

肥大船尾を持つ回転体の自航試験 (その2)

菅井信夫*・足達宏之*

Self-propulsion Test on a Submerged Body of Revolution with Full Stern (Part II)

By

Nobuo SUGAI and Hiroyuki ADACHI

Abstract

The interaction between hull and propeller is investigated by a submerged body of revolution with full stern part.

In the series of experiments on it, it can be concluded that for such macroscopic quantities as thrust deduction and the change of wake fraction with change of propeller loadings it is possible to analyse them by the potential theory, though the separation of flow may occur in the very near stern.

The pressure on the hull is also measured when propeller is operating. The increment of the pressure as the number of revolution of propeller is increased systematically is measured and the change of the thrust deduction is calculated from it.

The fundamental features of self-propulsion factors, when the propeller loading is changed, give the physically sound basis for the understanding of the self-propulsion factors of ship-like bodies. We can confirm in part that the self-propulsion factors could be determined by the potential theory from propeller loading tests of self propelling bodies.

目次

- | | |
|--------------------|------------------|
| 1. 緒言 | 4.2 理論計算による自航要素 |
| 2. 実験概要 | 4.2.1 推力減少率 |
| 2.1 模型 | 4.2.2 伴流率 |
| 2.2 実験方法 | 5. 船尾表面の圧力計測 |
| 3. 伴流計測 | 5.1 船尾表面の圧力分布 |
| 3.1 伴流計測結果 | 5.2 荷重度変化による圧力変化 |
| 3.2 回転体の船尾肥大度と伴流分布 | 5.3 推力減少率の圧力成分 |
| 4. プロペラ荷重度変更試験 | 6. 結論 |
| 4.1 実験結果 | 参考文献 |

1. 緒言

船体とプロペラの相互干渉が、船の自航性能に大きな影響を持つことは良く知られている。著者等は回転没水体を用い、船体とプロペラの相互干渉についての基礎的性質の研究を行っている^{1),2),3)}。回転没水体について得られる結果をそのまま直接に、通常的水上船

に適用することはできそうもないが、回転没水体に現われる干渉の基本的性質が自航性能に対して不変であれば、通常船舶の自航問題の解明に役立つはずであると考えられる。肥大した回転没水体は、プロペラとの干渉を調べるとき、干渉が大きいこと、また船尾流れが単純なこと等の利点があるために、自航性能の基礎的性質を究明するために用いられる。すなわち、回転没水体は水面を直接貫通しないために、船尾直後の伴流構造が比較的単純であり、しかも対称性が期待され

* 推進性能部

原稿受付: 昭和54年5月1日

る。このような伴流の単純さは、船体とプロペラの干渉の理論モデルの検討に役立つものである。しかしながら、干渉の効果を大きくするために、回転没水体の船尾を肥大化することは、船尾での流れの剝離の領域を大きくし、問題を複雑にしそうである。しかしながら自航状態では船体直後でプロペラが作動しており、プロペラの吸い込み作用で剝離域は縮小するので、肥大船尾回転没水体の船尾で、剝離現象による自航特性への影響は小さくなく、ポテンシャル的な流れの解析が許されると考えられる。但しこのような扱いは、プロペラの荷重度を変化させるとき、推力や抵抗等の物理量の変化率に対してなされると考え、流れ場全体としては剝離の影響が全く無いとする訳ではない。

前報¹⁾で著者等は肥大船尾の回転没水体を用い、自航特性の上で水上型肥大船尾を没水体でシミュレートできるかどうかについて考察を行った。その際、伴流の等価性という概念を導入して主として実験により自航要素を調べた。その結果得られた結論の一つは、自航時の伴流構造がプロペラ荷重度により大きく変わる場合は、プロペラ無しの状態の伴流の等価性の面からは自航特性を論じることは困難であるということであった。

しかし、プロペラ作動の有無により伴流構造が大きく変化するのは、一般的に船尾での剝離が大きな場合であり、通常的水上型肥大船では肥大船尾回転没水体のようにプロペラの作動の有無により伴流構造の変化は大きくないと思われる。

前報の後、水上型肥大船に対して一連の荷重度変更試験を行い、プロペラ荷重度と自航要素との間の関係を調べた^{4),5),6)}。この実験の結果は、伴流率の荷重度に対する変化は、プロペラの吸い込み作用と船体との干渉をポテンシャル流れの理論で扱うことができることを示唆している。

肥大船尾の没水体の場合、プロペラ無しの伴流とプロペラ作動時の伴流とが大きな差を示す。このことが伴流の等価性に対する疑問点の一つになったのであるが、文献 4) でプロペラ作動時の伴流と荷重度の関係がポテンシャル理論により説明されることを示した。これによって自航特性の解明に伴流の等価性を考えに入れることができるのではないかとと思われる。

この論文では、肥大船尾を持つ回転没水体の自航特性をポテンシャル流れの場の解析が許されるとして扱うものである。そして、このことがある程度まで正しいことを実験と計算との比較により示す。

M. S. NO. 0262

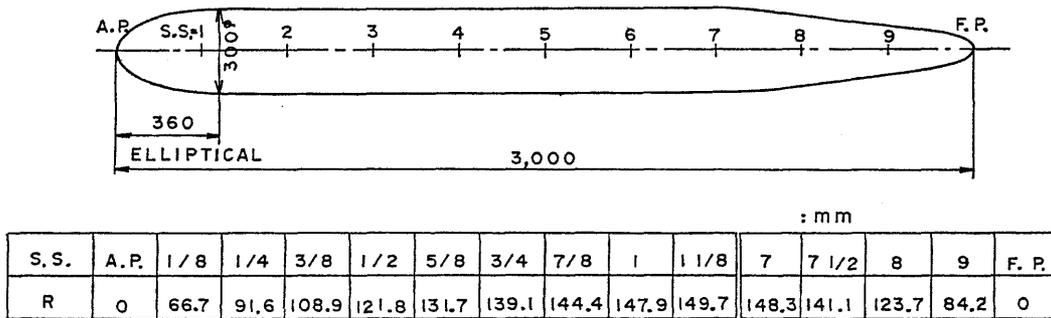


Fig. 2.1 Model

2. 実験概要

2.1 模型

模型船 (M. S. No. 0262) は回転体型没水船型である。船体中央平行部から船尾は、短径/長径比=0.920の楕円形としている。Fig. 2.1 に模型船を示す。また Table 2.1 に主要図を示す。模型船は木製の上下半割り構造とし、水中でバラストを調整した後に、上下部をボルト締めするようにした。

