

SRC News

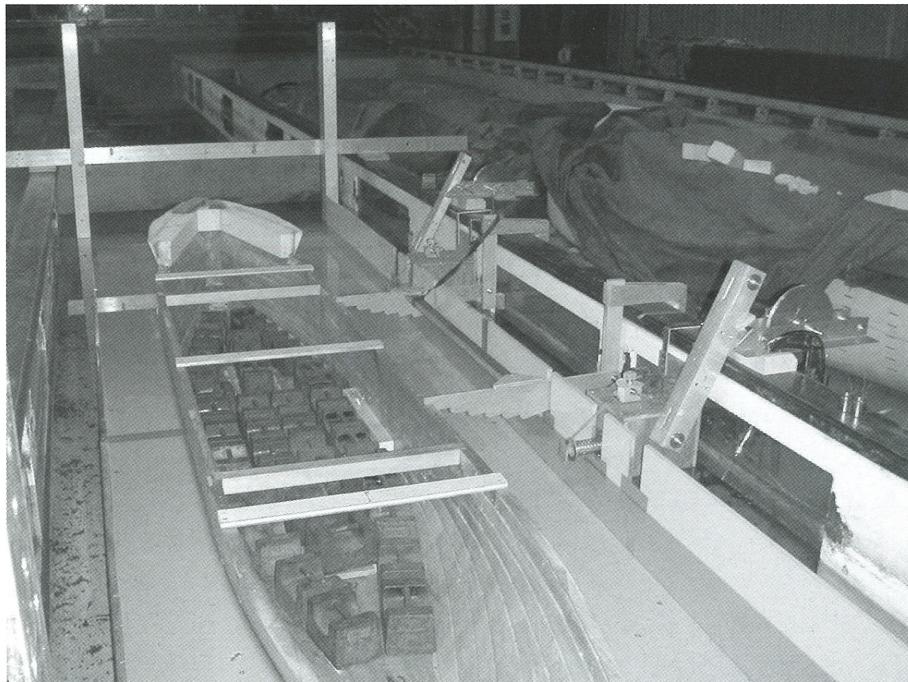
No.56 April 2003

The Shipbuilding Research Centre of Japan

●目 次●

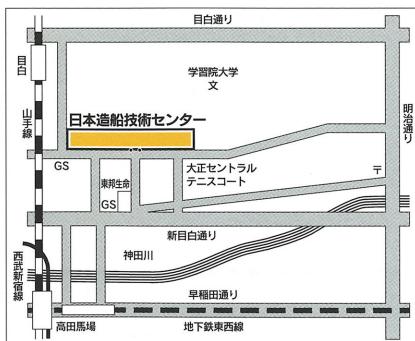
メガフロート空港モデルの転用	page 2
速度ポテンシャルと流れ関数について（その3）	page 4
荒天航海時の甲板冠水について（その4）	page 6
福山地区消防組合19トン級高速消防救急艇「ふくやま」について	page 8
技術の伝承について	page 10

船舶の繫留試験について



船舶の運航において、風浪を冒して外洋を航海する場合の経済性や安全性は重要な課題ですが、狭くて浅い水路をゆっくりとすり抜け、港の中で方向を変えて岸壁に接岸・繫留される場面も非常に重要な課題です。0.1～0.2ノットの速度差を問題にしながら、一方で港湾内の運航に時間がかかる様では折角の推進性能向上がキャンセルされてしまう場合も有り

ます。港湾内の運航時間、特に接岸に要する時間や人手を減らすことは船舶の性能向上の一端をになうものとも理解されます。写真では、岸壁に近寄る船の運動量を吸収して、安全に接岸さす装置の機能を模型試験によって調べている様子を紹介しています。造船技術センターは船舶の運航を支えるインフラストラクチャー開発にも一役買っています。



財団法人 日本造船技術センター

〒171-0031 東京都豊島区目白1丁目3番8号

TEL 03(3971)0266 FAX 03(3971)0269

メガフロート空港モデルの転用

メガフロート空港の実証実験に用いた浮体空港モデルは、長さ1000m、最大幅121m、面積8.4haのポンツーンである。実験後は分割され様々な用途に活用されている。空港モデルの再利用は、まさにメガフロートの実プロジェクトへの試金石となった。(財)日本造船技術センターが所有していた浮体ユニットは、国土交通省、総務省、経済産業省の連携研究プロジェクトとして実施されたメガフロート情報基地実海域実証実験の浮体式実験基盤として使用された。本施設は実験終了後ワールドカップの決勝戦前夜祭の海上ステージとして活用されたことは、SRC News No.55で報告している。

A. メガフロート情報基地実海域実験

メガフロートの免震性と内部空間の有効性から大都市近辺の防災基地への利用が注目され、200m×100mの浮体を横須賀港の防波堤の外側に設置し、波浪の厳しい海域での情報基地実験を実施された。浮体基盤に関する研究開発は、国土交通省から委託された独立行政法人海上技術安全研究所が担当し、波エネルギー吸収装置（スリット付きカーテンウォール）の開発及び長期健全性診断システムの研究が行われた。係留装置に関しては、独立行政法人 港湾空港技術研究所によりハイブリッド型フェンダーの実証研究が実施された。

実験浮体の設置は、当センターが実証モデルの改造・設置工事を受注して、平成13年11月末に完成した。

浮体上に実験棟、受電盤、非常用発電機、計測室が整備され、浮体内部に約600m²の情報基地実験スペースが設けられた。浮体モデル及び係留施設に取り付けた各種センサーにより自然環境条件データ、浮体の挙動、波浪変動圧、構造ひずみ等が計測され、三鷹の海上技術安全研究所から遠隔操作でデータの確認が出来るようにされていた。浮体内部では災害時の情報バックアップ実験が陸上の基地と連携して検証された。

情報基地機能の研究は、各省庁から委託された独立行政法人海上技術安全研究所、同港湾空港技術研究所、通信・放送機関の他、NTTコミュニケーションズ、日立製作所、NTTファシリティーズ、三菱重工業の民間企業が参加した。



写真-1 情報基地実海域実験用
浮体モデル

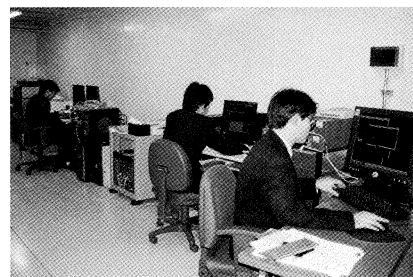


写真-2 実証モデル内部の情報基地実験

B. 海釣り公園への転用例

1) マリンパーク くまの灘

本施設は平成13年6月に三重県南勢町五ヶ所湾内に設置された長さ120m、幅60m、深さ3mの浮体式海釣り公園である。係留方式はチェーンとコンクリートシンカーを用いた緩係留方式が採用された。浮体上に親水広場、多目的広場、休憩スペース、売店が設置され、安全衛生設備として手摺、トイレ、照明設備、給水設備、放送設備が設置されている。

