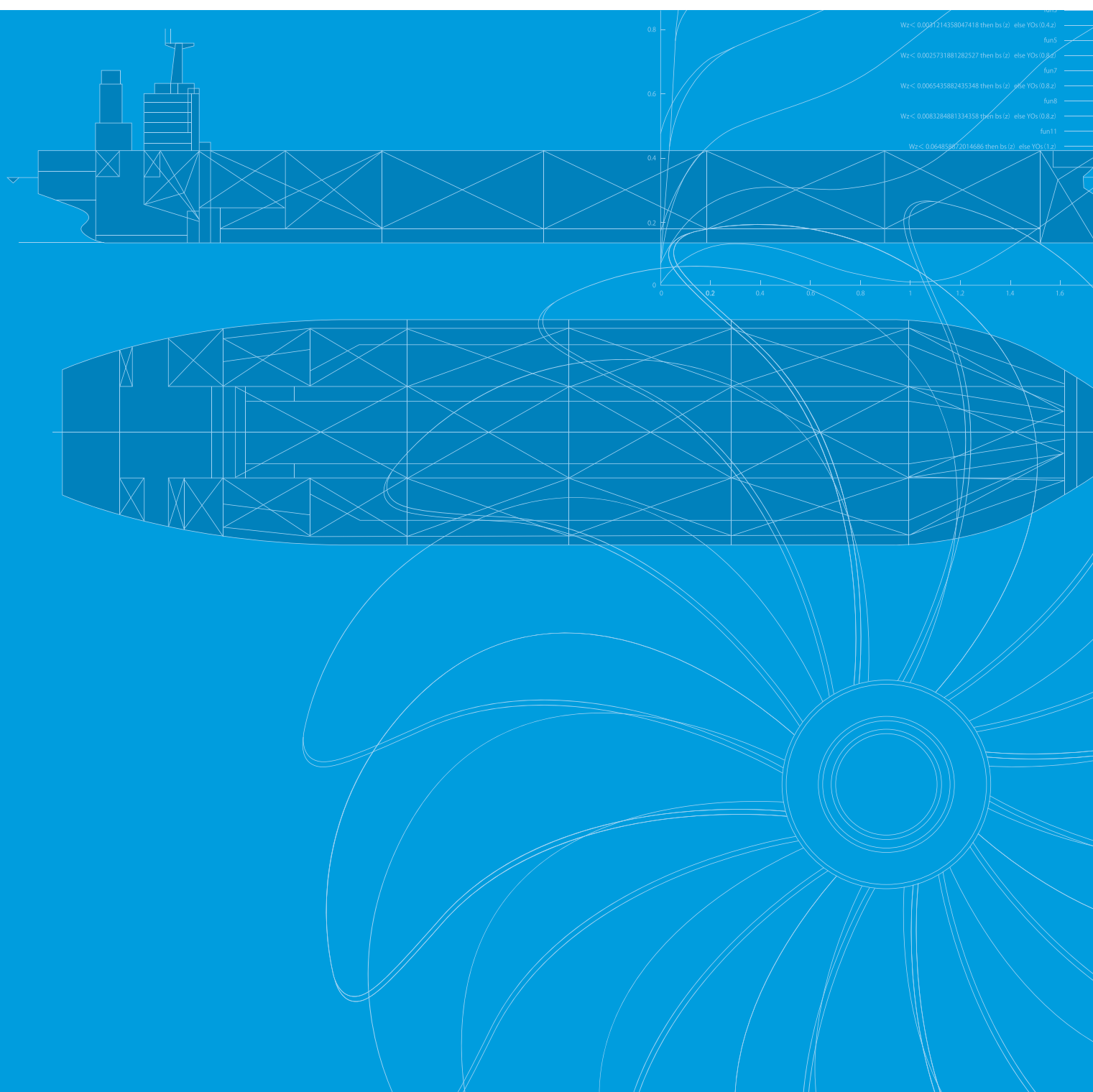


造船の最先端を見つめる技術情報誌

SRC NEWS

Shipbuilding Research Centre of Japan

No.111
DEC. 2022



CONTENTS



秋田国家石油備蓄基地

消防船兼オイルフェンス展張船「つばき」消防船兼油回収船「しおせ」

ー秋田国家石油備蓄基地の新型防災船2隻のご紹介ー

3



インド洋、波高し！

知られざるモーリシャスの絶海孤島紀行

6



2022年度東京MOU

ポートステートコントロール検査官一般研修（リモート）の実施支援

9



シリーズ 曳航水槽における推進性能試験の解説（その3）

実船の馬力推定について

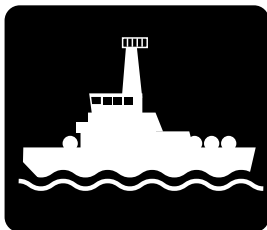
11



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 TEL0422-40-2820 FAX0422-40-2827



秋田国家石油備蓄基地 消防船兼オイルフェンス展張船「つばき」 消防船兼油回収船「しおせ」

ー秋田国家石油備蓄基地の新型防災船2隻のご紹介ー



消防船兼オイルフェンス展張船「つばき」

1. はじめに

独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構（以下「JOGMEC」という）が進めている各国家石油備蓄基地の老朽化した防災船の新造代替の第4弾として、秋田国家石油備蓄基地の新型防災船2隻が建造されました。

当センターでは秋田国家石油備蓄基地の防災船2隻について平成28年度から平成30年度に基本設計、また、平成31年度

から令和3年度にかけての建造監理業務を行いました。

基本設計は、従来の防災船3隻体制を、高機能化により大型防災船2隻体制にするもので、MLC条約に準拠した居住設備を基本として、二層甲板船の条件を満足し、且つ、国土交通省通達「油回収船の検査について（船検第71号S.51.4.28）」の適用を受けるという非常に難しい条件での設計となった。

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 消防船兼オイルフェンス展張船「つばき」

(1) 一般配置

本船は、消防船兼オイルフェンス展張船として、上甲板前部に曳航ウインチ、上甲板後部にオイルフェンス巻取機200m×3基、放水塔上に10,000リットル／時及び航海船橋甲板上に3,000リットル／時の放水銃を装備している。

