

No. 87

●目 次●

- 1 高速度ビデオカメラの導入
ーキャビテーション現象の
連続記録にむけてー
page 1
- 2 SRCのEEDIへの取り組み
(その3 船型設計への支援)
page 2
- 3 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1)
page 4
- 4 随想 船型と幾何学について
page 6
- 5 船型の数式表示について (7)
page 8
- 6 SRC資料室
(7) 載貨状態と推進性能
page 10
- 7 トピックス等
page 12

高速度ビデオカメラの導入

ーキャビテーション現象の連続記録にむけてー



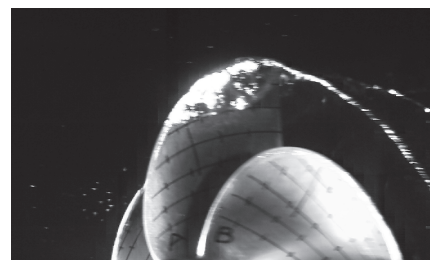
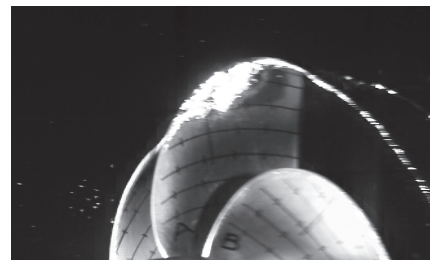
ビデオカメラと照明

当センターではこの度高速度ビデオカメラを導入し、皆様のご利用に向けて現在調整・試運転を開始しております。

今回導入した高速度ビデオカメラは、画素数1024×1024ピクセルで7,000コマ/秒の撮影が可能であり、画素数を少なくすることにより最高1,302,000コマ/秒で画像を取り込むことも可能になります。

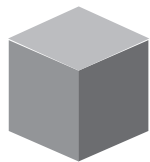
通常のキャビテーション現象の観察では、プロペラ回転角度に同期させて、1回転中に1回ストロボを発光させ現象を記録するもので、回転角度を変えた場合は別の回転時のものであり、1回転中の連続現象を捉えたものとは言えません。

高速度ビデオカメラを導入したことにより、プロペラ1回転中の現象を連続的に捉えることが可能となり、キャビテー



回転しているプロペラを30,000コマ/秒で撮影した連続映像写真

ションの発生から消滅までの現象を連続画像で記録することが可能となります。



SRCのEEDIへの取り組み (その3 船型設計への支援)

1. はじめに

IMOにおける温室効果ガス排出規制への取り組みは、現在大詰めを迎えています。今夏に開催されるMEPC62において、我が国主導で提案されているEEDI認証ガイドラインが採択されれば、最も早い場合2013年1月にも発効し、それ以降に契約される船舶のEEDI値は、ガイドラインに定められたEEDI規制値を下回ることが要求されます。

EEDI値が規制値を超えてしまった船舶が取るべき対策は、次の二つの方法が考えられます。一つは載貨重量(DW)を増加させること、今ひとつは航海速度(Vs)を低下させることです。しかし、これらの対策は技術的にも運航計画上でも現実的ではありません。従って設計段階で十分にEEDI値、すなわち推進性能の検討を行っておくことが重要となります。

SRCは昭和42年の設立以来、船型、プロペラに関する数多くの水槽試験を行ってきました。これらの成果は、スーパーエコシップの船型開発やノンバラスト船型、ミニマムバラスト船型の開発など、様々な形で日本造船界にフィードバックされています。EEDI規制対応の船型を開発していくこともSRCに求められる責務と考え、船型改良手法の開発やその応用に注力しています。

本稿ではSRCが開発した最新の船型設計システム“SRC Tips”を利用したEEDI値の改良例をご紹介します。

2. 船型初期設計システム：SRC TIPS

“SRC Tips”はSRCで推進性能試験を行った3000隻以上の膨大な1軸排水量型船型のデータベースを基礎とし、生物の脳神経系の情報処理アルゴリズムにもとづいたニューラルネットワーク、生物

進化をシミュレートした最適化手法である遺伝的アルゴリズム、船型パラメータによる数学的船型表示法などを核として、使いやすいユーザーインターフェースを整えた船型初期設計システムです。

“SRC Tips”の構成をFig.1に示します。“SRC Tips”は以下の5つの主要なツールにより構成されています。

- Tips Id：与えられた条件より船型の初期要目を推定する。
- Tips Sp：与えられた船型の推進性能推定と馬力計算を行う。
- Tips Sk：概略線図を生成する。
- Tips Op：与えられた船型の推進性能を最適化する。
- Tips Ar：与えられた船型の区画配置を検討する。

これらのツールは専用ファイルにより相互に結びつき、設計の各段階に応じて、自由に目的のツールを使用することができます。また設計結果をAutoCAD、NAPA、海技研CFDプログラム(Neptune、Surf)などの専用ファイルとして出力することも可能で、これらのプログラムを利用した設計結果の評価、加工も可能となっています。

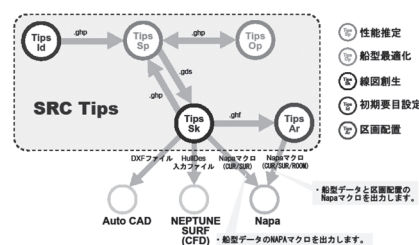


Fig.1 Construction diagram of “SRC Tips”

3. 小型貨物船のEEDI値の改良

ここではTips Sp、Tips Opそれぞれの前身となるプログラムを用いて行った船

型改良例をご紹介します。改良の対象となった船型の概略主要目比等をTable 3に示します。本船型はL/Bが小さく、かつ設計フルード数が大きいため、従来のデータベースではデータの少ない範囲にあり、性能推定や最適化の際、工夫を要する船型です。試みに計算したEEDI値は現在提案されている規制値に対してぎりぎりの値でした(Fig.6参照)。

Table 1 Principal dimensions of the example ship

L/B	約5.0
B/d	約2.5
DW	約9000ton
設計Fn	約0.21

船型改良の目標を明確にするため、原型の船型データを用いて、1) Tips SP、2) テーラーチャート等、3) 統計解析手法(SP82)、の3種の手法を用いて概略の馬力推定を行いました。この結果得られた計画速度における制動馬力を計画主機出力(NOR, 15% S.M.)との比の形でFig.2に示します。SP82以外の推定値は1.0を超えており、計画速度の達成には最大4%程度の馬力低減が必要であることが分かります。

