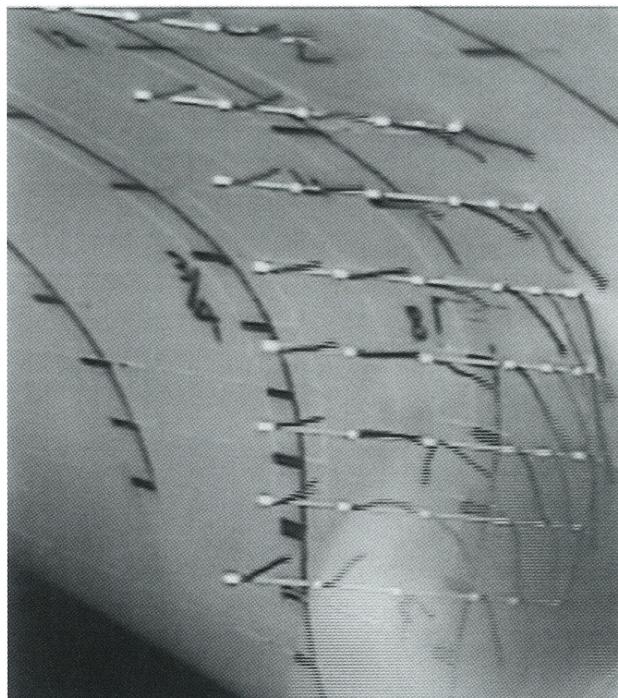


●目次●

肥大船の船首まわりの流れについて	Page 2
プロペラのサーフェスフォース推定システムの開発	Page 4
渦の話（1）	Page 6
F R P製漁業調査指導船の老朽化の概要	Page 8
水泳に関する船舶工学的考察	Page 10

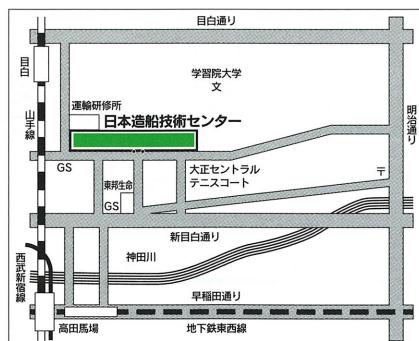
船尾まわりの流れ・渦の観察について

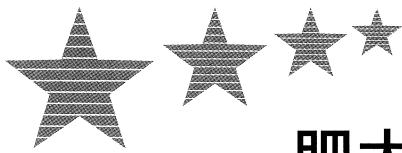


流れを見て、そこに起きている流体現象のメカニズムを考える一いわゆる流れの可視化は流れの現象の関係する科学技術の分野での重要なテーマの1つです。

船型の分野では、肥大船の複雑な船尾まわりの流れの特性、例えば渦の発生等を知つて、船の抵抗を減らす為の対策を考え、その効果を確認する為に流れを見る事が行われています。例えば、一定速度に調整された流れの中に取付けられた長さ2m程度の模型船表面に塗布した試料の広がりを観察記録することが行われています。曳航水槽では大きな模型船の扱いに、労力の面ではいささか難がありますが、模型船の置かれた流れの安定性、流体現象への尺度影響や観察される画面

の明晰さ等に、流れの中の小型模型船の場合よりも有利な点があり、長時間の観察も水中ビデオに収録することにより解決されています。なお、水中テレビも安価な市販品を利用できる為に、費用や操作の面で昔に比べれば格段の進歩です。従つて、問題は何をどのようにして見るかという基本に戻つて工夫する事となります。ここに示す写真は大型模型船のプロペラ直前の船体に細長いスチールの棒を刺しこみ、これに毛糸を格子のよう取り付けて、プロペラ面に流入する直前の渦流を撮影したものです。船尾の流れは古くて新しい課題です。船型改善の基本テーマとして地道に取り組んでいく所存です。





肥大船の船首まわりの流れについて

1. はじめに

タンカーやバルクキャリアーは、石油、石炭、鉱石や穀物等を大量に輸送する海上物流の基盤であり、造船業にとり米の様な機種といえます。輸送効率を上げるために大きな肥った船体と比較的遅い速力（大きな波を立てない程度）が特徴ですので、性能上の問題はあまり無い様に考えられるかも知れませんが、輸送効率向上（出来るだけ大量の貨物を出来るだけ低い馬力で運ぶ）の追求は止む事が無く、その過程で、いろいろな流体力学上の課題が提示されています。本稿では、これらの中から船首まわりの水面に見られる現象について紹介します。

2. 肥大船首まわりの水面現象

船の抵抗は船が水面に波を造る事による抵抗（造波抵抗）と水面下の船体表面をこすって水が流れる事による抵抗（粘性抵抗）に分けられます。速度の遅い肥大船では粘性抵抗が大きな部分を占め、かつ興味あるテーマが沢山ありますが、これらについては別の機会に紹介することとし、造波抵抗について、その原因となる水面の現象について紹介します。図-1に瘠せた船と肥った船の船首付近の現象を模式的に示しました。瘠せた船では船首に沿って、漢字の八字形に広がりながら、船体はるか後方に伝わる波形が見られます。船首を少し太らせる、すなわち水線入射角を増すと、船首端から鳥の翼の様な模様が現われ、水線入射角の増加と共に翼の付け根が前方に移り、広げた翼の大きさも増えて行きます。更に、水線入射角を増すと、翼は船首端の前に移り、首飾りのように船首を囲むようになります。翼の表面（水面）は、滑らかな山の形から複雑になり、首飾りとなる頃は水面は沸騰するように、あるいは波がくだけたように激しく変動します。次に船首より少し後方の船体の平行部にかかる付近（肩）での現象を図-2に示します。瘠せた船で

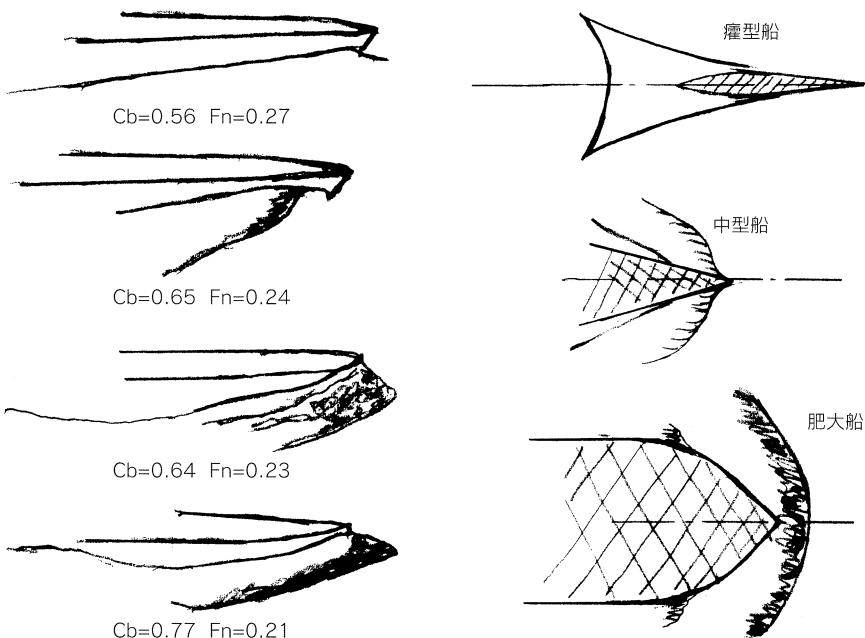


図-1 船体まわり水面現象比較（船首まわり）

は船体平行部に移る付近はごく滑らかな形をしているため、特別の変化は見えませんが、船首が肥り肩付近の形状変化が大きくなるに従って、船体側面に沿い水面が急に落ち込んで、再び上昇する場所で、先に述べた鳥の翼の様な現象が見られるようになります。

