

SRC News

No.4 January '89

The Shipbuilding Research Center of Japan

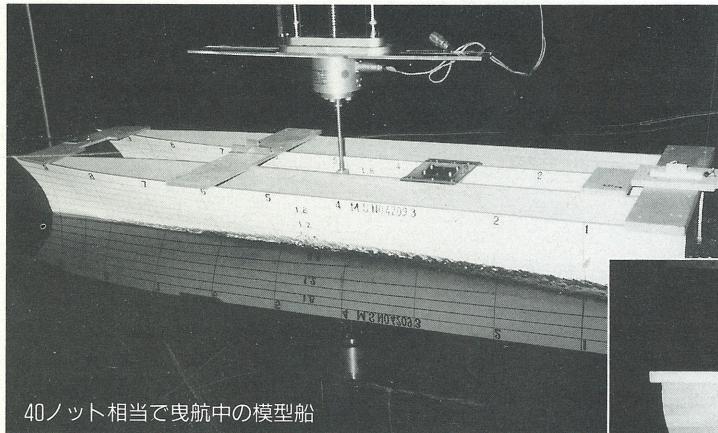
● 目 次 ●

高速艇の船型設計	Page 2
水槽試験とその効用(その2)	Page 4
富山市消防艇「神通」について	Page 6
馬力推定図表	Page 8
目白水槽と私 (4)	Page 10
新造船と復原性	Page 11

スピードへの挑戦

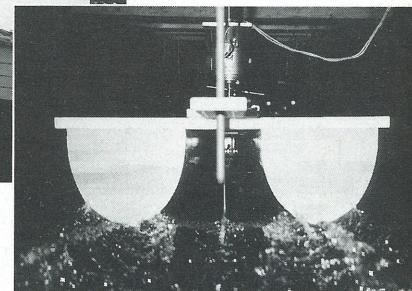
帆船、外輪船、プロペラ船の各時代にそれぞれのスピードへの挑戦があったが、それは技術開発に鋭意専心努力した結果であったに違いない。今日の技術者は、多様化の時代にあって、一方では時速500kmを超すジェット・エンジン搭載のレース艇の夢を実現させていいるが、他方では商船、漁船の高速化にも挑んでいる。後者の難しさは、単なる技術の問題を超えて、高速化がもたらす新しい経済的付加価値を発見することにあると言える。

水中翼付双胴船の模型試験



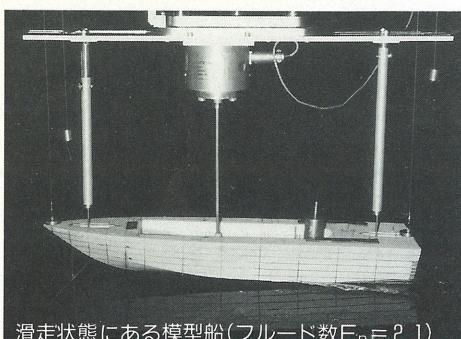
40ノット相当で曳航中の模型船

本船は、双胴船の安定性と水中翼船の高速性を組合せた複合船で、株式会社三保造船所（大阪）殿の依頼により水槽試験を実施したものである。写真は、40ノット相当で航走している模型船であるが、



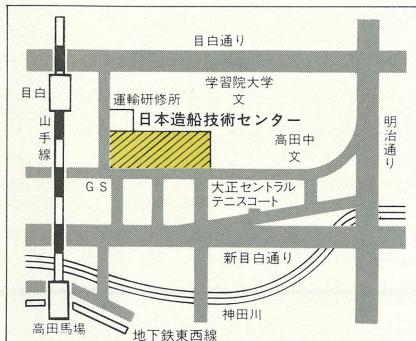
水中翼により浮上した船体が発生する波は非常に小さい。

小型高速艇の模型試験



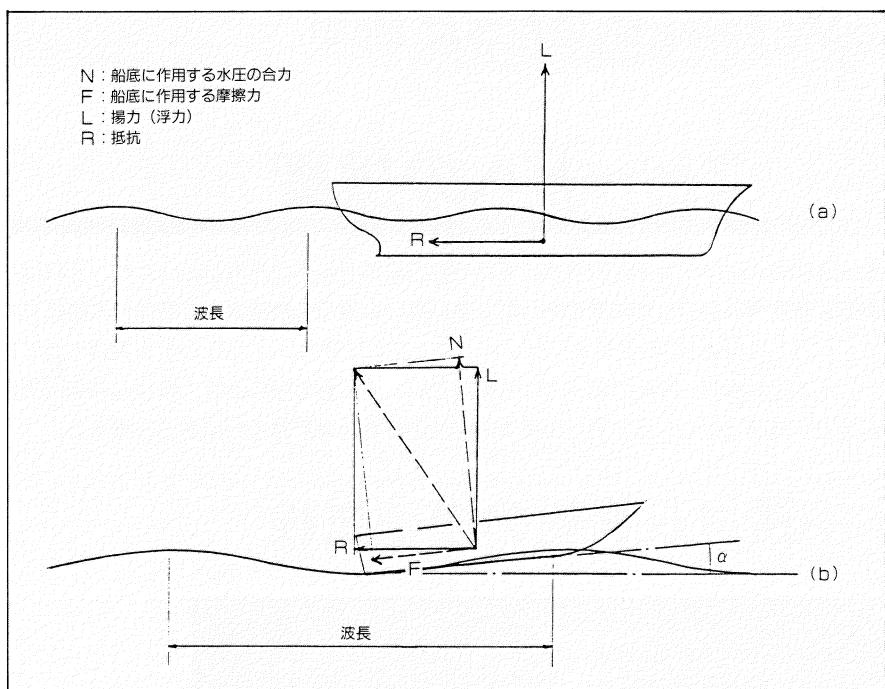
滑走状態にある模型船(フルード数 $F_n = 2.1$)

スポーツボートとして開発されたディープV型船型は、その高速性と耐航性能の良さから一般の小型船舶への実用化研究も行なわれ旅客船などにも広く用いられるようになってきた。この種の船が高速で航走するときは船型だけでなく重心の位置が速力や安定性の重要なポイントとなり、実用化には船種や速力に合せた総合的な研究が必要となる。



財團法人 日本造船技術センター
〒171 東京都豊島区目白1丁目3番8号
TEL 03(971)0266~0268 FAX 03(971)0269

高速艇の船型設計



図一 排水量型船(a)と滑走艇(b)の航走状態の違い

1. 船速と船型

大型、小型に係わらず船には船速に適した船型があると考えられる。尤も正確には、船速ではなくてフルード数(Froude数)に適した船型があると書くべきで、フルード数(F_n)とは $F_n = V / \sqrt{Lg}$ で示される速度の無次元値で、 V は船速(m/sec), L は船長(m)、 g は重力の加速度9.8m/sec²

を示す。

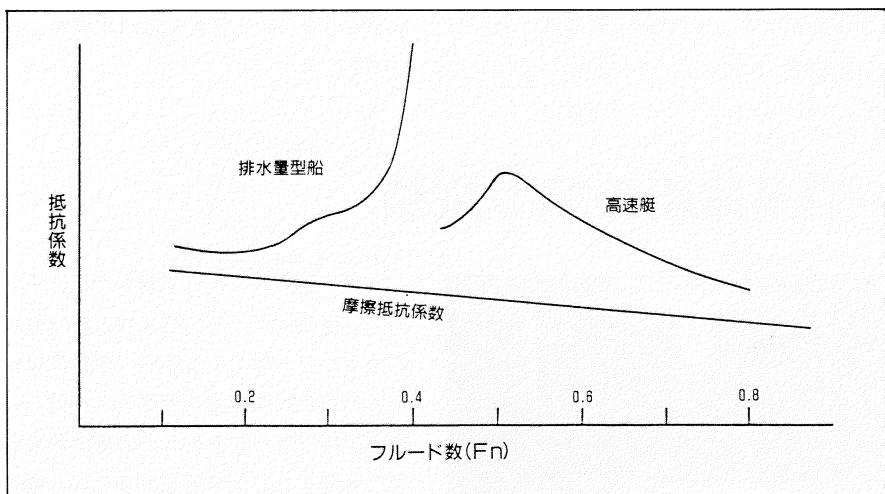
例えば $F_n = 0.23$ の船型と 0.28 の船型は外見上は大幅に異って見えるのが普通で、この対応を誤ると高速になるに従い船は大波を蹴立て航走することになり、抵抗が大きくて推進性能としては感心しない。

