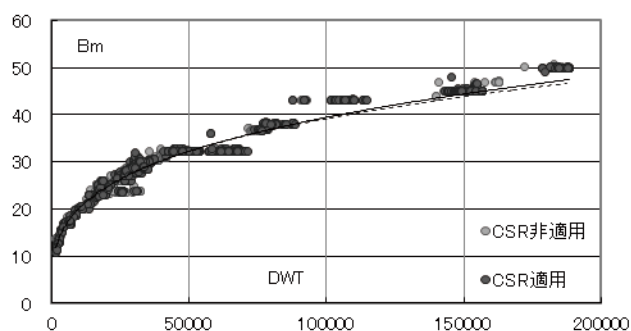


図-2 型幅:Bm(m)の比較

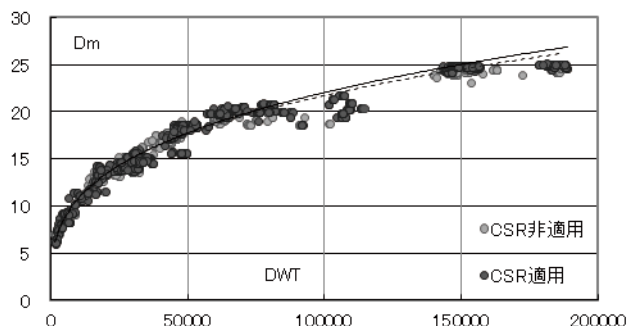
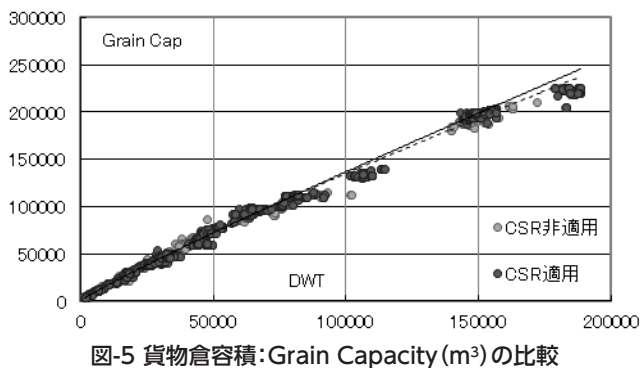
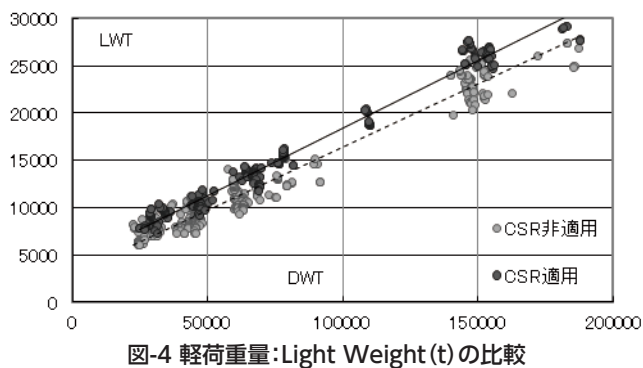


図-3 型深さ:Dm(m)の比較

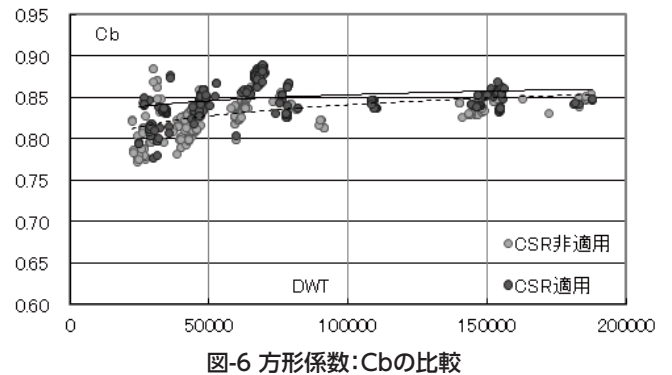
4. 重量、容積

次に軽荷重量の比較(図-4)です。主要寸法と同様に、計画喫水での載貨重量がベースです。平均線で比較するとパナマックスで14%、ケープサイズで10%程度の重量増となっています。またこの図を見てわかるのは、ハンディマックス、パナマックス、ケープサイズといった各船型カテゴリーにおいて、右上方向に船型がシフトしている事です。CSRの重量増以上に載貨重量が増加し、船型が大型化しているのが最近の傾向のようです。次に貨物容積と載貨重量の関係(図-5)をみると、大型船でCSR適用船の貨物容積が大きくなっています。これも船型の大型化を示唆していますが、載貨重量ベースで増えているということは、貨物容積がより大きくなっていると言えます。また、先ほどの深さの増加は、この貨物容積の増加によるものであると思われます。



