

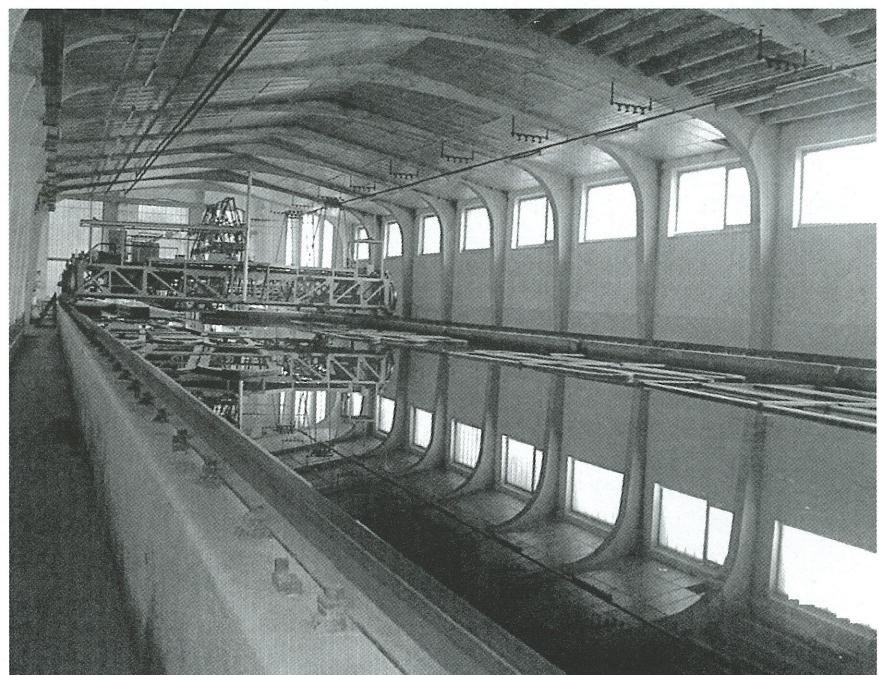
# SRC News

No.54 July 2002

The Shipbuilding Research Centre of Japan

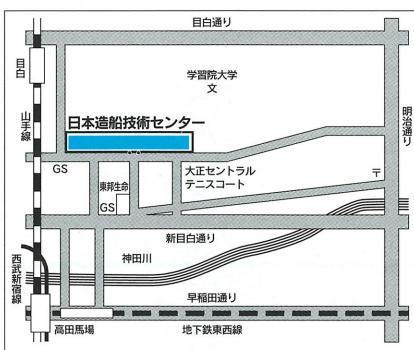
## ●目 次●

ボッド型プロペラの推進性能試験 (その2)	page 2
速度ポテンシャルと 流れ関数について	page 4
荒天航海時の甲板冠水について	page 6
横浜市消防局機動消防艇 「よこはま」について	page 8
サハリン紀行(1)	page 10

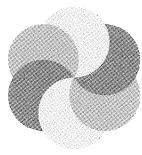


大きな窓から射し込む光の中に水槽と模型船曳航用電車が浮き出ています。どう見ても世界に冠たる大型水槽設備には見えず、長い年月を走り抜き数多くの船型を生み出す役割を終えた元ベテランを思わせる安らぎを感じてしまいます。中央ヨーロッパのオーストリアは海のない山国ですが、その首都ウィーンにあるこの水槽は約80年前頃ヨーロッパが風雲急を告げる中で建設されました。当時の目白水槽を参考にしたとかで、そう言われば現在の目白第一水槽に似てい

るように思えてきます。さて、この小規模な設備は引退どころか現役です。装備や設備は決して最新のものではありませんが、使い慣れた特徴を生かして独自の機能を抽出し、経験に基づきめ細かいサービスと適切な値段を武器に世界中の顧客を相手に活躍しています。造船技術センターの第一水槽も同様に顧客のご要望に応えるべく、いろいろと知恵を出して頑張っておりましたが、洋の東西を問わず古い設備の役割は残っているようです。



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



# ポッド型プロペラの推進性能試験 (その2)

## 3. 自航要素等の算出

推進性能試験では、プロペラ単独性能試験、抵抗試験、自航試験結果から抵抗係数、自航要素等を求めることによって、実船の推進性能予測や船型改良の指針が得られる。ここでは、自航要素等の算出法について記述するが、最初に、在来型プロペラで舵を船体付加物と見なす場合の自航要素等の算出法について記述する。これをポッド型プロペラの場合に修正するのは容易である。

図-1に、在来型プロペラで舵を船体付加物と見なす場合のプロペラ単独性能試験[O]、抵抗試験[aR]、自航試験[C]の様子を示す。プロペラ単独性能試験においては、プロペラのみの状態で、プロペラ回転数 $n_0$ とプロペラ前進速度 $v_0$ を変えて、そのときのプロペラスラスト $T_0$ とトルク $Q_0$ を計測する。計測結果は図-2左端に示すように無次元化( $J_0$ ,  $K_{TO}$ ,  $\eta_{OO}$ )される。抵抗試験は舵付きで実施される。船速 $v_{aR}$ をいろいろ変えて抵抗値 $R_{aR}$ を計測する。自航試験においても、船速 $v_C$ を変えて試験するが、各船速に対応する必要スラストを得るためにプロペラ回転数 $n_C$ を調整し、そのときのプロペラスラスト $T_C$ とトルク $Q_C$ を計測する。

自航試験においては、実船とのレイノルズ数の違いによる船体の粘性抵抗の違いの分だけ外力を加えて補正するが、簡単のため、本稿ではそれを無視する。同じ理由で、伴流係数に関する尺度影響も無視する。

ある船速 $v=v_{aR}=v_C$ における有効馬力EHPと伝達馬力DHPは、計測結果から

$$EHP=R_{aR}V \quad (1)$$

$$DHP=2\pi n_C Q_C \quad (2)$$

で求められるが、この比である推進係数 $\eta_{CA}$

$$\eta_{CA}=EHP/DHP=R_{aR}V/2\pi n_C Q_C \quad (3)$$

は、次式のように分解できる。

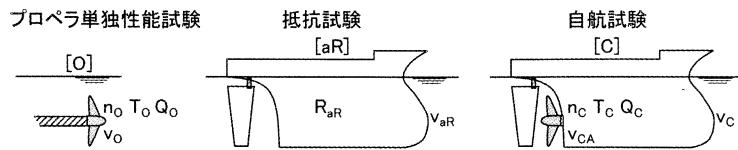


図-1 在来型プロペラ(A) 舵を船体付加物とみなす場合

<=プロペラ単独性能試験=>		<=====自航試験=====>		
[O]	[uT]	[C(A)]	[T(A)]	[T(B)]
$J_0 = \frac{v_0}{n_0 D_p}$	$J_{uT} = \frac{v_{uT}}{n_{uT} D_p}$	$J_{CA} = \frac{v_{CA}}{n_C D_p}$	$J_{TA} = \frac{v_{TA}}{n_T D_p}$	$J_{TB} = \frac{v_{TB}}{n_T D_p}$
$\eta_{OO} = \frac{T_0 v_0}{2\pi n_0 Q_0}$	$\eta_{OuT} = \frac{T_{uT} v_{uT}}{2\pi n_{uT} Q_{uT}}$	$\eta_{BCA} = \frac{T_C v_{CA}}{2\pi n_C Q_C}$	$\eta_{BTA} = \frac{T_T v_{TA}}{2\pi n_T Q_T}$	$\eta_{BTB} = \frac{F_T v_{TB}}{2\pi n_T Q_T}$
$K_{TO} = \frac{T_0}{\rho n_0^2 D_p^4}$	$K_{TuT} = \frac{F_{uT}}{\rho n_{uT}^2 D_p^4}$	$K_{TCA} = \frac{T_C}{\rho n_C^2 D_p^4}$	$K_{TTA} = \frac{T_T}{\rho n_T^2 D_p^4}$	$K_{TTB} = \frac{F_T}{\rho n_T^2 D_p^4}$