これに対して（以下話を簡単にするために、半滑走型の高速艇の設計に話を限ると）、高速艇の船型は余り変りばえがしないのが一般的で、早い話が、フルード数0.8(長さ25mなら速力24.3ノット)で設計した船に幾分手を加えて、フルード数1.2(36.5ノット)で使うことは、プロペラと主機を換装して出力を増すならそれほど無理な話ではない。つまり高速艇の船型では、フルード数(船速)に依存するところが少いと言える。

このように高速艇の船型が通常の船型と異った性質をもっている理由は、船の造る波の波長と船の長さの関係にあることが、図一の解説図によって容易に理解できる。つまり通常の船速の船型がおこす波は船長にくらべて波長が短いので、速度が変ると船体抵抗が敏感に変化してこれが抵抗カーブの山と谷(ハンプとホールとも言われる)の原因になることは、よく知られている。

一方、高速艇のように船速が速くなると、船の造る波の波長が船長より遥かに長くなるので、船体は自分の波の斜面の上に乗ったようになって、船体と波の干渉は比較的少く安定している。また造波抵抗とは、船体に加わる波の圧力の総和だから、高速艇の造波抵抗の性質も通常の排水量型船の場合と異り非常に単純になる。(図一²参照)。

もう少し立入った説明をすると、船の造る波の波長 λ は、 $\lambda = \frac{2\pi}{g} V^2 = 2\pi L F_n^2$ または船長との比をとると、 $\lambda/L = 2\pi F_n^2$ であるから、 $F_n < 0.4$ (通常船)なら図一(a)、 $F_n > 0.6$ (高速艇)なら図一(b)で考えてよいであろう。つまり高速艇とは単なる高速船ではなく、高フルード数船のことであると言った方がまぎらわしくない。またついでに、船型試験でよく使われる速度の無次元値のフルード数とは、船の造る波の波長(正確には、船の真後の曳波の波長)と密接な関係があるとご記憶願いたい。

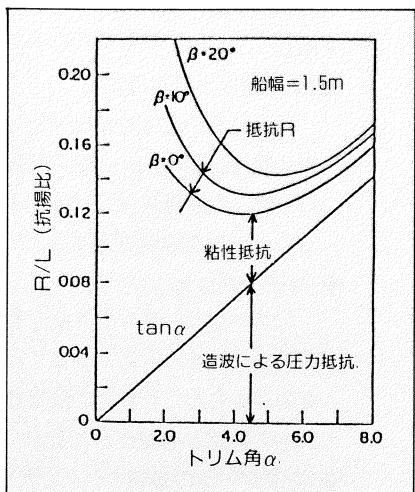


図一² 排水量型船と高速艇の抵抗カーブの特徴

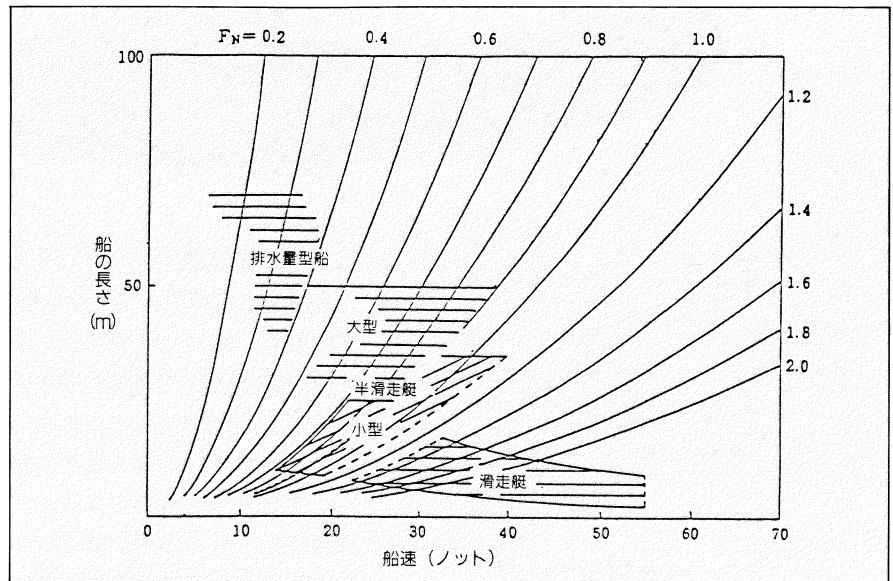
2. 半滑走型船舶

上記のような具合で、単胴の高速艇の船型は、速度との関係を通常の船型ほど難しく考えない傾向があるが、このことは高速艇船型の設計が容易であることを示すものではない。現在のところ、高速艇の設計は、エキスパートの経験とデータ・ベースに頼っており整然とした設計法があるわけではないが、基本となることは次の諸点であろう。

低速の船(排水量型船)から始まって高速化系列を追って行くと、究極の高速船型に滑走艇型(競走艇など)があつて、その中間に半滑走艇型がある(図一3)。高速フェリーなど実用の高速艇は殆んど半滑走艇型で最も重要性が高いが、一方最も判り難いのもこのタイプの船型である。図一1(a)は、静的な浮力(排水量)で浮いている低速船、図一1(b)は、動的な浮力である揚力に支えられている滑走艇のイラストであるが、半滑走艇は両方の浮力が混っているので考え方が難しい。貨物重量を多くとりたい時には、経済性確保のために静的浮力の割合を多くとりたくなるが、代りに速度が制限されるのが普通である。最高速度の確保が設計の主要課題ならば、次に述べるように、上手な動的揚力の利用が設計のキーとなる。この他、高速艇船型の設計は、波浪中の乗心地(低加速度)や安定性の改善が大きな目標となることが多く、合せて検討しなければならない。



図一4 滑走艇のトリム角(α)と抗揚比(R/L)の関係 (β は船底勾配を示す)



図一3 船の長さおよび船速と船型の関係

3. 滑走艇の抵抗成分、抗揚比

排水浮力と動的揚力の混じった半滑走艇の抵抗は複雑なので、まずは図一1(b)によって滑走艇の抵抗(R)と揚力(L)の関係などを解説しておく。

滑走艇に作用する流体力を船底に垂直に作用する水圧(N)と摩擦力(F)を考えると、トリム角(α)の間に次の関係がある。

$$\left. \begin{aligned} L &= N \cos \alpha - F \sin \alpha \\ R &= N \sin \alpha + F \cos \alpha \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

これを用いて抗揚比(ε)を求めると、次のようにになる。

$$\varepsilon = \frac{R}{L} = \tan \alpha + \frac{F}{L} \frac{1}{\cos \alpha} \quad (2)$$

F/L を無次元化して、 C_F/C_L と書き、翼型などの経験で揚力係数は定数 K を用いて $C_L = K \sin \alpha$ で示されることが多いので、これを用いると次式が得られ、図一4のように示される。

$$\varepsilon = \tan \alpha + \frac{C_F}{\frac{1}{2} K \sin 2 \alpha} \quad (3)$$

通常速度の船型の最初の評価は、抵抗係数(C_R)の大小で考えることが多い。抵抗係数は、 $C_R = R / \frac{1}{2} \rho \nabla^{\frac{1}{2}} V^2$ (∇ は排水容積、 ρ は水の密度を示す) で示されるように、船の大きさと同時に船速と船型の関係を重視した形になっている。先に述べたように、高速艇では高速化に伴い(滑走艇タイプになるに従い)船速と船型の関係は次第に密接でなくなるので抵抗係数よりも重量(揚力)と抵抗の

バランスを考える抗揚比を最良化することが重視されるようになる。

抗揚比(ε)の解説図、図一4からも判るように、フルード数に代ってトリム角(α)が重視され、船型に対して最適なトリム角があることが判る。 (2) 式を抵抗の形になおすと、

$$R = L \tan \alpha + F / \cos \alpha \quad (4)$$

揚力に比例する部分と摩擦に關係する部分に分けられて、前者は誘導抵抗または圧力抵抗と呼ばれている。従って滑走艇の性能改善には、最適トリム角を保ちながら、摩擦面積(浸水表面積)を減少する(特に副部を減らす)ことが重要であることがわかる。半滑走艇の場合は、上記の抵抗に船体の排水量部分のための造波および粘性圧力抵抗に相当するものが加わり、誘導抵抗などとの干渉も生ずるので、統一した考え方はできていない。