圧力分布計測孔が船尾部に A. P. より S. S. 1 1/8

まで計 50 個設けられている。また、模型船を 3 分力対に取り付けるためのベットが S. S. 5 付近に固定されている。

模型プロペラは $D=0.1854$ m のものを選んだ。これは没水体模型の直径の約 60% である。Table 2.1 にプロペラの要目を示す。

2.2 実験方法

実験は、プロペラ無しの抵抗試験、behind 方式による自航試験、伴流計測、および圧力分布計測を行った。

Table 2.1 Particulars of model and propeller

Model (M. S. No. 0262)		propeller	
Length	3,000 m	Diameter	0.1854 m
Max. diameter	0.300 m	Boss ratio	0.180
C_P (Aft Half body)	0.922	Pitch ratio	0.740
Type	body of revolution	Exp. area ratio	0.650
Material	wood	Number of blades	5
		Type of blade section	MAU

抵抗 R は 3 分力計で計測した。Behind 方式の自航試験はプロペラ動力計により推力 T 、トルク、回転数を計測した。Fig 2.2 に試験方法の概要を示す。

没水体の深度は 0.3 m で、これは没水体の直径と一致している。プロペラ位置は船尾より 0.064 m としている。

抵抗試験は 1.0 m/s ~ 2.1 m/s の間で行い、この抵抗試験の結果よりハンプ速度 1.6 m/s、およびホロー速度 2.0 m/s を選び、荷重変更試験を行った。Fig. 2.3 に抵抗曲線を示す。

荷重変更試験は、プロペラの回転数をパラメータとし、いくつかの回転数に対して船体抵抗、プロペラ推力等を計測した。解析はこれらを $R-T$ 線図にまとめ、また推力一致法による自航解析も行った。

圧力計測は、適当に選んだ荷重度に対し荷重変更試験時に行った。

伴流計測は上記の 1.6 m/s、2.0 m/s の 2 速度に対しプロペラ面位置で 5 孔ピトー管により行った。

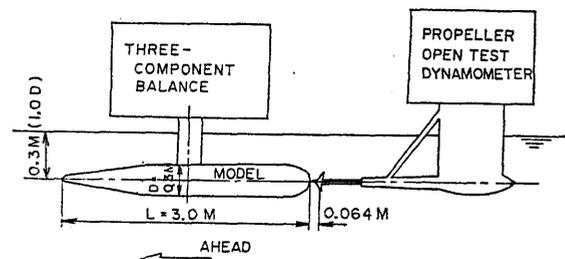
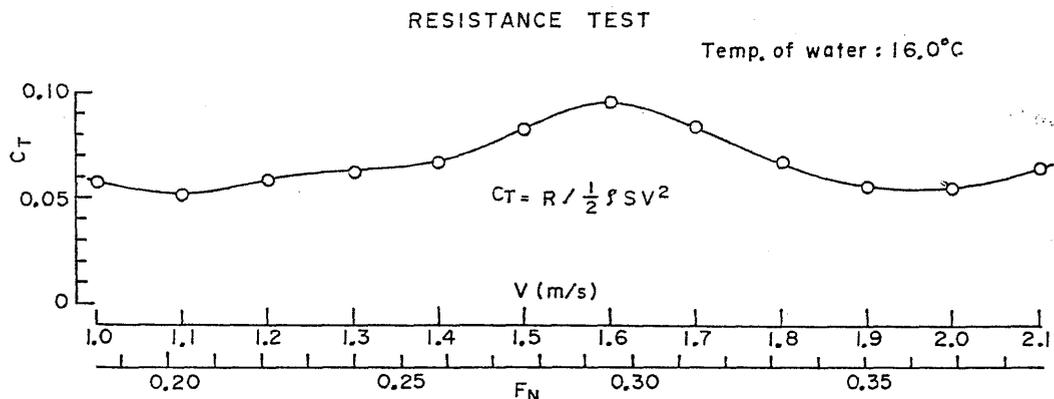


Fig. 2.2 Installation of model and dynamometer

3. 伴流計測

回転没水体後部の伴流は、ほぼ軸対称であることはわかっているが模型取付け用のストラットの影響、あるいは波の影響などにより、プロペラ面上方においては非対称性が現われることが前回の実験により、明らかになっている。

今回、伴流計測を行った主な目的は、次の 2 つであ

Fig. 2.3 Results of resistance test (C_T curve)

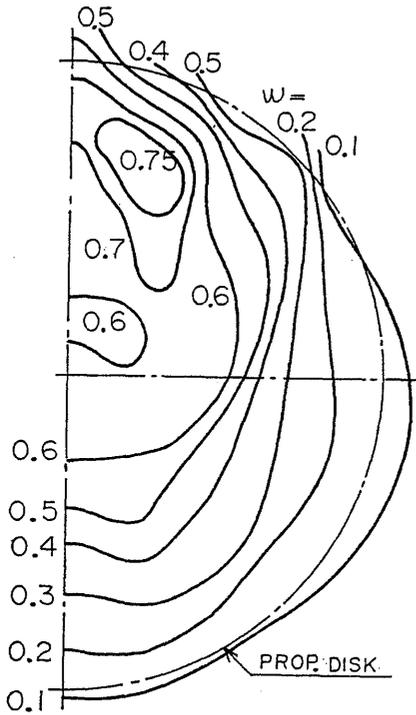


Fig. 3.1 (a) Wake contour ($V=1.600$ m/s)