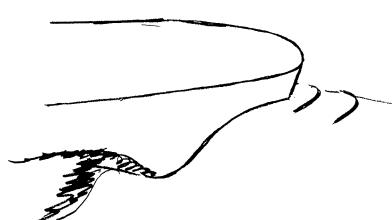


図-2 深い喫水における肩部の現象

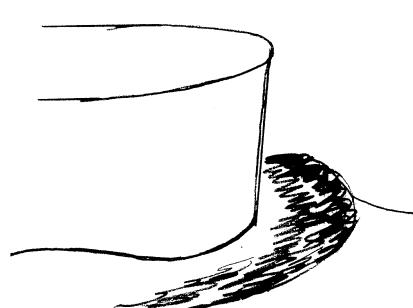


図-3 浅い喫水における船首まわりの現象

水路の中で早い流れから遅い流れに変わる際に見られる射流と常流の現象に似ています。このような先端や肩の形状によって変化する現象は弾丸や口ケット等高速飛翔体のまわりにも起こることが知られています。次に同じ形状でも図-2に示すように喫水が深いと肩部分の現象が激しく、喫水が浅くなると同じ速度でも船首前方の崩波に似た現象が激しくなりますが（図-3）、これは浅い水路を走る船の前方に生じる現象と良く似ています。以上のように肥った船首のまわりの水面の現象には船首先端の角度（肥大度）、肩付近の形状の変化および喫水によって大きく変化する事が判っています。勿論、速度は重要な要素です。

このような現象の発生する原因是、船が航走する際に水に運動のエネルギーを与える、すなわち油が燃えてエンジンを動かし、エンジンはプロペラを駆動して船に推力を与え、それによって前進する船によってエネルギーを与えられた水は、それぞれの条件に応じて船のまわりに多様な流れの現象を作り出すのです。水に与えられたエネルギーのうち水面の運動に使われた分は、一

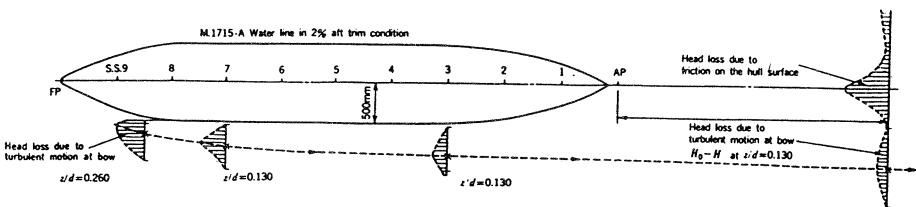


図-4 波のエネルギーの遷移

般には八字形の波となって船体はるか後方に運ばれ、やがて水の粘性によって減衰し渦となり、遂には水の分子の運動、すなわち熱となって行きます。肥大船の場合は波から渦への現象が、船のすぐ近くで生じるとも言えましょう。図-4は船首から船側に沿って、水面の極く近くにエネルギーの損失が存在している事、すなわち船首付近に見られる水面の乱れが渦となって船の後方に運ばれている事を示します。乱流理論によればエネルギーは次々に小さなスケールの渦に引き渡され、遂には水分子の運動、すなわち熱となって、海の中に吸収されて行くとされます。水に与えたエネルギーは船にとっては抵抗（ここでは造波抵抗）となり、それに勝つ為にプロペラが船を押し、プロペラを駆動するエンジンを動かす為に燃油が燃えるという事になります。

船型の設計とは船の形状と水面の波の現象との関係を調節して、水に与えるエネルギー（ここでは造波のエネルギー）を出来るだけ小さくしようとしていると言えます。では、具体的にどうしたら良いのでしょうかとなりますが、その前に、以上の様な水面の現象についてなされて来た理論的な検討、考察について紹介します。

3. 理論的な考察—線型波と非線型波

以上述べた船首まわりの水面の現象は空気の圧縮性による音速に近い航空機の翼前縁に発生する衝撃波、あるいは浅い水路に発生する浅水波の現象に似ています。しかし、これらの現象は音速や水深によって決まる波速というパラメータによって支配されるのに対し、船首まわりの水深の大きな

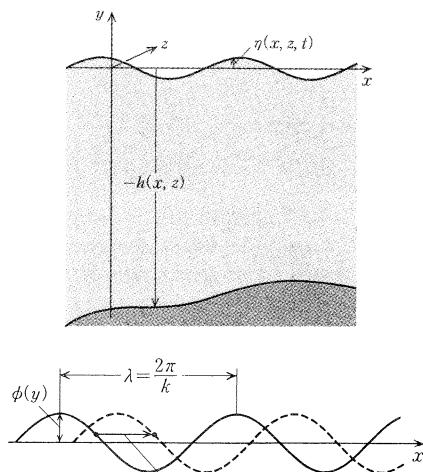


図-5 線型波

水面に発生する現象には明確なパラメーターはありません。似ているからといって容易に検討手法の真似は出来ません。水面の波の性質を左右するのは、波高／波長比あるいは波による搅乱速度成分のオーダーです。波高／波長比あるいは搅乱速度が充分に小さいとするいわゆる線型波に対して、そのような仮定をしない非線型波は全く異なる特性を示す事が知られていますが、船首まわりの水面現象を理解しやすくするために、まず、2次元波の伝播現象に見られる非線型影響について簡単に紹介します。

少し難しいですが、進行する2次元波の満すべき条件として、連続の条件、水面の運動学的条件および水底の境界条件があります。波の振幅が極めて小さい、として、運動学的条件を簡単化、あるいは線型化する事によって、波動の式は図-5に示すような正弦波の形で得られます。この波の波長入は $2\pi/k$ で位相速度 $C = \omega/k$ で伝播します。 $k/2\pi$ は単位長さあたりの波

数、 $\omega/2\pi$ は周期です。位相速度はCは $\sqrt{g\lambda/2\pi} \tan h(2\pi h/\lambda)$ で表わせ、図-6に示すような変化をします。h/λ《1すなわち水深hが波長λに比べて充分に小さい場合 C = \sqrt{gh} となりますがこれは浅水波又は長波と呼ばれ、波長λによらない非分散的性質を持つとされます。深い水の場合 C = $\sqrt{g\lambda/2\pi}$ となり、位相速度が波長により変化する分散的性質をもつ短波あるいは深水波と呼ばれます。深水波とみなせるには波長が水深の2倍以下の場合です。又、水の運動は水面から波長程度の深さで実質的に無視出来るオーダーとなります。（次号に続く）

