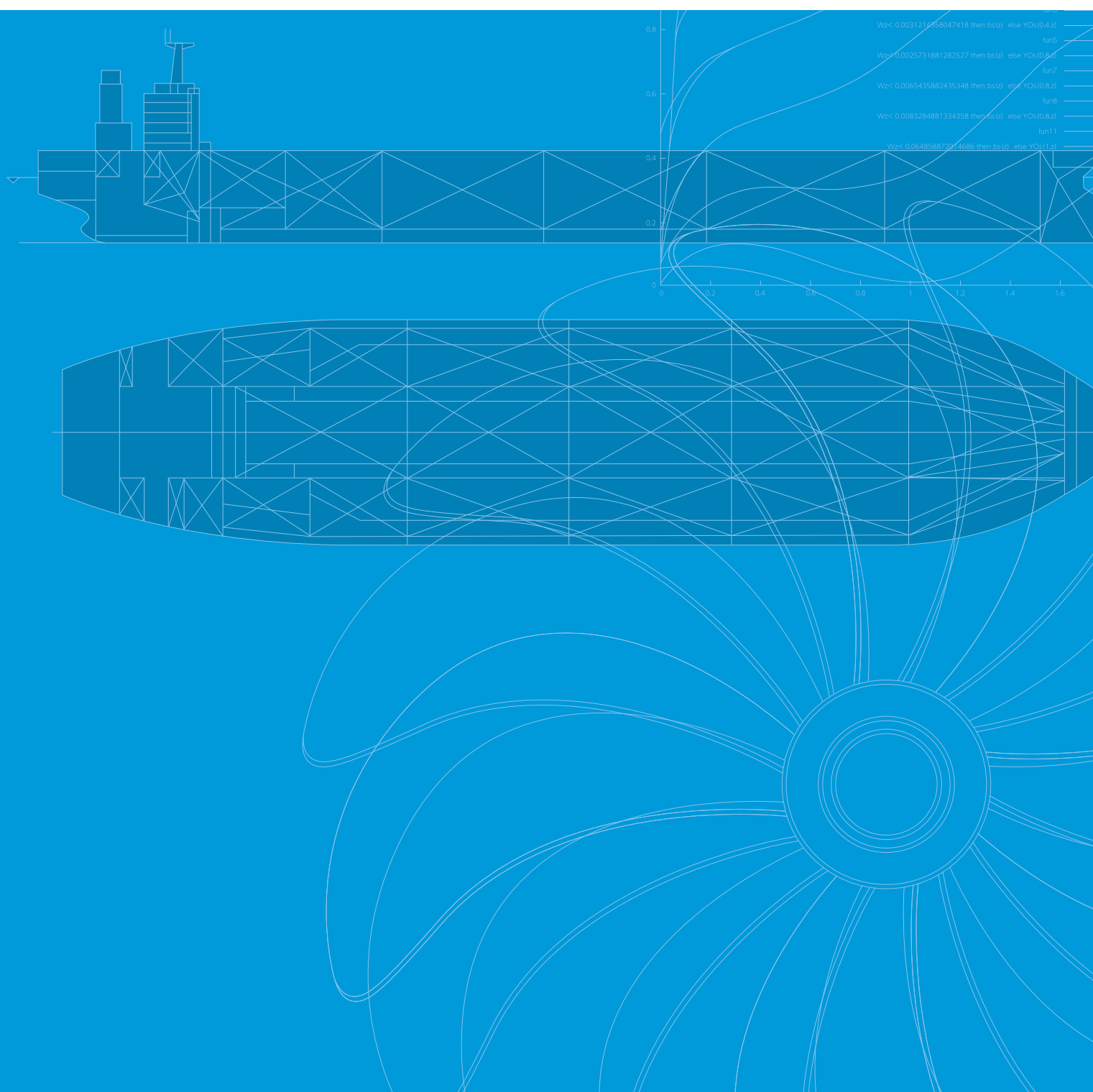


造船の最先端を見つめる技術情報誌

SRC NEWS

The Shipbuilding Research Centre of Japan

No.90
JUN 2012



CONTENTS



ΔC_F について

3



境界層を完全に解像した
ラージ・エディ・シミュレーションの船舶への適用

6



SRC Tipsのバージョンアップ
(推進性能推定の精度向上)

8



大阪市消防局19トン型消防艇「ゆうなぎ」
～河川対応型最新鋭消防艇～

10



神戸市消防局19トン級消防艇「くすのき」
～小型高機能消防艇～

12



船型の数式表示について(10)

14



SRC資料室(10) 最適船型(その1)

16



メガフロート計画のための
インドネシア石炭開発関係の要人招聘

18

Topics

(財)日本造船技術センター創立45周年を迎える

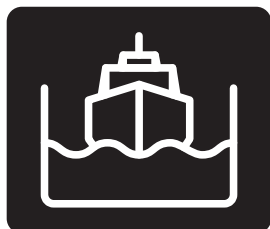
19



当センターは東日本大震災復興キャンペーンを応援しています。

財団法人 日本造船技術センター

〒180-0003 東京都武蔵野市吉祥寺南町1丁目6番1号 吉祥寺スバルビル3階 TEL 0422-40-2820 FAX 0422-40-2827



ΔC_F について

1. はじめに

EEDI規制の発効が来年1月に迫り、現在、EEDI認証プロセスの検討が急ピッチで進められている。

EEDIの認証手続きの中で、満載状態の試運転ができない船種については、水槽試験による速力-馬力カーブを修正してEEDI値を計算することが認められている。具体的には、バラスト状態の水槽試験と速力試運転、それぞれで得られる速力-馬力カーブより試運転と水槽試験の違いを求め、それに基づいて水槽試験により得られた満載状態の速力-馬力カーブを修正し、EEDI値を計算するという手法が議論されている。この方法では、速力-馬力カーブの修正が適正に行われていることを、如何にして認証者が確認するかが重要である。

水槽試験結果と速力試運転結果の間の相関を得るためには、抵抗に対する粗度修正係数 (ΔC_F) と伴流係数に対する修正係数 (Wake Ratio, e) が一般的に用いられている。EEDI値の認証をめぐる以上のような状況の中で、これら二つの実船・模型船間の相関係数が、現在あらためて注目を集めている。

本稿では、このうちの粗度修正係数 ΔC_F について解説する。

2. ΔC_F (粗度修正係数) とは

水槽試験により実船の速力-馬力カーブを精度良く推定するために、全長5~8mの模型船を用いることが一般的である。模型船は実船と幾何学的に相似 (幾何学相似) となるように製作される。さらに重力の影響を実船と相似 (フルード相似) とするために、フルード数 F_n が実船と一致するような速度で試験水槽で曳航され、(V_S : 実船速度 V_M : 模型船速度) このときに船体とプロペラに働く力から実船の速力と馬力の関係が推定される。

$$F_n = \frac{V_S}{\sqrt{g \cdot L_S}} = \frac{V_M}{\sqrt{g \cdot L_M}} = 0.1559 \quad (1)$$

水面を航走する物体には、以上で考慮した重力による力の他に、物体表面と水の間に働く粘性力が増える。実船と模型船の船体に働く粘性力の相似を表すレイノルズ数 Rn は、実船長さ $L_S=250m$ 、模型船長さ $L_M=6.0m$ 、実船速力15ktとした場合、以下で計算される。

実船

$$Rn_S = \frac{V_S \cdot L_S}{\nu_S} = \frac{0.1559 \times \sqrt{9.8 \times 250.0} \times 250.0}{1.1870 \times 10^{-6}} = 1.625 \times 10^9 \quad (2)$$

模型船

$$Rn_M = \frac{V_M \cdot L_M}{\nu_M} = \frac{0.1559 \times \sqrt{9.8 \times 6.0} \times 6.0}{1.1390 \times 10^{-6}} = 6.297 \times 10^6 \quad (3)$$

以上より実船レイノルズ数 Rn_S と模型船レイノルズ数 Rn_M では250倍以上の差が生じていることが分かる。従って実船の性能を模型試験の結果から正しく推定するためには、粘性力に何らかの補正を行う必要が有る。

この問題を解決するため、船体に働く抵抗を重力に基づく成分と粘性力による成分に分離し、粘性力による成分にレイノルズ数に基づいた補正を行う方法が一般的に用いられる。3次元外挿法に基づいた抵抗係数の修正法を(4)、(5)式に示す。 r_{TM} 、 r_{TS} が模型船、実船の全抵抗係数、 K は形状影響係数、 C_{FM} 、 C_{FS} が実船、模型船の相当平板の摩擦抵抗係数、 r_w が造波抵抗係数を表す。 S は浸水表面積、 ∇ は排水量を表すが、実船と模型船は幾何学的に相似に作られているので、浸水表面積係数 $S/2\nabla^{2/3}$ は模型船と実船で同一値となる。

$$r_{TM} = (1 + K) C_{FM} \frac{S}{2\nabla^{2/3}} + r_w \quad (4)$$

$$r_{TS} = \{(1 + K) C_{FS} + \Delta C_F\} \frac{S}{2\nabla^{2/3}} + r_w \quad (5)$$

(4)、(5)式の第1項が粘性抵抗に関わる項となる。模型船の水槽試験の解析に使われる(4)式では模型船の Rn に対応する C_{FM} を、実船の全抵抗係数を計算する(5)式では実船 Rn 相当の C_{FS} を使用し、粘性力の影響を補正している。

(4)、(5)式で使用される C_{FS} 、 C_{FM} は、模型船、実船の浸水表面積と同じ浸水表面積を持った表面が平滑な平板の摩擦抵抗係数と定義され、SRCではシェーンヘルツの摩擦抵抗算式を標準として使用する。模型船の材料はパラフィン等であるためその表面は非常に滑らかに製作されている。これに対し実船の表面はたとえ進水直前であったとしても、塗装、溶接ビードなどにより平滑とは言い難い状態にある。これらの船体表面の平滑度に起因する粘性抵抗の増加分を考慮するため、(5)式の第1項に加えられているのが、本稿の主題である粗度修正係数 ΔC_F である。

3. ΔC_F を求める

ΔC_F は試運転解析結果と水槽試験結果を比較することにより以下の手順で得られる。

試運転により得られる回転数 n (rps)、トルク Q (kg-m)よりトルク係数 K_Q を得る。

$$K_Q = \frac{Q}{\rho_s n^2 D p^5} \quad (6)$$

事前にプロペラメーカーより提供されているプロペラ単独特性曲線より、得られた K_Q に相当するプロペラ前進率 J 、推力係数 K_T を読み取る。これらを用いて実船の有効馬力EHP (ps) は以下の式で与えられる。

$$T = \rho_s n^2 D p^4 K_T \quad (7)$$

$$EHP = \frac{\rho_s n^2 D p^4 K_T (1-t) v_s}{75} \quad (8)$$

別途、水槽試験結果より以下の式でEHP_Tが得られる。

$$EHP = \frac{v_s}{75 \cdot 2} \rho_s S v_s^2 \{ (1+K) C_{F0S} + C_W + \Delta C_F \} \quad (9)$$