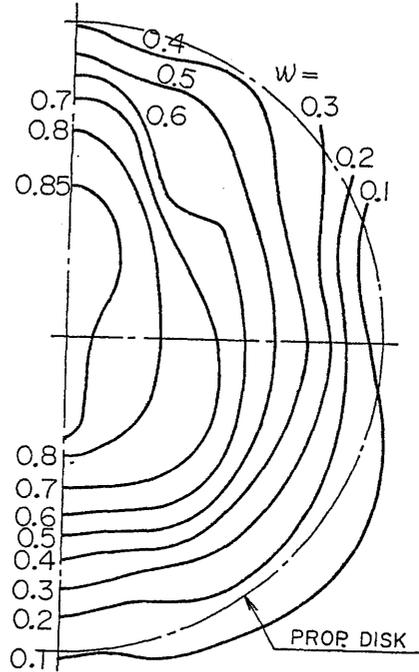


Fig. 3.1 (b) Wake contour ($V=2.000$ m/s)

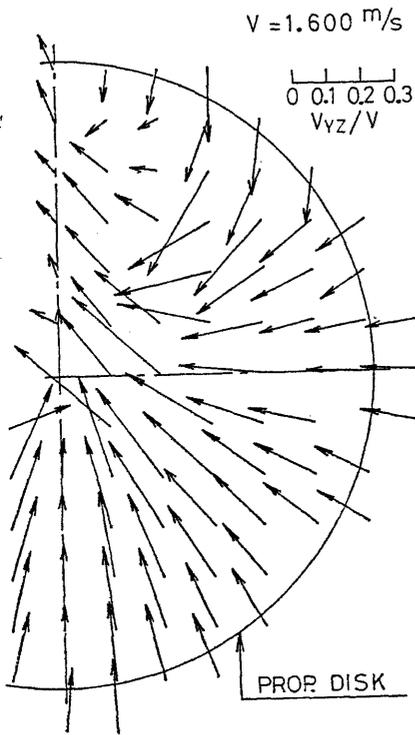


Fig. 3.2 Velocity vector curve on propeller disk

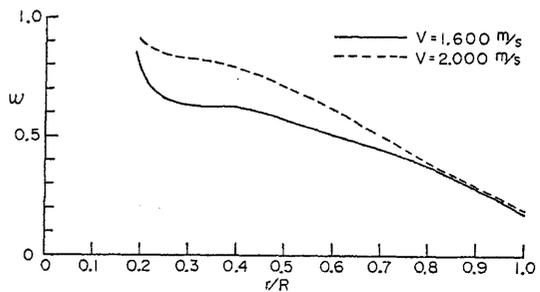


Fig. 3.3 Radial distribution of wake fraction

る。

(2) 理論計算 (§ 4.2) を行うためのデータを得る。

3.1 伴流計測結果

伴流の計測速度は、抵抗曲線の hump にあたる 1.6 m/s と hollow のところの 2.0 m/s の二つである。伴流の contour curve を Fig. 3.1 (a), (b) に示す。プロペラ面上方の部分を除いては、ほぼ軸対称の分布を示しているのが見られる。Fig. 3.2 にプロペラ面の流向分布を示したが、この図ではプロペラ面上方の一部を除いてはプロペラ面の外側から内側に向っての流れが良く現われており、軸対称の流れの様子が見られる。Fig. 3.3 に半径方向の伴流分布を示した。この図より、プロペラ面の内側では $V=2.0$ m/s の方が大きい伴流を示し、外側の方では速度の違いによる差は非

る。

(1) 回転没水体の後部肥大度と伴流分布の関係をみ

常に小さいことがわかる。この $V=2.0\text{ m/s}$ の方が大きい伴流を示す現象の原因としては、2つの速度が、それぞれ hump と hollow にあたる部分の代表的な速度であることから、造波現象の一つの現れと考えることができる。

伴流計測結果から nominal wake (面積平均) を求め Table 3.1 に示した。

Table 3.1 Nominal Wake fraction

$V(\text{m/s})$	w_N
1.600	0.429
2.000	0.504

3.2 回転体の船尾肥大度と伴流分布

回転体の船尾肥大度と自航性能の関係を調べようと

するとき、プロペラ直径を一定にして船尾肥大度を変化させるやり方と、船尾肥大度を一定にしてプロペラ直径を変化させるやり方が考えられる。著者等はこれまでは、後者の方法で実施したが、伴流分布の面から見た両者の関係は次のようになる。

2つの模型の後半部の肥大度係数*を Table 3.2 に示したが、M. S. No. 0233 の後部湾曲部の形状は、ほぼ楕円体と見てさしつかえない形状である。

Table 3.2 Fullness coefficient of aft body

M. S. No.	0.233	0.262
C_P	0.933	0.920
C_B	0.733	0.723

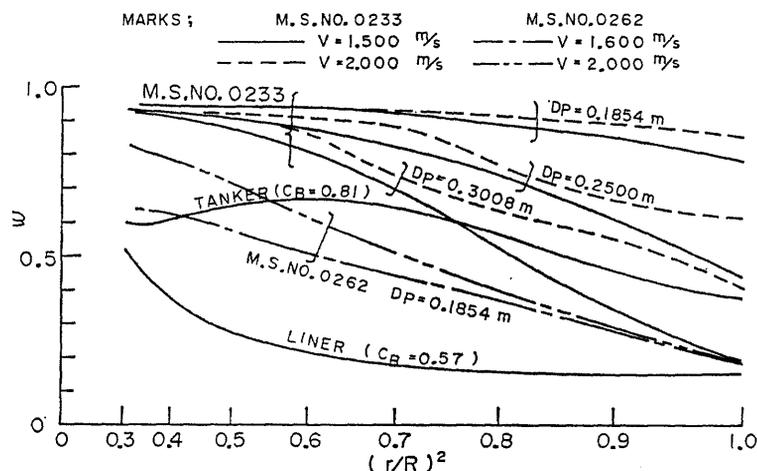


Fig. 3.4 Radial distribution of wake fraction

Fig. 3.4 に各々の半径方向の伴流分布を示す。半径方向の分布を見ると、M. S. No. 0233 のプロペラ直径の小さい方から順に伴流は小さくなってきて、次に M. S. No. 0262 が続いている。このように、船尾肥大度 C_P を小さくした時は、前回プロペラ直径を変化させて行ったときの、一番大きなプロペラ直径に近い半径方向の伴流分布に相当していると考えられる。また、船尾肥大度を約 1% (C_P) 減少させたことによって、Nominal Wake は大きく変化し、M. S. No. 0233 の約 40% も減少しており、このことから肥大した回転没水体では、わずかの肥大度の変化が伴流に大きく影響することがわかる。

