



社 团 法 人

# 日本造船研究協会報告

第 45 号

昭 和 39 年 12 月

---

高速貨物船の運航性能に関する研究.....第 45 研究部会

Investigations into the Propulsive and Steering  
Performances of High Speed Cargo Liners  
.....The 45th Research Committee

---

The Report  
of the  
Shipbuilding Research Association  
of Japan  
Tokyo, Japan  
No. 45  
December 1964

第 45 研究部会委員名簿

主 員	木 下 昌 雄	井 上 勝	須 藤 彰 一	谷 口 中 郎
幹 事	赤 津 誠 章	横 尾 幸 一	渡 边 恭 二	渡 边 四 郎
	富 田 哲 次 郎	伊 藤 達 郎	石 井 正 夫	井 上 正 祐
	伊 藤 博 美	伊 藤 達 郎	岩 崎 三 郎	太 田 十 一 郎
	泉 晃	乾 崇 夫	片 山 信	唐 沢 孝 夫
	岡 本 章	落 合 一 郎	山 岛 秀 雄	志 波 久 光
	小 島 穀 男	小 関 信 篤	宝 田 直 之 助	竹 越 彦 二 郎
	杉 野 茂	高 橋 高 藏	根 本 広 太 郎	野 村 義 三
	土 田 陽	西 岡 正 美	松 浦 一	松 岡 史 香
	野 本 謙 作	八 田 公 雄	田 崎 充	
	松 岡 孝 亘	米 倉 邦 彦		

Membership of the 45th Research Committee

Chairman	Masao KINOSHITA			
Secretaries	Seisho AKATSU	Masaru INOUE	Shoichi SUDO	Kaname TANIGUCHI
	Tetsujiro TOMITA	Koichi YOKOO	Kyoji WATANABE	Shiro WATANABE
Members	Hiromi ITO	Tatsuro ITO	Masao ISHII	Masasuke INOUE
	Akira IZUMI	Takao INUI	Saburo IWASAKI	Juichiro OTA
	Akira OKAMOTO	Ichiro OCHIAI	Nobu KATAYAMA	Takao KARASAWA
	Nobuo KOJIMA	Nobuatsu OZEKI	Hideo SASAJIMA	Hisamitsu SHIBA
	Shigeru SUGINO	Takazo TAKAHASHI	Naonosuke TAKARADA	Hikojiro TAKEKOSHI
	Kiyoshi TSUCHIDA	Masami NISHIOKA	Hirotaro NEMOTO	Yoshizo NOMURA
	Kensaku NOMOTO	Kimio HATTA	Hajime MATSUURA	Shiko MATSUOKA
	Takanobu MATSUOKA	Kunihiko YONEKURA		

## Summary

From the recent economical aspects, high economical qualities are strongly required for various kinds of vessels. Particularly, cargo liners are needed to have a superior propulsive and steering performance to be able to overcome the severe competition with rival vessels built in foreign countries. As the prototype of cargo liner models to be investigated in this work the following particulars were adopted.

length between perpendiculars	150 m
dead weight	about 15,000 tons
voyage speed	21~22 knots
engine power	22,000~23,000 BHP

Huge amounts of research works, of course, are necessary to obtain good plans for such high speed cargo liners. Therefore, the 45th Research Committee conducted the following experimental works.

### 1. Systematic series tests in still water on the propulsive performance

- (a)  $C_B$  series  $C_B=0.55\sim 0.65$ ,  $L/B=7.0$ ,  $B/d=2.4$
- (b)  $L/B$  series  $C_B=0.625$ ,  $L/B=6.5\sim 8.0$ ,  $B/d=2.1\sim 2.7$
- (c)  $l_{CB}$  series  $C_B=0.625$ ,  $L/B=7.0$ ,  $B/d=2.4$ ,  $l_{CB}=0.7\sim 2.5\%$
- (d)  $C_P$ ,  $C_M$  series  $C_B=0.625$ ,  $C_P=0.632\sim 0.653$ ,  $C_M=0.958\sim 0.990$ ,  
rise of floor=0.15~0.355 m,  
radius of bilge circle=1.896~3.368 m
- (e) prismatic curve series  $C_B=0.625$ ,  $L/B=7.0$ ,  $B/d=2.4$   
full, medium and fine shoulders
- (f) frame line series  $C_B=0.625$ ,  $L/B=7.0$ ,  $B/d=2.4$   
U, medium U and V shapes
- (g) Bulbous bow series  $C_B=0.625$ ,  $L/B=7.0$ ,  $B/d=2.4$   
several kinds of bulbs

On the parent form with  $C_B=0.625$ ,  $L/B=7.0$ ,  $B/d=2.4$  and  $l_{CB}=1.3\%$  the effects of the propeller diameter and trim upon the propulsive performance were investigated. The number of models was so large that model tests were performed at both Mejiro and Nagasaki Experiment Tanks.

Principal results deduced from these series tests in still water are as follows.

- (1) Effect of  $C_B$  upon resistance is not clear at the lower speed under  $F_n=0.25$ , but very remarkable at the higher speed over  $F_n=0.25$ , where the smaller  $C_B$  gives a better propulsive performance with the increase of Froude number.
- (2) The larger  $L/B$  ratio gives the better propulsive performance over the whole speed range tested. Effect of  $B/d$  ratio does not look so great for this kind of

hull form.

- (3) Optimum position of longitudinal center of buoyancy is around +1.3% for this kind of model and speed range.
- (4) Bulb size of bulbous bow form has an important effect upon resistance but very little effect upon the self-propulsion factors. Taking both full load and ballast conditions into consideration, the proper size of the bulb seems to be around 6% for these kinds of models and speed range.
- (5) The parent form with moderate U shape of frame lines shows the best propulsive performance among the frame line series models.
- (6) The smaller the trim, the better the propulsive performance for the ballast condition in the range of trims tested. Taking the propeller immersion into consideration, 1% of trim by the stern will be the best trim for this kind of ships.

## 2. Measurements and analysis of waves caused by ship models

Not only resistance tests but also wave measurements and analysis by means of stereo-camera and theoretical analysis of wave making resistance were performed for forebody prismatic curve series models at the Experiment Tank of the Tokyo University.

The main results are as follows.

- (1) Effects of entrance angle and the forebody shoulder upon the wave making became clear.
  - (2) Under the full and half load condition, the smaller entrance angle and fuller shoulder give lower resistance values at the speeds lower than  $F_n=0.26$  and higher resistance values at the speeds higher than  $F_n=0.26$ .
  - (3) Under the ballast condition, small forebody shoulder of prismatic curves gives lower resistance values, except the lower speed range under  $F_n=0.21$ .
3. Drawing up the design charts for the propulsive performances of high speed cargo liners  
The sub-committee drew up the design charts for the propulsive performances of high speed cargo liners, using the test results of  $L/B$ ,  $B/d$ ,  $l_{cb}$  and  $C_n$  series.
4. Systematic series tests in rough water on the propulsive performance

Six 4.5m models similar to the models used for the series tests in still water were made and tested in rough water. Main results deduced from these experiments are as follows.

- (1) The model with the smaller breadth gives bigger ship motion in rough water.
- (2) The model with the smaller draft gives bigger ship motion at the lower speeds for the wave length over the ship's length.
- (3) In general, the model with bigger ship motion in waves shows better propulsive performance.

## 5. Steering tests

Turning and zig-zag steering tests were carried out on the several radio-controlled models picked from  $L/B$ ,  $B/d$  and bulbous bow series. The effects of hull dimensions, rudder size, rudder angle, other factors of the rudder and ship's speed upon the steering performances were investigated.

Main results deduced from these tests are as follows.

- (1) The small value of  $L/B$  makes the tactical diameter smaller and course stability worse. But even for the ship with  $L/B=6.5$  course stability is not so bad as to make the ship's steering difficult.
- (2) The big value of  $B/d$  makes the tactical diameter smaller.
- (3) Bulbous bow causes the tactical diameter to slightly increase.
- (4) The effect of ship's speed upon the steering performance looks quite small, for the range of  $F_n=0.2\sim0.3$ .
- (5) Decrease of rudder area makes tactical diameter bigger and course stability worse. But even the smallest rudder area in these tests, that is  $A_R/LD=1/70$  gives better course stability than ordinary cargo ships and tankers, probably because of the finer hull forms of these series models.

## 6. Standardized speed trials

A new type of thrust meter was designed and made by Hitachi Shipbuilding Co. Using this thrust meter as well as other apparatus, standardized speed trials of several cargo liners were conducted. Main conclusions deduced from the analysis of speed trial results and comparison with model test results are as follows.

- (1)  $\Delta C_F$  is considered to be nearly zero for such high speed cargo liners as Yamanashi Maru and Richmond Maru, if we use ITTC 1957 model-ship correlation line.
- (2)  $(1-w_m)/(1-w_s)=0.91\sim0.92$
- (3)  $\eta_R$ , relative rotative efficiency, is nearly the same between ship and model.

## 目 次

1 緒 言	( 1 )
2 静水中の系統的模型試験	( 4 )
3 船首プリズマチック・カーブ・シリーズの波形分析	( 37 )
4 推進性能算出用設計図表について	( 52 )
5 波浪中の系統的模型試験	( 59 )
6 操縦性能試験	( 68 )
7 標準試運転	( 75 )
8 結 言	( 110 )

# 高速貨物船の運航性能に関する研究

## 1 緒 言

### 1.1 目 的

最近の経済情勢から、新造される各種船舶は経済性の高いことがますます強く要望されるようになり、特に定期貨物船においては、外國船舶と十分に競争できる高速力を持ち、かつ運航性能のすぐれたものであることが要求される。.

ここに研究の対象とされるような船舶は、わが国においてまだ建造された例を見ないので、さしあたり垂線間長さ 150 m, 載貨重量 15,000 ton 前後の定期貨物船を考え、主機関はディーゼル機関 22,000~23,000 BHP, 航海速力 21~22 Kts を目途とした。

このような高速優秀貨物船の計画にあたっては、まずその推進性能、特に計画速力における所要馬力を正確に予知することが必要となるが、わずかに D. W. Taylor の抵抗推定図表その他があるのみで、十分な精度で所要馬力を推定することが不可能な現状である。また、波浪中の運航性能、あるいは船型に適応した舵計画資料など、基本計画に利用しうる実船資料もまだほとんど存在しない。

また、設計条件の制約によって、理想的な速長比や船体寸法比を採り得ない場合もしばしば考えられることであって、いかなる条件に対しても、これに対応するもっとも適当な船型を選ぶことができるようとするためには、船型要素を規則的に変化させた系統的模型試験を実施することがぜひ必要である。

本研究においては、静水中における広範囲な系統的模型試験を根幹として、高速貨物船の船型要素が静水中および波浪中における運航性能ならびに操縦性能におよぼす影響を明らかにすること、適当な実船を選んで標準試運転およびその成績の解析を行ない、模型船と実船との推進性能に関する相関関係を明らかにすること、最後に高速貨物船の推進性能を算定するための設計図表を作成することをもって目的とした。なお、肥溝係数の研究範囲は  $C_B=0.55\sim0.65$  とされたが、船舶技術研究所においても同時に同種の研究が行なわれることになったので、本研究部会の分担として、 $C_B=0.625$  の船型を中心として研究を実施することになった。

### 1.2 試験研究の内容および実施場所

本試験研究は、高速貨物船の運航性能に関する広範囲の問題を対象として行なわれたもので、以下に述べる 6 項目から成り立っている。

#### 1.2.1 静水中の系統的模型試験

本試験研究のなかで最も力を注いで行なったものであって、次のようなシリーズを含んでいる。

- (1)  $C_B$  シリーズ
- (2)  $L/B, B/d$  シリーズ

- (3)  $l_{CB}$  シリーズ
- (4) 船尾プリズマチック・カーブ・シリーズ
- (5)  $C_P, C_M$  シリーズ
- (6) フレームライン・シリーズ
- (7) バルブ・シリーズ

原型として選んだのは、 $L/B=7.0, B/d=2.4, C_B=0.625, l_{CB}=+1.3\%$  の船型であって、この原型に対しては、相当な日数をかけて試験を行ない、プロペラ直径および翼数の影響や、軽荷状態におけるトリムの影響等を調べた。原型に対する各種試験は船舶技術研究所および三菱造船株式会社の両水槽で、(1), (3), (4), (5) のシリーズは前者、(2), (6), (7) のシリーズは後者の水槽で試験された。

### 1.2.2 波形分析による解析を適用した船首プリズマチック・カーブ・シリーズ

船首プリズマチック・カーブ・シリーズにおいては、自航要素の変化は二次的のものと考えられ、抵抗の大小が船の推進性能の優劣を決定するものと思われたので、小型模型を使って抵抗試験を行なったほかに、抵抗の本質を究めるために、ステレオ写真による波形分析を行なった。この試験は東大水槽で行なわれた。

### 1.2.3 波浪中の系統的模型試験

船に対して真正面から進行してくる規則波のなかで行なった試験であって、 $C_B$  シリーズおよび $L/B, B/d$  シリーズから成り立っている。この試験は船舶技術研究所の水槽で行なわれた。

### 1.2.4 操縦性能試験

$L/B, B/d$  シリーズの主な模型船と、バルブ船型中の1隻に対して、舵の大きさおよび船速を種々に変化させて、旋回試験およびZ操舵試験を行なった。この試験は阪大の旋回池および船舶技術研究所の角水槽で行なわれた。

### 1.2.5 標準試運転

スラスト・メータを試作して、これを用いての予備試験を行なった後、高速貨物船およびこれに近い船型の数隻を選んで標準試運転を行ない、対応模型船の成績と比較することによって、この種の船に対する粗度修正量  $\Delta C_F$  と伴流の縮率影響を求めた。供試実船は次のとおりである。

山利丸（日立造船株式会社、桜島工場）

山梨丸（三菱日本重工業株式会社、横浜造船所）

また、本研究部会に試運転結果の提出されたものは次のとおりである。

りっちもんどう丸（三菱造船株式会社、長崎造船所）

### 1.2.6 推進性能算出用設計図表の作製

昭和35年度より3年間にわたって実施されてきた静水中の系統的模型試験のうち、 $L/B$  シリーズ、 $B/d$  シリーズ、 $C_B$  シリーズ、 $l_{CB}$  シリーズの結果を取りまとめ、高速貨物船の推進性能を算定するための図表を作製した。

## 1.3 経過

この研究は昭和35年4月に開始され、昭和38年9月に終了した。昭和35年度においては、静水

中の系統的模型試験のうち、 $C_B$  シリーズ、 $L/B$  シリーズ、 $C_P, C_M$  シリーズの 3 シリーズのみを行ない、昭和 36 年度においては、静水中の系統的模型試験のうち、 $B/d$  シリーズ、船尾プリズマチック・カーブ・シリーズ、 $l_{CB}$  シリーズを、船首プリズマチック・カーブ・シリーズに対する波形解析、波浪中の系統的模型試験のうちの  $C_B$  シリーズを、操縦性能試験の中の  $L/B$  シリーズを行なったほか、37 年度の実船試験に備えて、スラスト・メータの試作およびこの計器を使用しての予備試験を行なった。昭和 37 年度においては、静水中の系統的模型試験のうち、フレームライン・シリーズ、バルブ・シリーズを、波浪中の系統的模型試験のうち、 $L/B, B/d$  シリーズを、操縦性能試験のうち、 $B/d$  シリーズ、およびバルブ・シリーズを行なったほか、高速貨物船に対してスラスト計測を含めた標準試運転、静水中の系統的模型試験のうち、 $L/B, B/d$  シリーズ、 $C_B$  シリーズ、 $l_{CB}$  シリーズの成績をもとにしての推進性能推定用計算図表の作製を行なった。

## 2. 静水中の系統的模型試験

### 2.1 試験方法および試験状態

試験状態はすべての模型船に対して、満載（イーブン・キール）、 $1/2$  載貨（満載排水量の 70% の排水量、1% 船尾トリム）および軽荷（45% の排水量、2% 船尾トリム）の 3 状態で、原型に対しては  $3/5$  載貨（85% の排水量、0.5% 船尾トリム）を追加した。

模型試験の速度範囲は全模型船に対して、下表のとおりである。

載貨状態	満載	3/5 載貨 (85% 排水量)	1/2 載貨 (70% 排水量)	軽荷 (45% 排水量)
試験フルート数	.20~.30	.20~.32	.20~.34	.20~.36

乱流発生装置としては、スタッドを  $9\frac{1}{2}$  横截面にとりつけ<sup>1)</sup>、摩擦抵抗の計算には、実船、模型船とも、ITTC 1957 年の線をもちいた。ただし  $\Delta C_F = 0$  であり、実船の垂線間長さとしては 150 m を想定している。

実船は 22,000 BHP × 115 RPM の主機を搭載しているものと仮定して、模型プロペラは設計された。しかして、各模型船に対するプロペラは、そのプロペラ直径と各模型船の満載喫水との比がほぼ一定 ( $D/d \approx 0.717$ ) になるように直径を定め、かつ、直径とピッチの和が一定となるようにピッチ比を定めたプロペラを使用した。ただし、各プロペラの展開面積比と翼厚比は一定にしてある。

プロペラ直径やトリムの影響を知るために、原型に対しては、プロペラ直径を異にする 3 種のプロペラでの自航試験および、トリムを変化させての試験をも行なった。

### 2.2 $C_B$ シリーズ

#### 2.2.1 模型船の要目

このシリーズに含まれる模型船は第 2.1 表に示す 5 隻であって、その正面線図および船首尾形状を第 2.1 図に、プリズマチック・カーブを第 2.2 図に示す。M. S. 1382 がその原型である。

本シリーズの模型船に使用した模型プロペラは M. P. 1357 である。（第 2.2 表および第 2.3 図参照）。

第 2.1 表  $C_B$  シリーズ模型船の主要目

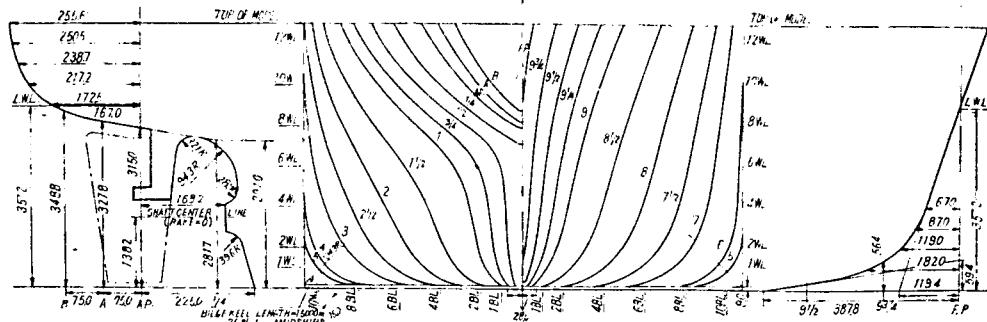
	Actual Ship	Model Ship
Length between Perpendiculars ( $L_{PP}$ )	150.000 m	6.0000 m
Length on Load Water Line ( $L_{DWL}$ )	154.175 m	6.1670 m
Breadth including Skin ( $B$ )	21.428 m	0.8572 m

1) 乾 崇夫他 Advances in Calculation of Wave-making Resistance of Ships. 造船協会 60 周年記念シリーズ, Vol. 2, 1957, p. 220.

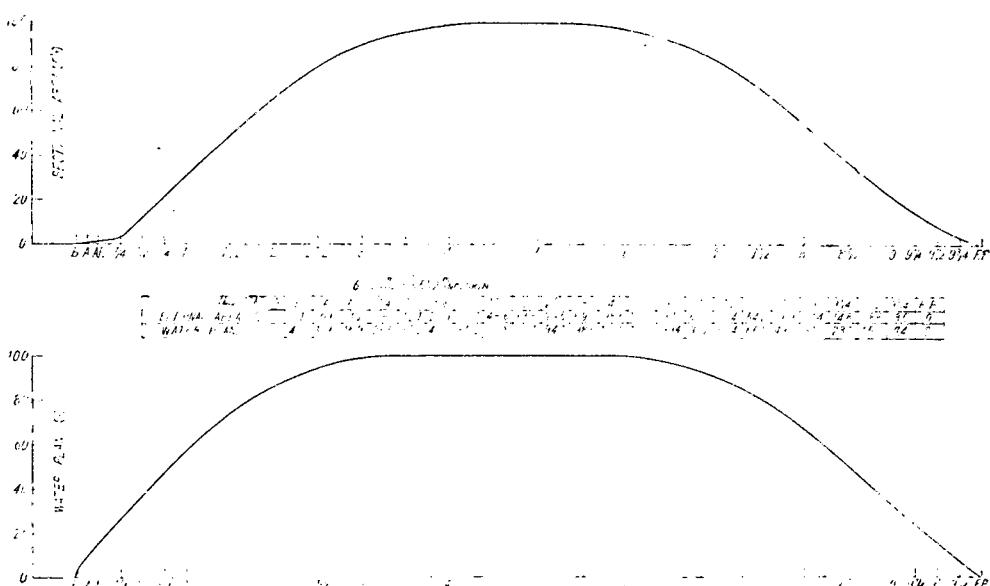
Model Ship No.		1381	1382	1383	1384	1385
Rise of Floor	Actual Ship	0.169 m	0.225 m	0.288 m	0.373 m	0.508 m
	Model Ship	0.0068 m	0.0090 m	0.0115 m	0.0149 m	0.0203 m
Starting Point of Rise of Floor from Center Line	Actual Ship	0.700 m				
	Model Ship	0.0280 m				
Radius of Bilge Circle	Actual Ship	2.273 m	2.608 m	3.007 m	3.455 m	4.097 m
	Model Ship	0.0909 m	0.1043 m	0.1203 m	0.1382 m	0.1639 m

Condition	Full Load					1/2 Load				
	1381	1382	1383	1384	1385	1381	1382	1383	1384	1385
Model Ship No.	1381	1382	1383	1384	1385	1381	1382	1383	1384	1385
Draft Actual Ship $d$ (m)			8.930			6.515	6.558	6.618	6.670	6.730
Draft Model Ship $d$ (m)			0.3572			0.2606	0.2623	0.2647	0.2668	0.2692
Trim in % of $L_{PP}$			0						1	
Block Coefficient $C_B$	0.648	0.625	0.601	0.575	0.548	0.622	0.595	0.568	0.539	0.509
Prismatic Coefficient $C_P$	0.661	0.642	0.622	0.602	0.583	0.639	0.618	0.595	0.573	0.552
Midship Coefficient $C_M$	0.980	0.974	0.966	0.956	0.940	0.973	0.963	0.955	0.941	0.922
Water Line Coefficient $C_W$	0.753	0.747	0.741	0.736	0.727					
L.C.B. in % of $L_{PP}$ from Midship $l_{CB}$	+1.01	+1.29	+1.59	+1.89	+2.10	+1.89	+2.17	+2.50	+2.86	+2.98
Displacement Actual Ship $\rho$ (m³)	18,609	17,933	17,252	16,518	15,733	13,027	12,553	12,077	11,563	11,014
Displacement Model Ship $\rho$ (m³)	1.1910	1.1477	1.1041	1.0572	1.0069	0.8337	0.8034	0.7729	0.7400	0.7049
Displacement Actual Ship $A$ (ton)	19,070	18,381	17,683	16,931	16,121	13,353	12,867	12,379	11,852	11,289
Wetted Surface Actual Ship $S$ (m²)	4,447	4,363	4,275	4,200	4,122	3,673	3,594	3,511	3,441	3,369
Wetted Surface Model Ship $S$ (m²)	7.116	6.981	6.840	6.720	6.595	5.876	5.751	5.618	5.505	5.390
$B/d$			2.400			3.290	3.268	3.239	3.213	3.184
$L_{PP}/B$			7.000			7.000				
$\rho/L_{PP}^3 \times 10^3$	5.514	5.313	5.112	4.894	4.662	3.860	3.719	3.578	3.426	3.263

Condition	Light Load				
Model Ship No.	1381	1382	1383	1384	1395
Draft Actual Ship $d$ (m)	4.393	4.438	4.523	4.590	4.685
Draft Model Ship $d$ (m)	0.1757	0.1775	0.1809	0.1836	0.1874
Trim in % of $L_{PP}$			2		
Block Coefficient $C_B$	0.593	0.566	0.534	0.504	0.470
Prismatic Coefficient $C_P$	0.620	0.597	0.572	0.551	0.531
Midship Coefficient $C_M$	0.957	0.948	0.934	0.914	0.885
Water Line Coefficient $C_W$					
L.C.B. in % of $L_{PP}$ from Midship $l_{CB}$	+4.00	+4.18	+4.51	+4.85	+4.83
Displacement Actual Ship $\rho$ (m³)	8,373	8,070	7,764	7,433	7,080
Displacement Model Ship $\rho$ (m³)	0.5359	0.5165	0.4969	0.4757	0.4531
Displacement Actual Ship $A$ (ton)	8,582	8,272	7,958	7,619	7,257
Wetted Surface Actual Ship $S$ (m²)	3.021	2.934	2.848	2.772	2.700
Wetted Surface Model Ship $S$ (m²)	4.834	4.695	4.557	4.435	4.321
$B/d$	4.878	4.829	4.738	4.669	4.575
$L_{PP}/B$		7.000			
$\rho/L_{PP}^3 \times 10^3$	2.481	2.391	2.300	2.202	2.098



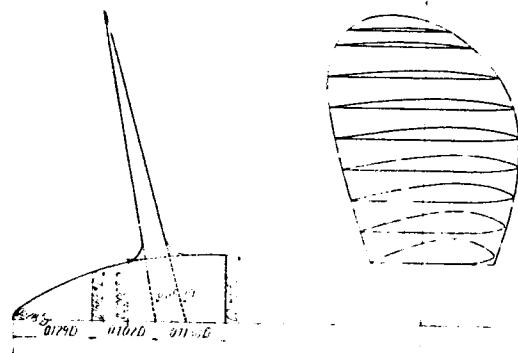
第 2-1 図 M.S. 1382 の正面線図 (単位 mm)



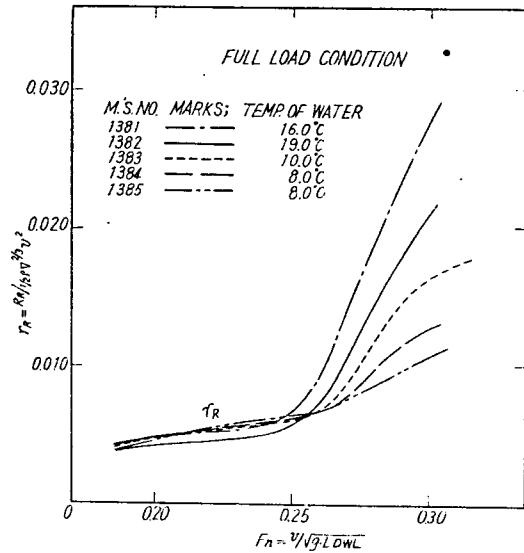
第 2-2 図 M.S. 1382 のプリズミック・カーフおよび水線面形状

第 2-2 表 模型プロペラ要目

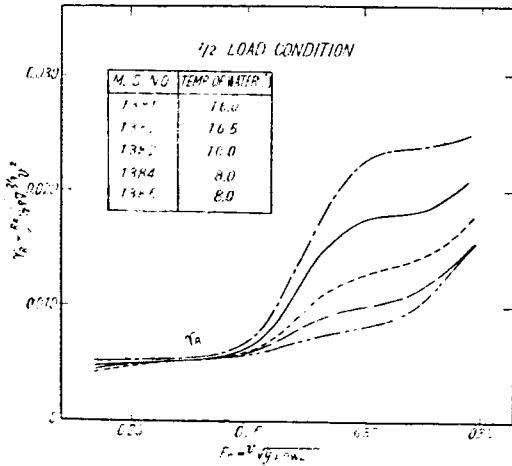
Model No.	Propeller No. (Mejiro)	1283	1284	1357	1285	1358	1286	1359	1287
#	(Nagasaki)			(1262)		(1263)	<th>(1264)</th> <td></td>	(1264)	
Diameter <i>D</i> (mm)	316.0	292.0	256.0	244.0	240.0	228.0	224.0	200.0	
Pitch <i>P</i> (mm)	180.0	204.0	240.0	252.0	256.0	268.0	272.0	296.0	
Pitch Ratio (Const.)	0.570	0.699	0.938	1.033	1.067	1.175	1.214	1.480	
Boss Ratio						0.200			
Expanded Area Ratio						0.650			
Max. Blade Width Ratio						0.302			
Blade Thickness Ratio						0.050			
Angle of Rake						10°-0'			
Direction of Turning						Right Handed			
Number of Blades						5			
Type of Blades						AU Type			



第2-3図 模型プロペラ形状図



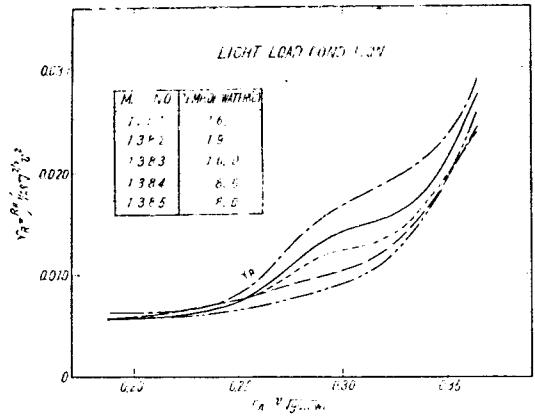
第2-4図  $C_B$  シリーズの抵抗試験結果(満載状態)



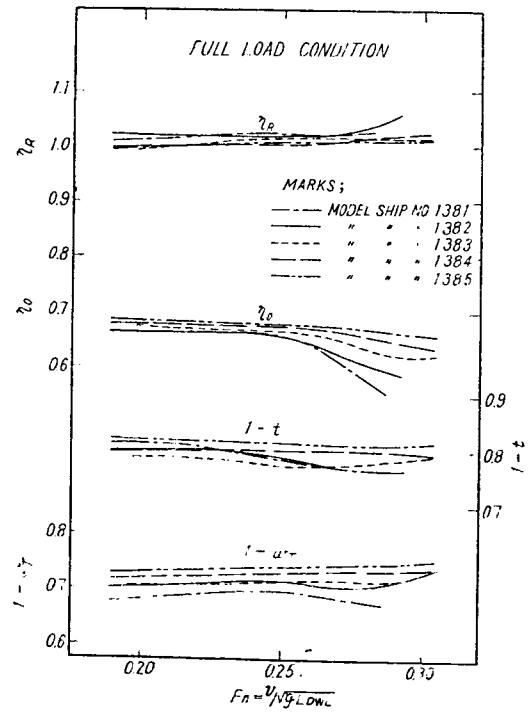
第2-5図  $C_B$  シリーズの抵抗試験結果(1/2 載貨状態)

## 2-2-2 試験結果

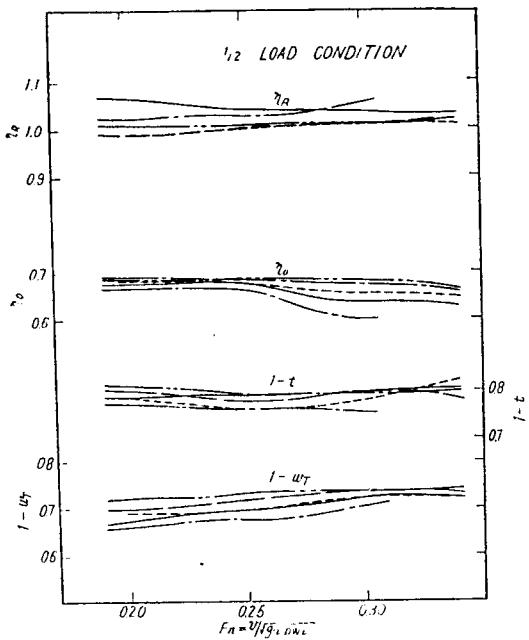
抵抗試験の結果を第2-4図～第2-6図に示す。ただし、第2-4図は満載状態、第2-5図は1/2 載貨状態、第2-6図は軽荷状態に対するものである。フルード数約0.25以下では、 $C_B$  の大小による抵抗係数  $r_R$  の差はきわめてわずかであるが、この速度を越えると  $C_B$  による  $r_R$



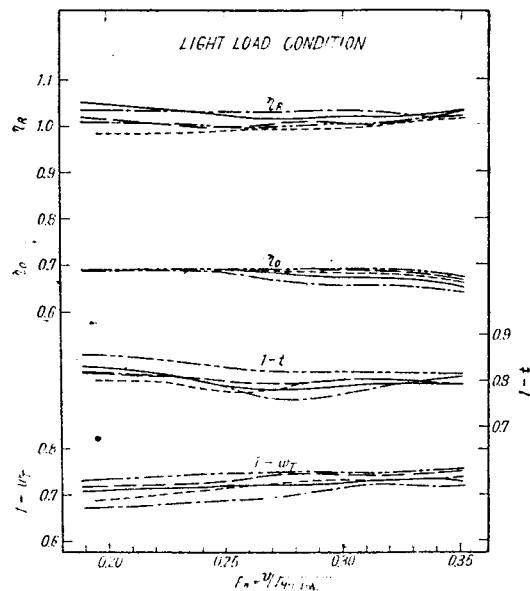
第2-6図  $C_B$  シリーズの抵抗試験結果(軽荷状態)



第2-7図  $C_B$  シリーズの自航要素(満載状態)



第2-8図  $C_B$  シリーズの自航要素(1/2載荷状態)



第2-9図  $C_B$  シリーズの自航要素(軽荷状態)

第2-3表  $L/B, B/d$  シリーズ模型船の主要目

Model Ship No.	M. 1487	M. 1489	M. 1491	(M. 1464)	(M. 1463)	(M. 1465)	(M. 1466)	M. 1488	M. 1490	M. 1492
$B/d$	2.1				2.4				2.7	
$L_{PP}/B$	6.5	7.0	8.0	6.5	7.0	7.5	8.0	6.5	7.0	8.0
$L_{PP}$ (m)	6.0				6.0				6.0	
$L_{DWL}$ (m)	6.1670				6.1670				6.1670	
$B$ (m)	0.9231	0.8572	0.7500	0.9231	0.8572	0.8000	0.7500	0.9231	0.8572	0.7500
$d$ (m)	0.4396	0.4082	0.3572	0.3846	0.3572	0.3334	0.3125	0.3419	0.3175	0.2778
$C_B$	0.624				0.625				0.624	
$C_P$	0.641				0.642				0.641	
$C_M$	0.974				0.974				0.974	
$C_W$	0.746				0.745				0.746	
$l_{CB} \%$ of $L_{PP}$ Abaft Midship	+1.31%				+1.30%				+1.31%	
Rise of Floor (m)	0.0111	0.0103	0.0090	0.0097	0.0088	0.0084	0.0079	0.0086	0.0080	0.0070
Starting point of Rise of Floor from Center Line (m)	0.0302	0.0280	0.0245	0.0302	0.0280	0.0261	0.0254	0.0302	0.0280	0.0245
Radius of Bilge Circle (m)	0.1205	0.1120	0.0980	0.1123	0.1043	0.0973	0.0912	0.1056	0.0980	0.0858
Water Lines Apart (m)	0.0492	0.0457	0.0400	0.0431	0.0400	0.0373	0.0350	0.0383	0.0356	0.0311
Bow & Buttock Lines Apart (m)	0.0431	0.0400	0.0350	0.0431	0.0400	0.0373	0.0350	0.0431	0.0400	0.0350
Square Station Apart (m)	0.6000				0.6000				0.6000	
Model Propeller No.	1283	1384	1357 (1262)	1357 (1262)	1357 (1262)	1358 (1263)	1359 (1264)	1285	1286	1287

の差は急激に大きくなる。自航試験の結果得られた自航要素を第2・7図～第2・9図に示す。 $C_B$  の大きいものほど伴流係数  $w_T$  は大きくなっているが、 $w_T$  以外の自航要素、スラスト減少係数  $t$  およびプロペラ効率比  $\eta_R$  は  $C_B$  によってそれほどはっきりした序列が作られていない。だいたいの傾向としては、低速では  $C_B$  が大きいほど推進効率  $\eta$  は大きく、高速では  $C_B$  が大きいほど  $\eta$  は小となっている。 $r_R$  と  $\eta$  との傾向をあわせ考えれば、排水量一定の条件においても、この種の船では  $C_B$  の小さいほど推進性能が良いことが推察される。

### 2.3 L/B, B/d シリーズ

#### 2.3.1 模型船要目等

このシリーズに含まれる模型船は第2・3表に主要目等を示す10隻で、このうち  $L/B=7.0$ ,  $B/d=2.4$  の M.S. 1382 が本研究部会共通の原型で、その線図は第2・1図に示されている。なお第2・3表中

第2・4表  $L/B$ ,  $B/d$  シリーズの試験要目

Condition	Full Load (Even Keel)									
Model Ship No.	M. 1487	M. 1489	M. 1491	M. 1386	M. 1382	M. 1387	M. 1388	M. 1488	M. 1490	M. 1492
Displacement [kg]	1519.26	1310.05	1003.13	1329.34	1146.29	998.60	877.73	1181.65	1018.94	780.22
Draft [m]	0.4396	0.4082	0.3571	0.3846	0.3572	0.3334	0.3125	0.3419	0.3175	0.2778
$C_B$	0.6236	0.6236	0.6236	0.6235	0.6235	0.6235	0.6235	0.6236	0.6236	0.6236
$C_P$	0.6404	0.6404	0.6404	0.6403	0.6403	0.6403	0.6403	0.6404	0.6404	0.6404
$C_M$	0.9738	0.4738	0.9738	0.9738	0.9738	0.9738	0.9738	0.9738	0.9738	0.9738
Wetted Surface Area [m <sup>2</sup> ]	8.032	7.465	6.544	7.444	6.920	6.464	6.067	7.013	6.520	5.716

Condition	1/2 Load (1% $L_{PP}$ Aft Trim)									
Model Ship No.	M. 1487	M. 1489	M. 1491	M. 1386	M. 1382	M. 1387	M. 1388	M. 1488	M. 1490	M. 1492
Displacement [kg]	1063.82	917.35	702.47	930.83	802.68	699.28	614.66	827.43	713.50	546.37
Draft [m]	0.3241	0.3010	0.2634	0.2836	0.2634	0.2458	0.2304	0.2521	0.2341	0.2048
$C_B$	0.5920	0.5919	0.5920	0.5919	0.5919	0.5919	0.5919	0.5919	0.5920	0.5919
$C_P$	0.6139	0.6137	0.6138	0.6137	0.6137	0.6137	0.6137	0.6137	0.6139	0.6137
$C_M$	0.9644	0.9644	0.9644	0.9644	0.9644	0.9644	0.9644	0.9644	0.9644	0.9644
Wetted Surface Area [m <sup>2</sup> ]	6.559	6.097	5.347	6.148	5.716	5.341	5.013	5.832	5.423	4.757

Condition	Light Load (2% $L_{PP}$ Aft Trim)									
Model Ship No.	M. 1487	M. 1489	M. 1491	M. 1386	M. 1382	M. 1387	M. 1388	M. 1488	M. 1490	M. 1492
Displacement [kg]	684.28	590.09	451.91	598.74	516.33	449.84	395.42	532.23	458.97	351.49
Draft [m]	0.2204	0.2047	0.1791	0.1929	0.1791	0.1672	0.1567	0.1715	0.1592	0.1393
$C_B$	0.5596	0.5595	0.5595	0.5595	0.5595	0.5595	0.5595	0.5595	0.5596	0.5595
$C_P$	0.5905	0.5904	0.5904	0.5904	0.5904	0.5904	0.5904	0.5904	0.5905	0.5904
$C_M$	0.9477	0.9477	0.9477	0.9477	0.9477	0.9477	0.9477	0.9477	0.9477	0.9477
Wetted Surface Area [m <sup>2</sup> ]	5.342	4.967	4.358	5.066	4.712	4.404	4.134	4.861	4.521	3.968

かっこをつけて記した模型船およびプロペラの番号は、試験実施場所の都合上同一模型に重複してつけられた番号である。

他の9船型の線図は  $L/B$ ,  $B/d$  の変更に伴なって寸法を伸縮したものであり、船底彎曲部のみは中央横截面積が変わらないような円弧でおきかえた。

自航試験に使用した模型プロペラは8個で、模型船とプロペラの組合せを第2・3表に付記した。

プロペラは原型 M.S. 1382 に対して設計したプロペラ M.P. 1357 を原型とし、各船型に対し、喫水とプロペラ直径との比がほぼ一定になるようプロペラ直径を定め、かつ  $P+D$  が一定となるようピッチを選定した。

ただし、M.S. 1487 および M.S. 1386 に対しては、ピッチ比が過少となるため、直径の小さなプロペラを使用して自航試験を行なった。

プロペラ図面を第2・3図に、8個のプロペラの要目を第2・2表に、また、各模型船の試験要目を載貨状態別に第2・4表に示した。

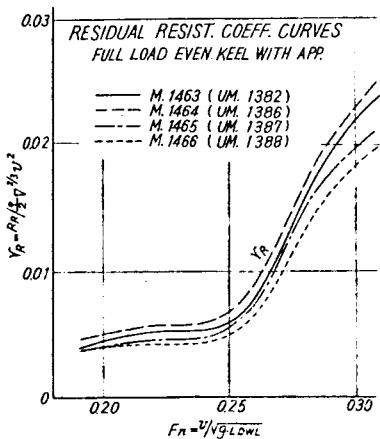
### 2・3・2 試験結果

試験結果は、各  $B/d$  ごとに取りまとめ、 $r_R$  を第2・10図～第2・18図に、自航要素を第2・19図～第2・27図に、またプロペラ単独試験結果を第2・28図に示す。

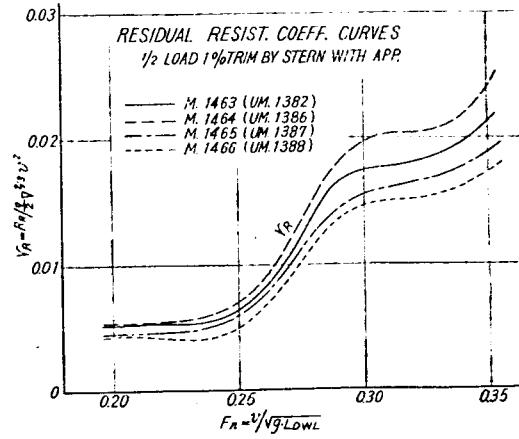
$r_R$  の  $F_n$  に対する変化の傾向は各船型を通じて、 $F_n=0.25$  以下では  $r_R$  がほぼ一定、 $F_n=0.25$  を超えると、 $r_R$  は急に増加し、 $F_n=0.30$  附近にハンプ、 $F_n=0.34$  附近にホールがある形状である。

この傾向は  $L/B$ ,  $B/d$  の相違する各船型を通じて共通であるが、 $r_R$  の値に対する  $L/B$  の影響は  $F_n=0.25$  以下の低速から高速までを通して非常に大きく、 $B/d$  一定の場合  $L/B$  が大きいほど  $r_R$  は小さい。

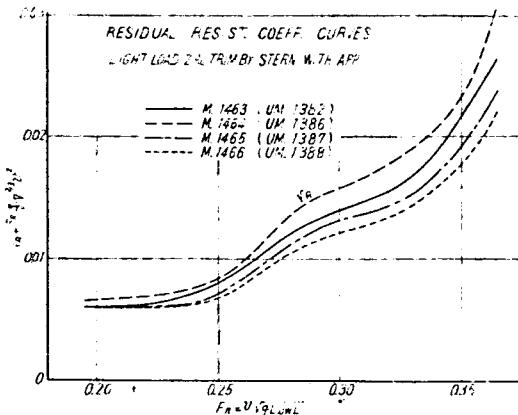
また、 $B/d$  の相違に対しては、 $F_n=0.25$  以下では  $r_R$  の相違がほとんどないが、 $F_n=0.25$  以上の高速では  $B/d$  の影響も大きく、 $B/d$  の大きい方が  $r_R$  が小さい。ただし、これは  $L/B$  一定として  $B/d$  を変更しているので、 $B/d$  が大きいものほど排水量長比  $P/L^3$  が小さくなっている、この影響が



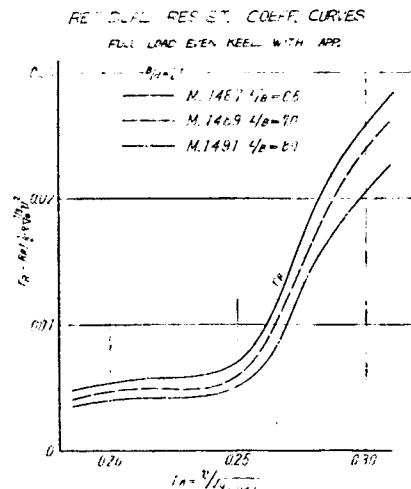
第2・10図  $L/B, B/d$  シリーズ ( $B/d=2.4$ ) の抵抗試験結果 (満載状態)



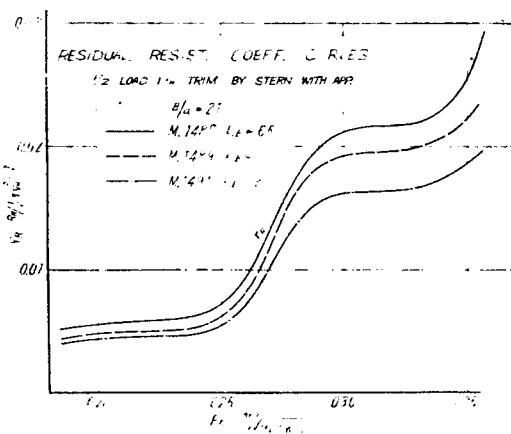
第2・11図  $L/B, B/d$  シリーズ ( $B/d=2.4$ ) の抵抗試験結果 (1/2 載荷状態)



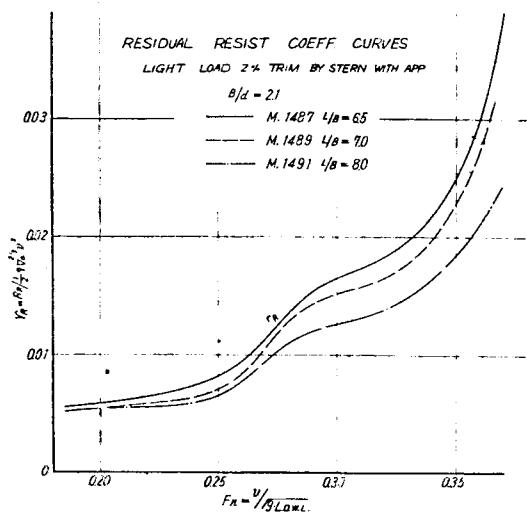
第2・12図  $L/B, B/d$  シリーズ ( $B/d=2.4$ ) の抵抗試験結果 (軽荷状態)



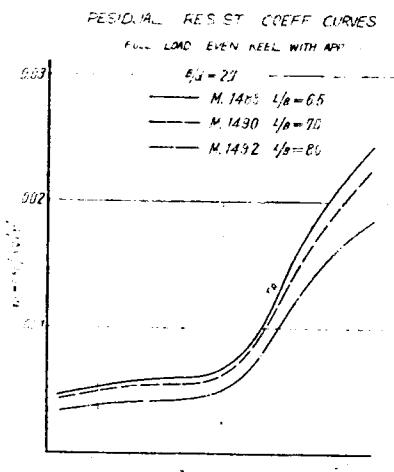
第2・13図  $L/B, B/d$  シリーズ ( $B/d=2.1$ ) の抵抗試験結果 (満載状態)



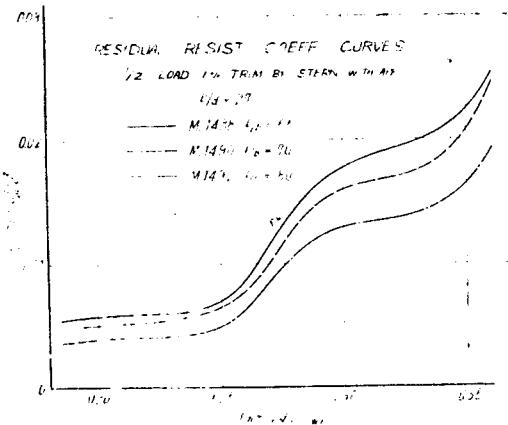
第2・14図  $L/B, B/d$  シリーズ ( $B/d=2.1$ ) の抵抗試験結果 (1/2 載貨状態)



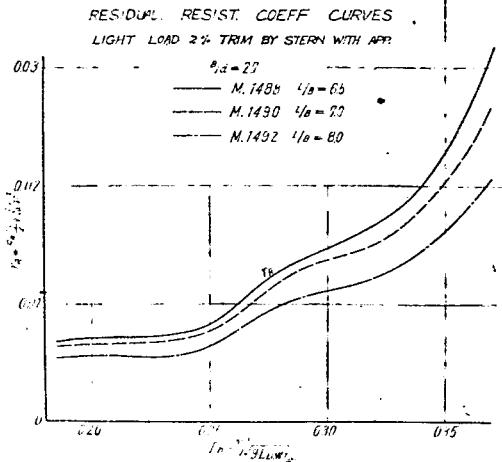
第2・15図  $L/B, B/d$  シリーズ ( $B/d=2.1$ ) の抵抗試験結果 (軽荷状態)



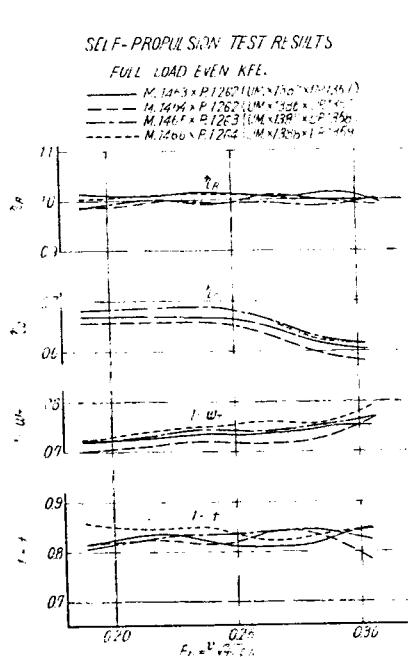
第2・16図  $L/B, B/d$  シリーズ ( $B/d=2.7$ ) の抵抗試験結果 (満載状態)



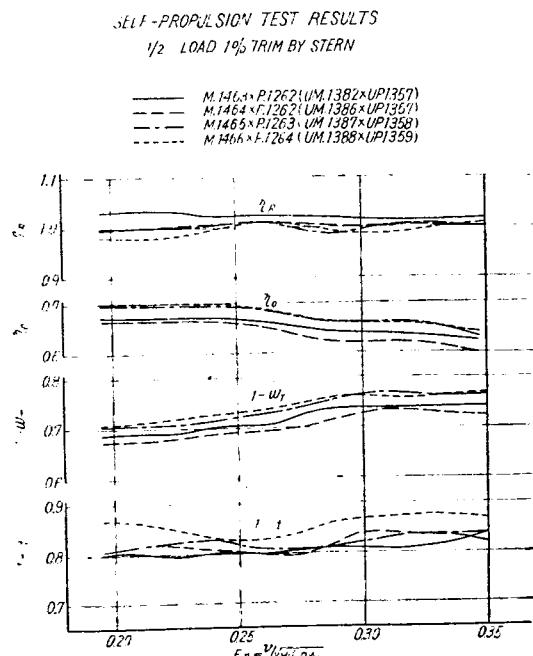
第2-17図  $L/B, B/d$  シリーズ ( $B/d=2.7$ ) の抵抗試験結果 (1/2 載貨状態)