図-2 各パラメーターの定義

$$\eta_{CA} = \frac{R_{aR}V}{2\pi n_C Q_C} = \frac{R_{aR}}{T_C} \cdot \frac{V}{v_{CA}} \cdot \frac{T_C v_{CA}}{2\pi n_C Q_C} \quad (4)$$

本式最右辺の各項には、その流体力学的意味に基づく名称がついている。

スラスト減少係数

$$(1-t)_{CA} = R_{aR}/T_C \quad (5)$$

$$\text{有効伴流係数 } (1-w)_{CA} = v_{CA}/V \quad (6)$$

船後プロペラ効率

$$\eta_{BCA} = T_C v_{CA} / 2\pi n_C Q_C \quad (7)$$

これらの式の右辺のパラメーターの内、 $R_{aR}$ ,  $T_C$ ,  $V$ ,  $n_C$ ,  $Q_C$ は計測値である。残りのパラメーター $v_{CA}$ は船後に置かれたプロペラの有効前進速度で、通常採用されるスラスト一致法では、図-3に示すよう

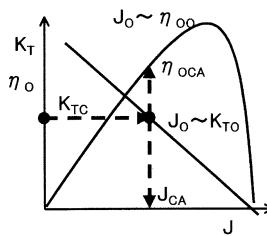


図-3 在来型プロペラ(A) 舵を船体付加物とみなす場合[O]x[C]

に、プロペラ単独性能試験結果から得られた $J_0$ ~ $K_{TO}$ の特性を用いて、自航試験から得られた $K_{TCA}$ に対応する $J$ すなわち $J_{CA}$ を求める、 $v_{CA}=J_{CA}n_C D_p$ となる。

また、 $J_0$ ~ $\eta_{OO}$ の $J_{CA}$ における値 $\eta_{OCA}$ と船後プロペラ効率 $\eta_{BCA}$ との比

$$\eta_{RCA} = \eta_{BCA} / \eta_{OCA} \quad (8)$$

を船後プロペラ効率比という。

(5), (6), (8)は自航要素と呼ばれ、船体とプロペラの干渉を表す重要なパラメーターとなる。いうまでもなく、通常は、添え字CA, Cは添えない。

抵抗試験結果から得られる有効馬力EHPと自航要素等から伝達馬力DHPは、

$$DHP = EHP / \eta$$

$$= \frac{EHP (1-w)_{CA}}{(1-t)_{CA} \eta_{RCA} \eta_{OCA}} \quad (9)$$

で得られる。まとめを表-1に示す。

## 4. ポッド型プロペラの場合

ポッド型プロペラで(A) ポッドを船体付加物と見なす場合は、上記の在来型プロペラの舵を船体付加物と見なした場合と比べると(図-1と図-4の上段図を比

表-1 自航要素等の定義

	従来型プロペラ	ポッド型プロペラ	
	(A) 舵を船体付加物とみなす場合	(A) ポッドを船体付加物とみなす場合	(B) プロペラの一部とみなす場合
$\eta = EHP/DHP$	$\eta_{CA} = R_{aT}/2\pi n_0 Q_C = \frac{(1-t)_{CA} \eta_{RCA} \eta_{OCA}}{(1-t)_{CA}}$	$\eta_{TA} = R_{aT}/2\pi n_T Q_T = \frac{(1-t)_{TA} \eta_{RTA} \eta_{OTA}}{(1-w)_{TA}}$	$\eta_{TB} = R_{INV}/2\pi n_T Q_T = \frac{(1-t)_{TB} \eta_{RTB} \eta_{OTB}}{(1-w)_{TB}}$
スラスト減少係数	$(1-t)_{CA} = R_{aT}/T_C$	$(1-t)_{TA} = R_{aT}/T_T$	$(1-t)_{TB} = R_N/F_T$
伴流係数	$(1-w)_{CA} = v_{CA}/v$	$(1-w)_{TA} = v_{TA}/v$	$(1-w)_{TB} = v_{TB}/v$
船後プロペラ効率	$\eta_{BCA} = T_{CVCA}/2\pi n_0 Q_C$	$\eta_{BTA} = T_{CVTA}/2\pi n_T Q_T$	$\eta_{BTB} = F_{TVTB}/2\pi n_T Q_T$
船後プロペラ効率比	$\eta_{RCA} = \eta_{BCA}/\eta_{OCA}$	$\eta_{RTA} = \eta_{BTA}/\eta_{OTA}$	$\eta_{RTB} = \eta_{BTB}/\eta_{OTB}$

較)、舵をポッドに置き換えたに過ぎないから、添え字をaR→aT、C→Tと置き換えて(図-5参照)、表-1に示すとおりとなる。

また、(B) ポッドをプロペラの一部と見なす場合は、(A) の場合に対して、プロペラスラスト  $T_0, T_T$  をユニット=プロペラ+ポッドのスラスト  $F_{uT}, F_T$  に変更するとともに、添え字をaT→N、A→Bに変更すると、表-1の最右欄のようになる。(A) (B) の場合の自航要素等を比較する。

抵抗  $R_{aT}$  と  $R_N$  の違いをポッドの抵抗  $f_R = R_{aT} - R_N$  と考える。また、プロペラスラスト  $T_T$  とユニットのスラスト  $F_T$  の違いを自航試験時のポッドの抵抗  $f_S = T_T - F_T$  と考える。

(A) と (B) の有効馬力の比は

$$EHP_A/EHP_B = 1 + f_R/R_N \quad (10)$$

で、明らかに  $f_R > 0$  だから

$$EHP_A > EHP_B \quad (11)$$

となる。伝達馬力は試験法に依らないので  $DHP_A = DHP_B$  となり、 $\eta = EHP/DHP$  だから

$$\eta_{TA} > \eta_{TB} \quad (12)$$

となる。

スラスト減少係数の比は

$$\frac{(1-t)_{TA}}{(1-t)_{TB}} = \left(1 + \frac{f_R}{R_N}\right) \left(1 - \frac{f_S}{T_T}\right) \quad (13)$$

となる。 $R_N = \text{約}0.8T_T$  であるが、トラクター型の場合は  $f_S$  は  $f_R$  の数倍程度なので、本比は 1 より小さい値になろう。他方、ブッシャー型の場合も  $f_S > f_R$  であるが、その違いは小さいので上式の比が 1 を超えるか否かは場合による。よって、結局

トラクター型の場合

$$(1-t)_{TA} < (1-t)_{TB} \quad (14)$$

ブッシャー型の場合

$$(1-t)_{PA} \approx (1-t)_{PB} \quad (15)$$

となろう。

(A) と (B)、どちらの方法が優れて

いるのか、その特徴を比べてみる。

(1) (A) の方法は、基本的に、舵をポッドに置き換えた場合ともいえるので、在来型プロペラの場合と同様に考えることができる。

(2) (A) の方法はプロペラのスラストが陽に表れる方法なので、プロペラ設計が従来型プロペラの場合と同様に扱える。(B) の場合は、陽に表れるのはユニットのスラストであり、プロペラ設計にはプロペラスラストを別途求める必要がある。