主船体は5枚の水密隔壁で6区画に分けられ、前方より船首タンク、空所、倉庫、泡原液タンク室、機関室、推進器室となっており、アジマス推進器（全回転ダクト付推進装置）を装備した、最新鋭の消防船兼オイルフェンス展張船です。

MLC条約に準拠するため甲板間高さを2,400mmとし、居住区は上甲板上に配置した。居住区は一部が機関室上となるので、防振、防音対策を重点的に施した。



消防船兼オイルフェンス展張船「つばき」

(2) 主要目

用 途	消防船兼オイルフェンス展張船
船 質	鋼
全 長	41.00m
垂線間長さ	36.00m
幅 (型)	9.40m
深 さ (型)	5.30m
計画満載喫水	3.18m
総トン数	146トン
資 格	JG
航行区域	沿海区域
試運転最大速力	14.23ノット
航海速力 (85%出力)	13.67ノット
最大搭載人員	20名

(3) 主要装備

主 機 関	ディーゼル機関1,323kW	2基
推進装置	全回転ダクト付推進装置	2基
発電原動機	ディーゼル機関135kW	2台
消防ポンプ	780m ³ /h×140m	1台
放水銃	10,000L/min、3,000L/min 各1基	
伸縮放水塔	6mストローク	1式
泡原液タンク	(泡原液ポンプ×2台)	10kL
オイルフェンス巻取機	B型×200m	3台
流出油回収装置	(アウトリガー伸縮式)	1式
流出油処理剤散布装置	287.7L/min	2組
ウインドラス兼曳航ウインチ	2.0T×40/50m/min	2基
船尾ウインチ	3.0T/1.5T×15/30m/min	2基
油圧クレーン	0.95T×15.5m	1台
海面浮遊油吸着材曳航装置		2式



オイルフェンス巻取機

2-2 消防船兼油回収船「しおせ」

(1) 一般配置

本船は、消防船兼油回収船として隣接する他の国家石油備蓄基地への事故災害対応の応援派遣を考慮して、冬場の日本海の波浪でも航海できるよう船首乾舷を5m確保するような船型とした。

また、防災船として消防設備、油回収タンク、油回収装置、流出油処理剤散布装置及びクレーン等を備えています。

船橋後ろに伸縮式放水塔及びコンパス甲板に放水銃2基を備え、上甲板前部に流出油処理剤散布装置、中央部に油回収装置及び改修タンク、油移送ポンプを配置し、火災及び油流失事故発生時の防災設備を装備した、最新鋭の消防船兼油回収船です。

また、主船体は5枚の水密隔壁で6区画に分けられ、前方より船首タンク、空所、回収油タンク、泡原液タンク区画、機関室、推進器室となっており、中速機関2基2軸で、全回転ダクト付推進装置を採用しています。

居住区の基本的考え方は「つばき」同様にMSC条約に準拠していますが、前方に油回収油タンクを配置しているため全体として後方配置となった。



消防船兼油回収船「しおせ」

(2) 主要目

用 途	消防船兼油回収船
船 質	鋼
全 長	44.30m
垂線間長さ	39.30m
幅 (型)	9.40m
深 さ (型)	5.30m
計画満載喫水	3.18m
総トン数	165トン
資 格	JG
航行区域	沿海区域
試運転最大速度	14.23 ノット
航海速度 (85%出力)	13.63 ノット
最大搭載人員	20名

(3) 主要装備

主 機 関	ディーゼル機関 1,323kW	2基
推進装置	全旋回ダクト付推進装置	2基
発電原動機	ディーゼル機関 135kW	2台
消防ポンプ	780m ³ /h × 140m	1台
放水銃	10,000L/min、3,000L/min 各1基	
伸縮放水塔	6mストローク	1式
泡原液タンク	(泡原液ポンプ×2台)	10kL
油回収油タンク	4個	合計 112.66m ³
高速排気弁		2式
油回収装置	吸引式スキマー 65m ³ /h	1式
集油装置	アウトリガー伸縮式	1式
回収油移送ポンプ	80m ³ /h	2式

流出油処理剤散布装置	287.7L/min	2組
伸縮式油圧クレーン	0.95T × 10.5m	1台
伸縮式油圧クレーン	3段、0.96T × 4m	1台
海面浮遊油吸着材曳航装置		2式



放水塔

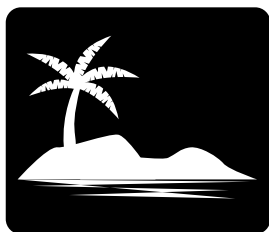
3. おわりに

本船の設計、建造監理を通して独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構、株式会社ネクセライズ及び秋田石油備蓄株式会社には終始適切なお支援を戴きました。

また、二層甲板船且つ油回収船といった規則及び通達に対し、種々のご指導、ご鞭撻を頂いた中国運輸局尾道海事事務所の船舶検査官並び測度官の皆様にこの場を借りて御礼申し上げます。

なお、建造に当られた本瓦造船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)

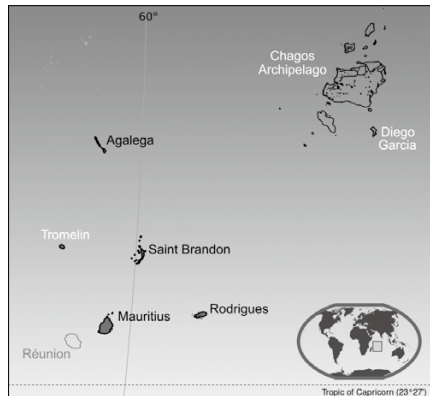


インド洋、波高し！ 知られざるモーリシャスの 絶海孤島紀行

1. 国際政治におけるインド洋

我が国政府が外交コンセプトに掲げている「自由で開かれたインド太平洋」ですが、インド洋は太平洋に較べると馴染みが薄い存在です。しかし昨今、海上保安の観点からインド洋が注目されています。当センターでは、2007年インドネシア海上警察局向け27m型巡視艇3隻、2015年ジブチ沿岸警備隊向け20m型巡視艇2隻、2018年スリランカ沿岸警備隊向け30m型巡視艇2隻、2021年バングラデシュ沿岸警備隊向け20m救助艇4隻の無償供与のプロジェクトに参加するなどして、インド洋の海上保安に側面から貢献してきました。