(8)、(9)式で求められるEHPを一致させるための ΔC_F は、以下の式で得られる。

$$\Delta C_F = \frac{75 \cdot 2 \cdot EHP}{\rho_s S v_s^3} - \{ (1+K) C_{F0S} + C_W \} \quad (10)$$

水槽試験と異なり、実際の速力試運転は波、風、潮流等の影響があり、平穏な状況で行われるわけではない。このため(6)式で使用する K_Q 、 V_s は、潮流、風、波浪の影響を修正したものが用いられる。 ΔC_F は以上の過程で求められるが通常の試運転はバラスト状態など軽い載貨状態で行われ、タンカーなど一部の船種を除き重い状態での試運転が行われないため、満載状態の ΔC_F のデータが非常に少ないという問題がある。

このため多くの造船所では試運転解析から得られた ΔC_F をデータベースに蓄積し、自社の標準的な ΔC_F として整備する努力を続けている。

4. 種々の ΔC_F

ΔC_F の代表的な計算式を以下に示す。

ITTCの計算式^{1),2)}

$$\Delta C_F \times 10^{-3} = 105 \left(\frac{ks}{L} \right)^{1/3} - 0.64 \quad (11)$$

$$\Delta C_F \times 10^{-3} = 44 \left[\left(\frac{ks}{L} \right)^{1/3} - 10 \text{Re}^{-1/3} \right] + 0.125 \quad (12)$$

SRCの標準式³⁾

$$\Delta C_F \times 10^{-3} = 0.018 \left(\frac{ks}{L} \right) Rn^{0.75} + \frac{10}{L} + 0.03 \frac{B}{d} - 0.13 \quad (13)$$

ks は表面粗度を示し、標準的には $150\mu\text{m}$ が使用される。 L は計画満載状態の喫水線長(m)、 B は型幅(m)、 d は当該載貨状態の船体中央部の喫水(m)、 Rn はレイノルズ数($=v_s \cdot L / \nu$)を表す。(11)、(12)式はそれぞれITTCが1978年、1990年に提案した式で、表面粗度 ks と船長 L で定義される。1990年の式には速度のパラメータであるレイノルズ数が加えられた。

これに対しSRCが標準値として使用している(13)式には、 B/d がパラメータとして加えられ、喫水の影響すなわち載貨状態の影響を考慮することが出来るように配慮されている。(13)式は1988年に定められたもので、約200隻の速力試運転結果を谷口-田村の方法⁴⁾で解析し、その結果を整理して得られたものである。(13)式の第1項は実船外表面板粗度に関わる姫野による修正式⁵⁾であり、2~4項は水槽試験結果と試運転結果の相関を得るために加えられた項である。供試データの船長および幅/喫水比の分布を図-1に示す。

以上(11)~(13)式を船長 L をベースとして図-2に比較して示す。SRC標準式では満載状態に対応する $B/d=3.11$ とバラスト状態に対応する $B/d=6.02$ の2ケースを示した。レイノルズ数もそれぞれの載貨状態に対応するよう変更してある。1990年のITTC提案式に使用される Rn は、前述の満載状態対応のSRC標準式で使用した 1.44×10^9 を使用した。また参考までSRCの旧標準値も図中に示した。

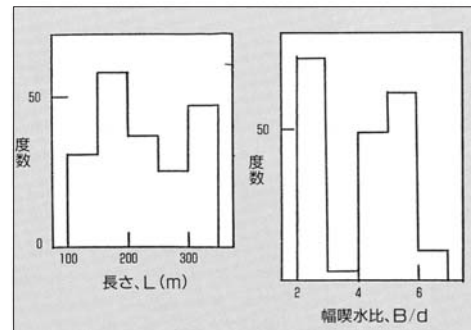


図-1 供試データの分布

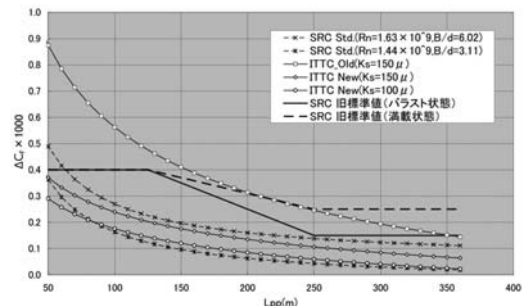


図-2 各種 ΔC_F の比較

1978年のITTC提案式(11)が全ての船長で最も大きい値を示す。1990年のITTC提案式と満載状態対応のSRC標準式ではITTCの方が 0.08×10^{-3} 程度高い値となる。また満載状態とバラスト状態

の ΔC_F をSRC標準式により比較すると、バラスト状態の方が 0.1×10^{-3} 程度高い値となる。1990年のITTC提案式で表面粗度の影響を確認すると、表面粗度を $100\mu\text{m}$ に落とした場合、 ΔC_F は 0.05×10^{-3} 程度小さくなる事が分かる。

5. ΔC_F の実際

造船所で使用されている ΔC_F とSRC標準値(13)式、ITTC提案式(11),(12)式の比較を図-3に示す。

図-3では、馬力計算に使用した ΔC_F の実績値(試運転解析結果より造船所(Yard)が独自に調査して決定した ΔC_F)を縦軸に、(11)~(13)式の値を横軸に示した。(11)式を使用したものをOld、(12)式を使用したものをNewと表記した。 ΔC_F の実績値はかなりのばらつきがある。しかしおおよそ、SRCの標準値(SRC Std.)である(13)式の値を下限に(11)式のITTC Oldの値を上限としている事が分かる。

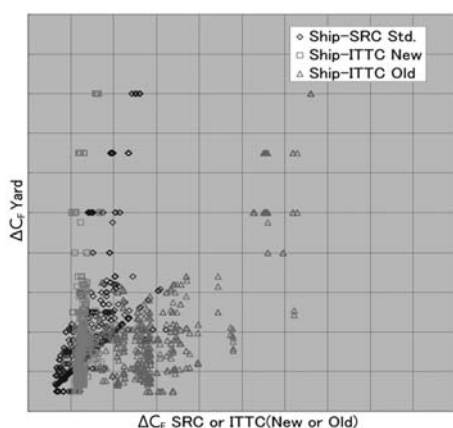


図-3 ΔC_F 実績値と標準値の比較

図-2でも示したように、 ΔC_F は載貨状態により異なる。図-3には様々な載貨状態の ΔC_F が含まれているが、これを整理し、計画満載状態に対する排水量の比(∇/∇_{Des})を横軸に、計画満載状態の ΔC_F とそれぞれの載貨状態での ΔC_F の差($\delta\Delta C_F = \Delta C_F - \Delta C_{FDes}$)を縦軸にとり、図-4に示した。

図を見ると $\delta\Delta C_F$ は3つのグループに別れることが分かる。

- 1) ∇/∇_{Des} が変わっても ΔC_F を変えないグループ
- 2) ∇/∇_{Des} によらず軽い載貨状態の ΔC_F は $\Delta C_{FDes} + 0.2$ とするグループ
- 3) ∇/∇_{Des} によって $\delta\Delta C_F$ を変更するグループ

図-4より、3)のグループは巧まずしてほぼ一定の線上に集中することが見て取れる。複数の依頼者、船種が含まれるデータにも関わらず ∇/∇_{Des} と $\delta\Delta C_F$ の間に強い相関が示されたことは、この結果が一定の意味を持ったものであることを示唆している。ちなみにこの線は、ほぼ以下の式で表すことができる。

$$\delta\Delta C_F = -0.2 \nabla/\nabla_{Des} + 0.2 \quad (14)$$

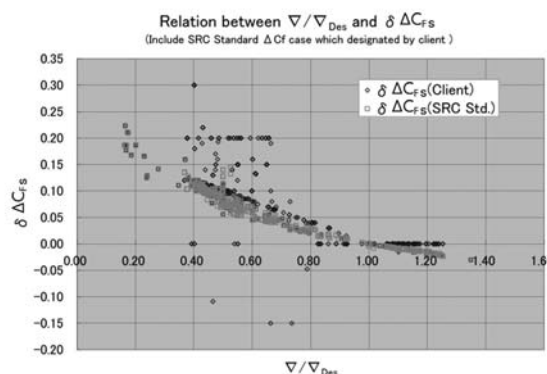


図-4 排水量比と $\delta\Delta C_F$

図-4ではSRC標準式で計算した $\delta\Delta C_F$ も示した(□)。SRC標準式で計算した $\delta\Delta C_F$ は依頼者指定の $\delta\Delta C_F$ より小さい値を示す(満載とバラストの ΔC_F の差が少ない)。しかしおおよその値、傾向は両者で一致している。

ここで使用した実績値は、依頼者が独自に整備した試運転解析結果のデータベースを利用して決定した ΔC_F である。こうして求めた $\delta\Delta C_F$ が排水量比 ∇/∇_{Des} と高い相関を示したことは、バラスト状態の速力試運転結果より満載状態の性能を推定するために、図-4の形式の図が有効なツールとなる可能性を示している。図-4の形式の図に試運転解析結果をとりまとめることによって、適正な ΔC_F を検討できると期待される。

6. 終わりに

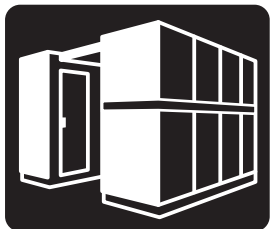
本稿では、実船性能推定における ΔC_F の意味を解説するとともに、その求め方をレビューした。また造船所により使用されている ΔC_F について、公表されている各種の標準式と比較して検討した。さらに載貨状態による ΔC_F の変化を排水量比(∇/∇_{Des})と $\delta\Delta C_F$ の形で整理し、両者の相関が高いことを示した。

この ΔC_F の適正値の判断基準に関わる問題は、試運転実施法などと合わせIMOよりの依頼を受けたITTC (International Towing Tank Conference: 国際試験水槽会議) で現在検討が進められている。日本では(社)日本造船工業会殿が中心になりこの動きに対応している。SRCは造船工業会殿よりの要請を受け、ここで使用したデータ等を中心に適正な ΔC_F を判断できる図表の作成をお手伝いしている。

(試験センター技術部 金井健)