(3) (A) の方法ではプロペラ単独性能試験は従来の方法で良い。ポッドの

形状の違いは抵抗試験・自航試験で表れる。

(4) (A) の方法では、自航試験時のプロペラスラストの計測装置が複雑で、精度維持により多くの労力を要する。

日本造船技術センターでは、以上のことを考慮して、(A) の方法を標準としている。ただし、船型評価、改良の指針を得るために、ポッドの抵抗とそのプロペラ影響を求めるべく、抵抗試験・自航試験時にポッド抵抗・ユニットスラストも併せて計測している。

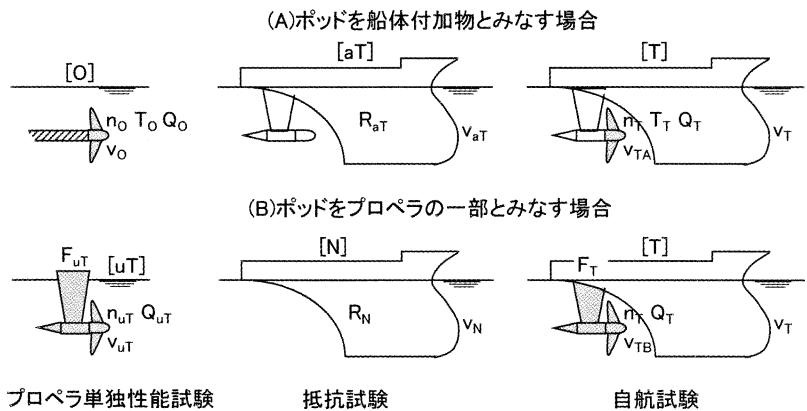


図-4 ポッド型プロペラ

(A) 船体付加物とみなす場合 [O] × [T(A)] (B) プロペラの一部とみなす場合 [uT] × [T(B)]

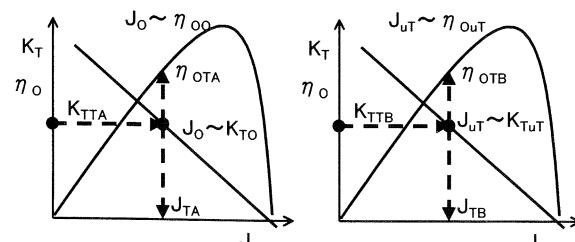


図-5 ポッド型プロペラ



# 速度ポテンシャルと流れ関数について

近年はコンピュータの発達により数値計算手法が発達し、推進性能に関する論文も数値計算に関するもので占められるようになりました。造波抵抗係数の値を僅かに一つ求めるために払った労力を思い出し、CFDによる結果を眺めて技術の進歩を痛感するこの頃です。しかしながら、理論式を用いて実際の現象や数値計算結果を理解することは必要ですし、CFDを持ち出さなくとも、簡単な理論式により処理できることも案外に多いものです。その場合に必要なのは流体力学理論に関する理解と式を操る能力です。拙いながらも流体力学の基本についての復習をしてみます。

## 1. ポテンシャルの定義と復習

密度変化のない流体が渦のような回転を伴わない運動をしていることを想定します。また、話を簡単にするために2次元の流場とし、ポテンシャルという概念を復習します。

図-1に示すように、ポテンシャルは位置Pと位置Aを結ぶ線に沿って移動した場合の流量であり、線PA上のある位置での微小移動距離にその場所での速度を掛けて得られた微小な流量をPからAまで加えた量として式-(1)のように定義されます。

次に、位置Pからスタートし、途中Bに立ち寄り終点Aに着いた後で、違った道Cを通って元のPに戻ったとします。ここで、回転のないという前提を思い出します。回転のない、一周しても何も出てこないですから、PBA+ACP=0、すなわち、PBA=PCAでこれは、ポテンシャルはPからAへの道筋によらず、位置P、Aでの値によって決まることを意味します。また、x、y方向の速度成分u、vは式-(2)に示すようにポテンシャルを微分して得られることは容易に理解されるでしょう。

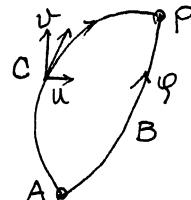


図-1 ポテンシャル

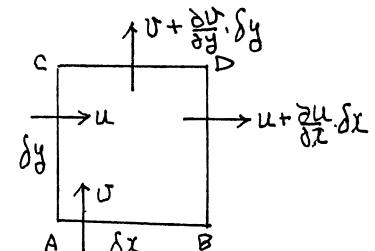


図-2 流量の出入り

$$\phi = \int_A^P (u dx + v dy) \quad \dots (1)$$

$$u = \frac{\partial \phi}{\partial x}, \quad v = \frac{\partial \phi}{\partial y} \quad \dots (2)$$

## 2. 連続の条件を満足すること

流体運動は質量保存の法則を満足せねばなりません。流体の中に微小な枠を想定し、この中に入り、そして出て行く流量の間に変化がないとします。図-(2)に示すように、幅 $\delta y$ の壁を速度uの流体の横切る流量は $u^* \delta y$ 、 $\delta x$ だけ離れた壁までに流速は変化し、 $u + \delta u$ となり、流量は $(u + \delta u)^* \delta y$ で流量差は $\delta u^* \delta y$ となります。幅 $\delta x$ の壁を横切り、 $\delta y$ 離れた壁から出て行く流量変化は $\delta v^* \delta x$ ですから、 $\delta u^* \delta y + \delta v^* \delta x = 0$ が2次元流体運動の質量保存または連続の条件です。式-(3)および(4)にはポテンシャルが満足すべき2次微分方程式を示します。この方程式は2次元表示ですが、それを厭わなければ3次元の方程式を求めることができます。また、この式はラプラスの方程式ともいわれ、電磁気現象や重力現象などすべての自然現象に現れる基本的な方程式です。

## 3. 流れ関数の定義と復習

再び、位置Pから位置Aを繋ぐ線を描きます。この線を横切る流量が流れ関数の定義です。ここで、線上にて微小な幅、

$$(u + \frac{\partial u}{\partial x} \delta x) \delta y + (v + \frac{\partial v}{\partial y} \delta y) \delta x - u \delta y - v \delta x = 0 \quad \dots (3)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad \dots (3')$$

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} = 0 \quad \dots (4)$$

$\delta x$ を横切る流量は、流れの方向の定義から $-v^* \delta x$ 、 $\delta y$ を横切る流量は $u^* \delta y$ となります。流れ関数は $(-v^* \delta x + u^* \delta y)$ をPからAまで加えた量として式-(5)により表され、PからAへの道筋が変わってもこの間を横切る流量（流れ関数）が変わらないことは直感的にわかると思います。速度u、vは式-(6)のように流れ関数の微分で表されることも容易に理解されるでしょう。

連続の条件が満足されることとは、式-(3)と式-(6)より容易にわかりますが、回転のない条件を満たさねばなりません。これについては、もう少し復習する必要があります。

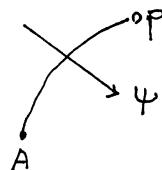


図-3 流れ関数

$$\psi = \int_A^P (-v dx + u dy) \quad \dots \dots (5)$$

$$u = \frac{\partial \psi}{\partial y}, \quad v = -\frac{\partial \psi}{\partial x} \quad \dots \dots (6)$$

