

日本船舶振興会昭和41年度補助事業  
“巨大船に関する調査研究”

研究資料 No. 61

## 第98研究部会

# 巨大船の運航性能に関する実験研究 報告書

昭和42年3月

社団法人  
日本造船研究協会

## は　し　が　き

本報告書は日本船舶振興会の昭和41年度補助事業「巨大船に関する調査研究」の一部として日本造船研究協会が第98研究部会においてとりまとめたものである。

第98研究部会委員会委員名簿（敬称略、五十音順）

部会長	重川涉	(日本舶用機器開発協会)
幹事	安部光弘	(三井造船)
"	乾崇夫	(東京大学)
"	井上正祐	(九州大学)
"	岩田達三	(防衛庁技術研究本部)
"	上田隆康	(船舶技術研究所)
"	岡田正次郎	(日立造船)
"	岡本洋	(川崎重工)
"	国安常雄	(吳造船所)
"	笠島秀雄	(大阪大学)
"	須藤彰一	(日立造船)
"	須藤正信	(日本鋼管)
"	島田広二	(石川島播磨重工)
"	田古里哲夫	(東京大学)
"	地引棋真	(日本鋼管)
"	土田陽	(船舶技術研究所)
"	豊田昭三	(三菱重工)
"	野本謙作	(大阪大学)
"	松岡剛	(防衛庁技術研究本部)
"	松岡史香	(佐世保重工)
"	森信篤	(船舶技術研究所)
"	森山茂男	(船舶技術研究所)
"	矢崎敦生	(船舶技術研究所)
"	山崎隆介	(九州大学)
"	山本邦夫	(日本鋼管)
委員	石井正夫	(浦賀重工)
"	飯塚正文	(三菱重工)
"	金井一十三	(昭和海運)
"	久津間裕良	(通輸省)
"	塚本周吉	(函館ドック)
"	藤井齊	(三菱重工)
"	丸谷治彦	(大阪商船三井船舶)
"	元良誠三	(東京大学)

討議參加者

家 永 森 威 雄	(佐世保重工)
泉 島 晃 利	(三菱重工)
牛 島 秀 利	(浦賀重工)
大 橋 誠 二	(船舶技術研究所)
蒲 谷 勝 治	(浦賀重工)
川 隅 一 道	(佐世保重工)
小 谷 川 安 正	(大阪造船所)
島 田 宏 二	(石川島播磨重工)
田 島 巧 治	(笠戸船渠)
田 中 陽	(川崎重工)
永 松 秀 一	(浦賀重工)
並 松 正 明	(吳造船所)
平 井 敏 郎	(大阪商船三井船舶)
松 尾 稔	(大阪商船三井船舶)
松 島 昭 一	(浦賀重工)
松 本 宏 之	(吳造船所)
森 正 彦	(石川島播磨重工)
山 崎 劳 蘭	(佐世保重工)
山 崎 良 二	(函館ドック)

## 目 次

第 1 章 概 要 .....	1
第 2 章 推進性能に関する研究 .....	3
2.1     1 軸船の系統的模型試験 .....	3
2.1.1    ブリズマチック・カーブ・シリーズ .....	3
2.1.2    C <sub>B</sub> シリーズ .....	27
2.1.3    バルブ付と普通型船首との比較 .....	45
2.2     船首形状改善による馬力節減の研究 .....	48
2.3     船尾形状改善による馬力節減の研究 .....	76
2.4     実船試験の資料収集と相関性 .....	86
第 3 章 旋回操縦性能に関する研究 .....	91
3.1     浅水中における旋回性能模型試験 .....	91
3.2     実船操縦試験の資料収集と解析 .....	96

# 第1章 概 要

本年度における事業計画は、次のとおりであつた。

## 1.1 バルブ付船型の推進性能に関する研究

### 1.1.1 1軸船の系統的模型試験

従来の船型よりもさらに広幅および扁平なバルブ付1軸船について、船型要素と推進性能の関係を明らかにし、また従来のSR61船型（普通型船首）との性能比較のため、次の模型試験を行なう。

#### (i) ブリズマチック・カーブ・シリーズ

$C_B = 0.80$ ,  $L/B = 5.5$ ,  $B/d = 3.06$ ,  $I_{CB} = -2.5\%$ に保ち、船体後半部のブリズマチック・カーブの形状を、母型、肩張り、肩落ちの3種に変えて試験を行なう。

#### (ii) $C_B$ シリーズ

上記の母型に対し、 $C_B = 0.78, 0.80, 0.82, 0.84$  の4種の $C_B$ について試験を行なう。

#### (iii) バルブ付と普通型船首との比較

$C_B = 0.80$ において、バルブ付母型とSR61船型との比較試験を行なう。

### 1.1.2 2軸船の系統的模型試験

2軸船型について、船型要素と推進性能との関係を明らかにするために、次の模型試験を行なう。ただし、本年度は、模型船の製作にとどめ、水槽試験は、次年度に行なう。

#### (i) $C_B$ シリーズ

$L/B = 5.5$ ,  $B/d = 3.06$ ,  $I_{CB} = -2.5\%$ に保ち、 $C_B$ を0.80, 0.82および0.84の3種に変化する。

#### (ii) バルブ付と普通型船首との比較

$C_B = 0.80$ の母型に対し、船首部変更の比較試験を行なう。

本試験は模型の製作にとどまつたため各模型船の線図などについては次年度に報告する。

### 1.1.3 船首形状改善による馬力節減の研究

満載状態とバラスト状態におけるバルブ付船首の効果を改善するため、波およびウズを減少せしめるようなバルブおよびフィレットの形状寸法を理論的および流線観測ならびに抵抗試験によつて調査する。試験としては、次の2種が含まれる。

#### (i) 回流水槽における流線観測試験

バルブおよびフィレットの形状を系統的に変化させて、流線を観測する。 $C_B = 0.80$ である。

#### (ii) 抵抗試験

流線観測の結果を参考にして、有利と思われる模型を製作し、バルブ形状を数種に変えて試験する。ただし、今年度は、模型製作のみで、試験は次年度となる。

### 1.1.4 船尾形状改善による馬力節減の研究

船尾形状を変化させて模型試験を行ない、あわせて流速分布を計測し、推進性能のよい船型を求める。1軸船型および2軸船型について行なうが、2軸船型については、模型製作のみで、実験は、次年度となる。

### 1.1.5 実船の速度試運転資料の収集と相関性

7隻程度の巨大船について、試運転資料を収集し、これらを解析して、模型試験結果との関連を求める、巨大船の推進性能推定に必要な資料を求める。

## 1.2 旋回操縦性能に関する研究

### 1.2.1 浅水中における旋回性能模型試験

$C_B = 0.80$ および0.84の2種の船型について、次の試験を行なう。

(i) 浅水影響

1軸および2軸船型について、水深を数種に変化させたときの旋回試験を行なう。

(ii) 1軸、2軸の比較

深水中および浅水中で、1軸1舵船型と2軸2舵船型の性能比較を行なう。

なお、上記(i)および(ii)の試験の一部については、今年度は模型製作のみにとどめ、水槽試験の実施は次年度になつているものもある。

#### 1.2.2 実船試験の資料収集と解析

巨大船の操縦性能については特に小舵角において針路不安定となつて、操船上不安があり、また模型試験との関連においても問題点が残されている。これについては、まず正確な実船の性能を把握する必要があるので、できるだけ多くの新造大型船について、旋回および操縦試験結果の収集を行ない、これらを解析して、実船の旋回および操縦性能の実態を検討する。また、正確な実船資料がえられた船舶について、模型試験を行なつて、模型と実船の相関関係についても調査し るようとする。ただし模型試験は次年度とする。

上記の各実験研究は、次の各担当場所で行なわれた。

項目	実験担当	とりまとめ担当
1.1.1 (i)	船研、船型試験部	全 左
(ii)	防衛庁、1研3部	全 左
(iii)	全 上	全 上
1.1.2 (i)	全 上	全 上
(ii)	全 上	全 上
1.1.3 (i) & (ii)	東大、工学部	全 左
1.1.4	阪大、工学部	全 左
1.1.5	各造船所	船研、推進性能部
1.2.1 (i) & (ii)	九大、工学部 防衛庁、1研3部 船研、運動性能部	全 左 全 左 全 左
1.2.2	各造船所	阪大、工学部

## 第2章 推進性能に関する研究

### 2.1 1軸船の系統的模型試験

#### 2.1.1 プリズマチック・カーブ・シリーズ

##### (i) プリズマチック・カーブ・シリーズの説明

本シリーズは、次の要目を有する模型船を母型として、その船体後半部のプリズマチック・カーブを、肩張りおよび肩落ちの合計3種に変化させたものからなる。

母型の主要目

$$L_{PP} = 6.00\text{m}$$

$$L/B = 5.5$$

$$B/d = 3.06$$

$$C_B = 0.80$$

$$C_M = 0.995$$

$$\text{Rise of Floor} = 0$$

$$l_{CB} = -2.5\%$$

船首バルブの大きさ = 10%

船首バルブの形状 = トクリ型

母型の線図を Fig. 2.1.1 に、船体寸法表を Table 2.1.1 に、プリズマチック・カーブを Fig. 2.1.2 に、舵図を Fig. 2.1.3 に示す。

##### (ii) 本シリーズに含まれる模型船

次の3隻の模型船が含まれる。

M.S.No. 1973 母型

" 1974 肩張り

" 1975 肩落ち

上記3隻の模型船のうち M 1974, M 1975 の船体後半部の線図を Fig. 2.1.4、船体寸法表を Table 2.1.2 に、プリズマチック・カーブを Fig. 2.1.5 に示す。

##### (iii) 試験状態など

###### (a) 試験排水量

満載状態および満載状態の約 50% 排水量 (バラスト状態) の2種とする。

###### (b) トリムおよび吃水

母型 (M.S.No. 1973) に対しては、

満載状態 ..... Even Keel

50% 満載状態 ..... (1) 後部吃水をおさえて前の吃水を変化させる。

(2) 排水量一定でトリムを 0.5, 1.5 および 2.5% に変化させる。

母型以外に対しては、

満載状態 ..... Even Keel

50% 満載状態 ..... 1.5% トリム

###### (c) 伴流計測

母型についてのみ、Pitot Tube および Blade Wheel で測定する。

###### (d) 低速抵抗

母型についてのみ計測する。

(e) 試験速度

$F_n = 0.2$ 付近まで測定する。

(f) 乱流促進

S.S. #916およびBuild In Studs を植える。

(g) 摩擦抵抗係数

シェーンヘルの式を用いることとし、想定実船に対する  $C_F$  の値を、 -0.0003 とする。

(IV) 試験結果

(a) 低速抵抗試験

Fig. 2.1.6 に示す。本図によれば、ヒュースの摩擦抵抗基本線をベースにした形状影響係数 K は、ほぼ 0.48 程度となる。

(b) 抵抗試験

母型の抵抗試験結果を Fig. 2.1.7 に、3隻の模型船についての抵抗試験結果の比較を Fig. 2.1.8 に示す。いずれも、船研常用の剩余抵抗係数  $r_R$  の形で示されている。

Fig. 2.1.7 中には、50% 排水量で、トリムを 0.5, 1.5, 2.5% に変化させた場合と、1.5% トリム状態の船尾吃水をおさえて、船首吃水を変化させ、トリムを 0.5 および 2.5% とした場合との両者の試験結果が示されている。

試験状態が若干上記のように異なるために、排水量も下表のように若干変化しているが、トリムが同一のものの  $r_R$  の値は、ほぼ等しいことがわかる。

50% 排水量でトリムを 0.5, 1.5, 2.5% に変化させたときの排水量を  $\nabla 1.5$  とすれば

船尾吃水を 50% 排水量で 1.5% トリムに合せ、船首吃水を変化させて、0.5% トリムにしたときの排水量は

$$\approx 1.18 \nabla 1.5$$

船尾吃水を 50% 排水量で 1.5% トリムに合せ、船首吃水を変化させて、2.5% トリムにしたときの排水量

$$\approx 0.82 \nabla 1.5$$

である。

Fig. 2.1.8 によれば、両載貨状態とも、肩張りの M.S.No. 1974 の  $r_R$  が高く、母型と肩落ちの  $r_R$  は、ほぼ等しい。

(c) 自航試験

自航試験結果の無次元値  $n'$ ,  $p'$ ,  $t'$ などを Fig. 2.1.9 に示す。

抵抗試験において  $r_R$  の高かつた肩張り船型 M.S.No. 1974 は、自航試験においても高い  $n'$ ,  $p'$  を示す。また、肩落ち船型 M.S.No. 1975 も、満載状態では、母型よりも高い  $n'$ ,  $p'$  等を与える。また、両載貨状態において高い  $t'$  を示している。

Fig. 2.1.10 は 3隻の模型船の自航要素を比較して示したものである。

Fig. 2.1.10 によれば、

肩落ち船型の方が肩張り船型にくらべて、 $W_T$  が大きく、 $t$  も大きくて、 $\eta_T$  は大きい傾向が、両載貨状態を通じてみられる。

なお、自航試験に用いた模型プロペラ (M.P.No. 1740) の主要目は、次のとおりである。

$$D = 0.168 m$$

$$H/D = 0.7226$$

$$x_1 = 0.180$$

$$a_B = 0.65$$

$$z = 5$$

$$MAU - Type$$

本プロペラの形状を Fig. 2.1.11 に、単独試験結果を Fig. 2.1.12 に示す。

(V) 有効馬力曲線、伝達馬力曲線等

対応実船を  $L_{PP} = 300 m$ , 主機 3,000 shp  $\times$  90 rpm として以上の試験結果から有効馬力を計算して Fig.

2.1.13, 2.1.14 に、また伝達馬力等を計算して Fig. 2.1.15 に示した。満載状態では母型が、50% 満載状態では肩落ち船型が良好な成績を示している。

Fig. 2.1.1-a SR98 母型(正面線図)

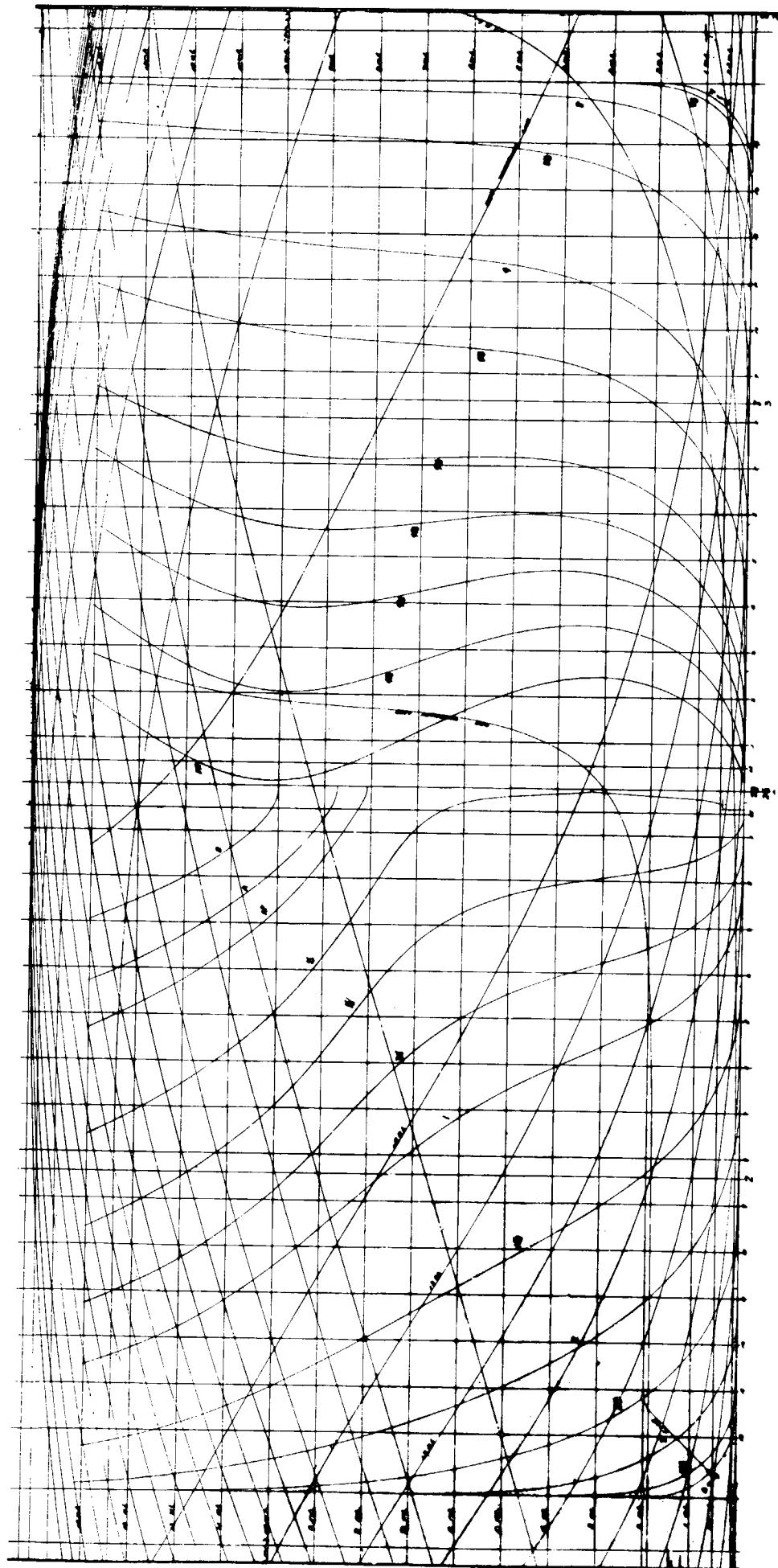


Fig. 2.1.1—b SR98母型(船首尾形状)

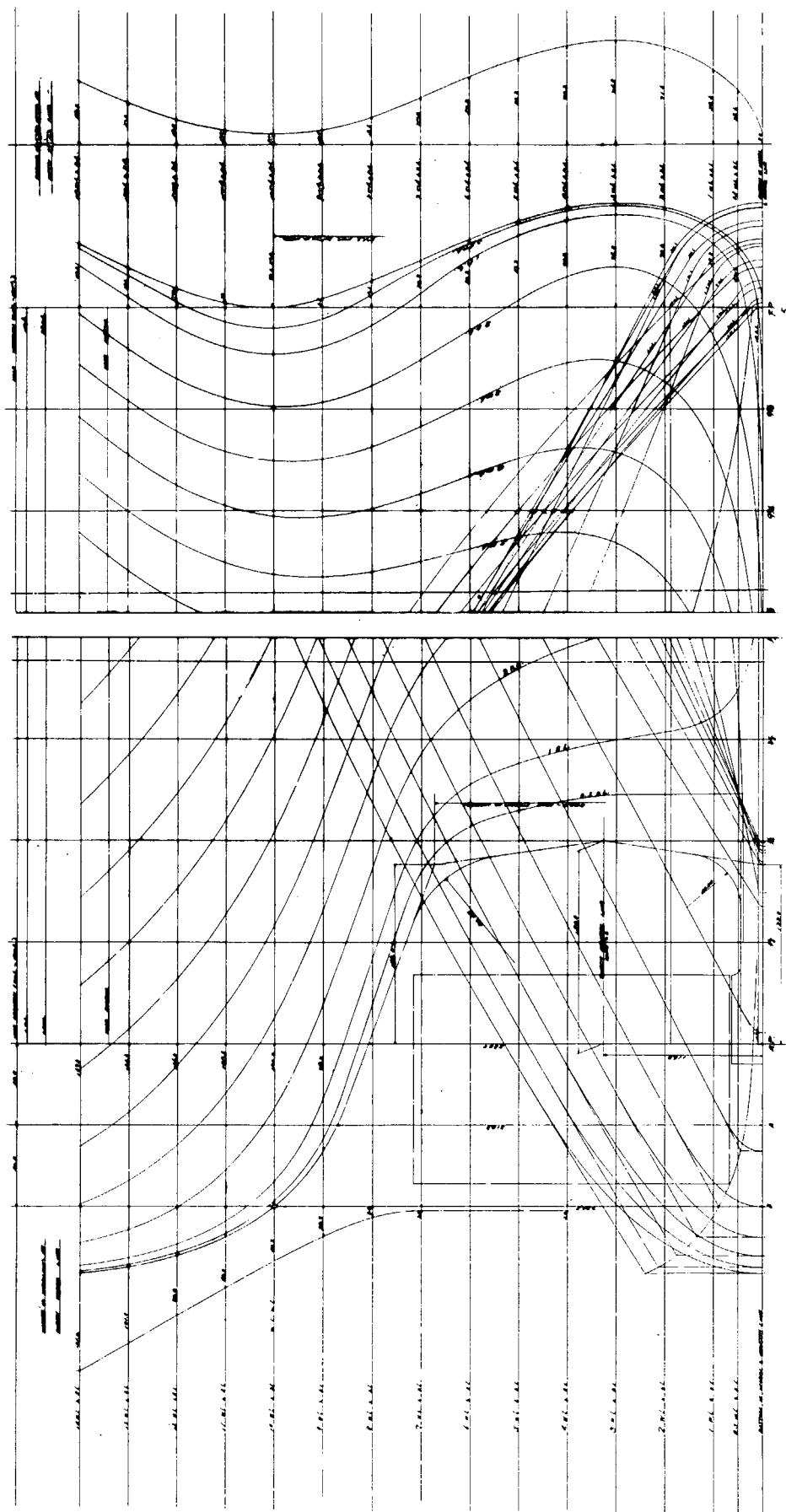


Table 2.1.1 SR 98 母型 船体寸法表

MODEL SHIP NO. 1973

LENGTH OF MODEL / LENGTH OF SHIP = 1/10,000

PARTICULARS

LENGTH (BETWEEN PERPENDICULARS)		6.0000"
LENGTH (ON L. M.L.)		6.1200"
BREADTH		1.909"
DEPTH (DESIGNED FULL LOAD)		6.3565"
DRAFT		0"
POSE OF FLOOR		-
STARTING POINT OF LINE OF FLAT FROM CENTER LINE		0.0673"
DISTANCE OF BILGE CIRCLE WATER LINE, BOW AND STERN LINE AHEAD		0.3565"
DISTANCE AHEAD		0.6000"

L/B = 5.5

C<sub>B</sub> = 0.800C<sub>P</sub> = 0.802C<sub>M</sub> = 1.975

L/B = 2.5%

OFFSETS OF PLATED HULL

	HALF BREADTH (metres)	HEIGHT ABOVE BOTTOM OF MODEL (metres)										
		0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.700	0.800	0.900	1.000
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
2	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
3	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
4	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800
5	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

MODEL SHIP NO. 1973 (SR 98 母型)

L.W.L. SECTIONAL AREA CURVES

$L_{PP}$  m  $\times$   $B$  m  $\times$   $d(R.L.W.L.)$  m  $\times$   $C_B$   $\times$   $C_W$   $\times$   $l_{cb}$   $\times$   $\frac{1}{B}$   $\times$   $\frac{D}{A}$

6.0000  $\times$  1.0909  $\times$  0.3565  $\times$  0.802  $\times$  0.806  $\times$  0.995  $\times$  -2.5000  $\times$  5.50  $\times$  3.06

SECTIONAL AREA	B	A.P.	1/4	1/2	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	7	7 1/2	8	8 1/2	9	9 1/2	10	10 1/2	11	11 1/2	12	12 1/2	13	13 1/2	14	F.P.
0	0	0.94	2.01	6.87	19.67	32.40	44.39	66.16	82.40	92.48	97.60	100.00	"	"	100.00	99.30	97.12	88.40	71.30	58.85	44.05	-27.28	-10.00	0	0	0	0		
L.W.L.	0	11.77	17.71	31.99	45.37	57.60	68.27	85.21	97.45	99.60	100.00	"	"	"	"	100.00	88.72	72.42	57.77	44.49	27.20	36.85	35.52	13.38	.70	0	0	0	0

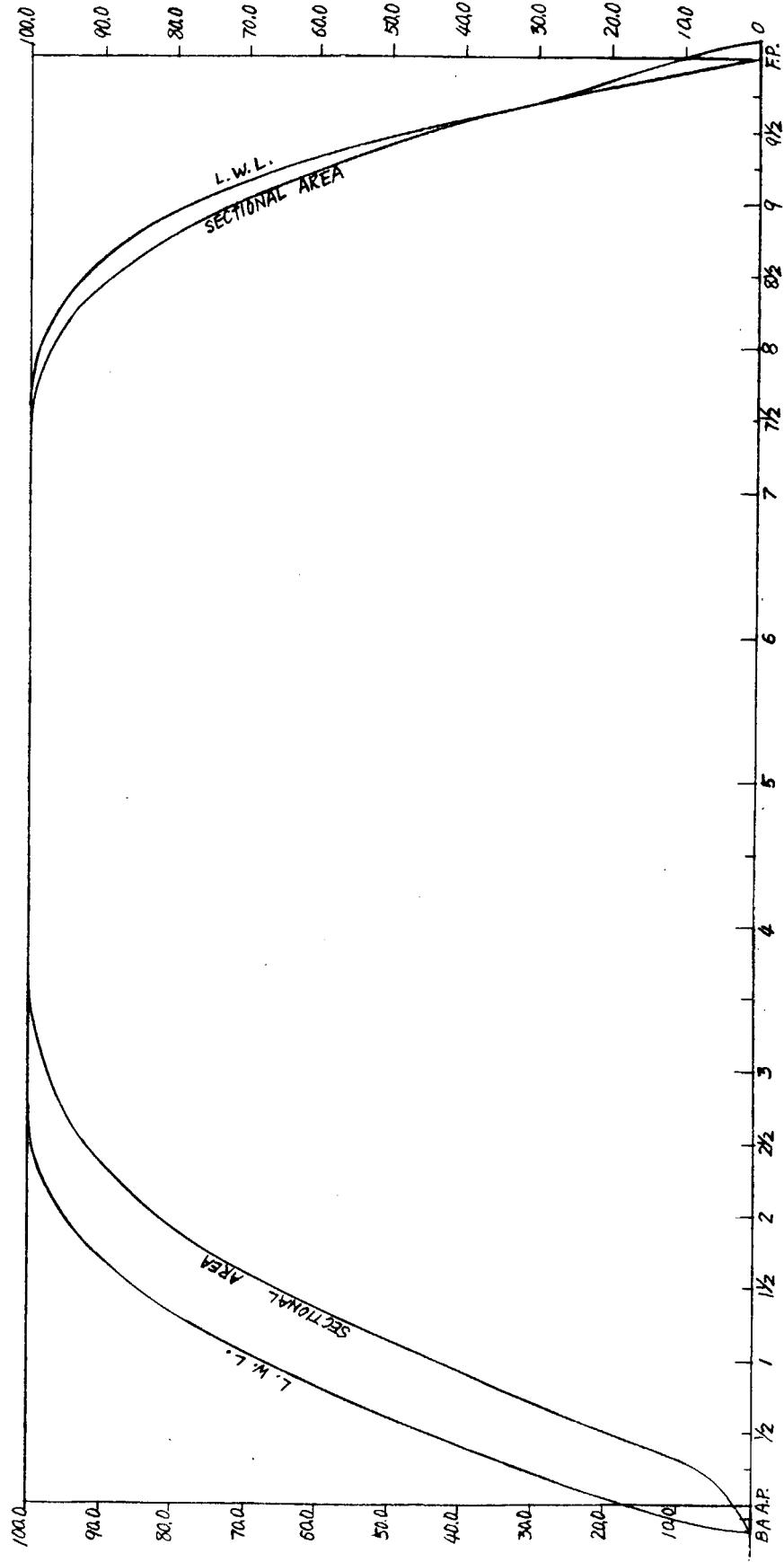


Fig. 2.1.2 SR 98 母型 プリズマチック・カーブ

MODEL SHIP NO. 1973

Rudder

LENGTH OF MODEL / LENGTH OF SHIP =  $\frac{1}{50,000}$

SCALE:  $\frac{1}{1}$  UNIT: INCH

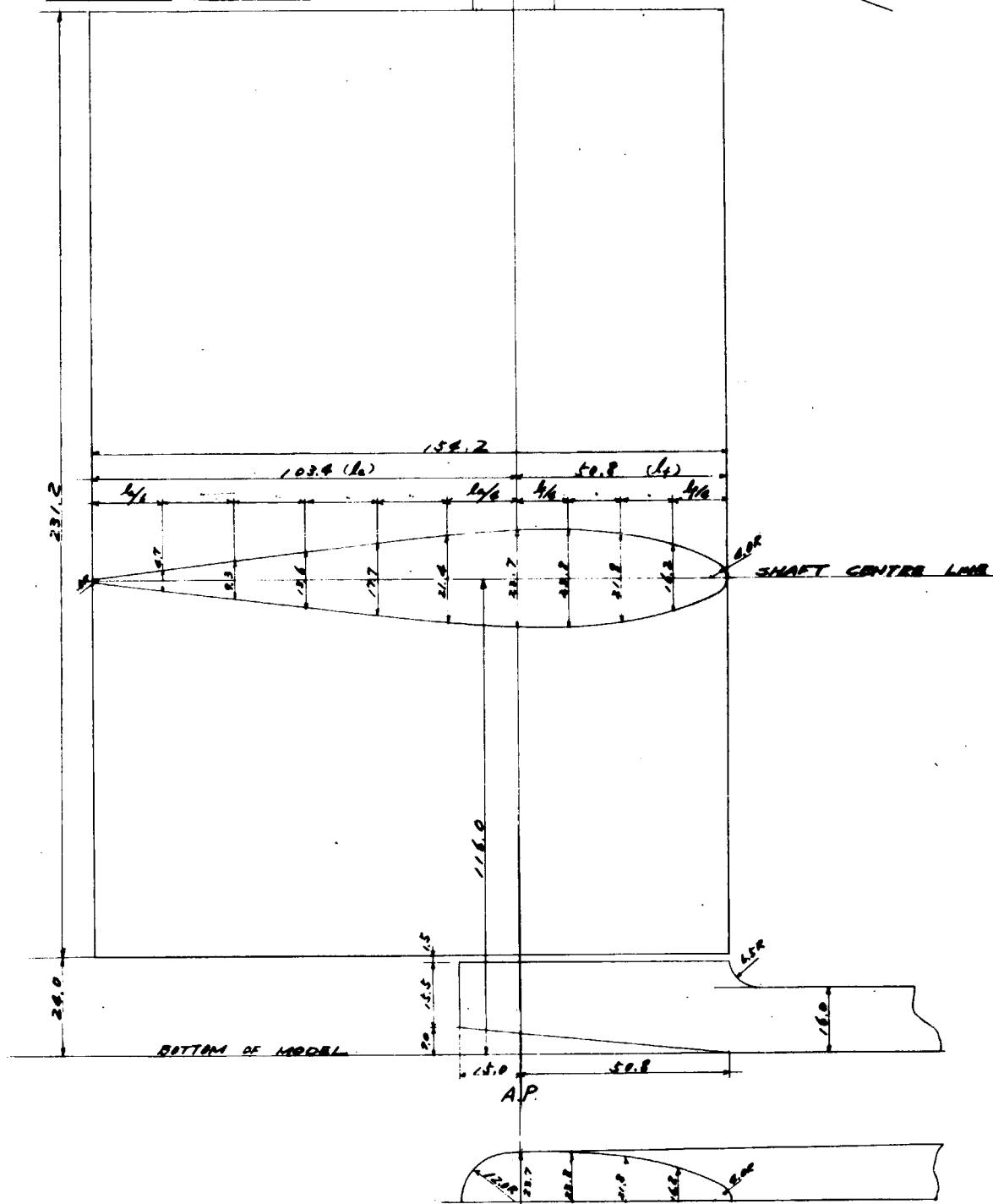


Fig. 2.1.3 舵 図

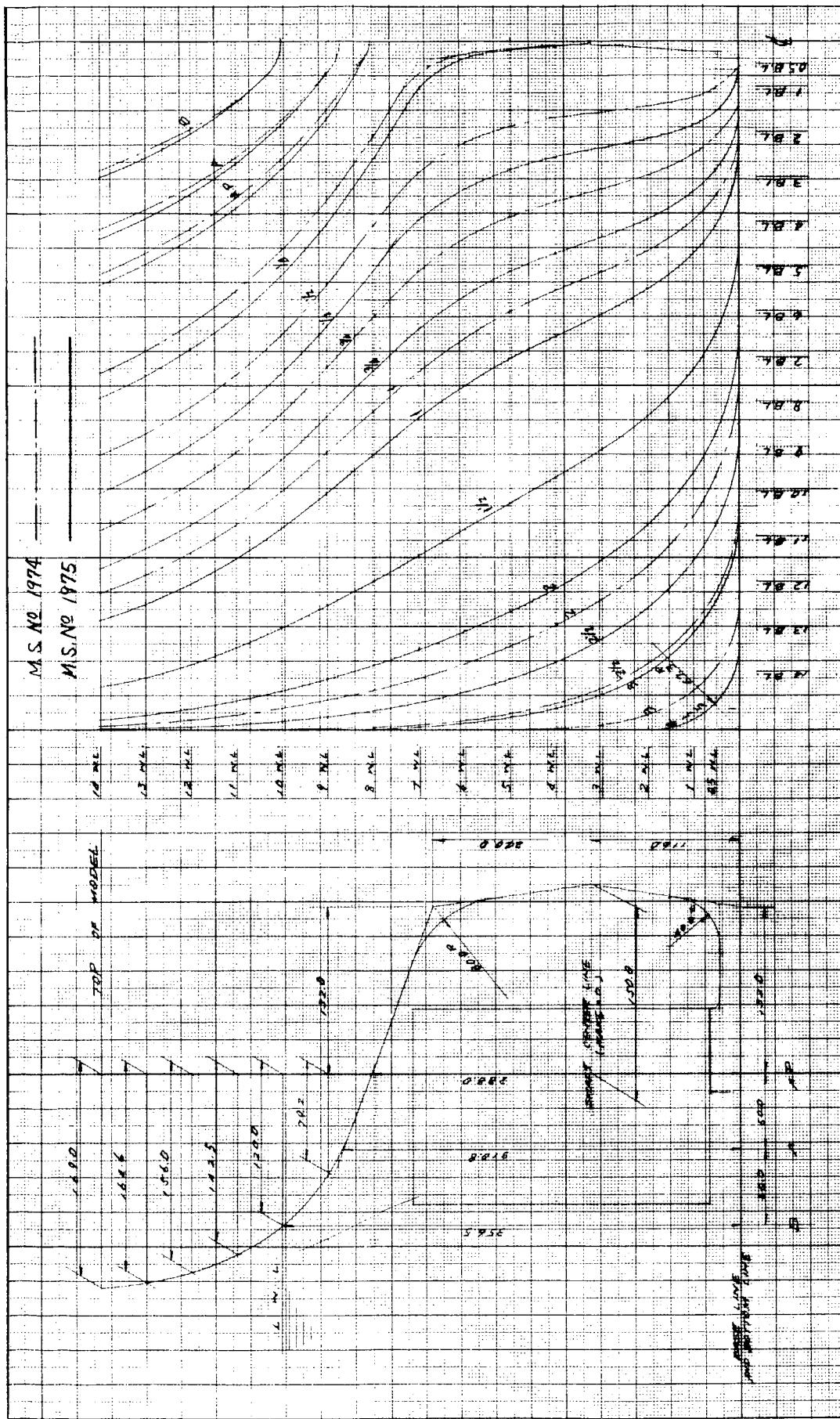


Fig. 2.1.4 プリズマチック・カーブ・シリーズ船体後半部形状



MODEL SHIP NO.1973, 1974 AND 1975  
L.W.L. AND SECTIONAL AREA CURVES

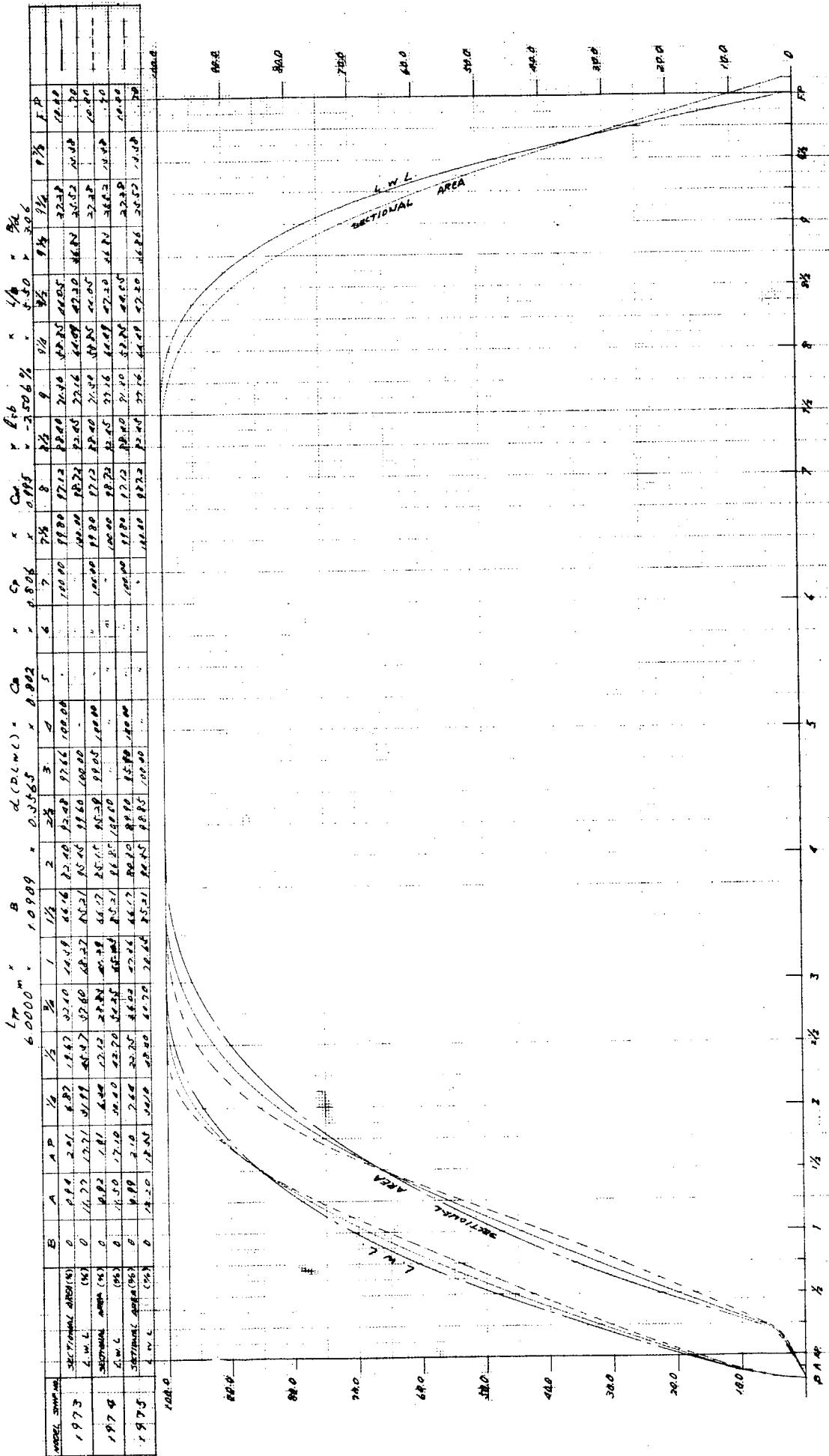


Fig. 2.1.5 ブリズマチック・カーブ・シリーズ・シリーズ、ブリズマチック・カーブ

**RESISTANCE TEST**  
**MODEL SHIP NO. 1973**  
**FULL LOAD CONDITION**

DRAUGHT, FORWARD SECTION OF HULL  
 TRIM 0  
 DISPLACEMENT,  $V_L$  1,6725  $\text{m}^3$   
 WETTED SURFACE,  $S_w$  0,144  $\text{m}^2$   
 TEMPERATURE OF WATER 16,0 °C

