

No. 88

●目 次●

- 1 水槽試験用設備の地震対策  
page 1
- 2 造船技術センターで実施しているCO<sub>2</sub>削減技術に関する共同研究について  
page 2
- 3 愛媛県越智郡上島町 快速船「つばめ」  
page 4
- 4 マレーシア国税関向けテロ対策等治安無償資金協力（その2）  
page 6
- 5 船型の数式表示について（8）  
page 8
- 6 SRC資料室  
（8） 推進性能と相関（その1）  
page 10
- 7 トピックス等  
page 12

## 水槽試験用設備の地震対策

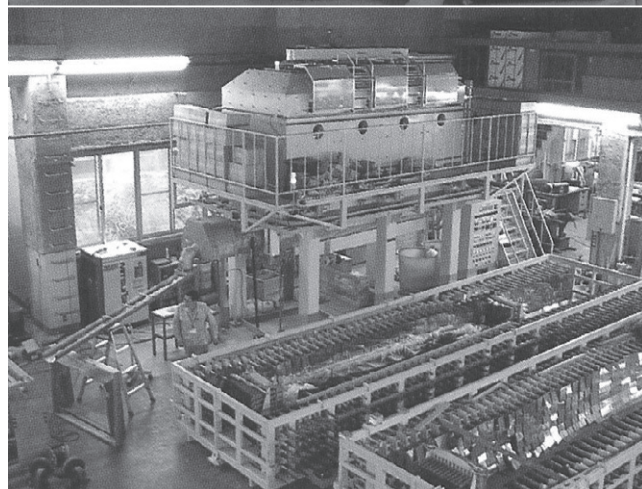
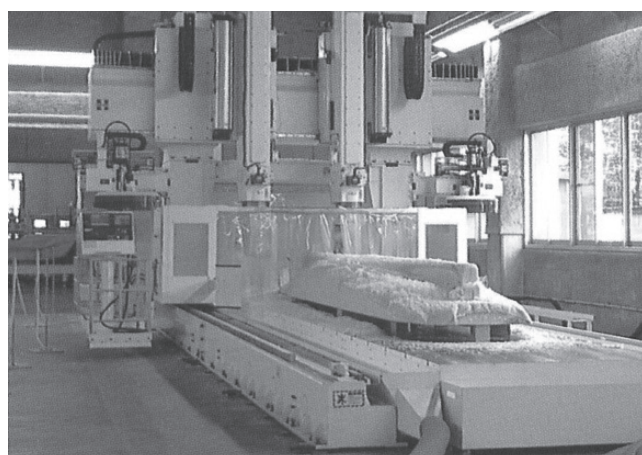
東日本大震災は東京地区にも大きな影響があり、SRCにおいても水槽試験実施時に地震が発生したため、地震により発生した水槽の波により、水槽にセットした模型船が浸水し、搭載していた計測機器と共に水没する被害がありました。

水槽試験に使用する動力計等の計測機器は予備として複数台保有しており、今回の地震による水槽試験への影響は軽微で済みましたが、模型船用NC切削機などの大型設備は代替え装置がないため、一度大きなトラブルが発生すると水槽業務が長期間にわたり停止することになります。

従来から、NC切削機には自動非常停止機能は装備してありましたが、この度、地震対策として非常停止したときに本体のみならず完全に電源が切れる機能を追加し、より安全機能を高めました。

また、最近の電力事情に対応するため、電力使用量の多い設備の稼働時間を他の設備と重ならないように調整

する必要が生じています。そのため、電力使用量の多い模型船用パラフィン溶解設備の夜間運転等の安全対策として地震検知装置を装備し、地震による自動停止と共に電源も完全に切れる非常停止機能を追加することとしています。これらの対策により、水槽試験業務に支障の出ることがないようにしています。



# 造船技術センターで実施している CO<sub>2</sub>削減技術に関する共同研究について

## 1. はじめに

国際海運からのCO<sub>2</sub>排出量は、ドイツ一国の排出量に相当する年間約9億トンであり、また、近年のアジアを中心とする海上物流量の増加等に伴って今後の排出量の増大が見込まれることから、国際海運からの排出削減は地球温暖化対策において喫緊の課題です。

国土交通省では、船舶からのCO<sub>2</sub>排出量の30%削減を目標として平成21年度から4カ年の計画で、民間等における新技術開発に対する補助事業（船舶からのCO<sub>2</sub>削減技術開発支援事業）を実施しているところです。

海事関係技術の中核法人である当センターでは、海事関係業界の技術力の強化を通じて我が国造船技術の向上に貢献するとともに自身の技術力向上も目指し、国の事業として採択された技術開発のプロジェクトのうち当会の業務に関連の深い4つの課題について、2009年度より海運・造船事業者等との共同研究を実施しています。

以下にこれら共同研究の概要を紹介します。

## 2. 各共同研究課題の概要

(1) 空荷時に積載するバラスト水を少なくし、推進効率を高める船型の開発

共同研究者：(株)名村造船所、

(株)大島造船所

共同研究期間：平成22～23年度（国は平成21～23年度）

船舶は多くの場合、空荷状態において、喫水が浅くなる事で発生する船首船底ス

ラミングやプロペラレーシングの防止のため、海水（バラスト水）をタンクに積載し安全性を確保しています。

バラスト水を積載することは船舶にとって単なる重石を運んでいるに過ぎず、一般的に推進効率を低下させます。また、積み荷地で排出するバラスト水が現地の海洋生態系を擾乱することからバラスト水管理条約（未発効）で排出に規制がかけられます。

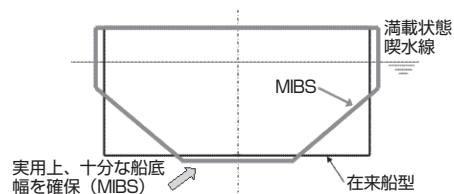
本研究は、バラスト水の積載量を低減することで、空荷状態での推進性能を大幅に改善するとともに、バラスト水管理条約への対応を容易ならしめるバラスト水低減船（Minimum Ballast water Ship：MIBS）を開発するものです。

MIBSは船底を傾斜させ、V字形状にすることで、バラスト水を積載しなくても、船首船尾の喫水を確保できる船です。（図－1）

本研究では、①すぐに実船の建造が可能であること、②満載時と空荷時での所要馬力を平均10%以上削減できること、③バラスト水の大幅に削減できること、④従来船型と同様な運航維持が可能であることを開発目標とし、VLCCとバルカーの基本計画を完成させることとしています。