昔から、インド洋はアジアとアフリカを結ぶ交易ルートの重要な舞台です。なかでも、インド洋の要衝に位置する島国のモーリシャスは、これまで砂糖や観光産業に依存してきましたが、近年、工業化政策を推進し産業の多様化に成功し、アフリカ諸国でも所得水準や投資環境がトップクラスです。この度、同国における海難防止能力強化のための支援を目的とした無償資金協力案件調査として、同国の離島を訪れました。そのうちのひとつ、セント・ブランドン島を紹介します。



モーリシャスは、3つの離島のほかに、チャゴス諸島とトロメリン島の領有権も主張している。

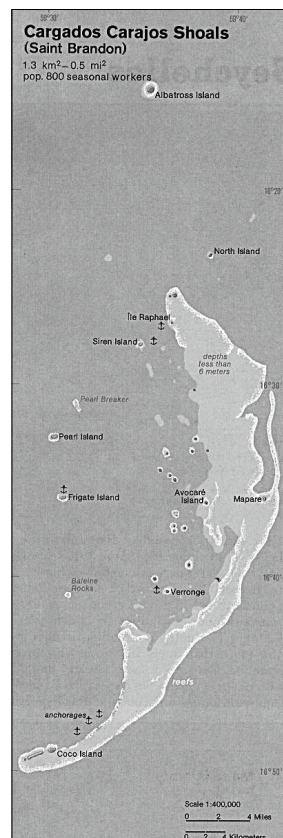
2. まさに絶海の孤島

モーリシャス本島から北東約430kmのインド洋の真ただ中に、別名カルガドス・カラホス・ショールズと呼ばれるセント・ブランドン群島があります。ここはひとつの島ではなく、多数の小島とそれを繋ぐリーフと浅瀬(ショールズ)で構成されており、5つの島のグループに分けることができますが、夏場にやってくるサイクロンや、恒常的に吹く南東貿易風によって、砂の動きが絶えず起きていて、島の総数も約28～40と変動しており、総土地面積も約1.3平方キロから2.0平方キロ程度と推定されています。つまり、一つの島の平均面積は0.05平方キロ、即ち

5ヘクタールです。今回、浅瀬の北端に近いラファエル島を訪れました。

セント・ブランドン諸島は、モーリシャス領の一部で、ここより北方に位置するアガレガ島、西方にあるトロムラン島(フランスと主権争い中)、東方にあるディエゴガルシアを含むチャゴス諸島(イギリスと主権争い中)とともにモーリシャスの外島(アウター・アイランド)として、「モーリシャス本島とロドリゲス島以外のモーリシャスに所属する全ての島」と定義されています。これらは同国のアウターアイランド開発公社(OIDC)によって管理されています。

群島を成すサンゴ礁(リーフ)は北から南に長さ50km以上、幅5kmで細長く、3つの水路で分断されています。2001年の国勢調査では住民の数が63人で、ほとんどが漁師で、そのうち約40人は、ラファエル島に住んでいました。現在、定住者はおらず、Raphael Fishing Company Ltd.が雇用する従業員最大35人が交代でラファエル島を拠点に漁をしており、漁獲物を冷凍倉庫に集めておき、およそ10日ごとに漁獲物運搬船がやってきて、魚を本島まで運ぶとともに、日用品などを島に運んでいます。周辺海域は良好な漁場で知られており、島へは自然環境保全の観点から国の許可を得ないと上陸できません。なお、ラファエル島にはこのほかに沿岸警備隊レーダー基地と気象観測所に計8人程度が常駐しています。



3. アクセスは船頼み

今回、同国沿岸警備隊の協力を得て、船で片道16時間の航海の末、セント・ブランドン群島にあるラファエル島を訪れました。

船で渡るため、乗組員の皆さんとともに午前9時にPCR検査を受けた後、船上に午後4時まで留め置かれ、PCR検査結果が全員陰性であることを確認してから、いよいよポート・ルイスの岸壁を離れ、速力14ノット(時速25キロ)で大海原を進みまし



沿岸警備隊で2番目に大きなCG-33バリエント。
2017年インドのゴア造船所建造。長さ48m、幅7.5m、喫水2m、
排水量259t、最大速力35kn、主機関MTU3648HP×3基、
ウォータージェット推進、航続距離2800km（12kt時）。

た。最初の2時間は大した揺れもなかったのですが、モーリシャス本島を離れると強い南東貿易風で波浪が高くなり、全長50mの船は大揺れに揺れました。船室内の椅子が、船の揺れに伴い、動き回りだしました。留め金がないので、手で押さえつけていましたが、そのうち船酔いのため意識が朦朧としてきたので、狭いベッドに横になり眠ろうとしましたが、体が上下左右に揺さぶられ、とても寝ていられません。一睡もできずに翌朝7時にセント・ブランドンのラファエル島の沖合に到着し、錨を下ろしました。

リーフの風下のため、船の揺れが収まると、あれほど朦朧とされていた意識がたちまち正常になりました。島から迎えのボートがきたので、海に落ちないようにロープや手すりにしがみつ きながらボートに乗り移りました。

そこからラファエル島へは、リーフの切れ間を縫って10分ほどで着きました。栈橋も何もないため、ボートの底が砂浜に接すると、靴を脱いで舷側から海に降り、浜辺まで数メートルの距離を歩きました。



出迎えのボート

島に接近

4. 徒歩で一周20分足らず

上陸すると、建物がならんでおり、漁業会社の施設であることが判りました。鶏の親子が目の前を駆け回っています。まさにライブ・ストックです。洗濯した作業着が干してあったりして、まさにロビンソンクルーソーの世界をほうふつとさせます。

さらに奥に進むと、気象局の建物があり、百葉箱に風速計など観測装置が見えました。観測データは衛星を通じてモーリ



漁業会社の建物



気象観測装置

シャス本島に送っており、最近多発するサイクロンの発生メカニズムなどの解明に貴重なデータを収集できるので、離島での気象観測は重要です。

百日草が咲き乱れる砂地を歩いていくと、ソーラーパネルがたくさん並んでおり、離島での電源として欠かせないことが判ります。

漁業会社では冷凍倉庫を持っており、これは電力をたくさん必要としているため、ソーラー発電では賄いきれず、ディーゼルによる自家発電設備がありました。



漁業会社の冷凍倉庫



海上監視用レーダー鉄塔

ソーラーパネルがたくさん並んでいる向こうに、高さ20mほどの鉄塔が見えました。先端部にレーダーが取り付けられていて、沿岸警備隊が管理しており、周辺の海上の船舶の動向を監視しています。日本でも東シナ海や日本海、それに北方四島と接する海域では、海上監視の重要性が益々高まっていますが、ここでも、中国の台頭に神経をとがらせています。