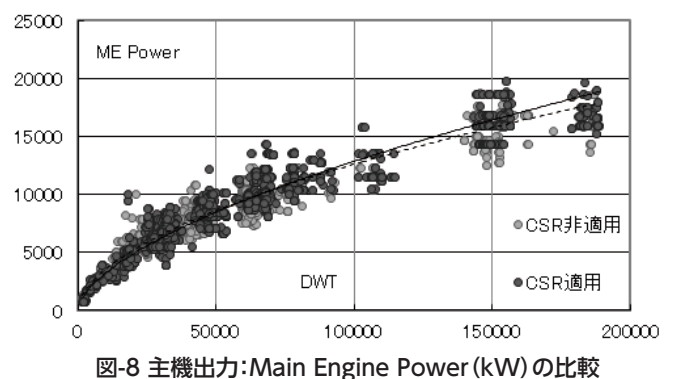
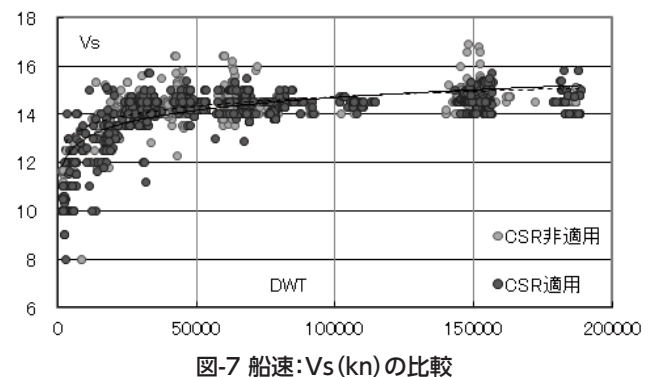
5. 船型

船型の比較を行うため、Cbを比べてみました(図-6)。Cbは排水量が記載されたデータを抽出し、計画喫水での値に修正して求めました。全域でCbが大きくなっています。その割合から排水量の増加を計算すると、ほぼCSRによる軽荷重量の増加と同レベルになっていることから、バルクキャリアでは、重量増は主に船型の肥大化で賄っていると言えます。ただし、上述のように、さらに載貨重量が増えているので、同時に主要寸法も大きくなっています。パナマックスの場合であれば長さが大きくなっています。



6. 船速と主機出力

最後に船速と主機出力を比較してみました。船速(図-7)については両者にはほとんど差はありません。主機出力(図-8)は、大型船ほどCSR適用後の方が大きくなっています。船速は変わっていないので、軽荷重量増による排水量増とそれに伴うCb増が原因と思われます。



7. まとめ

Tips Idのバージョンアップに伴い検討したCSR適用前後の主要目傾向ついでご紹介しました。大雑把な比較ですがご参考になれば幸いです。Tips IdはCSR適用船のデータを元にバージョンアップしました。上記の平均的な船型だけでなく、幅を変更した検討や主要寸法に制約を加えた検討も可能です。ぜひお試しください。

(技術開発部 山口信之)



スリランカ国セイロン漁港公社向け 無償資金協力 グラブホッパードレッジャー「SAYURU」



航走写真

1. はじめに

スリランカ国において、漁業セクターは、国民の所要動物性蛋白質の50%～60%を供給し、漁獲物・水産加工品は総輸出額の2%を占め、貴重な外貨獲得源となっています。漁業人口も約100万人と全人口の約5%を占めており、重要な産業分野とみなされており、水揚げ高は2011年で約44万トン、2012年で約48万トンとなっており確実な伸びを示しています。

ところが、殆どの漁港は計画水深2.5～3.5mと浅いため、漂砂の影響を受けやすく、南西及び北東モンスーン時期には泊地及び航路への激しい堆砂があり、この影響で漁船の運航等に影響を及ぼし漁業活動の生産性・収益性等に支障を来しています。

浚渫業務を担うセイロン漁港公社(CFHC)では現在4隻保有している浚渫船の内、1隻は1989年に我が国が無償供与したもので老朽化が激しく、我が国へ代替船供与の要請があったものです。

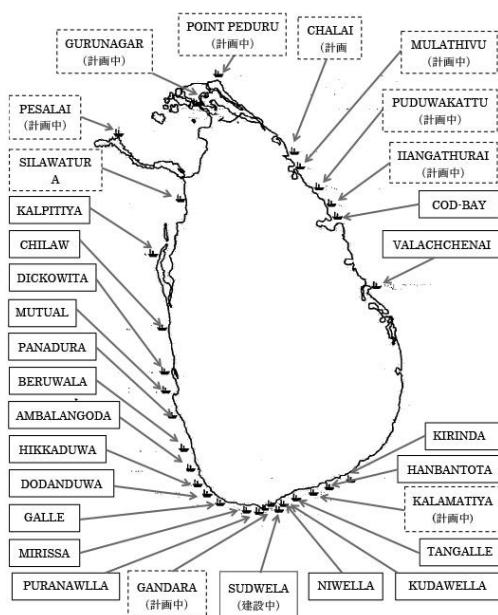
2. 本プロジェクトの実施経緯

当センターでは2012年3月のJICA公示以降、協力準備調査を同年6～7月に実施し、開港間近の2漁港を含む20港

全ての視察・関係者との面談を行いました。2013年7月からは詳細設計に入り、造船所の入札・建造契約を実施しました。入札会はCFHCから来日した統括部長ら2名の立会の下、2013年9月24日に当センター大会議室で行われ、落札者が決まりました。

落札者の警固屋船渠株式会社は広島県呉市にあり、前述の1989年にCFHC向けに浚渫船を建造した造船所でもあります。

同27日に落札者とCFHCとの間で建造契約が締結されました。その後「SAYURU」と命名された本船は、2014年4月8日に起工、5月29日に進水、9月17日に完工引渡を行い、同22日にコロンボ近郊のディコウタ漁港に向け呉を出港。途中ハリケーンの影響を受けながらも10月15日に無事着岸しました。到着後、同漁港において、回航用の波除構造物の撤去、浚渫クレーンの操作指導が行われ、漁港公社職員による浚渫機能確認後、当センターと船主のCFHCによる最終検査を行い、10月22日にCFHCに引渡されました。引渡しに先立ち行われた式典には、漁業水産資源開発大臣他要人、在コロンボ日本国大使、同JICA所長他らが出席して引渡を祝いました。



