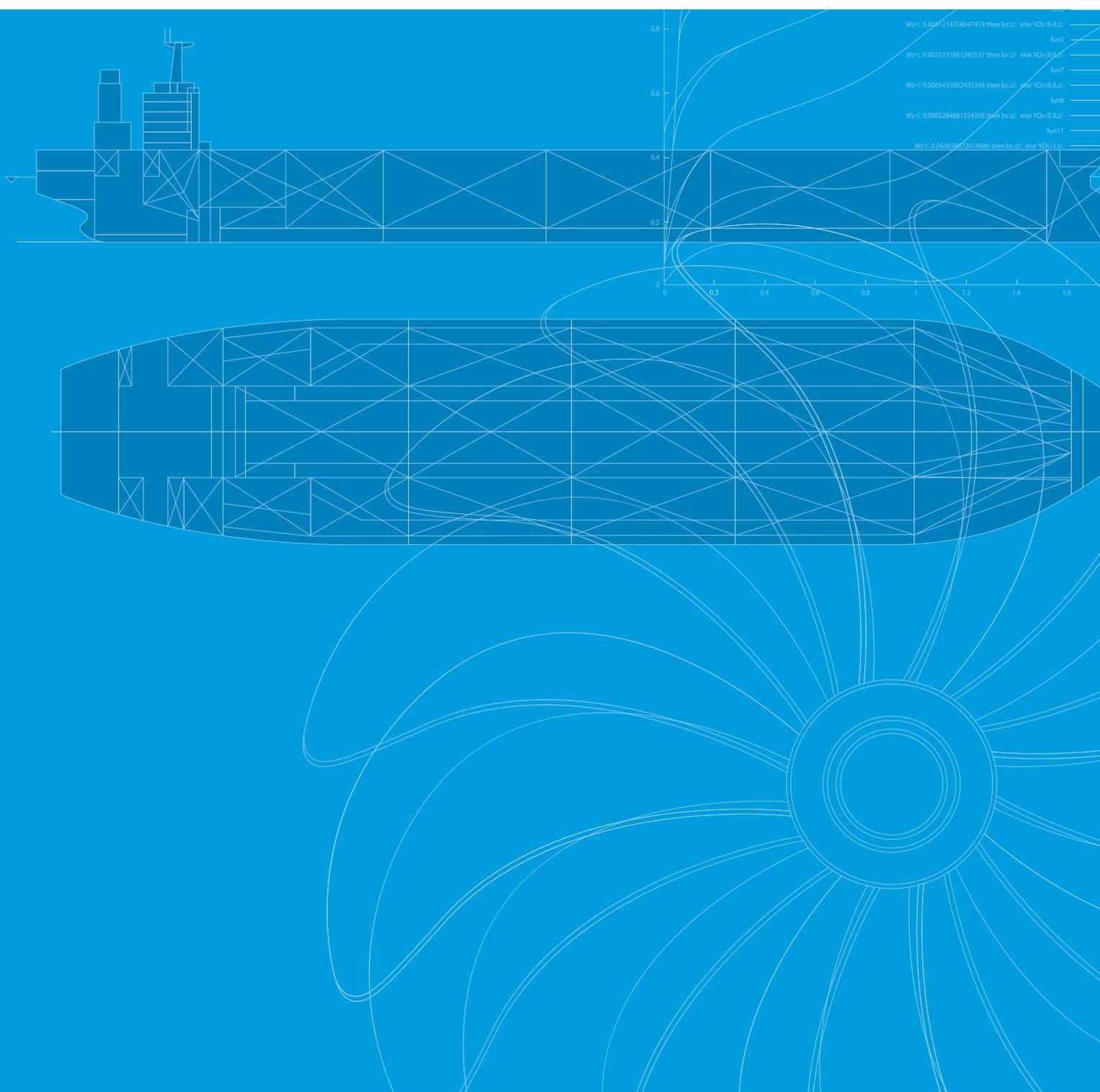


造船の最先端を見つめる技術情報誌

SRC NEWS

Shipbuilding Research Centre of Japan

No.109
DEC 2021



CONTENTS



シップオブザイヤー 2020 部門賞受賞
川崎市消防艇「かわさき」

3



横浜市消防局消防艇「まもり」
—49総トン型消防艇—

5



富山県沿岸漁業調査船「はやつき」

8



シリーズ 曳航水槽における推進性能試験の解説(その1)
推進性能試験の概要と船の抵抗成分について

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

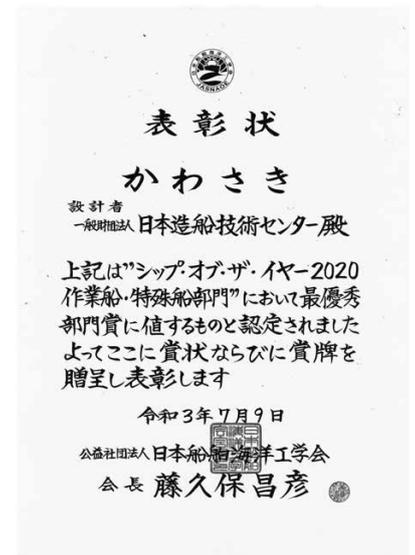
〒180-0003 東京都武蔵野市吉祥寺南町1丁目6番1号吉祥寺スバルビル3階 TEL0422-40-2820 FAX0422-40-2827



シップオブザイヤー 2020 部門賞受賞 川崎市消防艇「かわさき」



表彰式の模様



表彰状

1. はじめに

シップ・オブ・ザ・イヤーの表彰式は、国土交通省のご後援のもと、日本船舶海洋工学会（シップ・オブ・ザ・イヤー）、日本マリンエンジニアリング学会（マリンエンジニアリング・オブ・ザ・イヤー土光記念賞）、日本航海学会（航海功績賞）の海事三学会の合同表彰式として、7月9日（金）に海運クラブにて、執り行われました。