2) うずしおメガフロート なんだん

本施設は平成13年9月に兵庫県三原郡南淡町に完成した浮体式多目的公園である。施設は長さ125m、幅60m、深さ3mの浮体と2基の係留ドルフィンで構成されている。アクセスは陸側からの連絡橋と海側から連絡船で入場が可能である。水深25m、有義波高2.5m、周期4.5秒、平均風速40m／秒で設計されている。

3) 静岡市清水港海釣り公園

静岡市清水港に本年8月に設置予定の浮体式海釣り公園である。施設は長さ136m、幅46m、深さ3mの浮体を緩係留方式で係留される予定である。

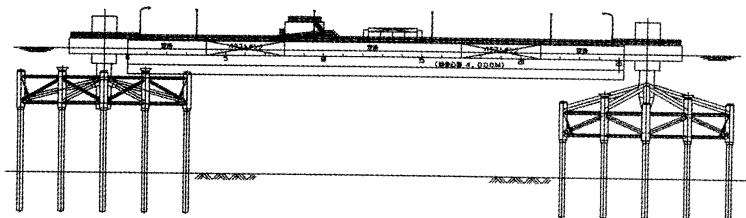


図 南淡町海釣り施設断面図

C. 港湾施設への転用例

1) 暫定フェリー桟橋

島根県西郷港に長さ140m、幅20m、深さ3mの浮体が暫定フェリー桟橋として転用された。

2) 防災桟橋兼小型船係留施設

高知県のあしづり港に長さ50m、幅10m、深さ3mの浮体を緊急支援物資の輸送等に活用するための防災桟橋として設置された。

D. その他への転用例

現在、長さ145m、幅49mの浮体を横須賀市の駐車場として転用する計画が進められている。

メガフロート技術研究組合の6年間の実証的研究により、数百haの巨大浮体構造物が建設可能であることが社会的にも認知されることになった。メガフローントは、その特徴である大水深軟弱地盤に適合すること、海洋環境にやさしいこと、

地震の影響を受けないこと、内部空間が利用出来るなどの特長が広く認識されてきている。浮体空港モデルの転用事例を通じて、幅広い用途に適していることが再認識され、さらに大型海上空港の実現へと結びつくことが期待される。

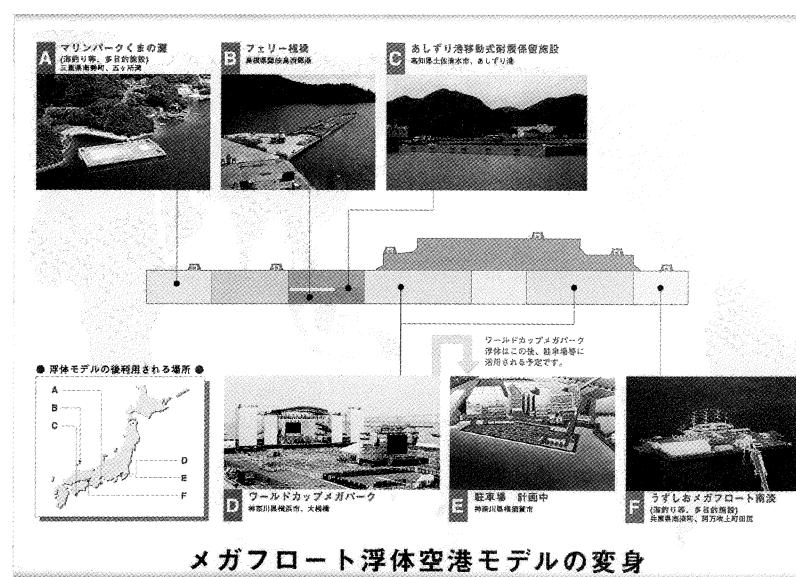


写真-3 空港モデルの再活用事例



速度ポテンシャルと流れ関数について

前号までは、粘性のない流体運動におけるポテンシャル、流れ関数及び循環の概念について説明し、連続の条件や渦なしの流れを保証するラプラスの方程式やコーシー・リーマンの定理について紹介しました。更に、2次元渦なし流れの計算に複素関数を応用することについても紹介しましたが、本稿では基本的な流れへの複素関数応用例を示します。

1. 流れの計算例

(1) 速度成分が (u_0, v_0) の一様流れ

$w=f(z)=Az$ とすると、 $f(z)'=A$ となり、前号に紹介したように、 $f(z)'=u_0-i^*v_0$ 、したがって、 $A=u_0-i^*v_0$ となります。ポテンシャル ϕ 及び流れ関数 ψ は次々、

$$\phi = u_0 x + v_0 y$$

$$\psi = -v_0 x + u_0 y$$

と表せます。

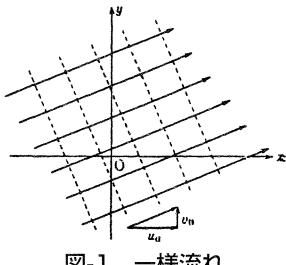


図-1 一様流れ

(2) 二重吹出しの作る流れ

$w=B/z$ とおき、 B 及び z を以下の様に表します。ここで、 μ は二重吹出しの強さ、 α は二重吹出しの傾斜角です。

$$B = -\frac{\mu}{2\pi} e^{i\alpha}, \quad z = r e^{i\theta}$$

これから、ポテンシャル ϕ 及び流れ関数 ψ は、以下のような式となります。

$$\phi = -\frac{\mu \cos(\alpha-\theta)}{2\pi r}$$

$$\psi = -\frac{\mu \sin(\alpha-\theta)}{2\pi r}$$

図-2 参照。

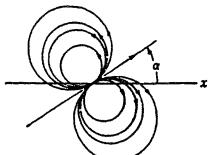


図-2 二重吹出しの流れ

(3) 吹出しのつくる流れ

$w=C^*\log(z)$ とおき、 $C=m/2\pi$ で、実数とします。ポテンシャル ϕ 及び流れ関数 ψ は、以下のように表せます。ここで、 m は吹出しの強さです。

$$\phi = \frac{m}{2\pi} \log r, \quad \psi = \frac{m}{2\pi} \theta$$

流線は原点から放射状に広がり、速度は距離 r のみの関数である。(図-3)