**REMARKS:**

- 1) WITH ALL APPENDAGES
- 2) WITH STUDS AT SQUARE STATION NO. 91/2
- \* LENGTH ON DESIGNED LOAD WATER LINE

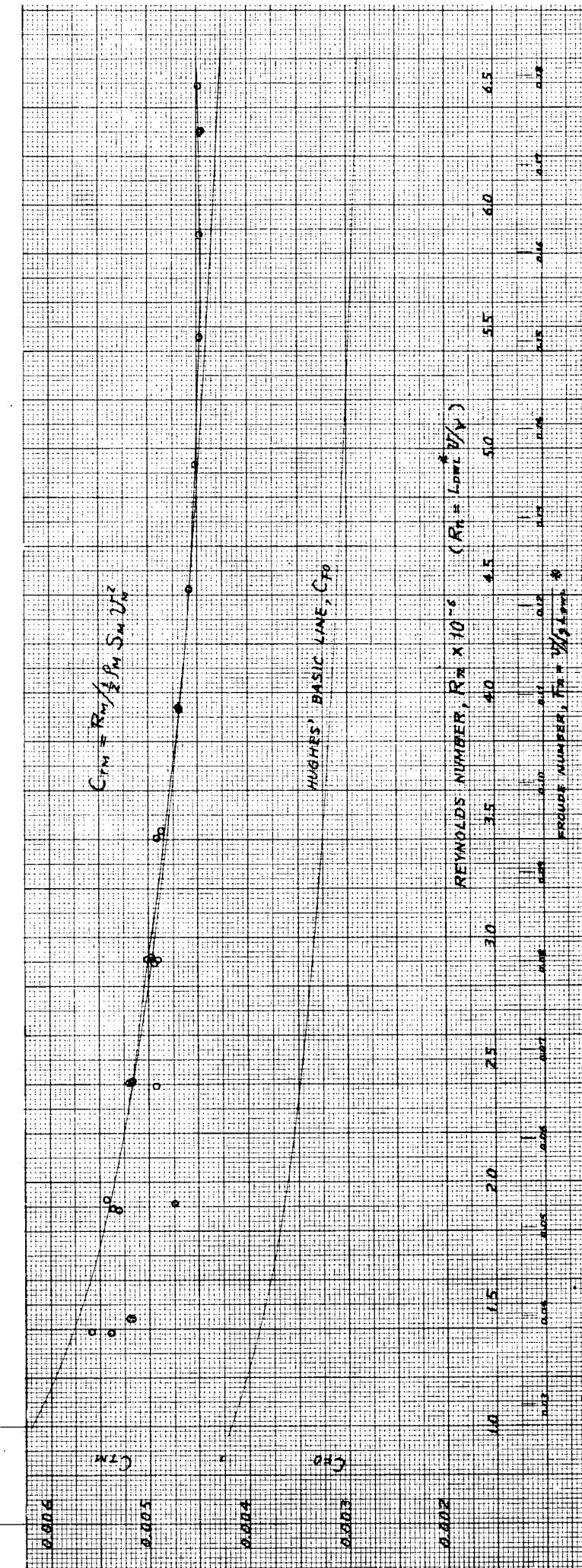


Fig. 2.1.6 低速抵抗試験結果

## RESISTANCE TEST MODEL SHIP NO. 1973

CONDITION	DRAFT (m)			DISPLACEMENT Vm (m³)	WETTED SURFACE Sm (m²)	TEMPERATURE OF WATER °C	MARKS
	A.P.	M.S.	F.P.				
FULL LOAD	0.3565		0	1.8725	9.144		○
BALLAST (1)	0.2926	0.1876	0.1426	0.0900	0.9362	6.980	△
BALLAST (2)	0.2013	0.1863	0.1713	0.0300	0.9362	6.961	○
BALLAST (3)	0.2642	0.1892	0.1142	0.1500	0.9362	7.008	○
BALLAST (4)	0.2326	0.2176	0.2026	0.0300	1.1033	7.352	◆
BALLAST (5)	0.2928	0.1576	0.0826	0.1500	0.7862	6.601	✗

## REMARKS:

- 1) WITH ALL APPENDAGES
- 2) WITH STUDS AT SQUARE STATION NO. 9 1/2
- 3) CALCULATED BY USING SCHOENHERR FRICTION COEFFICIENT,  $C_F$   
( $\Delta C_F = -0.0003$ )
- 4)  $L_{DWL}$ : LENGTH ON DESIGNED LOAD WATER LINE

0.008

0.005

0

0.005

0.08

0.10

$$F_n = \frac{V}{\sqrt{\rho g L_{DWL}}} *$$

0.15

10

0.20

15

20

$$T_R = \frac{R_R}{\rho V^{2/3} U^2}$$

$$T_{FS} = \frac{R_{FS}}{\rho_s V_s^{2/3} U_s^2}$$

 BALLAST (12, 320 m (3))  
BALLAST (52)

Fig. 2.1.7 抵抗試験結果(母型)

RESISTANCE TEST		MODEL SHIP NO. 1973, 1974 & 1975			
MODEL SHIP NO.	CONDITION	DRAFT (m)	DISPLACEMENT (t)	WETTED SURFACE (m²)	TEMPERATURE OF WATER (°C)
1973	FULL LOAD	0.3563	0	1.8725	9.144
1973	BALLOAST (1)	0.2728	0.1876	0.9562	6.980
1974	FULL LOAD	0.3565	0	1.8745	9.157
1974	BALLOAST	0.2324	0.1874	0.9700	9.173
1975	FULL LOAD	0.3565	0	1.8710	9.125
1975	BALLOAST	0.2324	0.1874	0.9700	9.155

REMARKS:

1) WITH ALL APPENDAGES

2) WITH STUDS AT SQUARE STATION NO. 912

3) CALCULATED BY USING SCHOFELD'S FRICTION COEFFICIENT,  $C_F = C_{F,C} = -0.00073$   
8. LENGTH ON DESIGNED LOAD WATER LINE

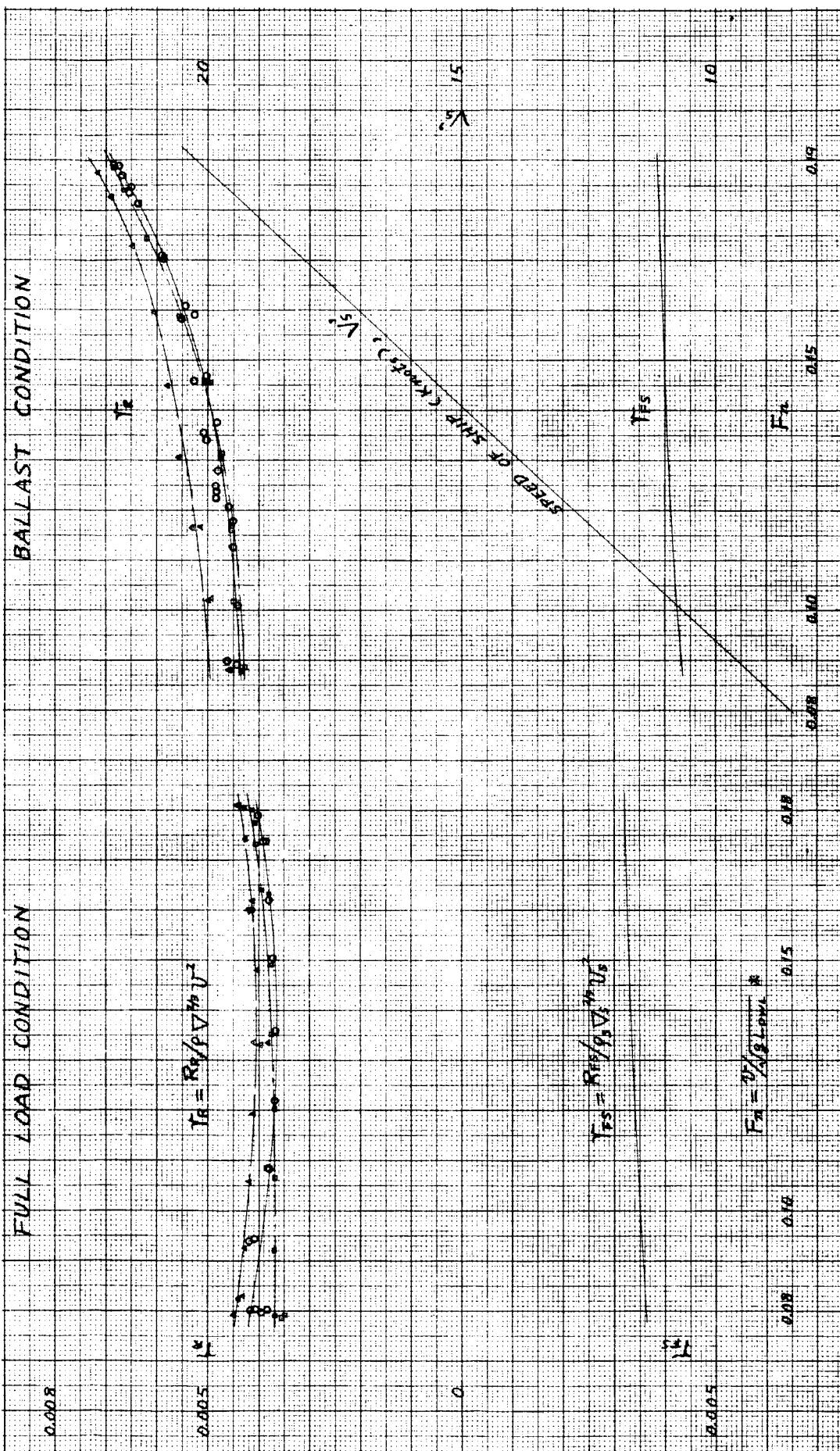


Fig. 2.1.8 プリズマチック・カーブ・シリーズ 垣抗試験結果の比較

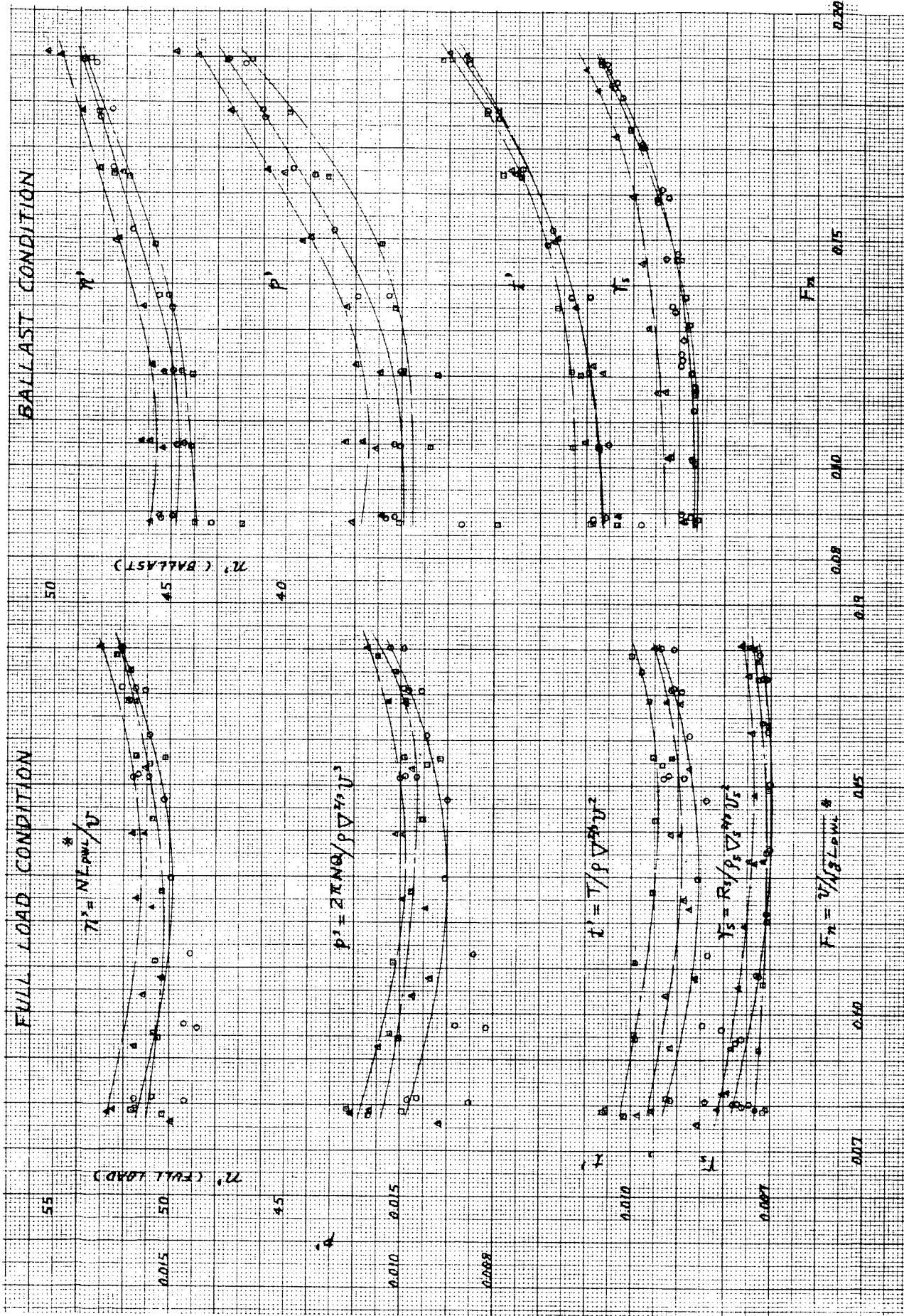


Fig. 2.1.9 自航試驗結果

SELF-PROPELLION FACTOR CURVES MODEL SHIP NO.1973, 1974 & 1975 × MODEL PROPELLER NO.1740

MARKS : M.S.NO. 1973

M.S.NO. 1974

M.S.NO. 1975

REMARKS : CALCULATED BY USING THE OPEN TEST RESULTS ( Nov. 17, 1966 )

FULL LOAD CONDITION

BALLAST CONDITION

$$\eta_a = \eta_b / \eta_0$$

L

$$\eta = T_s / \rho s$$

L

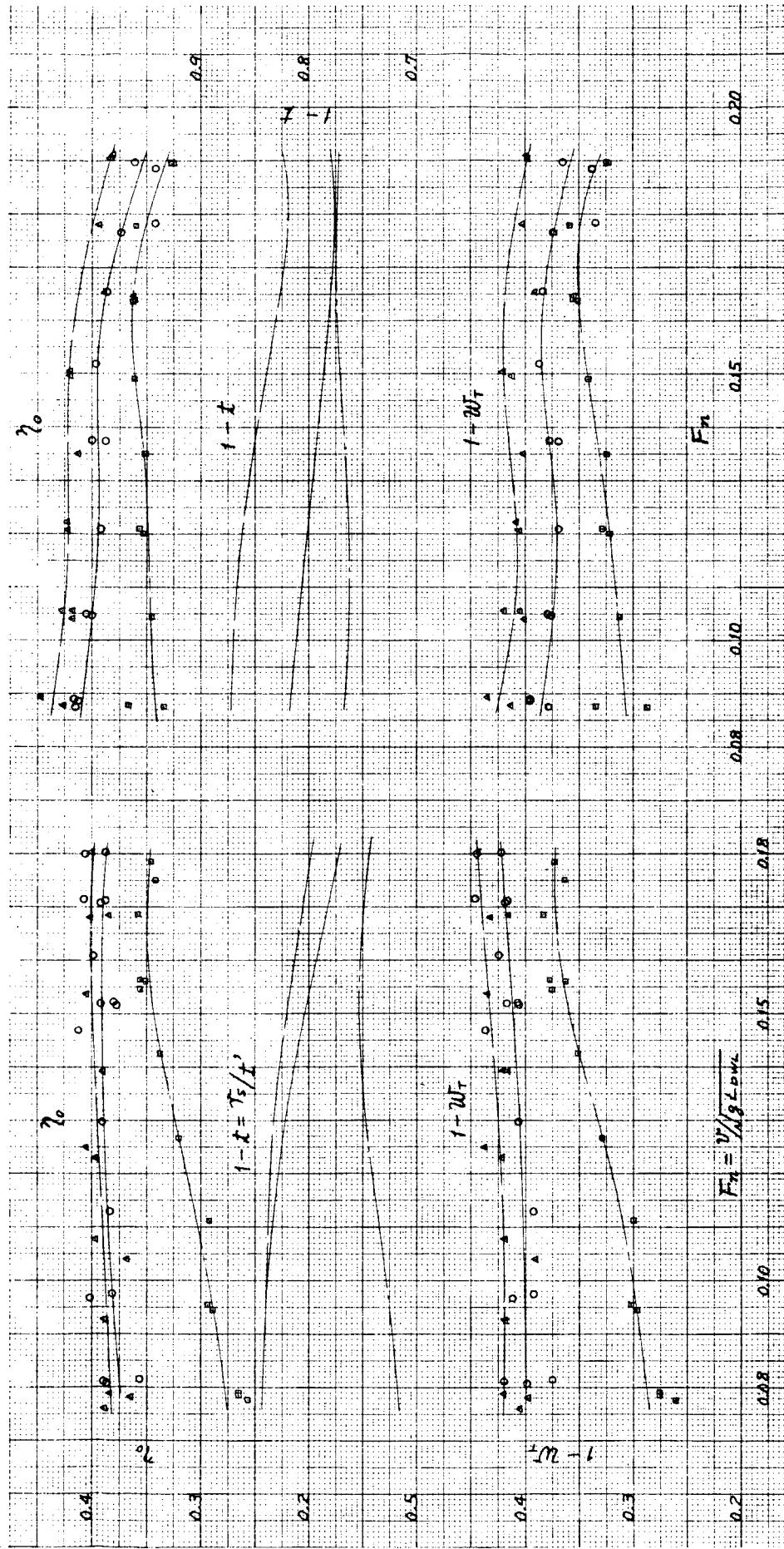


Fig. 2.110 自航要素比較

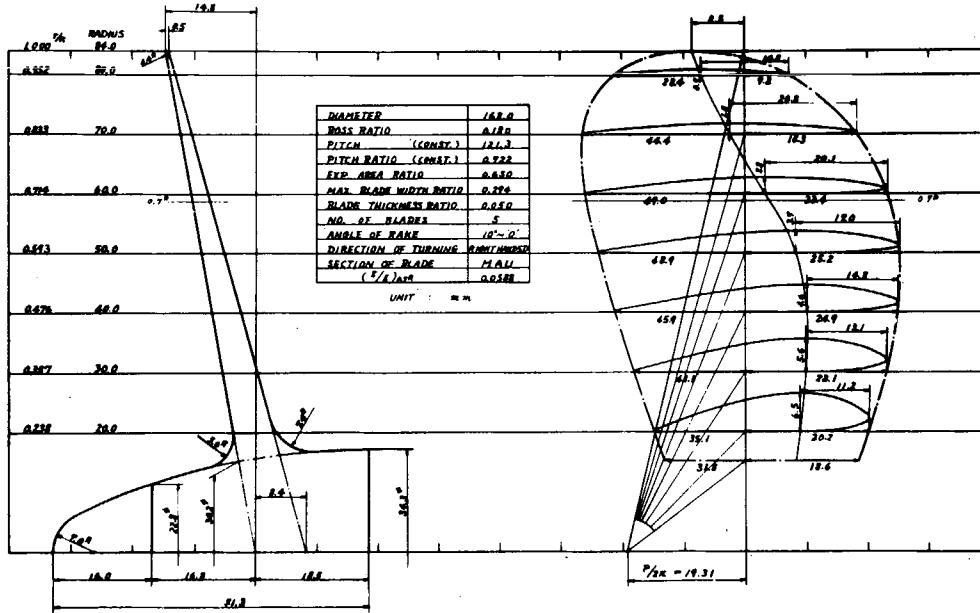


Fig. 2.1.11 SR98 母型 プロペラ図  
(M.P. No. 1740)

**OPEN TEST RESULTS**  
**MODEL PROPELLER NO 1740**

DIAMETER (m)	0.1680
BASS RATIO	0.186
PITCH RATIO (CONST.)	0.722
EXPANDED AREA RATIO	0.650
MAXIMUM BLADE WIDTH RATIO	0.294
BLADE THICKNESS RATIO	0.050
ANGLE OF RAKE	10° ~ 0°
NUMBER OF BLADES	5
BLADE SECTION	MAU
REVOLUTION, $\pi$ (Stora)	21.45
TEMP OF WATER (°C)	15
IMMERSION (m)	0.22
REYNOLDS NUMBER, $R_f = \frac{D}{\eta} \cdot V = 5.438 \times 10^5$	$5.438 \times 10^5$
KIND OF DYNAMOMETER	MITSUBISHI
DATE OF EXPERIMENT	4-11-17

ESTIMATE

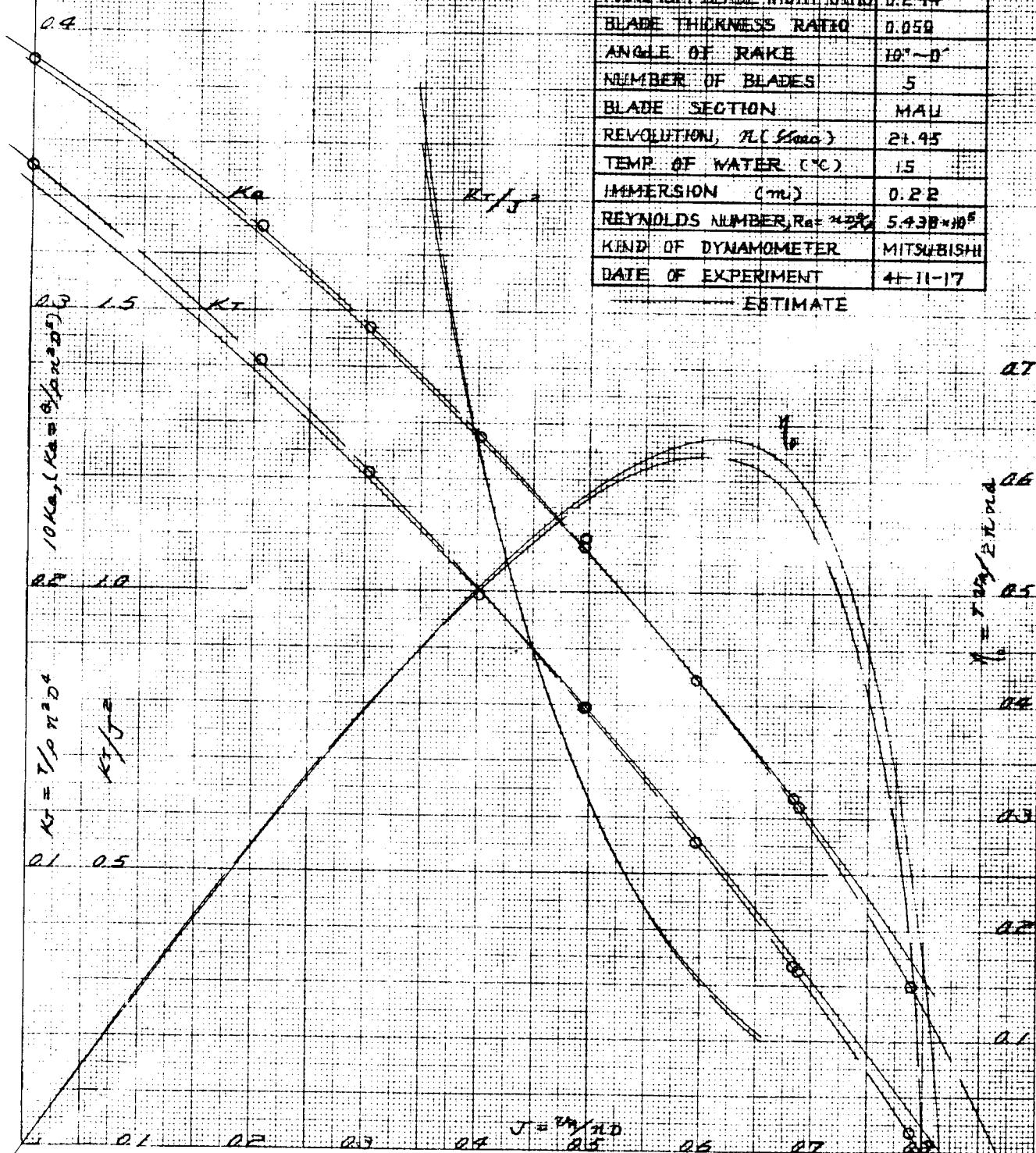


Fig. 2.1.1.2 プロペラ単独試験結果

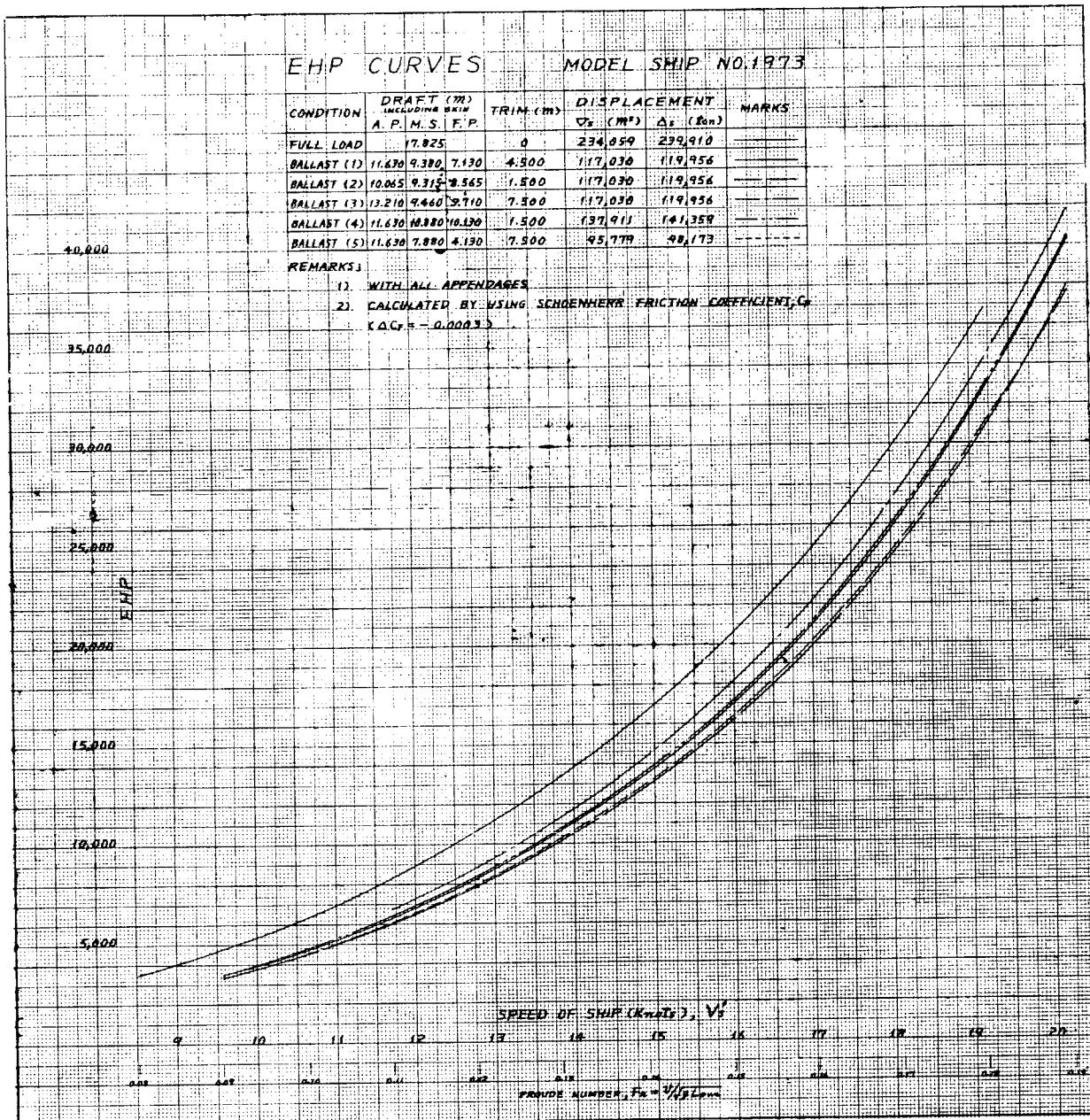


Fig. 2.1.13 有効馬力曲線（母型）

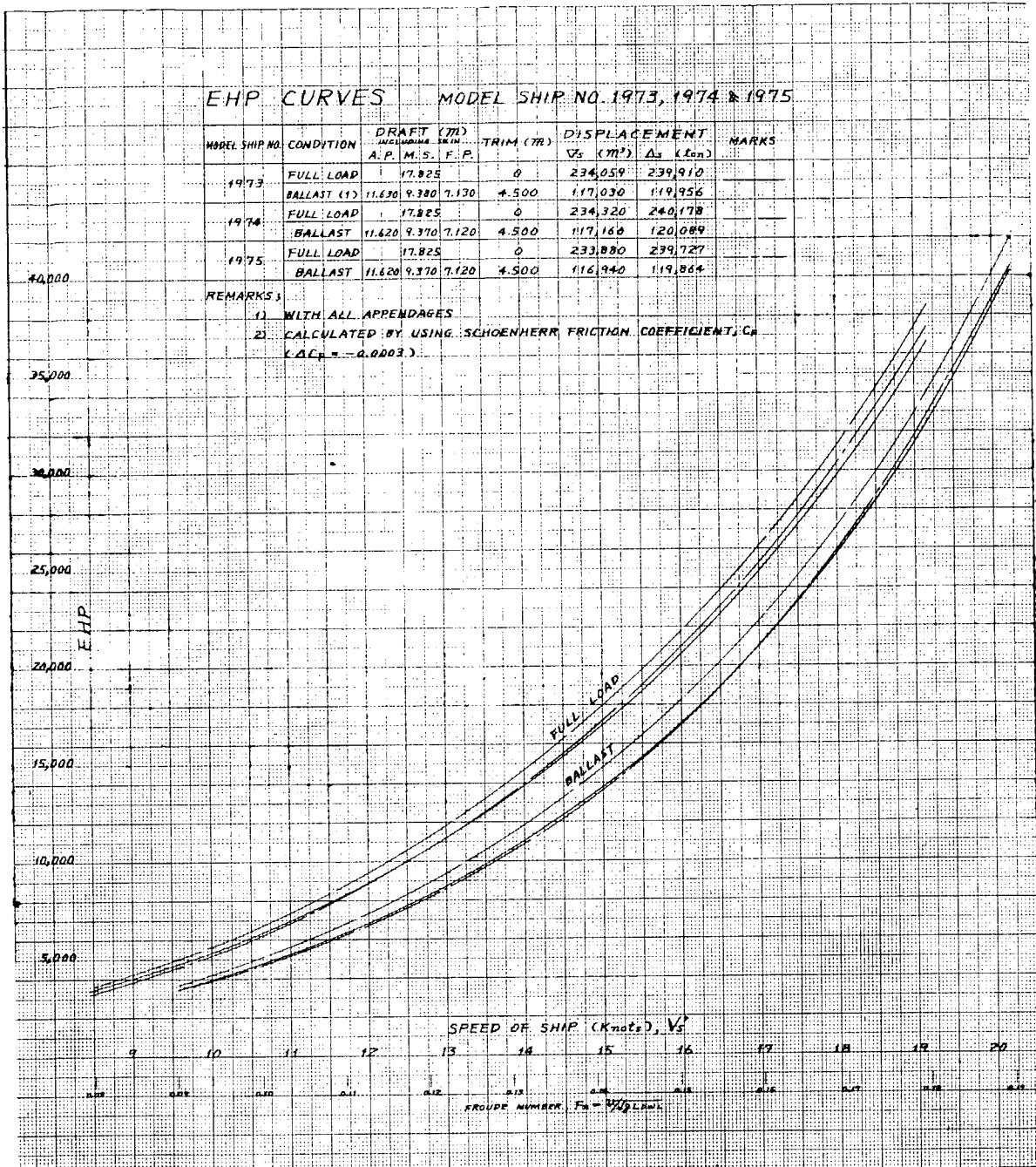


Fig. 2.1.14 有効馬力曲線(プリズマチック・カーブ・シリーズ)

D.H.P. CURVES

MODEL SHIP NO. 1973, 1974 & 1975 X MODEL PROPELLER NO. 1740

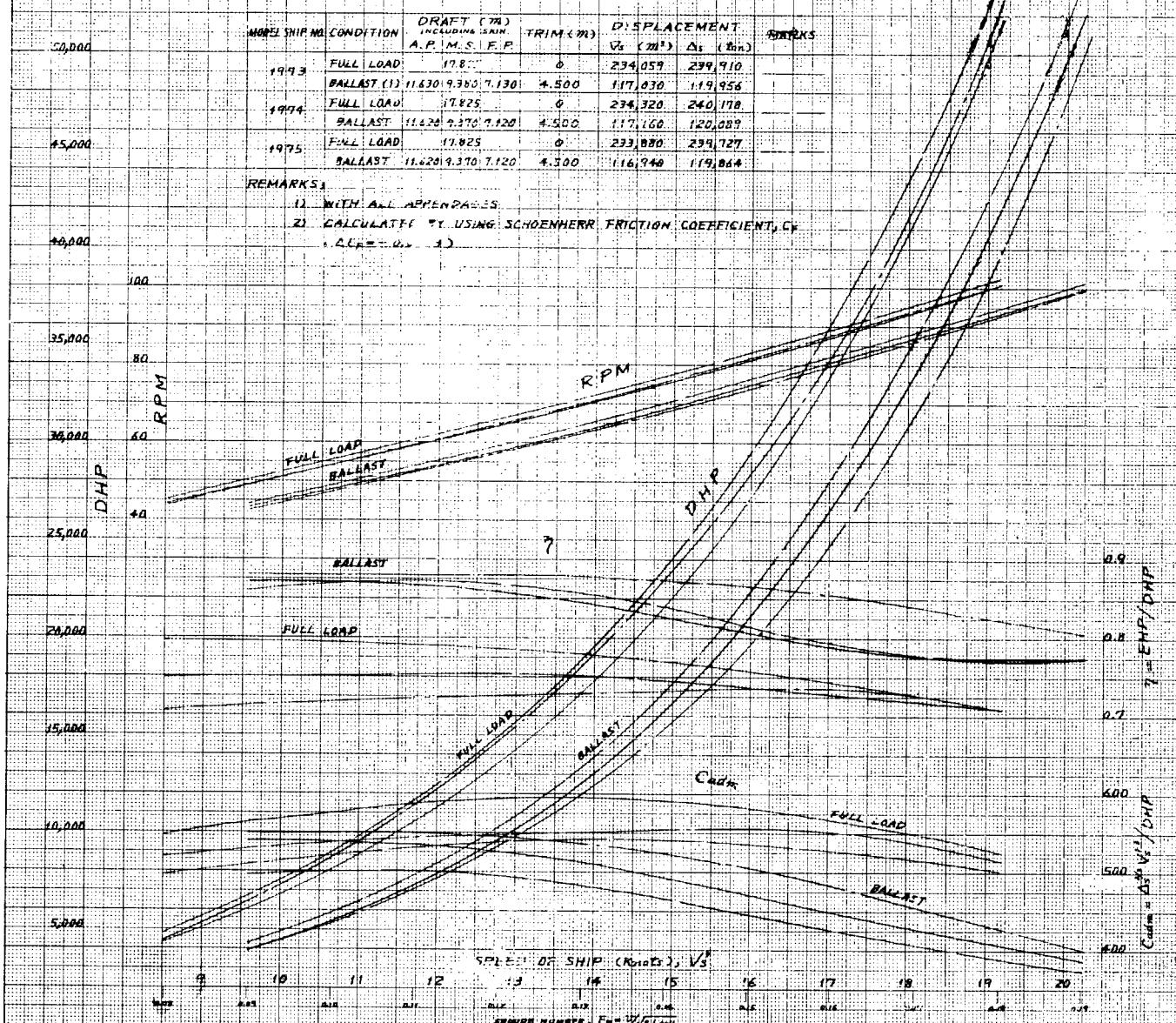


Fig. 2.1.15 伝達馬力曲線(プリズマチック・カーブ・シリーズ)

## 2.1.2 C<sub>B</sub> シリーズ

### (i) C<sub>B</sub> シリーズ

本シリーズは 2.1.1 のプリズマチック・カーブ・シリーズにおける母型を中心として C<sub>B</sub> を変化させて推進性能に及ぼす影響を求めようとするもので、母型の C<sub>B</sub> = 0.80 に対し、0.78, 0.82, 0.84 の 3 種、合計 4 隻の模型船について試験した。

### (ii) 本シリーズに含まれる模型船

本シリーズに含まれる模型船は次の 4 隻である。

M. No. 212	C <sub>B</sub> = 0.8417
" " 213	" = 0.8218
" " 214	" = 0.8040 (母型、船研 M.S. No. 1973)
" " 215	" = 0.7822

これらの模型船のプリズマチック・カーブを Fig. 2.1.1-6 に示す。

母型の線図がきまつていてその C<sub>B</sub> を変化させる場合に、線図を変化させる方法はいろいろあるが、本シリーズでは母型のプリズマチック・カーブをもとにしてその前後半部について各個に前後移動量を次のとおりにして求めた。

すなわち各横截面の前後方向移動量 dx は

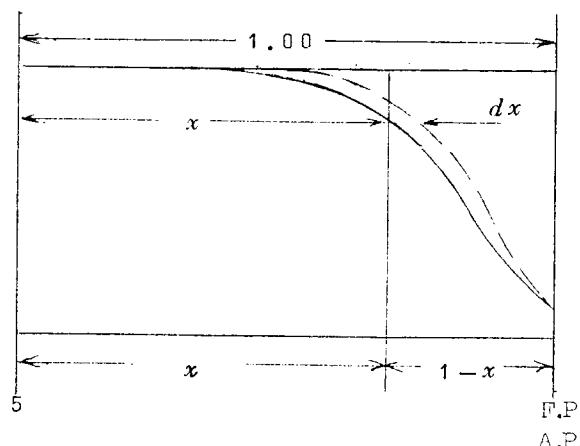
$$dx = \frac{\Delta C_B \cdot C_{\text{BK}}}{(1 - C_{p0})} \cdot (1 - x)$$

ただし  $\Delta C_B$  ……プリズマチック・カーブを求める C<sub>B</sub> と母型 C<sub>B</sub> (0.80) との差

C<sub>BK</sub> ……母型のミドシップ係数 (0.995)

C<sub>p0</sub> ……母型の前半部または後半部のプリズマチック係数 (前半部 0.8586, 後半部 0.7530)

x ……ミドシップより横截面までの距離



により求めて、各模型船のプリズマチック・カーブを決定した。これが前記の Fig. 2.1.1-6 である。この図により母型の横截面をそのまま dx だけ前後にずらせて W.L. を描きこれから正面線図および船体寸法表を求めた。このようにして求めた船体寸法表は次のとおりである。