参考文献

- 1) 15th ITTC Proceedings (1978)
- 2) ITTC Recommended Procedures & Guidelines, 7.5-02-03-01.4
- 3) 「 ΔC_F の改訂について」、SRCニュース 第2号、p.6~7
- 4) 谷口中、田村欣也; 風圧抵抗修正の新しい方法について、西部造船会会報第18号
- 5) 姫野洋司; 「ペイント粗面の摩擦抵抗に関する考察」関西造船協会誌第191号、昭和58年12月



境界層を完全に解像した ラージ・エディー・シミュレーションの 船舶への適用

1. はじめに

現在、船舶分野で主流となっている数値流体力学(CFD)技術はレイノルズ平均・ナビエ・ストークス(RANS)法と呼ばれる手法である。この手法は乱流モデルのチューニングや改良がキーとなるが、1990年頃から盛んに研究されており、特に国内では実際の船型設計で馬力推定に使われている。この手法の特徴は手軽に使用することが出来る一方で、性能推定精度において水槽試験より信頼性が劣るといったデメリットがある。

曳航水槽試験の抵抗・自航試験と同等の信頼性を実現するには直接計算(Direct Numerical Simulation、DNS)と呼ばれる手法を適用すれば良い。実際の流れ場では乱流中の渦運動エネルギーは最終的に全て熱に散逸されるが、DNSはこの散逸スケールの運動まで計算格子で捉える手法である。この手法は現在のRANS等で課題となっている乱流のモデル化に起因する誤差は一切含まず、ナビエ・ストークス方程式に厳密に従う。このため、この手法を用いれば模型製作誤差、計測誤差等を伴う曳航水槽試験よりも高精度かつ高信頼性を有する結果が得られると考えられる。一方でこの手法のデメリットは膨大な数の計算格子が必要となることである。このため、実用的な工学分野で厳密なDNSが適用された例はない。

DNSと同等な結果が得られ、計算コストがDNSより小さい手法にラージ・エディー・シミュレーション(LES)と呼ばれるものがある。乱流の中には大きなスケールの渦から小さなスケールの渦まで様々な大きさの渦が混在しており、大きな渦の周りには小さな渦があり、大きな渦の運動に従うように小さな渦は揺らいでいる。小さな渦の運動は大きな渦の運動からもたらされ、エネルギーが大きなスケールから小さなスケールへと伝わる。このエネルギーカスケードは渦運動が熱に変わるスケールまで続いているが、ある程度小さなスケールになるとそれぞれの乱流場に依存しない普遍的な特性を持った領域が現れる。この領域をモデル化し、乱流場の生成、形態に強く影響を受ける大規模渦を直接計算格子で計算する手法がfully-resolved LESである。船舶のように摩擦抵抗が重要な場合、乱流境界層内を完全に解像する必要があり、乱流生成に支配的と考えられている壁近傍の主流方向に平行な小さな縦渦が解像すべき最も小さなスケールである。この縦渦のスケールは熱への散逸スケールの高々数倍であり、DNSと同様に膨大な数の計算格子が必要となるデメリットがあるが、DNSと同様に乱流のモデル化が支配的な役割を担わないので、

準直接計算と呼ばれている。本研究ではこの手法を船舶へ適応した。

2. 計算格子数と計算機能力

具体的には6m模型の場合、レイノルズ数(Re)が 5×10^6 となり、上述の縦渦の直径は約1mm(表-1参照)で、この縦渦を計算格子で表現するために必要な計算格子の間隔は0.1mmのオーダーである。仮に模型船の浸水表面が 10m^2 とすれば、0.1mm四方の正方形で覆うのに10億格子が必要である。船体表面に垂直な方向に100格子使うとすれば計算領域全体で1000億格子が必要であり、非等方性的な格子を駆使して効率化したとしても数百億格子が必要で膨大な計算量が必要となる。

一方で、近年の計算機の能力の向上は目覚しく、過去20年間で計算スピードが100万倍になっている。この能力向上は当初の所謂クロック周波数の向上に加え、2006年頃からのCPUの超並列化により、現在でも同じペースで性能向上を続けており、2020年頃までこの傾向が続くと予想されている。昨年、2011年にスパコン性能ランキングで世界一に輝いた京コンピュータはコア数が70万個以上ある計算機である。コアあたり百万格子の計算が出来るとすれば、京コンピュータを使えば7000億格子の計算ができ、6m模型を使った曳航水槽試験状態のfully-resolved LESは実現可能である。

日本造船技術センターでは昨年、本研究の一部を文部科学省事業の京速コンピュータ「京」を中核としたHPCI(革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ)の活用を目的としたHPCI戦略プログラム「分野4次世代ものづくり」の実証研究課題として実施した。計算機は主に財団法人計算科学振興財団のFOCUSスパコンを使用し、計算コードにはFrontFlow/blueを用いた。

3. 計算結果

計算はCFDのベンチマーク船型で有名なKVLCC2船型を対象として、10億格子を用いて計算を行った。計算したレイノルズ数は $Re=5 \times 10^5$ と 1×10^6 の2通りである。図-1は船体表面のある瞬時場の渦度分布であるが、船体中央部付近に乱流遷移が見られる。遷移面は長手方向で上下に一樣ではなく、平行部で遅れ、船体上部と底部で前方にあることが分かる。また、レイノルズ数が高い方が、遷移位置が前方にあり、理論と整合している。

図-2にベースラインから46%の高さの局所摩擦抵抗係数を示す。どちらのレイノルズ数でも船体前半部ではそれぞれの層流の

カーブに乗っており、遷移後はそれぞれの乱流のカーブに到達する。
遷移位置も図-1の船体表面渦度分布と整合している。

図-3にS.S.2断面での渦度分布(瞬時場)を示す。レイノルズ数が高いほうで、微細な渦構造が見られる。表-1によると、どちらのレイノルズ数でも縦渦のスケールは1mm程度だが、船体のスケールに対してはレイノルズ数が高い方が相対的に細かい縦渦構造になる。

図-4に伴流分布を示す。肥大船に特徴的なフック構造が再現できている。図-5に限界流線を示す。船体中央部からプロペラシャフトに向かう流れの角度や船体底部から来る流れがプロペラシャフト高さ辺りで剥離する様子がオイルペイントの試験結果と一致している。

これら計算結果の詳細は日本船舶海洋工学会平成24年春季講演論文を参照していただきたい。

4. まとめと今後の課題

昨年度は波無し状態で、通常の曳航水槽試験より低いレイノルズ数での計算を行ったが、今年度も引き続き、波無し計算で6m模型試験レベルのレイノルズ数の計算を、昨年より大規模な計算環境で行う予定である。

また、自航試験の計算や波付計算も実施し、最終的にはこれらを統合して抵抗・自航シミュレーターとして利用する予定である。

(技術開発部 西川達雄)

表-1 模型船長さ必要計算格子数(フルード数一定)

レイノルズ数	模型長さ	境界層厚さ	縦渦直径	計算格子数
5×10^6	6m	100mm	0.9mm	1000億
1×10^6	2m	50mm	1.3mm	10億
5×10^5	1.25m	30mm	1.5mm	1億

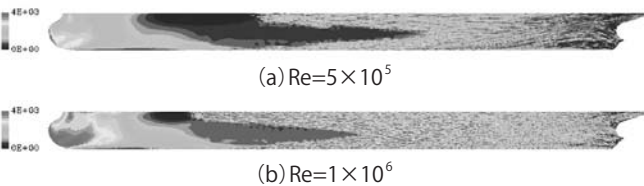


図-1 船体表面の渦度(瞬時場)

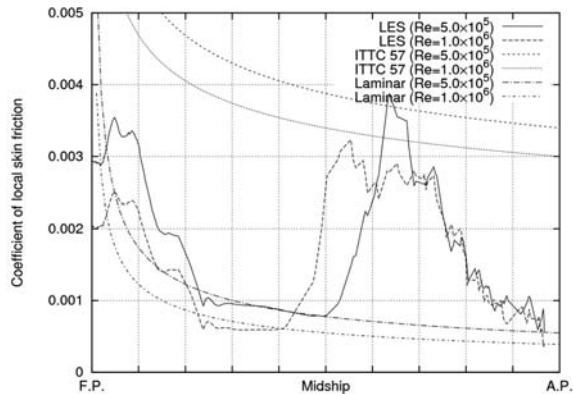
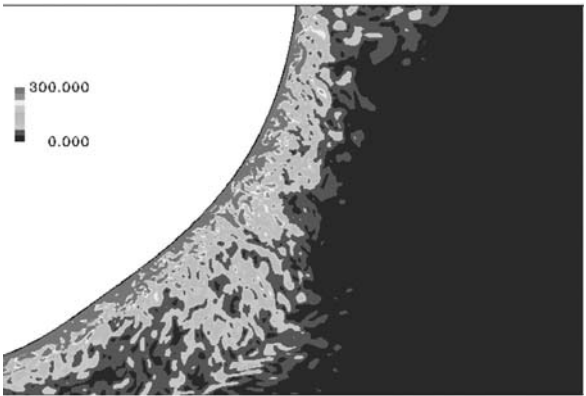
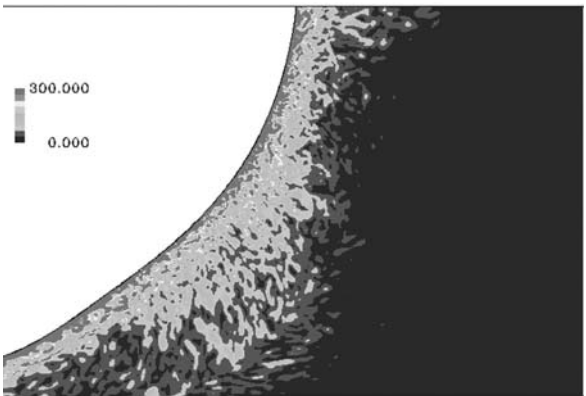


図-2 局所摩擦抵抗係数



(a) $Re=5 \times 10^5$



(b) $Re=1 \times 10^6$

図-3 S.S.2断面の渦度(瞬時場)

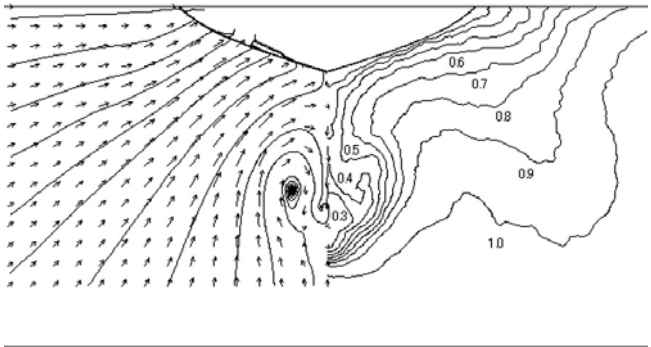


図-4 伴流分布($Re=5 \times 10^5$)