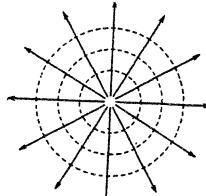


図-3 吹出しの作る流れ

(4) 循環(Γ)の作る流れ

$w=i^*(\Gamma/2\pi)^*\log(z)$ とおきます。速度ポテンシャル ϕ 、流れ関数 ψ は以下の式となります。

$$\phi = \frac{\Gamma}{2\pi} \theta, \quad \psi = \frac{\Gamma}{2\pi} \log r$$

流れは円形で、半径方向に速度はない事、即ち、流体は原点周りを回っている事を意味します。(図-4)

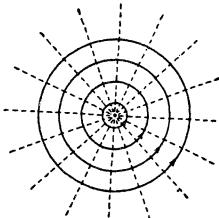


図-4 循環の作る流れ

(5) 一様に置かれた静止円柱周りの流れ

速度ポテンシャル ϕ 及び流れ関数 ψ はコーシー・リーマンの方程式と境界条件を満足せねばなりません。境界条件は無限遠方で一様速度 (u_0, v_0) を有し、円柱表面で円柱に垂直方向速度はゼロとなります。複素ポテンシャル $w=f(z)$ を以下の式で表せるとします。

$$f(z) = A_0 + \frac{A_1}{z} + \frac{A_2}{z^2} + \dots + B_1 z + B_2 z^2 + \dots$$

微分して、 $f(z)'$ は以下の式となります。

$$f'(z) = -\frac{A_1}{z^2} - \frac{2A_2}{z^3} - \dots + B_1 + 2B_2 z + \dots$$

無限遠方では、 $f(z)'=u_0-i^*v_0$ ですから、

$$B_1 = u_0 - i^*v_0$$

$$B_2 = B_3 = \dots = 0$$

となります。

次に、 $A_n = P_n + i^*Q_n, n=1, 2, \dots$ として $f(z)'$ の式に代入します。但し、 P_n, Q_n は実数とします。

$$z = r e^{i\theta}$$

$$\phi = P_0 + \sum_{n=1}^{\infty} r^{-n} (P_n \cos n\theta + Q_n \sin n\theta)$$

$$+ r (u_0 \cos \theta + v_0 \sin \theta)$$

$$\psi = Q_0 + \sum_{n=1}^{\infty} r^{-n} (Q_n \cos n\theta - P_n \sin n\theta)$$

$$+ r (u_0 \sin \theta - v_0 \cos \theta)$$

円周上の半径方向速度成分は、以下の式となります。

$$(\frac{\partial \phi}{\partial r})_{r=R} = \sum_{n=1}^{\infty} -n R^{-n-1} (P_n \cos n\theta + Q_n \sin n\theta) + u_0 \cos \theta + v_0 \sin \theta$$

$$- R^{-2} P_1 + u_0 = 0, \quad - R^2 Q_1 + v_0 = 0$$

$$P_2 = P_3 = \dots = 0, \quad Q_2 = Q_3 = \dots = 0$$

従って、

$$A_1 = P_1 + i^*Q_1 = (u_0 + i^*v_0)R^2$$

$$A_2 = A_3 = \dots = 0$$

となり、複素ポテンシャルは以下の式となります。

$$f(z) = A_0 + (u_0 - i^*v_0)z + \frac{(u_0 + i^*v_0)R^2}{z}$$

これは、上記(1)と(2)の式を合わせた形式となっています。図-5 に円柱周りの流れの模様を示します。

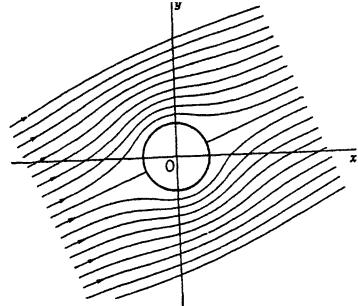


図-5 円柱回りの流れ

(6) 循環を加えた流れ

複素ポテンシャルは上記の(5)の式に環境によるポテンシャルである(4)の式を加えて得られます。

$$f(z) = (u_0 - i^*v_0)z + (u_0 + i^*v_0)R^2/z + \frac{i^*}{2\pi} \log z/R \quad A_0 = 0$$

(その3) -複素関数による流れの計算について-

速度は以下の式となります。

$$f'(z) = (U_0 - iV_0) - (U_0 + iV_0)R^2/z^2 + \mu \frac{R}{2\pi z}$$

環境が加わる円柱周りの流れの特徴は、円周上に速度がゼロの点が現われる事です。速度がゼロとなる位置 z は上の式から以下の様に求められます。

$$\begin{aligned} z &= \left(-\frac{i\Gamma}{4\pi} \pm \sqrt{-\frac{\Gamma^2}{16\pi^2} + V^2 R^2} \right) / \sigma e^{-i\alpha} \\ &= R_0 e^{i\alpha} \left\{ -\frac{i\Gamma}{4\pi VR} \pm \sqrt{1 - \left(\frac{\Gamma}{4\pi VR}\right)^2} \right\} \\ V^2 &= U_0^2 + V_0^2 \end{aligned}$$

ここで、2次方程式の判別式の符号が正の場合は、円周上に解が2個、ゼロの場合は、解が1個です。この点は分岐点と呼ばれています。

判別式の符号が負の場合は円周上に解はありませんが、円柱から離れた場所に岐点が1つ現われますが、この点を通る流線は $\psi=0$ とはなりません。



図-6 循環を伴う円柱回り流れ

2. 円柱に働く流体力について

(1) 循環の無い場合

上記1-(5)より、円周上の流速は以下の様に表せます。

$$f'(z) = (U_0 - iV_0) - (U_0 + iV_0)R^2/z^2$$

ここで、位置、迎角、流速の絶対値が以下の様に表せます。

$$z = R e^{i\theta}, \alpha = \tan^{-1} \frac{V_0}{U_0}, V^2 = U_0^2 + V_0^2$$

$$\begin{aligned} f(z) &= 2V \sin \theta \sin (\theta - \alpha) \\ &\quad + \mu \frac{2V \cos \theta \sin (\theta - \alpha)}{R} \\ \sqrt{U^2 + V^2} &= \frac{\psi}{R} = 2V \sin (\theta - \alpha) \end{aligned}$$

円周上の圧力はベルヌイの法則により以下の様に求められます。

$$(P - P_0) / \frac{1}{2} \rho V^2 = 1 - \frac{\psi^2}{R^2} = 1 - 4 \sin^2 (\theta - \alpha)$$