上記をまとめると、フルード数の高い船ほど、抵抗係数の代りに抗揚比を考えた方がよく、航空機の評価に近づいてくる。このことは、積荷の量(揚力)を殆ど無制限と考えた排水量型船から、揚力の有限性が設計の中心となる高速艇設計の考え方への変遷を示すものであろう。実用高速艇の設計は、現状ではデータ・ベースと水槽試験に頼ることになるが、まだまだ多くの未知の部分が残されていて、新しい造船開発の大きな課題になろうとしている。

水槽試験とその効用

(その2)

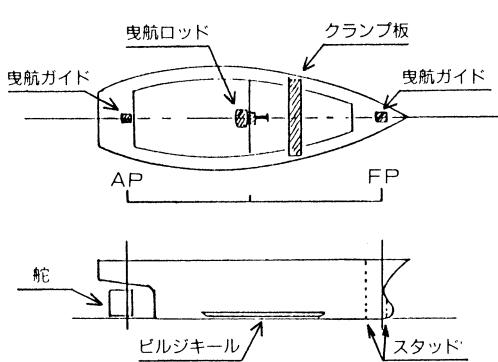


図-1 供試模型船

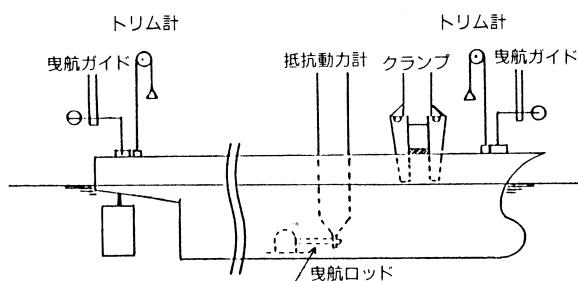


図-2 抵抗試験用計測装置概略配置図

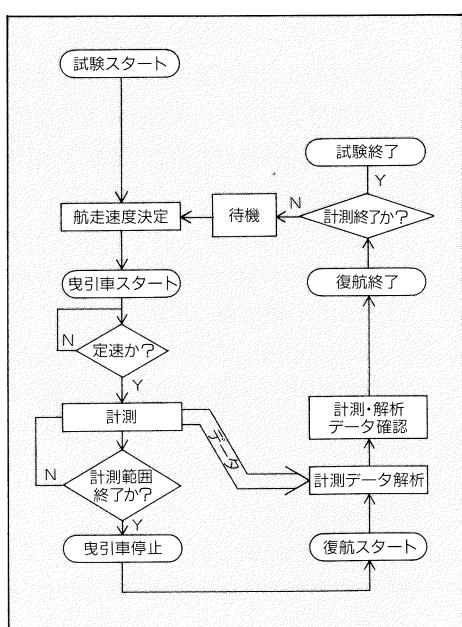


図-3 抵抗試験の流れ

1. 抵抗試験

船舶に関わるものにとって船の抵抗は最大の関心事の一つであろう。今回解説する抵抗試験は、その実船に働く抵抗力を推定しようとするものである。抵抗計測の方法はいくつか知られているが、最も一般的で、高い精度が得られるものは、長水槽を使用した曳航試験であろう。曳航試験とは、長大な水槽で模型船を曳航し、そのときに要する力を計る試験である。以下では、当センターで通常行われている抵抗試験法を解説する。

2. 試驗準備

(1) 模型船

試験に供される模型船は、図一の様なもので、船首に設けられているスタッドは、模型船が実船と同じ様に乱流境界層で包み込まれるようにするために取り付ける。通常これはS. S. No. 9 1/2と船首バルブの周囲に植え付けられる。

(2) 排水量合せ

排水量を実船と相似の状態にするため、模型船の総重量と排水量計算の結果より計算された量のウェイトを積み込み、あらかじめ求めておいた喫水線と一致するように調整する。

(3) 計測装置

a) 抵抗動力計
抵抗動力計は水平方向の力を計測する計器で、曳航ロッドを介して模型船を曳航し、船体が受けている抵抗力を検出する。当センターで使用しているものは、歪ゲージを使用した全量型のもので、外乱に対する応答も早く、非定常な現象を捉えることもできる非常に高精度のものである。

h) 対水速度計

船体の対水速度を計る計器。水槽内の水は、水温分布に起因する対流や前回航走した時の残流（船体伴流やプロペラ回

転流などによる)などがあり、完全に静止しているわけではない。この流れの影響を極力排除するために使用されるのが、対水速度計である。当センターで使用しているものは、二枚羽根の翼車型で、流速計自体が作る伴流の影響を考慮し、模型船の前方6.0m、水深0.15mの位置に設置されている。

c) トリム計

航走中の模型船の姿勢変化を計測する。

(4) 模型船と計測器のセット

計測器の準備と模型船の排水量・喫水合せが終了すると、曳引車に模型船をセットする(図-2参照)。模型船は水槽の中心線上をまっすぐに航走するように、ガイド装置によって船首尾が支持される。ガイド装置は、横方向の運動は拘束するが、上下縦方向の運動には自由で、上下、前後方向になんの力も及ぼさないような構造になっている。抵抗動力計は曳航ロッドを介して曳航点で船体と連結される。最後に船首尾にトリム計を設置し、試験準備は終了する。

3 計測

抵抗試験は図一〇の様な流れで行われる。抵抗試験のポイントとなる事項を列記すると

◆ 航走速度と航走点数

抵抗計測のための航走速度は、主機の常用出力の1/4～5/4の範囲を約8速度、低速抵抗域($F_n \leq 0.10$)を3～4速度を適宜選定する。

◆ 計測時間

計測時間は、種々の外乱の影響を極力少なくするため、少なくとも、模型船を含んだ計測系の固有周期の数倍の時間が必要とされる。

◆ 計測データの処理

計測データは時系列で変動しているので、その時間平均をとり計測値

とする。異常の有無を見るため変動量も監視される。

◆ 航走間隔

前回の航走時の波や残流の影響を少なくするため、連続して航走することはしない。当センターでは通常、長水槽の定在波の周期の4倍としている。

抵抗試験はこのような一連の作業の繰り返しで行われるが、これをより正確に、より早く行い、依頼者の方々のニーズに応えるため、当センターでは、数年前よりこの一連の計測作業を、コンピューターにより自動的に計測できるようにしている。

4. 抵抗試験結果の解析と実船換算

これまで述べてきた抵抗試験の結果、3種類のデータ（全抵抗、対水速度、トリム(AP, FPP)）が得られる。抵抗の解析は、このうち全抵抗、対水速度の二つを使い、実船の有効馬力を求める。実船の有効馬力の推定は次のような手順で行われる。（図-4参照）

(1) 抵抗値の無次元化

計測された模型船の全抵抗(R_{TM})は、後の計算で便利なように、次のような式で無次元化される。

$$r_{TM} = \frac{R_{TM}}{\rho_M \cdot \nabla_M^{\frac{2}{3}} \cdot V_M^2} \quad (1)$$

r_{TM} : 全抵抗係数

ρ_M : 流体密度(kg·sec⁻²/m⁴)

∇_M : 排水量 (m³)

V_M : 航走速度(m/sec)

(以下ではMは模型船を、Sは実船を表す)

(2) 抵抗成分の分離

抵抗成分の分離には、大別して二つの方法があり、それぞれ2次元外挿法、3次元外挿法と呼ばれている。ここでは、当センターで標準として行われている3

次元外挿法について解説する。

3次元外挿法では、全抵抗を造波抵抗、形状抵抗および摩擦抵抗（2つ併せて粘性抵抗という）の3つに分解する。つまり、

$$r_{TM} = (1 + K) \cdot r_{FM} + r_w \quad (2)$$

r_{FM} : 摩擦抵抗係数

r_w : 造波抵抗係数

とする。ここでKは形状影響係数、 r_{FM} は模型船と浸水表面積および長さの等しい平板の同速度における抵抗値の係数である。Kは平板との形状の違いによる抵抗への影響を表しており、 $K \cdot r_{FM}$ が形状抵抗である。(2)式で r_{FM} とKが求まれば r_{TM} より r_w を求めることができる。 r_{FM} は種々の求め方があるが、当センターでは Schoenherr の算式を使用している。また、Kは造波抵抗が小さいフルード数(F_n) ≤ 0.10 の低速での抵抗試験により求める。