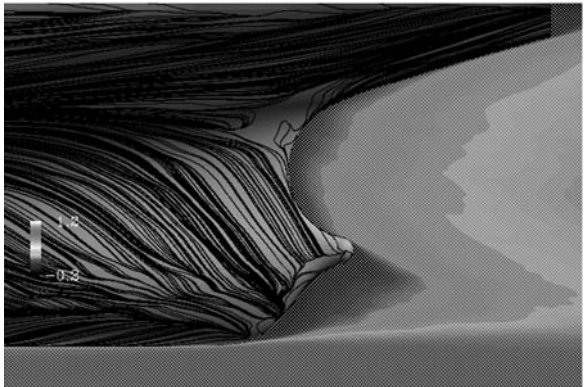
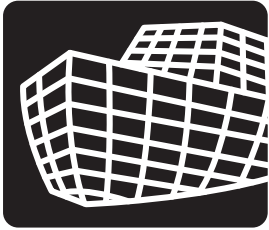


図-5 限界流線と流線分布($Re=5 \times 10^5$)



SRC Tipsのバージョンアップ (推進性能推定の精度向上)

1. はじめに

SRC船型設計システム(SRC Tips)は、初期計画時の船型要目の決定や線図の創生を支援するプログラムです。2009年6月に船型決定作業を行う3つのアプリケーション(Tips Sp,Op,Sk)の供用を開始し、2010年6月から補助作業を行うアプリケーション(Tips Id,Ar)の供用を開始しました。現在、国内造船所8社(10ライセンス)に導入をいただいております、HRC(造工中手船型研究会)においてもSRC Tipsを使用した船型開発が進められております。また一方で、昨年からSRC Tipsの核となる推進性能推定の精度向上を図るためにデータベースの更新と計算方法の見直しを行ってきました。

今回のSRCニュースでは、今年6月にバージョンアップしたSRC Tipsについてご紹介いたします。

2. データベースの更新

SRC Tipsでは、SRCの模型試験データをニューラルネットワークと呼ばれる手法で解析し、船型を表す要素から直接、浸水表面積係数、造波抵抗係数、形状影響係数、自航要素といった推進性能要素を推定しています。ニューラルネットワークとは、脳神経系の情報処理機構を模倣した数理モデルで、与えられた入出力データに基づく学習を通して、必要とされる情報処理を実現するものです。旧バージョンのニューラルネットワークの学習には、1978年から2004年までの模型試験データ約2,100船型より、表-1に示す条件により選定された約1,100載貨状態を使用して学習を行い、推進性能要素を推定していました。今回のデータベース更新では、近年の模型試験データ約250船型の中から約80載貨状態を新たに追加しました。これによりデータ数が約7%増加されました。図-1に主要目の頻度分布(■:新たに追加されたデータ)を示します。

表-1 データベースの選定条件

1) 実船長さ	100.0m以上
2) 模型船長さ	5.0m以上
3) 船型	1軸排水量型
4) 付加物	舵、ビルジキール、バウ及びスタンスラスタ
5) 載貨状態	トリム無し、計画満載状態と排水量比80%以上

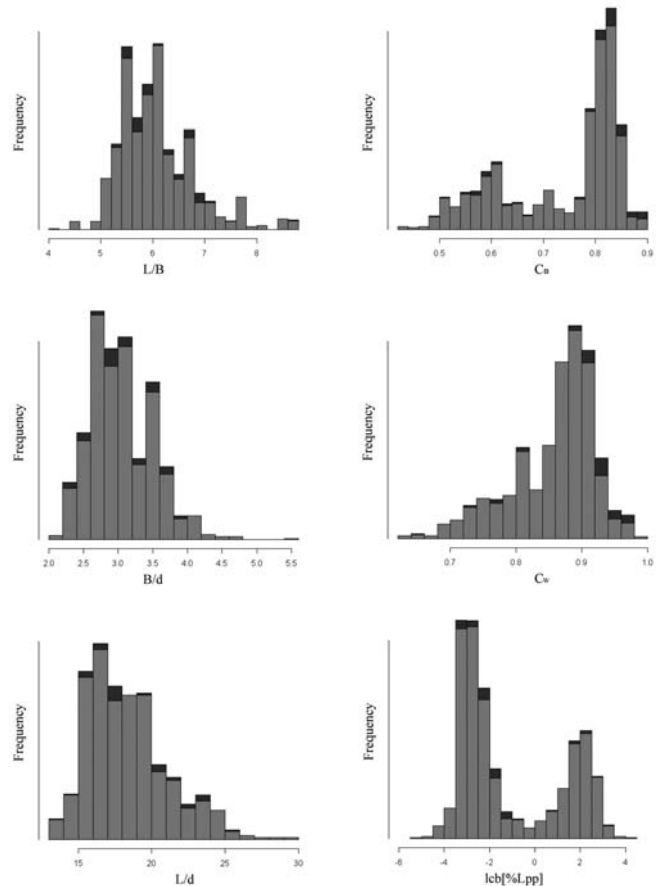


図-1 主要目の頻度分布

3. 計算方法の見直し

3.1 ニューラルネットワーク構造の見直し

SRC Tipsのニューラルネットワークには、階層型ニューラルネットワークを用いています。この階層型ニューラルネットワークは、入力層、中間層、出力層の3層のネットワークで構成されており、入力層と出力層のニューロンの個数は、それぞれ説明変数(船型要素)、目的変数(推進性能要素)の数である程度決定されますが中間層のニューロンの個数の決定的方法は知られていません。一般に中間層のニューロンの個数を増やすことによって、より複雑な関数を近似することができますが、安易に中間層のニューロン数を増やせば過学習となり、未学習データに対して当てはまり(汎化性)が悪くなるといわれています。

そこで今回のバージョンアップでは、2.で更新したデータベースをニューラルネットワークに使用する学習用データと汎化性の評価に使用する未学習用データに分け、中間層のニューロン数を変更してニューラルネットワークの学習を行い、最適な中間層のニューロン数の決定を行いました。図-2、3に形状影響係数における中間層のニューロン数の検討結果の一例を示します。中間層のニューロン数が19以上では過学習の傾向が確認でき、中間層のニューロン数が7の時、未学習データの実験値と推定値の相関係数が最も高く、また、学習データの実験値と推定値の相関係数もある程度高いことから、最適な中間層であることが確認できます。

3.2 推定計算方法の改良

ニューラルネットワーク構造の最適化に加え、推定計算方法も改良しました。一般にニューラルネットワークの学習結果は、初期に与える結合荷重行列に依存します。旧バージョンでは、初期結合荷重行列を変更した10回の学習結果の中から学習誤差の小さかった学習結果を採用し、性能推定に使用していましたが、新バージョンでは、10回の学習によって得られた10種の推定結果を平均し、性能推定を行うように改良しました。

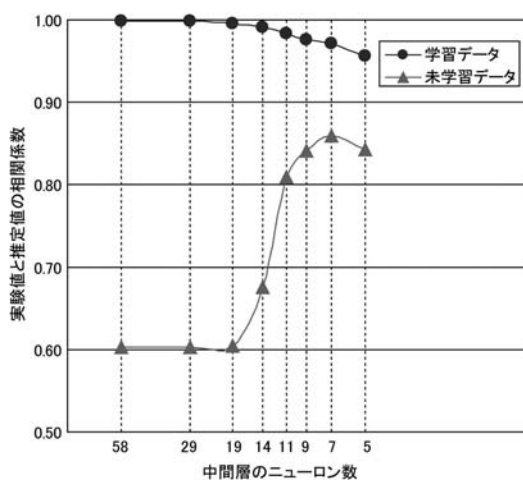


図-2 中間層の検討結果①

3.3 推定結果

図-4に学習データの推定結果(○:新バージョン)と未学習データの推定結果(■:新バージョン、▲:旧バージョン)について示します。形状影響係数と自航要素の推定精度が向上し、推定結果のバラつきが減少したことが確認できます。

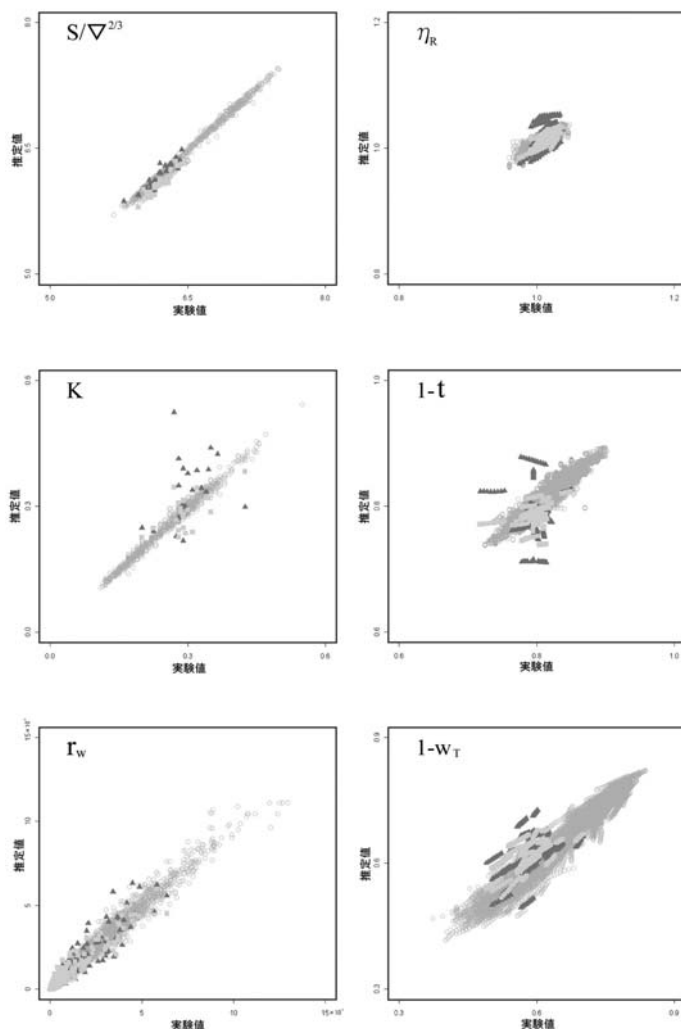


図-4 推定結果

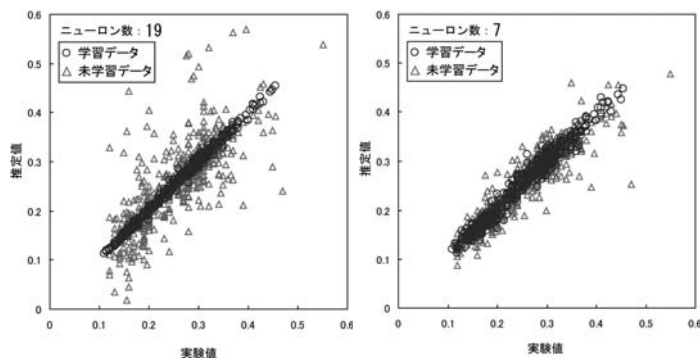
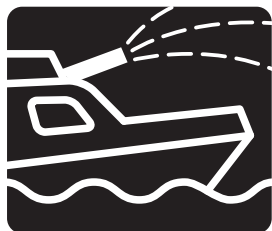