M. No. 212	Table 2.1.3
" " 213	" 2.1.4
" " 215	" 2.1.5

なお、M. No. 214 は船研・船型試験部において試験の終了後再試験を行なつたものであり、その船体寸法表および正面線図はそれぞれ Table 2.1.1 および Fig. 2.1.1-a, b に示してある。また最も肥大型である M. No. 212 の正面線図は Fig. 2.1.1-7 に示した。

### (iii) 試験状態など

#### (a) 試験排水量

満載状態および満載状態の 50% 排水量（バラスト状態）の 2 種とする。

#### (b) トリム

満載状態に対しては Even Keel, 50% 排水量に対しては 1.5% トリムとする。

#### (c) 試験速度、乱流促進、摩擦抵抗係数

2.1.1 ブリズマチック・カーブ・シリーズの場合と同じとした。

### (iv) 試験結果

#### (a) 抵抗試験

Fig. 2.1.1.8 に剩余抵抗係数曲線を示し、Fig. 2.1.1.9 に有効馬力曲線を示す。

剩余抵抗係数曲線の低速域には乱流促進の不足によるばらつきが多少みられるが、各曲線は  $C_B$  の増大により増すことを示しており、また船研における M.S.No. 1973 の試験結果と本実験における M.No. 214 の試験結果とはよく一致した。

#### (b) 自航試験

Fig. 2.1.2.0 ~ Fig. 2.1.2.3 に自航試験結果より解析した自航要素を、Fig. 2.1.2.4 に伝達馬力曲線等を示す。この結果によれば  $C_B$  の影響の様相がわかる。

なお、本試験に使用した模型推進器 M.P.No. 1740 は ブリズマチック・カーブ・シリーズで使用したものと同一で、その単独試験の結果は Fig. 2.1.2.5 のとおりである。

M. NO 212 ( SR-98 Single, C<sub>b</sub>-Series) (C<sub>b</sub>=0.84)

PARTICULARS

LENGTH (BETWEEN PP)	6.0000 mm
LENGTH (ON D.W.L.)	6.1200 mm
BREADTH (INCLUDING SKIN)	1.090.9 mm
DRAUGHT (INCLUDING SKIN)	356.5 mm
RISE OF FLOOR	0
RADIUS OF BILGE CIRCLE	673 mm
MEAN THICKNESS OF SHELL PLATING	—
WATER LINE, BOW AND BUTTOCK LINE APART	3565 mm
SQUARE STATION APART	6000 mm
LENGTH OF MODEL / LENGTH OF SHIP	1/50.00

Table 2.1.3

NO OF SS	BL	05WL	1WL	15WL	2WL	3WL	4WL	5WL	6WL	7WL	8WL	9WL	10WL	11WL	12WL	13WL	14WL	CL	05BL	1BL	2BL	3BL	4BL	5BL	6BL	7BL	8BL	9BL	10BL	11BL	12BL	13BL	14BL	NO OF SS																					
OFFSET (mm)																												HEIGHT (mm)																											
0	178	357	535	713	1070	1426	1783	2139	2496	2832	3209	3585	3922	4278	4635	4991	0	17.8	35.7	71.3	107.0	142.6	178.2	213.9	249.5	285.2	320.8	356.5	392.2	427.8	463.4	499.1	S S																						
B																																				B																			
A																																					A																		
A P																																					A P																		
1/4	14.0	52.1	95	72	3.0	6.3	13.0	24.6	45.9	97.3	147.8	189.4	221.2	246.8	268.3	286.5	0	1924	2447	2710	293.3	317.8	3466	3832	432.3	496.3										1/4																			
1/2	29.0	60.8	73.0	80.3	85.8	94.6	102.2	112.4	128.8	153.8	192.1	236.0	273.8	304.6	329.7	345.9	367.3	1	0	1.5	32.3	62.0	236.6	275.7	303.5	333.7	369.0	415.0	476.7		1/2																								
3/4	59.7	114.5	134.0	147.2	157.7	173.0	187.0	203.6	224.7	250.8	282.5	317.3	349.3	376.4	399.0	416.5	431.2	1	0	1.1	13.2	46.4	121.0	198.4	249.5	288.3	324.9	365.8	417.0	490.7		3/4																							
1	101.2	171.3	196.8	214.0	224.8	250.1	269.0	289.0	31.12	335.8	361.5	387.6	412.2	434.8	463.5	467.5	478.7	1	0	0	0.2	6.0	22.0	53.2	106.2	172.2	229.0	279.0	327.6	381.0	452.8		1																						
1/2	201.3	284.8	317.0	339.2	357.2	385.7	408.0	427.2	444.8	461.3	476.6	490.1	502.1	511.9	520.3	526.8	531.8	1	0	0	0	0	0	6.2	17.9	38.5	70.5	117.2	179.8	255.8	347.4	1/2																							
2	310.7	387.8	418.3	439.2	455.2	479.2	496.0	509.0	519.1	526.0	533.1	537.7	540.9	543.2	544.8	545.3	545.5	1	0	0	0	0	0	0.8	6.6	20.0	43.3	82.3	150.6	2																									
2/2	407.0	467.7	490.3	505.4	516.3	530.2	537.6	54.16	544.0	545.3	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	1	0	0	0	0	0	0	0	2.9	15.6	45.2	1/2																										
3	466.0	514.8	529.8	537.6	542.1	545.2	545.5	545.6	545.6	545.6	545.6	545.6	545.6	545.6	545.6	545.6	545.6	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	3.6																									
3 1/2	478.4	523.9	537.8	544.0	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																						
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4																							
5	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5																						
6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6																						
7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7																						
8	476.0	523.1	537.2	543.2	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8																				
8 1/2	420.5	487.4	508.6	520.5	528.0	535.9	539.0	540.0	540.7	540.7	541.0	541.1	541.5	541.8	542.2	542.5	543.0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8 1/2																				
9	294.3	380.8	411.0	430.6	444.9	463.8	474.6	480.8	484.8	487.0	489.0	490.5	492.1	494.0	496.1	498.7	501.4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9																				
9 1/4	210.7	310.5	334.5	357.4	374.0	396.0	408.3	414.7	420.5	423.8	426.3	428.8	431.9	435.5	440.3	445.8	452.3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9 1/4																				
9 1/2	122.5	213.8	246.8	269.2	284.7	304.5	315.3	321.2	324.5	326.3	328.2	330.7	334.7	340.7	349.6	360.3	372.8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9 1/2																				
9 3/4	46.3	125.8	153.0	170.4	182.8	197.1	202.6	207.7	195.3	189.0	186.6	189.5	193.5	198.0	208.6	225.9	246.8	1	0	0	1.6	6.8	18.2	37.7	72.1	177.0	454.4									9 3/4																			
F. P.	7.3	46.3	65.3	77.4	84.9	91.5	89.1	79.7	65.0	47.5	10.6	11.8	8.0	24.6	48.0	75.2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	F. P.																					

M. NO. 2 | 3 (SR - 98, Single, Cb - Series) (Cb=0.82)

<u>PARTICULARS</u>	
LENGTH (BETWEEN P.P)	6,000.0 mm
LENGTH (ON D.W.L.)	6,120.0 mm
BREADTH (INCLUDING SKIN)	1,090.9 mm
DRAUGHT (INCLUDING SKIN)	356.5 mm
RISE OF FLOOR	0
RADIUS OF BILGE CIRCLE	673 mm
MEAN THICKNESS OF SHELL PLATING	—
WATER LINE, BOW AND BUTTOCK LINE APART	35.65 mm
SQUARE STATION APART	6000 mm

Table 2. 1. 4

O F F S E T		B R E A D T H (mm)												H E I G H T (mm)																					
N O O F	B L	0.5 W L	1 W L	1.5 W L	2 W L	3 W L	4 W L	5 W L	6 W L	7 W L	8 W L	9 W L	10 W L	11 W L	12 W L	13 W L	14 W L	C L	0.5 B L	1 B L	2 B L	3 B L	4 B L	5 B L	6 B L	7 B L	8 B L	9 B L	10 B L	11 B L	12 B L	13 B L	14 B L	N O O F	
S . S	0	17.8	35.7	53.5	71.3	107.0	142.6	178.3	213.9	249.6	285.2	320.9	356.5	392.2	477.8	463.5	499.1	0	17.8	35.7	71.3	107.0	142.6	178.2	213.9	249.5	285.2	320.8	356.5	392.2	427.8	463.5	499.1	S . S	
B																														B					
A																														A					
A P																														A P					
1/4	14.0	13.0	9.5	7.1	5.7	3.0	4.6	9.4	17.8	40.0	88.3	139.4	181.0	212.6	238.8	260.0	278.3	0	224.9	249.3	274.8	297.9	323.2	353.7	393.7	445.4			1/4						
1/2	25.2	51.8	62.8	68.7	73.5	80.6	87.5	96.8	111.1	135.9	175.3	220.7	259.9	290.6	315.8	336.3	354.0	1	0	4.5	62.5	208.3	256.8	287.5	315.3	346.4	385.1	436.8			1/2				
3/4	50.0	99.5	117.8	129.6	138.5	152.3	164.9	179.8	199.8	226.3	259.2	296.9	330.0	358.7	382.1	400.5	415.5	1	0	4.0	23.9	81.0	175.0	233.9	275.6	309.8	362.2	399.3	446.6			3/4			
1	85.0	151.1	174.4	190.4	203.3	223.2	240.7	259.7	281.8	306.7	334.8	364.0	391.2	415.5	436.9	451.7	463.5	1	0	1.8	13.2	39.4	89.4	160.0	219.4	268.0	311.9	357.7	413.2	1					
1/2	173.3	254.8	286.2	307.5	325.0	352.3	374.6	395.2	414.6	433.3	451.2	467.9	483.0	496.2	507.5	516.0	522.2	1	0	0	0	0	0	0	4.4	15.5	35.1	66.7	113.5	173.3	239.3	311.8	400.8	1/2	
2	272.2	353.2	383.3	407.3	424.7	450.7	470.6	486.4	499.6	510.0	519.0	525.1	531.7	536.1	539.9	542.0	543.7	1	0	1	0	0	0	0	0.8	6.7	19.4	40.8	75.2	129.3	213.9	2			
2 1/2	367.7	436.2	462.3	480.0	494.0	51.0	52.0	53.0	52.5	53.1	53.8	54.1	54.7	54.3	54.5	54.5	54.5	1	0	1	0	0	0	0	2.6	13.8	36.9	79.5	212	239.5	275.6	309.8	362.2	399.3	446.6
3	440.7	494.5	51.1	52.4	52.2	53.2	54.0	54.4	54.8	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	3.3	21.5	3					
3 1/2	475.3	552.1	535.8	542.2	545.0	545.6	54.55	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
4	478.4	523.9	537.8	544.0	54.55	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
5	5																													5					
6	6																													6					
7	478.4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
7 1/2	478.0	525.9	537.8	544.0	545.5	54.55	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5	54.5				
8	448.1	507.2	52.37	53.35	53.9	31.544.0	54.48	54.50	54.51	54.51	54.51	54.51	54.51	54.51	54.51	54.51	54.51	54.51	54.51	54.51	54.51	54.51	54.51	54.51	54.51	54.51	54.51	54.51	54.51	54.51	54.51				
8 1/2	365.1	443.0	468.8	484.8	496.2	510.3	516.8	520.3	522.2	523.3	524.3	525.2	526.0	526.6	527.0	528.7	529.7	1	0	0	0	0	0	0	0	0.2	4.1	13.8	31.3	59.8	114.8	238.25	9		
9	239.8	330.1	361.9	383.8	400.0	421.6	434.0	441.2	445.5	448.3	451.0	453.0	455.6	454.5	454.5	454.5	454.5	454.5	454.5	454.5	454.5	454.5	454.5	454.5	454.5	454.5	454.5	454.5	454.5	454.5					
9 1/4	166.8	259.5	292.0	314.4	331.1	353.1	365.5	372.3	376.7	379.7	382.6	385.3	389.0	393.8	400.1	407.8	41.7	0	0	0.2	4.1	13.8	31.3	59.8	114.8	238.25	9	9/4							
9 1/2	945.1	185.3	216.0	236.5	251.3	270.2	273.9	284.1	285.4	285.8	286.3	287.4	291.5	298.7	309.0	322.0	336.6	1	0	0.6	4.7	14.8	34.0	68.9	203.0	446.0	91/2	9 1/2							
9 3/4	370.1	112.0	137.8	154.4	165.7	178.7	183.0	181.8	176.5	169.4	162.8	158.8	159.9	166.9	180.3	198.8	221.0	1	0	0	3.7	15.3	40.0	122.5	244.5	440.5	9	9 3/4							
F P	73	443	628	745	817	880	856	765	618	445	267	11.0	3.8	7.7	22.7	44.2	692	0	30.8	42.4	49.0	56.0	62.2	70.0	87.4	104.4	121.4	138.0	154.4	171.4	188.0	194.4	F P		

M. NO.215 (SR-98 Single, Cb-Series) (Cb=0.78)

PARTICULARS

LENGTH (BETWEEN PP)	6,000.0 mm
LENGTH (ON DWL.)	6,120.0 mm
BREADTH (INCLUDING SKIN)	1,090.9 mm
DRAUGHT (INCLUDING SKIN)	3,565.0 mm
RISE OF FLOOR	0

RADIUS OF BILGE CIRCLE  
67.3 mm

MEAN THICKNESS OF SHELL PLATNG  
WATER LINE, BOW AND BUTTOCK LINE APART  
SQUARE STATION APART

LENGTH OF MODEL / LENGTH OF SHIP = 1/50.00

Table 2.1.5

NOOF	BL	B R E A D T H												H E I G H T												(mm)								
		0WL	5WL	1WL	1WL	5WL	2WL	3WL	4WL	5WL	6WL	7WL	8WL	9WL	10WL	11WL	12WL	13WL	14WL	CL	05BL	1BL	2BL	3BL	4BL	5BL	6BL	7BL	8BL	9BL	10BL	11BL	12BL	13BL
S S	0	178	357	535	713	1070	1426	1783	2139	2499	2852	3209	3565	3922	4278	4635	4991	0	17.8	357	713	1070	1426	1782	2139	2495	2852	3208	3565	3922	4278	4634	4991	S. S
B																															B			
A																															A			
AP																															AP			
1/4	14.0	9.5	6.0	4.9	4.1	2.9	3.8	5.6	10.0	27.0	75.5	126.7	168.0	200.4	226.1	247.1	265.9	0	235.3	257.8	282.5	306.3	333.6	366.8	410.0	467.8			1/4					
1/2	206	390	46.5	50.8	54.0	59.0	63.7	71.5	83.7	107.9	149.2	196.7	236.8	268.4	294.0	314.9	333.1	0	12.6	177.5	248.6	280.4	306.5	335.1	370.0	414.8	474.7		1/2					
3/4	375	773	92.5	102.3	109.4	120.2	130.0	142.7	160.8	186.3	222.2	263.7	299.5	329.2	353.5	373.1	382.8	1	0	13.0	64.8	178.3	239.7	277.9	308.6	341.7	381.3	433.2		3/4				
1	630	119.6	139.8	153.7	164.2	180.4	195.2	212.0	233.2	259.2	290.4	324.4	355.5	382.4	404.7	422.2	436.4	1	0.4	10.3	38.7	101.7	181.9	237.4	279.6	317.1	357.8	407.2	476.6		1			
1/2	131.3	209.1	236.7	256.1	271.8	296.7	318.0	338.8	360.2	382.0	404.4	426.2	447.0	465.2	480.4	492.3	501.5	0	0	0	0.7	7.0	20.7	46.8	89.3	147.4	208.4	266.3	323.7	388.8	449.0	1 1/2		
2	212.0	296.7	328.0	350.2	368.0	396.0	418.3	437.8	455.0	470.3	484.3	496.5	507.4	516.5	523.4	530.2	534.4	1	1	0	0	0	0.5	3.6	13.6	31.1	59.3	101.6	159.6	233.7	323.5	2		
2 1/2	296.8	376.0	407.0	428.7	445.0	469.5	487.4	501.5	512.4	521.3	527.3	533.9	537.8	540.7	542.9	543.9	544.8	1	1	0	0	0	0	2.0	10.3	26.3	52.9	97.3	171.8	2 1/2				
3	375.8	443.3	468.8	486.6	499.6	517.2	528.4	535.8	540.0	543.0	544.8	545.3	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	1	1	0	0	0	0	1.4	10.4	31.3	70.8	3						
3 1/2	438.0	492.2	511.1	522.8	530.7	540.0	544.3	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	1	1	1	1	1	1	0	0	4.1	23.3	3 1/2						
4	472.2	619.3	533.8	540.8	544.0	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	1	1	1	1	1	1	0	0	5.8	4							
5	-	478.4	523.9	537.8	544.0	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	1	1	1	1	1	1	0	0	3.4	5						
6	478.4	523.9	537.8	544.0	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	1	1	1	1	1	1	0	0	3.4	5						
7	470.6	520.0	535.4	542.5	545.1	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	6					
7 1/2	432.5	496.0	515.7	526.3	533.2	539.8	541.9	542.7	542.9	543.0	543.0	543.2	543.7	543.8	543.9	544.0	544.2	544.2	544.2	544.2	544.2	544.2	544.2	544.2	544.2	544.2	544.2	544.2	544.2	544.2				
8	365.5	443.0	468.8	484.8	496.2	510.3	517.0	520.5	522.5	523.6	524.7	525.5	526.2	526.9	527.9	528.8	529.8	529.8	529.8	529.8	529.8	529.8	529.8	529.8	529.8	529.8	529.8	529.8	529.8	8				
8 1/2	275.1	363.0	394.3	414.5	429.8	449.9	461.1	467.8	471.9	474.4	476.3	478.2	480.2	482.5	485.2	488.3	491.7	491.7	491.7	491.7	491.7	491.7	491.7	491.7	491.7	491.7	491.7	491.7	491.7					
9	167.2	259.5	292.0	314.4	33.11	363.1	365.5	372.5	377.0	380.0	382.9	385.7	389.4	394.2	400.7	408.6	417.3	417.3	417.3	417.3	417.3	417.3	417.3	417.3	417.3	417.3	417.3	417.3	417.3	9				
9 1/4	112.3	204.5	235.6	256.7	272.3	292.3	302.8	308.2	310.8	312.1	313.4	315.8	319.7	326.1	335.4	347.0	360.2	360.2	360.2	360.2	360.2	360.2	360.2	360.2	360.2	360.2	360.2	360.2	360.2	360.2	9 1/4			
9 1/2	63.1	148.2	177.3	195.8	209.0	225.3	233.0	234.9	235.0	227.9	227.1	230.1	237.9	250.3	266.2	284.8	284.8	284.8	284.8	284.8	284.8	284.8	284.8	284.8	284.8	284.8	284.8	284.8	284.8	9 1/2				
9 3/4	27.1	94.2	118.8	134.0	144.1	155.4	158.6	165.3	147.4	138.2	129.6	123.4	129.1	129.6	142.7	162.0	185.5	185.5	185.5	185.5	185.5	185.5	185.5	185.5	185.5	185.5	185.5	185.5	185.5	185.5	9 3/4			
F. P.	73	43.0	60.8	72.0	78.7	84.9	82.2	73.0	58.7	41.8	24.5	102	3.8	7.6	20.8	40.3	62.8	0	41.1	43.1	47.1	51.1	57.1	63.1	71.1	79.1	87.1	94.1	F P					

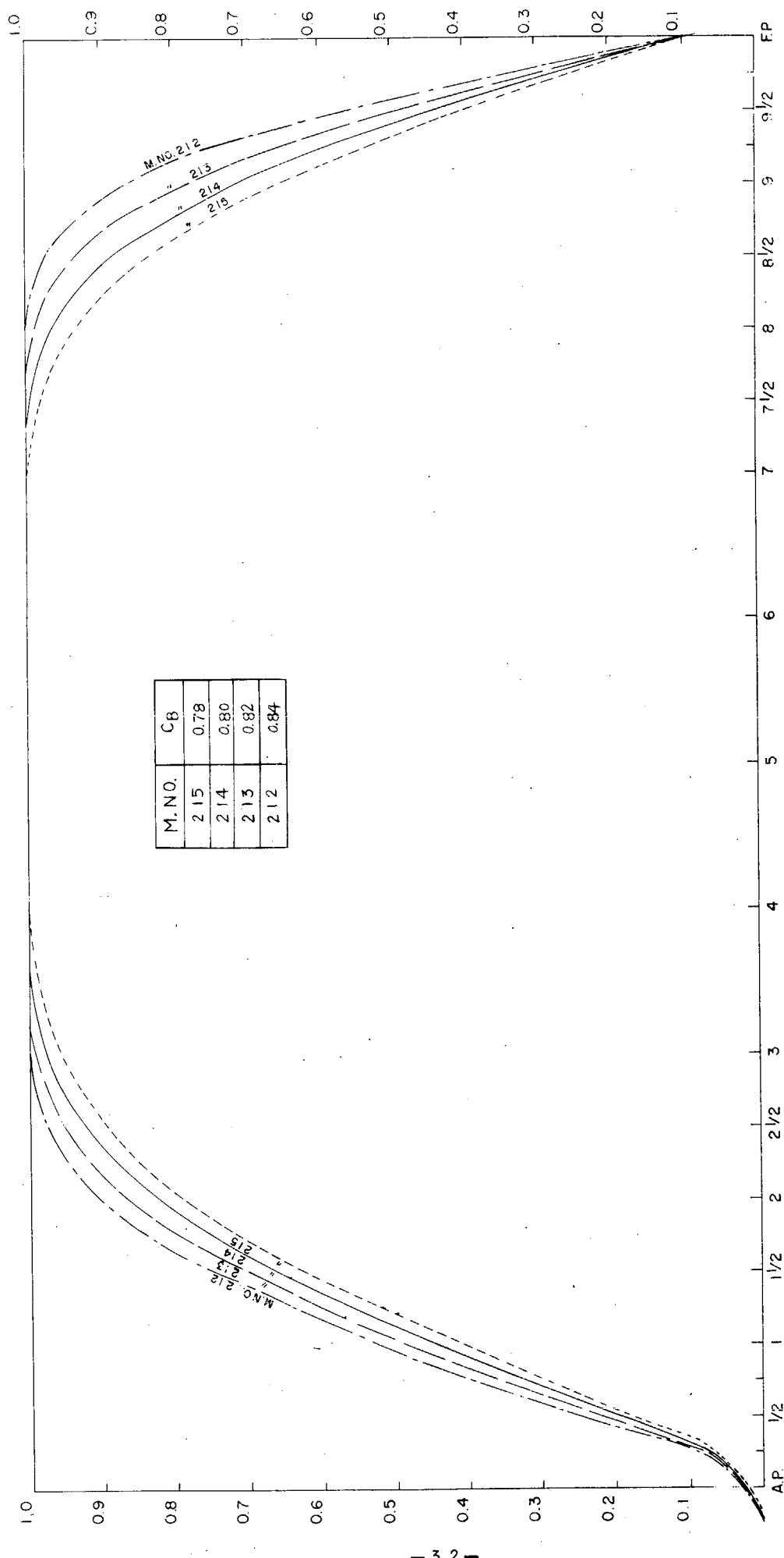


Fig. 2.1.16 プリズマチャクラ・カーブ ( $C_B$  シリーズ)

M.N.0.212 (SR-98, Single,  $C_B$ -Series,  $C_B = 0.84$ ) BODY PLAN

$L$	$B$	$d$	$C_B$	$C_P$	$C_M$
6.000 <sup>m</sup>	1.0909 <sup>m</sup>	0.3565 <sup>m</sup>	0.8417	0.8459	0.9950

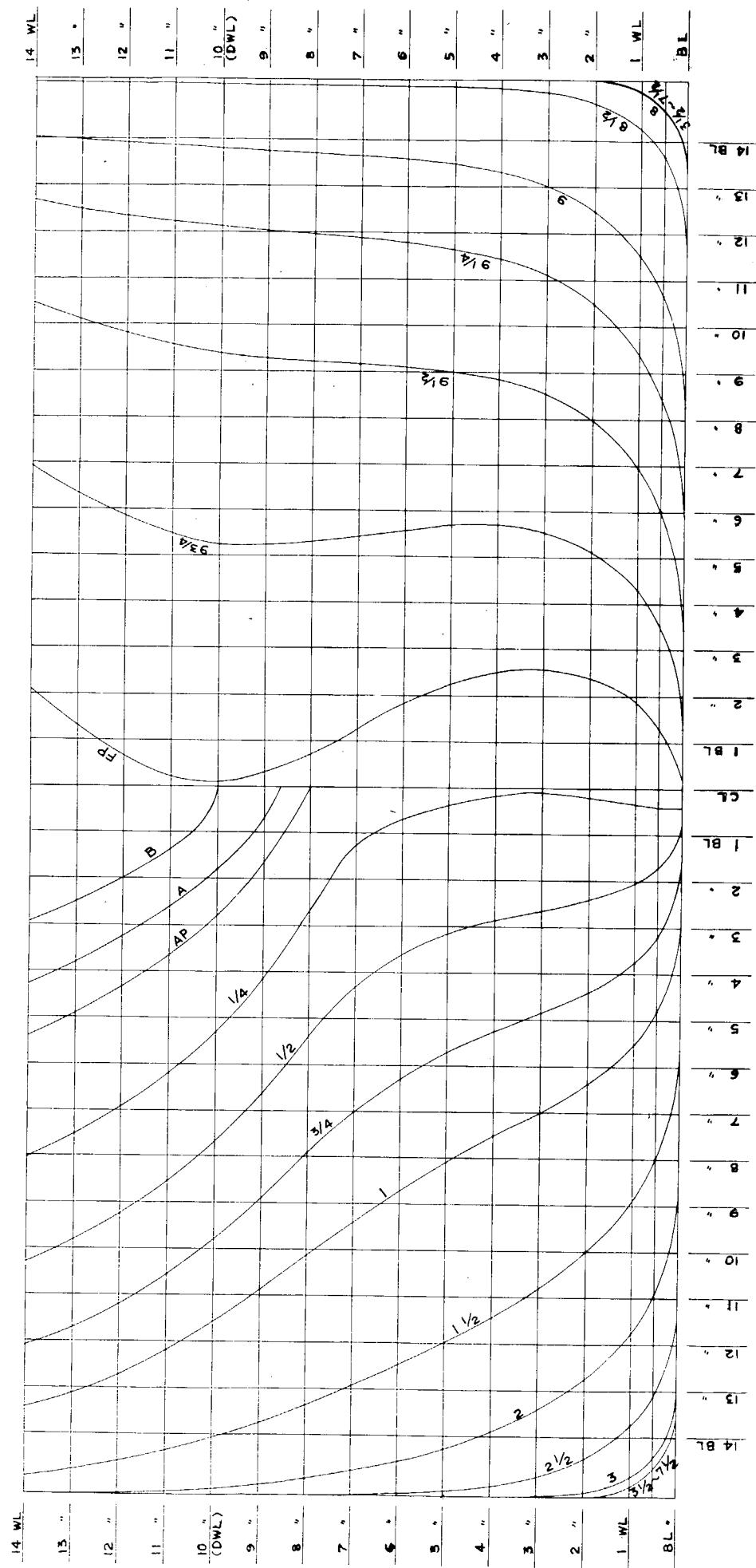


Fig. 2.1.17 M.N.212 正面線図

RESIDUAL RESIST. COEFF. CURVES  
SINGLE,  $C_b$ -SERIES FULL LOAD CONDITION

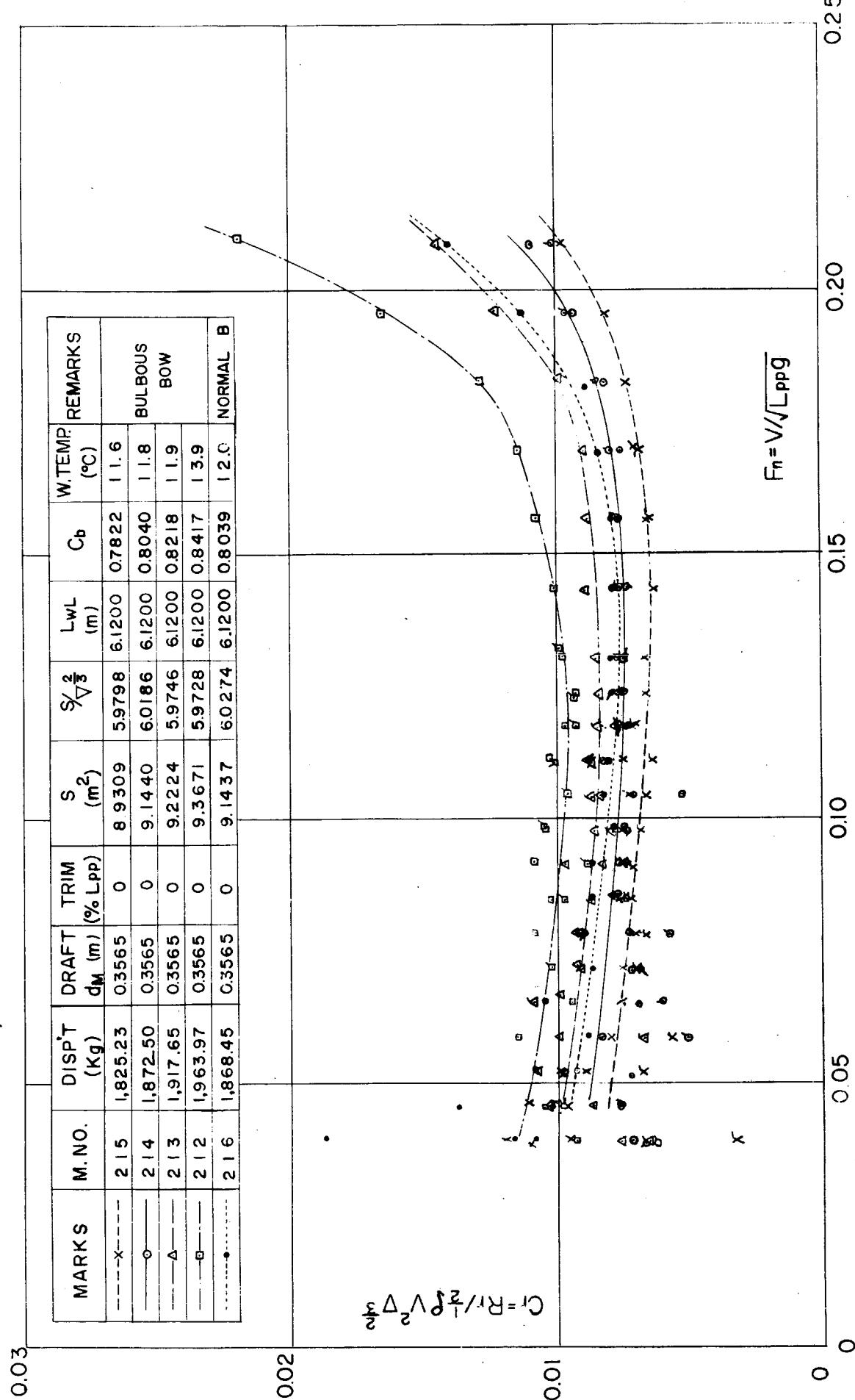
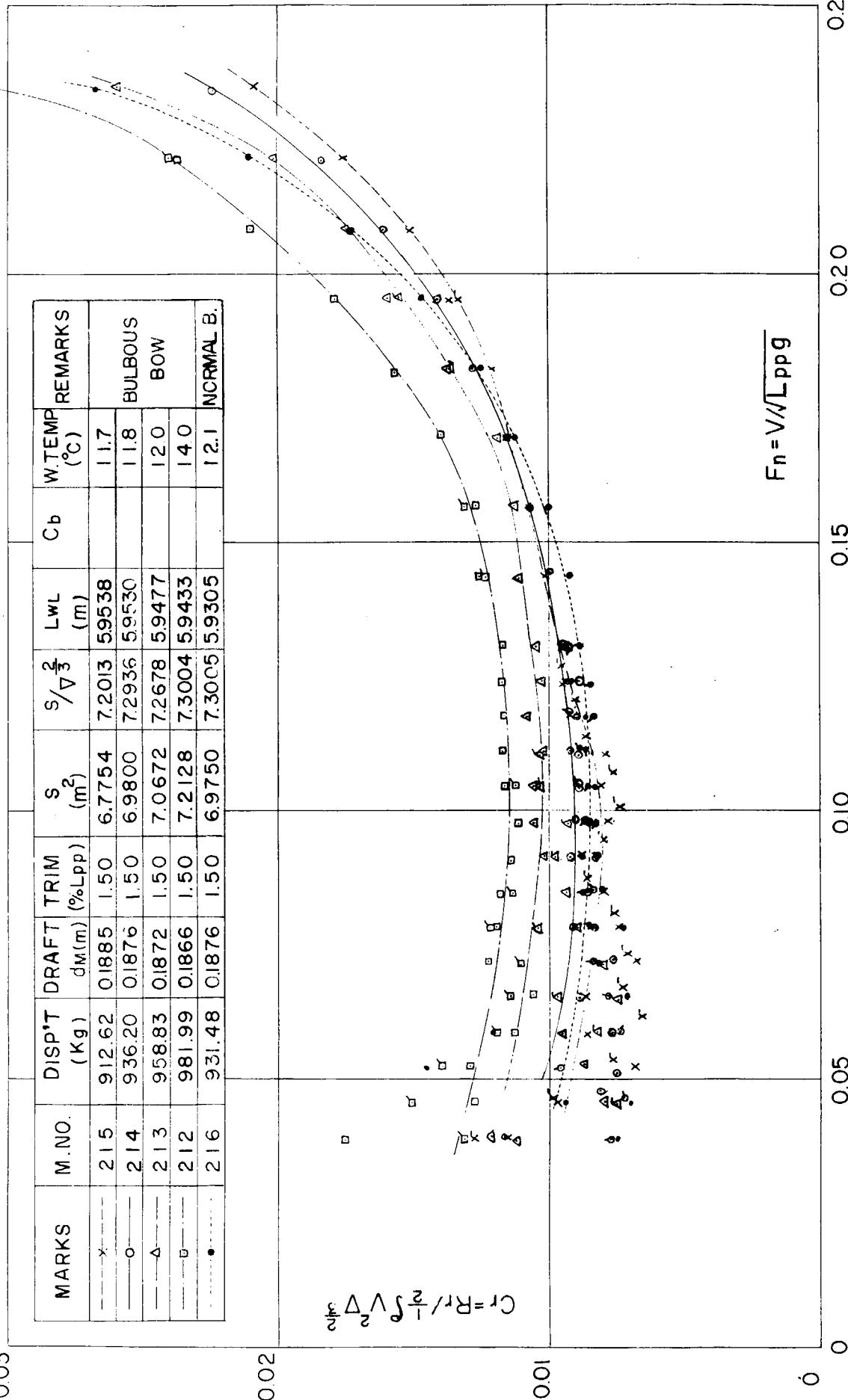


Fig. 2.1.18-a 剩余抵抗係数曲線

RESIDUAL RESIST. COEFF. CURVES.  
SINGLE,  $C_b$ -SERIALS BALLAST LOAD CONDITION

0.03

MARKS	M. NO.	DISP*T (Kg)	DRAFT dm.(m)	TRIM (%Lpp)	$S/m^2$	$S/\sqrt{\frac{2}{3}}$	$L_{WL}$ (m)	$C_b$	W. TEMP (°C)	REMARKS
X	215	912.62	0.1885	1.50	6.7754	7.2013	5.9538		11.7	
O	214	936.20	0.1876	1.50	6.9800	7.2936	5.9530		11.8	BULBOUS BOW
△	213	958.83	0.1872	1.50	7.0672	7.2678	5.9477		12.0	
□	212	981.99	0.1866	1.50	7.2128	7.3004	5.9433		14.0	
●	216	931.48	0.1876	1.50	6.9750	7.3005	5.9305		12.1	NORMAL B.