スリランカの漁港



進水式(H26.5.29) 支網切断は当センター徳留会長

3. 本船の概要

300 m^3 自航式グラブホッパー浚渫船

(1) 主要目:

全長	約49.9m	乗組員	18名
型幅	11.5m	垂線間長	48.0m
計画喫水	約2.3m	型深	3.4m
航海速力	約8.0ノット	航続距離	約1,400海里
載荷重量	約560トン	ホッパー容量	300 m^3

(2) 設備機器:

主機	800PS	2基
プロペラ・軸・舵		各2基
発電機	100KW	2基
浚渫クレーン	吊荷重11トン	1基
船底扉開閉装置	油圧シリンダー	1式
係留・航海・通信設備他		



浚渫用クレーンブームと300 m^3 ホッパー(泥槽)

本船は1989年に我が国が無償供与した浚渫船の基本的なデザインを引き継いでいるものの、浚渫需要の高まりからクレーン能力を7.5トンから11トン、ホッパー容量も200 m^3 から300 m^3 、全長も粗10m長くし、全体的に大型化しています。

建造中は、通常の船舶同様、各種の機器の船内テスト・海上公試等を当センター立会の下に実施しました。本船の主要な浚渫設備は浚渫クレーンと300 m^3 ホッパーです。造船所で浚渫クレーンの荷重テストは実施しましたが、浚渫機能の確認試験は我国の海洋汚染防止の観点から現地で実施されました。



浚渫クレーンの過荷重テスト(13.8トン)

4. おわりに

本年9月7・8日に安倍総理大臣がスリランカ国を公式訪問しラジャパクサ大統領と会談、両首脳は海洋協力を柱とする共同声明に署名しました。スリランカはアジアとアフリカにまたがるインド洋シーレーンに面し、戦略的な地理的位置にある海洋国家です。内戦状態が長らく続き、社会的にも経済的にも疲弊していた同国ですが、2009年の内戦終結を契機に、これから着実な発展を歩もうとする中で、“SAYURU”がその発展の一助を担うことを願ってやみません。

(海外協力部 後藤明人)



JICA課題別研修 「海事国際条約及び船舶安全検査」 について

2014年4月15日、韓国で発生した内航旅客フェリー『セウォル号』の転覆沈没事故は、修学旅行中の高校生も含め、300名を超える犠牲者を出す大惨事となりました。新聞報道によると、貨物の復原性や救命設備等の問題について指摘されており、改めて船舶の安全確保の重要性がクローズアップされました。

当センターでは、発展途上国における船舶の建造と保守に必要な安全検査に関わる人的育成を支援するため、JICAから課題別研修「海事国際条約及び船舶安全検査」の実施を委託されており、2000年から2004年までの第1期コース、2005年から2009年までの第2期コース、2010年から2012年までの第3期コースに引き続き、現在、2013年から2015年までの第4期コースを行っています。

本研修では、船舶の安全性と海洋環境の保護を目的とする国際海洋条約に基づく、安全検査を的確に実施するための人材育成として、各条約に規定される技術基準や検査要領を習得するとともに、第4期コースからは条約の適用のない内航船の安全を確保するための諸制度に関わるプログラムも加えて実施しています。

2014年度コースは、ASEAN加盟国のインドネシア、ミャンマー、フィリピン(2名)、ベトナムと南太平洋島嶼国のパプアニューギニア、パラオ、サモアから合計8名の政府関係機関の職員が参加し開講されました。研修期間は、6月8日から8月7日の間で、座学6週間、実習1週間、初日のカントリーレポート(自国の検査制度等の紹介)と、最終日のアクションプラン(帰国後、当研修で学んだ知見を活かしての行動計画)の発表および造船所等の関連施設の視察に1週間、合計2か月間です。

座学では、主に海上人命安全条約(SOLAS)、海洋汚染防止条約(MARPOL)、国際満載喫水線条約等の基準とこれらの国際基準に基づいた新造船及び現存船の安全検査要領(旗国検査)、外国船舶に対する検査(ポートステートコントロール:PSC)の要領について、講義を行っています。また、本研修はIMOとの共催研修となっており、ロンドンのIMO本部とJICA横浜とをオンラインTV-会議システムで結び講義を行っています。IMOが取組む課題や最近のホットなトピックにつき、IMO本部職員が直接、講義を行ない、講義後は質疑応答やディスカッションにより相互交流を深める良い機会になっています。

第4期コースから追加された内航船プログラムでは、内航船に対する安全を確保するための検査制度、技術基準、検査要領

等、我が国の制度や法令について講義しています。

これらの講義の大半はSRC内部講師が担当していますが、国土交通省海事局、日本海事協会等の専門家にもお願いしています。本研修では、講義の理解度を深めるため実習も実施しています。船舶の安全検査の実習を今治の波止浜地区の造船所2か所(山中造船所、矢野造船所)において、また、内燃機関の製造過程、運転、解放検査の実習をヤンマー尼崎工場で行っています。

また、ポートステートコントロール関連では関東運輸局の外国船舶監督官が実施するPSC検査に同行して船上実習を行ない、内航船プログラムでは同局船舶検査官とともに小笠原海運(株)のおがさわら丸に訪船し、検査要領の説明を行いました。

さらに、救命艇の信貴造船所(大阪府堺市)、救命いかだの整備工場のマリン・インターナショナル(横浜市)、油水分離器の兵神ポンプ(兵庫県加古川市)、消火装置メーカーのカシワテック(茨城県坂東市)等、本研修に深く関わりのある事業所や独立行政法人海上技術安全研究所の見学も行っています。

