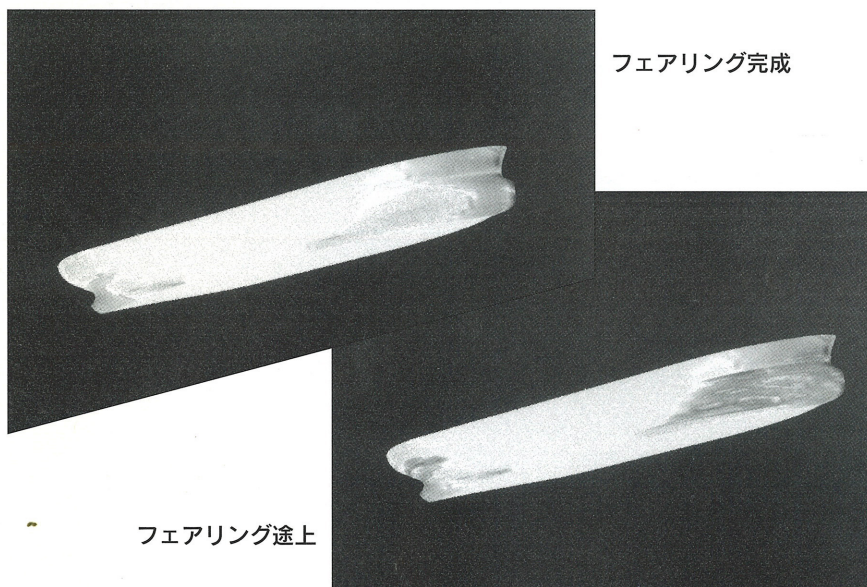


●目次●

船舶の就航実績解析について	Page 2
プロペラによる変動圧力(その3)	Page 4
サーフェスプロペラについて (その2)	Page 6
気泡による摩擦抵抗減少について	Page 8
ISOの新しい振動基準について	Page 10

船体表面の滑らかさの追求

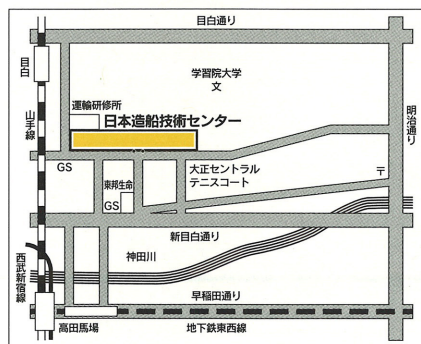


船の設計の中で、船体形状を決める船型計画は設計の基本となる最も重要なステップです。この段階で、主要目、肥大度をはじめとする船の主要性能や安全性に関する諸元は決められています。

又、船型計画の役割は、決定された諸元や要求される性能を満足する船体形状、いわゆる線図を具体的に作成することです。線図が出来上がることで、初めて具体的な設計作業がスタートすると言っても良いでしょう。ところで、船体は一般に複雑な3次元曲面形状で、しかも、全体にわたって滑らかにつながる面で構成されています。この表面の滑らかなつながりの様子を、フェアネスと称し、縮尺1/50～1/100という図面の大きさで、実船に拡大した場合に不具合のないように、精度良く、

かつ、十分なフェアネスをもつように作成されることが要求されますが、これは簡単に出来ることではありません。最近ではコンピュータによる線図作成が一般化しており、SRC News 42号の雑感に述べたような厳しい事はありませんが、重要なところには、バツェンとウエイットの登場を願わざるを得ないのが現状です。

しかしコンピュータおたくも負けられません。船体表面のフェアネスを例えば曲率の分布で表わし、更に、その変化の様子を色彩の分布に置き換えて、その微妙な変化をコンピュータのディスプレイ上に出して、感覚的に判断しています。従来の方法の長所を生かし、新しい時代の方法と組み合わせることにより、良い仕事が楽しく出来るように工夫しています。



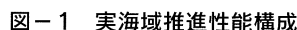
財団法人 日本造船技術センター

〒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

船舶の就航する海洋は風浪が逆まき、いろいろな潮流が交錯する複雑な環境である。又、建造後年月を経た船の表面は海洋生物によって汚損され、主機の状態、すなわち熱効率も低下しているのが普通である。この様な複雑な環境を一口に実海域と称されているが、建造直後の船体清浄、海上平穩の条件での試運転での推進性能と比べて、実海域の推進性能は状況にもよるが、随分と違ったものになることが知られている。従って、船の推進性能は実海域条件下で評価すべきとの意見が従来よりあるが、一方、どのような条件が評価に対して適当なのか、それを具体的にどのようにして説明するのかは仲々に難しい課題であり、今後の研究に待たれるところである。これに似た例としては、自動車の燃費がある。定められた条件下での燃費と、渋滞激しい市街地やオフロードのもとでの燃費の違いは明らかであり、自動車業界の対応も興味あるところである。いずれにせよ、本当に使われる状況の下では、どの様な性能となるかを知ることは重要な事で、その方法としては、いろいろな条件を分析し、夫々の条件に対応する手法によって推進性能を推定して行く方法と、実際に就航している船の実績データから、実海域における性能を解析して求める方法があり、両者を比較評価することによって、実海域における性能評価の方法が出来上っていくものと考えられる。本稿におい

燃料消費等が記録されているが、これらのデータより、推進性能に係りのある項目を重点的にサンプリングしてある程度の加工をしたデータの提供が前提となる。その例を表-1に示す。



実海域推進性能の構成を図－１に示す。主要な要素は船体やプロペラの汚損によるもので、入渠して船体を洗っても元の状態に戻らない経年変化、これに航海を重ねるに従って増えて来る汚損の効果がある。これに外的条件として、風による抵抗、潮流による速度への影響、波による抵抗増加があり、その上に主機の状況、燃料油の性質が熱効率に影響する。

就航実績データは、船の各航海の、毎日定められた時刻に、気象、海象、状態、速力、プロペラ回転数、主機補機諸元、

表－１に示されたデータでは、歴日毎に速力、回転数、排水量、主機出力が与えられており、これらから、アドミラリティ係数を、又、プロペラ直径が判ればスリップ比を求めることが出来る。データ中にはビューフォースケール表示の風力、向風、横風、追風の３方向で示される相対風向、目視波高等が与えられており、これから、海象の影響を推定することになる。とにかく、どのようなデータが得られるかを、Ａ、Ｂ、Ｃの３船について求めた歴日ベースのアドミラリティ係数の値を図－２、図－３、図－４に示す。なお、Ａ、Ｂ、Ｃは載荷重量が、８万トンから１０万トン程度のバルクキャリアーである。非常にバラツキが大きいが、各航海毎に日を追って性能の低下する様子が判る。

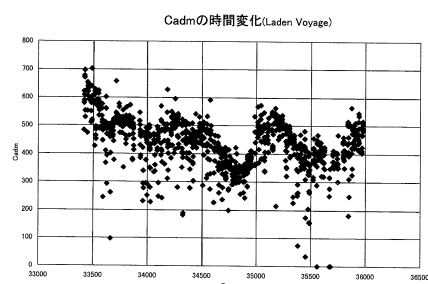


図-2 就航実績例 (1)
(A船)