# EHP CURVES

FULL LOAD CONDITION

M. NO.	C <sub>B</sub>	MARKS	DISP'T (ton)	DRAFT (m)		
				A P	M S	F P
212	0.8417	-----	251,634			
213	0.8218	-----	245,699			
214	0.8040	-----	239,914	17.825	17.825	17.825
215	0.7822	-----	233,858			
216	0.8039	-----	239,395			

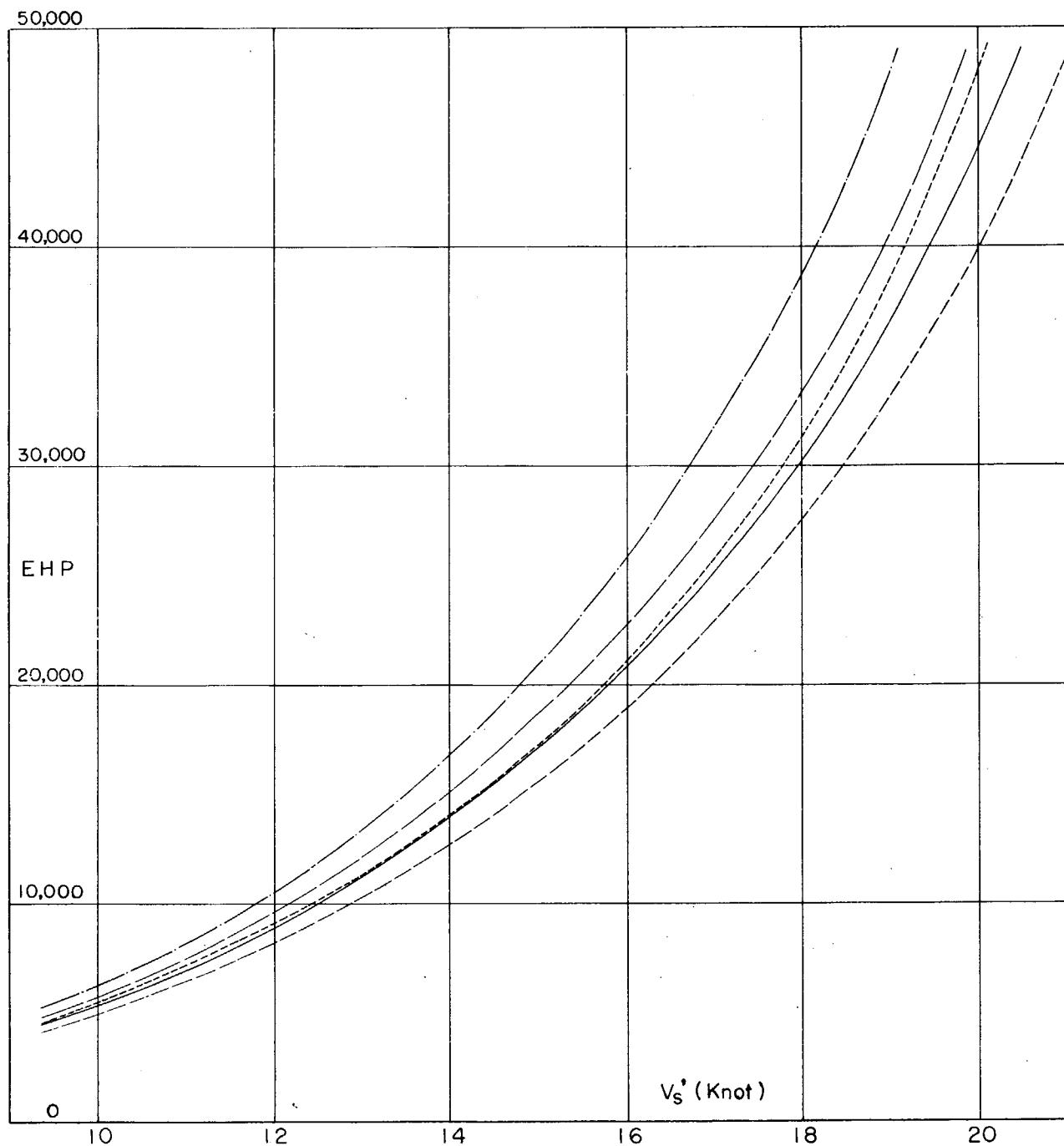


Fig. 2.1.19-a 有効馬力曲線

# EHP CURVES

BALLAST CONDITION

M. NO.	C <sub>B</sub>	MARKS	DISPT (ton)	DRAFT (m)		
				AP	MS	FP
212	08040	— — —	125,817	11.580	9.330	7.080
213	07825	— — —	122,850	11.610	9.360	7.110
214	07624	— — —	119,951	11.630	9.380	7.130
215	07397	— - -	116,929	11.675	9.425	7.175
216	07586	— - -	119,346	11.630	9.380	7.130

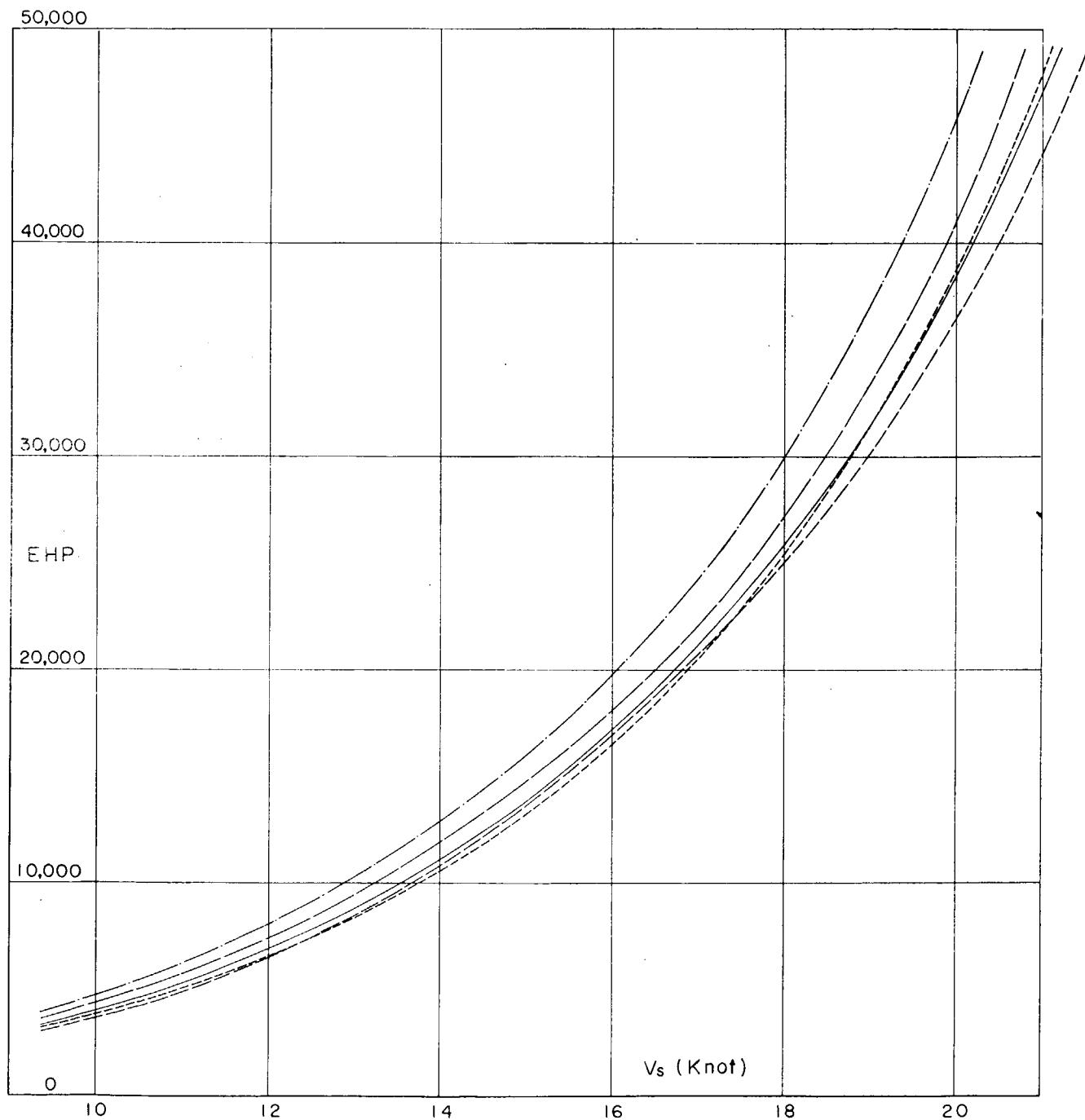


Fig. 2.1.19-b 有効馬力曲線

M.NO.212 SELF-PROPELLSION TEST RESULTS

FULL —○— BALLAST —△—

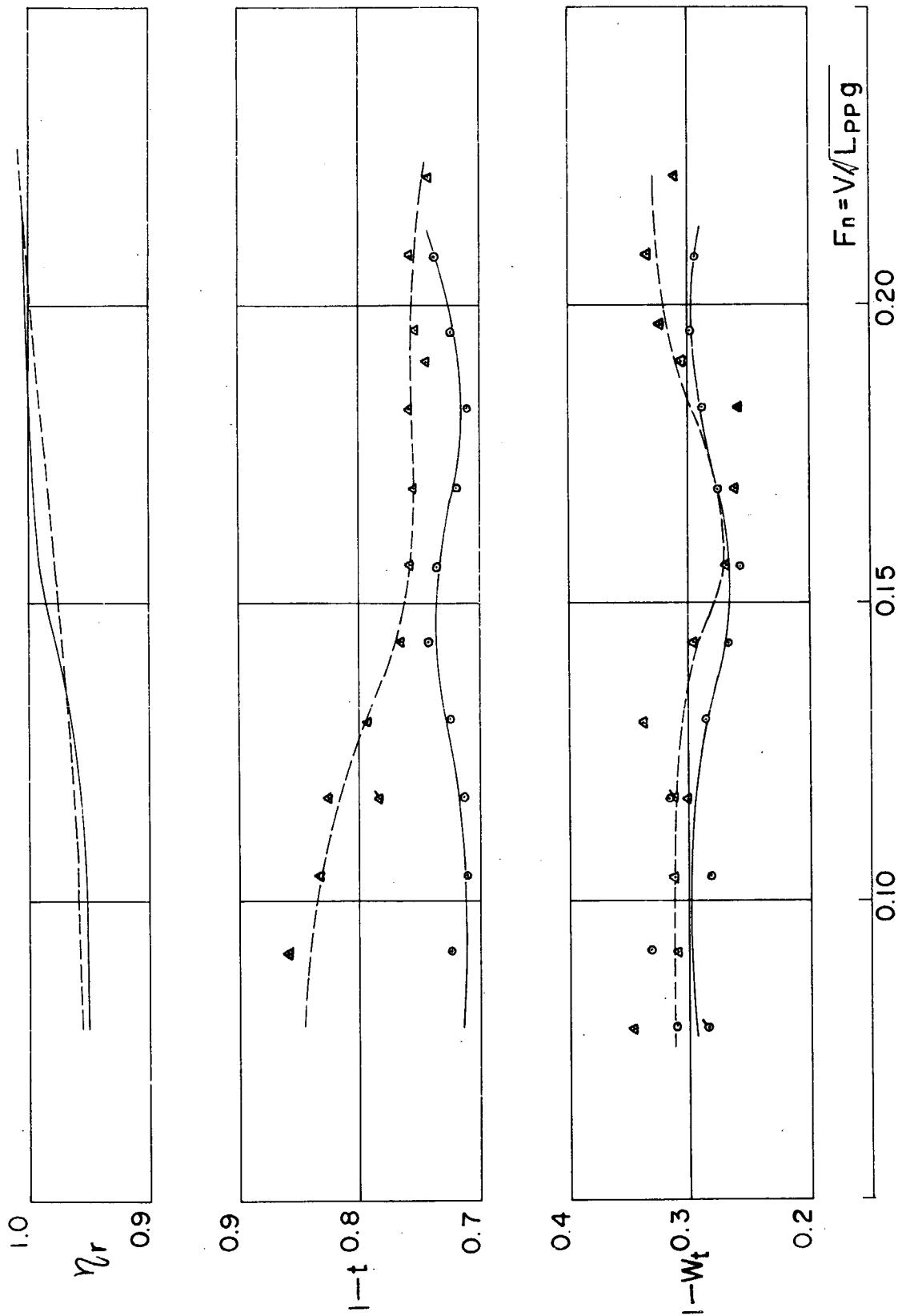


Fig. 2.1.20 自航要素

M.NO. 213 SELF-PROPULSION TEST RESULTS  
FULL —— BALAST ——

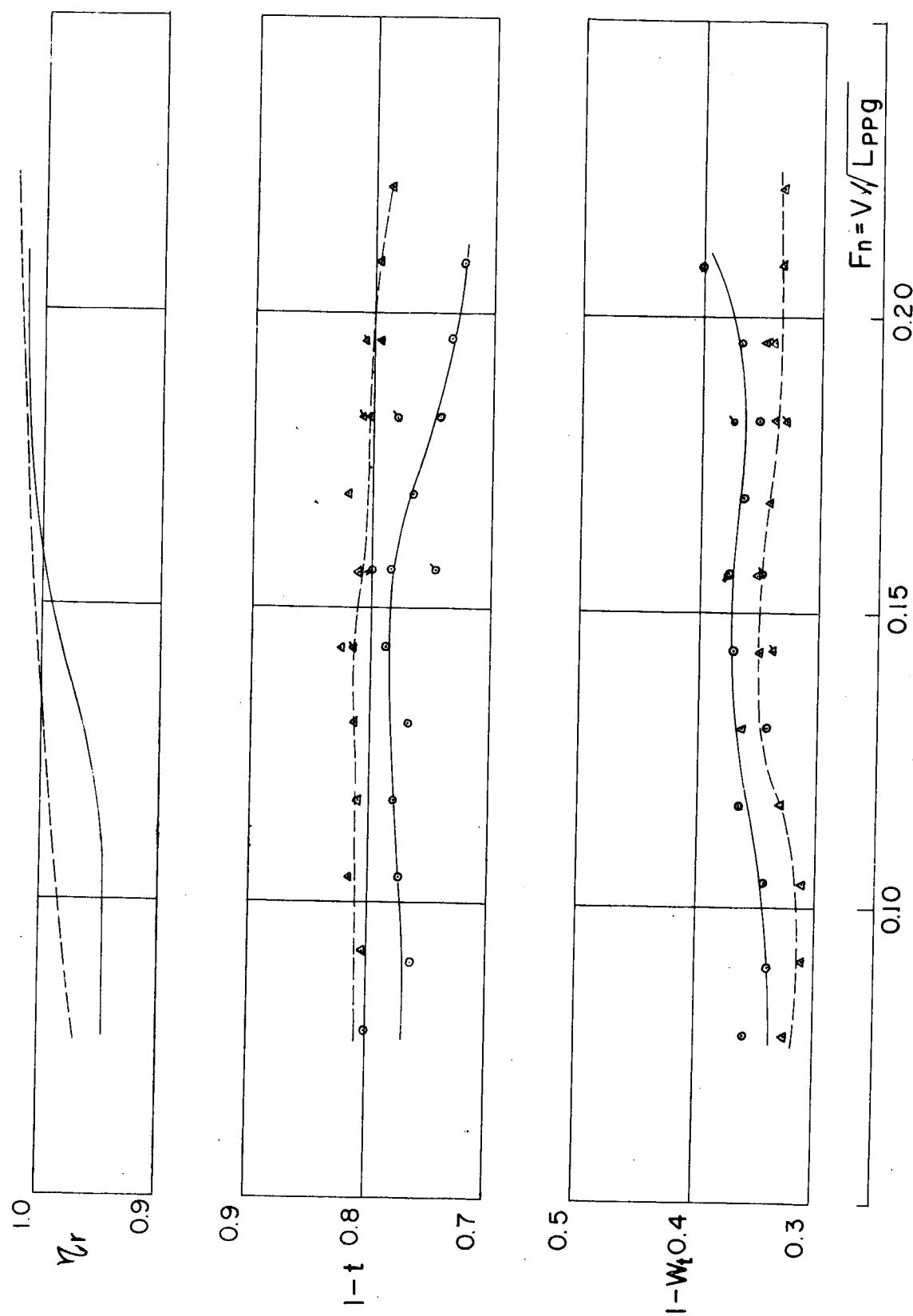


Fig. 2.1.21 自航要素

M NO 214 SELF-PROPELLION TEST RESULTS

FULL ——— BALLAST △ ——

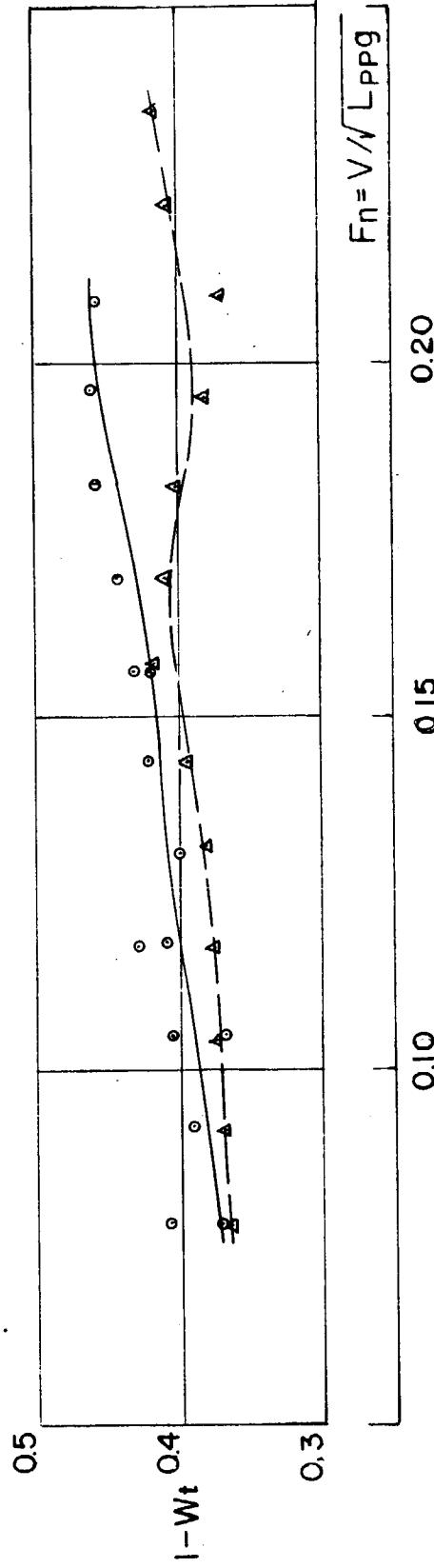
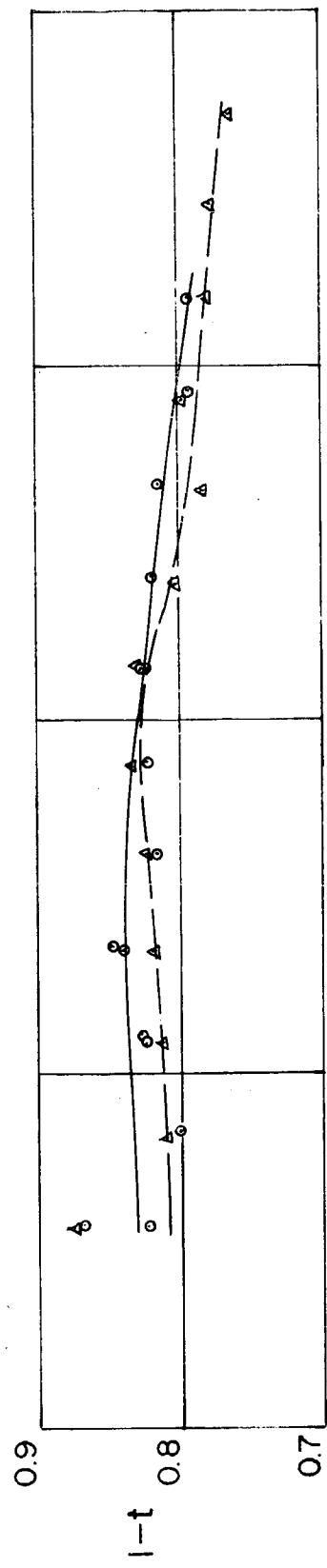
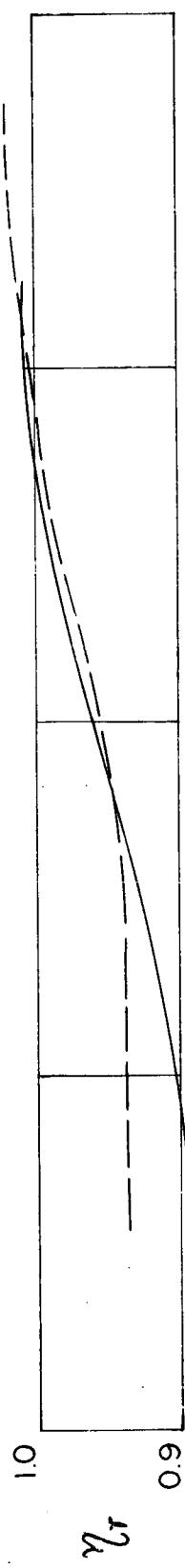


Fig. 2.1.22 自航要素

M.NO. 215 SELF-PROPELLION TEST RESULTS  
FULL —○— BALLAST —△—

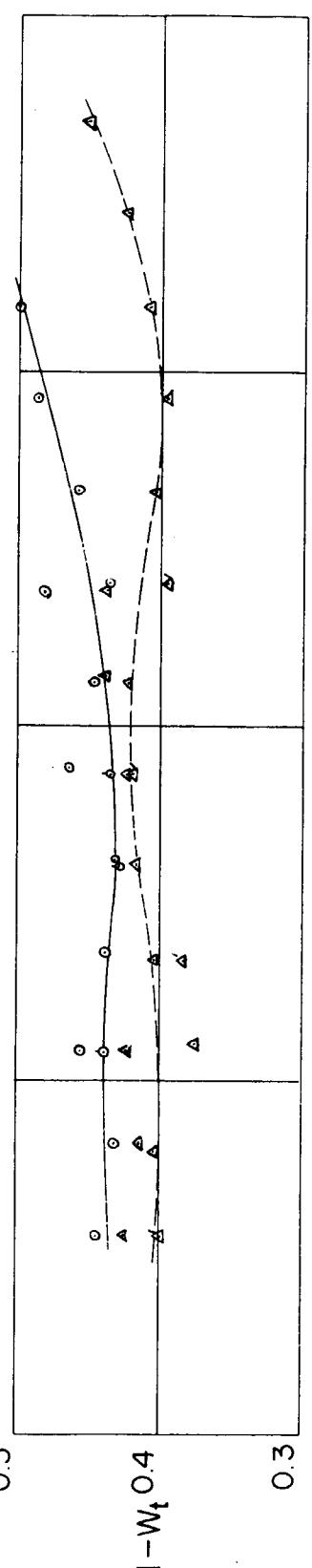
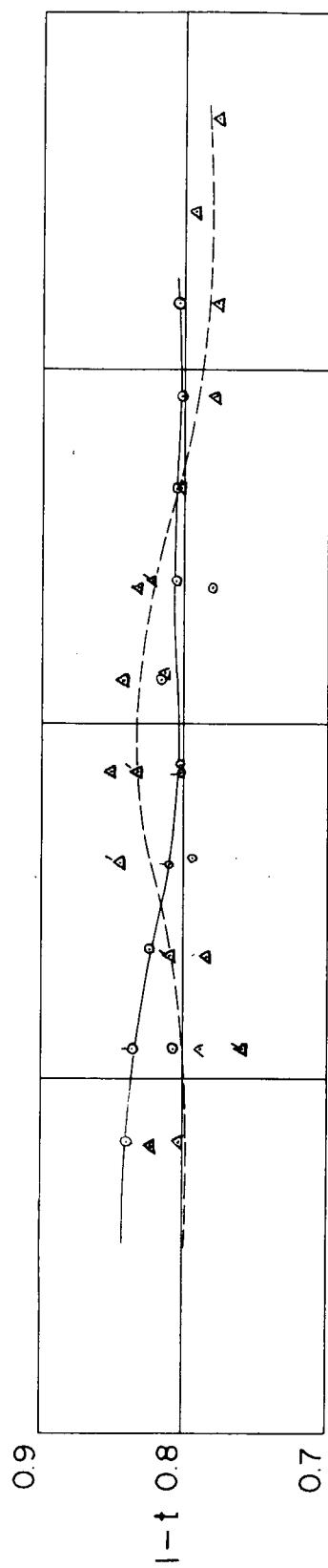
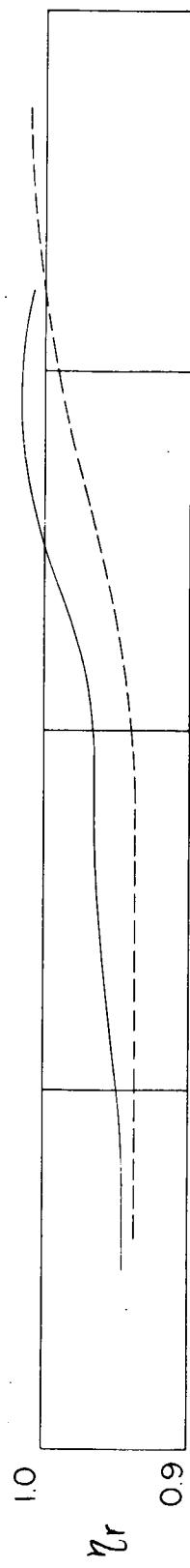


Fig. 2.1.23 自航要素

DHP CURVES  
FULL LOAD CONDITION

M. NO.	C <sub>B</sub>	MARKS	DISP'T (ton)	DRAFT (m)		
				A P	M S	F P
212	0.8417	—	251,634			
213	0.8218	—	245,699			
214	0.8040	—	239,914	17.825	17.825	17.825
215	0.7822	—	233,858			
216	0.8039	—	239,395			

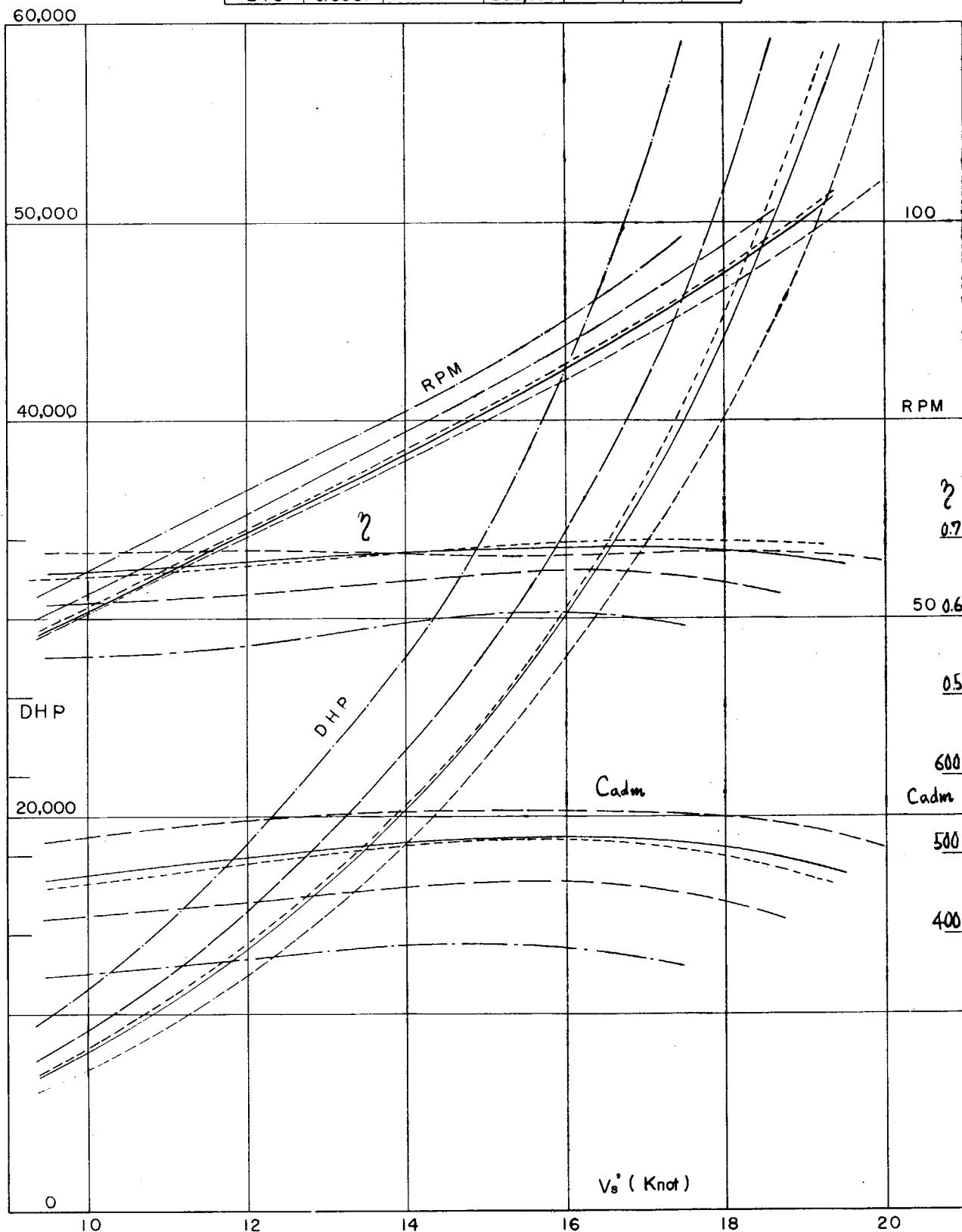


Fig. 2.1.24-a 伝達馬力等曲線

DHP CURVES  
BALLAST CONDITION

M. NO.	$C_B$	MARKS	DISP'T (ton)	DRAFT (m)		
				AP	MS	FP
212	0.8040	—	125,817	11.580	9.330	7.080
213	0.7825	—	122,850	11.610	9.360	7.110
214	0.7624	—	119,951	11.630	9.380	7.130
215	0.7397	—	116,929	11.675	9.425	7.175
216	0.7586	—	119,346	11.630	9.380	7.130

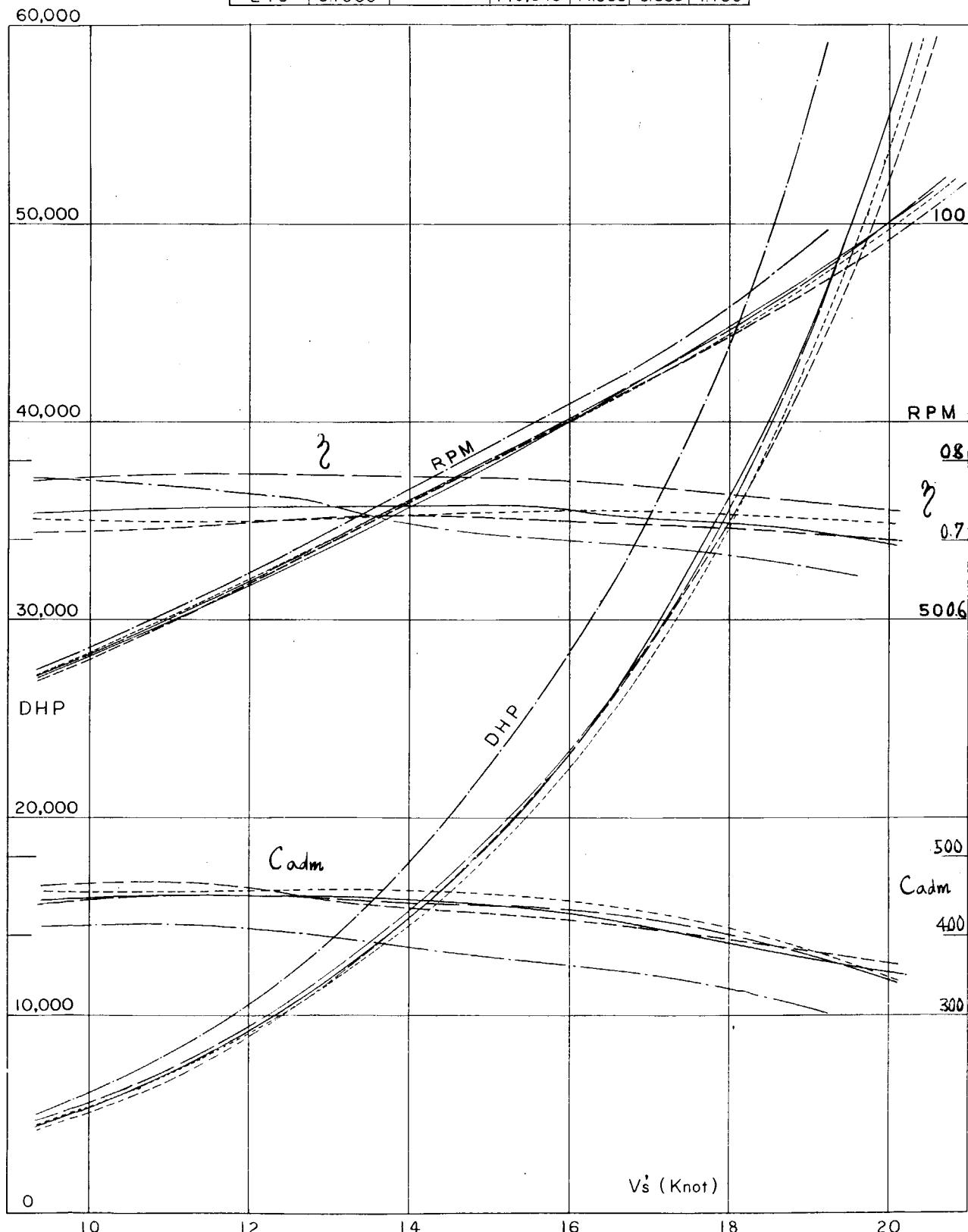


Fig. 2.1.24-b 伝達馬力等曲線

M.P.NO.1740 OPEN CHARACTERISTIC CURVES

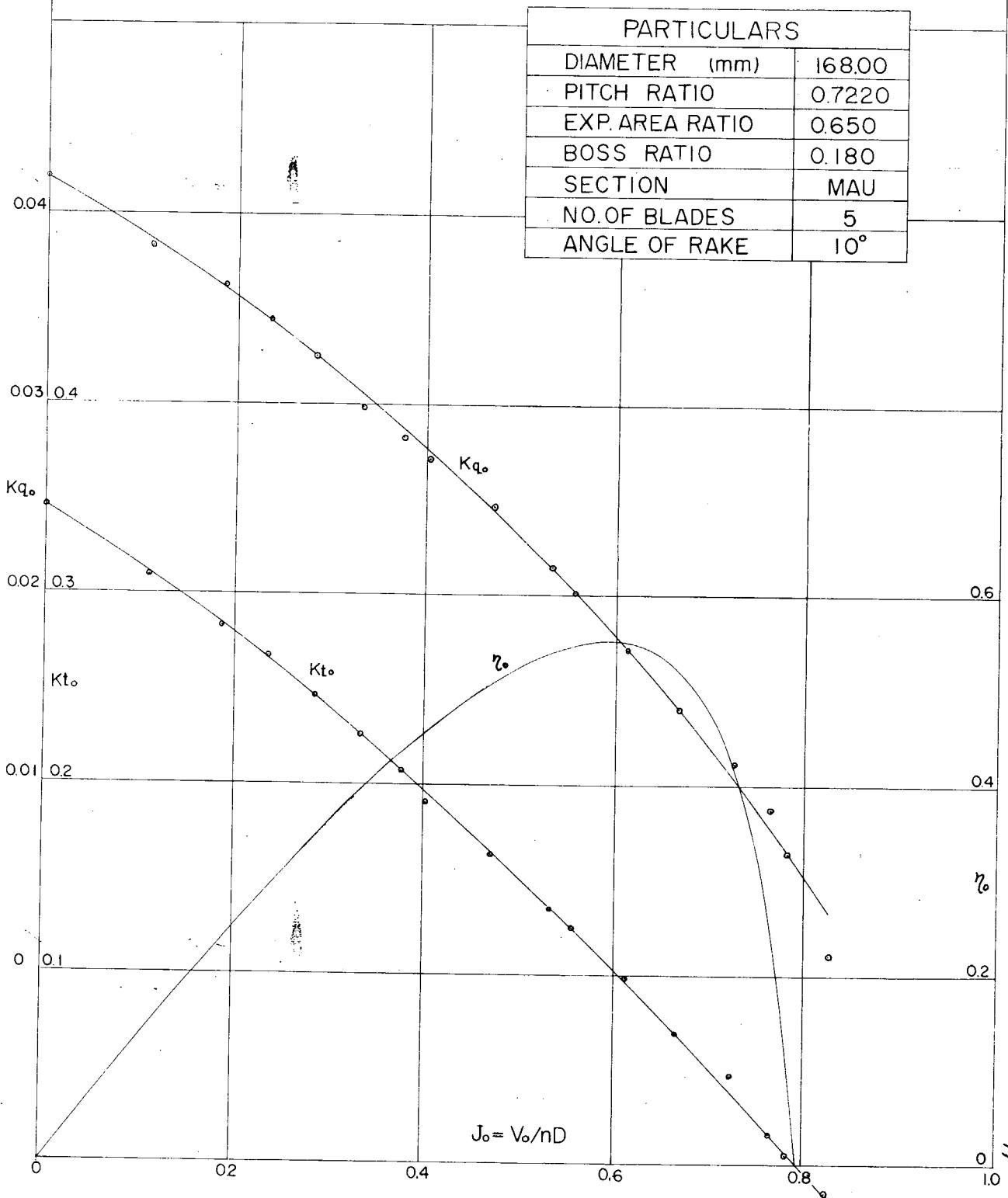


Fig. 2.1.25 プロペラ単独試験結果

### 2.1.3 バルブ付と普通型船首との比較試験

#### (i) 本試験の説明

従来造船研究協会により行なわれてきたタンカ船型の系統的試験（第61研究部会担当）においては、船首形状はいわゆる普通型であつたが、本シリーズではバルブ付船首を採用したので、これらと従来の系統的試験とを闇連づけるために比較試験を行なつた。本試験に採用した普通型船型は、その主要寸法、諸係数を今回の母型と等しくして、船首の形状を第61研究部会の系統的試験の場合と同様にして決定した。

#### (ii) 本試験に含まれる模型船

比較すべき母型は M. No. 214 であつて、これに対して普通型船首の M. No. 216 を用意した。M. No. 216 の船体寸法表は Table 2.1.6 に示すとおりである。

#### (iii) 試験状態など

試験排水量、試験速度等は C<sub>B</sub> シリーズとまったく同様に考えた。

##### (a) 抵抗試験

抵抗試験結果は前記の Fig. 2.1.1.8 に、有効馬力曲線は Fig. 2.1.1.9 に同時に示した。これでこれらの図中の M. No. 214 の結果と比較することができる。Fig. 2.1.1.9 によれば普通型船型はバルブ付船型に比して、満載状態ではやや不利で、高速になるほど差が大となり、バラスト状態では低速では有利で、高速では不利であることがわかる。

##### (b) 自航試験

Fig. 2.1.2.6 に自航試験より得られた普通型船首船型の自航要素曲線を、伝達馬力曲線等は Fig. 2.1.2.4 に併せて示した。

これらの図によりバルブ付と普通型船首との比較を行なえば自航要素には両船型で大差なく、有効馬力における有利、不利の関係が伝達馬力においても大体においてそのままあらわれているものと考えられる。

M NO.216 (SR-98, Single, C<sub>b</sub>=0.80, Normal Bow)

PARTICULARS

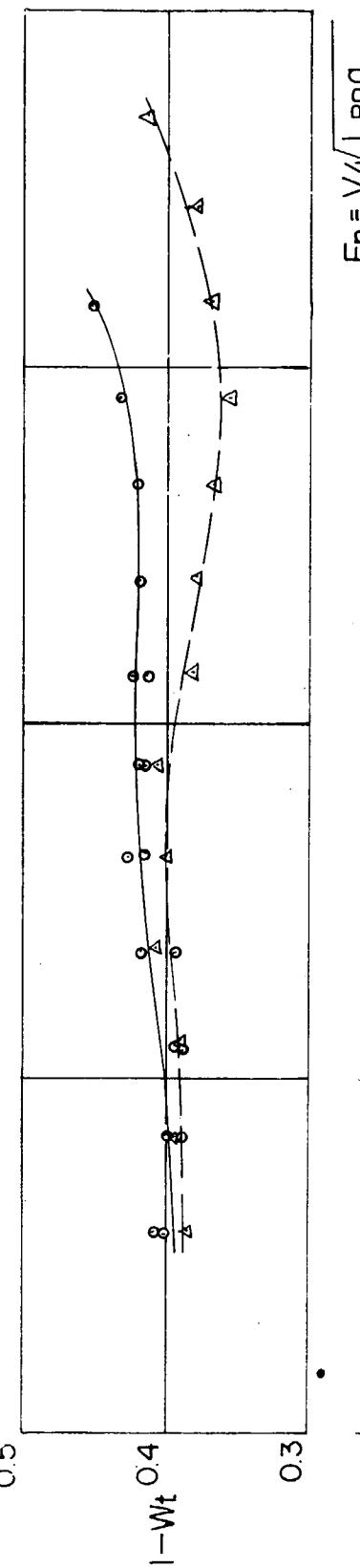
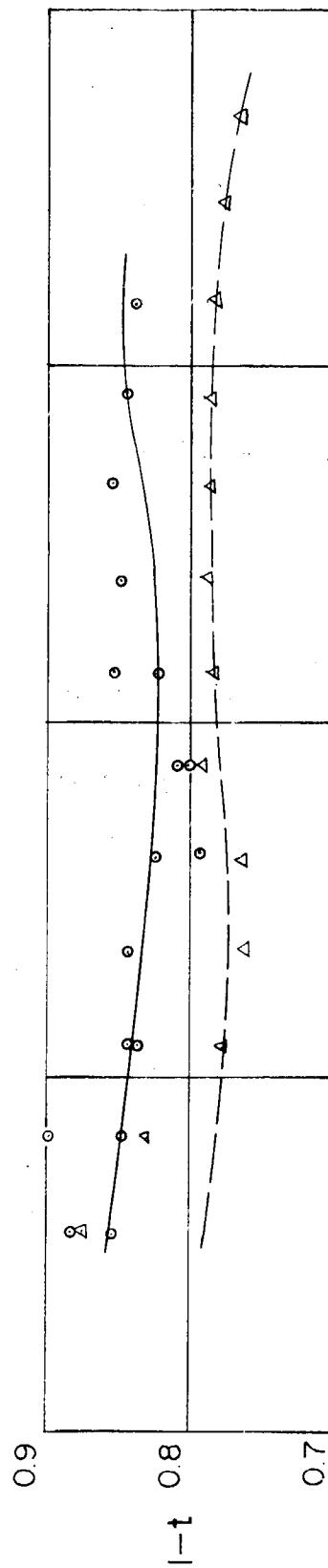
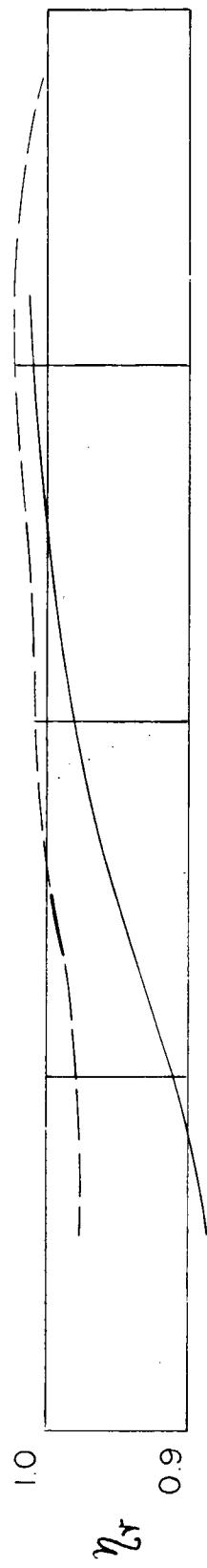
LENGTH (BETWEEN P.P.)	6,000.0 mm
LENGTH (ON D.W.L.)	6,120.0 mm
BREADTH (INCLUDING SKIN)	1,090.9 mm
DRAUGHT (INCLUDING SKIN)	356.5 mm
RISE OF FLOOR	0
RADIUS OF BILGE CIRCLE	67.3 mm
MEAN THICKNESS OF SHELL PLATING	—
WATER LINE, BOW AND BUTTOCK LINE APART	356.5 mm
SQUARE STATION APART	600.0 mm
LENGTH OF MODEL / LENGTH OF SHIP = 1/50.00	