第2-18図  $L/B, B/d$  シリーズ ( $B/d=2.7$ ) の抵抗試験結果(軽荷状態)

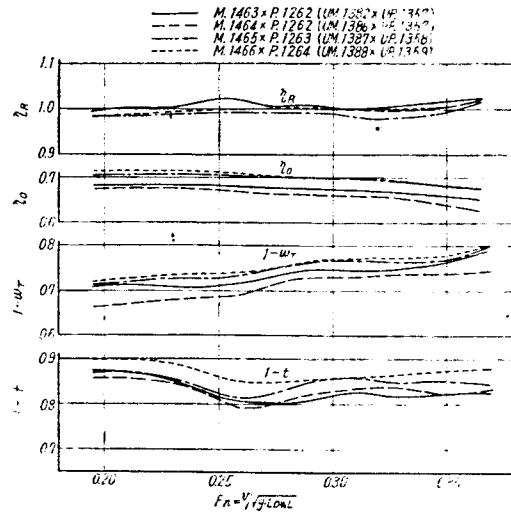


第2-19図  $L/B, B/d$  シリーズ ( $B/d=2.4$ ) の自航要素 (満載状態)



第2-20図  $L/B, B/d$  シリーズ ( $B/d=2.4$ ) の自航要素 (1/2 載貨状態)

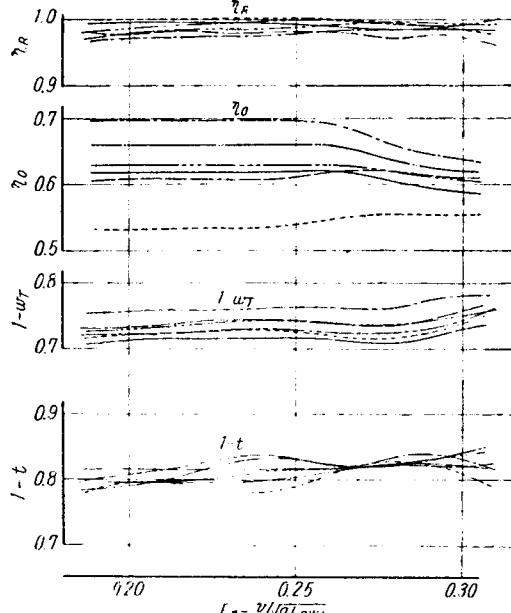
SELF-PROPELLION TEST RESULTS  
LIGHT LOAD 2% TRIM BY STERN



第2.21図  $L/B, B/d$  シリーズ ( $B/d=2.4$ ) の自航要素 (軽荷状態)

SELF-PROPELLION TEST RESULTS  
FULL LOAD EVEN KEEL  
 $B/d = 2.1$

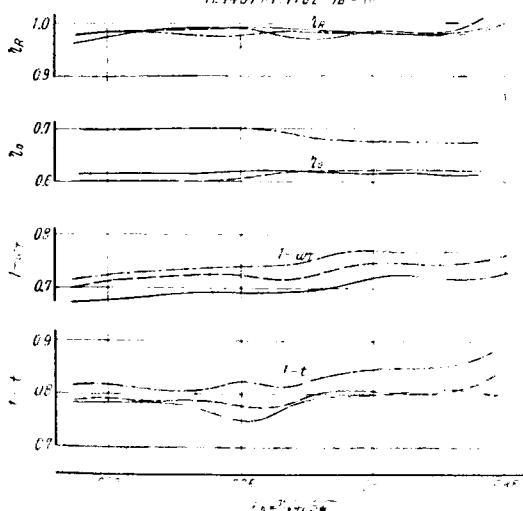
M.1487x.P.1284  $L/B = 65$   
M.1489x.P.1284  $L/B = 70$   
M.1491x.P.1262  $L/B = 80$   
M.1487x.P.1283  $L/B = 65$   
M.1491x.P.1106  $L/B = 80$   
M.1491x.P.1108  $L/B = 80$



第2.22図  $L/B, B/d$  シリーズ ( $B/d=2.1$ ) の自航要素 (満載状態)

SELF-PROPELLION TEST RESULTS  
1/2 LOAD 1% TRIM BY STERN  
 $B/d = 2.1$

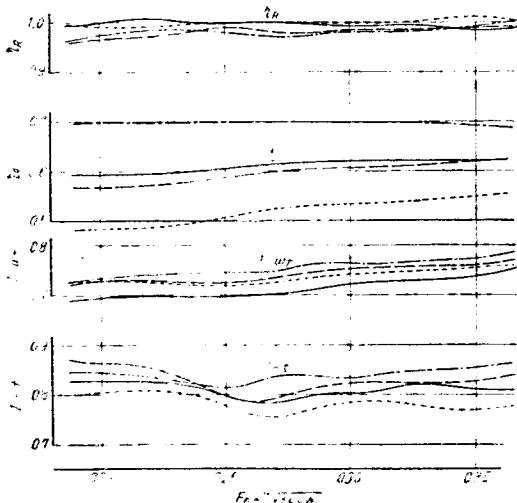
M.1487x.P.1284  $L/B = 65$   
M.1489x.P.1284  $L/B = 70$   
M.1491x.P.1262  $L/B = 80$



第2.23図  $L/B, B/d$  シリーズ ( $B/d=2.1$ ) の自航要素 (1/2 載貨状態)

SELF-PROPELLION TEST RESULTS  
1/2 LOAD 1% TRIM BY STERN  
 $B/d = 2.1$

M.1487x.P.1284  $L/B = 65$   
M.1489x.P.1284  $L/B = 70$   
M.1491x.P.1262  $L/B = 80$   
M.1491x.P.1283  $L/B = 80$



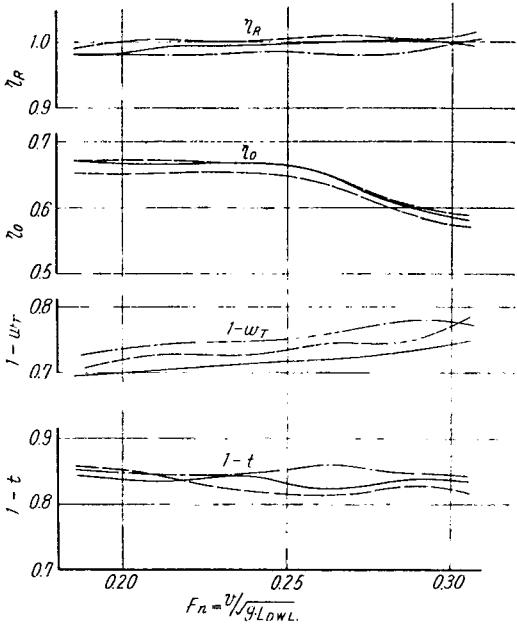
第2.24図  $L/B, B/d$  シリーズ ( $B/d=2.1$ ) の自航要素 (軽荷状態)

SELF-PROPELLION TEST RESULTS

FULL LOAD EVEN KEEL

$B/d = 2.7$

- M. 1488 x P.1285  $L/B = 65$
- M. 1490 x P.1286  $L/B = 70$
- M. 1492 x P.1287  $L/B = 80$



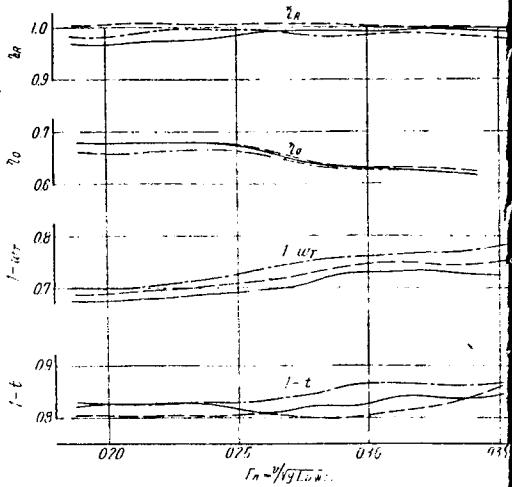
第2・25図  $L/B, B/d$  シリーズ ( $B/d=2.7$ ) の自航要素 (満載状態)

SELF-PROPELLION TEST RESULTS

1/2 LOAD 1/2 TRIM BY STERN

$B/d = 2.7$

- M. 1488 x P.1285  $L/B = 65$
- M. 1490 x P.1286  $L/B = 70$
- M. 1492 x P.1287  $L/B = 80$



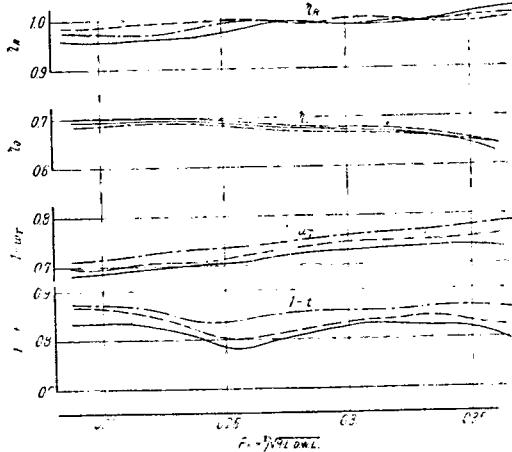
第2・26図  $L/B, B/d$  シリーズ ( $B/d=2.7$ ) の自航要素 (1/2 載荷状態)

SELF-PROPELLION TEST RESULTS

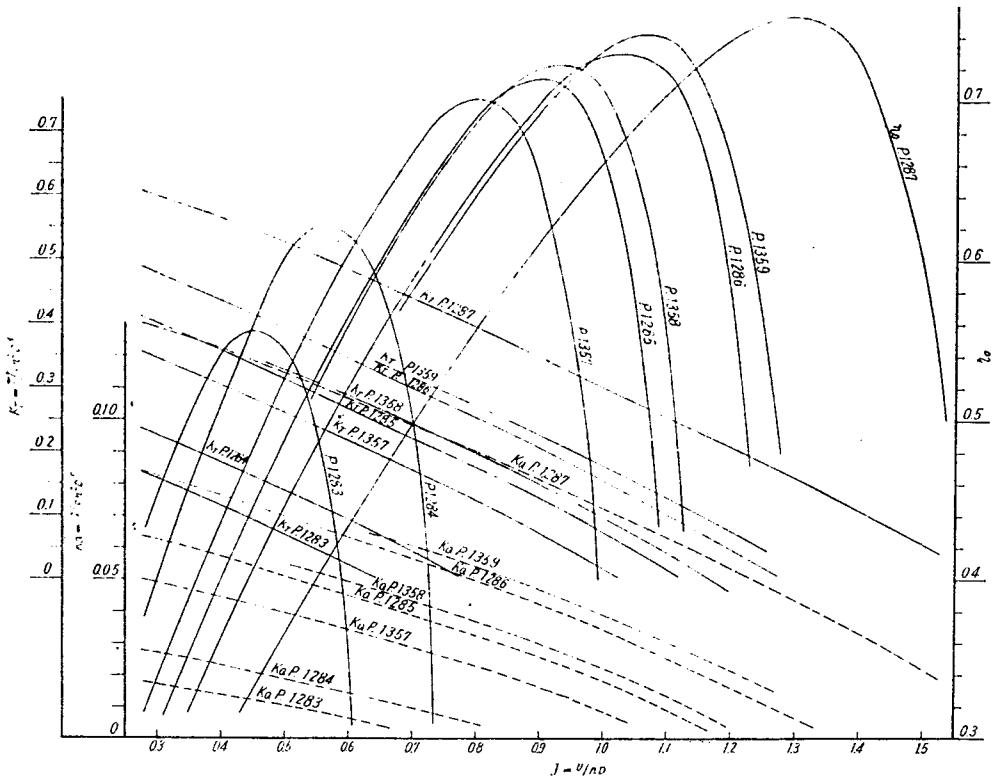
LIGHT LOAD 2/3 TRIM BY STERN

$B/d = 2.7$

- M. 1488 x P.1285  $L/B = 65$
- M. 1490 x P.1286  $L/B = 70$
- M. 1492 x P.1287  $L/B = 80$



第2・27図  $L/B, B/d$  シリーズ ( $B/d=2.7$ ) の自航要素 (軽荷状態)



第2.28図 模型プロペラ単独試験結果

大きいものと考えられる。

自航試験の結果は、 $w_T$  は  $L/B$  が大きいほど小さい傾向にあり、 $t$  にも  $L/B$  が大きいほど小さくなる傾向が見られるが、 $w_T$  ほどあきらかではない。

$B/d$  に関しては  $w_T$ ,  $t$  もともに系統的な変化は見られない。 $\eta_R$  については、 $B/d=2.4$  で大きく、 $B/d=2.1$ ,  $2.7$  で小さい傾向が見られるが、各船型に対して最適プロペラを設計したものではなく、 $B/d=2.4$   $L/B=7.0$  の原型 M.S. 1382 に対して設計したプロペラを各船型の喫水に応じて直徑およびピッチを変更したプロペラを使用しているため、この設計条件の相違が  $\eta_R$  に影響していることも考えられ、この  $\eta_R$  の相違を船型のみの影響とは考えられない。

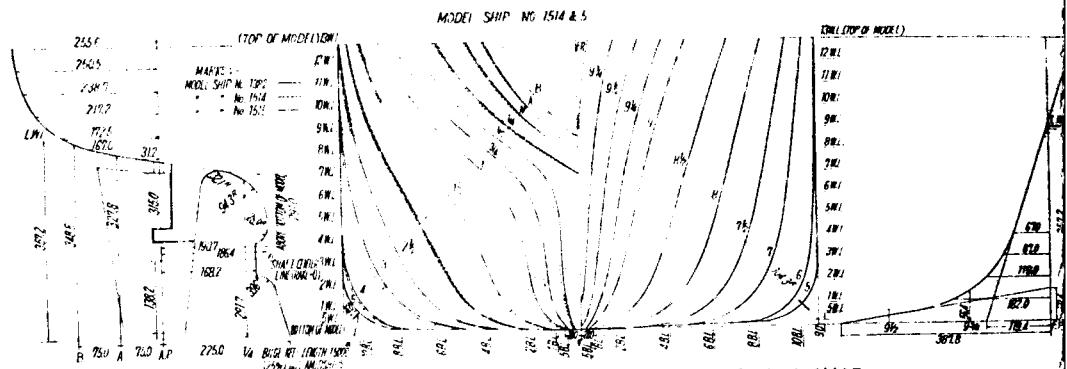
$L/B$ ,  $B/d$  シリーズの  $r_R$ ,  $t$ ,  $w_T$ ,  $\eta_R$  については別にそれぞれのコンターカーブを作成した。

## 2.4 $l_{CB}$ シリーズ

### 2.4.1 模型船の要目その他

このシリーズは M.S. 1382 を原型とし、浮心位置を変化させて作成したシリーズで、第2.5表に示す4隻の模型船からなっている。これら模型船の船首尾形状および船体正面線図を第2.29図に、ブリズマチック・カーブを第2.30図に示す。

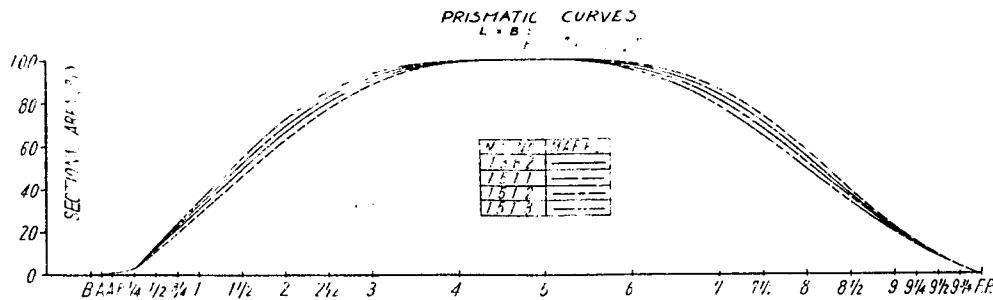
模型プロペラは  $C_B$  シリーズと同様に M.P. 1357 を用いた。



第2-29図  $l_{CB}$  シリーズ模型船の船首尾形状および船体正面線図

第2-5表  $l_{CB}$  シリーズ模型船の主要寸

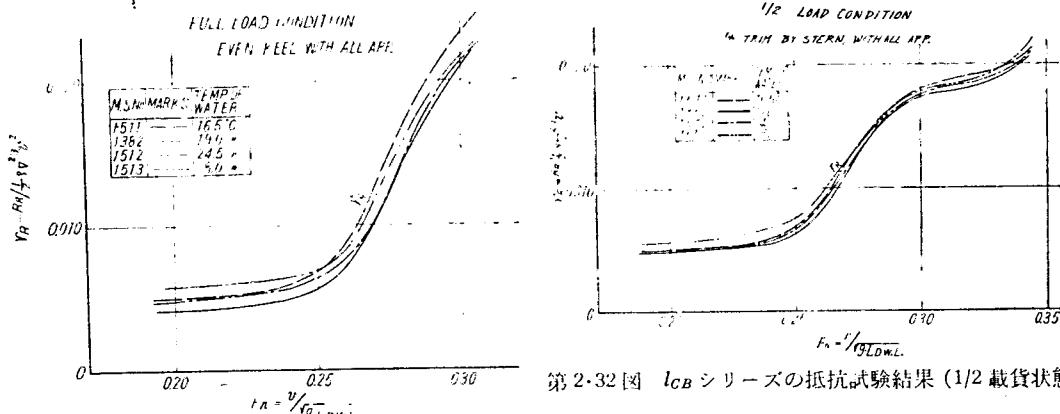
	Actual Ship				Model Ship			
Model Ship No.	1511	1382	1512	1513				
Length between Perpendiculars ( $L_{PP}$ )	150.000m		6.0000m					
Length on Load Water Line ( $L_{DWL}$ )	154.175m		6.1670m					
Breadth including Skin ( $B$ )	21.428m		0.8572m					
Rise of Floor					Actual Ship	0.225 m		
					Model Ship	0.0090m		
Starting Point of Rise of Floor from Center Line					Actual Ship	0.700 m		
					Model Ship	0.0280m		
Radius of Bilge Circle					Actual Ship	2.608 m		
					Model Ship	0.1043m		
Condition	Full Load		1/2 Load		Light Load			
Model Ship No.	1511 1382 1512 1513		1511 1382 1512 1513		1511 1382 1512 1513			
Draft Actual Ship $d$ (m)	8.930		6.565 6.558 6.545 6.533		4.458 4.438 4.410 4.390			
Draft Model Ship $d$ (m)	0.3572		0.2626 0.2623 0.2618 0.2613		0.1783 0.1775 0.1760 0.1750			
Trim in % of $L_{PP}$	0				1	2		
Block Coefficient $C_B$	0.625		0.596 0.595 0.597 0.597		0.564 0.566 0.570 0.570			
Prismatic Coefficient $C_P$	0.642		0.618 0.618 0.619 0.618		0.596 0.597 0.601 0.601			
Midship Coefficient $C_M$	0.974		0.964 0.963 0.965 0.966		0.947 0.948 0.948 0.948			
Water Line Coefficient $C_W$	0.748 0.747 0.745 0.744							
L.C.B. in % of from Midship $l_{CB}$	+ 0.70 + 1.29 + 1.90 + 2.50 + 1.53 + 2.17 + 2.50 + 3.47 + 2.85 + 4.18 + 4.92 +							
Displacement Actual Ship $\Gamma$ (m³)	17,954 17,933 17,956 17,907 12,568 12,553 12,569 12,535		8,079 8,070 8,080					
Displacement Model Ship $\Gamma$ (m³)	1.1491 1.1477 1.1492 1.1460 0.8043 0.8034 0.8044 0.8022 0.5171 0.5165 0.5171		0					
Displacement Actual Ship $J$ (ton)	18,403 18,381 18,405 18,355 12,882 12,867 12,883 12,848		8,281 8,272 8,282					
Wetted Surface Actual Ship $S$ (m²)	4,363 4,363 4,358 4,358 3,592 3,594 3,584 3,582		2,937 2,934 2,922					
Wetted Surface Model Ship $S$ (m²)	6.980 6.981 6.972 6.973 5.747 5.751 5.734 5.731		4.699 4.695 4.675					
$B/d$	24.00		3.264 3.268 3.274 3.281		4.808 4.829 4.859			
$L_{PP}/B$	7.000		7.000		7.000			
$\rho/L_{PP}^4 \times 10^3$	5.320 5.313 5.320 5.306 3.724 3.719 3.724 3.714		2.394 2.391 2.394					



第2・30図  $l_{CB}$  シリーズ模型船のプリズマチック・カーブ

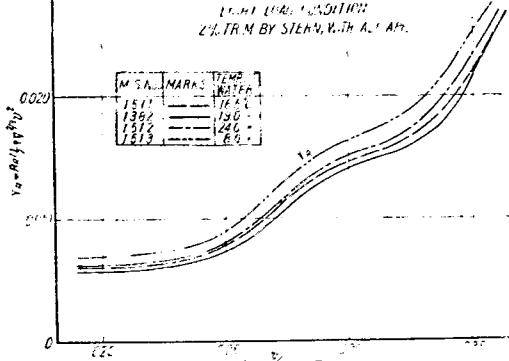
#### 2.4.2 試験結果

抵抗試験の結果を満載状態、 $1/2$  載貨状態および軽荷状態の順に第2・31図～第2・33図に示す。M.S. 1513 を除いては3状態とも、フルード数約0.25以下では殆んど差はない；ただ M.S. 1513 のみがどの状態においても一番悪い。フルード数0.25以上になれば  $l_{CB}$  変化による影響が現われ、特に

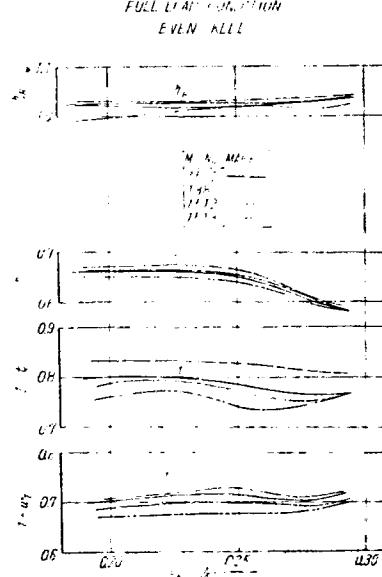


第2・32図  $l_{CB}$  シリーズの抵抗試験結果 ( $1/2$  載貨状態)

第2・31図  $l_{CB}$  シリーズの抵抗試験結果 (満載状態)



第2・33図  $l_{CB}$  シリーズ抵抗試験結果 (軽荷状態)

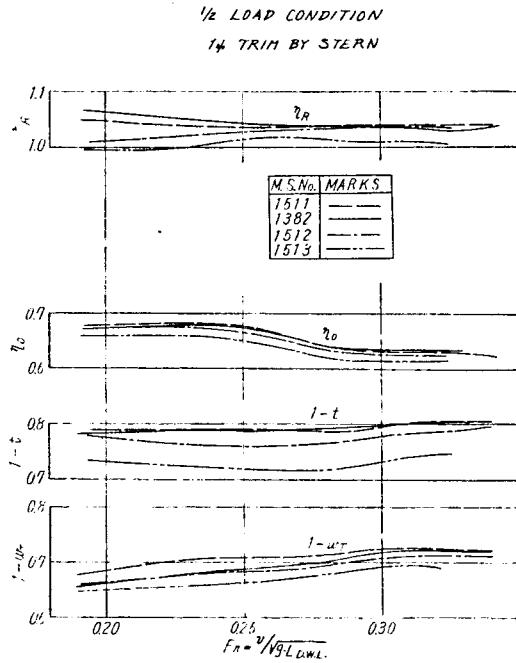


第2・34図  $l_{CB}$  シリーズの自航要素 (満載状態)

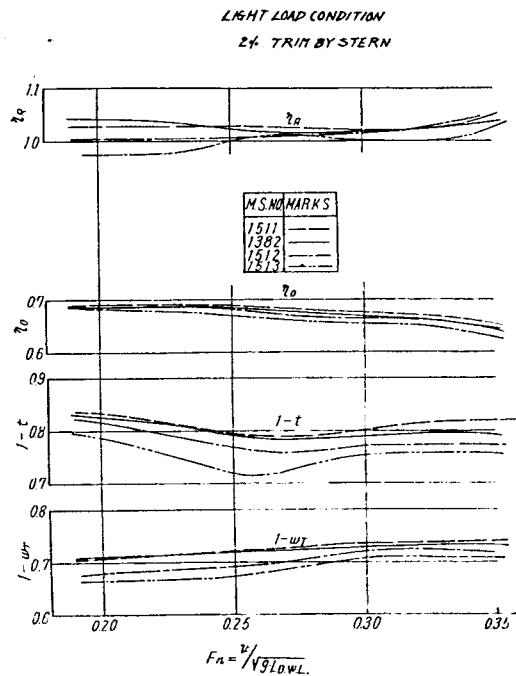
に軽荷状態において顕著である。3状態とも順序は必ずしも同一ではないが、やはり原型が最良であった。

自航試験の結果得られた自航要素を状態別にして第2-34図～第2-36図に示す。 $\eta_R$ には、はっきりした傾向が見られないが、 $t$ ,  $w_T$ にはかなりはっきりした序列が見られ、概してこのシリーズのうちでは、 $l_{CB}$ の位置が後ろに移動するにしたがって  $w_T$  および  $t$  が大きくなっている。

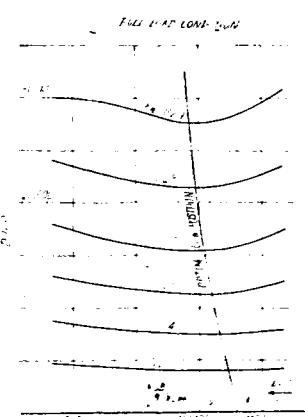
DHP のクロス・カーブを第2-37図～第2-39図に示す。ただし粗度修正  $\Delta C_F = 0$  としていること、および実船、模型船間の伴流係数の差を考慮していない点に特に注意する必要がある。クロス・カーブ



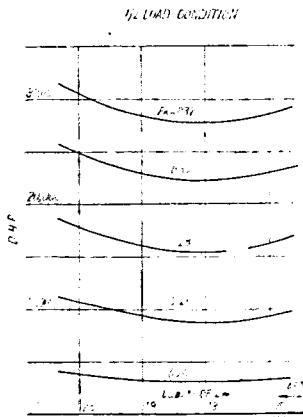
第2-35図  $l_{CB}$  シリーズの自航要素 (1/2 載貨状態)



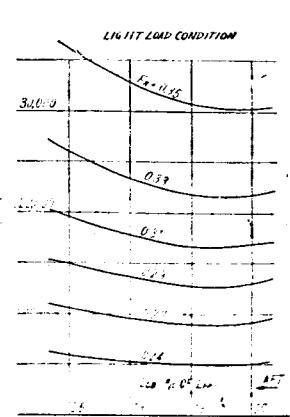
第2-36図  $l_{CB}$  シリーズの自航要素 (軽荷状態)



第2-37図  $l_{CB}$  シリーズのDHP  
クロス・カーブ(満載状態)



第2-38図  $l_{CB}$  シリーズのDHP  
クロス・カーブ(1/2 載貨状態)



第2-39図  $l_{CB}$  シリーズのDHP  
クロス・カーブ(軽荷状態)

ブにおいて見られるように3状態とも原型が最適  $l_{CB}$  位置に一番近く、したがって、このシリーズにおいては原型が一番有利であった。

## 2.5 船尾プリズマチック・カーブ・シリーズ

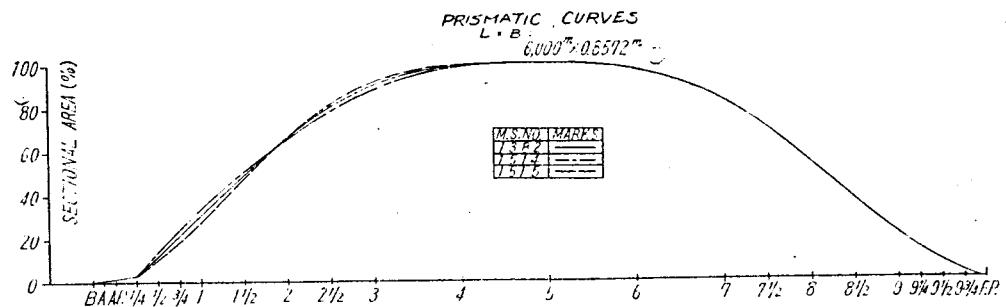
### 2.5.1 模型船の要目その他

このシリーズは M.S. 1382 を原型とし、このプリズマチック・カーブの後半を変化させて作成したシリーズで、第2-6表に示す3隻の模型船からなっている。これらのプリズマチック・カーブを第2-40図に示す。船首尾形状および船体正面線図を3隻まとめて第2-41図に示す。模型プロペラとしては  $C_B$  シリーズと同様に、M.P. 1357 を用いた。

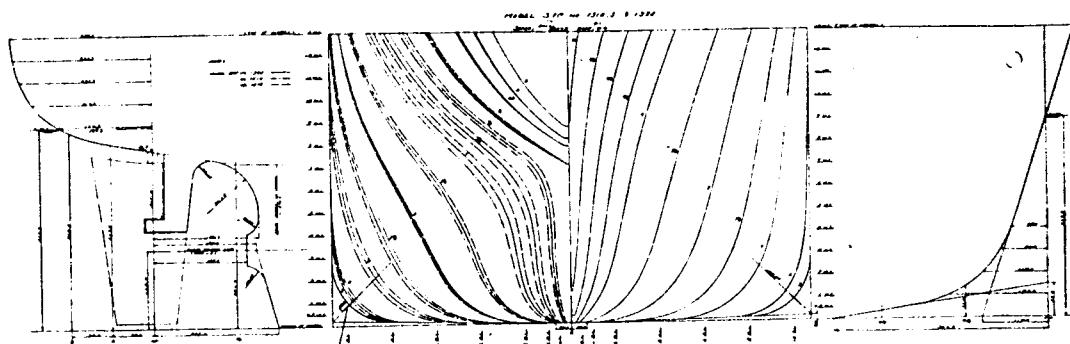
第2-6表 船尾プリズマチック・カーブ・シリーズ模型船の主要目

	Actual Ship	Model Ship
Length between Perpendiculars ( $L_{PP}$ )	150.000m	6.0000m
Length on Load Water Line ( $L_{DWL}$ )	154.175m	6.1670m
Breadth including Skin (B)	21.428m	0.8572m
Model Ship No.	1514	1382 1515
Rise of Floor	Actual Ship Model Ship	0.225 m 0.0090m
Starting Point of Rise of Floor from Center Line	Actual Ship Model Ship	0.700 m 0.0280m
Radius of Bilge Circle	Actual Ship Model Ship	2.608 m 0.1043m

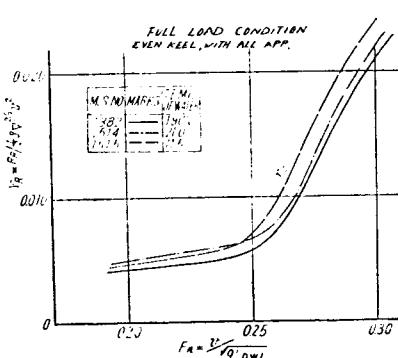
Condition	Full Load			1/2 Load			Light Load		
	1514	1382	1515	1514	1382	1515	1514	1382	1515
Model Ship No.									
Draft Actual Ship $d$ (m)	8.930			6.558	6.558	6.553	4.448	4.438	4.435
Draft Model Ship $d$ (m)	0.3572			0.2623	0.2623	0.2621	0.1779	0.1775	0.1774
Trim in % of $L_{PP}$	0			1			2		
Block Coefficient $C_B$	0.625			0.594	0.595	0.596	0.565	0.566	0.566
Prismatic Coefficient $C_P$	0.642			0.617	0.618	0.638	0.596	0.597	0.597
Midship Coefficient $C_M$	0.974			0.963	0.963	0.964	0.948	0.948	0.948
Water Line Coefficient $C_W$	0.747								
L.C.B. in % of from Midship $l_{CB}$	+1.43	+1.29	+1.19	+2.28	+2.17	+2.09	+4.31	+4.18	+4.08
Displacement Actual Ship $\rho$ (m <sup>3</sup> )	17,941	17,933	17,922	12,559	12,553	12,545	8,073	8,070	8,065
Displacement Model Ship $\rho$ (m <sup>3</sup> )	1.1482	1.1477	1.1470	0.8038	0.8034	0.8029	0.5167	0.5165	0.5162
Displacement Actual Ship $A$ (ton)	18,390	18,381	18,370	12,873	12,867	12,586	8,275	8,272	8,267
Wetted Surface Actual Ship $S$ (m <sup>2</sup> )	4,358	4,363	4,381	3,587	3,594	3,596	2,928	2,934	2,939
Wetted Surface Model Ship $S$ (m <sup>2</sup> )	6.973	6.981	7.009	5.739	5.751	5.754	4.685	4.695	4.702
$B/d$		2.400		3.268	3.268	3.271	4.818	4.829	4.832
$L_{PP}/B$		7.000		7.000			7.000		
$\rho/L_{PP}^3 \times 10^3$	5.316	5.313	5.310	3.721	3.719	3.717	2.392	2.391	2.391



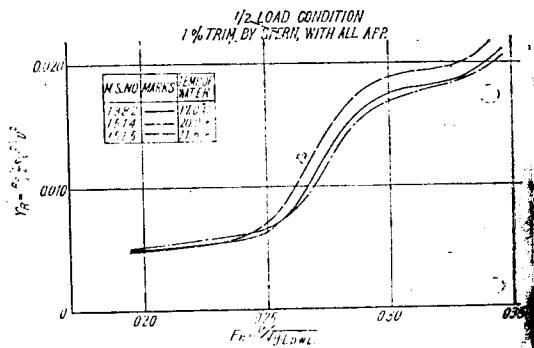
第2-40図 船尾プリズマチック・カーブ・シリーズ模型船のプリズマチック・カーブ



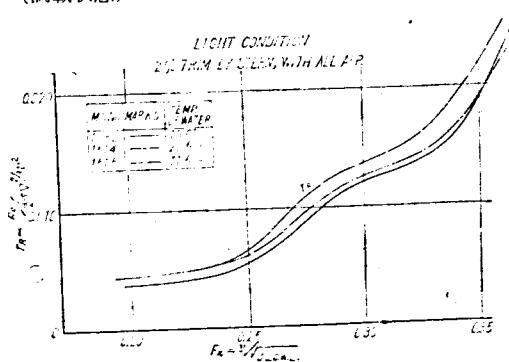
第2-41図 船尾プリズマチック・カーブ・シリーズ模型船の正面線図（単位 mm）



第2-42図 船尾プリズマチック・カーブ・シリーズ  
の抵抗試験結果（満載状態）



第2-43図 船尾プリズマチック・カーブ・シリーズ  
の抵抗試験結果（1/2 載貨状態）

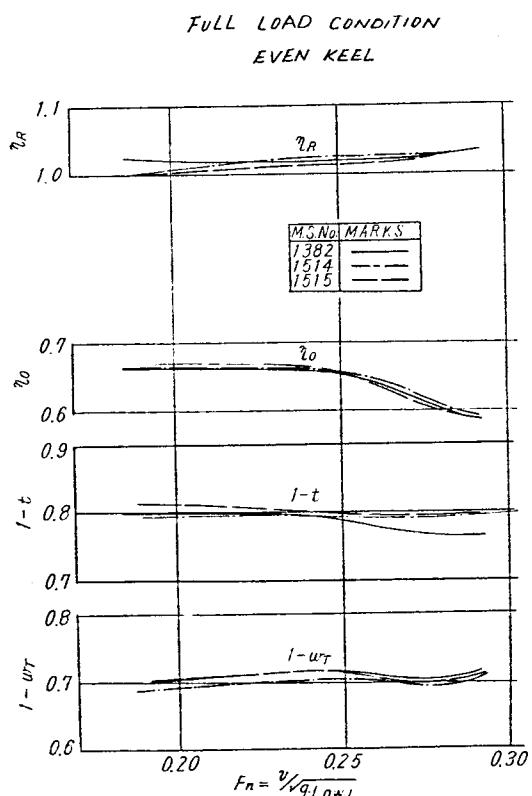


第2-44図 船尾プリズマチック・カーブ・シリーズの抵抗試験結果（軽荷状態）

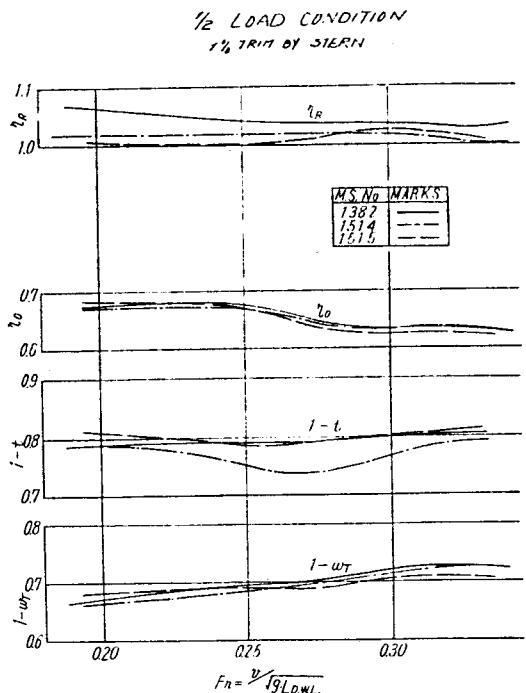
## 2.5.2 試験結果

抵抗試験の結果を満載状態、1/2 載貨状態および軽荷状態の順に第2-42図～第2-44図に示す。フルード数 0.25 附近まではほとんど差はなくプリズマチック・カーブ変化による影響は見られない。フルード数 0.25 附近以上の速度からプリズマチック・カーブ変化による影響がはっきり現われ、満載状態と軽荷状態では原型が一番よく、1/2 載貨状態だけでは肩落ちの M.S. 1514 が一番よい。概じて原型が一番よい。

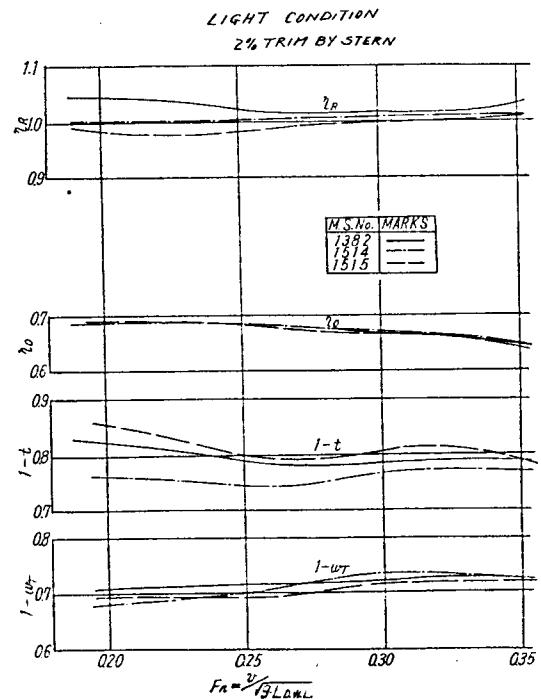
自航試験の結果得られた自航要素を状態別にして第2-45図～第2-47図に示す。プリズマチック・カーブ変化の自航要素におよぼす影響は、はっきりした傾向を示していないが、 $t$  に対する影響のほうが  $w_T$  への影響より大きい。



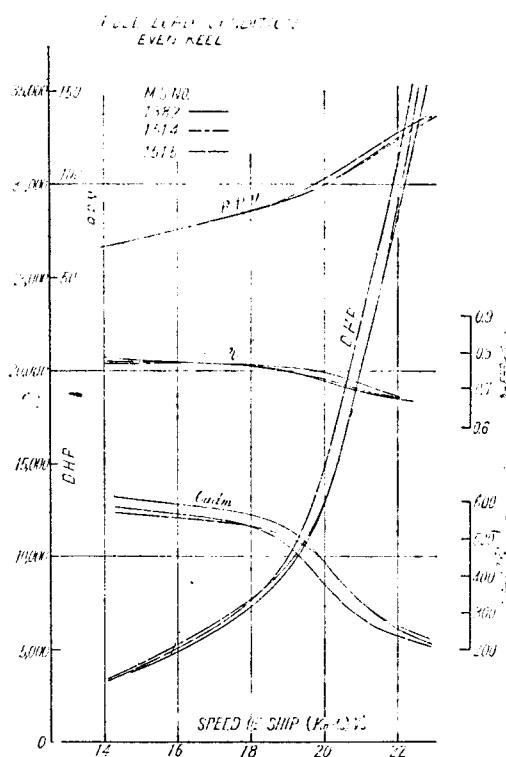
第2-45図 船尾プリズマチック・カーブ・シリーズの自航要素（満載状態）



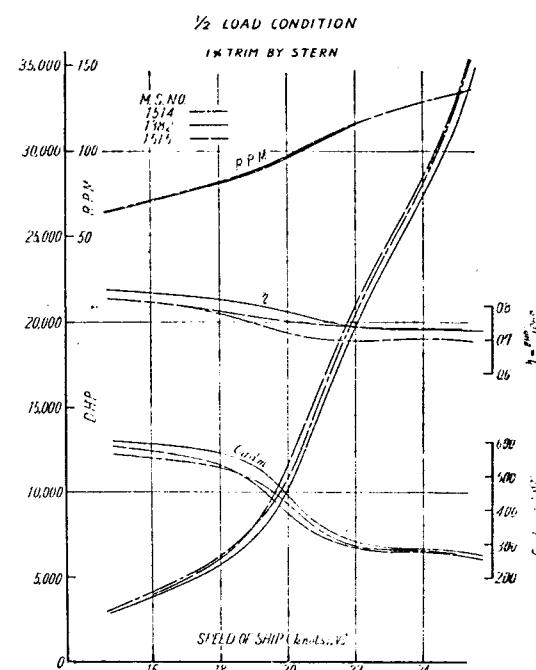
第2-46図 船尾プリズマチック・カーブ・シリーズの自航要素（1/2 載貨状態）



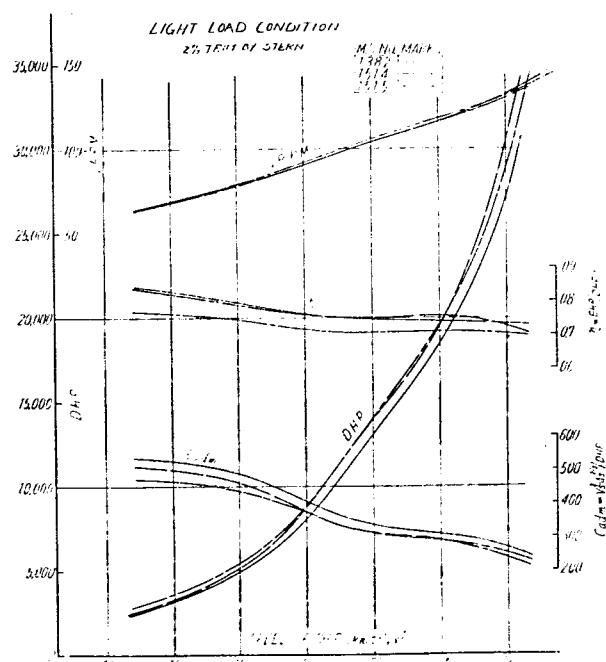
第2-47図 船尾プリズマチック・カーブ・シリーズの自航要素（軽荷状態）



第2-48図 船尾プリズマチック・カーブ・シリーズのDHP曲線（満載状態）



第2-49図 船尾プリズマチック6-7シリーズのDHP曲線（1/2 載貨状態）



第2-50図 船尾プリズマチック・カーブ・シリーズのDHP曲線（軽荷状態）

この自航試験結果にもとづき実船に対し算定した DHP 曲線を状態別にして第 2・48 図～第 2・50 図に示す。19～21ノットの常用速度範囲はいうまでもなく、全速度範囲にわたって原型が一番有利である。次いで肩落ちの M.S. 1514 が原型に対してかなり接近した性能を示す。

## 2.6 $C_P$ , $C_M$ シリーズ

### 2.6.1 模型船の要目

このシリーズに含まれる模型船は第 2・7 表に示す 4 隻に原型 M.S. 1382 を加えた 5 隻であって、

第 2・7 表  $C_P$ ,  $C_M$  シリーズ模型船の主要目

	Actual Ship				Model Ship			
Length between Perpendiculars ( $L_{PP}$ )	150.000m				6.0000m			
Length on Load Water Line ( $L_{DWL}$ )	154.175m				6.1670m			
Model Ship No.	1389	1390	1391	1392				
Rise of Floor	Actual Ship	0.0850m	0.3550m	0.3550m	0.0150m			
	Model Ship	0.0034m	0.0142m	0.0142m	0.0006m			
Starting Point of Rise of Floor from Center Line	Actual Ship	0.7000m	0.7000m	0.7000m	0.7000m			
	Model Ship	0.0280m	0.0280m	0.0280m	0.0280m			
Radius of Bilge Circle	Actual Ship	1.5925m	3.3675m	1.8950m	3.3675m			
	Model Ship	0.0637m	0.1347m	0.0758m	0.1347m			
Condition	Full Load			1/2 Load			Light Load	
Model Ship No.	1389	1390	1391	1392	1389	1390	1391	1392
Breadth Actual Ship $B$ (m)	21.428				21.428			21.428
Breadth Model Ship $B$ (m)	0.8572				0.8572			0.8572
Draft Actual Ship $d$ (m)	8.930	6.550	6.558	6.558	6.558	4.425	4.460	4.450
Draft Model Ship $d$ (m)	0.3572	0.2620	0.2623	0.2623	0.2623	0.1770	0.1784	0.1780
Trim in % of $L_{PP}$	0				1			2
Block Coefficient $C_B$	0.625	0.625	0.625	0.625	0.597	0.596	0.596	0.564
Prismatic Coefficient $C_P$	0.632	0.652	0.642	0.642	0.605	0.632	0.617	0.580
Midship Coefficient $C_M$	0.990	0.958	0.974	0.974	0.987	0.943	0.966	0.979
Water Line Coefficient $C_W$	0.745	0.745	0.745	0.745				
L.C.B. in % of from Midship $l_{CB}$	+1.3	+1.3	+1.3	+1.3	+2.41	+2.43	+2.38	+4.60
Displacement Actual Ship $\rho$ (m <sup>3</sup> )	17,947	17,950	17,934	17,934	12,563	12,566	12,555	8,077
Displacement Model Ship $\rho$ (m <sup>3</sup> )	1.1486	1.1488	1.1478	1.1478	0.8040	0.8042	0.8035	0.5169
Displacement Actual Ship $\Delta$ (ton)	18,396	18,399	18,382	18,382	12,877	12,880	12,869	8,279
Wetted Surface Actual Ship $S$ (m <sup>2</sup> )	4,377	24,348	6,4,3818	4,3531	3,6034	3,5799	3,6099	3,5759
Wetted Surface Model Ship $S$ (m <sup>2</sup> )	7,0035	6,9577	7,0108	6,9649	5,7655	5,7279	5,7759	5,7215
$Bd$		2.4			3.27	3.27	3.27	4.84
$L_{PP}B$		7.0			7.0			7.0
$\rho L_{PP}^3 \times 10^4$	5.317	5.319	5.315	5.315	3.722	3.723	3.720	2.393
								2.392
								2.392

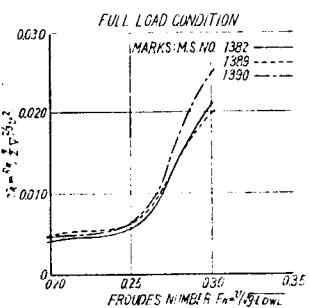
模型プロペラとしては M.P. 1357 を用いた。

### 2.6.2 $C_P$ シリーズの試験結果

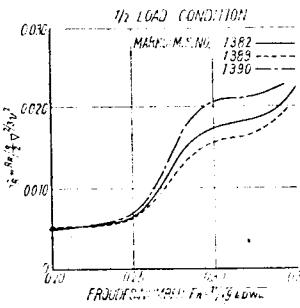
M.S. 1389, M.S. 1390 および M.S. 1382 の 3 隻は  $C_P$  の値の大小が抵抗推進におよぼす影響を調べるためのシリーズで、 $r_R$  を第 2.51 図～第 2.53 図に、自航要素を第 2.54 図～第 2.56 図に示す。 $r_R$  は、低速では母型の M.S. 1382 がもっとも小さく、高速では M.S. 1389 がもっとも小さい。M.S. 1389 は  $t$  および  $w_r$  が他の模型の値よりも小さく、しかも  $t$  が特に小さいので、 $\eta$  は他の船型よりよい。したがって、この種の船での常用速度範囲では、M.S. 1389 がもっともすぐれている。M.S. 1389 はこの 3 隻のなかでもっとも  $C_P$  が小さく  $C_M$  が大きい船型であるから、この速度範囲では  $C_P$  を小さくした方がよいということができる。

### 2.6.3 $C_H$ シリーズ

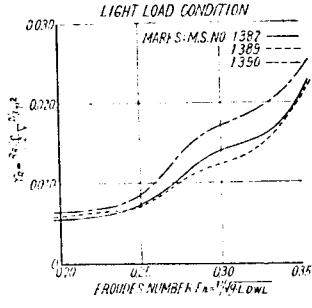
M.S. 1391, M.S. 1392 および M.S. 1382 は中央横断面形状の影響を調査するシリーズであつて、 $r_R$  を第 2.57 図～第 2.59 図に、自航要素を第 2.60 図～第 2.62 図に示してある。1/2 載貨状態を除き、全速度範囲を通じて、原型の M.S. 1382 が最小の  $r_R$  を示している。Rise of floor が最も大きく Bilge circle の一番小さい M.S. 1391 は比較的  $t$  が小さく、 $\eta$  が大となっているが、 $r_R$  が高い