[illegible]

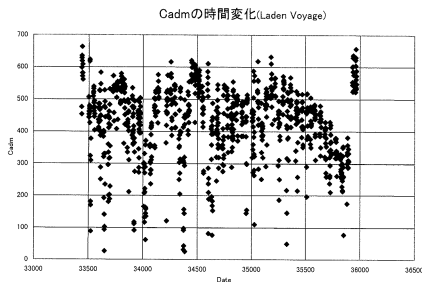


図-3 就航実績例 (2)
(B船)

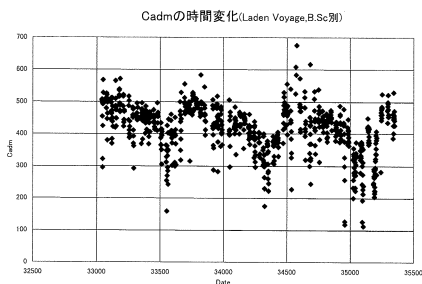


図-4 就航実績例 (3)
(C船)

5. 経年変化および船体汚損影響の抽出

風力係数が3以下のデータをサンプリングして、航海毎の初日や日の浅いデータから求めたアドミラリティ係数の高い値の点の歴日ベースの変化として、歴日(D_0)の関数で経年変化を表わし、他のデータをこの経年変化を示す関数で除して求めた値を船体汚損を表わす値として、歴日(D_1)の関数として表わす。又、全航海の初日に相当するアドミラリティ係数が、船体清浄、海上平穏時の値となる。(図-5参照。)上記の関数を掛けた値が、海上平穏時で、船体汚損した状態での推進性能を表わすこととなる。このようにして求めた経年変化、汚損影響を図-6に示す。

6. 風浪影響の評価

全てのデータ (アドミラリティ係数) を上記の海上平穏時の平均値で除して、風力係数、あるいは目視波高ベースにプ

ロットすると、いわゆる風浪影響が求められる。平水中でのアドミラリティ係数の速力による変化は小さいので、この値が、いわゆる風浪下のシーマージンとみなしても大きな誤りではない。図-7参照。なお、図中には、風向きによって結果を分けて示しているが、向風、横風、追風によって風浪下のマージンは予想されるように変化している。又、船による波浪マージンの値の差はかなり顕著であるが、省略する。

- $Cadm_{00}$: 船体清浄、経年劣化無しでのアドミラリティ係数
- $Cadm_0$: 船体清浄、経年劣化有りのアドミラリティ係数
- $Cadm_{0+P}$: 船体汚損、経年劣化有りのアドミラリティ係数
- $rCadm_0$: $Cadm_{0+P} / Cadm_0$
- $rCadm$: $Cadm / Cadm_{0+P}$
- D_0 : 処女航海初日よりの経過日数
- D_1 : どっく出渠後の経過日数
- A_0, A_1 : 就航実績解析結果より求めた係数

$$Cadm = rCadm \cdot Cadm_{0+P}$$

$$Cadm_{0+P} = rCadm_0 \cdot Cadm_0 = (A_1 D_1 + 1.0) \cdot Cadm_0$$

$$Cadm_0 = A_0 D_0 + Cadm_{00}$$

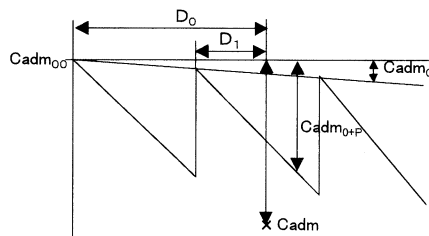


図-5 解析内容

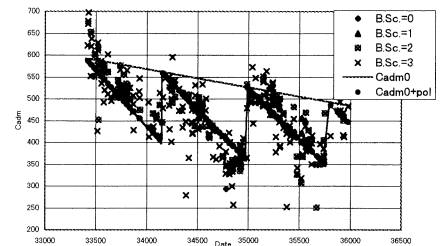


図-6 Cadmの時間変化
(Full Load, B.Sc<3)
(A船)

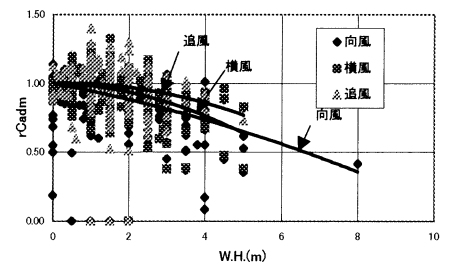


図-7 波高と推進性能の関連

7. 今後の課題

以上のように、与えられたデータよりアドミラリティ係数の形で整理し、経年変化、船体汚損影響および、風浪による性能低下を求める方法を実例と共に示した。今後の課題としては、このような結果が理論的に積上げる方法による推定結果とどの程度対応するかを、解析例を増すことも併せて評価することがある。なお、データのバラツキの大きいことが、実船就航データの宿命であるが、原因の分析や評価方法について、例えば近年話題となっているカオスの考え方をとりいれるような工夫も、理論的な積上げ方法との対応や、合理的な実海域推進性能評価にとって必要と考えられる。

プロペラによる変動圧力(その3)

前号(SRC News No.42)に引き続いてプロペラ翼面上のキャビテーションにより発生する変動圧力の性質について述べる。なお、章、図番号は前号に続いた番号としている。

7. スキュー

プロペラのスキューを大きくすることによってプロペラ起振力を減少させるアイデアは昔からあったようであるが、米国におけるハイスキュープロペラ(Highly Skewed Propeller) 実用化の報告が1970年代前半に発表されて以来、我が国でも本格的に研究が進められ、現在ではハイスキュープロペラは特別のプロペラではなくなっている。

当初、ハイスキュープロペラはプロペラ起振力の内、shaft vibrating force を小さくする方法として試みられたが、その後、どちらかというプロペラ起振力としてはより重要なサーフェスフォースを小さくする方法としてとらえられ、現在に至っている。

○位相のずれ

ハイスキュープロペラは、プロペラの各半径位置の翼が船尾伴流の低流速領域を通過するタイミング(位相)のずれを利用するプロペラである。図-15はその様子を計算例で示したもので、下図はスキュー角 $\theta_s=0^\circ$ の例、上図は $\theta_s=50^\circ$ の例である。

キャビティ形状等は前々号の図-4と同じであるが、各半径位置のキャビティ形状はスキューによって変わらないものとして計算した。一般にスキューを変えるとプロペラ周りの流れも変わり、スキュー以外のプロペラ形状を同一に保ったとしてもキャビティ形状は変化するが、キャビティ形状の理論計算による推定が実際上困難な現状から、各半径位置のキャビティ形状は変わらないと仮定した。よって、実際のプロペラの場合は、ここ