わかりやすくする為に $\alpha=0$ とすれば、この式は円柱周りの圧力は前後対称な事を示していますが、この事は流体力が発生しない事を意味します。

(2) 循環のある場合

循環の加わる場合の円周上の流速は上記1-(6)より、次式の用に求められます。

$$f = 2V \sin (\theta - \alpha) + \frac{\Gamma}{2\pi R}$$

従って、圧力は以下の式で与えられます。

$$\begin{aligned} (P - P_0) / \frac{1}{2} \rho V^2 &= 1 - (2 \sin (\theta - \alpha) \\ &\quad + \frac{\Gamma}{2\pi VR})^2 \end{aligned}$$

圧力を円周に沿って積分して得られるのが流体力です。x,y方向成分の式は以下の様に得られます。

$$X = - \int_0^{2\pi} (P - P_0) \cos \theta R d\theta = - \rho V P_{\text{circ}} \cos \alpha$$

$$Y = \int_0^{2\pi} (P - P_0) \sin \theta R d\theta = \rho V P_{\text{circ}} \sin \alpha$$

また、わかりやすく迎え角 α をゼロとすると流体力の抵抗成分はゼロで、揚力のみが残ります。

3. 等角写像について

以上に、複素関数による流れ場計算の代表的な例を紹介しました。これらの知見を基に翼型周りの流れや流体力へと進もうと思いますが、その為には円柱周りの流れを翼型周りの流れに写しかえる方

法である等角写像の理解が必要です。

ここで、円柱周りの流れ場を $z=x+iy$ 、翼型周りの流れ場を $\zeta=\xi+i\eta$ で表わし $\zeta=f(z)$ という関係があるとします。

ここで、 $f(z)$ はゼロでない値とします。

z 面上に位置 z_0 、対応する ζ 面上に ζ_0 を設定し、夫々から僅かに離れた z_1, z_2 に対応する ζ_1, ζ_2 を想定しますと、以下の様な関係があることがわかります。

$$\frac{\zeta_1 - \zeta_0}{z_1 - z_0} = f'(z_0) + \varepsilon_1$$

$$\frac{\zeta_2 - \zeta_0}{z_2 - z_0} = f'(z_0) + \varepsilon_2$$

$$\frac{\zeta_1 - \zeta_0}{\zeta_2 - \zeta_0} = \frac{z_1 - z_0}{z_2 - z_0} \cdot \frac{1 + \frac{2}{f'(z_0)}}{1 + \frac{\varepsilon_2}{f'(z_0)}}$$

$$\lim_{z_1 \rightarrow z_0} \varepsilon_1 = 0 \quad \lim_{z_2 \rightarrow z_0} \varepsilon_2 = 0$$

z_0, z_1, z_2 及び $\zeta_0, \zeta_1, \zeta_2$ の関係を以下の様に表わし、上記の関係式に代入します。

$$z_1 - z_0 = r_1 e^{i\theta_1}, z_2 - z_0 = r_2 e^{i\theta_2}$$

$$\zeta_1 - \zeta_0 = R_1 e^{i\Theta_1}, \zeta_2 - \zeta_0 = R_2 e^{i\Theta_2}$$

$$\frac{R_1 e^{i\Theta_1}}{R_2 e^{i\Theta_2}} = \frac{r_1 e^{i\theta_1}}{r_2 e^{i\theta_2}}$$

これが成立する為には、以下の関係が成立する必要がありますが、これは図-7に示す三角形が互いに相似である事を意味します。

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{r_1}{r_2}, \quad \Theta_1 - \Theta_2 = \theta_1 - \theta_2$$

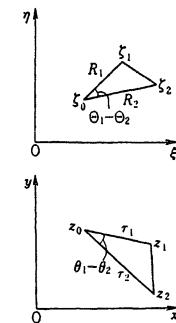


図-7 等角写像の概念

(続く)

荒天航海時の甲板冠水について(その4)

前号までは、波の中を航行する船舶の舷側から波が甲板に落ち込む現象を堤防に押し寄せる波が堤防背後に落下する現象、あるいは堤防が急に崩れて水が溢れ出す現象の数学モデルを参考に、波高と堤防高さの関係を相対波高と乾舷高さの関係に置き換え、船の速力出会い波方向を考慮した簡易式を導き、更に船体と波との上下相対速度、横傾斜等が船側での相対波高や冠水量に及ぼす影響について考察し、いろいろな波高、周期の波成分が重なった不規則波中での甲板冠水量評価の考え方について紹介しました。

本号では、以上の考えを実証するための実験について、問題点を主体に紹介します。

1. 甲板冠水量計測実験

この検討の主目的は、船側に沿って配置されたコンテナホールドへの浸水量評価にあります。理論的には甲板に冠水する量の評価までは考察出来ますが、その水が甲板上を流れ、ハッチコーミングや搭載したコンテナという障害を越えてコンテナホールドへ浸水し、底に貯まるまでの現象は非常に複雑です。したがって、この過程は船側のコンテナホールド中心位置にて計測された相対波高と乾舷高さの関係から導いた計算式を用いて推定される冠水量と計測されたコンテナホールド底の貯水量の比を実験係数として整理することにします。まず、船体運動、舷側での相対波高、及びコンテナホールドの底に貯まる浸水量の関連を、波高、周期、波方向および速力を変えて把握するために波浪中試験が計画されますが、以下のような問題に対する対策を検討する必要があります。

(1) 浸水量計測法

ホールドに貯まる水量が増すと、喫水が増え、縦や横傾斜が生じます。これを

防ぐには、(a)極く短い航走時間内に浸水した微小量を精度良く計測するか、(b)航走中に浸入する水を連続的に排水し計測するかですが、波毎に大浸水が生じる可能性のある規則波中試験では(a)を、長時間にわたる連続計測中に水が貯まっていく不規則波中試験では(b)が適当と思われます。規則波中の短時間航走試験では、喫水やトリムが変わり、運動も変わるような大量の浸水は無いが、それなりに評価可能な浸水量が得られる波条件を設定することがキーポイントとなります。実験に先立ち運動計算による検討はしても、浸水による大傾斜や転覆というハブニングを経験しながら、実験条件設定と計測のスキルを高めざるを得ないのが実情です。微小な浸水量計測には吸水性の高い紙オムツ(市販)に水を吸わせ、実験前後のおしめの重量を測る方法が有効です。