本研究において、当センターでは、両船種の初期計画への助言、船型設計、水槽試験や数値計算（CFD）等による推進性能評価を担当しています。

現状、VLCC、バルカーともにCO<sub>2</sub>排出量10%以上、バラスト水積載量70%以上の低減が実現できる見込みであり、本研究成果が今後の実船建造へ繋がることを期待しています。



図－1 MIBSのミッドシップ概略形状

(2) 波浪中の抵抗増加の少ないPCTC向け船首形状の開発

共同研究者：内海造船(株)

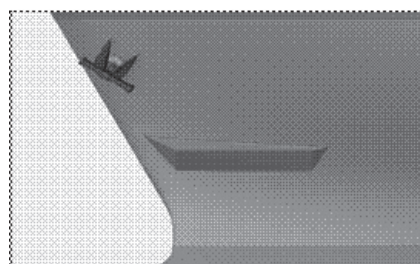
共同研究期間：平成22～23年度（国は平成21～23年度）

船舶が航行するとき水面は盛り上がり、波はこの盛り上がった水面の上を進むことになります。この時、スプレー状の波が船体にかかり抵抗となります。本研究は、CO<sub>2</sub>排出量の大きいPCTC（Pure Car and Truck Carrier）等の大型中高速船を対象として、スプレー状の波による抵抗成分を減少させることにより、波浪中の抵抗増加量20%削減、燃費低減2%を目指すものです。

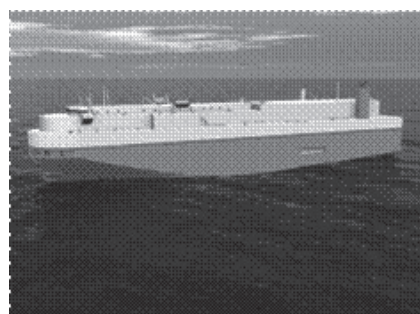
具体的には、スプレー状の波を抑えることを目的として、船首水面上に長手方向に段差もしくは明瞭な変曲点を設けた小型軽量の船首付加物（SPRAY TEARING PLATE：STEP（ステップ））（図－2）を開発し、水槽試験等でその効果を確認するとともに、最終的には実船に装備して設計点におけるCO<sub>2</sub>削減量を検証することとしています。

平成22年度までに内海造船は海上技術安全研究所とともに小型模型船を用いた性能解析を実施し、STEPの装備により波浪中での抵抗増加量約18%、BF6における燃料消費率約2%の低減を確認

しています。今年度の実船（自動車運搬船）を用いた試験での効果の検証が待たれます。なお、実船試験の供試船については、財団法人日本海事協会の実海域性能指標（海の10モード）鑑定を取得しています。



省エネ装置「ステップ」



ステップ付きPCTC

図-2 小型軽量の船首付加物（SPRAY TEARING PLATE：STEP（ステップ））

(3) 水中の船体を気泡で覆って船体の摩擦抵抗を低減する技術（空気潤滑法）の開発

共同研究者：

【大型外航船】(株)大島造船所、  
日本郵船(株)、(株)MTI

【小型外航船】今治造船(株)

共同研究期間：

【大型外航船】平成22～24年度（国  
は平成21～24年度）

【小型外航船】平成22～23年度（国  
は平成21～23年度）

水中の船体を気泡で覆うことで摩擦抵抗が低減できることは知られていますが、その効果を実際の船舶に適用する場

合、特に喫水の深い船型においてエネルギーのロスが大きいことや、配管の設計や施工上の制約等解決すべき技術的問題も多くあります。

本研究は、大型外航船及び小型外航船に実装するための空気潤滑システム（図-3）を開発することを通じ、実船に同システムを設備する上での工作面を含む技術的課題を抽出・解決するとともに、効果の検証を行うものです。

そのため、今後実際に建造される90,000DWバルカー（大型外航船）、ハンディーバルカー（小型外航船）について、システムの設計、実装、実船試験による効果の検証を実施します。

平成22年度までに、小型外航船について浅喫水時における効果の確認ができているところであり、今後はよりエネルギーロスが大きいと考えられる深喫水状態での効果の確認、大型外航船への装備と効果の確認を進め、気泡を吹き出す機構の場所や吹き出し方法の見直し等に反映させていくこととしています。



図-3 空気潤滑システムの概要と開発

(4) 高性能・高機能帆を用いた次世代帆走商船の研究開発

共同研究者：ユニバーサル造船(株)

共同研究期間：平成21～23年度（国  
は平成21～23年度）

本研究は、高性能・高機能な帆（図-4）

の推進力を商船の補助動力として用いるとともに最適な運航を実現することにより、航行時に排出されるCO<sub>2</sub>の削減を目指すものです。CO<sub>2</sub>削減目標は、帆走により2.5%、ウェザールーティングシステムを活用した最適運航により2.5%の計5%となっています。

具体的には①最適な形状の帆の開発、②帆の格納方法の検討、③運航を最適化する方法の開発が目標です。

平成22年度までに、各種の帆形状について風洞試験を実施し、採用する帆形状を決定したところであり、今後はシステム全体としての検討と効果の検証を実施していくこととしています。

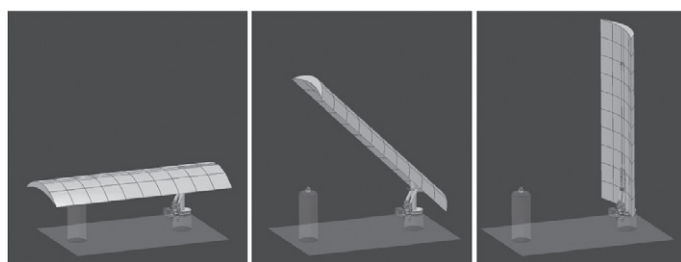


図-4 実用的な大型単葉帆（起倒式）

### 3. さいごに

冒頭に述べた国土交通省の船舶からのCO<sub>2</sub>削減技術開発支援事業は22テーマの研究を採択しており（[http://www.mlit.go.jp/maritime/safetyenv/110331marine\\_innovation\\_6.pdf](http://www.mlit.go.jp/maritime/safetyenv/110331marine_innovation_6.pdf)）、これらの成果を組み合わせることで外航海運からのCO<sub>2</sub>削減30%の実現を目指しています。