鉄塔を過ぎると浜辺になにやら構築物がありました。島民に聞いてみるとヘリコプターの発着場を造ろうとした跡だそうです。物資の輸送や急病人の搬送のため、ヘリの利用を計画したそうですが、2015年1月に襲った猛烈なサイクロンで土砂に埋もれ、計画が頓挫してしまい、そのまま放置されています。

さらに歩いて島を巡ると、漁業会社の従業員の住居のならばエリアに出ました。こじんまりながらも瀟洒な白い教会が見えました。辺境であっても、いや、辺境であるからこそ、こうした教会は、人にとって心のよりどころとして欠かせないのかもしれない。そこを過ぎると最初に見た風景となりました。ゆっくり歩いて20分弱で島を一巡りです。



高潮で崩れたヘリポート



白い教会の建物

5. 自然の宝庫

島には多数の野鳥が住み着いていました。彼らは枝という枝に巣を作り、密集して暮らしており、鳴き声も賑やかで、フン害も相当なものです。ソーラーパネルにもたくさんフンがかかっておりますが、制御器が壊れていて十分な発電ができていない箇所もありました。壊れても、こんな外洋の孤島では、修理もすぐにはままなりません。



このようにオープンな場所で営巣



灌木に囲まれるソーラーパネル

サンゴ礁の島ですが、やたらと植物の生育が良いのは、野鳥のフンが長年にわたり堆

積したためではないかと思われます。ソーラー発電施設には、灌木が生えており、故障して5年経過するうちに、パネルの表面を覆うほどに成長しており、きちんと草刈りや小枝の処理をしないと、復旧作業に大変な苦勞が伴います。普段、日本で夏場の草刈りやコサ切りに悩まされている筆者としては、他人ごとではないと感じた次第です。

2時間余り島に滞在したあと、ボートで島民の皆さんに別れを告げましたが、沿岸警備隊の職員で2週間前に赴任したばかりのかたが、持病が悪化したとして、任期をあと1か月半残して、急遽本島に戻ることとなり、身の回りの荷物もボートに積み込みました。



栈橋がないので靴を脱ぎ裾をまくりボートへ乗船



沖合に停泊中の漁船「FREGATE」(長さ 20m、幅 5m)。約 10 日おきに漁獲物をモーリシャス本島に運搬するために、セント・ブランドンにやってくる。



沖合で待機中の CG-33「VALIANT」

6. EEZ 確保の重要性

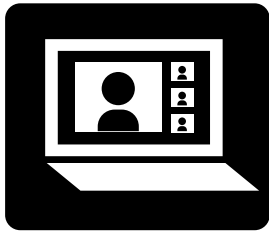
中国がこうした離島に不法占拠をすることで海洋の権益を力により奪おうとしている今日、インド洋の安全は、こうした漁業者や気象観測、沿岸警備など、僻地で職務に当たる方々の双肩にかかっていることを、肌で感じることができました。



往復 32 時間の荒海を往復してポート・ルイスに帰港

再びこの絶海の孤島を訪れる機会があるかどうかは定かではありませんが、気候変動によるサイクロンの多発や海面上昇など、離島の保全是、さまざまな困難を克服していかなければならないことを痛感した次第です。

(海外協力部 小川 賢)



2022年度東京MOU ポートステートコントロール検査官 一般研修（リモート）の実施支援



オンライン研修の様子

当センター（SRC）では、2022年8月8日から8月24日までの間、東京MOUポートステートコントロール検査官一般研修（リモート）の実施支援業務を行いました。

ポートステートコントロール（PSC）とは、寄港国が国際条約に基づき、自国に入港した外国船舶に対し、人命の安全や環境の保全を目的とした立入検査により基準適合性を確認する制度で、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旗国政府の機能を補完するものです。

SRCでは、東京MOU事務局（注1）の開設以来、同事務局からの委託をうけ、ポートステートコントロールに係る各種研修の実施支援業務を行っています。

本研修では、これまで、国土交通省海事局及び地方運輸局のご協力のもと、日本財団の支援を得て、東京MOU域内のPSC検査官を日本に招へいし、能力の向上や検査手順の調和を図るため、PSCに係る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行ってきました。

しかしながら、新型コロナウイルスの感染拡大による海外渡航制限のため2020年度・2021年度は研修の開催を見送り、2022年度については、研修員が来日して行う研修開催に代えて、インターネットを利用した「オンライン研修」として、東京MOU域内の国々に加え、他地域のMOUからも代表者が参加し、外国勢23名（23の国・地域（注2））と我が国の地方運輸局外国船舶監督官3名の総勢26名を対象に、約2週間半、各国の研修員とインターネットで結び、研修を実施しました。

本研修の実施にあたり、ご協力頂いた国土交通省海事局、地



各国の参加者（モニター画面）

方運輸局外国船舶監督官並びにオンライン研修の技術的サポートを頂いた富士フイルムビジネスイノベーションジャパン株式会社等、関係者の皆様に心よりお礼申し上げます。

研修は、オンライン研修実施事務局をSRC本部（吉祥寺）に置き、東京MOU事務局と各担当講師及び世界中から参加する研修員とをリアルタイムで結び実施しました。

開講前には、関係者全員がウェブ会議アプリの取扱いに習熟して頂くとともに、リモート講義や質疑応答の試行をお願いするなど十分な準備を行いました。インターネット通信の安定性や講師・研修員のアプリへの習熟度の問題など、オンライン研修特有の問題点はあるものの、コロナ対応も3年を超え、参加者の多くはリモートでの対応に慣れてきた感があります。

しかしながら、本研修では参加国が世界中に跨るため、研修実施に当たり、時差が大きな問題となりました。この度は、アジア・パシフィックの国々に加え、パナマ、チリ、ペルーなどの中南米諸国（日本との時差（－）13～14時間）や、マルタ、ウクライナ、サウジアラビアなど欧州や中東の国（時差（－）6～7時間）並びに、ニュージーランド、フィジー、マーシャル諸島（時差（＋）3時間）などからも参加者があったため、開講時間の設定には慎重な検討が必要でした。