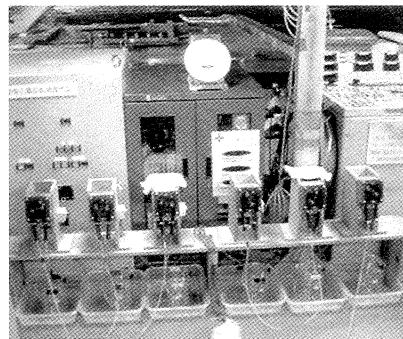


図-1 浸水量計測装置

不規則波中の連続計測では、あらかじめ浸水量を予測して、適切な小型ポンプの型番や取水方法を設定する必要があります。実船相当1時間(8分程度)にわたり、数個のコンテナホールドに貯まる水を引くポンプや水を貯める容器を並べるスペースが模型船のすぐ傍に確保され、船体運動や相対波高計測と平行して、水量計測を実施しうる設備機能や実験のスキルが要求されます。(図-1および図-2参照)

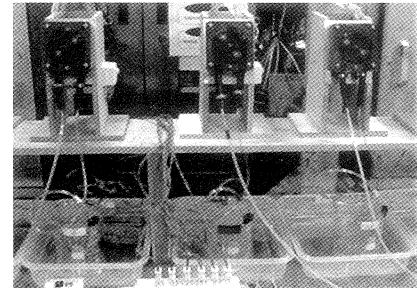


図-2 排水ポンプ

(2) 模型船の拘束による影響

船舶はプロペラを駆動して自走している状態で、波により運動し、甲板冠水現象が起きるのですから、模型試験も自走状態で行うのが理想ですが、状態調整用の固定バラスト、駆動用の電源である重いバッテリー、推進用駆動装置、推力・トルク計測装置、船体運動や相対波高等計測装置、無線操船装置及び浸水量計測のためのホールド形状の容器を多数搭載せねばなりません。運動や相対波高等の計測結果は模型船から無線送信が可能ですが、時間とともに貯まる水の集排水や計測を無人で行う方法の開発や、万一転覆等の事態への対処法等も必要があり、模型船は大きくかつ重く、装備は複雑で、実験の操船は難しくなります。このような模型を用いての長時間連続計測は、大規模で高価な試験となりますし、対応しうる設備も世界中を探しても限られてしまいます。耐航性能水槽のx y電車が自走する小型模型船に追従しつつ、細いコードで給電し計測する方法もありますが、x y電車に模型船をバネを介して取り付け、船首搖れや左右搖れを緩やかに拘束して曳航する方法を採用しました。拘束により船体運動や相対波高に影響を与えないよう注意が必要です。特に、設備機能の関係で模型船を強く拘束さざるを得ない場合には、計測結果の評価に慎重な検討が必要です。

(3) 相対波高計測

船側からの甲板冠水は舷側付近での相対波高ばかりでなく、波面の局所的な挙動にも支配されるようですから、相対波高計は船体表面に沿って取り付ける必要があります。冠水現象は波が来る側で発生しますが、波が去って行く側で発生することもあり、左右舷に装備することを推奨します。相対波高との関連を評価するために、上下揺れ、縦揺れおよび横揺れは是非計測すべきですし、相対波高を予め推定しておくと検討に役立ちます。

(4) 現象の観察

実験結果を評価するには、計測時の観察・記録が必要ですが、甲板冠水が発生する際の舷側での波と船体との相対運動や水面の挙動、甲板に沿う水の流れなど、単純化された数学モデルでは捉えきれない複雑な現象が見られるからです。(図-3参照)

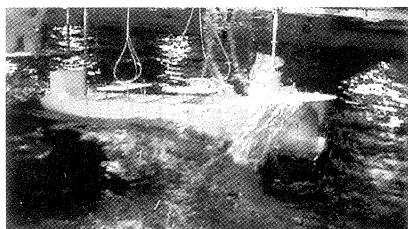


図-3 不規則波中試験

2. 試験結果の評価について

(1) 浸水量と相対波高

甲板冠水量はハッチカバーも無いホールドに実船相当で1時間に貯まる水量(水位上昇)で評価します。浸水量は越波理論によると、相対波高と乾舷高さの比の3/2乗に比例しますが、規則波中試験及び不規則波中試験結果について調べた結果を図-4に示します。バラツキはありますが、相対波高が乾舷高さより低いと浸水は発生せず、相対波高が乾舷高さを越える浸水量は相対波高と乾舷高さの

比の3/2乗に比例して増加するという越波理論の示す傾向が見られます。

浸水量の値は規則波中と不規則波中とでは大きな相違が見られます。波ごとに浸水する規則波の場合に比べて、全体のわずかの成分によって発生する浸水量をすべての波数で平均化した不規則波中の場合が低いことは理解できますが、それでも、不規則波中の浸水量は低過ぎます。

ここで、規則波中試験は船首揺れ、左右揺れを強く拘束した状態、不規則波中試験は緩やかな拘束状態にあったことを思い出します。波が船側に押し寄せるとき、船体は波の進行方向に波から身を引くように移動します。越波理論では堤防に寄せる波との相対速度が減少したとみなせます。また、拘束の強い場合は壁で反射波が重畠して局的に波高が増すことを考慮すると、運動に影響しないような緩やかな拘束状態では、固定されたと同様な強い拘束の状態に比べて少くとも1/3程度になると推定されます。

なお、波との相対運動が浸水量に強い影響を及ぼす例として、波周期の長い場合には、船体の横流れが大きいために浸水量は非常に少なくなることが観察されました。

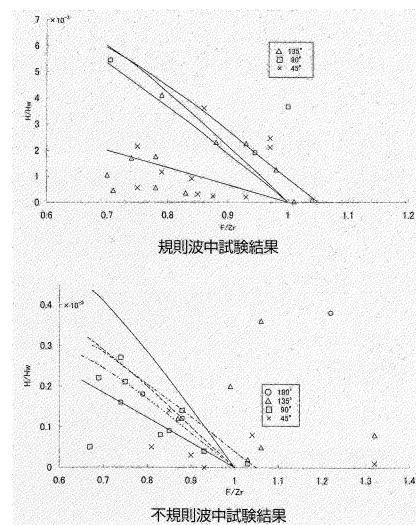


図-4 浸水量と相対水位の関係

(2) 不規則波中の繰り返し試験

IMOのガイダンスは実船対応で1時間の連続計測を要求しています。寸法比1/50の模型船の場合、約8分程度となり、速度1m/s程度で、色々な波方向で500m程度を走らねばならないことを意味します。このような耐航性能水槽設備は世界中探しても有りませんので、現存の設備を上手に使う以外に方法は有りません。