#### 4. 流れの微小部分の変化について

流れの中に想定した辺の長さ  $\delta x$ 、 $\delta y$ 、 $\delta z$  の直方体 ABCDEFGH が変形していく様子を図-4 に示します。ここで、A., E が移動した A', E' について考えると、速度変化は式-(7) に示すような関係になります。すなわち、まず、x 方向に u の変化分だけ伸び、y 方向に v の x に対する変化分変形し、z 方向に w の x に対する変化分変形します。ここで v の x に対する変化は、z 軸周りの、w の x に対する変化は y 軸周りの  $\delta x$  軸の角速度に対応します。他の位置については省略します。読者の皆さんのが説明を試みて下さい。どのように変形するかを、理解しやすいように 2 次元の場合について考えてみます。図-5 の正方形 ADHEにおいて、原点 A に対する頂点 D の相対速度は式-(8) と書け、さらに、式-(9) のように書き直すことができます。この式の 1 項は各辺が伸びることによる速度で、2 項は x 軸に平行な辺が y 軸方向に、y 軸に平行な辺が x 軸方向に向かう角速度を表していますから、両方あわせると、辺が伸び（伸縮）、それぞれのなす角度が減少していく、すなわち、菱形の変形（せん断）を示します。3 項は x 軸に平行な辺が y 軸方向に向かい、一方 y 軸に平行な辺が x 軸から遠ざかる、すなわち、全体としての回転を示しています。以上は 3 次元の場合も式が少し煩雑になるだけです。すなわち、流体運動は軸方向の伸縮、軸間相互のせん断および軸周りの回転から成り立っています。

るのです。ここで、3 項は渦度とも言われ、これが 0 の場合が非回転運動です。

以上の式-(9) 中の渦度の式に流れ関数と速度成分の関係式を代入すると流れ関数の x および y の 2 次微分の足したもののが 0 となるラプラスの方程式-(10) が得られます。

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = 0 \quad \dots \dots (10)$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial y}, \quad \frac{\partial \psi}{\partial y} = -\frac{\partial u}{\partial x} \quad \dots \dots (11)$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0 \quad \dots \dots (12)$$

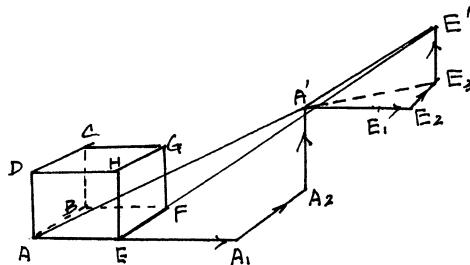


図-4 流れの微小部分の変形（3次元）

$$u + \frac{\partial u}{\partial x} \delta x, \quad v + \frac{\partial v}{\partial x} \delta x, \\ w + \frac{\partial w}{\partial x} \delta x \quad \dots \dots (7)$$

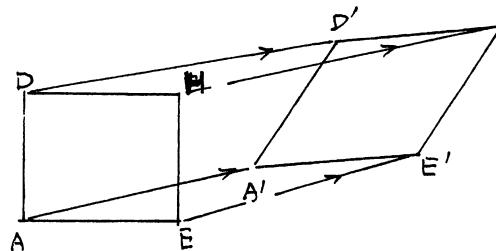


図-5 流れの微小部分の変形（2次元）

$$u + \frac{\partial u}{\partial x} \delta x + \frac{\partial u}{\partial y} \delta y \\ v + \frac{\partial v}{\partial x} \delta x + \frac{\partial v}{\partial y} \delta y \quad \left. \right\} \quad \dots \dots (8)$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial u}{\partial x} \delta x + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \delta y \\ & - \frac{1}{2} \left( \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) \delta y \\ & \frac{\partial v}{\partial y} \delta y + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) \delta x \\ & + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial v}{\partial y} \right) \delta x \end{aligned} \quad \left. \right\} \quad \dots \dots (9)$$

#### 5. まとめ

以上を整理すると、非圧縮流体、非回転運動という前提の下にポテンシャルおよび流れ関数が定義され、それらはラプラスの方程式を満足し、微分することにより、速度成分 u, v が得られます。また、夫々の微分と速度の関係を介して、ポテンシャルと流れ関数との関係を表す有名な Cauchy-Riemann の方程式が得られます（式-(11)）。夫々の定義から当然のことですがポテンシャルと流れ関数は式-(12) に示すように直交関係にあります。

流体力学の基礎をできるだけわかりやすく説明することを試みました。次回は、これらの性質を利用した流れ場の計算について紹介します。

# 荒天航海時の甲板冠水について

SRC News No.51および53に舷側に押し寄せる波が暴露甲板上に流れ込む現象の一端について、海岸堤防に寄せる波の越波やダムの崩壊現象を参考にしつつ紹介しました。本稿では船体の運動との関係も含めて考えてみます。

## 3.2 船体近傍の波の現象

3.1において、堤防に押し寄せる波は堤防の傾斜によって、それを越えていく水の量に大きい違いが生じることを紹介しました。船体の舷側における波との相対関係は前後、左右、上下方向およびそれら方向軸まわりの6成分運動の合成された複雑な特性を示しますが、波が船体によって変形しないと仮定すれば現在では計算もそれほど難しいことではありません。しかしながら船体近傍では船体あるいは船体運動により波は変形し、その結果甲板への浸水量が影響を受けます。

### (1) Static Swell Up

先ず、船体が航走すると船体側面に沿っての動的圧力変化に応じて水面の形状が変わります。船首尾付近は静止時水面より高く、船体中央付近は静止水面より低くなります。推進性能では造波現象により生じる船側波形ですが、耐航性能では静的な水面上昇 (Static Swell Up) と呼びます。

### (2) Dynamic Swell Up

船体と波との相互干渉により船体近傍の水面が局所的に上昇する現象で、船体が波面に向かって落下する際の相対速度と落下する船体の形状により変化するとされ、船首端付近の現象を対象に、上下揺れと縦揺れの合成相対速度を用いた簡単な実験式が提案されています。しかし、波面に船体が落下する場合と瞬間に静止状態の船体の側面を波面が上昇して行く状況が想定されますが、前者の方が局所的に大きな水面上昇になると考えられます。(図-1、図-2)

