

推進法の差異が推進性能におよぼす影響について

その1;1軸, 2軸およびオーバーラッピング

・プロペラの比較

川 上 善 郎*

Effect of Propulsion Devices on the Propulsive Performance of Super Tankers

—Comparison among Single, Twin and Overlapping
Screw Propellers—

By

Yosiro Kawakami

Since there is a practical limitation to the maximum power absorbed by one propeller, multiple-screw propulsion will be needed for such a super tanker as its DWT being about 500,000.

In this case, it is quite important to clarify what kind of propulsion device will be better in the propulsive performance point of view. Therefore, some tests were programed with varying shaft arrangements, and partly have been done.

At the first step, this report deals with the comparison among single screw, twin screw and overlapping propeller arrangements.

The main results obtained from the tests are as follows:

1. A single screw ship has superior propulsive performance, as expected, to twin screw ship.
2. Overlapping propeller arrangement (O.L.P.) is better than a usual twin screw ship with outward turning propellers.
3. With the increase in the rate of overlapping, unbalance of measured thrust and torque values between starboard and port propellers increases.
4. For overlapping propeller arrangements, the propulsive efficiency is the best when the rate of overlapping is 15~20% of propeller diameter.
5. Results of propeller open test of O.L.P. show that with increase variation of the rate of overlapping from 0% to 35%, both of K_T and K_Q decrease gradually at first, and then rapidly for 35% overlap.
6. From the results of wake survey by 5-hole pitot tubes at the propeller positions of O.L.P., it is showed that flow vector (component of flow projected to the propeller plane) represents a tendency to run upward nearly vertically, and is distinguished from the flow pattern in a case of twin screw.

* 推進性能部 原稿受付: 昭和51年8月13日

7. Concerning methods to predict ship's power many problems are existed to be solved, including the problem of scale effect of wake.

1. 緒 言

船の巨大化, 高馬力化が進められると, 船体強度を始めとして, 機関出力, 減速機, 軸系等から, プロペラ強度, 振動, キャビテーション等, さらに船体運動や操縦にまで, 多くの問題点が提起されてくる。

これら諸問題のうち推進性能については, 本来, 推進効率が最良であると考えられる通常の1軸1プロペラ推進法のほかに, 多軸化をも含めて, 特殊な推進法についての調査および試験が, いままでに数多く実施されてきた¹⁾。しかし, 実用上からは, 特殊な推進法を採用した際の船舶建造上の問題点がすべて解決しているわけではないので, 特別な場合を除いてはなかなか実用にふみきれない現状のようである。

本研究では, 推進法の差異が船の推進性能におよぼす影響を調べるため, 50万トン型タンカーを想定して, 6種類の推進法のなかから, 1軸, 2軸およびオーバーラッピングプロペラについて, 単独, 抵抗, 自航, 伴流計測の諸試験を行った結果を述べている。

2. 計 画

ここでとりあげた推進法は, 次のようなものである。

- (1) 1軸プロペラ
- (2) 2軸プロペラ (通常の)
- (3) オーバーラッピング・プロペラ (O.L.P.)
- (4) ダクテッド・プロペラ (Du.P.)
- (5) 3軸プロペラ
- (6) コントラローティテング・プロペラ (C.R.P.)

主船体としては, 全推進方式を通して, できるだけ同一船体を使用することが望ましいが, 実用面を考慮に入れると推進方式によっては船尾形状の構造的差異を或る程度許さざるを得ない。そこでいままでに行われた一連の研究²⁾ から, それぞれ1軸船, 2軸船の原型をえらんだ。すなわち, 船体前半部は同一とし, 船尾形状については, なるべく1軸船型をもとし, 止むを得ず変更するときは最小限の変更によって, それぞれの推進方式を可能とした。

2軸船やO.L.P.の軸支持はボッシングを使用した。

O.L.P.については, 前後プロペラの縦方向の間隔は, 文献³⁾および⁴⁾を参考にして, プロペラ直径の30%

にきめたが, 幅方向は3種類変化させて最良の位置を見出そうとした。すなわち, プロペラ直径との比で表現して, 前後プロペラの幅方向の重なり (overlap量) が, 0%, 15%および35%の場合である。

舵は, 2軸船の場合は2舵にしてある。

模型プロペラは, 各々の推進法について, それぞれ設計, 製作したものを使用した。設計の条件は以下の通りである。

船体: $L=360\text{m}$, $B=65.5\text{m}$, $d=26.6\text{m}$

主機: 60,000SHP×85RPM (1軸船)
30,000SHP×85RPM×2sets (2軸船,
O.L.P.)

速力: $V_s=17.4\text{kts}$ (M.C.R.)

$1-W_s=0.55$ (1軸船)

0.88 (2軸船, 外まわり)

0.68 (O.L.P.)

このうち, 伴流係数 W_s の想定にあたっては, 1軸船および2軸船に対しては, すでに試験された同型船の結果を用い, O.L.P.については, 1軸および2軸の値を参考にして決めた。また, O.L.P.の前後プロペラは, 設計の時点では, 回転方向のみ反対の同じ要目のものとした。

3. 模型船および試験状態

模型船は長さ9mの木製で, 中央部切断により, 各

表—1 模型船の主要目

M. S. NO.	0174	0176	0177-1	0177-2	0177-3
	SINGLE SCREW	TWIN SCREW	OVERLAPPING PROPELLER		
L_{pp} (m)			9.0000		
L_{DWL} (m)	9.1964	9.1800		9.1837	
B (m)			1.6364		
L_{pp}/B			5.50		
d (m)			0.6653		
TRIM (m)			0.0		
∇ (m ³)	8.0779	8.0826	8.0675	8.0669	8.0662
S (m ²)	23.2072	23.4184	23.1875	23.1700	23.1510
C_B		0.824		0.823	
C_P		0.829		0.827	
C_M			0.994		
ℓ_{CB}		-2.75		-2.82	
B/d			2.460		
$\nabla/L_{pp} \times 10^3$	11.0808	11.0873	11.0665	11.0657	11.0648
d (m)	0.3144	0.3141		0.3144	
TRIM (m)			0.1350		
∇ (m ³)	3.5557	3.5622	3.5531	3.5525	3.5518
S (m ²)	16.4620	16.7234	16.5104	16.4929	16.4739
C_B	0.767	0.768		0.766	
C_P	0.776	0.777		0.775	
C_M			0.988		
ℓ_{CB}	-1.489	-1.436		-1.561	
B/d	5.205	5.210		5.205	
$\nabla/L_{pp} \times 10^3$	4.8775	4.8865	4.8740	4.8731	4.8722
AREA (% of A_{ul})			12.18		
BULB LENGTH (% of L_{pp})			1.68		
IMMERSION (% of d_{sub})			67.0		

々の船尾部を，同一前半部に交換取付けできるようにしてある。また，乱流促進装置は，当部常用のスタッドをS.S.9 $\frac{1}{2}$ および船首バルブの中心線から前方へ60°のバルブ周上に，10%間隔で植えつけてある。

試験は，満載（トリム0）と44% Δ_F （1.5% L_{PP} 船尾トリム）の2種の載貨状態で，抵抗および自航試験を行い，さらに，満載状態で，プロペラ面における伴流計測を行った。

摩擦抵抗の計算には，シェーンヘル摩擦抵抗係数を用い，実船に対する粗度修正量 ΔC_F として-0.0003を採用した。

模型船の主要目，試験状態を表一1に，船体前半部

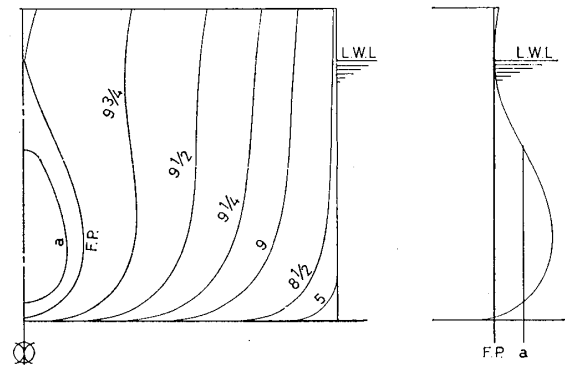


図-1 模型船 船体前半部形状

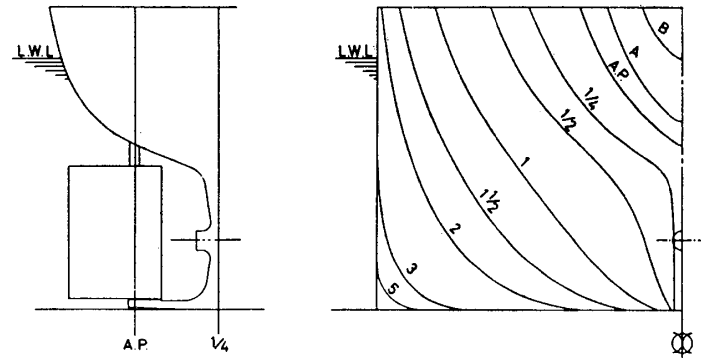


図-2-a 1軸船後半部形状

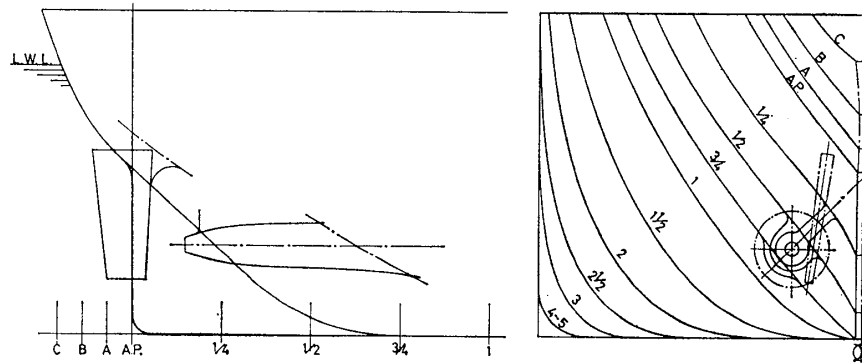


図-2-b 2軸船後半部形状

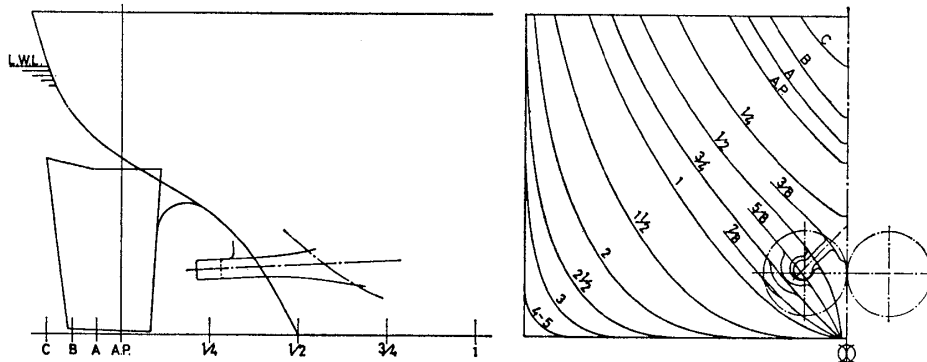
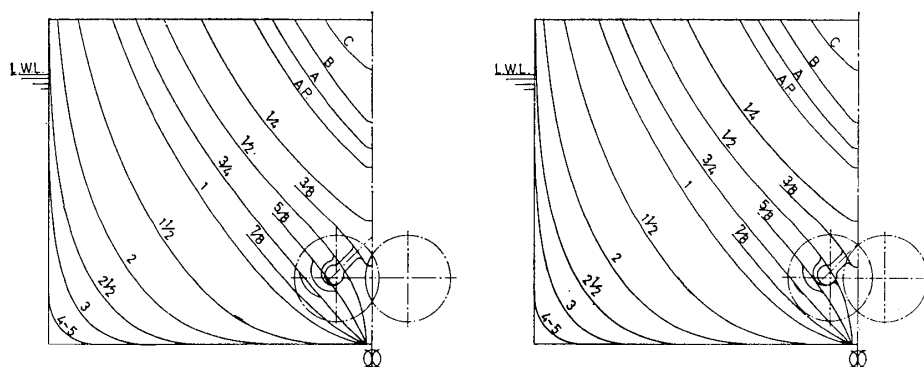
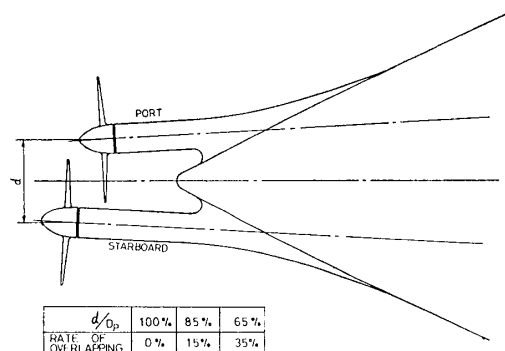


図-2-c O.L.P. (0%) 後半部形状



図一2—d O.L.P. (15%および35%) 後半部形状



図—2—e O.L.P. 前後位置関係

を図-1 に、各船の船体後半部を図-2 a, b, c, d, e に示す。模型プロペラの要目を表-2 に示す。

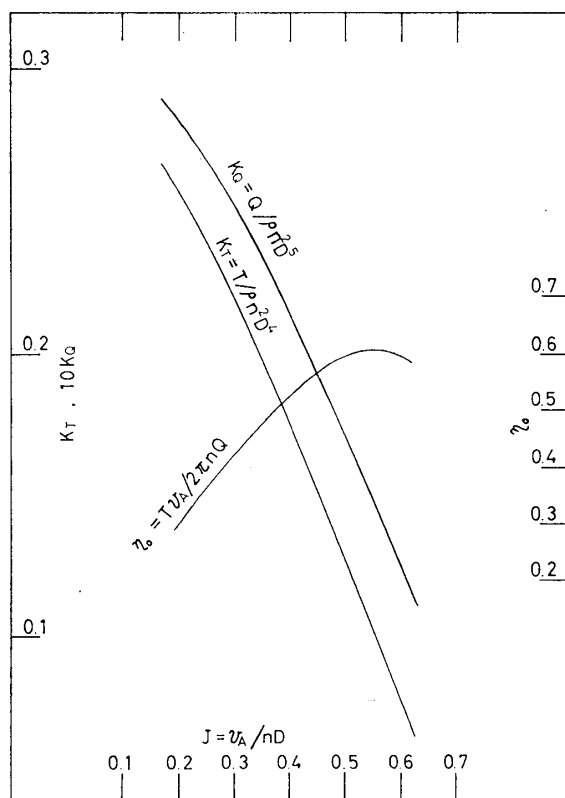
表一2 模型プロペラの要目

M. P. NO.	0084	0086 ^R	0087 ^R
DIAMETER	0.2500	0.2050	0.2125
BOSS RATIO (CONST.)	0.18		
H/D (CONST.)	0.65	0.88	0.76
E. A. R.	0.60	0.45	
B. T. R.	0.05		
ANGLE OF RAKE	3°	0°	
NO. OF BLADES	6		
BLADE SECTION	A U W		
	SINGLE SCREW	TWIN SCREW	O. L. P.

