

バルブ付き肥大船型の推進性能に関する研究

横尾 幸一* 市原 良夫* 矢崎 敦生** 森山 茂男**

Investigation into the Propulsive Performance
of Super Tankers with Bulbous Bow

by

Koichi Yokoo, Yoshio Ichihara, Atsuo Yazaki, Shigeo Moriyama

Summary

This report consists of two parts. In Part 1 was mainly studied the effect of fore-body shape upon the propulsive performance of a tanker with $L/B=6.0$ and $C_B=0.80$, and in Part 2 that with $L/B=6.5$ and $C_B=0.82$. 18 model ships were used in the work of Part 1 and 6 model ships in that of Part 2.

The principal results of these series model tests are as follows;

- (1) The bulbous bow form projected forward from F. P. gave the best propulsive performance throughout the three loaded conditions of full, half and ballast among the four bow shapes of normal, cylindrical bows and orthodox and projecting bulbous bows.
- (2) So far as the size of bulbs varies from 6% to 14% of midship section area, resistance coefficient for the fully loaded condition decreases with the increase of bulb size and there exists the optimum size varying with Froude no. for the ballast condition.
- (3) Under the fully loaded condition shape of bulbous bow has very slight influence on the propulsive performance, but under the ballast condition the lowered and projecting bulb gives better propulsive performance.
- (4) Amount of projection of the bulb has a considerable influence upon the propulsive performance. For the hull form of $C_B=0.82$ and $L/B=6.5$, projection of about 1.5% of L_{PP} seems to give better propulsive performance around the service speed.
- (5) Concerning the effect of the shape of prismatic curves, big shoulder gave better propulsive performance for the ballast condition and worse performance for the fully loaded condition. Taking the both conditions into consideration, the small shoulder seems to be better.
- (6) According to the results of frame-line series tests, it is recommended not to make the frame lines of full tankers with bulbous bow too U shape.
- (7) Optimum position of L. C. B. was found to be located around -3% of L_{PP} for the hull of $L/B=6.0$ and $C_B=0.80$.
- (8) Comparative tests of two models with different B/d values showed that smaller figure of B/d gave better propulsive performance.

Further works in this field are being carried out and another report will be published in near future.

* 推進性能部 ** 船型試験部

緒 言

昭和33年より2ケ年にわって行なわれたタンカーの推進性能に関する研究¹⁾においてすでに、バルブ船型の優秀性が暗示されていたが、この頃の船型は長さ幅比が大きく、バルブ船型に採用されたバルブの大きさも小さく、普通型船首型との性能の差もそれ程大きくなかった。それ以後次第に広くバルブ船型に対する理論的、実験的研究が行なわれるとともに、アジャ丸、日章丸等のバルブ船型の実船が好性能を示したので、昭和39年頃からは、建造される殆どどの肥大船が船首バルブを採用するようになってきた。

しかし、実際に設計者が船首バルブを取入れるに当たっては、今なお、資料が不足しており、基本設計について困惑することが多い。そこで、最近も多く建造されると考えられる主要目2種を選んで母型を作り、バルブ要目、形状等の船首形状が推進性能に及ぼす影響を調査した。

第1部 L/B=6.0, C_B=0.80 の船型

1. 模型船および模型プロペラ

L/B=6.0, C_B=0.80 ぐらいの主要目で、過去に比

較的すぐれた成績を示した船型をもとにして母型とし、下記7シリーズ、合計18隻の主として船首形を変化させた系統的模型試験を行なった。

- (1) 船首形状シリーズ：M.S. No. 1771~1774
- (2) バルブの大きさシリーズ：M. S. No.1771, 1775, 1776
- (3) バルブ形状シリーズ：M. S. No. 1771, 1777 ~1779
- (4) 船体前半部フレームライン・シリーズ
： M. S. No. 1771, 1780, 1781
- (5) 船体前半部プリズマチック・カーブ・シリーズ
： M. S. No. 1771, 1782, 1783
- (6) 浮心位置シリーズ：M. S. No.1771, 1784~1786
- (7) B/dシリーズ：M. S. No. 1771, 1787

これらの模型船中 *l_{CB}* および B/d のシリーズはパラフィン製で他は木製模型である。(1), (2)および(3)のシリーズの模型船は船首部のみをとりかえ、(4), (5)のシリーズでは6横断面から前をとりかえて実験を行なった。両グループそれぞれに母型を作製したので、母型としては2隻あり、それぞれのグループの比較のもととした。使用した模型船の要目および載貨状態等を一括して表1に示す。また、図1に母型M. S. No. 1711の正面線図および船首尾輪郭を、図2にプリズマ

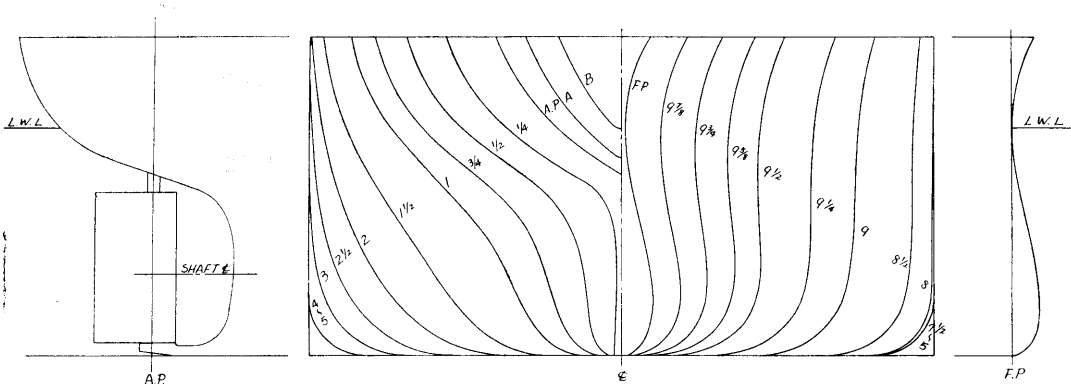


図1 M.S.No.1771の正面線図及び船首尾輪郭図

チック曲線および満載喫水線形状を示す。表1に対応する実船としては

長さ L _{PP}	240m
幅 B	40m
喫水 d	14.5m
主機関	25,000BHP×114RPM

を仮定した。模型プロペラとしては、すべての模型船に対して、表2に示す M. P. No.1551 を使用した。なお、これを対応実船のプロペラに換算すると、その直径は7.20mとなる。

表2 M. P. NO.1551の主要目

M. P. No.	1551
Diameter (m)	0.180
Boss Ratio	0.180
Pitch Ratio (Const.)	0.700
Max. Width Ratio	0.294
Exp. Area Ratio	0.650
Blade Thickness Ratio	0.050
Angle of Rake	10°
Number of Blades	5
Blade Section	MAU

表 1 模型船要目表 (L/B=6.0, C_B=0.80)

M. S. NO.	1771	1772	1773	1774	1775	1776	1777	1778	1779		
L _{PP} (m)	6.000										
L _{DWL} (m)	6.150										
B (m)	1.000										
FULL LOAD CONDITION	∇ (m ³)	1.7364	1.7360	1.7308	1.7362	1.7410	1.7452	1.7363	1.7366	1.7372	
	S _{WITHOUT B.K.} (m ³)	8.719	8.705	8.688	8.699	8.769	8.802	8.724	8.752	8.755	
	d (m)	0.3619									
	TRIM (% of L _{PP})	0									
	C _B	0.800	0.800	0.797	0.800	0.802	0.804	0.800	0.800	0.800	
	C _P	0.808	0.808	0.805	0.808	0.810	0.812	0.808	0.808	0.808	
	C _M	0.990									
	∫c _B (% of L _{PP})	-2.48	-2.50	-2.36	-2.49	-2.57	-2.64	-2.48	-2.48	-2.53	
	B/d	2.76									
	L _{PP} /B	6.000									
BULB	∇/L _{PP} ³ × 10 ⁻³	8.039	8.037	8.013	8.038	8.060	8.080	8.038	8.040	8.042	
	AREA (% of A _m)	6.10	6.10	0	6.20	10.40	14.30	6.00	6.00	6.50	
	LENGTH (% of L _{PP})	0.74	0	0	0	1.29	1.87	0.67	1.08	3.13	
	IMMERSION (% of FULL)	75.8	0	0	0	76.5	76.8	54.1	85.2	84.5	
	BALAST CONDITION	∇ (m ³)	1.1287	1.1284	1.1250	1.1285	1.1317	1.1344	1.1286	1.1288	1.1292
		S _{WITHOUT B.K.} (m ³)	7.191	7.179	7.316	7.326	7.254	7.267	7.193	7.214	7.293
		d (m)	0.2436	0.2436	0.2438	0.2438	0.2437	0.2439	0.2437	0.2435	0.2433
		TRIM (% of L _{PP})	1.0								
		∇ (m ³)	0.7640	0.7638	0.7615	0.7639	0.7660	0.7679	0.7639	0.7641	0.7644
		S _{WITHOUT B.K.} (m ³)	6.284	6.278	6.264	6.274	6.346	6.357	6.271	6.388	6.390
d (m)		0.1712	0.1712	0.1711	0.1711	0.1714	0.1715	0.1713	0.1710	0.1705	
TRIM (% of L _{PP})		2.0									
M. S. NO.		1780	1781	1782	1783	1784	1785	1786	1787		
L _{PP} (m)		6.000									
L _{DWL} (m)	6.150										
B (m)	1.000										
FULL LOAD CONDITION	∇ (m ³)	1.7312	1.7259	1.7355	1.7356	1.7384	1.7391	1.7402	1.5679		
	S _{WITHOUT B.K.} (m ³)	8.676	8.682	8.728	8.727	8.751	8.751	8.728	8.354		
	d (m)	0.3619									
	TRIM (% of L _{PP})	0									
	C _B	0.797	0.795	0.799	0.799	0.801	0.801	0.802	0.800		
	C _P	0.805	0.803	0.807	0.807	0.809	0.809	0.810	0.808		
	C _M	0.990									
	∫c _B (% of L _{PP})	-2.35	-2.25	-2.44	-2.49	-1.50	-3.50	-4.00	-2.48		
	B/d	2.76									
	L _{PP} /B	6.000									
BULB	∇/L _{PP} ³ × 10 ⁻³	8.015	7.990	8.035	8.035	8.048	8.051	8.056	7.259		
	AREA (% of A _m)	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10		
	LENGTH (% of L _{PP})	0.83	0.97	0.76	0.88	0.76	0.41	0.75	0.74		
	IMMERSION (% of FULL)	77.3	70.0	70.0	70.0	76.5	76.5	76.5	75.8		
	BALAST CONDITION	∇ (m ³)	1.1253	1.1218	1.1281	1.1282	1.1300	1.1424	1.1351	1.0192	
		S _{WITHOUT B.K.} (m ³)	7.185	7.177	7.203	7.177	7.231	7.332	7.223	7.004	
		d (m)	0.2440	0.2443	0.2436	0.2436	0.2427	0.2436	0.2437	0.2200	
		TRIM (% of L _{PP})	1.0								
		∇ (m ³)	0.7617	0.7594	0.7636	0.7637	0.7649	0.7642	0.7594	0.6899	
		S _{WITHOUT B.K.} (m ³)	6.272	6.280	6.287	6.293	6.344	6.302	6.299	6.130	
d (m)		0.1715	0.1717	0.1712	0.1714	0.1681	0.1712	0.1722	0.1548		
TRIM (% of L _{PP})		2.0									

2. 試験状態

試験の載貨状態は、満載状態（イブン・キール）、半載状態（満載時の約65%排水量、1% L_{PP} 船尾トリム）、バラスト状態（満載時の約44%排水量、2% L_{PP} 船尾トリム）の3状態で、各模型船について抵抗および自航試験を実施した。摩擦抵抗の算定にはシェンヘル摩擦抵抗算式を使用し、実船に対する粗度修

正量ΔCFは-0.0003とした。また、乱流発生装置としては、当研究所慣用の高さ1mmの梯形スタッドを10mm間隔で、全模型船の9¹/₂横断面の位置に植えつけた。

3. 船首形状シリーズ

M. S. No. 1771, 1772, 1773 および1774で、それ

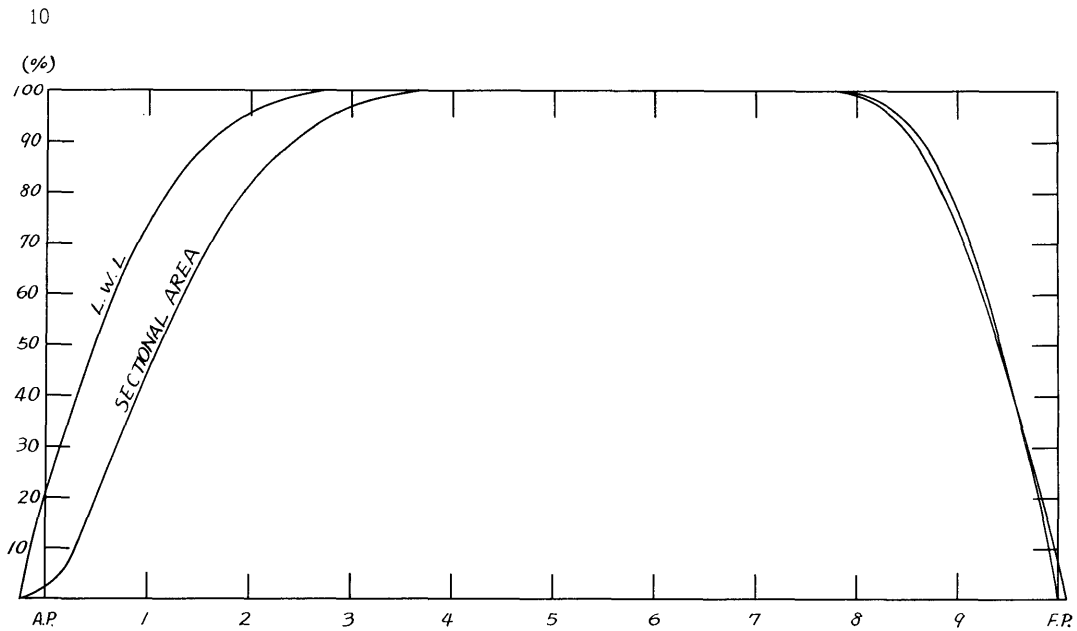


図 2 M. S. NO. 1771のプリスマチック・カーブ及び満載喫水線形状

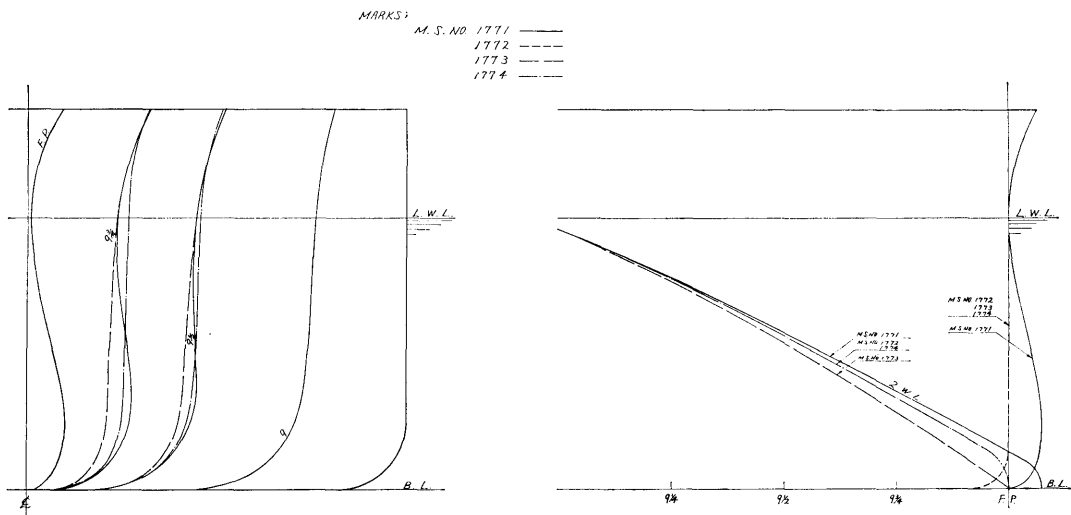


図 3 船首形状シリーズの模型船の船首形状

それ船首形状を図3に示すように変化させた。図から分かるように、M. S. 1773 は普通型船首、M. S. 1771 は若干バルブが F. P より前に出ているバルブ船首、M. S. 1772 はバルブ先端が F. P. と一致している旧式のバルブ船首、M. S. 1774 は円筒型船首を有している。船首バルブおよび円筒の大きさは、いずれもその断面積が船の中央横断面積 A_M の 6% となっている。

