

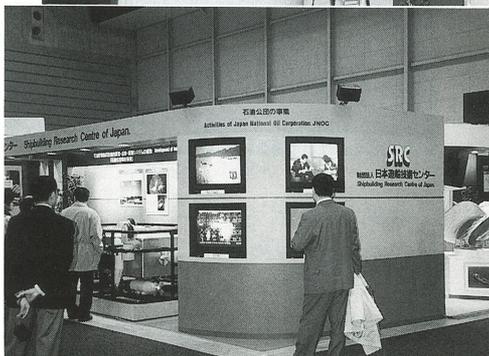
SRC News

No.25 April '94

The Shipbuilding Research Centre of Japan

●目次●

幅広浅喫水肥大船の効用	Page 2
曳航水槽と模型試験(2)	Page 4
船型試験の品質管理	Page 6
40トン級航海練習船について	Page 8
ITTC(国際試験水槽会議) 信頼性管理グループの報告から	Page 10
News	Page 12



SEA JAPAN '94 に参加

国際海事展「SEA JAPAN '94」が3月9日から13日まで、横浜市のパシフィコ横浜国際展示場で開催された。国際海事展は、造船・海運等、海事に関する企業や団体が参加し、会場での展示、海事産業関係者を対象としたコンファレンスやイベントなどにより、船用技術に関する情報の交換の場として、オスロ、アテネ等ヨーロッパを中心に開催されている。

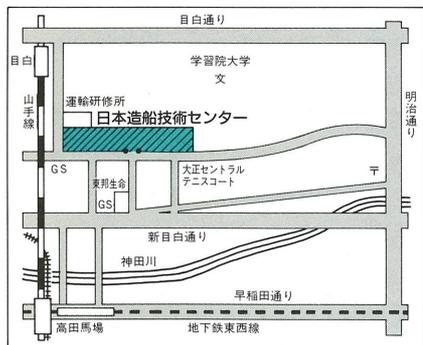
今回の展示会は、日本で初めて開催されたもので、造船、海運等海事関係に関わる世界20カ国、282の企業・団体が出展し、このうちヨーロッパを中心とした船用機器メーカー、商社などの外国勢が半数を越える国際色豊かなものであった。

当センターは、平成5年度石油公団委託事業の一環として参加し、石油貯蔵船

の泊地内検査・点検・補修システムの開発事業を中心に業務内容を紹介した。展示会場のブースは、前記事業で開発した水中ロボットの実物大模型を展示し、また、パネルにより当センターが行っている操縦性能試験関係やPDプロペラ設計システム等も同時に紹介した。

コーナーに設置したビデオの前では、水中ロボットの実験状況や石油公団事業の映像に多くの来場者が立ち止まって見入っていた。

主催者側の集計によると、会期5日間の入場者は展示会関係で約46,000人、イベント関係を含めると約70,000人になり、当センターのブースも、外国からの関係者の来訪や予想を越える数のパンフレットの配布など、国際色豊かな展示会であった。



財団法人 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(3971)0266 FAX 03(3971)0269

幅広浅喫水肥大船の効用

——技術的課題の多い中小型バルクキャリアへの適用——

船の設計においては、設計・建造費、運航費（人件費、燃料費、諸経費等）と運賃収入等の経済要素を考慮しつつ、推進性能、安全性、構造強度等の技術要素を、与えられた設計条件のもとで総合的に評価し、船型を決めていく。

この中で、港湾や主要水路の広さ、水深、荷役設備の能力や寸法、橋桁の高さ等、就航航路の制約は主要目決定の上での重要な因子となる。

タンカーの例

航路上の制限条件の緩い日本—ペルシャ湾、欧州—ペルシャ湾航路など主要航路においては船の大型化による経済性向上が追求され、喫水20m程度の現在のVLCCが定着した。

主要航路以外の場合は、水深の浅い海域、接岸する製油所の港湾等の水深の制限などのため、大型化による経済性追求は困難となり、いわゆる中小型のサイズのタンカーが運航されてきた。このような航路に就航するタンカーの経済性向上追求の一つとして、喫水を一定におさえ幅を広げ船長を短くした幅広浅喫水型のタンカーが1980年代初めに出現している。このタイプの船は



船長／船幅比 5
船幅／喫水比 3.5～3.6

という当時としては画期的な船であり、いろいろな技術課題を解決して、経済性、安全性共に優れた船と評価され、以後のタンカーやこれに類する肥形船の設計は条件の許す限り、幅広・浅喫水船型の方向をめざし進められてきた。

主要技術課題のうち流体力学的な面よりみると、船長／船幅比の減少、船幅／喫水比の増大、これに加えて肥形化は推進性能、操縦性能、耐航性能、起振力全般にわたり一般的に望ましくない方向にあり設計にあたって慎重な検討が必要である。特に操縦性能に関しては、IMO操縦性能基準への対応の観点からより重要なテーマとなってくる。

経済性と技術的特性

幅広浅喫水肥大船の特徴は喫水が等しい在来の船に比べて、載荷重量を大きくとれること（図-1）による経済性の向上にある。しかしながら、このメリットは、同程度の大きさの在来船に比べて、少なくとも同等の推進性能および操縦性能を有し、安全性を考慮した信頼性の高いかつ合理的な構造等が前提にあることは言うまでもない。