このように、本研修は、国など行政機関のみならず、多くの事業者の方々のご協力を頂き、実施されており、この場を借りて、ご支援頂いた皆さまに、改めてお礼申し上げます。

SRCの実施する本研修の履修者は、IMO本部を初め各国の海事当局において各方面で活躍されており、本研修は各方面から高い評価を受けています。今後も、研修を受講した研修員が学んだ知識と経験を活かし、海難事故の撲滅に貢献されることを願っています。

(研修・技術支援室 能田卓二)



研修員と関係者の皆さん



東京MOU 「ポートステートコントロール 一般検査官研修」について

JICA研修の項でも触れましたが、船舶は登録国（旗国）政府が国際条約に規定された基準に基づく検査を実施して基準適合性が確認されて、安全証書の発給を受けたのち、運航されています。従って、船舶の安全については旗国政府（および船舶所有者）に第一義的な責任があります。しかしながら、便宜置籍の進展にともない、一部の国で、旗国政府としての責任を十分に果たしていないことから、安全基準を満たしていない、所謂、サブスタンダード船による海難事故が頻発しています。

トリニキアン号（1967年）やアモコカディス号（1978年）など、大型油タンカーによる大規模な油汚染による惨事を経験し、油による海洋汚染を防止するための設備を強化することの必要性が認識され、海洋汚染防止条約（MARPOL）も、この頃、強化されました。

ポートステートコントロール（PSC）は、寄港国が自国に入港した外国船舶の基準適合性を確認し、重大な欠陥が確認された場合には出港前にこれを是正させるなど、先の旗国政府の機能を補完するものです。PSCの実施は、地域的に取り組むことが有効であることから、IMOにおいて1991年に「PSCに関する地域協力の促進に関する総会決議」が採択され、これを踏まえ、1993年12月、東京にて、アジア太平洋地域におけるPSCの地域協力に関する合意（東京MOU）がなされ、事務局は東京に置かれています。

SRCでは、東京MOU事務局から委託され、PSC検査官の一般研修（General Training Course）を実施しています。本研修は、PSC検査官の能力向上や検査手法の統一化を図るため、PSC職員が最低限有すべき知識に関する座学および実船訓練を内容とし、

4週間、実施するものです。この度は、8月25日から9月19日まで、東京MOU域内（中国、インドネシア、マカオ（中国）、マレーシア、マーシャル諸島、ニュージーランド、ペルー、フィリピン、ロシア、バヌアツ及びベトナム）から12名とIMOの依頼により世界各国（ガーナ、トルコ、グレナダ、インド、モロッコ、オマーン及びパナマ）から7名（合計19名）のPSC検査官が参加しました。

前半の2週間は、横浜にてPSC関連の各条約の規定や検査実施の手順について、国土交通省の外国船舶監督官、東京MOU事務局およびSRC内部講師による講義を行い、後半の2週間は各地方運輸局に移動し、現地の外国船舶監督官が実施するPSC検査に同行する形で現場実習が行われました。

また、研修最終日には、研修員より各地方局で実施した現場実習のプレゼンテーションを行うとともに、地方運輸局の外国船舶監督官も交えて、確認した欠陥の内容や是正の方法等について、ディスカッションを行いました。

海上における安全と環境保全のため、サブスタンダード船の撲滅を目的とするPSCの社会的意義は益々高まっており、今後も、SRCは東京MOU事務局及び国土交通省とともに効果的なPSC検査官の研修を実施します。本研修を受講したPSC検査官の益々の活躍が期待されます。

（研修・技術支援室 能田卓二）



プレゼン実施中の研修生



乗船実習中の研修生



最適船型(その6)

最適浮心前後位置と最適肩張り度に関する前号からの続きです。

6.7 方形係数の影響

本項では、フルード数が同一で方形係数のみを変えた場合に、馬力係数が最小となる船体前半部肩張り度や浮心前後位置がどのように変化するか、を示します。なお、本号でも、前号までと同様、日本造船技術センターで実施した水槽試験結果を利用して求めた造波抵抗係数等に関する回帰式によって馬力係数を推定しました。

図-38はフルード数が0.25の船型の例です。これは方形係数が0.60の船型を原型に、ステーション移動法で方形係数を増減させた上で、更に、ステーション移動法で浮心前後位置や肩張り度を変更して求めました。船体後半部肩張り度は実績から求めた平均的な値($C_{SA}=1.05-0.05C_B$)としました(以下、同様)。本図の(1)は船体前半部肩張り度、浮心前後位置を横軸、縦軸とした場合の馬力係数を示します。○印等は馬力係数が最小となる船体前半部肩張り度、浮心前後位置($\min.C_{SF}$, $\min.l_{CB}$)を、等高線は最小馬力

係数に対して2%増となる船体前半部肩張り度、浮心前後位置を示します。5個の方形係数に対する馬力係数を示してあります。(2)は、浮心前後位置を各方形係数において馬力係数が最小となる浮心前後位置に固定して船体前半部肩張り度を変更した場合の馬力係数の変化を示します。(3)は同様に各方形係数で船体前半部肩張り度を固定して浮心前後位置を変更した場合の馬力係数です。この例では、方形係数を大きくするに伴い船体前半部肩張り度が大きく(肩張り)なっていますが、馬力係数が最小となる浮心前後位置はほとんど変化していません。

図-39はフルード数が0.18の船型の例です。これは、方形係数が0.80の船型を原型に、前記の場合と同じ手順で求めました。図の形式も同じです。この例では、方形係数を変更しても船体前半部肩張り