ここに紹介した4テーマは、国全体のプロジェクトの一部ではあるものの、その成果は選択できる技術のバリエーションを広げるといって大きな価値があるものと考えています。

これら成果が近い将来実船に反映され世界の海に乗り出していくことを期待しています。

（企画室 井上 剛）



# 愛媛県越智郡上島町 快速船「つばめ」

## —全軽合金製高速旅客船—



### 1. はじめに

しまなみ海道の全面開通による海路の利用客の減少、及び近年の燃料費の高騰により、今治市と尾道市を結ぶ定期航路の採算悪化が懸念される中、愛媛県越智郡上島町では通勤・通学をはじめお年寄りの通院等を確保する目的で、新鋭の高速旅客船の導入を決定されました。建造所選定に当たっては、新型船建造にふさわしい各種アイデアを公募するため、建造所に設計コンペを公示し、その中から最優秀に選定された船型を選択致しました。

当センターでは平成22年の5月から6月に本船の設計コンペ支援業務を、7

月から平成23年3月まで建造監理を行いました。

以下に本船の概要と性能を紹介致します。

### 2. 本船の概要

設計コンペの結果、尾道市の常石林業建設カンパニーが最優秀のデザインと選定され、提案あった船型を設計展開後、建造工事を実施しました。本船は、快適性を兼ね備えた高速船というイメージの「快速船」という呼び名で建造されました。

#### (1) 一般配置

客室は、前後に分けられ、前部客室は後部より一段低い配置としております。

後部客室の右舷後部は多目的トイレ（バリアフリートイレ）を配し、左舷後部にはバリアフリー席を設けています。

操舵室後部のオーニング下は展望客席として瀬戸の島々をその空気とともに満喫できるようにしております。

また、本航路は郵便輸送に供されており、上甲板後部には郵便庫を配すと共に、一般貨物用に貨物庫を配しております。

操舵室は、後部客室前端上に配して、後部客室前端の階段からアクセスするとともに、旅客は本階段にて展望客席に行けるようにしております。

上甲板下は前より、船首倉庫、空所（燃料タンク区画）、機関室、舵機室の4区画としており、機関室には、大馬力主機

関2基及び発電機1基、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。

## (2) 主要目

|         |         |
|---------|---------|
| 船 質     | 軽合金     |
| 全 長     | 24.50 m |
| 登録長さ    | 23.10 m |
| 幅 (型)   | 5.00 m  |
| 深 さ (型) | 2.10 m  |
| 計画満載喫水  | 0.90 m  |
| 総トン数    | 50トン    |
| 資 格     | JG 第2種船 |
| 航行区域    | 平水      |
| 試運転最大速力 | 28.2ノット |
| 航海速力    | 22ノット   |
| 最大搭載人員  | 乗員 2名   |
|         | 旅客 97名  |
|         | 合計 99名  |

## (3) 主要装備

|            |       |    |
|------------|-------|----|
| 主機関        | 610kW | 2基 |
| 主発電機       | 30kVA | 1基 |
| 変圧器        | 5kVA  | 1基 |
| 操舵装置       |       | 1式 |
| NAVnet3D   |       | 1式 |
| (内訳)       |       |    |
| ディスプレイ     |       | 1台 |
| レーダーアンテナ   |       | 1台 |
| GPS        |       | 1台 |
| ウェザーステーション |       | 1台 |
| 監視カメラ装置    |       | 1式 |
| 運航情報モニター装置 |       | 1式 |

## 3. 特徴

### (1) 高速化

今治～尾道間の長距離の航路は、島づたいに接岸、離岸を繰り返すため、運航ダイヤを守るためには広範囲な海域にて十分な速力の余裕を持つ必要があります。このため、本船は航海速力22ノッ

ト以上の高速化が達成されています。

### (2) 快適性

客室の椅子は全て豪州製であり、快適な座り心地を確保しております。前部客席の椅子は暖色系、後部客席の椅子は寒色系としてメリハリを付け、左右の客席間の距離もゆったりと取っております。

振動、騒音は、客席下に施工した制振材の効果により低く抑えられております。

### (3) 乗り込みランプ

本船中央部左舷に設けた油圧式の乗客用乗り込みランプは、バリアフリー規則をクリアしたものとなっており、展張・揚収時間も短く、迅速な乗下船を可能としています。

後部左舷のランプは同様に油圧式として、自転車の乗下船及び貨物（郵便を含む）の積み込みを効率的に行えるようにしています。

## 4. 本船主要機器写真

本船の主要部の写真を以下に示します。



前部客席



後部客席



展望デッキ

## 5. おわりに

本船の設計コンペ、建造監理を通して船主である上島町殿には終始適切なお支援を戴き、運航者である芸予汽船株式会社殿には、建造段階にてご支援を戴きました。心よりお礼申し上げます。また、建造に当られたツネイシクラフト&ファシリティーズ（旧常石林業建設カンパニー）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。

（海洋技術部 石井哲郎）





# マレーシア国税関向け テロ対策等治安無償資金協力（その2）

## 1. はじめに

マレーシア国（以下「マ」国という）税関へのテロ対策等治安無償資金協力に関し、当センターは国際協力機構（JICA）の案件「海上密輸等取締能力強化計画」プロジェクトに参加し、高速艇10隻及び14基の赤外線監視カメラの調達に関する基本設計調査業務、実施設計・建造/調達監理に関するコンサルタント業務を行いました。

2011年3月に無事業務を完了しましたので、その概要について前号に引き続き第2回目として報告します。

## 2. 実施設計と建造/調達監理

前号までに紹介したコンサルタント契約に引き続きコンサルタントの設計監理業務について紹介します。

JICAで言う設計監理とは事業実施段階におけるコンサルタントの技術サービス（詳細設計および建造監理（カタログ製品の調達の場合は調達監理）という）を言います。詳細設計には国際入札の実施作業として入札に添付する設計図書の他、入札関連図書（入札案内書、入札公告文、事前審査基準、入札手順書、契約条件書、契約書案、評価報告等）の作成から、事前審査の実行、入札会場の手配、被援助国の入札立会人の来日手配、入札

実施等一連の作業を含めています。こういった作業に意外と日数を要します。

JICA案件については国際入札が原則ですが、調達する製品・製造は原則日本のメーカーあるいは被援助国のメーカーとなります。被援助国メーカーの場合は、日本の商社が契約者となります。本件の入札については税関長官以下3名が来日し入札を行いました。入札の結果はヤマハ発動機（株）殿が落札しました。