* Midship より後半の C_P , C_B を後半部肥大度の係数と考える。

4. プロペラ荷重度変更試験

プロペラ荷重度の変化による自航要素の変化は、ある程度理論的に求められることを著者等は文献⁴⁾で報告している。即ち、肥大船2隻とライナー船型2隻について、荷重度変更試験を行い、その結果についてまとめたところ、良い結果を得ていると思われた。そこで回転没水体についても同様の方法で解析を行い、荷重度変化による自航要素の変化を理論的に求めることを試みた。

4.1 実験結果

荷重度変更試験結果を $R-T$ 曲線の形で表わし、Fig. 4.1 (a), (b) に示した。 R_M は模型船曳航力 (S. F. C. に相当) である。図に示すように、荷重度変更

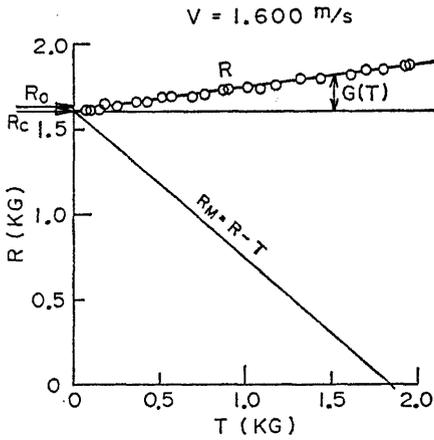


Fig. 4.1 (a) R-T curve (V=1.600 m/s)

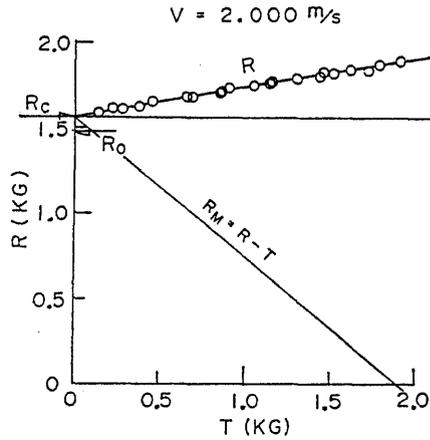


Fig. 4.1 (b) R-T curve (V=2.000 m/s)

は $T=0$ から模型の完全自航点までの広い範囲について行った。

これまでの実験から T と R の関係は、 $R \propto AV\sqrt{T}$ の関係にあり、 A の値は肥大船型の場合は大きく、ライナー船型では小さいということがわかっている。今回の場合の R と T の関係は、直線関係に近いことから、ライナー船型に近い傾向を示しているといえる。

$T=0$ のときの $R(=R_c)$ と曳航試験時の $R(=R_0)$ は、 $V=1.6$ m/s では $R_0 > R_c$ であり、 $V=2.0$ m/s では $R_0 < R_c$ の関係になっている。

一般船型の場合、 $R_0 < R_c$ の関係にある。これは、プロペラ推力 $T=0$ でもプロペラは船尾で回転しており、船体との干渉を持つためであると考えられる。し

かし、この没水体のように大きな剝離域を持つ船型では、プロペラ回転による剝離域の吸い込みによる抵抗減少が考えられ、 R_c と R_0 の関係は複雑になっている。

Fig. 4.2 (a), (b) に荷重度 C_T を横軸にとり、自航要素を示した。 $1-w_T$ は推力一致法によって求めたものである。図中に Nominal Wake $1-w_N$ の値を $C_T=0$ の位置に記したが、 $1-w_T$ の延長線上よりも高い値を示している。実用船型の場合には、肥大船型、ライナー船型のいずれも、これらは良く一致していたことから、これは船尾形状が肥大化し、比較的広い剝離域を持った回転没水体特有のものと思われる。

プロペラ効率比 η_R は、2速度共に 1.0 以上の値を示している。 η_R の向上には、伴流の周方向成分が大きく寄与する⁷⁾ という報告があるが、しかし今回使用した模型は回転体であるために伴流は、プロペラ円上方を除いてはほぼ軸対称分布を示しており、周方向の変動は Fig. 4.3 に示すようにそれ程大きくはな

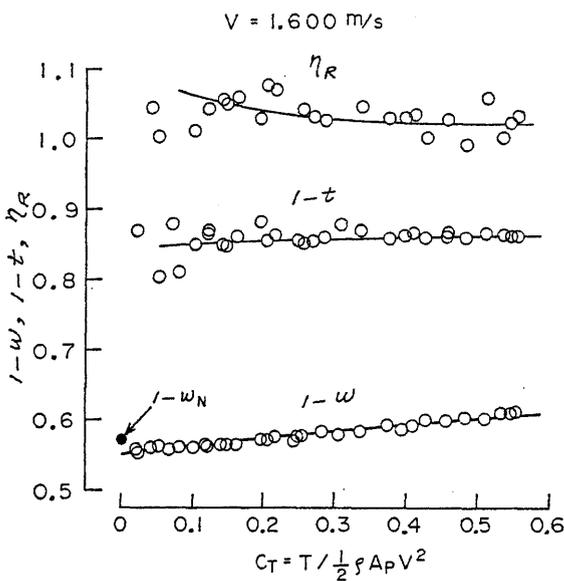


Fig. 4.2 (a) Self-Propulsion factors (V=1.600 m/s)

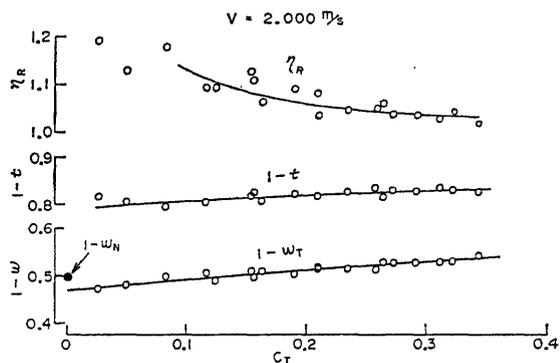


Fig. 4.2 (b) Self-propulsion factors (V=2.000 m/s)