図-3 中間層の検討結果②

4. おわりに

今回のSRC Tipsのバージョンアップでは、推進性能推定の精度向上に加え、中間層のニューロン数の数を減らし、ニューラルネットワークの構造をシンプルにすることによって、最適化計算に掛かる時間が約3分の1に短縮できるようになりました。今後もよりSRC Tipsをより使いやすいものとするために新機能の追加や機能拡張を行っていく予定です。

(技術開発部 西村洋佑)



大阪市消防局 19トン型消防艇「ゆうなぎ」 ～河川対応型最新鋭消防艇～



航走写真

1. はじめに

大阪市は「水の都」とも呼ばれ、その地勢上市内には多くの河川水路が張り巡らされ、なにわ八百八橋と称される数多くの橋が存在します。大阪市の防災対策を考える場合、この内陸水路部地域の防災・救助活動が重要な課題となります。

この課題に対応するため、この度河川対応型の消防艇として、橋梁下の通行性と浅喫水を特徴とした最新鋭の消防艇「ゆうなぎ」が建造されました。

当センターでは平成22年の6月から12月に本船の基本設計業務を、平成23年5月から平成24年3月まで建造監理業務を行いました。

以下に本船の概要と性能を紹介致します。

2. 本船の概要

本船は「河川対応型」の最新鋭消防艇として、橋梁下の通行を考慮したエアードラフト（水面上の高さ）1.4mの制限と、河川航行を考慮した喫水1.3mの制限を満足する、2基2軸ウォー

タージェット推進、ジョイスティック操船が可能な消防艇として計画されました。

① 一般配置

主船体は3枚の水密隔壁で4区画に分けられ、前方より船首倉庫、操舵室兼隊員室、機関室、ウォータージェット室となっています。

操舵室兼隊員室には、操船コンソール、操縦椅子3脚、ソファ2セット、便所等が配置されています。操船コンソールには機関遠隔操作盤、ジョイスティック、放水操作盤、後部監視カメラモニター等が配置されています。

機関室には高速ディーゼル主機関2基及び発電機1基、主機駆動消防ポンプ2台、バラストポンプ4台、配電盤及び消防制御盤等を効率よく配置し、騒音、振動にも配慮した構造としております。

ウォータージェット室にはウォータージェット推進器2基、油圧ポンプ等が配置されています。

消防設備としては、機関室に消防ポンプ2台、前部上甲板上に放水砲2門、後部上甲板上に放水集合管2セットが配置されています。

2 主要目

船 質	軽合金
全 長	19.95 m
登録長さ	16.55 m
幅(型)	3.80 m
深さ(型)	2.00 m
計画満載喫水	1.00 m
(バラスト搭載時)	1.30 m
総トン数	19 トン
資 格	J C I
航行区域	平 水
試運転最大速力	22.4 ノット
航海速力	18.1 ノット
最大搭載人員	14 名

3 主要装備

主 機 関	592kW	2 基
主 発 電 機	32kVA	1 基
ウォータージェット推進器		2 基
航海情報ネットワークシステム		
ディスプレイ		2 台
レーダーアンテナ		1 台
GPS		1 台
ヘッディングセンサー		1 台
ウェザーステーション		1 台
ネットワークサウンダー		1 台
消防無線電話(デジタル/アナログ)		1 式
マリンVHF		1 台
監視カメラ装置		1 式
消防ポンプ	7,500L/min	2 台
放水砲	5,000L/min	2 門
放水集合管	75mm×6	2 基
搭載艇	4.2m複合型	1 隻

3. 特徴

1 橋梁下の通行対策

橋梁下の通行を考慮し、水面上の高さ(エアードラフト)を1.4mに制限するため、以下の対策を行っています。

- ・ 操舵室の屋根は昇降式とする。
- ・ マストは起倒式とする。
- ・ 両舷にバラストタンクを設け、バラスト水の搭載により喫水を0.3m沈める。バラストポンプ、弁類はすべて電動遠隔操作可能とする。
- ・ ダビットは取り外し式とする。

- ・ 探照灯は取外し式とする。
- ・ 4.2m複合型搭載艇を装備し、スリップウェイ揚降方式とする。

2 浅喫水対策

河川での浅喫水を考慮し、船底からの突出がほとんど無いウォータージェット推進器を採用しています。

3 消防設備

消防設備として、以下のものを装備しています。

- ・ 主機駆動の消防ポンプ(7,500L/min) 2 台
- ・ 電動放水砲(5,000L/min) 2 門
- ・ 放水集合管(75mm×6) 2 基
- ・ 操舵室放水操作盤(タッチパネル方式、バラスト操作盤兼用)
- ・ 放水時のジョイスティック操船
- ・ 上甲板にコントロールスタンド設置

4. 本船主要機器写真

本船の主要部の写真を以下に示します。



正面全景



全放水



起倒式マスト



操船コンソール

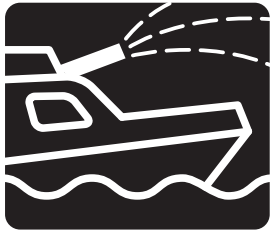


搭載艇及び放水集合管

5. おわりに

本船の設計、建造監理を通して船主である大阪市消防局殿には終始適切なご支援を戴きました。また、建造に当たられた瀬戸内クラフト株式会社殿には高度な造船技術を持って本船建造に尽力されましたことを付記致します。

(海洋技術部 中桐廣道)



神戸市消防局 19トン級消防艇「くすのき」 ～小型高性能消防艇～



航走写真

1. はじめに

先代の神戸市消防艇「3代目 くすのき」は、昭和57年3月に竣工し、永年に渡り神戸港の防災・救難を担ってきましたが、近年老朽化が著しく進んだため、この度その代替として新しく4代目「くすのき」が建造されました。

当センターでは平成22年度に本船の基本設計業務を、平成23年6月から平成24年2月まで建造監理業務を行いました。

以下に本船の概要と性能を紹介致します。

2. 本船の概要

先代の「くすのき」は消防・救難機能に重点を置いた大型の消防艇（旧133.72GT）でしたが、新しい消防艇は、最新の高性能の機器類を搭載し、必要かつ十分な消防・救難機能を持つと共に、19総トンと小型化し、近年重要度が増している救急救助業務に迅速に対応するため、高速性能も確保するように計画されました。

同じく高速消防艇の僚船「たちばな」とのコラボレーションで、神戸港の防災・救難に活躍が期待されています。

1 一般配置

一般配置は、上甲板上に操舵室を設け、操船コンソール、操縦椅子3脚、ソファ兼救急用ベッド、海図台、洗面台等を配置しています。

上甲板下は3枚の水密隔壁で4区画に分けられ、前方より船首倉庫、隊員室、機関室、舵機室となっています。

隊員室には便所、ソファ、手洗器、物入れ等が配置されています。

機関室には、高速ディーゼル主機関2基及びVドライブオメガ式逆転減速機2基、発電機1基、消防ポンプ2台、配電盤及び消防制御盤、燃料タンク等を効率よく配置し、騒音、振動にも配慮した構造としております。

舵機室には操舵装置、泡原液タンク等を配置しています。

2 主要目

船 質	軽合金
全 長	18.51 m
登録長さ	17.51 m

幅(型)	4.16 m
深さ(型)	2.00 m
計画満載喫水	1.00 m
総トン数	19トン
資 格	J C I
航行区域	平 水
試運転最大速力	29.5 ノット
巡航速力	24 ノット
最大搭載人員	乗 員 6 名
	その他 9 名
	合 計 15 名

3 主要装備

主機関	655kW	2 基
逆転減速機	Vドライブ・オメガ	2 基
主発電機	32 kVA	1 基
変圧器	10kVA	1 基
推進器	5翼FPP	2 基
操舵装置		1 式
航海機器総合表示装置		
	レーダーセンサー	1 台
	プロッタ(ディスプレイ)	2 台
	船首方位伝達装置	1 台
	船舶自動識別装置	1 台
	測深儀	1 台
	風向風速探知機	1 台
日本語ナブテック受信機		1 台
監視カメラ装置		1 式
消防無線(デジタル&アナログ)		各1 台
艇状態連絡器(AVM)		1 台
国際VHF無線電話		1 台
消防ポンプ	5,000L/min	2 台
放水砲	4,000L/min	2 門
放水集合管	65mm×5	2 基
自衛噴霧装置	120L/min	7 個
泡原液タンク	2,000L	1 個
搭載艇	3.8m複合型	1 隻

3. 特徴

1 高速化

出力655kWの高速ディーゼル機関と5翼スキュー付FPPの採用により、試運転最大速力29.5ノット、巡航速力24ノット以上の高速化が達成されています。また、消防活動時のために、2段減速のVドライブ・オメガクラッチ式逆転減速機を装備しています。

2 消防・救難設備

消防・救難設備として、以下のものを装備しています。

・消防ポンプ(5,000L/min)	2 台
・電動放水砲(4,000L/min)	2 台
・放水集合管(65mm×5)	2 基
・操舵室放水制御監視盤	1 式
・泡原液タンク 2,000L	1 個
・搭載艇 3.8m複合型	1 隻
・電動ダビット	1 式
・救助用プラットフォーム	1 式
・潜水土用梯子(取外し式)	1 台
・プロペラ回転標示灯	1 式

4. 本船主要機器写真

本船の主要部の写真を以下に示します。



操船コンソール



後部デッキ



操舵室及び放水砲



主機・減速機・消防ポンプ



放水集合管

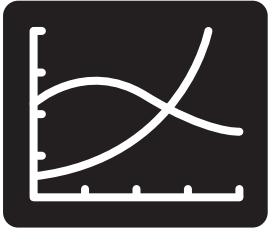


全放水

5. おわりに

本船の設計、建造監理を通して船主である神戸市消防局殿には終始適切なお支援を戴きました。また、建造に当たられた瀬戸内クラフト株式会社殿には高度な造船技術を駆使して、本船建造に尽力されましたことを付記致します。