当センターは、消防艇「かわさき」の基本設計及び建造監理を行ったコンサルタントとして、船主である川崎市消防局殿、建造造船所ツネイシクラフト&ファシリティーズ株式会社殿と共に、「シップ・オブ・ザ・イヤー作業船・特殊船部門賞」を受賞いたしました。

2. 消防艇「かわさき」の概要

船型は、充分な復原性及び耐航性並びに推進性を有し、良好な操縦性、荒天時における安全性及び居住性を考慮し、かつ、放水時において、安全性及び機動性を損なうことのない船型とし、また川崎港の水深等を考慮した設計としています。

船舶職員の乗り組み基準を考慮し、推進機関の総出力は、3,000kW未満の高速ディーゼル機関2基を搭載し、川崎港の水深等を考慮し、ウォータージェット推進装置を各々の主機に組み合わせた2機2軸として、航海速度16.3ノット（常備状態）

最大速度18ノット（試運転状態）の速度を達成しています。
（詳細は、SRCNEWSNo.106参照。）

3. 本船の特徴

(1)【特殊船尾形状（センタースプリットフロー型）】

本船は、船尾左右舷に配置するWJ間の船体中央部を部分的に切り上げる特殊な船尾形状を採用しています。



特殊船尾形状（TFC 船台）

通常、WJ推進船は、箱型形状のため、後部浮力が大きく、低速域では、トリムバランスが悪い傾向にある。本船は、この特殊な船尾形状を採用することにより、船尾浮力を削減することが出来、バランスの良い理想的なCPカーブが得られています。またトランサム付近にインターセプターを装備していて、

低速域から高速域まで、船速に応じて、良好な姿勢（航走トリム）が得られるため、最適な姿勢で航行することが可能となっています。

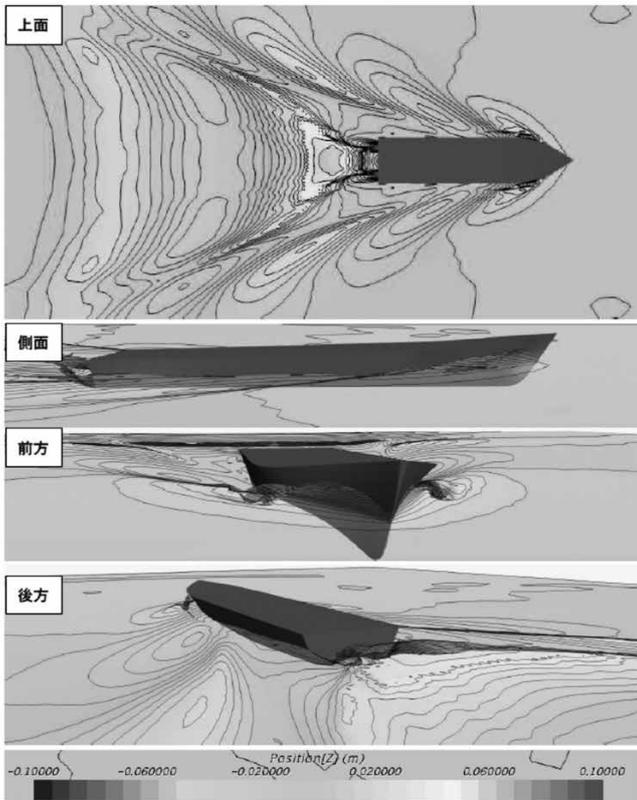
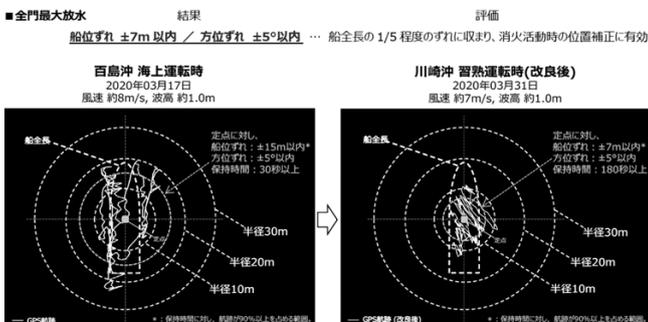


図9 実船船速15.00knotにおける波紋
性能動的解析の一例 (TFC 実施)

(2)【自動位置保持装置】

本船は、ウォータージェット推進装置2軸船であり、かつバウスラスタの採用により、横移動等操船性能が高く、更には、放水活動中の放水反力に対する位置保持や港内での離着棧の操船性の向上を図るため、操船を補助する機能であるジョイスティック操船及び自動位置保持装置（定点保持システム）を装備しています。そのため、消火活動放水中は、大型放水砲の放水反力に対して、自動で船位を、定点保持をすることができます。



性能解析の一例 (三菱重工・マロール・フルノ実施)

本システムの特徴は、海洋観測船等で用いられている従来の高価なダイナミック・ポジション・システム (DPS) と異なり、近年普及が進んでいるサテライトスピードログを搭載することに

より、船体の移動速度（変位速度）を直接検出することができるため、これまでの不確実な風向風速の信号処理を取り止め、新たに実用的な定点保持システムを開発しています。また、航海計器レーダープロッターのアンカーワッチ機能により、定点保持範囲から逸脱した場合の警報や、定点保持状況の軌跡の記録等が可能となっています。

(3)【情報共有装置】

操舵室には、前面のコンソールに、操舵装置、主機関操縦装置、通信航海装置、消防装置等が機能的に組み込まれています。また、操舵室後部には、カーテンにより仕切られた作戦室が設けられ、情報共有装置により、消防活動に必要なヘリテレ等各種情報が表示され、効率的な作戦検討が可能スペースが確保されています。

情報共有装置は、航海監視カメラ（赤外線及び可視光監視カメラ）、ヘリテレシステムカメラ、船体各部に装備される甲板監視カメラ（船首甲板・船尾甲板・左右舷側）、機関室監視カメラ、消防隊員が装備するウェアラブル端末カメラ（スマホ）等の情報を、放水塔高所に装備したWi-Fiシステムにより統合し、船内・船外どこでも画像情報が、共有できるシステムを構築しています。