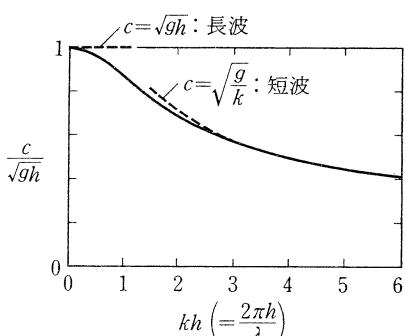


図-6 水の波の分散関係

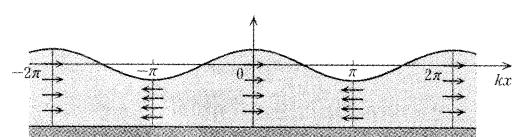


図-7 波長による水の運動

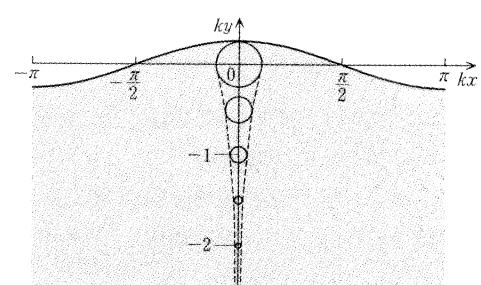


図-8 短波による水の運動

プロペラのサーフェスフォース推定 システム Surface Force 1999 (SF999)

日本造船技術センターにおいてはこの度、プロペラのサーフェスフォースを推定するシステム（計算プログラム）を開発した。これは、当センターにおいて過去20年間に亘り蓄積されてきたキャビテーション試験結果をニューラルネットワーク等の手法で解析することによって得られたもので、翼周波数1～3次のプロペラチップ直上の圧力変動やサーフェスフォース等を推定することができる。

1. 必要データ

本システムは推定に必要なデータによって3段階のレベルに分かれている。

レベル1は、設計の初期の段階で使用するもので、表1に示すように、翼数、ピッチ比、展開面積比、半径方向ピッチ分布（0.8Rのピッチと0.95Rのピッチの比）、スクュー角、プロペラの前進係数とスラスト係数、チップクリアランス、キャビテーション数が必要である。

レベル2は、レベル1で必要なデータ以外に伴流分布が必要である。プログラムは入力された伴流分布から、伴流のピーク値、傾斜、変動を計算し、圧力変動等の推定に使用されている。

レベル3においては、更に、プロペラの翼形状等が必要でプロペラ設計が終了した段階で使用できる。プログラムは、プロペラ形状のデータから、半径方向のキャンバーアー分布、ピッチ分布およびこれらを組み合わせたデータと共に、揚力面計算で得られる翼型の迎角からプロペラ回転中の迎角変動を計算し、圧力変動等の推定に使用されている。

2. 推定値

本システムで推定できるのは、プロペラチップ直上の圧力変動、サーフェスフォース以外に、圧力変動の位相遅れの傾斜、圧力変動分布のピーク位置である。

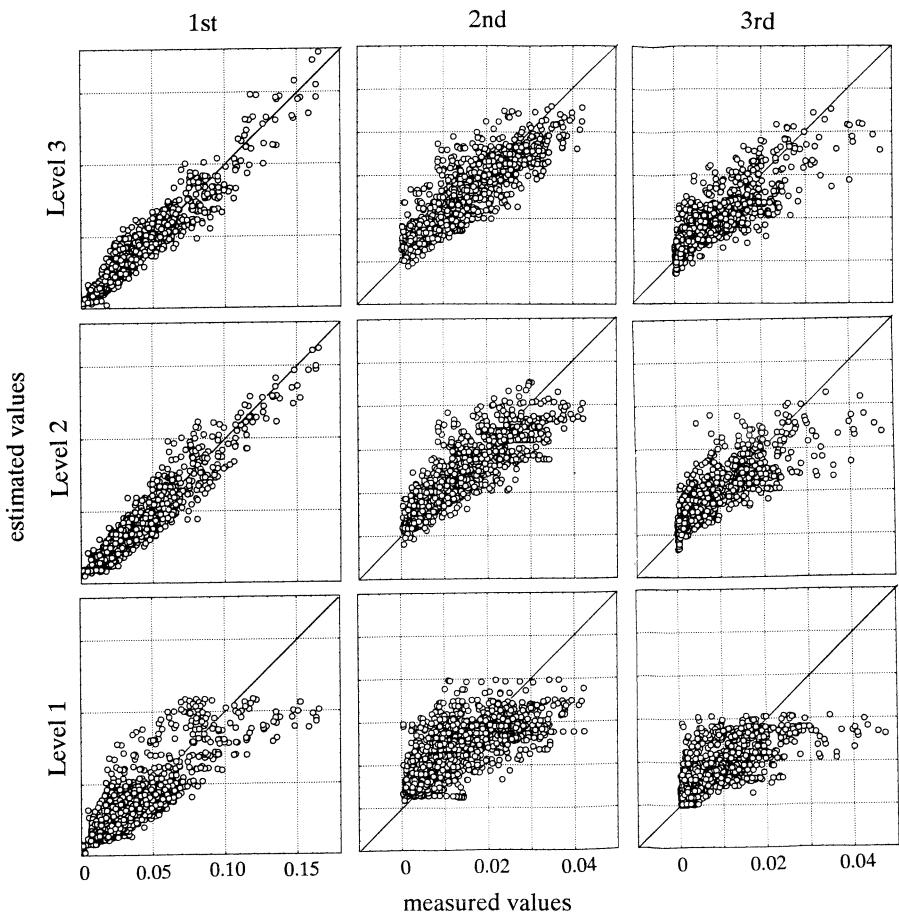


図-1 プロペラチップ直上の圧力変動係数

3. 推定誤差

本システムによる推定値と計測値の比較を図-1, -2に示す。これらは、本システム開発に使用したデータに対する比較である。図-1はチップ直上の圧力変動に関する比較である。図-2はサーフェスフォースとチップ直上の圧力変動の比に関する比較である。

図-1を見ると、圧力変動が小さい場合には推定誤差も小さい傾向があるが、推定誤差全体の標準偏差を図-3, -4に示す。本図において、レベル0とは、計測値そのものの標準偏差である。

以上の図から、次のことが言える。

- (1) チップ直上の圧力変動1次成分の推定誤差は、計測値の標準偏差に比べて、レベル1で半分程度、レベル2, 3で3割程度

である。2, 3次成分の推定誤差は1次成分の場合に比べて大きい。レベル3の推定誤差はレベル2に比べて小さいが、差は小さい。

(2) サーフェスフォースとチップ直上の圧力変動の比の推定誤差は、3次成分のレベル1で少し大きいが、全体としては、計測値の標準偏差の半分程度である。レベルが大きくなるとともに推定誤差が小さくなっているが、チップ直上の圧力変動の場合に比べて、レベル間の差は小さい。

本システムは、造船所等のいろいろなレベルの設計段階において、当センターが水槽試験等を通じて協力させていただく際のツールとして開発されたものである。造船所やプロペラメーカーの方々のご利用をお待ちしております。

テムの開発

表-1 推定に必要なデータ

レベル	必 要 デ ー タ
1	翼数、ピッチ比、展開面積比
	半径方向ピッチ分布、スキー角
	プロペラ前進係数、スラスト係数
2	チップクリアランス、キャビテーション数
3	伴流分布
3	翼形状