最終的に、開講時間は日本時間（JST）の午前9時から12時頃までとされましたが、0900JSTは、チリでは前日の20時となり、ウクライナでは当日の早朝03時、マーシャル諸島ではお昼の12時となります。開講初日、8月8日（月）には、チリからの研修員は、日曜の夜からの参加となり、研修は深夜に及

ぶこととなります。一方、マルタやウクライナの場合では、早朝3時からで6時までの研修が終わると、その日の日常業務が待っています。また、マーシャル諸島では、研修開始時には昼食を済ませておくか、午後3時過ぎに遅めの昼食をとるか・・・というような調子で、参加者には、それぞれの日常業務（生活）との折り合いが必要となります。

講義は、東京MOU事務局を初め、国土交通省海事局PSC室、地方運輸局外国船舶監督官の皆様と当センター内部講師が行いました。

各研修員は、事前に、PSC関連条約の規則について、東京MOU事務局が締約国の協力を得て作成したDLP（Distance Learning Program）モジュールによる事前学習プログラムを修了して参加していることから、オンライン研修では、可能な限り検査の現場に即した内容にするため、実際のPSC検査で確認（報告）された欠陥事例を紹介し、併せて関係規則やその是正方法等について、講義を行うこととしました。

開講初日には、各参加者のインターネットの接続状況とオンライン研修の具体的な実施要領について改めて確認のうえ、各研修員から自己紹介を行いました。

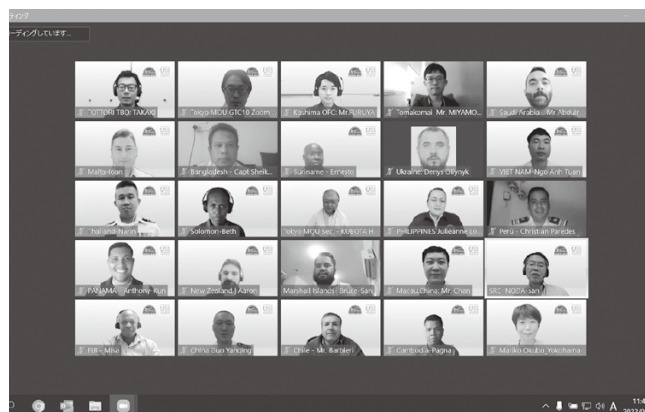
対面式の研修では初対面であっても、来日後、教室内外で接する機会を経て、各研修員の親密感も徐々に深まり、教室での関連な意見交換も期待されます。これまで、来日研修では、実船訓練で体験したPSC事案や過去の事例をもとに、ケーススタディーとして、研修員がグループに分かれ、欠陥の性状や是正措置等についてフリーディスカッションを行い、その後、ディスカッションの内容を全員が共有することで、PSC検査の標準化が一層促進されてきた面があります。

この度は、オンライン講義であっても、可能な限りこの手法を採り入れ、ウェブ会議アプリ機能（BeakOutRoom）を活用し、ケーススタディーや質疑応答にも取り組みました。

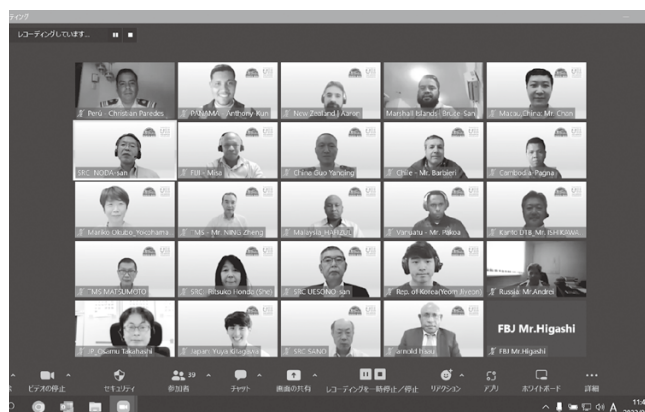
対面式ではごく当たり前のワークショップ形式の講義であっても、オンラインでこれを円滑に実施するためには、周到な準備が必要でした。各研修員は、出身国や文化も異なり、ほとんどが初対面ではありますが、徐々に親密度も高まり、この機会を通じて、コロナ禍におけるPSCの実情や日頃のPSC検査における懸案事項等も共有することができました。

研修最終日の評価会では、各研修員から、「来日しての研修が受講できず残念ではあったものの、事前学習プログラムや、オンラインによる講義と質疑応答やディスカッション等を通じて貴重な知見を得ることができた」と高く評価されました。

研修には、ロシアとウクライナからの研修員も参加し従前同様に自由な意見交換を行いました。PSCは海上における安全と環境保全を促進するための国際条約の実施を図るものですが、その大前提には国際平和があります。国際社会は、コロナ禍と戦争と



閉講式にご出席の皆様（1）



閉講式にご出席の皆様（2）

いう試練の時を迎えておりますが、人類の英知を結集して、これを超えていく日は遠くないものと願っています。

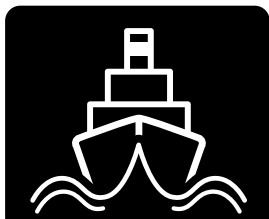
今後も、当センターは東京MOU事務局及び国土交通省とともに効果的なPSC検査官の研修を実施して行きたいと考えています。本研修を受講したPSC検査官の益々の活躍が期待されます。

（注1）東京MOU事務局（公益財団法人東京エムオウユウ事務局）

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る。

（注2）カンボジア、チリ、中国、フィジー、韓国、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、パナマ、バブアニューギニア、パルー、フィリピン、ロシア、ソロモン諸島、タイ、バヌアツ、ベトナム、ウクライナ、スリナム、バングラデシュ、マルタ、サウジアラビアの国・地域