例えば、本船が災害現場に接岸し消防隊員が上陸。ヘルメットに装着したウェアラブルカメラで、火災現場や救難救急現場のライブカメラ映像を、ライブ配信し、本船の船橋や作戦室で情報共有することが可能となっています。

4. おわりに

消防艇「かわさき」は、ここに紹介しきれない程、様々な新規機能が搭載されています。ご協力頂きました各機器メーカー様のアイディアや創意工夫に、ここで感謝申し上げます。

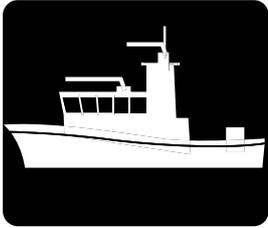


クルーズ船火災に緊急出動中の消防艇「かわさき」

お陰様で、「シップ・オブ・ザ・イヤー作業船・特殊船舶部門賞」を受賞することが出来ました。川崎市消防局 殿・ツネイシクラフト&ファシリティーズ (株) 殿には、心よりお礼申し上げます。

消防艇「かわさき」の今後のご活躍を祈念いたします。

(海洋技術部 神澤 雅彦)



横浜市消防局消防艇「まもり」 —49総トン型消防艇—



航走写真

1. はじめに

横浜市消防局殿は、海上での船舶火災及び危険物流出事故、さらに水域に接した沿岸コンビナート施設等の災害に対処するため、鶴見水上消防出張所に、消防艇「よこはま」、消防艇「まもり」を配置しています。このうち1989年に竣工した消防艇「まもり」(66トン)は、建造から30年を経過し老朽化したため更新艇を建造することとなりました。基本調査を平成30年度に、基本設計を平成31年度に実施した後、建造は令和2~3年度に渡って行われました。本船は令和3年11月に引渡され、現在鶴見水上消防出張所を基地に、消防救命活動に活躍しております。当センターでは平成30年5月から令和2年3月まで、本船の基本調査及び基本設計業務を行いました。入札の結果、愛知県蒲郡市の形原造船(株)が、建造造船所として選定され、新船舶建造工事が実施されました。当センターでは令和2年6月から令和3年11月まで、新船舶の建造監理を行いました。

新船舶の船名は、引き続き「まもり」と命名されました。

以下に本船の概要と性能を紹介致します。

2. 本船の基本コンセプト

本船の建造に当たり、横浜市消防局殿が決定された要求事項は以下のとおりです。

日本国内の40トン級消防艇として初めて、『最大放水量32,000L/min毎分の能力をもつ消防ポンプ』と『15,000L/min放水砲』を装備し、石油コンビナートなどの大規模な火災に備えるほか、船舶火災や水難事故などの様々な災害に対応するため、各装備の機能強化を図る。

- (1) 大口径放水砲(最大能力15,000L/min) × 2基
- (2) モンスーン型放水砲(最大能力7,600L/min) × 4基
- (3) 大口径送水口
- (4) 活動スペースの拡大
- (5) 小型救助艇の搭載

3. 本船の概要

(1) 一般配置

一般配置は、上甲板下に前部より船首倉庫、パウスラスタ室、隊員室、機関室及び舵機室の5区画としており、機関室には、主機関2基、発電機2基、原動機付消防ポンプ2基及び配電盤等

を効率よく配置し、騒音、振動にも配慮した構造としております。

上甲板には、前部より操舵室、待機室を配置しております。操舵室は、海面監視能力を向上させる目的で、高上げ甲板を採用し、かつ、全周に窓を配置しています。また待機室は、救急救難の準備作業が出来る空間と機材収納棚及び折畳式ソファベッドが配置されています。

船体形状の特徴は、大型客船等での多数傷病者発生時や水難事故発生時に、負傷者の救護活動など、多様な活動を可能にするため、後部甲板スペースを拡大し、上甲板の作業性を考慮し、エンジンケーシング等の突起部のない全通フルフラットデッキを採用しています。また、水難事故発生時などに、水上消防救助部隊の機動力をより発揮するため、ウレタン注入製の小型救助艇を新たに搭載します。搭載艇を後部上甲板左舷に搭載し、右舷に設けた1基のクレーンで揚げ降ろしをできるようにしております。



救助活動スペース 搭載艇・クレーン

消防装置の特徴としては、大型船舶、石油コンビナート等での大規模な火災に対応し大量放水能力を可能とするため、主機関から独立したディーゼル機関駆動の大型消防ポンプ2基と、操舵室後方上部に大口径放水砲2門と、流出油の防除活動及び船舶火災対応等への有効注水するためモンsoon型放水砲4基を装備しております。

(2) 主要目

用途	消防艇
船質	主船体:高張力鋼 甲板及び上部構造:耐食性アルミ合金製
船型	単胴V型
資格	JG・第4種船
主要寸法	全長 24.50m 登録長 23.90m 水線長 22.80m 型幅 6.00m 型深さ 2.50m 速力 15.6ノット(常備状態)
総トン数	49総トン
航行区域	平水区域
最大搭載人員	船員 7名 その他乗船員 8名(24時間未満)

(3) 主要装備

主機関:高速ディーゼル機関(814kW)	2基
推進器:可変ピッチプロペラ推進装置(CPP)	2基
主発電機 ディーゼル機関駆動(50kVA)	2基
消防ポンプ ディーゼル機関駆動(515kW)	1基
ジョイスティック操船及び定点保持システム	1式
情報共有装置	1式
船用油圧クレーン(0.96ton)	1式
サーチライトソナー	1式
監視カメラ装置(赤外線サーマルカメラ)	1式
ヘリコプター画像受信装置(ヘリテレ)	1式

4. 本船の特徴

(1) 機動性

本船の推進機関の出力は、814kWの高速ディーゼル機関2基を搭載し、可変ピッチプロペラ推進装置を各々の主機に組み合わせた2機2軸として、速力15.6ノット(常備状態)を達成しています。