幅広浅喫水型肥大船の性能に関し、現在知られている主要な知見は以下のとおりである。

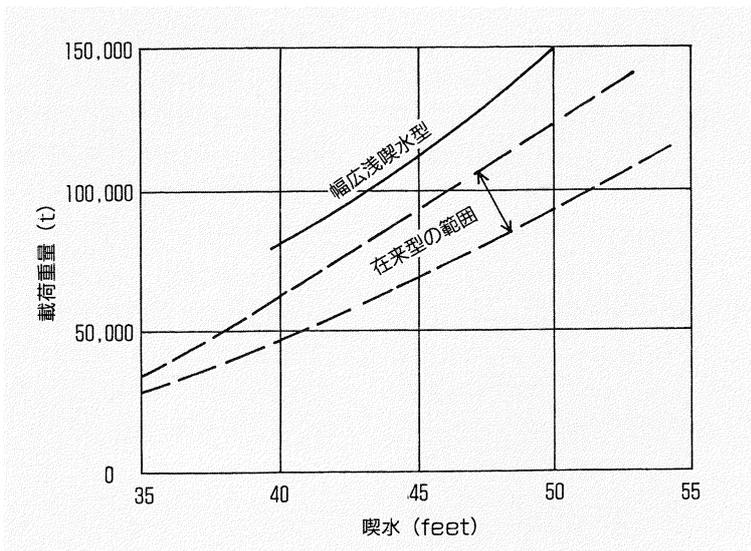


図-1 タンカーにおける喫水と載荷重量の関係

① 船幅／喫水比が3.8までは性能要素（造波抵抗、形状抵抗、自航要素等）の要目比による変化は現有の在来船型データにより推定される傾向に近い。

但し、船長／船幅比が極端に小さくなると、たとえば造波抵抗が急に大きくなる等の性能変化が顕著になるので注意を要する。

② 船幅／喫水比の小さな在来型に較べて保針性は低下するが、舵面積や船尾形状の適当な選択により、保針性の改善可能なが示されている。

操縦性能には旋回性能と保針性能があり、肥大船では一般に旋回性能は良好で保針性能が悪いため、後者に重点を置いた検討が行われている。

③ 波浪中の抵抗増加は船幅に比例し、又船首部の肥大度とも関係するので、これらの選定にあたっては就航海域の海象への考慮も必要である。

波浪中の揺動については、過大GMによる横揺れと上下加速度、船首波衝撃や冠水等に関する検討が波浪荷重の見積りとともに必要となる。

④ 船尾流場は船幅／喫水比の小さな在来型船に比べて、伴流ピークの高さが増加し、範囲も広くなる傾向があり、ハイ

スキュードプロペラの採用も検討すべきである。

以上のような知見をベースに、船長／船幅比5、船幅／喫水比3.5～3.6のタンカーが開発され、10年以上にわたり運航されてきている。

中小型バルクキャリアへの適用

中小型バルクキャリアにおける航路上の制約は、一般にタンカーに比べて厳しく、パナマ運河可航型の場合は要目選定の余地はほとんどないと言えよう。しかしながら厳しい条件の中でも、肥大度の増加を図りつつ所定の載荷重量の確保をより小さな寸法で可能とするよう、構造分野の工夫も含む、肥大化への要目の選定が行われてきた。図-2に最近10年間における中小型バルクキャリアの船長／船幅比と船幅／喫水比を示している。徐々にではあるが設計条件の許す範囲で幅広浅喫水肥大船の傾向が続き、肥大度についてもVLCGと同程度の値が選定されている例もみられる。

また、中小型バルクキャリアにおいては大型に比べてフルード数が高い、すなわち全抵抗中に占める造波抵抗の割合が高く、タンカーに比べて船首部分を痩せさせ、その分、船尾を肥大化させるような設計がなされている。

性能上の検討課題

図-3は現有のあるバルクキャリアをベースとして、要目、肥大度を変えた場

合の推進性能の変化を現有の肥形船データの傾向を用いて推定した例を示している。船幅／喫水比が3.6～3.7以下ではほとんど差がなく、それ以上になると急に性能低下が始まるが、このような幅の広い肥大船データは皆無に近く、経済性評価のベースとして船型データの整備が必要である。操縦性能に関しては相対的に船尾肥大化の傾向に加え、船幅／喫水比が4に近い船型では保針性能低下の傾向は避けがたく、PMM試験や操縦シミュレーションによる慎重な検討と共に、船尾形状、舵の選定に加えて、操縦性能向上のためのdeviceの開発も必要と考えらる。

特に操縦性能については、従前のような定性的な判定では済まず、IMO操縦性能基準をクリアしていることを設計時点で定量的に示す必要がある。すなわち、幅広浅喫水船型のバルクキャリアへの適用においては、操縦性能のIMO基準達成の見通しの上に立って、推進性能を含む経済性向上を図る事が必須のプロセスであり、そのためのツールの整備の意味からも、操縦性能に関する模型試験を含む知見の整備が急がれるところである。

当センターでは、PMM試験装置を中心に、水槽試験およびシミュレーション計算を総合して、新しい船型分野の拡大ニーズに対処すべく、体制を整備している。

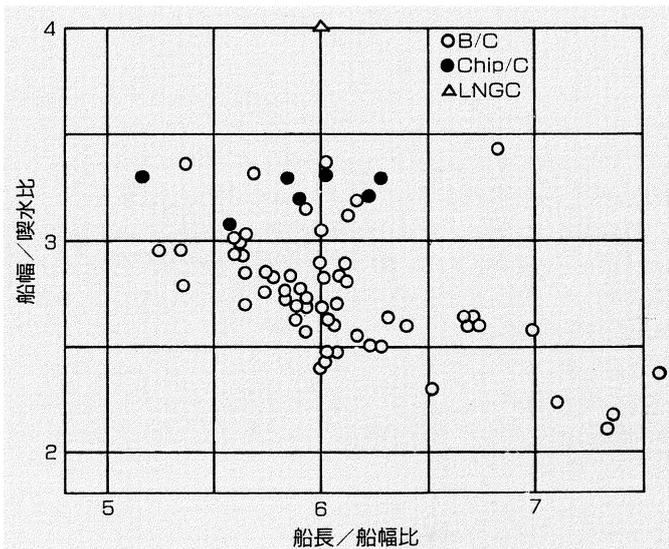


図-2 中小型肥形船主要目の比較

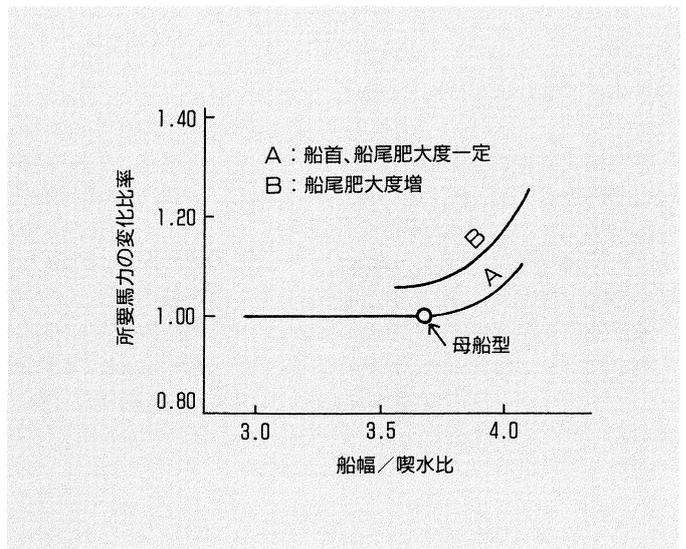
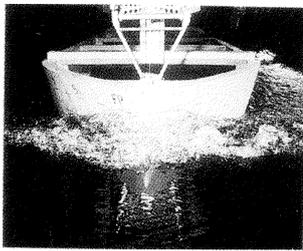


図-3 主要目変更による所要馬力の変化(速力一定)



曳航水槽と模型試験

抵抗試験(2)