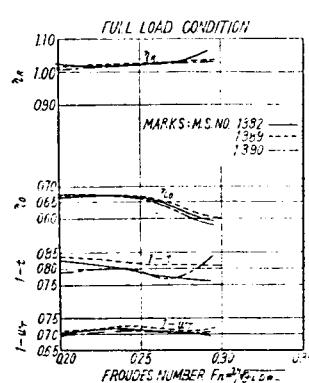
第 2.51 図  $C_P$  シリーズの抵抗試験結果（満載状態）



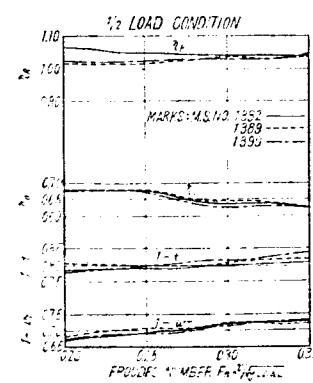
第 2.52 図  $C_P$  シリーズの抵抗試験結果（1/2 載貨状態）



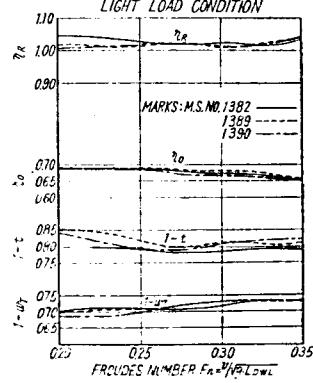
第 2.53 図  $C_P$  シリーズの抵抗試験結果（軽荷状態）



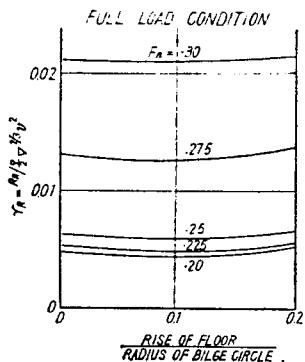
第 2.54 図  $C_P$  シリーズの自航要素（満載状態）



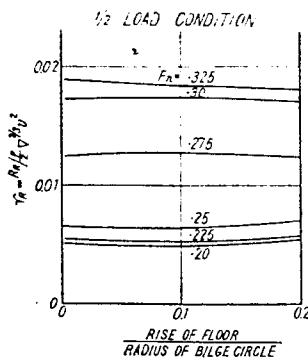
第 2.55 図  $C_P$  シリーズの自航要素（1/2 載貨状態）



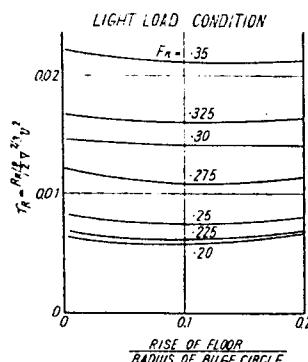
第 2.56 図  $C_P$  シリーズの自航要素（軽荷状態）



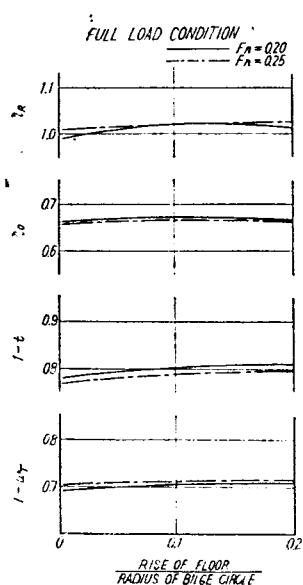
第2・57図  $C_x$  シリーズの抵抗試験結果（満載状態）



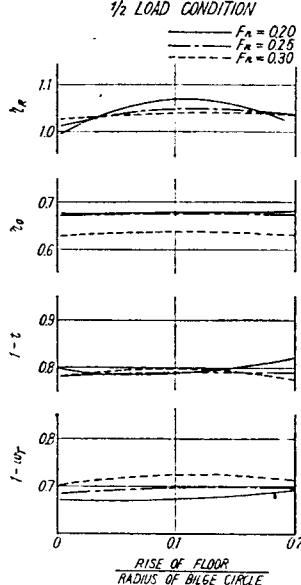
第2・58図  $C_x$  シリーズの抵抗試験結果（1/2 載貨状態）



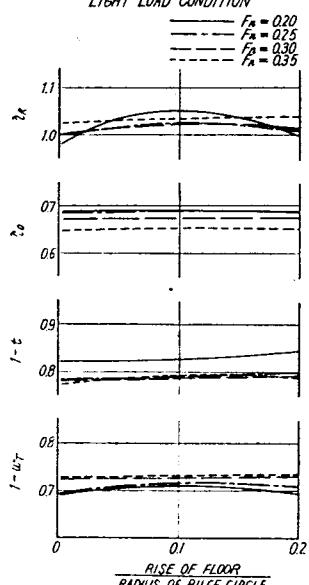
第2・59図  $C_x$  シリーズの抵抗試験結果（軽荷状態）



第2・60図  $C_m$  シリーズの自航要素（満載状態）



第2・61図  $C_m$  シリーズの自航要素（1/2 載貨状態）



第2・62図  $C_m$  シリーズの自航要素（軽荷状態）

結果が出たために、結局 DHP としては原型より若干大となる結果を与える。

## 2.7 フレームライン・シリーズ

### 2.7.1 模型船要目等

このシリーズに含まれる模型船は第2・8表および第2・9表中 M.S. 1541(U型), M.S. 1542(V型)および原型 M.S. 1463 (M.S. 1382 と同一模型船) の3隻である。

主要寸法およびプリズマチック・カーブは3船型共通で前半部のフレームライン形状のみを原型を中心として U型およびV型に変更した。船首尾形状および船体正面線図を第2・63図に示す。また

第2-8表 フレームラインおよびバルブ・シリーズ模型船一覧表

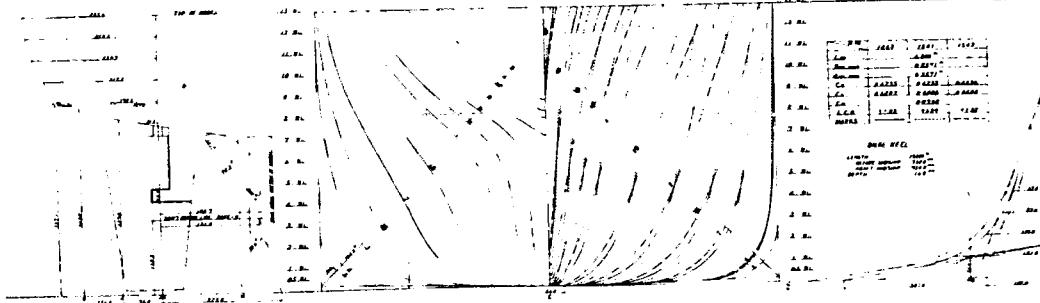
Model No.	$L/B$	$B/d$	$C_B$	$C_P$	$C_H$	$C_W$	A	B	Bulb Size (%)	Position of Bulb Center	Fore Body Section	Actual Ship	
												$L \times B = 6.000m_{PP} \times 857.14mm_{INC-SKIN}$	$150.00m_{PP} \times 21.429m_{INC-SKIN}$
1541	7.0	2.4	0.6238	0.6404	0.9738	0.7339	+1.29	4.885	—	—	U-Shape	—	Frame Line Series
1542	"	"	0.6236	"	"	0.7595	+1.32	4.883	—	—	V-Shape	—	
1463	"	"	0.6235	0.6403	"	0.7464	"	—	—	—	Moderate	—	
1545	"	"	0.6255	0.6423	"	0.7399	+0.85	4.898	12	F.P.	—	0.54	Bulb Size Series 0~6~12%
1544	"	"	0.6250	0.6418	"	0.7425	+1.03	4.894	6	"	—	0.84	
1543	"	"	0.6251	0.6419	"	0.7424	+1.20	4.895	"	"	—	0	Bulbous Bow Prismat Curve Series

A: L.C.B. in % of  $L_{PP}$  from Midship

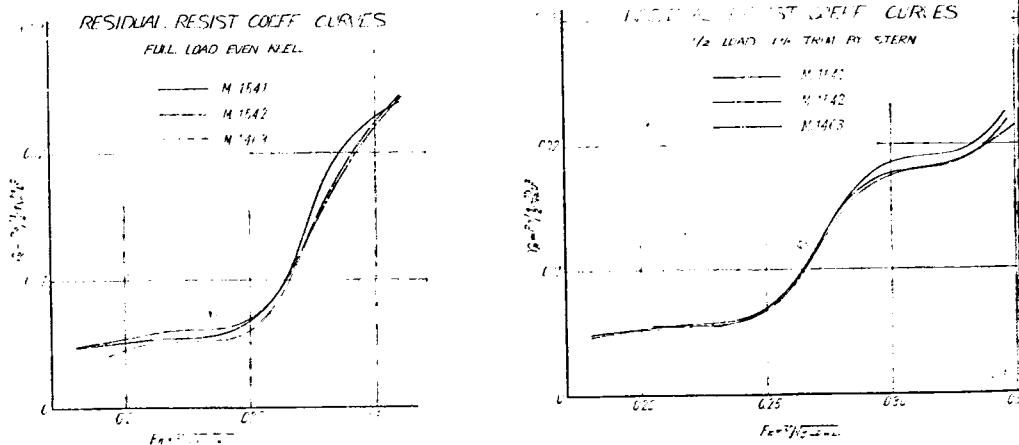
B:  $\rho_n / L_{DWL}^3 \times 10^3$

プリズマチック・カーブをバルブ・シリーズをも含めて第2-70図に示す。

フレームライン・シリーズおよびバルブ・シリーズの自航試験に用いた模型プロペラは原型 M. 1463 に対して試験を行なった 3 個のプロペラのうち、中間の大きさの M.P. 1358 (M.P. 1263 と一) である。



第2-63図 フレームライン・シリーズ模型船の正面線図



第2-64図 フレームライン・シリーズの抵抗試験結果(満載状態)

第2-65図 フレームライン・シリーズの抵抗試験結果(1/2 載貨状態)

第2・9表 フレームラインおよびバルブ・シリーズ試験要目表

Model Ship No.	M. S. 1463, 1541~45	
Length ( $L_{PP}$ )	(m)	6.000
Length ( $L_{DWL}$ )	(m)	6.167
Breadth (including skin) ( $B$ )	(m)	0.8571
Starting Point of Rise of Floor from Center Line	(m)	0.0280
Radius of Bilge Circle	(m)	0.1043
Water Lines Apart	(m)	0.0400
Bow & Buttock Lines Apart	(m)	0.0400
Square Stations Apart	(m)	0.6000

## Frame Line Series

Condition	Full Load			1/2 Load			Light Load		
Model Ship No.	1463	1541	1542	1463	1541	1542	1463	1541	1542
Displacement (kg)	1146.3	1146.7	1146.3	802.7	803.0	802.7	516.3	516.5	516.3
Draft (m)	0.3572	0.3571	0.3571	0.2634	0.2620	0.2648	0.1791	0.1772	0.1810
Trim in % of $L_{PP}$	0	0	0	1	1	1	2	2	2
Block Coefficient $C_B$	0.6235	0.6238	0.6236	0.5919	0.5953	0.5887	0.5595	0.5658	0.5536
Prismatic Coefficient $C_P$	0.6403	0.6406	0.6404	0.6137	0.6174	0.6103	0.5904	0.5974	0.5838
Midship Coefficient $C_M$	0.9738	0.9738	0.9738	0.9644	0.9642	0.9646	0.9477	0.9471	0.9482
Wetted Surface ( $m^2$ )	6.920	6.953	6.902	5.716	5.737	5.708	4.712	4.734	4.699
$F_a/L_{PP}^3 \times 10^3$	5.307	5.309	5.307	3.716	3.718	3.716	2.390	2.391	2.390

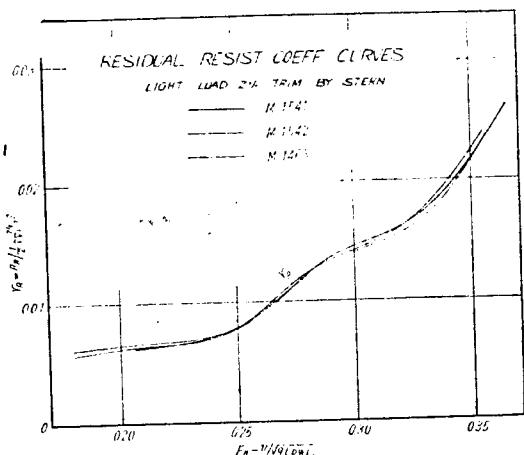
## Bulbous Bow Series

Condition	Full Load			1/2 Load			Light Load		
Model Ship No.	1543	1544	1545	1543	1544	1545	1543	1544	1545
Displacement (kg)	1149.1	1148.9	1149.7	804.6	804.5	805.1	517.6	517.5	517.9
Draft (m)	0.3571	0.3571	0.3571	0.2626	0.2627	0.2622	0.1778	0.1781	0.1775
Trim in % of $L_{PP}$	0	0	0	1	1	1	2	2	2
Block Coefficient $C_B$	0.6251	0.6250	0.6255	0.5951	0.5948	0.5964	0.5652	0.5639	0.5664
Prismatic Coefficient $C_P$	0.6419	0.6418	0.6423	0.6171	0.6168	0.6185	0.5966	0.5952	0.5980
Midship Coefficient $C_M$	0.9738	0.9738	0.9738	0.9643	0.9643	0.9642	0.9473	0.9474	0.9472
Wetted Surface ( $m^2$ )	7.025	7.011	7.064	5.801	5.793	5.835	4.785	4.771	4.800
$F_a/L_{PP}^3 \times 10^3$	5.320	5.319	5.323	3.725	3.725	3.727	2.396	2.396	2.398

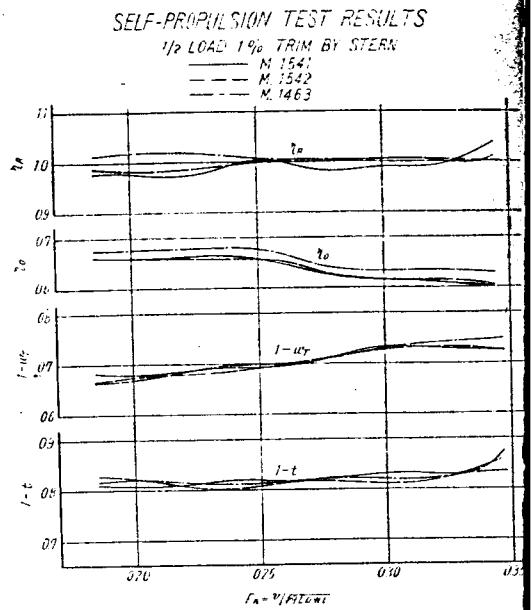
## 2.7.2 試験結果

原型 M.S. 1463 を含むフレームライン・シリーズ 3 隻に対する抵抗試験結果を第2・64 図～第2・66 図に、また、自航試験結果を第2・67 図～第2・69 図に示す。

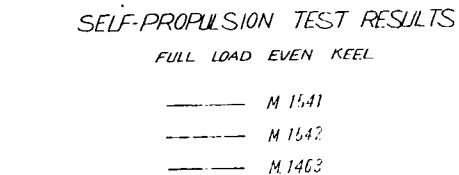
抵抗試験の結果、満載状態における U 型 (M.S. 1541) および V 型 (M.S. 1542) の 2 船型の比較では明瞭に低速 (フルード数 0.26 以下) では U 型が良く、高速では V 型 (M.S. 1452) が良い結



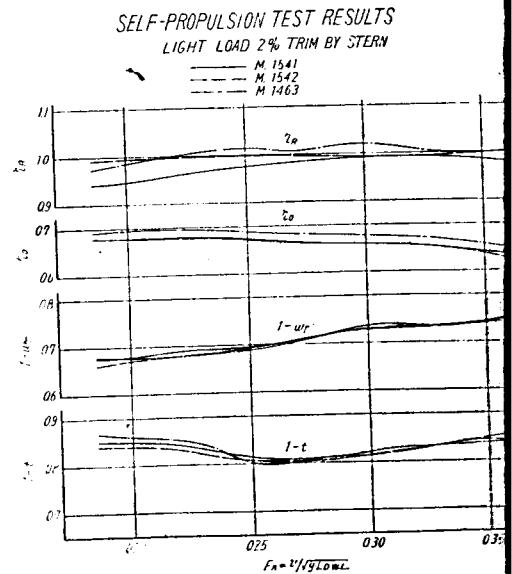
第2-66図 フレームライン・シリーズの抵抗試験結果（軽荷状態）



第2-68図 フレームライン・シリーズの自航要素 (1/2 載貨状態)



第2-67図 フレームライン・シリーズの自航要素 (満載状態)



第2-69図 フレームライン・シリーズの自航要素 (軽荷状態)

果が出ており、これらの中間型である原型 (M.S. 1463) は低速では U 型、高速では V 型よりもやや低く、全速度範囲を通じて 3 船型中もっとも低い抵抗を示している。V 型および U 型のに対する馬力増加は 21 ノット附近でそれぞれ 2 % および 8 % 程度である。

1/2 載貨状態においては、フルード数 0.30 以上の高速で U 型の  $\eta_R$  が若干大きいことを除き、  
3 船型の差はない。

軽荷状態においては全速度範囲を通じて 3 船型の間に  $\eta_R$  の差はほとんどない。

以上の結果によりフレームライン形状としては原型程度の形状が最適のものであると判断される。

自航試験の結果においては、満載状態の 1-t においては U 型 (M.S. 1541) が平均して他の 2 船型より 0.02~0.03 大きい値を示しているが、その他の 1-t, 1-w は 3 船型ほとんど差がなく、船首フレームライン形状による 1-t, 1-w の相違はないものとみなすことができる。

$\eta_R$  には各状態とも 3 船型間に多少の差はあるが、フレームラインの相違による系統的な差とは見られず、 $\eta_R$  についても船首フレームライン形状の変化による影響はないものと思われる。

$\eta_R$  の値は各状態を通じて原型 M.S. 1463 が高く出ているが、これは試験時期の相違により、それぞれの時期に行なった単独試験を採用しているため、水温の相違等により単独試験結果に相違があるため、船型の相違とは無関係である。

## 2.8 バルブ・シリーズ

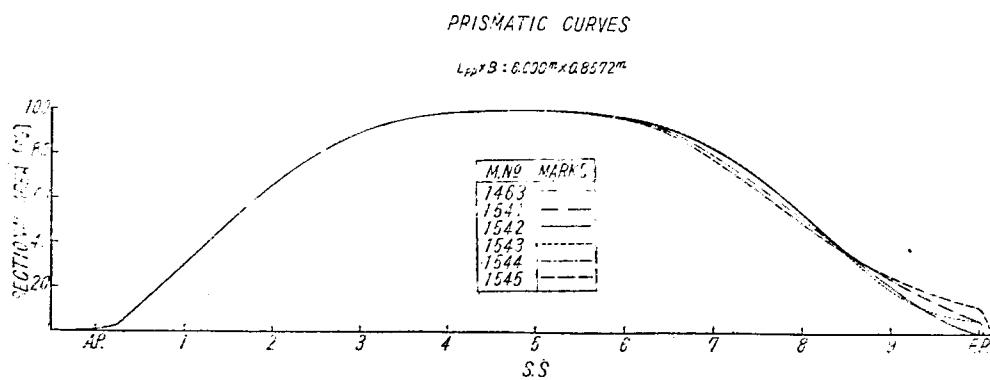
### 2.8.1 模型船要目等

バルブ・シリーズとして試験を行なった模型船は M.S. 1543, 1544, 1545 の 3 船型であり、主要目を第 2.8 表、実験状態を第 2.9 表に示す。

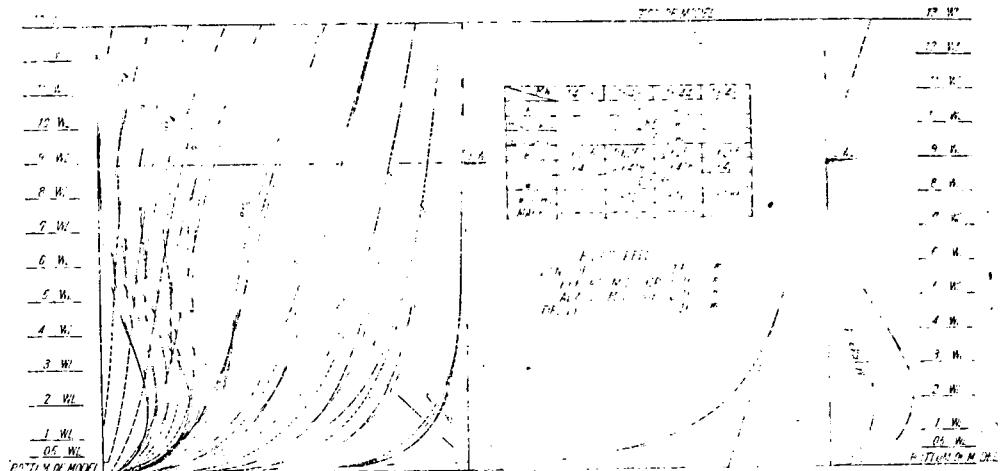
また、原型 M.S. 1463 を含めた 4 船型のプリズマチック・カーブを第 2.70 図に、船首部船体正面線図を第 2.71 図に示す。

今回のバルブ・シリーズは、従来瘦型の高速船に採用されているような普通の形状のバルブ船首を有する船型を対象としており、M.S. 1544 がその原型である。M.S. 1544 の後半部船型は前述のとおり原型 M.S. 1463 をそのまま採用した。船首船型は Taylor の系統的試験結果等の従来の資料を参考として、今回の研究の対象とした高速貨物船の船型として適当と思われるものを計画した。

M.S. 1544 のバルブの形状は第 2.71 図に示すとおりであるが、バルブの大きさは 6% (バルブ中心における横截面積と中央横截面積との比)、バルブ中心の位置は F.P. であり、したがって、バルブの前端は F.P. より若干前に出た形状である。また、F.P. におけるプリズマチック・カーブの傾



第 2.70 図 フレームラインおよびバルブ・シリーズ模型船のプリズマチック・カーブ



第2.71図 パルブ・シリーズの船体正面線図

斜は  $t=0.84$  とした。(  $t$  は半船長および中央横截面積を単位とした F. P. におけるプリズマチック・カーブの勾配)。

バルブ船型はわずか 3 船型であるが、前記の原型 M.S. 1544 を中心として下記の 2 つのシリーズをなすように計画した。

すなわち、M.S. 1545 はバルブの大きさ 12%， $t=0.54$  でノルマル船型の原型 M.S. 1463 をもむ 3 隻でバルブの大きさ 0%，6% および 12% のシリーズをなす。バルブの大きさ 12% は実際に採用する船型としては過大であると思われたが、バルブ船型の系統試験の第一段階としてバルブ大きさの影響を明確に把握するために採用した。

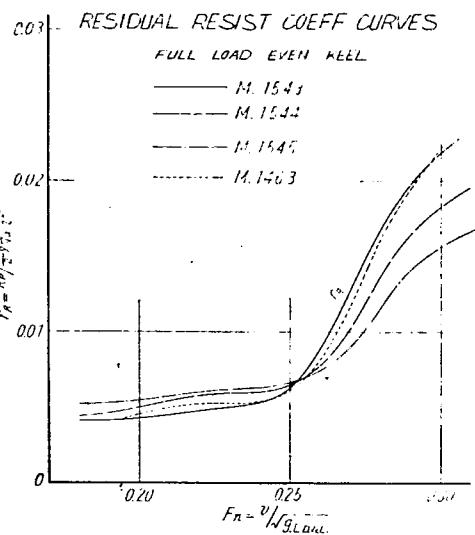
M.S. 1543 はバルブの大きさ 6%， $t=0$  で、バルブの大きさおよび形状は原型 M.S. 1544 のままでし、プリズマチック・カーブの形状を変更し、プリズマチック・カーブおよび水線形状とともに船附近で極端に四形とした船型で、原型 M.S. 1544 と 2 隻で、バルブ船型におけるプリズマチック・カーブ形状のシリーズをなす。

### 2.8.2 試験結果

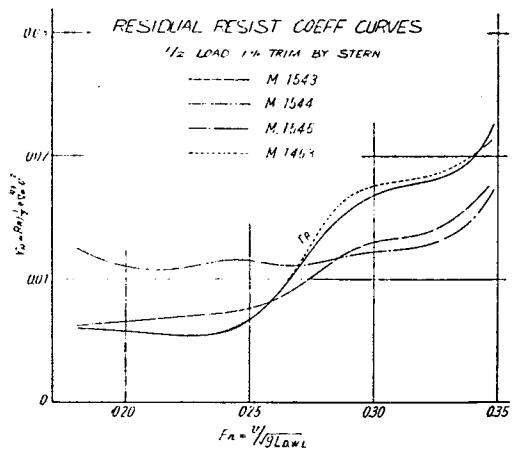
原型 M.S. 1463 を含む 4 船型に対する抵抗試験結果を第2.72図～第2.74図に、また、自航試験結果を第2.75図～第2.77図に示す。

抵抗試験の結果をみると、満載状態において M.S. 1463 (0%)、M.S. 1544 (6%) および M.S. 1545 (12%) の 3 隻の  $r_R$  は典型的なバルブの大きさの影響を示しており、フルード数 0.255 (約 21 ノット) 附近において 3 船型の  $r_R$  は完全に一致し、これより低速においてはバルブが小さいほどが低く高速では逆にバルブが大きいほど  $r_R$  が低い。

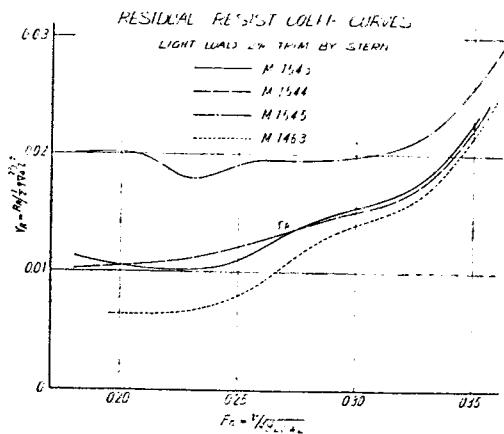
定量的な比較を行なうため、実船の摩擦抵抗を ITTC 1957 Line,  $\Delta C_f = 0$  と仮定して計算した DHP で比較を行なうと、速度 21 ノットにおいてノルマル船型の DHP 21,000 に対し、6% バルブでは 2,500、12% バルブでは 4,000、それぞれ DHP が減少する。また、速力についていえ、21,000 DHP における速度上昇はそれぞれ 0.3 ノットおよび 0.6 ノットである。



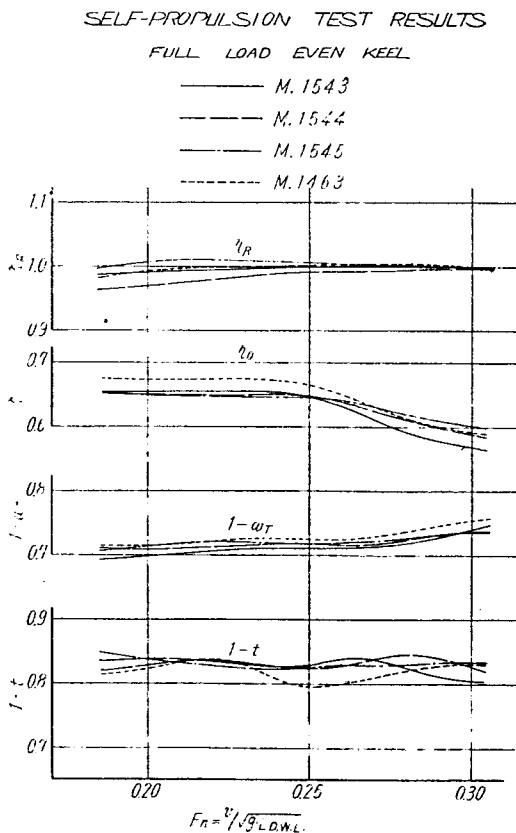
第2-72図 バルブ・シリーズの抵抗試験結果  
(満載状態)



第2-73図 バルブ・シリーズの抵抗試験結果  
(1/2 載貨状態)

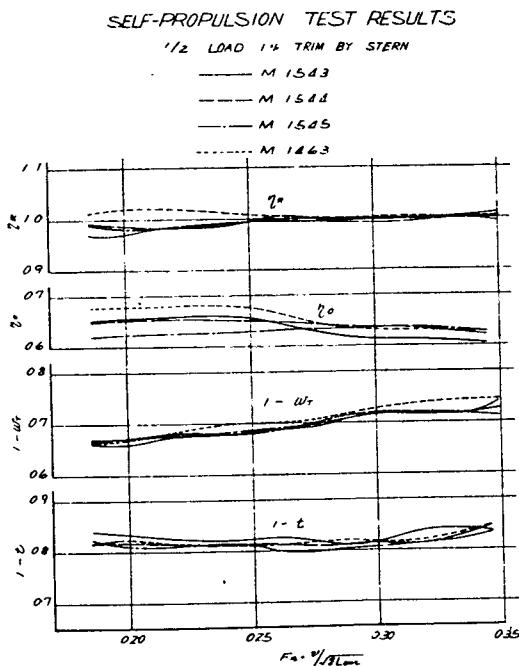


第2-74図 バルブ・シリーズの抵抗試験結果  
(軽荷状態)

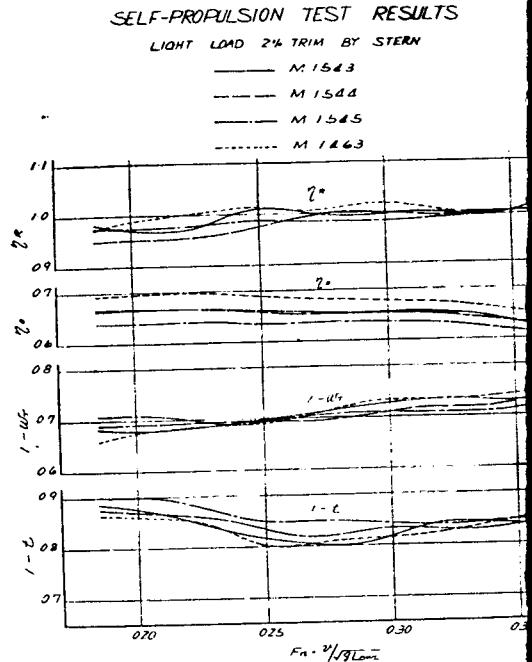


第2-75図 バルブ・シリーズの自航要素  
(満載状態)

満載状態においてはプリズマチック・カーブ形状の影響も顕著で、船首を hollow にした M.S. 1543 は原型 M.S. 1544 に比べて低速で  $r_R$  が低く、高速では逆に高く、フルード数 0.25 附近でクロスしている。かつ M.S. 1543 の  $r_R$  は全速度範囲を通じて普通型船首の M.S. 1463 とほぼ等しいであることは注目に値する。



第2-76図 バルブ・シリーズの自航要素  
(1/2 載貨状態)



第2-77図 バルブ・シリーズの自航要素  
(軽荷状態)

第2-70図のプリズマチック・カーブからわかるように、M.S. 1543, M.S. 1463 は船首形状のはあるが、主船体部分において非常に近い形状であり、この両シリーズの結果から満載状態による bulbous bow の  $r_R$  の性質はプリズマチック・カーブの形状の相違によるところが大きいこと定される。

1/2 載貨状態においては、バルブの大きさの相違による  $r_R$  の相違は満載状態とは趣きを異にが、やはり明瞭で、低速ではバルブが小さいほど、また、高速ではバルブが大きいほど  $r_R$  が低フルード数 0.26 まではノルマル型が最良、フルード数 0.29 以上では 12% バルブが最良、これ間では 6% バルブが最良である。かつ低速における 12% バルブの  $r_R$  の増加および高速におけるノルマル型の  $r_R$  の増加が特に顕著である。

DHP 20,000 におけるバルブ船型の速度上昇は普通型船首船型の速力約 22 ノットに対し、6% バルブで約 1 ノット、12% バルブで約 1.5 ノットである。

また  $1/2$  載貨状態においても hollow なプリズマチック・カーブの M.S. 1543 は普通型船首ときわめて近い  $r_R$  を示している。

軽荷状態においてもバルブの大きさの影響はきわめて明瞭であるが、その相違は非常に変った傾向をとり、全速度範囲を通じてバルブが小さいほど  $r_R$  が低い。すなわち、フルード数 0.35 までの全速度範囲を通してノルマル船型が最良である。

DHP 18,000~24,000 におけるバルブ船型の速度減少はノルマル船型の速力約 25 ノットに対し、6% バルブでは約 0.3 ノット、12% バルブでは約 1.3 ノット程度である。

軽荷状態においては hollow なプリズマチック・カーブの M.S. 1543 の  $r_R$  は普通型船首船型とは相違し、同じ 6% バルブの M.S. 1544 と近い値を示している。すなわち、軽荷状態ではバルブの大きさが  $r_R$  の値に大きい影響をもつものと考えられる。

自航要素については多少のバラツキはあるが、系統的な差ではなく、船首形状の相違による自航要素への影響はまずないものということができる。

総合的に見て、満載状態のみで運航される船で特に高速の性能を重視すれば、12% 程度の大きなバルブが有利となる可能性もあるが、軽荷状態で運航する可能性のある貨物船では 12% バルブは過大ということができるよう。

プリズマチック・カーブの形状については、一般的に低速を対象とするほど船首の hollow なプリズマチック・カーブが適するということができるが、M.S. 1543 のごとく極端に hollow な場合は満載状態においてすら良好なノルマル船型と異なるところなく、軽荷状態におけるバルブ船型の欠点のみが残ることとなるので、計画速力に応じて十分な検討が必要である。

今回のバルブ・シリーズの研究は限られた隻数の模型船によりバルブ船型の一般的傾向を広く把握することを目的としたため、各シリーズとも最適船型の決定を行なうには資料不足の感があるが、バルブ船型の特質およびバルブ船型の主要な要素を変更した場合の性能の変化については有効な資料を提出し得たものと信する。

今回の系統試験で対象とした満載フルード数 0.27~0.28、軽荷状態フルード数 0.33~0.34 の貨物船に対しては、特に軽荷状態の最高速力を重視しない限り、バルブ船型の原型とした M.S. 1544 はまず適当なバルブ船型と見なすことができる。

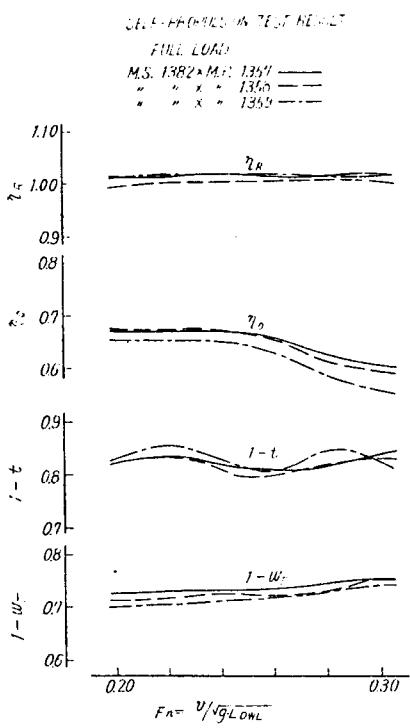
## 2.9 プロペラ直径の影響

### 2.9.1 試験状態

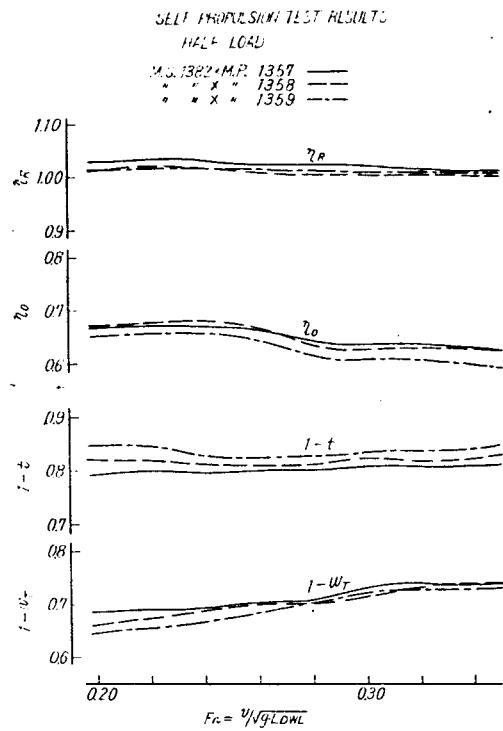
プロペラ直径の推進性能におよぼす影響を調べるために、原型の M.S. 1382 に対して満載、 $1/2$  載貨および軽荷状態で、M.P. 1357, 1358, 1359 の 3 種のプロペラで自航試験を行なった。

### 2.9.2 試験結果

自航要素の比較を第 2.78 図~第 2.80 図に示す。 $w_T$  は予想どおりプロペラ直径の大きいものほど小さいが、 $\eta_R$  はそれほど明瞭な傾向を示していない。また、 $t$  も軽荷状態を除いては、概してプロペラ直径の減少にともない小さくなるようである。その他の効率の違いもあわせ考えると、回転数のわずかの差を修正すれば、DHP はプロペラ直径を変えても、この程度の変え方ではほとんど変わら



第2.78図 プロペラ直径の影響  
(満載状態)



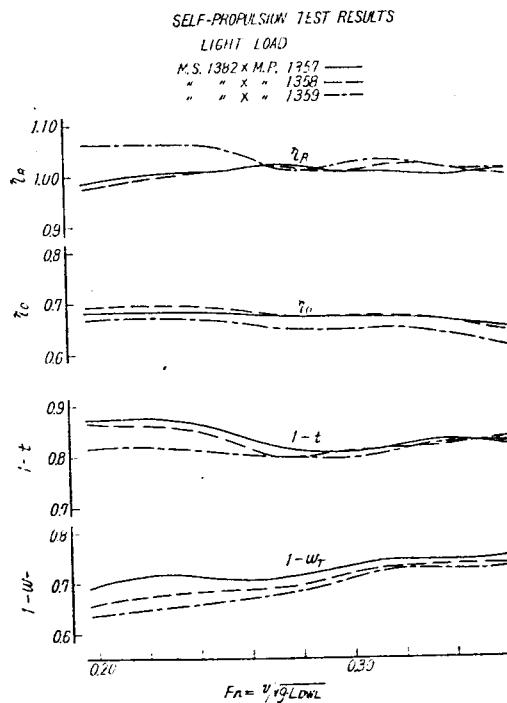
第2.79図 プロペラ直径の影響  
(1/2 載荷状態)

い。なお、この試験では回転数が同一になるようプロペラの直径とピッチの和を一定に選んだので、回転数は大部分の速度範囲でほぼ同一であり、その差は実船に換算して最大で 3RPM くらいであった。

## 2.10 プロペラ直径および翼数の影響

もっとも喫水の深い M.S. 1487 ( $B/d=2.1$ ,  $L/B=6.5$ ) に対して計画されたプロペラ M.P. 1283 はピッチ比が 0.57 であり、ピッチ比過小のため性能が悪いことが予想されたので、満載状態において M.P. 1283, M.P. 1284 を使用して、ピッチ比の影響を調べた上、ほかの状態は M.P. 1284 のみを使用して自航試験を行なった。

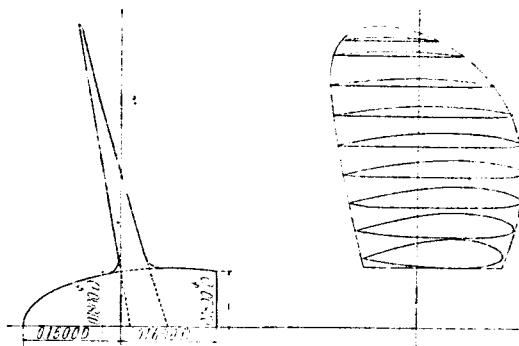
満載状態におけるプロペラ比較の結果は 2.3



第2.80図 プロペラ直径の影響 (軽荷状態)

章  $L/B$ ,  $B/d$  シリーズの成績、第 2・19 図に示すとおり直径の大きい M.P. 1283 は  $w_T$  がわずかに減少し、 $t$  には明瞭な差がなく、 $\eta_R$  は平均して 1% 足らず高くなっているが、ピッチ比過小のため  $\eta_R$  が非常に低く、総合的には非常に馬力が大きく、主機回転数を一定とした場合、このプロペラはあきらかに直径过大であることを示している。

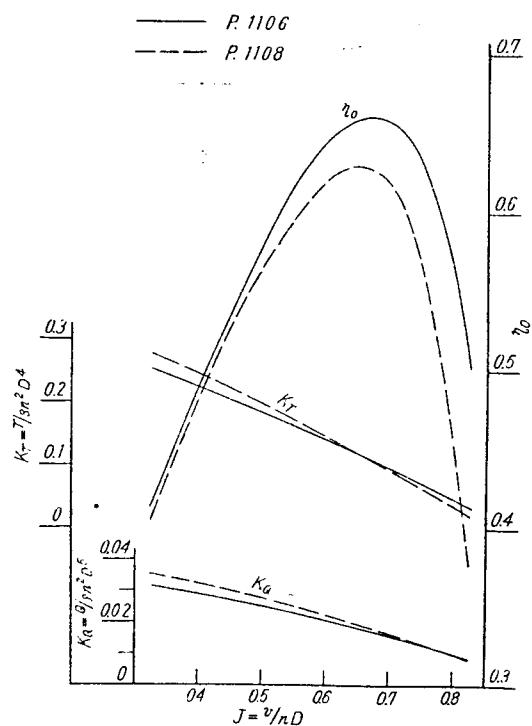
また、プロペラ翼数の影響をみるために、M.S. 1491において直径、ピッチ、翼面積を同一とした 4 翼および 6 翼のプロペラによる比較試験を行なったが、この結果は DHP において全速度範囲にわたって 4 翼の方がすぐれている。これは主としてプロペラ単独効率の相違によるものである。4 翼および 6 翼のプロペラ形状図、単独試験成績およびプロペラ要目を第 2・81 図、第 2・82 図、および第 2・10 表に示し、また、自航試験結果は  $L/B$ ,  $B/d$  シリーズの試験結果に含めて第 2・19 図に示した。



第 2・81 図 模型プロペラ形状図 (M.P. 1106, 1108)

第 2・10 表 模型プロペラの主要目

Model Propeller No.	1106	1108
Diameter $D$ [mm]	250.0	
Pitch $P$ [mm]	200.0	
Pitch Ratio	0.80 (Const)	
Boss Ratio	0.180	
Expanded Area Ratio	0.550	
$t/c$ at 0.7 R [%]	6.00	
Angle of Rake [Deg.]	10	
Number of Blades	4	6
Type of Blades	Aerofoil Section	



第 2・82 図 模型プロペラ単独試験結果

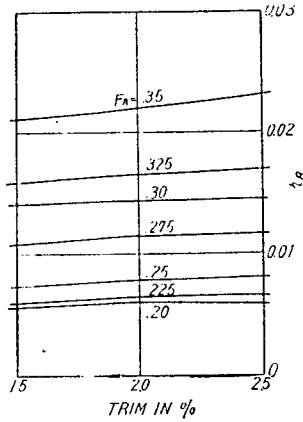
## 2.11 軽荷状態におけるベスト・トリム

### 2.11.1 試験状態

M.S. 1382 の軽荷状態に対して、トリムを数種変えて、抵抗および自航試験を行なった。自航試験に用いたプロペラは M.P. 1357 および M.P. 1359 である。

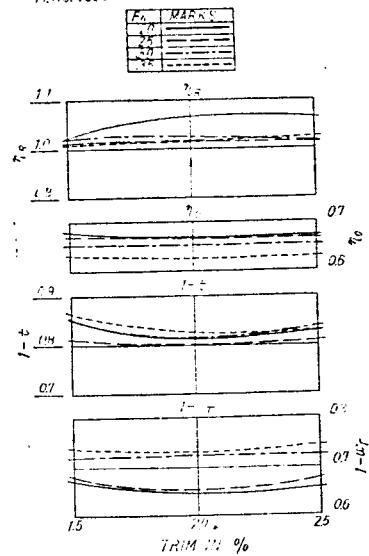
$\tau_R$  を第 2・83 図に、自航要素を第 2・84 図および第 2・85 図に示す。ただし、第 2・84 図は M.P. 1357 を使用しての試験結果であり、第 2・85 図は M.P. 1359 を使用しての試験結果である。 $\tau_R$  お

$\gamma_F$ -TRIM CURVES  
(LIGHT LOAD CONDITION)  
M. NO.1382 (UNKEN TANK EXPI)



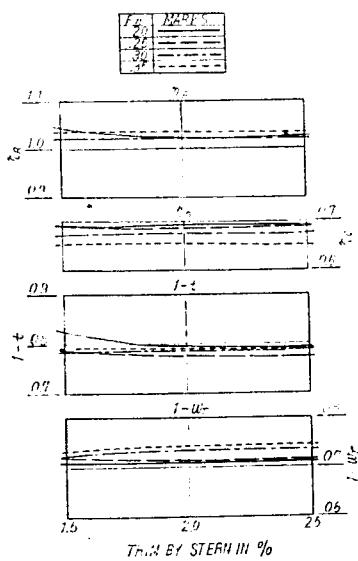
第2-83図 トリムが抵抗に及ぼす影響

TRIM BY STERN IN %, DHP AND CDS  
(LIGHT LOAD CONDITION)  
M. NO.1382 (UNKEN TANK EXPI)



第2-84図 トリムが自航要素に及ぼす影響

$\gamma_F$ -TRIM CROSS CURVES  
(LIGHT LOAD CONDITION)  
M. NO.1382 (PTL.1357) (UNKEN TANK EXPI)



第2-85図 トリムが自航要素に及ぼす影響

および  $t$  の小さいことがきいて、船尾トリムの最も小さい 1.5% トリムの場合に、DHP は最も小さい。トリムをつけるほど成績は悪くなる。1.5% 以下にトリムを小さくすることは、プロラの没入深度からみて無理と思われる所以、1.5% くらいのトリムが、この種の船型としては適当のように思われる。

### 3. 船首ブリズマチック・カーブ・シリーズの波形分析

本項のシリーズは他の項のシリーズと異なり、東大水槽がこれを担当し、自航試験を行なわず、その代わりに「波形分析」という新しい船型試験法を用いて、もっぱら造波抵抗の問題を重点的に研究した。

このような方法が採用された理由は次のとおりである。

- (1) 東大水槽において最近開発された新しい“波形分析的”船型試験法の効果は、すでにいくつかの事例において確認されているので、これを部分的にでも本研究に採り入れることが、本研究全体として有益であると考えられたこと。
- (2) 東大水槽を使用すれば模型が小さくなり、模型製作費が軽減され、その一部をステレオ・カメラ試作費に充当できること。
- (3) 「船首ブリズマチック・カーブ・シリーズ」はこの種の新しい研究法を適用するのに適したシリーズであること。すなわち「船首ブリズマチック・カーブ変化」による自航要素の変化は無視できないにしても、少なくともその影響の程度は「船尾ブリズマチック・カーブ変化」に比較すれば小さいと考えられ、一方大型模型による自航試験が実施できないことの不利益は、船型と造波現象とに関する、従来にない明確な知識がもたらされる利益によって十分にカバーしうると判断されたこと。

第3-1表 船首ブリズマチック・カーブ・シリーズ模型船要目・試験状態

Model No.	Condition	$V$ ( $m^3$ )	$S$ ( $m^2$ )	$d$	$L_{WL}$ (m)	L.C.B.	Trim by Stern	$S/p^{\frac{3}{2}}$	$S'L^2$
SR-451 [MS-1382] 原 型	Full Load	0.083022	1.1952	0.1488	2.5696	1.29% $L_{PP}$ Aft	0	6.280	0.18101
	1/2 Load	0.058116	0.9817	0.1093	2.4990	0.92% $L_{PP}$ Aft	1% $L_{PP}$	6.543	0.14867
	1/5 Load	0.037363	0.7984	0.07395	2.4560	0.90% $L_{PP}$ Aft	2% $L_{PP}$	7.144	0.12091
SR-452 前肩落し	Full Load	0.083000	1.1931	0.1496	2.5714	1.24% $L_{PP}$ Aft	0	6.270	0.18044
	1/2 Load	0.058100	0.9842	0.1100	2.4996	0.896% $L_{PP}$ Aft	1% $L_{PP}$	6.546	0.14885
	1/5 Load	0.037350	0.8068	0.07511	2.4567	0.908% $L_{PP}$ Aft	2% $L_{PP}$	7.220	0.12202
SR-453 前肩張り	Full Load	0.083000	1.1941	0.1488	2.5696	1.47% $L_{PP}$ Aft	0	6.275	0.18085
	1/2 Load	0.058100	0.9836	0.1096	2.5004	1.08% $L_{PP}$ Aft	1% $L_{PP}$	6.542	0.14876
	1/5 Load	0.037350	0.8044	0.07463	2.4566	1.00% $L_{PP}$ Aft	2% $L_{PP}$	7.199	0.12182

Note: 1)  $L_{PP} \times B \times d \times C_P = 2.5 \text{ m} \times 0.3571 \text{ m} \times 0.1488 \text{ m} \times 0.642$  ( $L_{PP}/B=7$ ,  $B/d=2.4$ )

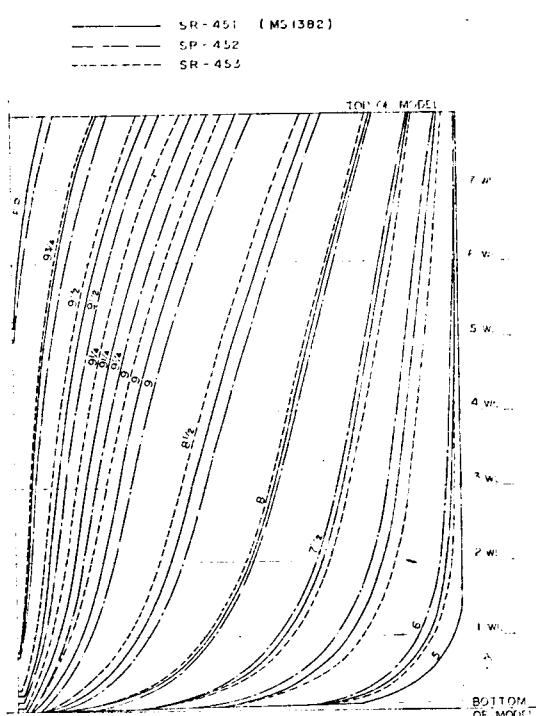
2) Appendage: With Hanging Rudder (Without Bilge Keels)

3) Towing Point: Long  $\perp$ . (L.C.F.), Vert  $\perp$ . (Shaft Centre Line)

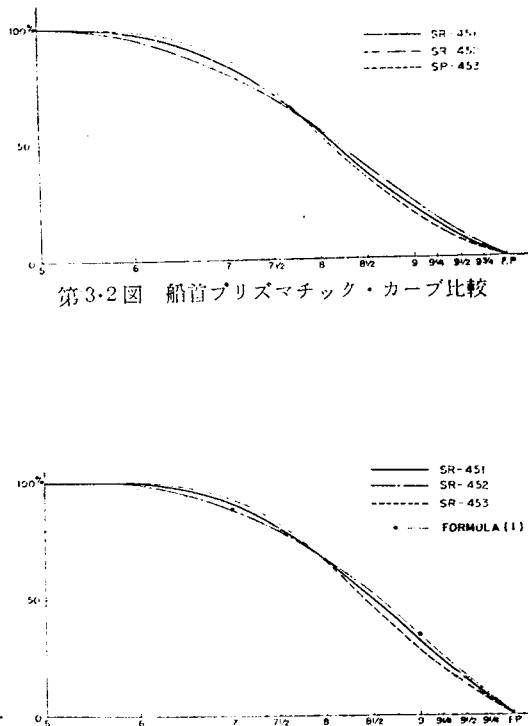
### 3・1 模型船の要目および試験状態

供試船型は原型 (M.S. 1382) を含む3隻で、後半部船体は同一、前半部船体の  $C_P$  は一定とし、横截面積曲線形状を変化させた。第3・1表に模型船の要目と試験状態を示し、第3・1図～第3・2図に正面線図、横截面積曲線、水線形状曲線を示す。模型 SR 451 は原型であり、SR 452 は前肩を落し、船首入角を大きくしたもの、SR 453 はその反対である。