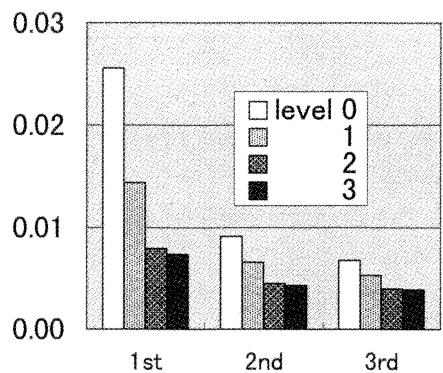


図-3 プロペラチップ直上の圧力変動係数の推定誤差

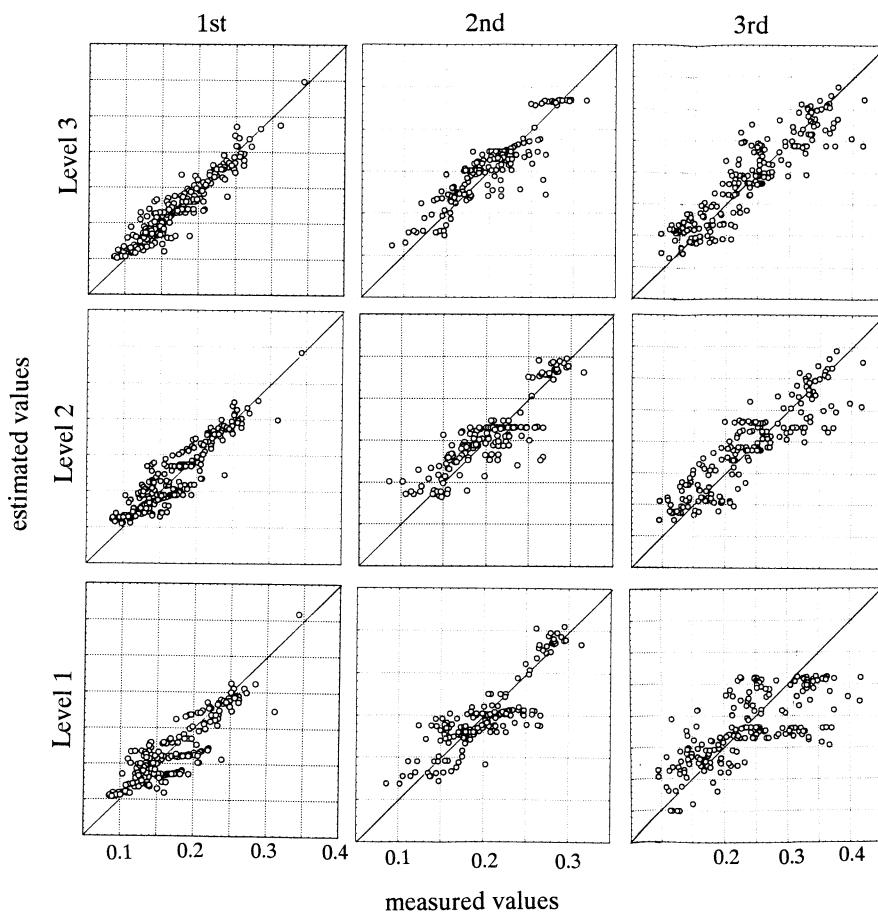


図-2 サーフェスフォースとプロペラチップ直上の圧力変動の比

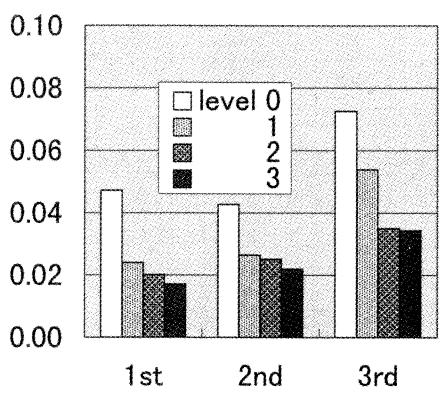


図-4 サーフェスフォースとプロペラチップ直上の圧力変動の比の推定誤差



渦の話（1）

1. はじめに

私達のまわりにはいろいろな渦があります。台所の流しや風呂からの排水、洗濯機の中という生活の場から竜巻や台風という災害をもたらす大規模なものまで、又、造船技術センターの業務である水槽試験においては船尾の剥離渦やプロペラの翼端渦が観察されます。渦は流体運動の典型的な現象でありながら、全く違う現象である電気、磁気の現象と似通つた所もあります。本稿では流れの場における渦の基本的な性質について紹介します。

2. 渦の定義

流れの中には至るところ渦があると言われますが、渦はどのように定義され理解されているのでしょうか。流体の中の微小な部分を取り出し、その変形のモードを図-1に示します。微小な部分を正方形とすると、夫々の軸x、y方向の伸縮、x、y軸に直角方向にずれていく剪断及び、x、yの原点まわりの回転に分類されます。固体と違い流体の場合は変形の時間変化すなわち速度によって表わされます。すなわちA点(x, y, z)に(u, v, w)の速度がB点(x + dx, y + dy, z + dz)に移り、速度が(u + du, v + dv, w + dw)となつたとすると、例えば

$$\begin{aligned} du &= \frac{\partial u}{\partial x} dx + \frac{\partial u}{\partial y} dy + \frac{\partial u}{\partial z} dz \\ &= \frac{\partial u}{\partial x} dx + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) dy \\ &\quad + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right) dx \\ &\quad - \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial z} - \frac{\partial u}{\partial x} \right) dy \\ &\quad + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x} \right) dz \\ &= \frac{\partial u}{\partial x} dx + \left(\frac{H}{2} dy + \frac{G}{2} dz \right) \\ &\quad + (\dot{\Omega} y dz - \dot{\Omega} z dy) \end{aligned}$$

と表わされます。すなわち伸縮、剪断、回転の時間変化の組合せを表わす式が得ら

れます。以上のうち $\dot{\Omega}_y$ 、 $\dot{\Omega}_z$ はy軸、z軸まわりの回転角速度を示し、一般的には図-2に示すようにx、y、z軸まわりに $\dot{\Omega}_x$ 、 $\dot{\Omega}_y$ 、 $\dot{\Omega}_z$ という回転角速度、又は ω_x 、 ω_y 、 $\omega_z = 2\dot{\Omega}_x$ 、 $\dot{\Omega}_y$ 、 $\dot{\Omega}_z$ という渦度をもつベクトルを表わします。なお、この時間変化をとると、オイラー方程式の慣性項となります。すなわち、流れは各部分の伸縮、剪断、回転運動により成立つています。

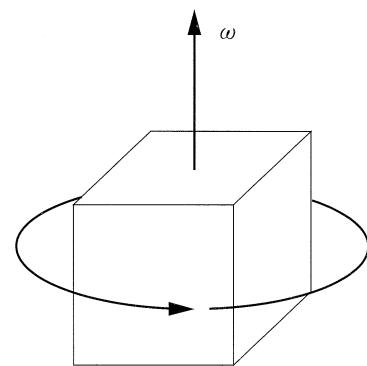


図-2 渦度ベクトル

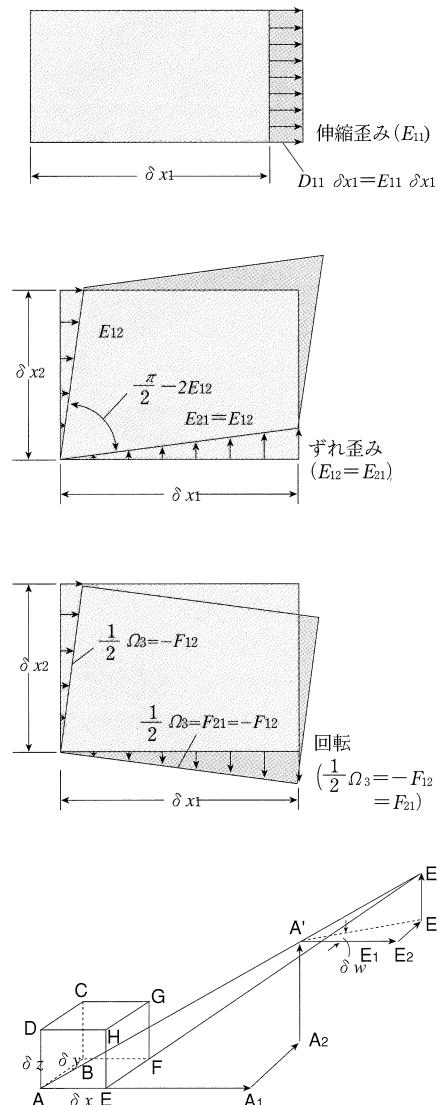


図-1 基本的な変形パターン

3. 渦の性質

以上の渦ベクトルが糸状につながつたものを渦糸、渦糸が集まつたものを渦管と称します（図-3）。

次に、ながれの中に任意の閉曲線を取り、これに沿つて得る線積分を循環 Γ と言います。循環 = 渦度 × 面積の関係があります。すなわち、上記の渦管を輪切りにし、その中の渦度を積分する事を考えます。図-4に示すように管の中の渦度は打ち消し合い、表面の線積分のところが残ります。この関係をStokesの定理と称する重要な渦の性質です。

