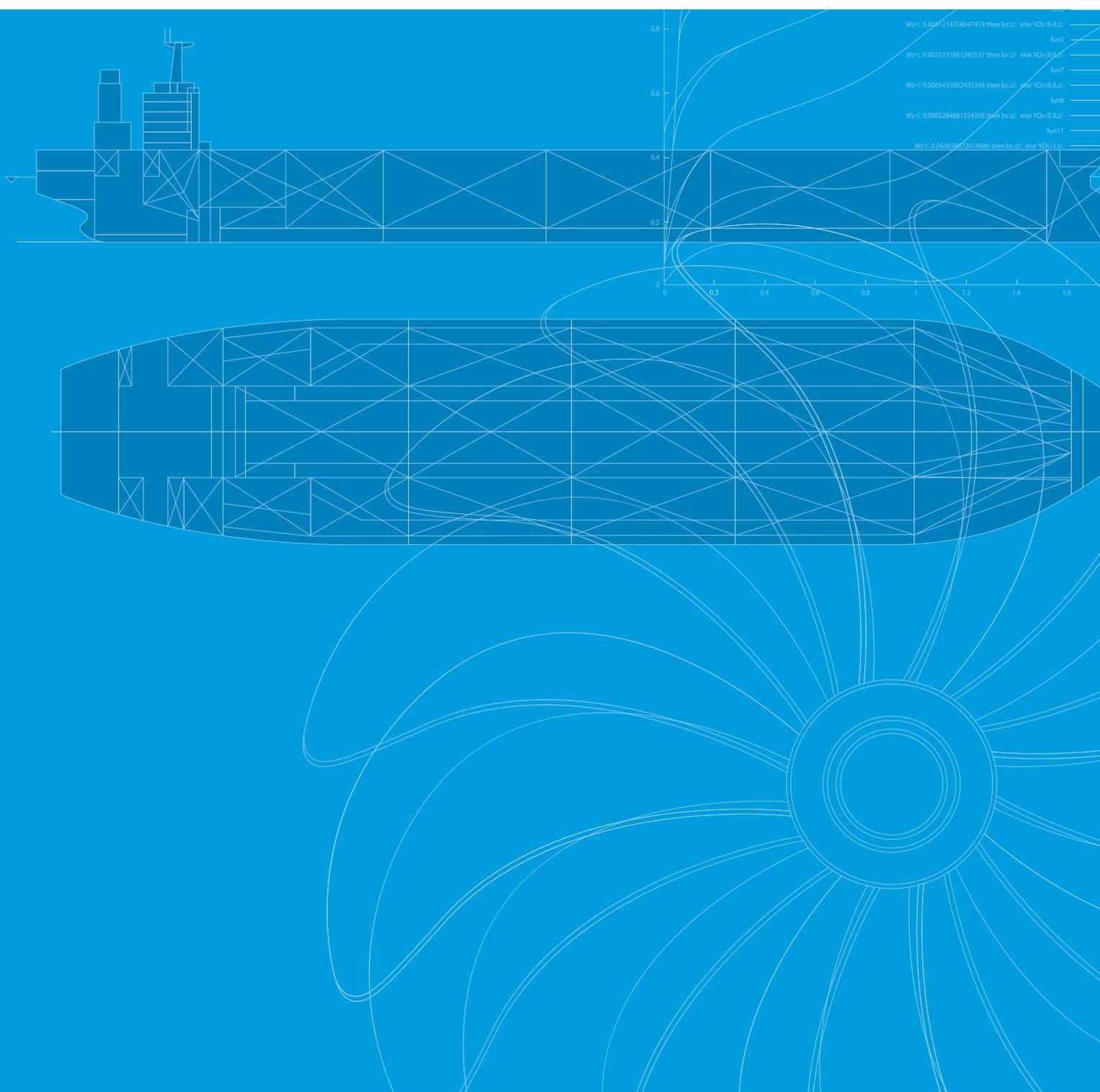


造船の最先端を見つめる技術情報誌

SRC NEWS

Shipbuilding Research Centre of Japan

No.107
DEC 2020



CONTENTS



熊本漁業調査船「ひのくに」

3



東京税関 大型監視艇「りゅうと」

6



カンボジア訪問記
—プノンペンとシハヌークビル—

9



中水槽における伴流計測

12



16,000トン型ケミカルタンカーの船型開発

15



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



熊本漁業調査船「ひのくに」



ひのくに

1. はじめに

平成30年度に（一財）日本造船技術センターは熊本県殿より漁業調査船「ひのくに」を代替えるための基本設計業務を受託しました。その後、令和元年度には熊本県殿より本船の建造が瀬戸内クラフト（株）に発注されるとともに、日本造船技術センターはその建造監理を行うことになりました。

基本設計では熊本県殿の要望を可能な限り実現するために、いろいろと知恵を絞るとともに、乗組員の方々のアイデアや指導も頂きながら設計をまとめていった結果、熊本県殿の要望に充分沿った漁業調査船として出来上がったのではないかと思います。

以下に、本船の計画から竣工にいたるまでの経緯と要目等について紹介いたします。

2. 要求性能の概要

基本設計を行うコンサルタントに対して熊本県殿から提示された要求性能等は次のようでした。

(1) 総トン数 49トン程度

(2) 航行区域 限定近海

(3) 最高速力 30ノット程度（巡航速力28ノット以上）

(4) 船体材質 軽合金製

(5) 定員 10名（女性乗組員対応）

(6) 航続距離 約400マイル

要求性能に関連して提示された技術課題は以下のとおりでした。

(1) 高速性能確保のための技術提案

(2) 針路安定性確保のための技術提案

(3) 波浪中における航行性能向上のための技術提案

(4) 調査中における船体安定性確保のための技術提案

(5) 船舶運航における省力化のための技術提案

(6) 建造費及び整備維持費低減のための技術提案

技術課題として挙げられた項目のうち(1)～(3)は一般的な高速船の場合でもある課題ですから対応はそれほど難しいことではないのですが、本船の場合は用途が漁業調査船ということから停船中の調査作業を必ず伴うので(4)の課題を解決する提案をすることが最も重要でした。また、技術課題にはなかったのですが、ネット類の曳航は低速で行うことになるので、低速航行の実現方法も検討が必要な重要な課題でした。

3. 船型の選択

船の大きさが総トン数49トン程度で、最高速度が30kt程度という要求を満足させるには、材質はアルミニウム合金、船型はV型、主機関は高速ディーゼル機関と、一般の高速船と同じにすることが必要でした。その上で、漁業調査船としての業務を遂行するために、推進装置は高速航行に適しているだけでなく、低速航行にも対応できるものを選択することが必要でした。候補となる推進装置としてはCPP、FPP+スリップ運転装置、WJの3つがあったわけですが、本船が行う調査観測作業との関係、推進効率、費用等の面からFPP+スリップ運転装置を採用することにしました。スリップ運転装置については前年度に計画した大分県の漁業調査船「豊洋」で調査済みであり、主機関の最低回転数付近では減速装置に特別な改造を加えなくても連続運転が可能であること、最近のスリップ運転装置では安定したプロペラ回転数が得られることが分かっていたので、熊本県殿に推奨するにあたっての不安はありませんでした。

漁業調査船にとって低速航行の確保とともに重要なことは、低速航行時(含む、停船時)の船体安定性の確保です。大型船であれば動揺周期を調整して同調揺れを起こしにくくすることや、波浪外力を受けにくい船型とすることも可能なのですが、本船のような小型船では船の大きさの点からいずれも不可能なので、横揺れ抵抗の大きな船型にすることに注意を払いました。幸い、SRCでは木原高速艇研究所の技術を承継することになっていましたので、横揺れに対して強いとの評価が高いキハラ式ディーベストV船型に倣って船体形状を決定しました。特に船尾部は防振の観点からプロペラのチップクリアランスを大きく取れるように、デッドライズ角の小さなオメガ船底形状を採用しました。(図-1) また、チェーン部に設けるビルジキールの張り出しは横揺れに対し大きな減揺効果を発揮する(大きな横揺れ抵抗となる)ので、推進性能上は不利になることを忍んで、通常の高速艇よりは大きくしました。

更に、より積極的に横揺れを抑制できるよう熊本県殿からARGを装備することが要望されたこと受け、せっかく装備するのであれば十分な効果が期待できるようにと、重量の増加には目をつぶって、大きめの発生モーメントが得られる機種を搭載することにしました。



図-1 船尾船底形状

4. 調査観測作業

調査観測作業のやり方は、各県により調査海域の特徴が異なるための、県毎に違いが出てきます。

一般的には、広い作業面積を確保可能で、上下加速度が小さいことから作業が安全に行える後部甲板に観測装置を集中的に配置することが多いのですが、熊本県の場合は有明海、八代海という比較的浅い海を広範囲にわたり調査するということから、調査点1点あたりの所要時間をできるだけ短くすることが優先されました。このため同時に幾つもの調査が行えるように調査用のクレーンやダビット類は後部甲板だけでなく、前部甲板や左右両舷の通路に沿っても配置しました。これにより、同時に幾つもの調査作業を行うことができるようになっています。

船首部上甲板左舷にはCTD用ウインチとダビット、右舷にはLNPネット用ダビット。中央部甲板室上左舷には透明度板用ダビット、右舷はプランクトンネット用ダビット。後部上甲板には中層曳丸稚ネット用ウインチ及び表層曳丸稚ネット用キャブスタンと言った具合です。