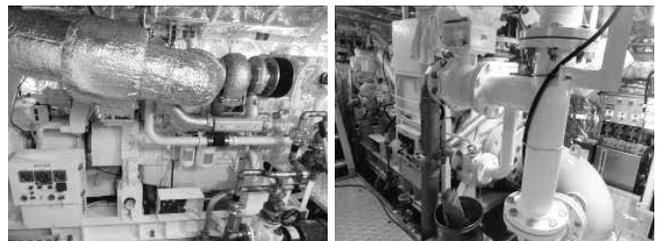
主機関

(2) 操船性能(定点保持・離着棧)

本船は、可変ピッチプロペラ推進装置2軸船であり、左右舷独立舵、かつ、バウスラスターの採用により、横移動等操船性能が高く、かつ、放水活動中の放水反力に対する位置保持や港内での離着棧の操船性の向上など、操船を補助する機能であるジョイスティック操船及び定点保持システムを装備しています。

(3) 消防能力

独立ディーゼル機関駆動の大容量消防ポンプ(16,000L/min)2基装備し、合計32,000L/minの放水能力を有しております。



原動機付消防ポンプ

石油コンビナート等での大規模な火災発生時に大量の放水が必要となるため、大口径15,000L/min放水砲を船橋上部に2門、

流出油の防除活動時や船舶火災対応時など、高所からの放水を想定し、モンズーン型7,600L/min放水砲を操舵室上部に2門、マスト上部に2門、合計4門を装備しています。



大口径 15,000L/min 放水砲

ギヤー式集合放水管（5口）を両舷に各1基、自衛噴霧ノズル、近距離用としてのクロスファイヤー放水銃用の放水口を船首上甲板に2箇所配置しております。

震災時の消火栓使用不能時や大規模街区火災発生時に、地上の消防車へ大量送水することなどを想定して、大口径送水口（150mm）を両舷に各2箇所配置しております。石油タンク等の油火災に備え、泡原液タンク（2,000L）2基を装備し、泡原液混合装置により、泡消火も対応可能となっています。

(4) 船体塗装

船体塗装は、船底は、青色。主船体は、赤色。上部構造物は白色の塗装となっています。本船塗装の特徴として、主船体後部側面に横浜市消防局の「YOKOHAMA FIRE BUREAU」のローマ字ロゴと、操舵室側面に、ブルーラインと横浜市のシンボル「ハママーク」を、施しています。



横浜ロゴマーク及びブルーライン

(5) 救急救命装備

待機室には、準備作業スペース、救急資機材収納棚、救急用折畳式ソファベッド、シャワー室等を機能的基に配置しています。



ソファベッド・資機材収納棚

待機室後壁外扉

(6) 船内設備

操舵室には、前面の操舵コンソールに、操舵装置、主機関操縦装置、通信航海装置、消防装置等が機能的に組み込まれています。また、後面の海図台付近には、消防無線などの無線機器・情報共有装置等が機能的に配置されています。情報共有装置により、消防活動に必要なヘリテレ等各種情報が表示され、効率的に艇を運用することが可能です。



操舵コンソール

隊員室には、緊急消防援助隊等の災害派遣の長距離航行及び長時間活動できる宿泊設備として、6名分のベッドと、調理所及び便所が配置されています。



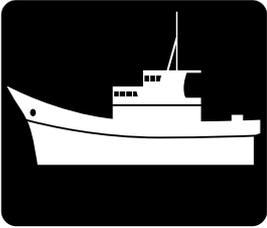
隊員室

調理所

5. おわりに

本船の建造監理を通して船主である横浜市消防局殿には終始適切なご支援を戴きました。心よりお礼申し上げます。また、建造に当られた形原造船（株）殿には、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致します。新船の就航により、横浜港及び東京湾の海上における消防活動・救急救助活動、沿岸陸上火災への大量送水活動、災害時等の物資輸送等々、さらなる海上の安全と災害防止が図られることを期待しております。

（海洋技術部 神澤 雅彦）



富山県沿岸漁業調査船「はやつき」



1. はじめに

本州の中央北部に位置する富山県は、東・南・西の三方を3,000メートル級の北アルプス立山連峰など急峻な山岳地帯に囲まれ、北には水深が1,000メートルを超える富山湾が広がっています。富山湾は、立山連峰から運ばれる栄養豊富な雪解け水と起伏に富んだ複雑な海底地形に対馬暖流水と日本海固有水が層をなし、日本海に生息する800種類の魚介類のうち500種類が住むといわれ、多種多様な魚がとれる水産資源の宝庫です。

富山県沿岸漁業調査船「はやつき」(以下、「本船」という)は、富山湾の沿岸海域における海洋科学研究調査、資源調査、漁場環境調査、種苗放流・効果調査などを目的に平成30年度に基本設計を実施し、令和元年度からヤンマーパワーテクノロジー株式会社(建造所:ニュージャパンマリン株式会社)で建造が進められ、令和3年1月21日に滑川市(滑川漁港)において、完成・引渡が行われました。

当センターは、富山県からの委託で基本設計及び建造監理業務を実施しましたので、以下に本船の概要をご紹介します。

2. 主要調査研究項目

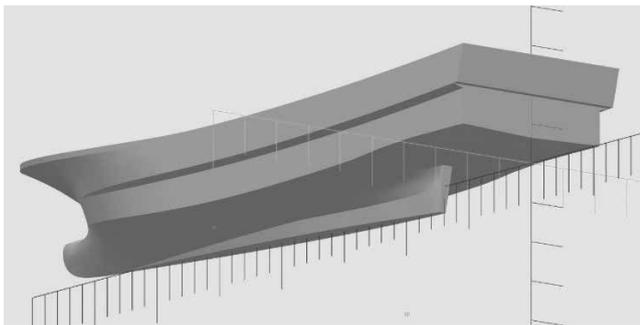
本船による主な調査・研究の内容を以下に示します。

- (1) 栽培漁業効果をはかるための調査研究
放流効果調査、造成漁場効果調査、魚類移動追跡調査等
- (2) 水産生物資源生態解明のための調査研究
有用水産生物(アカムツ、キジハタ、シロエビ、アユ等)生態調査等
- (3) 磯根資源・藻場保全のための調査研究
潜水調査、水中カメラ調査、海底地形調査等
- (4) 漁場環境保全のための調査研究
水質(採水)調査、底質(採泥)調査、養殖漁場(サクラマス、海藻等)の水質・底質調査、プランクトン調査、底生生物調査、流向流速調査等
- (5) 緊急時の漁場環境調査
赤潮発生、水質事故発生時の調査