このようにして得られる循環は時間的に変化しない事がKelvinの定理として示されております。又、Helmholzによれば渦管に沿う循環はどこの断面をとっても同じとされています（図-5）。更に、渦は流体中に忽然と現れたり消えたりする事はなく、渦は閉じているか、境界面から境界面に伸びているかあるいは無限遠まで伸びているかであるとされています（図-6）。Lagrangeは、初めに渦の無い流れには永遠に渦がないし、初めに渦があると永遠に渦が存在すると称しています。実際の流体では粘性がある為に事情が少し異なりますが、渦が中々消えないのは吹き出した煙草の煙の輪が何時までも消えずにいる等、実際に経験するところです。

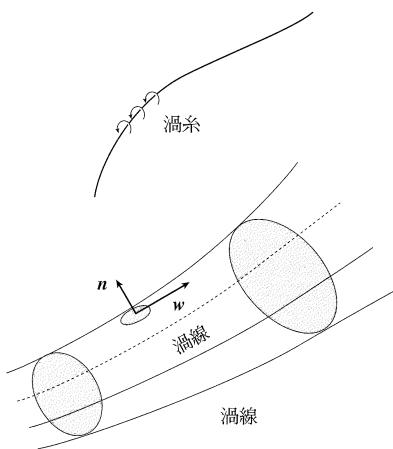


図-3 渦糸と渦管

渦のまわりの流れの場について考えます。

半径 a の円筒が一定角速度で回転する場合の流れは典型的な渦の流れとして紹介されています。図-7に速度の変化を示します。渦の内と外とでは速度が違う事や渦の中心ほど圧力が低い事が示されています。

渦管の中での速度 $w = r\omega$ 、渦管の外では、ストークスの定理により $2\pi r w = 2\omega \pi a^2$ から $w = \omega a^2 / r$ となります。渦管の外ではベルヌイの定理が成り立ちますが、渦管の中では成立たないので、運動方程式から圧力の関係を求めるとき遠心力と圧力勾配が釣合う式が得られます。これ

から得られる圧力は、中心に行く程低くなります。

至るところ渦ありとは言えず、渦あるところは渦ありき、無いところには無し。というのが正しいようです。渦は流体運動の中で典型的な運動要素であり、又、エネルギーを受け渡していくという自然界での重要な役割を荷っています。

又、渦の基本的な方程式は万有引力や電気磁気のそれらと共に形式を有しており、自然界の奥深さを垣間みせてくれます。次回から、渦について立入った話をしようと思います。

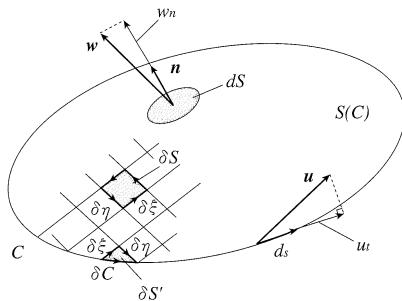


図-4 Stokesの定理と循環

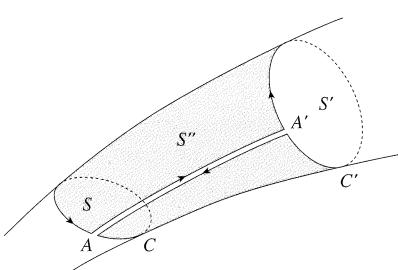
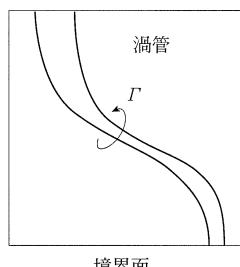


図-6 Helmholtzの定理

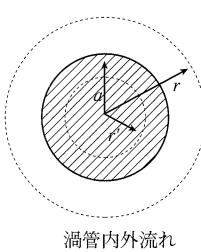
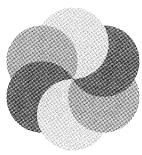


図-7 渦管の流れ





F R P 製漁業調査指導船の老朽化調査の概要

当センターでは、進水後19年近くを経過し、船体の老朽化が懸念される状況となつたF R P製漁業調査指導船の経年劣化の現状を把握・評価する調査委託を受けて実施したので、その概要を報告する。

1. F R P製船舶の特徴

(1) F R P材の劣化と性能低下

船舶にあっては、太陽光熱、風雨、海水に曝されるだけでなく、波浪による苛酷な繰り返し衝撃荷重等を受けることにより、疲労による材料特性の低下を始め、各所に経年劣化が起きやすくなる。

また、外力による大きな負荷を受けた場合、塑性変形し難いことから、隔壁や補強材の破損および外板とこれら補強材との分離（2次接合部の剥離）などが生じるが、ダメージ状況を外観からは判断することは難しい。

(2) 船体に発生する経年劣化

船体に発生する経年劣化には、波浪外力等による補強材および隔壁の破損、外板と補強材および隔壁の接着部剥離、船底外板の亀裂、層間剥離などの損傷が考えられる。また、F R P材による部分補修等を行なつた場合は、接合部において新材が収縮するため接着面先端部に亀裂や剥離が発生することがある。

このほか、重機器類などの取付け部では、ボルトや座金の錆びによる表面劣化、微細亀裂による変色、層間剥離等が発生している。F R P内部に金属や木材など線膨張係数や弾性係数の異なる材料をインサートしている場合、接着面が剥離して内部から破壊が進展することがある。

2. 調査方法と手順

今回は、短期間での調査であったため、この種船舶に適すると思われる目視、打音および超音波探傷（厚さ計測）の3手法を用いた。

調査は、まず全体の目視検査を行い、大きな変形、表面の劣化、金属類等異質材との接触部分の劣化、ビルジキール等追加成形した部分の状況等を確認し、次いで目視検査で異常と思われる部分および主要構造部の剥離現象等をハンマーによる打音検査を行ない、更に、異常と思われる部位には、“超音波厚さ計”を使っての剥離面積、位置（深さ）等を精密測定した。

3. 調査結果

調査結果の内、主要な劣化及び剥離部の状況を整理し、図1～2に示す。

(1) 目視及び打音検査

船体全般にわたり打音検査をしたが、目視検査で確認した損傷箇所は打音検査においても概ね損傷部であることを確認した。

① ブルワークの補強材（内側）およびビルジキールの取付け接着面に剥離発生を検知し、船体との接着面端部に剥離を示す打音が確認された。

② 魚探、測深機器（探触子）等センサー保護用F R Pカバーの接着面、船尾部の推進器用軸受け取り付け部の保護用に成形したF R P（オーバレイ）部に内部剥離を示す変色や変形（膨らみ）を確認。（写真-1）推進器用軸受けの船体との取付け部保護用F R Pのオーバレイと船体との接着面に剥離現象がみられた。（写真-2、3）