統計的に意味あるデータが得られる不規則波中計測時間は実船対応15分程度とされていますが、それでも試験距離は125mですから、大型耐航性能水槽で迎波と横波が何とか可能となります。迎波には決定的に不足です。従って、短時間計測を少なくとも数回繰り返して、その平均を取るような方法で対処せねばなりません。一連の確率過程の現象をこのように処理することが理論的にどこまで許されるのか、厳密には不可でも、どのようにすれば実用上意味のある結果を得られるか等について、良く検討し、目的に沿った試験及び評価方法を設定する必要があります。例えば、1時間相当連続計測が可能な横波中停止状態について、連続計測と短時間計測繰り返し試験結果を比較し、迎波や斜め迎波中は短時間計測繰り返し計測結果を評価するのも実用的な対処策だと思います。

3. おわりに

甲板冠水量、即ちコンテナホールドへの浸水量評価試験に際して留意すべきことを整理してみました。複雑な現象をなるべく単純化して本質を理解し、目的に合った実験や評価を行うことを心掛けました。実験結果や理論的評価結果について、出来れば、次稿以降に概略でも紹介したいと考えております。

福山地区消防組合 19トン級高速消防救急艇

1. はじめに

福山地区消防組合は広島県内の福山市・沼隈町の沿岸区域及び走島・仙酔島を担当海域として活動している。

この度、先代「雪風」に代わる消防艇として、島嶼部及び沿岸区域における救急活動の強化を付加した最新鋭の高速消防救急艇（以下、本艇）を計画した。本艇の主要目的を以下に示す。

①海上における船舶火災、沿岸危険物施設及び建造物等の火災に対する迅速な消防活動

②島嶼部における救急活動

③海上における救急救助活動

④流出油等の海面処理活動

⑤陸上火災の消火活動にあたる消防自動車への大量送水活動

⑥災害時等の物資輸送

⑦その他

なお、本艇は单年度の設計及び建造で平成15年3月に消防組合に引き渡された。

当センターは本艇の基本設計及び建造監理を担当したので、以下に概要を示す。

2. 計画概要

一般に消防艇は他の業務艇に比べ消防機器の搭載による重量の増加及び重心位置の上昇と前方への移動があり、設計的には難しい部類に入る。本艇は消防機能を損なうことなく高速化するという技術的に相反する機能の両立を追求した。

以下に特徴を示す。

①初期消火及び人命救助に効果を発揮するため、満載状態で22ノット以上、常備状態で最大約24ノット以上の速力を確保する。

②本艇は単胴V型船型で、船用耐食アルミニウム合金製とし、船体の軽量化を図る。

③主機関を船尾に配置するVドライブ方式にする事により、高速域での速



力に寄与するとともに室内騒音の減少を図る。

④減速逆転機は軸傾斜10°のコニカルギヤ及びスリップ装置(電子コントロール)付2速ギヤ方式とした。これにより、主機関は水平配置となり日々のメンテナンス性を考慮した。また、減速比が通常運転時と消防時に切替わることにより、救急活動時の高速性能と消防艇特有の放水時の定点保持及び放水しながらの航行を可能にした。

⑤タンカー等の火災、沿岸危険物施設及び建造物等の火災に対処するため毎分3,000リットル型1基、毎分2,000リットル型2基の電動放水砲を装備する。なお、砲はジョイスティックにより操作する。

⑥放水制御監視盤は12型のカラータッチパネル方式とし、小型軽量化を図った。

タッチパネルでは消防ポンプの運転、放水砲の状態監視、バウスラスター（ウォータージェット方式）や各電動バルブの開閉をプログラム及びマニュアル方式で操作する。

⑦機関室は非常に狭いため、主機関船底弁の開閉及び補機関の発停以外の操作は、基本的に操舵室で行なう。

3. 搭載システム

①主機関モニタリングシステム

②消防放水制御監視システム

③監視カメラシステム

④吊り下げ式水中テレビシステム

4. 完成主要目等

(1) 船体

全長	:	約19.35 m
登録長	:	17.30 m
型幅	:	4.20 m
型深さ	:	2.00 m
満載喫水	:	0.90 m
総トン数	:	19 トン
定員	:	船員 3 名 消防員 8 名 その他 4 名 合計 15 名
航行区域	:	平水

(2) 機関

主機関	:	2 基
高速ディーゼル機関		
電子制御方式		
連続定格出力		610.5 kW
// 回転数		2230 rpm
推進方式	:	プロペラ 2基2軸 スキー付、3翼一体型

「ふくやま」について

(3) 電気

発電機 : 最大 25kW
防音箱付

⑤自衛噴霧ノズル

120L/min × 6個

消防モード速力試験

全門放水・放水角度最大で、
定点保持～最大10.1ノット

(4) 主要タンク

①燃料タンク 1,000L×2個
②清水タンク 100L×1個
③泡原液タンク 2,000L×1個

(6) 無線及び航海計器

- ①消防用無線電話装置
- ②艇状態連絡器 (AVM)
- ③国際VHF無線電話装置
- ④船内指令装置
- ⑤レーダー/プロッタ測深儀(10.4型)
- ⑥ヘディングセンサー
- ⑦磁気コンパス
- ⑧風向風速計
- ⑨救助用カラーCCDカメラ装置
(高感度カメラ 前方監視用)
- ⑩カラーモニター/テレビカメラ装置
(船尾甲板、機関室、救護室)

(5) 消防

①消防ポンプ 2基
型式 : 横型2段渦巻式
容量 : 5,000L/min
全揚程 : 130m
回転数 : 2,200rpm
②放水砲 電動遠隔操作
3,000L砲 × 1基
射程 1Mpa → 約61m
2,000L砲 × 2基
射程 1Mpa → 約53m
射程は理論値アームノズル使用
③救難排水口 自在金具付
φ90mm × 1個
④放水集合管
φ65mm × 6個 × 2式

5. 試運転結果（抜粋）

常備満載状態

喫水	平均	0.901m
速力試験		
出力 (%)	速力(ノット)	
85	16.25	
100	24.35	
110	24.90	

消防モード速力試験

全門放水・放水角度最大で、
定点保持～最大10.1ノット

騒音計測 (85%出力、A特性)

操舵室 74 dB
救護室 75 dB
隊員室 78 dB

6. おわりに

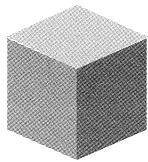
本艇は単年度の設計及び建造のため、
基本設計作業は消防組合警防部警防課及
び水上署乗組員との打合せにより、先代
「雪風」の改良と当センターの消防艇建
造の知識と経験を踏まえ、最新式のシス
テムを搭載した。