抵抗試験の結果は図4に示されているが、満載状態で M. S. 1773、半載状態で M. S. 1772 がきわだって

悪いほか、他は余り大きな抵抗の差を示していない。殊に、バラスト状態の $F_n=0.18\sim 0.21$ 位では4船型とも殆んど同一の抵抗値を示している。3状態を通して眺めると、抵抗上からは M. S. 1771 が最も良く、M. S. 1773 が最も悪い。

抵抗試験と自航試験の結果から求めた自航要素を図5, 6, 7に示す。それぞれ、満載、半載、バラスト状態に対応する。船首形状を変化させただけで、船の大部分は同一であるにもかかわらず、自航要素はかなり変化し

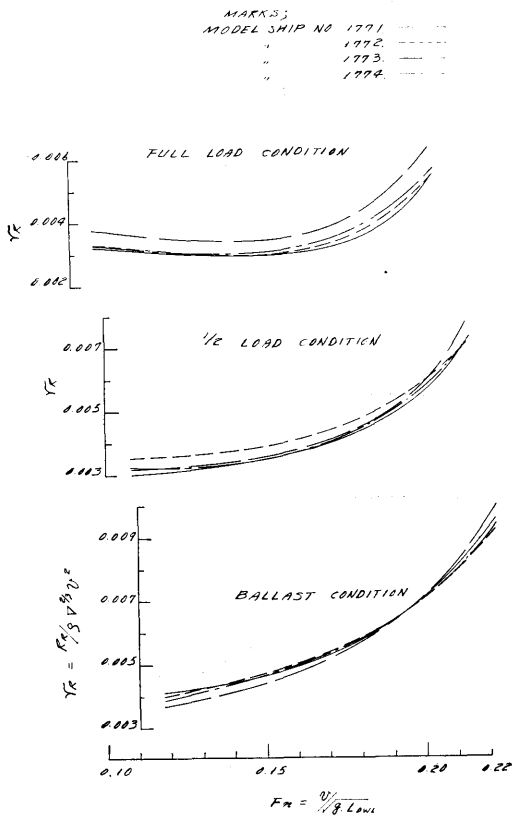


図 4 船首形状シリーズのYR

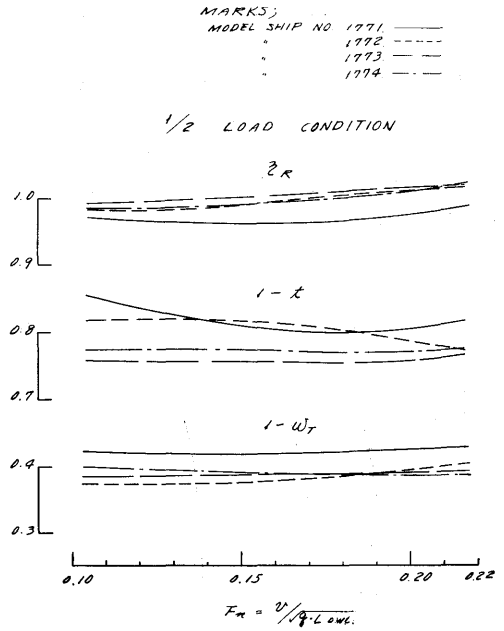


図 5 船首形状シリーズの自航要素 (満載状態)

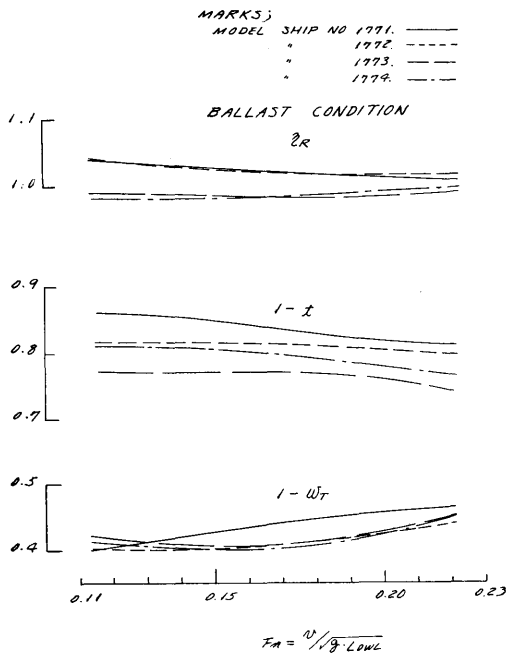


図 6 船首形状シリーズの自航要素 (半載状態)

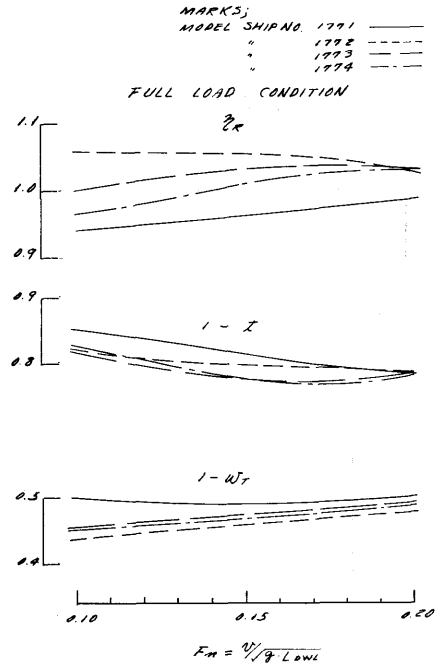


図 7 船首形状シリーズの自航要素 (バラスト状態)

ている。概して、M. S. No. 1771は t , w および γ_R が小さくなっている。

推進係数を求めてみると、一般にバルブ船型の M. S. No. 1771および 1772が良く、円筒型船首と普通型船首が劣る。抵抗と合せ考えて優劣を考えると、M. S. No. 1771が最も良く、M. S. No. 1772, 1774, 1773の順に悪くなっていく。

4. バルブの大きさシリーズ

母型のM. S. No. 1771のバルブの大きさ6% A_M をもとにして、形状をなるべく近く保ちながら大きさを10%, 14% A_M と拡大させて、M. S. No. 1775および1776を作った。その比較を図8に示す。図に示したように、バルブの幅をバルブの大きさの比で増加してある。

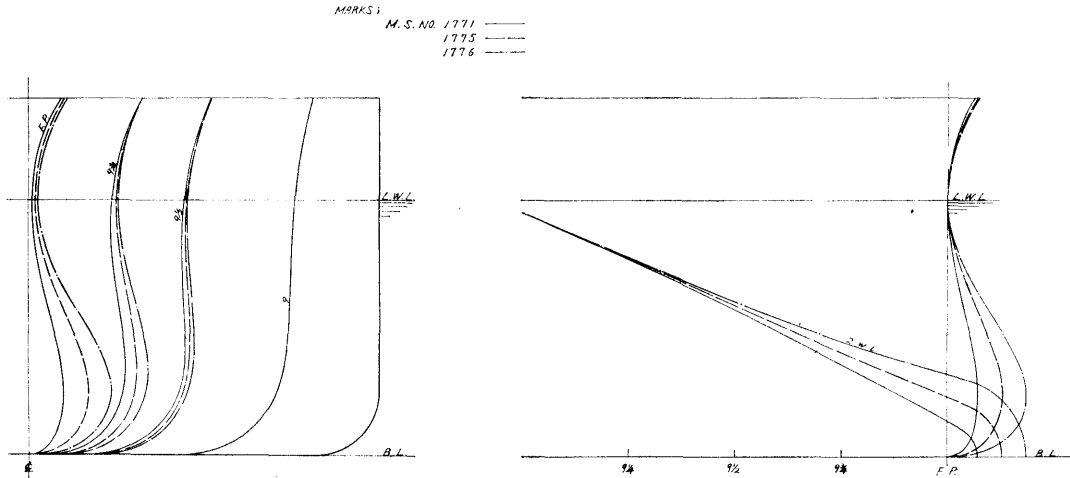


図8 バルブの大きさシリーズの模型船の船首形状

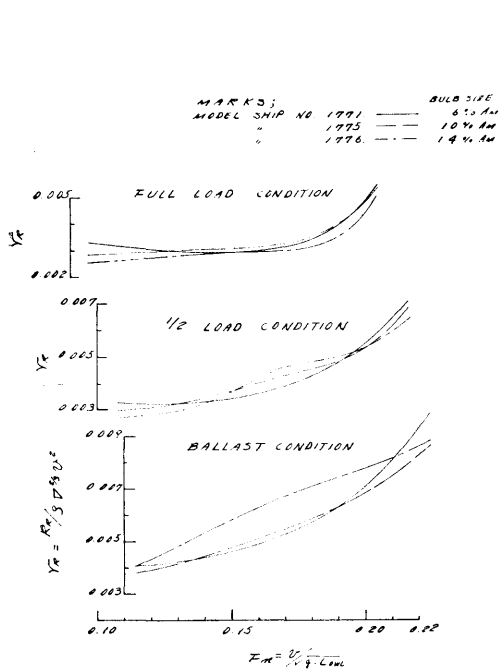


図9 バルブの大きさシリーズの γ_R

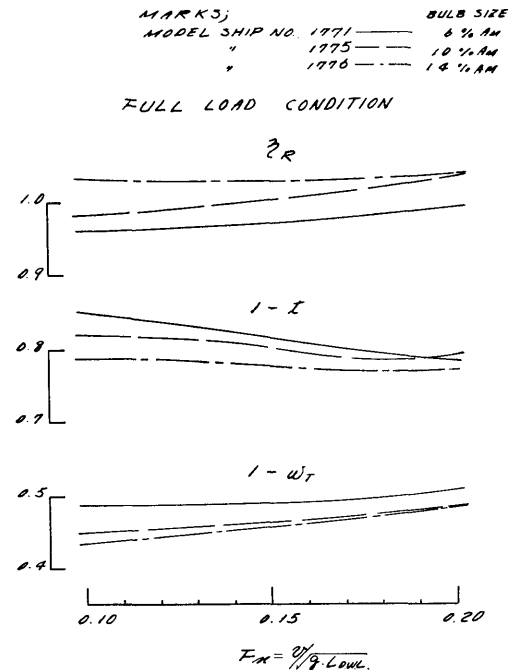


図10 バルブの大きさシリーズの自航要素(満載状態)

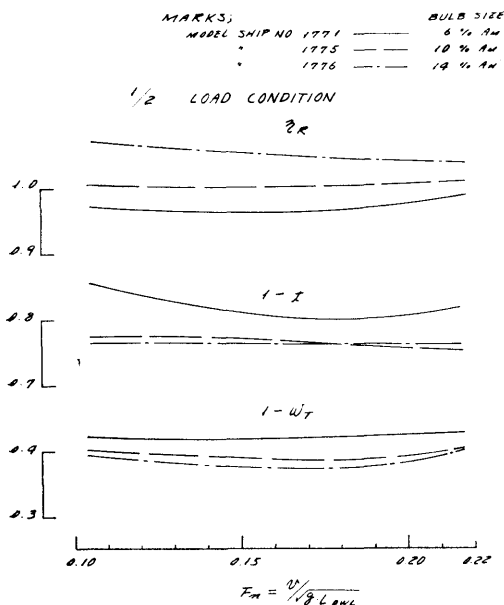


図11 バルブの大きさシリーズの自航要素 (半載状態)

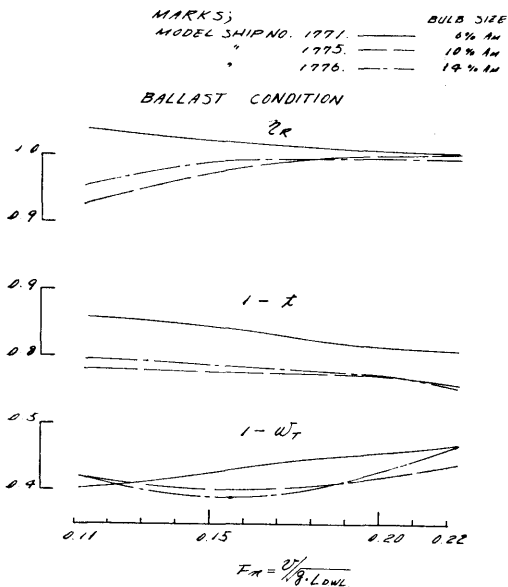


図12 バルブの大きさシリーズの自航要素 (バラスト状態)

抵抗試験および自航試験の結果を図9および図10～12に示す。これらの図によってもバルブの大きさによる抵抗および自航要素の変化の様子は推察できるが、バルブの大きさの影響を一そう分り易くするために、満載およびバラストの両状態に対してクロス・カーブを作って、図13および図14に示した。満載状態における