（建造監理）

船舶については注文生産であり、建造中から、発注者（若しくは代理人）が検査機関とともに、図面承認・検査を行い建造（施工）監理することが通例となっていますが、小型舟艇の業界では、発注者が技術的に詳しくないことも多く、製造者に任せっきりの風習があり、製造者が発注者（代理としてのコンサルタント）へ図面承認を申請することや検査の申請に関しては不慣れな点が見受けられました。また、取り付けの部品についても皆同じ性能を有するというマスプロ生産の考え方があり、その考え方が試験検査の場面で随所に現れ、文化の違いをつくづく考えさせられた事でした。とはいえ何とか乗り切って客先の満足するものに仕上げる事ができました。

この高速艇はヤマハの完全管理の下で伊勢市のニュージャパンマリン社の工場で作成されました。船体設計図により、木製のオス型を作成してFRPの建造用のメス型モールドを作成し、このモールドを使って10隻を建造しました。モールド内の1隻分の外板工事は約2週間で完成し、脱型して後工程に送られ順次出来上がります。



連続建造中風景

## 3. 試運転および輸送

出来上がった高速艇は数隻ずつ纏めて試運転を行いました。1号艇はプロトタイプとしての役割が有り、ヤマハの本拠地に近い浜名湖に移送し、社内テスト・調整を行ったのち、「マ」国税関からの検査官2名の立ち会いの下で、公式試運転を行いました。静水中での55ノット以上の保証値を満足し、また、静水中では最高速度においてもポーポイジング（上下の頭振り）は発生せず、外乱（波）がある場合でも、50ノットを越えたあたりで初めて発生するという優れた船型でした。1号艇以外は数艇を纏めて、建造工場に近い伊勢市あるいは鳥羽市沖の静水域で試運転を行いました。



長官自らの性能確認（試運転時）

「マ」国側も4, 5, 6号艇の試運転では税関長官および、9, 10号艇の試運転では副長官を団長に来日し性能確認すると

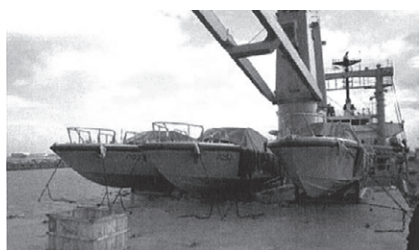


業者契約調印式

いう熱の入れようでした。それ以外の艇についてはコンサルタントの立ち会いのみとしましたが、いずれも問題なく試験は合格しました。

(輸送)

引き渡しは6隻を先に半島側ポート克蘭港で、4隻を後でボルネオ島コタキナバル港にての現地渡しということで、貨物船の手配も別々となりました。



貨物船上の高速艇

輸送は貨物船のデッキに架台ごと搭載して行いましたが、マスト等上部の突起物はクレーン作業の邪魔になることから、取り外して輸送し、現地で再取り付けを行いました。

ポート克蘭港はクアラルンプールの西約40kmに位置するマラッカ海峡に面する港です。貨物として輸送された高速艇は通関後再組み立てを行い引き渡されますが、通常通関手続きに日数を費やされる例が多いのですが、今回は税関向けということで、超特急で通関が完了しました。また、再組み立て作業は港湾当局の厚意により、港湾区域内で行うことができましたが、岸壁から作業場所まで岸壁とその都度移送に大型トレーラー、クレーン車が必要で、相当な作業となりました。性能試験は国内で完了していますが、輸送のため取り外し、再組み立てを行っているため、現地で税関立ち会いで作動確認・確認運転を行った後引き渡し

しました。ポート克蘭税関基地での引き渡しは、この基地が河口にあり、干潮時には栈橋部が干上がる状態で、6隻係留できない事が判明し、急遽対岸の民間のヨットクラブの栈橋を借りる事になりました。

東マレーシア側の4隻はコタキナバル港で行いましたがこちらも税関案件ということで、港湾当局の協力もあり、スムーズに完了しました。

コタキナバル税関基地では栈橋の下で子供のワニ（体長1.5 m 位）が遊泳して歓迎してくれました。（海でワニがいるのを見るのは初めてでしたが、近くに親ワニがいるかと思うとゾッとしました。）

#### 4. 引き渡しおよび式典

引き渡しはJICAの標準では引き渡し図書確認・調印等事務的に粛々と行われるものですが、別途通例として、被援助国の実施機関が主催して日本国民への感謝の気持ちを込め、大使、JICAなど日本側関係者を招き、また自国内に紹介する目的で自国関係者を招いて式典が行われます。他国ではこのあたりの要領が判らず、コンサルタントに頼り切りという例も多いのですが、「マ」国税関については担当責任者が心得ていて、式典の日時、場所、招待状および招待者、飾り付け、記念品、式典要領など全てを取り仕切り、且つ、施工業者、コンサルタントまで招



引き渡し式典風景（堀江大使参列）

待を受け、総勢約100名参列の立派な式典が挙行されました。

#### 5. マレーシア紀行（つづき）

クアラルンプールの中心部では近代的なショッピングモールがあり、日本の伊勢丹、ジャスコなどが出店しており、外国という感じがしません。

イスラム社会の印象はブルカと呼ばれる眼だけ出した黒い衣装を身につけた女性を思い浮かべますが、マレーシアではブルカは着用せず、パティック姿です。女性の地位が高く、政府内でも事務次官など要職についている人もいます。



パティックを装った税関幹部の夫人たち

役所でも共働きが見受けられ、今回のプロジェクト関係者でも夫人の方の職が高く役所内で顔を合わせた時困る等との笑い話がありました。定年は58歳とので、日本では60歳すぎても働くのが普通である事を告げると驚きとともに感心されました。

マレーシアは地図で見ると東西最も近いところでも650km離れています。同一国でありながら、東西離れているせいか、国内移動でもパスポートが必要であることには驚かされました。ボルネオ島側（東側）では基本設計調査の時点で、テロ組織による誘拐事件もあり、JICA側から島嶼部への立ち寄りを禁じられる一幕もありました。（完）

（海外協力部 山田通政）

# 船型の数式表示について (8)

## はじめに

船体形状を曲面で表す数式表示も、伝統ある線図表示法との整合を迫られます。その主要課題は、船体を構成する平面、円筒面、更に複雑な3次元曲面という幾何学特性の異なる面同士の接合表示法と滑らかさの保証です。例えば、船側平坦部や船首尾端フェアリング部と前後の曲面同士の接合については既に紹介しましたが、船底の傾斜平坦面と上方曲面との接合や船側平坦面、船底ビルジ部円筒面及び主要部曲面が出会う個所の処理等、線図の常識が数式表示法では問題となるのです。本稿では、船底形状、特に傾斜する船底平坦部を持つ曲面形状の表示法と、特性の異なる3つの面の出会いが齎す影響について紹介します。