また、熊本県殿では、対象水域内での赤潮の発生をいち早く確認し、漁業者に迅速に通報することが重要であるとの認識があったことから、現場で赤潮の発生が確認できるよう、観測区画に倒立型リサーチ顕微鏡を設置しています。

5. 主要目

船の種類	第3種漁船 漁業調査船
航行水域	A2水域
船質	アルミニウム合金
船型	キハラ式ステップ船着付きディーベストV型船型
主要寸法	全 長 27.60m 幅 5.40m 深 さ 2.30m
主機関	1080kW×2
速 力	32.2kt(試運転最大)
航続距離	400浬/28kt
総トン数	49トン
最大搭載人員	乗員7名、その他3名

6. 一般配置

一般配置は図-2のようです。

甲板室内は調査観測区画と操舵区画になっていますが、固定式の仕切りは設けず、夜航海の場合には一部を暗幕カーテンで仕切ることができようになっています。甲板室の後部にはトイレ・シャワー室、機関室への階段室を設置しています。本船の場合機関室の吸排気は自然吸気・強制排気を原則としており、大きめの吸気口を必要とすることから、階段室を機関室吸気口とし

て兼用する設計をしています。

主船体内は船首側から、船首倉庫、居住区画、機関室、舵機室です。居住区の配置は中央部にギャレーとサロンを置いて、前後に居室を分けているところに特徴があるかもしれません。

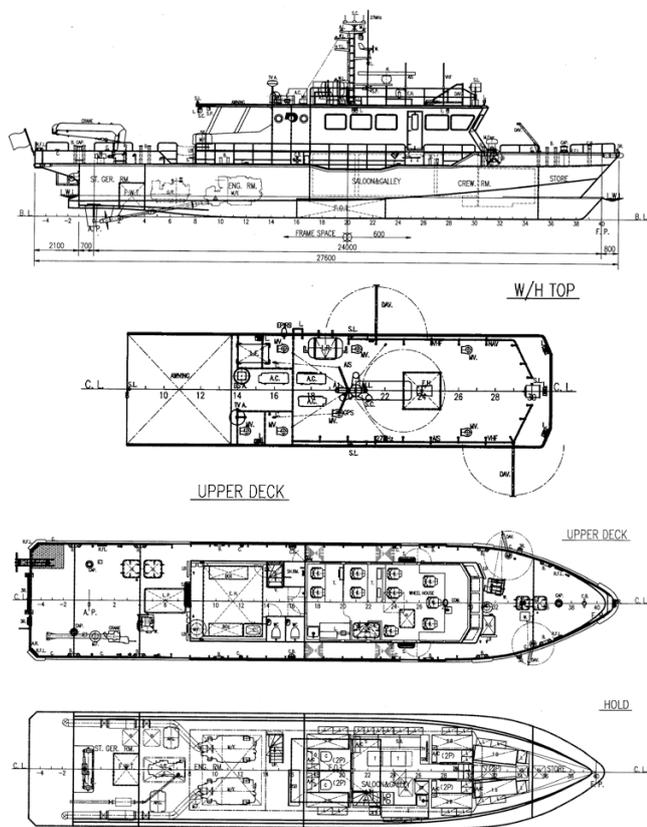


図-2 一般配置図

7. 調査観測機器

本船に搭載された主要な調査観測機器を以下に列挙します。

- 高性能魚群探知機 (FURUNO FCV-1900B)
- マルチビームソナー (FURUNO WMB1320F)
- 潮流計 (FURUNO CI-38BB)
- 直読式総合水質計 (AQQ-RINKO AQQ-176)
- CTD
- 倒立型リサーチ顕微鏡 (OLYMPUS IX73)
- 資料保存用冷蔵庫 (200ℓ)
- 各種ネット類
- 透明度板
- 採水装置、採泥装置
- CTD用ウインチ
- LNP ネット用ウインチ
- 中層曳丸稚ネット用ウインチ
- 表層曳丸稚ネット用キャプスタン
- 伸縮式クレーン

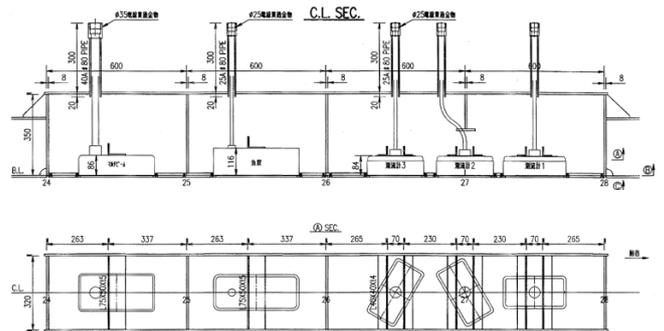


図-3 ソナードーム

図-3はソナードーム内の機器配置を示しています。ここには高性能魚群探知機、マルチビームソナー、潮流計が収納されています。

8. 海上運転

海上運転に先立って行った傾斜試験では完成排水量と計画排水量がほぼピッタリ一致していることが確認されました。

また、海上運転の結果得られた満載状態での船速は基本設計時に予想していた30.5ktを上回り31.87ktとなりました。船速が速くなったのは良かったのですが、出過ぎた分だけ主機関にかかる負担が増加したところがあり、主機関の性能が良い(最大出力での運転可能範囲が広い)とは言え、反省点として残る結果となりました。

また、本船は漁業調査船ですから低速航行できることの方がより重要で不可欠な性能になります。通常、こうした調査船ではCPPにより低速航行を実現するところ、本船はプロペラがFPPであることから、クラッチのスリップ運転で低速航行に対応することにしました。試運転で確認したところ0ktまで自由に船速を変化させることができることが確認され、FPPであっても全く問題ないことが分かりました。

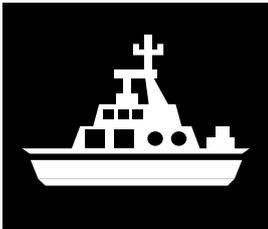
9. おわりに

本船の基本設計・建造監理を通して船主である熊本県殿には終始適切なアドバイスとご支援を頂きました。心より御礼申し上げます。

また、本船の建造に当たられました瀬戸内クラフト(株)はアルミニウム合金船建造の国内トップメーカーの一社として高度な造船技術とセンス溢れるアイデアを駆使して本船建造に尽力されましたことを付記します。

本船の就役により熊本県の水産業が一層発展することを期待します。

(常務理事 染矢 隆一)



東京税関 大型監視艇「りゅうと」



1. はじめに

令和元年度に（一財）日本造船技術センターは、東京税関殿より三菱造船下関造船所で建造する大型監視艇「つばさ」代船（りゅうと）の建造監理業務を受託しました。

建造監理業務は、通常、図面の承認と現場指導監督という二つの業務で構成されます。

図面承認業務については建造に必要な計算図書・図面類をチェックする業務ですから、建造監理の受託者と造船所及び船主が地理的に離れていても業務を行う上で特に大きな問題が生じるわけではありません。しかし、建造監理者は船主の意思を代行して業務を行うことが任務ですから、船主との意思疎通を密接かつ円滑に行うことが図面承認に要する期間を短縮するとともに、船主にとって使い勝手の良い船に仕上げる上で重要になります。

一方、現場指導監督については足繁く造船所に赴くことが良い船に仕上げる上で有効であることは議論の余地がありません。とは言え、造船所が遠方にある場合は契約で指定された機

会以外の指導監督を行うことは必要な経費の点から実施が困難になり、きめ細かな指導監督という点では行き届かないところが出てくる場合があります。

こうした問題に対処するため、造船技術センターでは幾つかの地域について、近年、地方に在住する建造監理等の経験者を採用し、担当者として配置して、よりきめの細かい建造監理業務が実施できるようにしています。

こうした仕組みを利用してどのように建造監理を実施するかについて、本船の建造監理を例に具体的に紹介いたします。

2. 大型監視艇「りゅうと」

建造監理を行った大型監視艇「りゅうと」は全長約37m、総トン数143トンで、税関の監視艇としては大型の部類に属します。

船型は、所謂、キハラ式の高速度艇であり、ステップバウ付きディーペストV船型となっています。ステップバウ付き船型とすることにより航走中の船体抵抗を低減させるとともに、高速域で優れた性能を発揮するキハラ式LCプロペラと組み合わせ

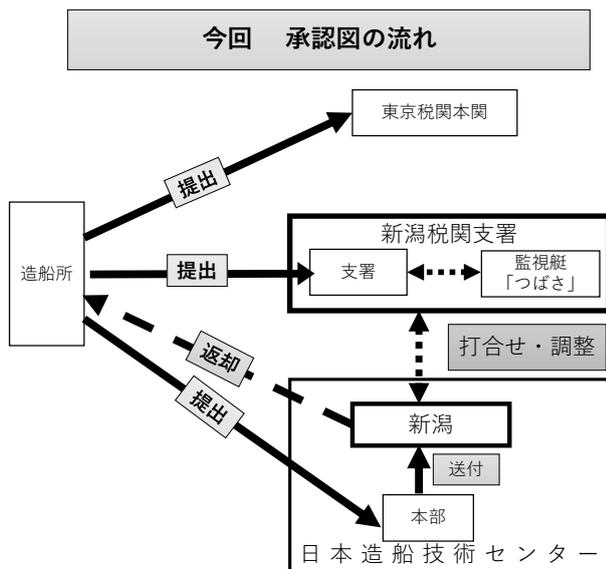


図-1 (1) 図面承認の流れ(今回)