③ 甲板上に取り付けられた飲料用給水パイプの取付け部の金属類固定用オーバレイなどにも内部剥離を示す変色や変形（膨らみ）、その他重機器類、ブリッジ、クレーン等をボルト締めしている部分のF R Pに層間剥離や亀裂の発生を示す変色等の現象が見られた。

(2) 超音波厚さ計による検査

① 左舷および右舷のビルジキール取付け部に発生している剥離の範囲を検査したところ、広い範囲の剥離を確認した。（写真-4、5）

この部位の剥離部の深さは約4.5mm～6.0mmであり、外板まで持ち込んだ剥離ではなく、新たに取り付けたビルジキールF R P層と外板の接着面またはビルジキールF R P層内に発生していることを示している。

② ブルワークの補強材はすべて剥離しており、この部分の剥離は甲板のF R P層（2～3層）を持ち込んだ状態となつていて、このため、ブルワークの板厚は健全部の厚さ約5.5mmに比べ2 mm程度薄くなっている。（写真-6、7）

③ 本船では、キール部の中央部6mにわたってコンクリート状の固定バラストが詰め込まれており、その付近のキール付根に亀裂剥離が発生していた。（写真-8）

まとめ

本調査では、船底塗料などもあり補強材、隔壁、タンク類の内部取付け状況などについては十分把握できなかつた。しかし、船体の安全性にかかわるビルジキールの剥離損傷、キールに発生している疲労損傷、ブルワークを支える補強材と甲板の劣化損傷、推進器軸受けの取り付け部劣化損傷など比較的重要な機能構成部に老朽化が進んで来ていることが確認された。荒天時等の過大な荷重がかかる状況においては、剥離損傷等が進展することも予想され、外海での活動を主務とする本船にあつては、早い時期に対応策を講じる必要性を感じた。