(3) 実船抵抗の推定

r_w は F_n 数が一致していれば、【その1】で述べたように、幾何学的に相似な船の間では相等しい。また、Kも実船と模型船では同一であると仮定して、解析を行う。つまり実船の全抵抗は、

$$r_{TS} = (1 + K) r_{FS} + r_w + \Delta r_F \quad (3)$$

となる。 Δr_F は、実船との抵抗値の相関を表す非常に重要な量である。当センターでは、実船の試運転結果を統計解析して求めた標準式により表面粗度修正量 ΔC_F を求め、それから Δr_F を換算し決定している。実船の摩擦抵抗係数 r_{FS} は r_{FM} と同様にして Schoenherr の式より求める。

(4) 実船有効馬力の推定

有効馬力(EHP)とは、船がある速度で抵抗に打ち勝って進むために必要な馬力のことである。EHPは、

$$R_{TS} = r_{TS} \cdot \rho_S \cdot \nabla_S^{\frac{2}{3}} \cdot V_S^2 \quad (4)$$

$$EHP = \frac{R_{TS} \cdot V_S}{75} \quad (5)$$

で求められる。

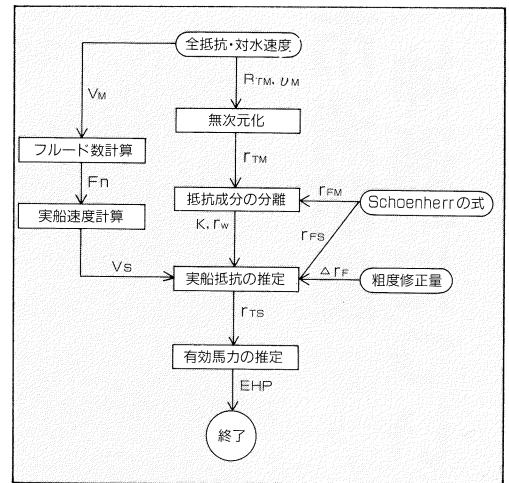


図-4 抵抗試験解析の流れ

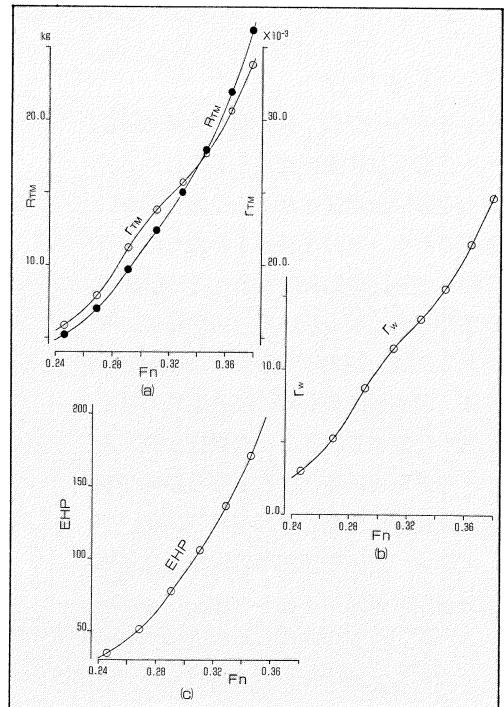
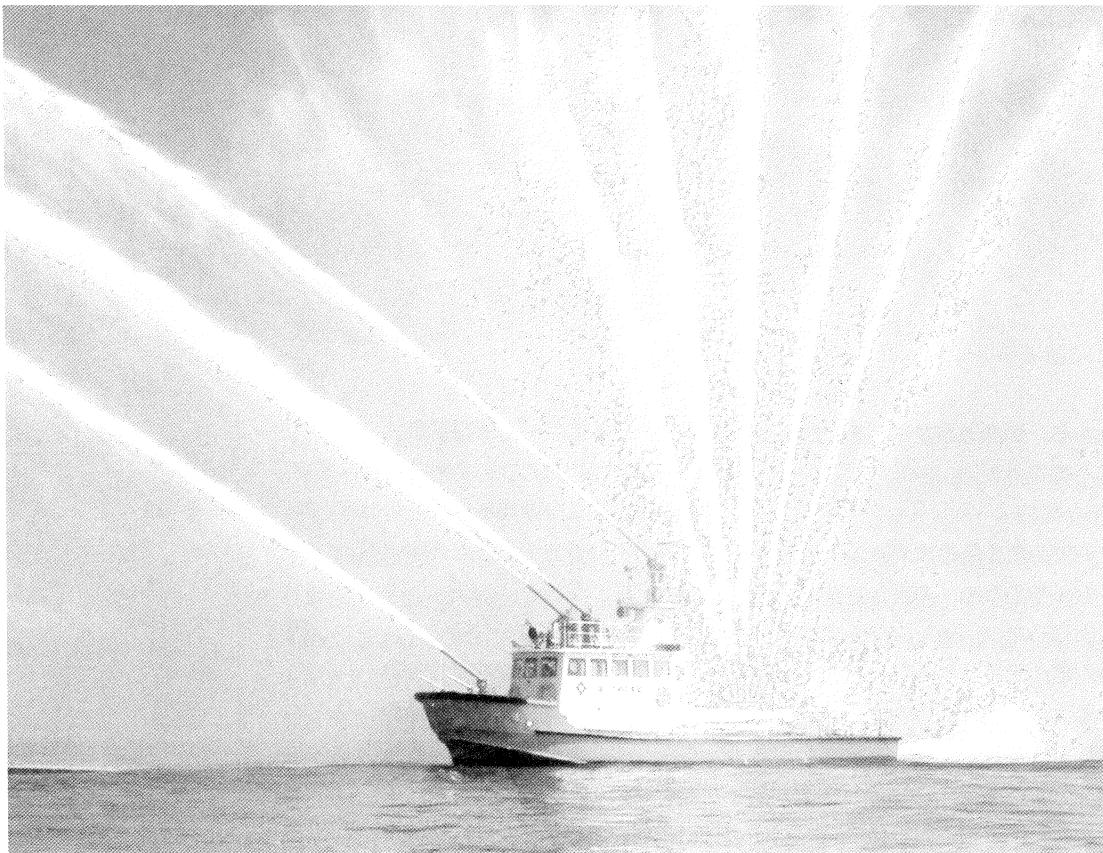


図-5 抵抗試験解析例

抵抗試験の解析手順は以上に述べた通りである。ここでは読者の理解のため実際の解析例を示す。全抵抗、全抵抗係数のグラフを図-5(a)に、造波抵抗係数のグラフを図-5(b)に、最終結果である有効馬力のグラフを図-5(c)に示す。抵抗試験の結果はこのように順々に解析される。

次回は抵抗試験結果の利用法を中心に、その将来の展望などを探ってみたい。

富山市消防艇 「神通」について



1. まえがき

ウォーターフロントの開発や海洋レジャーの健全な発展を支えるものとして、海上での安全対策はかくことのできないものであり、港湾を管轄する地方自治体にとって防災体制を整えるための設備の充実が急務となっている。消防艇は、海上あるいは沿岸の火災の消火活動のみならず、遭難船の救助等人命救助活動などにも十分対応できることが要望されており、港湾環境の変化にともなう船体や装備の高性能化が強く求められている。

本艇は、富山市消防本部岩瀬消防署海上分遣所に所属する総トン数35トンの消防艇で、日本海に面した富山湾特有の海象に対応する耐航性と復原性を有し、近年の海上火災や海難事故に対処できる最新鋭の装置を備えている。以下、本艇の概要を紹介する。

2. 基本設計および工程

基本設計および建造監理

(財)日本造船技術センター

建造 桧石原造船所

起工 昭和63年7月

進水 11月

就航 12月7日

3. 主要目等

(1) 船質および航行区域

船質 耐候性高張力鋼

(耐力35kg/mm²以上、通称HT50)