Table 2.1.6

N.O.F	BL	B R E A D T H (mm)										H E I G H T (mm)																			
		0 SWL	1 WL	2 WL	3 WL	4 WL	5 WL	6 WL	7 WL	8 WL	9 WL	10 WL	11 WL	12 WL	CL	0.5BL	1 BL	2 BL	3 BL	4 BL	5 BL	6 BL	7 BL	8 BL	9 BL	10 BL	11 BL	12 BL	13 BL	No. of S.S	
S.S	0	200	400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4400	4800	0	200	400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4400	4800	5200		
B															3565	3505	3707	4068	4712										B		
A															2991	3084	3210	3518	3918	4479									A		
AP															2731	2818	2937	3198	3468	3864	4408									AP	
1/4	10.5	11.9	12.4	13.3	14.8	16.8	18.8	21.9	24.94	27.67	29.67	0	2060	2490	2719	2957	3217	3512	3888	4458								1/4			
1/2	12.5	13.7	15.3	16.0	16.7	17.1	16.7	16.8	2274	2771	3138	3401	3606	0	9	15.2	170.0	2434	2741	3007	3293	3623	4678	4782		1/2					
3/4	22.2	22.2	853	1033	1195	130.8	1452	166.3	197.6	2419	2897	3337	3678	3933	4127	0	1.5	16.4	82.0	189.7	2424	2790	311.9	346.2	389.8	452.6		3/4			
1	49.2	134.6	155.5	179.6	196.8	215.1	239.1	271.1	3079	347.6	3840	413.1	435.3	4532	0	1	0	1.8	11.8	46.0	127.8	201.3	245.9	292.0	332.6	380.5	449.4	—			
1/2	1360	2326	2924	2995	3259	3487	3715	3951	4185	441.2	461.6	4794	4936	5049	0	0	0	1.2	7.8	24.3	56.7	110.7	179.7	248.2	317.8	400.8	1/2				
2	2293	3250	3585	3991	4265	446.9	463.7	477.9	4903	5017	5117	5203	526.8	531.8	0	0	0	0	0	0	5.1	17.4	41.3	88.7	208.0	212.2					
2 1/2	3095	4060	4381	4746	4955	5089	5182	5252	530.4	534.9	538.4	541.2	542.9	543.7	0	0	0	0	0	0	0	0	1.6	9.6	28.7	77.7	3				
3	3757	4653	4940	5809	533.2	538.7	541.5	543.3	544.6	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	9.7	37.7	3 1/2				
3 1/2	4247	5000	5210	5400	5443	5451	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.0			
4	4524	5102	5290	5447	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.0			
5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	4				
7 1/2	4524	5102	5290	5447	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455	5455			
8	4238	4940	515.2	533.2	539.6	541.0	541.6	542.0	542.4	543.0	543.7	544.2	544.6	545.0	545.4	5124	515.4	518.3	521.5	524.8	528.2	531.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 1/2	3628	4402	4612	4887	5006	5062	5095	5124	515.4	518.3	521.5	524.8	528.2	531.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
9	2562	3545	362.0	391.2	4063	415.7	423.0	429.5	436.2	443.6	451.3	459.2	467.3	475.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
9 1/2	1753	2562	283.3	313.3	329.1	340.1	349.2	357.7	366.6	376.3	386.3	397.2	408.6	420.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
9 1/2	677	1579	184.6	212.3	228.2	239.5	249.5	259.3	269.2	279.7	291.3	303.8	317.6	332.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1 3/4	5.5	62.0	80.2	100.2	111.5	119.0	125.6	132.5	140.3	149.3	160.0	172.6	186.4	202.2	0	1.9	7.3	39.8	166.4	360.2	475.0	0	0	0	0	0	0	0	0		
FP															3.3	10.0	18.9	30.9	356.5	444.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

M.NO. 216 SELF-PRUPULSION TEST RESULTS

FULL ——— BALLAST ▲———



$F_n = V/\sqrt{L_{PP} g}$

Fig. 2.1.26 自航要素

## 2.2 船首形状改善による馬力節減の研究

### 2.2.1 目的

この分担研究では、巨大船の船首部の形状をどのように変化させれば、馬力の節減に効果があるかという問題をとりあげた。

従来の研究で低速・肥大船型に対する球状船首の効果がかなりはつきり認められ、本研究の母型にもはじめから  $F = 0.10$  のバルブが採用されているので、船首部形状に関する研究はいきおいバルブ形状に関する研究に重点がおかれるところになる。このほかの問題、たとえば前肩部の形状などについては、与えられた条件 ( $C_B = 0.80$ ,  $L/B = 5.5$ ,  $T_{CB} = -2.5\%$ ) のもとでは変化の自由度がバルブに比較して少ないので、研究の対象をいわゆるバルブ部分にしほることとした。

研究の方法としては、はじめに予備的な理論計算ができるだけ多く実施し、これによつてえられた情報を基礎として実験計画を立てることとし、とくに供試バルブの計画には数式表示の方法で、その形状要素を一般的な形でとらえることができ、将来の計画にも同じ方法がそのまま適用しうることを目標とした。

計算は流線追跡、数式表示、Secondary Flow について実施し、実験は回流水槽において 2 m 模型に関する予備的な流線観測を行ない、最後に 42 年度に抵抗試験を実施するための 2.8 m 模型と供試用バルブ 3 個を計画・作製した。

### 2.2.2 バルブの幾何学的特徴と流体力学的性質に関する予備計算

最近バルブに関する研究が進むに従つて、バルブの形状と流体力学的性質との関連性が注目されるようになつてきた。たとえばバルブ前面の形状が同じでも、バルブの最大断面の背後における Main Hull (主船体) との結合部の形状が hollow であるか straight であるかによつて、その流力特性も当然変つてくる。

このような問題についてある程度の予備的情報をうることを目的として、いわゆる流線追跡計画を実施した。

#### (i) Main Hull (主船体) と特異点

$C_B = 0.80$  のように肥大な船型を厳密に再現しうる特異点分布を求めるることは非常に困難であるから、母型の主船体にある程度近い形状を与える等価分布として次式のような Pienoid 分布を採用した。

##### (1) Side Source Plane :

$$\eta = 0.6\xi(1-\xi), \quad 0.5 \leq |\xi| \leq 1.0$$

$$\eta = 0.15$$

$$\text{Depth : } t = 0.095$$

##### (2) Side Source Density :

$$m(\xi) = -2.0 + 5.2\xi - 2.4\xi^2, \quad 0.5 \leq |\xi| \leq 1.0$$

$$m(\xi) = 0$$

##### (3) Bottom Doublet Plane :

$$\eta_B = -0.9375(\xi - 0.5)^2 + 0.15, \quad 0.5 \leq |\xi| \leq 0.9$$

##### (4) Bottom Doublet Density :

$$B(\xi) = (-0.1025 + 0.35\xi - 0.25\xi^2) \times (2.0 - 6.666\eta^2),$$

Fig. 2.2.1 は上式が表わす主船体形状を示す。

#### (ii) バルブと特異点

上記 Main Hull に Table 2.2.1 に示すような 12 種の Vertical Line Singularities を F.P. の位置に加えて、流線追跡を行なつた。これらのバルブは吃水方向の分布としては Uniform と Triangular の 2 種（前者はいわゆる Cylindrical Bulb に対応する）、Source と Doublet の比率は 100% Source, 100% Doublet およびその中間の (50% Source + 50% Doublet) の 3 種、またバルブの大きさとしてはそれぞれについて大、小 2 種、合計 12 の変化となる。このうちの 100% Doublet の場合の 4

種の流線追跡結果を Fig. 2.2.2 ~ 2.2.5 に示す。この例のように 100% Doublet のバルブでは船型の“ふくらみ”は局限され、船の幅が全体として大きくなるという結果にはならないが、そうでない場合、すなわち若干でも Source 的要素が加味されると、その Source の量だけ船の幅が大きくなる。したがつて最大幅を所定の値におさめるためには、これを考慮して、あらかじめ主船体の等価 Source を割引きしておく必要がある。

なお、いわゆる fairing 部分の形状については、100% Doublet の場合、かなり極端なクビレがみられ、通常用いられている程度の fairing を行なうことは、流力特性としてはかなりの程度 Source 的要素を加味していることに相当することがわかる。

### (iii) Main Hull (主船体) の再近似

(i) に述べたものの近似をよくする目的で再検討を行なつた結果、次式を得た。

(1) Side Source Plane :

(2) Side Source Density :

$$m(\xi) = 6.8855829 - 4.0261490\xi + 6.7915604\xi^2 - 3.3739380\xi^3$$

(3) Bottom Doublet Sheet Plane :

$$\eta_B = -0.035185188 + 0.74074074\xi - 0.74074074\xi^2$$

(4) Bottom Doublet Density :

$$B(\xi) = 1.5(-0.1025 + 0.35\xi - 0.25\xi^2)(1.5 - 6.666\eta^2)$$

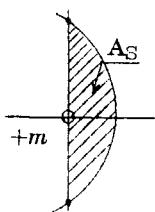
上記による流線追跡の結果を Fig. 2.2.6 に示す。

Table 2.2.1 Selected Bulb Singularities

	Bulb No.	Source (%)	Doublet (%)	$m$ (Source)	$M$ (Doublet)	Size
(1) Cylindrical Bulb	1	100	0	0.031416	0.0	Small
	2	50	50	0.022216	$0.1082 \times 10^{-3}$	
	3	0	100	0	$0.2164 \times 10^{-3}$	
	7	100	0	0.0628319	0.0	Large
	8	50	50	0.044432	$0.4328 \times 10^{-3}$	
	9	0	100	0	$0.8656 \times 10^{-3}$	
(2) Triangular Bulb	4	100	0	$1.03342\xi$	0.0	
	5	50	50	$0.730789\xi$	$3.5592 \times 10^{-3}\xi$	
	6	0	100	0	$7.1184 \times 10^{-3}\xi$	
	10	100	0	$2.06684\xi$	0.0	
	11	50	50	$1.461578\xi$	$1.42368 \times 10^{-1}\xi$	
	12	0	100	0	$2.84736 \times 10^{-1}\xi$	

(註) 2次元 Line Source, Line Doublet の強さ  $m$ , モーメント  $M$  とバルブ寸法との関係式

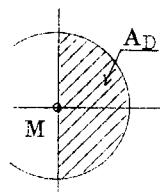
Line Source :



$$A_S = 2 \int_0^{\pi/2} \frac{r^2}{2} d\theta$$

$$= \frac{m^2}{4\pi^2} \int_0^{\pi/2} \left( \frac{\theta}{\sin \theta} \right) d\theta$$

Doublet :



$$A_D = \frac{\pi r^2}{2} = \frac{M}{4}$$

$$A_S = A_D \text{ より}$$

$$m^2 = \frac{\pi^2}{2.164} M$$

または

$$m = \frac{\pi}{\sqrt{2.164}} \times \sqrt{M}$$

### 2.2.3 バルブ船型の数式表示

これまでバルブ・シリーズの水槽試験を計画するに当つて、バルブの幾何学的特徴を表わすパラメータとして D. W. Taylor の  $f$  値や最大突出量、あるいは等価球（または内接球）の中心位置などが用いられてきた。

しかしバルブに関する研究を一層こまかく実施するに当つては、この程度では不十分で、できればバルブを含めた船型の数式表示が求められることが望ましい。これについて若干の考察と計算を実施した。

#### (i) 主船体とバルブとの分離

Fig. 2.2.7 のような座標系について船体表示式を

$$y(x, z) = y_0(x, z) + y_B(x, z), \quad (2.2.1)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{ここに } y_0(x, z) = \text{主船体} \\ y_B(x, z) = \text{フェアリング部を含めたバルブ部分,} \end{array} \right\} \quad (2.2.2)$$

のように分離して、それぞれについて数式表示を考える。

S R 9 8 母型 ( $C_B = 0.80$ ) の前半部船体についてこの分離を行なうと Fig. 2.2.8 のようになる。また、このうちの  $y_0(x, z)$ 、すなわち主船体について Pien の方法による数式表示を行なうと、その結果は Fig. 2.2.8 の鎖線のようになり、ほとんど両者完全に一致する。

また、この  $y_0(x, z)$  の母型から読みとつた値（無次元）を Table 2.2.2 に、数式による計算値を Table 2.2.3 に示す。この計算では Pien の方法を若干簡略化し、水線は  $i = 0, 2, 3, \dots, 7$  次、吃水方向は  $j = 0, 1, \dots, 6$  次までとした。なお  $y_B(x, z)$  の F.P. 後方部を重ねると Fig. 2.2.10 のようになる。

#### (ii) バルブの基本型

##### (a) F.P. 断面形

バルブ断面形を簡単に表示する基本式として、次式

$$y = b(z) = k \cdot z^m (1 - z)^n, \quad (2.2.3)$$

を用いる。（ $z = 0$  は L.W.L.,  $z = 1$  は Base Line である）

バルブ最大幅を 1 として無次元化した場合、バルブの断面形状を支配するものは最大幅の  $z$  の値 ( $z_1$ ) と断面係数 ( $\alpha$ ) である。

(2.2.3) 式について  $z_1, \alpha$  を求めると、

$$z_1 = \frac{m}{m+n} = \frac{1}{1+\beta}, \quad (2.2.4)$$

$$\text{ただし } \beta = \frac{n}{m}, \quad (2.2.5)$$

また、面積  $A$  は

$$A = \int_0^1 y(z) dz = k \int_0^1 z^m (1-z)^n dz, \quad (2.2.6)$$

ベータ ガamma  
 $B$  関数、 $\Gamma$  関数の公式により、

$$B(m+1, n+1) = \int_0^1 z^m (1-z)^n dz = \frac{\Gamma(m+1) \Gamma(n+1)}{\Gamma(m+n+2)}, \quad (2.2.7)$$

$$\text{ここに } \Gamma(z) = \int_0^\infty e^{-t} t^{z-1} dt, \quad (2.2.8)$$

これより、面積係数

$$\alpha = \frac{A}{1 \times y_{\max}(z_1)}, \quad (2.2.9)$$

が  $B(m+1, n+1)$  により求められる。

従つて、まずバルブ最大幅の位置  $z_1$  より  $\beta = n/m$  が求まり、ついで  $\beta$  と  $\alpha$  とから  $m, n$  従つて  $n$  がきまる。

Fig. 2.2.9はこのための計算図表で、これを用いれば簡単に(2.2.3)式の  $m, n$  を求めることができる。図には1例として( $z_1 = 0.700, \alpha = 0.620$ )の場合の求め方を例示してある。

また、Fig. 2.2.1 1(a), (b), (c) は  $m, n$  の変化による形状の変化の1例を示す。この基本型が従来実験あるいは発表された各種バルブをどのように近似しうるかを示す例として Fig. 2.2.1 2 に比較の4例を示す。

#### (b) Raised - Up 型バルブ (R型バルブ) の場合の F.P. の断面形

バルブ下面が F.P. の位置で Base Line に接している型(以下この型を B型と称す)では上式の基本型ではとんど十分に近似できる。

これに対して Base Line から少し上方に離れている型(R型)ではその下端の  $z$  の値を  $h$  で表わすとき、  
変換

$$z' = z/h , \quad (2.2.10)$$

によつて、やはり(2.2.3)式と同型の式で表示できる。そしてこの場合にも計算図表 Fig. 2.2.9 を活用できる。

#### (c) B型バルブのプロファイル形状

バルブのプロファイル形状も B型については(2.2.3)式がそのまま使用できる。ただし、プロファイル形状は F.P. 断面よりも形状変化の幅が大きいので、基本式(2.2.3)だけではやや不十分で、補助関数

$$f(z) = A z^2 + B z + C , \quad (2.2.11)$$

を乗じて、

$$x \equiv p(z) = k \cdot z^m (1-z)^n \cdot f(z) , \quad (2.2.12)$$

とする。補助関数  $f(z)$  は  $z = z_1$  にて  $f(z) = 1$  となり、かつ  $z \leq z_1$  の各領域で所求の性質になる  
ように適当に定めればよい。

#### (d) R型バルブのプロファイル形状

R型バルブのプロファイルは、(2.2.3)式と異なり、次式で与えられる。

$$x \equiv p(z) = k \cdot z^m (h-z) \cdot f(z) , \quad (2.2.13)$$

Fig. 2.2.1 3 に各種バルブのプロファイル形状と数式表示を示す。

#### (e) 曲面の方程式

バルブ尖端の平面形すなわち、W.L. 形状は円または放物線で近似される。すなわち、

$$\left( \frac{y}{b(z)} \right)^2 = 1 + A_1(z)x + A_2(z)x^2 + A_3(z)x^3 + \dots , \quad (2.2.14)$$

でバルブの曲面方程式がえられる。ここに  $b(z)$  は F.P. の正面図を表わし、係数  $A_1(z), A_2(z), A_3(z), \dots$  は F.P. における W.L. の勾配および尖端におけるバルブの曲率半径  $r(z)$ , プロファイル断面  $p(z)$  などによつて定められ、これらによつてバルブの特性を規定することができる。F.P. における W.L. の勾配を  $t(z)$  で表わし、 $b(z), r(z), p(z)$  の特性を満たすよう各係数を選ぶと次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} A_1(z) &= -2t(z)/b(z) \\ A_2(z) &= \frac{1}{p^2(z)} \left\{ 4p(z)/b(z) \times t(z) - 3 + 2r(z) \cdot p(z)/b^2(z) \right\} \\ A_3(z) &= \frac{2}{p^3(z)} \left\{ 1 - p(z)t(z)/b(z) - p(z)r(z)/b^2(z) \right\} \end{aligned} \right\} \quad (2.2.15)$$

#### 2.2.4 Secondary Flow の計算

神中博士の方法を用い、SR 9.8 母型 ( $C_B = 0.80$ ) の船体に沿う流線計算を実施した。

### (i) 流線図

Fore Body についてはバルブなし主船体とバルブつきの両方の場合について計算し、Fig. 2.2.1 4 および Fig. 2.2.1 5 に示す。

また、Aft Body については Fig. 2.2.1 6 に示す。いずれも自由表面における波動の影響は無視している。

なお、波動の影響を入れた計算は 42 年度に予定されている 2.8 m 模型の実験結果をみて、実施の予定である。

### (ii) 切線速度の比較

Fore Body においてバルブのある、なしにおける切線速度の相違を比較したものが Fig. 2.2.1 7 である。

### (iii) 圧力分布

船底剥離渦の発生は船底に流入する前後での流線に沿う圧力分布の急上昇によるものと想像されるので、まず

Fore Body のバルブの有無による圧力分布の相違を比較した。(Fig. 2.2.1 8)

予想どおり、バルブのない場合に著しい圧力降下と、それに続く急激な圧力上昇がみられるが、バルブを付すことにより、圧力勾配が非常に緩和されてくることがわかる。

なお、Aft Body で船底から船側に切上つてくる流れについても同じような圧力分布を求め、ここでもかなり顕著な圧力上界域が存することを認めた。(Fig. 2.2.1 9)

## 2.2.5 回流水槽における流線観測試験

巨大船の満載状態およびバラスト状態における球状船首の効果を改善し、波消し作用のみならず、船首部流線が優れているバルブおよびフィレットの形状寸法を求めるため、東京大学船用機械工学科回流水槽を使用して、数種の船首形状について船首船側波形の測定、および船首船側船底の流向測定を行なつた。

### (i) 模型

#### (a) 理論船型

流線追跡法による船型計算はバルブなしとバルブ付きについて多数行なわれた。この結果のうち、バルブなしの比較的船底の平坦な形状を選び、船底を平坦に修正した船型をバルブなし船型 (SR 98, B 0) とした。バルブ付き船型としては、円柱形バルブとして F.P. の Doublet 分布が深さ方向に一様なもの 2 種 (SR 98, B 3, B 9) および三角形バルブとして F.P. の Doublet 分布が深さ方向に三角形のバルブ 2 種 (SR 98, B 6, B 12) を選び、船底を平坦に修正した。Fig. 2.2.1 ~ 2.2.5 に SR 98, B 0, B 3, B 9, B 6, B 12 の正面線図を示す。これらの模型の主要目を Table 2.2.4 に示す。

Table 2.2.4 模型主要目

M. NO. Item	B 0	B 3	B 9	B 6	B 12	S b	S b 1
LPP (m)	2.000	2.015	2.022	2.006	2.008	2.000	2.000
B (m)	0.3636	0.3636	0.3636	0.3636	0.3636	0.3636	0.3636
T (m)	0.1188	0.1188	0.1188	0.1188	0.1188	0.1188	0.1188
▽ (m)	0.0675	0.0675	0.0676	0.0674	0.0672	0.0701	0.0701
C_B	0.7818	0.7814	0.7821	0.7796	0.7784	0.8114	0.8114
ℓ_C B (%)	-1.52	-1.40	-1.45	-1.315	-1.63	-2.795	-2.793

#### (b) 母型およびその変形

上述の理論船型は C\_B が 0.80 より小さく、満載吃水線形状も母型よりやせているので、母型およびその変形も試験することにした。母型の変形は流線観測結果を参考にして C\_B が一定になるように行なつた。Fig. 2.2.6 に母型 (SR 98, S b) およびその変形 (SR 98, S b 1) の正面線図を示す。これらの模型の主要目を Table 2.2.4 に示す。

### (c) 模型船型変更方法

船首部がB 0、船尾部は母型の木製模型を1隻製作し、船首のバルブおよびフィレットの形成は油粘土の盛りつけによることにした。

### (ii) 試験状態

試験状態は満載状態および船尾吃水を一定 ( $T_{AP} = 0.0735 m$ ) に保ち、船首吃水を変えたバラスト状態とした。速力はフルード数  $F_n = 0.155$  および  $0.180$  とした。

### (iii) 実験方法

#### (a) 船側波形測定

模型右舷側方においてカメラにより船首船側波形を撮影し、数枚の写真から平均値を求める方法によつた。

#### (b) 船側および船底流線観測

S.S. No. F.P.  $9\frac{3}{4}$ ,  $9\frac{1}{2}$ ,  $9\frac{1}{4}$ , 9,  $8\frac{1}{2}$ ,  $7\frac{1}{2}$ , 7, の左舷側に2段糸、右船底に2段棒を取り付け、流れによるなびきを写真撮影するとともに8ミリカラーフィルムで映画撮影を行なう方法によつた。2段糸および2段棒を Fig. 2.2.20 に示す。Fig. 2.2.21 に撮影方法を示す。

## IV 実験結果

### (a) 理論船型の実験

まずB 0について船側波形測定と流線観測を行なつた。船側波形は現在解析中であるが、B 0は水線射入角が比較的小さいためか、この速度範囲では各状態とも船首波が小さい。船底の流線観測結果の1例を Fig. 2.2.22 に示す。船底付近のビルジ曲率が大きいため、満載状態では模型表面と約10mm離れた位置とでは流向がはなはだしく違つてゐる。しかしバラスト状態ではこの流向のくい違いが小さくなつてゐる。このように満載状態で流向のくい違いがはなはだしく起る船型でも、バラスト状態では流向がかなり良くそろうことにより、流線観測は主として満載状態について行なえば良いと考えられる。

B 3の船側波形は現在解析中であるが、小さいように見受けられた。B 3の船底流線観測結果の1例を Fig. 2.2.23 に示す。流向のくい違いはB 0同様ははなはだしく大きい。バラスト状態では流向のくい違いが小さくなつてゐる。

B 9の船底流線観測結果の1例を Fig. 2.2.24 に示す。B 0, B 3より流向のくい違いが少し小さいようである。

以上の結果によりB 0, B 3, B 9程度の船型変化では船底流線の変化が小さいようであり、またB 6, B 12はB 0より幅がかなり小さい部分があり、形状変更が容易にはできないのでB 6, B 12の実験は実施を見合せた。

満載状態において船底流線のくい違いを小さくするためにはS.S. No.  $9\frac{3}{4} \sim 8\frac{1}{2}$  の船底付近の曲率をかなり小さくしなければならないと思われる。

### (b) 母型とその変形の実験

母型について船側波形測定および流線観測を行なつた。船側波形は現在解析中である。船底流線観測結果の1例を Fig. 2.2.25 に示す。満載状態における船底の流向のくい違いはB 0, B 3, B 9よりは小さいようであるが、S.S. No.  $9\frac{1}{4} \sim 8$  ではかなり大きく改善が必要と思われる。

そのため、満載吃水線付近の形状およびF.P.より前方の形状はほとんど変更しないでS.S. No.  $9\frac{3}{4} \sim 8\frac{1}{2}$  の船底付近の形状を曲率が小さくなるような船型 (SR 98, SB 1) に変更した。Fig. 2.2.26 にSB 1の船底流線観測結果の1例を示す。流向のくい違いはあまり改善されていない。母型の船底流線を改善するにはバルブ形状、水線形状まで変える必要があろう。

以上の実験ではやせたB 0の木製模型に油粘土を盛りつけて他の船型を形成する方法を使ったが、母型に対しては油粘土の使用量が多く、実験作業に手間がかかり、改善が望まれた。

## 2.2.6 供試バルブの計画

42年度に実施が予定されている2.8m模型(抵抗試験用)の原型(母型)のほかに3種、合計4種のバルブを次のように

に計画した。(母型以外はすべて数式表示による)

(a) バルブの  $f$  値

母型バルブの F.P. 断面と中央断面との比  $f = 0.10$  の値をそのまま一定として押えた。

(b) バルブ断面の最大幅(またはプロファイルにおける最大長さ)

母型  $z_1 = 0.700$  の値をできるだけそのまま押え、

ただし、R型のみ  $h = 0.95$  に対応して

$$z_1 = 0.700 \times 0.95 = 0.665 \text{ と若干水面に近づけた。}$$

(c) バルブの類型

いわゆるB型、R型おのの2種ずつ、合計4種とした。

(d) バルブの最大突出量  $\frac{l}{L} (\%)$

母型は  $\frac{l}{L} = 1.28\%$  であるので、 $\frac{l}{L} = 1.28, 2.56\% (\%)$  の2種とした。

以上により供試バルブの番号と特性は Table 2.2.5 のようになる。

Table 2.2.5 2.8 m 模型用バルブの特性

Bulb No.	Type	$\frac{l}{L}$	$f$	$z_1$	$h$
B 1 (母型)	B 型	1.28	0.10	0.700	1
B 2	B 型	2.56	0.10	0.700	1
R 1	R 型	1.28	0.10	0.665	0.95
R 2	R 型	2.56	0.10	0.665	0.95

表中 B 1 は母型バルブである。

これらバルブの F.P. 断面図およびプロファイル  $b(z)$ ,  $p(z)$ ,  $c(z)$ ,  $r(z)$  を Fig. 2.2.27, 2.2.28 に数式とともに示す。また F.P. より前部のバルブライズを Fig. 2.2.29 に示す。

Table 2.2.2 The Given Forebody Offset of  
Model SR-98 (Without Bulb)

Sta.	$7\frac{1}{2}$	8	$8\frac{1}{2}$	9	$9\frac{1}{2}$	$9\frac{3}{4}$	F.P.
$\frac{X_n}{Z_m}$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	
LWL 0.0	1.0000	0.9976	0.9871	0.9632	0.9248	0.8618	0.7709
0.1667	1.0000	0.9976	0.9863	0.9593	0.9209	0.8547	0.7631
0.3333	1.0000	0.9972	0.9859	0.9585	0.9150	0.8461	0.7556
0.5000	1.0000	0.9945	0.9820	0.9549	0.9052	0.8344	0.7431
0.6667	1.0000	0.9902	0.9753	0.9397	0.8849	0.8105	0.7126
0.8333	0.9941	0.9734	0.9440	0.8939	0.8301	0.7474	0.6456
0.9500	0.9463	0.9166	0.8727	0.8109	0.7353	0.6366	0.5329
BL 1.0000	0.8475	0.8005	0.7447	0.6740	0.5845	0.4787	0.3646

Table 2.2.3 Computed Offset

Sta.	$7\frac{1}{2}$	8	$8\frac{1}{2}$	9	$9\frac{1}{2}$	$9\frac{3}{4}$	F.P.
$\frac{X_n}{Z_m}$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	
LWL 0.0	1.0000	0.9971	0.9867	0.9639	0.9239	0.8618	0.7716
0.1667	1.0000	0.9969	0.9853	0.9610	0.9193	0.8553	0.7629
0.3333	1.0000	0.9968	0.9853	0.9593	0.9139	0.8466	0.7542
0.5000	1.0000	0.9958	0.9830	0.9551	0.9063	0.8353	0.7416
0.6667	1.0000	0.9909	0.9711	0.9380	0.8852	0.8096	0.7117
0.8333	0.9941	0.9768	0.9435	0.8969	0.8314	0.7461	0.6452
0.9500	0.9463	0.9176	0.8684	0.8096	0.7336	0.6387	0.5315
BL 1.0000	0.8475	0.8074	0.7422	0.6721	0.5869	0.4810	0.3618