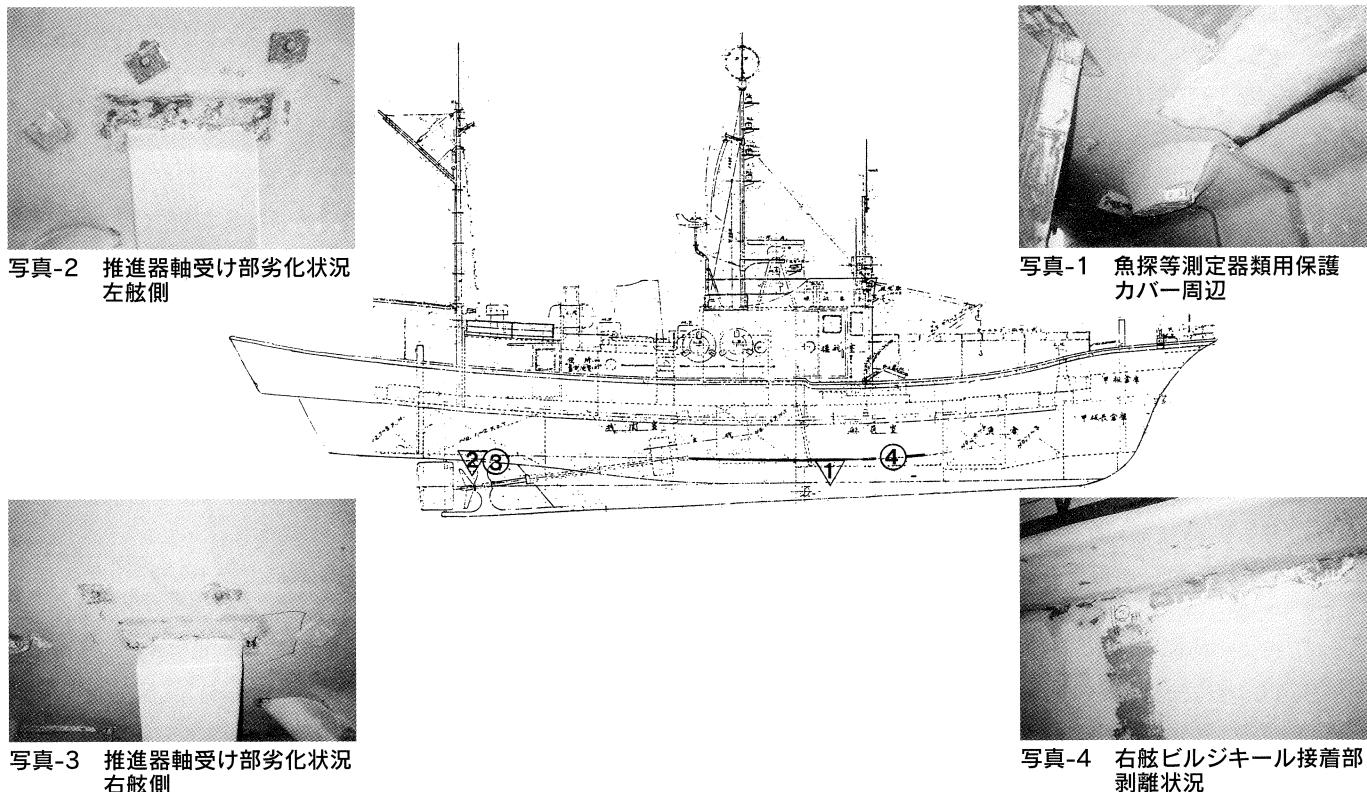


図-1 主要な劣化及び剥離部の状況（その1）

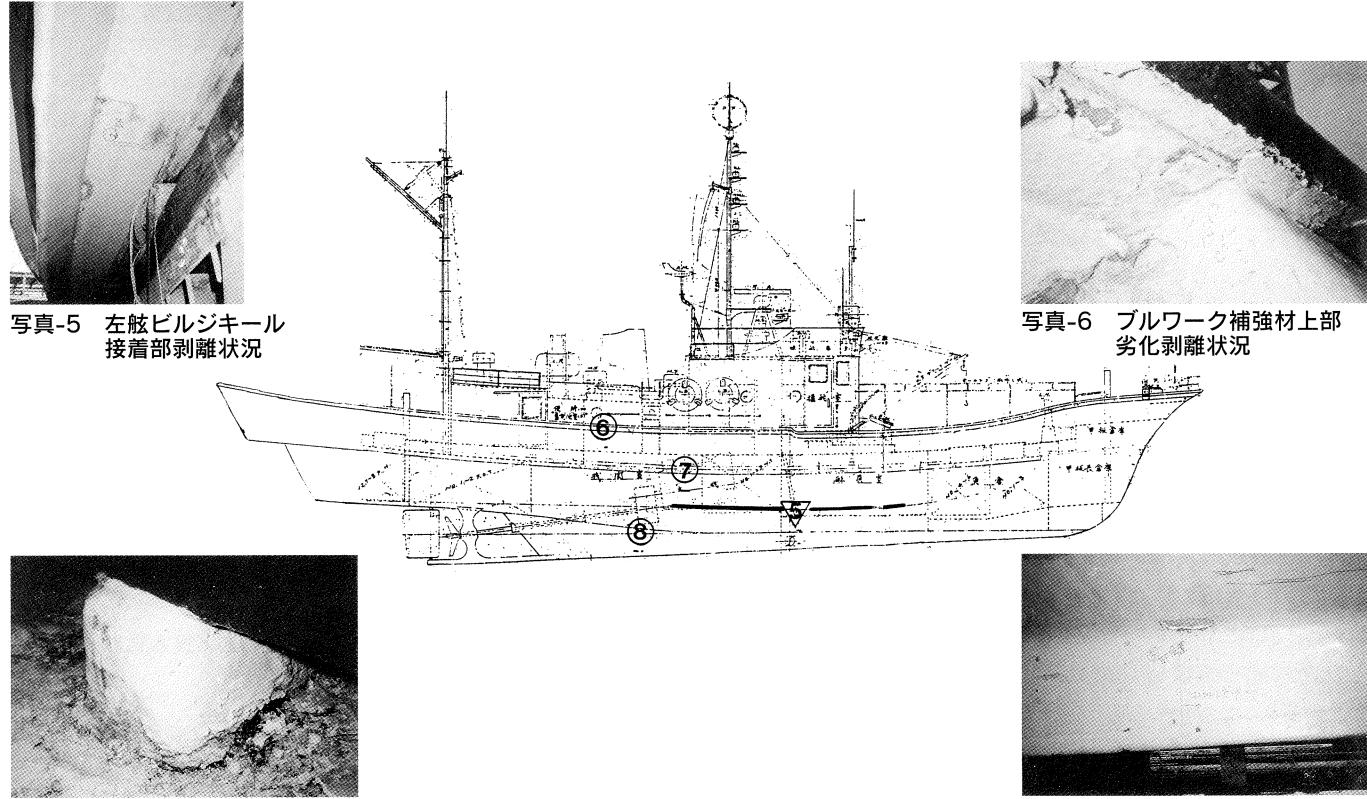


図-2 主要な劣化及び剥離部の状況（その2）

水泳に関する船舶工学的考察

母校水泳部OBの集まりに出席し、何十年かぶりに赤フンドシの河童に戻って旧友達と歓談した。その中で引退後、身障者のリハビリテーションとして、水泳指導をしているY氏の話が印象に残った。

「力を抜く、大きな動きをしない。」というのが指導の基本との事、「競泳のスタイルも手足をあまり動かさない効率を考えた方向に変わって来ている事」等である。この話に刺激されて、水泳を自分なりに流体力学の面から分析してみることを試みた。但し、手足を動かす複雑な形状の人体をまともには扱えないので、まず、工学的な見地から、最も基本的と思われる身体の大小と抵抗との関係を考察したみた。

身長、1.6m、1.75m、1.9mで、身長と体重の関係が健康上望ましいとされる値を持ち、ほぼ相似な体型の3人の泳者を考える。船型的に見た場合の各人の肥大度は表-1に示す通りで比較的Cbは小さいが、寸詰まりで排水量長比の大きな、船で言えばダグーポートや作業船に似た値となっている。3人の泳者が並んでプールの中を泳いでいるとき、速度を世界記録並みの100mを50秒から、極くゆっくりと流すような2分までの代表的な5つの速度について検討する。速度と対応するフルード数及びレイノルズ数を表-2に示す。波に関するフルード数は $F_n = V/\sqrt{gL}$ で0.2から0.5という、中型貨物船の走る速度から高速艦艇の最高速力に対応するかなり広い範囲である。レイノルズ数の範囲は小型模型船の試験速度域であり、流れは乱流と考えて良いであろうが、ツルツル頭の泳者では、頭の付近は層流の可能性もある。

泳者の水から受ける抵抗を船の抵抗と同じく、体表面の摩擦による抵抗（摩擦抵抗）と波や渦を作る抵抗（剩余抵抗）とに分けて、前者をシェンヘルの平板の乱流境界層摩擦の式、後者はティラーチャートを基に筆者独自の倍率を乗じて求めた。但し、倍率の値は泳者速度によらず一定としている。図-1に以上の抵抗を有効馬力／浸水

面積の形式にして示す。身長の大きい程、面積あたりの抵抗は低いが、この主因は身長が大きい程、同じ速力に対応するフルード数が低く、その結果として剩余抵抗係数が低くなる為である。泳者の出す推進馬力は体重に比例するとし、夫々の全有効馬力を身長1.6mの泳者の浸水面積との比に直し、これらを体重で割った値を図-2に示す。

レースでのポイントは所要時間であるが、100mを60秒で泳ぐ程度では体格による差は顕著ではないが、クロールの世界新記録並みの50秒程度になると体格の差が現れてくる。なお、以上の値は固いマネキン人形の水抵抗が船と同じ程度としており、肉体を持つ泳者が手足を動かして泳ぐ場合とは現象が異なる事に注意する必要がある。これについては次号以下で紹介する。

表-1 3人の泳者の体寸法

泳者	A	B	C
身長(m)	1.6	1.75	1.90
体重(kg)	50	65	80
*胸幅(m)	0.35	0.37	0.40
*胸厚(m)	0.25	0.28	0.29
①体重 身長×胸幅×胸厚	0.36	0.36	0.36
②身長/胸幅	4.6	4.7	4.8
③胸幅/胸厚	1.4	1.4	1.4
④体重/(身長) ³	1.22×10 ⁻²	1.21×10 ⁻²	1.17×10 ⁻²

* 筆者の体寸法よりの略推定値
**(1) $C_b = \nabla / LB_d$ に対応（但し比重を1.0）
**(2) L / B
**(3) B / d
**(4) ∇ / L^3

表-2 フルード数とレイノルズ数

T(sec)/V(m/s)	A	B	C
50 / 2.0	0.51	0.48	0.46
	3.2×10^6	3.5×10^6	3.8×10^6
60 / 1.67	0.42	0.40	0.39
	2.7×10^6	2.9×10^6	3.2×10^6
75 / 1.33	0.34	0.32	0.31
	2.2×10^6	2.3×10^6	2.5×10^6
90 / 1.11	0.28	0.27	0.26
	1.8×10^6	1.9×10^6	2.1×10^6
120 / 0.83	0.21	0.20	0.19
	1.4×10^6	1.5×10^6	1.6×10^6

$$F_n = v / \sqrt{gL}$$

$$Re = v \cdot L / \nu$$

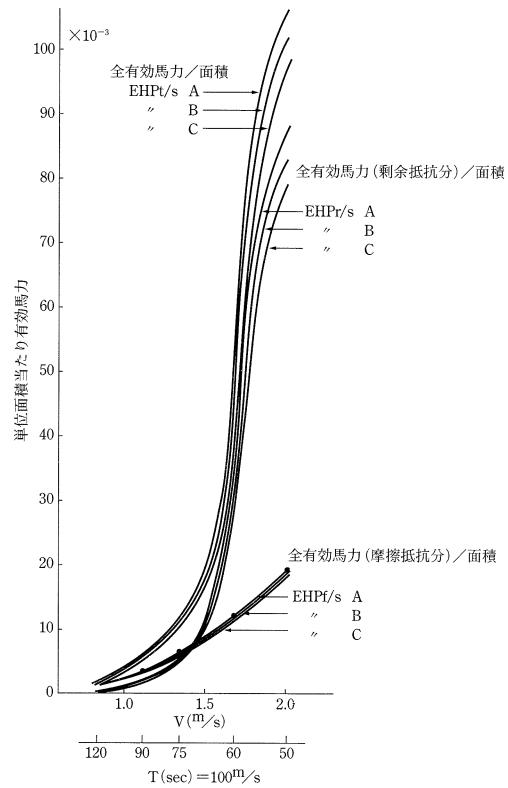


図-1 有効馬力比較 (1)