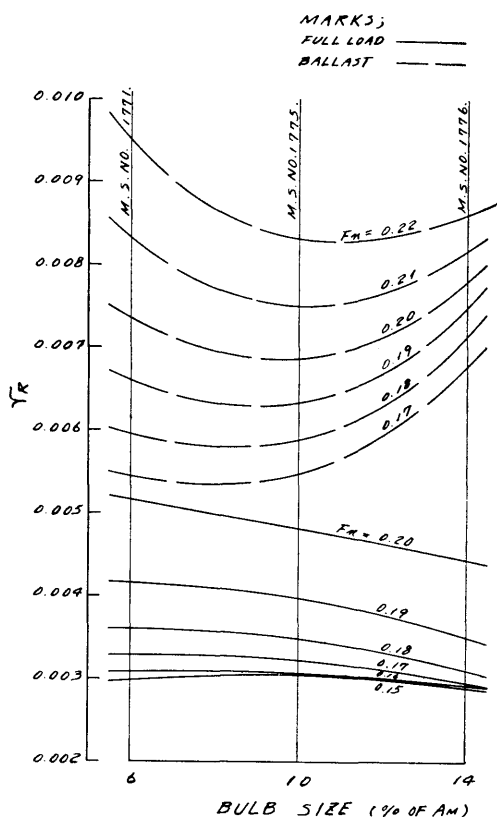


図13 バルブの大きさの r_R に及ぼす影響

r_R の値は6% Am～14% Amのバルブの大きさの範囲では、バルブが大きくなるにしたがい小さくなる傾向を示し、バラスト状態の r_R については、フルード数によって変化するバルブの大きさの最適値がある。

1-t, 1-wTの変化の様子は載貨状態によって異なるが、大体の傾向としては、バルブが大きくなるに従って漸減して行く。殊に1-wTについてはそれがはっきりしている。 r_R の値は満載ではバルブが大きくなるに従い増大して行き、バラスト状態では、バルブの大きさであまり変化しない。ただし、バラスト状態における以上の傾向はトリムの変化でかなり変わってくるものと思われる。

バルブの大きさの影響は満載状態におけるよりも、バラスト状態において著しく、殊に大型バルブが低速で非常に大きな抵抗値を示していることから、バルブの大きさとしては、船によって適当な値をとらねばならない。 $F_n=0.15\sim 0.18$ 位を考えれば、この種の船の最適のバルブの大きさは8% Am位と考えられる。

5. バルブ形状シリーズ

このシリーズの模型船はM. S. No. 1771, 1777, 1778

および1779の4隻で、バルブ形状を図15に示す。バルブの大きさはすべて6%Amであって、M. S. No. 1777はバルブの容積を上方へ、M. S. 1778は下方へ移動させたものである。また、M. S. 1779はバルブの容積を

下方に集中させるとともに若干前方に突出させたものである。

試験の結果求められた r_R を図16に、自航要素を図17~19に示す。バルブの形状を定量的に表わす要素としてバルブのF.P.における横載面積の重心位置と満載喫水線との距離をとることにし、これと満載喫水と

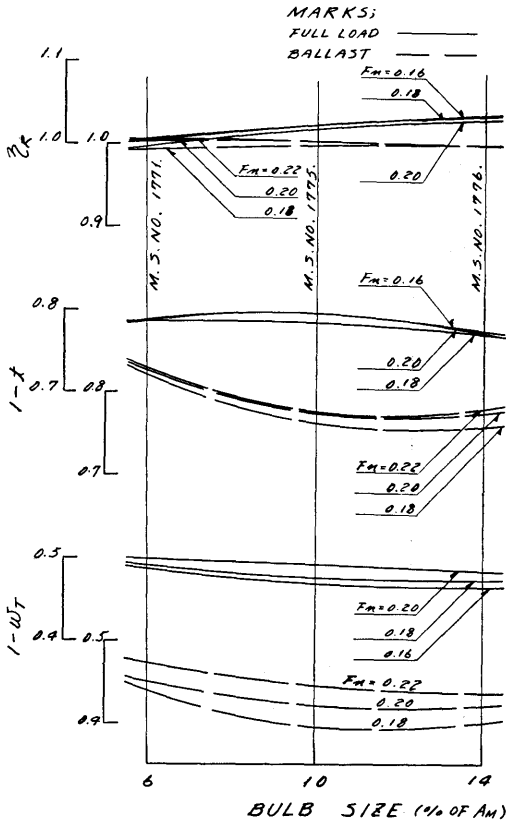


図14 バルブの大きさの自航要素に及ぼす影響

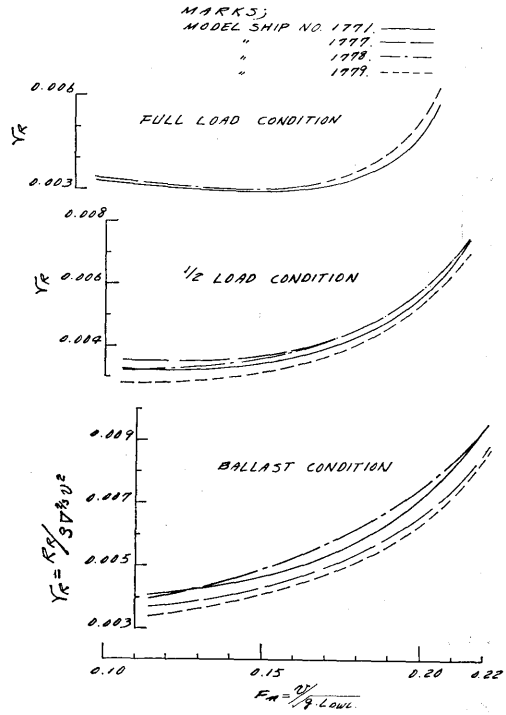


図16 バルブ形状シリーズの Y_R

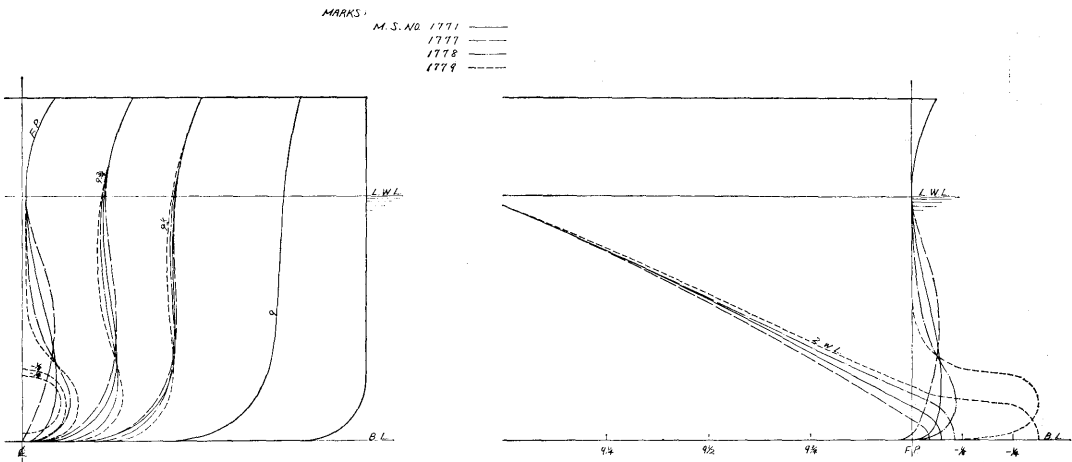


図15 バルブ形状シリーズの模型船の船首形状

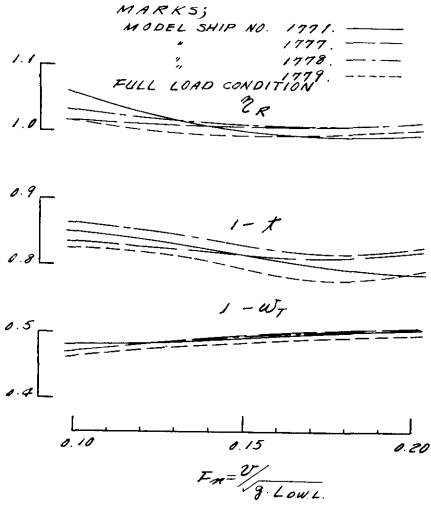


図17 バルブ形状シリーズの自航要素 (満載状態)

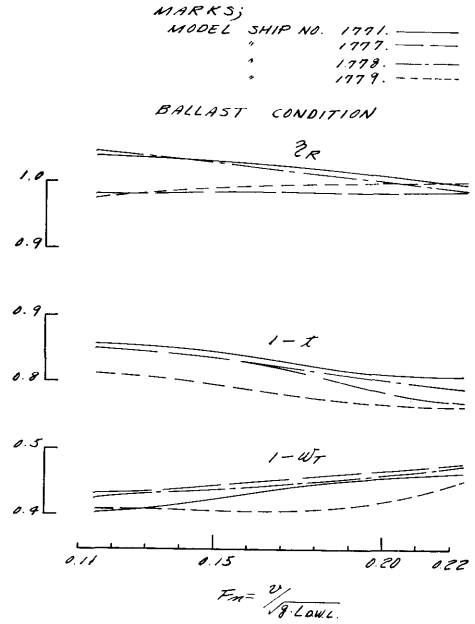


図19 バルブ形状シリーズの自航要素 (バラスト状態)

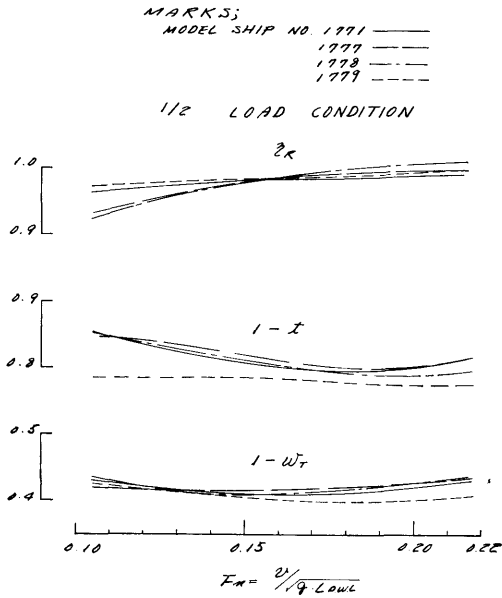


図18 バルブ形状シリーズの自航要素 (半載状態)

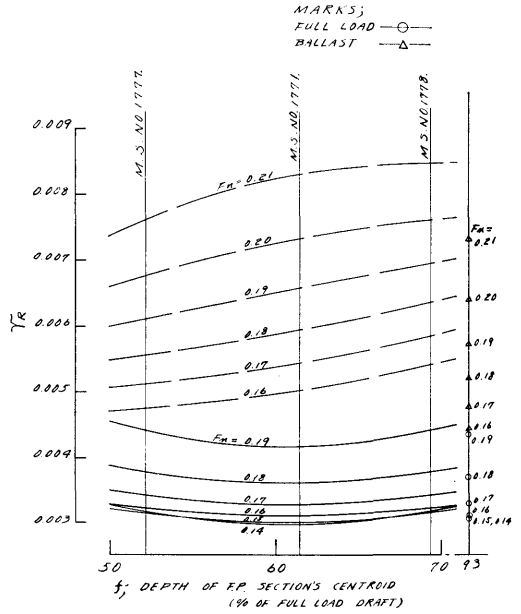


図20 バルブ形状のrRに及ぼす影響

の比を%で表わしたものをfとする。fを横軸としてrRと自航要素のクロス・カーブを作り、図20および図21に示す。ただし、満載およびバラストの2状態に対してであり、M. S. No. 1779の点はクロス・カーブにはのせず、参考点として示してある。図20によると、満載状態においてはf=60%前後にrRの極小値があ

り、バラスト状態においてはfが小となる程小さくなっている。バラスト状態における抵抗の大小は船首喫水の位置とバルブ膨大部との関係位置に大いに関係するものと思われる。図21によると、1-tがバルブの上下位置によってかなり大きく変化し、しかも、f=60%あたりの1-tが満載で極小、バラストで極大とな

っている。このことは r_{R} の満載における良さ、バラストにおける悪さをキャンセルする方向になっている。どうしてこのようになるかについては更に検討の必要があるものと思われる。また、M. S. No. 1779 の r_{R} は、満載状態では M. S. No. 1771 より若干大きい、バラスト状態では非常に低い値をとっている。

自航要素を考慮に入れると多少差は縮まるが、M. S. No. 1779 がバラスト状態ですぐれていることに変わりはない。すなわち、バルブの位置を極めて低くし、しかも FP より前に突出させることはバラスト状態の成績を良くする。

6. 船体前半部フレームライン・シリーズ

M. S. No. 1771, 1780 および 1781 の3隻で、主としてバルブ後方のフレーム・ライン形状を変化させたもので、その比較を図22に示す。図に見られるように、M. S. 1780 は 1771 のバルブのすぐ後方のフレーム・ラインをやや局部的にやせさせたものであり、M. S. 1781 はフレーム・ラインの下方部を比較的長い範囲にわたって削り落したものである。

図23に示した抵抗試験の結果によれば、満載状態では M. S. No. 1781 が良く、M. S. No. 1780 はバラスト状態の高速範囲で良いだけで、他の状態では最も悪くなっている。自航要素は載貨状態別に図24~26に示されているが、バラスト状態を除けば、バルブの後方をやせさせたことは $1-t$ の値を大きくするのに役立つようである。 r_{R} と自航要素との両方から総合的の判断を下せば、バルブ直後の船首形状はどちらかといえはやせ気味の方が良いが、やせさせるにしてもあまり局所的でなく、広い範囲にやせさせた方がよいものと思われる。