4. 試験結果および考察

4.1 プロペラ単独試験

模型プロペラの単独試験結果を図-3 a, b, c, d, e に



図—3—a M. P. 0084 (1 軸船) の単独性能

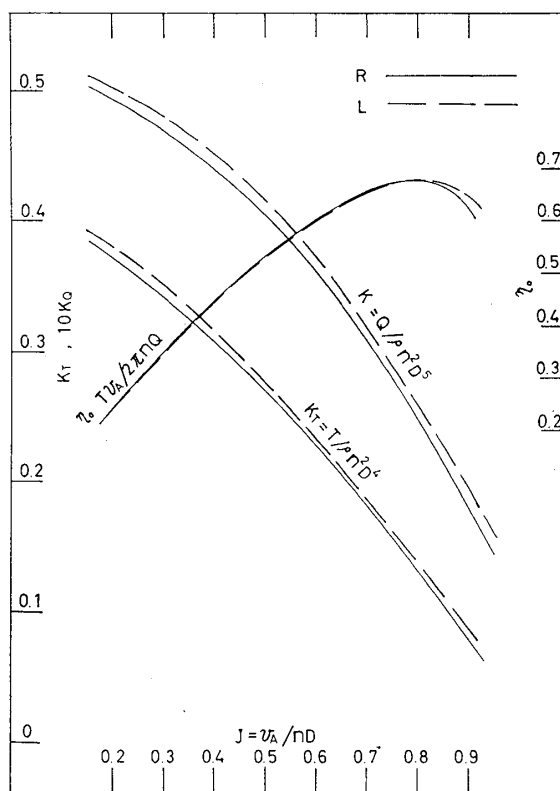


図-3-b M. P. 0086^R_L (2軸船)の単独性能

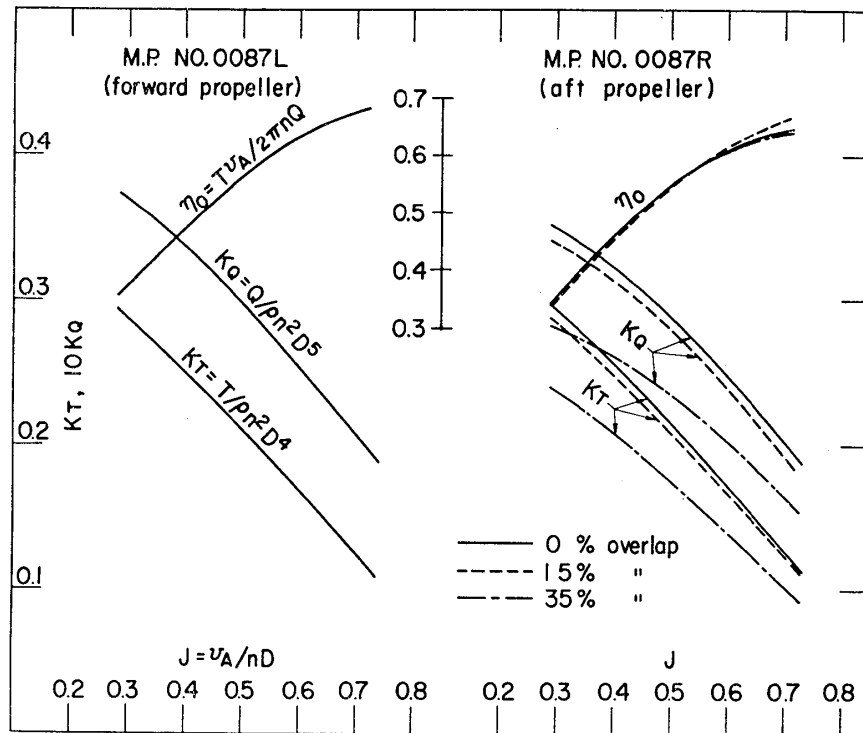


図-3-c M. P. 0087 $\frac{R}{L}$ (O.L.P.) 外まわりの単独性能

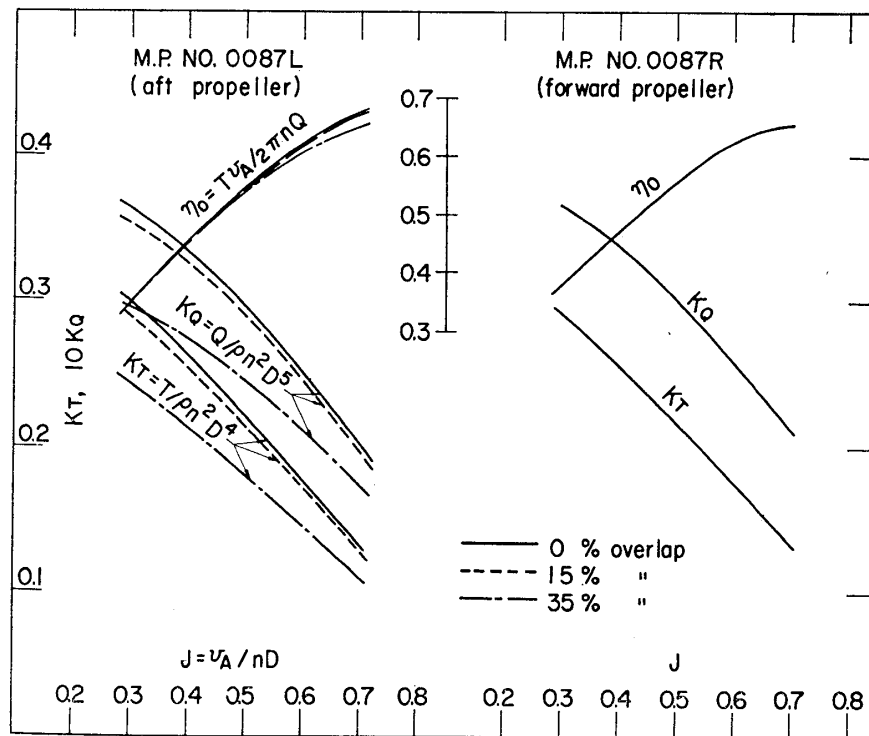


図-3-d M. P. 0087 $\frac{R}{L}$ (O.L.P.) 内まわりの単独性能

示す。図-3 a は1軸船用プロペラ、図-3 b は2軸船用プロペラの単独試験結果である。図-3 c および 3 d は、overlap した前後のプロペラを同時に試験した結果であり、図-3 e は、各プロペラを、それぞれ単独で試験した結果である。プロペラ単独試験におけるレイノルズ数は、 $R_n = nD^2/\nu$ (n : プロペラの毎秒回転数, D : プロペラ直径m, ν : 水の動粘性係数 m^2/sec .) の形で表すと、各プロペラとも約 5×10^5 程度である。

プロペラの回転方向のみ異なる図-3 c および 図-3 d のどちらでも同じ傾向がみられるように、overlap の割合が増加するとともに K_T および K_Q の減少がみられ、ことに35% overlap になると、その減少量も大きく、使用範囲 ($J=0.4 \sim 0.6$ 位) では、0%の場合にくらべて K_T , K_Q ともに20% にも達する減少量を示す。これは、前プロペラの影響により、後プロペラへの流入速度が変化しているためと考えられる。しかし、単独効率 η_0 としては変っていない。なお、後プロペラによる前プロペラへの影響としては、 K_T , K_Q とも、単独で試験した性能にくらべてやや低目の傾向がみとめられる。また、overlap の割合の変化にともなう影響は非常に僅かであり、図上では区別していない。

4.2 抵抗および自航試験

抵抗試験の結果について、各模型船の剰余抵抗係数をまとめて図-4 に、自航試験結果を各模型船ごとに

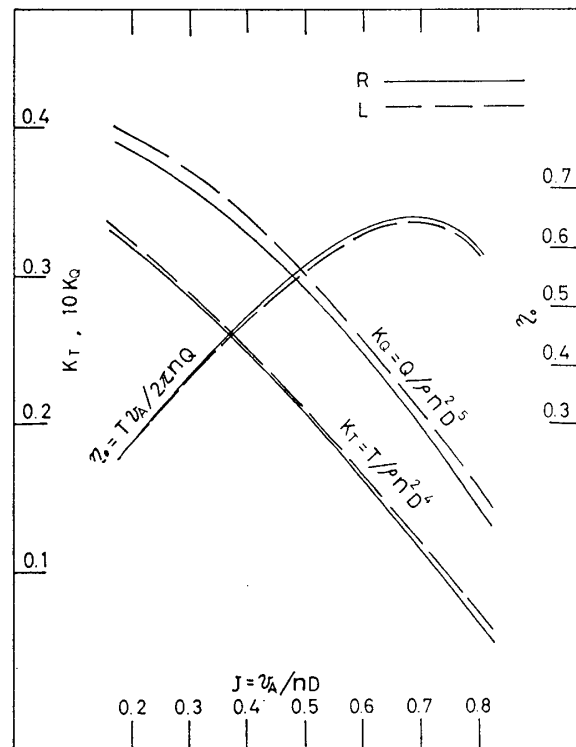


図-3-e M. P. 0087 $\frac{R}{L}$ O.L.P. の個々の単独性能

図-5 a, b, c, d, e, f に示す。さらに、1軸船、2軸船およびO.L.P.の試験結果から、満載状態の $Fn=0.16$, 44% Δ_F 状態の $Fn=0.18$ の場合をえらんで r_R や自航要素等を、軸間隔とプロペラ直径の比を横軸に置点