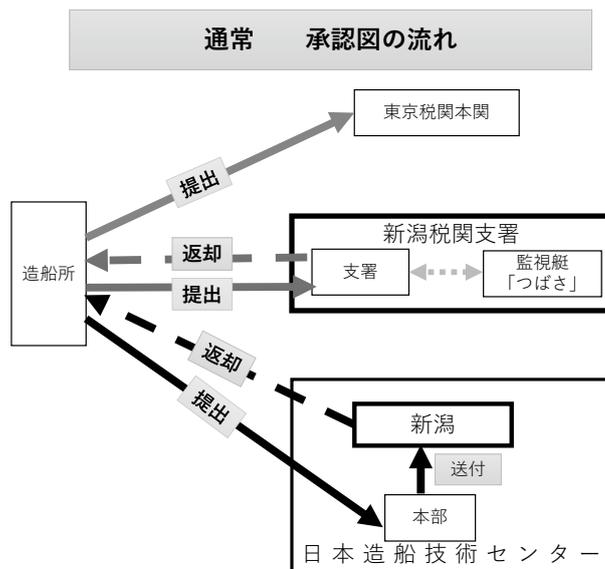


図-1 (2) 図面承認の流れ(通常)

ることにより、より一層の高速航走を可能にするとともに、振動・騒音の低減も併せて実現しています。

また、ディーベストV船型は航走中の波浪衝撃圧の低減と停泊中の横揺れを抑制しに寄与しており、乗員に対する肉体的負担の低減、乗り心地改善を図ることに寄与しています。

なお、建造は高速艇の建造で抜きん出た実績を誇る三菱造船(株)下関造船所が行いました。

3. 建造監理業務

3.1 建造監理業務の概要

「1.はじめに」で述べたように、建造監理業務は図面審査業務と現場指導監督業務という2つの業務で構成されているのが一般的です。

本船の場合それぞれどのように行ったのかを以下に具体的に説明します。

3.2 図面審査業務

図面審査業務でまず第一に行わなければならないことは、造船所の作成した図面が仕様書及び規則に適合していることを確認することです。しかし、これは最低限必要な業務であって、これだけでは十分とは言えません。特に、配置に関する各種の図面では建造仕様書及び仕様書に添付した一般配置図だけでは表現し切れていない部分まで具体的なかつ詳細に示されることになるので、図面審査にあたっては具体的な運用、中でも乗員の使い勝手等に問題がないかを確認していくことが重要になります。この確認が十分に行われていないと、工事が進んだ後で造船所が手戻り工事を行うか、乗員が我慢するか、のいずれかを選択しなければならぬ事態が発生することになります。いずれも建造工事中には起きて欲しくないことです。

こうした事態を防ぐには建造監理を委託された者と乗員及び造船所の間で、気になる点や疑問点について十分な意見交換を行い一つ一つ確認して行くことが不可欠なわけですが、これまでの建造監理の経験から、電話やメールだけでは乗員との対話には限界が感じられることもあったのが実情です。これは、多分、乗員は通常業務を行いながら図面承認業務を行うことになるので時間的余裕がないことに加え、規則や構造等との関係も考えながら図面を見る必要があるというある程度造船に関する専門的な知識も必要とされるという側面があることに起因しているのではないかと思います。逆に言えば、建造監理を委託された者が専門的知識を生かして直接乗員と対話を行いながら、乗員の行う図面審査をサポートすることができれば(造船所・船主・建造監理受託者が集まって行う建造会議の縮小版のようなもの)、短時間のうちに乗員の意見を十分くみ取ることができて、造船所に対して的確な回答・指示が出すことができる可能性があるわけです。特に、造船所への回答を建造監理を受けた者と乗員で一本化して返すということは、乗員の負担軽減だけでなく、造船所の負担軽減と図面承認に要する時間の短縮にもつながる効果を期待出来るわけです。これが、今回SRCが新潟市に図面審査の担当者を配置した理由です。

これによる図面審査業務の流れの変化を通常の場合との比較で示すと図-1のようになります。

4. 現場監督指導業務

現場監督指導業務では、実際に建造工事を行っている所に行って「指導監督」を行うことができるので、「適切な指導監督を行うことができる能力を持つ者が行う」ということが前提になりますが、現場指導監督を行う回数を増やせば増やすほど、

船の仕上がりが良くなって行く、ということをごこれまでの建造監理の経験から感じていました。ただ、造船所が遠隔地にある場合、今回は下関だったわけですが、東京から直接出向していたのでは移動にかかる時間・費用等の制約が大きく重要な節目にしか現場へ足を運ぶことができなくなるという問題があったわけです。

この問題を解決する最も簡単な方法は造船所の近くにきめ細かな現場指導監督を行うことができる優秀な監督職員を配置することにつきます。このため、今回は先に述べたように、造船所の所在地に隣接する北九州市に在住する建造監理のエキスパートを職員として配置することにしました。これにより契約上実施しなければならない建造工程上の重要な節目での現場指導監督以外の機会にも職員が建造状況を確認することができるようになりました。船主監督が日常的に現場を確認することは商船等の建造では一般的に行われていることです。人に見られる、見られているという意識は現場の緊張感を高めることになるので、おそらく、造船所職員の方々にとっては迷惑な面もあったかと思えます。しかしそのことが、結果的に建造する船が良い船に仕上がりに、船主及び乗員に喜んでもらうことにつながったということでご容赦いただければありがたいことです。

5. プロペラの検討



図-2 キハラ式LCプロペラ

SRCは本船の基本計画を行ってはいませんが、プロペラはキハラ式LCプロペラでしたので、プロペラ要目の検討はSRCの技術相談役に就任頂いている木原氏の指導を受けながらSRCで行いました。

プロペラ要目を決める基礎となるのは船速と出力の関係を正確に推定することです。これにより主機関の設計出力に見合った速力とプロペラの吸収馬力を知ることができます。速力と吸収馬力が分かれば、次は最適直径とピッチを決めるわけですが、これらを正確に決めるには類似船のプロペラ設計

計算結果と試運転データが不可欠になります。二つのデータを突き合わせてみなければ、計算結果の持つ「癖」が分からないためです。直径とプロペラピッチを決めた後はキャビテーションを起こさないように展開面積を選択することになります。こちらを決めるに当たっても、計算と実績との比較評価を行うことが不可欠になります。特に、キハラ式LCプロペラは0.5R付近から先のコード長さを通常の5翼プロペラより大きくして、一般的に利用できる比較評価ベースが存在しないので、計算結果と実績データは正確な設計を行う上で不可欠と言えます。

6. 海上運転

海上運転を行ったところ、主機関回転数と船速の関係、及び船速と機関出力の関係はプロペラ設計に当たって想定したものとほぼ一致する結果になりました。(図-3、4)

木原高速艇研究所のデータ及び技術を全て継承したことにより、SRCにおいてキハラ式船型、キハラ式プロペラを装備する高速艇について正確な性能推定を行うことが可能になっていくことが確認できました。

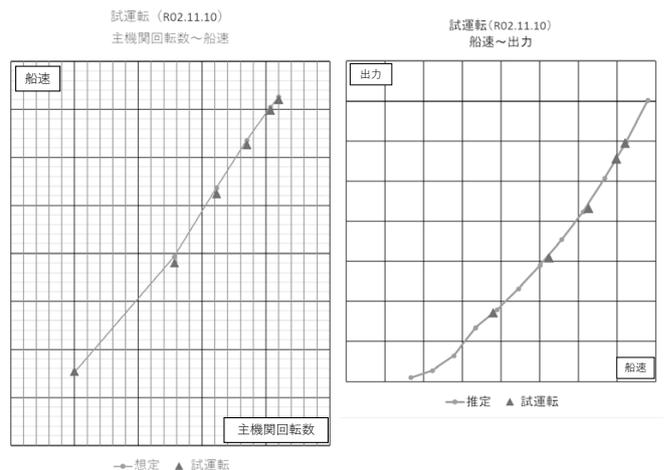


図-3 主機関回転数と速力の関係

図-4 速力と主機関出力の関係

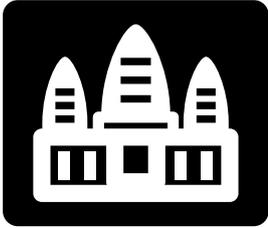
7. おわりに

本船の基本設計・建造監理を通して船主である東京税関本関殿、新潟支署殿及び「つばさ」乗員の方々には終始適切なアドバイスとご支援を頂きました。心より御礼申し上げます。

また、本船の建造に当たられました三菱造船(株)下関造船所はアルミニウム合金船建造に関して長い歴史と経験を有し、アルミニウム合金船の国内トップメーカーとして高度な造船技術を駆使して本船建造に尽力されましたことを付記します。

本船の就役が東京税関殿の業務に大きく寄与することを期待します。

(常務理事 染矢 隆一)



カンボジア訪問記

—プノンペンとシハヌークビル—

1. はじめに

去る2019年9月、新たなプロジェクト発掘・形成調査のため、(一社)海外運輸協力協会(JTCA)の補助を受け、カンボジアのプノンペンとシハヌークビルを訪問する機会を得ました。カンボジアの公共事業運輸省(MPWT)は、JICA及び朝日航洋(株)の協力を受け、シハヌークビル港付近の電子海図を作成するため水路測量を実施しましたが、カンボジア沿岸海域の水路測量を引き続き行うために、自前の水路測量艇の所有を強く望んでおり、日本に対しその供与を要望しているということでした。今回のカンボジア訪問は、その要望及び周辺事情を確認するとともに、シハヌークビル港における小型艇係船設備等の状況を調査するために行ったものです。また、この機会を利用し、カンボジアの海上保安機関であるカンボジア海上警察に対する支援の可能性を調査するため、関連施設も訪問しました。