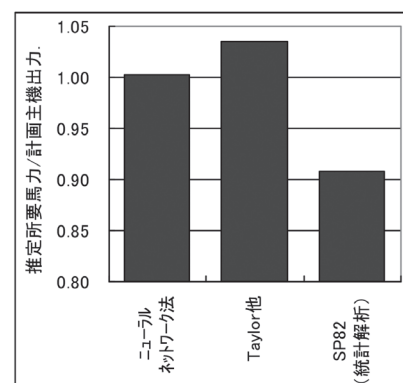


Fig.2 Preliminary estimation of BHP (Fn=0.21)

船型改良はTIPSとCFD、CAD等その他のツールを使用し、Fig.3に示す手順

で行っています。TIPSで得られた最適なCp, Cwカーブを利用してラフラインを作成し、CFDで性能をチェックします。その後、依頼者殿と協力しながら配置、復原性等を評価していきます。この過程を繰り返し、最終的な船型を決定します。

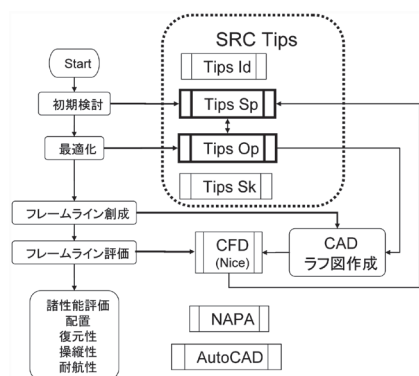


Fig.3 Improvement Procedure of Ship Form

TipsOPは遺伝的アルゴリズムを用いた船型最適化ツールです。Fig.4にCp, Cwカーブを最適化した場合の有効馬力(EHP)、排水量、 l_{CB} の変化を、原型を1.0とした比率で示します。この例では最適化の目的関数をEHPとし、 C_B , C_W 値を一定とした制約条件のもと、最適化を行っています。 l_{CB} は自由としました。排水量は、最初の3世代で目的とする排水量の99.9%に達しています。EHPの最小値は66世代目で得られますが、この時は排水量が目標値にわずかに足りず、最適解は425世代目に得られています。最適解のEHPは原型に対し-17.3%、最適船型の l_{CB} は原型に対し1.2%Lpp程度後方に移動しています。

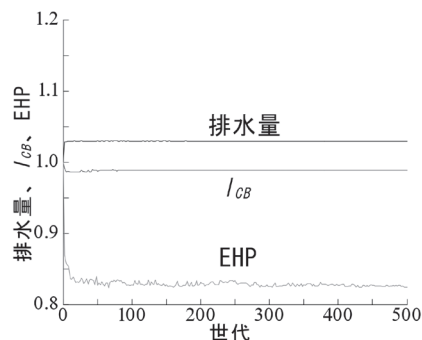


Fig.4 Example of Hull form optimization(M3)

Cp, Cwカーブの改良と併せ、CFDによるフレームラインの検討、配置の検討などにより、M3～M9まで数隻の船型を設計しました。Fig.5にその結果を示します。

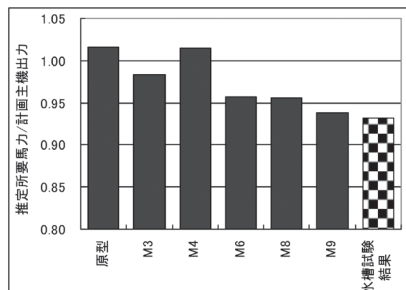


Fig.5 Power estimation results of the Improved Ships

M3, M4は遺伝的アルゴリズムを用いてCp, Cwカーブを最適化し、原型の傾向に沿ってフレームラインを作成しました。M4では配置の関係から l_{CB} を制限しています。M6以後はM4のCp, Cwカーブを用いてCFD計算結果を検討しながらフレームラインを作成しました。この結果、最終改良船型M9では原型に比し約8%の性能改善が得られています。Fig.5には水槽試験により得られた制動馬力も併せて示していますが、計画速力における水槽試験供試船型の制動馬力は、原型より8.5%低減されています。また計画主機出力での到達速力は計画値に対し+0.3ktを達成しました。Fig.6は改良前後のEEDI値と現在提案されているEEDI規制値を示していますが、原型で規制値ギリギリもしくはオーバーしていたEEDI値は、改良船型では規制値をクリアすることが可能になっています。

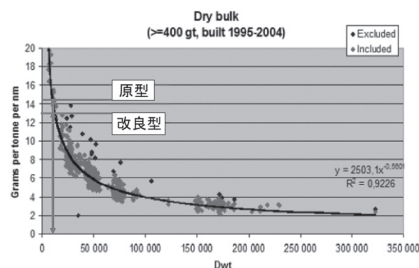


Fig.6 Improvement for EEDI proposal

実船建造された本船は、試運転結果も良好で、計画通りの性能であったと設計担当者より伺っています。

4. まとめ

3回に分けて、SRCにおけるEEDIへの取り組み状況をご紹介しました。初回はEEDI値算定に重要な役割を果たす水槽試験の試験精度を検証しました。第2回目の前回は、EEDI値を左右する馬力推定に関わる実船-模型船間の相関係数について、その実情と問題点を紹介しました。最後の今回は、EEDI値に問題がある船型に対するSRCのサポート体制を、実例をもとにご紹介しました。

SRCの大型模型船の建造実績は、昨春、船研時代から数えて累積5000隻を超えました。この実績に加え、これまで3回にわたってご紹介してきた取り組みを押し進め、今後の国際的なEEDI規制に対応できる体制の構築に取り組む予定です。

(試験センター 金井 健)

参考文献

- 1) 佐藤和範：日本造船技術センターの新たな挑戦、日本造船学会誌、第879号、2004/5
- 2) 実船の性能推定-模型・実船相関係数について、SRC News No.32、1996、pp2-3.
- 3) ITTC: Report of Performance Committee、1978、pp361-392
- 4) 佐藤和範、統計解析による船舶の推進性能算出システムの開発について、日本造船技術センター技報、第10号(1982)、P.9～17
- 5) 佐藤和範：圧力分布を考慮した新しいプロペラ設計法- PDプロペラ設計システム-、日本造船学会誌、第798号、1995/12
- 6) 金井健：スーパーエコシップの船型計画について、スーパーエコシップ・フェーズ1(SES1)技術支援セミナー、2006、pp.29-32.
- 7) 金井健：ニューラルネットワークを利用した船舶の推進性能推定、日本船舶海洋工学会論文集第10号、2010
- 8) 船型設計システムを活用した船型開発について、SRC News No.70、2007