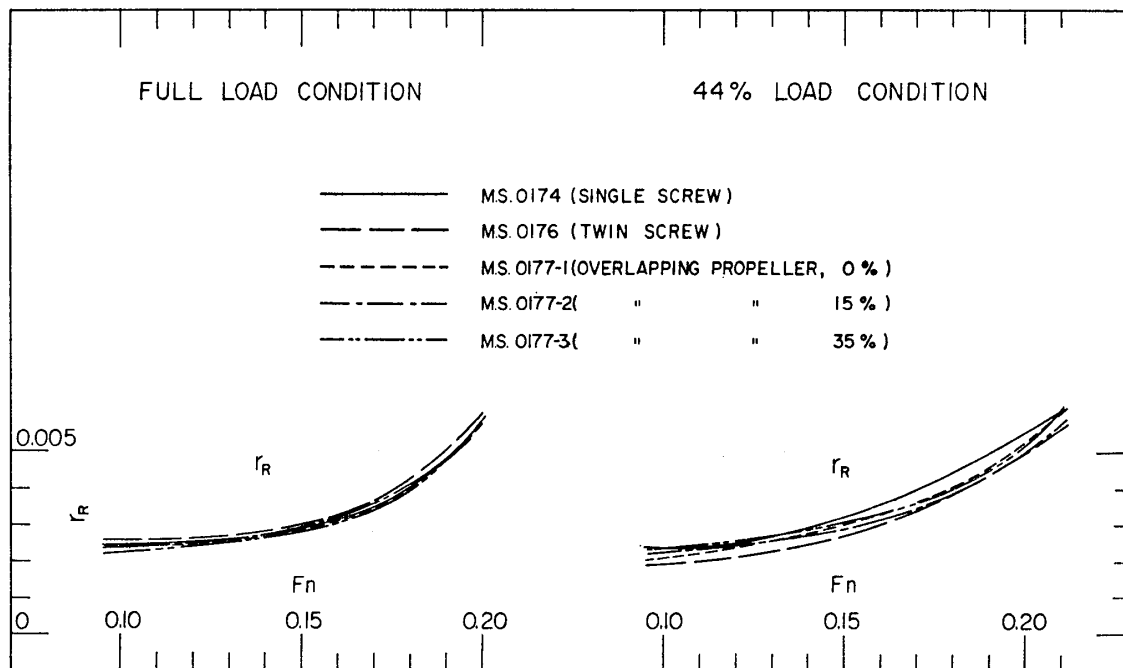


図-4 抵抗試験結果

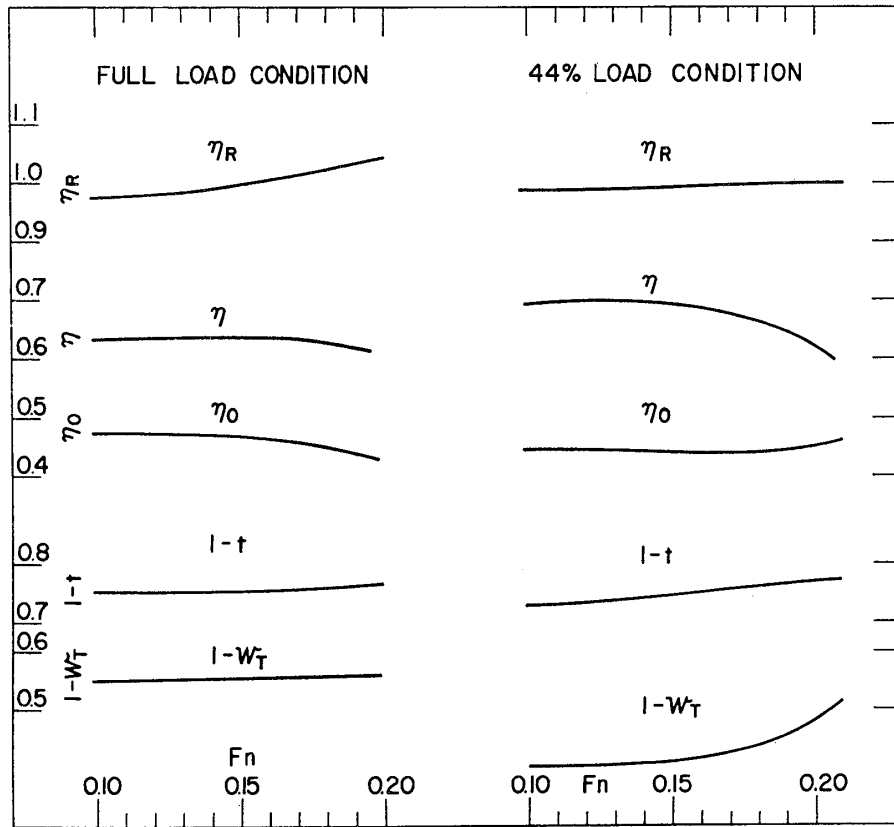


図-5-a M. S. 0174 (1 軸船) の自航試験結果

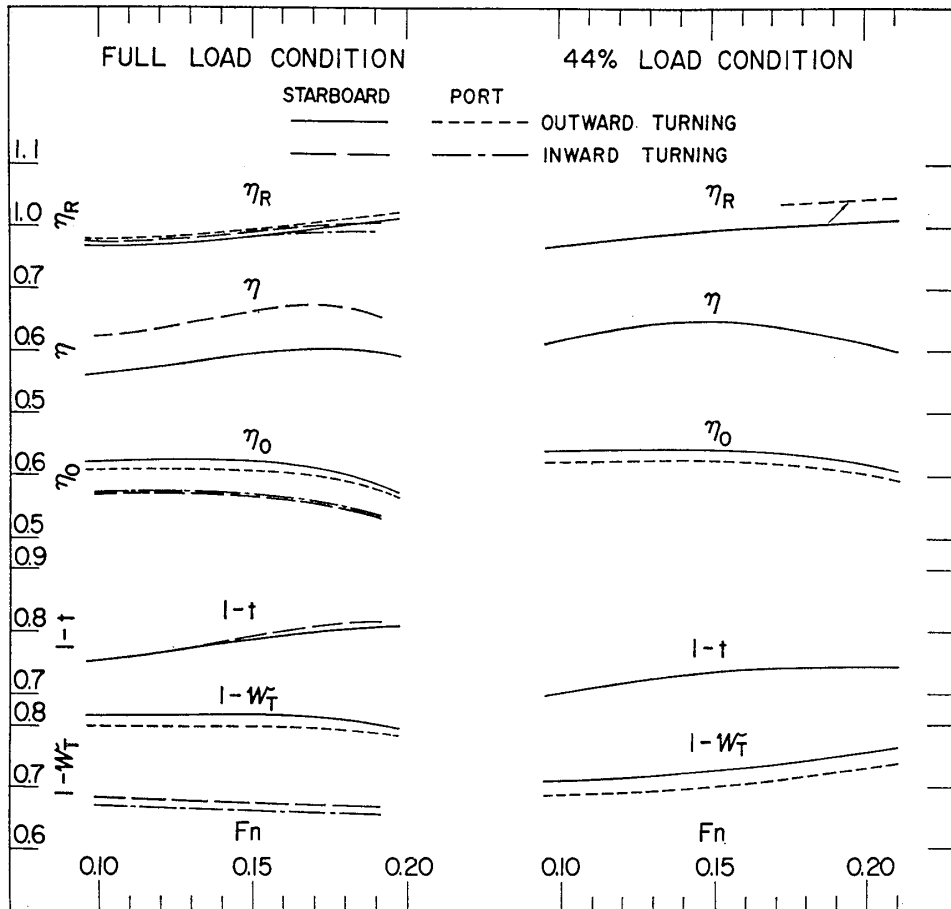


図-5-b M. S. 0176 (2 軸船) の自航試験結果

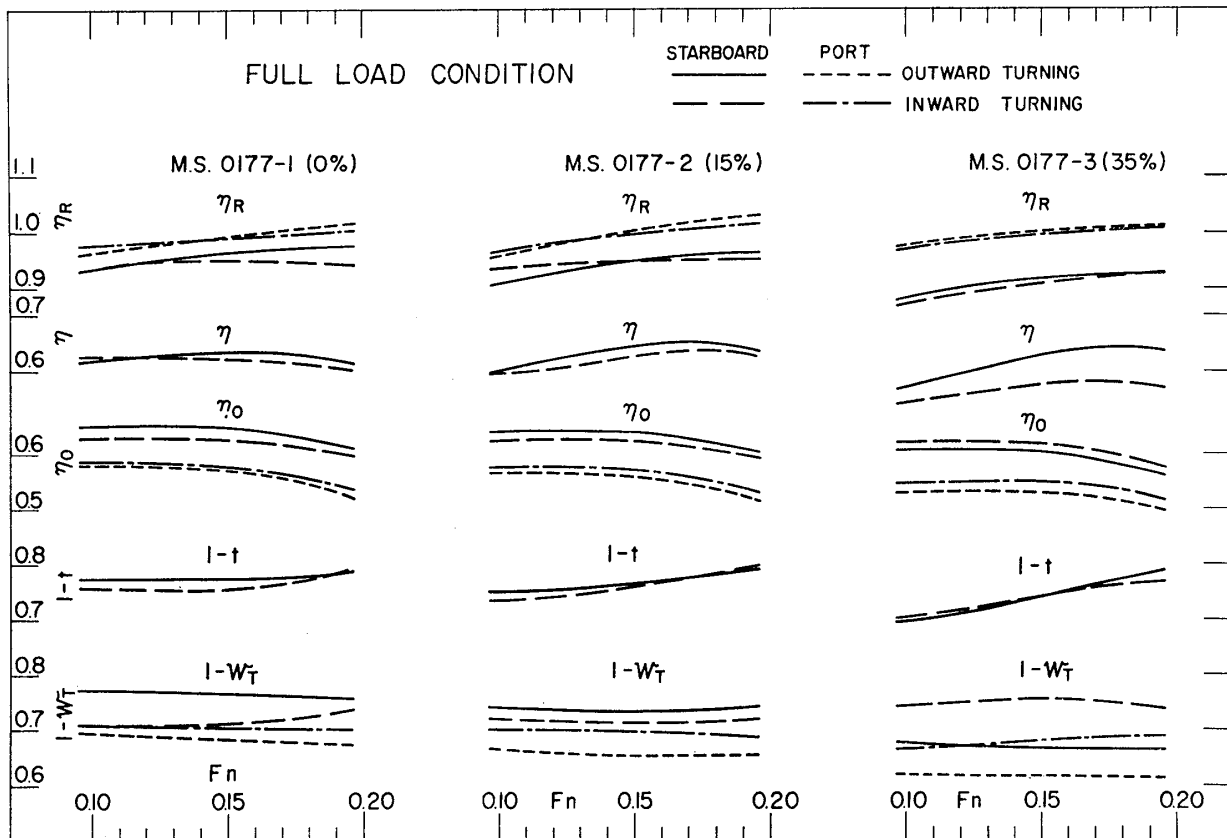


図-5-c M. S. 0177-1, 2, 3, (O. L. P., 満載状態) の自航試験結果

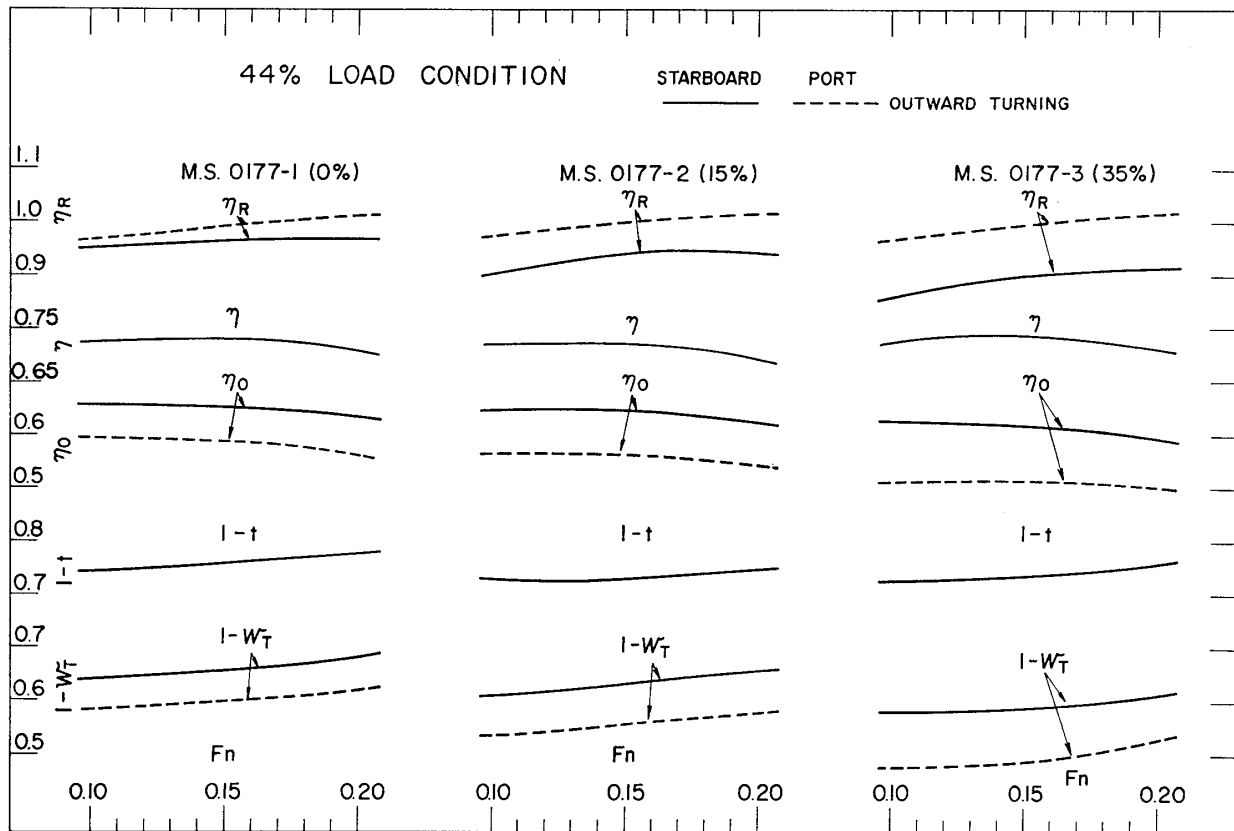


図-5-d M. S. 0177-1, 2, 3, (O. L. P., 44% Δ_F 状態) の自航試験結果

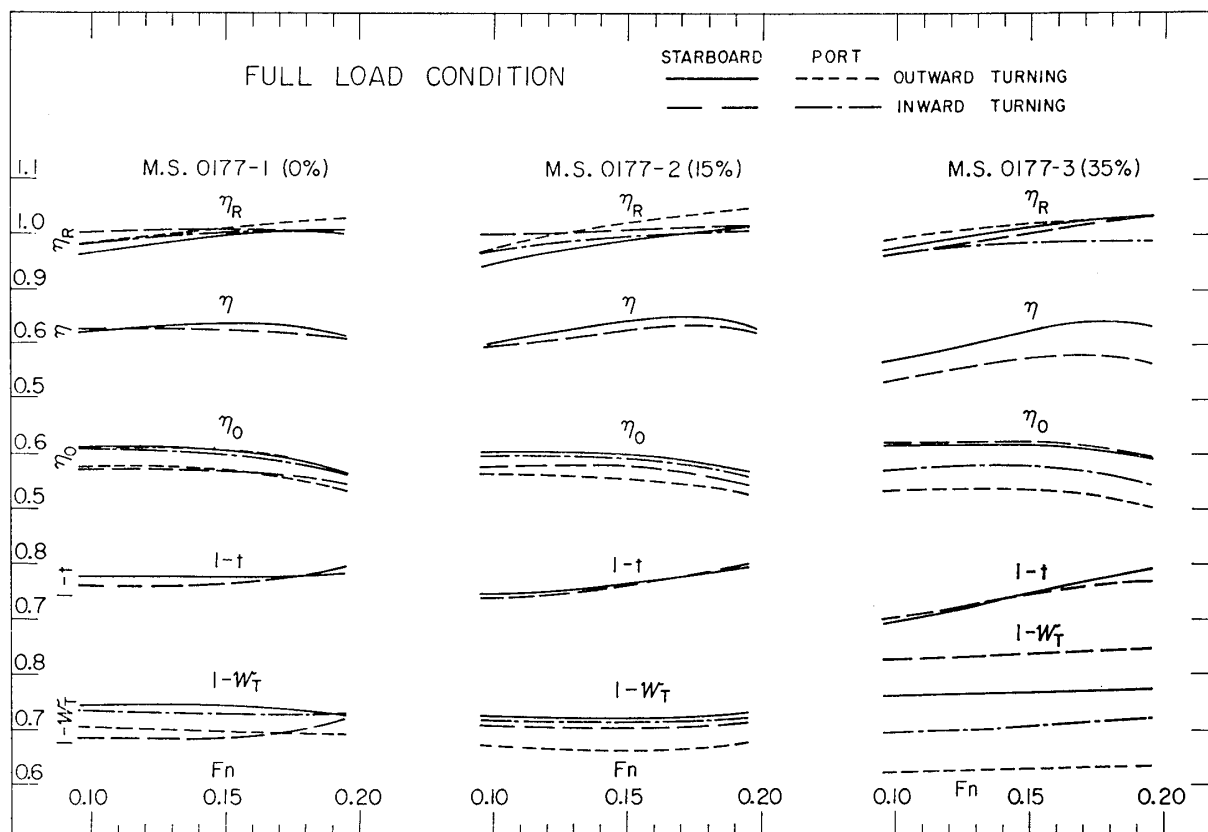


図-5-e M. S. 0177-1, 2, 3, (O. L. P., 満載状態) の自航試験結果 (O. L. P. 個々の単独性能による解析)

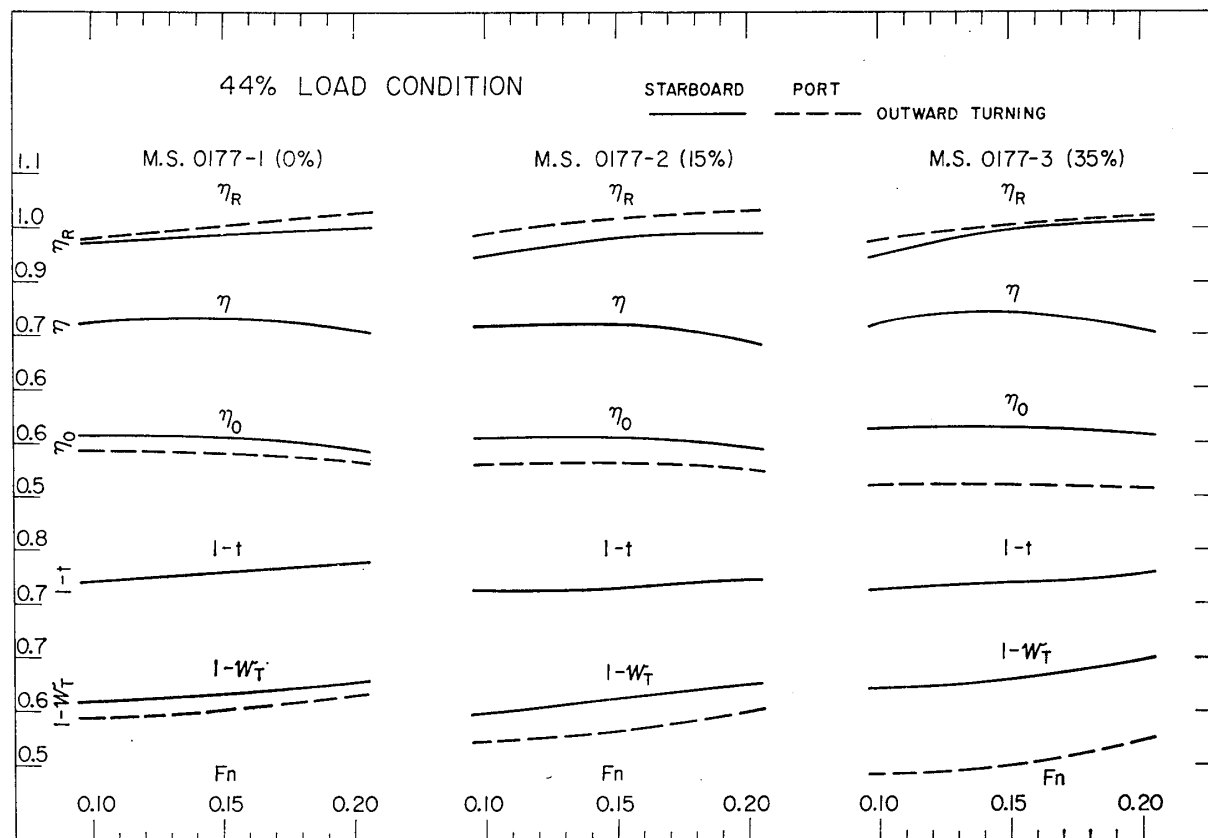


図-5-f M. S. 0177-1, 2, 3, (O. L. P., 44% Δ_F 状態) の自航試験結果 (O. L. P. 個々の単独性能による解析)

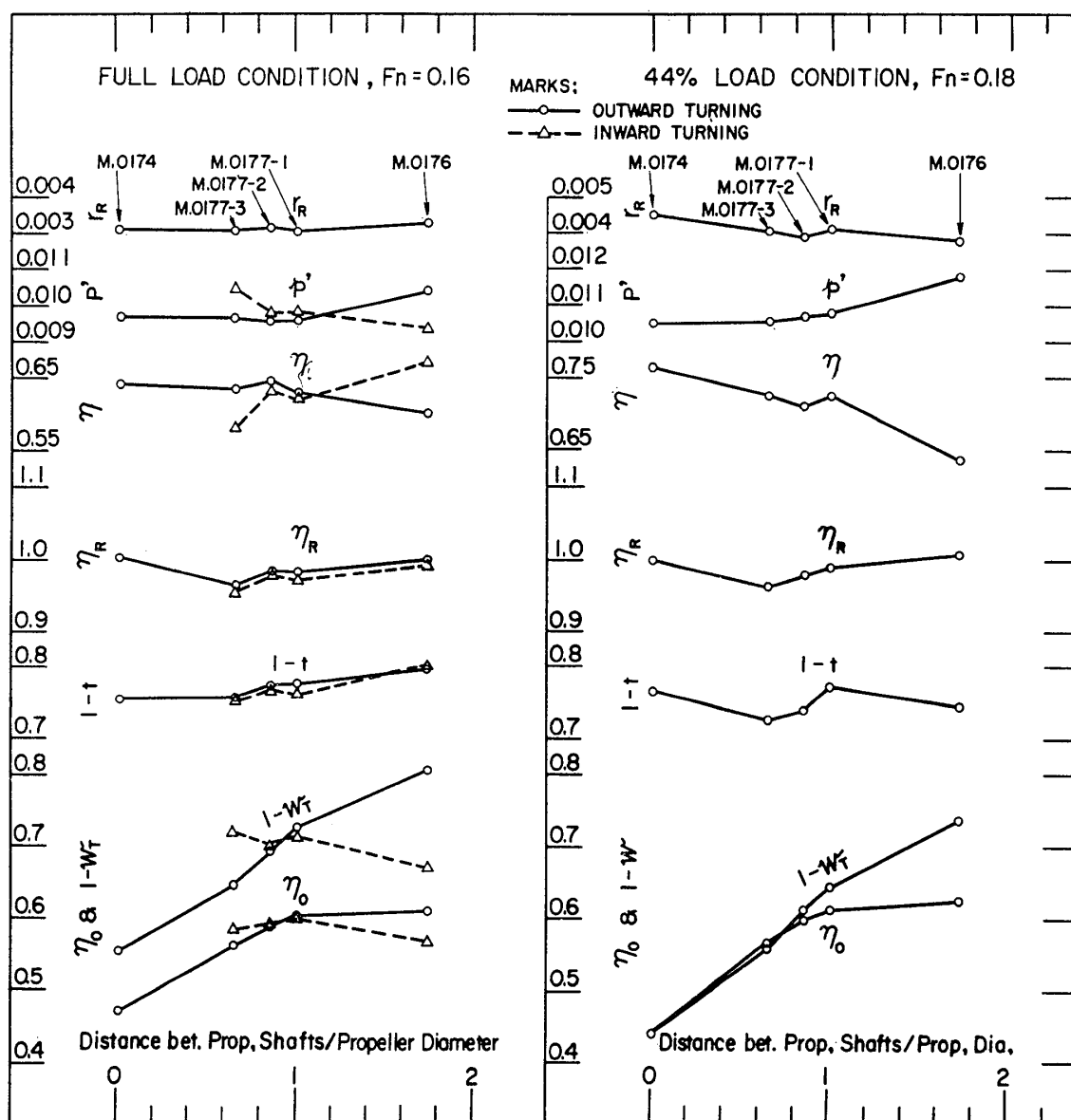


図-6 1軸船, 2軸船, O.L.P.の比較

して図-6に示す。ただし、2軸船およびO.L.P.の抵抗試験は副部つきで行っている。

抵抗試験の結果によると、満載状態では各船の剰余抵抗係数 r_R の間には大きな差はみられないが、V型船尾形状の1軸船(M. S. 0174)の値がU型船尾形状をもつ2軸船(M. S. 0176)の値にくらべるとやや低目である。O.L.P. (M. S. 0177-1, 0177-2, 0177-3)の r_R は、1軸船と2軸船との中間に位置しており、かつ、プロペラの overlap の割合が変わっても r_R としてはほとんど変わっていない。O.L.P. の船尾は2軸船尾からスタートして、1軸船尾的に変更しているわけであり、さらにそのボッシングは主船体にくらべて非常に小さいことを考慮すると当然の結果である。

う。44% ΔF 状態では、満載状態とは逆に、1軸船の r_R の値が2軸船にくらべて高くなっているが、これは船尾形状のちがいによるものが副部の差によるものを上まわったものと考えられる。O.L.P. の場合は、満載状態と同様に、 r_R の値としては両者の中間になっている。また、低速抵抗より求めた形状影響係数 K の値(Hughes ベース)は、それぞれ次のようになっている。

	満載状態	44% ΔF 状態
M. S. 0174 (1軸船)	0.40	0.35
M. S. 0176 (2軸船)	0.44	0.32
M. S. 0177-1(O.L.P., 0%)	0.40	0.33