7. 船体前半部プリズマチック・カーブ・シリーズ

M. S. No. 1771, 1782 および 1783 の3隻で船体前半部

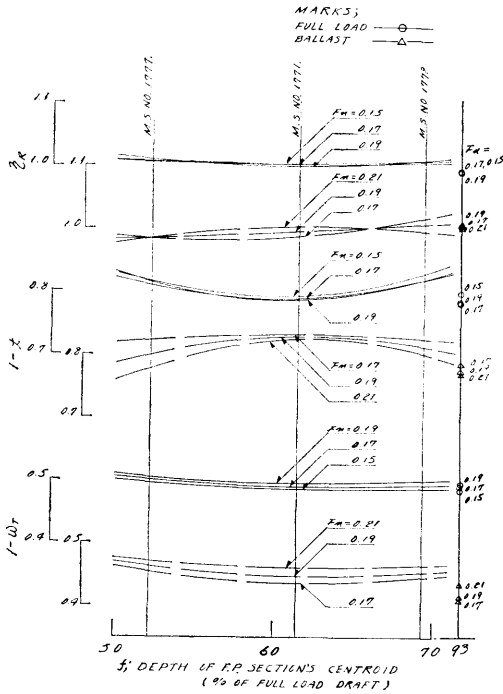


図21 バルブ形状の自航要素に及ぼす影響

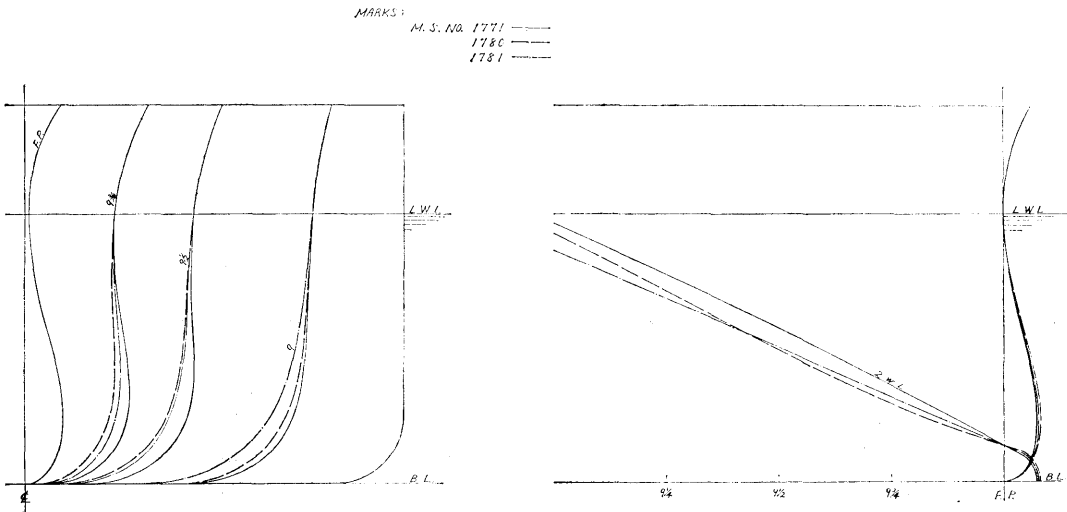


図22 船体前半部フレームラインシリーズの模型船の船首形状

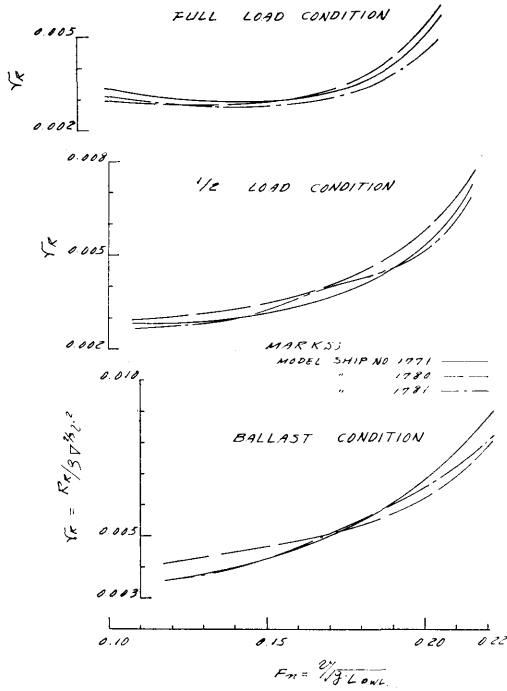


図23 船体前半部フレームラインシリーズの r_R

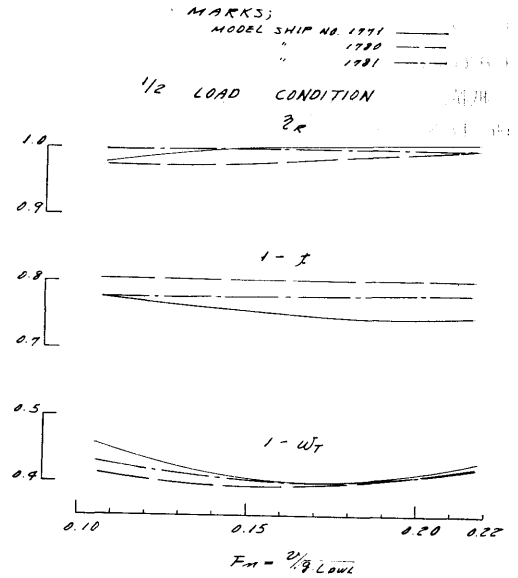


図25 船体前半部フレームラインシリーズの自航要素 (半載状態)

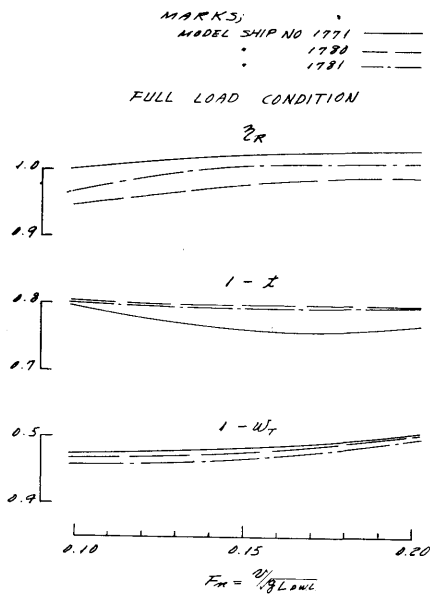


図24 船体前半部フレームラインシリーズの自航要素 (満載状態)

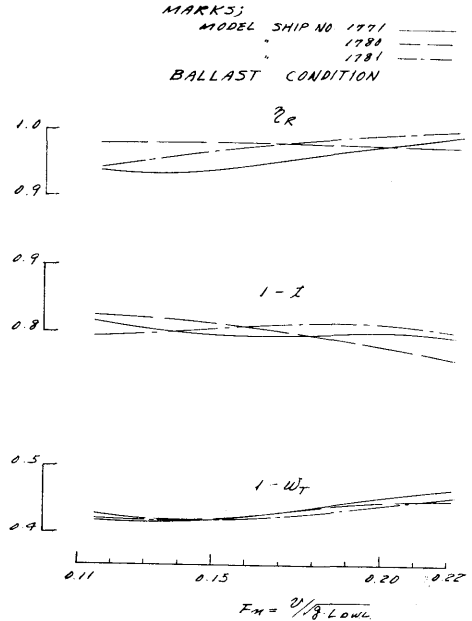


図26 船体前半部フレームラインシリーズの自航要素 (バラスト状態)

のプリズマチック・カーブを図27のように3種に変化させた。すなわち、M. S. No. 1771を中にして、M. S. No. 1782は肩が張り船首端でやせており、M. S. No. 1783は肩落ちて船首端で太っている。

抵抗試験の結果を図28に示す。満載状態では M. S. No. 1783が、半載状態では、M. S. No. 1771が、バラ

スト状態ではM. S. No. 1782が、この試験の全速度範囲を通じて低い抵抗値を示している。自航要素を図29～31に載貨状態別に示す。3船型とも大差がないことが示されているが、しいていえば、満載状態では肩張りの1-t、肩落ちの η_R が小さく、半載では原型の1-tが小さく、バラスト状態では肩張りで $\eta_R, 1-t$ が小さ

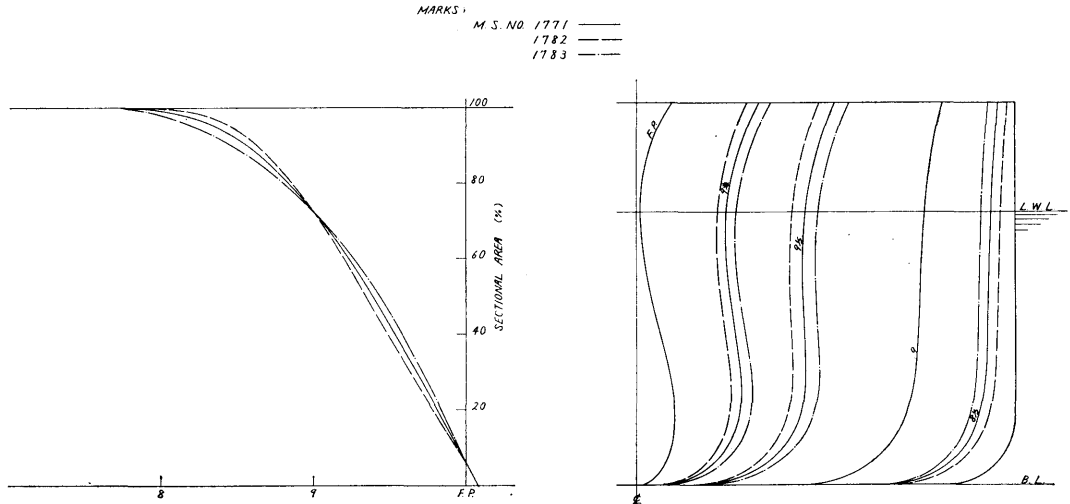


図27 船体前半部プリズマチックカーブ・シリーズの模型船の形状

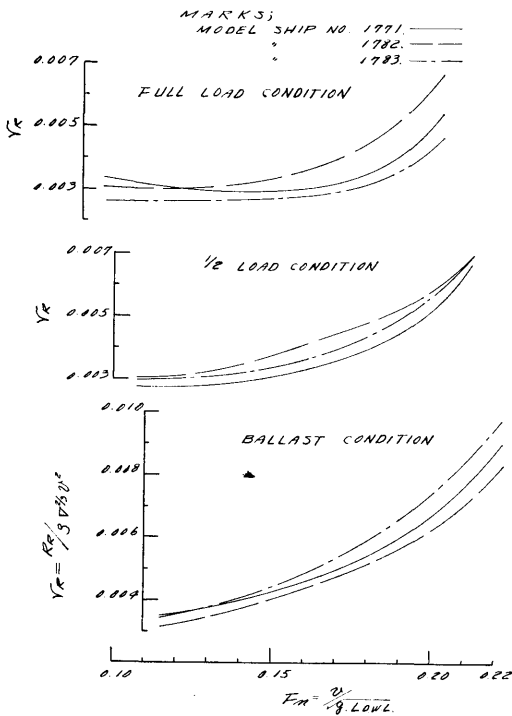


図28 船体前半部プリズマチックカーブシリーズの Y_R

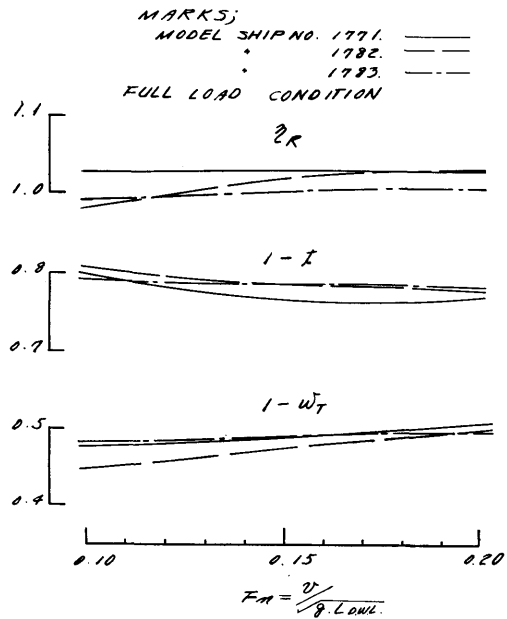


図29 船体前半部プリズマチックカーブシリーズの自航要素 (満載状態)

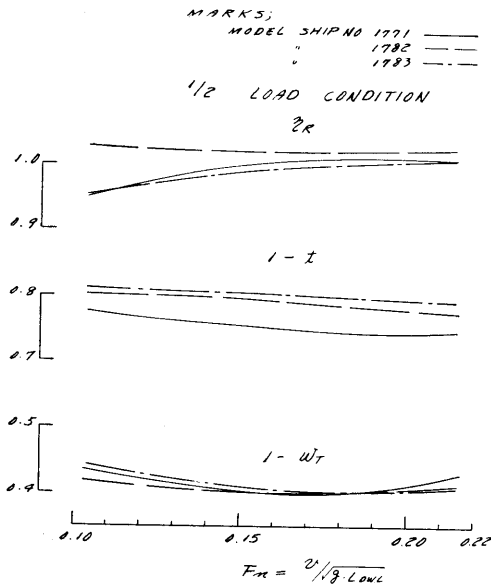


図30 船体前半部プリズマチックカーブシリーズの自航要素 (半載状態)

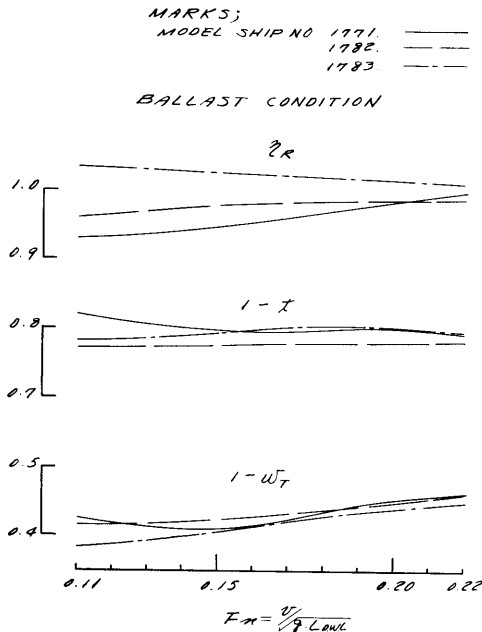


図31 船体前半部プリズマチックカーブシリーズの自航要素 (バラスト状態)

く、原型で $1-w_T$ が大きい。満載およびバラストの両状態でクロス・カーブにした r_R を図32に、自航要素を図33に示す。図32中には第1水槽で得られた原型の r_R の値も置点しておいた。満載状態では抵抗値は良く一