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1）

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（以下「テロ無償」と略す。）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・設計/調達監視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、その概要を主として高速艇及び現地事情について2回にわけて報告します。



「マ」国位置図

2. 背景およびプロジェクト概要

マラッカ海峡は、世界海運の約3分の1にあたる200隻/日以上的大型船舶が通過する国際的な主要航路の一つであり、海賊行為や密輸、密入国等の海上事犯が多発しています。そのため、マラッカ海峡とこの周辺海域の安全と治安確保は、「マ」国のみならず、日本をはじめとする海峡利用国の喫緊の課題となっています。このような状況のもとで、2006年当時新設された「テロ無償」資金協力のスキームを利用して、海上密輸等取締能力強化を主目的とする取締機材として

高速艇10隻、および携帯型赤外線カメラ14基の調達資金の要請が2006年3月に「マ」国政府より提出されました。これを受け、JICAは2007年に基本設計調査を行い、その結果、日本政府は実施を閣議決定し、2009年3月30日に「マ」国政府との間で7.14億円を上限とする「海上密輸等取締能力強化計画」の交換公文（E/N）の署名がなされました。本プロジェクトでは、ランカウイ、ペナン、ルムツ、ポートクラン、マラッカ、ジョホールバルの半島部の各税関基地向けとして6隻、サンダカン、タワウ、ピンツル、ミリの東マレーシア側各税関基地向けの4隻を配備する計画で、2011年2月25日に無事全数引き渡されました。

これにより、各基地での取締能力が強化され、マラッカ海峡と東マレーシア海域を中心とする海上治安の改善およびテロ活動抑止への寄与が期待されます。



引き渡された高速艇

3. 基本設計調査および積算

2007年11月には基本設計現地調査団に当センターから業務主任以下4名が参加し、「マ」国内の税関の海上取締基地として、半島側のランカウイ、ペナン、ルムツ、ポートクラン、ジョホールバル、東マレーシア側のミリ、コタキナバル、サンダカンの各基地の取締まりの現状視察調査を行いました。



ランカウイ基地

税関では2007年現在でいずれも16m以下のペミンタス、ペナンパス、ペラントスという3段階のサイズの急襲取締艇を96隻有しています。今回の要請は、二番目に小さいペナンパス(PENUMPAS)クラスのカテゴリーに属しますが、今回強化したい取締内容や現状の取締艇群の実態から全長約11～13m、速力55ノット以上、航続距離約200海里、乗員4名という要請内容は適当との結論を得ました。



PENUMPASクラス（8.5～10.9m）

税関保有の取締船艇の船体はアルミ、FRPを問わず、殆ど「マ」国内での建造で、設計はオーストラリア、ニュージーランド、および機関、装備品類は輸入品となっています。各基地周辺には小規模ながら修繕工場もあり、引き渡し後の維持管理にも問題がないという感触を得ました。調査結果として要請内容とほぼ同じ仕様の高速艇とし、メンテナンスの容易な船外機付きFRP製を選定しました。こ

のクラス的高速艇では、容積フルード数は約6.6となり、完全滑走域に入り、当センターの得意とする水槽試験では設計データの入手は困難で、実艇のデータを多く有する専門メーカーのデータ等を参考にしつつ検討した結果、約1,000馬力が必要との結論を得、これに基づき、建造費他の積算を行い、概算事業費を算出しました。



完成予想図

積算に関しては、FRP船建造の積算基準が存在しないため、メーカーの見積もり比較に頼らざるを得ず、国内、「マ」国数社から見積もりを得て、また、実績を持つマレーシア税関からの聴取も参考にして高速艇の購入価格を積算しました。

4. コンサルタント契約

基本設計調査業務はJICAとの業務委託契約ですが、その後の実施設計、調達監理業務はJICAの推薦に基づいた被援助国の実施機関との随意契約となります。「マ」国はODAを既に20数年前に卒業した経済的裕福な国であり、一般の無償資金協力の対象国ではありません。従って、無償資金協力のスキームには不慣れな点があり、また、「マ」国でこの時期に外国との契約に関して不正が発覚したこと、条約に関連して領土の一部を失ったとかで、政府間のみならず外国企

業においても契約書はアットニージェネラルチャンバー（AGC：検察と司法省を兼ねた組織という）の承認が閣議了承前に必要であり、これが原因で、政府間の交換公文（E/N）の署名すら遅れたと言われています。コンサルタント契約書は通常JICAの雛形に基づいて作られますが、本件にもAGCのコメントが寄せられ、その調整に困難を極めましたが、JICAおよび「マ」国税関の責任者の努力により、2009年7月末に契約にこぎ着けることができました。

5. マレーシア紀行（その1）

首都：クアラルンプールであるが、行政は、近郊に新たに開発されたプトラジャヤに近代的官庁街を形成し集中している。クアラルンプールはペトロナスツインタワー他、高層ビルの立ち並ぶ近代都市です。



クアラルンプール市街

社会：国は民族間の経済格差を縮小するため「ブミプトラ」と呼ぶマレー人優遇政策を行い、土地や建物の売買、公務員の採用、大学入試および主な産業面において、マレー人を優先・保護している。マレー系は官公庁関係、中国・インド系は商業主体と棲み分けている。多民族国家らしく、祝日もイスラム関係の祝日、中国の旧正月、インド系の祝日すべてを

取り入れています。祝日は旧暦で決められていることが多く、毎年祝日が異なるので、出張などは注意が必要です。

民族・風俗：人種はマレー系が3分の2、中国系が4分の1、インド系約1割となっており、マレー系は殆どイスラム教徒で、国教もイスラム教となっています。イスラムの女性は頭にバティックというスカーフを巻いている。税関、警察の女子職員も制帽の下にバティックをしています。