M. S. 0177-2(" , 15%)	0.40	0.33

M. S. 0177-3(" , 35%) 0.37 0.33

これをみると、各船の間で、Kの値としては極端なちがいはみとめられない。

自航試験の結果をみると、1軸船と2軸船との大きな差異は、伴流係数にあり、2軸船では、プロペラの回転方向が外回りの場合には、 W_T が50%以上もの低下を示して推進効率の大幅な低下を来している。満載状態にくらべ、44%△F 状態では2軸船は1軸船よりも抵抗としてはやや減少しているものの、推進効率が大きく悪化しているために、トータルとしての性能は1軸船にくらべて、非常に悪いことがわかる。ただし、満載状態で、プロペラの回転方向を内回りにした結果は、wake gain が大きくて、1軸船なみの良い結果が得られている。

推進性能改善をはかる O.L.P. の狙いのひとつとして、wake の増大があるが、以下に示す今回の結果からもこのことは確かめられている。O.L.P. について得られた主な結果は次の通りである。ただし、解析には、自航試験に対応した状態でプロペラ単独試験を行った結果を使用している。

(1) 総合的にみて、自航要素のうち、 $1-W_T$ の値は2軸船にくらべると約10%減少しているが、 $1-t$ や η_R には大きなちがいはない。

(2) プロペラの回転方向が外回りのとき。
満載、44%△F 両状態とも、プロペラの overlap 量が0%のとき (M. S. 0177-1, すなわち前後のプロペラをプロペラ面に投影したときに接している場合) から、15% (M. S. 0177-2) へ、さらに35% (M. S. 0177-3) へと増加するにしたがって、前後プロペラのそれぞれの $1-W_T$ の値やプロペラ単独効率 η_0 の値は次第に低下している。プロペラ効率比 η_R については、overlap 量の変化にかかわらず、前プロペラの値は不変であるが、後プロペラの値は、overlap 量の増加にともなって低下し、overlap 量が35%になると、急激に下がってくるのがわかる。

(3) プロペラの回転方向が内回りのとき (満載状態)。 $1-W_T$ の値としては、overlap 量が増加するにしたがい、前プロペラではやや低下しているが、後プロペラでは逆に増加し、35%overlap の時には急激に高くなっている。プロペラ単独効率 η_0 も、前プロペラについては、overlap 量の増加とともにやや低下するが、後プロペラの値はあまり変らない。また、 η_R は、外回りの場合と、傾向的にも数値的にも似ている。

(4) $1-t$ の値は、プロペラの回転方向によって差を生じないが、overlap 量の増加にしたがって低くなる傾向である。

(5) 2軸船から O.L.P. に、かつ overlap の量が増加するにしたがって、前後 (左右) プロペラの受け持つスラスト、トルクや、さらに $1-W_T$, η_0 , η_R の差が大きくなってきているが、これは当然予測されることであり、overlap の影響を示しているものと考えられる。