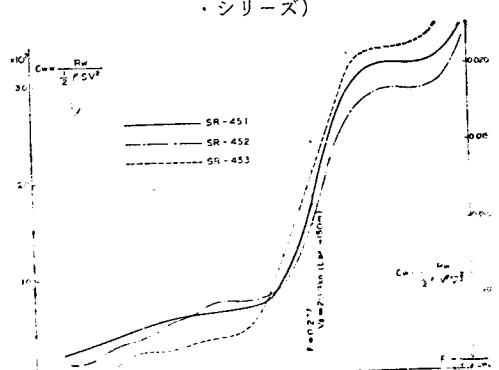
試験の種類は抵抗試験（満載、1/2 および 1/5 載貨）ならびにステレオ・カメラによる波形観測、波形分析（満載）であり、このほかに造波抵抗理論による理論解析が行なわれた。



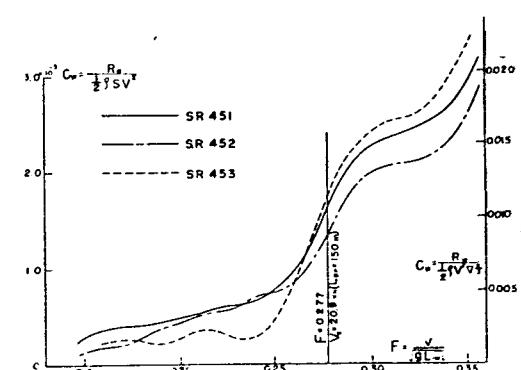
第3・1図 正面線図（船首プリズマチック・カーブ・シリーズ）



第3・2図 船首プリズマチック・カーブ比較



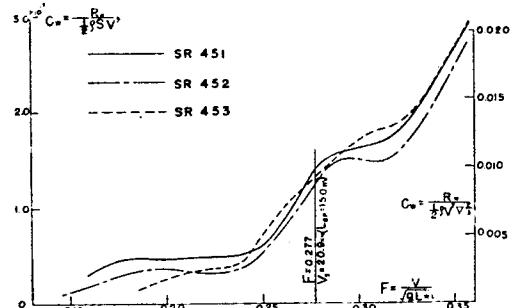
第3・3図 船首水線形状比較



第3・4図 船首プリズマチック・カーブ・シリーズの抵抗試験結果（満載状態）

### 3.2 抵抗試験

第3・4図～第3・6図に3種の載貨状態に対する船型間の  $C_w$  (造波抵抗係数) 曲線を比較して示した。ここに  $C_w$  は  $C_R$  (あるいは  $r_R$ ) から形状抵抗に相当する  $K \cdot C_{f0}$  ( $K$ =形状影響係数) を差引いたものである。図によれば満載と 1/2 載貨とは傾向がよく似ており、ともに  $F=0.26$  をさかいとして、それより低速では SR 453 (肩張り) が、またこれより高速では逆に SR 452 (肩落し) がよく、原型は両者の中間に位置している。1/5 載貨については  $F < 0.21$  の低速域を除いて SR 452 (肩落し) がもっともよいようであるが、傾向はやや複雑になっている。



第3・6図 船首プリズマチック・カープ・シリーズの抵抗試験結果 (1/5 載貨状態)

### 3.3 波形観測、波形分析

#### (1) 波形観測

3 船型について、満載、1/2 および 1/5 各載貨状態に関し、

- (a) 船側波形 (wave profile)
- (b) 垂直写真による波紋 (wave pattern)

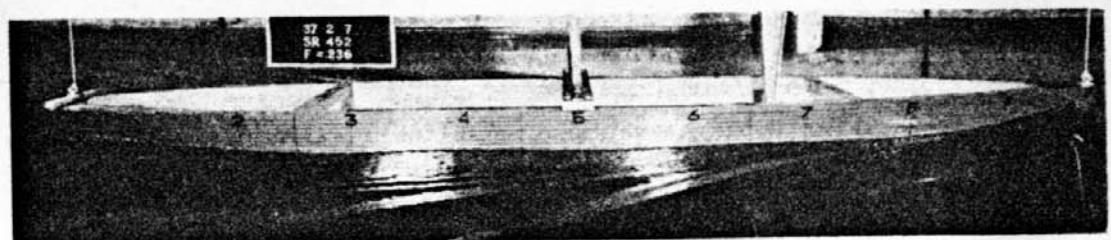
の 2 種の写真観測を下記 4 種の速力で実施した。

フルード数 $F$	0.2357	0.2582	0.2774	0.3015
$K_0 L = gL/V^2 = 1/F^2$	18	15	13	11
実船 ( $L=150$ m) 速力 kn	17.81	19.51	20.96	22.78

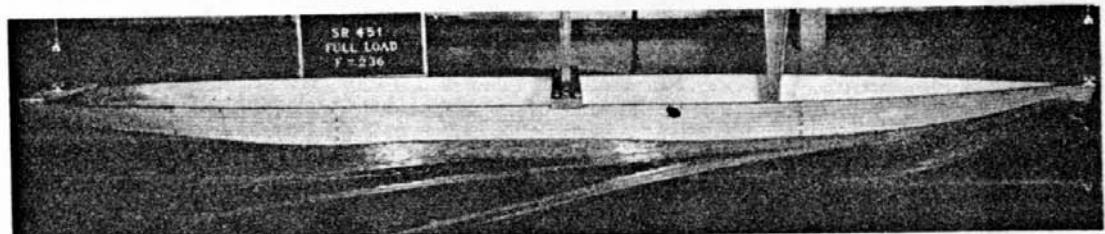
写真は試作大型ステレオ・カメラによる単色スチール写真のほかに、35mm カラー・ステレオ写真の 2 種を併用した。これらの写真は船型とそれが造る波との関係について定性的観察を行なうのにきわめて有益であることが実証された。本写真資料はぼう大であるので、この報告では満載状態のみについて、(a) 船側波形、(b) 垂直波紋写真を同一速度ごとに組合わせて第3・7 (a)・(b) 図～第3・10 (a)・(b) 図に示した。

#### (2) 波形分析

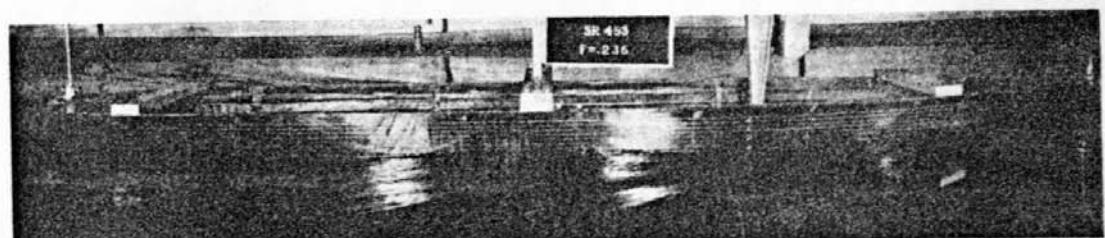
上述の写真観察資料にもとづいて、さらに詳細な波形の定量的分析を満載時の計画速力 ( $F=0.277$ ) のみに関し実施した。第3・11図～第3・13図は、SR 452 (肩落し、船首入角大)→SR 451 (原型)→SR 453 (肩張り、船首入角小) の順に波紋写真および図化による波高等高線(wave contours) を示す。これによればこの順にしたがって船首波が減じ、その代り前肩波が強められて行く推移がきわめて明瞭に観察でき、これと前項「抵抗試験」の結果とを対比することによって、在来の船型試験から得られない重要な知見がもたらされる。



SR 452 (Full Load)  $F=0.236$

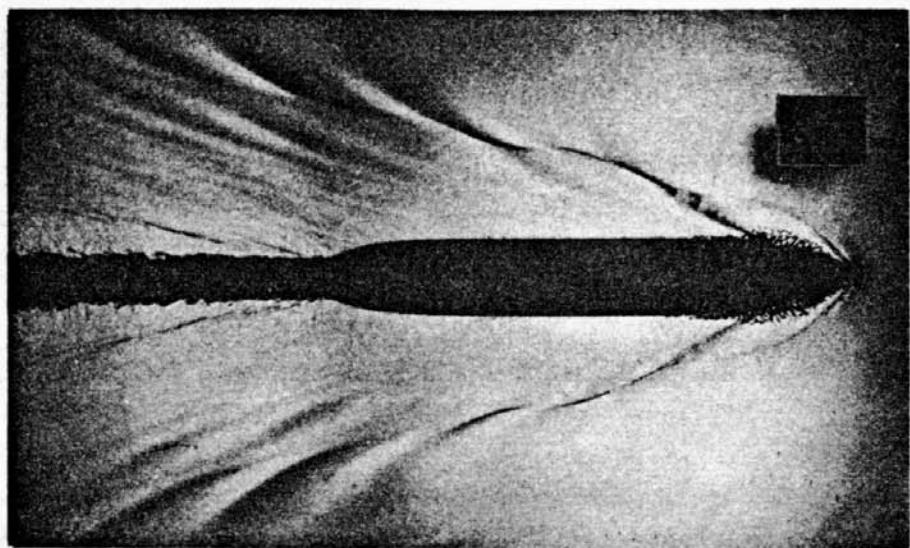


SR 451 (Full Load)  $F=0.236$

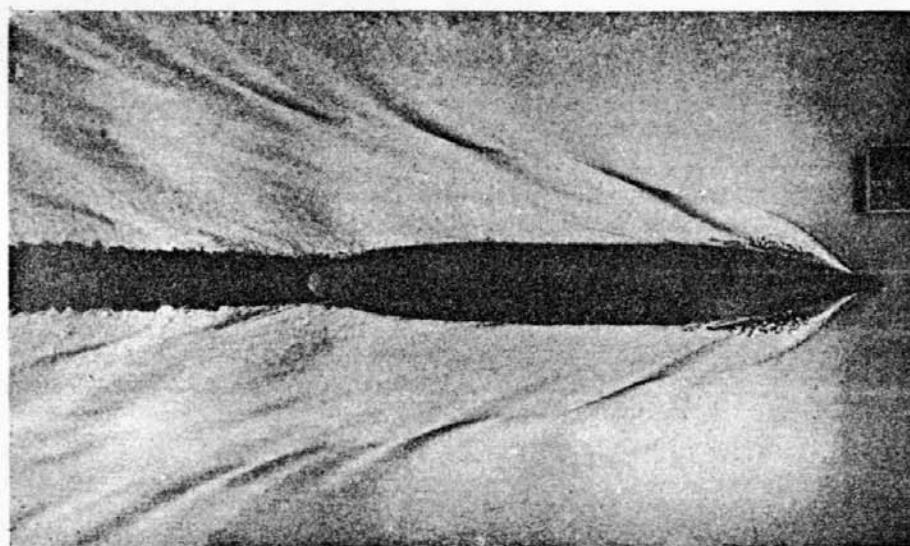


SR 453 (Full Load)  $F=0.236$

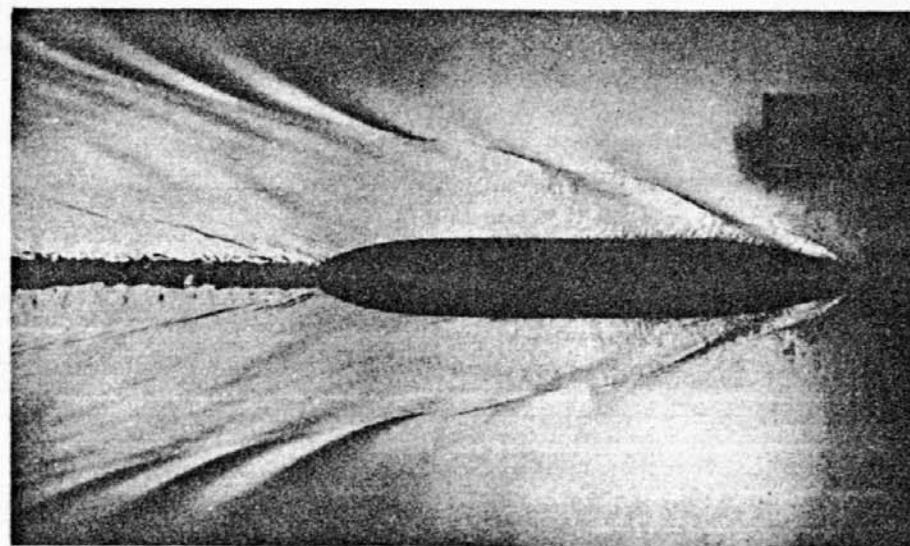
第3.7 (a) 図



SR 452 (Full Load)  $F=0.236$

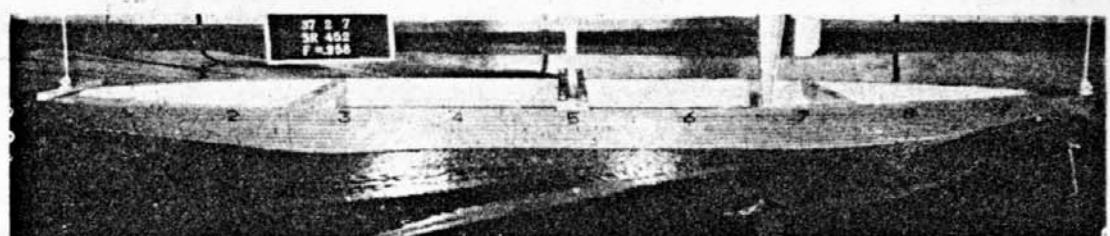


SR 451 (Full Load)  $F=0.236$

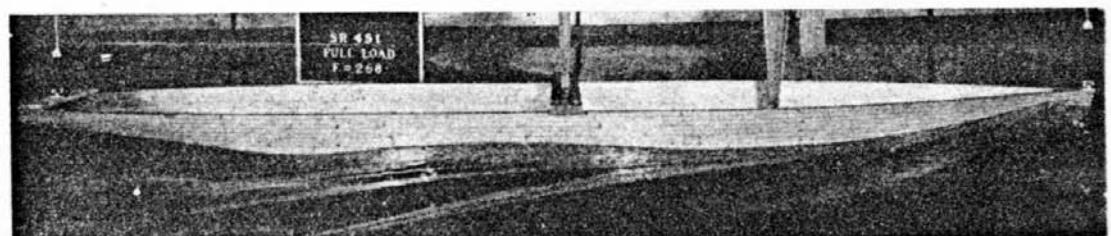


SR 453 (Full Load)  $F=0.236$

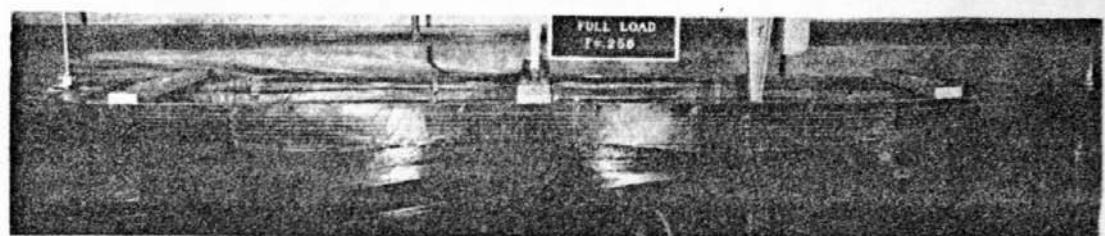
第3-7 (b) 図



SR 452 (Full Load)  $F=0.258$

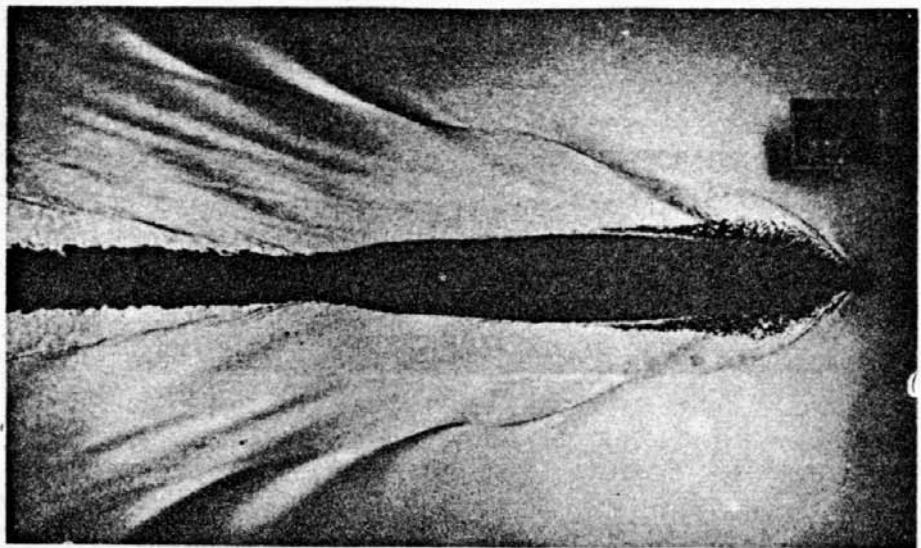


SR 451 (Full Load)  $F=0.258$

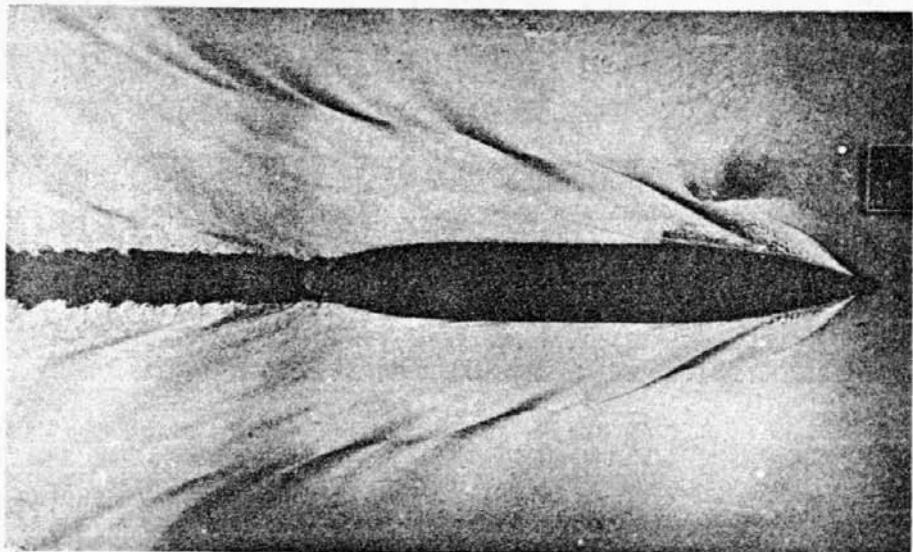


SR 453 (Full Load)  $F=0.258$

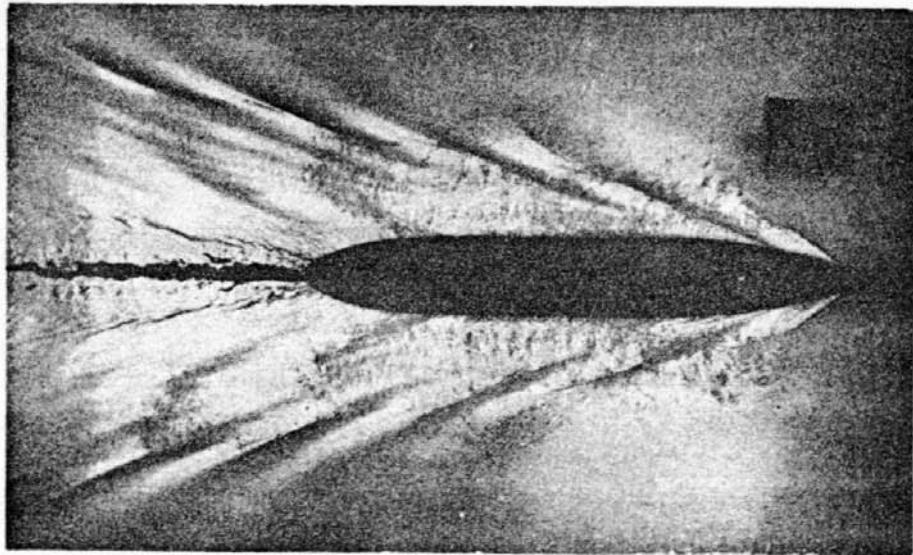
第3・8 (a) 図



SR 452 (Full Load)  $F=0.258$

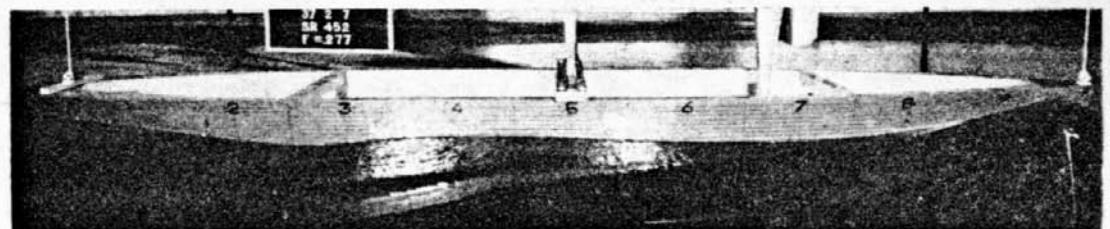


SR 451 (Full Load)  $F=0.258$

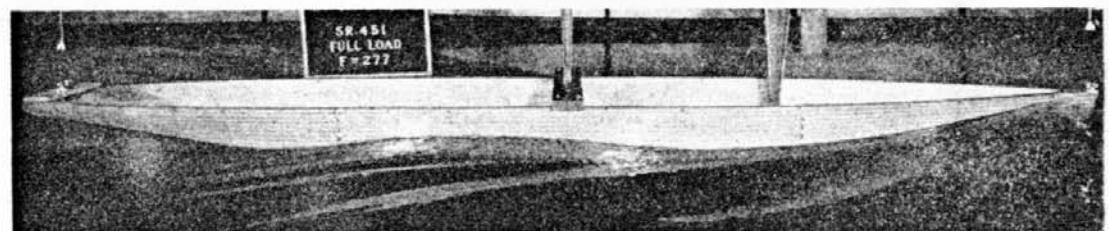


SR 453 (Full Load)  $F=0.258$

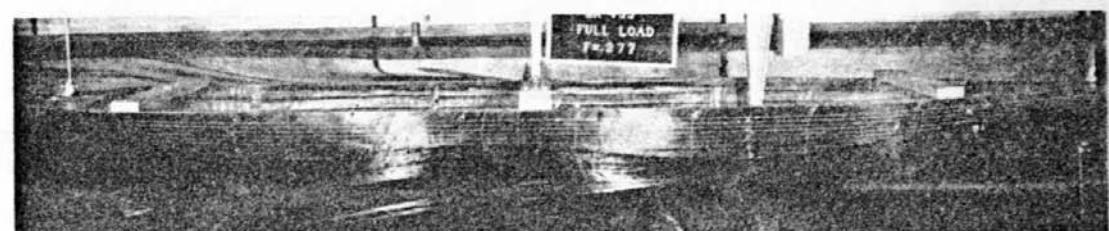
第3・8 (b) 図



SR 452 (Full Load)  $F=0.277$

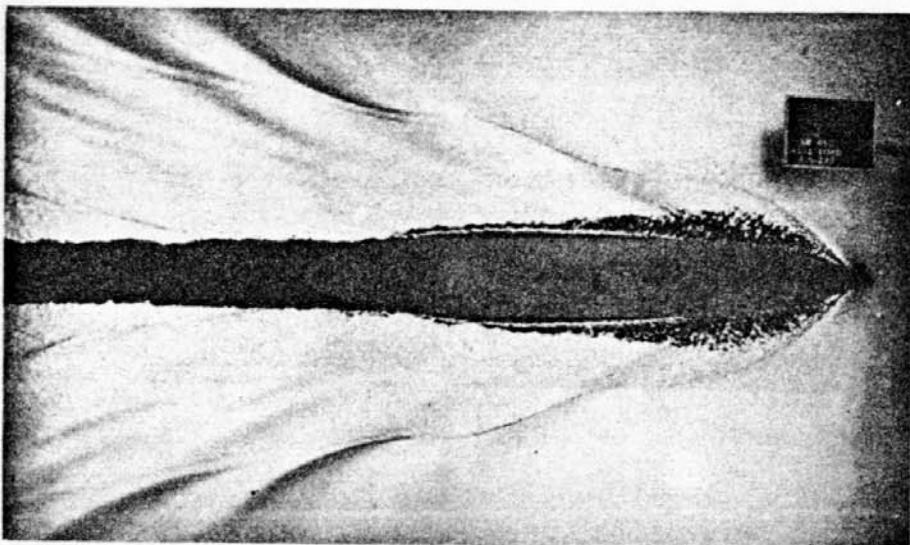


SR 451 (Full Load)  $F=0.277$

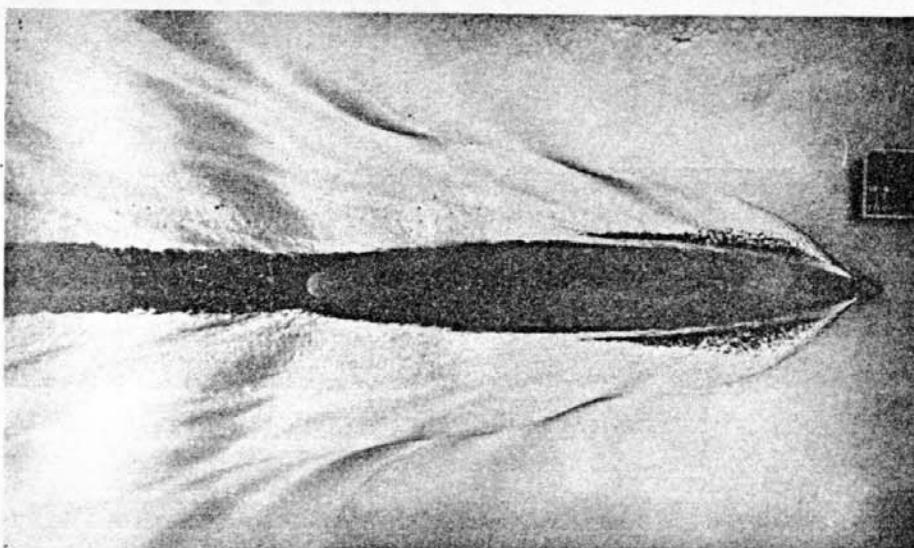


SR 453 (Full Load)  $F=0.277$

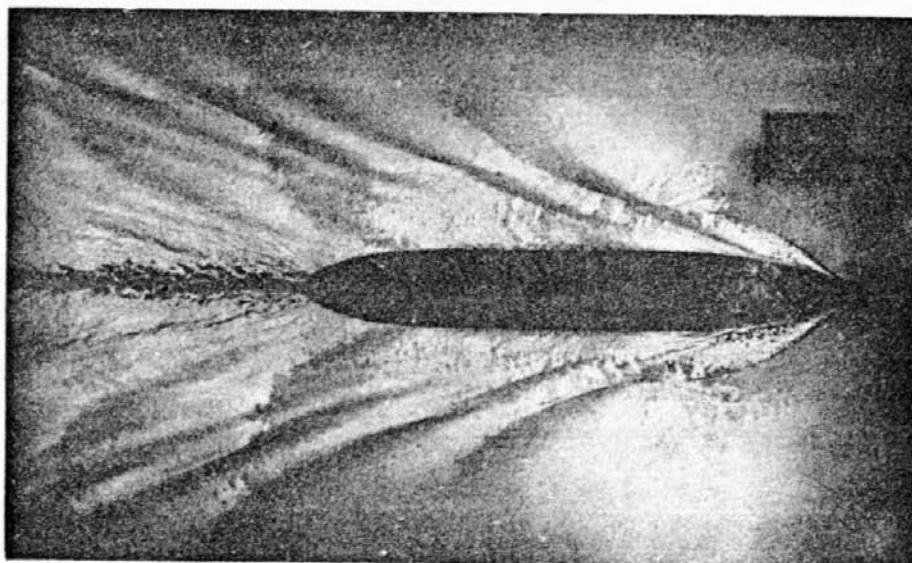
第3・9 (a) 図



SR 452 (Full Load)  $F=0.277$

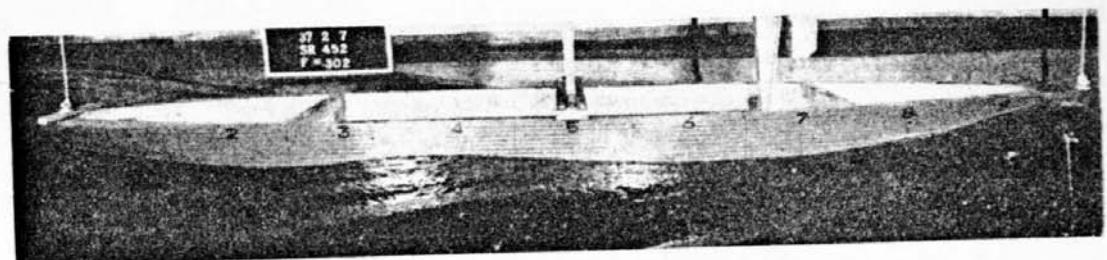


SR 451 (Full Load)  $F=0.277$

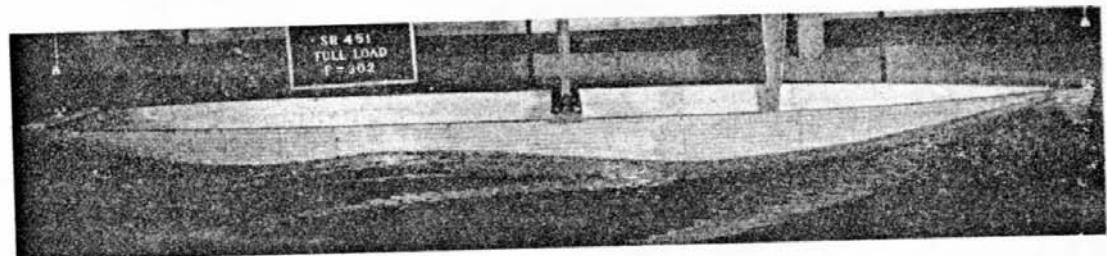


SR 453 (Full Load)  $F=0.277$

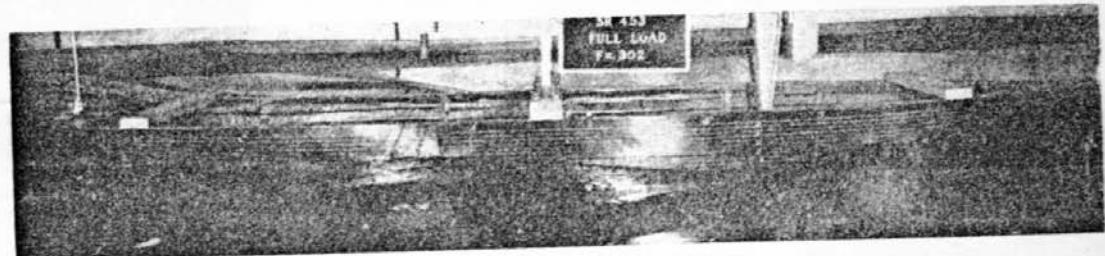
第3・9 (b) 図



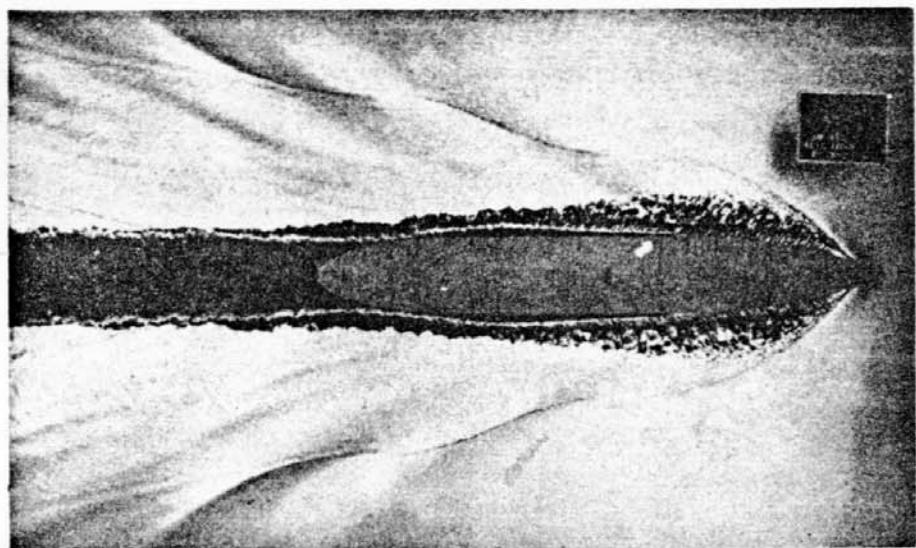
SR 452 (Full Load)  $F=0.302$



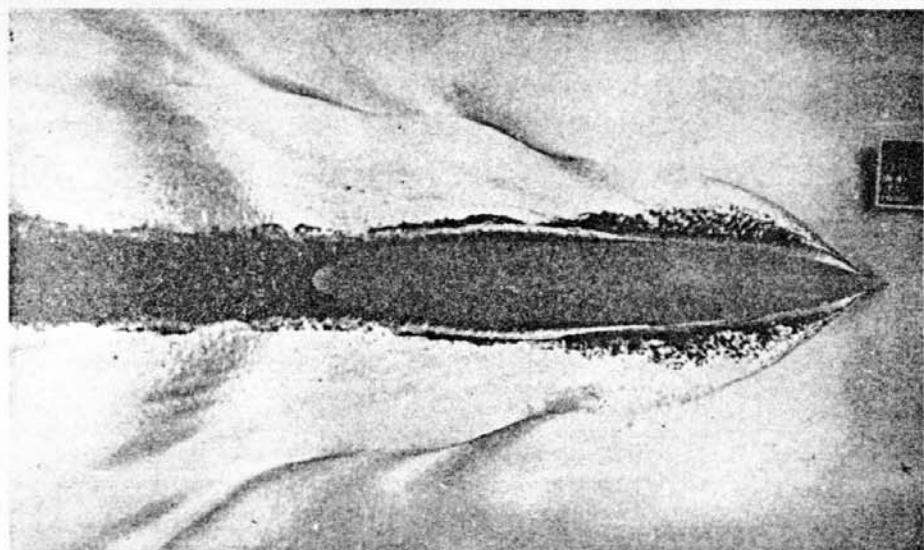
SR 451 (Full Load)  $F=0.302$



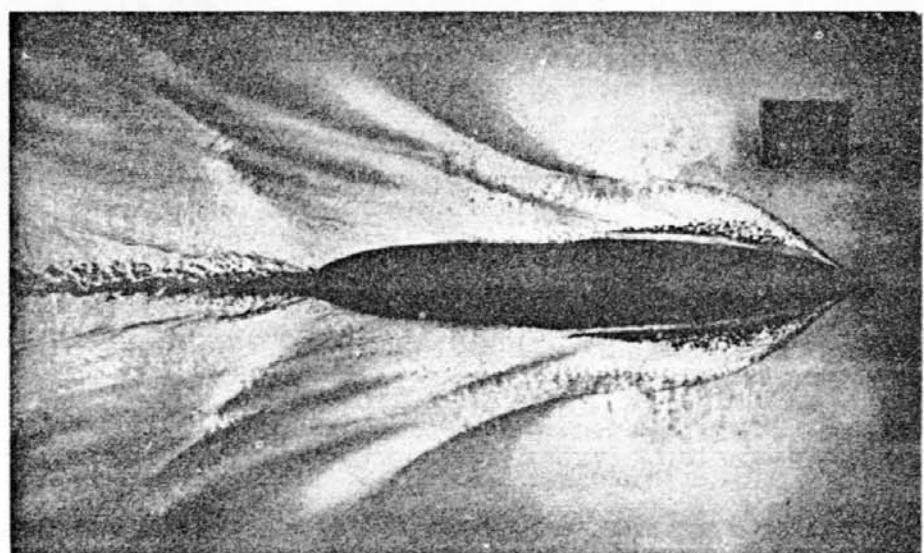
SR 453 (Full Load)  $F=0.302$



SR 452 (Full Load)  $F=0.302$

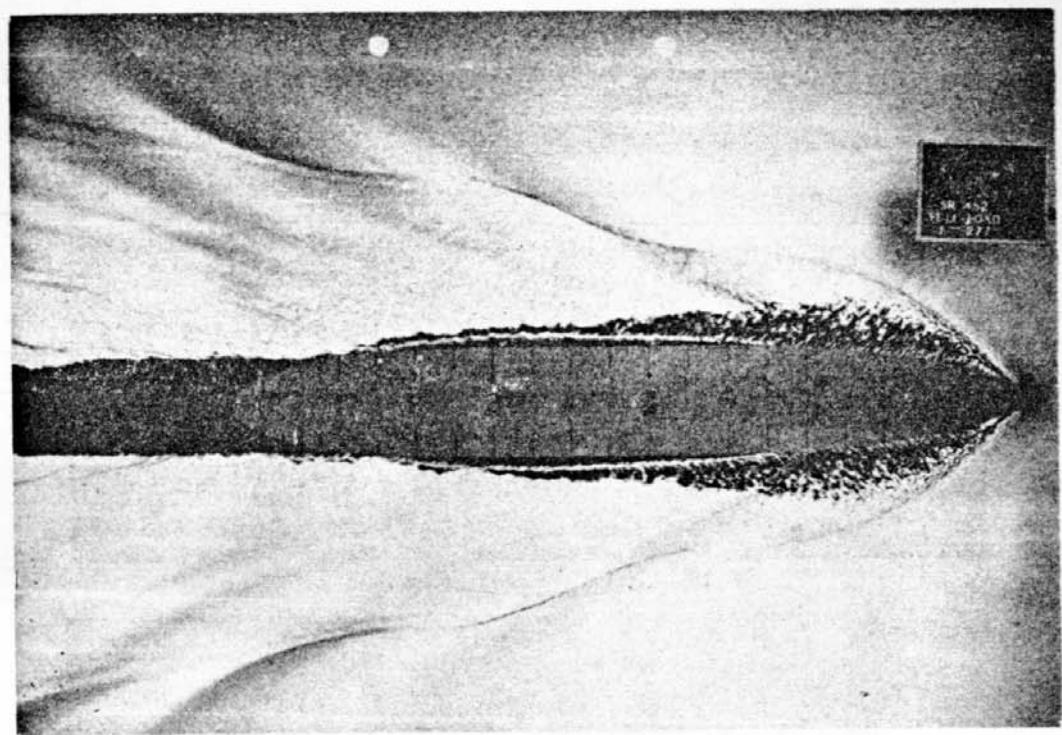


SR 451 (Full Load)  $F=0.302$

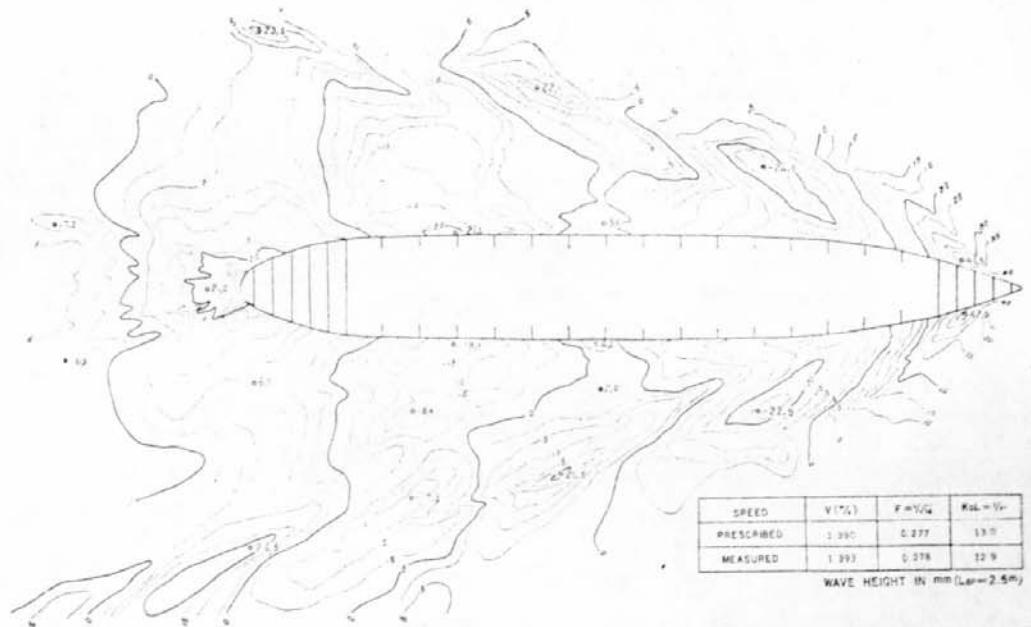


SR 453 (Full Load)  $F=0.302$

第3・10 (b) 図



第3・11 (a) 図



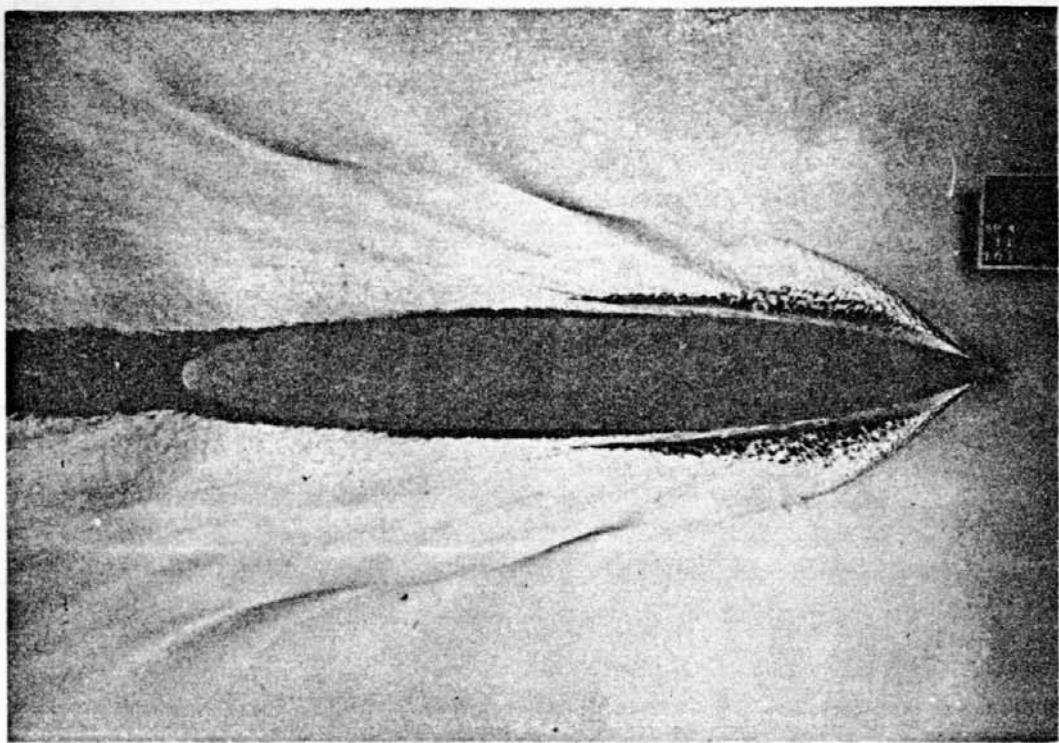
第3・11 (b) 図

### 3.4 理論解析

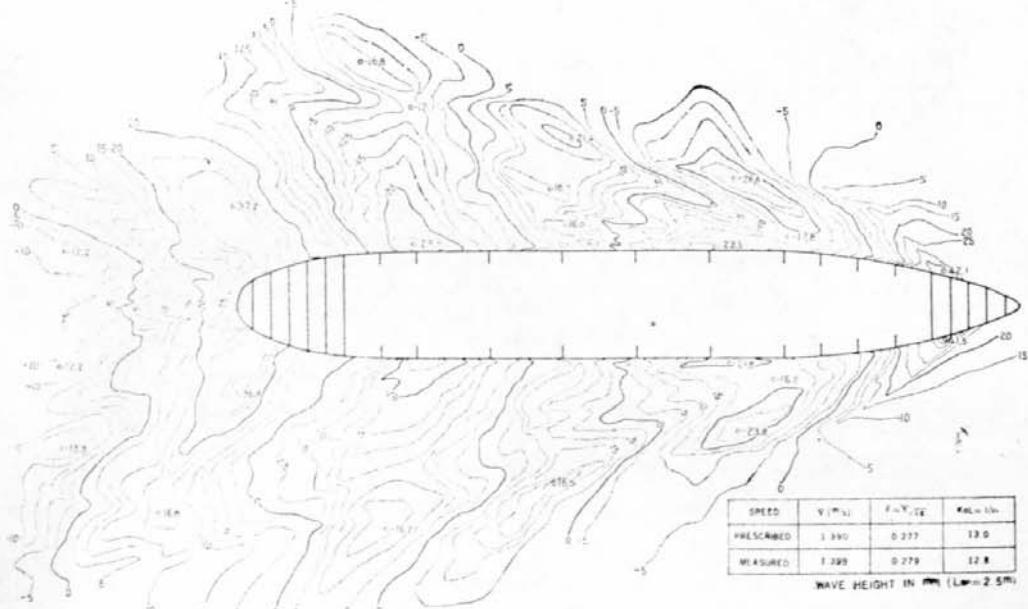
造波抵抗理論を援用して下記2種の理論解析を実施した。

#### (1) $C_w$ -Difference Curves の解析

船型の造波特性はまずもって水線形状によって支配されるから、第3・3図に示した満載喫水形状を多項式近似してみると、SR 452 (肩落し) がもっとも simple な特性をもつていて式



第3・12 (a) 図



第3・12 (b) 図

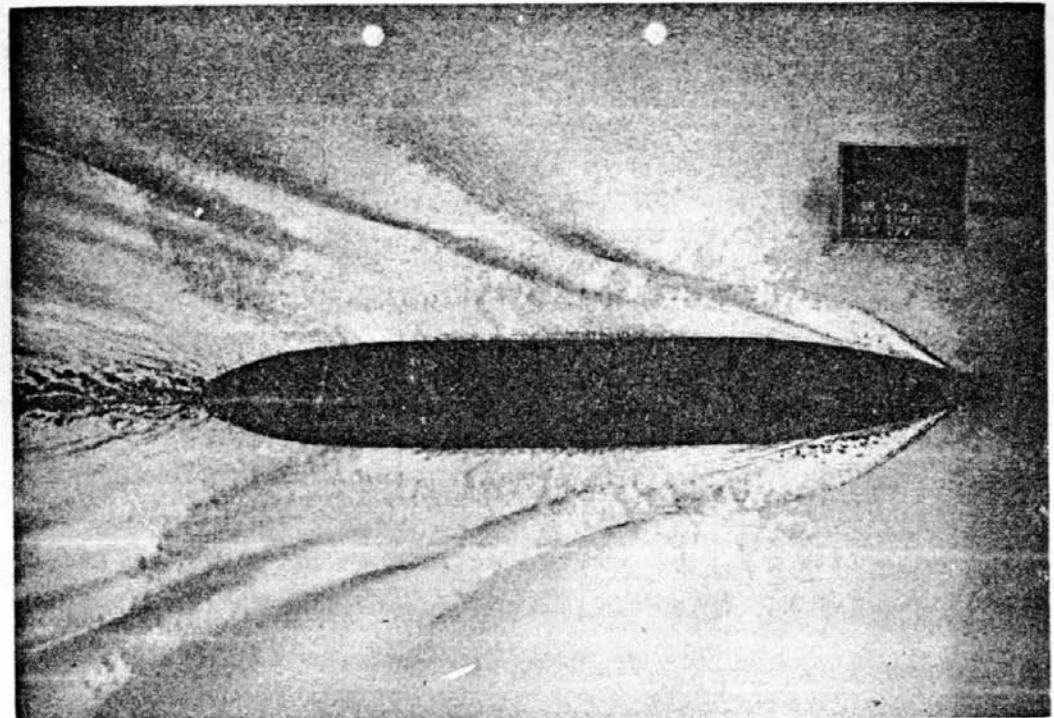
$$\eta(\xi) = (1 - \xi^2)(1 + 0.425\xi^2 - 0.753\xi^4) \quad (3 \cdot 1)$$

でかなりよく近似できることがわかる（同図中の点は上式による計算値を示す）。また SR 451 と SR 452 との差および SR 453 と SR 451 との差はいずれも近似的に、次式、

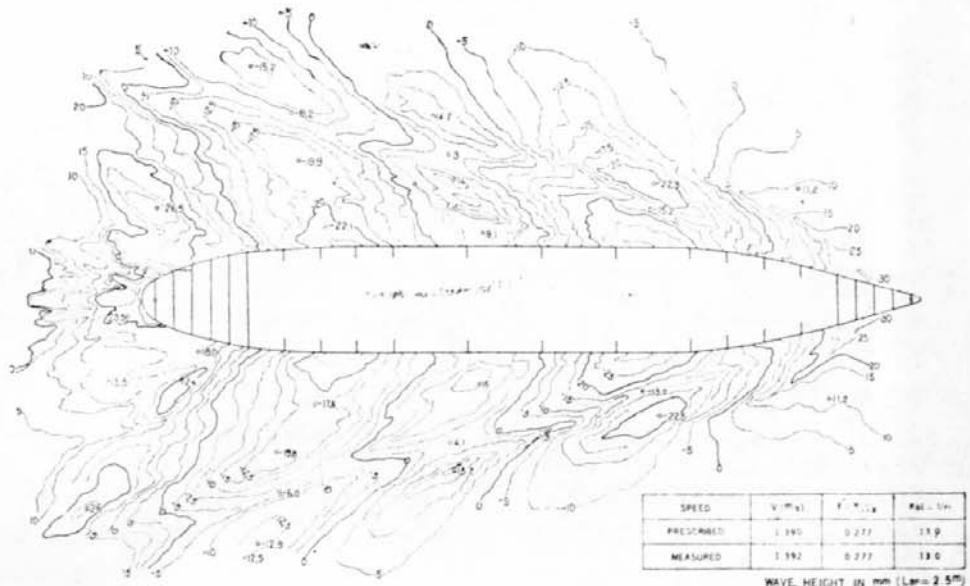
$$\Delta\eta(\xi) = 1.1\xi^2(1 - \xi^2)^2(0.56^2 - \xi^2) \quad (3 \cdot 2)$$