3. 要求性能

基本設計では、以下の要求性能を満足させるために船型、一般配置、建造仕様書の検討を行いました。

- (1) 総トン19トンの強化プラスチック (FRP) 船とし、甲板室を有する一層甲板船。
- (2) トン数に対し甲板が広く確保でき、十分な作業性を有すること。
- (3) 日本海の波浪等に対して十分な凌波性能、操縦性及び復原性を有し、特に漂泊・微速航行時において調査作業に支障がないようにすること。
- (4) 船尾において開口板を使用した底びき漁業調査を行うため、荷重に耐える安全性を十分に確保した船型とすること。
- (5) 船内の艙装配置については、女性船員の乗組みが可能となるように配慮するほか、居住性の確保に努めること。
- (6) 船員室は、緊急時に仮泊できるような快適かつ衛生的な整備を有し、防音・防振・防熱及び換気について十分配慮する。また、簡易な調理が可能な厨房及び天候によらず室内で食事できるスペースを確保すること。



4. 建造工程

起工 令和2年 5月 21日
 進水 令和2年 12月 1日
 引渡 令和3年 1月 21日

5. 船舶の概要

(1) 主要目等

船質	FRP製	資格	JCI第1種小型漁船
全長	20.00m	登録長	16.00m
全幅	4.98m	深さ(型)	1.80m
計画喫水	0.80m	総トン数	19トン
航行区域	沿海区域	航海速度	16ノット
最大搭載人員	12名	船員	4名、その他:8名

(2) 主要装備

< 船体部 >

操舵装置	5.8kN-m	1式
舵板	フラップラダー	1組
キャブスタン(電動式)	9.8kN×13m/min	1台
キャブスタン(電動式)	4.9kN×12m/min	1台
船尾ローラー		1式
居室等	(操舵室、船員室、研究室、トイレ)	



操舵室

< 機関部 >

主機関	610kW×1,880min ⁻¹	1基
発電機関	23.5kW×1,880min ⁻¹	1基
可変ピッチプロペラ		1式
バウスラスタ		1式



機関室

< 電気部 >

発電機	25kVA	1基
主配電盤	自立式、デッドフロント型	1台
陸上電源受電装置	AC200V×3相×60A	1式
	AC100V×単相×50A	
探照灯	電動リモコン室内操作式	1台
投光器	LEDフラッドライト	3台

< 航海計器及び通信設置装置 >

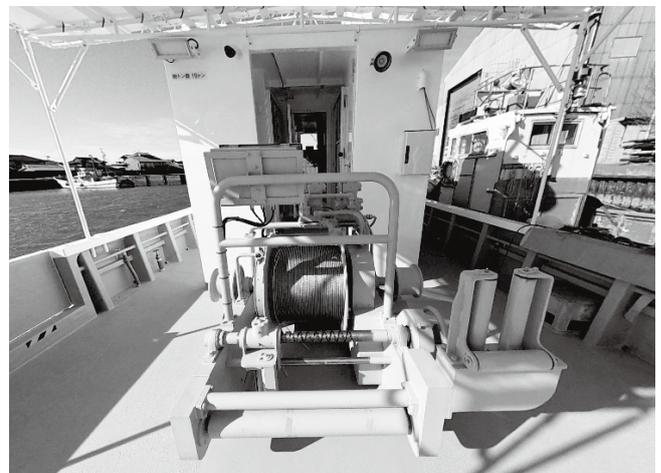
コンパス	1式	デジタル水温計	1式
オートパイロット	1式	真風向風速計	1式
レーダー	1式	画像データ蓄積装置	1式
GPS航法装置	1式	カラー魚群探知機	1式
ビデオプロッタ	1式	監視カメラ装置	1式

< 調査・観測設備 >

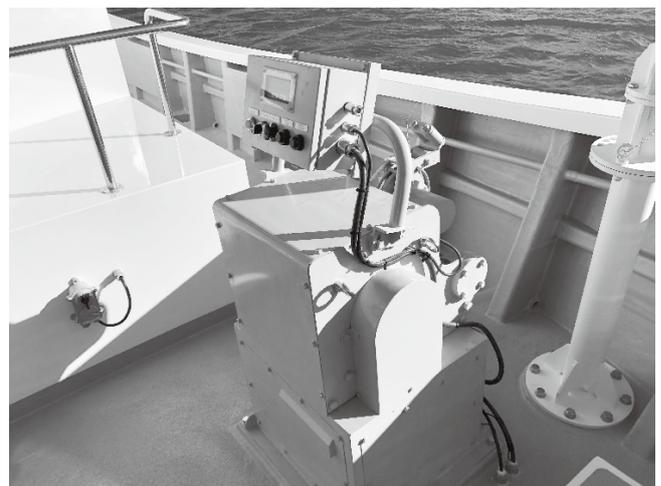
Aフレーム	1式
トップローラー	1式
観測用ウインチ	1式
トロール兼採泥器用ウインチ	1式
観測用ダビット	1式
ブーム	1式
多項目水質計 (CTD)	1式
超音波式多層流向流速計 (ADCP)	1式
水中カラーテレビ装置	1式
サイドスキャンソナー	1式
採泥器	1式