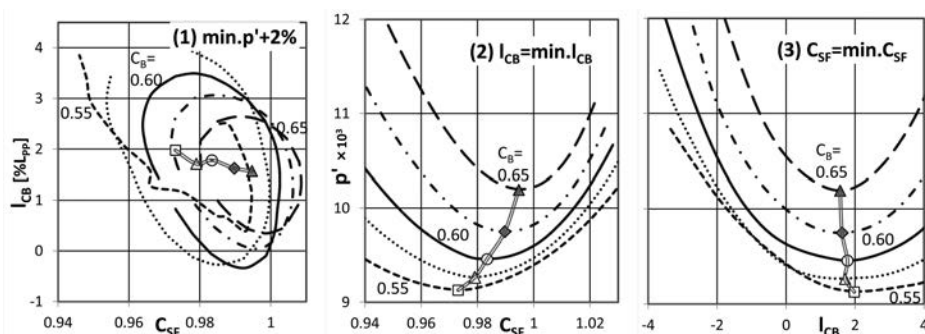


図-38 方形係数を変更した場合の馬力係数、フルード数=0.25の船型の例

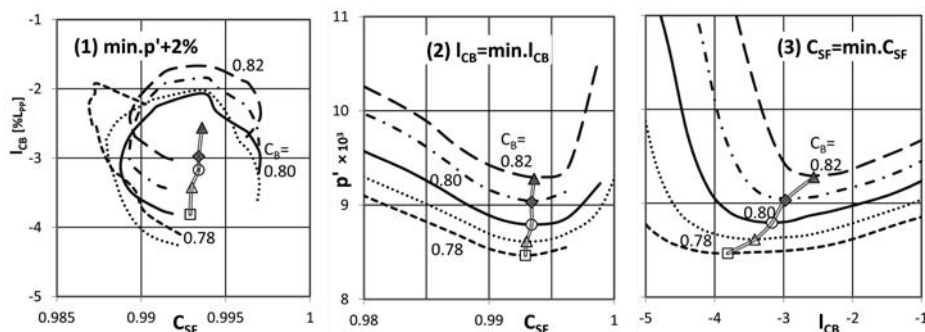


図-39 方形係数を変更した場合の馬力係数、フルード数=0.18の船型の例

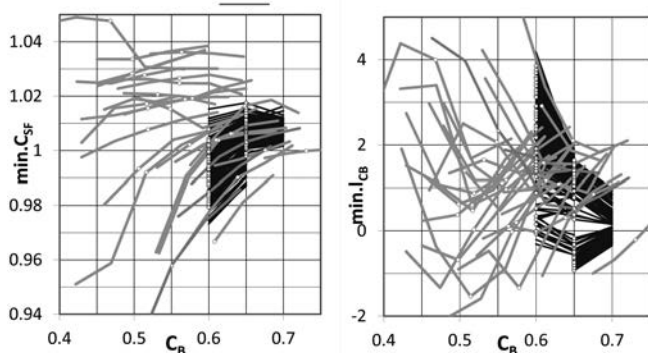


図-40 設計フルード数が0.24~0.26の船型

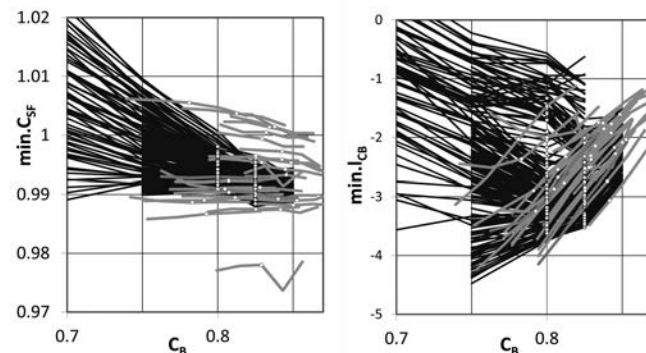


図-41 設計フルード数が0.17~0.19の船型

度はほとんど変化しませんが、方形係数を大きくすると浮心前後位置が大きく（船尾側に移動）なっています。この例では、船体前半部肩張り度を大きくした船型、浮心前後位置を小さく（船首側に移動）した船型で馬力係数が急増していますが、これは造波抵抗係数の急増に起因します。この例のように、低いフルード数でも船体前半部肩張り度を大きくしたり、船体前半部を過度に太らせたりすると造波抵抗係数が急増し、馬力係数が大きくなってしまいます。

図-40は、設計フルード数が高い痩せ型船型で、方形係数を変更した場合の船体前半部肩張り度、浮心前後位置の変化を示します。左図は方形係数を変更した場合に馬力係数が最小となる船体前半部肩張り度を線で結んだ図で、右図は浮心前後位置の変化を示す図です。計算手順は前記の例と同じです。方形係数の変更に伴い、船体前半部肩張り度は比較的単調に変化していますが、浮心前後位置の変化がギクシャクしています。図-41は、同じく設計フルード数の低い肥大船型の例です。馬力係数を最小とする船体前半部肩張り度が単調に減少する船型と余り変化しない船型があります。浮心前後位置では、方形係数が0.80付近を境に様子が異なっているように見えます。すなわち、方形係数が0.80より小さい船型では単調減少の船型が多く、0.80より大きい船型ではほとんどが単調増加となっています。

図-42は、馬力係数が最小となる船体前半部肩張り度、浮心前後位置が方形係数変更に伴うどのように変化するかを示す図で、方形係数の差分と馬力係数を最小とする船体前半部肩張り度等の差分との比を、船の長さ幅比、幅喫水比、原型の方形係数、設計フルード数をベースに示した図です。本図によると、船体前半部肩張り度の場合、設計フルード数が0.25前後で方形係数が0.5～0.6の船型では、多くの船型で比がプラス、すなわち、方形係数を大きくすると船体前半部肩張り度が大きく（肩張り）なる船型の多いこ