2. カンボジア王国の概要

カンボジア王国は、人口16.3百万人(2018年IMF推定値)で、クメール人(90%)、チャム族、ベトナム人など20以上の民族で構成されており、宗教は、クメール人の大半が仏教徒で、そのほかイスラム教徒(ほとんどのチャム族)、カトリック教徒などとなっています。また、公用語はクメール語です。

その面積は18.1万km²(日本の約2分の1弱)で、東側をベトナム、西側をタイ、北側をラオスに接し、南側はタイランド湾に面し、その海岸線の長さは443kmで、領海12海里、接続水域24海里、排他的経済水域200海里、大陸棚200海里としています。

国土の中央をメコン川が流れ、北西部の中心にはトンレサップ湖を抱え、河川、湖沼部の水運も発達しています。



メコン・トンレサップ川合流地点
小型船は、ベトナム漁船

河川を航行する船舶

カンボジアには、外海に面する唯一の大水深港であるシハヌークビル港と、河川港であるプノンペン港の二つの主要港があります。プノンペン港は、メコン川とトンレサップ川が合流するプノンペン市内にある旧港と、同港からメコン川を約30km下ったところに中国の支援で建設され、2013年に共用が開始されたコンテナターミナルを有する新港があり、国際河川であるメコン川を通り、ベトナムのカイメップ港等を経由して海外とつながっています。



プノンペン新港～ベトナム・カイメップ港に至る河川航路

因みに、コンテナバージは、プノンペン新港からベトナムのカイメップ港までの行程約350kmを、途中国境での書類手続きを含め、約30～40時間かけて航行しているようです。

3. カンボジアに対する日本の支援

対カンボジア王国 国別開発協力指針(平成29年7月)では、カンボジアは、南部経済回廊の中核を成しており、同国の発展はASEAN経済共同体の安定と繁栄に不可欠であると位置づけ、地域経済統合と連携促進のため、同国の重要性は高まっているとしています。

同国に対しては、1975年以降の内戦の激化により経済協力が停止されていましたが、1991年のパリ和平合意以降、平和構築分野を皮切りに援助が再開され、無償資金協力、円借款、技術協力の分野で幅広く支援が行われて来ています。

JICA作成のODAマップから主なものを挙げると、次のとおりです。

①産業振興支援分野

シハヌークビル港拡張事業等(電子海図策定支援プロジェクトを含む)、チュルイ・チョンバー橋修復計画(日本橋)、ネアックルン橋梁建設計画(つばさ橋)



プノンペン市内トンレサップ川に係る日本橋

②生活の質向上分野

プノンペン・シェムリアップ上水道整備計画、シハヌーク州病院整備計画、プノンペン市洪水防御・排水機能改善計画、プノンペン交通管制システム整備計画

③ガバナンスの強化を通じた持続可能な社会の実現分野

地雷除去活動機材整備計画、トンレサップ湖環境保全基盤の構築プロジェクト

これ以外にも多数のプロジェクトが実施されていますが、これまでのところ、SRCが協力できるプロジェクトはありませんでした。今後は測量艇など海上保安の分野で、新たなプロジェクトの形成が期待されるところです。

4. 河川域水路測量・標識設置用小型艇

カンボジアへ出発する前に、MPWTからクレーン付き小型ボートの建造費に関する質問が寄せられました。この関連で調査したところ、プノンペン港岸壁の片隅に、錆びたクレーン付きの小型船が放置されていました。同艇に貼付されていた銘板を見たところ、長さ10m、幅3.5m、深さ1.45m、主機180hp×2で、Finlandの協力により1997年5月、タイ・バンコクのThe Sahaisant Co., Ltdで建造され、河川部の水路図を更新するためにMekong River Commission (MRC) 事務局に供与されたようです。同艇はその後MPWTに譲渡され、船尾部を約6.5m継ぎ足され、クレーンを増設され、河川部において水路測量だけではなく航路標識の設置業務にも使用されていました。しかし、2018年8月に運航されたのを最後に、洪水のため水没し、陸揚げされたものの修理されることもなく放置されており、使用に耐えられない様子でした。河川域水運の重要性から、MPWTとしては、こちらの代替艇入手も急いでいるものを推測できます。



岸壁に陸揚げ放置された小型艇



小型艇操舵室内の状況

5. PAS所有小型艇、造船所

シハヌークビル港を管理するPort Authority of Sihanoukville (PAS) は、Ministry of Economy and FinanceとMPWTの両省から監督を受け、同港の管理と運営を行っています。港湾のテロ対策強化が叫ばれたとき、日本からVTS (Vessel Traffic Service)、港湾監視カメラ装置と合わせ、小型パトロールボートも供与されたとのことです。

同艇は同港南端にある小型船用係留棧橋に係留されており、主要目は次のとおりです。

全長14.00m、幅3.80m、深さ1.65m、排水量12トン、主機Cummins 210Hp×2、タイのMarsun Company Ltd.で2008年2月建造

MPWTが朝日航洋(株)の協力で水路測量を実施したとき、



PAS所有小型艇

この艇を一時借用したようですが、途中からPASに断られ、漁船を借り上げたようです。PASはMPWT傘下の役所と言いつつ、上意下達の関係にはないようです。



PAS傘下の造船所

PASは、シハヌークビル港内に造船所を保有しており、所属するタグボート、パトロールボートの修理を行うほか、海上警察所属艇の上架修理も請け負っているようです。調査時にタグボート1隻が上架されていました。

6. 海上警察所属艇

シハヌークビル港内に海上警察の下部組織であるUnits Anti-Offense On The Seaという部隊があり、そこに小型艇が係留されていました。海上警察は、内務省傘下のカンボジア国家警察の一部局で、本部事務所はプノンペン郊外にあり、海に面する4つのProvinceにBattalionと呼ばれる組織も置かれているということですが、海上勢力の中心は、シハヌークビル港にあるこの部隊であると推測されました。

Units Anti-Offense On The Seaに所属する船艇は、次のとおりです。

(1) 中国から供与された小型艇 3隻

長さ19m、幅2.2m、深さ0.8m、500ccエンジン2基(海上警察では、ccと表現)、固定ピッチプロペラ2基、速力26ノット、2005年に供与(建造年ではありません)

(2) 中国から供与されたボート 200cc 3隻

(3) ベトナムから供与されたボート 400cc 2隻、115cc 2隻



中国から供与された艇



ベトナムから供与された艇

7. プノンペンからシハヌークビルへ

首都プノンペンからシハヌークビル港へは国道4号線が走っており、距離は約240kmで、シハヌークビル港における貨物取

扱量の増加に従い、混雑度が増していると言われ、実際に体験することとしました。

運転手曰く、従来は車で4時間程度のところ、最近は渋滞が激しく7時間程度かかるということでしたが、確かにそのとおりでした。大型、中型、小型の貨物車で渋滞し、重たい荷物を積んだ大型車が走るため、道路が損傷し、酷いローリングとピッチングで、傷んだ腰を更に痛める結果となった次第です。

また、シハヌークビル市内に入ると、漢字の看板が大きく目立つビルの建設ラッシュで、道路混雑の一因は、中国資本の進出によるものと推測されました。日本が力を入れて建設しているシハヌークビル港が、中国資本により建設されたビルに取り囲まれているような観がありました。



渋滞する道路



建設中のビル

PASを訪問したとき、職員から「何故飛行機を使わなかったのだ」と不思議そうな顔で聞かれました。近くに立派な空港があり、次に訪問される方には、飛行機の利用をお勧めします。



シハヌークビル国際空港

シハヌークビルのホテルは、カジノ目当てに宿泊する中国からの観光客でどこも混雑しているようでした。そのため、私たちが宿泊したのは、見た目は格好がいいリゾートホテルのバンガローでしたが、小人の国を訪れたガリバーの気分で、一晩過ごすことになりました。



小人の国のバンガロー

8. カンボジアで食べたもの

カンボジアで食べたものです。写真で味わって下さい。



牛肉巻



チキンライス
(国道4号線ドライブイン)



空心菜炒め



これは何だったか？

9. 終わりに

11年前の2008年に訪れたプノンペン港は、小型のバージ船が岸壁に横付けされ、クレーン車でコンテナ等を積み下ろししていました。

現在のプノンペン港は、その機能がほとんどプノンペン新港に移ったためその面影はなく、観光船が横付けされていました。プノンペン市内の一等地ともいえる旧港の再開発が計画され、既に中国資本が動いているという話もあるようですので、間もなくさらに大きく変わるようになるのでしょう。



2008年6月のプノンペン港



2019年9月のプノンペン港

プノンペン市内では、街中のセントラルマーケットは記憶のままでしたが、市内の至る所にコンビニのようなきれいな店が出来、大規模なショッピングモールがにぎわいを見せるなど。市内も大きく変わっている様子が窺えました。

今回は1週間足らずの短い滞在でしたが、プノンペン、シハヌークビルどこへ行っても「日本に対する好印象」を強く感じる旅であったことを最後に報告しておきます。

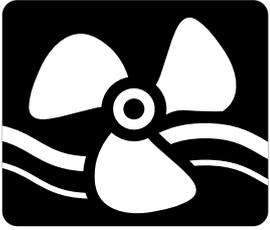


セントラルマーケット



セントラルマーケット内部

(海外協力部 西口 政文)



中水槽における伴流計測

1. まえがき

当センターでは、現在、(国研) 海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所 (以下、海技研) の試験施設を借用して、水槽試験を行っており、主に、400m水槽と中水槽 (150m水槽) を使用して曳航水槽試験を行っている。ここで、両水槽の要目を表-1に示す。