で与えられることも確かめられる。

以上の結果を利用して、これらの船型の差による造波抵抗の相違を理論的に推定してみた。第



第3・13 (a) 図

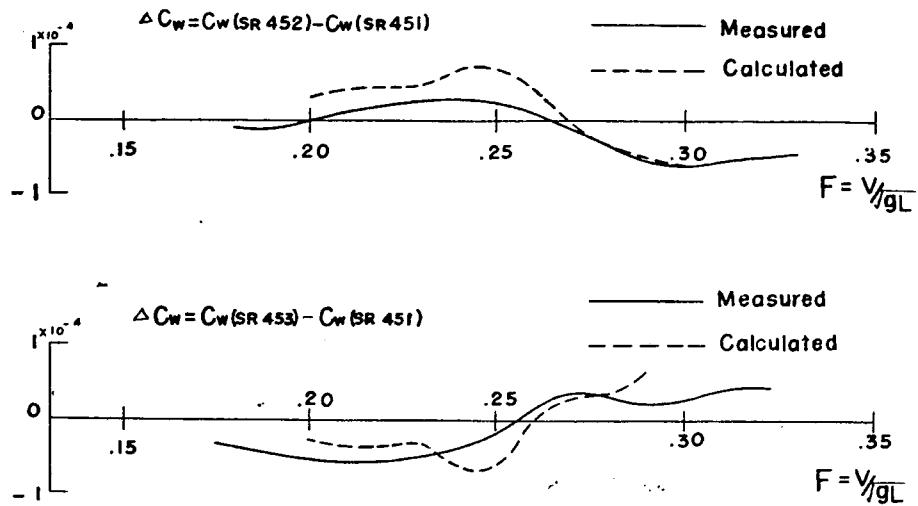


第3・13 (b) 図

3・14図はこのような理論計算と実測値との比較であって、傾向としては両者よく一致している。

## (2) Wave Contours から造波抵抗値の直接的推定

Wave Contours が画かれた場合、原理上造波抵抗の値はこれを利用して求められるはずである。ただし船首波のほかに前肩波が重なったり、あるいはこれに加えて後肩波や船尾波が重なると、求値上の手数がかなり面倒になる。この場合、求値の方法としては、これまで素成波の振幅関数  $A(\theta)$  を求める乾 (1953) の方法が知られているが、最近梶谷 (1962) によって wave pattern の crest (あるいは trough) line に沿って読みとった波高分布  $h(\theta)$  を使って次式、



第3-14図 船型変化による  $C_w$  の増減（理論との比較）

$$R_w = \frac{1}{2} \rho g \int \{h^2(\theta)\}^2 \cos \theta ds \quad (3-3)$$

によっても求められることが知れた。ここに  $ds$  は crest (あるいは trough) line に沿った線素の長さで、積分は wave pattern の何番目かの crest (あるいは trough) line の全体について積分する。

この方法を用いて原型 SR 451 の満載時  $F=0.277$  における船首波系にもとづく造波抵抗値を求めてみると ( $n=2$  の trough に沿って)

$$C'_w = R_w / (1/2 \rho V^2 L^2) \text{ の形で } 2.35 \times 10^{-4}$$

となる。抵抗試験の結果、このときの全造波抵抗値は  $3.2 \times 10^{-4}$  と推定され、一方、この速度における船首波系と船尾波系の全造波抵抗への寄与の割合は 7 : 3 と考えられる。

$$3.2 \times 10^{-4} \times 0.7 = 2.24 \times 10^{-4}$$

したがって波形等高線から直接に求めた値  $2.35 \times 10^{-4}$  は若干過大となっているが、その原因はすでにある程度その存在がみとめられる前肩波の影響ではないかと考えられる。

## 4. 推進性能算出用設計図表について

### 4.1 設計図表の作成方針

昭和35年度以来3年間にわたって実施されてきた静水中の諸系統的模型試験のうち、

$L/B$  シリーズ

$B/d$  シリーズ

$C_B$  シリーズ

$l_{CB}$  シリーズ

の結果を取りまとめ、高速貨物船の推進性能を算定するための設計図表を作成した。

$L/B$  シリーズと  $B/d$  シリーズに対しては、 $S/F^{2/3}$ ,  $r_R$ ,  $1-t$ ,  $1-w_T$ ,  $\eta_R$  について、 $L/B$  および  $B/d$  を両軸としたコンター・カーブを画いた。また  $C_B$  シリーズおよび  $l_{CB}$  シリーズに対してはこれらの値について、 $C_B$  および  $l_{CB}$  が標準値 ( $C_B=0.625$ ,  $l_{CB}=+1.3\% L_{PP}$ ) と異なる場合の修正値のカーブを作成した。

これらの設計図表により  $L/B$ ,  $B/d$ ,  $C_B$ ,  $l_{CB}$  等の船体要目が与えられた高速貨物船船型に対して、浸水表面積および推進性能要素の推定ならびにこれらの船体要目の相違による性能の相違の推定を行なうことができる。

$L/B$ ,  $B/d$  シリーズの設計図表作成に当っては、電子計算機を用いて、 $L/B$ ,  $B/d$  の二元多項式を解いて、コンター・カーブを画いた。

$C_B$  および  $l_{CB}$  シリーズの設計図表では、横軸に  $C_B$ 、または  $l_{CB}$  をとり、縦軸には原型の値と  $C_B$  または  $l_{CB}$  が変化したときの値の比をとり、フルード数をパラメータとして設計図表を作成した。

### 4.2 電子計算機による $L/B$ , $B/d$ シリーズの設計図表作成法

$L/B$ ,  $B/d$  シリーズに含まれる模型船は合計10隻であつて、これらの模型船の  $L/B$ ,  $B/d$  は第4.1表に示すとおりである。

第4.1表

$L/B$	6.5	7.0	7.5	8.0
$B/d$				
2.1	M. 1487	M. 1489	—	M. 1491
2.4	M. 1464 (U.M. 1386)	M. 1463 (U.M. 1382)	M. 1465 (U.M. 1387)	M. 1466 (U.M. 1388)
2.7	M. 1488	M. 1490	—	M. 1492

系統的試験から得られた  $S/F^{2/3}$ ,  $r_R$ ,  $1-t$ ,  $1-w_T$ ,  $\eta_R$  について、各フルード数ごとに図表を作り、横軸に  $L/B$ , 縦軸に  $B/d$  をとると、これら10隻の点の値を記入することができる。これら10隻の値を用いてコンター・カーブを画くにあたって、従来のフェアリングによる作図法によつて妥当と思

われるコンター・カーブを書くこともできるが、本研究部会では、これら10点を通る数学的な曲面を想定して、電子計算機を用いてコンター・カーブを画いた。使用した電子計算機は I. B. M. 7090 である。

すなわち、

$$Z = Z_0 + f(x \cdot y) \quad (4 \cdot 1)$$

ただし、 $Z = S/F^{2/3}$ ,  $r_R$ ,  $1-t$ ,  $1-w_T$ ,  $\eta_R$  などの船型要素または推進性能要素の値、

$Z_0$  = 母型 ( $L/B=7.0$ ,  $B/d=2.4$ ) の値、

$$x = L/B - 7.0$$

$$y = B/d - 2.4$$

とすると、各模型船に対応する10点に対する  $Z$  の値は水槽試験から得られた値を採用し、関数  $f(x \cdot y)$  の形状はこれらの10点を完全に通り、かつ、この10点により決定される形状である。

いま、

$$f_1(x \cdot y) = ax + bx^2 + cx^3 + dy + ey^2 \quad (4 \cdot 2)$$

なる関数を考える、 $Z_0 + f_1(x \cdot y)$  により原理を含む  $x = \text{一定}$ 、または  $y = \text{一定}$  の上の  $Z$  を表わすことができる。また  $a \sim e$  の係数は母型を含む  $x = \text{一定}$ 、または  $y = \text{一定}$  の線上にある6隻の値から一意的に決めることができる。

$f_1(x, y)$  は  $L/B$  の変化、 $B/d$  の変化の影響をそれぞれ独立で一定と考えた修正値に相当し、 $Z_0 + f_1(x \cdot y)$  は  $Z$  の近似値である。

したがって、

$$f_2 = Z - [Z_0 + f_1(x, y)] \quad (4 \cdot 3)$$

は (4・1) 式の  $f(x, y)$  にくらべて、単調な曲面であると考えられる。 $f_2(x, y)$  の値は  $B/d=2.1$  および 2.7 で  $L/B=6.5$  および 8.0 の4船型に対して与えられるので、

$$f_2(x, y) = (gy + hy^2)x + (ky + ly^2)x^2 \quad (4 \cdot 4)$$

で、もっとも単純に表わすことができる。

したがって、

$$Z = Z_0 + ax + bx^2 + cx^3 + dy + ey^2 + (gy + hy^2)x + (ky + ly^2)x^2 \quad (4 \cdot 5)$$

これを整理しなおして、

$$Z = a_1 + a_2x + a_3x^2 + a_4x^3 + a_5y + a_6xy + a_7x^2y + a_8y^2 + a_9xy^2 + a_{10}x^2y^2 \quad (4 \cdot 6)$$

が得られる。

係数  $a_1 \sim a_{10}$  は電子計算機を用いて10隻の値から10元1次連立方程式を解いて求めることができる。

求めた  $a_1 \sim a_{10}$  の値は分冊の Appendix 1 に示した。

次に、

$$Z = Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$$

を (4・6) 式に代入して、電子計算機により  $(x, y)$  の解を求めて、 $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$  のコンター・カーブを設計図表上に画いた。

### 4.3 L/B, B/d シリーズの設計図表

前節で説明した方法により  $L/B, B/d$  シリーズ 10 隻の資料から次の各種の設計図表を作成した。作成された設計図表の枚数は 56 枚に達する。設計図表はここに示した数例（第 4・1 図～第 4・5 図）のほかは分冊 Appendix 2 に示されている。

- (1)  $S/F^{2/3}$  ……満載（イーブン・キール）、1/2 載貨（満載排水量の 70 % の排水量、1 % 船尾トリム）、および軽荷（45 % の排水量、2 % 船尾トリム）の 3 状態
- (2)  $r_R$  ……満載  $F_n=0.20, 0.22, 0.24, 0.25, 0.26, 0.27, 0.28, 0.29, 0.30$   
1/2 載貨  $F_n=0.20, 0.22, 0.24, 0.26, 0.28, 0.30, 0.32, 0.34$   
軽荷  $F_n=1/2$  載貨の各フルード数に加えて 0.36
- (3)  $1-t$  ……満載  $F_n=0.20, 0.25, 0.30$   
1/2 載貨  $F_n=0.20, 0.26, 0.32$   
軽荷  $F_n=0.20, 0.28, 0.36$
- (4)  $1-w_T$  ……(3)と同じ
- (5)  $\eta_R$  ……(3)と同じ

#### 設計図表使用上の注意事項

- (1) 満載、1/2 載貨および軽荷の 3 状態を通じて、設計図表に用いられた主要寸法等は満載状態における下記の値である。

$$L_{PP} = \text{垂線間長さ}$$

$$B = \text{全幅}$$

$$d_{Full} = \text{船底下面よりの喫水}$$

$$C_B = \frac{F}{L_{PP} \times B \times d_{Full}}; \text{ただし } F = \text{排水容積 (ビルジキールおよび舷を含ます)}$$

$$F_n = v/\sqrt{g \cdot L_{DWL}}; \text{ただし, } v = \text{船速 (m/sec)}, L_{DWL} = \text{水線長さ (m)},$$

$$g = \text{重力の加速度 (m/sec}^2)$$

また各状態の  $S$  は付加物を含む浸水表面積 ( $m^2$ ) である。

- (2)  $r_R$  より有効馬力 (EHP) は次の式により求めることができる。

$$EHP = (r_R + r_F) \times C_H \times F_n^3$$

$$\text{ただし, } r_F = (C_F + \Delta C_F) \times S/F^{2/3}$$

$$C_F = 0.075 (\log R_n - 2)^{-2}$$

$\Delta C_F$  = 粗度修正係数 (第 7・31 図参照)

$$C_H = \frac{1}{2} \cdot \rho_s \cdot g^{1.5} \cdot L_{DWL}^{1.5} \cdot F^{2/3} \cdot \frac{1}{75}$$

$\rho_s$  = 海水の密度

$$R_n = \text{レイノルズ数} = \frac{v L_{DWL}}{\nu}$$

$\nu$  = 海水の動粘性係数

(3)  $1-t$ ,  $1-w_T$  および  $\eta_R$  についてはその値の性質上,  $r_R$  と同様に 10 隻の模型船の自航試験結果をそのまま採用して,  $L/B$ ,  $B/d$  に関する 10 項式に代入して, 与えた 10 点を厳密に通る数式表示を行なうことが設計資料として適當であるかどうかには疑問があり, 設計図表としてフューリングを行なう値を採用した方が適當と思われる点もあるが, ここには今回の系統的模型試験の結果を示す資料として,  $r_R$  の場合と同様に各実験計測値の平均線から求めた各フルード数に対する  $1-t$ ,  $1-w_T$  および  $\eta_R$  の値をそのまま採用して数式表示を行ない, コンター・カーブを作成した。

試験に採用した模型プロペラはプロペラ直徑と各模型船の満載喫水との比がほぼ一定( $D_p/d_{Ful}$  = 0.717)になるように直徑を定め, かつ, 直徑とピッチとの和が一定となるようにピッチ比を定めたプロペラを使用した。ただし,  $L/B=6.5$  で  $B/d=2.1$  および  $B/d=2.4$  の 2 隻の模型船では喫水が深くなり, 上記の選定法によるプロペラはプロペラ直徑が大きく, ピッチ比が過少となり, プロペラ特性が非常に悪いので, 小さい直徑のプロペラで模型試験を行なった。

このように試験に使用したプロペラは各船型に対して最適プロペラとして設計されたものでなく, また設計条件が統一されていないので,  $1-t$ ,  $1-w_T$ ,  $\eta_R$  の値にも, この影響が多少はあるかと思われるが, これらの相違は一切修正せず, 試験結果そのままを採用した。

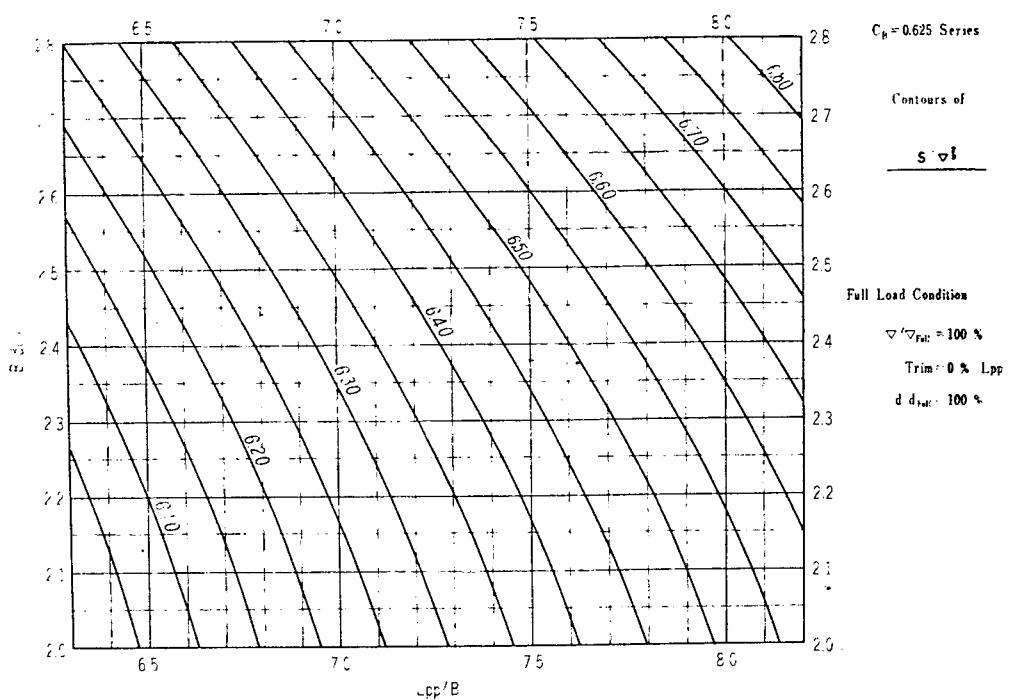
(4) 模型船 10 隻の値を用いて設計図表を作成するにあたって, 本研究部会ではこれらの点を通るもっとも単純な数学的曲面を想定して, 電子計算機を用いてコンター・カーブを作成したが, コンター・カーブ作成法については他の方法が種々考えられる。他の方法によるコンター・カーブを利用されたい方は, 別冊 Appendix 1 に示されている  $a_1 \sim a_{10}$  の係数と前節の (4・6) 式を用いて, 容易に模型船 10 隻の点の値を逆算することができるので, その値を利用されたい。

#### 4・4 $C_B$ シリーズおよび $l_{CB}$ シリーズの設計図表

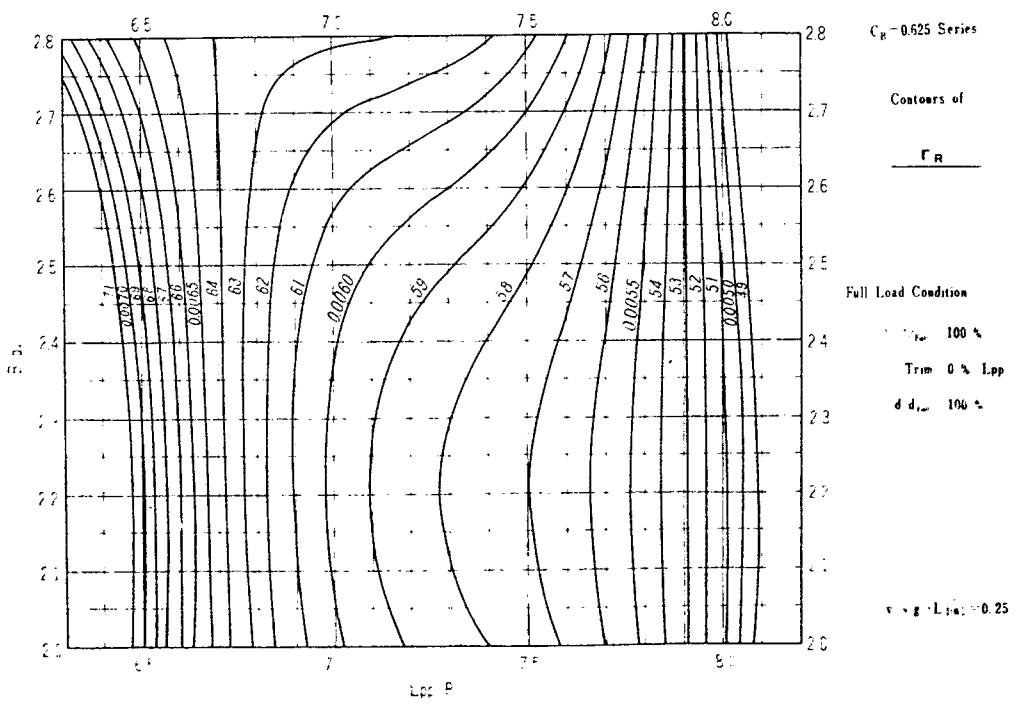
$C_B$  シリーズおよび  $l_{CB}$  シリーズの模型試験の成績を用いて,  $C_B$  または  $l_{CB}$  が原型 ( $C_B=0.625$  および  $l_{CB}=+1.3\%L_{PP}$ ) から変化した船型の資料を得るために設計図表を作成した。

設計図表は前節と同じに  $S/r^{2/3}$ ,  $r_R$ ,  $1-t$ ,  $1-w_T$ ,  $\eta_R$  について, 前節とほぼ同じ  $F_n$  をパラメータとして, 原型の値との比の形で表わした。

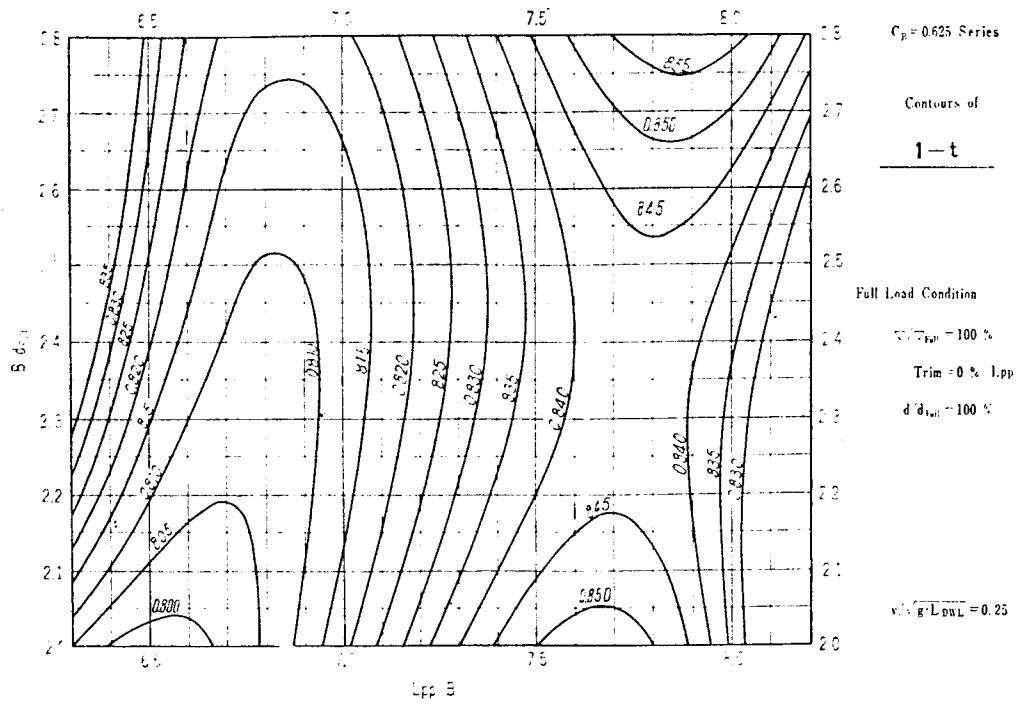
この設計図表は 2 次的近似の程度において, 原型より  $L/B$  および  $B/d$  が変化し, かつ  $C_B$  および  $l_{CB}$  が変化した船型について, まず前節の  $L/B$ ,  $B/d$  シリーズの設計図表を用いて, 所定の  $L/B$  および  $B/d$  を有する船型の  $S/r^{2/3}$  および推進性能要素を求め, 次にこの  $C_B$  シリーズおよび  $l_{CB}$  シリーズの設計図表を用いて,  $C_B$  および  $l_{CB}$  の修正をすることにより,  $S/r^{2/3}$  および推進性能要素を求める利用することができる。設計図表は別冊 Appendix 2 に示されている。



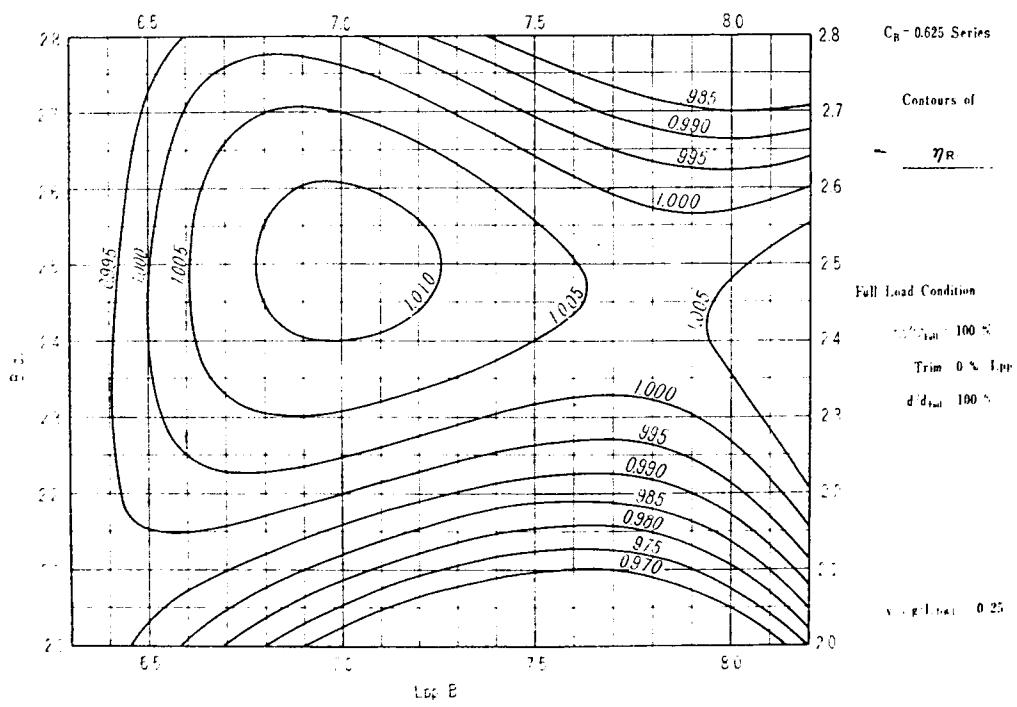
第 4・1 [x]



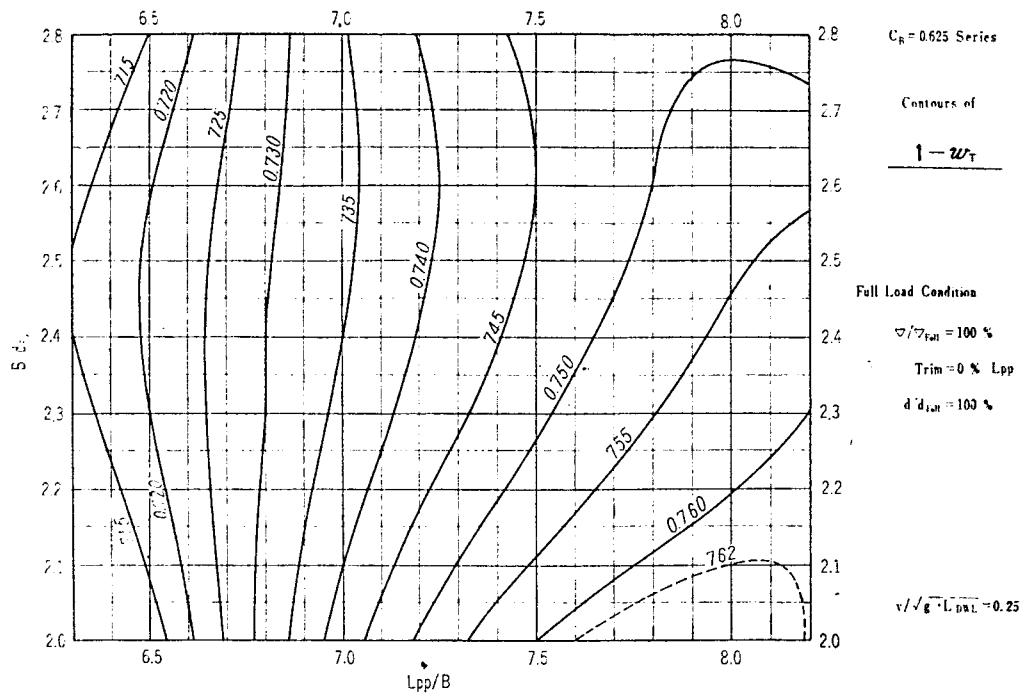
第 4・2 [x]



第4・3図



第4・4図



第4・5図

## 5. 波浪中の系統的模型試験

### 5.1 模型船の要目および試験状態

本試験に用いた模型船は長さ 4.5 m で、 $L/B$ ,  $B/d$  を一定とし  $C_B$  を変化させた  $C_B$  シリーズ、M.S. 1516 ( $C_B=0.625$ ) および M.S. 1517 ( $C_B=0.575$ )； $C_B$ ,  $B/d$  を一定とし、 $L/B$  を変化させた  $L/B$  シリーズ、M.S. 1574 ( $L/B=6.5$ ) および M.S. 1575 ( $L/B=8.0$ )； $C_B$ ,  $L/B$  を一定とし  $B/d$  を変化させた  $B/d$  シリーズ、M.S. 1576 ( $B/d=2.1$ ) および M.S. 1577 ( $B/d=2.7$ ) の 3 シリーズ合計 6 隻である。これらの模型船はそれぞれ静水中の試験に用いた 6 m 模型船 M.S. 1382, 1384; 1386, 1388; 1489, 1490 に対応している。

また、模型プロペラは、6 m 模型船に用いられた模型プロペラと相似のもの、すなわち、 $C_B$  シリーズについては M.P. 1357 に相似の M.P. 1516,  $L/B$  シリーズについては M.P. 1357, 1359 にそれぞれ相似の M.P. 1516, 1538,  $B/d$  シリーズについては M.P. 1284, 1286 にそれぞれ相似の M.P. 1535, 1537 である。なお、M.S. 1574 については前述の M.P. 1516 とともに、模型船の自航点でピッチ比を定めた M.P. 1536 を用いた試験をもおこなった。

模型船および模型プロペラの要目を第 5・1 表および第 5・2 表に表わす。

第 5・1 表 模 型 船 要 目

Model Ship No. ( $L_{PP}$ 4.500 m)	1516	1517	1574	1575	1576	1577
Model Ship No. ( $L_{PP}$ 6.000 m)	1382	1384	1386	1388	1489	1490
Length between pp., $L_{PP}$ in m	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500
Length on $LWL$ , $L_{WL}$ in m	4.625	4.625	4.625	4.625	4.625	4.625
Breadth (including skin), $B$ in m	0.6429	0.6429	0.6923	0.5625	0.6429	0.6429
Depth (including skin), $D$ in m	0.3870	0.3870	0.4076	0.3535	0.4252	0.3572
Draft (including skin), $d$ in m	0.2679	0.2679	0.2885	0.2344	0.3061	0.2381
Freeboard, $f$ in m	0.1191	0.1191	0.1191	0.1191	0.1191	0.1191
Displacement, $F_M$ in $m^3$	0.4842	0.4460	0.5617	0.3707	0.5527	0.4299
Wetted Surface Area, $S_M$ in $m^2$	3.927	3.780	4.187	3.413	4.199	3.668
Block Coefficient, $C_B$	0.625	0.575	0.625	0.625	0.624	0.624
Prismatic Coefficient, $C_P$	0.642	0.602	0.642	0.642	0.640	0.640
Midship Area Coefficient, $C_M$	0.974	0.956	0.974	0.974	0.974	0.974
Waterplane Area Coefficient, $C_W$	0.747	0.734	0.745	0.745	0.746	0.746
Longitudinal Centre of Buoyancy, $l_{CB}$ in % of $L_{PP}$ abaft Midship	1.29	1.89	1.315	1.315	1.315	1.315
$B/d$	2.40	2.40	2.40	2.40	2.10	2.70
$L/B$	7.00	7.00	6.50	8.00	7.00	7.00
$F_M/L_{PP}^3 \times 10^3$	5.314	4.894	6.164	4.068	5.581	4.341
Radius of Gyration in Air, $k_a$ in m	$0.25L_{PP}$	$0.25L_{PP}$	$0.25L_{PP}$	$0.25L_{PP}$	$0.25L_{PP}$	$0.25L_{PP}$
Natural Pitching Period Afloat, $T_{po}$ in sec.	1.22	1.18	1.27	1.15	1.29	1.17
Model Propeller No.	1516	1516	1516, 1536	1538	1535	1537

第5・2表 模型プロペラ要目

Model Propeller No.	1516	1535	1536	1537	1538
Diameter, $D$ in m	0.192	0.219	0.192	0.171	0.168
Pitch, $H$ in m	0.180	0.153	0.209	0.201	0.204
Pitch Ratio, $H/D$	0.937	0.699	1.088	1.175	1.214
Boss Ratio	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Expanded Area Ratio	6.650	0.650	0.650	0.650	0.650
Max. Blade Width Ratio	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302
Blade Thickness Ratio	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
Angle of Rake, in deg.	10-0	10-0	10-0	10-0	10-0
Direction of Turning	Right handed				
Number of Blades	5	5	5	5	5
Blade Section	AU	AU	AU	AU	AU
Model Propeller No. ( $L_{PP}$ 6.0 m)	1357	1284	—	1286	1359

第5・3表 使用記号一覧表

$L$	Length between pp. of Model Ship in m
$B$	Breadth of Model Ship in m
$D$	Diameter of Model Propeller in m
$V$	Model Speed in m/s
$z$	Simple Amplitude of Heave in m
$\phi$	Simple Amplitude of Pitch in degree
$T$	Thrust in kg
$Q$	Torque in kg-m
$N$	Number of Revolutions per sec.
$\Delta T$	Increase of Thrust in kg
$\Delta Q$	Increase of Torque in kg-m
$\Delta N$	Increase of Revolution per sec.
$\tau_H = \frac{T \cdot L}{\rho \cdot g \cdot B^2 \cdot H_w^2}$	Non-Dimensional Expression of Thrust
$\kappa_H = \frac{Q \cdot L}{\rho \cdot g \cdot B^2 \cdot D \cdot H_w^2}$	Non-Dimensional Expression of Torque
$\nu_H = \frac{N \cdot D^3 \cdot L \cdot V}{g \cdot B^2 \cdot H_w^2}$	Non-Dimensional Expression of Revolution
$\lambda$	Wave Length in m
$H_w$	Wave Height in m
$\Theta_w$	Max. Wave Slope in degree
$\rho$	Density of Water
$g$	Gravitational Acceleration in m/s <sup>2</sup>
$T_{po}$	Natural Pitching Period Afloat in sec.
$T_E$	Period of Encounter in sec.
$A_p = T_E / T_{po}$	Tuning Factor
$F_n = V / \sqrt{Lg}$	Froude Number

第5・4表 使用符号一覧表

●	$\lambda/L = 0.50$
□	0.75
○	1.00
×	1.25
△	1.50
+	2.00
▲	2.50
▽	Still water
—	M.S. No. 1516, 1574 or 1576
---	M.S. No. 1517, 1575 or 1577

試験は波浪中で模型船を自航させ、その間の縦揺れ、上下揺れ、プロペラのスラスト、トルクおよび毎秒回転数ならびに上下加速度等を計測する自航試験の方法により、満載状態について行なった。試験を行なった波は波長一船長比  $\lambda/L$  が 0.50, 0.75, 1.00, 1.25, 1.50, 2.00 および 2.50 の規則正しい向い波であって、予定波長一船長比  $H_w/L = 1/45$  の一定とした。なお、この試験では摩擦修正を行なわず、模型船の自航点で試験を行なった。

## 5.2 試験結果

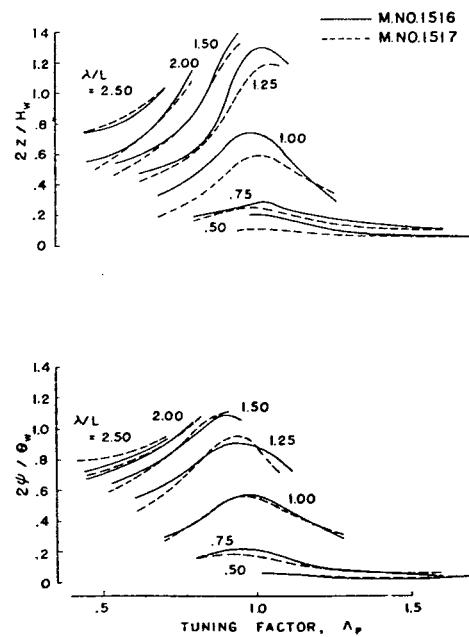
試験結果の表現にもといた記号および符号を第5・3表～第5・4表に示す。

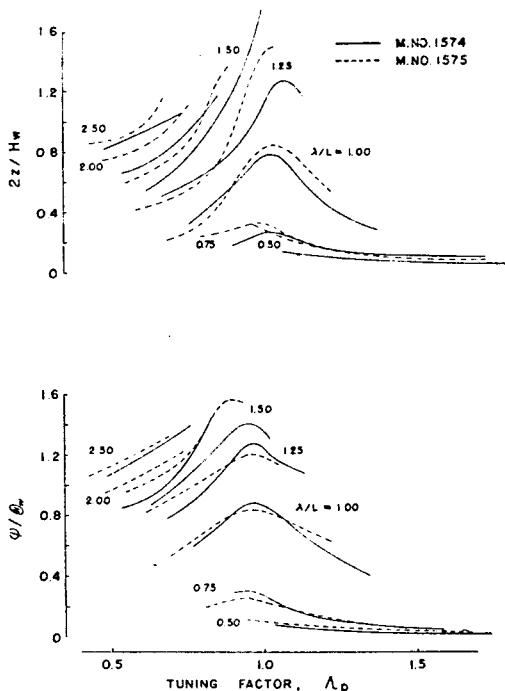
### 5.2.1 船体運動

縦揺れおよび上下揺れを無次元表示したものを  $C_B$ ,  $L/B$  および  $B/d$  シリーズについてそれぞれ第5・1図 第5・2図および第5・3図に示す。また、船首、船体中央および船尾における加速度の無次元表示を第5・4図～第5・12図に示す。

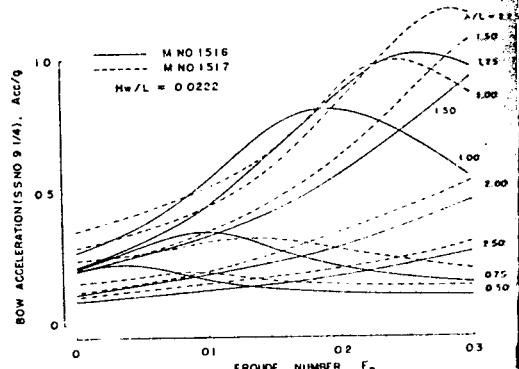
### 5.2.2 プロペラのスラスト等

あらかじめ行なった静水中でのプロペラの単独試験結果を用い、自航試験を解析して得られた自航要素を第5・13図～第5・15図に示す。なお、この計算には Thrust Identity 法を用いた。スラスト、トルクおよび毎秒回転数の静水中の試験で求められた値からの増加量の無次元表示を第5・16図～第5・18図に示す。また、波長一船長比  $\lambda/L$  を横軸とし、模型船の速度  $V_M$  をパラメータとして、模型船のスラスト増加量を第5・19図～第5・21図に示す。

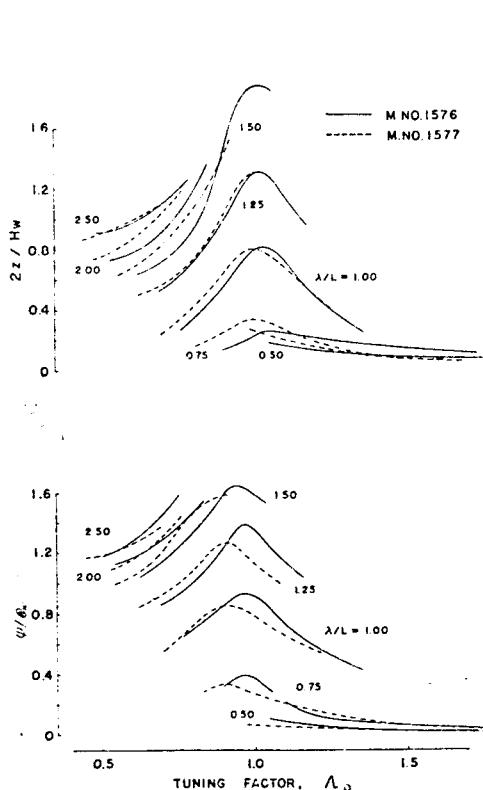
第5・1図  $C_B$  シリーズ試験結果



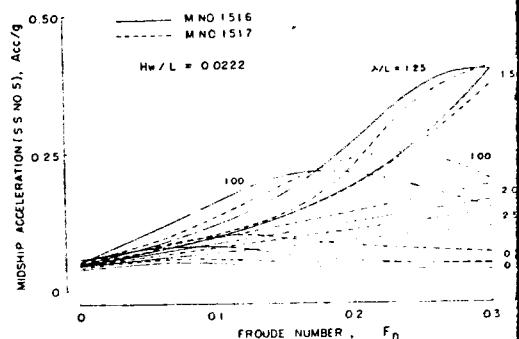
第5-2図  $L/B$  シリーズ試験結果



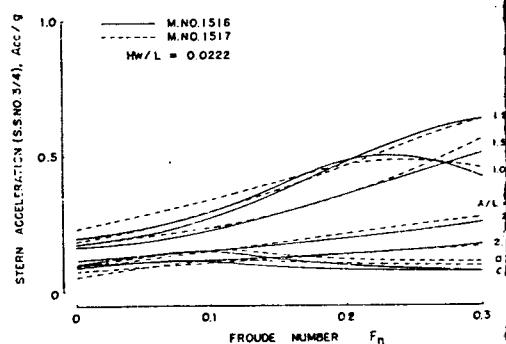
第5-4図 船首加速度計測結果  
( $C_B$  シリーズ)



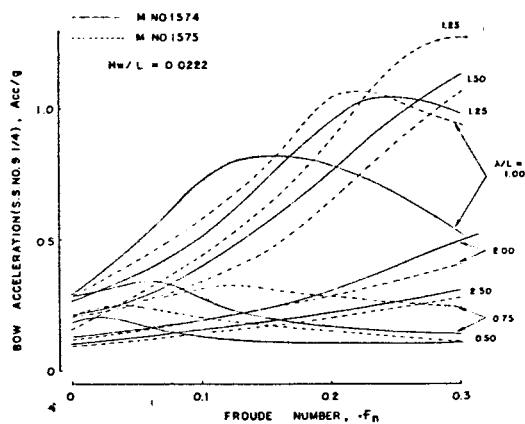
第5-3図  $B/d$  シリーズ試験結果



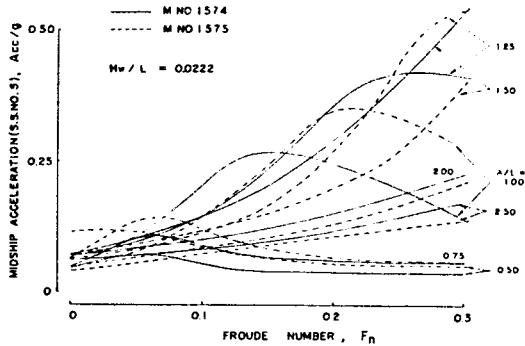
第5-5図 船体中央部加速度計測結果  
( $C_B$  シリーズ)



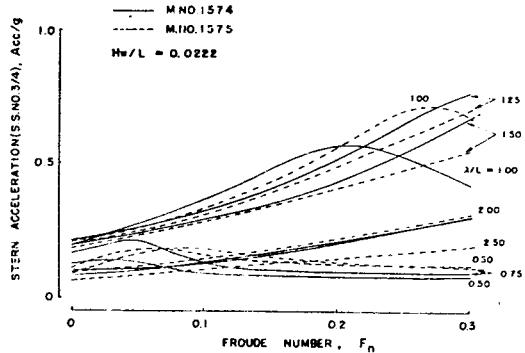
第5-6図 船尾加速度計測結果  
( $C_B$  シリーズ)



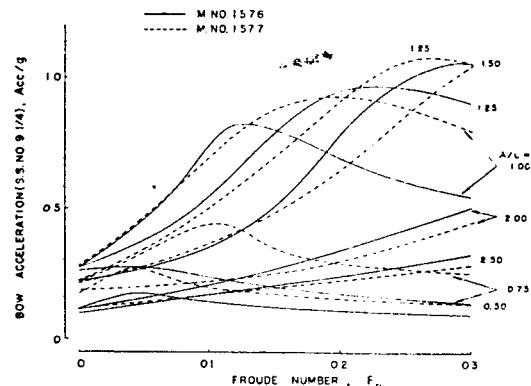
第5-7図 船首加速度計測結果  
( $L/B$  シリーズ)



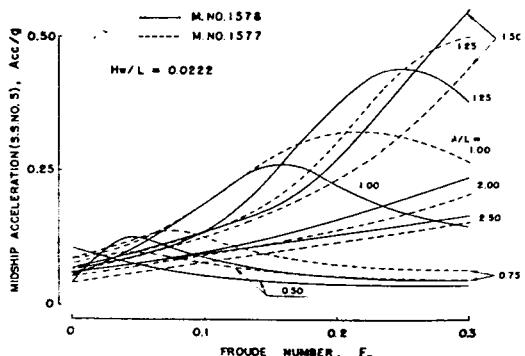
第5-8図 船体中央部加速度計測結果  
( $L/B$  シリーズ)



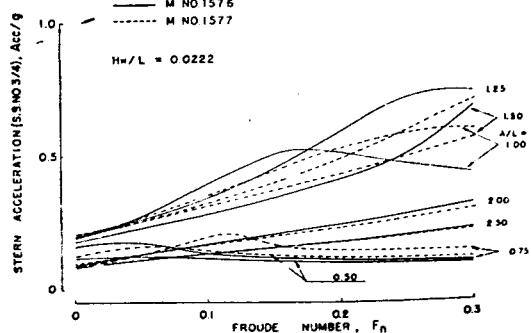
第5-9図 船尾加速度計測結果  
( $L/B$  シリーズ)



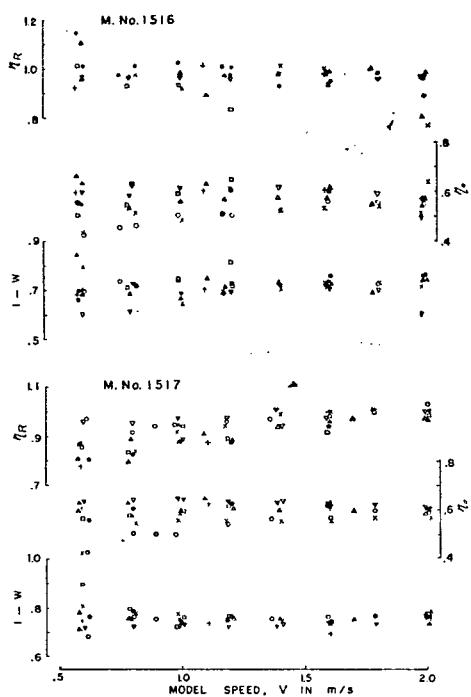
第5-10図 船首加速度計測結果  
( $B/d$  シリーズ)



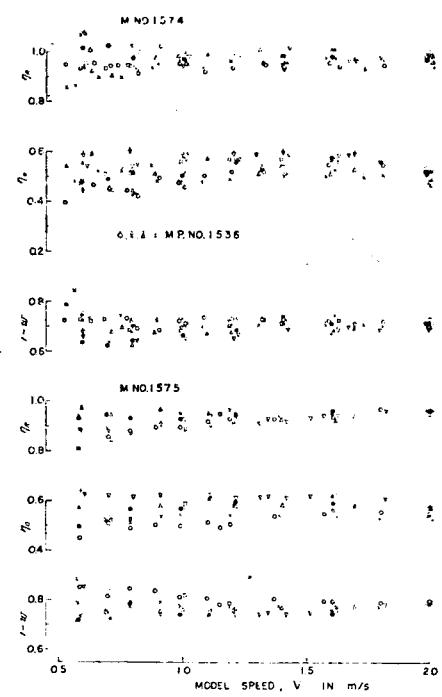
第5-11図 船体中央部加速度計測結果  
( $B/d$  シリーズ)



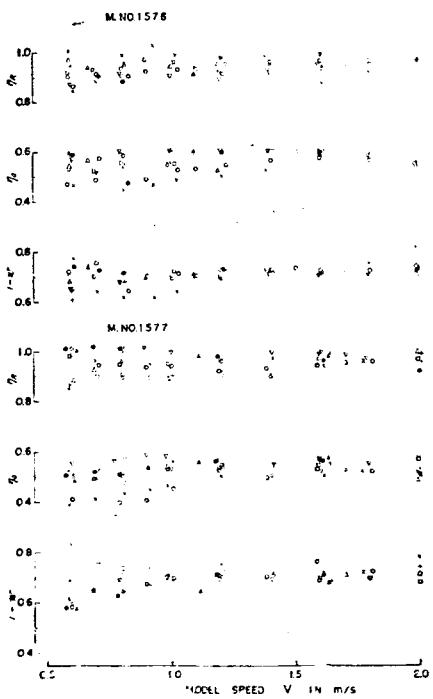
第5-12図 船尾加速度計測結果  
( $B/d$  シリーズ)



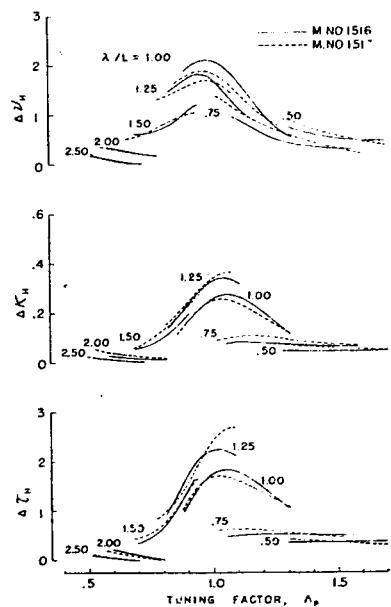
第5-13図 自航要素 (M. No. 1516 & 1517)



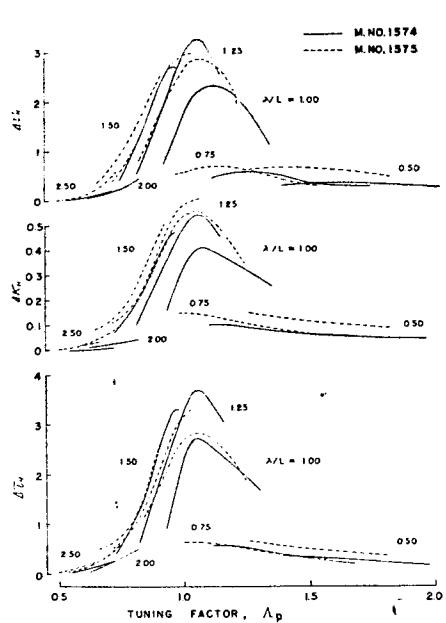
第5-14図 自航要素 (M. No. 1574 & 1575)



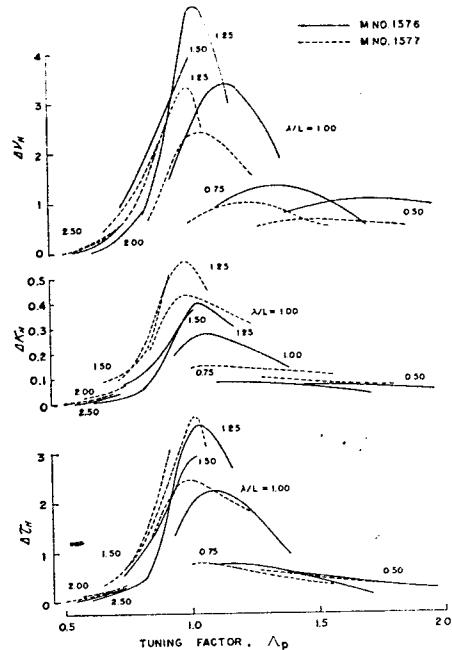
第5-15図 自航要素 (M. No. 1576 & 1577)



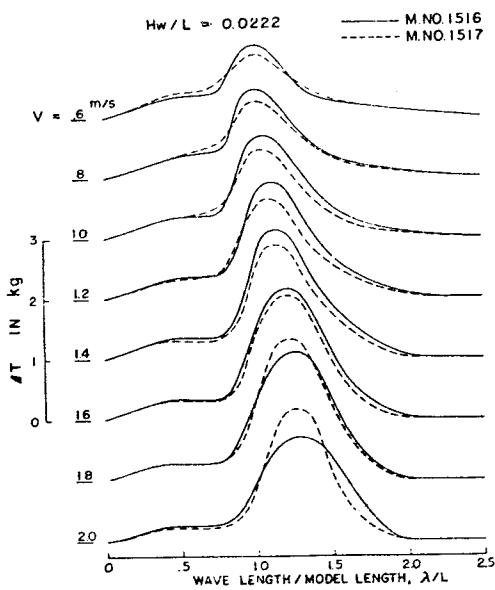
第5-16図 スラスト・トルクおよび回転数の增加量 (M. No. 1516 & 1517)