仮に模型船を実船が航行するときのフルード数とレイノルズ数の両方とも合致させて、曳航することができるかと仮定すると、模型船の周りの流れは実船の周りの流れと相似になります。このとき模型船と実船の全抵抗係数は等しくなりますから ($C_{TM}=C_{TS}$)、模型試験時に検力計で計測された曳航力=抵抗 R_{TM} から、実船の抵抗 R_{TS} を計算することが出来ます。(図-2参照)

しかし、この記述には、実際的でない点があります。それは、レイノルズ数を合わせることが出来ないことです。(コラム参照)

実際の模型試験ではフルード数のみを合致させて試験し、レイノルズ数の違い

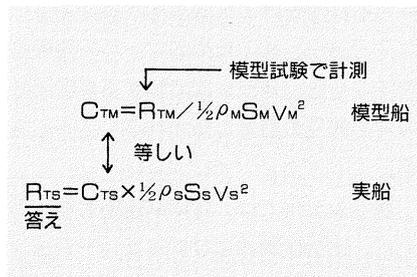


図-2 模型試験結果から実船の抵抗を (簡単だが非現実的な方法)

は別途処理します。その際の手順は以下のとおりです。

$$C_T = f(F_n, R_n) \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} &= aF_n^4 + bF_n^6 + \dots \dots \dots \\ &+ c/R_n^{0.5} + d/R_n + \dots \dots \dots \\ &+ eF_n R_n + f F_n/R_n + \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} (2)$$

$$\begin{aligned} &\doteq f_w(F_n) + f_v(R_n) \quad (3) \\ &\quad \quad \quad \text{造波抵抗係数} \quad \text{粘性抵抗係数} \\ &\quad \quad \quad C_w \quad \quad \quad C_v \end{aligned}$$

(1)式は前号で述べたように、「船の抵抗係数はフルード数とレイノルズ数で決まる」ことを示していますが、関数の具体形は未知です。船型によっても異なるでしょう。

(2)式は、(1)式を適当に様々な項に展開した式で、1行目はフルード数の項、2行目はレイノルズ数の項、3行目はフルード数とレイノルズ数を組み合わせた干渉項です。a、b、c、…等の係数を理論的に定めることができると良いのですが、現状では不可能ですし、近い将来も不可能でしょう。

そこで、(1)式を(3)式で近似します。これは、(2)式の3行目(干渉項)を無視しようとするもので、乱暴な近似ですが、

試験結果や経験からこれで案外うまくいくのです。(1)式から(3)式への工学的処理が、船型試験の出発点となります。これは、フルードが考え出した方法で、1872年、今からおよそ120年前のことです。以来、この方法の基本は変わっていません。

(3)式の第1項はフルード数のみの関数で造波抵抗係数 C_w と呼びます。第2項はレイノルズ数のみの関数で粘性抵抗係数 C_v と呼びます。(3)式は、「抵抗は造波抵抗と粘性抵抗の和である」ことを示しています。そこで、次の問題は以下の2つとなります。

- a) 模型試験では造波抵抗と粘性抵抗の和しか計測できない。
- b) フルード数を合せているので、波の形はほぼ相似になり、実船と模型船の造波抵抗係数 (C_{ws} と C_{wm}) は等しいと考て良いが、レイノルズ数が異なるので、粘性抵抗係数 (C_{vs} と C_{vm}) は異なる。

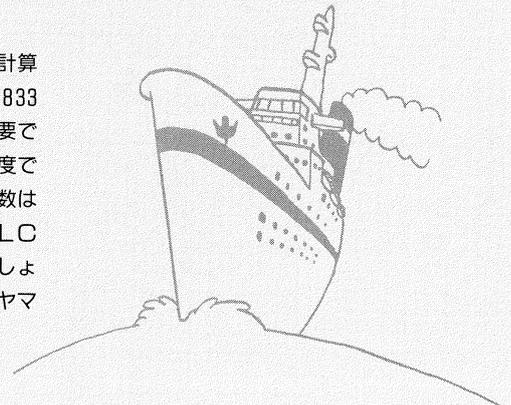
◆フルード数とレイノルズ数◆

長さが $L_S = 180\text{m}$ の船の模型として、長さが $L_M = 6\text{m}$ の模型船で試験するとします。縮率は $\alpha = 30$ です。実船の速力を $V_S = 15\text{ノット} = 27.8\text{km/h} = 7.72\text{m/s}$ とします。

フルード数 $F_n = V/\sqrt{gL}$ を合せる場合を考えますと、水槽でも海でも重力の加速度は殆ど同じですから、模型船の速度は $V_M = V_S/\sqrt{\alpha} = 5.1\text{km/h} = 1.41\text{m/s}$ となります。

次に、レイノルズ数 $R_n = VL/\nu$ を合せる場合を考えます。水槽水(水道水)と海水の

粘性係数の違いは小さいので同じとして計算しますと、模型船の速度は $V_M = \alpha V_S = 833\text{km/s} = 232\text{m/s}$ となり、大きな速度が必要です。巨大な施設を建設してそのような速度で曳航できたとしても、このときフルード数は実船の $\alpha^{1.5}$ 倍となります。これでは、ULCCの模型船でも水面を滑走してしまうでしょうし、模型船に翼をつけると、宇宙戦艦ヤマトのように、飛んでしまいます。



これを解決するために、更に次の2つを仮定します。

- (1) フルード数が小さいときは、波も小さいので造波抵抗は小さい。言い換えると、フルード数が小さいときの抵抗は、全て粘性抵抗である。
- (2) 粘性抵抗 C_v は、船の浸水表面積 S と同じ面積を有する板厚の薄い平板の摩擦抵抗 C_F に比例する。(比例常数 = $1+k$)

平板の摩擦抵抗ならば実験的、理論的に求めることができます。

これらの仮定に基づき、図-3のように、実船の抵抗を求めることが出来ます。実船の抵抗値を一つの式で表すと次のようになります。

$$R_{TS}(V_S) = (R_{TM}(V_S/\sqrt{\alpha}) / \frac{1}{2} \rho_M S_M V_S^2 \alpha^{-3} - (1+k) \{ C_F(L_S V_S \alpha^{-1.5} / \nu_M) - C_F(L_S V_S / \nu_S) \}) \times \frac{1}{2} \rho_S S_S V_S^2$$