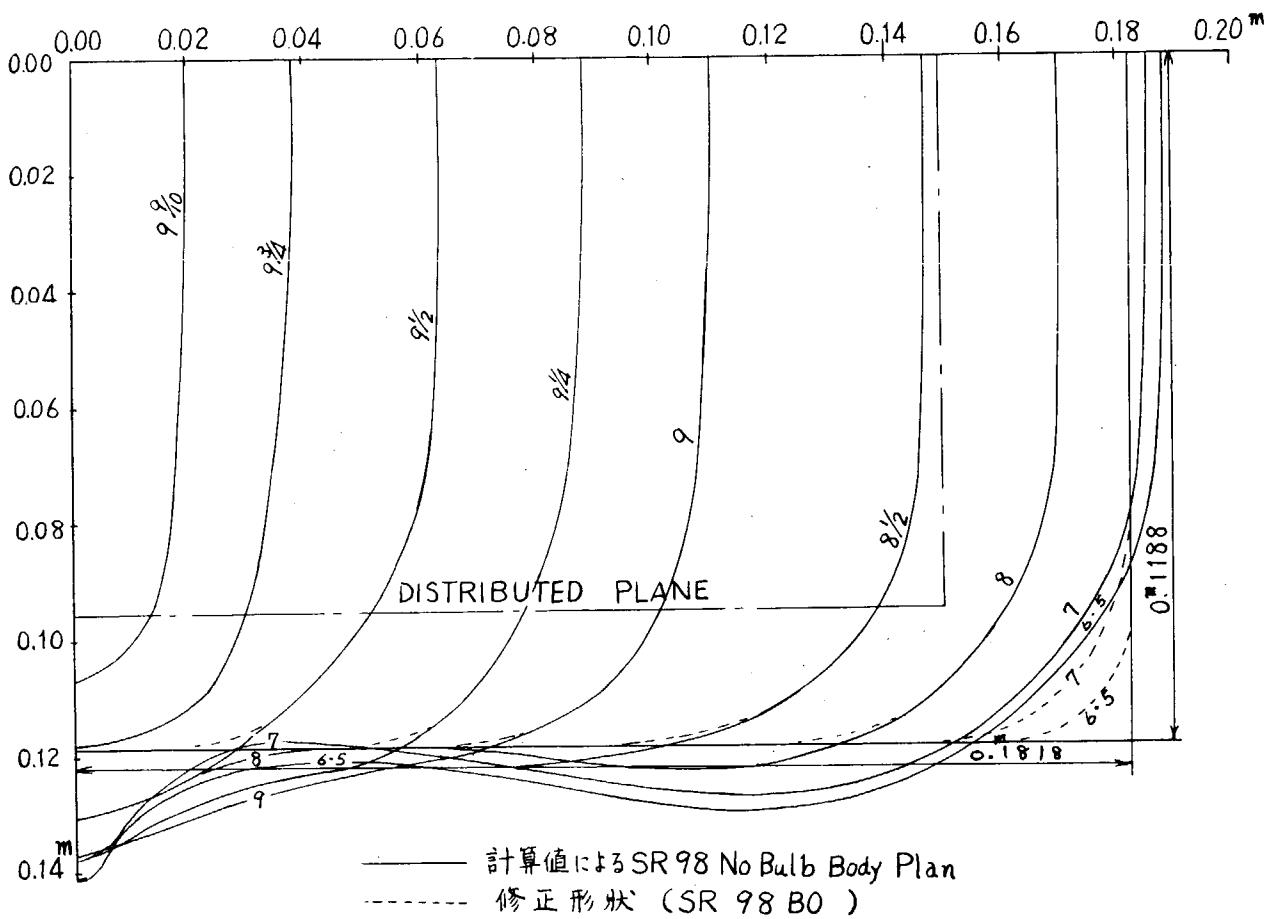


Fig. 2.2.1

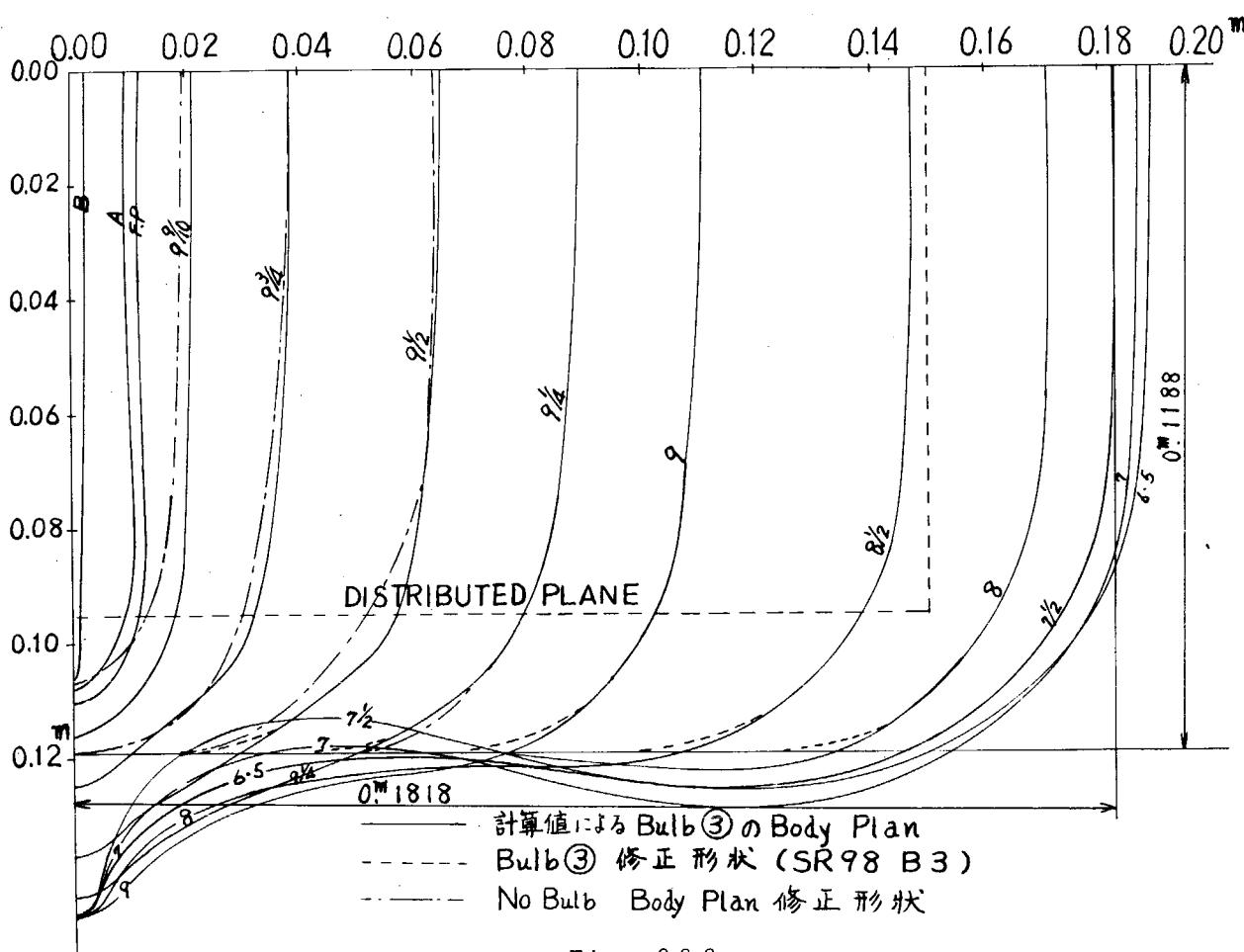


Fig. 2.2.2

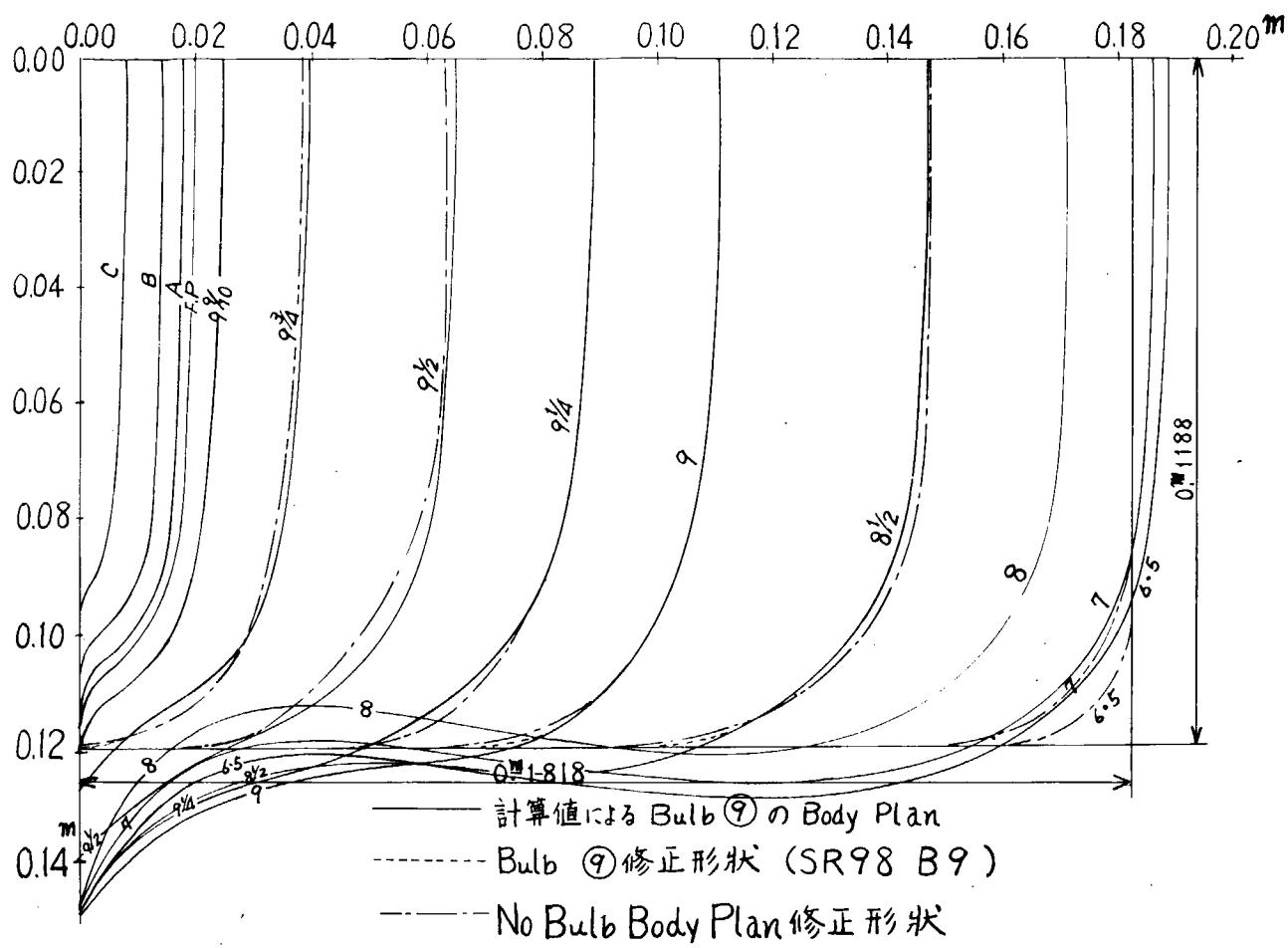


Fig. 2.2.3

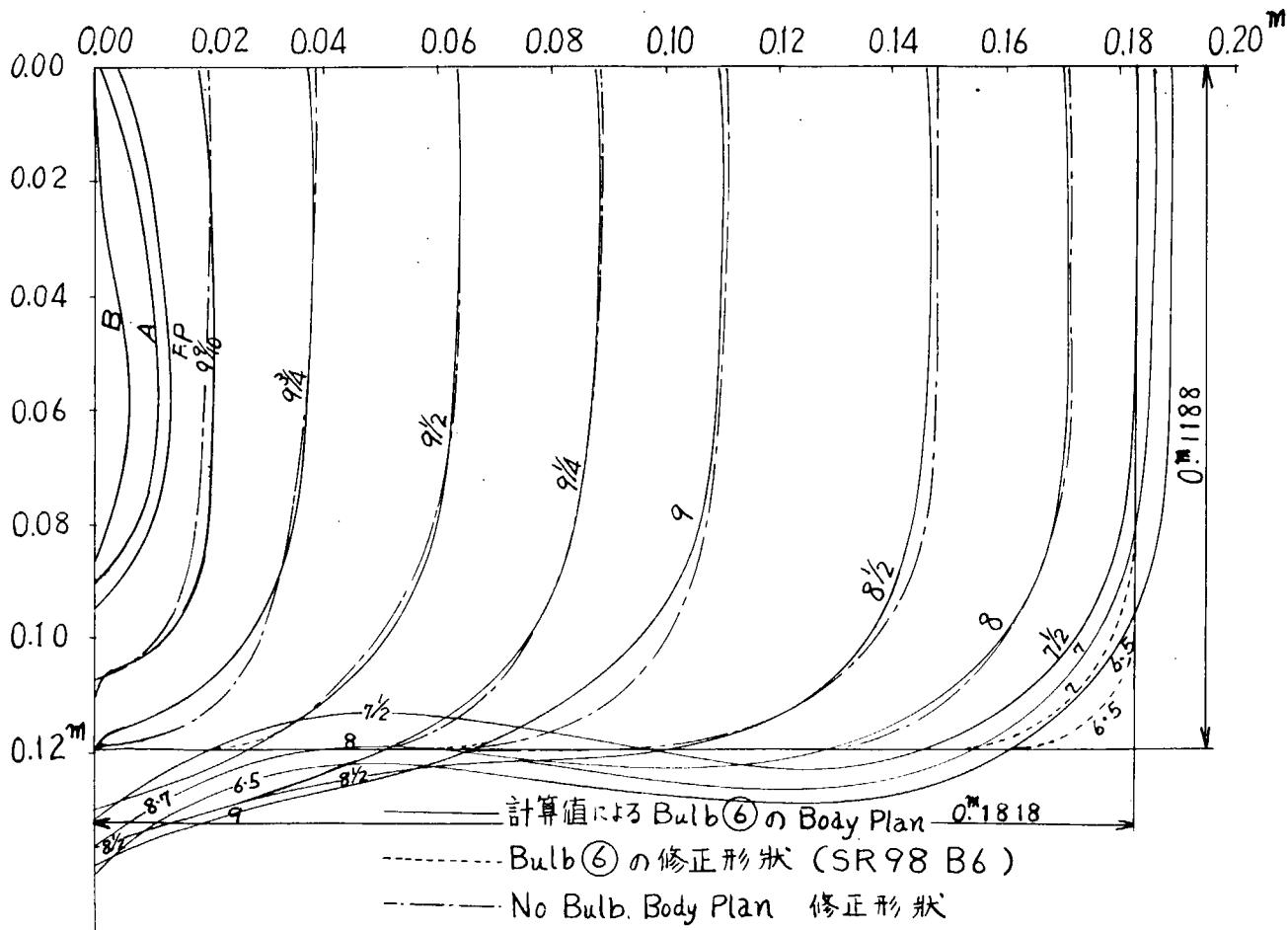


Fig. 2.2.4

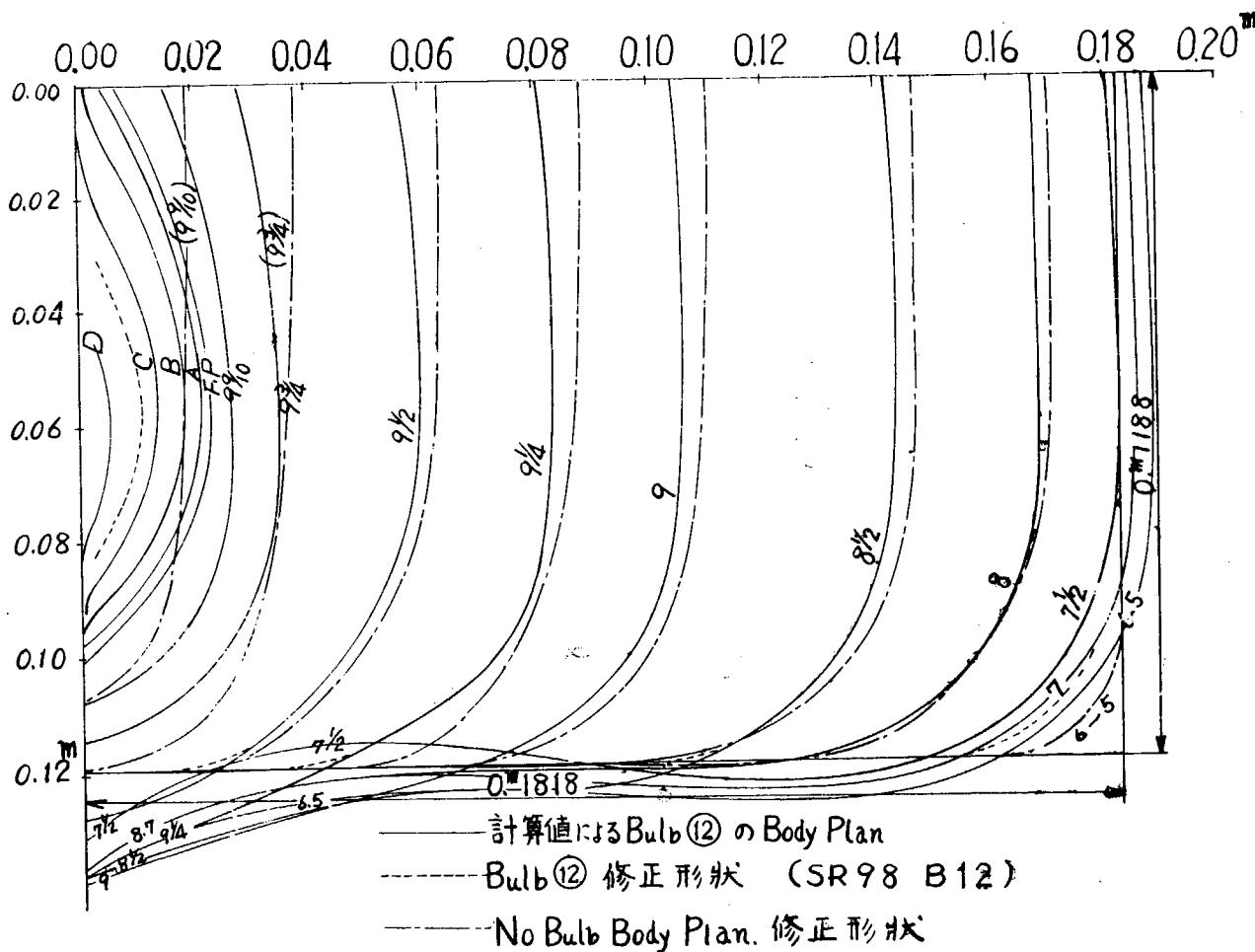


Fig. 2.2.5

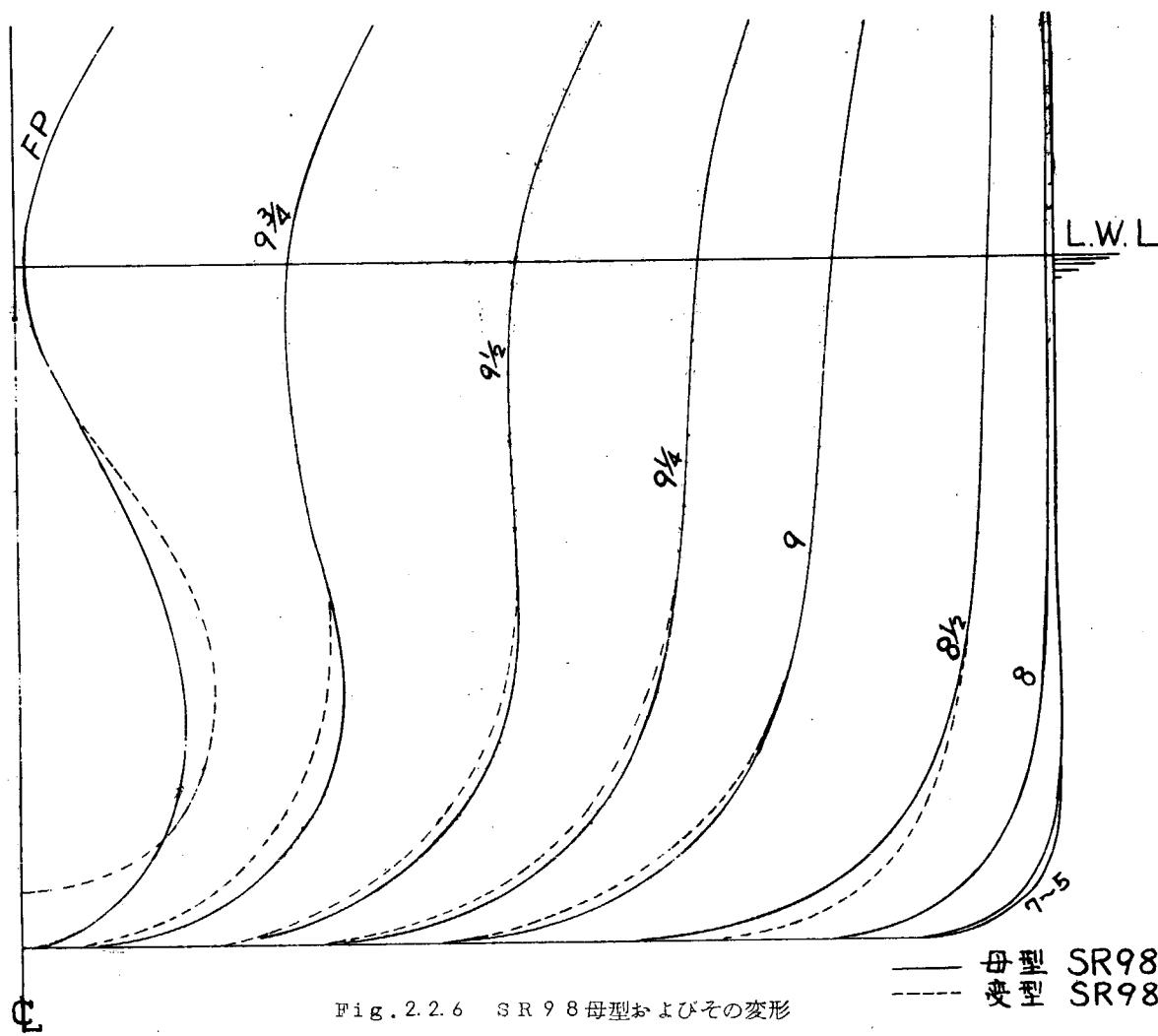
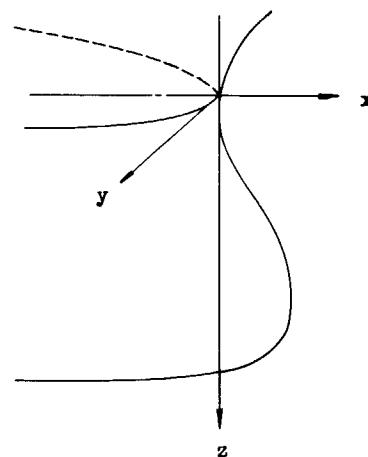
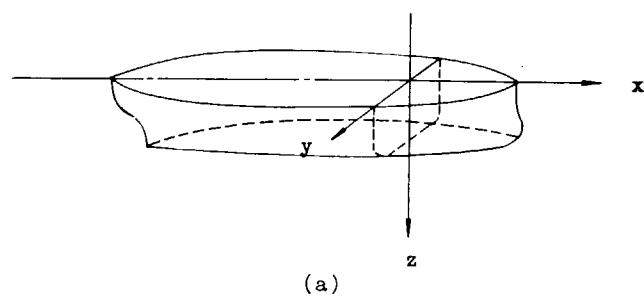


Fig. 2.2.6 SR98 母型およびその変形



(b)

Fig. 2.2.7 Coordinate

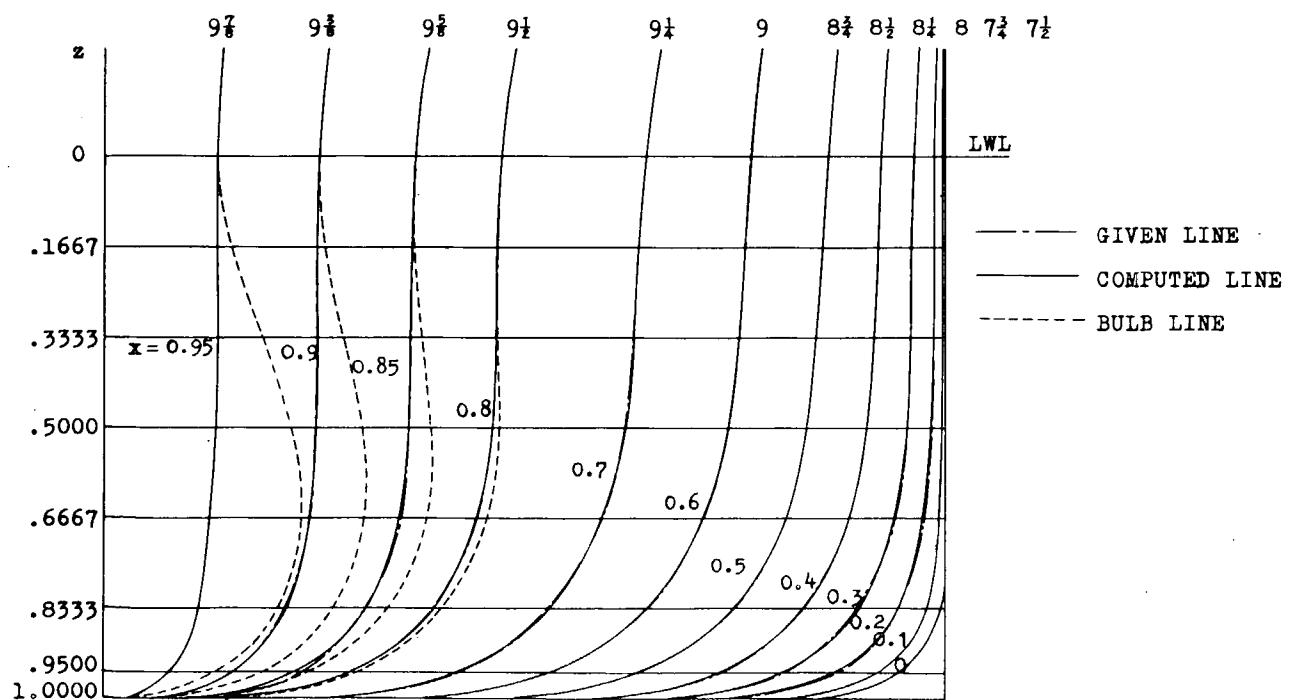


Fig. 2.2.8 A Comparison Between The Given & The Computed Forebody Offset of Model SR-98

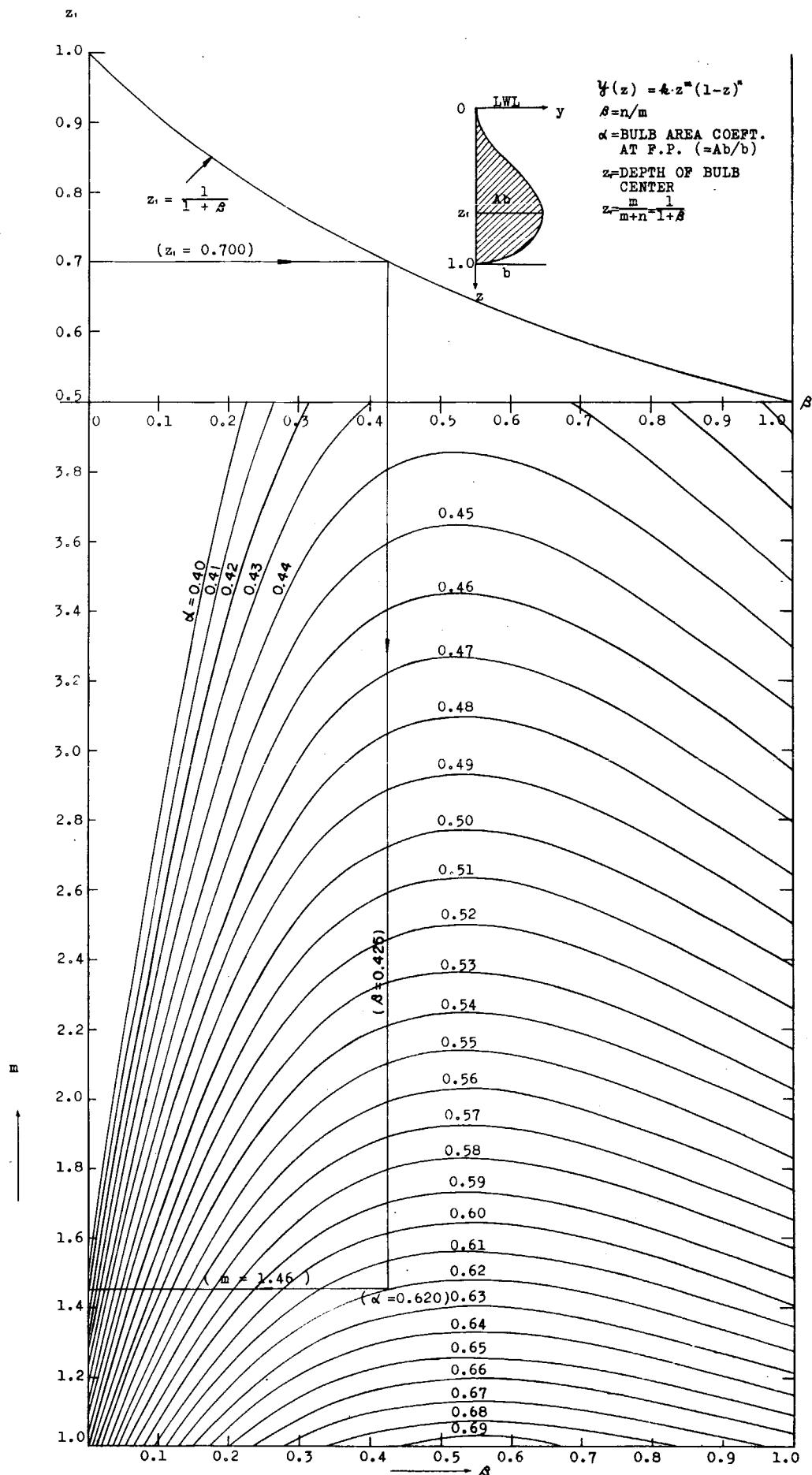


Fig. 2.2.9 Chart to Determine the Parameter (m, n)

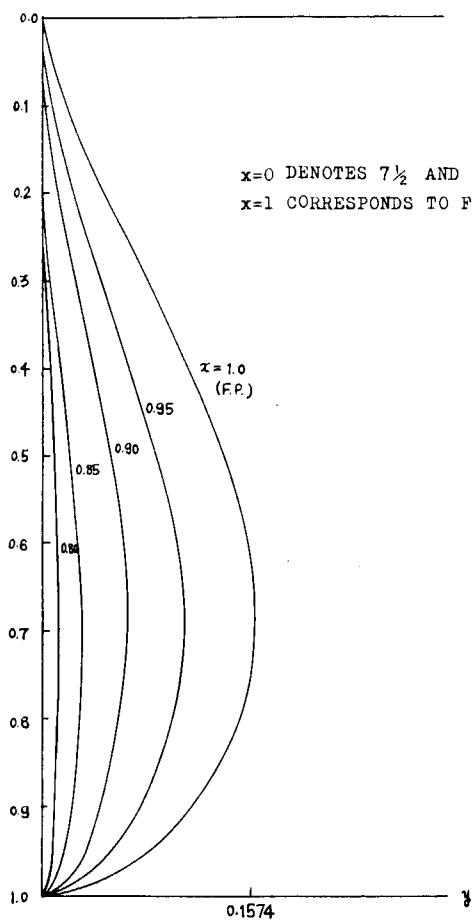


Fig. 2.2.10 Bulb Additive Rear F.P.  
 of SR-98 Proto Type

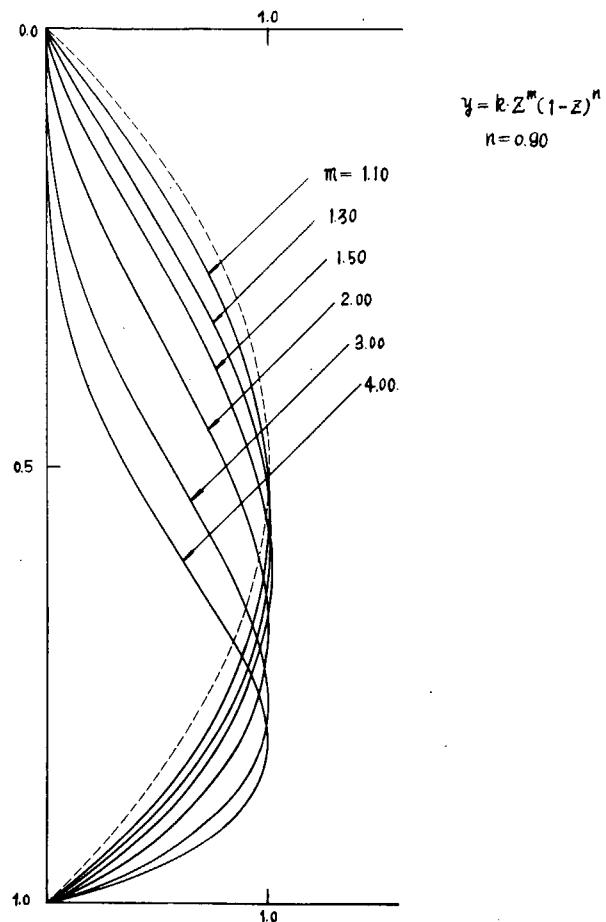


Fig. 2.2.11 (a) Curves of  $y = k \cdot z^m (1-z)^n$

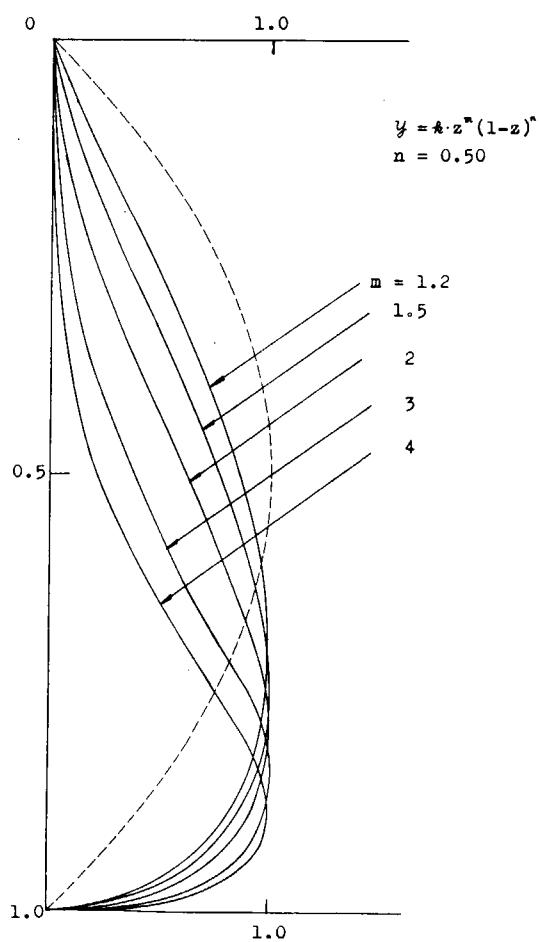


Fig. 2.2.11 (b) Curves of  $y = k \cdot z^m (1-z)^n$

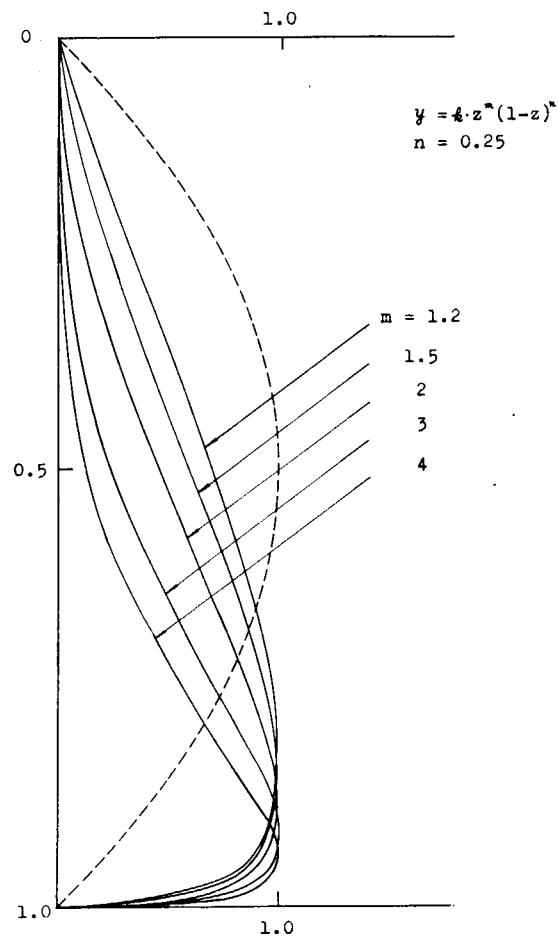


Fig. 2.2.11 (c) Curves of  $y = k \cdot z^m (1-z)^n$

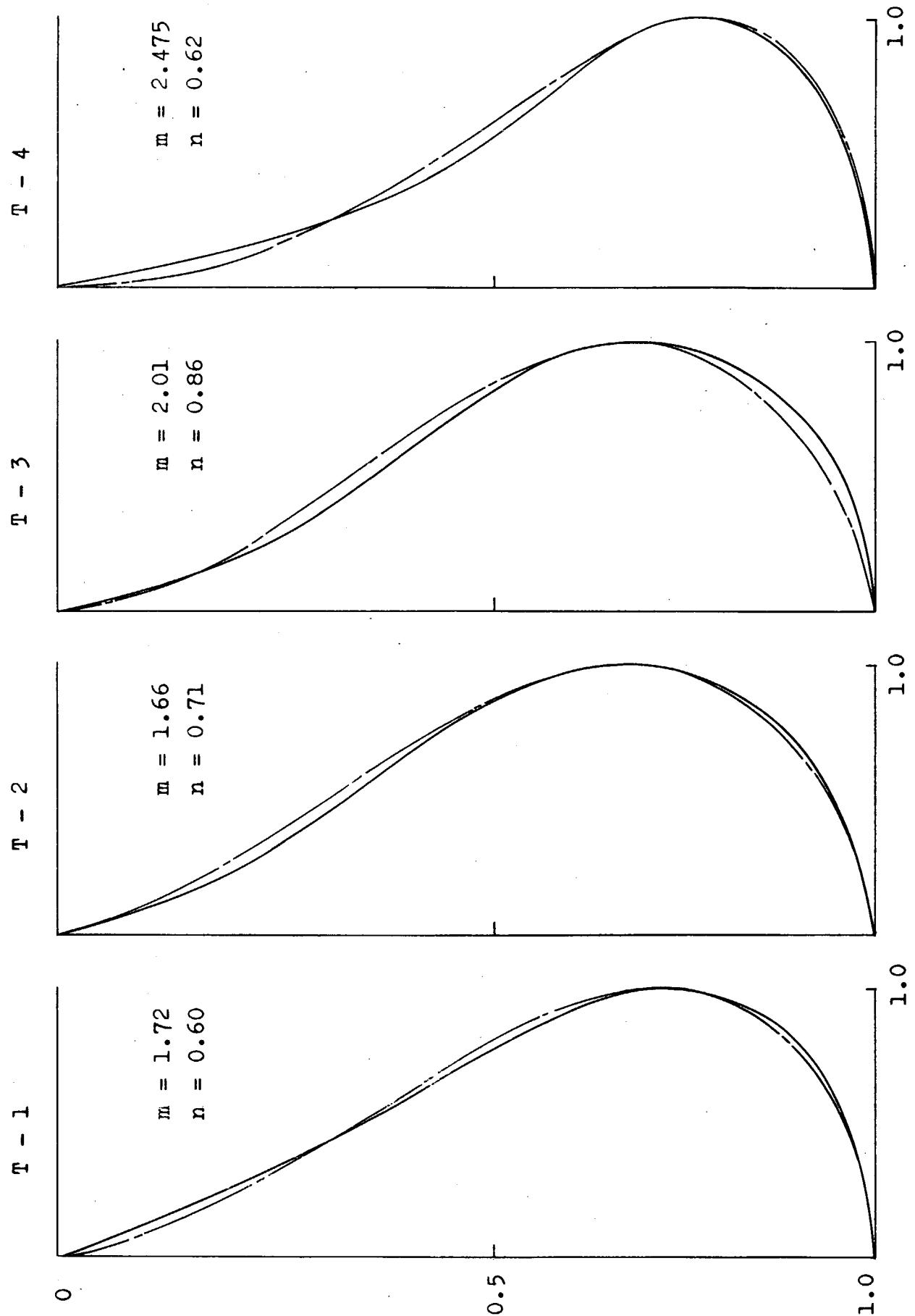


Fig. 2.2.12 Mathematical Expression of Bulb F.P. Section of Various Types  
 (Chain Line : Mathematical Approximation)