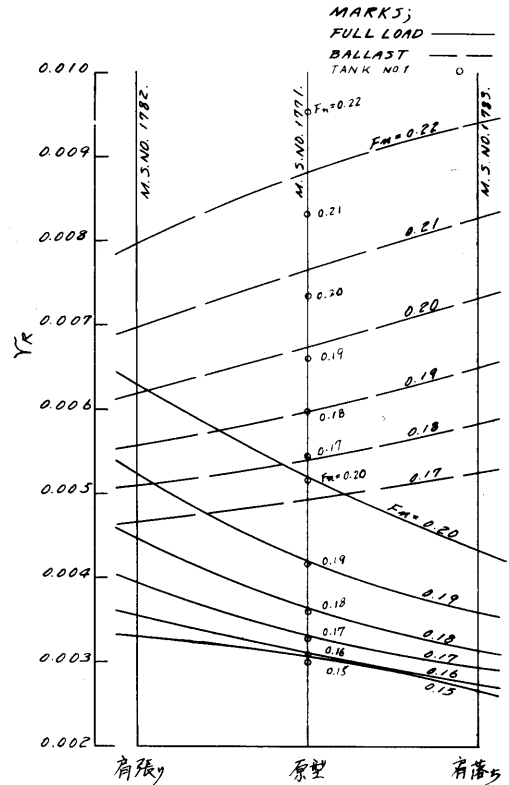


図32 船体前半部プリズマチックカーブの形状の r_R に及ぼす影響

致しているが、バラスト状態ではかなり異っている。断面積の大きい第1水槽でのバラスト状態の抵抗値が高いということであり、しかもこのシリーズの3隻の値の比較としては合理的な結果が得られているので、このシリーズの試験実施中の特異現象か、第2水槽のこの時期のカレントに多少異常があったものとも思われるが、カレントの測定、水質の検査等をしていないのではっきりしたことは分らない。

載貨状態によって成績が異なるので船型の優劣をつけ難いが低速の方で全体的に考慮をすると、肩落ち船型の方が良いように思われる。

8. 浮心位置シリーズ

M. S. No. 1771, 1784, 1785および1786の4隻で母型の $l_{CB} - 2.5\% L_{PP}$ を挟んで、それぞれ $-1.5\% L_{PP}$, $-3.5\% L_{PP}$ および $-4.0\% L_{PP}$ の l_{CB} を有する船型で、浮心の縦位置の推進性能に及ぼす影響を調べた。このシリーズの模型船の中 M. S. 1786のみは第1水槽で、他は第2水槽で試験を行なっているので、この点注意を

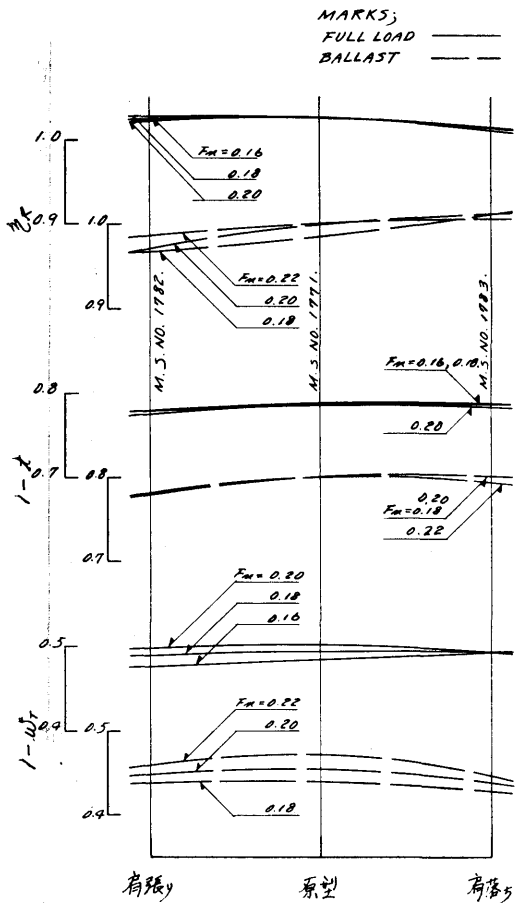


図33 船体前半部プリズマチックカーブの形状の自航要素に及ぼす影響

要する。模型船の概略を図34に抵抗試験の結果得られた r_R を図35に、自航試験の結果得られた自航要素を図36~38に示す。図35によれば、 F_n によって最良の船型が変わっていること、および最適浮心の位置は速度が高くなるほど後ろへずれることなどが分かるが、その様子はクロス・カーブにした図39によれば一そうはっきりする。満載とバラストの2状態のみについて示してあるが、半載状態に対するものも図35より容易に導くことができる。図39によれば、満載状態の $F_n=0.17$ 付近では最適 l_{CB} は約3%であり、バラスト状態の $F_n=0.18\sim 0.19$ 付近では約-3.5%である。ただし、この最適浮心位置は模型試験の結果を示すものであって、実船の最適浮心位置を考える時には外挿法の如何によってかなり変わってくるので注意を要する。これは何も l_{CB} シリーズについてだけ言えることではなく、模型試験成績の比較に当っては常に注意しなければならないことであるが、特に F_n を横軸にして表わした r_R の曲線が模型船同志で交叉している時は、実船で交叉点移動するので問題である。試験速度のほぼ全範囲にわたって2つの模型船の優劣が分れている時には、実船においてもその優劣は変わらないものと考えられる。

図40には満載およびバラスト状態の自航要素がクロス・カーブとして示されている。M. S. No. 1786の点を除けば $1-t, 1-wt$ とも浮心が船首の方へ移るにしたがって大となっている。 $1-t, r_R$ においてM. S. No. 1786の値が小さくなっているのは、極端に浮心が前に移ったためであるか、試験した水槽が異なるためのものかはっきりしない。これらの点については将来さらに

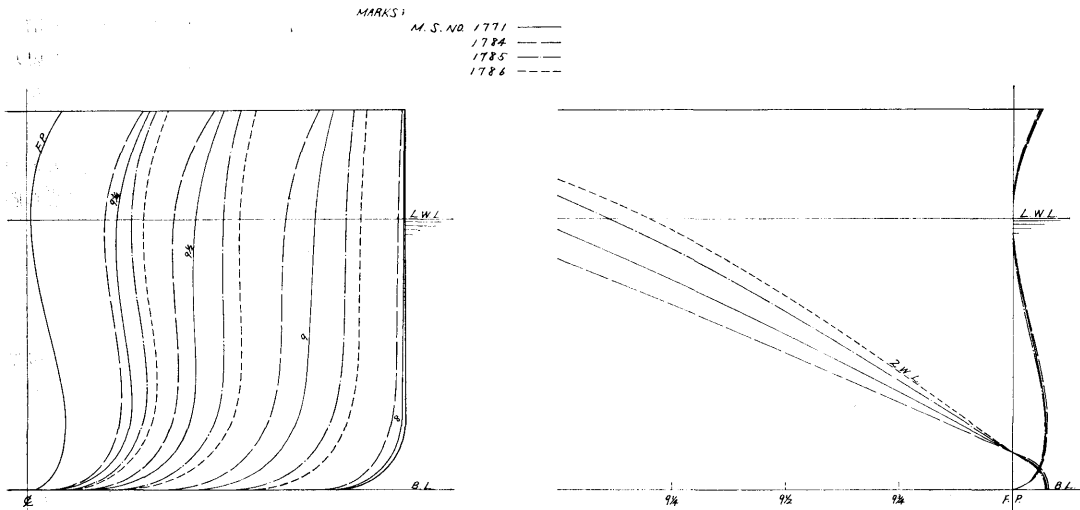


図43(a) l_{CB} シリーズの模型船の船首形状

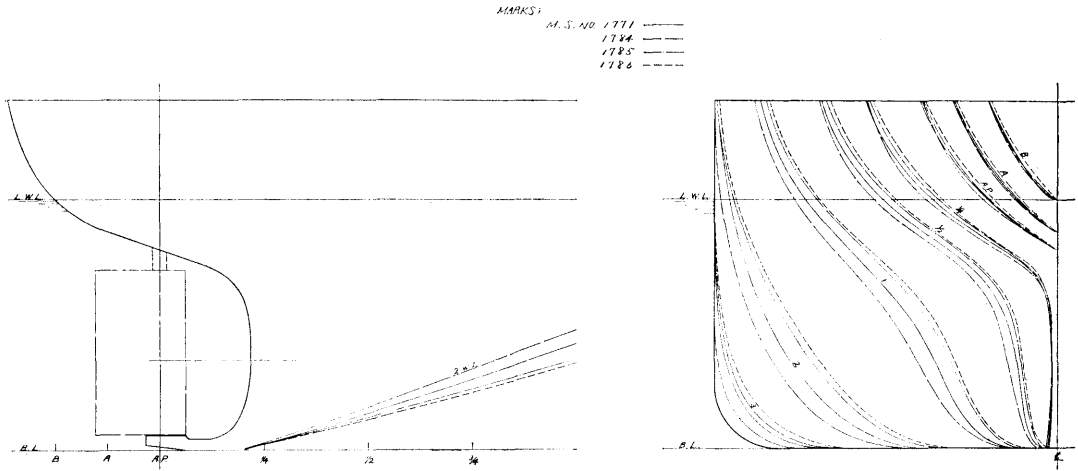


図34(b) lCBシリーズの模型船の船尾形状

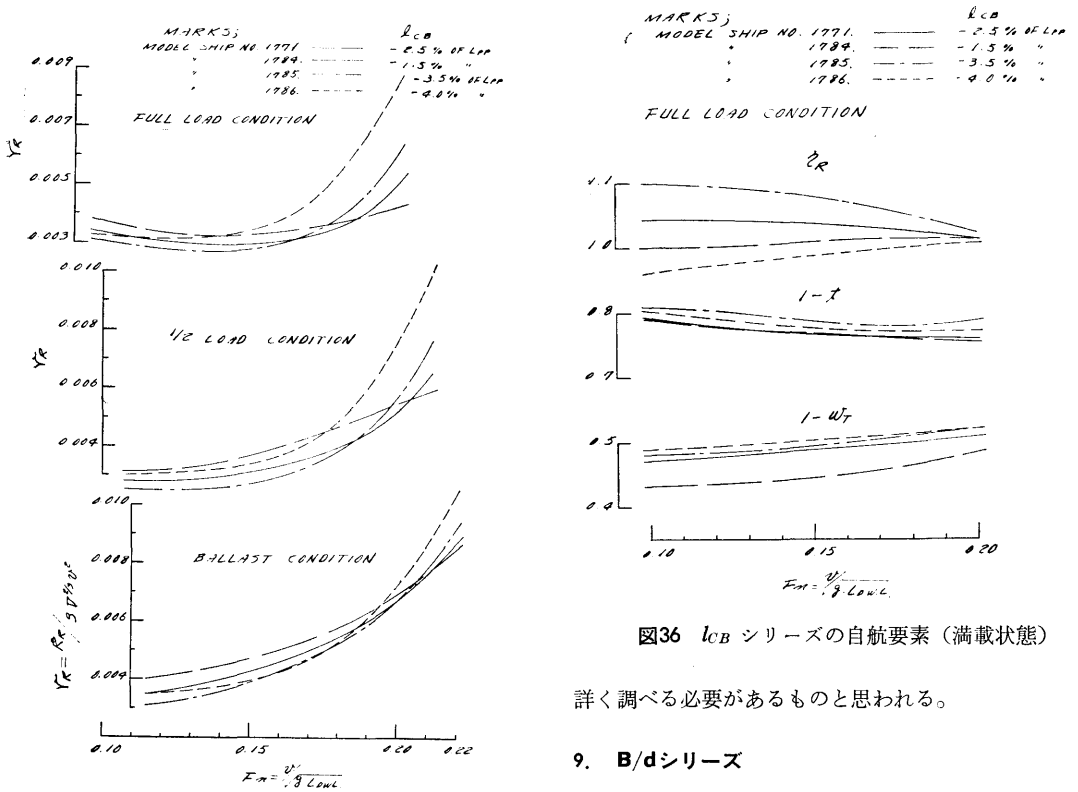


図35 lCBシリーズのrR

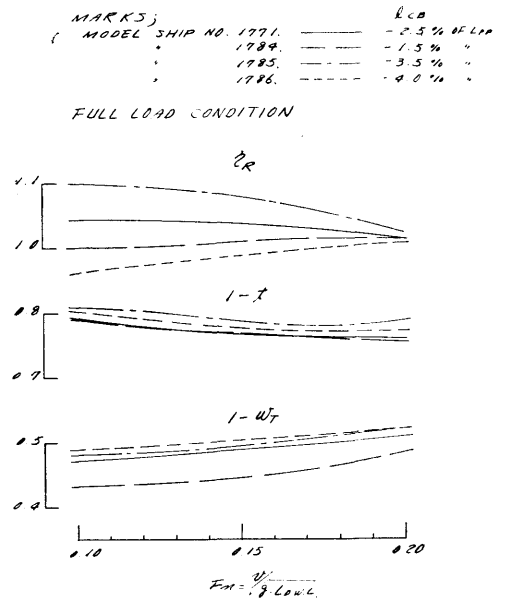


図36 lCBシリーズの自航要素(満載状態)

詳しく調べる必要があるものと思われる。

9. B/dシリーズ

M. S. No. 1771, 1787 で $B/d=2.76$ と $B/d=3.06$ の船型の比較をした。図41に r_R の比較を、図42~44に自航要素の比較を示す。 r_R については、全載貨状態を通じて B/d の小さい M. S. No. 1771 の値が小さい。自航要素においても、 r_R の場合と同様に一様の傾向がみられ、

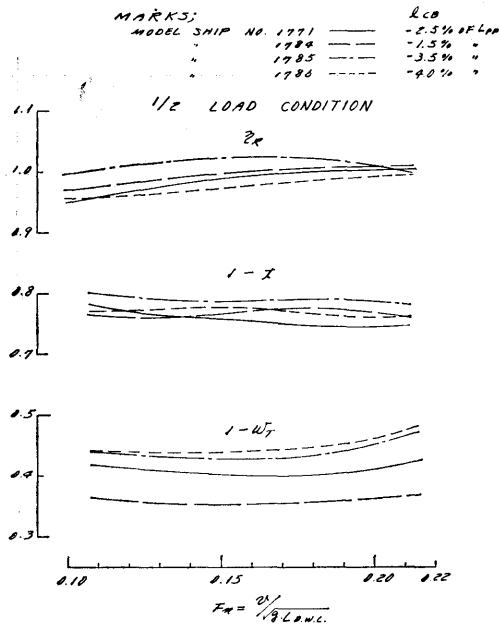


図37 L_{CB} シリーズの自航要素 (半載状態)

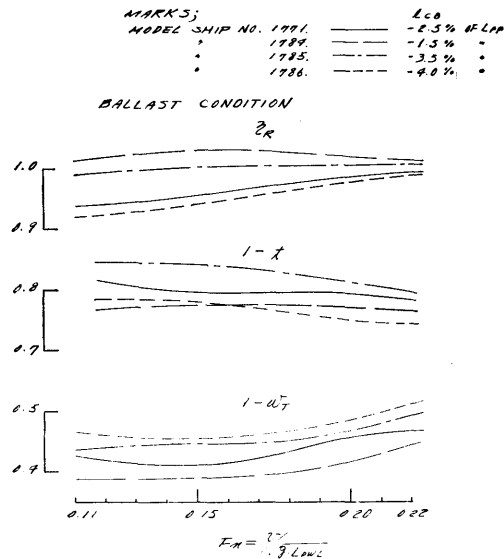


図38 L_{CB} シリーズの自航要素 (バラスト状態)