(6) もし、各プロペラ単独の状態で試験した結果の図-3 e を使用して解析すると、図-5 e, f にみられるように、プロペラの回転方向のちがいや overlap の割合によって自航要素の変化のしかたは一樣ではない。すなわち、overlap が0%および15%の場合は、 $1-W_T$, η_0 , η_R とも、前後 (左右) プロペラの値の差が少くなる方向であるが、35%の場合には、 η_R のみは各プロペラの間差がなくなり、反対に $1-W_T$ や η_0 としては、むしろ、その差が広がる傾向である。

以上を総合して、図-6により各船を比較すれば (この図中の2軸船および O.L.P. の自航要素等の数値は、便宜上、両プロペラの平均値がとってある)、各状態とも、プロペラ回転方向が外回りの場合には次のことがいえる。2軸船→O.L.P.→1軸船とプロペラ軸間距離がせまくなるにしたがって、 p' (馬力係数)、 $1-W_T$ および η_0 の値は減少している。 p' は、2軸船から O.L.P. に移ると大幅に減少し、O.L.P. と1軸船とでは、あまり差がみられない。 $1-W_T$ の値は、ほぼ直線的に減少し、また、 η_0 は、2軸と O.L.P. の差に比して、O.L.P. と1軸との差が大きく現れている。しかし、 η_R , $1-t$ には一般的な傾向はみとめられない。推進効率 η については、O.L.P. は満載状態では1軸船とほとんど変わらないが、44%△F 状態では悪くなっている。2軸船の推進効率は、外回りの場合は悪い。つぎに、プロペラ回転方向が内回りの場合は、明らかに2軸船が、最良の結果を示している。O.L.P. の場合は、一般に、外回りよりも推進性能が低下し、overlap の割合が最も大きい35%の場合は、極端に悪くなっているが、これはプロペラの相互影響が、内回り回転の場合に強く現れているものと考えられる。

また、overlap の割合が大きくなり (終局的にはコントラローティテングプロペラになるが)、1軸船へと移ってゆくなかで、伴流係数の値としては、前後プロペラとも増加しているけれども (プロペラ単独効率は減少する、ただし外回りの場合)、プロペラ効率比の

低下が **overlap** の最も強いとき急激になって (図—5 c にみられるように、後プロペラの η_R の値の急激な低下が原因で)、結局、推進効率の低下につながる事がわかる。

O.L.P. の左右プロペラのアンバランスをなくすために、例えば、35%**overlap** の場合、実験結果を基にして、同一スラストを得るようにしたプロペラの要目は、MAU 6—55用の図表を使用して求めてみると次のようになっている。

	直径	ピッチ比	単独効率
前プロペラ	8.50m	0.77	0.56
後プロペラ	"	0.86	0.60

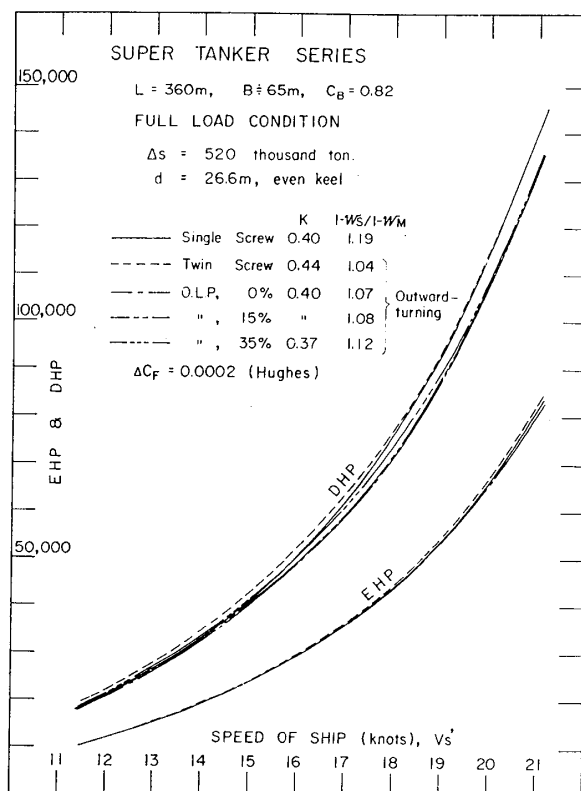
試験に使用したプロペラ単独効率は、前プロペラが

0.54、後プロペラが0.60となっているので、単独効率としては、前後プロペラに同一のスラストをもたせることにより、やや改善がみられる。

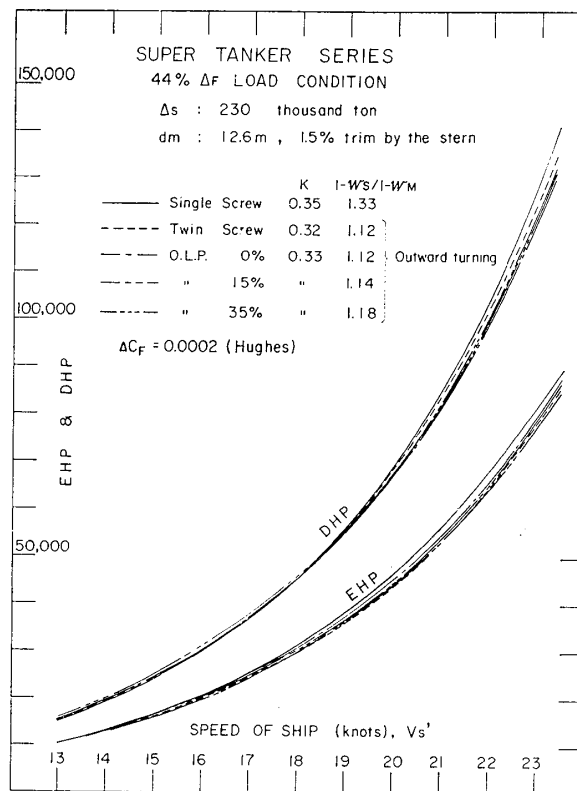
最後に、各船の馬力の比較を図—7に示す。ただし、各船の $(1-W_s)/(1-W_M)$ の値は、文献⁹⁾によって求めたものである。

この数値は、本来、1軸船用のものであるが、他に適当な資料がなかったため、今回の場合もこの数値を使用した。

これによると、満載状態で各船の EHP にあまり差がないのにくらべ、DHP では、O.L.P. の各船が1軸や2軸船より中、高速で低くなっているのは、伴流係数の尺度影響の量の違いによるものである。



図—7—a 馬力曲線 (満載状態)



図—7—b 馬力曲線 (44% ΔF 状態)

4.3 伴流計測

1 軸船, 2 軸船および O.L.P. の各船についてプロペラ面の伴流計測を行った。試験は, 各船とも, 満載状態, $F_n=0.16$ で行った。計測には4脚5孔ピトー管を使用した。5孔ピトー管の計測位置角度 θ を 15° または 20° おきとした。この θ を横軸にして, それぞれ, 軸方向速度成分, 円周方向速度成分, 半径方向速度成分をまとめて図-8 a, b, c, d, e に示す。円周方向速度成分 V_T/V_M の符号は (-) を後ろからみて時計回

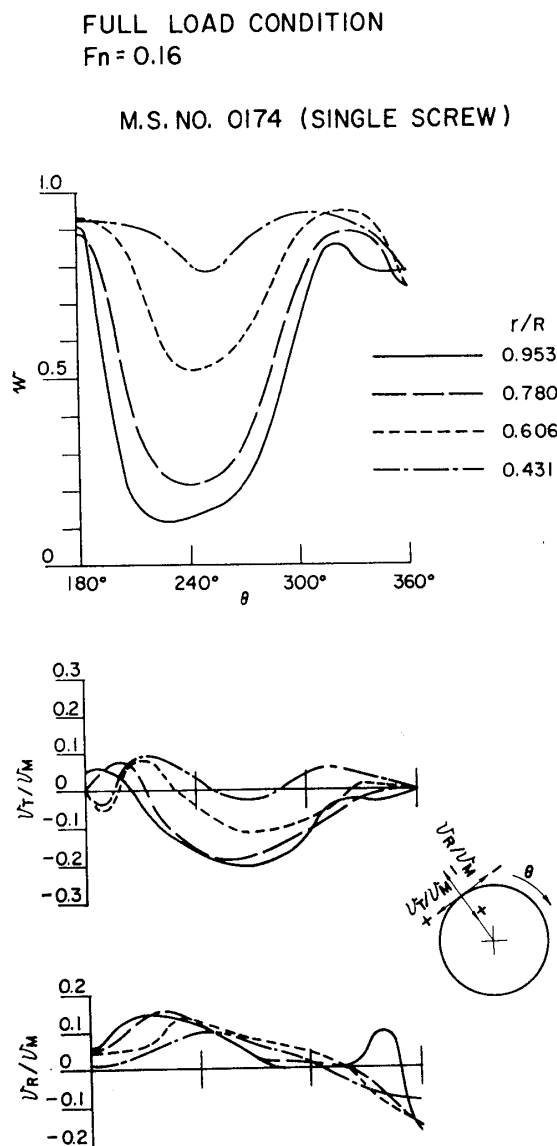


図-8-a

1 軸船の軸方向, 円周方向および半径方向速度成分

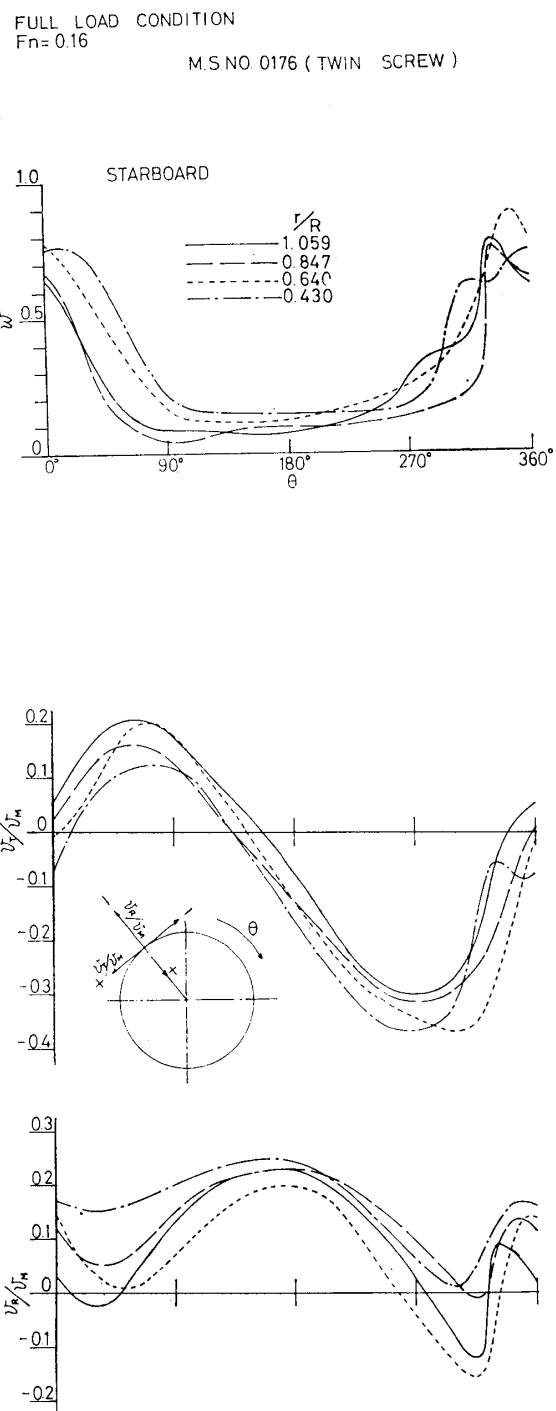


図-8-b

2 軸船の軸方向, 円周方向および半径方向速度成分

M.S.NO. 0177-1 (100% Dp OVERLAPPING PROPELLER)