建造は石田造船建設(株)が受注し、船
体は瀬戸内クラフト(株)にて製作され
た。

試運転では計画以上の速力が出せるこ
とが確認され、本格的な消防機能を有す
る艇としては国内最高レベルの船速を持
つ、消防救急艇が誕生した。

福山地区での今後の活躍を祈ります。





技術の伝承について－線図創生の例－

わが国造船産業が近隣諸国との激しい競争に苦しむようになってから10年以上がたちました。その間、競争力向上を目指した努力の結果、世界シェアの40%近くをキープし続けて来ましたが、更なる経営基盤強化への施策が実行されつつあります。

造船産業の将来像については造船工業会を中心に議論され、いろいろな提案が出ているようですが、それらの中で、異論のないものは技術開発力の維持・向上、技術ポテンシャルの伝承です。技術伝承は、若い人材の減少、世代間ギャップ等を考慮すれば由々しき問題です。系統的に整理された手法、データ、評価基準、及びそれらを支える装置というハード的な分野については、比較的容易にキャッチアップ可能です。しかし、各技術者が先輩から引継ぎ、また、経験を通して蓄積したノウハウというソフト的なものは、所属する会社の競争力そのものでありながら、世代間の経験や認識の相違もあって、その伝承は容易ではありません。

線図作成を例にとると、ある程度のレベルにある設計線図（オフセット）を基に、精度を上げて工作用の図面に展開する段階はコンピュータ作業としてシステム化され、造船所の作業効率向上に役立っています。しかしながら、その前の段階である設計条件設定、船体形状のあるべき姿の方向付けと具体的な図面への展開、及び設計に供するレベルにまで仕上げる作図までは、設計全般に関する知識、性能と形状に関するデータの理解と応用能力、更に一定程度の図面創生技能という、技術的な知識と能力に加え、経験により研ぎ澄まされた芸術家に似た感性等が統合された作業のため、未経験の新人への技術伝承は難しい課題です。ベ

テラン技術者が複雑な3次元形状の船体をどのように把握し、推進性能要素との関連をどのように理解しており、与えられた条件に対してどのような思考プロセスで最適と考えられる形状を決めるのかをなるべくやさしい数学の言葉に置き換えることを試みました。

プロセスは以下のとおりです。

- ・船体形状を幾何学的あるいは流体力学的に意味のある数値パラメータにより表示する。
- ・数値パラメータと主要な性能要素（推進性能や操縦性能）とを関連付ける。
- ・与えられた条件の下で、計画速力を達成するための主機出力が極小となるような船型パラメータの組合せ（最適組合）を設定する。
- ・船型パラメータ最適組合せに対応する船体形状を創生する。

船体形状の特徴を表すものに、主要目比、肥大度、最大断面の形状を表す数値、長さ方向断面積分布である横切面積曲線（ C_P 曲線）、喫水線幅の長さ方向分布変化を表す水線面積曲線（ C_w 曲線）、船首尾プロファイル、各断面での船底幅の変化を表す曲線、各断面形状が船側と接する点を結んだ曲線があります。この中で、推進性能と関連の強い、 C_P 曲線及び C_w 曲線（図-1）を面積、船首尾端の値と傾斜、肩部の曲率をパラメータとする多項式で表します。これらのパラメータは蓄積された船体形状データベースについての解析・整理により得られ、主要目比や肥大度を含むパラメータ同士の関連を知ることが出来ます。このようにして、曲線の傾向を感覚的に説明することから、パラメータによる定量的評価への道が拓けました。

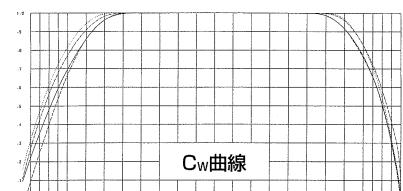
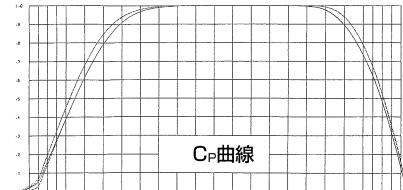


図-1 C_P , C_w 曲線の例

主要目比や肥大度の簡単なパラメータと推進性能要素との関連については、統計解析による簡便な推定式が良く知られていますが、長年に亘り蓄積された船型と推進性能に関するデータを用いて、ニューラルネットワークの方法により相互の関連付けを求めています。即ち、各船型パラメータを神経細胞（ニューロン）とし、それぞれの船型パラメータの寄与度に対応するニューロンの結合つきの程度（結合ベクトル）に応じて推進性能要素と船型パラメータとが関連付けられ、推定される方法を採用しています（図-2）。

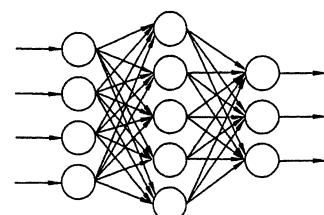


図-2 階層型ネットワーク

(以下次号)

雜 感

今年もまた当センターの北側にある学習院の桜が咲きました。しかし、学習院の桜を見るのも今年が最後となります。それは、水槽業務については海上技術安全研究所との協定に基いて同研究所に試験センターが開設されるので、4月から同研究所に移るからです。

振り返って見ると、筆者は、当センターにお世話になってから30数年がたちました。入社後、船型部計測課に配属されて水槽試験に携わり、専ら計測と解析の仕事をこなしてきました。その後、故矢崎船型部長（当時）からプロペラ設計方法の手ほどきを受けて数隻の実船プロペラの設計を行ったことがあります。また、それまで手計算で行っていたプロペラ設計を、MAUチャートをデータベース化して電算機（FACOM中型計算機を

使用して）処理によるスピードアップを図ったこともあります。

入社当時は、オリベッティの卓上計算機で計算・解析を行っていました。暫くしてIBM360型計算機が導入されましたが、それでも試験を実施してから自航要素まで解析するのに4、5日は要したと思います。今では関係者の創意・工夫と努力により試験を実施したその日に馬力曲線を出力して依頼された方々へのサービスに応えています。

筆者はまた、一時期石油貯蔵船のメンテナンスの調査に関する委員会の事務局業務に携わり、巨大海洋構造物を長期に亘って洋上でメンテナンスする方法を調査しました。

その後、また水槽業務に携わることができましたが、筆者が数10年前に作っ



た実船プロペラの概略設計プログラムが、一連の水槽試験解析プログラムに組み込まれて試験結果の速報に利用されていることを思うと感慨に耐えません。

海上技術安全研究所の構内にも沢山の桜の樹があります。来春からは同研究所でのお花見となりますが、これからも創意・工夫により当センターを利用される方々へのサービスに努めて行きたいと思います。（O.S）