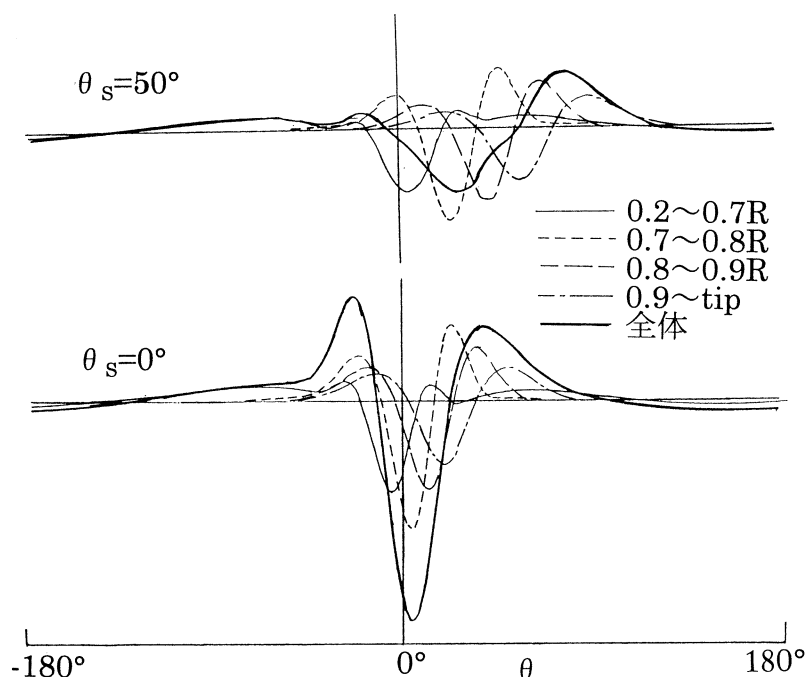


図-15 各翼素が発する変動圧力

で示す計算例とは異なると思われる。

図-15は一翼が発生する変動圧力を示しているが、図中の細い実線、点線等は各半径位置からの寄与による変動圧力で、太い実線はそれらの合計である。本図から、ハイスキュープロペラが各半径位置からの変動圧力の位相ずれを利用して合計の変動圧力を小さくしている様子が良く分かる。

○スキューとスキュー分布

プロペラのスキューに関しては未だ万国共通の定義がない。論文や船級協会規

則におけるスキューに関する記述はその定義から始めるのが正確である。

本文においては、翼根部の翼弦中央を通る線を基準線(generator line)とし、螺旋面に沿ったプロペラチップの角度をスキュー角 θ_s としている。

また、どのような定義であれ、一つの数値でスキューを定義するのには無理がある。図-15の $\theta_s=0^\circ$ 、 50° の例は、図-16の(1)、(4)のスキュー分布に関する計算結果であるが、同じく $\theta_s=50^\circ$ といっても同図の(4)と(5)とでは、プロペラ起振力からみて(本文の対象外であるが、プロペラ翼の強度においても)大きく異なる。ここでは、仮に実線のスキュー分布をF&B(forward & backward)スキュー、点線の分布を直線的スキューと呼ぶ。これら二種のスキュー分布に関する計算例を図-17に示す。これは、 $\theta_s=50^\circ$ のプロペラに関する変動圧力の各周波数成分の振幅であるが、比較のため $\theta_s=0^\circ$ のプロペラの変動圧力も示してある。3~6翼の一次

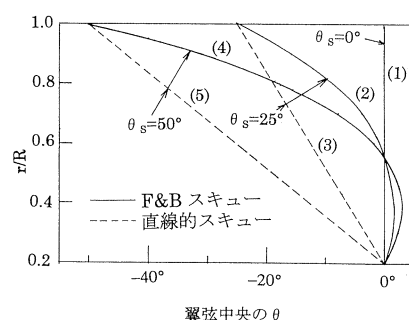


図-16 スキューの定義

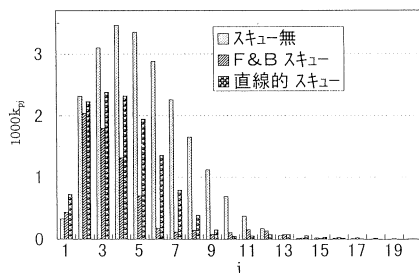


図-17 スキュー分布による
変動圧力の比較

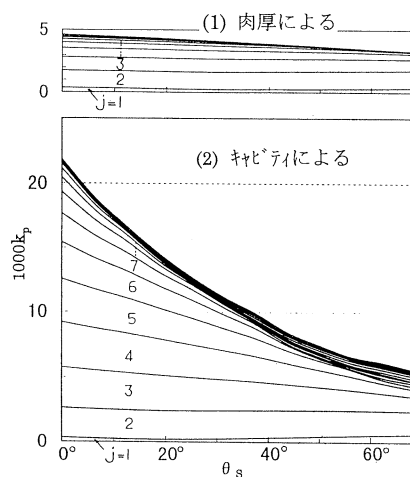


図-18 各周波数成分の累積

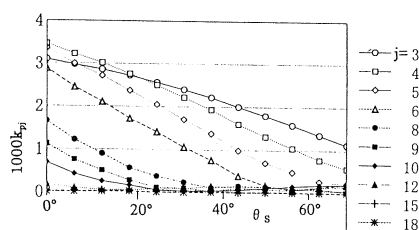


図-19 主な周波数成分のスキューによる変化
(肉厚による変動圧力とキャビティによる変動圧力の合計)

成分に当たる $j = 3 \sim 6$ の成分をみると、直線的スキューに比べて、F&B スキューの場合の変動圧力が $1/2$ 程度になっている。また、 $j = 10 \sim 12$ では、大小関係が逆転している。

○スキューと変動圧力

F&B スキューの場合についてスキュー角 θ_s を系統的に変えた場合の計算例として、変動圧力の各周波数成分の振幅の累積を図-18に示す。また、図-19には、3～6 翼プロペラの翼周波数1～3次成分に関わる成分の振幅を示す。

これらの図をみると、全体としては、 $\theta_s = 0^\circ$ の場合に比べて、 $\theta_s = 20^\circ$ で25%、 $\theta_s = 20^\circ$ で45%、 $\theta_s = 60^\circ$ で65%、変動圧力が減少しているが、減少の度合いは周波数成分によって異なっている。すなわち、この計算例では、翼周波数一次成分に関わる $j = 3 \sim 6$ の成分の場合、翼数が大きくなるに伴いスキューによる変動圧力減少率が大きくなっている。高次成分に関わる $j = 8 \sim 10$ の成分の場合は、スキューが小さい内はスキューによる変動圧力減少効果は大きい、スキューが $\theta_s = 20^\circ \sim 20^\circ$ 以上ではスキューの効果が無くなっている。翼周波数成分にはならないが、 $j=1$ の成分はスキューの増加に伴い増加している。また、翼厚による変動圧力はスキューによる減少効果が小さい。

以上のことは、一つの計算例に過ぎないので、キャビティ形状等をいろいろ変えて同様の計算をしてみた。その平均値を図-20に示す。縦軸は変動圧力そのものではなく、 $\theta_s = 0^\circ$ の場合の変動圧力に対する比である。