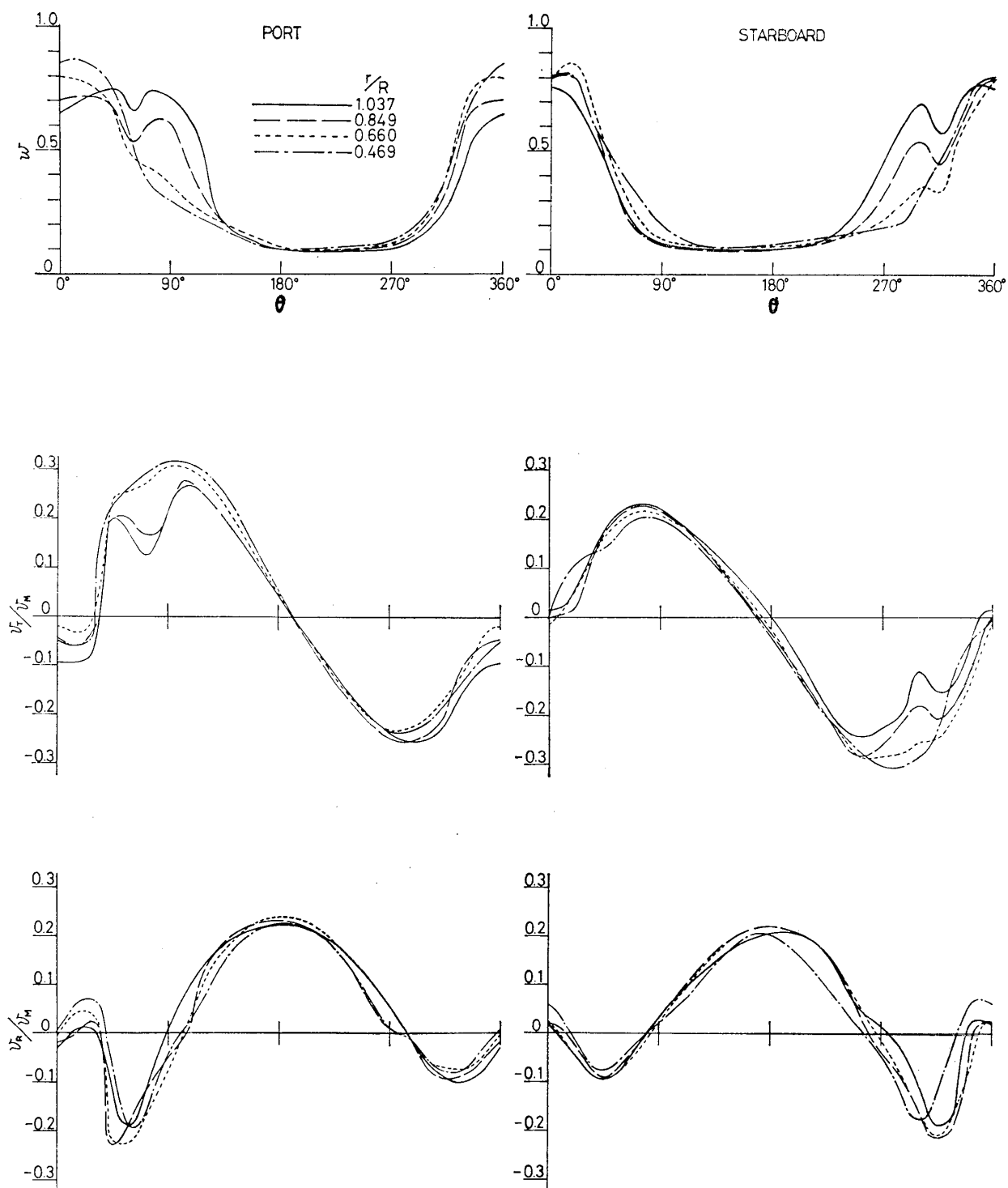


図-8-c

軸方向, 円周方向および半径方向速度成分, O.L.P., 0%

M.S.NO. 0177-2 (85% Dp OVERLAPPING PROPELLER)

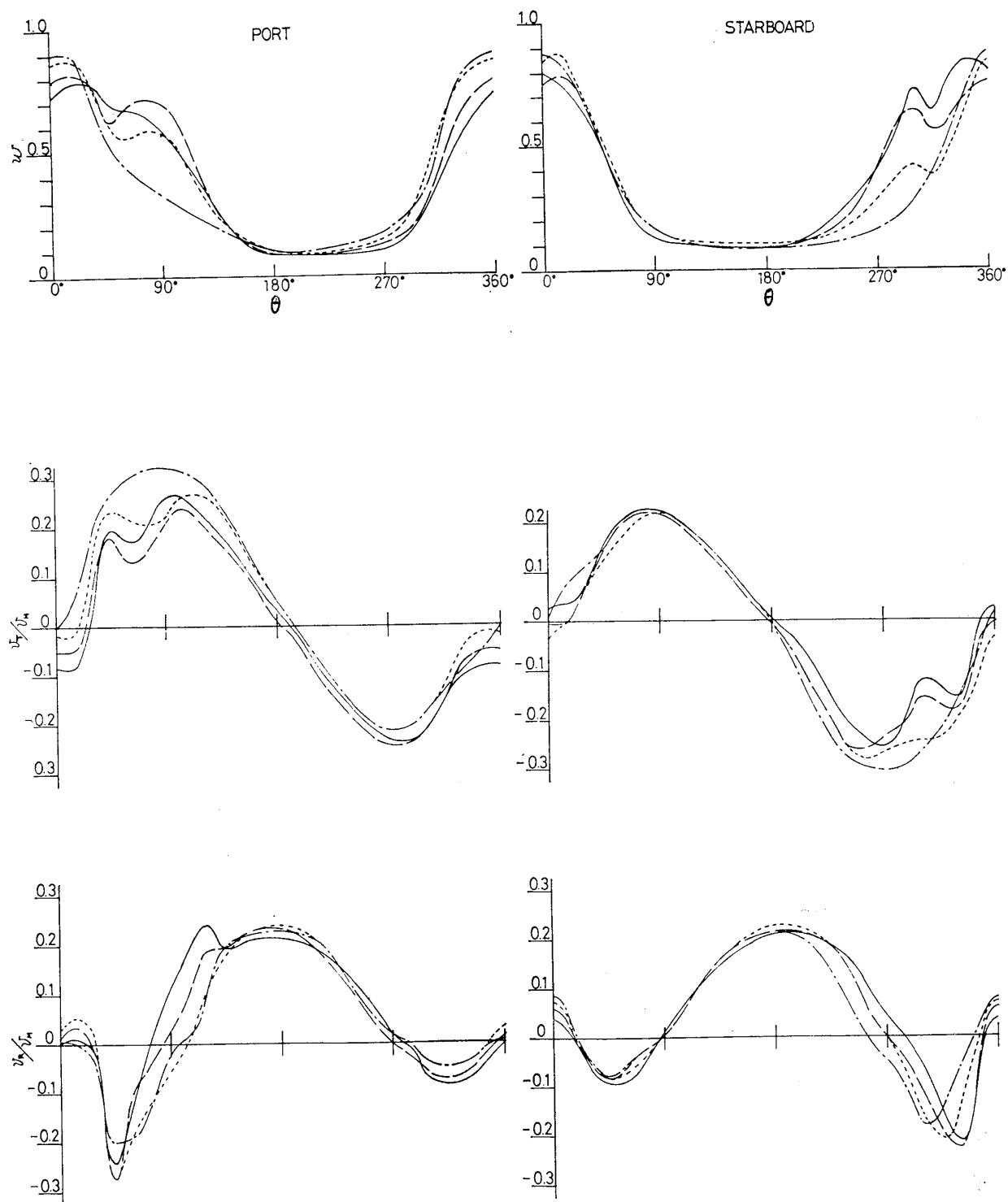


図-8-d

軸方向, 円周方向および半径方向速度成分, O.L.P., 15%

M.S. NO. 0177-3 (65% Dp OVERLAPPING PROPELLER)

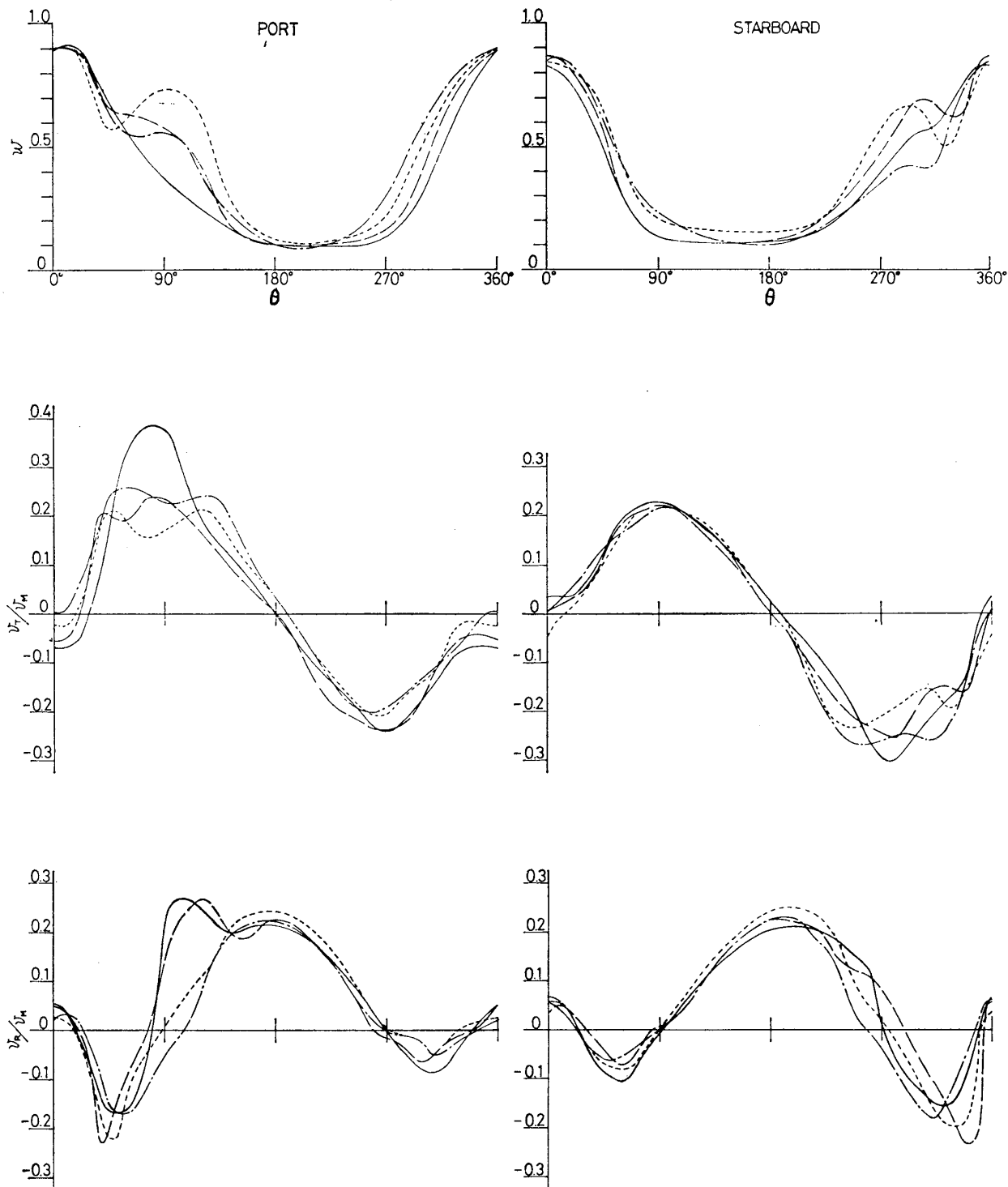


図-8-e

軸方向, 円周方向および半径方向速度成分, O.P.L., 35%

りの方向, (+) を反時計回りの方向とすれば, V_T/V_M は, 2 軸船の場合は, (+) の領域より (-) の領域が広く円周方向の速度成分としては反時計回りの方向の成分が優勢であるが, O.L.P. 場合は, いずれの状態も, 180° から 360° の間の (-) の領域と, 0° から 180° の間の (+) の領域とがほぼ等しく, 円周方向の速度成分としては, どちらの方向の成分が優勢かこの図よりは判断できない。

伴流分布およびプロペラ面への投影速度成分を図-9 a, b, c, d, e に示す。2 軸船の場合は, 船体外側より内側に向かう流れよりも, 下側より上方に, かつ内側より外側に向かう流れが強くあらわれている。

O.L.P. の場合, overlap の割合が 0 から 35% に変化すると, プロペラ位置が船体中心線面に近づくので, 伴流値は, 予想通り増加する傾向がみられる。プロペラの前後方向位置としては, 後ろに位置する右舷側プロペラから直径の 30% 長さだけ前位置にある左舷側プロペラ面での伴流分布には, 当然, 後プロペラ (右舷側) 用のボッシングおよび主船体による影響がみられる。投影速度成分としては, 一般に, $\theta=0^\circ$ 近辺を除

けば, ほぼ垂直に下側より上方に向かっており, 35% の overlap 状態では, やほり, 伴流分布と同様に左舷側の計測結果にボッシングおよび主船体の影響が表れている。

円周方向の流速は, 右回りおよび左回りのいずれの方向の成分が強いとも断定できないので, 自航試験結果の, プロペラの回転方向を外回りから内回りにした時の差異, 特に overlap の割合が 35% に増えて急激に変化した原因は, やほり前後プロペラの overlap の程度が大きいための, x 方向の流れの大きさの差によると考えられる。この x 方向の流れが overlap 量により変化する模様は, 平均伴流を示した図-10 にみることができる。この図によれば, 前プロペラの伴流は後プロペラの伴流より大きいことがわかる。

また, 文献⁶⁾を参考にして, 公称伴流と有効伴流との関係を図-11 に示してある。この図によれば, O.L.P. によって得られた結果は, 1 軸および 2 軸の結果の間にきており, 一つの曲線上にのるものと思われる。