（研修・技術支援室 能田 卓二）



シリーズ 曳航水槽における推進性能試験の解説（その3） 実船の馬力推定について



図1 試験中の模型船からの様子

1. はじめに

SRC NEWS No.109、110で模型船による水槽試験や試験からわかる船の抵抗や自航要素について紹介しました。

今回は水槽試験からどのように実船のエンジン出力を推定（馬力推定）するのかについて紹介します。

2. エンジンと馬力推定

現代の船では主に重油を燃料とするディーゼルエンジンが使用されています。環境負荷低減のために蓄電池に貯めた電気でモーターを回す電池推進や、1台で重油とLNGのどちらも燃料とできるデュアルフューエルエンジン、さらには燃焼時にCO₂を排出しない水素やアンモニアを燃料とする環境にやさしいエンジンの研究も行われ、実用化が進んでいます。今回の記事では船で一般的に搭載されるディーゼルエンジンを念頭に置いて説明します。

どのような原動機を搭載するにしても適切な出力を選ぶ必要

があります。大きすぎるエンジンの場合、船内のスペースの圧迫や重量の増加、価格の上昇を招き、小さすぎる場合には船が要求される速度を出せなくなります。

船の種類や用途によって大きさや運航の条件は大きく異なるため、それぞれの船の条件に合った出力を見積もり、適切なエンジンを検討する必要があります。

3. 馬力推定について

10万馬力の少年ロボットだ！といった形でも耳にするこの馬力とはどういったもののでしょうか。1馬力は75kgの物体を1秒間に1mの速さで動かすために必要な動力と定義されています。

たとえば700Lを超える大型冷蔵庫（約150kg）を二人がかり1秒でへその高さあたり1mまで持ち上げたとします。この際150kg（75kgの2倍）を1秒で1m持ち上げたので2人合計で2馬力となります。このように考えると1馬力は人間でもできそうですが、想像より力強いものだわかります。

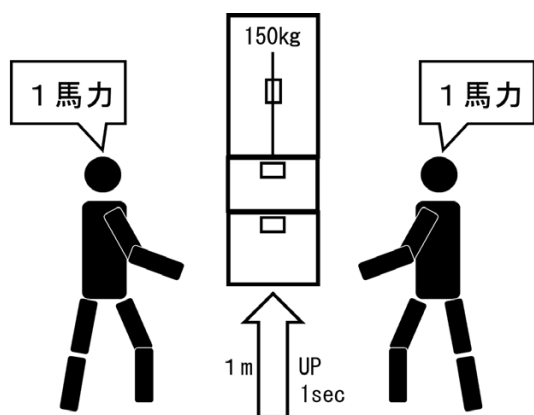


図2 2馬力で持ち上げる

船の場合は水を押しわけ船を前に進めるためにエンジンが発生させる力が馬力（エンジン出力）です。

ここで船の馬力を推定するにあたって、まず2つの馬力を紹介します。1つ目は有効馬力（EHP: Effective Horse Power）、2つ目は制動馬力（BHP: Brake Horse Power）です。

1つ目の有効馬力は船をある速度で引っ張る際に1秒間に必要な動力を表しています。抵抗試験で計測された抵抗値から実船の抵抗値を推定し、その時の実船の速度と抵抗値を掛けた値が有効馬力となります。

2つ目の制動馬力は後述する種々のロス等を含む、実際に船を航行させるために必要な動力（エンジンが発生させるパワー）を表しています。

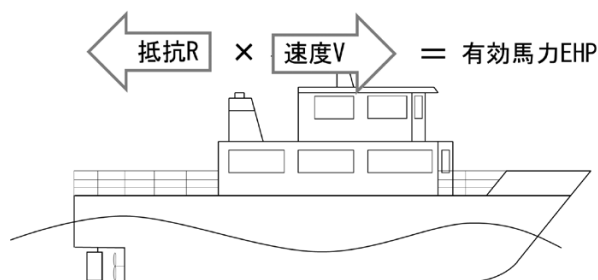


図3 有効馬力（EHP）の関係の模式図

制動馬力（BHP）を求めるためにはNo.110で紹介した自航要素等が必要になります。自航試験で計測したプロペラに流れ込む水の速度が船速に比べどれくらい遅くなったかを表す伴流係数、プロペラが押し出す力のうち推進に使えなかった力の割合を表すスラスト減少係数、船尾におけるプロペラの効率であるプロペラ効率比、これらに加えプロペラ単独試験で計測されるプロペラ単独効率を使用します。

またこれ以外にも軸系等による伝達ロス（伝達効率）を考慮する必要があります。図4に船のエンジンからプロペラまでの軸系を横から見た図を示します。図に示すようにエンジンとプロペラが直結していることはまれで、途中に中間軸、軸を支え

る軸受や船尾管、軸と船尾管のわずかな隙間から水が入らないようにパッキンの役割をするシール装置といった様々なものが装備されています。これらは潤滑されているとはいえ、わずかながら抵抗があり、軸系全体で3%程度のロスが発生します。またエンジンと軸の間に減速機が設置される船の場合、さらに3,4%程度のロスが発生します。

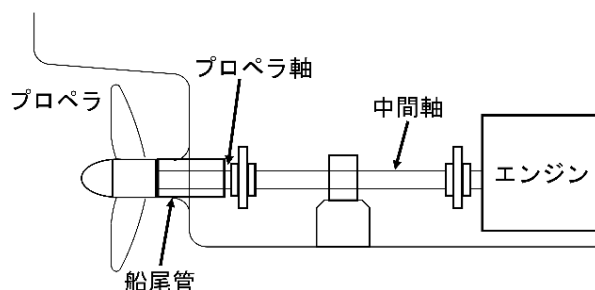


図4 エンジンからプロペラまでの概念図

$$\begin{aligned} \text{制動馬力} &= \text{有効馬力} \times \frac{\text{伴流係数}}{\text{スラスト減少係数}} \\ &\times \frac{1}{\text{プロペラ単独効率} \times \text{プロペラ効率比}} \times \frac{1}{\text{伝達効率}} \\ &\rightarrow 1 / \text{推進効率（点線囲い部分；推進効率の逆数）} \\ &\text{制動馬力} \times \text{推進効率} = \text{有効馬力} \end{aligned}$$

自航要素の伴流係数、スラスト減少係数やプロペラ単独効率は基本的に1より小さい値、プロペラ効率比は1付近の値、伝達効率は軸系のロスが加わるため1より大きい値となります。

これら自航要素、プロペラ単独効率と伝達効率を有効馬力に掛けたり割ったりすることで制動馬力を求めることができ、上の式のように表せます。また自航要素の増減と制動馬力の関係を表1に示します。