税関女子職員

食事：イスラム教徒として、アルコール、豚肉は厳禁。ただし、異教徒に対して禁止はしていないので、中国料理の店では提供してくれます。ただし、酒類の税率は高く、缶ビールは日本とほぼ同価です。その他の値段が安いので、他に比べ何となく損をしたみたいになります。庶民の食事場所は街角にFRPの椅子とテーブルを数組おいたオープンテラス式で、セルフサービスが普通です。外食が多く、夕方など結構混み合っています。役所でも朝10時頃にはコーヒータイムがあり、軽いケーキとコーヒー、紅茶が準備されます。また、何らかの行事の後には一同に会しての会食が催されます。朝食は通常自宅では取らず、外食が多いとのことです。日本料理店もクアラルンプールなどでは見受けられますが一般に値段が高い感じです。（続く）

（海外協力部 山田通政）



随想 船型と幾何学について

はじめに

技術は、先人の経験や知見の蓄積と近代科学が結合して、夫々の工学体系を形造っています。先史以来、人類の歴史と共に歩んだ船の技術は、代表的経験工学と称され、設計・建造過程の中に歴史のシガラミを見る事は否定できません。中でも、製図台からIT装置への作業転換がなったとは言え、線図設計は依然経験や技能が不可欠な分野です。巨大で複雑、且つ滑らかな船体曲面を、性能を含む難しい設計条件を満たし、詳細な設計や高精度の工作に必要な精度をクリアする線図に展開する、それが真の技術となるには、形状の科学、幾何学からのアプローチが是非共必要です。

船型数式表示も具体的な線図創生結果をお見せ出来るまでになりましたので、趣向を変えて、船型と幾何学の関わりを論じてみました。

幾何学について

物の形の性質を研究する学問、幾何学は、紀元前300年頃、エジプトのアレキサンドリアで活躍したユークリッドにより体系化されました。所謂、ユークリッド幾何学は、以下の5つの公理を基に論理的推論により命題を証明します。

- (1) 2点間を結ぶ直線は一本ある。
- (2) 直線は両側に無限に延長可能。
- (3) 任意点中心に任意半径の円がある。
- (4) 全ての直角は等しい。
- (5) 1本の直線が、他の2本の線と交わる時、同じ側の内角和が2直角より小さければ、2直線を一方に十分延長すると交わる。

即ち、2直角であれば、2つの直線は交わらず平行です(図-1)。

ここで、直線は2点間の最短線、直角は2本の直線の交点周りの4つの角度が

互いに等しい場合の角度、円は一点からの距離が等しい点の軌跡と定義されます。

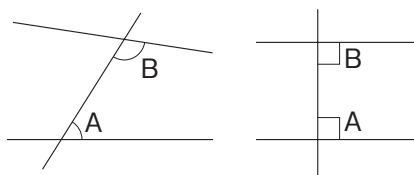


図-1 平行線の公理

ユークリッドの著書“原論”に収められた465の定理の中には、有名な、「3角形の内角の和は2直角(図-2)」やピタゴラスの定理「直角3角形の斜辺上の正方形の面積は、他の2辺上の正方形の面積の和に等しい(図-3)」があります。

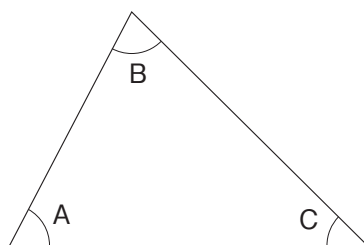


図-2 3角形の内角

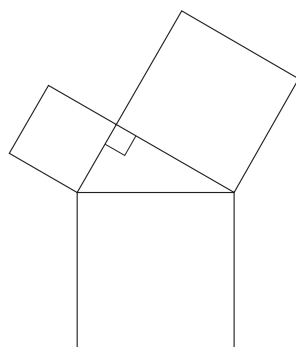


図-3 ピタゴラスの定理

非ユークリッド幾何学へ

公理(5)は、無限延長の仮定が公理として問題と指摘され、命題として証明する努力が、2千年に渉り続けられました。

19世紀前半、ガウス、ロバチェフスキ等が(5)相当の公理を、「与えられた直線の外にある任意の一点を通して、与えられた直線に平行な直線は2本以上ある。」として、「3角形の内角和は180度より小さい。」等、ユークリッド幾何学とは異なる結果を導きました。更に、リーマンは、「与えられた直線外部の1点を通して、与えられた直線に平行な直線は存在しない。」として、「3角形の内角の和が180度より大きい。」や「直線はどこまでも延長できるが長さは有限」という奇妙な結果を導きました。

曲面上の幾何学

しかしながら、リーマンが導いた結果は3次元球面上では矛盾無く成立します。即ち、球面上の2点間を最短で結ぶ線、大円(経線)は緯線と直角に交わり、頂点での経線の交わる角度を加え、内角の和は180度より大きくなります。当然ですが円である経線の長さは有限です。

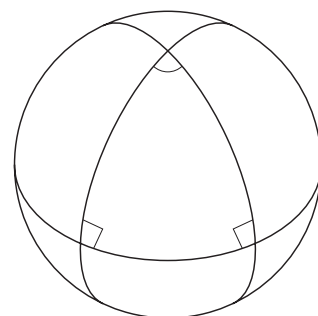


図-4 球面上の3角形

巨大な球面上の狭い領域に居る人には、曲面は平面に見え、ユークリッド幾何学が成り立つと信じるでしょう。即ち、我々が身近に見る物や現象はユークリッド幾何学に従うように見えても、非ユークリッド幾何学(リーマン幾何学)の一部なのです。従って、複雑な曲面の複合体である船体形状の性質はリーマン幾何学により評価されねばなりません。

微分幾何学

リーマンは、幾何学に代数学や微積分の手法を取り込んだ微分幾何学を導入して彼の名を冠した幾何学を構築しました。其の要諦は、空間の局所的特性は2点間の微小距離 ds と座標成分(dx, dy, dz)を関係つける式により一意に決まることです。即ち、ユークリッド空間の場合、 $ds^2=dx^2+dy^2+dz^2$ が、非ユークリッド空間(リーマン空間)は $ds^2=G_{11}dx^2+G_{12}dxdy+G_{13}dxdz+G_{21}dydx+G_{22}dy^2+G_{23}dydz+G_{31}dzdx+G_{32}dzdy+G_{33}dz^2$ と表され、係数 G_{11} - G_{33} は x, y, z の関数で空間の計量と呼ばれます。