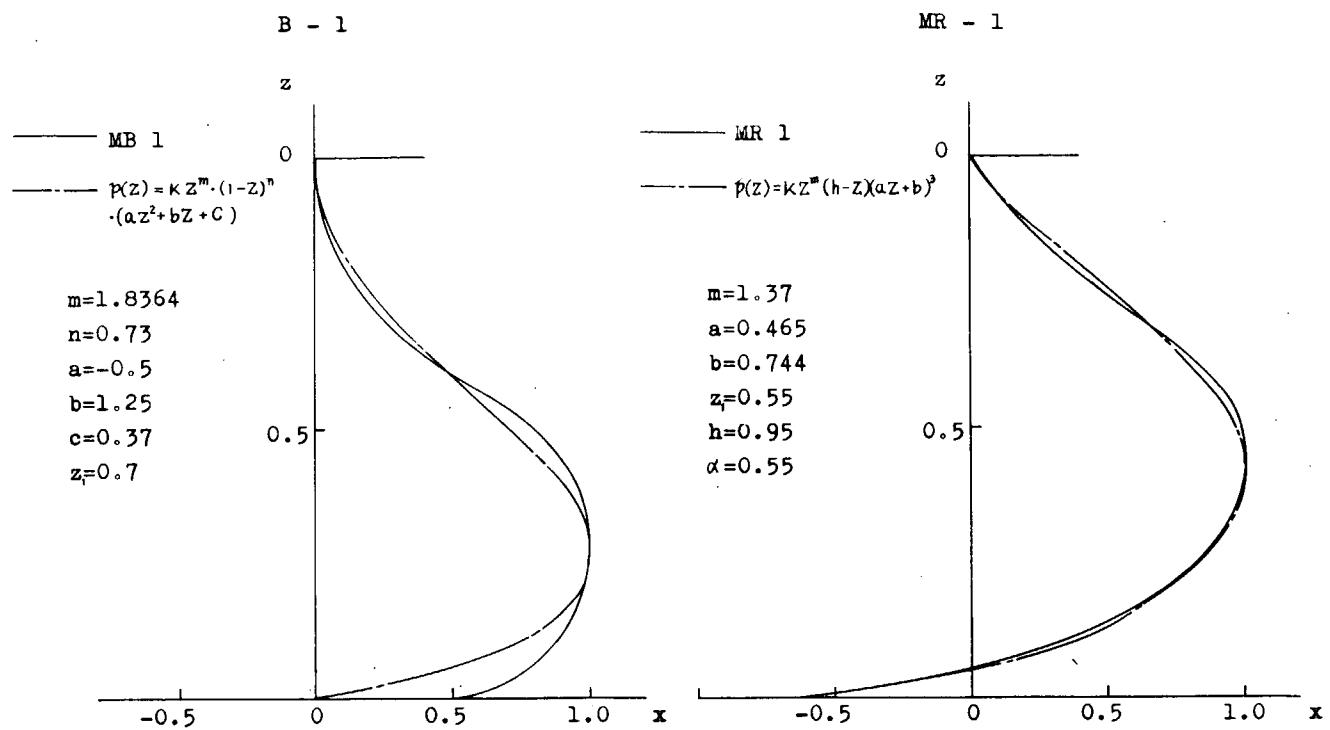


Fig. 2.2.13 (a) Mathematical Expression of Bulb Profile

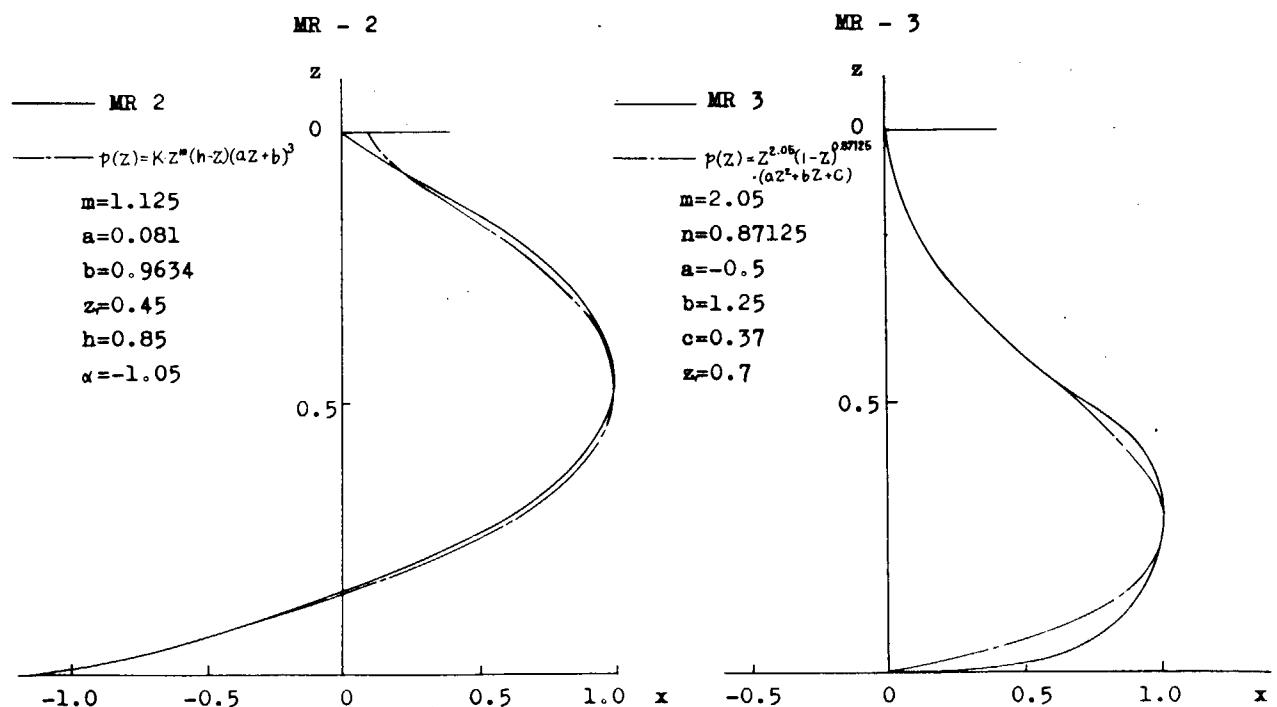


Fig. 2.2.13 (b) Mathematical Expression of Bulb Profile

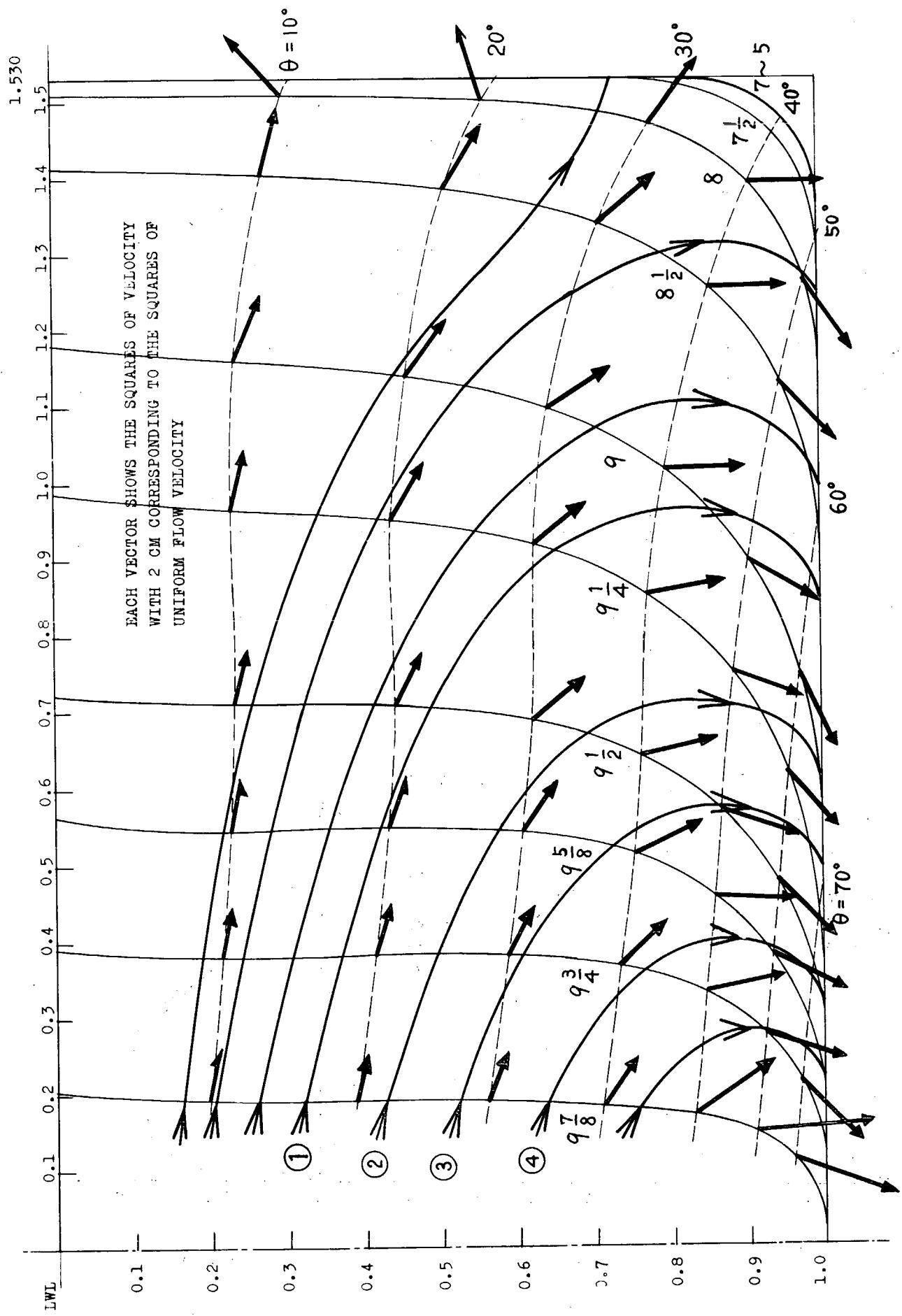
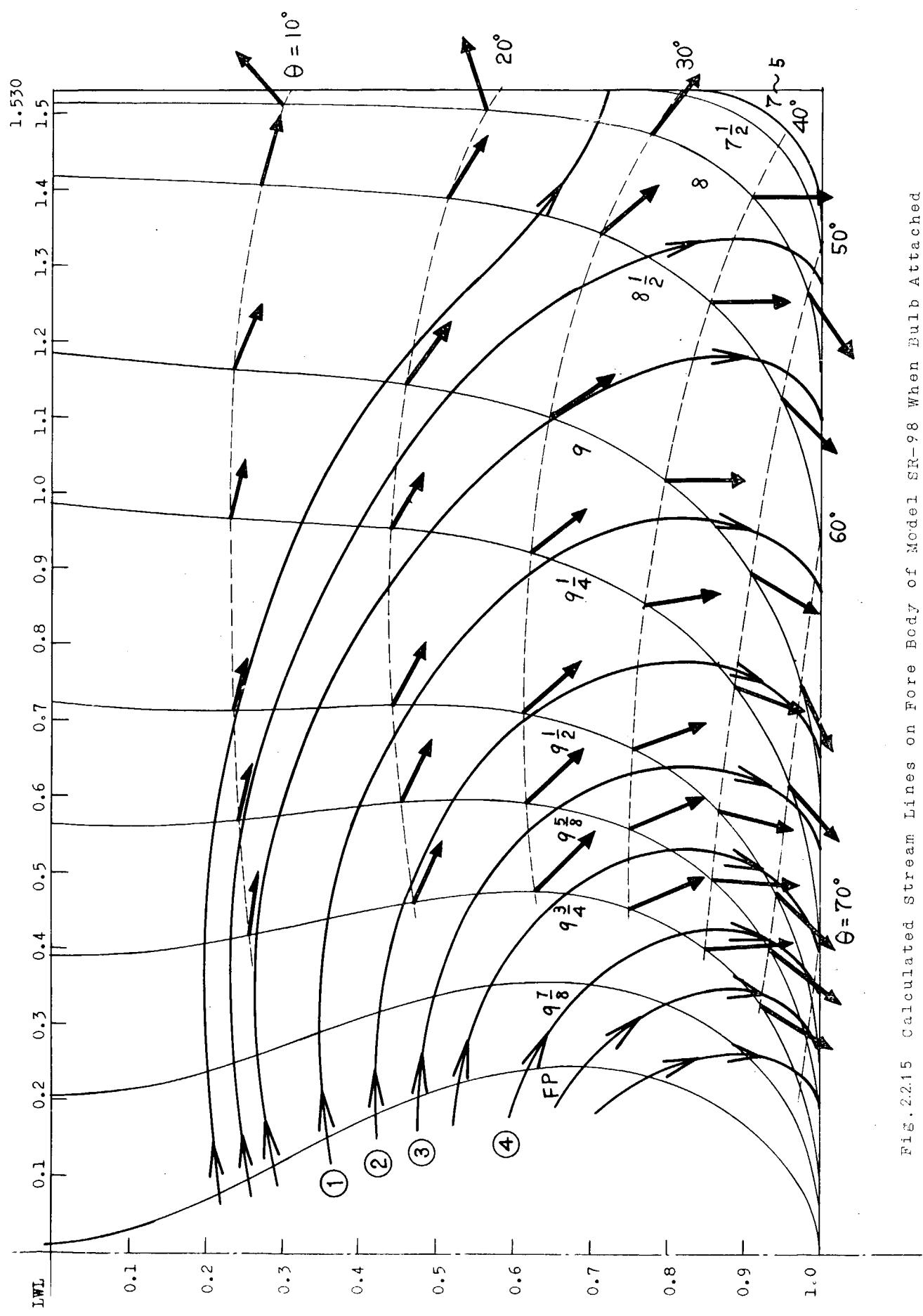


Fig. 2.2.14 Calculated Stream Lines on Fore Body of Model SR-98 When Bulb Unattached



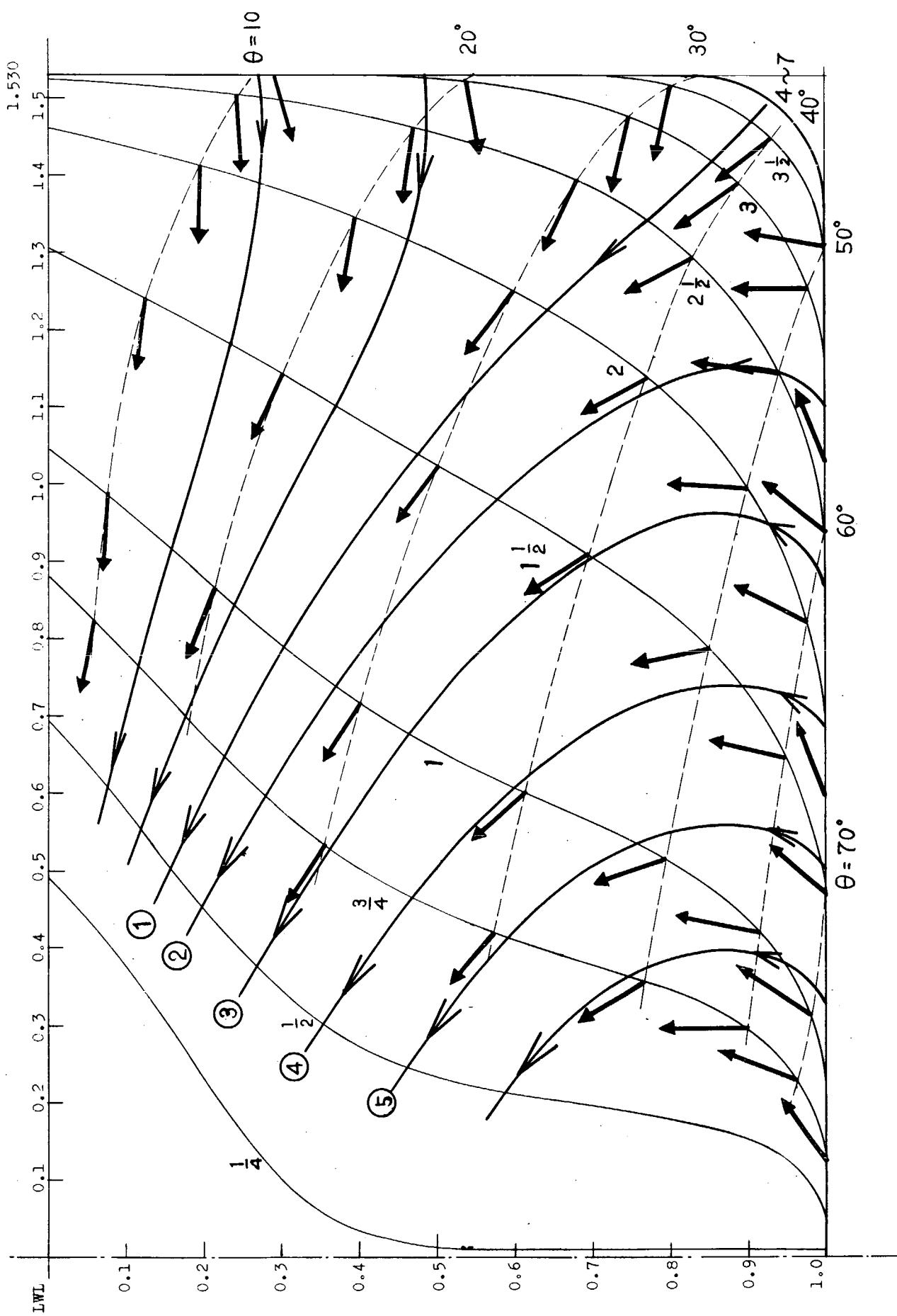


Fig. 2.2.16 Calculated Stream Lines on Aft Body on Model SR-98

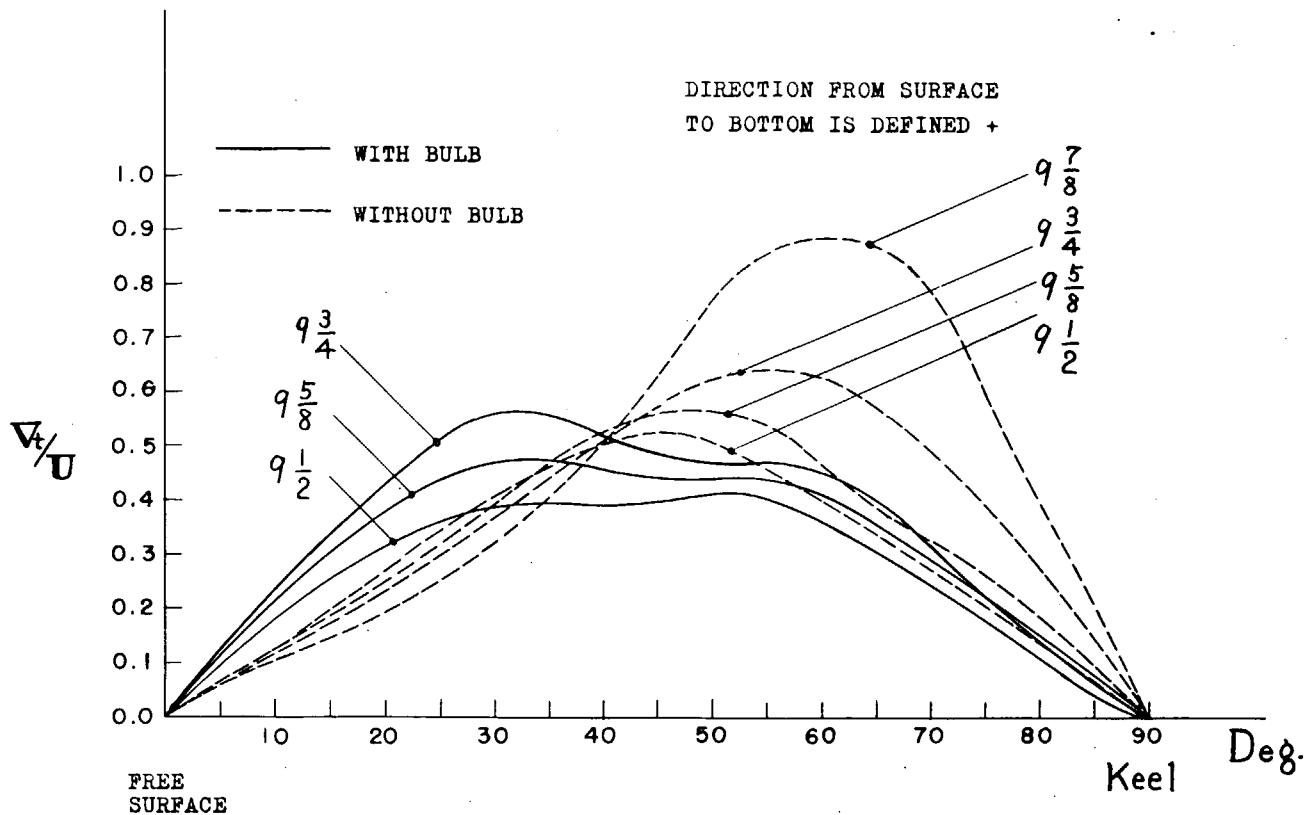


Fig. 2.2.17 Tangential Velocity

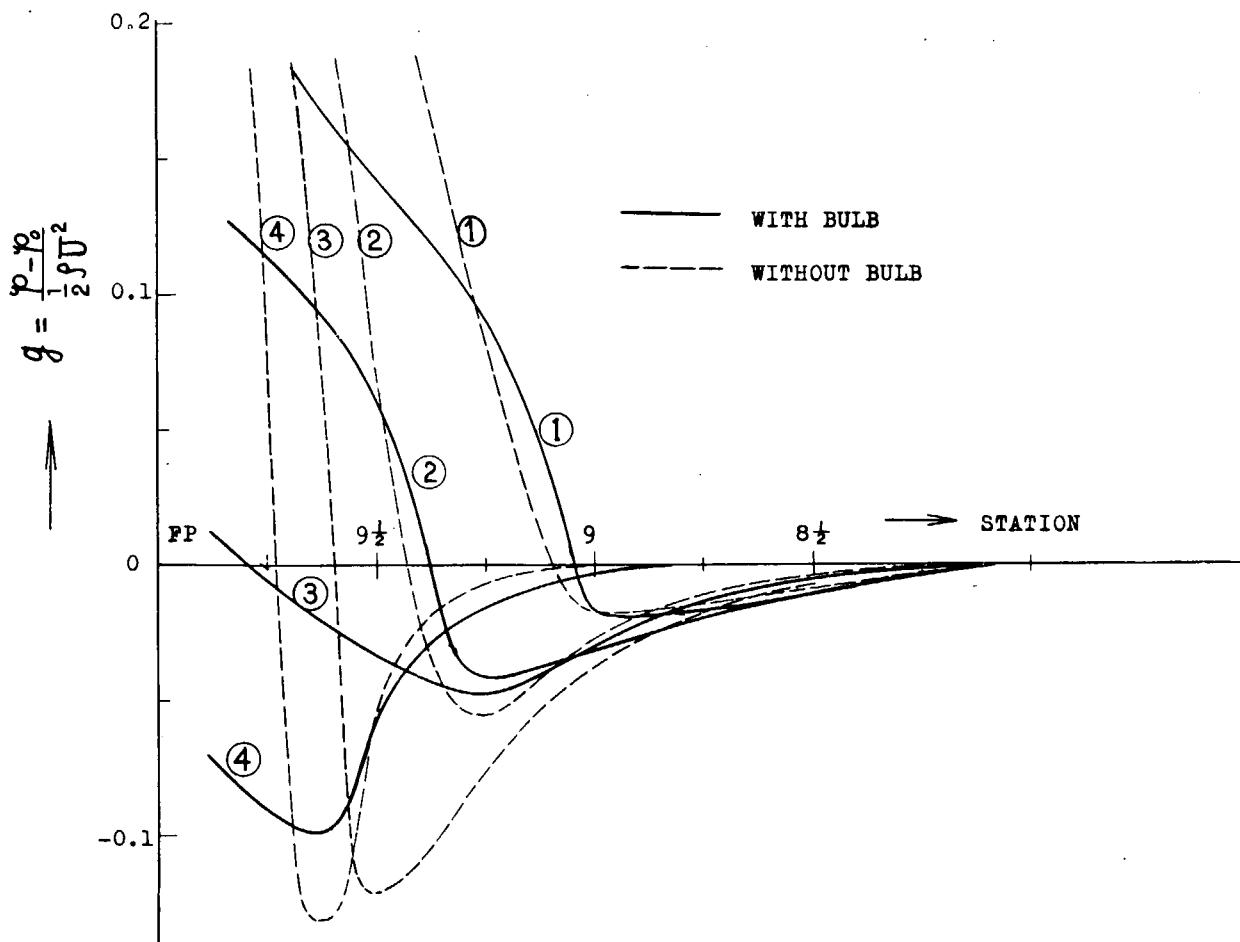


Fig. 2.2.18 Pressure Distribution Along Stream Lines  
SR-98 Fore Body

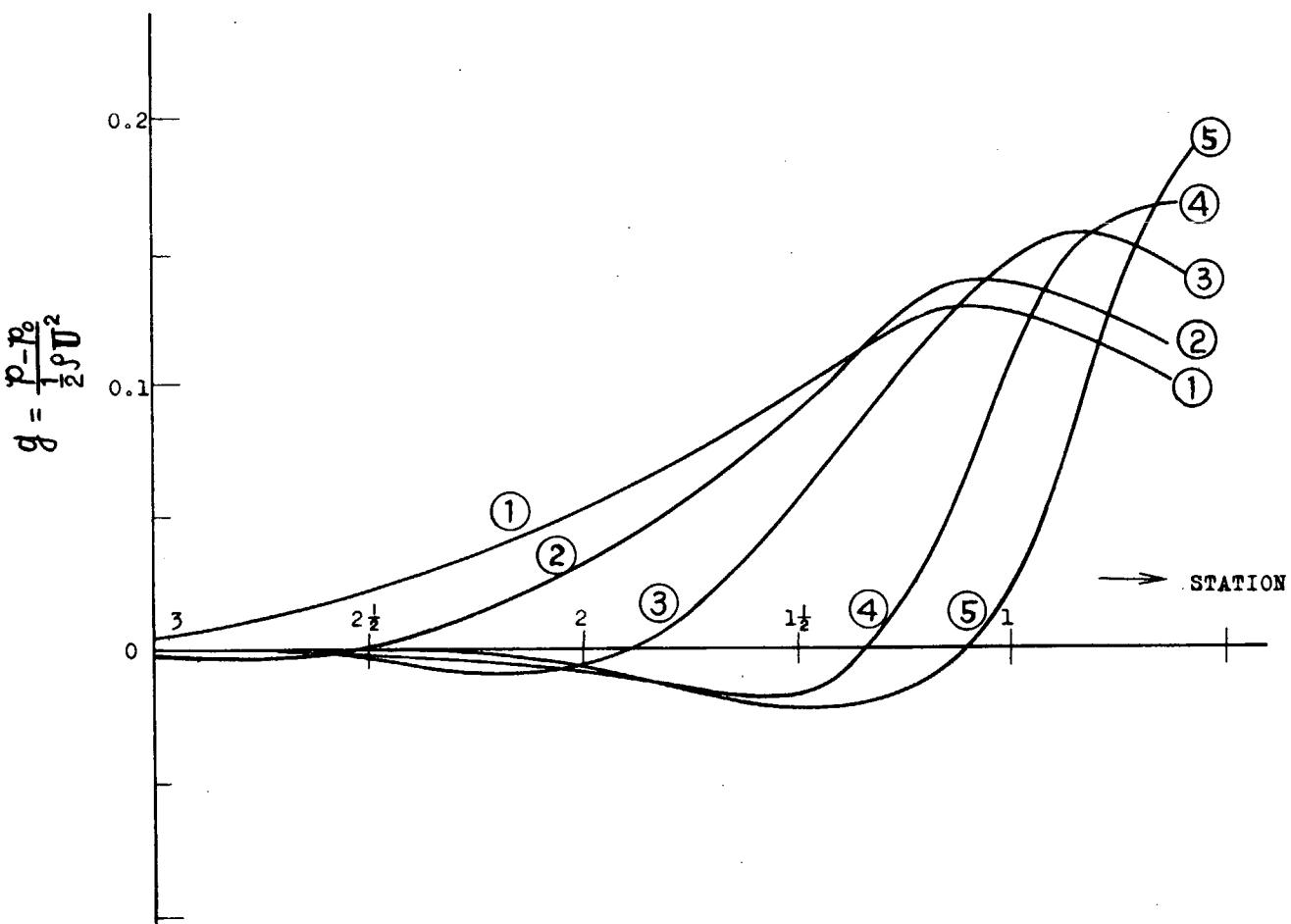


Fig. 2.2.19 Pressure Distribution Along Stream Lines  
SR-98 Aft Body

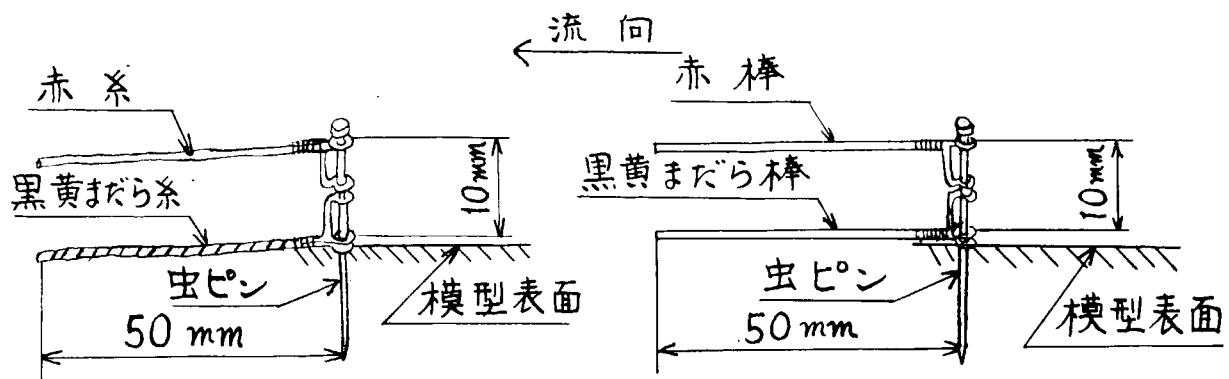


Fig. 2.2.20 流線観測用 2段糸および2段棒

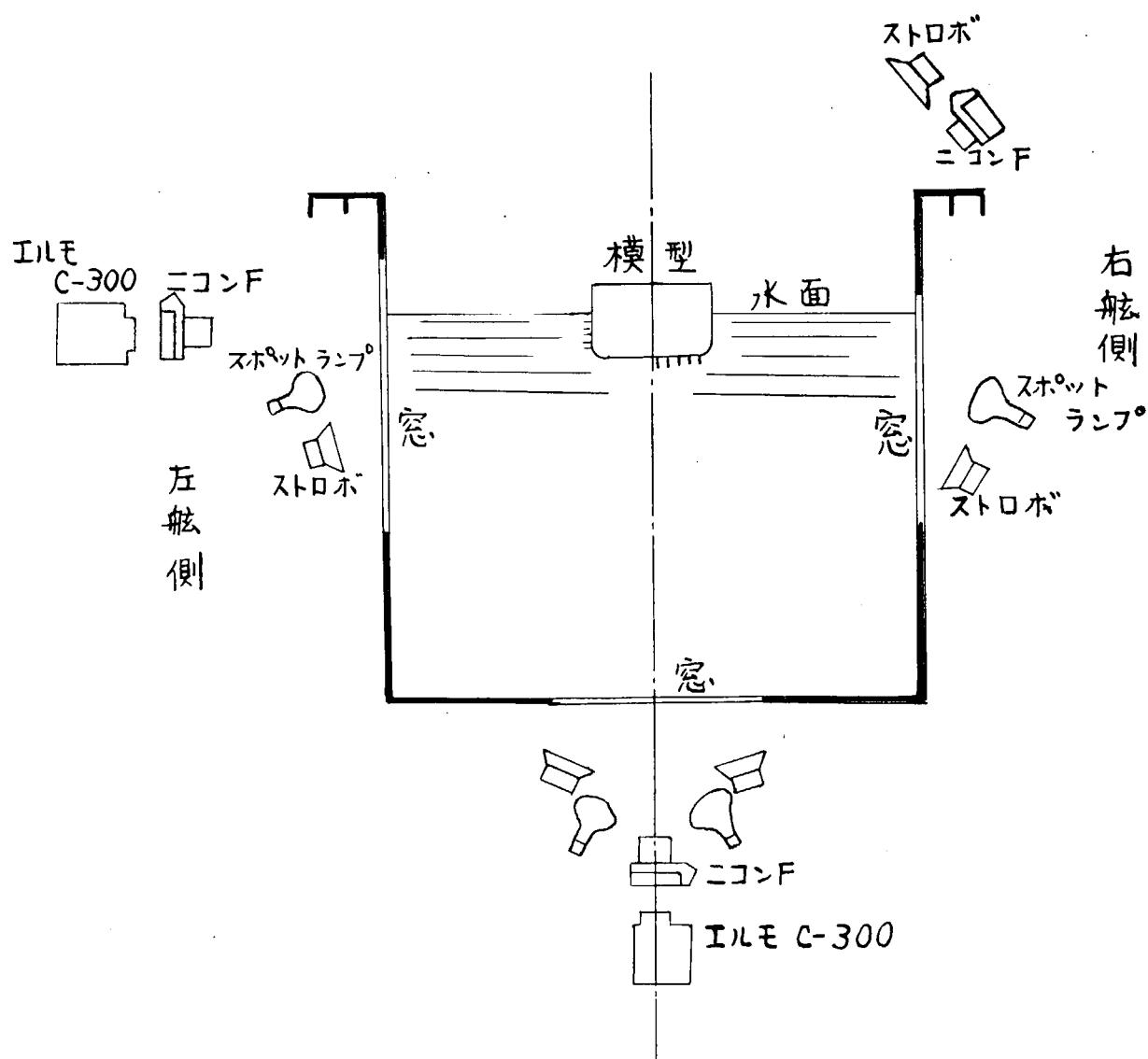


Fig. 2.2.21 撮影方法 (回流水槽測定部横断面を示す)

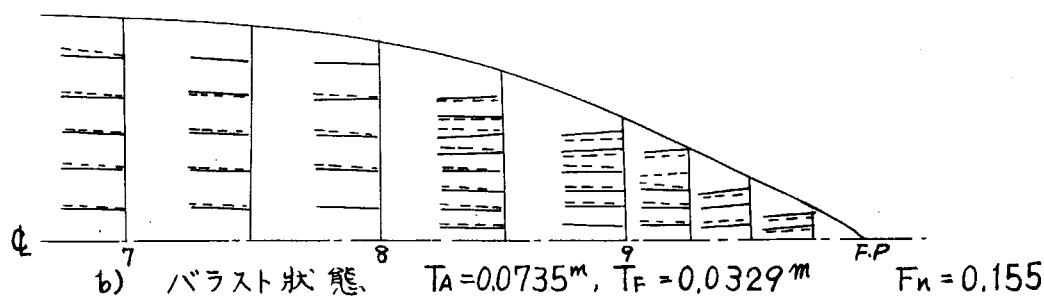
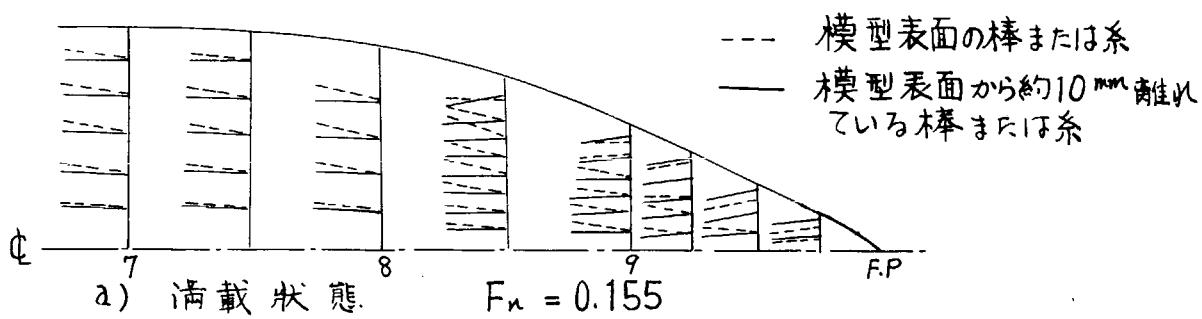


Fig. 2.2.2 2 B 0 船底流線観測結果

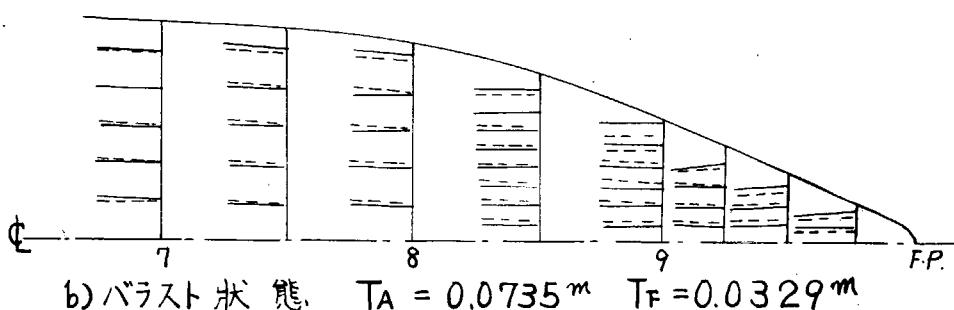
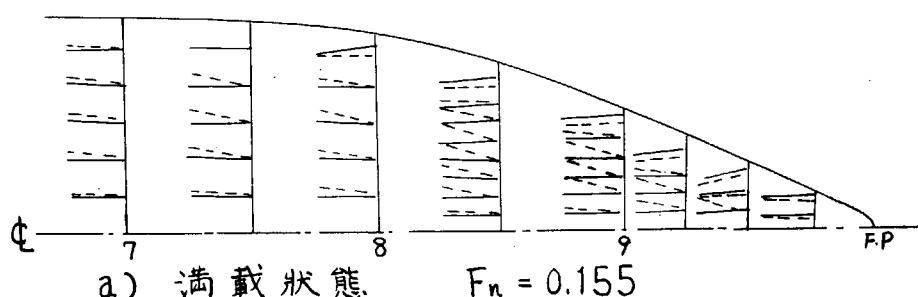


Fig. 2.2.2 3 B 3 船底流線観測結果

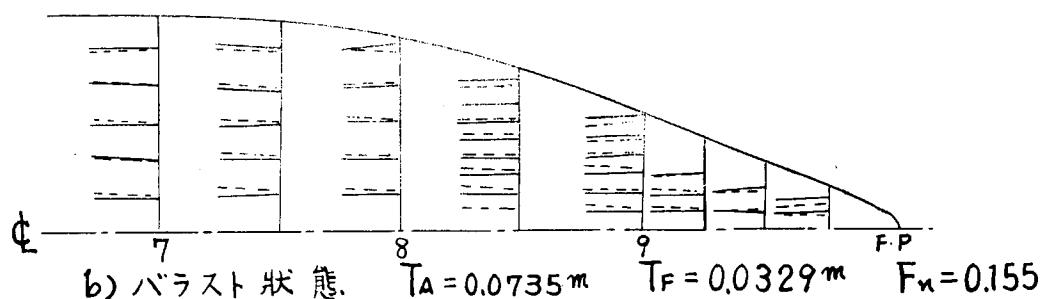
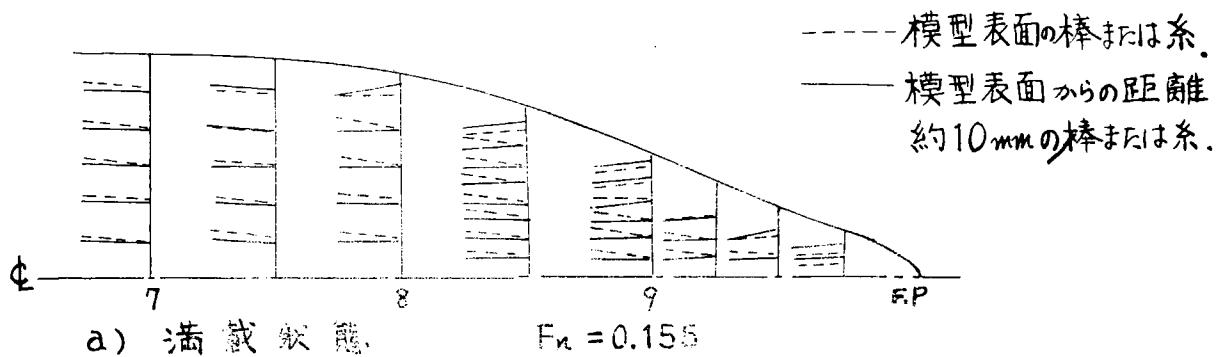


Fig. 2.2.2'4 P.9 船底流線観測結果

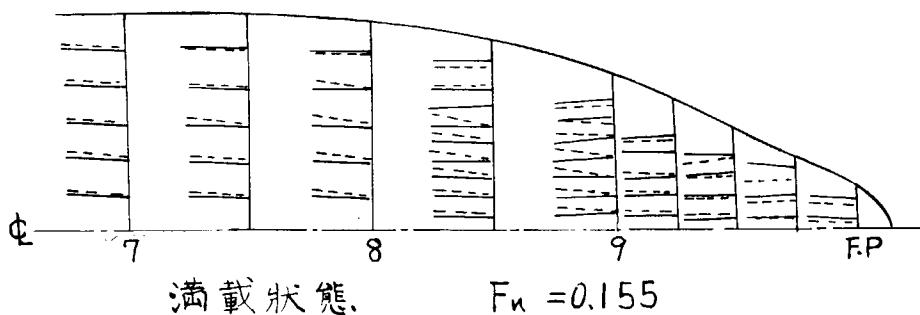


Fig. 2.2.2'5 母船 (Sb) 船底流線観測結果

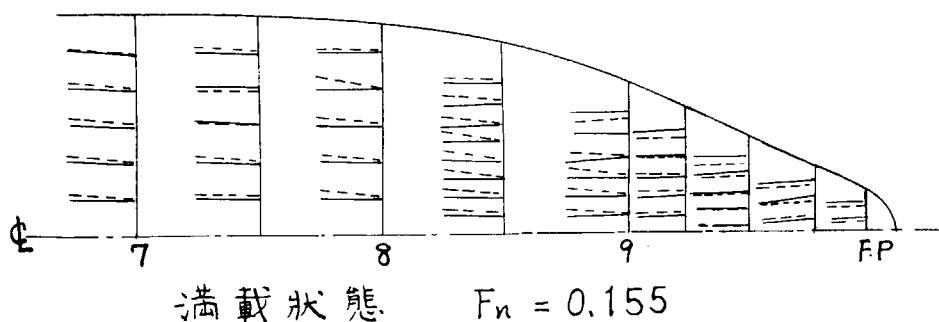


Fig. 2.2.2'6 Sb 1 船底流線観測結果

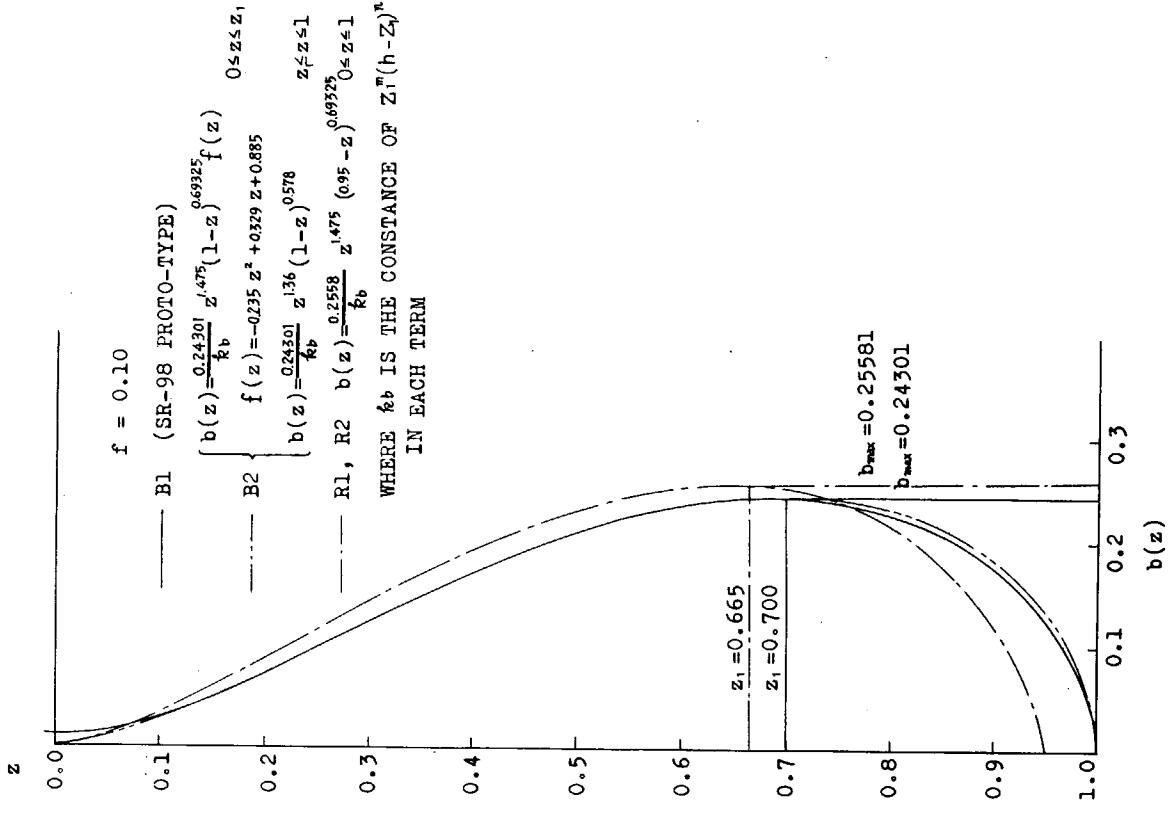


Fig. 2.2.27 Bulb Body Plan AT F.P.