走
ど
て
ロ
一
波
わ
で
を
上
る。
件
よ
り

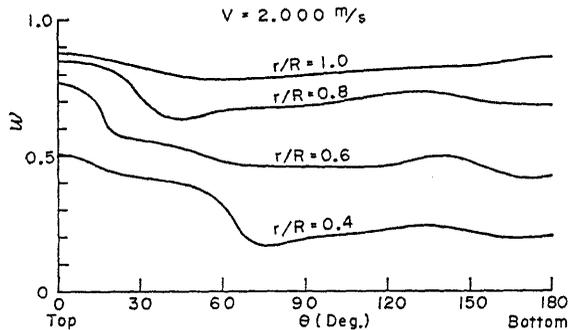


Fig. 4.3 Circumferential distribution of wake fraction

い。 η_R の $V=2.0$ m/s の場合についてみると、荷重度の低い状態では 1.1 以上のかかなり高い値を示しているが、荷重度が高くなると次第に減少している。

4.2 理論計算による自航要素

荷重度変化による自航要素変化の計算方法の詳細を、文献 4) で報告した。そこでは肥大船 2 隻とライナー船型 2 隻について、実験から得られた係数を使って、推力減少率と伴流率を荷重度ベースに計算したところ、実験値と良く適合することを示した。今回は、自航要素のうちの推力減少率を理論的に求め、伴流率は実験結果を理論式にあてはめ、その係数を求めた。

4.2.1 推力減少率

推力減少率は、船体を表わす特異点とプロペラの誘起速度から Lagally の法則を利用することによって求められるが、計算法の詳細は文献 8) に述べてあるので、概略を次に示す。

プロペラモデルは、舵の影響は考えていないためプロペラ後流以外の誘起速度が得られれば良いので、単一円筒渦で表わした。

船体とプロペラの系が一様流中にあり、この系の造波の影響は考えないことにすると、この系の攪乱を表わす速度ポテンシャルは、プロペラの後流の外で

$$\phi(P) = -\frac{1}{4\pi} \int_{SH} \frac{\sigma(Q)}{r(P,Q)} ds(Q) + xU + \phi_P(P) \quad (4.1)$$

で表わされる。 $\phi(P)$ は船体後流中で作動し、推力 T を出しているプロペラによる速度ポテンシャルである。船体を表わす吹き出し分布 $\sigma(Q)$ は、船体境界条件

$$\frac{\partial \phi}{\partial n} = 0 \quad \text{on hull}$$

より次の積分方程式の解として求められる。

$$\frac{1}{2} \sigma(P) - \frac{1}{4\pi} \int_{SH} \sigma(Q) \frac{\partial}{\partial n_Q} \frac{1}{r(P,Q)} ds(Q) = U \frac{\partial x}{\partial n} + \frac{\partial \phi_P}{\partial n} \quad (4.2)$$

(4.2) 式を逐次近似法で解くことによって、プロペラの影響の入った船体の特異点分布が求まる。しかし、プロペラの影響のない場合を第 0 近似としたとき、 ϕ_P の補正を 1 度施した第 1 近似では、数%の違いはあると思われるが、今回は一応第 0 近似で計算してみた。

プロペラ荷重度変化による推力減少率の変化は、プロペラ荷重度を C_T とすると、結局

$$t_T = \frac{C_G}{C_T} = \frac{\bar{B}_0(-\bar{U}_{a0} + \sqrt{C_T + \bar{U}_{a0}^2})}{C_T} \quad (4.3)$$

と表わされる。ここで、 \bar{B}_0 は船体とプロペラの相互作用による影響係数で、前述の計算結果である。 \bar{U}_{a0} は nominal wake $1-w_N$ であり、推力減少率 t を t_T としたのは、推力減少率の定義を、

$$t_T = \frac{R - R_C}{T} = \frac{G(T)}{T} = \frac{C_G}{C_T} \quad (4.4)$$

としたためである。(Fig. 4.1 参照)

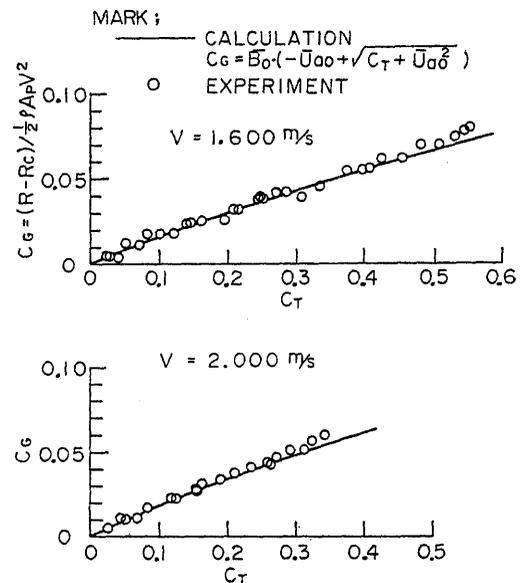


Fig. 4.4 C_G curves

計算された \bar{B}_0 を使って C_G を計算し、実験値と比較したものを Fig. 4.4 に示す。 \bar{U}_{a0} は Fig. 4.2 で $1-w_T$ を $C_T=0$ に延長した値を使っている。2 速度共に実験値と良く一致しており、第 0 近似としても妥当な \bar{B}_0 として求められたことを意味している。