表-1 400m水槽と中水槽の要目

	400m水槽	中水槽
水槽長さ [m]	400.0	150.0
水槽幅 [m]	18.0	7.5
水槽深さ [m]	8.0	3.5
曳引車最大速度 [m/s]	15.0	6.0

当センターが海技研水槽の使用を開始した当初は、400m水槽を主に使用していた。しかし試験の需要が大幅に増加したことから、需要のピーク時に400m水槽と平行して試験を行う事と、緊急時に400m水槽の代替として使用可能とする事を目的に、2011年より中水槽の活用を図ってきた。

中水槽の活用に関しては、海技研殿と協力しながら必要な施設整備等を実施し、現在では400m水槽に近い精度で試験を行える環境が整えられた (SRC News No.89参照¹⁾)。同号では、抵抗・自航試験、プロペラ単独性能試験、波浪中試験について400m水槽と中水槽での比較試験結果が示されており、中水槽においても400m水槽と同じ結果が得られる事を報告している。また、2017年には、400m水槽と同等の自動化システムを中水槽にも導入し、より効率的な試験実施が可能となった (SRC News No.100参照²⁾)。

現時点において、400m水槽と中水槽で実施している主な試験は次のとおりである。両水槽のいずれでも実施できる試験が大半であるが、設備の都合から、PMM試験、S-PIV試験については、それぞれ400m水槽、中水槽のみで実施可能となっている。

【400m水槽および中水槽】

抵抗・自航試験 (主に400m水槽)

5孔ピトー管による流場計測 (主に中水槽)

タフト法による船尾流場可視化

波浪中試験 (主に中水槽)

プロペラ単独性能試験 (主に400m水槽)

【400m水槽のみ】

PMM試験

【中水槽のみ】

S-PIVによる流場計測

本稿では、上記の5孔ピトー管による流場計測のうち、抵抗・自航試験とセットで依頼されることが多く、実船プロペラ設計の際に用いられるプロペラ面の伴流分布計測 (以下、伴流計測) を中水槽で実施している現状を報告する。

なお、5孔ピトー管による流場計測では、プロペラ面以外の場所として船尾船体近傍と舵近傍の流場を計測する事がある。前者は船尾付加物の設計に、後者は舵フィンの設計に使用する目的で計測が行われているが、伴流計測と類似の試験であるので、ここでは説明を省略する。

2. 伴流計測の中水槽への移行

前述のとおり、伴流計測は、抵抗・自航試験とセットで依頼されることが大半であり、これまでは主に抵抗・自航試験が行われることが多い400m水槽で実施してきた。しかしながら、400m水槽における試験の需要が高止まりしている一方で、中水槽の試験枠に空きがある状況を踏まえて、伴流計測を400m水槽から中水槽に移行する事とした。

移行に際しては、400m水槽と中水槽で比較試験を行い、中水槽において400m水槽と同様の結果が得られる事を確認した (詳細は次節に記す)。

同時に、中水槽に整備した自動計測システムを使用する事で、伴流計測における、曳引車の運転、曳航用クランプの開閉、5孔ピトー管の位置制御、計測データの取り込みといった一連の動作は自動で行われ、計測員は計測データの確認に集中する事が可能となり、効率的かつ、より安全な計測が可能となっている。

移行作業は2018年度に行われ、2019年4月以降は、特別な事情がない限り伴流計測は中水槽で行っている。2019年度に中水槽で実施した伴流計測は29隻、計40状態であった。400m水槽では、1日あたり2状態分の伴流計測を実施していたので、伴流計測を中水槽に移行したことで、年間20日分の試験枠が空いた事になるが、すべて抵抗・自航試験等に充当されている。

一方、これまで中水槽の試験枠には空きがあったが、同水槽において、1日あたりに実施できる伴流計測は1状態であるため、40日分の試験枠が埋まり、他の試験と併せて、中水槽を有効に活用できるようになりつつある。

3. 伴流計測結果の比較

中水槽において400m水槽と同一の模型船を使用し、極力

同一の計測装置、同一の手順で伴流計測試験を行い、結果を比較した。また、同一水槽での再現性試験、計測方式の違いによる比較試験も行い、その結果と比較する事で、中水槽において400m水槽と同様の結果が得られる事を確認した。

表1に水槽間の比較試験等の一覧を示す。①～⑤が水槽間の違い、⑥が計測方式の違い、⑦と⑧が同一水槽（中水槽）における再現性試験である。ここで、⑥の計測方式の違いについて述べる。当センターでは、5孔ピトー管による伴流計測において、ピトー管を移動させながら計測を行っている（SRC News No.2参照³⁾）。移動方向は大別して2つあり、1つはプロペラシャフトセンターを中心に極座標系上で $r-\theta$ 方向に移動させる回転方式、もう1つがデカルト座標系上で $x-y$ 方向に移動させるトラバース方式である。現在、当センターではトラバース方式を標準にしている。

比較するのは、公称伴流係数 ($1-w_N$)、長手方向速度分布の等高線、円筒座標系における各速度成分である。このうち、公称伴流係数については試験番号①～⑧すべての結果を示すが、それ以外については紙面の都合上、一部を抜粋して示す。また、各速度成分は流速（長手方向： u_x 、半径方向： u_r 、周方向： u_θ ）を代表流速 U_0 （ここでは模型船速度）で無次元化した値を示している。

表-2に公称伴流係数の計測結果を示す。これを見ると、水槽間の違いは0.01～-0.03、同一水槽における計測方式と再現性の違いによる差は±0.02である事が分かる。伴流計測では、代表速度に曳引車の対地速度を使用しており、原理的に流速は1～2%程度変動する。これを勘案すれば、水槽間の違い、方式の違い、再現性において、公称伴流係数については、有意な差はないものと判断できる。

次に、流速の長手方向成分の等高線図について、水槽間の違いの中から、公称伴流係数の差が比較的大きい試験番号①における比較図を図-1に示す。その他の計測方式の違いである試験番号⑥における比較図を図-2に、再現性の結果である試験番号⑦における比較図を図-3に示す。これらを見ると、いわゆる伴流分布形状についても、水槽間の差、方式の差、再現性において大きな相違が生じない事が分かった。

最後に、試験番号①について、各流速成分における水槽間の相関を図-4～6に示す。ここで、相関は半径方向に $r/R=0.3\sim 1.3$ まで0.1刻み、周方向に左舷側半円について10度刻みの計測位置について求めた。結果をみると、相関の勾配は概ね1.0であり、多少のばらつきがある事が分かった。

ばらつきについては、 r/R が0.5以下の範囲（図中、▲でプロット）において特に大きくなる傾向がある事が分かった。その理由として、船尾流れは一般にプロペラ中心に近いほど乱れが大きくなる傾向があり、それにより相関のばらつきが大きくなったと考えている。ここでは、流れが比較的安定している、 r/R が0.5より大きい場合について、相関のばらつきの上限と下限を調べる事として、図中に数値と破線で示した。結果を見ると、

表-1 比較試験等の一覧

番号	違い	Lppm [m]	CB	計測年月	水槽	計測方式
①	400-150	abt. 6.2	0.88	2011/12	400m	トラバース方式
				2012/8	中水槽	トラバース方式
②	400-150	abt. 6.0	0.82	2012/3	中水槽	トラバース方式
				2012/4	400m	トラバース方式
③	400-150	abt. 6.2	0.86	2012/2	中水槽	トラバース方式
				2012/2	400m	トラバース方式
④	400-150	abt. 6.4	0.83	2016/6	中水槽	トラバース方式
				2016/7	400m	トラバース方式
⑤	400-150	abt. 6.5	0.62	2017/9	中水槽	トラバース方式
				2017/10	400m	トラバース方式
⑥	方式	abt. 6.2	0.63	2012/6	中水槽	トラバース方式
				2012/3	中水槽	回転方式
⑦	再現性	abt. 6.2	0.88	2017/8	中水槽	トラバース方式
				2018/7	中水槽	トラバース方式
⑧	再現性	abt. 6.8	0.84	2017/12	中水槽	トラバース方式
				2018/7	中水槽	トラバース方式

表-2 公称伴流係数 ($1-W_N$) の計測結果

番号	違い	$1-w_N$		
		400m 水槽	中水槽	差
①	400-150	0.38	0.40	-0.02
②	400-150	0.41	0.44	-0.03
③	400-150	0.52	0.53	-0.01
④	400-150	0.50	0.51	-0.01
⑤	400-150	0.66	0.65	0.01
		トラバース方式	回転方式	
⑥	方式	0.69	0.71	-0.02
		1 回目	2 回目	
⑦	再現性	0.41	0.41	0.00
⑧	再現性	0.51	0.49	0.02

長手方向成分は+0.05～-0.02、半径方向成分と周方向成分は±0.02の範囲内に収まっている事が分かった。

紙面の都合上、省いたが、上記で示した結果以外の比較試験等の全体についても同様の調査を行っており、水槽間の差は計測方式、再現性の差と同程度である事を確認している。

以上により、伴流計測について400m水槽と中水槽の間には、水槽の違いに起因とするような有意な差は生じないと結論づけた。

4. まとめ

中水槽活用の一環として、400m水槽で実施してきた伴流計測試験を中水槽に移行した。それにより、400m水槽における試験の受託可能枠が増加し、造船所殿のニーズに、よりの確に対応する事ができるようになった。