船体数式表示を基に展開した具体的な式については、船型数式表示(5)を参照下さい。そこでは、リーマン計量を第1基本形式、空間の計量を E, F, G として曲率や測地線の式を紹介しています。

なお、リーマン幾何学は3角形の内角和が2直角より小さい場合(曲面は回転双曲面)も含み、又、次元を1つ上げ4番目の座標軸を光速 $\times$ 時間とすれば、空間と時間に関するアインシュタインの一般相対性理論となります。

曲面上の平行とは

曲面上の曲線 $P(t)$ の接ベクトル $X(t)$ を t について微分し、曲面に沿う成分 $=0$ が平行移動の定義です。曲面上の曲線外の2点のベクトルが、それぞれ曲線に平行でも、互いに平行とは限りません。

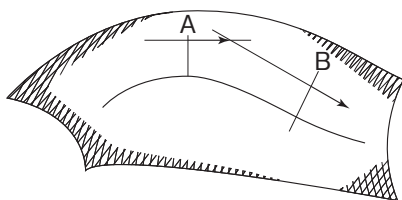


図-5 曲面上の平行の概念

曲面上の3角形の内角の和

曲面上の3角形に関しては、以下の式が成り立ちます(ガウス・ボネの定理)。
$$\int K \theta^1 \wedge \theta^2 + \int kg ds = t_1 + t_2 + t_3 - \pi$$
ここで、 K はガウス曲率、 kg は測地的曲率、 t_1, t_2, t_3 は3角形の内角、 θ^1, θ^2 は曲面の接ベクトル成分、 $\wedge$ は外微分を表します。3角形の辺が測地線であれば $K>0$ (凸曲面)では、 $t_1+t_2+t_3 > \pi$
 $K=0$ (平面)では $t_1+t_2+t_3 = \pi$
 $K<0$ (鞍状面)では $t_1+t_2+t_3 < \pi$ となります。上から順にリーマン、ユークリッドおよびロバチェフエキの面に対応します。船体曲面はこれらの面の複合体です。

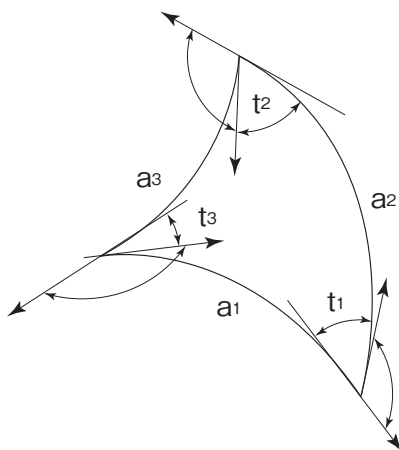


図-6 曲面上の3角形の内角の和

船体曲面表示式について

幾何学を船体曲面特性の評価や線図創生に役立てるには、曲面の数式表示法の開発が必要です。数式表示法の詳細は、既刊のSRC Newsで紹介済みですので、基本的な考え方を整理します。

- (1) 曲面は曲線の連続的重畳構造
- (2) 曲面の数学的滑らかさとは重畳する曲線の座標及び1, 2階微分値の連続的变化と同等
- (3) 感覚的滑らかさとは、対象曲面が本来持つと認識された特性で、必ずしも、(2)と同じではない。

(4) 曲線は、数種の数値パラメータとそれらに特有な関数の1次結合形式で表せる。

(5) 曲線の式を3次元に拡張すれば、曲面の表示式が得られる。

直交座標系表示の曲面($x, y(x, z), z$)は、パラメータ関数 $Bi(z)$ と、これに特有な関数 $Ai(x)$ により、 $y(x, z)=\sum Ai(x)Bi(z)$ と表され、 x の範囲が z の関数であれば、 $X=X(x, z)$ 、 z の範囲が x の関数であれば、 $Z=Z(x, z)$ とし、 $Ai(X(x, z)), Bi(Z(x, z))$ により、 $y(x, z)=\sum Ai(X(x, z))Bi(Z(x, z))$ となります。この式は、構成要素の曲線を適切なパラメータで表示出来れば、船型に限らず色々な曲面に適用可能です。船体曲面の場合、船体特有の形状や条件、異種曲面の接合(SRC News 86参照)、曲面の変形やフェアリング、そのための評価指針、更に推進性能との関連など解決すべき課題は多彩です。

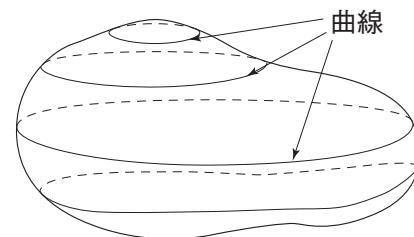


図-7 曲面構成の概念

結び

手動計算機を回し図面を描いた半世紀前には願望に過ぎなかった事がパソコンの機能向上と技術計算ソフトの普及により可能になりました。難しい数学を理解し、面倒な数式を考究・展開してプログラミングの苦痛は変わりませんが、船型設計の真の近代化を目指して、一步前進2歩後退を繰り返しつつ歩を進めています。

(技術顧問 武隈 克義)

船型の数式表示について (7)

はじめに

前号SRC News No.86では、船体を構成する特性の異なる曲面の接合について検討し、隣接面同士の滑らかな接合条件を満たす曲面表示法を提案しました。本稿では、パラメータ関数と曲面形状の関係という数式表示本来のテーマに戻り、パラメータ関数の意味や表示式の基本構成について、具体例と併せて紹介します。

1. 曲面表示式とパラメータ関数

曲面は先端 $x=0$ 、肩 $x=1$ とする長さ方向位置 x と、計画喫水を1とする深さ z の曲面関数として最大半幅1の水線半幅 $Y(x,z)$ で表されます。

$$Y(x,z) = bo(z)(Ao(Xo) + A1(Xo)w(z) + A2(Xo)f(z) + A3(Xo)t(z) + A4(Xo)\alpha(z) + A5(Xo)\beta(z)) \quad (1)$$

$$Xo = (x - g(z))/(s(z) - g(z)) \quad (2)$$

ここで、 $bo(z)$ は最大断面形状表示式、 $Ao(Xo)$ – $A5(Xo)$ は、長さ方向変化を表す関数、 $g(z)$ は船首尾プロファイル、 $s(z)$ はSide Flat End Lineです。