上部構造：耐食アルミニウム合金

航行区域 平水区域

船型 V型

救命設備 第4種船

(2) 主要寸法等

長さ(全長) 20.85m

(水線長) 20.00m

最大幅(型) 5.20m

深さ(型) 2.20m

計画満載喫水 1.30m

総トン数 35トン

(3) 速力等

常備状態速力 16.2knots

試運転状態速力 18.1knots

航続時間 約10時間

(4) 最大搭載人員

船員 6名

その他 20名

(5) 主機関および補機関

主機関

2サイクル高速ディーゼル機関

連続定格 825ps×2,170r pm×2基

補機関

4サイクル高速ディーゼル機関

定格 40ps×1,800r pm×1基

(6) プロペラ

3翼可変ピッチプロペラ

直径1,030mm

(7) 消防装置

消防ポンプ

容量 11,000/5,000l/min

揚程 100/150m

基数 2

放水砲

遠隔・手動兼用型

(操舵室上 2基、放水塔 1基)

手動型

(船首 1基)

放水口(65mm) 12個

救難用吸水口(90mm) 4個

(8) 主要タンク類

燃料タンク 1,800l ×2個

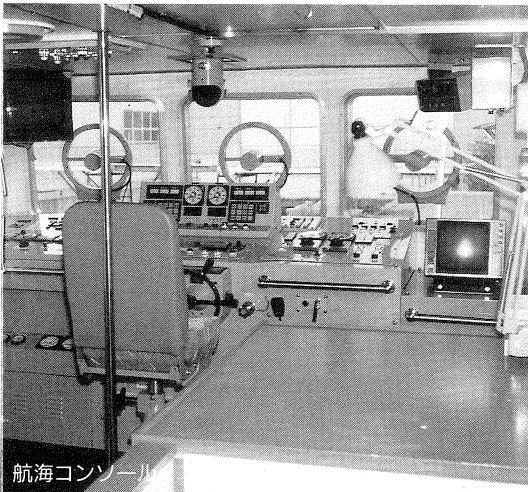
泡原液タンク 3,800l ×1個

油処理剤タンク 1,000l ×1個

4. 船型及び構造

(1) 船体の軽量化

船体主要構造には、耐候性高張力鋼を、操舵室などの上部構造は、耐食アルミニウム合金を使用することにより、船体の軽量化並びに重心降下を得た。また鋼構造とアルミ構造との接合には、クラッド鋼板による方法を採用した。



航海コンソール

(2) 船型と安定性

船型は、緊急時の機動力を得るための高速性と、富山湾の海象に対応できる耐航性を考慮して、ハード・チャイン型、システムは傾斜型、船尾はトランサム型とし、船底にはスケグを、船首部にはチャインに沿って波返し板を取り付けた。

5. 特長

① 放水時の操船性

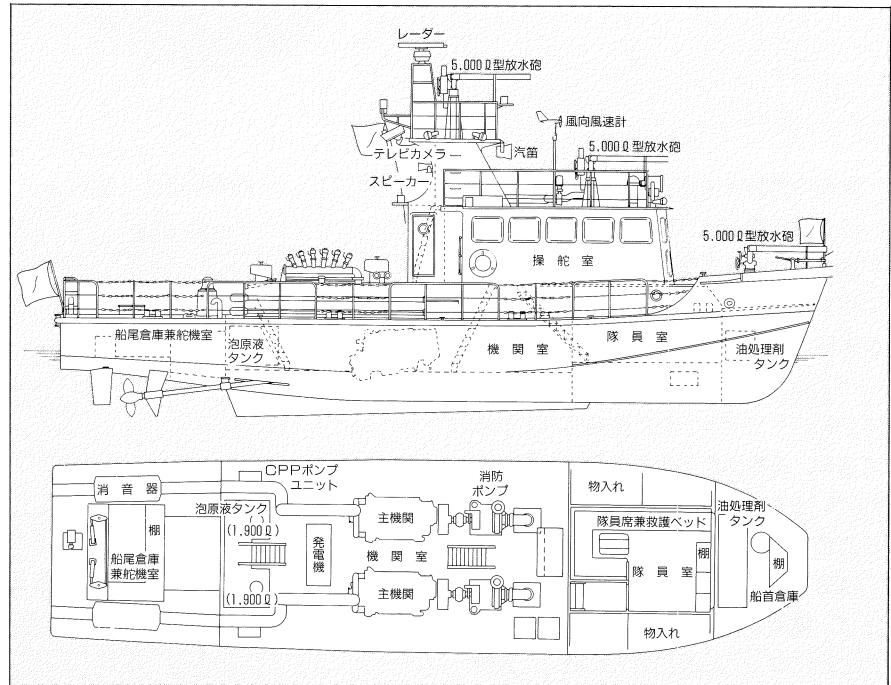
本艇に装備した可変ピッチプロペラのプロペラ翼角を変えることにより、消防ポンプを駆動（主機回転数一定）しながら、放水の反動力による艇の移動を修正的確な消防活動が行える。

② 省力化

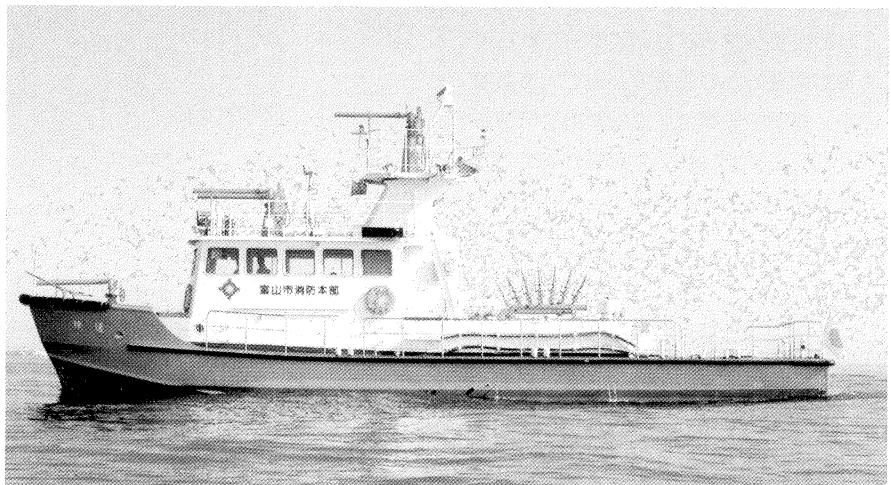
操舵室の航海コンソールには、主、補機関等の保護監視装置を完備し遠隔操作を可能としている。また、放水操作盤、指示盤においては、消防ポンプの発停、放水砲の制御、電動バルブの開閉等を遠隔操作で行えるよう省力化を図った。

③ その他

船尾甲板には曳航用ビットを備え浸水船等の曳航ができるほか、消防ポンプを使用し浸水船の排水ができる。隊員室（救護室）には、人工蘇生器、薬品棚、救急医薬品を備え、救助・救急活動ができる。



一般配置図



6. あとがき

最近の消防艇の設備は、電子機器、油圧機器等の進歩にともない監視装置や遠隔操作装置を用いた省力化、自動化が行われている。また、速力においても16～18ノットが一般化してきた。本艇も、装備の充実、高速性はもちろん日本海に面する富山湾の海象に対応できる耐航性、復原性が要求されたが、はからずも造船所（兵庫県高砂市）から富山港までの回航時に遭遇した4～5mの高波の中を航行

したこと、その性能を実証することとなった。今後は、一段と高まる高性能化への要求にともない、高速船型の開発、消防装備の充実を可能とする船型構造の開発、多機能化等が課題と考えられる。

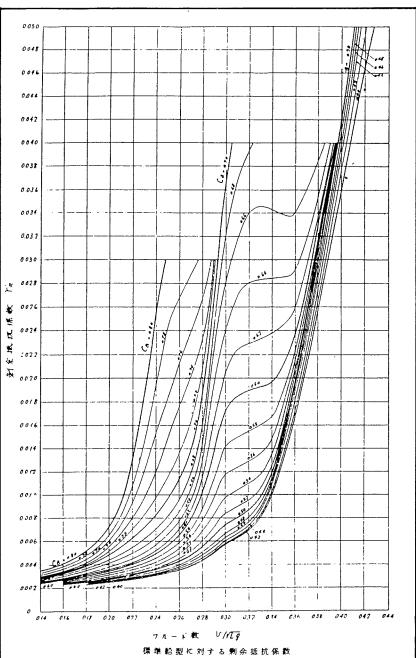
最後に、本艇の基本設計および建造監理を進めるにあたり、御指導を賜った富山市関係者各位及び、御協力いただいた株石原造船所殿に対し厚くお礼申し上げます。