本図から、F&B スキューの場合の傾向をみると、 $j = 3 \sim 6$ ではスキューを大きくすると変動圧力は小さくなる。 $j = 6$ の場合、 $\theta_s = 50^\circ$ では10%程度まで小さくなっている。 $j = 8 \sim 10$ では最初は変動圧力が急激に減少するが、 $\theta_s \approx 30^\circ$ を越えるとスキューの効果は無くなってしまふ。更に高次成分の場合は、キャビティ形状等によってスキューの効果が大幅に変わり、スキューによる効果ははっきりしなくなる。

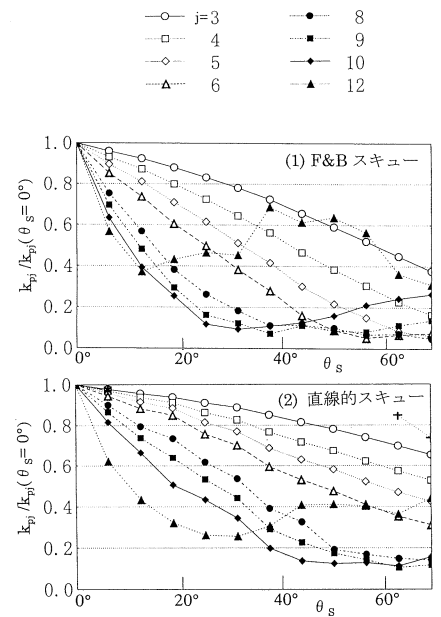
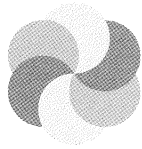


図-20 スキューによる変動圧力減少
(9ケースの平均)

直線的スキューの場合をF&B スキューの場合と比べると、全体としてスキューによる変動圧力減少効果は半分程度になっている。また、大きなスキュー角の場合の $j = 8 \sim 10$ の高次成分でも、スキューによる減少効果が認められる。

(つづく)



サーフェスプロペラについて（その2）

前号に続いてサーフェスプロペラの話
を続けます。

4. サーフェスプロペラの発生 する流体力の特徴について

サーフェスプロペラは水面をよぎって
作動し、その際に荷重度や没水深度に応
じて空気吸込みや飛沫の発生という特徴
ある現象を伴いますが、発生する流体力
すなわちスラストやトルク等も十分に没
水したプロペラとは異なった特性を示し
ます。図-7に一例を示しますが、通常
のプロペラでは荷重度増加（前進率の減
少）と共にスラスト係数は増加しますが、
サーフェスプロペラでは空気吸込みや飛
沫発生を伴って、スラストは減少し、
前進率ベースでみると山のような形をし
た変化を示します。なお、十分に没水し
たプロペラに比べて、前進率の大きな荷
重度の低い範囲では、サーフェスプロペ
ラの方が効率が良くなるような現象もみ
られますが、荷重度の高い前進率の低い
範囲ではスラストやトルクが十分に没水
したプロペラに比べて大幅に減少するこ
とは避けられません。

サーフェスプロペラの流体力の特徴
は、十分に没水した通常型のプロペラに
比べて、流体の変動成分やプロペラ軸を
曲げるような力が相対的に大きいことに
あります。図-8に示すように、プロペ
ラの翼が水面を突破って水中に進入する
につれてプロペラの発生する流体力（又
は、受ける荷重）は増加し、完全に水中
にある間はほぼ一定で、再び水中から空
中へ出て行くにつれて流体力が減少して、
殆ど零となります。また、プロペラ
翼の流体力は、プロペラ軸芯よりかなり
下の方で発生することから、発生するス
ラストは、プロペラ軸を曲げるように作
動し、又、プロペラ軸を横向きに曲げる
ような横力も大きくなります。各翼の流
体力を合成した例をスラストで図-9に
示します。このような性質は夫々の翼型

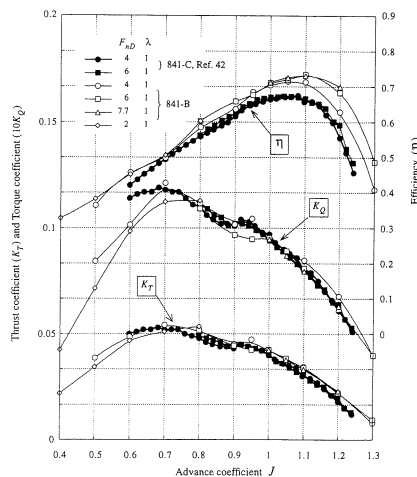


図-7 サーフェスプロペラ特性例

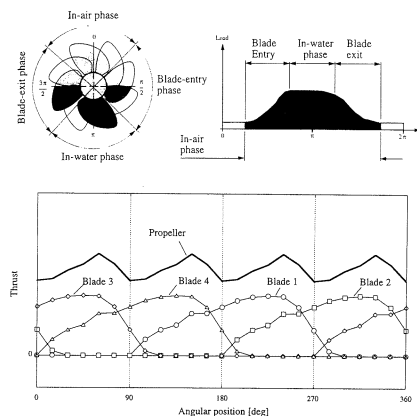


図-8 翼にかかる流体力の
合成スラスト変動

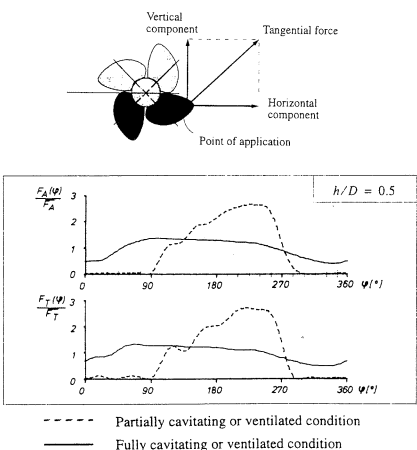


図-9 サーフェスプロペラの軸方向
および横方向の力

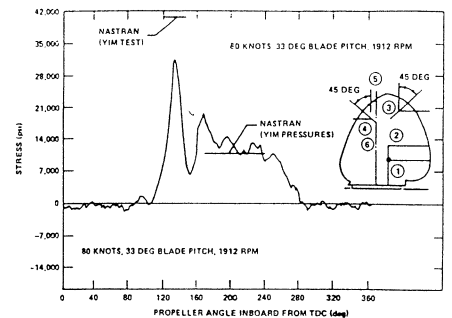


図-10 プロペラ翼面応用力計測例

やレーキ角によって変わります。又、プ
ロペラ軸の傾斜を工夫することにより、
船体に対して横力を小さくして、スラスト
を増すような工夫がなされています。
プロペラ翼自体の強度については図-
10に示すように、プロペラ翼が水中に
突入する際に高いピークと腰掛け部よ
りなる応力の変化が計測されていますが、
このような繰返し応力を考慮した強度設
計も必要です。