理事会

□ 第131回理事会

期日 平成15年3月26日

場所 日本海運俱楽部

委員会

□ 第81回HRC委員会

期日 平成15年4月3日

場所 日本造船技術センター

□ 平成14年度第3回石油貯蔵船の長期保全支援システムに関する調査研究委員会

期日 平成15年2月14日

場所 石油公団

編集後記

イラク戦争も激しい戦闘の場面から、権謀術策の戦後処理の段階になってきました。ハイテク技術の塊のような兵器による戦果と共に変わることにない戦禍の実態も連日テレビで映されておりました。いろいろな論評はありますが、世界の政治・経済への影響は否定できず、最近な例とはいえ、海運や造船分野にどの

ような形で現れてくるかが懸念されるところです。30年前、スエズ運河の辺で響いた砲声が石油危機を引き起こし、造船不況へと繋がり、今日に続く造船産業衰退の端緒となったことを思い出します。歴史の教訓と言う言葉がありますが、将来を見据えた対応の必要なことを痛感しております。（K.T）

試験センターの開設

当センターの主要業務である水槽試験担当部門は、平成15年4月1日付けをもって「試験センター」と改称し、独立行政法人海上技術安全研究所内に設置されました。同研究所2号館の3階に事務室及び会議室が、1階工場内に模型船や模型プロペラ製作用の最新設備が設置され、同研究所の400m水槽設備を用いた水槽試験業務開始に備えることになりました。受託試験は当分の間、従来通り目白の水槽で実施しますが、新設装置のチェックや400m水槽と目白水槽での比較試験等、設備変更に際しての諸調査を実施しつつ、400m水槽に試験業務の主体を移していく予定としております。

最新設備である模型船パラフィン溶解設備、模型船NC制御削成設備、模型プロペラNC制御削成設備の様子を写真にて紹介します。

試験センター住所

〒184-0004 東京都三鷹市新川16-38-1

独立行政法人 海上技術安全研究所

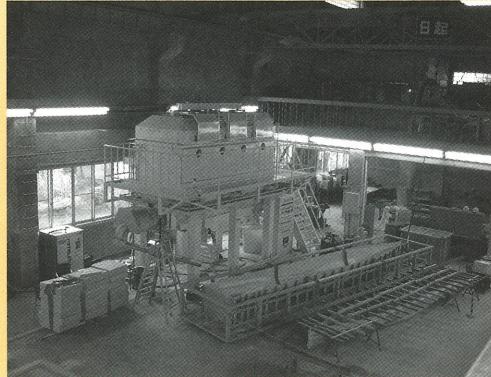
2号館内

(財) 日本造船技術センター

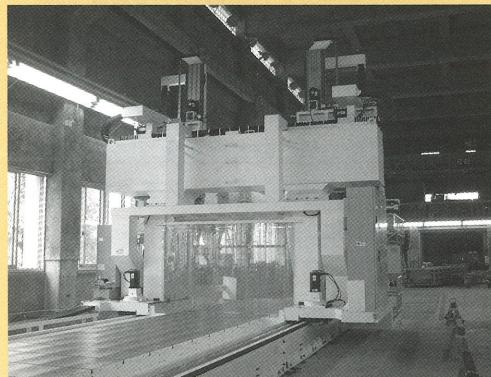
試験センター

TEL 0422-24-3861

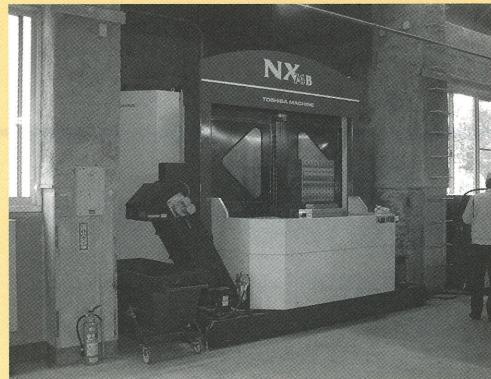
FAX 0422-24-3869



模型船パラフィン溶解設備

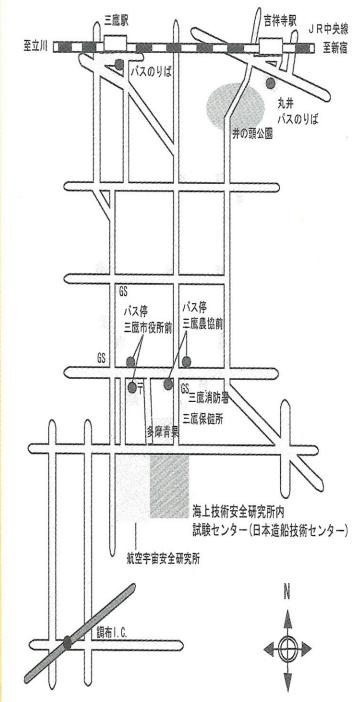


模型船NC制御削成設備



模型プロペラNC制御削成設備

交通案内図



* JR東京駅からJR吉祥寺駅またはJR三鷹駅まで30分

1. JR吉祥寺駅口より
③小田急バス②武藏境駅南行
④調布駅北行
⑤調布駅行
京王バス③調布駅北行
三鷹農協前(所要時間約20分)下車
徒歩約10分
2. JR三鷹駅口より
小田急バス②野ヶ谷行
①仙川または
杏林大学病院行
三鷹農協前(所要時間約15分)下車
徒歩約10分

申込みの受付

試験等の申込み、問合せは右表の電話番号までお願いします。

〒171-0031 東京都豊島区目白1-3-8
TEL 03-3971-0266 FAX 03-3971-0269

財団法人 **日本造船技術センター(SRC)**

① ダイヤルイン番号

- 役員及び総務部 03-3971-0266
- 試験センター技術顧問 03-3971-1074
- 試験センター次長 03-3971-0259
- 試験センター 技術課 03-3971-0296
- 海洋技術部 03-3971-0267
- 海洋技術部主幹(営業) 03-3971-0285
- 海洋技術部長代理 03-3971-0298
- 海洋技術部(プロマネ) 03-3971-0297
- 浮体(メガフロート)技術部 03-3971-1087

② ファックス番号 (ISDN)

03-3971-0269

③ 留守電番号

03-3971-0266