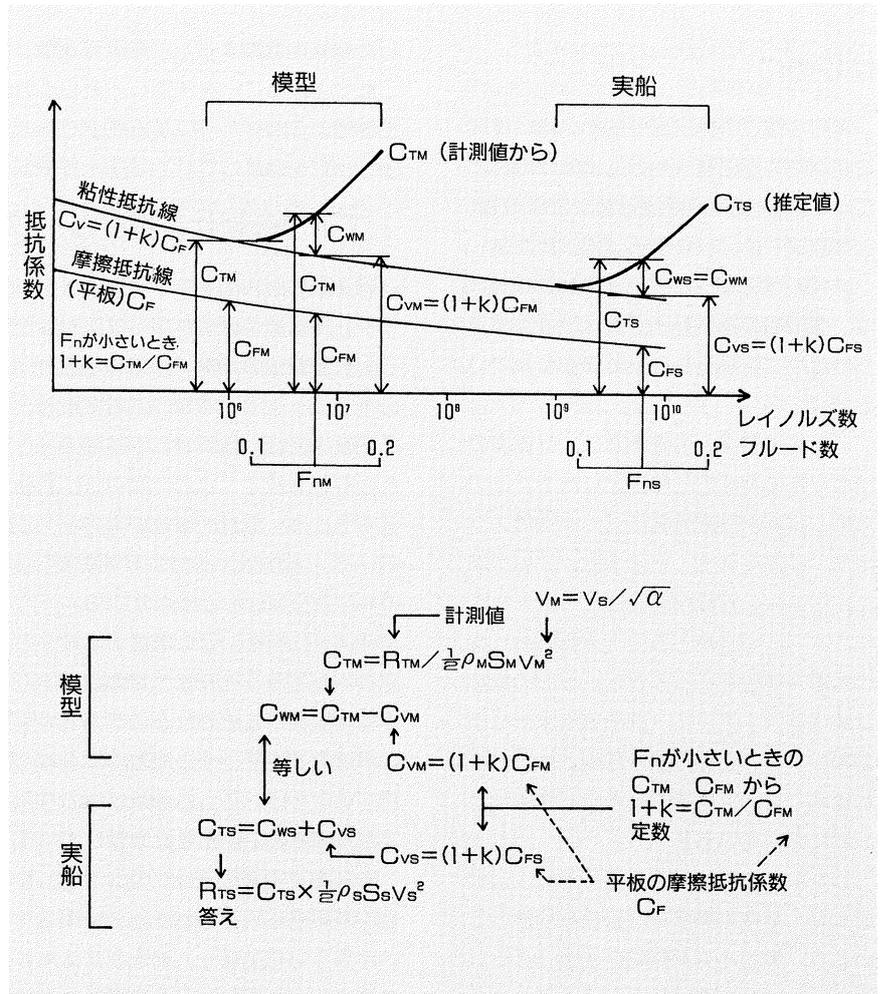


図-3 模型試験結果から実船の抵抗を(現実的な方法)

◆相似則を満足させる◆

フルード数とレイノルズ数を共に合わせる方法として重力を変える方法、粘性係数を変える方法が考えられます。前者に関しては、重力を α^3 倍 ($27,000$ 倍、 $\alpha=30$ の場合、以下同様) にする必要があり、全く非現実的です。

後者に関しては、水の $\alpha^{-1.5}$ 倍 (0.006倍) の動粘性係数を有する流体を開発する必要があります。参考のため、幾つかの流体の動粘性係数を示します。

	ν (m ² /s) × 10 ⁶	
真水	0°C	1.9
	15°C	1.1
	30°C	0.8
	100°C	0.3
空気	15°C	12.5
水銀	20°C	0.12

真水と海水とでは余り違いません。温度による違いの方がずっと大きく、夏の船型試験の方が冬の場合よりも2~3割実船に近いこととなります。100°C近くまで温めた水を使

用しますと、レイノルズ数を3倍程度にすることが出来ます。このとき飽和蒸気圧も大きくなりますので、キャビテーション数も実船に近くなります。

空気の動粘性係数は水の10倍以上です。これは、水槽なみのレイノルズ数を風洞で得るためには、風速を水槽における模型船速度の10倍以上にする必要があることを示します。水銀の動粘性係数が小さいことから、水銀水槽が試みられたことがあります。

船型試験の品質管理

浸水表面積の計算精度も見直して下さい

はじめに

大型水槽での排水量型船舶の抵抗試験法が現在の形に整ったのは、30年位前のことであつたと思われる。ここで言う「抵抗試験法」は、いわゆる「抵抗計測法」とは目的が異なっており、「抵抗試験法」は、模型船の抵抗計測が要求精度を充足しただけでは満足しないものを含んでいる。

「抵抗試験法」の考え方は、計測者の視点が常に実船の性能推定にある。このため、試験水槽関係者は、対水速度の計測法、乱流促進法、水槽水および曳引車走行レールの敷設精度管理にも工夫を重ね、さらに模型船の強度（許容撓み）等にも逐一検討を行ってきた。今日の抵抗試験法は、I T T C（国際試験水槽会議）の場で、これらの知識が蓄積され、大型水槽間では、ほぼ標準化されて完成したものになっている。

しかし、試験法が完成されても、日常、肥大船、高速船等様々な試験を経験していると、思わぬ計測結果に出会うことは珍しくない。このような結果を見た場合、直ちに計測結果が正常か異常かを現場で判断し、異常であれば原因を追求して誤りを訂正し、正常であれば当該船舶の性能について注意深い観察を続ける必要がある。

しかし、試験の現場では、信頼性管理に関し普段の準備がなければ、計測点の正常、異常を経験だけで判断できない場合もある。商業水槽では、計測者と依頼者の立場の違いが、判断の客観性を狂わせることもあるかも知れない。このため、I T T Cでは、常時正常な試験ができるように水槽の状態を管理する方法、管理

した結果を記録する方法も研究課題として取り上げることを決定し、新しく信頼性管理の作業グループ(Quality Control Group)を構成した。

I T T C信頼性管理グループ

1990年の第19回I T T C総会（マドリッド）が信頼性管理グループに対して行った調査課題の提案(Recommendation)の中で『I T T C加盟の試験水槽が、高い試験の品質、信頼される技術力から優れた評判を得て、さらに強い訴訟防衛力をもつには、日常の業務実施のすべてにおいて、Validationの考え方が生きていなければならない』と述べている。

Validationを、仮に精度・信頼性の確認と訳しておく、すべての技術に万能なものはないと思われるので、その限界が示されていて、その範囲内で正しく利用するならば、正しい結果が得られることが確認されていることを表している。

計測法でも計算プログラムでも、原理として間違っていないから、結果も正しいと言うのではなく、現実を踏まえて、計測または計算の利用可能範囲と運用法およびその結果の精度を示し、それが学会等で公認されている場合に、計測法または計算法は、Validateされていると言うことができる。