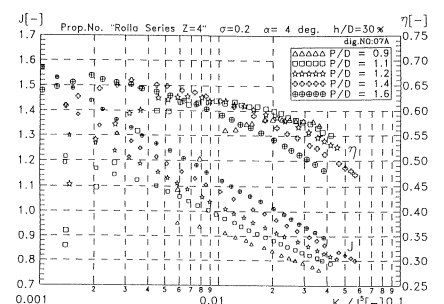
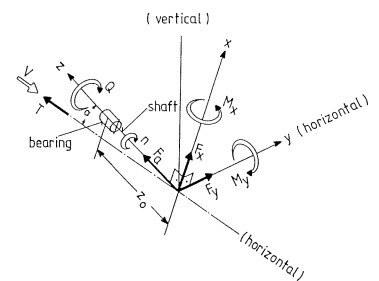


図-11 Rolla社のデータ（1）

5. 設計について

以上により、サーフェスプロペラの特
性について、大方のところご理解いた
けたかと思いますが、それでは具体的
にどのようにすれば設計出来るのか、又、
そのためのデータにどのようなものがあ
るかについて説明します。模型試験結果
を整理したチャートについては、末尾の
参考資料に紹介しておきましたが、ここ
では、John C. Rose 他による論文を参
考に紹介します。

この論文には、翼数4、展開面積比
0.8 で、ピッチが 0.9, 1.1, 1.2, 1.6
としたサーフェスプロペラ模型につ
いて、没水深度比 l/D_p を30%、47.4% お
よび58%、キャビテーション数を 0.2,
0.4 および大気圧下において、計測断面
600 mm×600 mm の空洞水槽にて単
独試験を実施し、その結果より、 K_Q/J^5
ベースにプロペラ効率、 η 、横力やモー
メントとスラスト T の比および前進率 J
をプロットした図に整理されています
(図-11～13)。さて、設計条件として、

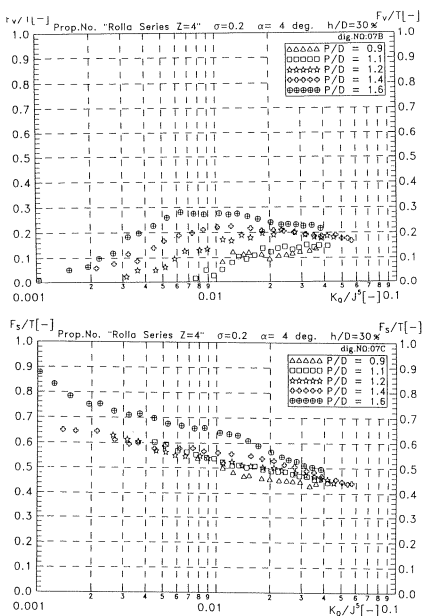


図-12 Rolla社のデータ (2)
 F_v/T & F_s/T

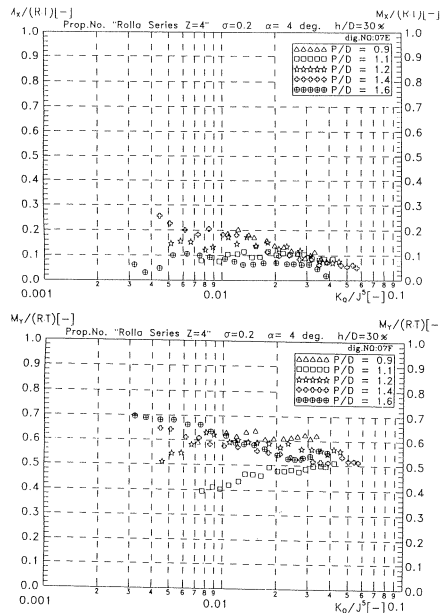


図-13 Rolla社のデータ (3)
 $M_x/R.T$ & $M_y/R.T$

馬力(Pd)、速力 V、回転数 N および
キャビテーション数が与えられますと、
 $K_Q/J^5 = Pd/2\pi\rho V^5$ というトルク
を用いたプロペラ荷重度が得られ、整理
された図表から、まず、スラスト T が求
められます。又、J よりプロペラ直径が
求められます。直径とピッチは、ピッチ
ベースにスラストと直径の関係や直径の
制限等を考慮して選定されます。次に上
下左右方向の力とスラストの比
($F_v/T, F_s/T$) および軸を左右方向に曲げ
ようとする垂直軸まわりのモーメント
 M_x 、水平軸まわりに軸を上向きに曲げ
ようとするモーメント M_y とスラストの
比 $M_x/TR, M_y/TR$ 、(但し $R=D/2$)
が求められます。なお、船体とプロペラ
との相互干渉として、船尾端の Dead
rise angle β により $F_v' = F_s \sin \beta + F_v \cos \beta$ 、
 $F_s' = F_{s00} \beta - F_{vsion} \beta$ と修正
することが提案されています。プロペラ
軸の応力はテールシャフト長さ Z_w とし
て、曲げ応力および剪断応力が得られま
す。更に、プロペラ翼強度の検討も必要
です。以上のように設計のプロセスにつ

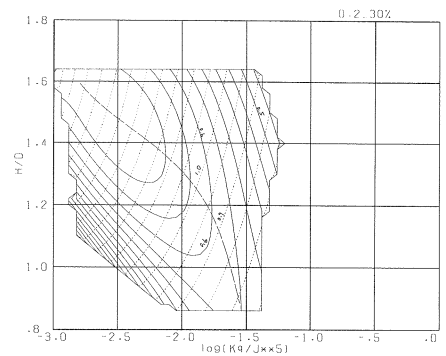


図-14 Bpチャート類似の方法

いて述べましたが、この他にプロペラの
翼型、レーキ角、プロペラ軸の角度等
についての調査結果を参考にして、詳細
を決めることになりますが通常のプロペ
ラのように単純には行かず、Trial & Error
が必要です。

造船技術センターでは以上の単独試験
結果を含め公表されたデータをもとに
Bp チャートのような形に整理していま
す。これを使いますと、チャートを使う
ようにして、Dopt、Pitch および到達速
力を求めることができます。(図-14)
(つづく)

参考資料： シリーズプロペラテスト結果の報告例

永井保、田中宏系；サーフェスプロペラの系統
模型試験結果について 西部造船学会 昭
和47年11月

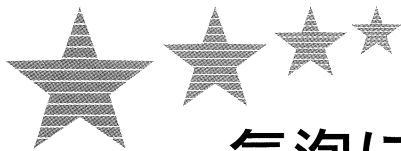
Hecker, R ; Experimental Performance of a
Partially Submerged propeller in Inclined
Flow SNAME Spring Meeting April 1973

Olofsson, N ; A Contribution on the Performance
of Partially Submerged propellers, FAST 93

Rose, J et al ; Methodical Series Model Tests
Results, FAST 91

Rose, J et al ; Surface Piercing Propellers
Propeller/Hull Interaction, FAST 92

Olofsson, N ; Force and Flow Characteristics of
Partially Submerged propeller, Chalmers
University of Technology Goteborg Sweden