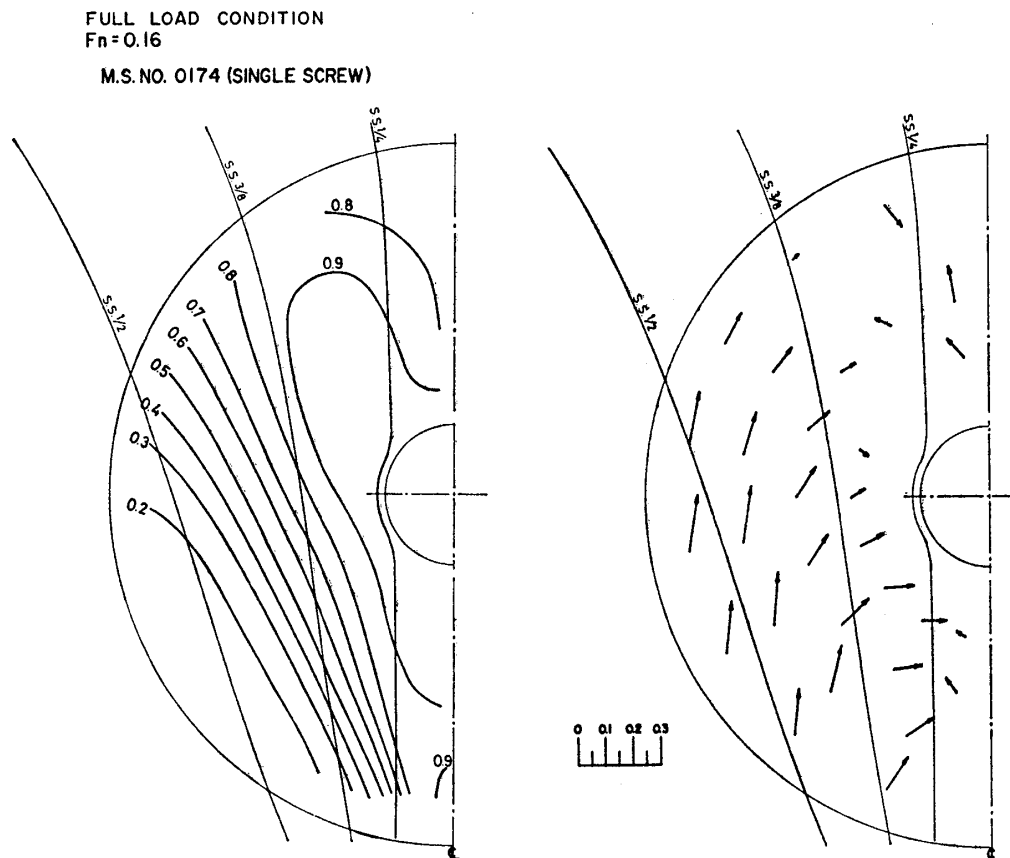


図-9-a 1 軸船の伴流分布およびプロペラ面への投影速度成分

FULL LOAD CONDITION
 $Fn = 0.16$

M.S.NO.0176 (TWIN SCREW)

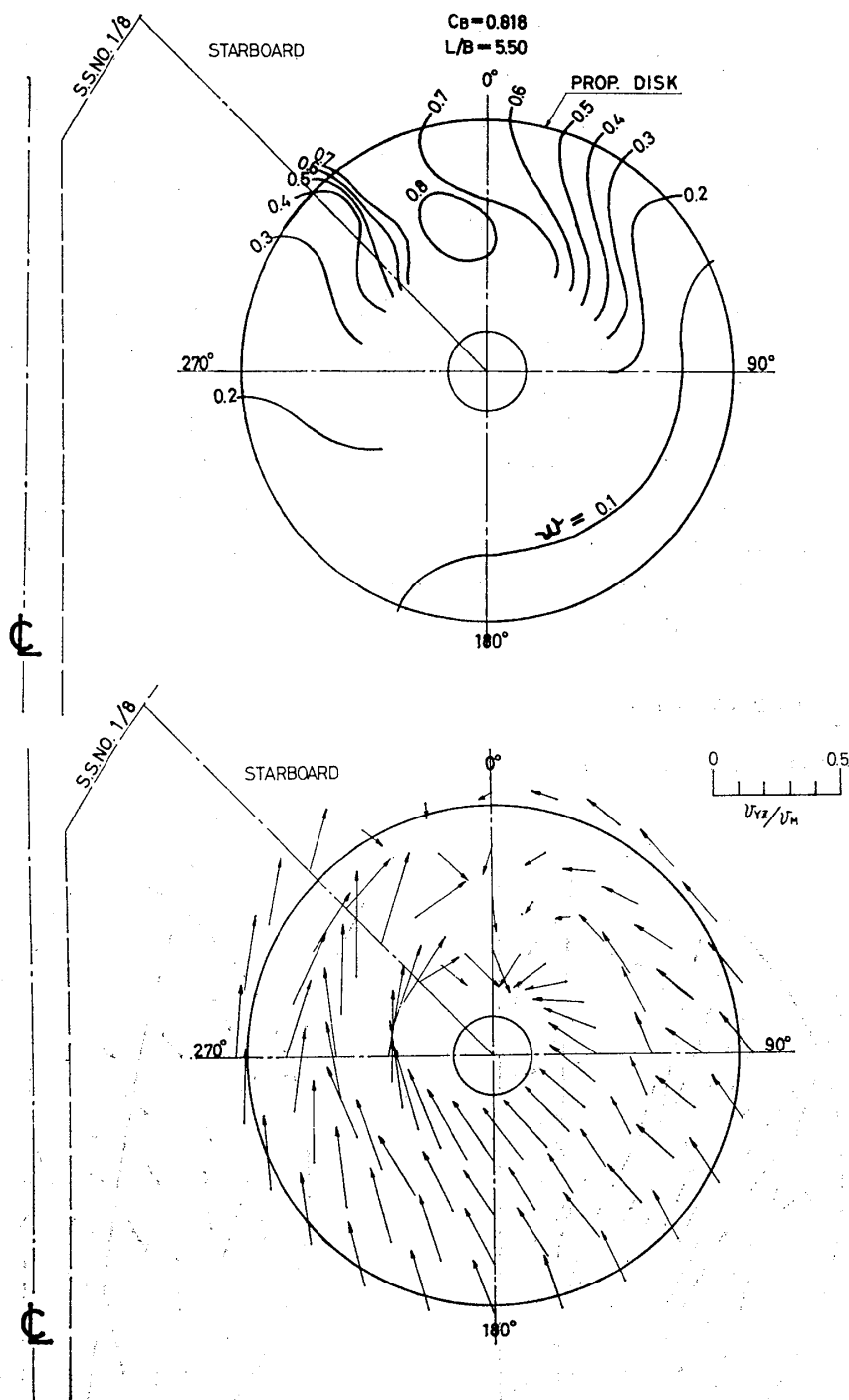


図-9-b 2軸船の伴流分布およびプロペラ面への投影速度成分

M.S.NO. 0177-1 (100 % Dp OVERLAPPING PROPELLER)

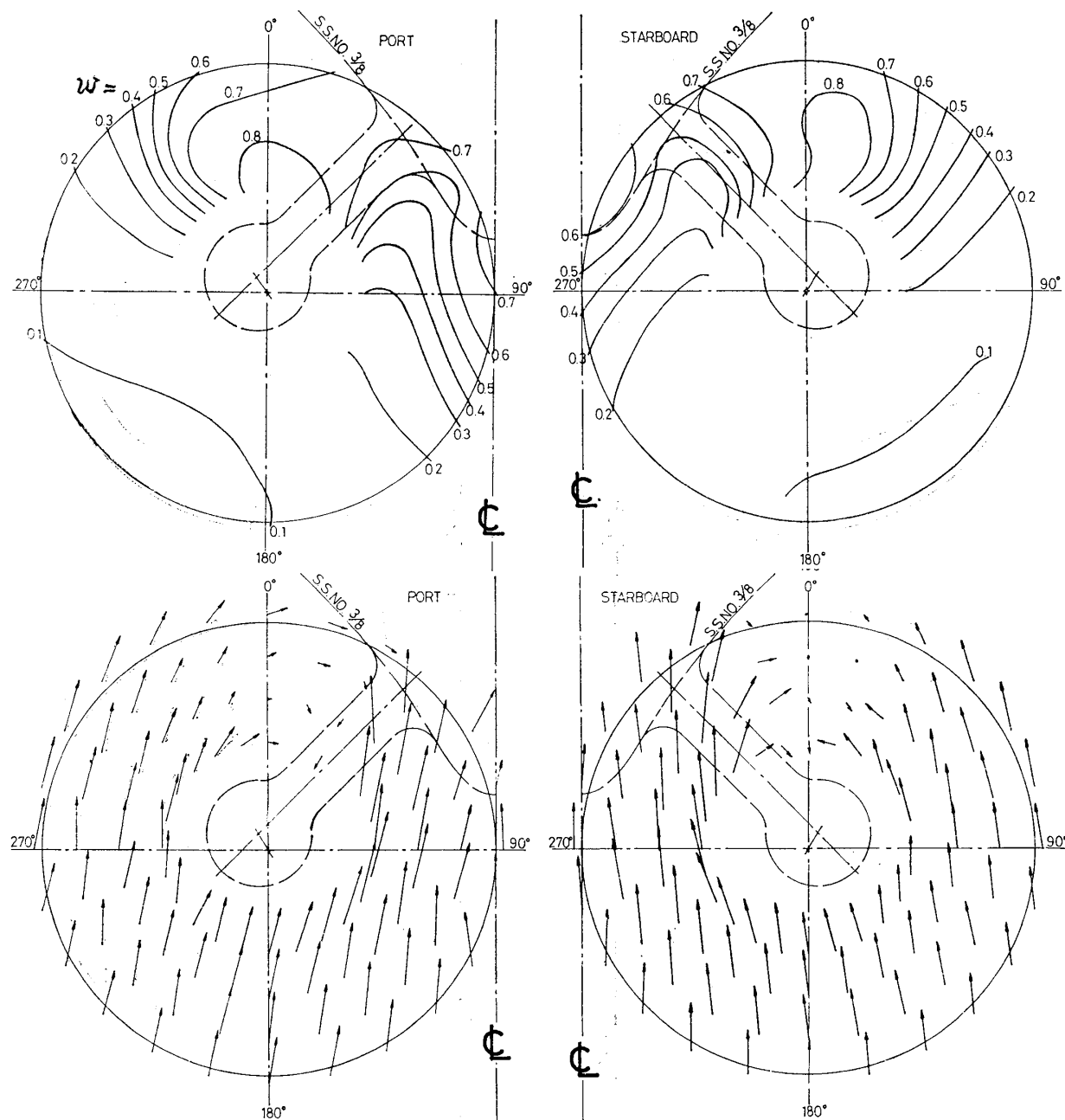


図-9-c

伴流分布およびプロペラ面への投影速度成分, O.L.P., 0%

M.S. NO. 0177-2 (85% Dp OVERLAPPING PROPELLER)

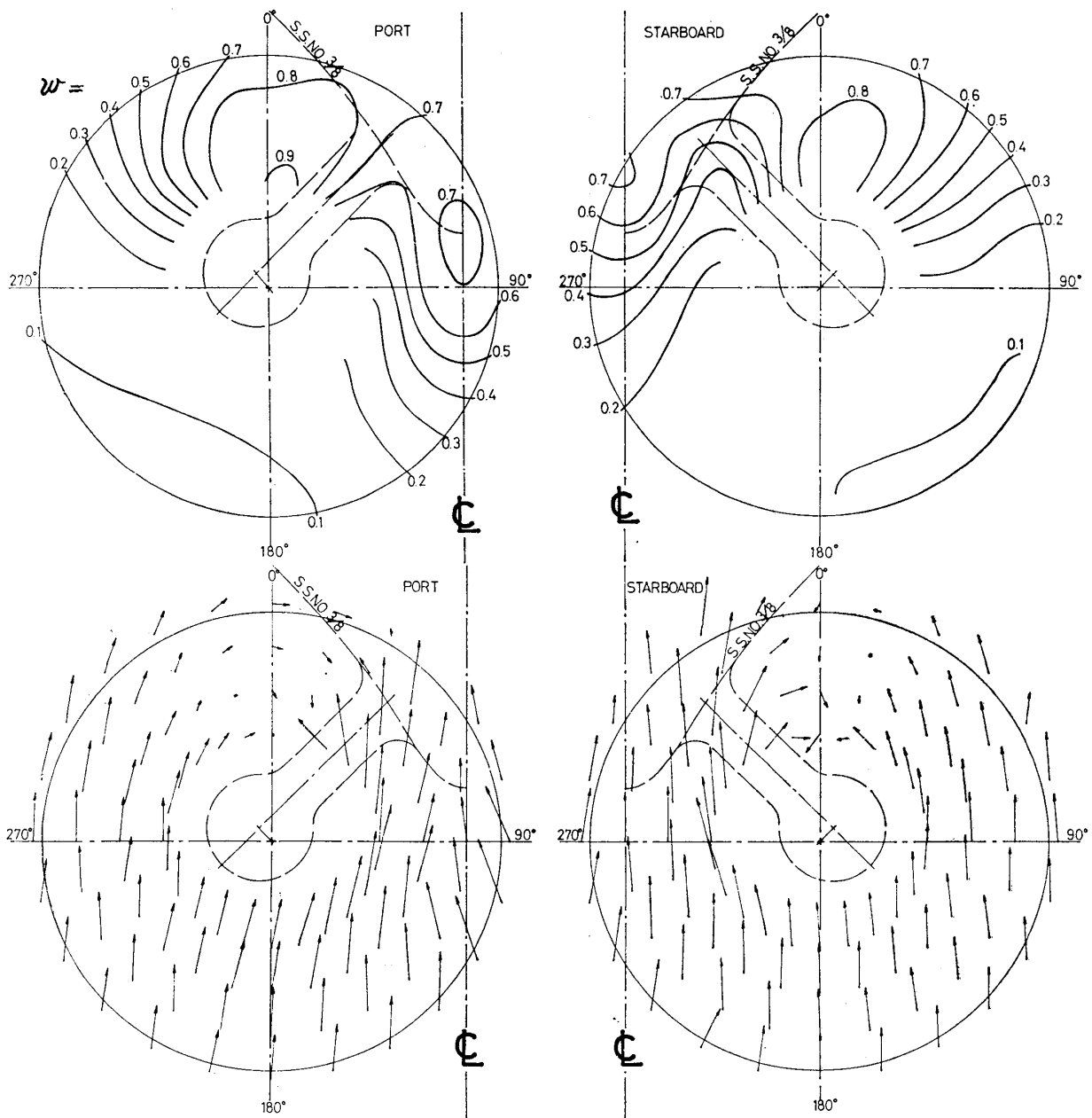


図-9-d

伴流分布およびプロペラ面への投影速度成分, O.L.P., 15%

M.S.NO. 0177-3 (65% OVERLAPPING PROPELLER)