1993年の第20回I T T C総会（サンフランシスコ）では、この考え方を更に発展させて、I T T C加盟の試験水槽に対し、将来I S O 9000シリーズの認証機関となるよう準備することを勧めている。ここでは、試験水槽は船型試験法を Validateされた技術群によってマニュアル化し、日常の作業が、そのマニュアルに従って実施されていることが確認できるシ

ステムの完成が、商業水槽として重要なことになると考えている。

このため、I T T Cでは各技術委員会に対して、担当している主要な計測、計算技術のValidationを急ぐようの方針を指示している。しかし抵抗計測を例としても、計測値が乱れる理由のすべてが明らかになっているわけでもなく、原因不明および偶然の計測値のパラツキもあるので、各技術委員会はValidationの基礎となる技術、不確かさ解析(Uncertainty Analysis)の調査を進める必要にも迫られている。

これらのことから、主要な船型試験技術についてValidationを完成するには、なお一定の時間を要するものと思われるが、品質管理技術は、船型試験水槽の重要な技術ターゲットになろうとしている。

排水量等計算の精度

水槽の信頼性管理の話は、今後さらに大きな問題として拡大していくと思われるが、手近にも検討できる共通の話題がある。標題に掲げた浸水表面積の計算精度および取扱いも、古典的な話題であるが、必ずしも決着はしていない。

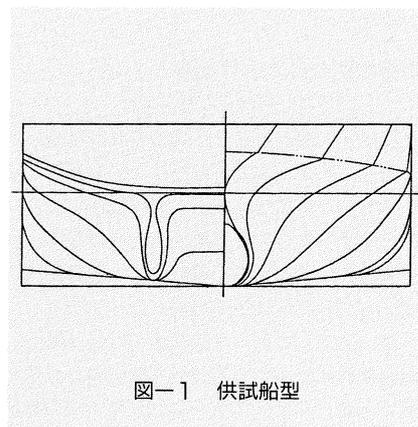


図-1 供試船型

以下は、(社)中型造船工業会で平成元年度から4年間実施された研究「中型高速船の新需要船型の調査研究」の中で、スプリット・スターン型的高速船型の排水量等計算について、森田委員(元東京商船大教授、現(財)日本造船技術センター嘱託)が中心になって実施した精度調査のデータに依っている。

排水量等の計算プログラムは、一般の船型について、十分なValidationと精度チェックが行われていると思われるが、図-1に示すようなスプリット・スターンのような特殊船型については、精度の確認を必要としたのが本調査の主旨であったと思われる。

ここでは、図-1の船型について、排水量および浸水表面積の計算精度を、手計算(p1)と計算プログラム(p2、p3)について評価している。p1、p2およびp3の計算の方法を、表-1に示した。

計算は1W.L.から6W.L.の各W.L.でおこない、その結果を真値との相対誤

差を用いて、図-2および図-3に示している。

ここで真の値は、森田が別に作成し、計算精度が確認されているプログラム(p0)の計算結果を用いている。一例として真の値が計算機に依らないでも簡単に特定できる船体中央断面積(midship section)について、森田のプログラム(p0)を含め4つの計算結果の相対誤差(この場合の真値は解析値)を図-4に示した。図示によっても、p0の誤差は無視できることがわかる。

図-2および図-3によって、3つの計算の相対誤差の範囲を示すと、排水容積で0.3~-0.6%、浸水表面積で0.7~-0.7%となっていた。排水容積、浸水表面積の計算誤差は、水槽試験の計算と解析に直接影響するものであるから、排水量等計算の精度の向上にも一層努力する必要があることが判る。

上記は、船型試験水槽の信頼性管理(Quality Control)の必要性が高まり、気が付くと身近な問題にも改善の要があ

ることが判った。しかし改めて考えると、浸水表面積の問題は、計算の精度向上だけではなく、以前から指摘されているように静止水面の浸水表面積を半滑走艇、滑走艇の抵抗解析に使うことの是非もこの際取扱いを検討すべきであろう。品質管理とは、精度の向上に努力するための技術ではない。Validateされていることを、確実に実施し、必要に応じ結果の精度を明確に示す技術と考えられる。

表-1 計算プログラムの概略

	断面近似式	WL間隔(m)	ガス計算法	精度
P0	2次式	曲率に応じて入力点の間隔を変える	2次式の弧を求める積分式	単精度
P1	—	0.5WLまで : 0.25 それ以上 : 0.5	手計算	—
P2	2次式	1WLまで : 0.25 1~2WL : 0.5 それ以上 : 1.0	1次式と経験係数 1.015	単精度
P3	1次式	P1に同じ	1次式	単精度

相対誤差の定義

$$\Delta X1 = \frac{X_i(Z)}{X_o(Z)} - 1$$

$X_i(Z)$; P_i プログラムの喫水Zにおける計算値
 $X_o(Z)$; P_o プログラムの喫水Zにおける計算値
 (図-4では、理論値)

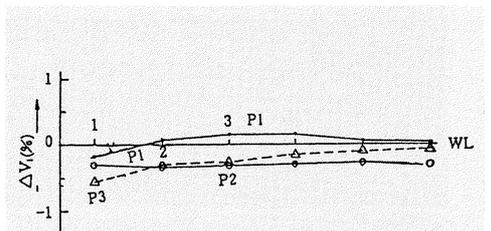


図-2 排水量計算の相対誤差 (ΔV₁)

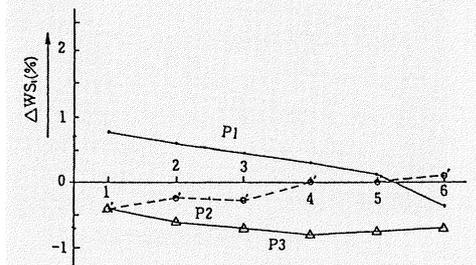


図-3 浸水表面積の相対誤差 (ΔWS₁)

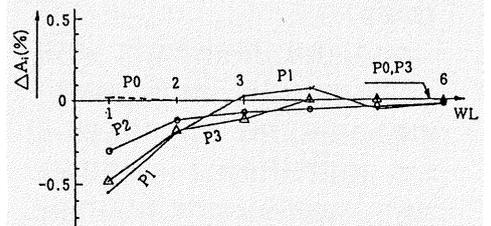


図-4 船体中央断面積の相対誤差 (ΔA₁)

運輸省海員学校

40トン級航海練習船 について



かざはや (清水)

はじめに

運輸省海員学校所属の新造練習船3隻 (清水「かざはや」、沖縄「わかしお」、小樽「はりうす」)が平成6年3月株式会社三保造船所にて竣工しそれぞれの所属の海員学校に向けて船出した。