## 1. 船体の船底形状について

船体の最大断面形状は、船体中心とキール端間の直線(a)、キール端と船側垂線上Rise of Floor高さを結ぶ直線(b)、及び直線(b)と船側垂線(c)に接する円弧(Bilge Radius)(d)で表されます(図-1)。数式表示法は、曲面 $Y(x, z)$ を、最大断面が長方形の曲面 $Y_0(x, z)$ と最大断面幅 $b(z)$ により $Y(x, z) = b(z)Y_0(x, z)$ と表示します。この式は、肥大船に採用されているRise of Floor = 0で、Bilge Radius

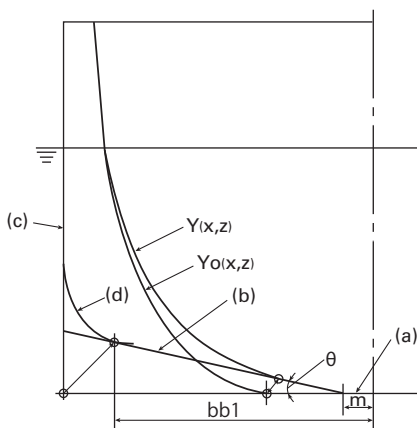


図-1 最大断面形状

が喫水や船幅に比べて十分小さなFlat Bottom船型の表示に適しています。

しかし、船底が傾斜すると底面はキール幅以下に収斂し、ヨットやボート、或いは、船底を幅広キールとみなす肥大船型MBS\*等に適用が限られます。

図-2、図-3に左記の式による痩せ形船、及びMBS船型の例を示します。

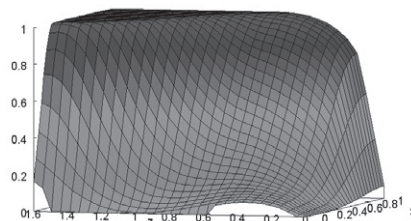


図-2 表示式  $Y(x, z) = b(z)Y_0(x, z)$  (痩せ形船型)

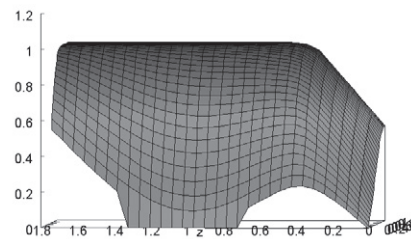


図-3 表示式  $Y(x, z) = b(z)Y_0(x, z)$  (肥大船型MBS)

## 2. 傾斜船底の数式表示

図-1に示す長方形断面を傾斜船底断面(a),(b),(c)へ変換します。その手続きは、(1)長方形底辺を直線(a)から直線(b)上の円弧(c)との接点までへの変換と(2)長方形垂直辺を円弧(c)と船側垂線範囲への変換です。このプロセスを数式にして曲面部分に適用します。

( i ) 最大断面が長方形の曲面底辺  
 $Y_0(x, 0) = A_0(X_{00}) + \sum W_i(0)A_i(X_{00})$   
 $X_{00}(x) = (x - g(0)) / (1 - g(0))$

( ii ) 上記(1)に対応する変換  
 幅  $Y_{00}(x) = m + BB^*(Y_0(x, 0) - m)$   
 $BB = (bb1 - m) / (1 - m)$   
 高さ  $h_{00}(x) = (Y_{00}(x) - m) * \tan \theta$

( iii ) 座標変換と曲面形状計算

$Z_{00}(x, z) = (z - h_{00}(x)) / (1 - h_{00}(x))$   
 $Y_0(x, z) = A_0(X_0) + \sum W_i(Z_{00})A_i(X_0)$   
 $X_0(x, z) = (x - g(z)) / (s(z) - g(z))$

( iv ) 左記(2)対応の変換

$bs(x, z) = b(Z_{00})$   
 $Y(x, z) = bs(x, z)Y_0(x, z)$

ここで、座標系、曲面表示の特性関数 $A_i(X_0)$ 、パラメータ関数 $W_i(z)$ 、船首尾プロファイル $g(z)$ 、Side Flat End Line長さ $s(z)$ については、既報に紹介済みですので説明を省略します。船底傾斜船型の曲面表示式はFlat Bottom船型と基本的に同じですが、パラメータ関数や最大断面幅は長さ方向位置毎に変わります。

## 3. Slope Bottom船型の創生

主要目を、 $L \times B \times d = 216m \times 36m \times 12m$ とし、肥大度および最大断面寸法を設定し創生した船体曲面を図-4から図-8に示します。又、図-9にCase Bの船首部曲面を正面線図にして変換前の形状と比べて示します。

| Case | A     | B     | C     |
|------|-------|-------|-------|
| H(m) | 1.8   | 0.9   | 0.6   |
| R(m) | 4.2   | 2.4   | 1.8   |
| M(m) | 1.0   | 1.0   | 1.0   |
| Cm   | 0.916 | 0.960 | 0.974 |
| Cp   | 0.59  | 0.66  | 0.82  |
| Cb   | 0.54  | 0.63  | 0.80  |

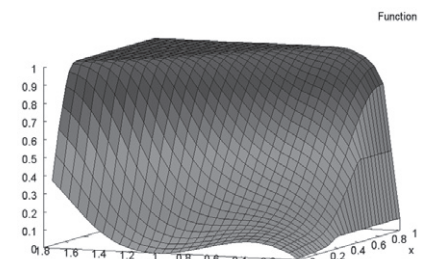
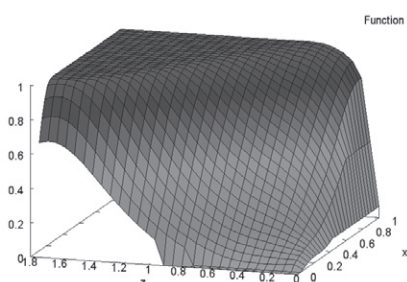
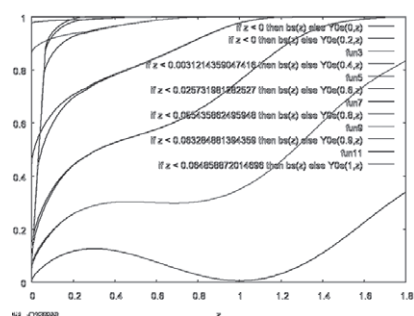