馬力推定図表

船舶の馬力を推定するには、模型を作成して水槽試験を行う方法が最も精度の高い値が得られます。しかし、水槽試験をしないで馬力を推定する方法として、系統的船型試験の結果から作製された図表などを利用する方法があります。この馬力推定を目的として用意された図表は、これまで各国、各機関から色々なものが発表されています。馬力推定の参考資料としてこれら文献のリストを以下に掲載します。

なお実際にこれらの図表を使用する場合は、建造しようとする船の船型と図表のもとになっている船型を比較し、建造しようとする船型に近い船型の図表を選定する必要があります。

なお当センターにおいては、これら馬力推定図表にかわるものとして大型商船用の「船舶の標準推進性能算出システム（SP82 System）」が整備されており計算依頼に応じております。



山県の図表

一般商船用（国外）

図表の名称	文献名および著者名	適用できる船種及び範囲
テーラーの図表	「A Reanalysis of the Original Test Data for the Taylor Standard Series」, Morton Gertler (Report 806 from The David W. Taylor Model Basin, 1954)	高速貨物船 ($C_p=0.48 \sim 0.86$)
トップ・60シリーズの図表	「Series 60 The Effect upon Resistance and Power of Variations in Ship Proportions」, F. H. Todd, G. R. Stuntz and P. C. Pien (SNAME 1957)	貨物船 ($CB=0.60 \sim 0.80$)
	「An Analysis of The Series 60 Results」, A. Shaher Sabit Part1, Analysis of Forms and Resistance Results Part2, Regression Analysis of The Propulsion Factors (I.S.P. No.211 & NO.217, 1972)	上記シリーズテストから剩余抵抗係数および自航要素を求める回帰式を作成したもの
NSMBの図表	「Diagrams For Determining The Resistance of Single-Screw Ships」, A. J. W. LAP (I.S.P. 1954) 「Extended Diagrams For Determining The Resistance and Required Power For Single-Screw Ships」, W. H. A. Keller (I.S.P. 1973)	貨物船 ($C_p=0.60 \sim 0.85$)
BSRAの図表	「The B.S.R.A. Methodical Series-An Overall Presentation . Geometry of Forms and Variation of Resistance with Block Coefficient and Longitudinal Centre of Buoyancy」, D. I. Moor, M. N. Parker and R. N. M. Pattullo (R.I.N.A. 1961) 「The B.S.R.A. Methodical Series-An Overall Presentation. Variation of Resistance with Breadth-Draught Ratio and Length-Displacement Ratio」, H. Lackenby and M. N. Parker, (R.I.N.A. 1963)	貨物船 ($CB=0.65 \sim 0.80$)
	「Regression Analysis of The Resistance Results of The B.S.R.A. Series」, A. Shaher Sabit, (I.S.P. No. 197, 1971)	上記シリーズテストから剩余抵抗係数を求める回帰式を作成したもの
SSPAの図表	「The SSPA Cargo Liner Series Resistance」, Ake Williams, (SSPA Report No.66, 1969) 「The SSPA Cargo Liner Series Propulsion」, Ake Williams, (SSPA Report No.67, 1970)	高速貨物船 ($CB=0.525 \sim 0.75$)
	「The SSPA Cargo Liner Series, Regression Analysis of The Resistance and Propulsive Coefficients」, A. Shaher Sabit, (I.S.P. No. 263, 1976)	上記シリーズテストから剩余抵抗係数および自航要素を求める回帰式を作成したもの
GuldhammerとHarvaldの図表	「Ship Resistance, Effect of Form and Principal Dimensions」, H. E. Guldhammer and S. A. Harvald, (Akademisk Forlag, Copenhagen, 1965)	一般商船 ($C_p=0.50 \sim 0.80$)
Holtropの統計解析	「A Statistical Analysis of Performance Test Results」, I. J. Holtrop (I.S.P. No. 270, 1977)	一般商船

一般商船用（国内）

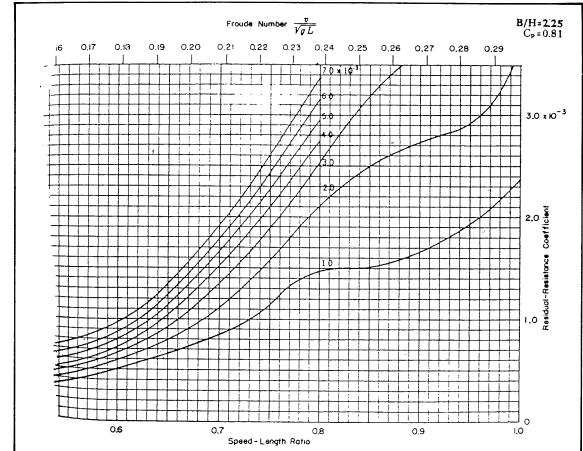
図表の名称	文献名および著者名	適用できる船種及び範囲
山県の図表	「船型学」（抵抗編）、山県昌夫（天然社）	貨物船（CB=0.40～0.80）
UTシリーズの図表	「普通型船首を有する大型肥大船型に関する系統的模型試験」、土田陽、横尾幸一、矢崎敦生、森山茂男、大橋誠三（船舶技術研究所、第1巻、第6号、1964）	油送船（CB=0.77～0.84）
高速貨物船シリーズの図表	「Design Charts for The Propulsive Performance of High Speed Cargo Liners」（日本造船研究協会 第45研究部会報告別冊、1964）	高速貨物船（CB=0.625）
	同上 (船舶技術研究所欧文報告別冊、昭和41年(1966))	同上 (CB=0.575)
中造工図表	「中小型貨物船馬力推定図表」（日本中型造船工業会報告書、昭和48年(1973)）	内航貨物船（CB=0.70～0.78） B/d=2.1, 2.4
内航船の図表	「内航船に関する系統的模型試験」、斎藤勇、松田登（船舶技術研究所報告別冊、昭和55年(1980)）	同上 B/d=2.7

高・中速艇用

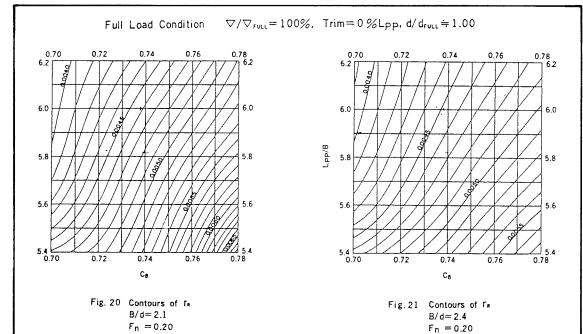
図表の名称	文献名および著者名	適用船種
丹羽氏の図表	「ハードチャイン艇の馬力推定図」、「ディープV艇の馬力推定図」、丹羽誠一、（高速艇工学、昭和46年(1971)）	高速艇、ハードチャインタイプ（ $L/\Delta^{1/3}$ =4.5～7.5） 高速艇、ディープVタイプ（ $L/\Delta^{1/3}$ =4.0～8.5）
大隅氏の図表	「中速艇の設計法」、大隅三彦、（船の科学、1979）	中速艇（ $L/\Delta^{1/3}$ =4.5～8.0）
Clementの図表	「Graphs for Predicting the Resistance of Round-Bottom Boats」、E. P. Clement, (I.S.P. No. 114, 1964)	高速艇、丸型底タイプ
	「丸型底艇のEHP算定用図表について」、菊池義男、（船の科学、1967）	Clementの図表をメートル法単位が使用できるように改訂したもの
Grootの図表	「Resistance and Propulsion of Motor-Boats」、D. De Groot, (I.S.P. 1955)	高速艇、UタイプおよびVタイプ
KeuningとGerritsmaによる滑走艇の図表	「Resistance Tests of A Series of Planing Hull Forms with 25 Degrees Deadrise Angle」、J. A. Keuning and J. Gerritsma, (Marine Technology, No. 337, 1982)	高速滑走艇