Aフレーム



トロール兼採泥器用ウインチ

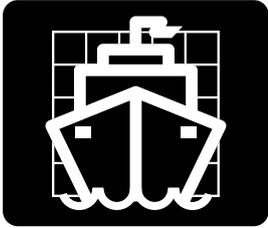


観測用ウインチ

6. おわりに

本船の基本設計・建造監理を進めるにあたり、常に積極的なご支援とご高配を賜りました富山県農林水産総合技術センター水産研究所殿に対し厚くお礼申し上げます。また、ヤンマーパワーテクノロジー株式会社殿、ニュージャパンマリン株式会社殿が、高度な技術と誠意をもってご尽力頂いたことを付記します。

(海洋技術部 西村 洋佑)



推進性能試験の概要と 船の抵抗成分について



曳航水槽における水槽試験の様子

1. はじめに

筆者はこれまで船の設計・建造監理といった業務に関わる海洋技術部に所属しておりましたが、今年7月に試験センターに異動し、水槽試験を行っています。海洋技術部では船の計画、建造から老朽化の調査といった、船のゆりかごから墓場まで満遍なく関わりを持つ業務に従事してきました。

今回、水槽試験業務に従事することになり、実地の経験により知識として知っていた水槽試験を新たな視点に立って見ることができました。

今までに関わりのあった方々を振り返ってみますと、造船所の方、検査に関わる方、消防局、港湾局といった地方公共団体の方、さらには釣り船の船長さんと様々で、水槽試験とは何だろうという方も多くいらっしゃいました。

そこで今回から3回に分けて、幅広い方々に曳航水槽の推進性能試験とはいったいどのような試験かわかりやすく紹介します。

2. 船の建造と推進性能

例えばフェリーで旅行に行くとしたら、速力が出ず移動に時間がかかりすぎる、途中で天気が荒れて速度が出ず到着時間が

大幅に遅れて次の日になってしまった、となっては旅行の計画も立たず、フェリーの移動手段としての価値が下がり、限られた人が乗るだけになってしまいます。

一方で運航する側とすれば予定通りに運航するために速く航行したいが燃費が悪くなるのは困る、多少の天候悪化にも対応できる余力を残しておきたいと相反する難しい条件が出てきます。

計画通りに運航するために必要な速力が出るかというのは非常に重要な項目で、船が進水し試運転で契約の速力を達成できないと違約金の発生や最悪の場合船の引き取り拒否にまで発展し、造船所にとって莫大な損失となってしまいます。

また船の業界においても環境負荷低減の取り組みとして省エネルギー性能に関する規制が行われています。例えば国際航海を行う新造船向けの規制であるEEDI、既存船向けのEEXI、内航船向けの国交省による省エネルギー格付制度があります。外航船では2050年にはCO₂を全く排出しないゼロエミッション船による運航が国際的な目標となっています。

このように速力や推進性能、省エネルギー性能は船にとって非常に重要な性能であり、これを勘と経験と度胸だけで決めるわけにはいきません。そこで実船の速力が予定通り出るか、所

定の省エネルギー性能を有しているかなどを事前に確認するために模型船を用いた試験が行われています。

3. 試験を行う水槽の紹介

水槽試験を行う水槽は金魚の水槽というわけにはいきません。試験では全長約7mの人間が乗っても沈まないほど大きな模型船を使用するため、相応に大きな水槽が必要です。ここで、当センターが使用している水槽を紹介します。この水槽は(国研)海上・港湾・航空技術研究所海上技術安全研究所が所有する世界最大級の長さ400mを誇る曳航水槽です。当センターはこの水槽を借り受け、水槽試験を実施しています。また400m水槽に併設されている長さ150mの水槽でも試験を行っています。



図1 曳航水槽の内部

図1は400m水槽の写真です。中央の橋のようなものが模型船を引っ張る曳航台車です。その下に水で満たされた水槽が見えます。この水槽の幅は18mあり、その両側のレールの上を最大15m/s(時速54km)で曳航台車が動き、この曳航台車で模型船を曳航し抵抗等を計測しています。このように模型船を引っ張る方式の水槽を曳航水槽と呼んでいます。

また模型船を曳航せず流れるプールに模型船を置いて、抵抗等を計測する回流水槽といわれる方式もあります。2つの水槽の模式図を図2に示します。

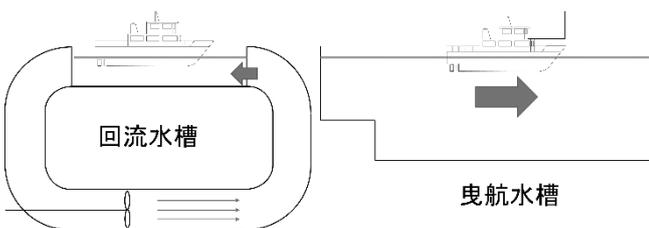


図2 2種類の水槽の模式図

回流水槽では大きくとも長さ3m程度まで、一方で曳航水槽では大型のものでは長さ10m近い大きさまでと模型船の大きさには大きな違いがあります。

模型船の大きさは試験のコストと精度に大きな影響を与え、曳航水槽は回流水槽に比べコストはかかりますが、計測の精度は高くなります。

特に外航船の省エネルギーの指標であるEEDIの認証を取得する予備認証には、精度の高い曳航水槽での推進性能試験を行う事が国際的なルールとなっています。

4. 試験に使う模型について

(1) 模型船について

当センターで通常製作している模型船は全長が7m程度の大型の模型船です。

この模型は、内側は木材によるフレーム、外側はパラフィン(蝋)で全体を覆う構造をしており、パウウッド模型船と呼んでいます。木材の切り出しから数値制御された工作機械による精密加工(NC切削)、最終的な手仕上げまですべて当センター内部で行い、水槽試験に使用しています。