図-4 船型-A (船首部曲面)

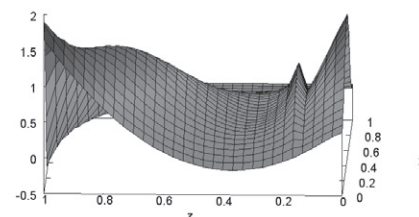




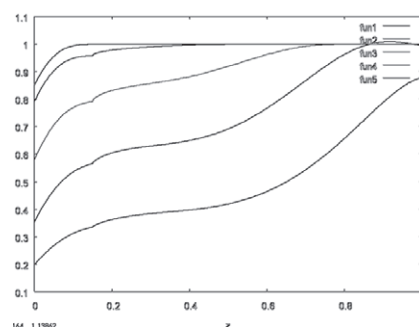
図－5 船型－A（船尾部曲面）



図－9 船型－B（船首部正面線図）



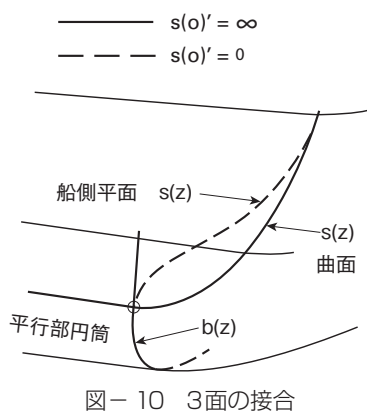
図－11 船型－D  
Yz勾配ギャップの影響



図－12 船型－D  
正面線図

#### 4. 船底ビルジ上端の問題

船首船尾の肩部、ビルジ円弧上端と Side Flat End Line,  $s(z)$  下端の交点、船側平坦面、平行部船底円筒面および船首尾曲面が出会う頂点近傍の  $z$  方向勾配は、船側平面  $O$ 、平行部面略  $O$  で、曲面では、 $Yz = -(ds(z)/dz) \cdot (dYO/dXo)$  と近似的に表せます。 $dYO/dXo$  は微少でも、 $ds(z)/dz$  の値が大きいと、上下方向勾配に段差が生じ、その影響は、同じ高さの水線全域に広がります。又、2階微分は、船側垂線と円弧の接点で階段状に変化し、Side Flat End Line の影響が加わり、幾何学的滑らかさは期待出来ません。

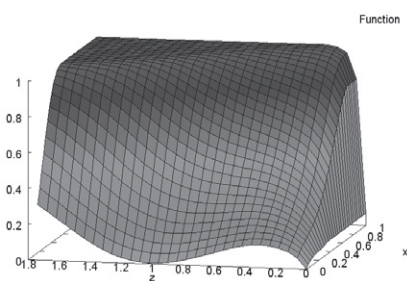


図－10 3面の接合

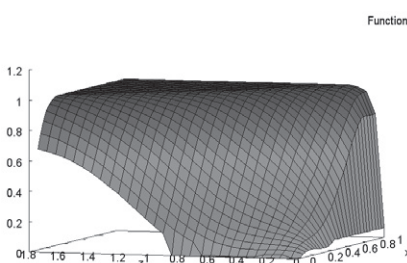
図－11に、頂点高さ水線に沿った勾配ギャップの例、図－12に対応する曲面形状を正面線図で示します。

以上の様な不都合な形状は、頂点で  $ds(z)/dz = 0$  即ち、上下の境界線が互いに接する形状にすれば解決可能です。線図の場合、フェアリングにより局所的に  $ds(z)/dz = 0$  を達成している可能性があり、既存線図を解析・調査の予定です。数式表示法でも、パラメータ関数分布や、Side Flat End Line 表示式の調整により改善は可能ですが、2階微分のギャップは、直線と円弧による表示法では避けられません。表示式設定の試行錯誤、曲面創生や幾何学計量等の計算時間の急増等、空間曲面表示法と平面図による伝統手法との共存の難しさを痛感します。伝統に固執せず、測地線計算で試みた全面連続関数表示等も検討課題です。

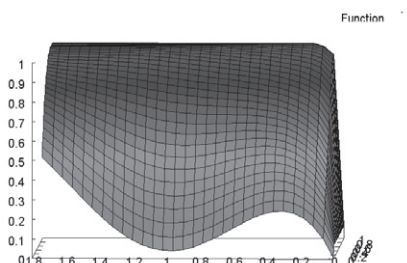
（技術顧問 武隈克義）



図－6 船型－B（船首部曲面）



図－7 船型－B（船尾部曲面）



図－8 船型－C（船首部曲面）

# (8) 推進性能と相関 (その1)

本号では、推進性能の基本的要素である抵抗係数（造波抵抗係数、粘性抵抗係数）と自航要素（船後プロペラ効率比、スラスト減少係数、有効伴流係数）の船型要素のレベルとの相関、性能要素間の相関、推進性能の最終的評価である馬力係数との相関について紹介します。

## 1. 船型要素のレベルとの相関

船型を表す要素は、主寸法からフレームラインやウォーターライン等まで各種のレベルがありますが、船の推進性能に及ぼす影響が大きいのは、どのレベルの船型要素でしょうか。

図-1は、推進性能要素を目的変数とする回帰式において、説明変数として使用する船型要素のレベルを変えた場合の残差の標準偏差を示した図です。回帰式は日本造船技術センターで実施した水槽試験結果を使用して求めました。各レベルにおける船型要素を表-1に示します。レベル0とは、船型要素が何も与えられていない場合で、この場合の性能推定値は平均値です。また、たとえば、レベル

2における残差は、水槽試験の計測誤差や回帰式の不完全さに因る誤差以外に、レベルが3以上の船型要素の影響を無視したことによる推定誤差が含まれています。

図-1を見ますと、造波抵抗係数、粘性抵抗係数、有効伴流係数ではレベルが0から1になる段階で残差が急減しています。これは、これらの性能要素は船の主寸法比に大きく左右されることを示しています。

造波抵抗係数の場合、レベル3から4への変更で比較的大きく残差が減少しています。これは、造波抵抗係数では、CPカーブ、CWカーブの影響も大きいことを示しています。有効伴流係数の場合、レベル2から3への変更およびレベル4から5への変更で比較的大きく残差が減少しています。これは、有効伴流係数では、浮心前後位置等およびフレームライン等の影響も比較的大きいことを示しています。船後プロペラ効率比の残差はそもそも小さいのですが、船型要素のレベルを高くしても、残差はあまり減少しま