漁船用

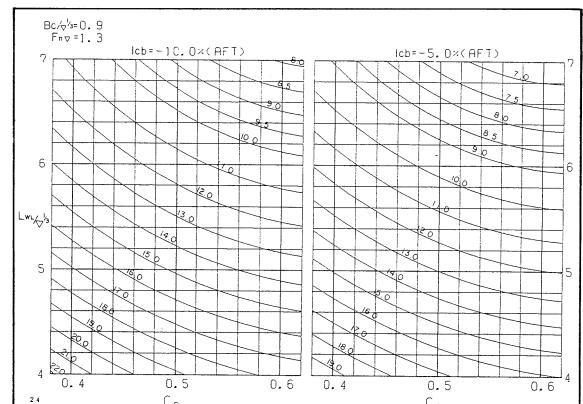
図表の名称	文献名および著者名	適用船種
土屋氏による統計解析	「漁船船型の有効馬力に関する統計解析」、土屋孟、（日本造船学会論文集、第132号、昭和47年(1972)）	漁船
漁研による統計解析	「漁船の有効馬力推定表について—全抵抗係数算定式の数表化—」、小林務、鈴木四郎、土屋孟、（漁船研究技報、第69号、昭和52年(1977)）	漁船
小型FRP船用馬力推定図	「小型FRP船型用馬力推定図」、FRP製船舶船型開発委員会、（日本小型船舶工業会、日本造船技術センター、昭和52年(1977)）	小型FRP船（CB=0.50～0.60） 回帰式あり $F_n \nabla = 0.6 \sim 1.2$
小型FRP船高速域馬力推定図	「小型FRP船型用高速域馬力推定図表」、（日本小型船舶工業会報告書、昭和56年(1981)）	同上 $F_n \nabla = 1.3 \sim 2.1$
トロール漁船の図表	「Resistance and Propulsion of Trawlers」、D. J. Doust and T. P. O'Brien (N.E.C. Inst 1959)	トロール漁船



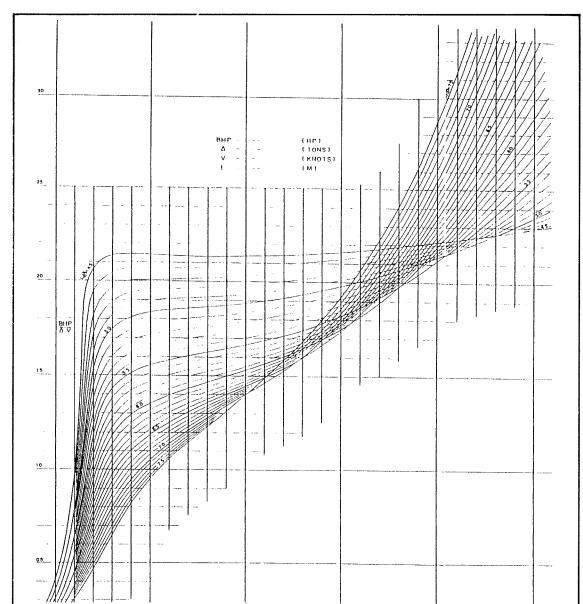
データー図表の一例



中造工図表の一例



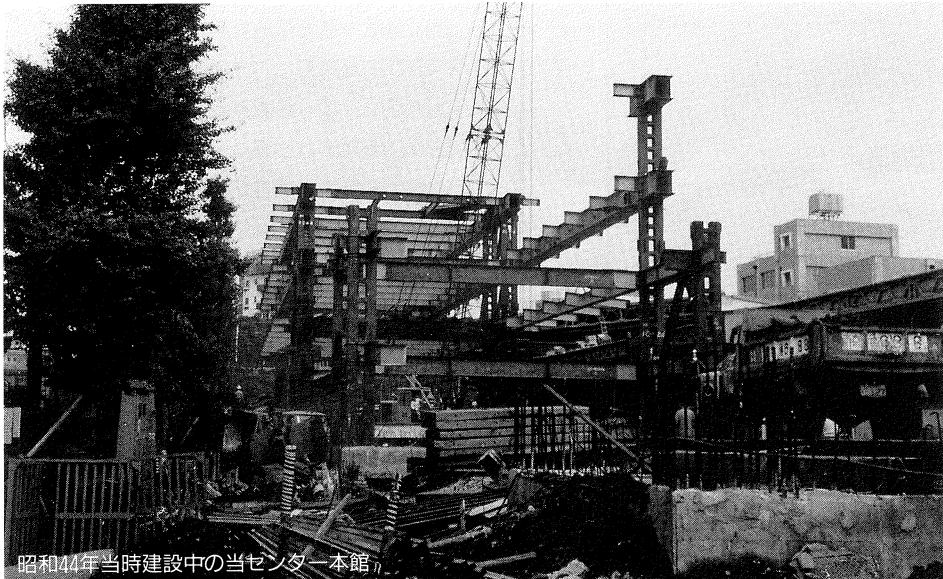
小型FRP船高速域馬力推定図の一例



丹羽氏の図表（ハードチャイン艇）

目白水槽と私——(4)

大江 卓二



昭和44年当時建設中の当センター本館

わが国の造船技術研究機能を拡充強化するため、運輸技術研究所を分解改編して、昭和38年4月船舶技術研究所が設立されたが、その中で目白水槽は船型試験部として定員34名で発足した。その頃わが国の造船は、巨大船、高速船、専用船等の建造が年とともに活況を呈し、目白水槽への各造船所からの水槽試験の依頼はますます増加の一途をたどり、水槽の能力の限度に近く、造船所の要望する期限に水槽試験を実施することがますます困難となり、そのため各造船所からの派遣要員の助力を得てもその実現はなかなか困難を極めた。このため目白水槽の処理能力を如何にして向上させるかが緊急の問題となってきた。

船舶技術研究所は設立以来、研究体制の拡充、大型研究施設の整備に力を注ぎ、研究活動もいよいよ軌道にのりつつあったが、目白水槽についても能率向上のため種々方策を講じ、施設の改善、要員の増加等の予算要求に努力してきたが、大造船所のために国との予算を投入することは大変難しく、その実現は思うように進まず苦悩の連続であった。

昭和40年7月、運輸省は造船技術審議会に諮問第12号として巨大船建造上の技術的問題点とその対策を諮問し、その答申が同年12月に提出された。その中で水槽試験の能率化が

要請されている。これが目白水槽の問題が提起された最初である。その頃目白水槽の問題が造船業界をはじめ業界紙、専門誌等で活発に論議されていた。目白水槽を分離して特殊法人にして水槽試験の能率化を図るべきだと最も熱心に主張したのは、目白水槽の先輩の人々であった。

船舶技術研究所としては、研究施設の整備途上にあり、目白水槽を分離することは当初から全職員が反対であった。その理由は水関係の部門として推進性能部、運動性能部と並んで目白水槽の船型試験部があり、研究と試験は並立すべきで水関係で船舶という具体的な対象を研究する場合には船型試験結果が将来の研究に大きな寄与をするという考え方から水関係全体のため分離は大きなマイナスとなり研究能力の分散になってしまうという考え方からであった。

昭和41年2月運輸省は造船技術審議会に諮問第13号として、当面研究体制を刷新充実するための具体的方策を諮問した。その答申が同年12月に提出され、その中で従来から能率向上を要望されている船型に関する依頼試験については船舶技術研究所目白水槽を母体として特殊法人又は公益法人を設立してその効率的実施をはかり、あわせて中小造船業に対

する技術指導等のサービス業務の充実をはかるよう要望された。公式にはこれが目白水槽分離の端緒となっているが、前述の通り分離問題はこれより数年前から運輸省をはじめ造船業界において論議されていたのである。

造船業界では、目白水槽が業界の要請に対して十分な処理能力が得られず、国立機関である限り実効があがる見込みが得られないで、業界の要請に応え得るよう国立研究機関から分離した機構として民間を中心とした運営方式に移すべきであるという態度を昭和41年8月に決定している。