曲面形状を決めるパラメータ関数 $w(z)$ 、 $f(z)$ 、 $t(z)$ 、 $\alpha(z)$ 、 $\beta(z)$ は、深さ z における水線面積係数($w(z)$)、先端の仮想幅($f(z)$)と水線勾配($t(z)$)、長さ方向2階微分の肩における値($\alpha(z)$)、及び先端における値($\beta(z)$)を表します。

2. パラメータ関数 $w(z)$

水線面積係数 $w(z)$ は、計画喫水線下の $z = 0 \sim 1$ 間の積分値で容積に相当する w_p 、計画喫水 $z=1$ の水線面積係数 w_1 、仮称、船底平坦面積係数、 $z=0$ での値 w_0 及び喫水線上の仮称上甲板面積係数、 $z = m$ での値 w_m を満足し、喫水線上下夫々の範囲の分布形状の特性を与える条件や、船底平坦面との接合を考慮して設定されます。

表示式を z の多項式で表し、上記の条件から係数 a_j 、 b_k を設定します。

$$w(z) = w_0 + \sum a_j z^j + b_k z^{(1/k)} \quad (3)$$

図-1に $w(z)$ の例を示します。

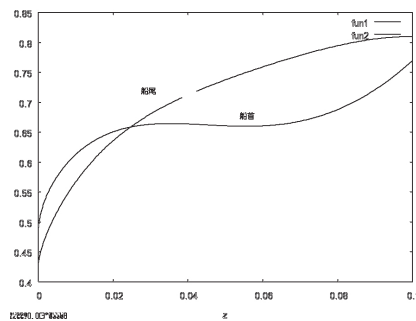


図-1 パラメータ関数 $w(z)$

3. パラメータ関数 $f(z)$

船首尾端に沿う仮想幅 $f(z)$ も $z = 0 \sim 1$ 間の積分値 f_p 、 $z = 1$ での f_1 、 $z = 0$ での f_0 、 $z=m$ での f_m や喫水線上下夫々の範囲の特性を決める条件や表示式は $w(z)$ と基本的に同形式ですが、船首バルブ形状や船尾での舵、プロペラ装着等を考慮する必要があります。図-2に、 $f(z)$ の例を示します。

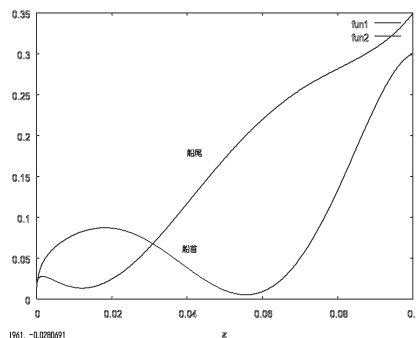


図-2 パラメータ関数例 $f(z)$

4. パラメータ関数 $t(z)$

船首尾端に沿う水線勾配 $t(z)$ も、 $z = 0 \sim 1$ 間の積分値 t_p 、 $z = 0$ 、 1 、 m での値、 t_0 、 t_1 、 t_m 、喫水線上下範囲の特性を与える条件や表示式は、 $w(z)$ 、 $f(z)$ と同じですが、曲面に局所的凹凸が生じぬ様な、 $w(z)$ 、 $f(z)$ との組合せとする必要があります。図-3に $t(z)$ の例を示します。

5. パラメータ関数 $\alpha(z)$ 、 $\beta(z)$

$\alpha(z)$ は、肩における2階微分値ですが、変形された曲面ではside flat end lineに沿う水線の曲率を表します。又、 $\beta(z)$ は船首尾端に沿う水線の曲率を表し、船底付近の水線の両端に反りを与えて、水線形状を調整する補助的パラメータで、船底近傍の局所的関数としています。図-4に $\alpha(z)$ の例を示します。

なお、 $z = 0 \sim 1$ 間の積分値、 w_p 、 f_p 、 t_p 、 α_p 、 β_p は、横切面積曲線表示の数値パラメータ、又、 w_p は $x = 0 \sim 1$ 間の積分値 C_p に対応します。