気泡による摩擦抵抗減少について

1. はじめに

SRC News No.39およびNo.40に船体まわりを流れる気泡による水中音響機器の機能障害とその対策について紹介しました。この場合は気泡は悪役でしたが、今回は気泡の別の効果である摩擦抵抗の軽減について紹介します。空気の膜が船体表面をすっぽりと覆えば、摩擦抵抗は随分と減る筈と誰もが考えるところで、既に19世紀において特許が出されています。

基本的な研究に関していえば、平板やパイプの流れの中に微細な気泡を注入することによる摩擦抵抗の変化を空洞水槽装置を用いて実験的に調べるのがアメリカや旧ソ連において進められ、その結果が公表されています。又、近年、我国においても、船舶技術研究所等で着実に研究が進められており、新しい知見が見出されています。本稿においては、公表されている資料をもとに、微細気泡による摩擦抵抗減少の程度を実際の船の長さと同じ程度の寸法をもつ平板について検討した結果を紹介します。但し、基本的なデータは小規模な基礎実験によるものであり、又、研究途上の知見も適宜考慮しておりますが、何と言っても、実船大の尺度に換算する為の配慮が欠けています。理学的な面で言えば、流れの中の微細気泡により、流体力学の基本となっているニュートンの粘性応力仮説にもどらねばならないかもしれない現象を、乱流境界層理論を用いて挑戦する事を工学的アプローチとして勘弁して貰います。

2. 基礎式

平板上の乱流境界層の中に微細気泡を噴出すると、その下流で摩擦抵抗は減少します。摩擦抵抗の減少結果 C_f と元の摩擦抵抗 C_{fo} との比には、境界層内ボイド率 C_v によって以下のように表わされます。

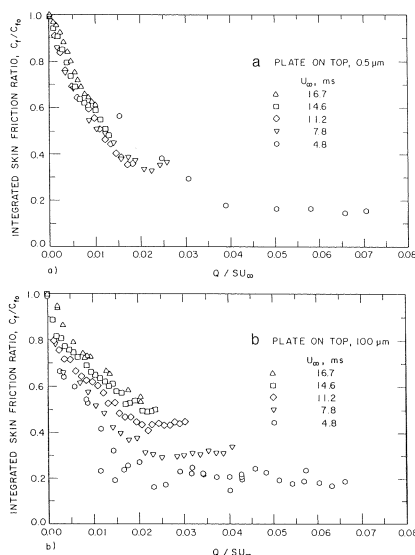


図-1 Effect of pore size on integrated skin-friction reduction:a) 0.5- μ m filter size;b) 100- μ m filter size.

$$C_f/C_{fo} = 0.2 + 0.8 \exp(-4C_v) \quad (1)$$

$$C_v = qa / (qa + qw) \quad (2)$$

ここで、 qa は単位長さあたりの気泡噴出量 (m^2/s) で、 qw は境界層厚さ (δ) 相当の流量 $U_m \delta$ です。なお、 U_m は境界層内の平均速度です。次にはるか下流側での減少率については、最近の大型模型による実験式が提案されています。

$$f = 0.4 + 0.2 \log_e(0.4x + 1) \quad (3)$$

ここで、0.4は(1)式にて得られる値に相当し、 X は噴出位置からの距離です。なお、(1)式の値は、下流に行くに従い境界層厚さが増し、ボイド率が減少しますので、同じ気泡噴出量に対して、 C_f/C_{fo} の値は大きくなりますが、実際はそうならないようです。

又、ボイド率を求める(2)式での qw を求める境界層厚さは壁面付近の層流底層厚さ程度という意見もあるようです。すなわち(1)式中のボイド率となる為に必要な気泡噴出量よりかなり低い値で充分ではないかと言われています。とにかく、今後共調べねばならない事が多いというのが現状です。

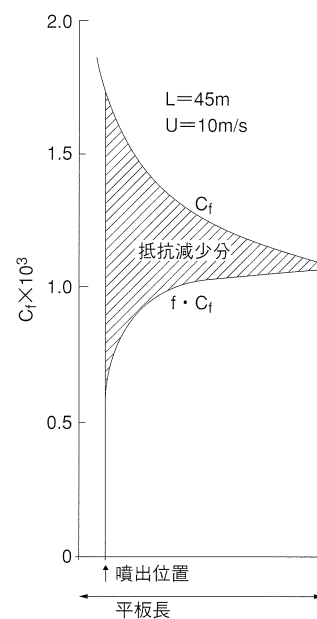


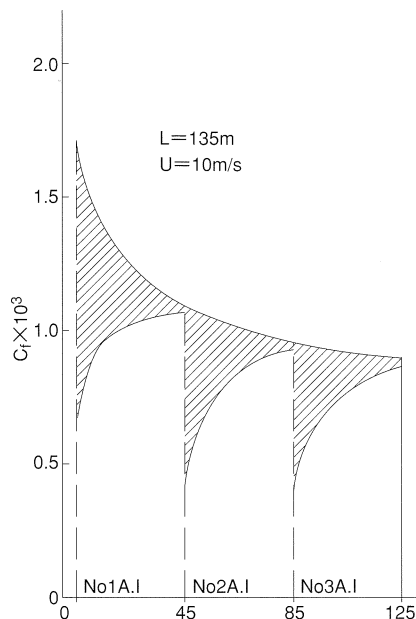
図-2 微細気泡による平板の摩擦抵抗減少(1)
(全長45mの平板)

3. 試算(1)平板の摩擦抵抗減

摩擦抵抗が具体的にどの程度減少するかを、幅1m、長さ45mの平板について求めて見ます。なお、気泡噴出位置は前端から5mで、幅1mにわたって噴出し、(3)式を満足する効果が得られたとします。局部摩擦抵抗 $R_f(x)/1/2 \rho U^2$ はKarman-Prandtlの式 $0.02885 / \sqrt{Ux/\nu}$ で、全体の摩擦抵抗係数は $C_f = R_f / 1/2 \rho U^2 = 0.072 / \sqrt{Ul/\nu}$ を用います。

流速は $U = 10m/s$ 、動粘性係数 $\nu = 1.187 \times 10^{-6} m^2/s$ とします。図-1に公表資料の気泡による摩擦抵抗の変化の実験例を、図-2に計算結果を示します。気泡を覆う範囲では、摩擦抵抗の減少は22%ですが、平板の全摩擦抵抗に対しては18%程度となります。

次に、摩擦抵抗減少効果が殆どなくなる40m間隔で4ヶ所から気泡を噴出する場合は図-3に示すように、摩擦抵抗は鋸状の分布となり、夫々の気泡のカバーする範囲の摩擦抵抗減少は21~22%



図－３ 微細気泡による平板の摩擦抵抗抵抗(2)
(全長125mの平板、噴出位置3ヶ所))

表－１ 各平板長、気泡噴出位置数と摩擦抵抗減少比

平板長 (m)		45	85	125
気泡のカバーする範囲(m)での減少比	5~45	22.1%	22.1%	22.1%
	45~85	—	20.8%	20.8%
	85~125	—	—	20.5%
各平板長での減少比		18.3%	19.2%	19.3%
平板長125mでの減少比		8.1%	14.2%	19.3%