とが分かります。他方、設計フルード数が0.15～0.2で方形係数が0.7～0.85の船型では比がマイナスとなる船型が多くなっています。また、浮心前後位置の場合は、高フルード数の痩せ型船では0ないしマイナス側、低フルード数の肥大船型ではほとんどの船型でプラスとなっています。

船の長さ幅比、幅喫水比の影響も多少は認められますが、方形係数やフルード数の影響に比べて小さくなっています。何れにしても、点のばらつきが大きくなっています。馬力係数の推定誤差、馬力係数が最小となる船体前半部肩張り度や浮心前後位置を求める際の誤差、その差分を求める際の誤差等、図-42でのばらつきは、これらの誤差の累積にも因ると考えられますが、フレームラインや船首バルブ等、より微細な船型の違いに起因するものも大きいと考えられます。

図-39の(3)や図-41の右図に示すように、方形係数の大きい船型の浮心前後位置は、方形係数を大きくすると馬力係数を最小にする浮心前後位置がプラス側（船尾側）になっています。同じことですが、図-42の下段図を見ると、低フルード数の肥大船型ではほとんどの船型で差分比がプラスとなっています。これは、方形係数を増加させる際、船体前半部の方形係数を後半部と同程度に増加させることによる造波抵抗急増を防ぐためです。図-43には、馬力係数が最小となる浮心前後位置に対応する船体前半部方形係数 C_{BF} 、後半部方形係数 C_{BA} を示します。方形係数を変更した船型を折れ線で結んであります。本図から、方形係数が大きい船型で馬力係数を最小にしようとする際、造波抵抗係数の急増を防ぐため、船体前半部方形係数 C_{BF} には限界（ $C_{BF}=0.95$ 程度、浮心前後位置では $-4\%L_{PP}$ 程度）があり、形状影響係数の増加や自航要素の悪化があるとしても、船体後半部の肥大化で補わざるを得ないことが分かります。

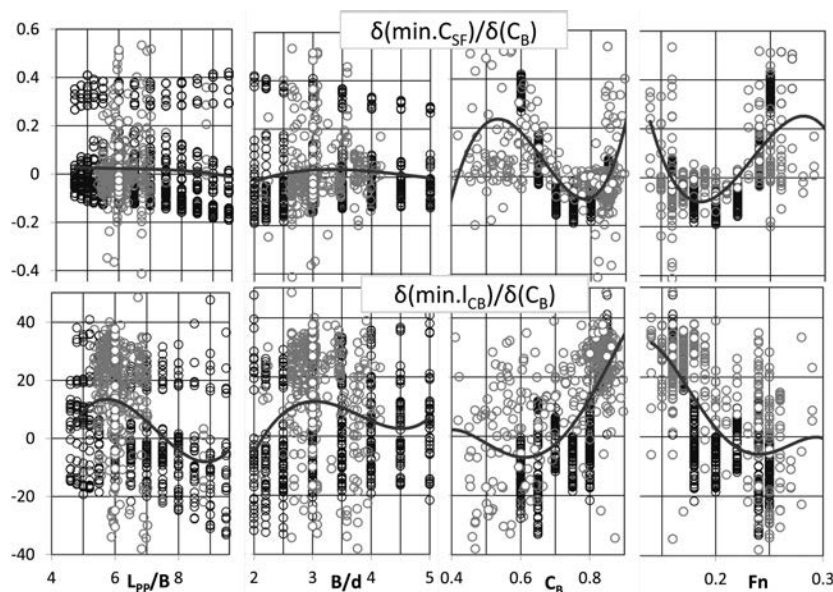


図-42 馬力係数を最小にする船体前半部肩張り度、浮心前後位置の方形係数変更による変化

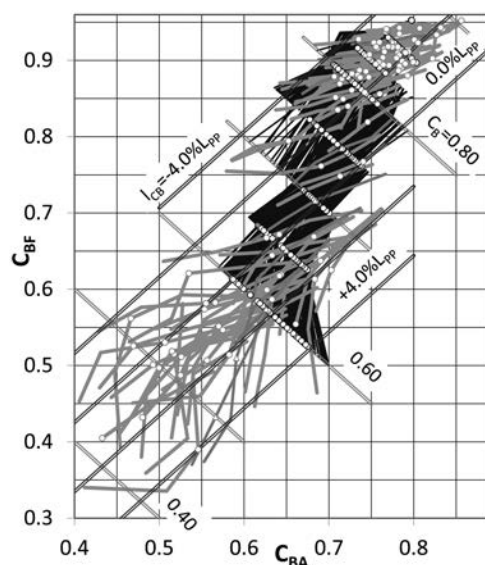


図-43 馬力係数が最小となる浮心前後位置に対応する船体後半部、前半部の方形係数

6.8 長さ幅比、幅喫水比の影響

本項では、方形係数やフルード数が同一で、船の長さ幅比や幅喫水比を変えた場合に、馬力係数が最小となる船体前半部肩張り度や浮心前後位置がどのように変化するかを示します。原型のフレームラインを横方向、喫水方向に伸縮した船型に関して、ステーション移動法で浮心前後位置や肩張り度を変更して求めました。

図-44、45は長さ幅比、幅喫水比を変更した船型の馬力係数が最小となる船体前半部肩張り度、浮心前後位置です。横軸は各々長さ幅比、幅喫水比で、長さ幅比、幅喫水比を変更した船型を線で結んであります。また、図-46、47には図-44、45に示した線の傾斜を幅喫水比（または、長さ幅比）、方形係数、設計フルード数ベースで示しました。