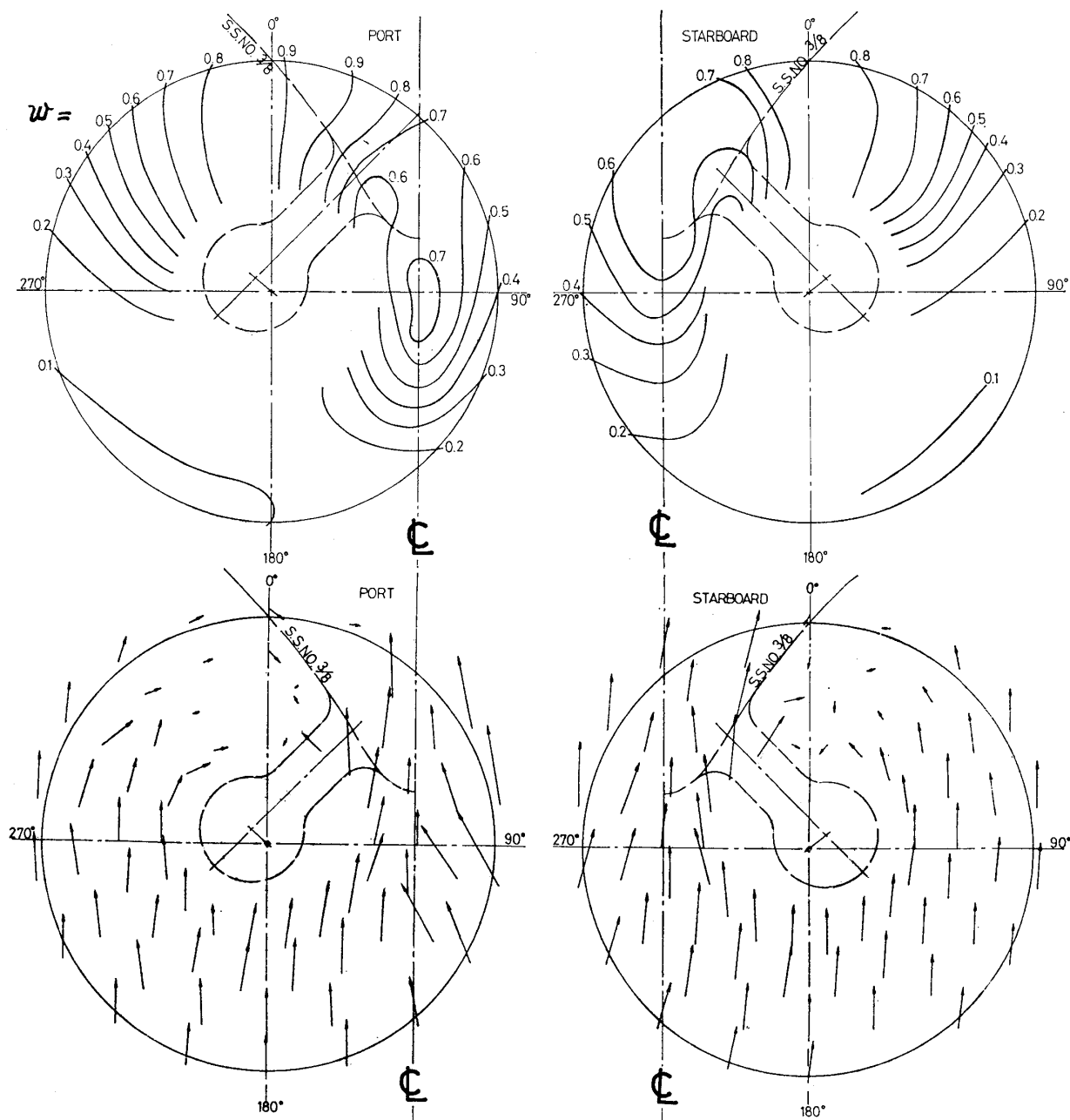


図-9-e

伴流分布およびプロペラ面への投影速度成分, O.L.P., 35%

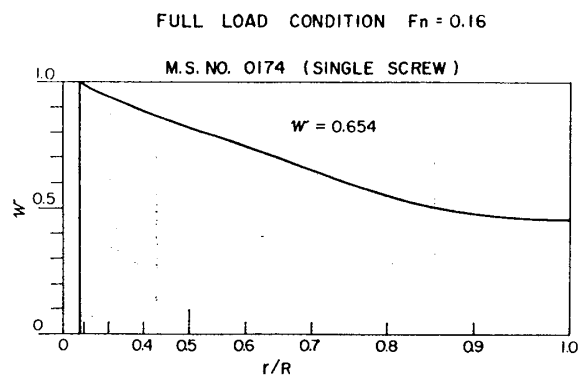


図-10-a 1軸船の平均伴流

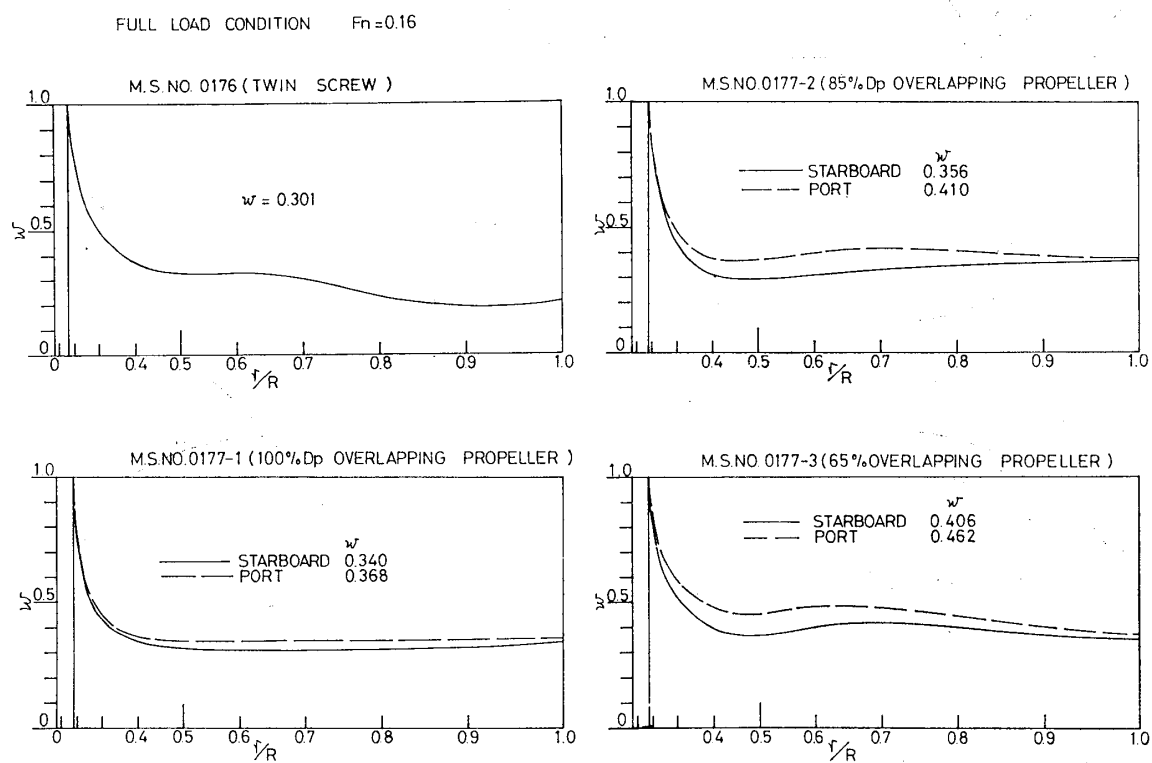


図-10-b 2軸船およびO.L.P.の平均伴流

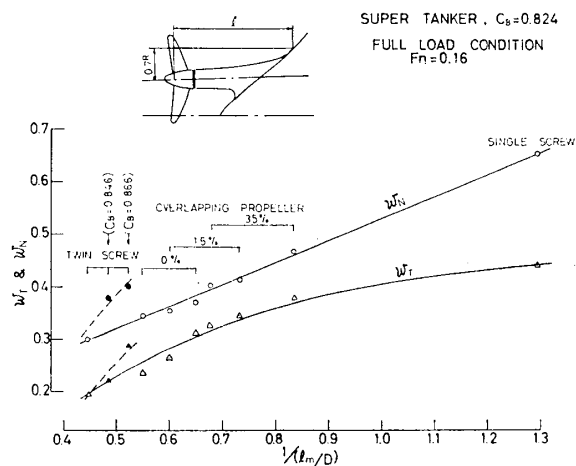


図-11 平均伴流と有効伴流との関係

5. 結 言

本研究を開始した時点は、船舶の巨大化または高馬力化がさかんに進められていた昭和47～48年であり、したがって対象船として、50万トン型肥大タンカーをとりあげた。造船界の現況からみると、今後の肥大タンカーの建造についてどのような予測を下すかは困難である。しかし、本研究にて得られた結果は、現時点においても有用と考えられる。

タンカーの巨大化に伴ない、機関出力の高馬力化を招来し、1軸あたりの馬力に上限のあることから2軸あるいは3軸という多軸船の推進性能の研究や、さらに推進性能を向上させる他の推進方式を求める方向に研究が進められてきた。

対象を50万トン型タンカーに考えて、各種推進法のなかから、1軸船、2軸船、Overlapping Propellerをえらんで試験を行った結果、O.L.P. はかなり有望な成績を示している。ただ、O.L.P. には、伴流の尺度影響その他の問題が残されているので、確かな結論を得るには、いっそう詳細な試験を追加することが必要であろう。しかし、本報告により、overlap の程度と関連して各プロペラの性能が具体的に明らかにされた。

また、2軸船の、プロペラ回転方向が内回りの場合が、予想外によい結果を示したとはいえ、これが最も良いという結論を出すには、いっそう詳しい試験研究が必要であろう。

推進法の比較として、計画にあるように、ひきつづいて、Ducted Propeller、3軸船および Contra-rotating Propeller の試験を実施し、足りない部分を補ってから総合的にまとめて、問題の合理的な解決をはかる予定である。

最後に、本研究のすべてにわたって御指導をいただいた横尾前進性能部長、御協力をうけた推進性能研究委員会(P.R.C.)の各委員に深く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) T. Munk and C.W. Prohaska, "Unusual Two-Propeller Arrangements", Naval Hydrodynamics 7th Sym., ONR, (1968)
- 2) 推進性能研究委員会 昭和47年度 報告書
- 3) H. Kerlen, I. Esveltdt, and R. Wereldsma, "Propulsion, Cavitation and Vibration Characteristics of Overlapping Propeller for a Container Ship", I.S.P. Vol. 19 No. 214, 1972
- 4) J. Strom-Tejsten and R.E. Roddy. Jr, "Performance of Containership with Overlapping Propeller Arrangement", N.S.R.D.C. Report 3750, 1972
- 5) 矢崎敦生, "様型船による水槽試験から実船の伴流係数を推定するための図表について", 日本造船学会誌 第480号, 昭和44年6月
- 6) 横尾幸一, 高橋肇, 川上善郎, "船尾形状を異にする巨大船の尺度影響について", 造船学会論文集 第128号, 昭和45年

記 号 表

(1) 船体

L_{PP}	垂線間長さ (m)
L_{DWL}	計画満載喫水線上の長さ (m)
B	型幅 (m)
d	型喫水 (m)
C_B	方形係数
C_P	柱形係数
C_M	中央面積係数
l_{CB}	縦方向の浮力中心位置, 船体中央からの距離を L_{PP} の%で示す。 中央より前方の場合を(-), 後方の場合を(+)
∇	排水容積 (m^3)
Δ	排水量 (ton)
S	副部を含めた浸水表面積 (m^2)

(2) プロペラ

D	直径 (m)
R	半径 (m)
n	プロペラの毎秒回転数 (rps)
N	プロペラの毎分回転数 (RPM)
V_A	プロペラの前進速度 (m/sec)
J	プロペラの前進係数
K_T	スラスト係数
K_Q	トルク係数
η_0	プロペラ単独効率
η_R	プロペラ効率比

(3) 抵抗および推進

V	船の速度 (m/sec)
V_s	実船の速度 (Knot)

24

ρ	流体の密度 ($\text{kg}\cdot\text{sec}^2/\text{m}^4$)
r_R	剰余抵抗係数
ΔC_F	実船に対する粗度修正量
K	形状影響係数
F_n	フルード数
g	重力の加速度
ν	流体の動粘性係数 (m^2/sec)
EHP	有効馬力 (P.S.)

p'	馬力係数
W_T	スラスト係数ベースによる伴流係数
t	スラスト減少係数
η	推進効率
DHP	伝達馬力 (P.S.)

註： 末尾記号のMは様型船を，Sは実船を示す。