これらは、海員学校練習船代替計画に沿って建造される合計8隻中の3隻であり、海員学校生徒のための一般航海運用法および機関学等の実習訓練を目的としている。

これら3隻は、ほぼ同型船で、練習船として必要な耐航性、凌波性、操縦性、復原性の確保、美観・威容への配慮に加えて、装備の近代化を図った新鋭練習船であり、我国の海運を支える人材の養成の一層の充実が期待されている。

各部の概要

本船は傾斜船首、タンブルフォーム付巡洋艦型船尾を有し、上甲板に一層の甲

板室を有する低船首楼付平甲板型である。航行区域は沿海の第4種船であり、沿海区域航行の旅客船を対象とする復原性基準を満足する事としている。

① 主要目等 (かざはや)	
全長	22.86m
登録長	21.00m
幅 (型)	5.50m
深さ (型)	2.05m
満載喫水	1.50m
総トン数	44 TON
主機	中速ディーゼル機関
主機	600ps×1350rpm×1台
プロペラ	3翼可変ピッチプロペラ
舵	モノバックシリリング舵
航海速度	10 ノット
試運転最大	11.5ノット
航行区域	沿海 (24時間未満)
航続距離	約300浬
タンク容積	燃料油 3500 Q
	清水 500 Q

定員

小樽海員学校	
乗組員 (教官)	4名
実習生	36名
合計	40名
清水、沖縄海員学校	
乗組員 (教官)	4名
実習生	46名
合計	50名

㊦ 船体

本船は甲板下を3枚の水密隔壁により仕切、船首より甲板長倉庫・錨鎖庫、船員室・多目的教室、機関監視室・機関室、舵取り機室の4区画に区切り、船体中央部甲板上に操舵実習室、賄いスペース、便所を設けている。

構造は横肋骨構造とし、寸法は小型綱船構造基準および日本海事協会綱船規則を適用している。なお、上甲板を強力甲板とし、強度の連続性の保持に留意するとともに、振動防止に配慮している。騒

音対策としては居室、教室、操舵実習室の床部分の甲板下面に防音材を施工し、環境の改善に留意している。

③ 機関、推進器および操舵装置

主機関は単動4サイクル・トランクピストン型非逆転式中速ディーゼル機関とし、減速機を介して、推進器回転数を主機関回転数の1/2に落としている。

プロペラは3翼のスキューの大きな形状をもつ可変ピッチプロペラ1基を装備している。

操舵装置はモノベックシーリング舵とし、電動油圧駆動により舵角68度/20秒の転舵能力を有し、可変ピッチプロペラとの組合せによる小回りの効く操船を可能としている。

発電装置としては42PSのディーゼル機関とそれに直結する35KVA(225V、60Hz)の交流発電機が2基装備されている。その他空気圧縮機、油清浄装置、海水用および清水用ポンプ、通風機、ビルジセパレータ、諸タンク等を装備している。

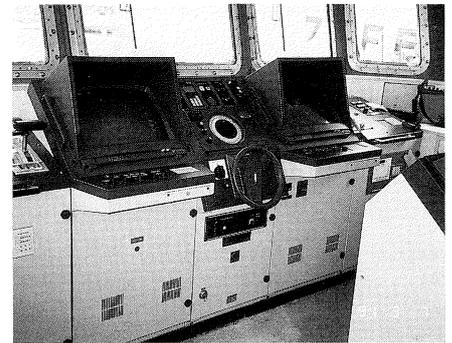
主機、可変ピッチプロペラ、発電機およびその他の補記系統にそれぞれ自動発動停止および制御システムが組み込まれており、また各部分の状況をしめすCRT、データロガーが設置されている。

④ 航海装置および無線装置

磁気コンパス、操舵管制装置、レーダー一等と共に諸情報の集中管理と必要な情報の表示をする、航海情報表示装置を装備すると共に、GPS航海装置、ドップラログ、音響測深機を装備している。また、無線装置としてはVHF無線装置、気象放送受信機、ナビックス受信機、衛星系EP IRSおよびレーダトランスポンダー等、練習船としての必要な設備が装備されている。

おわりに

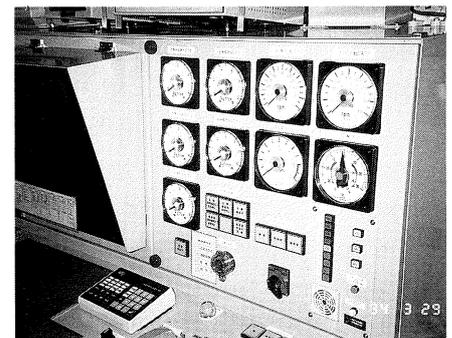
本船の基本設計および建造を進めるにあたり、積極的なご支援とご高配を賜った関係者各位に対し、厚くお礼申し上げます。また、建造にあたり株式会社三保造船所はじめ関係メーカー各位の高度な技術と誠意をもって努力されたことを付記します。



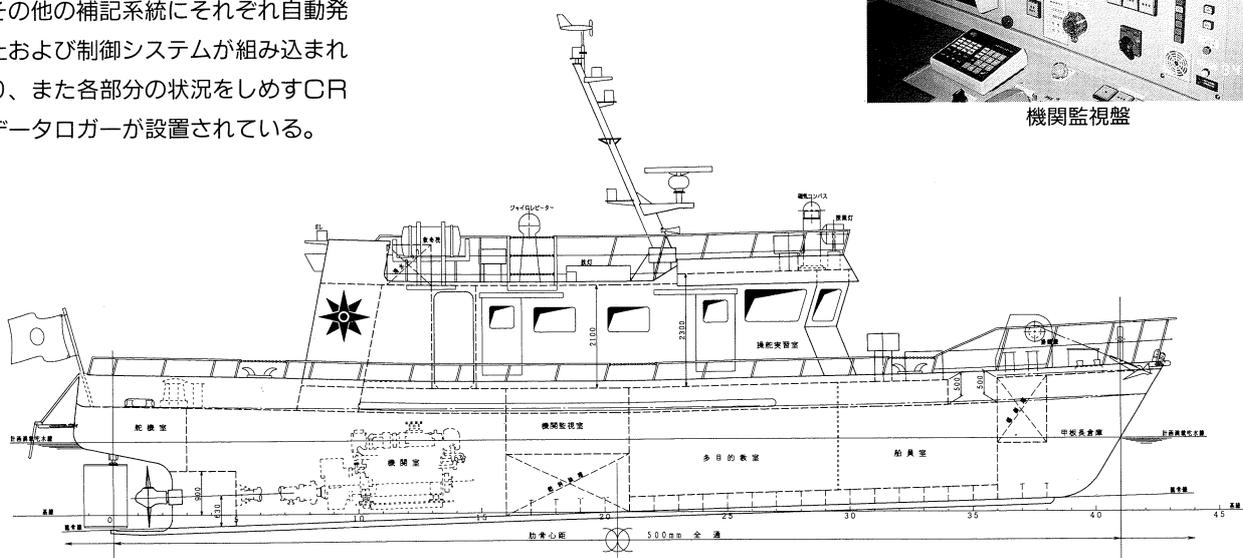
操舵コンソール



操舵実習室



機関監視盤



(かざはや)