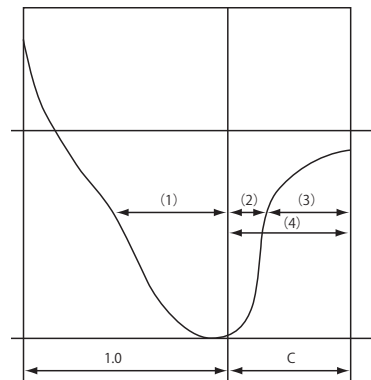
(海洋技術部 中桐廣道)



船型の数式表示について(10)

1. はじめに

複雑な船体形状をパソコン上に創り出す船型数式表示法は、パラメータ関数により、肥大度やフレームライン等設計条件を満足する滑らかな曲面を記述し、その幾何学特性である微分値や曲率等の幾何計量を計算します。基本構成や主要課題について、既刊SRC Newsで紹介しましたが、船型設計についても、多様な船型への適用、曲面の変形、推進性能との関連等の課題と取り組んでいます。本稿では、2軸船船尾(Twin Skeg Stern)の表示法、及び船体周りの流場と曲面幾何計量の関連を調査した例を概略紹介します。



- (1) $Y_{out}(x,z)$
- (2) $Y_{in}(x,z) \times C$
- (3) $(Y_s(x,z) - Y_{in}(x,z)) \times C$
- (4) $Y_s(x,z) \times C$

2. 軸船尾船型への数式表示法適用について

2軸船尾船型の中で、スケグ中心面に沿って異なる形状の曲面が接合するツインスケグ船尾の表示法を紹介します。

2.1 ツインスケグ船尾曲面の数式表示

船型数式表示法に従い、船尾部長さ、最大半幅及び喫水を夫々1とする座標 (x,y,z) により、スケグ中心面 $Y_s(x,z)$ 、舷側の曲面 $Y_{out}(x,z)$ 、船体中心側曲面 $Y_{in}(x,z)$ を夫々表示し、これらを合わせて、半幅1、舷側幅 / 船体中心側幅比 $=1/C$ の曲面を作ります(図-1)。合成された曲面の表示式は、

船体中心側、 $(Y_s(x,z) - Y_{in}(x,z)) \cdot C / (1+C)$ 、

舷側、 $(Y_{out}(x,z) + C \cdot Y_s(x,z)) / (1+C)$ となります。

又、船長方向 x の断面積 $A(x)$ は、積分範囲を $z=0 \sim 1$ として、

$$A(x) = \int ((Y_{out}(x,z) + C \cdot Y_s(x,z)) / (1+C)) dz$$

$$- \int ((Y_s(x,z) - Y_{in}(x,z)) \cdot C / (1+C)) dz$$

$$= \int (Y_{out}(x,z) / (1+C)) dz + \int (Y_{in}(x,z) \cdot C / (1+C)) dz$$

即ち、曲面 $Y_{out}(x,z) / (1+C)$ と $Y_{in}(x,z) \cdot C / (1+C)$ の断面積の和、即ち、横切面積係数 $C_p(x)$ は、舷側 $C_{pout}(x)$ 、船体中心側 $C_{pin}(x)$ として、 $C_p(x) = C_{pout}(x) + C_{pin}(x)$ となります。

2.2 ツインスケグ船尾表示例

ツインスケグ船尾の中で良く知られている形態に、舷側は、1軸船尾曲面 $Y_o(x,z)$ の変形曲面 $Y_{out}(x,z) = Y_o(x,z) / (1+C)$ 、中心側は、高さ $Z(x)$ 、幅 $C / (1+C)$ の線素から成る曲面の複合体があります。ツインスケグ船尾と原型1軸船が C_p 曲線を共有する場合、 $Z(x) = 1 - C_p(x)$ 、となります。なお、船体中心側形状、あるいは舷側形状が与えられる場合は、上記の断面積の関係よ

図-1 ツインスケグ船尾概念図

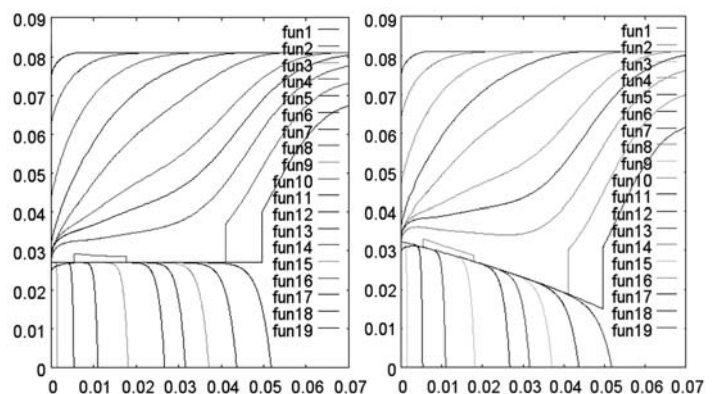
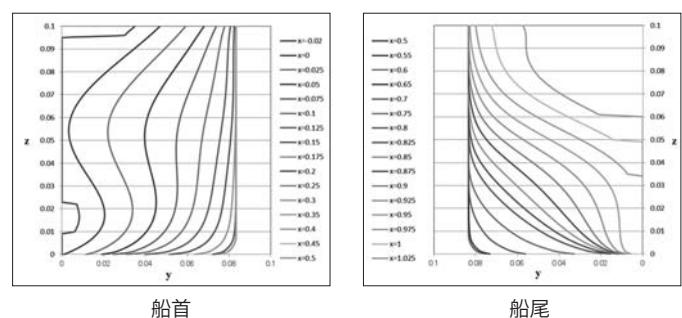


図-2
ツインスケグ船尾数式表示例(1)
スケグ角0度

図-3
ツインスケグ船尾数式表示例(2)
スケグ角20度

船型0.82



船首

船尾

図-4 検討対象船型(数式表示肥大船型)

り舷側曲面形状、船体中心側形状のCp曲線が、次いで形状が決まります。図-2に1軸船尾形状のツインスケグ船尾への変形例を示します。又、Cをzの1次関数（傾斜スケグ）とした変形例を図-3に示します。

3. 幾何計量と流力特性の関連について

3.1 経緯

流体が接する船体曲面と流力現象の関係は、推進性能要素と肥大度や横切面積曲線等の巨視的なパラメータの関連で評価されデータベースとして蓄積されていますが、船型創生に必要な流力現象と曲面特性の関連の知見は、経験に頼る事例が多い事は否定できません。これを船舶工学の課題とする試みとして、本船型数式表示法と流力特性数値計算法CFDの連携による曲面幾何計量と流場特性の関連調査が、横浜国立大学大学院工学科の修士論文テーマに採り上げられました。以下、内容を概略紹介します。

3.2 内容

まず、船型設計法、船体曲面の数式表示法、微分幾何学のレビュー、表示式や計算式の整理、計算プログラムの作成と言う研究基盤を整備します。次に、検討対象船として、 $L/B=6$, $B/d=3$, $C_b=0.65$ の瘡せ形船及び $C_b=0.82$ の肥大船を選び、 C_b や C_p , C_w 曲線等の設計条件に対応するパラメータ関数を調整・設定し、曲面形状 $Y(x,z)$ の創生、幾何計量計算を行いました。幾何計量は、曲面の x,z 方向1階微分 Y_x, Y_z , 2階微分 Y_{xx}, Y_{xz}, Y_{zz} , 及びこれらから求められるガウス曲率 K , 平均曲率 H とします。

調査対象の流力特性は、曲面に沿う流速 v 圧力 p , 及び剪断応力 τ とし、構造格子対応流場解析ソフトNEPUTUNEにより計算しました。計算条件は、小型模型船対応のレイノルズ数、実船計画速力対応のフルード数です。

図-4に、正面線図、図-5に船体曲面に沿う圧力と幾何計量の対応を比べた例、図-6にせん断応力と幾何計量の対応例を示します。値の大小は濃淡で示され、流力上留意すべき範囲にマークが付され、対応が鳥瞰出来る様になっています。更に、曲面上同位置の圧力及び剪断応力と幾何計量の定量的相関が調べられました。図-7に示すようなデータについて統計解析がなされ、流力特性と幾何計量の相関係数が得られています。各幾何計量の相関係数を船首と船尾に分けて図-8に示します。全般的に、船長方向微分の相関が深さ方向微分より強く、曲率は、ガウス曲率よりも平均曲率の相関が強い様です。データの詳細分析や物理的意味の検討等課題は残りましたが、この様な研究例は知られておらず、数式表示法のささやかな成果と言えましょう。

(元技術顧問 武隈克義)

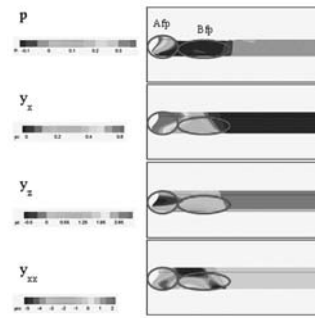


図-5 圧力と幾何計量の対応鳥瞰例
(肥大船 船首、船尾)

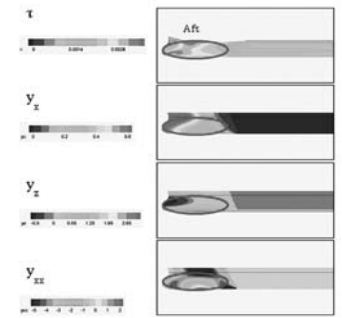


図-6 剪断応力と幾何計量の対応鳥瞰例
(肥大船 船首、船尾)

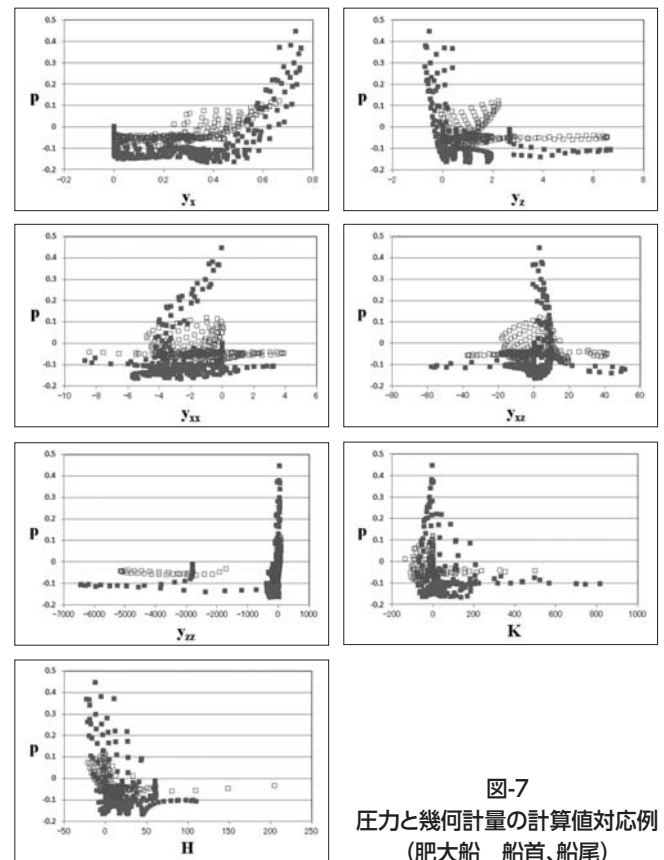


図-7 圧力と幾何計量の計算値対応例
(肥大船 船首、船尾)