せん。

図-1には、参考のため、馬力係数の推定残差も示してあります。馬力係数は推進に必要な伝達馬力の無次元値で、抵抗係数と自航要素から算出される従属的係数ですが、船型要素のレベルによる残差の変化の様子は造波抵抗係数に似ています。

## 2. 性能要素間の相関

表-2には、基本的推進性能間の相関係数を示します（馬力係数 $p'$ との相関係数については後述）。レベル0とは船型要素が何も与えられていない場合で、実験結果そのもの（ $r_w$ 等）の相関係数です。レベル2とは、レベル2の船型要素による回帰式で推進性能を推定した場合の残差（ $\delta r_w$ 等）の相関係数です。相関が比較的大きい組み合わせのカラムは網みかけしてありますが、その場合の個々の船型のデータを図-2、図-3に示します。これらの図では2種の方眼係数 $C_B$ の範囲のデータを△、□印で区別してあります。計画速力付近のデータを示してあります

表-1 船型要素のレベル

| レベル | 船型要素                         |             |
|-----|------------------------------|-------------|
| 0   | 無し(平均値を性能推定値とする)             |             |
| 1   | 長さ、幅、喫水、排水量、計画満載状態に対する排水量比   | 回<br>帰<br>式 |
| 2   | + トリム、プロペラ直径                 |             |
| 3   | + 浮心前後位置、水線面積係数              |             |
| 4   | + CPカーブ、CWカーブ                |             |
| 5   | + フレームライン、ウォーターライン、船首尾プロファイル |             |

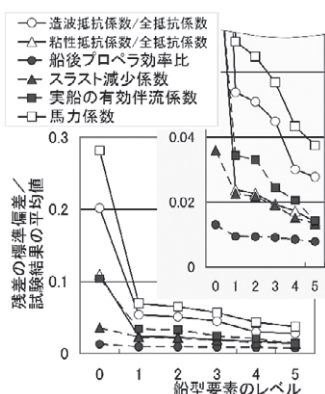


図-1 回帰式推定残差

表-2 船型要素間の相関係数

| 造波抵抗係数    | $r_w$      |       |          |       | 0.91  |           |       |          | 0.86  |
|-----------|------------|-------|----------|-------|-------|-----------|-------|----------|-------|
| 粘性抵抗係数    | $r_v$      | 0.62  | (実験結果)   | 0.85  | 0.03  | (残差の相関係数) | 0.34  |          |       |
| 船後プロペラ効率比 | $\eta_R$   | 0.10  | -0.11    | レベル0  | -0.02 | -0.03     | -0.06 | レベル2     | -0.15 |
| スラスト減少係数  | $1-t$      | 0.04  | -0.11    | -0.01 | -0.08 | 0.08      | 0.10  | -0.24    | -0.14 |
| 有効伴流係数    | $1-w_{TS}$ | 0.04  | -0.22    | 0.15  | 0.69  | -0.12     | -0.30 | -0.12    | 0.37  |
|           | $r_w$      | $r_v$ | $\eta_R$ | $1-t$ | $p'$  | $r_w$     | $r_v$ | $\eta_R$ | $1-t$ |

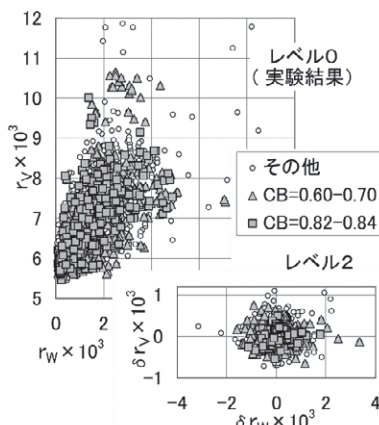


図-2 造波抵抗係数と馬力係数

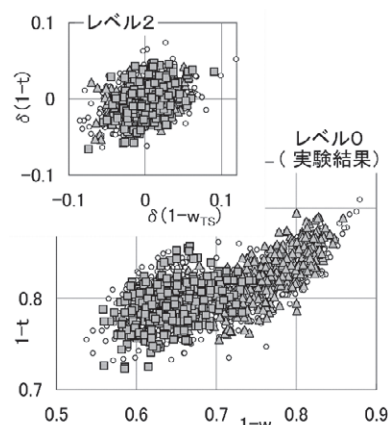


図-3 有効伴流係数とスラスト減少係数

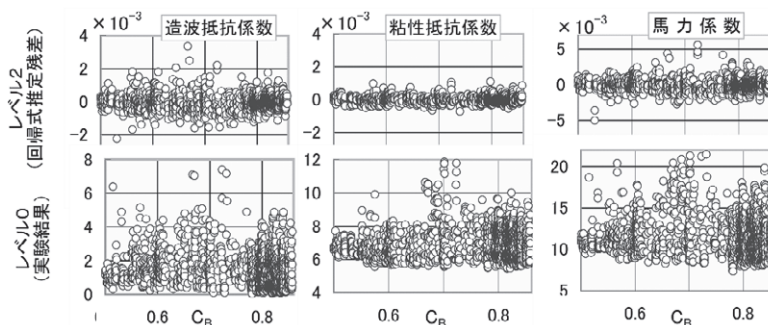
が、計画満載状態以外の載貨状態については、満載状態の馬力に対応する速度での性能を示してあります。

これらの図表によりすると、レベル0（実験結果）では、造波抵抗係数と粘性抵抗係数の相関が大きくなっています。これは、造波抵抗係数が大きい船型では粘性抵抗係数も大きいことを示しています。ただし、レベル2の推定残差の相関係数が小さいことから、上記の相関はレベル2以下の船型要素に起因するもので、浮心前後位置等のレベル3以上の船型要素の影響は小さいことを示しています。有効伴流係数とスラスト減少係数の相関係数は、レベル0で大きくなっていますが、これは、肥えた船型では有効伴流係数とスラスト減少係数がともに小さく、痩せた船型ではともに大きいことを示しています。この場合は、レベル2の推定残差でもある程度の相関がありますが、これは、例えば、「有効伴流係数が大きくなるようなレベル3（浮心前後位置等）以上の船型要素を有する船型では、スラスト減少係数も大きい」ということを示しています。