長さ幅比を変更する場合、図-44から、馬力係数を最小にする船体前半部肩張り度や浮心前後位置は、大凡、右上がりの傾向、

すなわち、長さ幅比を大きくすると船体前半部肩張り度、浮心前後位置を大きく（肩張り側、浮心前後位置を船尾側）する必要のあることが分かります。ただし、図-46によりみると、それは高フルード数の痩せ型船の場合に顕著で、低フルード数の方形係数が大きい船型では差分の小さいことが分かります。

幅喫水比を変更した場合は、図-45から、馬力係数を最小にする船体前半部肩張り度は右上がりの傾向ですが、浮心前後位置の場合は逆に右下がりになっています。ただし、図-47によりみると、長さ幅比の場合と同様、それは高フルード数の痩せ型船の場合に顕著で、低フルード数の方形係数が大きい船型の差分比（絶対値）は小さいことが分かります。

長さ幅比を変更した場合、幅喫水比を変更した場合、何れにおいても、馬力係数が最小となる船体前半部肩張り度や浮心前後位置は、幅喫水比や長さ幅比による変化は小さいようです。

（技術顧問 佐藤和範）

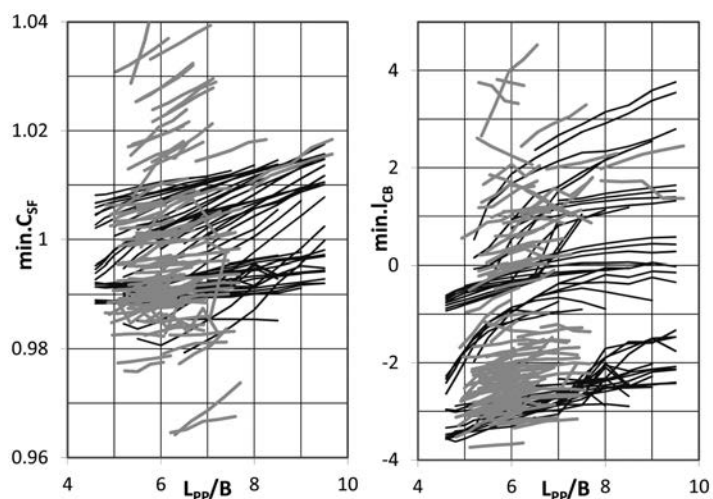


図-44 長さ幅比を変更した場合の船体前半部肩張り度、浮心前後位置

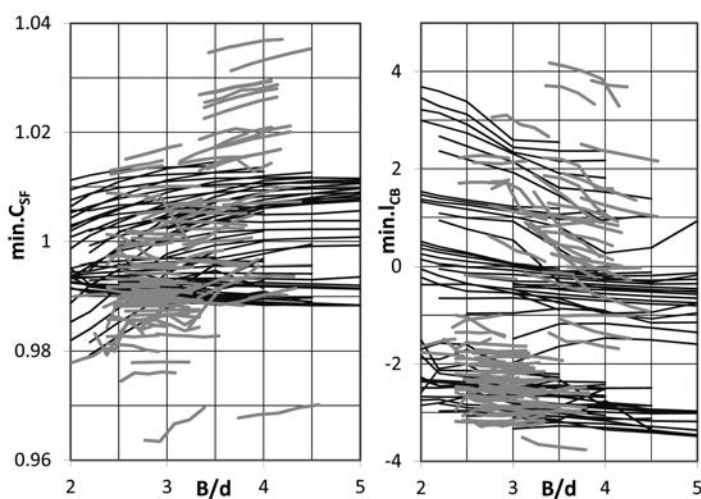


図-45 幅喫水比を変更した場合の船体前半部肩張り度、浮心前後位置

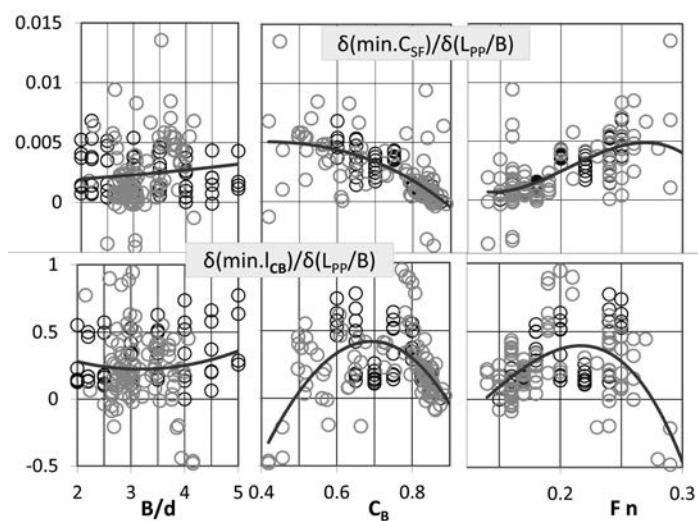


図-46 長さ幅比を変更した場合の傾斜

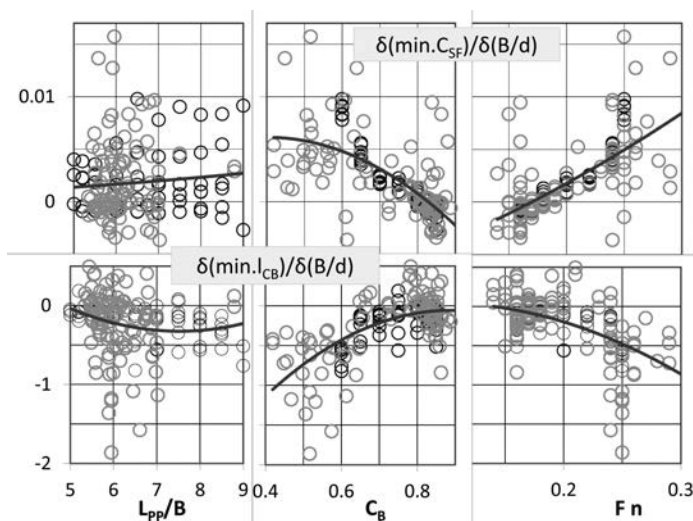


図-47 幅喫水比を変更した場合の傾斜

一般財団法人 日本造船技術センター 技術セミナーの開催

一般財団法人 日本造船技術センターは、12月1日(月)、広島市内において平成26年度一般財団法人日本造船技術センター 技術セミナーを開催し、造船会社、船用機器メーカーなどから約80人の参加がありました。