ITTC (国際試験水槽会議)

第20期 ITTCにおける「Quality Control Group (信頼性管理グループ)」の報告から

船型試験水槽における信頼性管理研究の必要性が、ITTCの中で話題になってから5年位経過したと思われるが、国内で広く認識されるようになったのは、ごく近年のことである。背景となっているのは、昨年11月に発足した、品質システムの審査登録制度 (ISO 9000 シリーズ規格による品質保証制度) も一因になっており、将来は船の性能推定の保証として、水槽試験結果の品質保証の要求が出されるようになることが考えられる。

【沿革】

ITTCの信頼性管理グループは、第20期のITTC (1990~1993) から始まった最も新しい組織で、当時の座長はW. C. Lin (米国、テラー水槽)、日本の委員は北川弘光 (船研) であった。第21期 (1994~1996) の座長は、馬場栄一 (三菱長研) である。

このグループの前身は、Panel on Validation Procedure (略称 Validationパネル) で、このパネルは1990年に Validation Panel Guidelines等、Validationおよび不確かさ解析 (uncertainty analysis) の考え方に関する基本を調査して、業務を信頼性管理グループに引き継いだ。

信頼性管理グループの当面の役割は、各技術委員会に対して担当する計測法、計算コードの主要なものについて、逐一精度と信頼性の確認 (Validation) をすすめる、またこれらの作業の基本となる計測データを用意するよう、研究の計画・実行を促進することが中心になっている。

従って、信頼性管理グループは、各技術委員会に、この目的に沿った調査実施について計画の提示を求め、また成果の集約を図るなど、Validationの促進と基

準データ (Benchmark data) の整備、収録に努めている。下記に第20回ITTC議事録 (Proceedings) に記載されている、同グループが集約した、各技術委員会の研究成果の一部を示し、同グループの紹介に代える。

【抵抗と流れ 技術委員会】

試験水槽が品質保証制度の支えとして、信頼性を高めるのに要する技術努力の範囲は、試験技術の全面に及んでくるが、好適な実例として多くの専門家の注目を最初に集めたのが、CFD (数値流体力学)、特に船体周りの流れの計算の信頼性チェック (Validation) であったのは、自然なことと考えられる。このため、この技術委員会では、CFDの信頼性をチェックするための模型試験データの収集を中心に当初の業務が計画され、圧力分布等のCFD計算結果を用いてValidationするための手法等が検討された。

当然、この問題は簡単でない。前回の第19回ITTCのレポートでは、計算プログラムの正しさは、物理現象 (Physical reality) の表現の正しさで決まるといった思想が込められていたが、Physical realityは計測によって簡単に判るとは限らないので、新しい目標が検討されることになった。

さらに、CFDのValidationに役立つ試験データの内容紹介があり、1例を図に示した。

【プロペラ 技術委員会】

プロペラ周囲の流速分布をLDV (レーザー流速計) を用いて、いくつかの水槽で計測したデータを基準データとし、プロペラの粘性流体計算コードの計算結果と比較することが、当面の目標になって

いる。類似の研究は、多くの水槽でも研究がすすんでいるが、次期ITTCではLDV計測を各水槽に勧め、大規模でより完全な基準データの作成に努め、数値計算プログラムのValidationを促進する予定になっている。

【操縦性能 技術委員会】

船舶の操縦性能の推定は、現在では、運動学的な手法が中心になっており、数学的および実験的な推定法のValidationの方法の調査が、この技術委員会の主題になっている。この他、操船シミュレーターについてもパイロットの意見等による管理手法の調査が行われている。

今後の研究計画として次の手順を掲げている。

- (1) 各種船型について、Validationに役立つ実船の基準データの決定と普及。
- (2) 操縦性能試験における信頼性管理と不確かさ解析の方法の調査。
- (3) 操縦性能推定に役立つ、実用的評価基準および定説の決定。
- (4) 船体、プロペラ、舵の相互干渉に関する尺度影響の調査。

また、各試験水槽は、日常の操縦性能試験においても不確かさ解析の手法を取り入れ、各種試験装置による計測結果を比較・検討し、信頼性管理の実を上げる必要がある。

【耐航性能 技術委員会】

委員会は、これまでの耐航性能推定法には、不確かさ解析の考え方が含まれていないことを指摘し、この問題解決に長期的な計画を立てる必要があるとしている。特に、実海面の試験には、不確かさ

解析の応用が重要であると同時に困難でもある。

また、耐航性能推定計算の誤差には、数値計算の過程で発生する誤差、物理現象の数値モデルが十分でないための誤差および計算プログラムコードの理解を誤るといふ人為的誤差の3種がある。実用計算での最大誤差は、不十分な数値モデル化による誤差であると考察している。

これに基づき、各種計算プログラムの品質管理計画 (Quality Plans) が提案された。管理の視点として、ソフトウェア工学、数値計算法および計算結果と実際の流体现象の比較を検討する必要があり、これらについて多くのチェック項目を挙げているが、ここでは例示に留める。

(ソフトウェア工学)

- 計算過程で発生する、不合理な物理現象発生をチェックしているか?
- 境界条件のモデル化、離散化の取扱いは合理的か?
- 計算結果を数式船型等を用いて、解析解とチェックしているか?
- 系統的な計算精度のチェック、最終結果に対する誤差原因の感度チェック等をしているか?