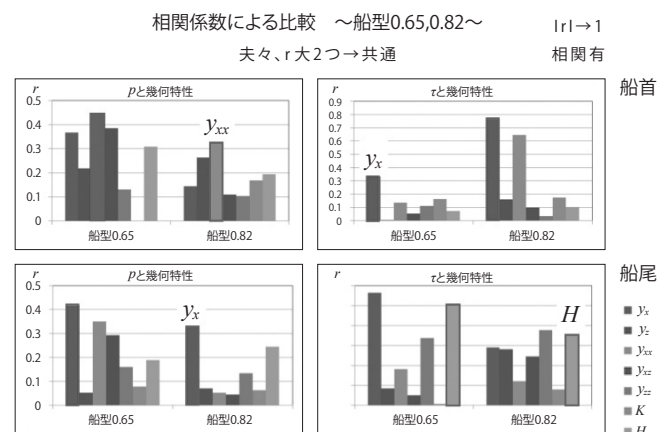


図-8 圧力、剪断応力と幾何計量との相関係数比較



最適船型(その1)

船型や速力を変えると推進性能が変化し所要動力(馬力)が変化します。今後、数回に渡って、船の主要寸法、長さ方向排水量分布等と推進性能の関係を紹介し、所要動力が最小となる船型について検討します。

1. 主要寸法と推進性能

船の長さ L_{pp} 、幅 B 、喫水 d 、方形係数 C_B と推進性能との関係を示します。船の排水量 Δ は

$$\Delta = \rho \nabla \quad \nabla = L_{pp} B d C_B \quad (1)$$

ここに、 ρ :海水の密度 ∇ :排水容積

で表されますが、これを構成する長さ等を1つずつ変更する場合の所要動力の変化の例を示します。船の寸法は、港や航行海域の水深、港湾設備、貨物形状、建造設備等に由来する制限がありますが、ここでは、これらの事情を無視し、自由に寸法を変更できるものと仮定して推進性能を求めます。推進性能の推定には、日本造船技

術センターで実施した水槽試験結果から得られた回帰式を使用しました。本節で示すのは船の主要寸法のみを使用して推定した推進性能で、個々の船型について求めた結果ではありません。よって、平均的なフレームラインや長さ方向排水

量分布を有する船型の推進性能を示しています。

船の長さ等を変更する際の中心となる2船型を表-1に示します。プロペラ直径は、船の排水量長比等によって決まる平均的な値を過去の実績から求めています。

図-1は、この2船型の有効動力 P_E と伝達動力 P_D です。計画満載状態における性能です(以下、同様)。プロペラ効率、過去の実績を整理して求めた、プロペラ荷重度によって決まる平均的な効率を使用しています。その際、最適直径に近いプロペラが得られる出力や回転数を有する主機関が存在するものと仮定し、最適効率に近いプロペラ効率のプロペラが常に採用できるものとしています。

表-1、図-1に示す2船型を中心に、船の長さ等を変更して推進性能の変化を見ますが、長さ等を変更すると、(1)式に示すように、それに比例して排水量も変わります。排水量=一定の条件下における変更例は次回に示す予定です。

痩せ型船型では21ノットの速力における所要動力等について検討しますが、フルード数が同一としますと、この速力は長さ100mの船で14.8ノット、300mの船で25.7ノットに相当します。肥大船型では15ノットの速力で検討しますが、これは長さ100mの船で10.6ノット、300mの船で18.4ノットに相当します。

(1) 船の長さ

図-2は長さを変更した場合の有効動力と伝達動力です。左側は痩せ型船型の21ノットにおける動力、右側は肥大船型の15ノットにおける動力です。船の長さのみ変更し、他の船幅等は変更してい

表-1 2船型の主要寸法等

	痩せ型船型	肥大船型
長さ	200m	
船幅	30.0m	34.0m
計画喫水	10.0m	12.5m
方形係数	0.6	0.8
排水量長比	0.0045	0.0085
プロペラ直径	7.00m	6.82m
計画速力	21.0ノット	15.0ノット
フルード数	0.242	0.173

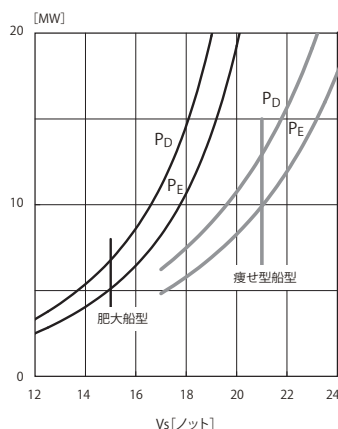


図-1

2船型の有効動力と伝達動力

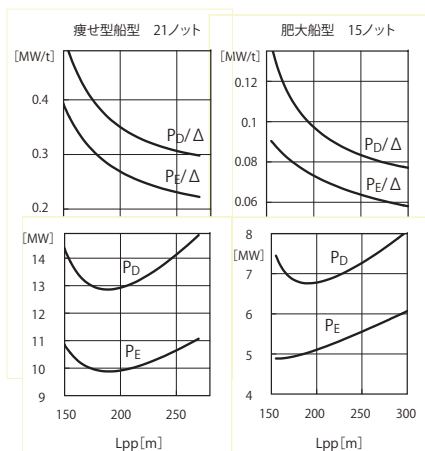


図-2

船の長さの変更

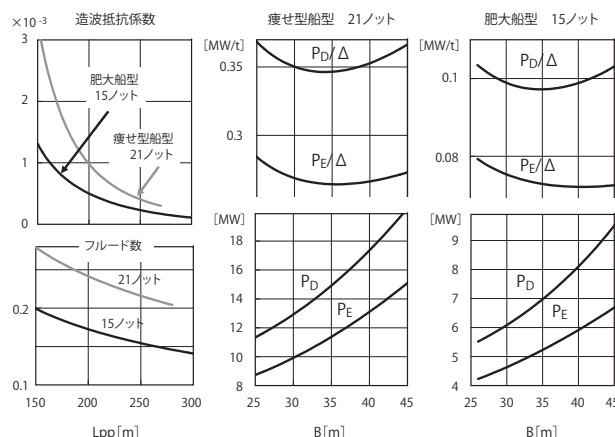


図-3

長さ変更とフルード数、
造波抵抗係数

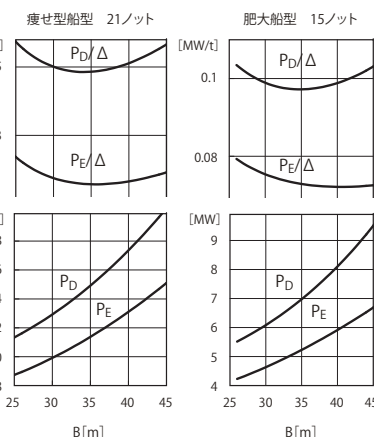


図-4 船幅の変更

ませんので、長さ按比例して排水量も変化します。図-2の上段図は動力を排水量で割ったもので、排水量当りの動力を示します。痩せ型船型では、船の長さが短い領域で、逆に有効動力(船体抵抗)が増加していますが、これは、図-3に示すように、フルード数の増加に伴う造波抵抗の急増に起因します。また、肥大船型の伝達動力も船の長さが短い領域で増加していますが、これは、プロペラ荷重度増大に伴うプロペラ効率の低下が主因です。船の長さを短くすると、長さ／幅比が小さくなりますので、推進性能は全般的に劣化し、排水量当りの所要動力も急激に増加します。伝達動力が最小となる長さがありますので、それを最適長さとも言えますが、排水量当りの伝達動力は長さの増大に伴い単調に減少していますので、推進性能からは、長い船ほど良い船型と言えます。

(2) 船の幅

船幅を変更した場合の伝達動力等を図-4に示します。これによると、幅を大きくすると有効動力、伝達動力ともに単調に増加しますが、その増加率は幅(排水量)の増加率と同程度です。排水量当りの動力の変化は小さくなっており、最小となる幅が存在しています。これは、船幅増加は船の長さ／幅比の減少ですから、それによる性能低下が原因です。

(3) 喫水

図-5に船の計画満載喫水を変更した例を示します。有効動力は喫水変化に伴い単調に変化していますが、伝達動力は、喫水の浅い領域で逆に増加しています。これは、プロペラ直径減少に伴うプロペラ荷重度増加によるプロペラ効率低下(図-6)が原因です。そのため、排水量当りの動力は、喫水が浅い領域で急増しています。

図-6 喫水変更とプロペラ効率

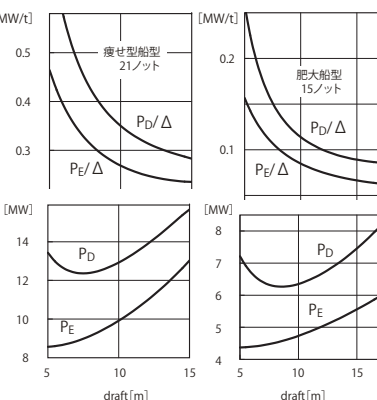


図-5 喫水の変更

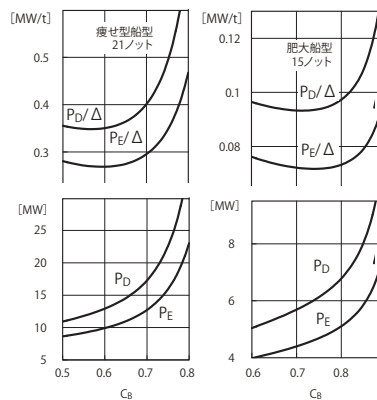


図-7 方形係数の変更

変更した場合と同様、伝達動力が最小となる喫水が存在しますが、排水量当りの動力は、喫水増加に伴い単調に減少しますので、喫水の深い船型が良い船型と言えます。

(4) 方形係数

方形係数を変更した場合の伝達動力等を図-7に示します。これによると、方形係数を大きくすると有効動力、伝達動力ともに単調に増加しますが、その増加率は、方形係数が小さい領域では方形係数(排水量)の増加率と同程度です。排水量当りの動力の変化は小さくなっており、これが最小となる方形係数が存在しています。ただし、方形係数を大きくすると、排水量当りの動力も急増するようになります。急増の主な原因は造波抵抗係数の急増ですが、造波抵抗が急増するフルード数は方形係数等によって決まります。