移行に先立って、両水槽での比較試験結果と、同一水槽における計測方式および再現性の試験結果とを比較して、水槽の違いにより計測結果に有意な差が生じない事を確認した。

なお、中水槽では、S-PIV（粒子追跡法による流場計測）による流場計測システムを整備して利用可能となっている（SRC News No.95およびNo.97参照⁴⁾⁵⁾）。また、波浪中試験は現在、主に中水槽で実施しており、他にも浅水中試験、自由横揺れ試

験等の試験を行っている。今後も引き続き、400m水槽と並行して活用の幅を広げる検討や計測装置等の整備を進め、造船所殿のニーズに、より多く応えられる体制を強化する事を考えている。

参考文献

- 1) SRCニュースNo.89,2011/12
- 2) SRCニュースNo.100,2017/6
- 3) SRCニュースNo.2,1988/7
- 4) SRCニュースNo.95, 2014/12
- 5) SRCニュースNo.97, 2015/12

(試験センター技術部 新郷 将司)

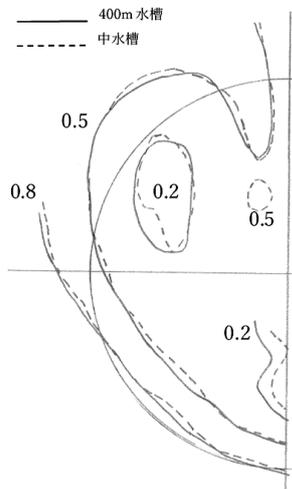


図-1 流速の長手方向成分 (u_x/U_0) の等高線図-No.①

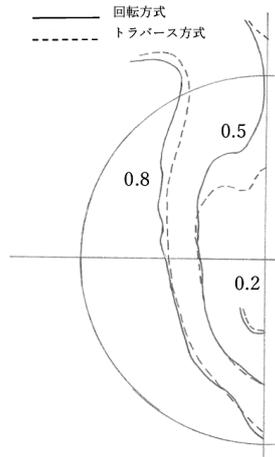


図-2 流速の長手方向成分 (u_x/U_0) の等高線図-No.⑥

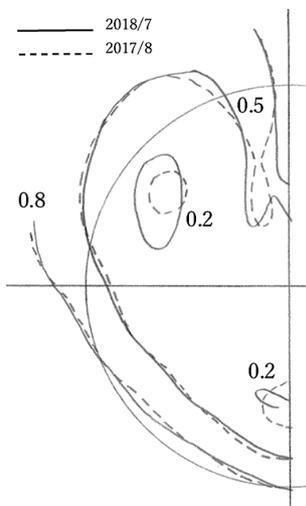


図-3 流速の長手方向成分 (u_x/U_0) の等高線図-No.⑧

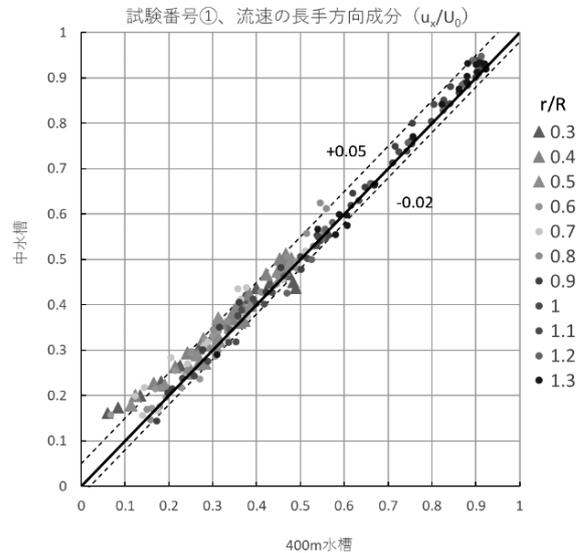


図-4 流速の長手方向成分 (u_x/U_0) の相関-No.①

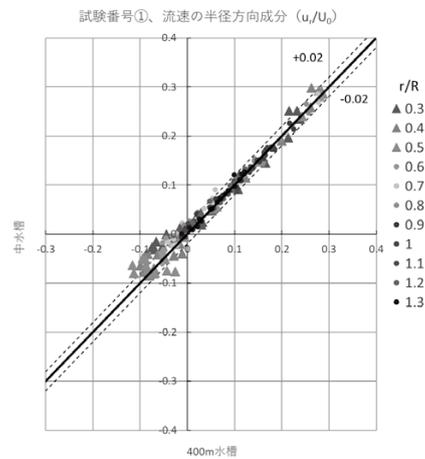


図-5 流速の半径方向成分 (u_r/U_0) の相関-No.①

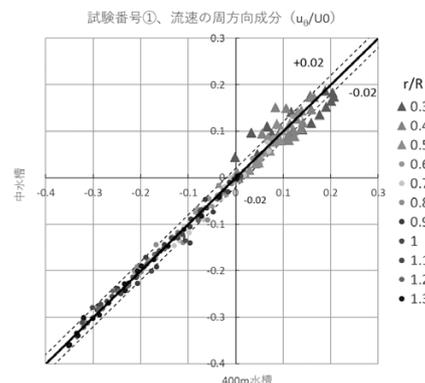
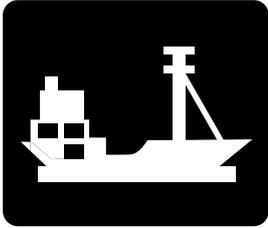


図-6 流速の周方向成分の相関 (u_θ/U_0) -No.①



16,000トン型 ケミカルタンカーの船型開発



1. はじめに

2020年5月、SRCが船型開発に関わった福岡造船殿の16,000DWT型ケミカルタンカーが無事船主殿に引き渡されました。

船型開発の依頼者である福岡造船殿は、1930年創業という長い歴史を持つ造船所です。ケミカルタンカーを主体とし、油槽船、セメント船、LPG船、Ro/Ro船、多目的貨物船、冷凍運搬船、バルクキャリア、フェリーなど多様な船舶を建造しています。福岡県と長崎県に主要な製造拠点をもち、2018年1月に長崎の渡辺造船を、同年4月には大分の白杵造船所をグループ化し、様々なニーズに対応できる造船所として成長を続けています。

主力の造船所であり当社でもある福岡工場は、造船所としては珍しく主要な公共交通機関から無理なく歩いていくことができます。この船型開発業務の打合せのため何回か事務所にお邪

魔していますが、大都会博多の地下鉄の最寄り駅から歩いて10分程度、福岡空港で飛行機を下りてからでも1時間足らずで事務所についてしまいます。こうした地の利は、福岡造船殿のビジネスに有形無形のメリットをもたらしているものと想像します。

福岡工場の全容を見なければ、車で都市高速環状線に乗ることをお勧めします。福岡空港や博多駅から高速に乗り海の方に向かうと、博多漁港にかかる荒津大橋を渡ります。高速道路ですから車を止めるわけにはいきませんが、高速バスなど座席位置の高い車からは進行方向左手斜め下に、コンパクトにまとまった造船所と建造中の船を、博多の街並みをバックに見ることができます。

2017年10月、以上紹介した福岡造船殿よりSRC総合コンサルティング事業室宛に船型開発に関する1通のメールが届きました。その後何回かの下打合せの結果、新船型開発に際しSRCが推進性能改善のお手伝いをする事が決まり、その実務はSRC試験センターが担当させていただくことになりました。具

体的な船型開発作業は翌年1月から開始しています。

本稿では、9ヶ月を要したこの船型開発の概要を紹介します。

2. 対象船型と制限条件、開発目標等

対象となる船型の主要目、制限条件等を表1に示します。

表1 母船型主要目および制限条件等

船種	母船型	制限条件等
	ケミカルタンカー	
DW ton	16000	
L_{OA} m	137.0	137.0
L_{pp} m	130.0	
B m	22.0	22.0
d (des) m	9.0	9.0
d (sca) m	—	9.1
MCR	kW	4,660
	rpm	167
V_s kt	≥ 14.0 kt at Design draft, 90%MCR, 15%SM	

対象船型は前述の通り16,000DWT型のケミカルタンカーです。本船用として依頼者殿で検討した船型の主要目表、オフセットテーブル、排水量計算結果等を提供いただきました。求められる開発目標は、母船型の主要寸法を変更せず、構造喫水状態の排水量を可能な限り大きくすること、計画満載状態で $V_s = 14.0$ kt (90%MCR, 15%Sea Margin) を達成することです。EEDIはPhase1達成が目標とされました。

本船の開発にあたって課題となったのは、母船型の詳細な推進性能が把握できない点です。通常は、原型となる船型の水槽試験結果と種々の性能推定ツールの出力を比較し、その差分を考慮して開発船型の性能推定を行います。しかし本件で母船型として提供された船型は、水槽試験を行っておらず、このようなプロセスが使用できません。従ってSRCの水槽試験結果の蓄積とSRCが常用する性能推定手法などから得られるノウハウにより、性能改善量を判断し、作業を進めていくこととしました。

3. 船型開発の経緯

船型開発は以下の手順で進めました。

- (1) SRC Tipsによる最適船型の導出 (Tips Op)
- (2) フレームラインの設計とCFD計算による性能推定
- (3) その他性能改善項目の検討と合意
- (4) 配置、タンク容積等のチェック
- (5) 水槽試験

具体的な船型開発作業を以下で紹介いたします。

(1) SRC Tipsによる最適船型の導出 (Tips Op)