表－２ 単位長当たりの気泡噴出馬力(PS)

平板長 (m)		45	85	125
水深 d(m)	2m	9.4	18.8	28.2
	4m	18.8	37.6	56.3
	6m	28.2	56.3	84.5

$$\eta = 0.85 \quad q = 0.292 \text{ m}^3/\text{s}$$

程度となります。

摩擦抵抗減少に関する計算結果をまとめて表－１に示しますが、全長125mにおいて、気泡がカバーする範囲により、摩擦抵抗減少比は大きく変化します。

4. 計算(2)気泡噴出に要するエネルギー

水面からの深さが d_1 から d_2 に変化する線上の噴出孔より、ごく穏やかに気泡を噴出するとすれば、ガス流量 q_a 境界層内流量 q_w とするとボイド率 C_v は(2)式で与えられます。摩擦減少率0.4より得られる流量を $U=10\text{m/s}$ とすると、乱流の境界層厚さの式より $\delta = 0.055\text{m}$ 、 $q_w = 0.55\text{m}^3/\text{s}$ 、 $f = 0.4$ より得られる C_v の値は0.347、従って q_a は $0.292\text{m}^3/\text{s}$ 、となります。水面からの深さ d において、流量 $Q_a(\text{m}^3/\text{s})$ を噴出するためのエネルギーは、流路損失やポンプ効率を考慮しない場合 $Q_a \cdot \rho \cdot g \cdot d / 75$ ですから、例えば水深5mとすると、単位長さ当たり、20PSとなります。船長125m程度の高速船の喫水を考慮し、効率を仮に0.85とするとして求めた気泡噴出に要する馬力を表－２に示します。なお、先に述べたように気泡噴出量は上記の1/10程度で充分ではないかとの意見もあります。

5. 計算(3)高速船に関する試算

対象船は高速フェリーとして、主要目等は以下のとおりとします。

$$L_{pp} \times B_m \times d = 125\text{m} \times 20\text{m} \times 6.7\text{m}$$

$$\text{浸水面積} \quad 3150\text{m}^2$$

気泡噴出長さを、夫々の位置で3m、両舷合計6m、噴出水深を水面から平均4mとし、本船の速力は仮に10m/sに相当する19.5ノットとすると、表－１を用いて、計算した結果を表－３および表－４に示します。気泡のカバーする面積が相対的に低いことから、気泡による抵抗減少率は1～5%のオーダーとなります。又、本船のように剰余抵抗の大きい船では、全抵抗に対する比率は1～2%程度となります。気泡噴出に要する馬力の平水中にて約19.5ノットを達成

するための推進馬力11500PSに対する比率は1～3%ですが、泡噴出量については新たな知見もあり、僅かですが、省エネルギーに貢献すると考えられます。

表－３ 高速フェリー船型へ摘要した場合

気泡噴出位置(m)	5	45	85
気泡カバー面積／浸水面積	0.086	0.162	0.238
摩擦抵抗減少率(%)	0.7	2.3	4.6
全抵抗／摩擦抵抗	2.62	2.62	2.62
全抵抗に対する減少率(%)	0.3	0.9	1.8

表－４ 気泡噴出に要する馬力

気泡噴出位置(m)	5	45	85
気泡噴出馬力(PS)	113ps	226ps	338ps
①必要BHPに対する比	0.1%	1.9%	2.9%
①／10	0.1%	0.2%	0.3%

必要な馬力 11500BHP

なお、気泡を空中から採るかわりに、二酸化炭素の処理の方法として、エンジンの排ガスを気泡として海中に吐き出すことも考えられます。

6. おわりに

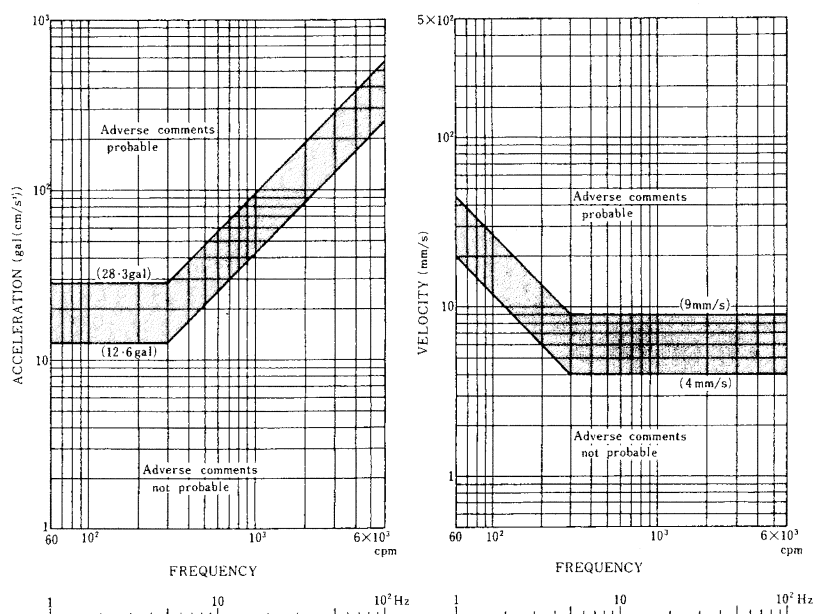
以上に示すように、高速船については明るい展望の開かれるような結果とはなりませんでした。このテーマは研究途上にありますので、早急な結論は控えることにし、今後の研究によってもたらされる新しい知見を期待します。

参考文献

Charles L.Merkle and Steven Deutsch; Drag Reduction in Liquid Boundary Layers by Gas Injection; A.I.A.A. 1989

ISOの新しい振動基準について

船内居住環境向上の観点から、ISOが振動レベルのガイドライン案を提示して、これが船の契約における保証事項となったのは、1970年代末頃のように記憶している。当時は振動の主たる原因であるプロペラ起振力について、船尾流場やプロペラキャビテーションとの関連が明らかにされつつあった時代であり、振動レベルの保証事項は関係者にとって技術的に非常に難しい事とされた。その後の流体、構造分野をあげての研究や多くの実船実績によって、数年を経ずして技術的な対応の可能なレベルに達したが、その間、内外において、多くの痛い経験があったものと推察する。振動問題は動くものには必ず付いてまわるものであり、最近になっても、話題はつきることが無い。災難は忘れた頃にやってくる。油断は禁物である。さて、問題のISOガイドラインであるが、設計便覧の中にある周波数を横軸にして、加速度 (gal) および速度 (mm/s) のグラフの中に上限、下限のガイドラインが示されている (図-1)。この図はピーク値となっているが、ブレードレド成分を主な対象として評価して来ている。しかしながら船尾振動現象は、ブレードレド成分を主とするユサユサと揺れる感じのものから、ブレードレド成分は低いが、高次成分のレベルの高いケースも多く、これが、ISOガイドラインでは規制困難になることから、問題点として指摘されて来た。新しいISO基準はこの点を改善したもので、周波数解析によって求められた、各周波数成分にそれぞれの周波数に応じた重み係数を掛けて2乗し、それらの合計した値の平方根を評価値としており、従来の単一の成分の評価と異なり、複数周波数成分のオーバーオール評価となっている。



(Note) The shaded zone reflects the shipboard vibration environment commonly accepted.