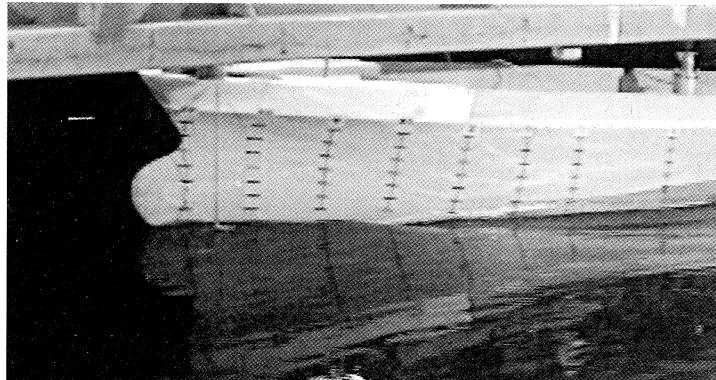


図-1

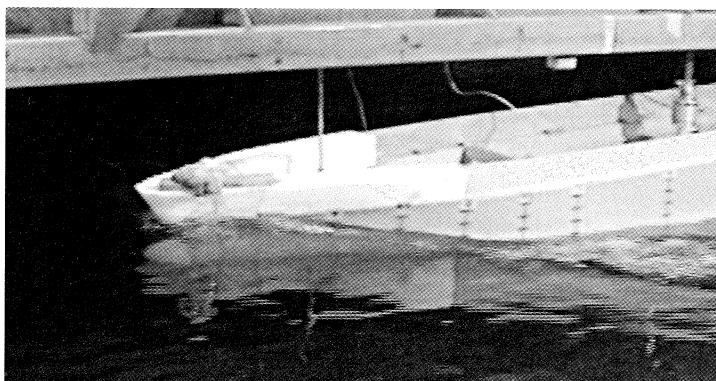


図-2

### (3) 船体形状との関係

以上は船体運動振幅の大きな船首付近の現象を想定していますが、船首より後方の Wall Side 形状範囲では、横揺れにより波に対する傾斜が時間的に変化し、海岸防波堤の傾斜角影響に似た局所的な相対水位上昇が見られるようになります。(図-3)

以上の影響をどの程度考慮するのが適当であるかを、相対水位、乾舷高さ、およびハッチカバーを開放した状態で計測されたホールド浸水量との関係で評価してみました。図-4は規則波中試験により得られた相対波高と試みに田崎の実験式を用いて、舷側での相対速度による Dynamic Swell Up 量を加えた相対波高を

比べています。さらに、乾舷高さと浸水量を併せて示していますが、Dynamic Swell Up を加えた相対波高が乾舷高さを越えるとホールドへの浸水が始まるように見えます。

## 3.3 相対波高、乾舷高さ、浸水量の関係

波高や周期、さらに波との出会い角を変えて、計測した相対波高に以上の簡便な方法で Dynamic Swell Up 分を加えた修正相対波高を乾舷高さで無次元化し、対応して計測された浸水量をホールド面積で割り、さらに 1 時間相当の水位上昇に直し、乾舷高さにより無次元化した値を求め、前者を横軸に後者を縦軸と

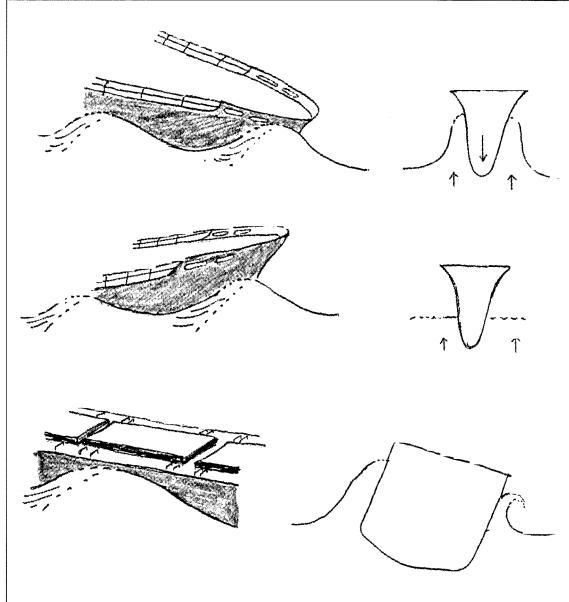


図-3

してプロットしてみました（図-5参照）。それぞれの点のバラツキは目立ちますが、横軸のある値を越えると縦軸の値が急に増加すること、特に、修正相対波高と乾舷高さの比が1を越えると浸水量が急に増すケースが多いことがわかります。非常に大きな浸水量を示すケースは一度に大量の水により船体の試験状態が変化しており、また、船体運動が周期の長い穏やかな場合には計測された浸水量は少なく、ホールドを囲むハッチコーミング高さを乾舷高さに加えた高さを越えると浸水量が増す傾向が見られました。

これらの結果は、大量の水が暴露甲板に落下、冠水するような激しい状態ではなく、比較的穏やかな運動の状態で波頂が舷側を越えて浸水するような場合は、Dynamic Swell Up等の局所的水位上昇の役割が大きいように思えます。

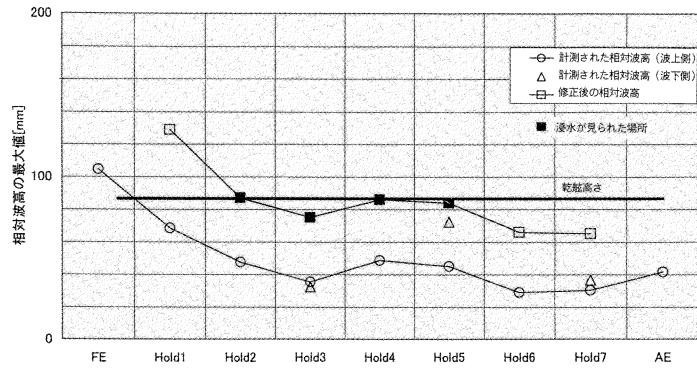


図-4 計測された相対波高と修正された相対波高の比較例（横波）

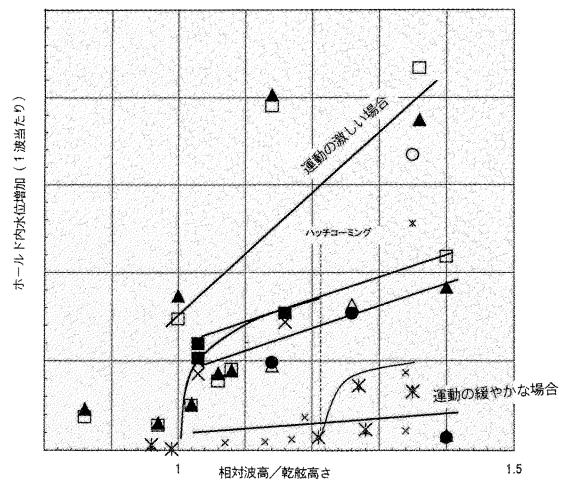


図-5 ホールド内水位増加（1波当たり）と相対波高／乾舷高さ

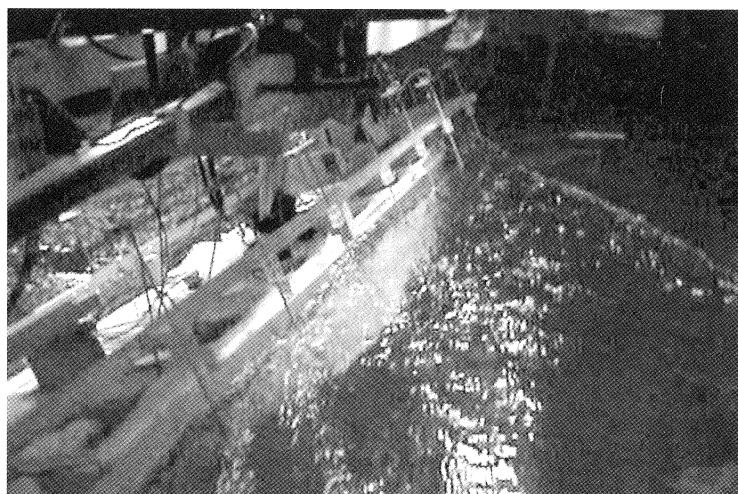
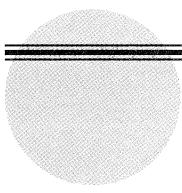