母船型の主要目、 $C_p \cdot C_w$ カーブを元にSRC Tipsが提供する

最適化システムOpを用いて船型改良を行いました。

ここでの船型改良は C_p カーブを対象とします。排水量、 I_{CB} 一定の条件下で、最適化条件を変更した5ケースの最適化を行いました。これにより得られた2500船型の中から、BHP、排水量、 I_{CB} 、 C_p カーブ形状等を検討し、本船に対し最適と考えられる1船型に絞り込み、Tips Spによる性能推定を行い、別途推定しておいた母船型と比較します。計画満載状態、 $V_s = 14.0$ kt ($F_n = 0.20$)における推進性能を母船型との比で表2左欄に示します。

表2 最適船型の性能 (Tips Sp、CFDによる推定)

	Tips Opt./Org.	CFD Opt./Org.
Disp.	1.006	—
$S/Disp^{2/3}$	1.004	—
1+K	0.981	0.990
n_w	0.494	1.058
EHP	0.939	1.010
η_R	1.000	0.993
1-t	1.006	1.039
1- w_T	1.064	1.042
η_o	1.046	0.979
BHP	0.936	0.978

排水量は母船型より約170ton増加、 $V_s = 14.0$ ktにおける制動馬力BHPは6.4%減少しました。90%MCR、15%Sea Marginでの到達速力は約0.3kt増加し、目標とする14.0ktをクリアしています。

この改善は主として抵抗性能の改善により得られています。推力減少率1-t、船後プロペラ効率比 η_R はほぼ母船型と同じですが、伴流率1- w_T が悪化しています。しかし抵抗性能の改善に起因する η_o の増加により推進効率 η はほぼ母船型と同等に戻り、EHPの改善量がそのままBHPの改善に反映された形となっています。

(2) フレームラインの設計とCFD計算による性能推定

(1) で得られた船型と母船型のフレームラインを元にCFD計算用のラフラインを作成し、推進性能を推定しました。

CFD計算は、海上技術安全研究所により開発されたNeptuneにより行っています。格子数は448,000格子、乱流モデルはSpalart-Allmarasを用いて行いました。

図1に各 F_n 数における波高分布を、図2に船体表面圧力を示します。それぞれ左側が母船型 (Original)、右側が最適船型 (Optimized) を、上から順に $F_n = 0.18, 0.19, 0.20, 0.21, 0.22$ を示しています。

図1の波高分布を見ると、低速では母船型と最適船型に大きな差異は見られませんが、 F_n が高くなると船尾波および船首尾

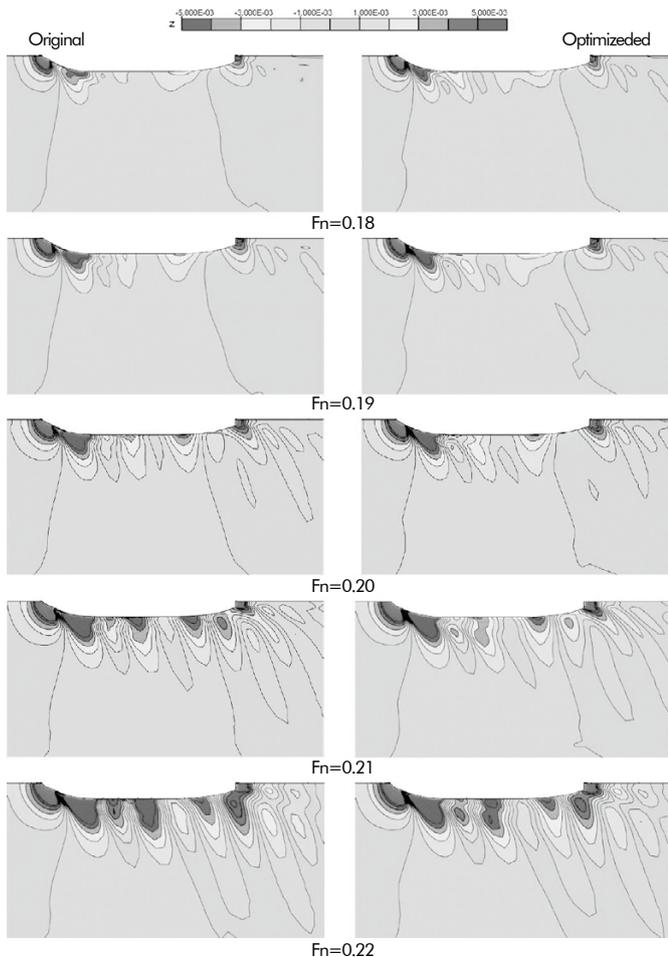


図1 波高分布 (Fn=0.1,0.19,0.20,0.21,0.22)

の肩波が最適船型の方が小さくなっているのが分かります。これを裏付けるように、Fn=0.20の船体表面圧力分布(図2中段)を見ると、St.8 1/2、水面付近の負圧部およびそれに続く正圧部の絶対値が小さくなり、船側波形がスムーズになっているのが分かります。また船尾肩前方の正圧部およびそれに続く負圧部でも同様のことが言えます。

表2右欄にはCFD計算による性能推定の結果も併せて示しました。1+K、1+ t の改善、1- w_T の増加は量の違いこそあれTipsと同様の傾向ですが、 r_w が増加し結果としてEHPが増加する点が異なります。CFD計算により求めたBHPは母船型より2.2%減少し、Tipsによる推定改善量より厳しめの値が出たこととなります。 r_w 増加という結果と船体表面圧力分布、波高分布に見られる改善の傾向は矛盾しており、この点については今後注意深く取り扱う必要があります。

(3) その他性能改善項目の検討と合意

Tipsによる推定、CFDによる推定、双方で改善が得られました。しかしCFDによる改善量はそれを有意とみるには心許ない結果であり、 r_w 増加という問題も抱えています。反面、CFDで得られた波高分布や船体表面圧力分布などの検討からは改善が

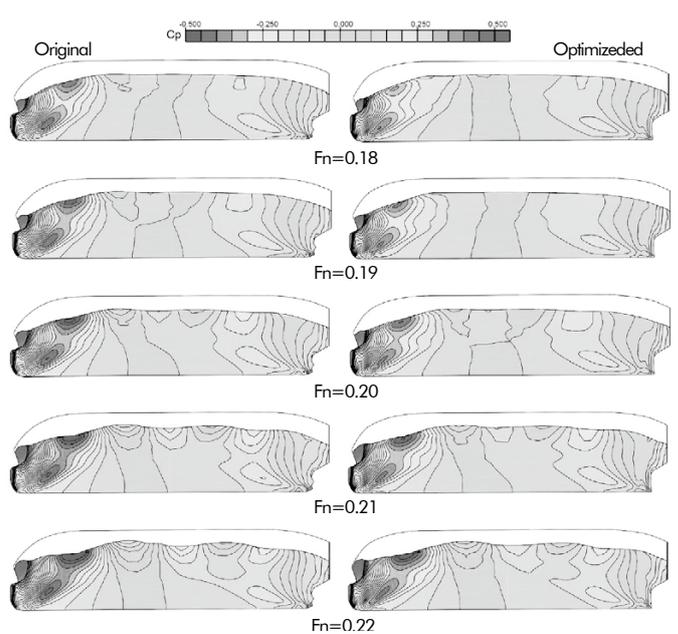


図2 船体表面圧力分布 (Fn=0.1,0.19,0.20,0.21,0.22)

期待できる結果も得られています。

以上より(2)で得られた船型を基本として検討を進め、併せて更なる改善が期待できる以下の項目の検討を行うこととしました。

- ①舵形状および配置
- ②プロペラ配置および船尾プロファイル
- ③主機回転数とプロペラ直径

まず①では、必要十分な操縦性能を確保したうえで推進性能の改善を行うため、舵面積および舵の縦横比をチェックしています。この結果、舵面積はやや小さく、母船型より細長い形状としました。舵が小さく細長くなったことにより船尾端と舵の間に余裕が生じます。これを利用し舵軸を後ろに下げ、 L_{OA} は変えずに L_{pp} を長くすることを考えます。試みに L_{pp} を0.7m増加させた場合をTips Spによりシミュレートすると、排水量一定の場合 C_B は0.5%低下、肥大度を表す $L/B(1-C_B)$ は2.3%増加(痩せる方向)し、BHPは1.9%減少する結果となりました。

②では舵-プロペラ-船体間のクリアランスをチェックし、プロペラ起振力、推進性能の面からプロペラ位置を見直しました。①および②の作業を併せると、船尾形状設計の自由度が増し、推進性能の改善がより容易に行えるようになります。

最後に③の検討のため、Tips Spでプロペラ回転数、所要馬力、最適プロペラ直径の関係を計算しました。結果を表3に示します。すべて母船型の値を1.0とした比で表示しています。プロペラ回転数を下げることにより所要馬力は減少し、最適プロペラ直径が大きくなるのが分かります。プロペラ回転数を7.2%下げると所要馬力は1.7%減少します。この時最適プロペラの直径は母船型より5.5%大きくなります。

表3 主機回転数と所要馬力および最適直径

	母船型	Case1	Case2	Case3
主機回転数	1.000	0.970	0.961	0.928
所要馬力 (Vs=14.0kt)	1.000	0.993	0.991	0.983
最適直径	1.000	1.023	1.032	1.055

以上の検討より依頼者殿と打合せた結果、①、②を採用し、本船の垂線間長をLpp=130.6mとすることとしました。

(4) 配置、タンク容積等の検討

(2) で作成したラフラインに (3) の検討を合わせ作成した船型について、福岡造船殿で、配置、タンク容積、等の検討が行われました。その結果、機関室、Cargo Tank等の配置には問題がないこと、No.2 Cargo Tankの容積が不足すること、船尾フレームラインの幅が狭く工作上的の問題があることなどが分かりました。