図3 模型船のNC切削の様子

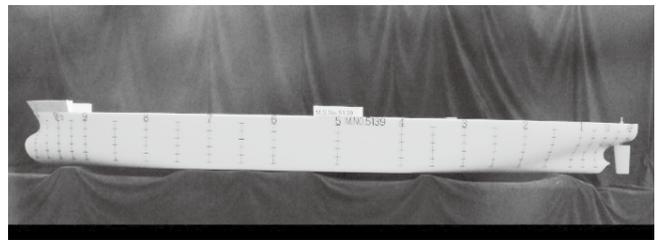


図4 完成した模型船

(2) 模型プロペラについて

当センターでは模型船同様に模型プロペラも内部で製作しています。図5左の円筒形のアルミブロックをもとにNC切削を行います。切削後のプロペラには細かな加工の跡があるため、最終的に手仕上げを行い、表面保護のためアルマイト処理を行います。

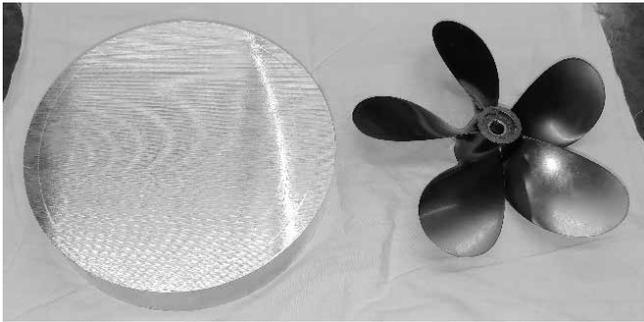


図5 加工前のアルミブロックと完成したプロペラ

5. 曳航水槽における試験の種類

実船の推進性能を模型試験により精度良く推定するため、表1に示す3種類の試験を行います。

表1 使用する模型と試験の種類

模型の組合せ	試験の種類	得られる性能
船体のみ	抵抗試験	抵抗性能
船体 + プロペラ	自航試験	自航要素 (干渉影響)
プロペラ単体	プロペラ単独試験	プロペラ単独性能

(1) 抵抗試験

1つめは抵抗試験です。この試験では曳航台車により、様々な速度で模型船を曳航し船自体の抵抗を計測します。この試験では推進用のプロペラは取り付けません。抵抗試験は推進性能試験のうち最も重要な試験です。抵抗性能は船が進む時に受ける力そのものなので一番イメージしやすい性能です。

(2) 自航試験

2つめは自航試験です。自航試験は文字通り推進用のプロペラを取り付け、プロペラを回し自力で航行している状態で行います。その際にプロペラを回すためのトルク、プロペラが船を押し出す力のスラストおよび船に働く力を計測します。この試験では、プロペラ自体の性能ではなく、船体とプロペラ間の干渉を調べ自航要素という指標を算出します。

自航要素は抵抗性能に比べて想像しにくいと思います。プロペラは船体と舵に挟まれ回転し推進力を生み出しています。船の後ろにプロペラがある事でプロペラは船体の影響を大きく受けます。またプロペラの後ろに舵があるので、プロペラにより回転しながら加速された流れは舵に大きな影響を与えます。この船体とプロペラの干渉の具合が自航要素です。

(3) プロペラ単独試験

3つめはプロペラ単独試験です。プロペラ単独試験で、プロペラ単体の性能を知るために船には取り付けません。専用の計測装置に取り付けてプロペラを回転させながら水槽内を進行します。その際のスラストとトルクを計測し、プロペラ単独での性能を調べます。

6. 船の抵抗の成分について

模型による水槽試験結果から実船の推進性能を推定するためには、船の抵抗をいくつかの成分に分けて考えます。この抵抗の分け方について説明します。

船は水の抵抗に打ち勝ちながら海や川を航行しています。この水の抵抗をいくつかの成分に分けて考える方法を19世紀のウィリアム・フルードという人が考案し、曳航水槽における抵抗試験法を実用化しました。フルードの方法は船の抵抗を2つの成分に分解する2次元外挿法というものでした。

現代の水槽試験ではフルードの2次元外挿法を発展させた、水の抵抗を3つに分解する3次元外挿法という方法が使われています。今回はこの3次元外挿法について説明します。これよりも詳細に抵抗を分解し議論する場合もありますが、実船の推進性能を推定するには次の3つの抵抗に分離することが一般的です。

(1) 造波抵抗

1つめは波を作ることにより生じる造波抵抗です。船が進行する時には波を発生させます。この波の発生に費やされたエネルギーは、船体に抵抗として働き、この抵抗を造波抵抗と呼びます。

造波抵抗は水の表面を移動する船に特有の抵抗で、水中深く移動する潜水艦では発生しません。



図6 船首で起こる波

(2) 摩擦抵抗

2つめは水の粘り気(粘性)により船の表面に生じる摩擦抵抗です。一見サラサラした水にも粘性が存在し、粘性のある流体と物体表面の間には摩擦抵抗が生まれます。

図7は平板に沿って全体に一定の速度でよどみなく水が流れているイメージです。何も無い所では流れは一樣ですが、平板上になると、粘性により平板表面に近いほど流速が低下して、平板の表面上では粘性により水の流れは平板に張り付いてしまいます。このため表面上では流速が“0”になります。

平板側からみると平板は表面の流れに引っ張られています。この引っ張る力を摩擦抵抗といいます。

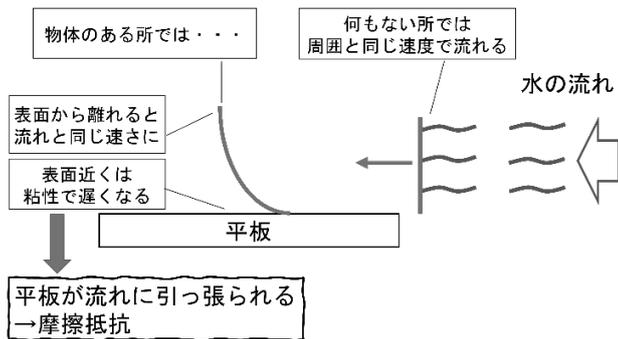


図7 摩擦抵抗のイメージ図

(3) 形状抵抗

3つめは形状抵抗です。これは物体の形状と水の粘性の関係により発生します。

例えば図8のように翼型(上)と後ろが角ばった物体(下)が流れの中にある場合を考えると、翼型の方は後縁でも滑らかに流れます。一方、角ばった物体の後方では流れが剥離して、渦が発生します。ここでは渦により圧力が下がり、物体は後ろに引っ張られます(抵抗が生じる)。これが粘性と形状による形状抵抗です。