本年のセミナーは、当センターからは、水槽試験事業をはじめ、海洋技術事業や海外協力事業、SRCが取り組む様々な共同研究事業、スーパーコンピュータ「京」を利用したCFD研究開発など、当センターの事業についてご紹介しました。また、国土交通省海事局の大谷雅実海洋・環境政策課長より国の海洋開発政策や船舶の環境・エネルギー政策について、独立行政法人鉄道・運輸機構の吉田稔審議役より内航海運の現状と緒規制への対応状況/課題について、広島大学大学院竹澤晃弘准教授より船内

騒音に関する解析技術及び取組みについて、名村エンジニアリング株式会社の夏城力参事よりバラスト水問題への対応とバラスト水低減船(MIBS)の開発について、独立行政法人海上技術安全研究所流体設計系の辻本勝実海域性能研究グループ長より実海域推進性能(fw)と認証について、ご講演いただきました。

本セミナーの開催にあたり、中国運輸局殿のご協力をいただきましたことに感謝申し上げます。

(企画室 桶谷)



委員会等

●第1回 評議員選定委員会

平成26年6月3日

日本造船技術センター役員会議室

●第1回 SPCG委員会(平成26年度)

平成26年6月5日

日本造船技術センター大会議室

●第126回 HRC委員会

平成26年6月5日

日本造船技術センター大会議室

●第6回 理事会

平成26年6月6日

日本造船技術センター役員会議室

●第3回 役員候補者選出委員会

平成26年6月10日

日本造船技術センター役員会議室

●第7回 理事会(書面)

平成26年6月18日

●第5回 評議員会

平成26年6月26日

日本造船技術センター役員会議室

●第2回 SPCG委員会(平成26年度)

平成26年10月30日

日本造船技術センター大会議室

●第127回 HRC委員会

平成26年10月30日

日本造船技術センター大会議室

編集後記

オリンピック、ワールドカップサッカー、最近では全米オープンテニス(錦織圭の活躍)などスポーツで活躍する日本人選手の応援には力が入りますが、「日本」あるいは「日本人」であることを意識する良い機会ではないかと思えます。

先日発表された「ノーベル物理学賞」の受賞にも同様のことが感じられます。報道でも、今回の3名の受賞(中村教授は米国籍)により日本人のノーベル賞受賞者数は22名(全部門の受賞者発表後で世界第7位の受賞者数(米国籍2名を含む。))となることなど、大きく取り上げています。

金メダル数、受賞者数等の競争にどれだけ意味があるかはわかりませんが、「家族」、「隣近所」など周囲の人との関係が薄まりつつある中で、多くの人々が「日本人」としての連帯感を持ち、同じ価値観の下に行動できる機会として、スポーツや科学技術分野の競争・応援は意味があるのではないかと思います。

ところで、「ノーベル物理学賞」というと何やら難しい理論の発見のようなイメージがありましたが、今回受賞した「青色LEDの開発」については既にLED照明という形で身近にその成果が利用されていることから、その重要性についても容易に理解できました。単に重要な理論の発見だと言われても、自分たちの生活にどんな効果をもたらしてくれるのかが分からないと、その有難味も理解しにくいところがあります。その意味では、「青色LED」の製品化に貢献した中村教授の受賞は、理論の応用等を担う工学系の研究者・技術者にも大きな励みになったのではないのでしょうか。

当センターも造船技術に係わる仕事をしておりますので、ノーベル賞とまでは言いませんが、日々の業務を通じて社会の発展に少しでも寄与できるよう頑張っていきたいと思っております。

(M.T)

申し込みの受付

試験等の申し込み、問い合わせは
下記までご連絡をお願いいたします。

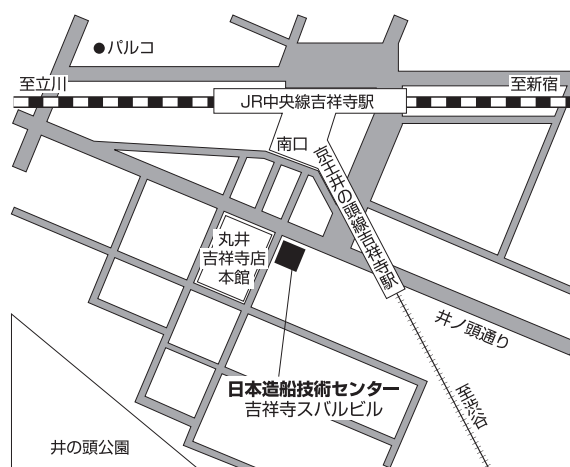
〒180-0003

東京都武蔵野市吉祥寺南町1丁目6番1号

吉祥寺スバルビル3階

TEL 0422-40-2820

地図





Shipbuilding Research Centre of Japan
一般財団法人 日本造船技術センター
<http://www.srcj.or.jp>