図-6 実験状況



# 横浜市消防局 機動消防艇「よこはま」について

## 1. はじめに

本船は、昭和56年（1981年）2月に竣工した消防艇「よこはま」の代船として建造した120総トンの船で、災害の状況に応じ母港から専用コンテナを後部甲板に迅速に搭載し出動することから機動消防艇と呼んでいます。また、機能等が多目的であることから、消防艇という概念から脱却している為とも言われる。

平成12年度に当センターにて基本設計を行い、平成13年8月に横浜ヨット（株）で起工、平成14年3月に竣工した。本船の建造にともない建造監理も実施したので概要を紹介する。

## 2. 基本コンセプト

消防局内では、平成11年度に消防艇建造検討委員会が設けられ、新船に対する基本的なコンセプト、具体的な装備、建造にあたっての基本的な方針がまとめられた。内容は多岐に渡り、災害状況に応じて専用コンテナを搭載するという発想はこれまでに建造された消防艇には無く、高速消防艇の対極と言え、今後首都圏で建造される大型消防艇の一つの指針と言える。

基本コンセプトに盛り込まれた主な機能を以下に示す。

### 【強化すべき機能】

- ①情報収集・伝達機能
- ②流出油対策
- ③船舶等に対する消火対策
- ④消防隊間の連携対策
- ⑤24時間航行

### 【新たに付加すべき機能】

- ①指揮・作戦機能
- ②陸上災害時における海上から陸上への支援機能（災害別コンテナ）
- ③救助・高度救命救急のための機能
- ④市民に対するリスクマネジメント意識の高揚機能

## 3. 基本設計

基本コンセプトの提示を受け、平成12年度に基本設計を行った。船体部の主な設計条件を以下に示す。

- ①船長 : 30m級
- ②総トン数 : 120トン
- ③構造 : 単胴
- ④材質 : 高張力鋼
- ⑤プロペラ : 2軸、可変ピッチ
- ⑥スラスター搭載
- ⑦コンテナ搭載 → 平甲板
- ⑧多目的クレーン搭載
- ⑨伸縮放水塔
- ⑩作戦室設置
- ⑪活動支援室設置（高度救命救急室）
- ⑫防爆構造（海面上6m、船内陽圧）
- ⑬沿海仕様

設計委託と平行して、消防局内では消防艇設計検討委員会が設けられ、各作業部会では検討課題ごとに活動イメージ、具体的機器、設計書への反映要望等「現場の声」が報告書となり仕様作成に反映された。しかし、十分な内部検討を経てきたコンセプトや検討書でも、造船学的に検討した場合、相矛盾する項目や総トン数的（空間や面積）な問題、さらに機器の性能の観点から搭載が無理な場合もあり、設計打合せではコンセプトに優先順位をつけ、設計条件を満足するように、十分に検討を加えた。特に、一般の船舶に比べ重心位置が高いこと、長さに対して過大な積載重量となるため、船速よりも復原性能を重視し、船体主要目を決め安全性に配慮した。

以下に船体主要目等、搭載システム、コンテナ、消防機器の概要を示す。

### 【船体主要目等】

- ①全長 : 32.20m
- ②垂線間長 : 27.00m
- ③型幅 : 7.30m

- ④型深さ : 3.40m
- ⑤総トン数 : 120 GT
- ⑥満載喫水 : 約2.00m
- ⑦主機関馬力 : 1471kW×2基  
(2000PS)

- ⑧発電機
  - 通常発電用 : 80kVA×1基
  - スラスター用 : 300kVA×1基  
(兼陸上災害給電用)
- ⑨プロペラ : 4翼CPPスキー付
- ⑩バウスラスター : 4翼CPP  
スラスト2.7t
- ⑪舵 : フラップラダー
- ⑫多目的クレーン : 6m／約3t
- ⑬後部平甲板 : 7.2m×12m
- ⑭最大搭載人員

- 船員 : 6人
- その他 : 1.5H未満 34人  
24H未満 26人  
24H以上 8人

- ⑮主要タンク
  - 燃料 : 13,000ℓ
  - 清水 : 1,000ℓ
  - 雑清水 : 1,000ℓ
  - 泡原液 : 12,500ℓ

### 【搭載システム】

- ①自動定点保持機能付自動操船システム（消防砲反力等に対するフィードフォワード補償機能付）
- ②総合エンジンモニタシステム
- ③消防コントロールモニタシステム（タッチパネル方式）
- ④監視カメラシステム（カラーC CD／冷却式高感度赤外線カメラ／動搖振動安定台）
- ⑤作業監視カラーカメラシステム
- ⑥ヘリコプタ映像受信システム（15GHz帯／無指向性）
- ⑦画像集中システム（NTSC画像／RGB画像／無線機器）
- ⑧可燃性及び毒性ガス検知システム

#### [災害別コンテナ]

- ①油回収装置用
- ②充気式オイルフェンス用
- ③災害時陸上支援用
- ④大容量延長電源コード用
- ⑤水難・特殊災害対策用
- ⑥空コンテナ

本船の特長でもある各専用コンテナは常時母港に置き、必要時に船に搭載する。

#### [主要消防設備]

- ①消防ポンプ : 30,000 l/min × 2基
- ②自動比例泡原液混合装置 :

  - ポンププロポーショナー方式 × 2台

- ③大型放水砲 : 船首上甲板上  
15,000 l/min × 2門  
最大射程 約120m  
油圧、防爆タイプ  
2口分岐金具付  
(150mm陸上送水用)
- ④放水砲 : 罩針甲板上  
5,000 l/min × 2門  
最大射程 約85m  
電動式
- ⑤放水砲 : 伸縮放水塔上  
5,000 l/min × 2門  
最大射程 約85m
- ⑥伸縮放水塔装置  
最大高さ : 喫水線上約20m  
最大伸張 : 約9.5m  
伸縮構造 : 機械式
- ⑦水兼流出油処理剤放射装置  
ラインプロポーショナー方式  
65mm放水銃 × 4門  
(取外し式)
- ⑧色水装置
- ⑨大口径送水管 : 2口 × 2台  
(150mm)
- ⑩他船との中継活動

## 4. 試運転結果（抜粋）

### ①満載状態

排水量 : 247 t  
平均喫水 : 2.10m  
トリム : 0.13m (船尾)

### ②速度

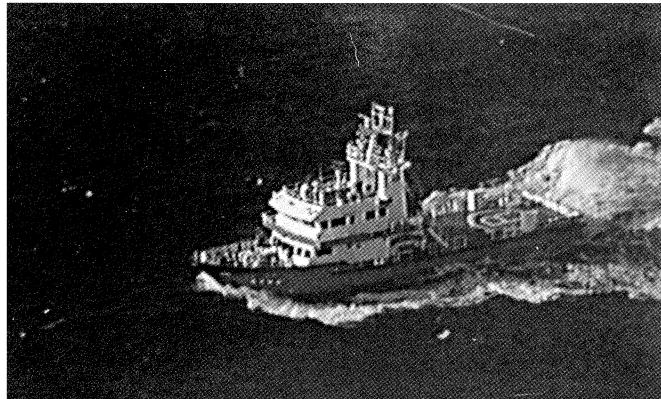
巡航 : 14.7ノット  
試運転最大 : 15.5ノット  
③航続距離 : 約350海里