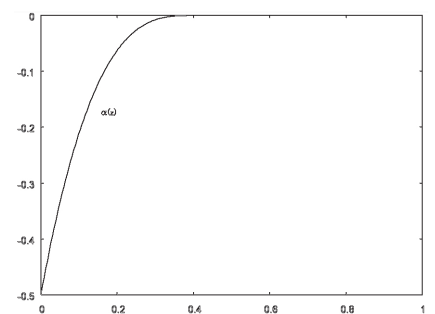


図-4 パラメータ関数例 $\alpha(z)$

6. 船型創生のケーススタディ

船長/幅比 $L/B=6$ 、幅/喫水比 $B/d=3$ で肥満係数 C_b を変えた船型を創生し、条件設定方法や課題について検討中です。

Case	1	2	3	4
C_b	0.86	0.75	0.66	0.55

以上の内、case-2についての検討結

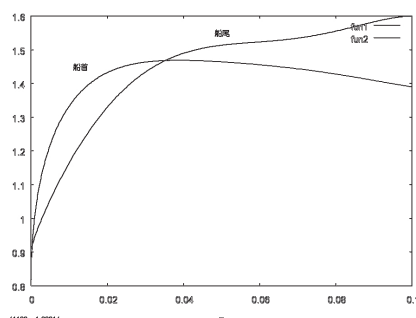


図-3 パラメータ関数例 $t(z)$

果を図-5以降に紹介します。

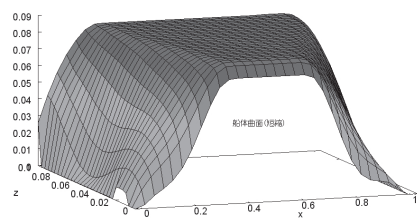


図-5 船型全体

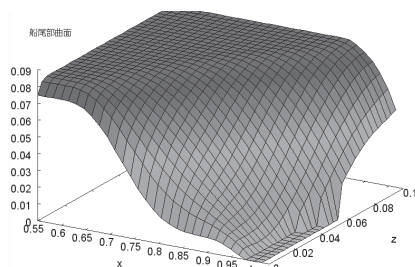


図-9 船尾曲面

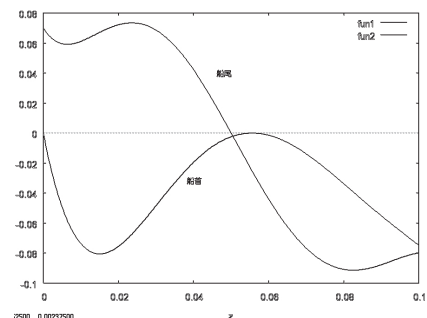


図-12 船首尾プロファイル

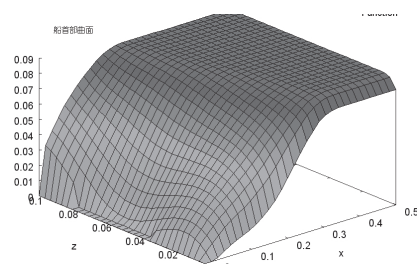


図-6 船首曲面

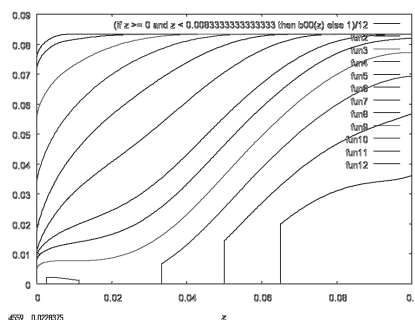


図-10 船尾正面図

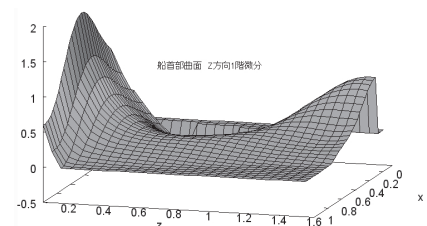


図-13 船首 Yz

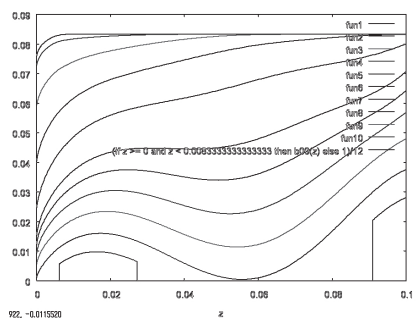


図-7 船首正面図

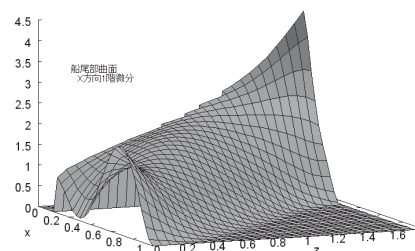


図-11 船尾 Yx

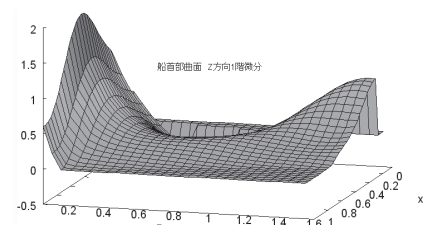


図-14 船尾 Yz

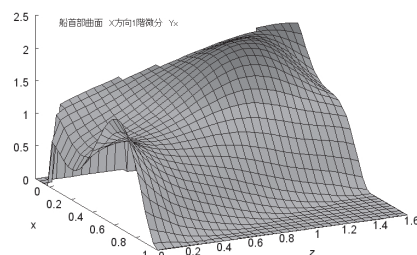


図-8 船首 Yx

図-5は、創生した船首尾曲面(図-6, 図-9)を組合せた形状、図-7, 図-10は、曲面の切断面を示す正面線図、即ち肋骨線です。通常の表示法と違いますが検討途上の生データとご理解願います。

船首尾端は未処理で船底平坦面との接合に改良の余地はありますが、長さ方向勾配分布(図-8, 図-11)、深さ方向勾配分布(図-13, 図-14)を見ると曲面の連続性や滑らかさは実現しているようです。(続く)

(技術顧問 武隈克義)

(7) 載貨状態と推進性能

本号では、バラスト状態等、載貨状態を変えた場合の推進性能を紹介します。

図-1の上段は形状影響係数、下段は造波抵抗係数です。左側半分は横軸を計画満載状態に対する排水量比、縦軸をトリム（船尾トリムがプラスで下側）とした等高線です。横軸の値が1.0、縦軸の値が0.0の点が計画満載状態です。瘦せ型船型の例として方形係数 C_B が0.6の船型、肥大船型の例として0.8の船型を示しています。造波抵抗係数はフルード数が0.26、0.185における値です。右側半分は、左側と同じデータについて、横軸を船尾喫水、縦軸を船首喫水（いずれも、計画満載喫水 $d_{\text{DESIGN DRAFT}}$ に対する比）とした図です。両軸の値が共に1.0の点が計画満載状態です。図-2は、図-1と同じ形式で、スラスト減少係数、有効伴流係数、制動馬力の等高線です。船後プロペラ効率比は、スペースの制約から省

略します。

喫水は、プロペラの空気吸い込み、スラミング、前方視界等に関する条件から制限されますが、ここではより広範囲な喫水での推進性能を示しています。

これらは、日本造船技術センターで実施した水槽試験結果から求めた回帰式で計算しました。この回帰式の説明変数は、船の主要寸法、計画満載喫水に対する排水量比、トリムで構成されており、船の長さ方向の重量分布やフレームライン形状を含んでいません。よって、ここで示した性能は、平均的なCPカーブ、CWカーブ、フレームライン形状を有する船型の性能です。載貨状態による推進性能の変化は個々の船型によって違いますが、この違いは造波抵抗係数やスラスト減少係数で大きく、また、瘦せ型船型で大きくなる傾向があります。

図-1によると、肥大船型の形状影響

係数は排水量比、トリムが大きい場合に大きくなります。瘦せ型船型では排水量比の影響は小さくなります。造波抵抗係数では、トリムの影響は小さくなっています。計画満載喫水付近では、排水量比の影響も小さいのですが、排水量比が小さい領域では急増します。図-2によると、スラスト減少係数は、排水量比やトリムが小さい場合に小さくなりますが、結局、ほぼ船尾喫水で決まります。有効伴流係数 $1-W_{TS}$ も排水量比やトリムが小さい場合に小さくなりますが、排水量比の影響が支配的です。制動馬力も排水量比とトリムが小さい場合に小さくなりますが、排水量比の影響が圧倒的です。ただし、排水量が小さい領域での等高線間隔が広がっていますので、この領域での馬力減少率は鈍化します。トリムの影響は小さいのですが、イーブンキールで馬力極小とはならずトリムが小さくなる