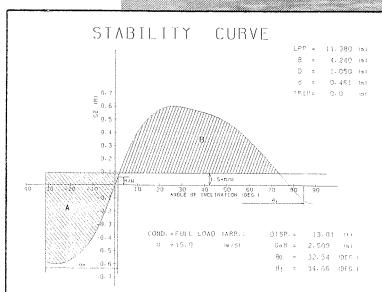
しかしながら、その頃わが国の造船は連続10年も世界一を誇り、大手造船所をはじめ全造船界の活況からみて建造される船舶の水槽試験のすべてを目白水槽だけで処理することは絶対数からみて限界があり、船舶技術研究所が最大の努力をしても年間180隻が処理限度であろうという結論から、大造船所は各社とも今や水槽施設を保有するに十分な能力があり、各社で建設する必要があるのではないかという考え方が一方にはあった。これをうけてその後、大造船所は次々と水槽建設計画を発表し昭和41年頃から昭和53年頃にかけて次々と水槽施設を建設したことはご承知の通りである。

造船技術審議会第13号答申は、造船業界の現実的な強い要請に応えて出されたものといえよう。船舶技術研究所としては、この答申が出された以上その趣旨に従わざるを得ず、研究所設立当初の研究施設整備計画に基づき施設の整備、研究体制の強化に全力を挙げることとし、その中で目白水槽を分離する代りに目白施設の建築交換により、協力関係では中型水槽（200m×8m×4m）1基及び浅水水槽（100m×30m×2.5m）1基を建設するよう予算措置を要求した。しかしその後の昭和42年3月の予算折衝で前記の中型水槽1基と蒸気源設備1式が認められた。このとき目白水槽は昭和43年3月31日までに払い下げること、その価格の範囲内で上記の2施設を昭和43、44年度で建設することとなった。（つづく）筆者は昭和38年4月～41年6月船舶技術研究所次長
昭和41年6月～44年7月船舶技術研究所所長

（日本造船技術センター顧問）

新造船と復原性

船舶の安全性を考える時、復原性は最も基本的で重要な性能の一つです。そこで、今後、船主はじめ関係者の御了解のもとに当センターで復原性計算を実施した新造船のいくつかを紹介させて頂きます。



第二十一 一義丸の復原力曲線と判定図

船名 第二十一 一義丸

用途	遊漁船
船主	北風洋一
造船所	石黒造船株式会社
設計者	同上
竣工	昭和63年10月
総トン数	13トン
航行区域	限定沿海
主要寸法(m)	長さ × 幅 × 深さ 11.98 4.24 1.05
主機	連続最大出力 650PS
	回転数 1900rpm
	基数 1
速力	試運転最大速力27.1ノット
旅客定員	42名

湘南地方の代表的な小型遊漁船の一種。復原力曲線の形状は、27度付近で最大復原てこを与え、大傾斜につれて緩やかに減少している。また、海水流入開口位置は、比較的高くかつ中心より有り復原力の有効範囲が広くなっている。

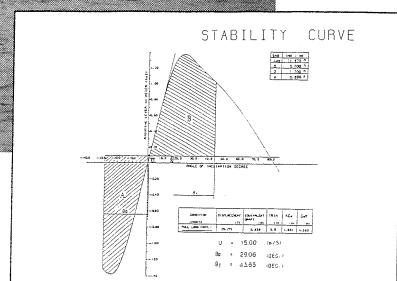
船名 イナーナ I

用途	ダイビングボート
船主	株イナーナ
造船所	イーストマリン株
設計者	株寛治マリンデザイン
竣工	昭和63年3月
総トン数	19.0トン
航行区域	限定沿海
主要寸法(m)	長さ × 幅 × 深さ 11.97 6.00 1.70
主機	連続最大出力 406PS 回転数 2,300rpm
	基数 2
速力	最大速力 18ノット
旅客定員	80名



提供：オーシャンライフ株

非対称型双胴船であり、双胴船特有な復原力曲線の形状を有し、24度付近で最大復原てこ約 1.3mと非常に大きな復原力を示す。また、大傾斜しても復原力が急激には減少しない傾向も示している。



イナーナ I の復原力曲線と判定図

復原性計算の手数料を実質約20%値下げしました。

昭和63年11月1日より、従来の標準料金を据え置き、サービス内容を申し込みの実態に合わせて充実させ、約20%の実質的な値下げとしました。この他、関連

する計算や設計図書の作成においても手数料を値下げし、より利用しやすく致しました。

日本造船技術センター技報一覧 (第1号～第6号)

第1号 (昭和48年)

- 水槽水の管理 (第1報)
- 試験水槽用自動給水装置
- フォトトランジスタ式対地速度計
- NC模型船削成機およびそのNCシステムについて
- 箱型浮体の抵抗試験 (第1報)
- 肥大船の船型要素など

第2号 (昭和49年)

- 水槽水の管理 (第2報)
- 大型鉱石運搬船、油送船等における載貨状態と速力およびプロペラ回転数の関係
- 水槽試験結果の統計解析による1軸船の満載状態における形状影響係数の推定
- 箱型浮体の抵抗試験 (第2報)
- 船尾フィンによるプロペラスラストおよびトルク変動の軽減効果に関する模型実験 (第1報)
- プロペラの乱流促進装置が単独試験および自航試験に及ぼす影響
- 対水速度計と模型船の相互干渉
- 大型肥大船などの自航試験に関する新しい計測シーゲンスについて

第3号 (昭和50年)

- 水槽水の管理 (第3報)
- バラフィン製模型船の出来について
- 最近の水槽試験資料を整理して得られた主要船種別の船型要素と抵抗・推進性能に関する資料
- 箱型浮体の抵抗試験 (第3報)
- カーフェリー模型船の造波抵抗直接計測例
- 曳航水槽での定常波の計測と繰返し抵抗試験の結果
- 船体、舵およびプロペラの干渉に関する水槽試験 (第1報)
- 肥大模型船の自航試験における不安定現象発生時の記録のタイプについて
- 船尾付近の船型と不安定現象の発生の関係についての一調査
- 短いダクトを装備した肥大船型に関する模型試験
- Ducted Propellerを装備する肥大船の水槽試験とその解析法
- 最近整備した電子計算機プログラムの概要

第4号 (昭和51年)

- 水槽水の管理 (第4報)

- 船体中央部に大きな開孔を有する船型の抵抗試験 (第1報)
- 船尾フィンまたは船尾ダクトによるプロペラスラストおよびトルク変動の軽減効果に関する模型試験 (第2報)
- 船体、舵およびプロペラの干渉に関する水槽試験 (第1報)
- 作動中の模型プロペラの表面圧力の計測 (第1報)
- 自航試験時のサイドフォースの計測と大型肥大船における伴流係数との関係について
- 有効伴流と公称伴流
- 肥大船型におけるプロペラ直径の変化と公称伴流係数の関係
- ビニール管-圧力変換器系の応答について
- ダクトプロペラの単独性能の推定について
- 自航要素等の船型要素等による回帰分析
- 最近整備した電子計算機プログラムの概要 (第2報)
- 小型FRP漁船船型の横揺れ特性に関する研究
- 小型FRP漁船船型の抵抗試験時の曳航点の高さが抵抗等に及ぼす影響について

第5号 (昭和52年)

- 水槽水の管理 (第5報)
- プロペラ翼輪郭部形状が標準と異なるプロペラの単独性能およびキャビテーション性能
- 円孔管による流場計測システムについて
- 目白水槽で水槽試験を実施した建造船の主要目等に関する調査
- 作動中の模型プロペラ表面圧力の計測について (第2報)
- 模型船と実船の相関等についての調査
- 間接逆転装置を有する小型船の停止性能の一計算法
- 小型FRP漁船船型のBM、BML、OB及びSの略算式について

第6号 (昭和53年)

- 水槽水の管理 (第6報)
- ダクト・プロペラに関する系統的試験
 - 第1部 ダクト・プロペラ系およびインペラ系の系統的単独試験
 - 第2部 ダクト・プロペラに関する系統的キャビテーション試験
- 過去10年の船型の変遷と近年の特徴
- 伴流分布図作図プログラム
- Review of Research on Overlapping Propeller
- バラフィン製模型船の破損事故例とその対策
- 千葉県漁業指導船千葉丸の設計について
- 小型FRP漁船の高速域における抵抗試験結果について
- 回流水槽の計測水路部の流れの一様性について