(5) まとめ

図-8では、以上に示した伝達動力、排水量当りの伝達動力を排水量ベースで比較しています。本図には、参考のため、相似形状を保ちつつ船の大きさを変更した場合の伝達動力、および、伝達動力が排水量に比例する線も示しています。

本図によると、排水量変更に伴う伝達動力の変化率が最も大きいのは、方形係数の変更です。船幅変更がそれに次ぎます。これらでは、排水量当りの伝達動力に最小値が存在します。伝達動力の変化率が最も小さいのは長さを長くした場合で、それに次ぐのは喫水変更です。伝達動力には最小値が存在し、それより長さの短い領域ないしは喫水が浅い船型の領域では逆に伝達馬力が増加しますが、排水量当りの伝達動力は排水量が大きくなるに伴い単調に増加します。

方形係数は、港湾や航行海域からの制限や船殻重量の変化が少ない要素ですが、方形係数の限度を超えた増加は推進性能の急激な悪化となります。

(技術顧問 佐藤和範)

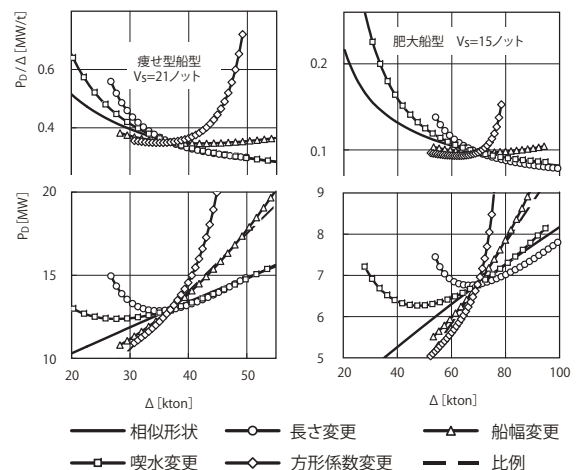


図-8 各種変更の比較



メガフロート計画のための インドネシア石炭開発関係の要人招聘

当センターは、開発途上国の海事関係政府要人を我が国に招聘し、造船及びこれに関連する運輸分野における国際交流、国際協調等の推進を図ることを目的として国が行う事業への協力を行っております。この事業は我が国と開発途上国との相互理解を深め双方にとって有益なプロジェクトを形成する端緒ともなることから、当センター海外協力部では、国土交通省の依頼に基づき海外要人の日本におけるスケジュール調整、アテンド等を行っています。今回の招聘事業では、インドネシア共和国の国家開発企画庁、エネルギー・鉱物資源省石炭総局、国営石炭公社等から要人ら計5名が来日し、我が国のメガフロート設備や技術開発に関連する造船所や研究所などを5日間に亘り視察しました。

インドネシアは世界第7位の石炭生産国で、年間約2億3000万トンの石炭が生産されており、我が国にとっても重要な輸入先です。同国の石炭生産は年々増加傾向にあり、アジアでは中国、インドに次ぐ主要な石炭資源国であり、同国経済の重要な輸出資源の1つです。同国ではインドネシア国営石炭公社をはじめとしてさまざまな国内企業によって石炭生産や開発が行われていますが、需要に応じた石炭の供給・増産に対応するため、石炭物流の整備・強化が急務となっています。

しかしながら、石炭の主要輸出拠点である東カリマンタン州では、遠浅、沼地という物流の問題があり港湾整備計画にも、技術面、コスト面で難題を抱えています。我が国と同様、周囲を海に囲まれている地理的環境にあるインドネシアでは、石炭を効率的に海上輸送することが求められています。そのため、我が国が開発し提案している洋上の浮体構造式のターミナル（メガフロート）で石炭の貯蔵・混炭・積替を行い、内陸から河川輸送で石炭を運搬するプッシャーバージを活用するという石炭貯蔵積み出しの輸送システムに強い期待と関心を抱いています。

来日した要人一行は日本最大級の石炭中継基地である沖の山コールセンターと世界初の洋上石油備蓄基地である白島国家石油備蓄基地（福岡県北九州市）を訪問の後、石炭積み替えバージ建造の実績のある造船所やメガフロートの建造可能な大手造船所を訪問しました。また、海上技術安全研究所を訪問し船舶海洋試験研究設備や海上の波浪試験水槽設備などについても視察しました。同研究所では、当センターのメガフロート関係技術陣も視察のサポートを行いました。視察を通じ浮体空

港などのメガフロートをはじめ、石油備蓄、海洋掘削リグ、深海探査船の開発事例についての説明に強い関心が示され、インドネシアにおけるメガフロート方式採用の実現妥当性を理解してもらいました。



メガフロートの具体的イメージを認識するために（独）石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）の協力により白島国家石油備蓄基地を視察しました。二重殻構造の貯蔵船から

なる容量560万KLの備蓄能力を持つ同基地の以下の特長は、まさにメガフロートが具備するものです。

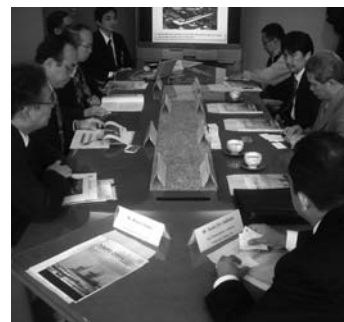
- ① 陸上部の面積が少なくすみ、かつ海洋空間を有効に利用できる。
- ② 埋め立てなどによる周辺の自然景観をほとんど失わない。
- ③ 浮体である貯蔵船は地震の影響が少ない。
- ④ 住空間から比較的離れた位置に立地できる。

要人一行からも担当者の説明に強い関心が示されていました。同基地の見学後、一行は、「施設の巨大さに圧倒された。自分たちの目で見てメガフロートの可能性を感じた。巨大プロジェクトになるので技術だけではなく資金の支援もお願いしたい。」と語っていました。

沖の山コールセンターでは、輸入石炭の受入・貯蔵・混炭・積替・荷役・分析・積出関係のメガフロート方式による海上石炭ターミナルに搭載される石炭のハンドリング・システムの仕組みを視察して、実際の施設のイメージを認識してもらいました。

さらに国土交通省海事局関係の首脳との懇談を通じ、インドネシア側の要望内容の把握など、経済・技術協力に関する意見交換の機会もありました。我が国としても、エネルギー資源の安定確保の実現や造船業の安定的な仕事量確保の観点から、同国におけるメガフロート・プロジェクトの実現が期待されています。

（海外協力部 小川真一）



(財)日本造船技術センター創立45周年を迎える

当センターは本年5月12日(土)に創立45周年の記念日を迎えました。5月11日(金)に当センター大会議室で記念式典を行い、徳留会長からあいさつの後、永年勤続、業務功労等の表彰があり、その後職員の懇親会が行われました。

●永年勤続(技術開発部：西村洋佑 10年)

●業務功労表彰

① ロシアにおける原子力潜水艦原子炉区画の長期陸上保管施設機材調達代行業務

(海外協力部：池羽正、小川賢、渡部寛、富士泰宏 海洋技術部：太田悟)

② 中水槽活用の促進

(試験センター 技術部：小宮貴文、福島寛司、高野雄平、橋本尚樹 試験部：島崎達雄)



業務功労表彰

委員会等

第162回 理事会 平成23年12月15日(木)

(財)日本造船技術センター役員会議室

第117回 HRC委員会 平成24年1月19日(木)

(財)日本造船技術センター大会議室

第34回 評議員会 平成24年3月23日(金)

(財)日本造船技術センター役員会議室

第163回 理事会 平成24年3月27日(火)

(財)日本造船技術センター役員会議室

第118回 HRC委員会 平成24年4月5日(木)

(財)日本造船技術センター大会議室

第3回 SPCG委員会(平成23年度) 平成24年4月5日(木)

(財)日本造船技術センター大会議室

編集後記

少し前になりますが、俵万智さんの「サラダ記念日」という歌集がベストセラーになったのを覚えているでしょうか。この歌集の中にある「『この味がいいね』と君が言ったから7月6日はサラダ記念日」という短歌にちなんで7月6日が「サラダ記念日」という記念日に制定されています。

記念日を制定することにより、きっかけとなった物事、出来事、理念等を忘れず、思い出す効果があります。海の分野の記念日としては、1997年から国民の祝日となった「海の日」(現在は、7月の第3月曜日。)が良く知られていますが、これは明治天皇が東北地方巡航の際に灯台巡視船「明治丸」で横浜に帰港した日(7月20日)にちなんで制定された「海の記念日」が祝日となったもので、「海の恩恵に感謝し、海洋国日本の繁栄を願う日」だそうです。

当センターでも先日45回目の創立記念日を迎え、職員表彰等のイベントを行いました。45年という職員の世代交代も進み設立当時の状況を知る人もごく僅かとなっています。仕事に必要な知識・技術等の継承は日々の業務を通じて行われておりますが、創立当時の人達の考え、思い入れ等がどこまで継承されているかわかりません。もちろん、新たな発想の取り入れも必要ですが、それを考える上でも当時の人達の考え等を知るのには意味があり、創立記念日がそういった機会の一つになればと思っています。

(M. T)

申し込みの受付

試験等の申し込み、問い合わせは

下記までご連絡をお願いいたします。

〒180-0003

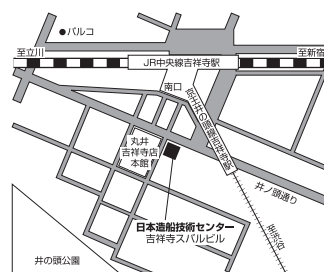
東京都武蔵野市吉祥寺南町1丁目6番1号

吉祥寺スバルビル3階

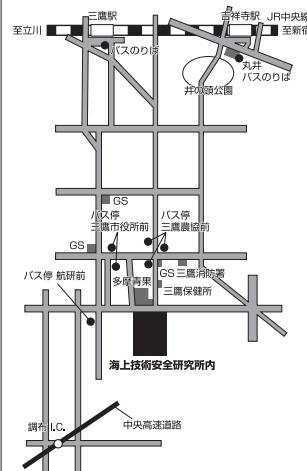
TEL 0422-40-2820(本部) 0422-24-3861(試験水槽)

地図

本部(吉祥寺)



試験水槽





The Shipbuilding Research Centre of Japan

財団法人 日本造船技術センター

<http://www.srcj.or.jp>