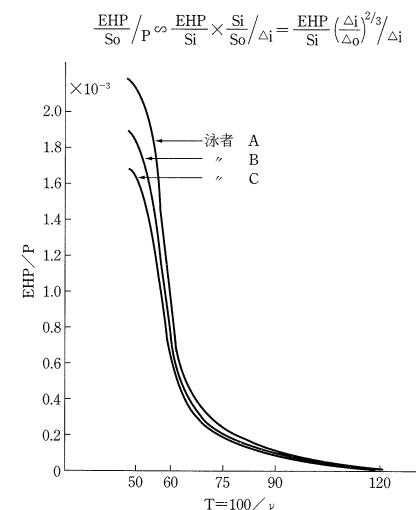


図-2 有効馬力／推進馬力指標

第22回ITTC(国際試験水槽会議) ニュース

ITTCの目標を一言で述べると、船および海洋構造物の性能を評価する基準と計測の方法を統一化することにあると言えます。目標の達成には、未だ長い道程がありますが、本年9月（5～11日）、ソウルおよび上海で開催された22回ITTCでは、この基準化のために、試験水槽としては、何をしなければならないかが、議論されました。

ITTCの運営組織については、SRC News No.24 (94年1月) に、第20回ITTC報告の一部として説明されています。22回ITTCも大きな変化はありませんが、地理上の区分が変り、日本はPacific Island (オーストラリア、インド、インドネシア、マレーシア、日本) に属し、East Asia (韓国、中国) から別れました。参加は、34ヶ国、170人（名簿上）で、議長は元米国テラーー水槽でも活躍された、韓国ボーハン大学のChung Mook Lee教授です。

会議の最後に、次のITTC (2002年) までに検討する課題と委員会構成を定めて散会します。この課題名一覧表を簡略化して、別表に示しました。ここで判るように、従来ITTCが重要視して来た、船の抵抗、推進、操縦性等と試験水槽技術の関係は、General Committeeとして基準化等の下支えとし、基準化等をより近い立場で考える課題は、Specialist Committeeとされています。Group は、今後の水槽運営を考える上での基本課題です。

委員一覧表

GENERAL COMMITTEES	SPECIALIST COMMITTEES	GROUP
Resistance	Speed & Power Trials	Quality Systems
Propulsion	Procedures for Resist, Propul. and POT	
	Validation of Waterjet Test Procederes	
	Cavitation Ind. Pressures	
Manoevring	Water Quality & Cavitation	
Loads and Responses	Ice	
	Waves	
	Stationary Float. Systems	
	Esso Osaka	
	Prediction of Extreme Ship Motions and Capsiz.	

新理事長就任

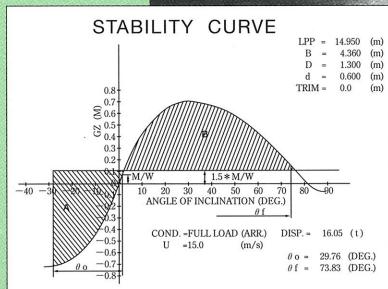
平成11年7月15日に開催された理事会において、大西重雄氏の理事長就任が承認されました。

ご本人は趣味多彩な方で、囲碁とゴルフが大好きですが、特に文化面での造詣が深く、「造船界」に掲載された、“ざ国宝”は一読の価値があります。



西の長雨、東の干天、集中豪雨に暑い秋、海外では地震災害と2000年を前にして、いろいろな事がありました。その中でも目につくのは自動車産業の世界的再編成と環境問題をにらんだ技術開発でしょう。いずれも来世紀での生存が掛かる課題です。さて、造船業も同様、21世紀への発展を期す為に成すべき事を具体的に進めつつあると思いますが、造船技術センターも技術開発の一翼を荷うべく努める所存です。(K.T)

新造船と復原性



茨城県大原町を母港とし、南房総国定公園の北東部海岸沖合を主漁場とする小型遊漁兼用船。

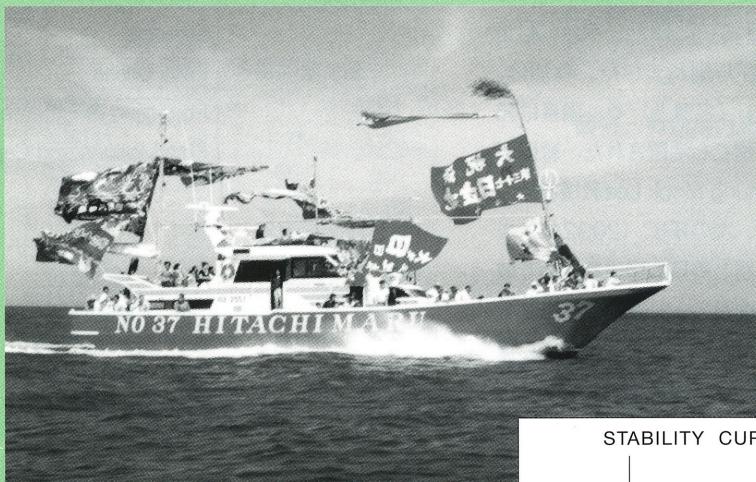
本船は、この種船舶としては船幅が比較的広く、最大復原てこが、約70cm程度あり、安定した性能を示している。

船名 初栄丸

用途	小型遊漁兼用船
船主	勝見 芳洋
造船所	(株) 船忠
竣工	平成10年4月
総トン数	17トン
航行区域	限定沿海
主寸法(m)	長さ × 幅 × 深さ 14.95 × 4.36 × 1.30
主機	連続最大出力 675ps 回転数 2130rpm
基數	1基
最大速力	28ノット
旅客定員	30名
就航地域	千葉県 大原

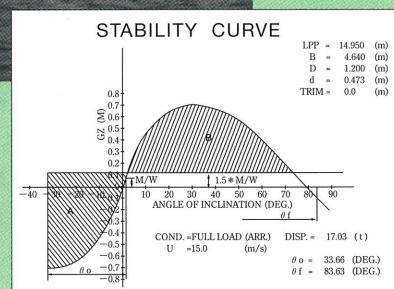
船名 第三十七日立丸

用途	小型遊漁兼用船
船主	稻川 末男
造船所	石黒造船(株)
竣工	平成10年7月
総トン数	19トン
航行区域	限定沿海
主寸法(m)	長さ × 幅 × 深さ 14.95 × 4.64 × 1.2
主機	連続最大出力 636ps 回転数 2030rpm
基數	1基
最大速力	28.4ノット
旅客定員	42名
就航地域	茨城県 日立港



茨城県日立市を母港とし、日立港周辺沖の沿岸海域を主漁場とする小型遊漁兼用船。

本船は、この種船舶としては船幅が広く、最大復原てこが、約70cm程度あり、安定した性能を示している。



申込みの受付

試験等の申込み、問合せは右表の番号までお願いします。

〒171-0031 東京都豊島区自白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)

電話機のダイヤルイン方式導入についてのご案内

- 役員及び総務部 03-3971-0266
- 技師長 03-3971-1074
- 流体技術部長 03-3971-0259
- 流体技術部 涉外担当及び試験課 03-3971-0268
- 流体技術部 技術課 03-3971-0296
- エンジニアリング部 03-3971-0267
- ファックス番号 03-3971-0269