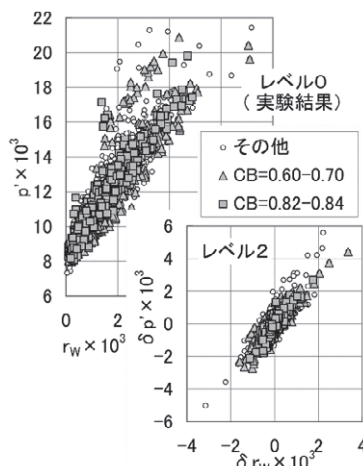
### 3. 馬力係数との相関

表－2には馬力係数との相関係数も示しましたが、造波抵抗係数や粘性抵抗係数との相関が大きくなっています。図－4には方形係数ベースで造波抵抗係数、粘性抵抗係数、馬力係数を例示します。下段図は実験結果、上段図はレベル2の回帰式の推定残差です。図－5、図－6は、同じデータを用いて、馬力係数を造波抵抗係数や粘性抵抗係数をベースに示した図です。

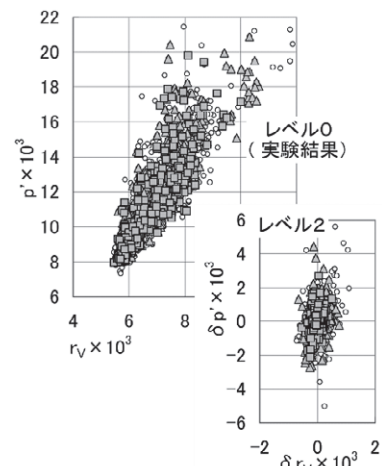
表－2や図－5によると、造波抵抗係数と馬力係数との間には大きな相関があります。この相関はレベル2の回帰式推定残差でもあまり小さくなりません。これは、レベル3以上の船型要素の影響で造波抵抗係数が大きくなっている船型では、その影響で馬力係数も大きくなっていることを示しています。他方、図－6に示す粘性抵抗係数の場合は、粘性抵抗係数が大きい船型では馬力係数も大き



図－4 実験結果およびレベル2の回帰式推定残差



図－5 造波抵抗係数と馬力係数

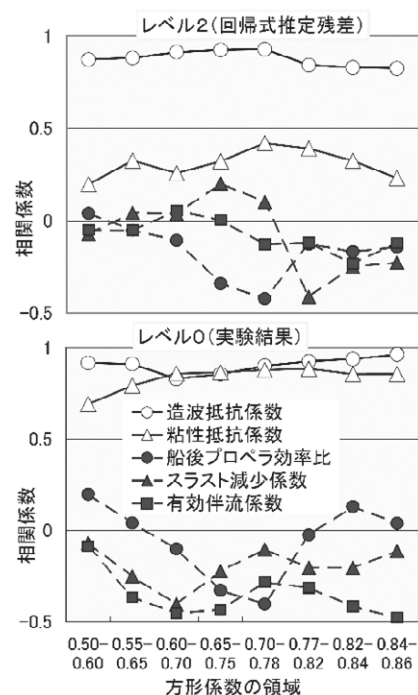


図－6 粘性抵抗係数と馬力係数

いのですが、その多くはレベルが2以下の船型要素に起因していることが分かります。

図－7は、図－4に例示した方形係数ベースのデータから、幾つかの領域毎に移動平均の手法で求めた相関係数です。各方形係数領域でみても、造波抵抗係数や粘性抵抗係数は、馬力係数との相関が大きいです。有効伴流係数との相関係数がマイナスになっています。他の性能要素が不変のとき、有効伴流係数は馬力係数と正の相関を有するはずですが、有効伴流係数が大きい船型では、粘性抵抗係数が小さく、スラスト減少係数が大きくなることで、結果として負の相関になっています。

今回は、相関の（その2）として、馬力係数に対する性能要素の寄与率、満載状態の推進性能とそれ以外の載貨状態の推進性能との相関について紹介する予定です。



図－7 馬力係数との相関係数

（技術顧問 佐藤和範）



## (財) 日本造船技術センター創立44周年を迎える

平成23年5月12日、当センターの創立44周年記念式典が行われました。はじめに、永年勤続者（10年、3名）の表彰と（石元辰吾、渡辺雅宏、林田圭介）業務改善2件の表彰の後、徳留会長よりあいさつがあり、乾杯の後、祝賀会が行われました。

（業務改善表彰）

1. 400m水槽用簡易リフターの製作  
（福島寛司、谷上明彦、小宮貴文、小松幸雄、島崎達雄）
2. 計測結果プロット表示プログラムの開発  
（白倉潤、福島寛司、小宮貴文、橋本尚樹、高野雄平）



### ■委員会等

第114回HRC委員会

平成23年4月26日

（財）日本造船技術センター大会議室

第1回SPCG委員会（平成23年度）

平成23年4月26日

（財）日本造船技術センター大会議室

第23回技術懇談会・情報交換会

平成23年5月18日

今治国際ホテル 会議室

第33回評議員会

平成23年6月15日（水）

（財）日本造船技術センター役員会議室

第159回理事会

平成23年6月17日（金）

（財）日本造船技術センター役員会議室

### 編集後記

東日本大震災から4ヶ月経過しましたが、先ずもって被災地の皆様に心からお見舞いを申し上げるとともに一日も早く復旧・復興が進むことを心からお祈り申し上げます。

同震災に際しては、当センターの水槽

試験業務においても、試験中の模型船や計測機器が水没したほか、試験用水槽として利用している海技研の「400m試験水槽」に地震の影響と思われる漏水が見つかるなどいくつかの影響があり、その後も余震が続いたこと、水槽の漏水に対する応急措置が必要となったことなどから3月中の水槽試験を中止せざるを得なくなりました。この間に試験を予定していた皆様にはスケジュールの再調整をお願いするなどのご協力を頂き有難うございました。

4月に水槽試験を再開したものの、8月以降「400m試験水槽」の本格的な補修・改修工事が行われる予定であることから、今年度の水槽試験スケジュールがタイトになることが予想されます。このような状況を踏まえ当センターとしても海技研のご理解を得ながら夜間や休日における水槽試験の実施を始め「中水槽」の活用などあらゆる努力を続けることにより皆様へのご不便を最小限に留めたいと考えておりますので、ご理解・ご協力のほど宜しくお願いいたします。（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

TEL 0422-24-3861（三鷹）

# SRC

Shipbuilding Research Centre of Japan

財団法人 日本造船技術センター

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

### 本 部（吉祥寺）



### 試験水槽