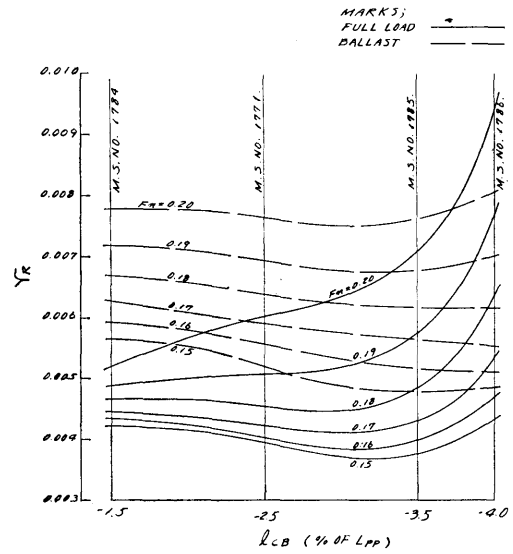


図39 L_{CB} の ζ_R に及ぼす影響

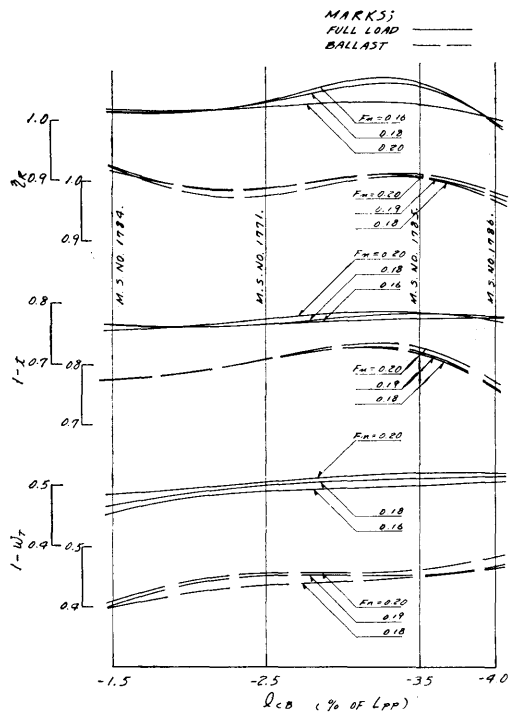


図40 L_{CB} の自航要素に及ぼす影響

ほぼ全載貨状態を通じ、またほぼ全試験速度範囲において、M. S. No. 1771は M. S. No. 1787より大きな $1-t$, $1-wr$, η_R をもつ。抵抗および自航要素の両方を

考慮に入れて比較した結果、この位の船型速度を有するものについては、B/dの小さい方が推進性能が良いことが分った。

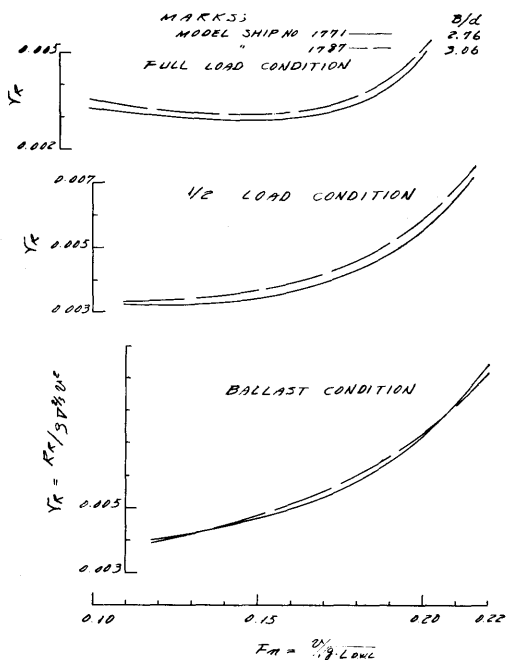


図41 B/dシリーズの Re

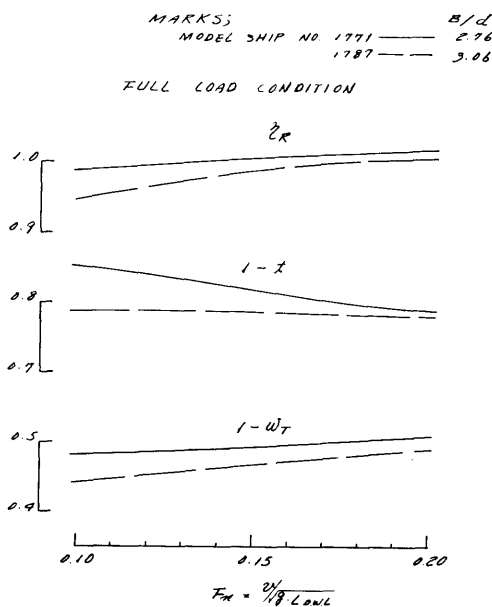


図42 B/dシリーズの自航要素 (満載状態)

10. 原型の成績について

この研究のための試験はかなり長期にわたることが予定されたので、各シリーズごとに原型の試験を繰返

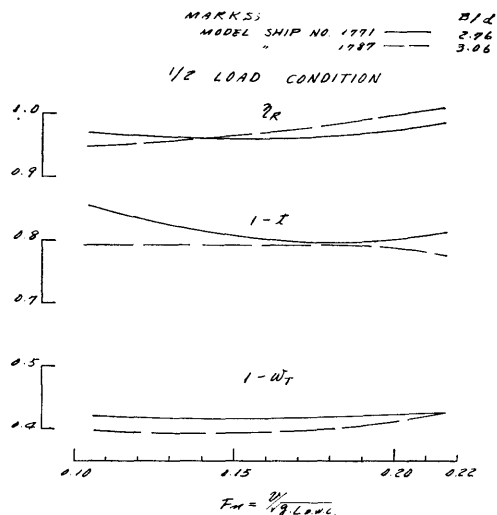


図43 B/dシリーズの自航要素 (半載状態)

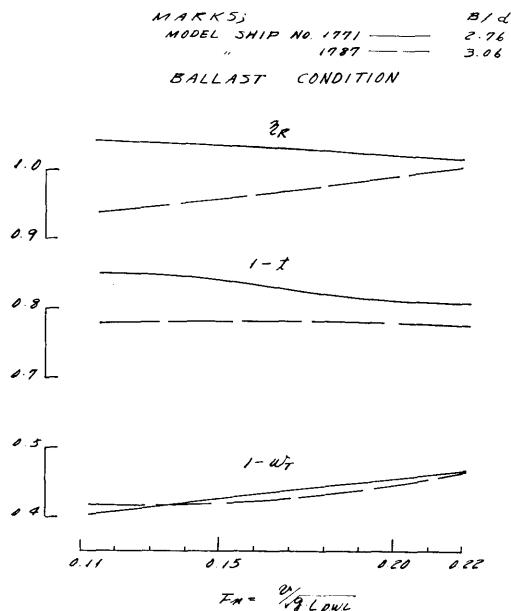


図44 B/dシリーズの自航要素 (バラスト状態)

し行なった。また、なるべく期間を短くするために、シリーズによっては第2水槽を使用して試験した。なお、模型製作の簡便のために原型を2隻作った。このようなことが原型同志の試験成績に多少の不一致をもたらした。すなわち、満載状態においては、模型の違い、水槽の違いにも拘わらず、成績は殆んど一致したが、バラスト状態においては、水槽の違いによる成績の違いが大きかった。違いの原因をつきとめる事はできなかった。問題は将来に残されるが、各シリーズご

とに原型の試験をして比較をしたので、各船型変化の推進性能に及ぼす影響としては大きな誤りはないものと思われる。なお、クロス・カーブにして表わしたものについては各計測値を15°Cの標準状態に換算してある。また、換算に当ってはシエンヘルの式を用い、形状影響係数の影響も考慮に入れてある。

11. プロペラ単独試験結果について

すでにのべたように、このシリーズのすべての模型船に対して M. P. No. 1551 を使用したが、その単独試験の成績を図45に示す。

第2部 L/B=6.5, C_B=0.82の船型

1. 模型船および模型プロペラ

L/B=6.5, C_B=0.82の船型に対し船首形状の変化が推進性能に及ぼす影響を調べるために下記3シリーズ合計6隻の模型について系統的模型試験を行なった。

(1) バルブ突出量変化のシリーズ

M. S. No. 1747, 1748, 1749

TEST DATE, 38-9-10
 TEMP OF WATER = 22.4°C
 REYNOLDS NUMBER = 5.475 x 10⁵
 REVOLUTION = 15.87 (1/sec)
 I/D = 1.222

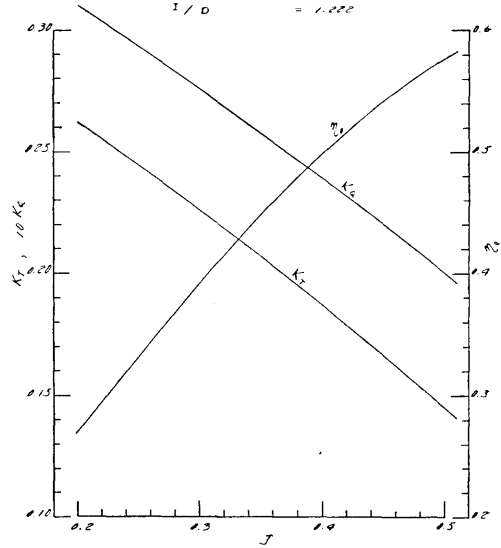


図45 M. P. No. 1551の単独試験成績図

表3 模型船要目表 (L/B=6.5, C_B=0.82)

M. S. NO.	1747	1748	1749	1750	1751	1752	
L _{PP} (m)	6.0000						
L _{OWL} (m)	6.1904						
B (m)	0.9230						
FULL LOAD CONDITION	∇ (m ³)	1.5684	1.5666	1.5649	1.5665	1.5648	1.5690
	S (m ²)	8.381	8.376	8.376	8.355	8.367	8.395
	d (m)	0.3449					
	TRIM (% of L _{PP})	0					
	C _B	0.821	0.820	0.819	0.820	0.819	0.822
	C _P	0.825	0.824	0.823	0.824	0.823	0.826
	C _M	0.995					
	∫C _B (% of L _{PP})	-2.54	-2.50	-1.74	-2.50	-2.44	-2.56
	B/d	2.68					
	L _{PP} /B	6.500					
	∇/L _{PP} ³ x 10 ⁻³	7.261	7.253	7.245	7.252	7.245	7.264
	AREA (% of A _W)	9.0	9.0	9.0	9.0	6.0	12.0
	BULB LENGTH (% of L _{PP})	1.0	1.5	2.0	1.5	1.0	2.0
	IMMERSION (% of d _{FULL})	70.0					
1/2 CONDITION	∇ (m ³)	0.8565	0.8553	0.8542	0.8521	0.8540	0.8570
	S (m ²)	6.462	6.461	6.460	6.438	6.449	6.476
	d (m)	0.1948					
	TRIM (% of L _{PP})	1.0					
BALLAST CONDITION	∇ (m ³)	0.6941	0.6930	0.6922	0.6915	0.6923	0.6941
	S (m ²)	6.051	6.047	6.043	6.022	6.038	6.059
	d (m)	0.1614					
	TRIM (% of L _{PP})	2.0					

(2) 船首フレームライン・シリーズ

M. S. No. 1748, 1750

(3) パルプの大きさシリーズ

M. S. No. 1748, 1751, 1752

これらの模型船は全部木製で、第1部の場合と同様、船体の前の方を脱着可能のものとし、船首部をとりかえて試験した。その模型船の要目および各載貨状態等を一括して表3に示す。また図46および図47にそれぞれ原型の正面線図、船首尾輪廓およびプリズマチック曲線、満載喫水線形状を示す。表3に対応する実船としては、 $L_{PP}=247m$, $B=38m$, $d=14.2m$, 主機関23,000BHP \times 114RPMを仮定した。模型プロペラとしては全模型船に対して M. P. No. 1567 を使用した。表

4にその要目を示す。なお、これを対応実船に換算すると、その直径は7.08mとなる。

表4 M. P. NO. 1567の主要目

M. P. NO.	1567
Diameter	0.172
Boss Ratio	0.180
Pitch Ratio (Const.)	0.745
Max. Width Ratio	0.303
Exp. Area Ratio	0.670
Blade Thickness Ratio	0.050
Angle of Rake	10
Number of Blades	5
Blade Section	MAU