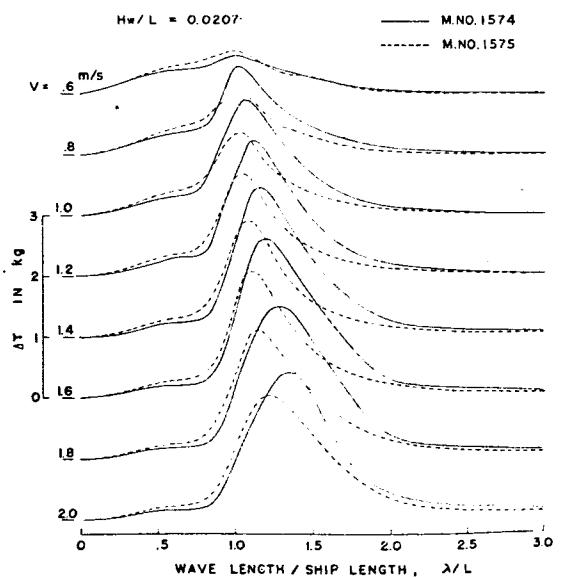
第5-17図 スラスト・トルク回転数の増加量  
(M. No. 1574 & 1575)



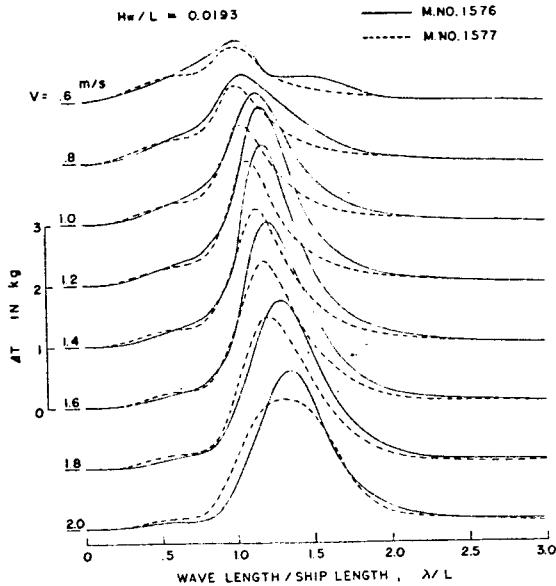
第5-18図 スラスト・トルク回転数の増加量  
(M. No. 1576 & 1577)



第5-19図 スラスト増加量 (M. No. 1516 & 1517)



第5-20図 スラスト増加量 (M. No. 1574 & 1575)



第5・21図 スラスト増加量 (M. No. 1576 & 1577)

### 5・3 考 察

#### 5・3・1 船体運動

縦揺れおよび上下揺れの無次元値を同調率を横軸として比較すると、 $C_B$  シリーズの場合について、縦揺れおよび上下揺れの無次元値を同調率を横軸として比較すると、 $C_B$  シリーズの場合について、縦揺れは、第5・1図からわかるように、両船型で縦揺れではあまり差が認められないが、上下揺れでは、 $C$  は、第5・1図からわかるように、両船型で縦揺れではあまり差が認められないが、上下揺れでは、 $C$  が大きい M.S. 1516 の方が同調点附近で運動がはげしい。 $L/B$  シリーズの場合には、第5・2図からわかるように、船長以下の波長の波に対して、両船型で縦揺れにはあまり差が認められないが、船長以上の波に対しては幅のせまい M.S. 1575 の方が縦揺れがやや大きい。また、上下揺れはいずれの波長の波に対しても M.S. 1575 の方が大きい。すなわち、幅のせまい方が船体運動が大きいといえる。 $B/d$  シリーズの場合には、第5・3図からわかるように、低速において喫水の深い M.S. 1577 の方が揺れ、上下揺れとともに大である。

なお、 $C_B$  シリーズの第5・1図縦揺れの値は計測上の手違いのため、不當に低い値を示している。したがって、M.S. 1516 および 1517 相互の値の比較のみに用いられるべきである。

#### 5・3・2 推進性能

第5・13図～第5・15図の自航要素は、摩擦修正を行なわない自航試験結果から求めたもので、プロペラ効率比  $\eta_R$  は、模型船の長さが 4.5 m であること等から全般的に 1.0 より小さい。波浪中の  $\eta_R$  および  $w_T$  は静水中の値とほとんど同一である。 $C_B$  シリーズについては、第5・19図からわかるように、高速においては、 $\lambda/L=1.25$  附近で  $C_B$  の小さい M.S. 1517 の方が  $\Delta T$  が大きくなっている。しかし、低速においては、この傾向が逆になっている。全般的にみて、 $C_B$  の大きい M.S. 1516 の方が  $\Delta T$  は大である。

$L/B$  シリーズについては、第5・20図からわかるように、船長以上の波長の波に対して、幅の大

い M.S. 1574 の方がスラスト増加が大きく、第5・8図の船体運動と逆の傾向を示している。同様の傾向が第5・21図にもみられ、船長より大きな波長の波に対して、低速において船体運動の大きな M.S. 1577 の方がスラスト増加が小である。なお、M.S. 1574 について、模型船の自航点でピッチ比を定めたプロペラ M.P. 1536 を用いた試験結果によると、6m 模型に相似なプロペラ M.P. 1574 による試験結果とは、船体運動はもちろん自航要素にも差は認められなかった。

## 6. 操縦性能試験

### 6.1 模型船の要目および試験状態

模型船の要目を第6・1表に示す。M.S. 1518は本研究部会の原型(M.S. 1382)と相似であり、その他のものも静水中系統試験にすでに含まれている船型である。

原型およびバルブ船型の船体線図は第2・1図および第2・71図に示されている。

模型プロペラは静水中系統試験に使用されたものと相似である。

舵面積比は、原型の1/50を挟んで、1/40, 1/60, 1/70の4種類である。ここに舵面積は舵上線以下ホーン投影面積を含む。原型M.S. 1518に対する舵外形を第6・1図に示す。他のものは $L/B$ または $B/d$ の変化に伴なう喫水変化の割合で同図を上下方向に伸縮した形である。

試験状態は、満載(イーブン・キール), 1/2載貨(満載排水量の70%, 1%船尾トリム), 軽荷(満載排水量の45%, 2%船尾トリム)の3種類、直進時速力は、満載に対しては $F_n=0.20$ , 0.25, 0.30の3種類、1/2載貨は0.25、軽荷は0.30である。

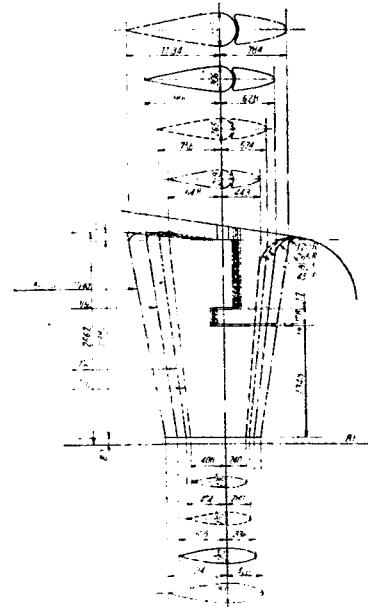
### 6.2 試験の方法、種類

上記模型船を無線操縦により自由に航走させ、第6・2表に示す

種類の試験を行なった。M.S. 1518, M.S. 1577は船舶技術研究所運動性能部三鷹船舶試験水槽で、M.S. 79, 85, 87は大阪大学造船学教室操縦性試験場で、それぞれ試験を実施した。

第6・1表 模型船主要目

Model Ship No.	79	1518	87	1577	85
Scale	1/30	1/30	1/25	1/33.3	1/30
$L_{PP}$ (m)	5	5	6	4.5	5
$L/B$	6.5	7.5	7.5	7.0	7.0
$B/d$	2.4	2.4	2.4	2.7	2.4
$C_B$	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625
Radius of Gyration/ $L_{PP}$	0.25 and 0.21	0.25	0.25	0.25	0.25
Remarks	Parent Form Similar to M.S. 1382			Bulbous Bow Form Similar to M.S. 1544	



第6・1図 原型 M.S. 1518 の舵形状図、他の模型の舵は高さのみその喫水に比例して変化し、幅は同一である。

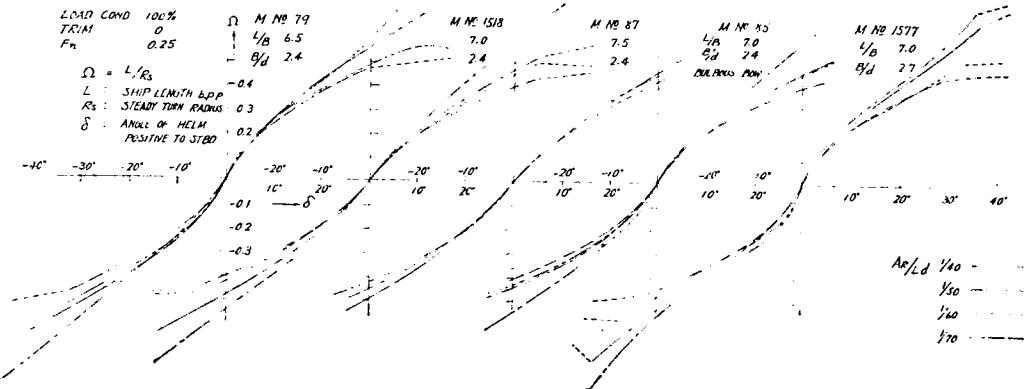
第6・2表 操縦性能試験種類

Turning trial employing radio-controlled model.  
Angle of helm: up to  $\pm 45^\circ$  at intervals of  $5^\circ$

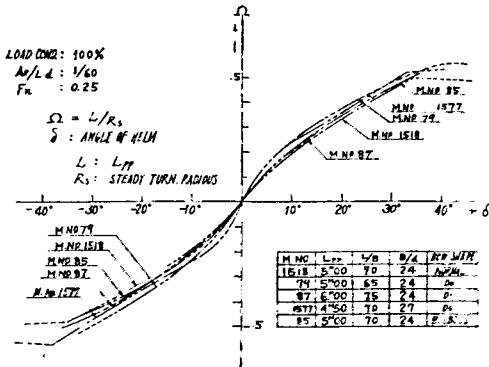
$A_R/Ld$	1/40	1/50 and 1/60	1/70		
Load Condition	100%	100%	70%	45%	100%
$F_n$	0.25	0.20, 0.25, 0.30	0.25	0.30	0.25
Remarks	Steady turning radius only is measured in major cases, while sometimes full trajectory is obtained				
	ZIG-ZAG manoeuvre by the above means Angle of helm*: $\pm 5^\circ$ , $\pm 10^\circ$ , $\pm 15^\circ$ , $\pm 20^\circ$				
$A_R/Ld$	1/40	1/50 and 1/60	1/70		
Load Condition	100%	100%	70%	45%	100%
$F_n$	0.25	0.25 and 0.30 in some cases	0.25	0.30	0.25
Remarks	* Sign of angle of helm indicates direction of the first helm, positive to starboard. Helm reversing heading deviation is equal to angle of helm, as is usual practice.				

### 6・3 試験結果および考察

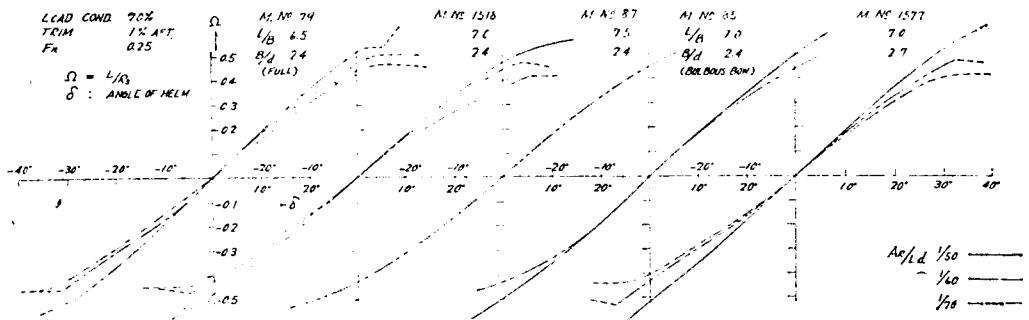
旋回試験結果を第6・2図～第6・8図に示す。無次元定常旋回角速度  $\Omega = L/R_s$  ( $L$  は  $L_{PP}$ ,  $R_s$  は



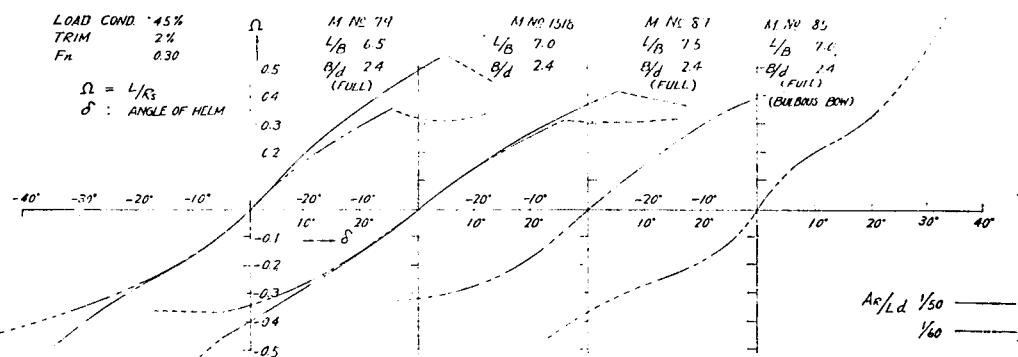
第6・2図 定常旋回特性（満載状態）



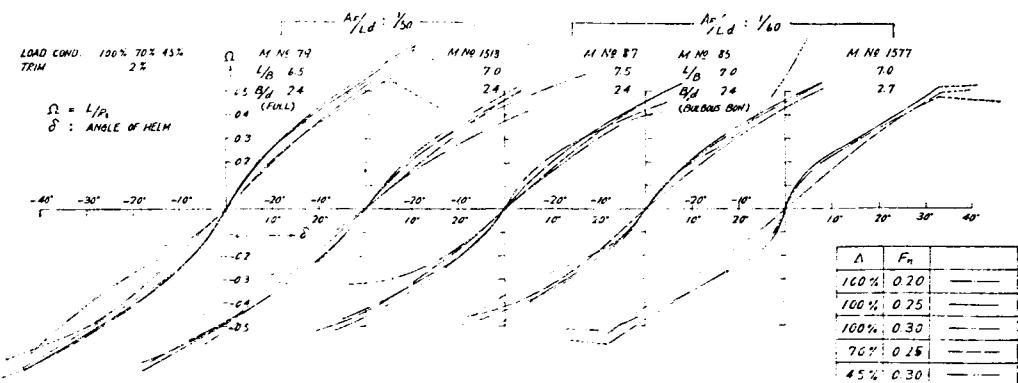
第6・3図 定常旋回特性の比較、船型の影響



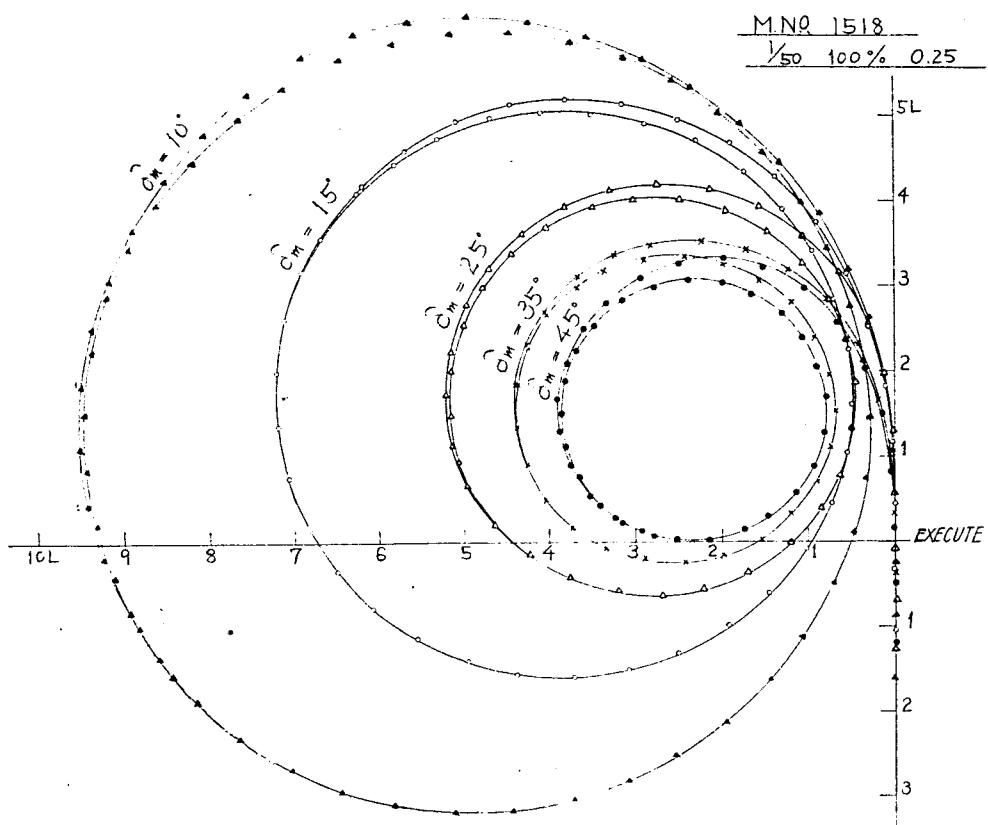
第6-4図 定常旋回特性 (1/2 載貨状態)



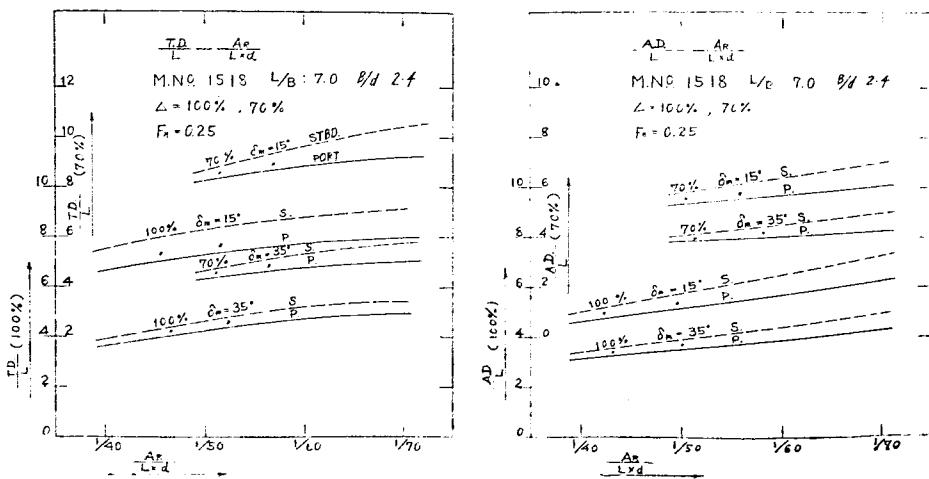
第6-5図 定常旋回特性 (軽荷状態)



第6-6図 定常旋回特性の比較、載貨状態と速度の影響



第6・7図 旋回軌跡の一例



第6・8図 ククティカル・ダイアとアドヴァンス,  $L/B=7.0$

定常旋回半径)は  $L/B$  が小さい方が大きい。すなわち、 $L/B$  の減少は旋回半径を小さくする。

$B/d$  の増加もまたあきらかに旋回半径を減少する。Z 試験結果とも考え合わせると、これは  $L/B$  の減少や  $B/d$  の増加が旋回抵抗の減少をもたらしたことが分る。

バルブ船型は旋回半径がわずかに大きいが、その差はきわめて小さい。

舵面積の増加は普通旋回半径を小さくするが、小さい舵角ではその差が小さく、場合によっては小さい舵面積がかえって小さい半径（大きい  $\Omega$ ）を与える例も見られる。これは小さい舵面積が旋回抵抗を減じて進路安定性を悪くした結果であり、Z 試験結果と一致する。

1/2 載貨、軽荷では各船型とも満載に比べて、旋回半径は大きく、 $\Omega-\delta$  曲線の原点傾斜はゆるやかになって、旋回抵抗の増大、進路安定性の向上を示す。

やや異常な傾向としては、バルブ船型の軽荷における小さい旋回半径が見られるが、これはバルブがちょうど水線にくることから理解できることであろう。

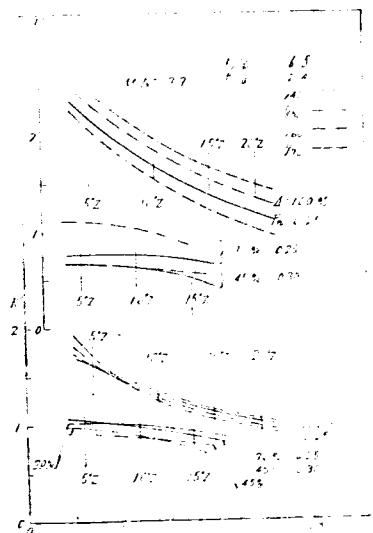
なお、 $B/d=2.7$  の軽荷状態では航走に一種の不安定現象が起り、たために旋回試験が不可能であった。

30°～35° 以上の大舵角においては、しばしば旋回角速度の頭打ちまたは減少が見られ、また一般に旋回半径の値もいくらくか不定な様子を示す。（図中点線をもって示す。）これは舵の空気吸込によるものと思われ、1/2 載貨、軽荷と喫水が減ずるにしたがって著しくなる。また、アスペクト比の大きい舵（この場合、小さい面積の舵に当る）ほど、小さい舵角からこの現象を起している。なお、一般に右旋回の方が小さい舵角で、そして明瞭にこの現象を起す傾向が見られる。

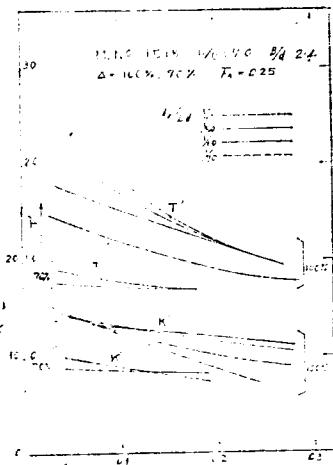
空気吸込現象の相似則が明らかでないことを考えると、実船でも全く同様であるとはいえないけれども、満載以外では 35° 以上の舵角を与えても効果は疑わしいといってよいであろう。満載では一般に有効である。

速力の旋回半径に与える影響は、この程度の速力では比較的小さく、場合によってはほとんど見分け難いことも多い。大きい場合で  $F_n=0.20$  で  $F_n=0.30$  よりも半径が数%小さくなる程度である。

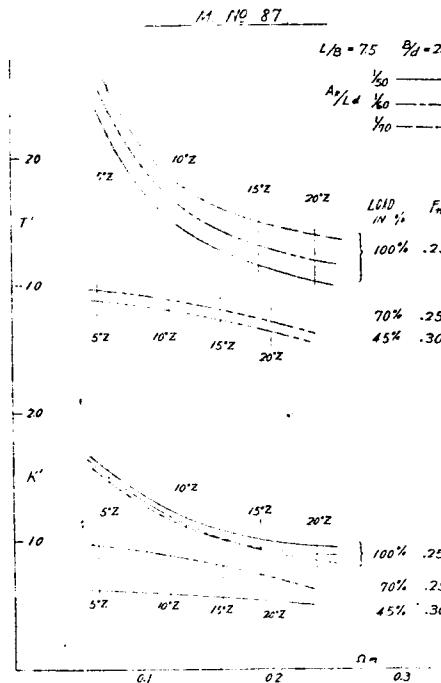
Z 試験から得られた操縦性指標  $K'$  と  $T'$  を第 6・9 図～第 6・13 図に示す。横軸の  $\Omega_m$  は試験中の旋回角速度の自乗平均値を無次元化したもので、操縦運動の強弱を平均として示す。Z 試験の舵角



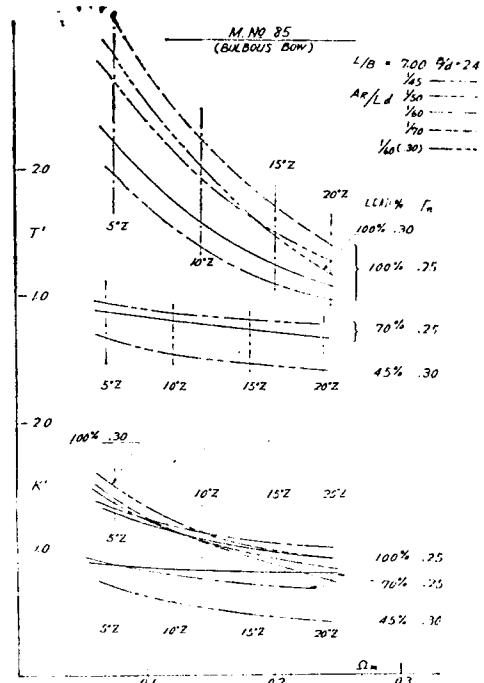
第 6・9 図 Z 試験による操縦性指標,  $L/B=6.5$



第 6・10 図 Z 試験による操縦性指標,  $L/B=7.0$



第6-11図  $Z$  試験による操縦性指標  
 $L/B=7.5, B/d=2.4$



第6-12図  $Z$  試験による操縦性指標, バルブ船型

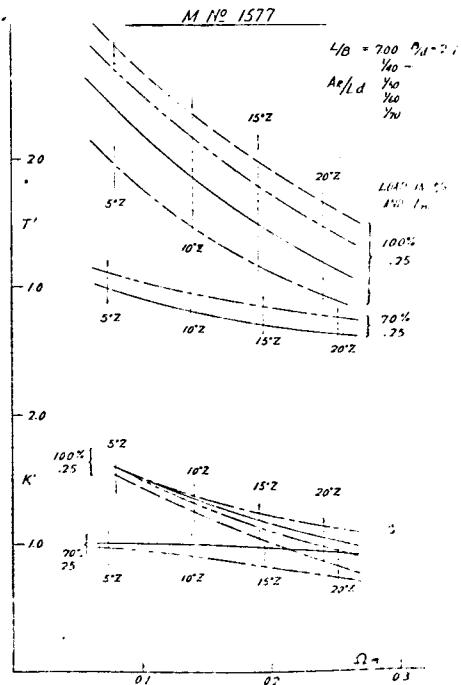
を図に附記する。

$L/B$  の減少は  $K'$ ,  $T'$  をともに増加する。すなわち、旋回力を強め、追従をおくらせ、進路安定を悪くする。この傾向は直進に近いところの、ゆるやかな運動において特に著しい。

$B/d$  の増加も  $K'$ ,  $T'$  を増す。すなわち  $B/d$  を増すと旋回半径は減少するが、進路安定性、追従性は悪くなる。

バルブ船型は  $T'$  が少し大きい。この例に関する限り、バルブ船型の採用は舵効きをおそくし、保針性を害する傾向があると見なしてよいであろう。もっともその程度は余り大きいものではないから、このために操船上に著しい困難が起るとは考え難い。

舵面積の増加は普通旋回力の指標  $K'$  を増大させるが、運動がゆるやかなところでは逆になる傾向がある。これは舵面積の増加が旋回抵抗を増したためであって、このことは追従性、進路安定性の指標  $T'$  では明瞭に一面的に表われる。すなわち、舵面積の増加は確



第6-13図  $Z$  試験による操縦性指標  
 $L/B=7.0, B/d=2.4$

実際に  $T'$  を減少し、追従安定性の改善を示す。

したがって、バルブ船型や大きい  $B/d$  を採用するに当って保針性に不安があるならば、舵面積を少し大きめにとることによって補なうことが可能である。

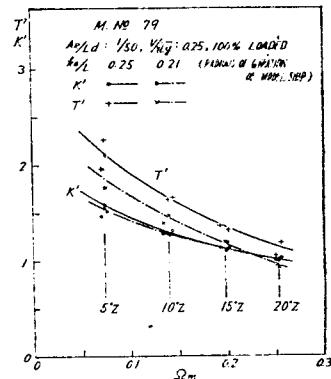
速力の操縦性指数に与える影響は、バルブ船型以外では見分けがたい。バルブ船型でもその差は余り大きいものではない（第6・12図）。

1/2 載貨になると、 $K'$ ,  $T'$  ともに減少し、旋回力の低下と追従安定性の改善を示す。特に追従安定性の全面的な向上と、ゆるやかな運動における旋回力の低下が目立つ。軽荷は 1/2 載貨と大差はないが、さらにこの傾向を強めている。また 1/2 載貨、軽荷では  $\Omega_m$  による  $K'$ ,  $T'$  の変化がゆるやかで、操縦運動における非線型性が少ない。これらの結果は、旋回試験の  $\Omega$ - $\delta$  曲線の傾向とよい対応を示している。

船体の慣性モーメントの減少は、当然のことながら、追従をはやくし、進路安定性をよくする（第6・14図）。この例では、慣性モーメントの 29.5% の減少に対し  $T'$  が 13~14% 減少している。旋回力指数  $K'$  はほとんど不変で、これまた当然のことながら定常旋回特性は慣性モーメントに関係しないことを示す。

#### 6・4 結論

- (1)  $L/B$  の減少は旋回半径を減少する一方、操舵に対する追従をおくらせ、進路安定性を悪くする。しかし本シリーズ中最小の  $L/B$  6.5 にしても、その操縦性指数の値から考えて、操船に困難を来すがごとき追従安定性の低さは見られない。
- (2)  $L/d$  の増加も旋回半径を小さくし、一方、追従安定性をそこなう。しかし大きい方の  $B/d$  2.7においても、さほど悪いというわけではない。
- (3) 舵面積の減少は旋回半径を大きくし、追従をおくらせ、進路安定性を悪くするが、特に後の二つが著しい。しかし本シリーズ最小の舵面積比 1/70 にしても、その  $T'$  値から見て従来の貨物船、タンカーより追従安定性はよい。これは本船型が瘠型であるからである。  
したがって、舵角 35° に対する旋回直径が 4.0 船長という、比較的大きい旋回圈に問題がないならば、本船型は 1/70 の舵面積比（ホーンを含む）で正常に運航できるものと思われる。
- (4) 本シリーズに含まれたバルブ船型は、追従安定性において普通船型にやや劣る。しかしこの点はバルブの形状、配置によるところが大きいから、この一例をもってバルブ船型全般を推すのは早計であろう。
- (5)  $F_n=0.2 \sim 0.3$  の間では、速力の旋回操縦性に与える影響は小さい。
- (6) 1/2 載貨、軽荷では追従、安定性は著しく向上し、旋回圈はいくらか増大する。
- (7) 舵を 35° 以上とすることは、満載では旋回半径を減少させるが、1/2 載貨以下では空気吸込のため、その効果は疑わしい。



第6・14図 船体慣性モーメントの操縦性に与える影響

## 7. 標準試運転

### 7.1 標準試運転の目的

昭和 35 年以来行なわれてきた高速貨物船の広範囲な系統的模型試験の結果、船型要素が推進性能におよぼす影響がほぼ明らかにされたが、わが国においては、このような高速貨物船の建造例がないので、水槽試験結果を適用して実船の推進性能を推定するには若干の疑問点が残されている。そこで、適当な実船を選んで、標準となるべき一定の方式にしたがった速力試運転を実施し、それら実船の試運転成績と、これに対応する模型船水槽試験成績とを対比して、前記の系統的模型試験資料を実船の基本計画に適用するために必要な、いわゆる粗度修正量の推定をはじめ、模型船と実船における自航要素の相関関係を明らかにする資料を求ることとした。

### 7.2 標準試運転施行要領

この目的のために、実船試運転を実施するに先立ち、標準となるべき試運転の実施法を小委員会において審議したが、先年超大型船に関する同様の研究を担当した第 41 研究部会の標準試運転施行要領に準拠して、第 45 研究部会標準試運転施行要領を決定した。第 41 研究部会のものと比較すると、この度は貨物船を対象としているので、載貨状態は 1/5 輽貨状態以上としたこと、したがって、試運転航路の水深は約 50 m 以上としたことが異なる点であるが、第 41 研究部会における経験その他から、この度は特に実船推力の計測が強く要望されて、計測項目に実船の推力が加えられた。

主要な計測は各供試船の建造造船所によって担当されたが、特殊な測定には研究部会として特別の担当者を委嘱した。この度使用された主要な測定器を列記すれば次のとおりである。

(1) 研野式振計・日立造船式振計	軸馬力
(2) 日立造船式推力測定装置	推力
(3) 電気式風向風速計 Koshin Vane	相対風向風速
(4) 志波式ログ	対水速度
(5) 小野式検流計	潮流の方向および流速
(6) 阪大式粗度計	外板およびプロペラ表面粗度

### 7.3 供試船の選定

小委員会において、研究実施期間中に試運転の行なわれる高速船の調査をしたが、わが国においてこの研究部会の対象とされるような高速貨物船の例はまだ少なく、適当な実験船の選定に苦しんだ。結局、対象とする船の範囲を、高中速船にまで拡張して、三菱日本重工 K.K. 横浜造船所で建造された山梨丸、および日立造船 K.K. 桜島工場で建造された山利丸の 2 隻を実験船に選定した。

また、試運転の時期が早過ぎたために、この研究部会としての計測を行なうことはできなかったが、

第7・1表 試運転成績解析供試船要目表および Trial Condition

NAME OF SHIP		YAMANASHI-MARU	YAMATOSHI-MARU	RICHMOND-MARU	
OWNER		NIHON YUSEN MITSUBISHINIHON - YOKOHAMA	YAMASHITA KISEN HITACHI-SAKURAJIMA	DAIDO KAIUN MITSUBISHI NAGASAKI	
PRINCIPAL PARTICULARS	HULL AT DESIGNED LOAD. COND	LPP B mld. D mld. d C <sub>B</sub> C <sub>P</sub> C <sub>A</sub> l <sub>CB</sub>	150.00 m 20.80 m 12.30 m 9.05 m 0.625 0.640 0.976 1.49% A	142.50 m 20.00 m 12.30 m 9.25 m 0.644 0.658 0.978 0.60% A	148.00 m 20.50 m 12.50 m 9.25 m 0.6364 0.6507 0.9780 1.514% A
	GROSS TON	10120 t	8,893 t	9,547 t	
	DEAD WEIGHT	12,095 t	12,172 t	12,729 t	
	TYPE OF BOW	RAKED STEM	RAKED STEM	RAKED STEM	
	TYPE OF STERN	CRUISER STERN	CRUISER STERN	CRUISER STERN	
	RUDDER	BALANCED REACTION	BALANCED STREAMLINE	SEMI-BALANCED REACT	
	TYPE x NO	YOKOHAMA MANXI	HITACHI B&W XI	9 UEC 75/50 X 1	
	MCR OUTPUT	17,500 BHP	10,500 BHP	13000 BHP	
	TYPE	5BL. SOLID TYPE	4BL. BUILT-UP	4BL. SOLID TYPE	
	DIA x PITCHRATIO	6m 100 x 0.969	5m 900 x 0.825	5m 700 x 0.930	
	E.A.R.	0.560	0.419	0.4849	
	BL. THICK. FR.	0.059	0.058	0.054	
	BOSS RATIO	0.1885	0.240	0.1807	
	SHAPE OF SECTION	AEROFOIL	AEROFOIL	AEROFOIL	
TRIAL CONDITION	DATE	OCT. 10, 1962	OCT. 11, 1962	MAY 22, 1962	
	MILE-POST USED	TATSUSHIMA-IWAIBUKURO	AWAJI MILE-POST	MIYE MILE-POST	
	WEATHER	FINE	RAINY	FINE	
	SEA CONDITION	SMOOTH	ROUGH	SMOOTH	
	DEPTH OF SEA	ABT. 500 m	45 m	ABT. 60 m	
	TEM. OF WATER	20.0°C	19°C	20.0°C	
	SPEC. G. OF WATER	1.021	1.023	1.0246	
	d A	6.928m	6.510m	6.233m	
	d A	4.795m	4.530m	4.615m	
	d F	2.631m	2.610m	2.874m	
TRIM	DISPLACEMENT	4.297m BY STERN	3.900m BY STERN	3.359m BY STERN	
	C B	8,631 t	7,640 t	8,195 t	
	C P	0.559	0.570	0.5651	
	C	0.586	0.598	0.5968	
	PROP. IMMERSION %	0.954	0.954	0.9565	
	DATE OF DOCKOUT	SFPT. 28 1962	OCT. 5 1962	MAY 14 1962	

注： 第7・1表～第7・15表については正誤表（109頁）参照のこと

三菱造船 K.K. 長崎造船所より“りっちもん”丸の詳細な試運転成績が部会に提供された。この試運転は推力測定が行なわれていないほかは、ほぼ標準試運転施行要領にしたがって行なわれたものである。

これら3隻の供試船の主要目、試運転状態、当日の天候の状況などを一括して示すと第7・1表のとおりである。

#### 7.4 予備実験

標準試運転は第3研究年度に予定されたので、第2研究年度は準備期間として計測器類の整備にあてられた。しかし、所要の計測器は第41研究部会の標準試運転のさいにほぼ整備されているので、主として、新たに計測項目に加えられた推力測定装置の設計製作が行なわれた。

同装置は、プリモ ST-403(特)型ストレンチレメータを主体として、推力計測用の附属具一式からなり、推力計測のために特に十分な增幅度と長時間にわたる安定性をもつように、日立造船 K.K. 技術研究所の特別に与えた仕様に基づいて株式会社プリモにより設計、製作されたものである。

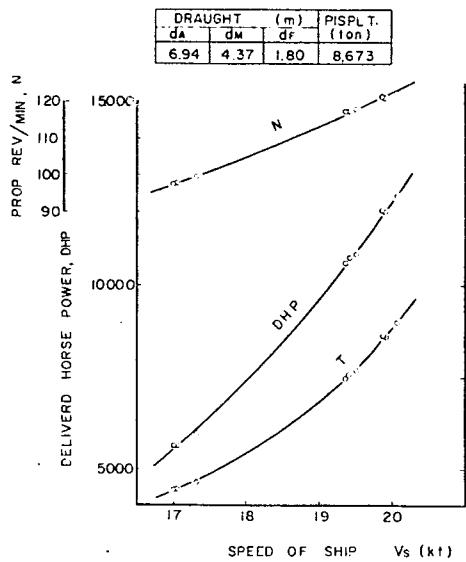
この推力測定装置の確認を行なうため、その製作を担当した日立造船 K.K. 技術研究所によって、同社における実船試運転を利用して、同装置による推力測定を行なった。

供試船要目および試運転状態は次のとおりである。

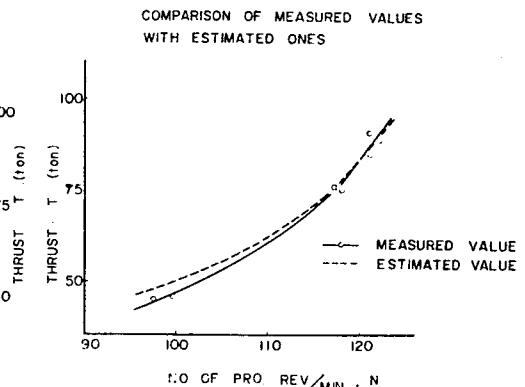
主 要 目		試 運 転 状 態		
船 種	高速貨物船	施 行 年 月 日	昭和37年3月10日	
$LPP \times B \times D$	143.0m × 21.0m × 12.5m	施 行 場 所	淡路沖試運転航路	
$d$ (Designed)	8.5m	天 候	晴・「ビューフォート風度」1~2	
$DW$	12011t	海 面 状 態	静 穏	
$GT$	11058t	$d_A$	6.94m	
主 機 関	日立 B & W ディーゼル 12,000 BHP × 115 RPM	喫 水	$d_M$	4.37m
			$d_F$	1.80m
推進器 ( $D \times p$ )	6.100m × 0.790 (4翼)	ト リ ム	船 尾	5.14m
造 船 所	日立造船・桜島工場	排 水 量		8,673t

現在実船の推進軸トルクは十分な精度をもって測定することができるので、模型船の自航試験結果および推進器特性曲線を利用すれば、トルクの計測値からかなりの精度をもって推力の推定が可能であり、新たに製作された推力測定装置による推力実測値を照合することができる。

そこで、後に述べる速度試運転成績標準解析法によって、試運転計測値から風および潮流の影響を除き、静水無風状態における試運転成績に換算した結果を第7・1図に、また、このトルク計測値から推定した推力の値と、推力実測値とを比較すると第7・2図に示すとおりである。この結果から、この推力測定装置による計測結果は、まず十分に信頼し得ることが確かめられた。



第7・1図 予備実験速度試験運転結果



第7・2図 予備実験のズラスト計測結果

## 7.5 標準試運転

### 7.5.1 標準試運転実施概要

前述のように、標準試運転はこれに先立つて決定された標準試運転施行要領にしたがつて行なわれたわけであるが、各船の実情に応じて多少の変更が行なわれた。

すなわち、山梨丸の試運転は、昭和37年10月10日、東京湾竜島一岩井袋間船舶速力試験航路において、また、山利丸は同じく10月11日、大阪湾淡路島沖船舶速力試験航路において、それぞれ実施された。たまたま両船の試運転期日が重複したので、志波式ログによる対水速度計測は山利丸のみで実施することとし、山梨丸は本船装備の船底ログによって入標時の速力整定を確認することになった。また、淡路島沖船舶速力試験航路においては、先年実施された潮流の総合調査によって、年間を通じての潮流資料が整備されているので、山利丸の場合は特に潮流計測を実施せず、この潮流資料を利用することとした。

山梨丸標準試運転は順調に行なわれ、良好な成績をもつて終了したが、山利丸標準試運転は荒天にわざわざされて、予定線表の遂行も意に任せぬ状態となり、プロペラ回転数および速力の整定が不十分なまま標柱間航走に入った場合も認められた。また、対水速度計測のために船尾より曳航していた志波式ログは速力試験開始後間もなく荒天のため流失して計測不能となった。また推力測定装置が不調となつたが、これの調整のために停船する時間が得られず、推力測定の成果をあげることができなかつた。山利丸はこのような悪条件のもとに実施されたので、その成績は今回の試験の目的からいって、信頼度が劣ることは避けられないものと考えられる。

### 7.5.2 試運転成績

試運転成績は造船協会試験水槽委員会によって制定されている「速度試運転成績標準解析法」によ

って解析し、静水無風状態における成績に修正された。さらにその結果について、同じく試験水槽委員会抵抗小委員会においてとりきめられている「 $\Delta C_F$  を算出する方法の基準」にしたがって  $\Delta C_F$  解析を行なった。その具体的な方法は第 41 研究部会報告に詳述されているとおりであるが、Friction Line としては、模型船の水槽試験に使用された ITTC 1957 M-S Correlation Line を使用することとし、参考のために Schoenherr の摩擦係数も併用した。

主要な計測結果を以下に掲げる。

#### 7.5.2.1 山 梨 丸

##### (1) 船の状態ならびに水温・比重の計測

出港時横浜港外で計測した値

喫 水	前部 FP	2.361 m
	中央 F	4.795 m
	後部 AP	6.928 m
平均	4.780 m	
	トリム	船尾へ 4.297 m

海水比重

表 面 1.0210 中層部 1.0215 船底部 1.0210

喫水中層部の値をとり 1.0215 とする。

海水温度 20°C 大気温度 16.5°C

排水量 8,631 t

出港時より速力試験開始までの燃料消費量 1.77 t

速力試験開始より終了までの燃料消費量 5.46 t

速力試験実施中の平均排水量 8,627 t

速力試験航路における海水温度および比重

(潮流観測船上にて計測、本船喫水の中層部、水深 2.5 m)

時 刻	比 重	温 度
9.00～9.15	1.0245	22.0°C
10.00～10.15	1.0242	22.3°C
11.00～11.15	1.0241	22.2°C
12.00～12.15	1.0240	22.5°C

総括 標準速力試験実施中の状態として次の値をとる。

排 水 量 8,627 t

没水面積 2,898 m<sup>2</sup>

海水比重 1.0242

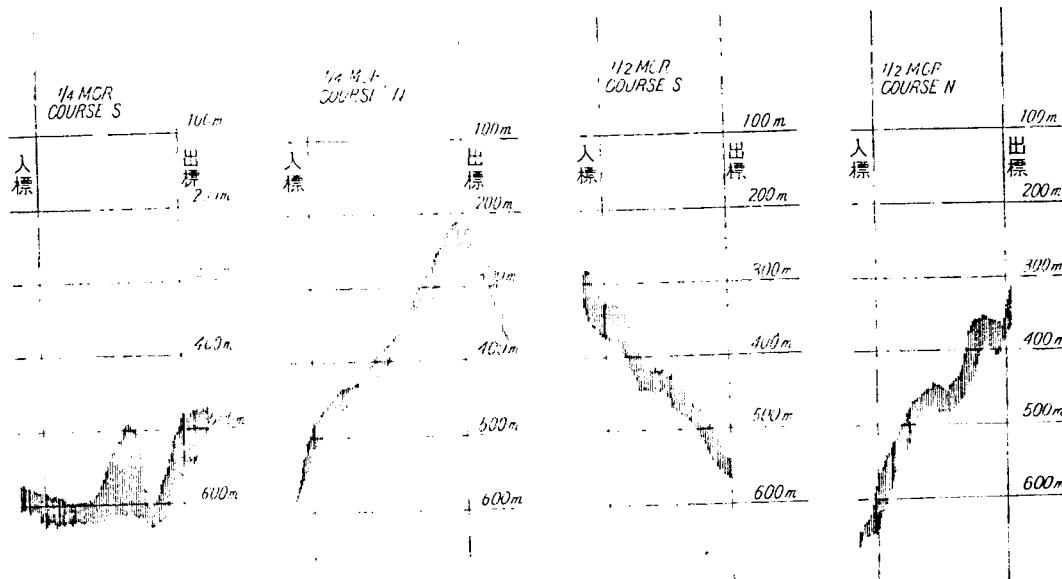
海水温度 22.3°C

(2) 対地速度などの計測結果 第 7.2 表

(3) 標柱間航走中の水深計測の一例 第 7.3 図

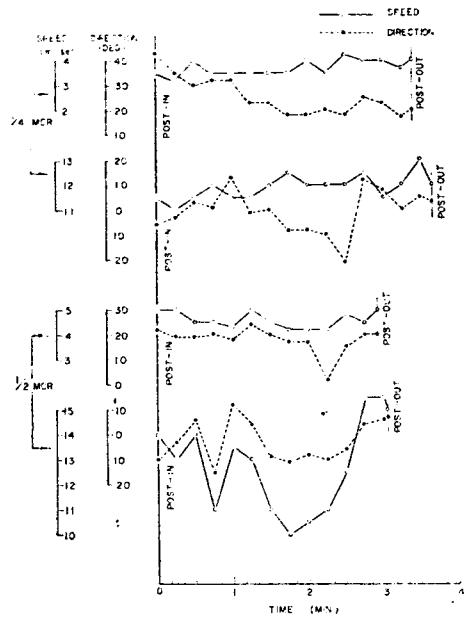
第7・2表 対地速度などの計算結果

OUT PUT ,	NO OF RUN	COURSE DIRSEC- TION	CLOCK TIME OF POST-IN	TIME OF RUN	SPEED FOR GROUND (kn)	TIDAL CURRENT	WEATHER	SEA CONDITION	SWELL	ROLLING	DEPTH OF WATER	HELM ANGLE (MAX)	CLOCK TIME OF COURSE SETTLED	DISTANCE FROM THE SHIP TO MILE POST	
$\frac{1}{4}$ MCR	1	S	9	08	3	23.8	17.68	With	fine	smooth	NON	NON	480 580	P - 1° S 3°	8 58 16 3M
	2	N	9	34	3	39.2	16.44	against	-	-	-	-	205 480	P 0° S 15°	9 27 2.3
	MEAN					17.06									
$\frac{1}{2}$ MCR	3		9	57	2	54.8	20.61	against	fine	smooth	-	-	330 540	P 0° P 0°	9 54.5 2.3
	4	N	10	20	3	03.2	19.67	With	-	smooth~ slight	-	-	350 540	P 0° S 15°	10 14 2.2
	MEAN					20.14									
85% MCR	5	S	10	42	2	36.9	22.98	against	fine	smooth	-	-	500 625	P 0° S 15°	10 36.75 2.0
	6	N	11	03	2	42.2	22.21	With	-	smooth~ slight	-	-	420 625	P 0° S 2°	10 57 2.0
	MEAN					22.60									
MCR	7	S	11	23	2	31.2	23.83	against	fine	smooth	-	-	555 596	P 0° P 1°	11 18 1.7
	8	N	11	44	2	33.6	23.45	With	-	-	-	-	430 620	P 0° S 1°	11 41 2.0
	MEAN					23.64									

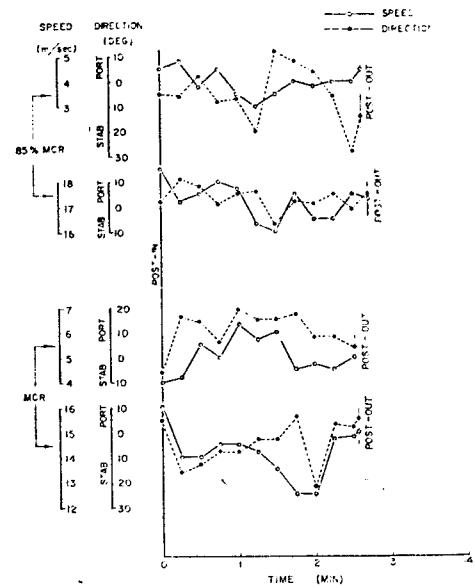


第7・3図 横桂間航走中の水深計測(エコー・サウンド)

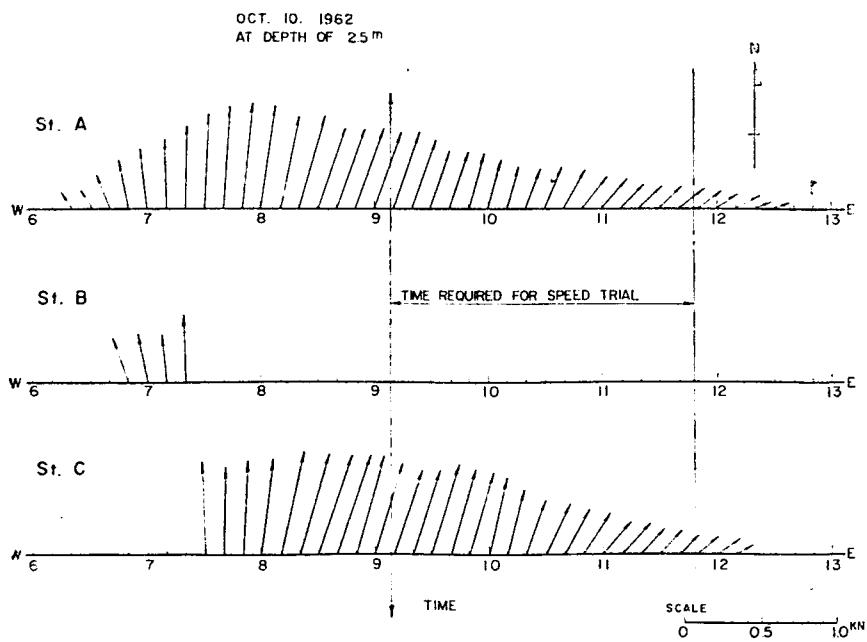
- (4) 相対風向風速計測結果 第7・4図～第7・6図
- (5) 潮流計測結果 第7・3表 第7・7図
- (6) 対水速度計測結果 第7・8図
- (7) 軸寸法および振付、推力計配置図 第7・9図
- (8) 軸馬力および推力計測結果 第7・4表