これらの点を改良するため、フレームラインの変更と福岡造船殿におけるチェックを数回繰り返し、最終船型を作成しています。幸い以上の問題によるフレームラインの変更量自体それほど大きなものではなく、最終船型をそのまま水槽試験の供試船型としています。

4. 水槽試験と実船試運転

水槽試験は2018年の9月に海上技術安全研究所の中水槽で行いました。試験項目と載荷状態等を表4に示します。M.S.No.5344AはSRCが船型設計を行った省エネ付加物無しの状態、M.S.No.5344Bは依頼者殿の要望により省エネ付加物(サーバルブ)を装備した状態です。

水槽試験により得られた抵抗係数、自航要素、依頼者殿指定の実船解析条件(粗度修正係数、伴流係数の尺度影響修正係数、MAUプロペラ、伝達効率等)を使用して速力-馬力カーブを計算しました。常用出力、15%Sea Marginでの速力は、表5に示すとおり目標とする14.0ktをクリアすることができました。また後日入手した実船採用プロペラのプロペラ特性を使用した解析では更なる速力向上が実現しています。

水槽試験が終了してから約一年半後の2020年4月、本船の試運転が周防灘にて行われました。当初は試運転に乗船させていただけるようお願いもいただいていたのですが、年初来の新型コロナ禍の中で、出張も思うようにならず残念ながら乗船は見送らせていただきました。しかし、後日お送りいただいた計画満載状態での試運転解析の結果により、計画満載状態で14.3ktの速力が得られていることが確認されました。本船はサーバルブを装備したM.S.No.5344Bに対応した船型であり、水槽試験での推定とほぼ同等の試運転結果が確認され、水

表4 水槽試験項目と載荷状態

	M.S.No.	5344A	5344B
抵抗試験	計画満載状態	○	
	EEDI 状態	○	
	バラスト状態	○	
自航試験	計画満載状態	○	○
	EEDI 状態	○	○
	バラスト状態	○	○
伴流計測	計画満載状態	○	

表5 到達速力

M.S.No.	5344A	5344B	
	MAU	MAU	実船採用プロペラ
計画満載状態	14.10	14.14	14.29
EEDI 状態	13.99	14.05	14.20

槽試験精度に自信を持つことができました。併せて行われた操縦性能試験においてもIMO基準を満たす十分な操縦性能があることも確認されました。

5. おわりに

定かけ9ヶ月にわたる船型開発が終わり、水槽試験で所期の性能が確認されてから一年半。試運転結果のご報告をいただいた時にはすでに別の船型の開発に携わっており、本船の開発経緯も記憶から遠のいていました。そのような状態であったため、果たして試運転で依頼者殿の期待に沿った成果が出ているかどうか、お送りいただいたファイル開くときに緊張したことを覚えています。ファイルには、“結果は良好”とのコメントが添えられており、緊張から解放されました。

福岡造船殿では、今後本船のデザインに汎用性を持たせ、幅広い船主に展開していく計画とのことです。

最後になりますが、福岡造船殿で本件をご担当いただいた山本副部長、平田課長、曾根田課長代理に感謝いたします。特に本件の作業中はCADデータの交換等で問題が発生し、多くの時間が割かれてしまいました。船型開発の本質ではない作業にもかかわらず真摯に対応いただいた曾根田課長代理には御礼申し上げます。

SRC試験センターでは本業である水槽試験に加え、水槽試験で蓄積したノウハウをいかした、本件のような船型開発にも注力しています。また総合コンサルティング事業室を中心に技術開発室、海洋技術部とも協力しながら、船舶に関わる総合的なコンサルタントを目指し活動しています。本件のような船型の問題に限らず、船舶に関わる技術的な課題がありましたら、以下のメールアドレスよりSRCにご相談いただければ幸いです。

SRC総合コンサルティング事業室 福島寛司
h_fukushima@srcj.or.jp

(試験センター 金井 健)

Column CFDと船型改良

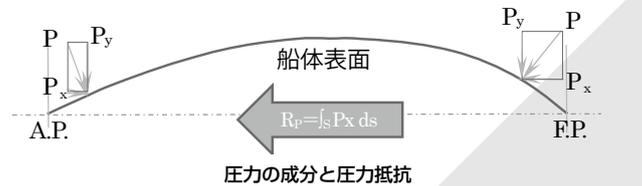
CFD計算の結果を使うといういろいろな種類の実験的な図を描くことができます。CFD計算による船体周囲の流場計算が盛んにおこなわれ始めたころ、“水槽試験の結果を見せるより、CFD計算結果のきれいな図を見せる方が船主さんが信頼してくれる”と言われ、水槽試験屋として切齒扼腕したことを思い出します。CFD計算による性能推定がより一般的になっている現在、船体周囲の流れを表す美しい図を目にする機会は以前にもまして多くなっていると思います。ここでは単に美しいものとしてこれらの図を鑑賞するのではなく、その持つ意味、すなわち船型とその周りの流れ、推進性能との関係をどのように理解するか、その一例をご紹介します。

例えばP.17の図2に示された船体表面圧力の等高線図からは、船体のどの部分が抵抗Rに寄与しているのかが知ることができます。右下の図に示したように、船体表面(実線)にかかる圧力Pの進行方向成分 P_x を船体表面すべてで足し合わせると、抵抗を構成する一つの要素である圧力抵抗 R_p となります。船体が船首に向かって傾いている船体前半部で圧力が高くなれば、船体は圧力により前から後ろに押されて抵抗は大きくなります。船尾に向かって船体が細くなっている船体後半部で圧力が高くなれば船体を後ろから前へ押す力が働き抵抗は小さく

ります。逆に船体平行部より前で圧力が負になれば船体を前に引っ張る力が生じ抵抗は小さくなり、船体平行部より後ろで圧力が負であれば船体は後ろに引っ張られ、抵抗が大きくなってしまいます。

従って設計者は図2のような船体表面圧力を見ながら船体前半部では圧力が高い領域を狭くし、圧力が低い領域を広げるように努力し、船体後半部では圧力が高い領域を広げ、圧力が低い領域を狭めるように考えて船型を設計します。ただし、圧力の高低差が大きいと造波抵抗の増加につながり望ましくありません。特に水面付近は波への影響が大きいので長手方向に圧力の高低差が大きいのは避けるべきです。このような観点から図2を見ていただくと興味深いと思います。

この他にも波高分布、船体表面限界流線、流速ベクトルと主流方向流速分布、渦度分布など様々な図が船体形状と推進性能の関係を物語ってくれます。様々な美しい図を読み解きながら、高性能な船型を思い描く、それが船型設計の面白さではないかなどと思いながら、日々地道に線図と格闘しています。



委員会等

- 第25回理事会(書面) 2020年6月3日
- 第1回SPCG委員会 2020年6月10日(書類審議)
- 第16回評議員会(書面) 2020年6月24日
- 第150回HRC委員会 2020年6月24日(Web会議)
- 第2回SPCG委員会 2020年10月5日(Web会議)
- 第151回HRC委員会 2020年10月5日(Web会議)

編集後記

今年一年を振り返ると、コロナウイルスに翻弄された1年であった、とつくづく思います。これは私だけに限ったことではなく、世界中の人々が感じていることではないでしょうか？

国内における感染者数の推移をネットで見ると、4月下旬に最初のピークがあったのに続き、8月半ばに第2のピーク、そして現在11月末は第3のピークを迎えていることが明白に読み取れます。

4月の最初のピークの際には様々な組織から外出自粛要請などが行われ、出張も含めて、本当に人々が外出しなくなりました。そのような中でどうしても行かなければならない用事のために羽田空港を利用した時には、チラホラ見える人影の殆どが空港のスタッフで、一般の人が見当たらずにガランとしてしまった羽田空港の風景に驚いたものでした。当然のことながら飛行を取りやめる便が続出しており、飛行場の駐機場は旅客機で一杯、航空会社の経営は非常に厳しい状況に直面していることが新聞紙上で報じられていましたが、空港の状況を目の当たりにすると、そのこと

が現実として深く認識され、コロナを抑え込むためとは言え、本当にこんなことをいつまでも続けておいて良いのだろうかと思わずにはいられませんでした。

外国では罰則を伴った命令として外出禁止を行う国もある中、日本では要請という形だったので、本当に効果があるのかという議論もありましたが、結果は驚くべきもので、上記のような結果として現れたことにより、改めて日本人の遵法精神の高さが認識されることになりました。

一方で、ニュースとして流される各国の国としての対応や市民生活の映像を見ていると、外出禁止命令を出す国だけではなく、コロナどこ吹く風で、日本ではとても受け入れられないような考え方や行動を堂々と主張し実践している国や人々に、良し悪しは別に、様々な価値観があるのだということを再認識させられるとともに、何か少しホッとするように感じたのが正直なところです。

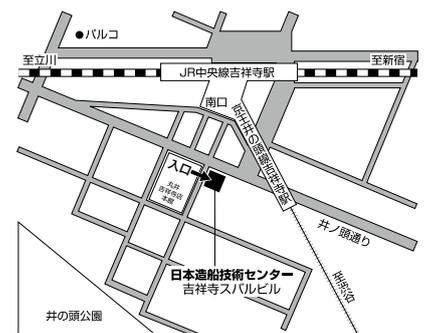
国内では今現在感染が第3のピークを迎えているところですが、これが最後のピークとなって、来年はコロナから解放されて、無事に東京オリンピック、パラリンピックを迎えることができるように願うばかりです。

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>