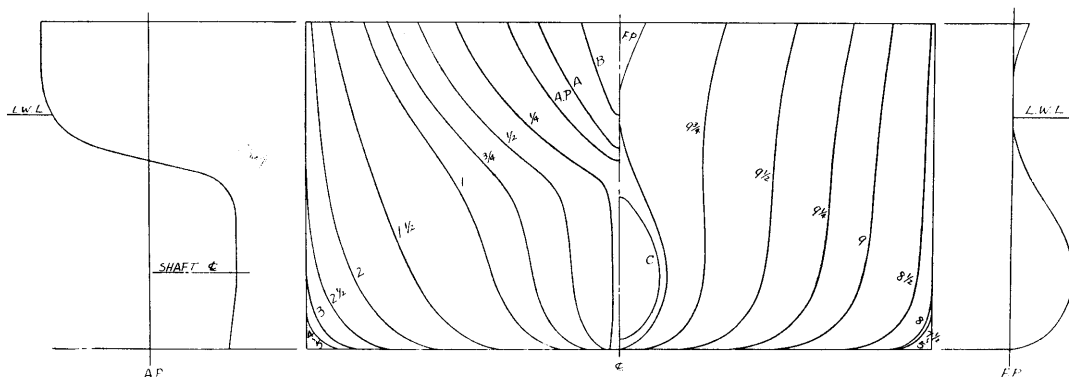


図46 M. S. NO. 1741の正面線図及び船首尾輪廓

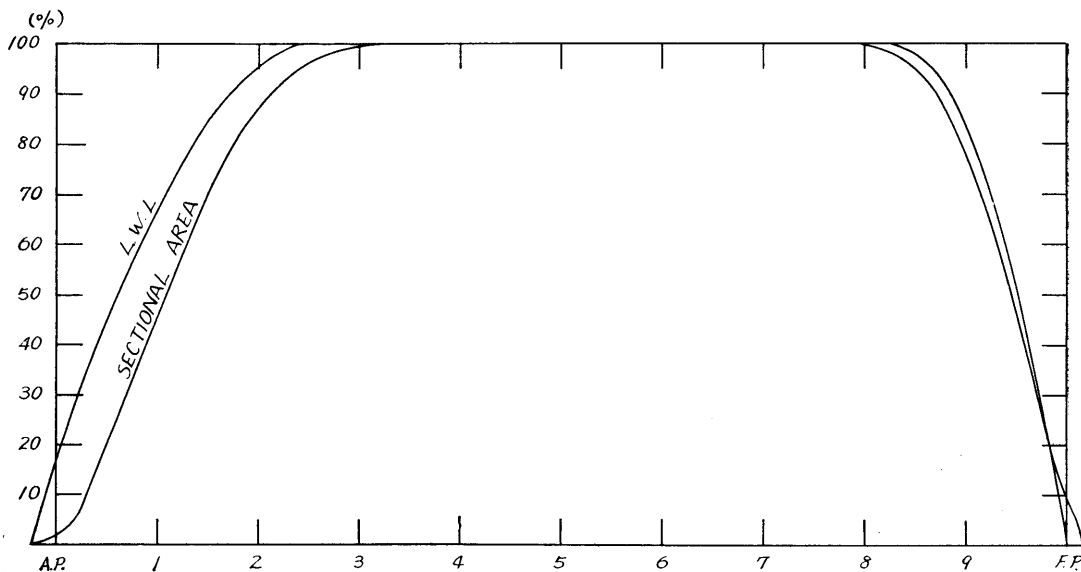


図47 M.S.NO.1748のプリズマチックカーブ及び満載喫水線形状

2. 試験状態

試験状態は満載状態（オープン・キール）、半載状態（満載時の約55%の排水量，1% LPP船尾トリム）およびバラスト状態（満載時の約45%の排水量，2% LPP 船尾トリム）の3状態で，全部のシリーズとも試験は第2水槽で行なわれた。乱流発生装置その他の事項に関しては第1部の場合と全く同様である。

3. バルブ突出量変化シリーズ

M. S. No. 1747, 1748 および 1749の3隻で，バルブの最大突出長さをそれぞれF. P. より前方へ1.0%, 1.5% および 2.0% LPP と変化したもので，その船首形状の比較を図48に示す。抵抗および自航試験の結果を r_R ，自航要素の形で図49~52に示す。図49によれば，3船の r_R は互に交叉していて，載貨状態，速度によって異

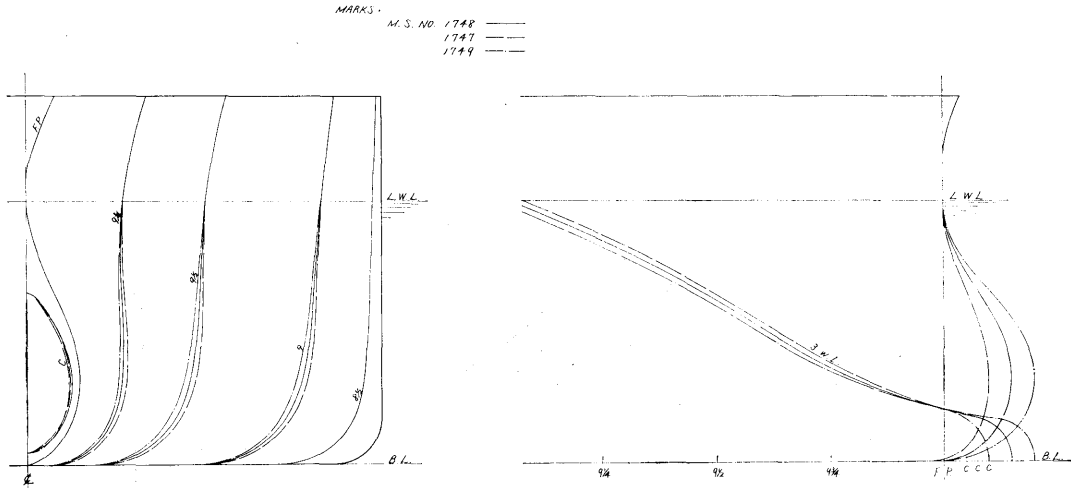


図48 バルブ突出量変化シリーズの模型船の船首形状

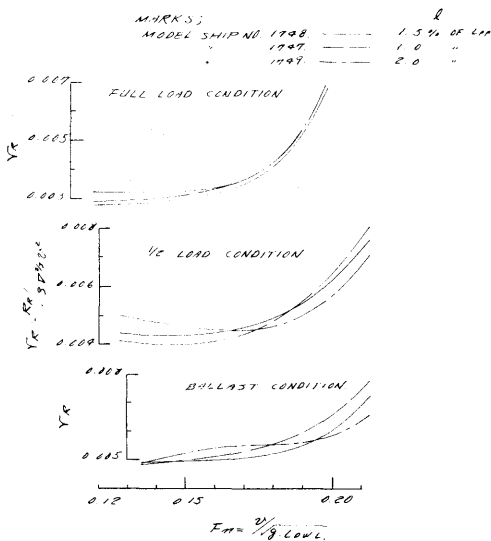


図49 バルブ突出量シリーズの r_R

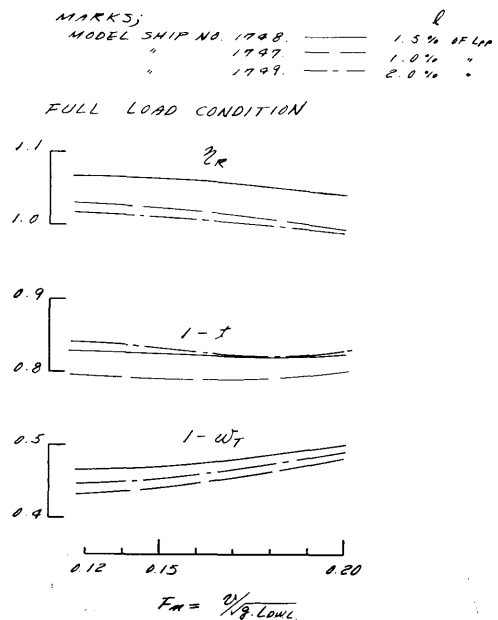


図50 バルブ突出量シリーズの自航要素 (満載状態)

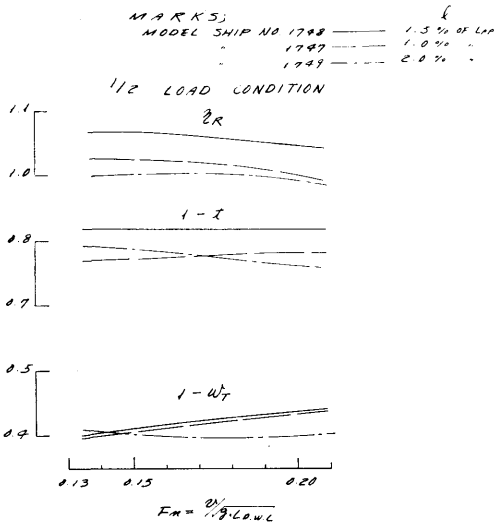


図51 パルプ突出量シリーズの自航要素(半載状態)

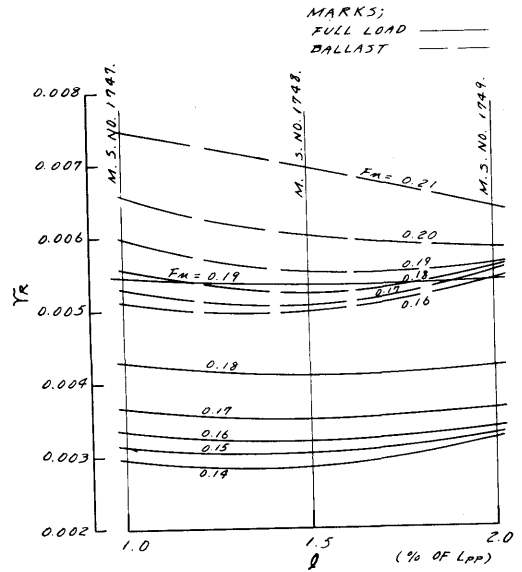


図53 パルプ突出量の ζ_R に及ぼす影響

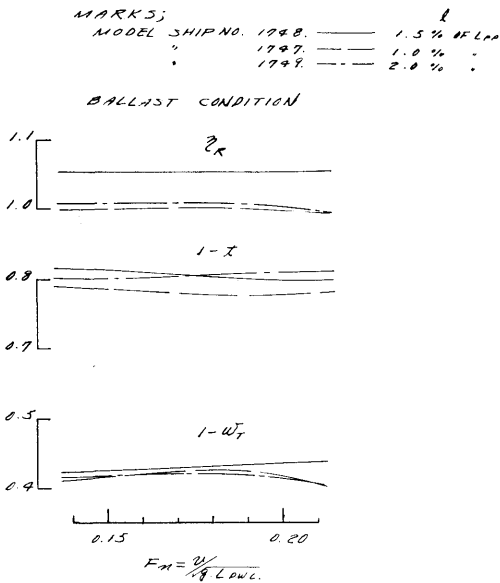


図52 パルプ突出量シリーズの自航要素
(バラスト状態)

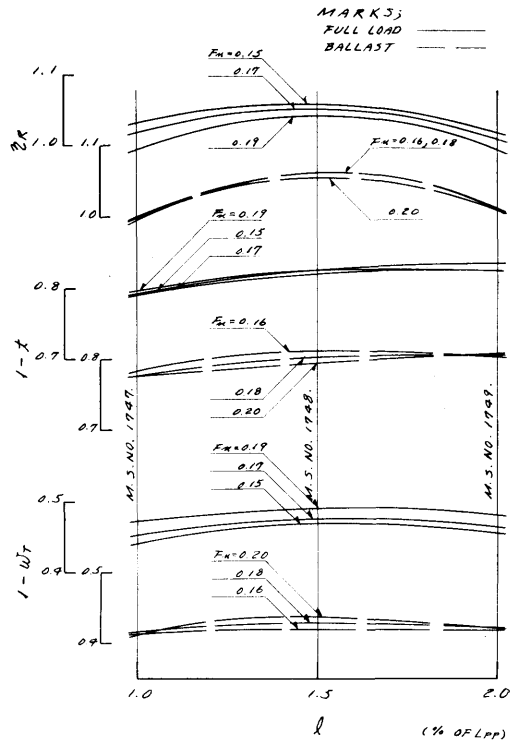


図54 パルプ突出量の自航要素に及ぼす影響

なる最適の突出量が存在すること、排水量が小となり、速度が高くなるほど突出量の大きい方が低い ζ_R を与えることが分る。パルプ突出量の影響をもっとはっきり分るようにするために、F. P. からパルプの先端までの距離をLPPの%で表わしたものを l を横軸としたクロス・カーブを図53および図54に示す。これによれば、満載状態においては $F_n = 0.18$ 前後で $l = 1.5$ 付近バラスト状態においては $F_n = 0.19$ 前後で $l = 1.6$ 付近に ζ_R の最小になる所がある。期待されるように自航要

素には ζ_R 以外余り大きな変化がない。 ζ_R の差がこれだけあり、しかも最大値が $l = 1.5$ 位の所にある理由は不

明であり、むしろ実験誤差とも思われる。

4. 船首フレームライン・シリーズ

M. S. No. 1748と1750の2隻で船体前半部のフレームライン形状を同一の大きさのバルブを持たせながら

比較したもので、その形状の比較を図55に示す。試験結果を r_R および自航要素の比較図として、図56~59に示す。これによれば余り大きな差は得られなかったが、満載の低速で M. S. No. 1750、半載とバラストの低速では M. S. No. 1748が低い抵抗値を示している。

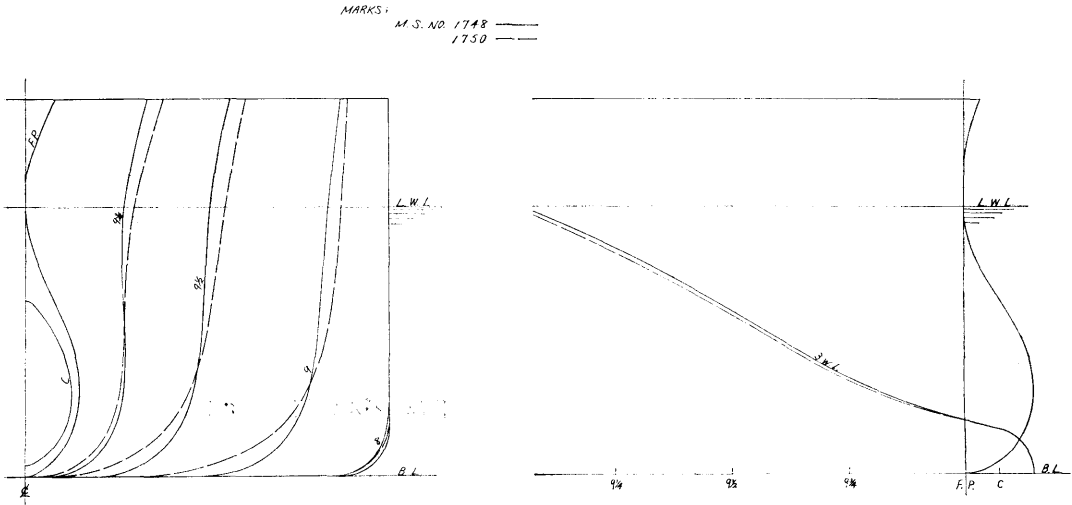


図55 船首フレームラインシリーズの模型船の形状

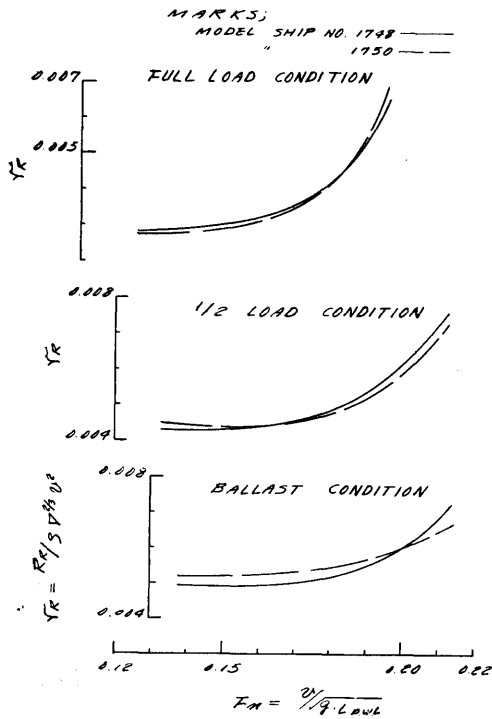


図56 船首フレームラインシリーズの r_R

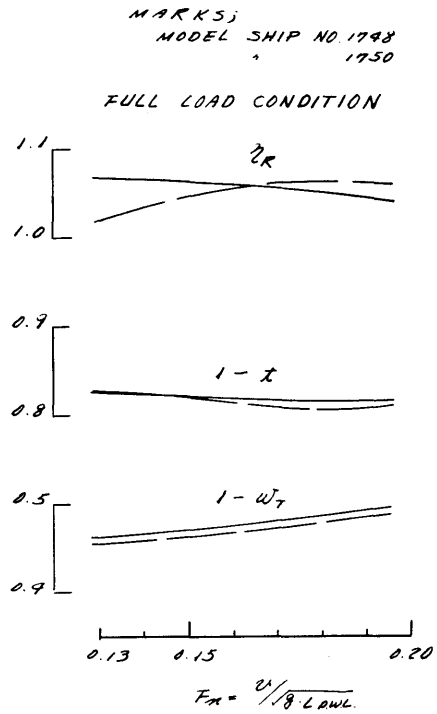


図57 船首フレームラインシリーズの自航要素 (満載状態)