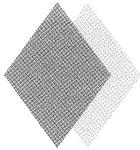
## 5. あとがき

試運転では通常操舵、旋回、Z試験、さらに放水試験を実施しながらヘリコプター映像を受信し、画像集中システムにより実況が操舵室モニタ（写真参照）や作戦室プラズマモニタにより写し出された。

船は「春一番」の海象条件下にも係らず非常に安定した航走をした。波浪があるため映像には迫力があり、非常に印象的であった。造船所の職員も思いは同じであろう。（海上試運転を空から客観的に眺めているのだから……。）

最後に、本船の基本設計及び建造監理を進めるにあたり、消防局内の組織的な活動と担当窓口の一本化されていたこと、さらに平成11年度から消防艇建造検討委員会を立ち上げ、建造、引渡しの間まで担当者の異動がなかったことが、コンサルタントとしては非常に作業がしやすく、恵まれた環境であった。ここで改めて感謝の意を表したい。また、建造にあたっては横浜ヨット（株）殿を初めとし、各システムメーカーでは最新の技術をもつて努力されたことを附記する。





# サハリン紀行（1）

ロシアが石油輸出量においてサウジアラビアを抜いて世界一の座に躍り出ることが新聞に報じられていました。前後して、サハリン北部産出の石油を運び出す計画とともに結氷した海域を航行するタンカーの建造が計画されているとの情報も報じられています。さらに、中国の石油消費量が日本を抜く時期が近いなど、石油資源をめぐる政治・経済地図が大きく塗り変わることが予想されます。サハリンにおける石油開発については、我国エネルギー政策の一環としての長年にわたる活動が結実しつつあるように思えますが、その一部として実施されたタール海峡の冬季結氷海域航海に関する調査に参加した際の思い出を簡単に紹介します。当時はブレジネフ時代が終わりゴルバチョフ時代に移る過渡期で冷戦の最も厳しい時期であったこと、訪問したサハリンが千島とともにソ連にとり最新の征服地でかつ、冷戦の最前線でもあってか、現在では考えられないような経験もしました。本稿はなるべく技術的な側面について紹介しますが、多少脱線するのはご容赦願います。

調査の目的は、サハリン北部で生産した天然ガスをパイプラインでシベリア東岸のデ・カストリ港に運び、そこから数万立方メートル積み程度のガスキャリアーに搭載・搬出するものです。現在のプロジェクトではガスの代わりに石油が積み出し対象となっています。

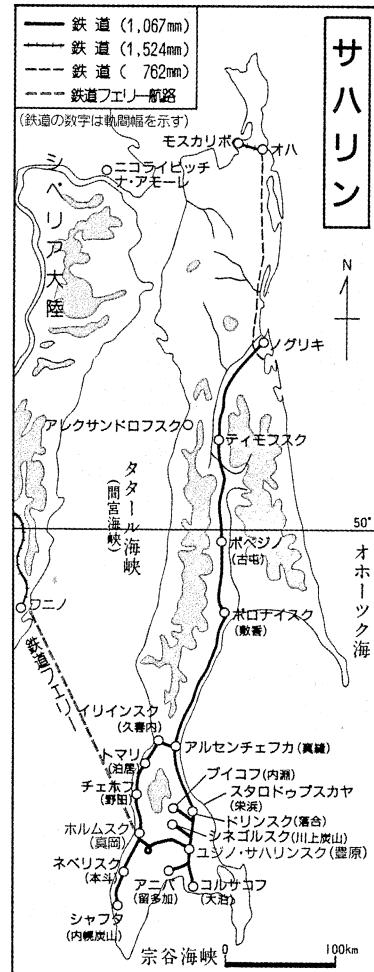
調査団一行は、2月下旬新潟空港に集合し、まず、ハバロスクを目指します。調査に必要な氷強度計測装置は別送品となり後の便で来ることになりましたが、大幅に遅れ、調査団が帰国の直前にハバロスク空港で荷物検査という情けないことに終わりました。ハバロスクで一泊し、翌日サハリンの首都ユジノサハリンスクへ移動します。空港で、同行するソ連側のメンバーと合流し、マイクロバスで

サハリン南部の山間を雪煙を上げて西海岸のホルムスクを目指します。昼食抜き、道路脇の吹き溜まりが臨時トイレットで、時折山間の峠のような場所で機関銃を背負った国境警備隊の検査を受けます。夕方、海岸に沿って細長く伸びるホルムスクの街を望む崖の上に到着、港への道をゆっくりと下って行きます。本調査のために提供された貨物船ピオネール号に乗船します。重い荷物を持ち、タラップを上ります。海上試運転で、連絡船から計測装置や荷物をもって船上に上るのは同じです。平行係船された船から舷側を渡ってピオネール号の上甲板にたどり着きました。最下層船室の蚕棚ベッドに荷物を置き、食堂の夕食会に出席します。早朝ハバロスク以来何も口に入れていない状態での終わりのないようなウオッカの乾杯は腹に滲み渡ります。モスコーから来た責任者、現地掘削関係職員、通訳とオホーツク海の奥マガダン港から来た船長がソ連側同行者で、日本側はサハリン石油職員と海運・造船各社から派遣された社員から構成されました。

貨物船ピオネール号は長さ百数十メートル程度の貨物船で取り立てて氷海航行用に設計されていませんが、タール海峡の氷など問題にしていない様子です。われわれの乗船終了後、直ちに抜錨、出航し、夜のタール海峡を北上します。

明け方、厳しい船体振動に目を覚ました。昨夜のアルコールが残り、頭が痛い2日酔い状態ですが、全員励ましあって計測観測を打ち合わせたプラクチスに沿って実行します。投げ板とストップウォッチによる速度計測、舷側に砕け散る平板氷の大きさと厚さの目測、気温と湿度、風向・風速計器等の目盛り値記録、機関室状況（冷却水取り込み関連）、氷象の観察を一定時間ごとに行い記録を繰り返します。

周囲は張り詰めた平坦氷と見まがうば



かりの広い浮氷で、舷側に砕ける氷は平均20cm程度の厚さでしたが、北上するにつれて増加し、目的地ド・カストリ港に近くなるに従って厚さが増し、最後の頃は40~50cm程度にはなったと記憶します。また、氷もやわらかなものが白く固くなり、高さ1m程度の氷丘が連なるようになりました。ピオネール号は初めてのうち氷板にぶつかりクラックを入れて壊しつつ前進していましたが、最後には、氷板の中のクラックに沿うように無理をしない操船になっていきました。

（以下次号）

# 雑感（欧洲の水槽を見学して）

最近、欧洲の三つの船舶試験水槽（スウェーデンのSSPA、オランダのMARIN、オーストリアのウィーン水槽）を見学する機会を得た。

SSPAの試験設備は当センター（目白水槽）と同程度の規模である。MARINは世界のトップクラスの水槽で、Seakeeping and Manoevring BasinとOffshore BasinにはShort Crest Waveを発生できる最新の造波装置を備えていた。また、プロペラキャビテーションの試験が実施できる減圧曳航水槽は有名であるが、残念ながら、訪問時は試験準備中であった。SSPAとMARINはカメラ持込禁止であった。当センターも同じなので致し方無い。