第7-4図 相対風向風速計測結果



第7-5図 相対風向風速計測結果

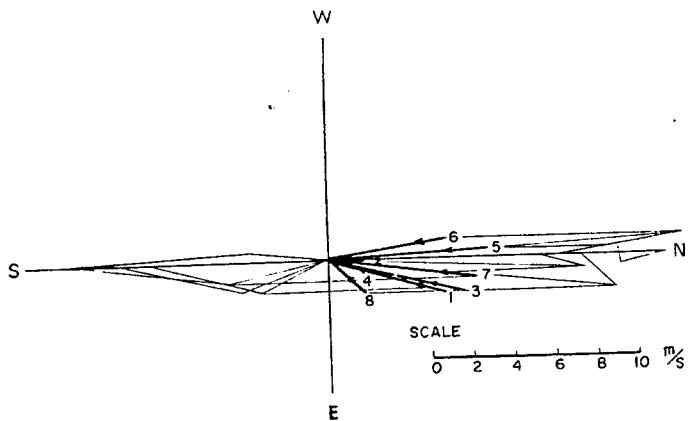


第7-7図 潮流計測結果

INSTRUMENT: ELECTRIC WIND METER, KOSHIN VANE

SETTING POSITION: TOP OF DERRICK POST ON NO.2 WINCH PLATFORM

OUTPUT	NO OF RUN AND DIRECTION	RELATIVE WIND DIRECTION (DEG)	WIND SPEED (M/S)	ABSOLUTE WIND DIRECTION (DEG)	WIND SPEED (M/S)
1/4 MCR	1 S	24°	3.7	NE 15°	5.9
	2 N	0°	11.9	0°	3.4
1/2 MCR	3 S	19°	4.6	14°	6.4
	4 N	3°	12.5	15°	2.5
85% MCR (Normal)	5 S	6°	4.0	NW 3°	7.8
	6 N	3°	17.2	9°	5.8
MCR	7 S	11°	5.1	NE 8°	7.3
	8 N	7°	14.1	41°	2.6

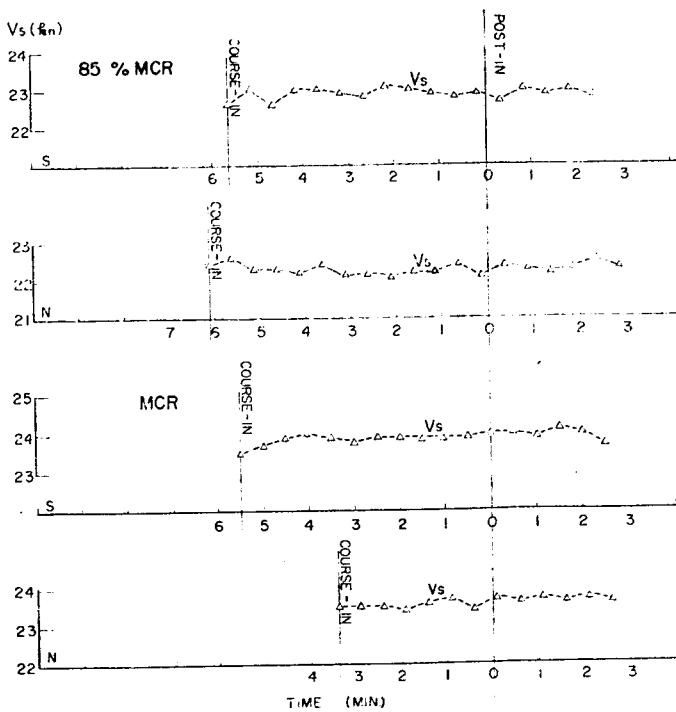
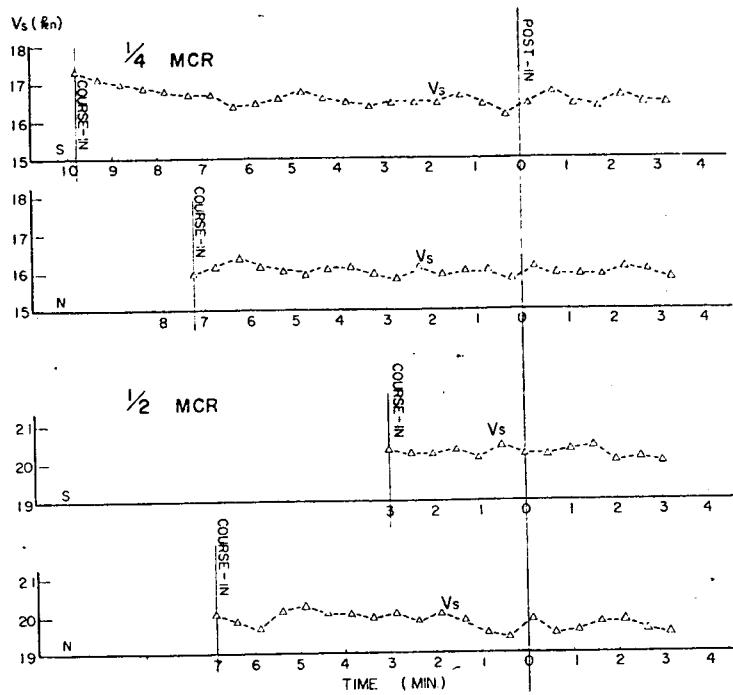


第7・6図 相対風向風速計測結果

第7-3表 潮流計測結果

OCT. 10, 1962 OFF TATSUSHIMA-IWAIBUKURO MILEPOST

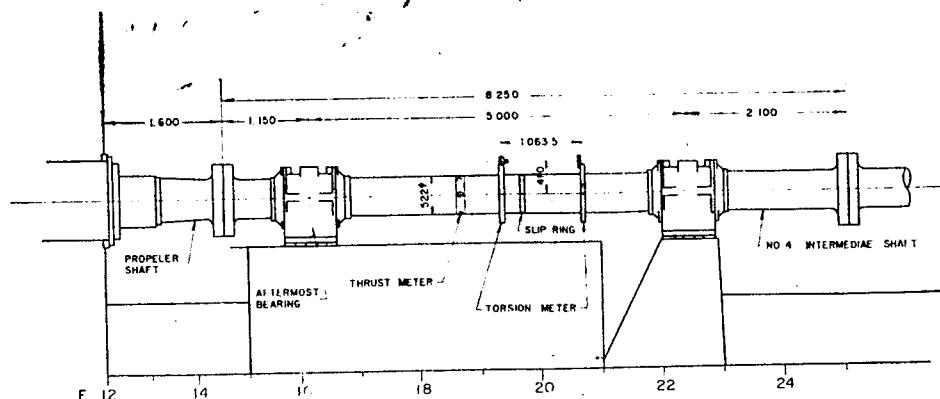
POSITION	A				B				C			
	FROM UKISHIMA POINT 284°, 2600 m 35 6 42 NL LONG 139 47 28 E				FROM UKISHIMA POINT 265°, 2600 m 35 6 14 NL LONG 139 47 23 E				FROM UKISHIMA POINT 247°, 2900 m 35 5 45 NL LONG 139 47 22 E			
DEPTH	2.5 m				2.5 m				2.5 m			
CLOK TIME	SPEED (Kt.)	DIRECTION	COMP. OF NORTH TO SOUTH	COMP. OF EAST TO WEST	SPEED (Kt.)	DIRECTION	COMP. OF NORTH TO SOUTH	COMP. OF EAST TO WEST	SPEED (Kt.)	DIRECTION	COMP. OF NORTH TO SOUTH	COMP. OF EAST TO WEST
06 10	0.78											
	20	0.15	149	-0.13	0.08							
	30	0.15	154	-0.14	0.07							
	40	0.26	159	-0.24	0.09	0.59						
	50	0.34	169	-0.33	0.07	0.32	159°	-0.29	-0.11			
07 00	0.41	174	-0.41	0.04	0.32	168	-0.31	0.07				
	10	0.48	179	-0.48	0.01	0.32	174	-0.32	0.03			
	20	0.56	182	-0.56	-0.02	0.46	179	-0.46	-0.01			
	30	0.63	183	-0.63	-0.03					0.63	179°	-0.63 0.01
	40	0.70	184	-0.70	-0.05	0.52	189	0.51	-0.08	0.59	181	-0.59 -0.01
	50	0.70	186	-0.70	-0.07					0.63	183	-0.63 -0.03
08 00	0.70	189	-0.69	-0.11						0.63	187	-0.63 -0.08
	10	0.63	192	-0.62	-0.13					0.70	193	-0.68 -0.16
	20	0.63	196	-0.61	-0.17					0.70	197	-0.67 -0.21
	30	0.56	199	-0.53	-0.18					0.70	200	-0.66 -0.24
	40	0.56	200	-0.53	-0.19					0.70	199	-0.66 -0.24
	50	0.56	200	-0.53	-0.19					0.70	196	-0.67 -0.19
09 00	0.56	199	-0.53	-0.18						0.63	197	-0.60 -0.18
	10	0.56	199	-0.53	-0.18					0.59	199	-0.56 -0.19
	20	0.48	199	-0.45	-0.16					0.59	198	-0.56 -0.18
	30	0.41	199	-0.39	-0.13					0.63	197	-0.60 -0.18
	40	0.41	198	-0.39	-0.13					0.59	196	-0.57 -0.16
	50	0.41	196	-0.39	-0.11					0.59	196	-0.57 -0.16
10 00	0.34	195	-0.33	-0.09						0.52	193	-0.51 -0.12
	10	0.30	196	-0.29	-0.08					0.45	194	-0.44 -0.11
	20	0.26	199	-0.25	-0.09					0.38	200	-0.36 -0.13
	30	0.30	203	-0.28	-0.12					0.38	206	-0.34 -0.17
	40	0.30	209	-0.26	-0.15					0.35	210	-0.30 -0.18
	50	0.26	219	-0.20	-0.16					0.32	214	-0.27 -0.18
11 00	0.26	222	-0.19	-0.17						0.28	221	-0.21 -0.18
	10	0.23	224	-0.17	-0.16					0.27	222	-0.20 -0.18
	20	0.23	226	-0.16	-0.17					0.23	222	-0.17 -0.15
	30	0.23	229	-0.15	-0.17					0.23	222	-0.17 -0.15
	40	0.23	231	-0.15	-0.18					0.18	224	-0.13 -0.13
	50	0.19	234	-0.11	-0.16					0.18	229	-0.12 -0.15
12 00	0.19	238	-0.10	-0.16						0.18	237	-0.10 -0.15
	10	0.19	244	-0.08	-0.17					0.11	244	-0.05 -0.10
	20	0.12	249	-0.04	-0.11							
	30	0.12	254	-0.03	-0.12							



第7・8図 対水速度計測結果

第7・4表 輸馬力および推力計測結果

OUT PUT	NO. OF RUN	EXP. NO.	R.P.M.	SHP			THRUST				
				READING IN FILM mm	MEAN mm	TORQUE ton-m	SHP PS	READING IN OSCILLOGRAM mm	COMPRESSING STRESS kg/mm <sup>2</sup>	THRUST ton	MEAN ton
<b>M C R</b>	<b>M</b>	1	78.2	6.44	6.51	39.5	4,310	21.8	0.155	33.2	34.0
		2		6.49				22.5	0.160	34.3	
		3		6.59				22.0	0.157	33.6	
		4						22.75	0.162	34.7	
	<b>M</b>	1	78.6	7.02	6.96	42.2	4,640	23.0	0.164	35.1	36.5
		2		6.92				24.25	0.173	37.0	
		3		6.93				24.5	0.175	37.4	
		4						24.0	0.171	36.6	
	<b>M C R</b>	1	97.5	10.30	10.44	63.3	8,620	33.75	0.240	51.5	52.4
		2		10.50				35.0	0.249	53.4	
		3		10.52				34.25	0.244	52.2	
		4									
	<b>M</b>	1	96.3	10.72	10.77	65.3	8,780	36.25	0.258	55.3	57.2
		2		10.72				38.0	0.271	57.9	
		3		10.87				37.0	0.264	56.4	
		4						38.75	0.276	59.1	
<b>C R C</b>	<b>M</b>	1	113.7	15.10	15.20	92.1	14,630	51.5	0.367	78.5	79.5
		2		15.24				53.0	0.378	80.8	
		3		15.25				52.0	0.371	79.3	
		4									
	<b>M</b>	1	114.0	15.42	15.40	93.4	14,860	54.75	0.390	83.5	84.1
		2		15.50				55.0	0.392	83.9	
		3		15.37				55.0	0.392	83.9	
		4						55.75	0.397	85.0	
	<b>R C</b>	1	119.8	16.57	16.68	101.1	16,910	61.5	0.438	93.8	94.4
		2		16.81				61.75	0.440	94.2	
		3		16.66				62.5	0.445	95.3	
		4									
<b>M</b>	<b>M</b>	1	119.2	17.29	17.20	104.3	17,350	66.25	0.472	101.0	102.7
		2		17.36				67.5	0.481	102.9	
		3		16.94				67.0	0.477	102.2	
		4						68.75	0.490	104.8	



第7-9図 軸寸法および換算、推力計配置図

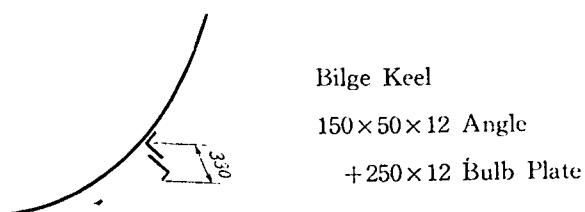
(9) 船体表面粗度計測ならびに観察結果

船体ペイントの種類および塗装回数

	Nihon Yushi	Kansai Paint
Bottom	1 coat of Nissan wash primer 2 coats of Takata BM No. 1 2 coats of Takata No. 1	1 coat of Metalact H-5 2 coats of SD marine silver-ton 2 coats of fan brand ship Bottom paint No. 2
Boot Top	1 coat of Nissan wash primer 2 coats of Takata BM No. 1 2 coats of Takata BM B/T	1 coat of Metalact H-5 2 coats of SD marine silver-ton 2 coats of fan brand ship Bottom paint No. 2
Side	Same as above	

構造粗度調査

(i) Bilge Keel Fr. 65~Fr. 125 (後方 25.540 m~前方 22.460 m)

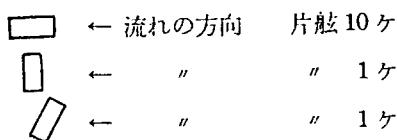


(ii) 外板 Riv. (22φ, 2列) の Seam 片舷1ヶ所

Bilge circle 部上端

(iii) 保護垂鉛

a. Stern frame 150×300×20 片舷12ヶ、合計24ヶ



b. Rudder 150×300×20 片舷7ヶ 合計14ヶ

□ ← 流れの方向 7ヶ

外板からの突出量 Stern frame 12 mm

Rudder 9 mm

(iv) Shell opening 第7・5表

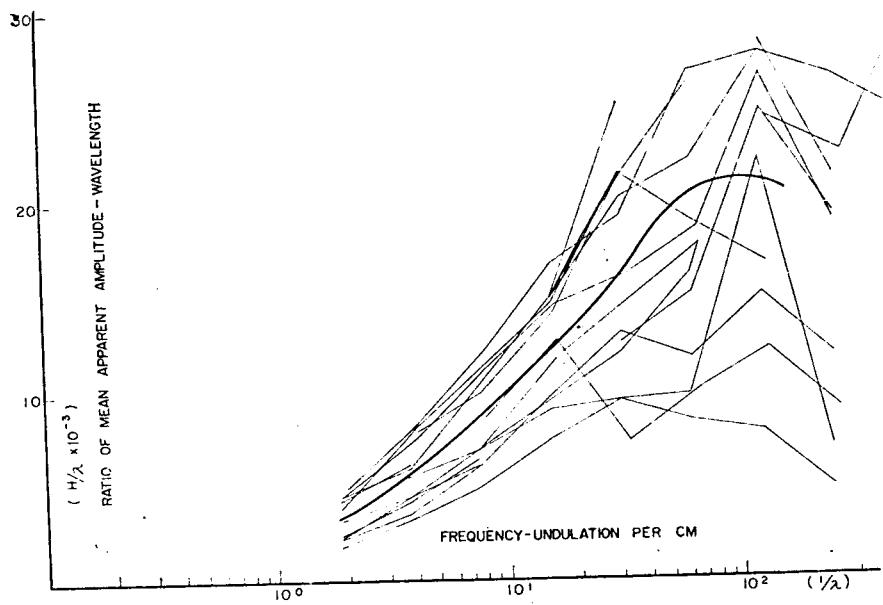
第7・5表 満載喫水線下の船底開口

NO	SIZE	ITEM	POSITION	
			FR NO	POST OR STD
1	80φ	DISCHARGE VALVE	F 58 <sup>1</sup> <sub>2</sub>	S
2	50φ	" "	F 59 <sup>1</sup> <sub>3</sub>	P
3	35φ	" "	F 54 <sup>1</sup> <sub>3</sub>	P
4	160φ	" "	F 59 <sup>1</sup> <sub>2</sub>	S
5	830×750	SEA CHEST	F 65 <sup>1</sup> <sub>2</sub>	S
6	300φ	DISCHARGE VALVE	F 66 <sup>1</sup> <sub>2</sub>	S
7	665×700	SEA CHEST	F 71 <sup>1</sup> <sub>2</sub>	S
8	80φ	DISCHARGE VALVE	F 74 <sup>1</sup> <sub>3</sub>	P
9	80φ	" "	F 74 <sup>2</sup> <sub>3</sub>	P
10	480×480	SEA CHEST	F 75 <sup>1</sup> <sub>2</sub>	P
11	460×665	SEA CHEST	F 79 <sup>1</sup> <sub>2</sub>	P
12	80φ	DISCHAR VALVE	F 80 <sup>1</sup> <sub>3</sub>	P
13	100φ	" "	F 80 <sup>2</sup> <sub>3</sub>	P
14	50φ	" "	F 80 <sup>1</sup> <sub>4</sub>	S
15	25φ	BLOW OFF VALVE	F 83 <sup>1</sup> <sub>2</sub>	S
16	80φ	DISCHARGE VALVE	F 83 <sup>3</sup> <sub>4</sub>	S
17	150φ	SCUPPER PIPE	F 61 <sup>1</sup> <sub>2</sub>	P
18	125φ	" "	F 63 <sup>3</sup> <sub>4</sub>	P
19	100φ	" "	F 81 <sup>1</sup> <sub>3</sub>	P
20	125φ	" "	F 82 <sup>1</sup> <sub>3</sub>	P
21	100φ	" "	F 84 <sup>1</sup> <sub>3</sub>	S
22	100φ	" "	F 84 <sup>2</sup> <sub>3</sub>	S
23	150φ	" "	F 62 <sup>1</sup> <sub>3</sub>	S
24	150φ	" "	F 62 <sup>2</sup> <sub>3</sub>	S

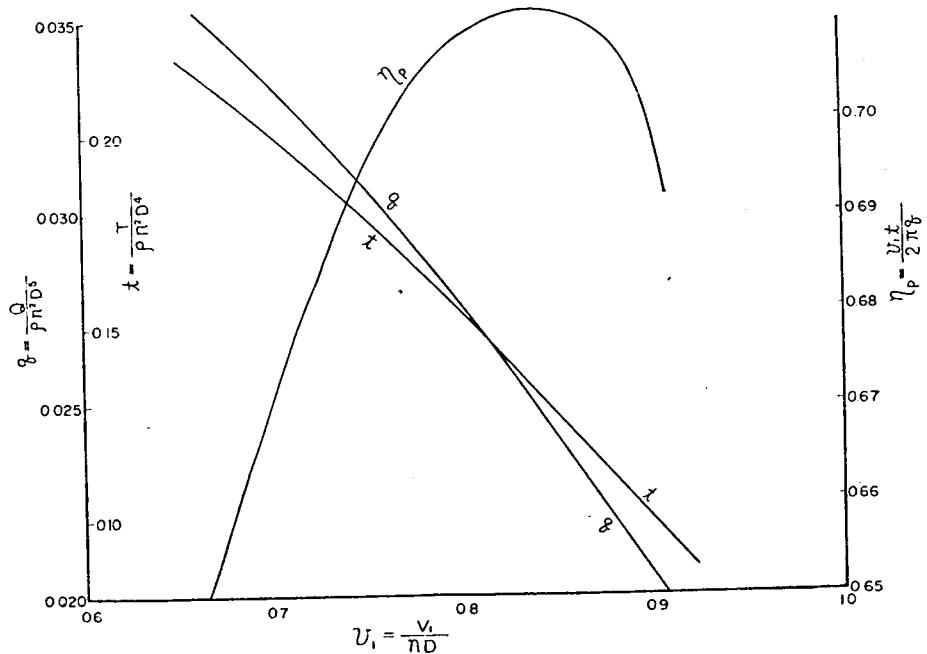
外板粗度計測結果 第7・10図

計測結果の表現法は第41研究部会のもの（造研報告第31号参照）と同様である。

- (i) プロペラ特性曲線 第7・11図
- (ii) 試運転成績標準解析 第7・6表
- (iii) 試運転成績解析（推力を基にしたもの） 第7・7表
- (iv) 推力常数およびトルク常数曲線 第7・12図



第7・10図 外板粗度計測結果



第7・11図 プロペラ特性曲線

第7-6表 試運転成績標準解析

TRIAL CONDS.	DATE	OCT. 10, 1962	DRAUGHT	DA	6.910m	CB	559
	MILE-POST USED	TATSUSHIMA - IWIBUKURO		DF	2.624m	CP	586
	SET SAIL	08.00		DM	4.782m SAGGING	CM	954
	WEATHER	FINE		dmean	4.767m, 0.015m	WETTED AREA	2.898 m <sup>2</sup>
	SEA COND.	SMOOTH		TRIM	4.286m BY STERN	PROP. IMMERSION	V <sub>D</sub> =0.5188
	DEPTH	3~4		DISPLT.	8.627	DATE OF DOCK-OUT	SEPT. 26, 1962
	TEMP. OF SEA WATER	22.3°C		SPEC. GRV. OF SEA WATER	1.024		
	OUT PUT	1/4		1/2	85 % MCR	MCR	
	NO. AND DIRECTION OF RUN	1. S 2. N		3. S 4. N	5. S 6. N	7. S 8. N	
	SPEED FOR GROUND, V <sub>s</sub> (Kt)	17.68 16.44		20.61 19.67	22.98 22.21	23.83 23.45	
MEASURED VALUE	NO. OF PROP. REV. PER MIN., N S.H.P.	78.2 78.6		97.5 96.3	113.7 114.0	119.8 119.2	
	D.H.P.	4.310 4.640		8.620 8.780	14.630 14.860	16.910 17.350	
	N <sup>3</sup> × 10 <sup>-6</sup>	0.4782 0.4856		0.9269 0.8931	14.699 14.4815	17.194 16.937	
	TORQUE COEFFICIENT	0.02499 0.02658		0.02630 0.02783	0.02844 0.02867	0.02815 0.02934	
	RELATIVE SPEED W (Kt)	7.19 23.13		8.94 24.30	7.78 33.44	9.91 27.41	
	RELATIVE DIRECTION θ (DEG) P -24° 0°	P-19° S-3° S-6° P-3°				P-11° S-7°	
	COEFFICIENT OF WIND DIRECTION K EFFECT	1.168 1.000		1.112 1.006	1.015 1.006	1.039 1.019	
	W <sup>2</sup>	51.70 153.50		79.92 590.49	60.53 118.23	98.21 751.31	
	K <sub>w</sub> <sup>2</sup>	60.4 535.0		88.9 594.1	61.4 1125.0	102.0 765.6	
	V <sub>s</sub> <sup>2</sup>	312.6 270.3		424.8 386.9	528.1 493.3	567.9 549.9	
CORRECTION FOR WIND	V <sub>s</sub> <sup>2</sup> - K <sub>w</sub> W <sub>w</sub> <sup>2</sup> (1)	252.2 209.9		335.9 298.0	466.7 431.9	465.9 447.9	
	K <sub>w</sub> W <sub>w</sub> <sup>2</sup> - K <sub>w</sub> W <sub>w</sub> <sup>2</sup> (2)	4.74.6		505.2	1,063.6	663.6	
	g <sub>a</sub> - g <sub>w</sub> (3)	0.00159		0.00153	0.00023	0.00119	
	(3) × $\frac{17}{12}$	0.0085 0.0070		0.00102 0.00090	0.00010 0.00009	0.00084 0.00080	
	g' FOR NO. WIND COND. g <sub>c</sub>	0.2584 0.2569		0.2732 0.2720	0.2854 0.2853	0.2899 0.2895	
	D.H.P. FOR NO WIND COND.	0.2574 0.2578		0.2730 0.2721	0.2853 0.2855	0.2899 0.2895	
	S.H.P. FOR NO. WIND COND.	4.433 4.507		8.937 8.590	14.675 14.799	17.405 17.125	
	MIDDLE TIME OF RUN	9-09-429-35-50		9-58-27-10-21-32	0-43-18-10-04-21	1-24-16-1-45-17	
	MIDDLE TIME OF A GROUP OF RUNS	9-22-46		10-10-0	10-53-50	11-34-47	
	WITH OR AGAINST TIDAL CURRENT	WITH AGAINST		WITH AGAINST	WITH AGAINST	WITH	
FINAL RESULTS	V <sub>SO</sub> × N/N	17.457 16.594		20.239 20.145	22.941 22.203	23.447 23.746	
	MEAN SPEED OF TIDAL CURRENT	0.432		0.047	0.367	-0.150	
	SPEED OF TIDAL CURRENT AT EACH RUN	-0.501 0.331		-0.108 0.011	-0.400 0.343	0.128 -0.170	
	SPEED FOR WATER V <sub>s</sub>	16.956 17.010		20.131 19.908	22.541 22.605	23.575 23.457	
	N	78.2 78.6		97.5 96.3	113.7 114.0	119.8 119.2	
	S.H.P.	4.433 4.507		8.937 8.590	14.675 14.799	17.405 17.125	

## NOTE :

1 SHP FOR FRICTION LOSS IS TAKEN AS 2% OF NORMAL OUTPUT

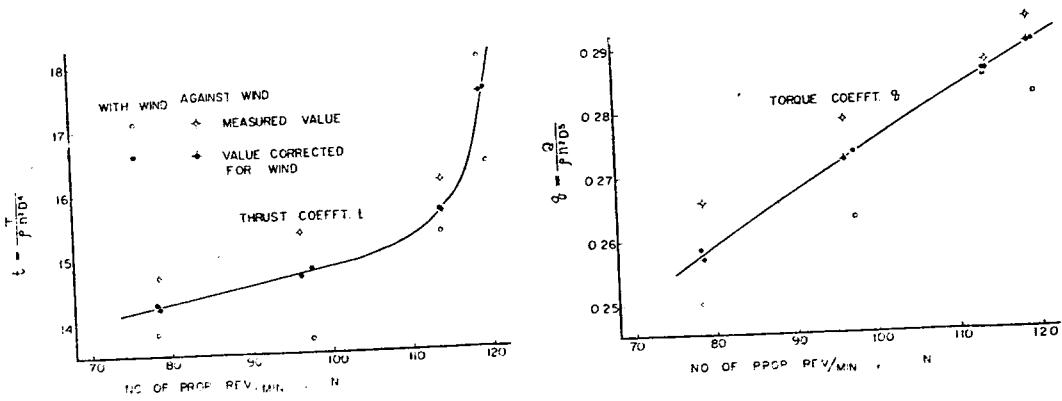
2  $g_f = 2.9207 \times \frac{D.H.P.}{N^3}$

3 K-VALUE IS DERIVED FROM THE CURVE IN "STANDARDIZED ANALYSIS METHOD OF SPEED TRIAL RESULTS"

4 ASSUMING  $W=0.2303$ ,  $\Delta V_{sw} = -3.804 \times N \cdot \Delta g$ 5 MEAN VALUES OF EFFECTIVE WAKE FRACTION AT EACH OUTPUT ARE AS FOLLOWS  
 $\frac{1}{4}$  0.2508,  $\frac{1}{2}$  0.2327, 0.85, 0.2185, MCR 0.2191, MEAN 0.2303

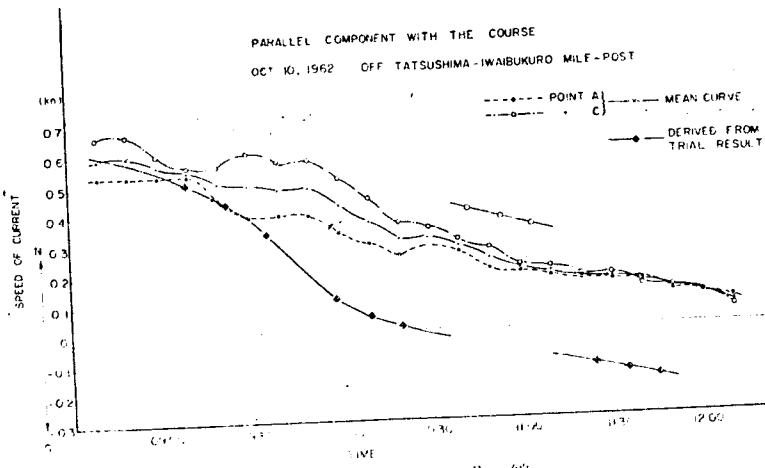
第7-7表 試運転成績解析（推力を基にしたもの）

MEASURED VALUE	OUT PUT		1/4		1/2		0.85		M C R	
	NO. AND DIRECTION OF RUN		1. S	2. N	3. S	4. N	5. S	6. N	7. S	8. N
SPEED FOR GROUND $V_s$ (Kt)	17.68	16.44	20.61	19.67	22.98	22.21	23.83	23.45		
NO. OF PROP. REV./MIN	78.2	78.6	97.5	96.3	113.7	114.0	119.8	119.2		
THRUST T (ton)	34.0	36.5	52.4	57.2	79.5	84.1	94.4	102.7		
$N^2$	6,115	6,178	9,506	9,274	12,928	12,996	14,352	14,209		
THRUST COEFFT. $t$	1.383	1.470	.1371	.1535	.1530	.1610	.1636	.1798		
$V_t$	885	873	.887	.863	.864	.853	.849	.826		
$\frac{V_t}{V_s} = 1 - w$	.774	.825	.829	.835	.845	.865	.844	.830		
$1 - w$ mean		.800		.832		.855		.837		
RELATIVE SPEED W (Kn)	7.19	23.19	8.94	24.30	7.78	33.44	9.91	27.41		
RELATIVE DIRECTION $\theta$ (deg)	P-24°	0°	P-19°	S-3°	S-6°	P-3°	P-11°	S-7°		
CORRECT. OF WIND DIRECTION EFFECT K	1.168	1.000	1.112	1.006	1.015	1.006	1.039	1.019		
$W^2$	51.70	535.00	79.92	590.49	62.53	118.23	98.21	751.31		
$K_w^2$	60.4	535.0	88.9	594.1	61.4	1125.0	102.0	765.6		
$V_s^2$	312.6	270.3	424.8	386.9	528.1	493.3	567.9	549.9		
$V_s^2 - K_w W^2$ (1)	252.2	209.9	335.9	298.0	466.7	431.9	465.9	447.9		
$K_a W_a^2 - K_w W^2$ (2)		474.6		505.2		1.0636		663.6		
$t_a - t_w$ (3)		.0087		.0164		.0080		.0162		
(3) $\times \frac{(1)}{(2)}$	.0046	.0038	.0109	.0097	.0035	.0032	.0114	.0109		
$t'$	1.429	1.421	.1480	.1468	.1565	.1562	.1750	.1745		
$t$ FOR NO WIND $t_c$	1.425	1.426	.1475	.1472	.1561	.1566	.1767	.1726		
T FOR NO WIND $T_c$ (ton)	35.0	35.4	56.4	54.9	81.1	81.8	101.9	98.6		
SPEED FOR GROUND $V_s$ (Kn)	16.956	17.010	20.131	19.908	22.541	22.605	23.575	23.457		
DHP	4,214	4,286	8,663	8,320	14,356	14,479	17,069	16,790		
TORQUE COEFFT. $q_c$	.02574	.02578	.02730	.02721	.02853	.02855	.02899	.02895		
CORRESPONDING TO $t_c$ IN PROPELLER CHARACTERISTIC CURVE $q_c$	.02619	.02620	.02680	.02678	.02790	.02793	.03042	.02994		
$q_c - q_c/q_{c_c}$	1.017	1.016	.982	.984	.978	.978	1.049	1.034		
DEDUCED FROM MODEL PROPULSION TEST $q_c$	.995	.995	.992	.992	.993	.993	.993	.993		

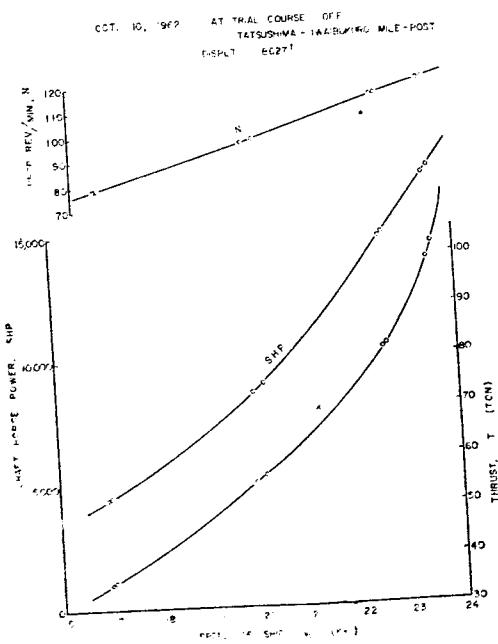


第7-12図 推力常数およびトルク常数曲線

- (1) 潮流曲線 第7-13図  
 (2) 試運転成績 第7-14図  
 (3)  $\Delta C_F$  解析 第7-8表



第7-13図 潮流曲線



第7-14図 試運転成績

第7-1表、 $JCF$  解析

	1/4	1/2	0.85	MCR	NOTE	
$V_s$	16.956	17.010	20.131	19.908	FROM THE FINAL RESULTS OF SPEED TRIAL ANALYSIS	
$N$	78.2	78.6	97.5	96.3		
DHP	4214	4286	8.663	8.320		
$K_q$	0.2574	0.2578	0.2730	0.2721	$K_q = 29207 \times \frac{N}{DHP}$	
$\bar{\gamma}_r$	995	995	992	992	FROM RESULTS OF MODEL PROPULSION TEST	
$K_{q_0}$	0.2561	0.2565	0.2708	0.2700	$K_{q_0} = kg \times$	
$\gamma$	.828	.828	.805	.806	FROM PROPELLER OPEN CHARACTERISTICS	
$1 - W_s$	.755	.756	.770	.771		
$1 - W_m$	.687	.687	.703	.701		
$e_i$	.910	.909	.912	.910	$e_i = 1 - W_m - W_s$	
$K_t$	1.385	1.389	1.498	1.490	FROM PROPELLER OPEN CHARACTERISTICS	
T	34.04	34.49	67.23	55.53	$T = 0.040195 K_t N^2$	
$1 - t$	.825	.824	.806	.807	FROM RESULTS OF MODEL PROPULSION TEST	
EHP	3.266	3.316	6.370	6.120	$EHP = 6.8593 \times T(1-t) VS$	
$C_{to} \times 10^3$	2.413	2.427	2.812	2.794	$C_{to} = \frac{C_f}{100} = 0.024705 T(1-t)/V_s^2$	
F	2240	2253	2666	2637	$F_n = 0.013246 V_s$	
$Re \times 10^{-9}$	1.342	1.347	1.594	1.576	$Re = 7.9170 V_s \times 10^7$	
I.T.C. 1957 Scheiben	$Cr \times 10^3$	955	961	1.445	1.390	MEAN VALUE
	$Cf \times 10^3$	1.458	1.466	1.367	1.404	$\Delta C_f =$
	$Cfo \times 10^3$	1.477	1.476	1.446	1.447	-0.000070
	$\Delta Cf \times 10^3$	-0.019	-0.010	-0.079	-0.043	-109 -116 -092 -088
I.T.C. 1957 Scheiben	$Cr \times 10^3$	1.013	1.021	1.498	1.445	MEAN VALUE
	$Cf \times 10^3$	1.400	1.406	1.314	1.349	$\Delta C_f =$
	$Cfo \times 10^3$	1.477	1.476	1.447	1.448	-0.000124
	$\Delta Cf \times 10^3$	-0.077	-0.070	-1.133	-0.099	-164 -169 -142 -140

推力を基にしたもの

	35.0	35.4	56.4	54.9	81.1	81.8	101.9	98.6	FROM THE FINAL RESULTS OF SPEED TRIAL ANALYSIS	
$K_t$	1.425	1.426	1.475	1.472	1.561	1.566	1.767	1.726	D O	
EHP	3.358	3.403	6.297	6.050	10.131	10.248	13.330	12.833	D O	
$C_{to} \times 10^3$	2.481	2.490	2.771	2.762	3.186	3.196	3.665	3.582	D O	
F	2246	2253	2666	2637	2986	2994	3123	3107	D O	
$Re \times 10^{-9}$	1.342	1.347	1.594	1.576	1.785	1.790	1.866	1.857	D O	
I.T.C. 1957 Scheiben	$Cr \times 10^3$	955	961	1.445	1.390	1.942	1.953	2.064	2.051	MEAN VALUE
	$Cf \times 10^3$	1.526	1.529	1.326	1.372	1.244	1.243	1.601	1.531	$\Delta C_f =$
	$Cfo \times 10^3$	1.477	1.476	1.446	1.447	1.427	1.426	1.418	1.419	-0.000021
	$\Delta Cf \times 10^3$	-0.049	-0.053	-1.120	-0.075	-183	-183	-183	-112	
I.T.C. 1957 Scheiben	$Cr \times 10^3$	1.013	1.021	1.495	1.445	1.998	2.005	2.113	2.102	MEAN VALUE
	$Cf \times 10^3$	1.468	1.469	1.273	1.317	1.190	1.191	1.552	1.480	$\Delta C_f =$
	$Cfo \times 10^3$	1.477	1.476	1.447	1.448	1.428	1.427	1.419	1.420	-0.000075
	$\Delta Cf \times 10^3$	-0.009	-0.007	-1.174	-1.131	-2.238	-2.236	1.133	1.060	

### 7.5.2.2 山利丸

#### (1) 試運転状況

施行年月日 昭和37年10月11日

出港時刻 7時0分

帰港時刻 18時0分

使用橋柱 淡路橋柱 1874.4m

水深 4.5m

風速 「エニーフォート」 風力 3~4

海面状態  
 海水温度  
 標柱間航路  
 海水比重  
 $d_F$   
 喫水  
 $d_M$   
 $d_A$   
 トリム  
 排水量  
 浸水面積  
 推進器軸深度  
 備考

機構  
 19°C  
 21°C  
 硝油場  
 1.023  
 標柱間航路  
 1.0235

2.610 m

4.530 m

6.510 m

3.900 m by Stern

7,640 t (7,469 m³)

2,700 m²

$I/D = 0.502$

#### 備考

1. 標柱間速力試験中の平均排水量 7,636 t
2. 標柱間航路における海水温度および比重は速力試験終了直後、後進試験のさいに計測したものである。

(2) 対地速度などの計測結果 第7-9表

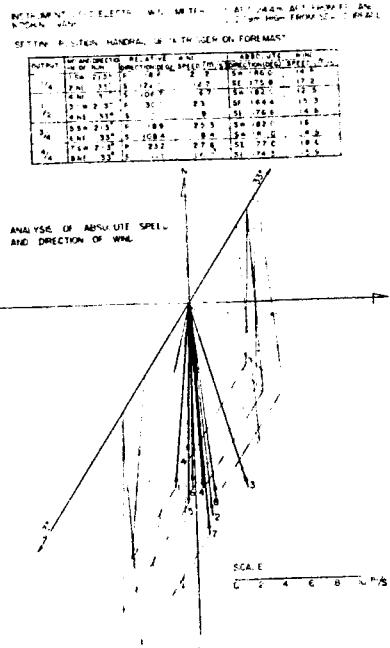
(3) 相対風向風速計測結果 第7-15図

相対風向風速変化曲線 第7-16図

計測記録の一例 第7-17図、第7-18図

第7-9表 対地速度などの計測結果

DATE	OUT PUT NO AND DIRECTION OF RUN	CLOCK TIME OF POST-IN	TIME OF RUN	TIDAL CURRENT (m) (m) (s)	WIND BEAUFORT SCALE WITH SEA CONDITION	OBSERVATION	SPEED FOR GROUND (km) Vs	NO OF PROP REV./MIN	SHAFT HORSE POWER SHP <sub>1</sub> SHP <sub>2</sub>	RELATIVE WIND SPEED (m/s)	DIRECTION (°)	DISTANCE FROM SHORE (mile)	DEPTH (m)
1962 1/4	1 SW 213 8 58 4 319	AGINST.	3	AGINST. ROUGH	13.40		82.3	2746, 2555	21.2	→ 18.6°	IN 1.3	OUT 45.6	
	2 NE 33°	9 19 4 209	WITH	3 WITH D2	13.97		79.2	2644, 2412	12.2	→ 122.0°	IN 1.2	OUT 39.6	
					13.69		80.8	2696, 2484			OUT 0.9	OUT 44.6	
										→			
										→ 106.7°	IN 1.2	OUT 48.0	
	4 NE 33°	10 15 3 354	AGINST.	3 WITH D2	16.91		100.8	5549, 5151	6.7	→	OUT 0.9	OUT 43.0	
1962 1/2	3 SW 213 10 33 3 312	WITH	3	AGINST. D2	17.25		98.8	5439, 5092	23.1	→ 30°	IN 0.5	OUT 31.6	
	4 NE 33°	11 06 3 344	AGINST.	3 WITH D2	16.99		101.9	5654, 5252	9.1	→ 110.1°	IN 1.35	OUT 38.6	
					17.10		100.1	5520, 5147			105	45.6	
	3 SW 213 11 37 2 593	WITH	4	AGINST. D2	20.32		117.4	9386, 8835	25.3	→ 18.9°	OUT 1.3	OUT 39.6	
	4 NE 33°	11 53 3 088	AGINST.	4 WITH D2	19.30		118.0	9381, 8828	8.4	→ 108.4°	IN 1.55	OUT 40.6	
					19.81		117.7	9384, 8832			OUT 1.25	OUT 44.6	
OCT													
	7 SW 213 12 26 2 564	WITH	4	AGINST. D2	20.66		122.0	10736, 1064	27.8	→ 23.2°	OUT 1.3	OUT 38.6	
	4 NE 33°	12 41 3 08	AGINST.	4 WITH D2	20.15		122.8	10805, 10283	110.0	→ 101.0°	1.4	39.6	
					20.41		122.4	10771, 10224			11	44.6	
1 SHP <sub>1</sub> AND SHP <sub>2</sub> MEAN THE VALUES OBTAINED BY NO. 1 AND NO. 2 TORSION METERS RESPECTIVELY. 2 RELATIVE SPEED AND DIRECTION OF WIND WERE MEASURED BY "KOSHIN VANE" SET ON THE OUTRIGGER OF FORE NOTE MACHT THE VALUE INDICATE THE MEAN OF FLUCTUATION DURING A RUN. 3 DEPTH OF SEA WAS MEASURED BY E.M.U. SOUNDER FITTED ON THE SHP.													



第7-15図 相対風向風速計測結果

(4) 馬力計測結果 第7-10表

(5) 伝達馬力算出法の検討 第7-11表

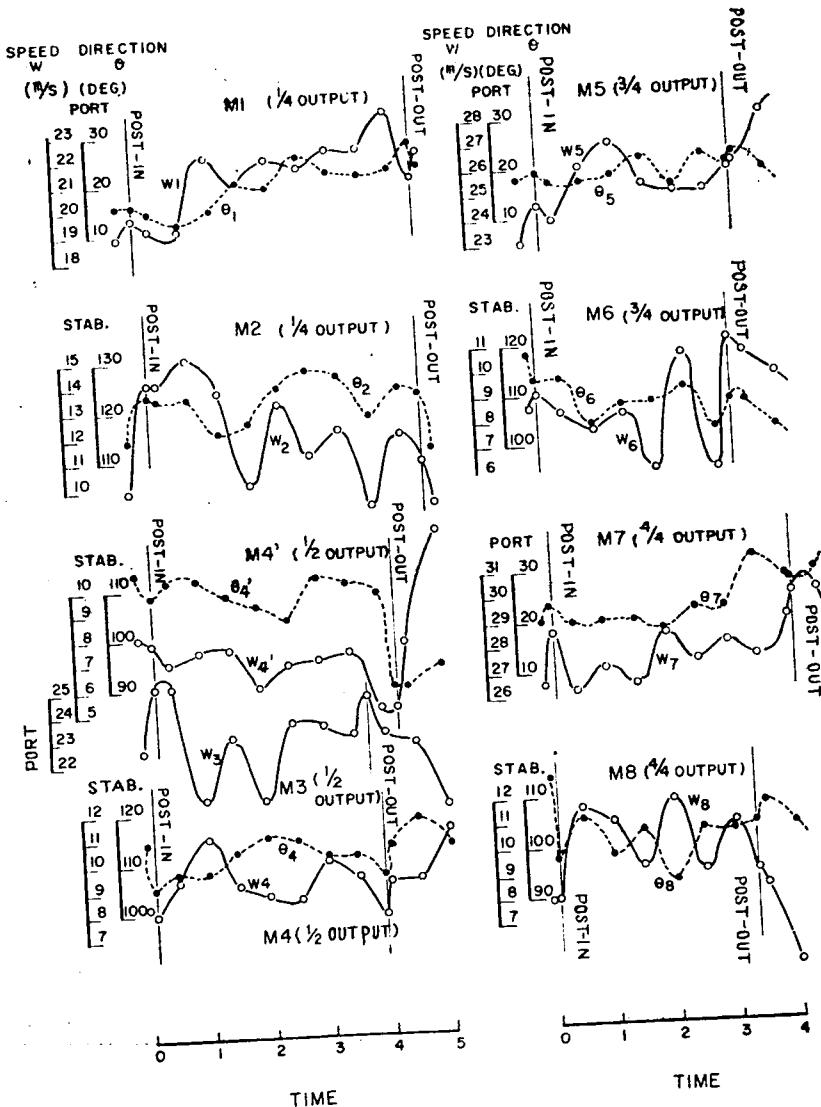
プロペラに伝達されて、実際に有効に利用されている機関出力の割合を知るために、船尾管摩擦および推進軸系に存在する軸受摩擦の正確な値を知ることは重要な問題であるが、まだ信頼のできる資料は得られていない。そこで、山利丸では軸室前端および船尾管直前、すなわち、間に8ヶの中間軸受を隔てた2ヶ所に日立造船式換計を取り付け、各回転数におけるトルクの値の差を計測し、伝達馬力算出の方法を検討した。

まず日立造船技術研究所で行なわれている伝達馬力算出法を方法(1)に示す。すなわち、摩擦トルクは、運転状態の回転数範囲内では、回転数、すなわち軸表面の周速度にかかわらず一定として、その値は定格出力において次のとおり仮定した。

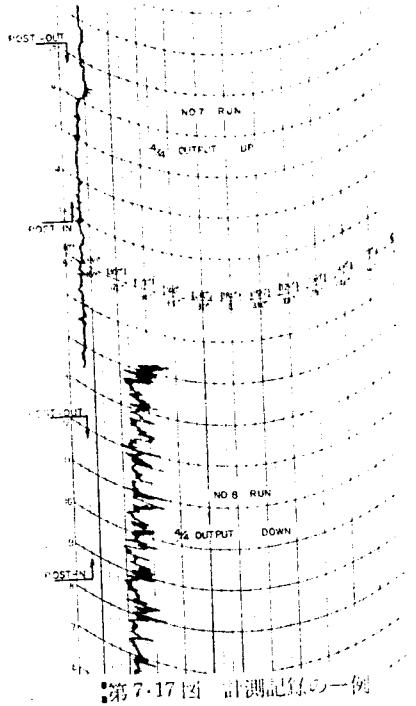
船尾管 1.5% 船尾端軸受 0.3% その他中間軸受 0.2%

その結果、2ヶの換計によって計測された  $SHP$  の値から、それぞれ別個に2つの  $DHP$  の値が求められるので、その平均値を  $DHP_m$  とすれば、 $DHP_m$  と  $DHP_1$  および  $DHP_2$  との差は平均約  $\pm 2\%$  であった。

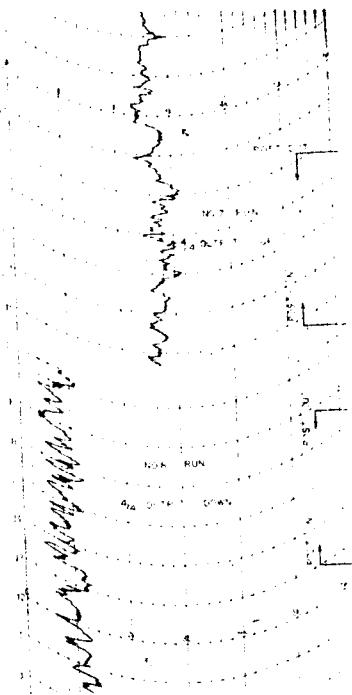
次に第7-10表に示すようなターニングによって求められた摩擦トルクの値が、運転状態の範囲にまで適用できるものと仮定して、 $DHP$  を算出する方法(2)である。この場合も、方法(1)と同じく別個に2箇の  $DHP$  が求められるので、その平均値を  $DHP_m$  とすれば、 $DHP_m$  と  $DHP_1$  および  $DHP_2$  との差は平均約  $\pm 0.6\%$  となり、方法(1)よりも計測値の幅は狭くなる。なお



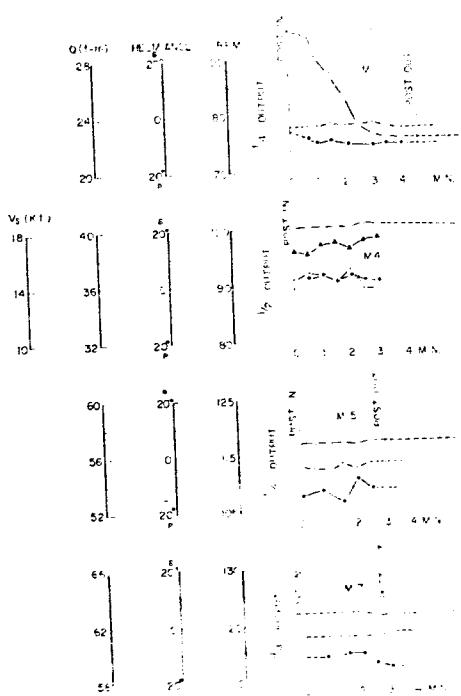
第7-16図 相対風向風速変化曲線



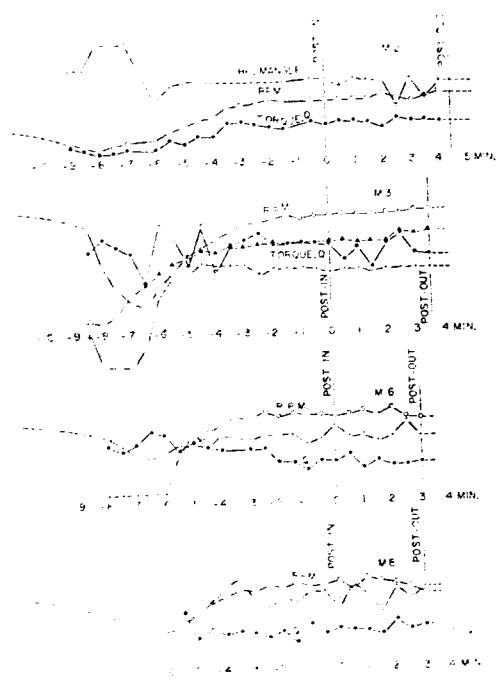
第7-17図 計測記録の一例



第7-18図 計測記録の一例



第7-19(a) きかく、プロペラ回転数とごく短時間の変動



E 7-10 J. H. T. V.