図1 Guidelines for the evaluation of vertical and horizontal vibration in merchant ships (peak values)

$$a = \sqrt{\sum (Wa(f_1) \cdot \text{arms}(f_1))^2}$$

$$Wa(f_1) = 1/\sqrt{1+(f_1/5.68)^2}$$

ここで、

$\text{arms}(f_1)$; FFTによる加速度成分

$Wa(f_1)$; 重み関数

f_1 ; 周波数

なお、対象周波数は1~8H(z)計測時間は108秒以上とされている。

評価基準は下表のとおりである。

	A		B		C	
	mm/s	mm/s ²	mm/s	mm/s ²	mm/s	mm/s ²
Upper	4	143	6	214	8	286
Lower	2	71.5	3	107	4	143

A: Luxury cabin and sensitive areas such as hospitals

B: Accommodation area

C: Working area

この基準はISOの1998年11月開催予定の会議で改訂作業が終了して、発行手続きがとられる予定である。従来のガイドラインとの相違等につき事前評価を行う等、適用にあたっての検討が必要と考えられる。

雑感

インドネシア駆足紀行

昨年秋、インドネシア国スラバヤ市在の船型試験水槽Laboratorium Hidrodinamika Indonesia(LHI)に出張しましたので、その印象を紹介します。インドネシアといえば緑あふれる美しい自然とエキゾチックなダンスを思いうかべますが、現実には厳しく、東アジアを襲った通貨危機は長年続いたスハルト政権を倒し、後を継いだハビビ政権により多事多難の中、経済再生への努力が続けられています。成田を11時頃たち、ジャカルタに16時頃到着、1時間半程度待つ、スラバヤ行きの便に乗り換え19時頃、激しいスコールの中をスラバヤ空港に着きました。スラバヤ市はジャワ東部の産業都市ですが、まず驚いたのは自動車やオートバイの多い事でした。これに建設や道路の工事が加わって、美しい街路樹も気の毒のようです。LHIは広大なスラバヤ工科大学に隣接した立派な研究所で、曳航水槽、空洞水槽、耐航性能水槽および浅水域水槽があり、それぞれ、世界の有数の試験水槽と肩を並べる最新の機能を持っています。スタッフはいずれも若く、試験、解析、報告を手際良く進めておりました。責任者クラスの方々の多くはヨーロッパで教育されていますが、若い人では日本留学組が増えているとのことです。昼食にはナシゴレン(焼飯)をご馳走になりましたが、冷水の代りに沸かした湯をコップで飲むところは、やはり南国の感を強くしました。ホテルの隣りは大きなショッピングセンターで、沢山の人が買物を楽しんでおり、経済危機の中とは思えませんが、街中には粗末な家も多く貧富の差を見る思いがしました。総じて言えることは、私達が学生であった約40年前の日本を見てい



るようで、水槽スタッフが試験結果を説明する姿が、若い日の自分の姿とダブって見えました。帰路はシンガポールのごく近くにあるパタム島の造船所に寄りました。スラバヤを発ち、ジャカルタ経由でパタムへの飛行機はパレンバンの上空を通ります。約60年前の激戦地を上から眺めましたが、ちぎれ雲がパラシュートの大群を想像させてくれました。

パタム島の造船所では、難しい環境の中で年輩の日本の造船マンが働いておりましたが、ご自分の技術がこの国の発展に役立つことが生き甲斐とのことでした。

皆さんのご健闘を祈って筆を置くこととします。

編集後記

前号以降多忙の為発行が遅れました。世の中の状況は益々厳しく成っています。最近の国際金融の仕組み、其れと関わる各国の利害、東アジア諸国やロシアの通貨危機、長い不況下の日本、EU通貨統合等、前世紀から今世紀にかけての帝国主義の時代を思わせる状況が毎日の様に伝えられています。

将に経済戦争です。国際経済競争の荒波をともに被り続けてきた海運・造船産業にとり当然と思われてきた事が金融をはじめとする他産業にとっては大きな衝撃として受け止められているようですが、艱難汝を鋼玉にする、早く再生への緒に就く事を期待します。

他人事を言っている内に又嵐が来るようです。(K. T.)

新造船と復原性

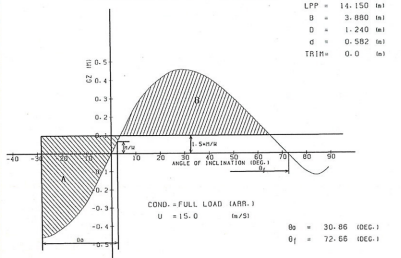
ISO 9001 認証工場



船名 天王丸

用途	小型遊魚兼用船
船主	阿部公彦
造船所	(有)木村造機
竣工	平成9年9月
総トン数	13トン
航行区域	限定沿海
主寸法(m)	長さ × 幅 × 深さ 14.15 × 3.88 × 1.24
主 機	連続最大出力 590PS 回転数 2,000rpm 基 数 1基
最大速力	26ノット
旅客定員	30名
就航地域	塩釜市

STABILITY CURVE



宮城県塩釜市を母港とし、日本三景の一つとしても名高い松島湾や隣接する石巻湾を含む、いわゆる仙台湾を主漁場とする小型遊魚兼用船。

最近、この種の船に見受けられるスマートな船型でありながら、最大復原てこが約45cm程度と安定した性能を示している。

平成11年度技術士第一次試験（国家試験）について

－技術士法に基づく「技術士補」になるための試験－

1. 受験申込用紙等は、平成11年4月15日(木)から配布
2. 受験申込受付期間及び場所
受付期間：平成11年5月7日(金)から5月14日(金)
(土・日曜日を除く。)
受付場所：下記の社団法人日本技術士会技術士試験センター
3. 試験の日時

年 月 日	試験科目	時 間
平成11年10月10日(日)	共通科目	10:00 ~ 12:00
	専門科目	13:00 ~ 16:00

4. 試験科目
共通科目：数学、物理学、化学、生物学、地学から2科目選択
専門科目：機械、船舶、金属等の19技術部門
から1科目(1技術部門)選択

注：一定の学歴又は所定の国家資格を有する者は、共通科目が免除されます。

5. 試験地
札幌市、仙台市、東京都、新潟市、名古屋市、大阪府、広島市、福岡市、那覇市
 6. 受験資格
年齢・学歴・業務経歴等による制限は一切ありません。
 7. 受験申込書及び受験の手引の請求先・詳細についての問い合わせ先
社団法人 日本技術士会 技術士試験センター
電話 03-3459-1333
〒105-0001 東京都港区虎ノ門4丁目1番20号 田中山ビル8階
- 注：科学技術に関する業務経験が7年を越える方は、直接技術士になるための第2次試験を受験することができます。

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)

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 渉外担当及び試験課	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