Fig. 4.5 に $t_T = C_G/C_T$ として求めた理論計算値

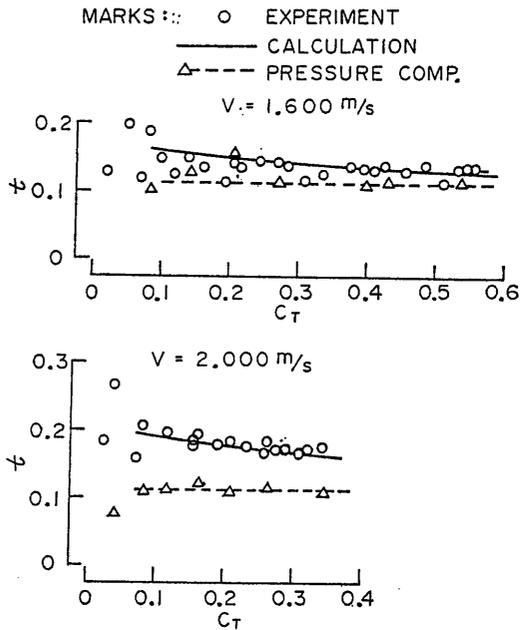


Fig. 4.5 Thrust deduction versus C_T

(実線)と実験値を示したが、 C_G が実験値を良く近似しているために、当然のことながら t_r も良い一致を示している。

4.2.2 伴流率

前節で荷重変化による推力減少率変化が計算されたが、伴流率 $1-w$ の取扱いについて述べる。

プロペラ荷重と $1-w$ の関係は、実用船型では

$$1-w = \bar{U}_{a0} + \bar{C}_0 \cdot (-\bar{U}_{a0} + \sqrt{C_T + \bar{U}_{a0}^2}) \quad (4.5)$$

と表わされる⁴⁾。そこで回転体についても同様の関係が成立つかどうかを調べるため、fitting 法によって (4.5) 式の \bar{C}_0 を求めると、次に示すような値が得られた。

$$\begin{cases} V=1.6 \text{ m/s} & \bar{C}_0 = -0.12 \sim 0.10 \\ V=2.0 \text{ m/s} & \bar{C}_0 = -0.07 \sim 0.14 \end{cases}$$

このように、値が一定しないのは、 \bar{U}_{a0} と $C_T=0$ に $1-w$ を延長した値が一致しないためであり、船尾の剝離域が大きく、荷重による影響を大きく受けるためと考えられる。

$1-w$ をポテンシャル的に扱おうとしているときの、このような場合は、 $C_T=0$ まで $1-w$ を延長し、それを $1-w_N (= \bar{U}_{a0})$ として \bar{C}_0 を計算した。その結果は、次のような値となった。

$$\begin{aligned} V=1.6 \text{ m/s} & \quad \bar{C}_0 = 0.145 \\ V=2.0 \text{ m/s} & \quad \bar{C}_0 = 0.230 \end{aligned}$$

肥大船型の場合は、 $1-w$ の造波成分が非常に小さい

ために、 \bar{C}_0 の値は速度に関係なく一定の値を示すが、浅深度の没水体のように、 $1-w$ に造波成分が入っていると考えられるような場合は、速度によって異なった値を示すようになる。この \bar{C}_0 を使って $1-w$ を逆算した値を Fig. 4.2 (a), (b) に実線で示した。

5. 船尾表面の圧力計測

船尾の表面圧力を計測することによって、荷重変化による表面圧力分布、抵抗の圧力成分などの情報が得られるために、次に述べるようなシステムによって、圧力計測を実施した。圧力計測システムのダイアグラムを Fig. 5.1 に示す。圧力計測点は 50 点であるが、これらは 5 台のスキヤニバルブによって、順次 5 つの半導体圧力計に結合されるようになっている。半導体圧力計からの出力は、増巾器を通してペンオシロに記録するというシステムである。半導体圧力計の応答性の速さという利点を生かし、圧力計測孔からスキヤニバルブを経て、圧力計までのビニール・チューブは、内径 1.4 mm の細いものを使用した。

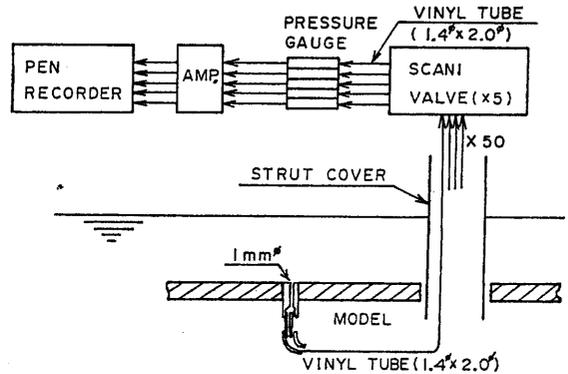


Fig. 5.1 Measuring system of surface pressure

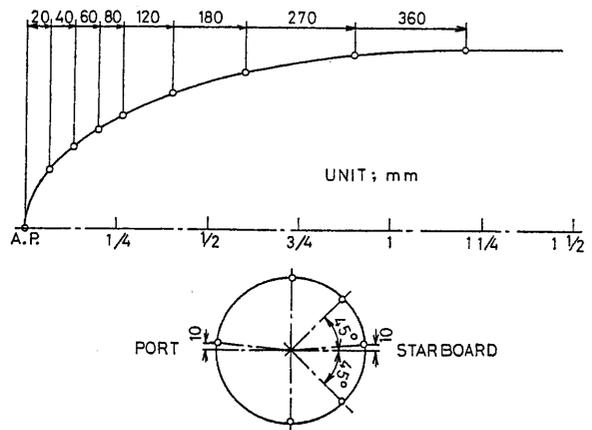


Fig. 5.2 Position of pressure holes

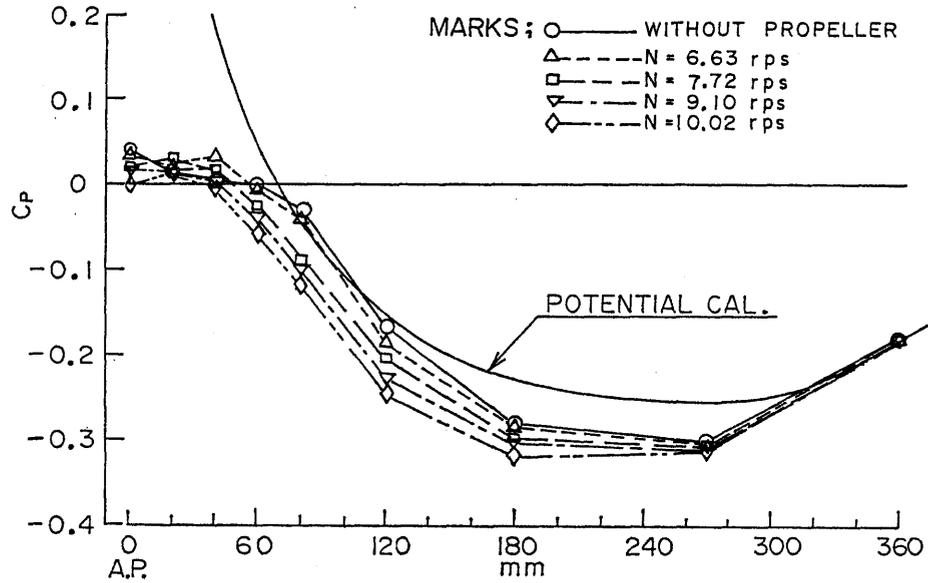


Fig. 5.3 (a) Distribution of pressure ($V=1.600$ m/s)