表1 制動馬力と自航要素の増減の関係

伴流係数	スラスト減少係数	プロペラ効率比	制動馬力
増加	—	—	増加
—	減少	—	増加
—	—	減少	増加
減少	—	—	減少
—	増加	—	減少
—	—	増加	減少

制動馬力は様々なロスにより有効馬力に比べ1.3～1.4倍程度大きくなるため、船に搭載するエンジンの馬力はこの制動馬力を満たすように選定する必要があります。

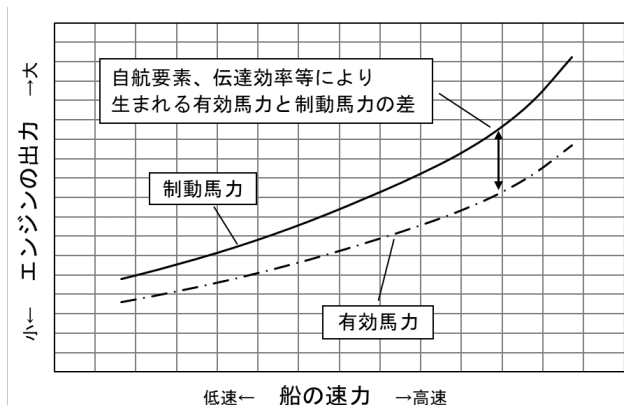


図5 有効馬力と制動馬力

自航要素は船の制動馬力に大きく関係し、制動馬力が増加すると同じ速度でも燃料の消費量は増加します。少しでも性能の良い船にするために、より良い船型への改良や図6に示すような省エネ装置を取り付けることにより推進性能の改善を図っています。

図6- (a) は船尾のプロペラの前に装備するダクトで、船尾の遅い流れをより効率よくプロペラに流します。(b) は二重反転プロペラといい、互いに逆回転するプロペラが2枚で1組として装備されています。前側のプロペラが回転することにより発生した損失となる旋回する流れを後ろの逆回転するプロペラで相殺し効率を向上させます。(c) はプロペラ後方の舵に装備するフィンでプロペラによる旋回する流れを回収し、効率を向上します。当センターではこのような省エネ付加物開発の水槽試験も実施しております。

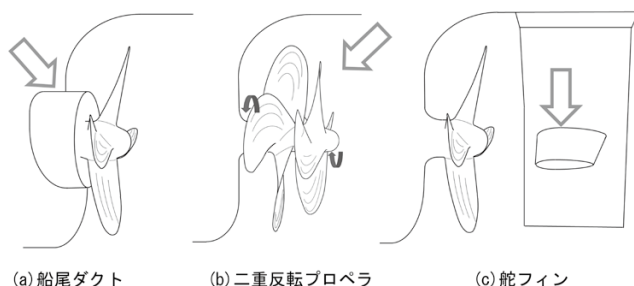


図6 省エネ装置の模式図

4. 実船と模型船の表面について

実船と模型船の間には大きさだけでなく表面の粗度（表面の滑らかさ）にも違いがあります。SRCの模型船の外側は1隻丸ごとパラフィン（ロウ）で作成され、熟練者の手作業により表面が平滑に仕上げられています。



図7 模型船表面と手仕上げの様子

一方で実船の場合、鋼を材料とすることが多く、いくつかの板材や骨組を溶接し組み合わせて建造されます。そのため実船にはどうしても図8のような溶接のビード（板の継ぎ目の盛り上がり）ができてしまいます。また船の外板には模型船にはないエンジンの冷却等に用いる海水取り入れ口のシーチェストというぼみ、船体の腐食を防ぐアルミや亜鉛の塊の犠牲陽極など様々なものが取り付けられています。

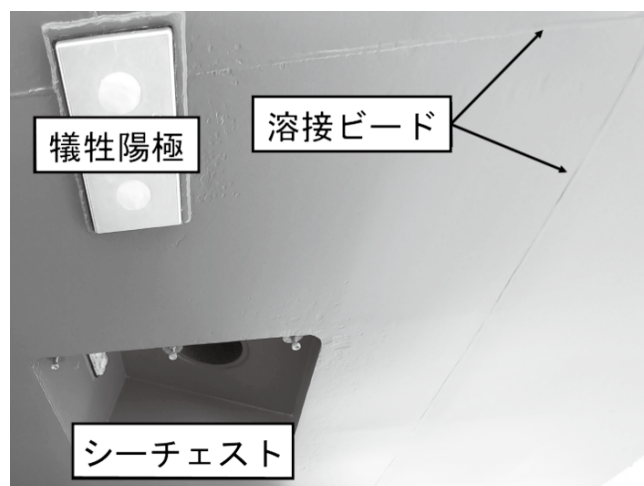


図8 船底外板の様子

こういった実船と模型船の表面（外板）の滑らかさ（表面の粗度）の違いは船の抵抗の違いとして表れてくるため、馬力を推定するにはその影響を考慮する必要があります。

この影響を粗度修正係数という係数を導入することで考慮しています。この係数は水槽試験を行う機関や模型船によっても変わってきますので、造船所や試験機関などそれぞれの係数を利用することもあります。当センターにも独自に求めたSRC標準の係数があります。粗度修正係数はSRC News No.90により詳しく掲載しています。

5. そのほかの水槽試験について

今回までに紹介しました抵抗試験、自航試験、プロペラ単独試験以外にも多くの水槽試験が存在します。その中からこの項では波浪中性能試験と風洞試験という2つの試験を紹介します。

1つめは波浪中性能試験です。この試験では抵抗試験と同様に模型船を曳航し試験を行います。平水中の抵抗試験と異なる点として、この試験では波の出るプールのように水槽に波を起こし、この波の中で模型船を曳航します。発生させる波の周期や波の高さを変化させ、その際の抵抗や船の運動を計測し、実際の海のように波がある際の船の性能を推定します。



図9 波の中を進む模型船の様子

2つめは風洞試験です。風洞試験では水を張った水槽でなく空気を流す風洞という装置を使用します。

風洞は図10のように大きなファンで起こした風を計測部に置いた模型に向けて流し、その際の風の影響を計測します。計測部に置かれた模型は360°自由に回転するため様々な角度で計測することが可能です。