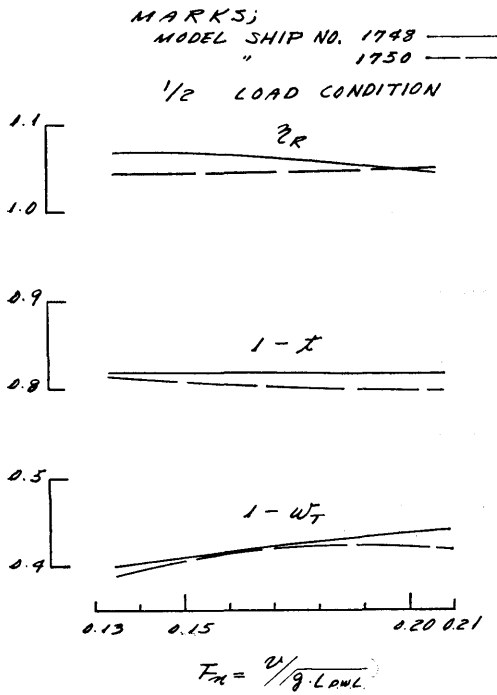


図58 船首フレームラインシリーズの自航要素（半載状態）

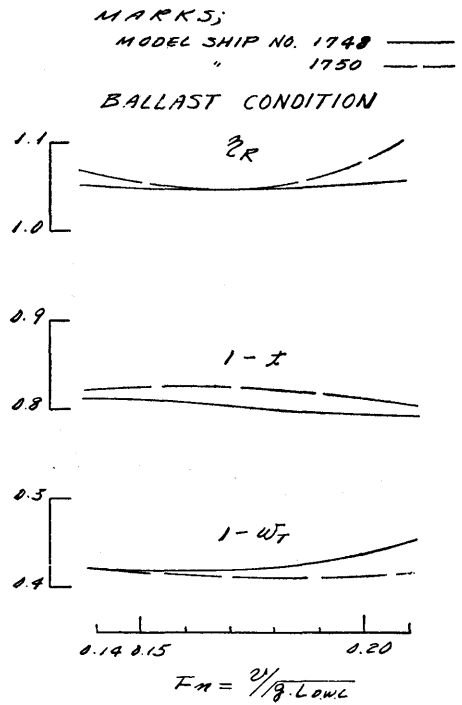


図59 船首フレームラインシリーズの自航要素（バラスト状態）

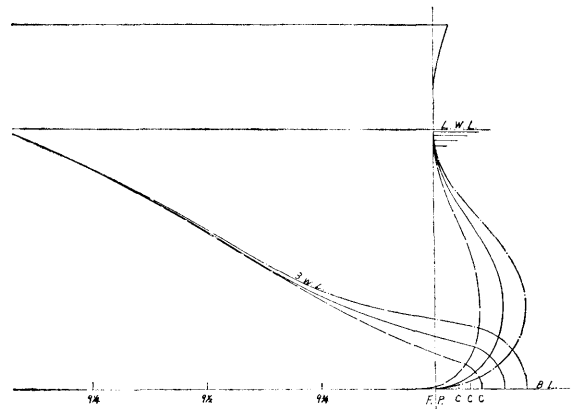
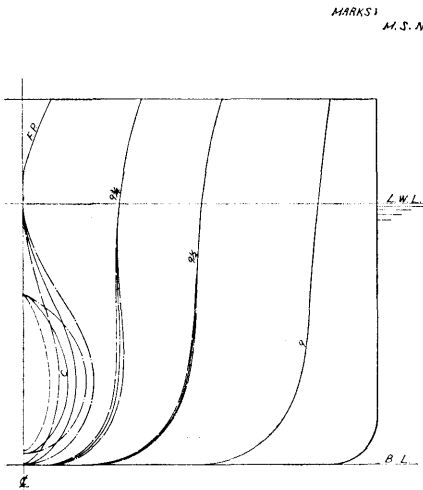


図60 バルブの大きさシリーズの模型船の船首形状

5. バルブの大きさシリーズ

M. S. No. 1748, 1751 および1752でバルブの大きさと突出長さを変化させたもので、その比較図を図60に

示す。その試験結果を F_n を横軸に示したものを図61～64に、バルブの大きさを横軸としてクロス・カーブに示したものを図65および図66に示す。これらの図によれば、試験結果は第1部のバルブの大きさシリーズ

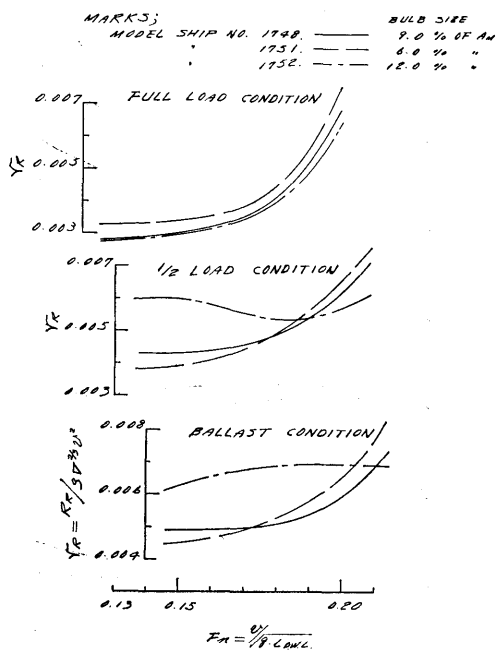


図61 バルブの大きさシリーズの r_R

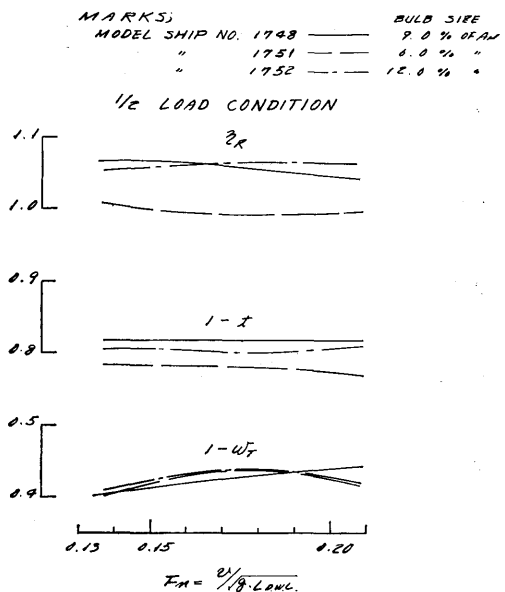


図63 バルブの大きさシリーズの自航要素 (半載状態)

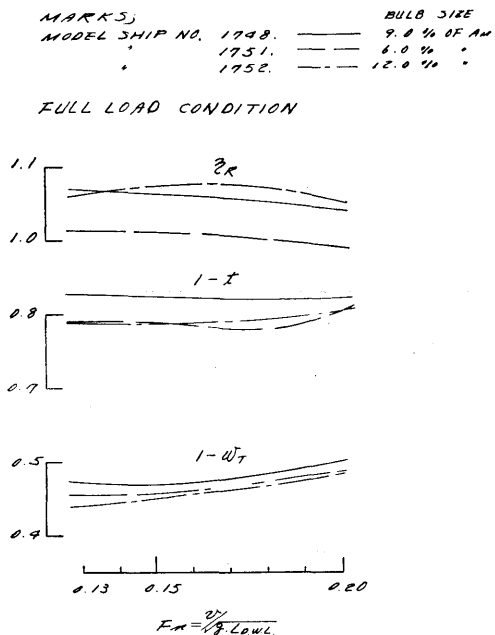


図62 バルブの大きさシリーズの自航要素 (満載状態)

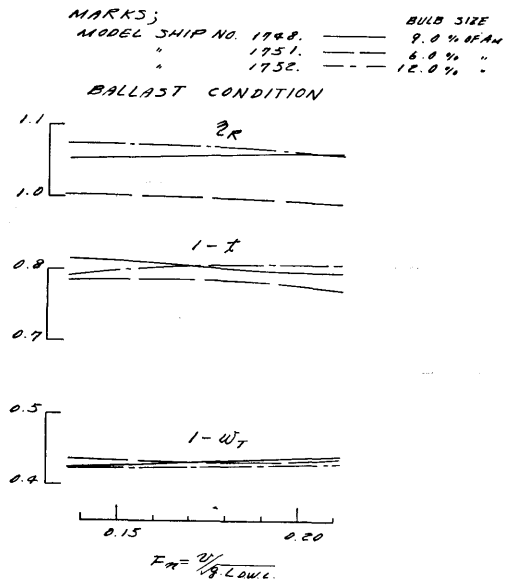


図64 バルブの大きさシリーズの自航要素 (バラスト状態)

の場合と類似している。すなわち、満載状態における r_R はバルブの大きさが大となる程小さくなり、半載およびバラスト状態においては F_n によって異なるバルブの大きさの最適値がある。 $1-t$ および $1-w_T$ は9% A_M の大きさのバルブ位の所に最大値があり、 r_R はバルブの大きさとともに増大している。結局バルブの最適

大きさは、この船型に対して常用速度付近で考えれば、満載状態で10%、バラスト状態で8%位となる。

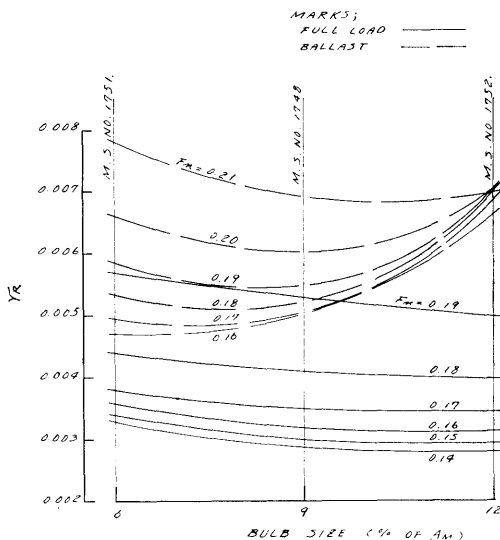


図65 バルブの大きさの YR に及ぼす影響

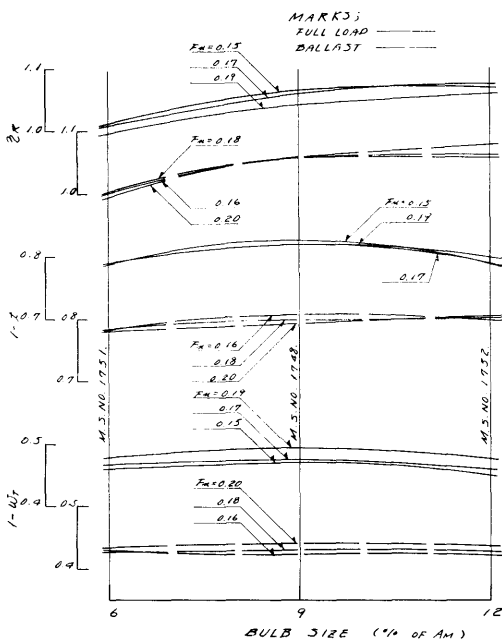


図66 バルブの大きさの自航要素に及ぼす影響

6. プロペラの単独試験結果

このシリーズの全模型船の自航試験に使用された M. P. No. 1567 の単独試験の結果を図67に示す。

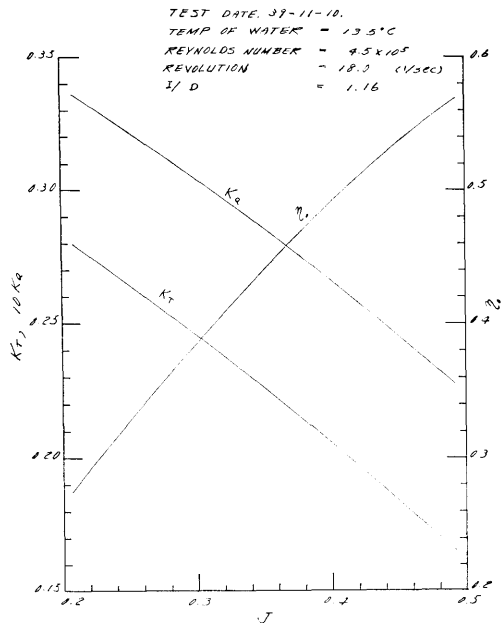


図67 M. P. NO. 1567 の単独試験成績図

結 言

本研究では、バルブ付肥大船型の中で最も一般的と思われる $L/B=6.0, C_B=0.80$ および $L/B=6.5, C_B=0.82$ の両船型に関して、主として船首形状を系統的に変化させた水槽試験を行ない、船首形状等が抵抗、馬力等に及ぼす影響を種々調査した。その結果ほぼ所期の目的を達成することができたが、なお、 l_C については推進性能に及ぼす影響が大きく、さらに調査する必要が認められるので、昭和40年度においては、種々の C_B に対して l_C の影響を調査する予定になっている。また、そのほかの問題点、例えば尺度影響に関すること等も次々と調べる予定である。最後に第1部の研究は石川島播磨重工業、浦賀重工業、川崎重工業、呉造船および日本鋼管の5社の共同の受託試験であり、第2部の研究は三井造船の受託試験であることを付記する。