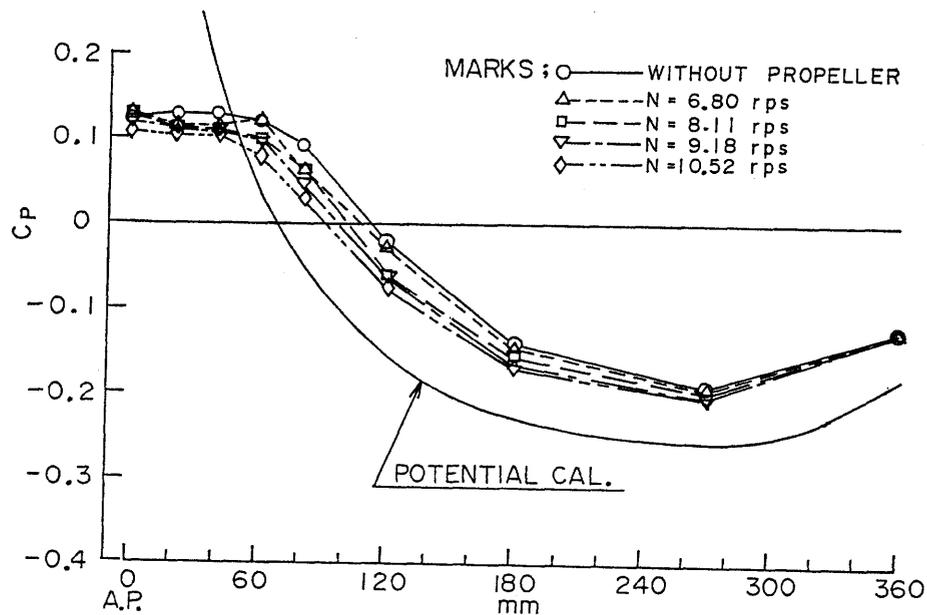


Fig. 5.3 (b) Distribution of pressure ($V=2.000$ m/s)

応答時間は、ビニールチューブの長さにもよるが、約0.3秒以内であるために、1航走（走行時間は約50秒）で10回のスキヤニバルブの切換えが可能となり、50点の圧力を計測することができた。Fig. 5.2に圧力計測孔の位置を示す。真横の計測孔の位置が上にずれているのは、模型の構造が上下に分割されるようになっているためである。

5.1 船尾表面の圧力分布

長さ方向の圧力分布を Fig. 5.3(a), (b) に示す。各

断面の値は、円周方向の平均値である。

$V=1.6$ m/s のときは、Aft より 60~180 mm にかけて、プロペラ荷重度の増加と共に圧力低下が見られ、それよりも前方ではプロペラの影響を受けない様子が見られる。

図中に、Hess-Smith 法によって計算された、ポテンシャル流の値を示しているが、プロペラを作動させないときの値がほとんどそれよりも低い値を示している。普通は剝離現象のために、ポテンシャル流の値よ

りも高い値を示すと考えられるが、 $V=1.6\text{ m/s}$ は hump の部分になっており、船尾部の波の影響によって流速が速くなった現象の現われと見ることができ

る。一方、hollow の部分にあたる $V=2.0\text{ m/s}$ では、船尾付近で流速が小さくなったために、圧力が高目にてたものと考えられる。これらの関係は、伴流計測結果 (Fig. 3.1, 3.3) にも良く現われており、 $V=2.0\text{ m/s}$ の方が大きい伴流を持つ原因として、伴流計測の項でも造波の影響としたが、これらの説明が適正であったことを示している。

5.2 荷重度変化による圧力変化

長さ方向の圧力分布 (Fig. 5.3) において、模型後端より 60~180 mm の範囲で、荷重度変化による圧力低下が著しく現れた様子が見られたが、これらを荷重度との関係についてみるために、Fig. 5.4 に荷重度 C_T を横軸にとり、圧力変化を表わした。この図から、次のようなことが言える。

- (a) 圧力変化は、 C_T の増加によって減少する傾向を示す。
- (b) プロペラの作用を強く受けるところが良くわか

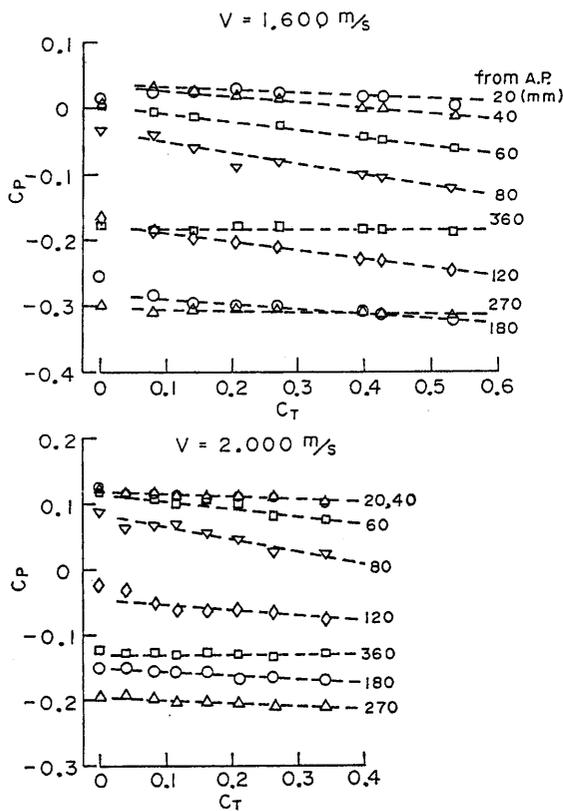


Fig. 5.4 Variation of pressure versus C_T

(240)