ウィーン水槽は、大正の終わりから昭和の初めにかけての目白水槽建設時にお手本にした水槽として言い伝えられている水槽で、日本出発前に、先輩から「目白水槽そっくりだよ」と教えられていた。こぢんまりしているが歴史のある水槽である。ちょっと驚いたのは、模型船を撮影しなければカメラ持込可、とのこと。訪問時に撮影した写真を表紙に示すが、現在の目白水槽というより、約30年前に実施した近代化工事以前の目白水槽にそっくりであった。使用している動力計、模型切削機なども当時を思い起こさせるものであった。オーナー兼所長のDr.G.Strasserの言「高度な機械は不経済」に表われているように、マイスター

制度を有するドイツ民族の職人技に対する信頼を感じた。

日本（目白水槽）では、職人技に依存する工程をできる限り機械化、自動化していくことを近代化と称して進歩と見なしてきている。それぞれの国の方は、最近の日本の職人仕事を3Kと言って嫌う風潮やサービス業>製造業の賃金格差、ドイツ・オーストリア等における安い外国人労働力の確保、等々、國のあり方の問題に密接に関連して選択された方向であるが、さて、軍配はどちらに上がるのだろうか。

本見学に際してはJSC等、多くの方々のお世話になった。この場を借りて感謝致します。(K.S)

## 海技研「船と海のサイエンス」 7月創刊

独立行政法人海上技術安全研究所は、(株)船舶技術協会が国土交通省海事局の監修の下で発行していた月刊誌「船の科学」の休刊を期に、新たに季刊誌「船と海のサイエンス」を創刊します。A4サイズ96頁、定価1,400円、創刊日は本年7月です。

## 本件に関するお問い合わせ先

独立行政法人海上技術安全研究所

研究情報センター

TEL 0422-41-3625

FAX 0422-41-3258

Email : jour-my@nmri.go.jp

<http://www.nmri.go.jp/main/news/mag/index.html>

## 理事会他

### □ 第128回理事会

期日 平成14年6月10日

場所 商工会館

### □ 第8回評議委員会

期日 平成14年6月13日

場所 日本海運倶楽部

### □ 第129回理事会

期日 平成14年6月28日

場所 日本海運倶楽部

## 委員会

### □ 第78回HRC委員会

期日 平成14年5月22日

場所 日本造船技術センター

### □ 平成14年度第1回石油貯蔵船の長期

保守管理に関する調査研究委員会

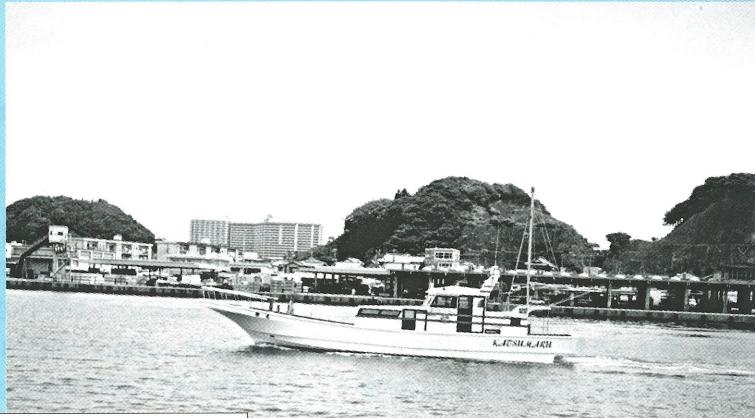
期日 平成14年6月3日

場所 石油公団

## 編集後記

サッカーワールドカップの熱気が世界中を覆った間に、阪神は1位から4位に落ち、円高が進んでまいりました。現実はなかなか厳しいものです。瀬戸内事件、不審船事件や格下げ問題等、憂鬱で不愉快なことはサッカーが終わっても未解決のようです。このような中で、新造船の受注は好調に推移し、また、国内体制の再編成も進みつつあるようで結構なことだと思いますが、世界の流通のあり方を変えるまでには行かないとしても、新たな取り組みの成果が見える内容を期待します。造船技術センターはそのための技術基盤整備・向上に貢献すべく地道な努力を続ける所存です。(K.T)

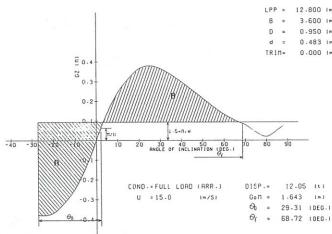
# 新造船と復原性



## 船名 勝丸

用 途	小型遊漁兼用船
船 主	浜田 勝美
造船所	(株)小宮造船所
総トン数	9.7トン
航行区域	限定沿海
主要寸法(m)	長さ × 幅 × 深さ 12.80×3.60×0.95
主機関	連続最大出力 615PS
最大速力	26ノット
旅客定員	26名

STABILITY CURVE

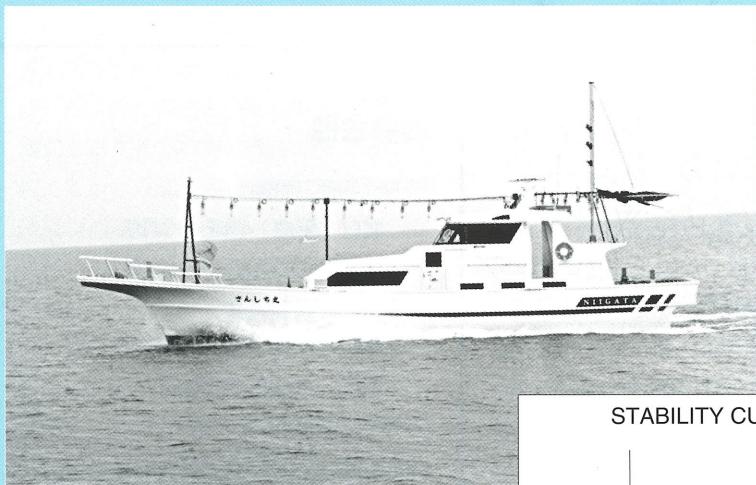


千葉県勝浦港を母港とし、勝浦沖の沖物を得意とする遊漁兼用船。

総トン数10トン未満と制約の中、主機関の据付け位置などに工夫をこらし最大復原てこ約40cmとし、安定した性能を示している。

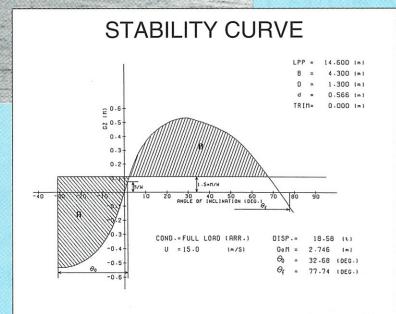
## 船名 さんしち丸

用 途	遊漁兼用船
船 主	伊藤 力
造船所	北日本FRP工業(株)
総トン数	17トン
航行区域	限定沿海
主要寸法(m)	長さ × 幅 × 深さ 14.98×4.28×1.30
主機関	連続最大出力 750PS
最大速力	25ノット
旅客定員	28名



新潟県新潟東港を母港とし、佐渡・粟島及び新潟沖の沿岸海域をエリアとする遊漁兼用船。

本船は春の深海、ルアー釣、冬場の夜釣等年中稼動船であることと海域が日本海であることから安定性と旅客の居住区スペースの確保には特に配慮した。最大復原てこ約50cm以上と比較的余裕のある復原力曲線を示す。



### 業務企画室の発足について

当センターでは、各部の企画調整、涉外業務等を機能的にできるような組織として、この度業務企画室を新たに設置しました。今後は、涉外業務は業務企画室が担当致しますのでよろしくお願い申し上げます。

TEL 03-3971-0285 FAX 03-3971-1080

〒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)