(数値計算)

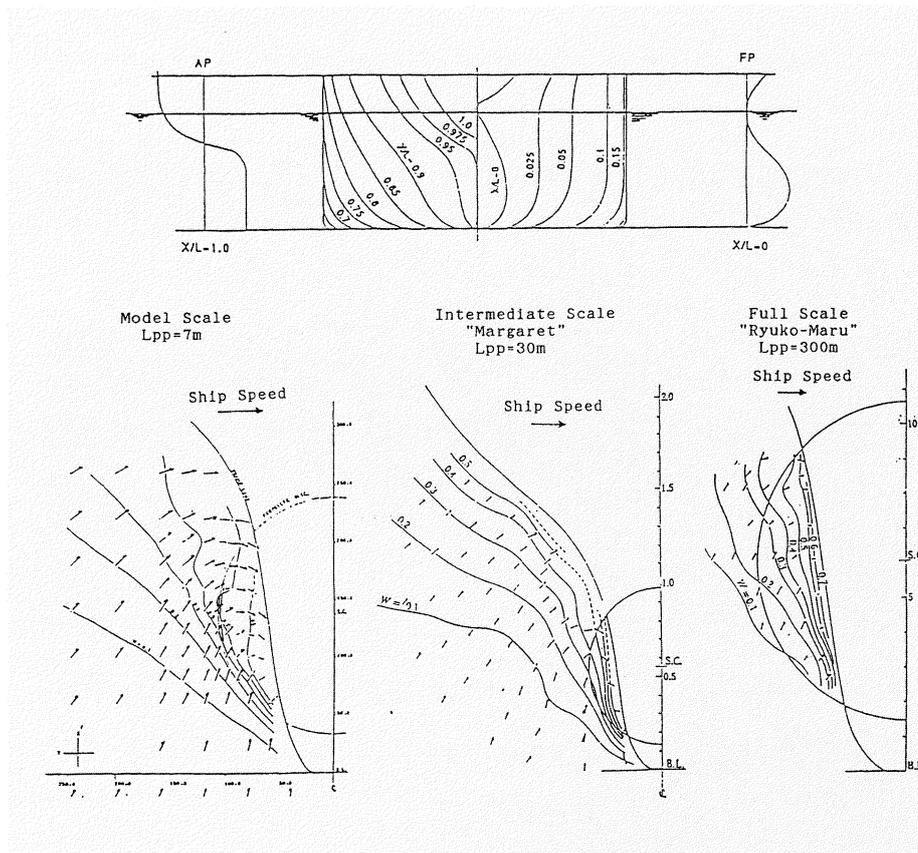
数値計算の誤差の発生は、設計プログラムを常用化するとき、開発段階の時では異なって来る。例えば3次元グリーン関数の計算精度は、2次元と比較して著しく悪い。

(計算結果と実現象の比較)

ほとんどの耐航性能推定計算プログラムの基本となっている船速ゼロの線型ポテンシャル流れの近似による誤差は、実験または3次元の数値計算結果と比較することで、明かにして行くこととしている。

【その他】

この他、第20期のITTCでは全ての技術委員会が、担当する事項に対して、信頼性管理に関する課題を掲げており、成果としてはまだ緒についただけのものが多い。しかし、信頼性管理は、今後、試験水槽運営の基本として、大きな流れになるに違いない。



CFD計算プログラムの精度・信頼性確認 (Validation) 用の基礎データ (Benchmark data) — Ryuko-Maru (200,000 DWT) の船側Wakeの分布

ITTCの抵抗と流れ技術委員会は、CFD評価に役立つBenchmark dataとして、Ryuko-Maruの相似な船の船側Wake分布データを紹介している。このデータ群は、図に示すように、長さ300mの実船、長さ30mのほぼ相似な船「Margaret号」および7mの相似模型で、それぞれ対応断面のwake分布を比較した。

	Ryuko Maru	Margaret
LPP (m)	300.0	30.0
B (m)	50.0	5.0
C _B	0.829	0.830

PDプロペラ実機2号機を装備した15万DWバルクキャリアが竣工



船名：AWOBASAN
船主：TRIUMPH SEA LIMITED（香港）
船種：バルクキャリア
主要寸法：長さ259×巾43×深さ24×満載喫水17.6（m）
トン数：74,576GT 150,275DW
主機：三井MAN B&Wディーゼル6S70MC
18,200馬力 1基
航海速度：14.0 ノット
最大速度：16.095ノット
本船計画：今治造船株丸亀事業本部
本船建造：幸陽船渠株
プロペラ設計：（財）日本造船技術センター
プロペラ製造：ナカシマプロペラ株
起工：H5.4.30 進水：H5.11.10 竣工：H6.4.13

石油貯蔵船の泊地内検査・点検・補修システムの開発委員会

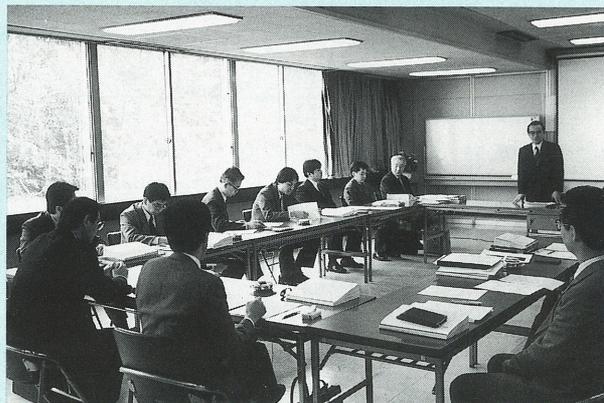
石油貯蔵船の泊地内検査・点検・補修システムの開発委員会（石油公団委託事業、委員長 吉田宏一郎 東京大学工学部船舶海洋工学科教授）の平成5年度第3回委員会が、平成6年2月16日、石油公団大会議室において開催され、今年度における板厚計測等の要素技術の開発成果、水中検査システムの中核となるROVプロト機の製作状況および報告書について審議が行われた。

理事会、業務運営委員会

第99回理事会が平成6年3月30日（水）に、また、第67回業務運営委員会が平成6年3月25日（金）にそれぞれ開催された。

HRC（造工中手船型研究会）の開催

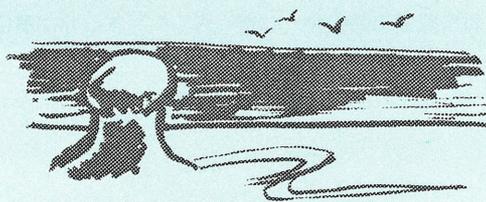
第50回HRC委員会が、平成6年3月18日（金）、当センターにおいて開催され、本年度の研究結果が報告された。恒例の勉強会には、大阪大学工学部 田中一郎教授をお招きして、船の粘性抵抗に関するお話を頂いた。



編集後記

◆ 当センターは、創立以来初めて展示会に参加しました。新聞報道によりますと、わが国初の国際海事展（SEA JAPAN 94）はたいへん好評だったようです。パンフレット、パネルの製作、展示品の手配と目のまわるような忙しさで、時に徹夜で準備し、現地説明要員として片道3時間かけて展示会場まで通ったものにとっては、無事終了してほっとしました。

会期最終日には夜8時にROVロボットの搬出を確認し、近くのホテルに帰ってから一人で祝杯をあげました。



O.S