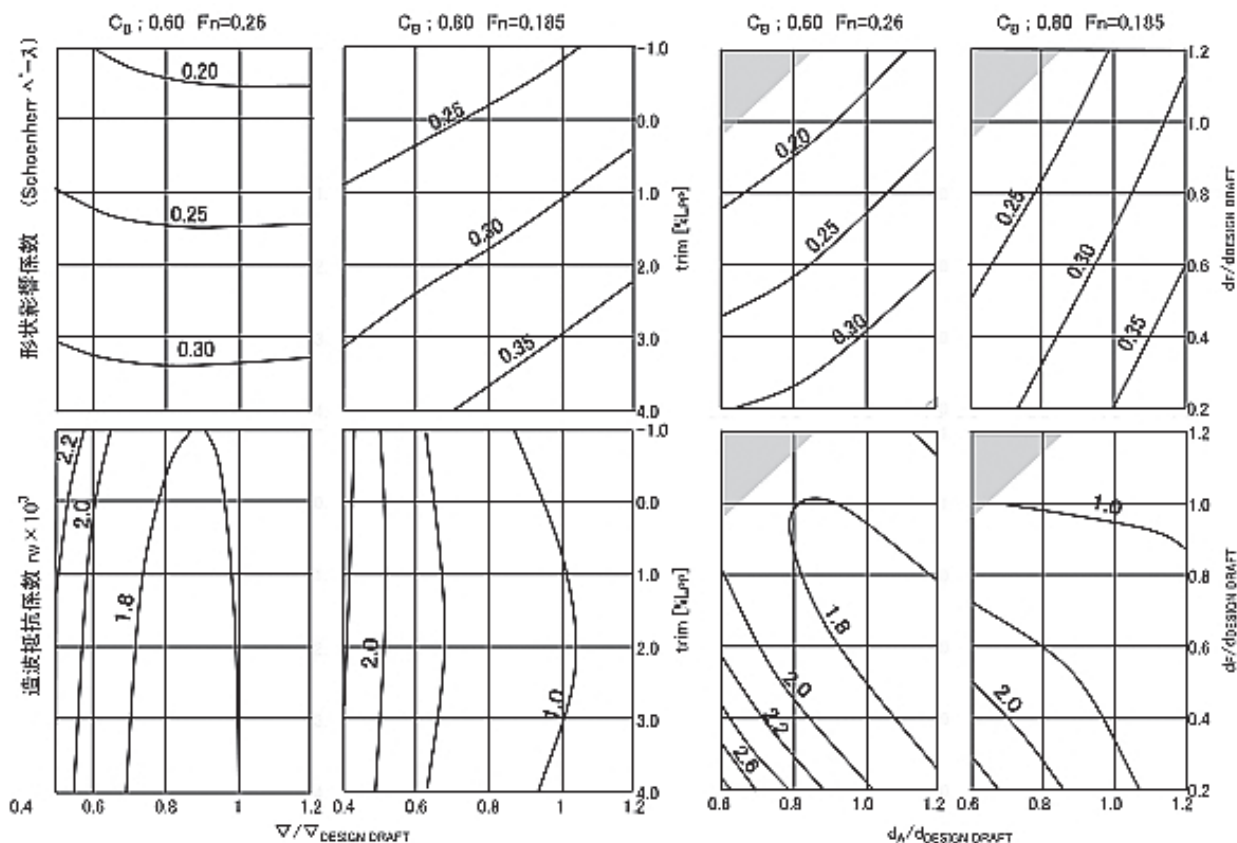


図-1 抵抗性能 ($L_{PP}/B = 6.0$, $B/d_{\text{DESIGN DRAFT}} = 3.0$ 以下同様)

$$r_W = R_W / \rho \nabla^{2/3} V^2$$

第2回安全講習会の実施

当センターでは、平成23年2月25日に、中央労働災害防止協会より講師を招いて第2回安全講習会を実施しました。今回は、当センターに設置してある安全推進委員会で実施している安全パトロールを業務の流れに沿って講師と供に実施し、その結果をふまえて注意点、改善点等について講習を行って頂きました。



講習会状況



安全パトロール状況

■委員会等

第112回HRC委員会

平成22年10月15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22年度)

平成22年10月15日

(財)日本造船技術センター大会議室

第31回評議員会

平成22年12月15日(水)

(財)日本造船技術センター役員会議室

第157回理事会

平成22年12月16日(木)

(財)日本造船技術センター役員会議室

編集後記

スロースチーミングが省エネやCO2削減のための有力な手段としてクローズアップされている。コンテナ船の分野では、2009年頃の市況が大変悪かったこともあって、既に世界中の海運会社が実施しているようだ。例えばヨーロッパの謀有力海運会社は、2007年から2010年の間に、スロースチーミングだけでコンテナ1個当たりのCO2の排出量を7%削減したとしている。

1970年代にローマ・クラブ報告書が、

資源の枯渇や環境の悪化と人類の成長の限界について警鐘を鳴らした当時、共感を覚えて仲間と人類の行く末について論じたことが昨日のように思い出される。以来40年、世界はようやくこの問題に真剣に取り組むようになった。スロースチーミングは、船の世界での有力な省エネ手段であり、筆者などは、これにより輸送コストは下がり、環境への悪影響も抑制されると楽観的に考える。

ところが、スロースチーミングの問題点を指摘する声が挙がっている。コンテナ船の供給量が減りコンテナ船の運賃市況が上がればなしである。荷主はコンテナスペースの確保のために余裕を見た

スケジュール管理を行わざるを得ず、結果的に輸送コストが増加する等々。果ては、コンテナ船の運賃市況が改善されたにもかかわらず、スロースチーミングを止めない海運会社はけしからん式の議論も散見される。

これらの駆け引きは、いずれもコマーシャルベースで行われている。経済活動の弾力性を示すもので、立場は様々でも、結論としてはみな納得せざるを得ない。これを政府等が強権をもってやれば、利害が錯綜し収拾困難となろう。自由主義経済の仕組みは、祖先の知恵の詰まった便利な良い仕組みだと、改めて思うところである。(K.M.)

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)



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