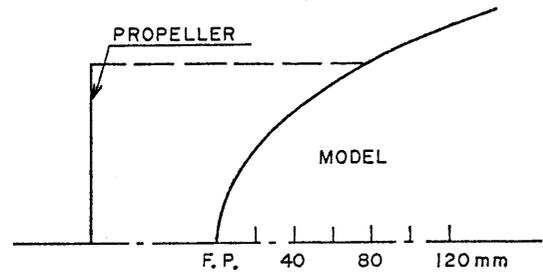


Fig. 5.5 Extent of propeller suction on model

り、それをプロペラ直径との関係から見ると、その外端付近である。(Fig. 5.5 参照)

- (c) $C_T=0$ すなわち曳航時の圧力は、 $1-w$ と同様にかかわらずしも荷重度変化によるものの延長上にはない。そのために、 t の圧力成分の計算にあたっては、荷重度変化による圧力を、 $C_T=0$ に直線で延長したものを使った。

このように、荷重度変化時の表面圧力を計測することによって、プロペラの作用を強く受けるところがわかり、船尾形状改良の一つの情報になると思われる。

5.3 推力減少率の圧力成分

表面圧力を積分することによって、抵抗の圧力成分を求めることができるが、推力減少率の圧力成分は、後部湾曲部の圧力のうち、模型の進行方向成分のみを積分することによって得られる。積分は次式で近似した。

$$R_P = \frac{V^2}{2g} L^2 \sum_{i=1}^n C_{Pi} A_i \cos \theta \quad (5.1)$$

ただし、 i は Hess & Smith 法によるポテンシャル計算を行うときの、面素の番号であり、 A_i はその面積、 $\cos \theta$ は方向余弦である。プロペラなしのときの R_P とプロペラを作動させたときの R_P の差を ΔR_P とすると、推力減少率の圧力成分 t_P は

$$t_P = \frac{\Delta R_P}{T}$$

となる。結果を Fig. 4.4 に示しているが、速度の影響はなく両速度共ほぼ同一の値を示していることがわかる。この t_P と t_R との差は、摩擦成分 t_f が非常に小さいものと考えれば、大部分が船体とプロペラによる造波成分 t_w であろうと思われるが、造波成分を直接計測しなかったために、定量的なものとなっていない。これを解決するには、各々の状態について波形計測等によって、直接造波成分を求める必要がある。

6. 結 論

肥大船尾を持つ回転没水体につき荷重量変更試験による自航特性を調べた結果、以下のことを結論として述べることができる。

1. 推力ベースの推力減少率、および伴流率の荷重量に対する変化は定性的にポテンシャル理論の通りである。
2. 肥大船尾の伴流はプロペラ作動の有無で異なる。荷重量を0にするときの極限の伴流率 w は、Fig. 4.2に見られるよう公称伴流 w_N より大きい。この差はプロペラ作動による吸い込み作用を表わしているものと考えられる。
3. 浅深度没水体の場合、伴流に造波の影響が少なくない。特に抵抗曲線のハンプ、ホローの速度において顕著である。Fig. 3.1でハンプ速度1.6 m/sではプロペラ位置で波面が谷に、ホロー速度では山になっているように見える。ここでの観察は一般的なものでなく、造波の影響がこの没水体では大きかったと見るべきである。
4. プロペラ荷重量による抵抗増加量の変化は、ポテンシャル計算によるものと非常に良い一致を示している (Fig. 4.4)。また、伴流率の変化も傾向としては、ポテンシャル理論の計算に従うことができる。
5. 船尾部の圧力分布とプロペラの荷重量との関係は合理的である。すなわち荷重量の増加に従い船尾流場の速度変化を反映している圧力が得られている (Fig. 5.3)。また、船体のどの部分において圧力変化が大きいかを知ることができ、推力増加にどの部分の寄与が大きいか推定することが可能である。
6. 推力減少率の圧力成分を2つの速度で求めたが、その大きさは (Fig. 4.5に見られるように) 速度によって変化せず、約0.11である。この値は(4.3)の t_r の計算において、 $\bar{U}_{a0}=1-w$ を、こ

の没水体のポテンシャル伴流 $w=0.195$ を使って計算したときのものに大体等しい。Totalの t_r と圧力成分の差は、したがってプロペラの造波成分と考えることも可能であるが、しかし、このことをはっきりした結論とはしない。

肥大船尾の没水体により自航要素の基礎的性質を調べることが可能であることを以上の結論は示していると思う。流場のマクロな性質により、推力減少率、伴流率が荷重量の関数として表わされることがはっきりした。

終りに、この実験に協力してもらった、推進性能部竹子春弥氏、神蔵輝男氏に感謝の意を表す。また、この論文で行った計算は船研計算センター TOSBAC 5600によるものである。

参 考 文 献

- 1) 菅井信夫, 足達宏之: 肥大船尾を持つ回転没水体の自航試験, 船舶技術研究所報告, Vol. 14-4, 1977-7
- 2) 菅井信夫, 足達宏之, 黒沢俊彦: 推力減少率に関する研究 (第1報) 一回転没水体の自航試験一, 第26回船研研究発表会講演概要, 1975-12
- 3) 菅井信夫, 足達宏之: 推力減少率に関する研究 (第2報) 一回転没水体の推進効率一, 第28回船研研究発表会講演概要, 1976-12
- 4) 足達宏之, 菅井信夫: 推力減少率について一荷重量変更法による考察一, 関西造船協会誌, No. 171, 1978-12
- 5) 菅井信夫, 足達宏之: 推力減少率に関する研究 (第3報) 一プロペラ直径変化と肥大船の自航要素との関係について一, 第30回船研研究発表会講演概要, 1977-12
- 6) 菅井信夫, 足達宏之: 推力減少率に関する研究 (第4報) 一肥大船の荷重量変更試験一, 第32回船研研究発表会講演概要, 1978-12
- 7) 池畑光尚: 流場データを用いた船の推進性能推定法, 関西造船協会誌, No. 163, 1976-12
- 8) 近藤時生: 推力減少率の研究, 大阪大学大学院工学研究科造船学専攻修士論文, 1974