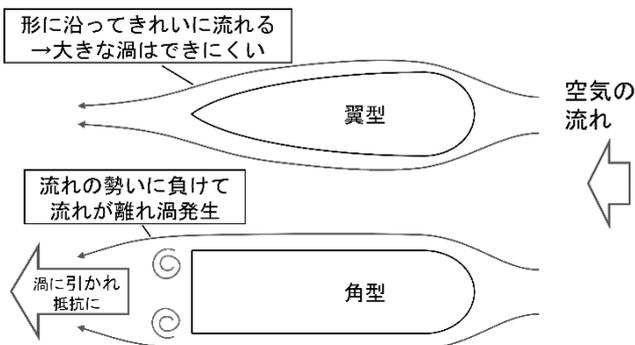


図8 粘性圧力抵抗の概略図

(4) 船の抵抗のまとめ

船に働く抵抗はこれまで紹介した3つの抵抗を合計したものです。そのイメージを図9に示します。

船型開発では造波抵抗を減らすために船首形状を工夫し、形状抵抗を減らすため(および自航要素の改善のため)に船尾形状の工夫をしており、水槽試験により、その効果を確実に評価する事ができます。

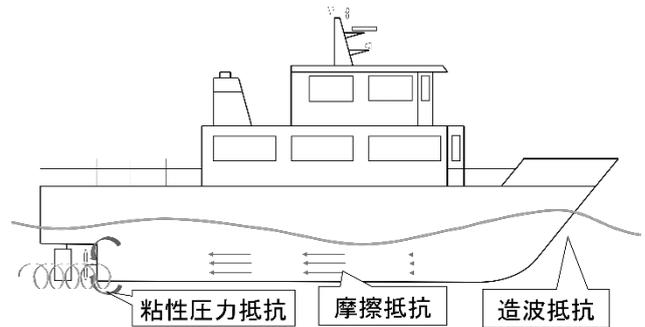


図9 航行する船に働く抵抗のまとめ

7. さいごに

今回は推進性能を把握するために曳航水槽で行われる各種試験の概要と船の抵抗成分の考え方について説明しました。次回以降では、各種試験の説明と自航要素の考え方、水槽試験結果から実船馬力を推定する方法について説明いたします。

(試験センター技術部計測課 清水 佑樹)

編集後記

素晴らしい秋晴れの休日に鎌倉にハイキングに出かけました。北鎌倉から山の中を歩いて鎌倉大仏、長谷寺へと抜けるコースでしたが、家族連れを中心に多くの方がハイキングを楽しんでいました。「御朱印ガール」ならぬ「御朱印じい」の私は、ハイキングコース沿いの6か所の寺院、神社に立ち寄り、一日も早くコロナ前の状況に戻れるよう祈願させていただきました。その6つの寺社のうち、持参した御朱印帳に直筆で書いて頂いたのは半分の3寺社で、残りの3寺社はコロナ対策のために直筆を行っておらず、予め書置きをしていた御朱印を頂いて自宅に帰って糊で貼り付けました。書置きでも頂けるだけ嬉しいのですが、やはり直筆に比べると有難味が少なく感じます。長谷寺から鎌倉駅までの移動で使った江ノ電は、休日のお昼という時間もあって観光客で通勤ラッシュ並みの混雑で、ようやく観光地にも賑わいが戻りつつあると思った一方で、歩いている方もマスクをしている息苦しさを感じ、すれ違う方も近づくと顎にかけていたマスクを鼻まで上げる様子を見て、まだまだコロナ前の状況には戻っていないと感じさせられました。

このように、コロナの再拡大に備えながらも経済、社会活動は徐々に回復に向けて動いています。当セ

ンターの業務も11月からは概ね通常業務体制に戻り、海外出張も再開をしました。もちろん、海外出張から帰国すると2週間の待機が必要となるなど、コロナ対策のための制限はありますが、現地の状況を直接確認したり、オンラインの会議では難しい事項について相手側と直接面会し意見交換を行うことは非常に大きい意義があります。コロナが終息した後の働き方は、従来の働き方に加えて、コロナの中で経験し環境を整備してきたテレワークやオンライン会議などのツールも駆使し多様な選択肢を持った中でやっていくことになるでしょう。

さて、今回のSRC Newsでは、当センターが基本設計や建造監督を行った消防艇、漁業調査船について紹介させていただきました。そのなかで、川崎市消防局の消防艇「かわさき」は2020年シップ・オブ・ザ・イヤーの作業船・特殊船部門賞を受賞したことを報告させていただきました。当センターとしても栄誉ある賞を受賞できましたことは大きな喜びとなりました。当センターに業務を発注してくださった顧客の皆様の信頼に応え、満足していただくために、これからもしっかりと取り組んでまいります。

昨年は感染拡大の中、閉塞感を感じて過ごす年末年始でしたが、今年は、皆様が素晴らしい年末、そして新年を迎えられますことを祈念いたします。

委員会等

第27回理事会（通常） 2021年6月2日
第28回理事会（臨時） 2021年6月23日
第18回評議員会（定時） 2021年6月23日
第29回理事会（書面） 2021年9月21日

第155回HRC 2021年10月8日（Web会議）
2020年度第5回SPCG 2021年11月16日（Web会議）
2021年度第1回SPCG 2021年11月16日（Web会議）

試験等の申し込み、問い合わせは
左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





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>