最近はより省エネな運航をするために風の力を船の推進に利用するための研究が盛んにおこなわれています。

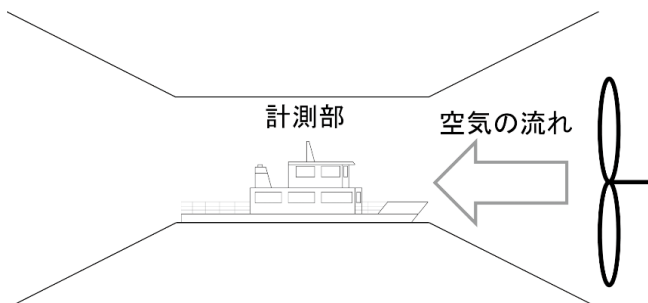


図10 風洞の模式図

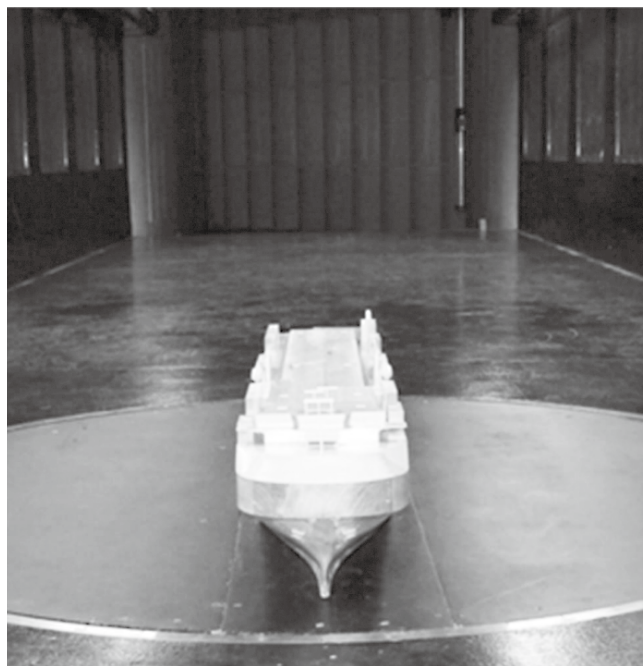


図11 風洞試験の様子

6. さいごに

全3回に亘り水槽試験から実船のエンジン出力を推定する際の考え方を紹介しました。できる限り数式を用いず、図や言葉で基本的な考え方について記事にしました。水槽試験と実船のつながりに少しでも興味を持っていただく機会となれば幸いです。より詳細な数式についてはSRC News No.78や日本船舶舶用工学会の標準テキストが参考となります。

また今回紹介した試験以外にも操縦性能の試験や船体表面の水圧を計測する試験など様々な試験に対応可能です。当センターで基本設計し、水槽試験で性能の確認を行った例もございます。少しでも興味がございましたらお気軽にお問い合わせください。

(試験センター技術部計測課 清水 佑樹)

編集後記

今年もまた、年の瀬を迎えようとしています、皆様、いかがお過ごしでしょうか。ちょうど1年前にSRC News 109号の編集後記で、コロナが終息した後の働き方について書きましたが、感染者数が減ってきたと思ったら新たな変異株が出てきて再び増加することが繰り返し、なかなか終わりが見えてきません。

このような状況の中で、社会はコロナとうまく共存していく方向で動いています。日本も外国人の入国規制を緩和し、街中で外国人観光客を見ることも多くなりました。10月にはGO TO TRAVELを引き継いだ全国旅行支援が開始されたこともあり、出張で新幹線や空港を利用した際にも旅行客がコロナ前と同等程度まで戻ってきたように感じます。また、海外に行った場合でも、これまで日本に入国する際に必要であった帰国前のPCR検査が3回以上ワクチン接種をしていれば不要になるなど、海外渡航のハードルも低くなっています。

今回のSRC News 111号もこのような状況を反映した内容になっています。これまで外国人の入国を厳しく制限していた南太平洋の島国なども入国制限を緩和しており、海外協力案件での海外出張も頻繁になってきたことから、出張先の現状を紹介する「海外紀行」も紙面に掲載しています。今回はインド洋の島国モーリシャスについて紹介していますが、既に次の「海外紀行」原稿が出来上がっておりますので、112号も楽しみにしてください。一方で、8月に実施

支援を行いました2022年度東京MOUパートナーステートコントロール検査官一般研修に関しては、渡航制限が残っており来日研修の準備もできなかったことからインターネットを利用したオンライン研修で行いました。南太平洋諸国から中南米まで最大時差が17時間ある中での研修となり、開催時間の設定などでリモート研修ならではの苦労があり本紙でも若干紹介をさせていただいていますので、リモート研修等を行われる際の参考にいただけると幸いです。そのほか、111号では当センターで基本設計、建造監督を行い昨年度に引き渡しが行われました秋田備蓄基地の2隻の防災船のご紹介、シリーズの技術解説として「実船の馬力推定について」を掲載いたしました。

さて今年は、ロシアによるウクライナへの侵攻、世界的な食料、エネルギー不足、資機材の高騰や半導体不足による製造業への影響など暗いニュースが多かったように思いますが、サッカーワールドカップで日本がドイツに勝つという日本にとって明るいニュースもありました。「ドーハの悲劇」の瞬間をテレビで見ていた者として、まさか「ドーハの歓喜」も見ることができるとは思いませんでした。徐々に元気をもらうことができました。本号が発刊されたときにはワールドカップも終わっていますが、きっと日本が素晴らしい戦績を残していることを信じつつ、また2023年が皆様にとりまして飛躍の年となりますことを心より祈念して筆を置かせていただきます。

委員会等

第31回理事会（通常） 2022年6月1日
第158回HRC（Web会議） 2022年6月8日
第20回評議員会（定時） 2022年6月27日

第6期第4回SPCG（Basic GroupのみWeb会議） 2022年9月6日
第159回HRC（Web会議） 2022年10月5日

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。

申し込みの受付

〒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
☎0422-40-2820



今後も皆様のお役に立てるような最新情報を積極的に発信してまいりますので、SRCのウェブサイトを活用してご利用いただきますようお願い申し上げます。



<https://www.srcj.or.jp/>





Shipbuilding Research Centre of Japan
一般財団法人 日本造船技術センター

<https://www.srcj.or.jp/>