NO 1 TORSION METER BETWEEN NO 2 AND NO 3 PLUMMERBLOCKS  
(FORE END OF SHAFT TUNNEL)

NO 2 TORSION METER BETWEEN NO 0 AND AFTERMOST PLUMMER BLOCKS  
(BEFORE STERN TUBE)

PRIMARY CURRENT

NO 1 TORSION METER AC 1KC 100V 90mA  
NO 2 TORSION METER AC 1KC 90V 90mA

TURNING RECORDS

NO OF TORSION METER	TIME	TURNING DIRECTION	READING OF CURRENT	$\delta$	$\delta_0$	$\delta - \delta_0$	FRICITION TORQUE Q/(kg-m)	$Q_f/Q_n$	$\delta_0$ ADOPTED (%)
1	BEFORE WEIGH ANCHOR	AHEAD	0.68	22.8	18.6	4.2	4406	6.74	
	AFTER ARRIVING IN PORT	ASTERH	0.49	14.4					
	BEFORE WEIGH ANCHOR	AHEAD	0.68	22.8	17.85	4.95	5192	7.94	18.6
	AFTER ARRIVING IN PORT	ASTERH	0.46	12.9					
2	BEFORE WEIGH ANCHOR	AHEAD	0.60	16.0	13.8	2.2	2308	3.53	
	AFTER ARRIVING IN PORT	ASTERH	0.465	11.6					
	BEFORE WEIGH ANCHOR	AHEAD	0.62	16.6	13.8	2.8	2937	4.49	13.8
	AFTER ARRIVING IN PORT	ASTERH	0.44	11.0					

10500 BHP x 115 RPM

$$Q_n = 65390 \text{ kg-m}$$

RESULTS OF SHP MEASUREMENT

OUT POT	N	NO 1 TORSION METER			NO 2 TORSION METER			$\delta = \delta' - \delta_c$	SHP <sub>2</sub>
		i	$\delta'$	$\delta = \delta' - \delta_c$	SHP <sub>1</sub>	i	$\delta'$	$\delta = \delta' - \delta_c$	
1/4	823	1.14	414	22.8	2748	121	35.0	21.2	2555
	792	1.14	414	22.8	2644	120	34.6	20.8	2412
1/2	1008	1.53	562	37.6	5549	1.67	48.7	34.9	5151
	988	1.53	562	37.6	5439	1.68	49.0	35.2	5092
3/4	1019	1.54	567	37.9	5654	1.68	49.0	35.2	5252
	1174	2.01	732	54.6	9386	2.23	65.2	51.4	8835
4/4	1180	2.00	729	54.3	9381	2.22	64.9	51.1	8828
	1220	2.17	787	60.1	10736	2.42	70.7	56.9	10164
	1228	2.17	78.7	60.1	10805	2.43	71.0	57.2	10283

COEFFICIENTS IN CALCULATIONS OF TORQUE AND SHP

$$Q = \frac{\pi D^4 G \theta}{32 \times 100} = 1049 \quad G(\text{MODULUS OF RIGIDTY}) \quad 831000 \text{ kg/cm}^2$$

$$L(\text{GAUGE LENGTH}) \quad 10 \text{ cm}$$

$$D(\text{DIA OF INTERMEDIATE SHAFT}) \quad 44.5 \text{ cm}$$

$$\text{SHP} = \frac{2\pi NQ}{75 \times 60} = 1.4642 \text{ N} \quad \theta(\text{TWISTING ANGLE FOR GAUGE LENGTH}) \quad \frac{8}{\text{a}}$$

$$\delta(\text{DISPLACEMENT OF IRON PIECE}) \quad 10^{-3} \text{ mm}$$

$$a(\text{DISTANCE FROM THE CENTRE OF SHAFT TO THAT OF IRON PIECE}) \quad 305 \text{ mm}$$

第7-11表 伝達馬力算出法の換算

(1) A METHOD USED BY TECHNICAL RESEARCH LABORATORY OF HITACHI ZOSEN, THAT IS, ASSUMING THAT FRICTION TORQUE IS CONSTANT AT ANY RPM IN OPERATION, AND THOSE VALUES ARE AS FOLLOWS:

1.5% OF NORMAL TORQUE THROUGH STERN TUBE  
0.3% AT AFTERMOST BEARING  
0.2% AT OTHER BEARINGS

N	BASED ON IHP		BASED ON MEASURED TORQUE BY TORSION METER				DHP <sub>B</sub> - DHP <sub>m</sub>	DHP <sub>B</sub> - DHP <sub>m</sub>
	BHP	DHP <sub>B</sub>	SHP <sub>1</sub>	DHP <sub>1</sub>	SHP <sub>2</sub>	DHP <sub>2</sub>	DHP <sub>m</sub>	DHP <sub>m</sub> (%)
82.3	2790	2504	2748	2492	2555	2420	2456	1.95
79.2	2770	2495	2644	2398	2412	2282	2340	6.62
100.8	—	—	5549	5236	5151	4985	5111	—
98.8	5150	4807	5439	5132	5092	4930	5031	-4.45
101.9	5410	5057	5654	5219	5252	5084	5152	-1.84
117.4	9155	8748	9386	9021	8835	8642	8832	-0.95
118.0	9200	8791	9381	9015	8828	8634	8825	-0.32
122.0	10760	10337	10736	10357	10164	9963	10160	1.72
122.8	10880	10454	10805	10424	10283	10081	10253	1.95
								3.34

(2) ASSUMING THAT FRICTION TORQUE, THE VALUE OF WHICH IS MEASURED IN TURNING, SHOULD BE CONSTANTLY APPLIED TO THE CASE OF ANY RPM IN OPERATION

N	BY NO.1 TORSION METER			BY NO.2 TORSION METER			DHP <sub>m</sub>	DHP <sub>B</sub> - DHP <sub>m</sub>
	SHP <sub>1</sub>	HP <sub>1</sub>	DHP <sub>1</sub>	SHP <sub>2</sub>	HP <sub>2</sub>	DHP <sub>2</sub>		
82.3	2748	551	2197	2555	301	2254	2226	2.56
79.2	2644	531	2113	2412	290	2122	2118	0.42
100.8	5549	675	4874	5151	369	4782	4828	1.91
98.8	5439	662	4777	5092	362	4730	4754	0.99
101.9	5654	683	4972	5252	373	4879	4926	1.89
117.4	9386	787	8599	8835	430	8405	8502	2.28
118.0	9381	791	8590	8828	432	8396	8493	2.28
122.0	10736	818	9918	10164	447	9717	9818	2.05
122.8	10805	823	9982	10283	450	9833	9908	1.50

(3) ASSUMING THAT FRICTION TORQUE, OBTAINED IN TURNING, VARIES PROPORTIONALLY TO THE DIFFERENCE BETWEEN TWO VALUES OF TORQUE MEASURED BY NO.1 AND NO.2 TORSION METERS AT A GIVEN RPM

N	Q - Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub> - Q <sub>2</sub> Q <sub>n</sub> (%)	NO.1 TORSION METER			NO.2 TORSION METER			DHP	SHP <sub>B</sub> - DHP SHP <sub>1</sub> (%)
			SHP	Q	HP	SHP	Q	HP		
TURNING	217.6	333	4799	—	—	2623	—	—	—	—
82.3	1680	257	2748	3705	426	2555	2025	233	2322	15.5
79.2	2100	321	2644	4631	512	2412	2531	280	2132	19.4
100.8	2830	4.33	5549	6241	878	5151	3411	480	4671	15.8
98.8	2510	3.84	5439	5536	764	5092	3026	417	4675	14.0
101.9	2820	4.31	5654	6220	885	5252	3400	483	4769	15.6
117.4	3360	5.14	9386	7410	1215	8835	4050	664	8171	12.9
118.0	3350	5.12	9381	7388	1217	8828	4038	664	8164	13.0
122.0	3360	5.14	10736	7410	1262	10164	4050	690	9474	11.8
122.8	3040	4.65	10805	6705	1150	10283	3665	628	9655	10.6

方法(1)によれば、摩擦損失は No. 1 换算において 3.4%，No. 2 换算において 1.8% となるが、ターニングによる実測結果をとれば、これらの値がそれぞれ 7.3% および 4.0% となる。

次に方法(3)においては、ターニングおよび各出力の回転数ごとに、No. 1 换算と No. 2 换算との間のトルクの差、すなわち、摩擦損失が計測されているので、回転数による摩擦トルクの差に比例するものと仮定すれば、ターニングによる各換算からプロペラまでの摩擦トルクを運転中のものに換算することができる。この方法によれば、2ヶの SHP の値から单一の DHP<sub>m</sub> を求めることができるが、摩擦損失は例えば No. 1 换算から後方で平均 14% に達し、いかにも過大に感ぜられる。

このように船尾管および中間軸受による摩擦損失の量に関してはまだ結論を得るに至らないので、結局、方法(1)による DHP<sub>m</sub> を解析に使用することとした。

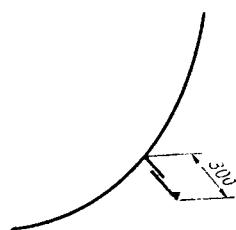
(6) 速力、プロペラ回転数および舵角の変化曲線

(7) プロペラ単独性能曲線図 第7・20図

(8) 構造粗度調査

a. Bilge Keel Fr. 69~115

[Midship より後方 18.31 m]~[Midship より前方 18.49 m]、全長×深さ = 36.800 m × 0.300 m



b. 外板 Riv. (22φ×2列) の Seam

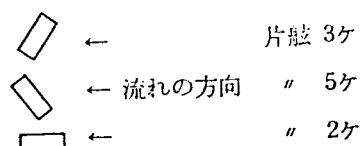
Bilge Circle 部上端

c. 保護亜鉛

Stern Frame 300×150×25 片舷 10ヶ 計 20ヶ

Web 250×12 B.P.L.

Connection Bar 115×14 F.B.

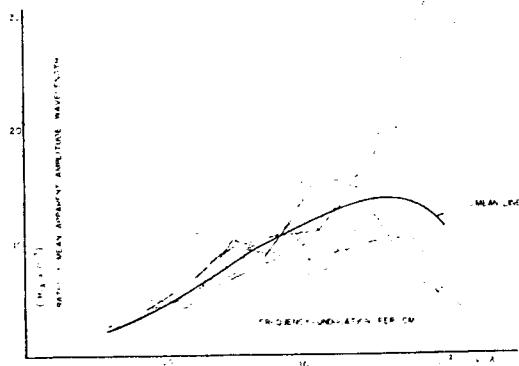


Rudder 300×150×25 片舷 6ヶ 計 12ヶ

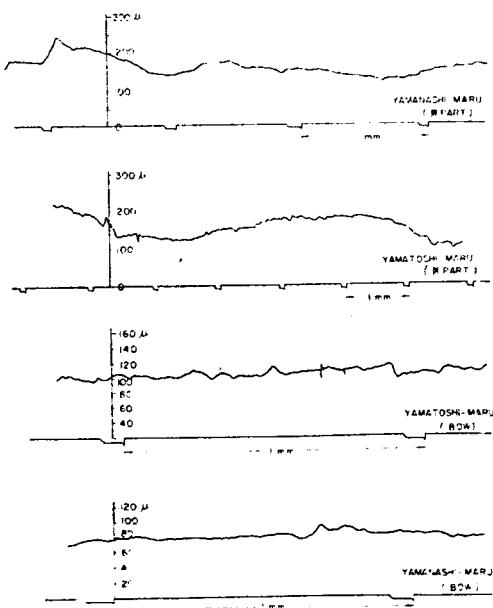
いすれの場合も外板からの突出量 26 mm

d. Shell Opening under LWL

No.	Size (mm)	Item	Position	
			FR. No.	P. or S.
1	40φ	Discharge Valve	15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	P
2	130φ	"	81 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	P
3	80φ	"	82 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	P
4	100φ	"	87 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	P
5	40φ	Discharge Cock	68 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	S
6	80φ	Discharge Valve	77 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	S
7	50φ	"	"	S
8	200φ	"	79 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	S
9	70φ	"	80 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	S
10	70φ	"	82 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	S
11	70φ	"	83 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	S
12	470×470	Sea Chest	82 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	S
13	470×470	"	76 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	S
14	370×370	"	78 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	P
15	470×470	"	79 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	P
16	130φ	Main Drain Pipe	75 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	P
17	160φ	Main Soil Pipe	76 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	P
18	130φ	Main Drain Pipe	75 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	S
19	160φ	Main Soil Pipe	81 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	S



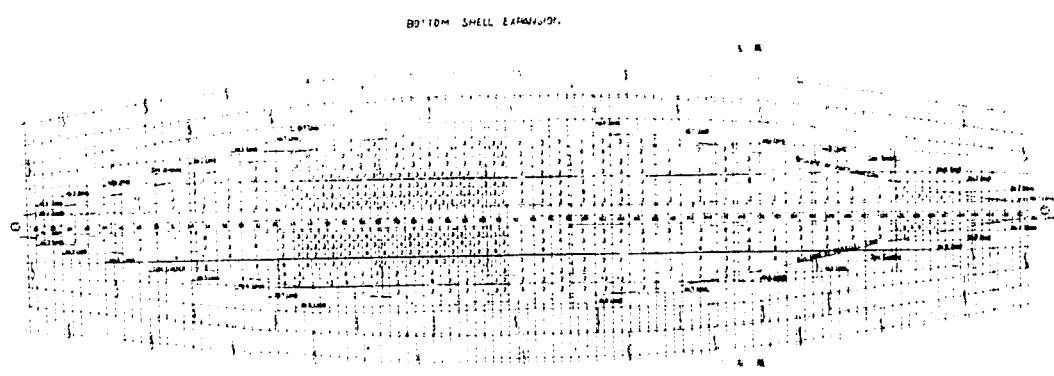
第7・21図 外板粗度計測結果



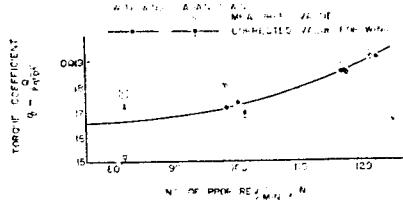
第7・22図 外板粗度計測記録の一例

OUT PUT	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{4}$	
NO. AND DIRECTION OF RUN	1 SW 213° 2 NE 33°	4 NE 33° 3 SW 213° 4 NE 33°	5 SW 213° 6 NE 33°	7 SW 213° 8 NE 33°	
SPEED FOR GROUND Vs (Kt)	13.40 13.97	16.91 17.25 16.99	20.32 19.30	20.66 20.15	
NO OF PROP. REV/MIN N	82.3 79.2	100.8 98.8 101.9	117.4 118.0	122.0 122.8	
SHP	1 2.748 2.644	5.549 5.439 5.654	9.386 9.381	10.736 10.805	
DHP	2.555 2.412	5.151 5.092 5.252	8.835 8.828	10.164 10.283	
$N^3 \times 10^{-6}$	2.456 2.340	5.111 5.031 5.152	8.832 8.825	10.160 10.253	
TORQUE COEFFT. $\beta$	0.05574 0.04968 (0.01521 0.01775)	1.0242 0.9644 1.0581 (0.01722 0.01800 0.01680)	1.6181 1.6430	1.8158 1.8518 (0.01884 0.01854)	
$V_t$	(0.669) 0.700	0.680 0.662 0.689	0.643 0.651	0.633 0.637	
$1 - w$	(0.786) 0.759	0.775 0.725 0.790	0.710 0.761	0.715 0.742	
$(1 - w)$ mean	(0.773)	0.754	0.736	0.729	
RELATIVE SPEED W (Kt)	41.21 23.72	13.03 44.91 17.69	49.19 16.33	54.05 19.44	
RELATIVE DIRECTION $\theta$ (DEG)	R 19° L 122°	R 107° R 30° L 110°	R 19° L 108°	R 23° L 101°	
COEFFT. OF WIND DIRECTION EFFECT K	1.114 -0.500	-0.082 -1.200 -0.150	1.114 -0.105	1.159 0.050	
$w^2$	1.6983 5.626	16.98 20.69 31.29	24.197 26.67	29.214 37.79	
$K_w^2$	1.8920 -28.13	-13.9 24.202 -46.9	26.955 -28.0	33.860 18.9	
$V_s$	1.796 195.2	285.9 297.6 288.7	412.9 372.5	426.8 406.0	
$V_s^2 - K_w W^2$ (1)	460.9 476.5	299.8 344.5 335.6	440.9 400.5	407.9 387.1	
$K_w W_0^2 - K_w W^2$ (2)	217.3 3	243.41 246.71	27.235	33.671	
$q_a - q_w$ (3)	(0.00150)	0.00078 0.00120	0.00030	0.00020	
(3) $\times (1)/(2)$	(0.00032)(0.00033)	0.00010 0.00016	0.00005 0.00004	0.00003 0.00002	
$q'$	(0.01657)(0.01658)	0.01732 0.01715 0.01696	0.01859 0.01858	0.01914 0.01913	
$\Delta q = q_c - q$	0.01660 0.01655	0.01722 0.01711 0.01729	0.01854 0.01862	0.01909 0.01918	
$\Delta q = q_c - q$	-0.00115 0.0003	0 -0.00080 0.00049	-0.00030 0.00008	-0.00022 0.00007	
$\Delta V_{sw}$ (Kt)	0.054 -0.013	0 -0.10.50 -0.28	-0.20 -0.05	-0.15 -0.05	
VS FOR NO VS <sub>0</sub> (Kt)	13.94 13.84	16.91 17.75 16.71	20.52 19.25	20.81 20.10	
DHP FOR NO WIND COND. DHP <sub>0</sub>	2.681 23.83	5.111 4.792 5.301	8.692 8.865	10.045 10.290	
MIDDLE TIME OF A RUN	9.00 3.9 21.2	10.16 8.10 34.811 0.78	11.38 5.11 54.6	12.27 5.12 42.5	
MIDDLE TIME OF A PAIR OF RUNS	9.10.8	10.258 10.513	11.466	12.35.0	
VS <sub>0</sub> X $\frac{N}{N}$	13.94 14.38	16.58 17.75 16.47	20.52 19.15	20.81 19.97	
MEAN SPEED OF TIDAL CURRENT	0.22	213° 0.585 0.640	0.685	0.42	
SPEED OF TIDAL CURRENT AT EACH RUN	0.40 0.06	0.55 0.61 0.67	0.70 0.66	0.49 0.36	
RESULTS	V <sub>s</sub> N DHP	14.34 13.78 82.3 79.2 2.681 23.83	17.46 17.14 17.38 100.8 98.8 101.9 5.111 4.792 5.301	19.82 19.91 117.4 118.0 8.692 8.865	20.32 20.46 122.0 122.8 10.045 10.290

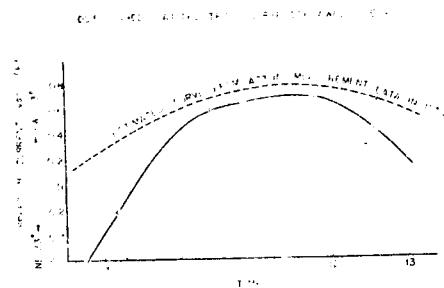
- 1 DHP MEANS THE DHP<sub>m</sub> INDICATED IN METHOD (1) OF TABLE (III)
- 2  $q = \frac{Q}{\rho \pi^2 D^5} = 3.451 \times \frac{DHP}{N^3}$
- 3 PROP. OPEN CHARACTERISTIC CURVE USED IN THE ANALYSIS IS SHOWN IN FIG 17
- 4  $1 - w = \frac{V_t}{V_s} = 0.1912 N v_i$
- 5 THE VALUE OF COEFFT. OF WIND DIRECTION EFFECT ARE DERIVED FROM STANDARDIZED METHOD OF ANALYSIS OF SPEED TRIAL RESULTS ASSUMING  $(1 - w)_m = 0.740$
- 6 IN RANGE OF  $q = 0.01625 \sim 0.931$
- $\Delta V_{sw} = \frac{\Delta V}{1 - w} = -5.656 \times N \times q^2$
- 7 IN THE CASE OF  $\frac{1}{4}$  OUTPUT, THE RELATION BETWEEN N AND  $q$  IS NOT PROPER, AND ESTIMATED  $q$  SHOWN IN ( ) IS USED IN ANALYSIS



第7-23図 船底波状粗度計測結果

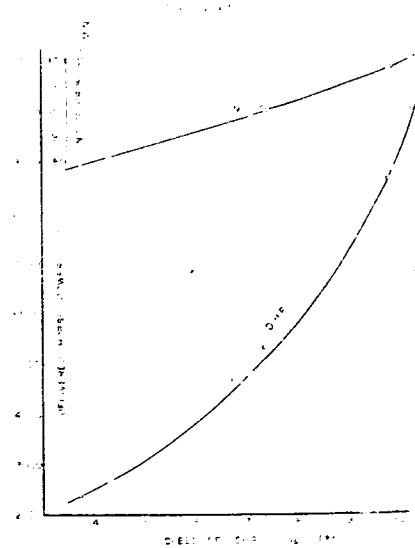


第7-24図 ツルク常数曲線



第7-25図 潮流曲線

- (9) 外板粗度計測結果 第7-21図
- (10) 外板粗度計測記録の一例 第7-22図  
山梨丸の場合も含めて、計測記録の数例を掲げた。
- (11) 船底波状粗度計測結果 第7-23図
- (12) 試運転成績標準解析 第7-12表
- (13) ツルク常数曲線 第7-24図
- (14) 潮流曲線 第7-25図
- (15) 試運転成績図 第7-26図
- (16)  $\Delta C_F$  解析 第7-13表



第7-26図 試運転成績図

第7-13表  $\Delta C_F$  表

OUTPUT	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{9}{4}$								
$V_s$	14.34 13.78	17.46 17.14 17.38	19.82 19.91	20.32 20.46								
$\eta_p$	0.1949 0.1873	0.2373 0.2330 0.2362	0.2694 0.2706	0.2762 0.2781								
$N$	823 792	1008 988 1019	1174 1180	1220 1228								
DHP	2681 2383	5111 4792 5301	8692 8865	10045 10290								
$K_d$	0.01660 0.01655	0.01722 0.01711 0.01729	0.01854 0.01862	0.01909 0.01918								
$\eta_R$	1.042 1.042	1.040 1.040 1.040	1.045 1.045	1.047 1.047								
$K_{d0} = K_d \times \eta_R$	0.01730 0.01724	0.01791 0.01779 0.01798	0.01937 0.01946	0.01999 0.02008								
$U_i$	0.678 0.679	0.665 0.668 0.664	0.631 0.629	0.616 0.614								
$1 - \omega_s$	0.744 0.746	0.734 0.736 0.744	0.715 0.713	0.707 0.705								
$1 - \omega_m$	0.710 0.710	0.712 0.712 0.712	0.716 0.717	0.719 0.720								
$\epsilon_t = 1 - \omega_m / 1 - \omega_s$	0.954 0.952	0.970 0.967 0.957	1.001 1.005	1.017 1.021								
$K_T$	0.1110 0.1104	0.1162 0.1152 0.1166	0.1304 0.1314	0.1365 0.1375								
$1 - t$	0.812 0.812	0.804 0.806 0.805	0.798 0.798	0.798 0.797								
EHP	2.111 1.869	3.998 3.747 4.086	6.856 7.013	7.947 8.155								
$C_t \times 10^3$	2.797 2.790	2.934 2.908 3.041	3.440 3.472	3.701 3.720								
$Re \times 10^9$	1.021 0.981	1.243 1.220 1.237	1.411 1.417	1.446 1.456								
<hr/>												
TTC 1957	$CR \times 10^3$ 1.952 $CF \times 10^3$ 1.527 $CFO \times 10^3$ 0.425 (MEAN)	0.845 0.830 1.959 1.960 1.490 1.494 1.491 0.469 0.467 0.582	0.975 0.947 0.968 1.961 2.073 1.467 1.466 0.453 0.453	1.520 1.553 1.920 1.919 1.467 1.466 0.453 0.453	1.710 1.764 1.991 1.956 1.463 1.461 0.528 0.495							
Schoenherr	$CR \times 10^3$ 1.879 $CF \times 10^3$ 1.527 $CFO \times 10^3$ 0.352 (MEAN)	0.918 0.905 1.896 1.898 2.011 1.491 1.494 1.492 0.405 0.404 0.519	1.038 1.010 1.030 1.898 2.011 1.494 1.492 0.404 0.519	1.576 1.610 1.864 1.862 1.468 1.467 0.396 0.395	1.768 1.822 1.933 1.898 1.463 1.462 0.470 0.436							
Hughes	$C_w \times 10^3$ 2.227 $CF \times 10^3$ 1.357 $CFO \times 10^3$ 1.677 $(I+K)CFO \times 10^3$ 0.550 $\Delta C_F \times 10^3$ (MEAN)	0.570 0.556 2.231 2.234 1.324 1.364 1.637 1.686 0.594 0.548	0.703 0.674 0.695 2.234 2.346 1.327 1.325 1.640 1.638 0.594 0.575	1.252 1.290 2.188 2.182 1.303 1.302 1.611 1.609 0.577 0.573	1.457 1.488 2.244 2.232 1.299 1.298 1.606 1.604 0.638 0.628							
<p>1. <math>K_d = 3.451 \times \frac{DHP}{N^2}</math></p> <p>2. VALUES OF <math>\eta_p</math> AND <math>(1-t)</math>, ARE DERIVED FROM RESULTS OF MODEL PROPULSION TEST.</p> <p>3. <math>U_i</math> IS READ IN PROPELLER OPEN CHARACTERISTIC CURVE.</p> <p>4. <math>1 - \omega_s = V_i / V_s</math>      <math>V_i = 0.1912 N U_i</math></p> <p>5. <math>EHP = V_s N^2 (1 - t) K_T / 4.146</math></p> <p>6. <math>C = 0.003907 \frac{EHP}{V_s^3}</math></p> <p>7. TRIAL CONDITION OF ACTUAL SHIP, AND TEST CONDITION OF MODEL SHIP ARE AS FOLLOWS</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>ACTUAL SHIP</td> <td>MODEL SHIP</td> </tr> <tr> <td>DISPLACEMENT</td> <td>7636t</td> </tr> <tr> <td>TRIM</td> <td>390m (27%)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>285m (20%)</td> </tr> </table>					ACTUAL SHIP	MODEL SHIP	DISPLACEMENT	7636t	TRIM	390m (27%)		285m (20%)
ACTUAL SHIP	MODEL SHIP											
DISPLACEMENT	7636t											
TRIM	390m (27%)											
	285m (20%)											

7・5・2・3 オニギリ丸と丸

(1) 試運転状態ならびに対地速度など計算結果

第7-14表

(2) 相対風向角変化曲線 第7-27図

(3) 回転数変化曲線 第7-28図

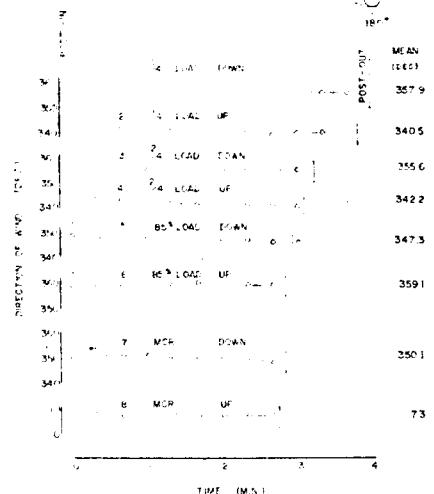
(4) 試運転成績標準解析 第7-15表

(5) 潮流曲線ならびにトルク常数曲線

第7-29図

(6) 試運転成績図 第7-30図

(7)  $\Delta C_F$  解析 第7-16表



第7-27図 相対風向角変化曲線

第7-14表 運転状態並びに対地速度など計算結果

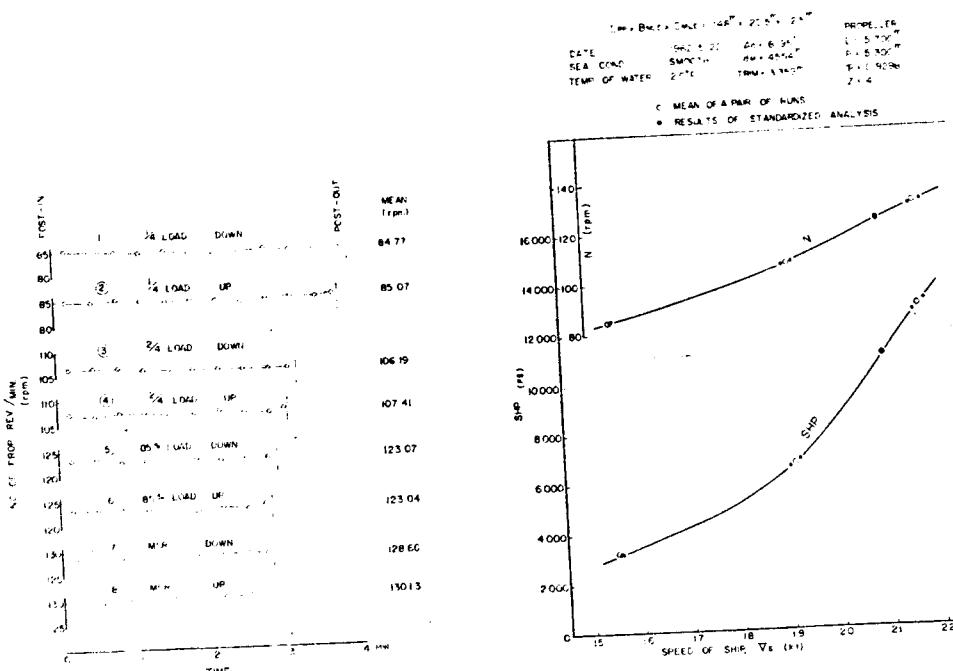
$$LPP \times BMLD \times DMLD = 148^m \times 20.5^m \times 125^m$$

DATE	:	1962 5 22	$\Delta\alpha = 8.195^f$	PROPELLER
SEA COND.	:	SMOOTH	$d_m = 4554^m$	$D = 5700^m$
TEMP. OF WATER	:	$20^{\circ}$	TRIM = 3.359 <sup>m</sup>	$P = 5300^m$
TRIAL COURSE	:	OFF MIYE MILE-POST		$p = 09298$
INSTRUMENTS USED	:	TOGINO'S TORSION METER 6 ELEMENTS RECORDER ROBINSON TYPE WIND METER		$Z = 4$

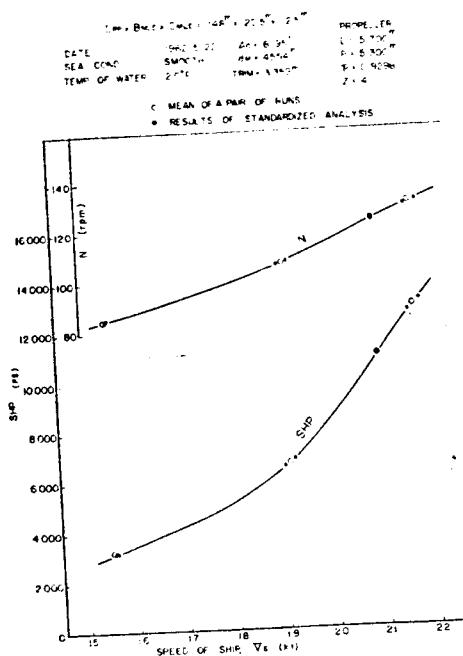
OUT PUT	N O F R UN	N (r.p.m)	SHP (PS)	VS (kn)	RELATIVE WIND		ABSOLUTE WIND	
					DIREC- TION (DEG)	SPEED (m/s)	DIREC- TION (DEG)	SPEED (m/s)
$\frac{1}{4} L$	1	84.77	3.218	15.19	357.9	11.12	42.6	3.33
	2	85.07	3.190	15.84	340.5	572	84.3	3.36
	MEAN	84.92	3.204	15.51				
$\frac{2}{4} L$	3	106.19	6.555	18.70	355.6	12.33	30	2.85
	4	107.41	6.773	19.53	342.2	91.9	6.54	3.07
	MEAN	106.80	6.664	19.11				
$85\% L$	5	123.07	10.994	20.61	347.3	12.39	11.8	3.10
	6	123.04	10.910	21.29	359.1	9.46	55.8	1.49
	MEAN	123.06	10.927	20.95				
MCR	7	128.66	12.647	21.34	350.1	14.13	10.5	3.80
	8	130.13	12.987	22.02	73	8.75	27.1	2.90
	MEAN	129.40	12.817	21.68				

N MEANS TOTAL MEAN OF NO OF PROP REV/MIN. DURING A RUN

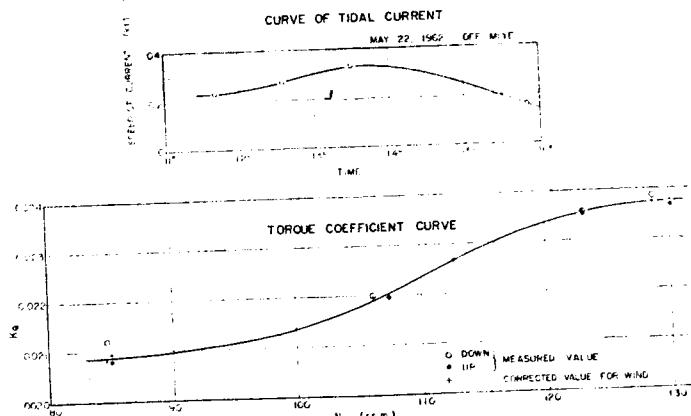
SHP MEANS SHAFT HORSE POWER AT THE INTERMEDIATE  
SHAFT BETWEEN NO.1 AND NO.2 PLUMMER  
BLOCK JUST BEFORE STERN TUBE



[第7-28図] プロペラ回転数変化曲線



[第7-30図] りゅうもんじ丸標準試運転結果



[第7-29図] 潮流曲線ならびにトルク係数曲線

## 7.6 標準試運転結果の考察

標準試運転の結果は、標準解析を行なって風および潮流の影響を除き、一応模型船の水槽試験成績との比較の対象となるべき値に修正されたわけである。しかしながら、このうち山利丸の値は、前述のように信頼性に欠けるので、前年度において推力測定装置確認のために行なわれた予備計測結果（A 船とする）を資料に加えることとした。

まず実用上の見地から、水槽試験結果に基づいて実船の有効馬力を算定するさいに必要とされる、いわゆる粗度修正係数  $AC_F$  の値をレイノズル数を基に置点して第7-31図に示す。これらの平均値

第7-15表 試運転成績標準解析

$$L_{PP} \times B_{MLD} \times D_{MLD} = 148m \times 20.5m \times 12.5m$$

DATE : 1962.5.22       $\Delta a = 8.195^{\dagger}$  PROPELLER  
 TRIAL COURSE : OFF MIYE MILE POST       $d_M = 4.554m$  D = 5.700 m  
 SEA COND. : SMOOTH      TRIM 3.359 m P = 5.300 m  
 TEMP OF WATER : 20°C  
 DAYS ELAPSING AFTER DOCK-OUT = 88 P = 0.9298 m  
 $Z = 4$

NO AND DIRECTION OF RUN	OUT PUT		1/4		2/4		85 %		MCR	
	1 D	2 U	3 D	4 U	5 D	6 U	7 D	8 U		
SPEED FOR GROUND $V_s$ ( $\frac{km}{h}$ )	15.19	15.84	18.70	19.53	20.61	21.29	21.34	22.02		
PROPELLER R.P.M., N	8477	85.07	106.19	107.41	123.07	123.04	128.66	130.13		
S.H.P.	3218	3190	6555	6773	10944	10910	12647	12987		
$N^3 \times 10^{-6}$	0.6092	0.6156	1.197	1.239	1.864	1.863	2.130	2.204		
$C_Q$	0.0222	0.02082	0.02200	0.02196	0.02359	0.02353	0.02386	0.02367		
RELATIVE DIRECTION $\theta^*$ WITH OR AGAINST WIND	357.9	340.5	355.6	342.2	347.3	359.1	350.1	7.3		
$a$ $w$	$a$	$w$	$a$	$w$	$a$	$w$	$a$	$w$		
COEFFT OF WIND DIRECTION EFFECT, $k_w$	1.000	1.123	1.005	1.096	1.044	1.000	1.029	1.017		
RELATIVE SPEED $W' (m/s)$	11.12	5.72	12.33	9.19	12.39	9.46	14.13	8.75		
" $W (\frac{km}{h})$	21.62	11.12	23.97	17.86	24.08	18.39	27.47	17.01		
$W^2 (\frac{km}{h}^2)$	467	124	575	319	580	338	755	289		
$V_s^2 (\frac{km}{h}^2)$	231	251	350	381	425	453	455	485		
$k_w W^2 (\frac{km}{h}^2)$	467	139	578	350	606	338	777	294		
$V_s^2 - k_w W^2$	-236	112	-228	31	-131	115	-322	191		
$k_w W_a^2 - k_w W_w^2$	328		228		268		483			
$C_{Qa} - C_{Qw}$	0.0040		0.00004		0.00006		0.00019			
$\Delta C_Q'$	-0.0039	0.00014	-0.0004	0.00000	-0.0004	0.0003	-0.0013	0.0008		
$C_Q$	0.02122	0.02082	0.02200	0.02196	0.02359	0.02353	0.02386	0.02367		
$C_Q' = C_Q + \Delta C_Q$	0.02083	0.02096	0.02196	0.02196	0.02355	0.02356	0.02373	0.02375		
$C_{Qa}$	0.02090	0.02090	0.02191	0.02205	0.02356	0.02356	0.02373	0.02375		
SHP FOR NO WIND COND.	3170	3203	6529	6800	10930	10923	12577	13031		
$\Delta C_Q = C_{Qa} - C_Q$	-0.0032	0.00008	-0.0009	0.00009	-0.0003	0.0003	-0.0013	0.0008		
$\Delta V_{sw}$	0.11	-0.03	0.04	-0.04	0.02	-0.02	0.07	-0.04		
$V_s$	15.19	15.84	18.70	19.53	20.61	21.29	21.34	22.02		
$V_{so} = V_s + \Delta V_{sw}$	15.30	15.81	18.74	19.49	20.63	21.27	21.41	21.98		
MIDDLE TIME OF A RUN	11°29'	11°52'	12°24'	12°46'	13°19'	13°41'	15°39'	16°00'		
MIDDLE TIME OF A PAIR OF RUNS		11°41'		12°35'		13°30'		15°50'		
WITH OR AGAINST TIDE	$a$	$w$	$a$	$w$	$a$	$w$	$a$	$w$		
$V_{soa} \times N_w / N_a$	15.35	15.75	18.06	19.27	20.62	21.28	21.66	21.73		
MEAN SPEED OF TIDAL CURRENT	0.23		0.27		0.33		0.16			
SPEED OF TIDAL CURRENT AT EACH RUN	0.23	0.23	0.26	0.26	0.32	0.33	0.18	0.15		
FINAL RESULTS	$V_s = V_{so} - V_{so}$	15.53	15.58	19.00	19.21	20.95	20.94	21.59	21.83	
	H	84.77	85.07	106.19	107.41	123.07	123.04	128.66	130.13	
	S.H.P	3170	3203	6529	6800	10930	10923	12577	13031	

NOTE:

$$D^3 = 6.017 \times 10^3$$

$$\frac{dC_Q}{d_s} = \frac{0.00824}{0.160} = 0.0515$$

$$DIIP/SHP = 0.98$$

$$C_Q = \frac{24668}{D^3} \frac{DHP}{N^3} = \frac{4.018}{N^3} SHP$$

$$JV_{sw} = - \frac{PN}{30.86(dC_Q d_s)} \frac{\Delta C_Q}{1-W} = - \frac{128.818}{30.86} N \cdot \Delta C_Q$$

$$= - \frac{1}{0.23961} N \cdot \Delta C_Q$$

$$\Delta C_Q' = (C_{Qa} - C_{Qw}) \frac{V_s^2 - k_w W_w^2}{k_w W_a^2 - k_w W_w^2}$$

$$\text{Speed of tidal current} = \frac{1}{2} \left( V_{soa} - V_{soa} \frac{N_w}{N_a} \right) \text{ or}$$

$$SHP_{no\ wind} = SHP_{measured} \times C_{Q0} C_Q$$

$$= - \frac{1}{2} \left( V_{soa} - V_{soa} \frac{N_a}{N_w} \right)$$

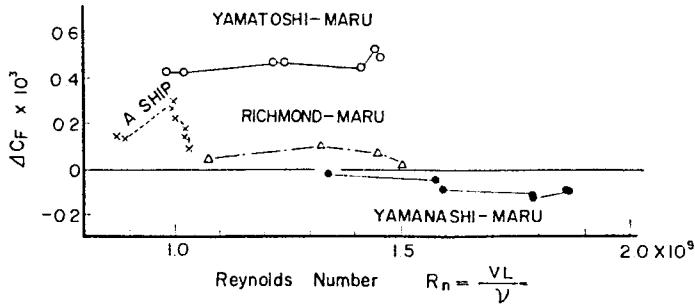
第7-16表  $\Delta C_F$  解析

OUT PUT	$1/4$	$2/4$	85 %	M C R	NOTE
$V_s$ (km)	15.56	19.11	20.95	21.71	FROM THE FINAL RESULTS OF STANDARDIZED ANALYSIS
N (R.P.M.)	84.92	106.80	123.06	129.40	DHP = 0.98 × SHP
DHP (ps)	3.123	6.532	10.708	12.804	
$K_Q$	0.02091	0.02198	0.02356	0.02374	
$\eta_r$	1.008	1.020	1.015	1.015	FROM THE RESULTS OF MODEL PROPULSION TEST
$K_{Q0}$	0.02108	0.02242	0.02391	0.02410	
J	0.7829	0.7594	0.7316	0.7278	FROM THE PROPELLER OPEN CHARACTERISTICS
$I - W_s$	0.789	0.784	0.794	0.801	
$I - W_m$	0.709	0.721	0.733	0.739	FROM THE RESULTS OF MODEL PROPULSION TEST
$e_t$	0.899	0.920	0.923	0.923	
$K_T$	0.1218	0.1328	0.1452	0.1469	
T (t)	26.91	46.42	67.39	75.38	
$I - t$	0.815	0.798	0.808	0.810	FROM THE RESULTS OF MODEL PROPULSION TEST
$R_o$ (t)	21.50	36.31	53.38	59.86	$R_o = (I-t) T / I_02$
$C_{to}$	0.01606	0.01798	0.02199	0.02286	$C_{to} = R_o / \frac{1}{2} U^2 V_o^{3/2}$
F	0.2140	0.2637	0.2891	0.2996	
$R_e \times 10^{-9}$	1.077	1.323	1.450	1.503	
I.T.T.C. 1957	$C_r$	0.00463	0.00639	0.01075	0.01210
	$C_f$	0.01143	0.01159	0.01124	0.01076
	$C_f \times 10^3$	1.570	1.592	1.544	1.478
	$C_{fo} \times 10^3$	1.517	1.479	1.462	1.456
	$\Delta C_f \times 10^3$	0.053	0.113	0.082	0.022
HUGHES	$C_w$	0.00143	0.00340	0.00772	0.00905
	$C'_f$	0.01463	0.01458	0.01427	0.01381
	$C_f \times 10^3$	2.009	2.002	1.960	1.896
	$C_{fo} \times 10^3$	1.346	1.312	1.298	1.292
	$(I+K) C_{fo} \times 10^3$	1.732	1.689	1.671	1.663
	$\Delta C_f \times 10^3$	0.277	0.313	0.289	0.233

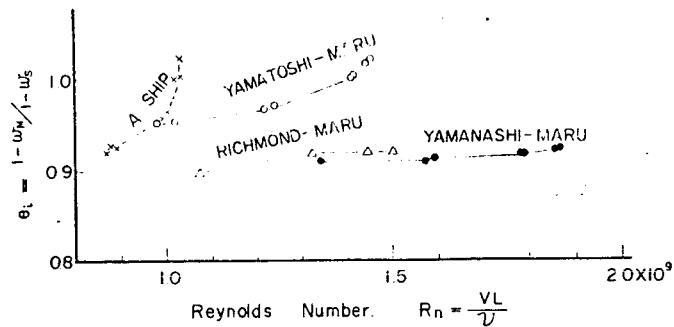
を求めて表にすると、次の表に示すようになる。

第7-17表  $\Delta C_F$  の平均値 $\times 10^{-3}$ 

Name of Ships	Yamanashi-Maru	Yamatoshi-Maru	Richimond-Maru	"A" Ship	
Friction Line					
Based on SHP	I.T.T.C. 1957	-0.070	0.465	0.068	0.185
	Schoenherr	-0.124	0.401	—	0.123
Based on Thrust	I.T.T.C. 1957	-0.021	—	—	0.082
	Schoenherr	-0.073	—	—	0.020



第7-31図  $\Delta C_F$



第7-32図 伴流に対する縮率修正係数

推力の実測値を基に解析して求められた  $\Delta C_F$  の平均値も参考までに同表に付記しておいた。A 船はこの研究部会の対象からはややはざれるもの（計画満載時  $C_B=0.698$ ）であるから、山利丸とともに参考に止めることとすれば、山梨丸あるいは“りっちゃんど丸”のような高速貨物船においては、摩擦抵抗式として ITTC 1957 M-S Correlation Line を使用した場合は  $\Delta C_F \approx 0$  として大過ないようである。

また自航要素のうち、縮率影響が最も大きく現われるものと考えられる伴流係数について、修正係数  $c_t = 1 - w_m / 1 - w_s$  を求めて第7-32図に示す。この場合も山梨丸および“りっちゃんど丸”に注目すれば、 $c_t = 0.91 \sim 0.92$  程度の値を示すものようである。

第7-18表 推進器効率比  $\eta_R$

山 梨 丸				A 船			
F	$\eta_{RS}$	$\eta_{RM}$	$\eta_{RS}/\eta_{RM}$	F	$\eta_{RS}$	$\eta_{RM}$	$\eta_{RS}/\eta_{RM}$
0.2246	1.017	0.995	1.022	0.2322	0.999	1.045	0.956
0.2253	1.016	0.995	1.021	0.2366	0.996	1.045	0.953
0.2666	0.982	0.992	0.990	0.2327	1.000	1.045	0.957
0.2637	0.984	0.992	0.992	0.2665	1.024	1.048	0.977
0.2986	0.978	0.993	0.985	0.2646	1.020	1.047	0.975
0.2994	0.978	0.993	0.985	0.2653	1.020	1.047	0.975
0.3123	1.049	0.993	1.056	0.2715	1.049	1.050	0.999
0.3107	1.034	0.993	1.041	0.2742	1.059	1.051	1.007
				0.2718	1.047	1.050	0.997

なお実船の推力を計測された2船については、実船のプロペラ効率比  $\eta_R$  を算出し、模型船の値と比較してみた。その結果は第7-18表に示すとおりである。実船の推力計測例はまだ少ないが、結論を急ぐことはできないが、プロペラ効率比  $\eta_R$  の値は、模型船と実船との間に大きな相違はないものようである。

また山梨丸と山利丸との船体表面粗さの計測結果、あるいは山利丸の船底波状粗度 (Waviness) の計測結果などは、まだ解析に利用するまでに至らず、単に参照するに止まつたが、貴重な資料として累積され、今後の定量的解析に役立つことがあるものと考えられる。

## 7.7 結 言

さきに述べたように、この研究部会は当初より供試船の選定に苦しつんだが、これに試運転当日の悪条件なども加わって有効に利用できた資料は標準試運転を実施したもの1隻、標準試運転に準ずる試運転を行なつて、その成績を提供されたもの1隻の合計2隻に止まつた。したがつて、本来の目的に従事はやや不十分の感を免れないが、系統的模型試験の結果を実船に適用するに当り、一応の手掛りは得られたものと考えられる。

第7章の図表の正誤

図表番号	誤	正
第7.1表	表中の「 $C_d$ 」および下より3欄目「C」	$C_M$
第7.2表	No. 3 RUN の COURSE DIRECTION 「空欄」	S
第7.3表	上より3欄目 「CLOCK」	CLOCK
第7.5表	No. 12 ITEM 「DISCHAR！」	DISCHARGE
第7.8表	NOTE 上より4欄目 「 $kq_0 = kq \times \eta_R$ 」 上より5欄目 「CHARACTERISTICS！」 上より9欄目 「CARACTERISTICS！」	$kq_0 = kq \times \eta_R$ CHARACTERISTICS 同上
第7.10表	TURNING RECORDS TURNING DIRECTION 「ASTERN」	ASTERN
	RESULT OF SHIP MEASUREMENT 表の下部 G の説明 「RIGIDTY」	RIGIDTY
第7.11表	(3)表 第2欄 「 $Q_1 - Q_2$ 」 No. 1 TORSION METER の欄 「SHP, Q, HP」 No. 2 TORSION METER の欄 「SHP, Q, HP」	$Q_1 - Q_2$ $SHP_1, Q_1, HP_1$ $SHP_2, Q_2, HP_2$
第7.14表	$d_a = 8.195^{\circ}$ PROPELLER の項 「 $p = 0.9298$ 」	$d_a = 8.195^{\circ}$ $p = 0.9298$
第7.15表	CORRECTION FOR WIND の項 上より6欄目 「 $W'(m/s)$ 」 FINAL RESULTS の項 下より2欄目 「H」	$W'(m/s)$ N

## 8. 結 言

以上述べてきたように、 $C_B=0.625$  の船型を中心とした高速貨物船の船型要素が静水中および波浪中の運航性能ならびに操縦性能におよぼす影響がほぼ明らかになり、また実船の標準試運転を通じて、推進性能における模型船と実船との相関関係に関する資料も求められて、本研究部会の所期の目的を達することができたものと考えられる。また船舶技術研究所で行なわれている  $C_B=0.575$  の船型に対する同様の試験結果の解析が完了すれば、 $C_B=0.625$  および  $C_B=0.575$  の両船型に関する設計図表が完備することになり、任意の主要目をもつ高速貨物船の推進性能をより正確に推定することができ、高速貨物船の設計に対して非常に有益な資料になるものと思われる。

本報告を終るに当り、実験を担当された船舶技術研究所、三菱造船株式会社船型試験場、東京大学および大阪大学、また本研究に協力された関係造船会社に深甚なる謝意を表する次第である。

昭和39年12月25日 印刷  
昭和39年12月30日 発行

日本造船研究協会報告 第45号

発行人 菅 四 郎

発行所 社団法人日本造船研究協会

東京都港区芝琴平町35

船舶振興ビル8階

電話 (502) 2371~80

内線 (421~426)

印刷所 (有) 啓文堂 松本印刷

東京都新宿区東五軒町 26

電話 (260) 2807