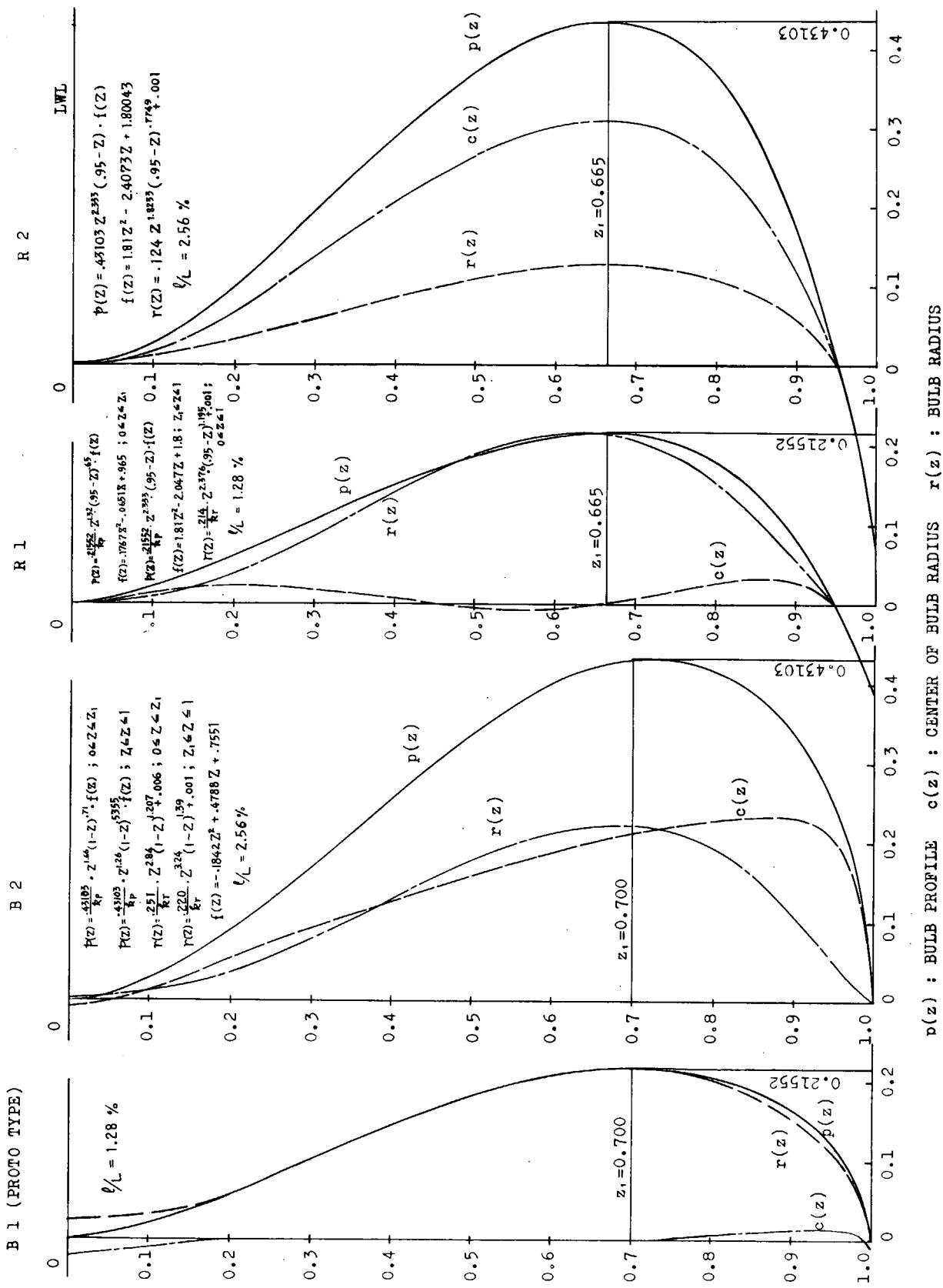


Fig. 2.2.28 Characteristic Curves of Bulbs

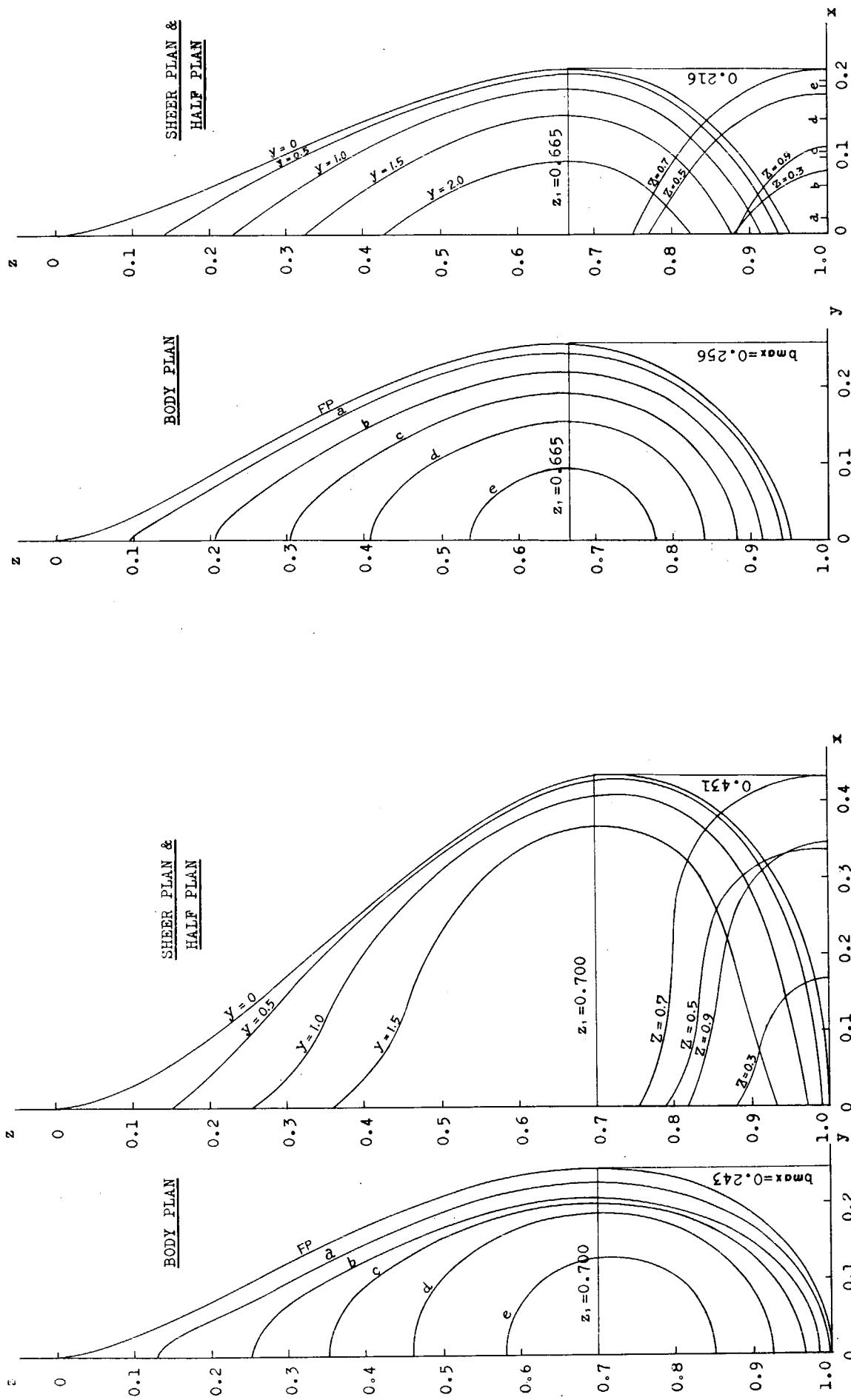


Fig. 2.2.29 (b) R1 Bulb Lines

Fig. 2.2.29 (a) B2 Bulb Lines

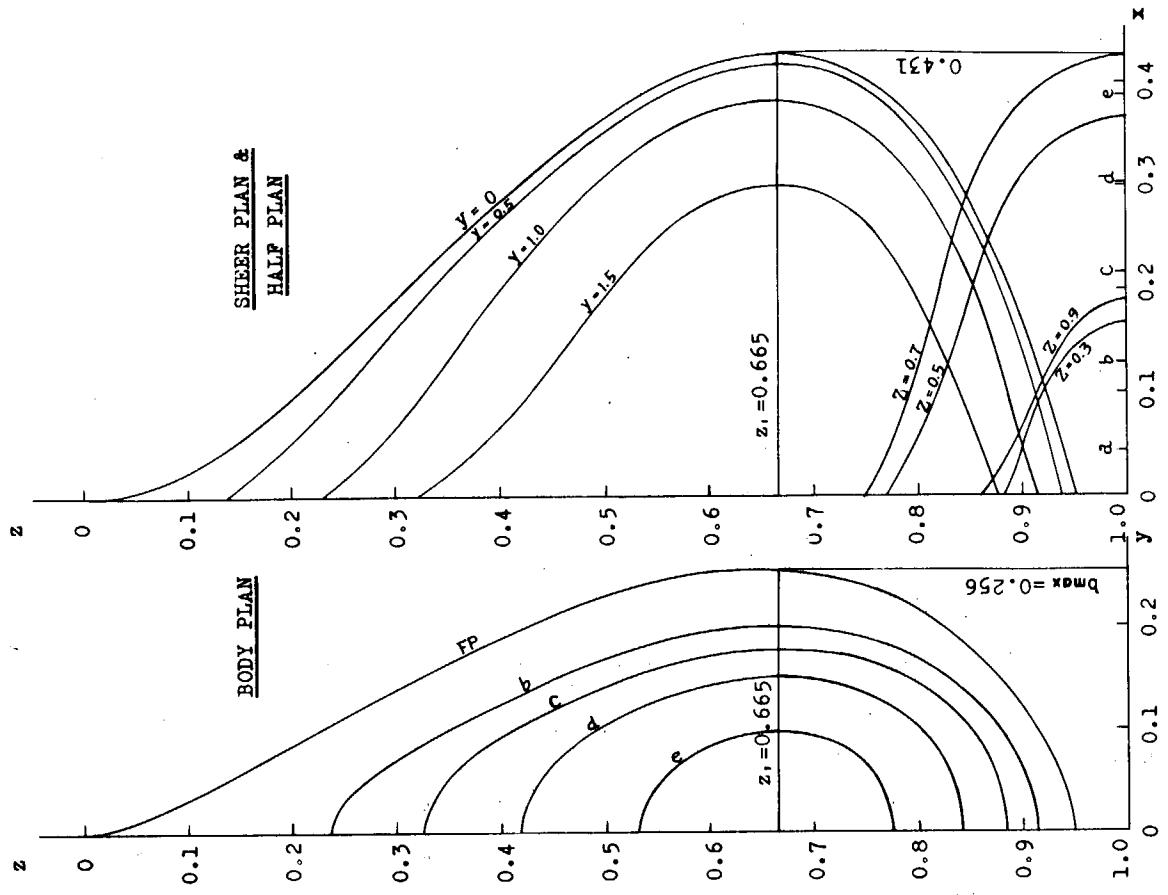


Fig. 2.2.29 (c) R2 Bulb Lines

### 2.3 船尾形状改善による馬力節減の研究

#### 2.3.1 目的

本研究部会の母型  $L/B = 5.5$ ,  $C_B = 0.80$ ,  $B/d = 3.06$  のとき幅の広い肥大船型においては、船尾付近の流れはやせた船と異なり、肥大船特有の大きく広い伴流域と渦状流れを示すのが普通であり、これが抵抗推進性能をほとんど決定する要因になつてゐる。母型の線図は従来の普通船型のものであり、 $L/B$  がさらに小、 $B/d$  がさらに大となつたものであるから、肥大船の特徴はいよいよ顕著になるものと考えられるが、このような船型では肋骨線形状の納め方が次第に困難になり、むしろ水平方向に納める船型、たとえば双曲線型船尾にする方が無理がなく、流れ自体も滑らかになつて抵抗上をわめて有利と考えられる。ただ問題は推進性能であつて、従来の経験からは不利という予想ができるが、肥大船でははたしてそのとおりになるか、あるいはちょっとした工夫で改善が期待できないかどうか、この点を実験的に調べる必要がある。この意図の下に、本年度は肋骨線形状を双曲線型にした模型船 2隻を作り、母型と合せて計 3隻の抵抗自航性能を比較することにした。

#### 2.3.2 模型船、模型プロペラ

模型船要目を Table 2.3.1 に、正面線図を Fig. 2.3.1 に示す。船型の作り方は、まず母型と同一の横載面積曲線を持つ直角双曲線型（原点はビルジ隅）を作り、これに大きさの異なる 2 種のフィレットを付したもの（BH）、双 2 型（EH）とした。したがつて排水量はフィレット分だけ増加し、 $C_B$  は船尾側に移動した。

模型プロペラは Table 2.3.2 に示すとおり母型のものに相似で、これをすべての模型船に使用した。

#### 2.3.3 試験項目、試験状態

試験状態は満載およびバラスト（満載排水量の 50 % の排水量、トリム 1.5 %）とし、前者に対しては抵抗、自航、伴流計測の各試験を、また後者には抵抗、自航試験を行なつた。自航試験はすべて実船の自航点において実施し、また伴流計測は樅型ピトー管により行ない、逆進させてボテンシャル伴流も計測した。

#### 2.3.4 試験結果と考察

##### (i) 満載状態

###### (a) 抵抗試験

試験結果を Fig. 2.3.2 に示す。平板の摩擦抵抗としてはシェーンヘルのものを用いてある。母型に比べて BH, EH とも抵抗は小さいが、これは船尾付近での圧力抵抗の減少にもとづくものと考えられる。形状影響係数を求めるとき母型 0.32, BH 0.26, EH 0.27 となつた。

###### (b) 伴流計測

プロペラ位置での伴流分布を Fig. 2.3.3 に示す。いづれも舵はない。母型のものは肥大船に特有のプロペラ面をおおう丘状分布を示し、左右両舵に 1 対の島があつて渦状流れの存在を示唆する。実際推進器位置での流線観測からもこれは確かめられた。これに対して双曲線型では、2隻とも肋骨線形状にきわめて類似した滑らかな分布を示し、肥大船型の典型とは全然様相が異なる。この辺は十分予想される所であるが、ただ奇妙な点は EH の伴流値がきわめて大きいことで、フィレットの大きさの程度からみて BH からこれほど増大することは若干疑念をいだかせるが、こ

Table 2.3.1 模型船要目

M. No.	167	180 BH	180 EH
型式	母型	双 1 型	双 2 型
L	4.5 m	"	"
B	0.8182 m	"	"
d	0.2674 m	"	"
$C_B$	0.802	0.809	0.813
$C_p$	0.806	0.815	0.817
$l_{CB}$	-2.45%	-2.10%	-1.94%

Table 2.3.2 模型プロペラ要目

Prop. No.	32
D	126 mm
P.R.	0.722
M.A.R.	0.650
B.R.	0.180
No. of Blades	5
Rake	10°
Section	MAU

の点は1つの資料のみでは判断できない。この分布より計算した  $w_n$  は Table 2.3.3 に示すとおりで、自航試験よりえた  $w$  と大きく違う所は重要な要因があると考えられるが、今は明らかでない。今後資料を加えて  $w_n$ ,  $t$ ,  $w_p$  (Table 2.3.3) などの関連において研究する必要がある。

#### (c) 自航試験

結果を Fig. 2.3.4 に示す。  $w$  の順序など予想どおりであるが、前述のように EH における  $w_n$  との予想外の不一致は今後研究する必要がある。

#### (d) 実船への拡大

模型船の結果を実船に拡大する方法は今なお問題として残っているが、ここでは次のように行なつた。

抵抗：平板値はシェーンヘルとし、これに形状影響の考え方を用いる。 $\Delta C_f$  は + 0.0002 と仮定。

推進効率：実船の伴流  $w_s$  は、造船協会論文集 120 号（昭 41）の方法で  $w_{nm}$  より  $w_{ns}$  を求め、 $w$  と  $w_n$  の比が模型と実船と同一であると仮定して求めた。その結果は Fig. 2.3.5 および Table 2.3.3 に示すとおりである。その他の自航要素は模型と同一とする。

プロペラは模型と同一のものとし、最適なものは考えていない。

実船として長さ 300 m のものを想定して計算すると Fig. 2.3.6 のようになる。上記の種々の条件の下ではあるが、BH ならば母型と同じ馬力に納まると考えてよく、実船としての可能性を検討しらることを示している。

#### (ii) 軽荷状態

満載のみで船型の可能性を論ずることはもちろん不十分であるので、軽荷状態として 1 つの規準状態のみの試験を行なつた。その結果を Fig. 2.3.7 および 2.3.8 に示す。抵抗試験の結果はほぼ合理的と考えられる程度の差を示した。伴流計測を行なわなかつたので実船状態での比較は行なわないが、模型の馬力の形で比較すると、BH は母型の約 1 割増、EH はさらに若干大きい馬力を示した。したがつて満載時と軽荷時とでは比較がやや異なるか、この辺は今後、流線観測、伴流計測などの観点からの比較をまつて始めて結論が得られるようと思われる。

#### 2.3.5 むすび

2 隻の模型実験のみで結論を引き出すのは尚早であるが、BH 付近の船型はかなり可能性を持つように考えられ、今後詳細に研究調査する価値があろう。

Table 2.3.3

M. NO.	167	180 BH	180 EH
$w_{nm}$	.63	.42	.60
$w_{ns}$	.42	.33	.40
$w_p$	.26	.26	.29

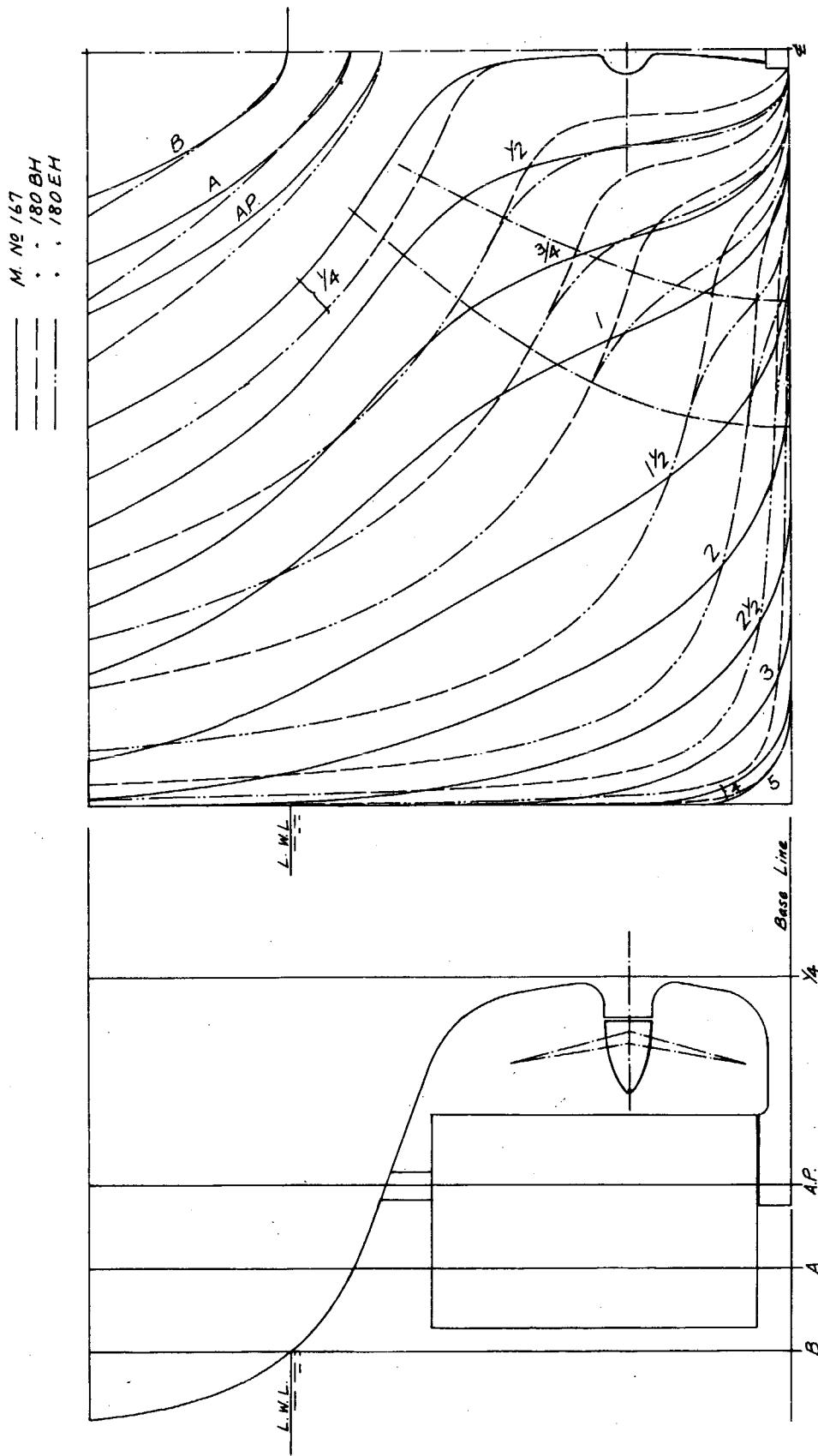


Fig. 2.3.1 模型船正面線図

# Residual Resistance Coefficient

FULL LOAD COND.

$$r_R = \frac{R_R}{\frac{1}{2} \rho V^3 B^2}$$

————— M. NO. 167  
 - - - " 180 BH  
 - - - " 180 EH

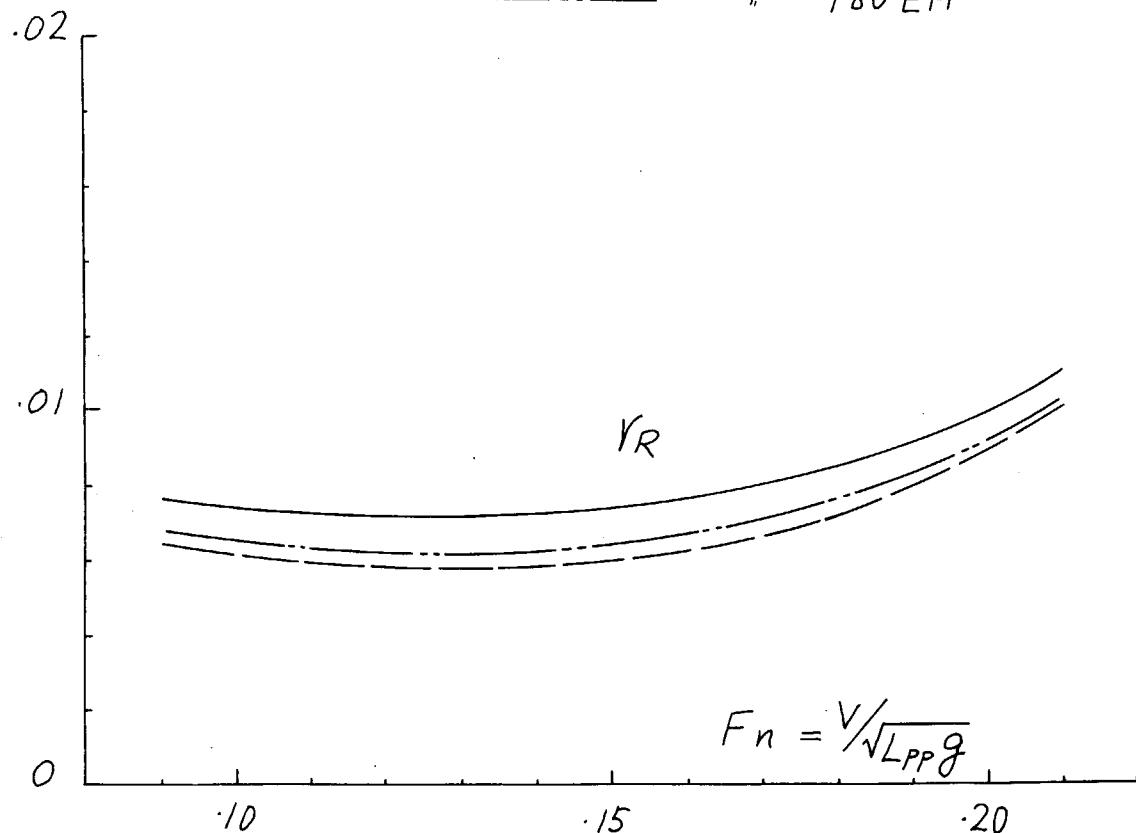
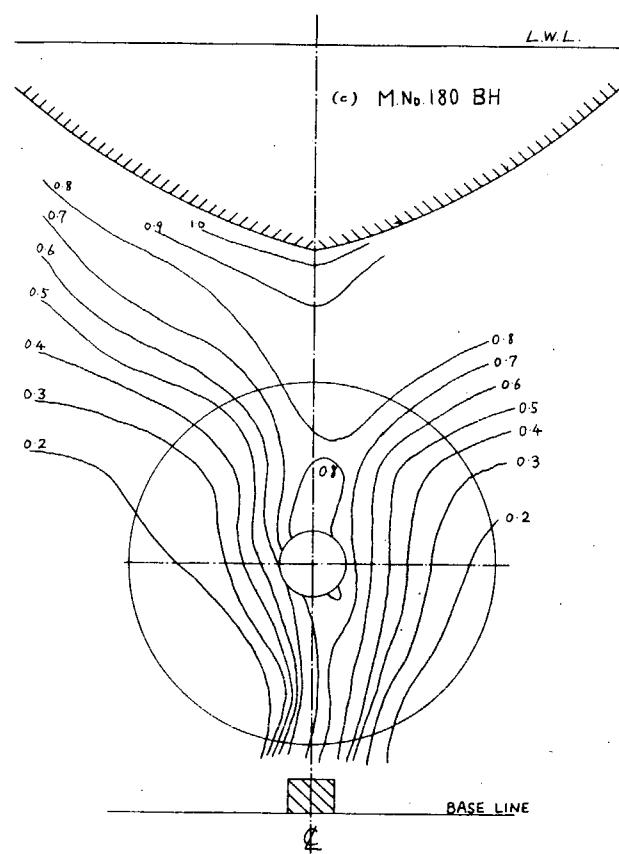
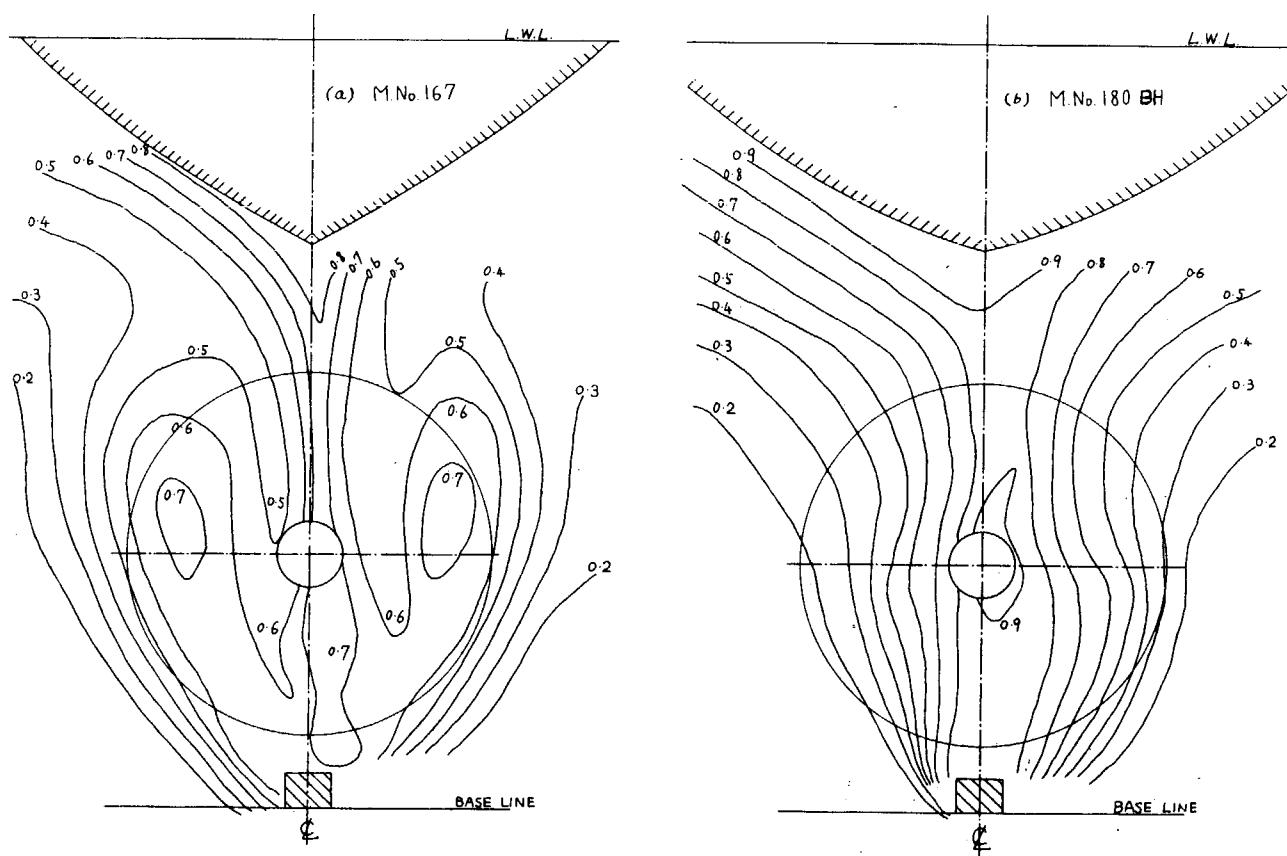


Fig. 2.3.2



Coefficient of Propulsion

FULL LOAD COND.

M. No. 167  
180BH  
180EH

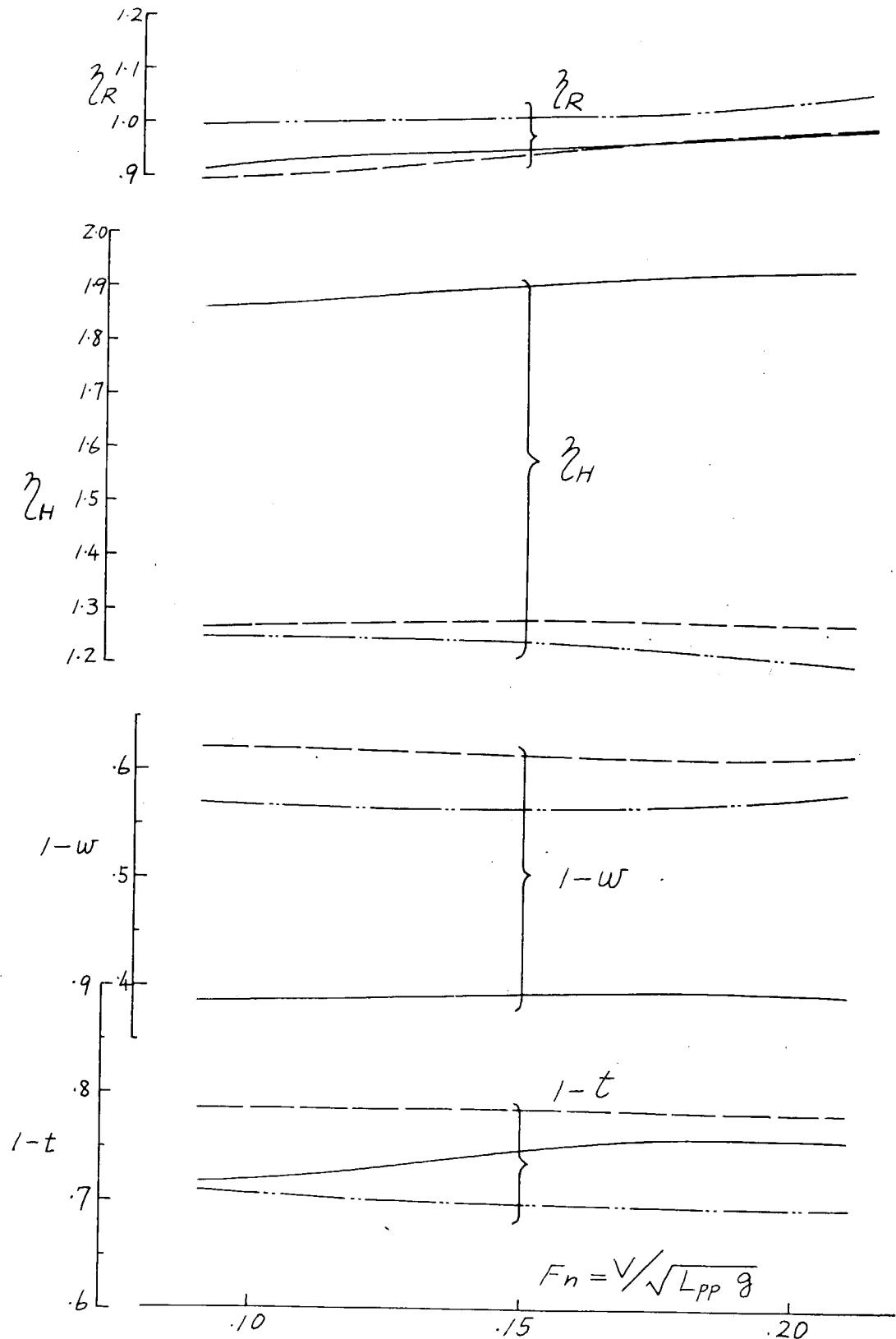


Fig. 2.3.4

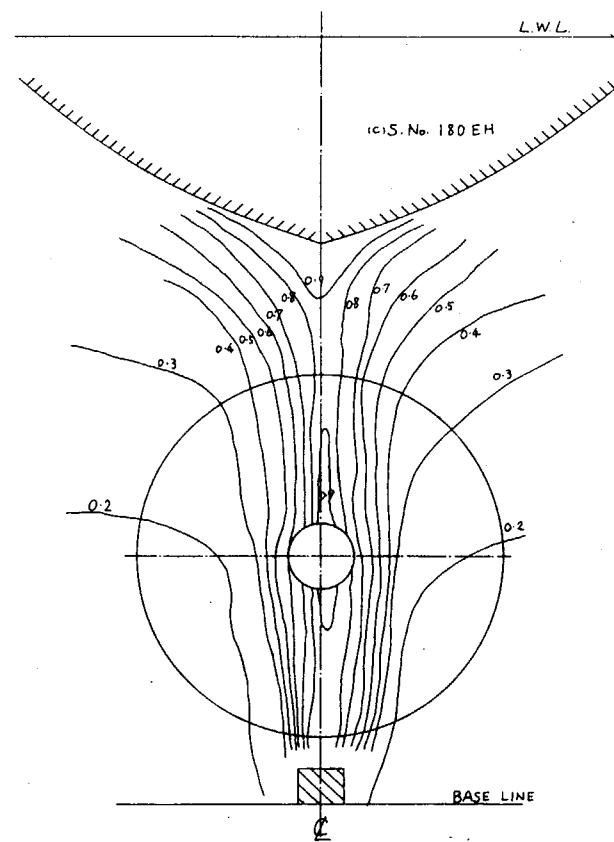
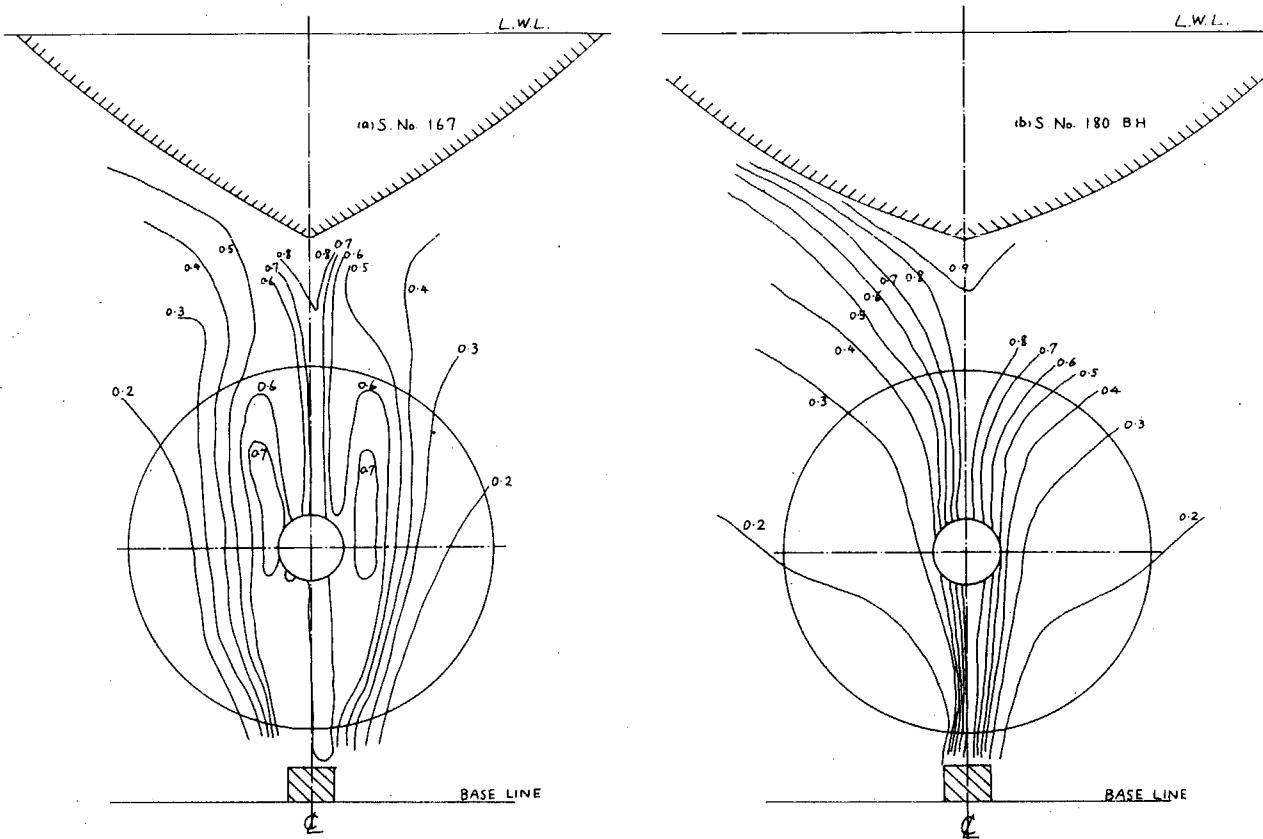


Fig. 2.3.5 実船伴流分布

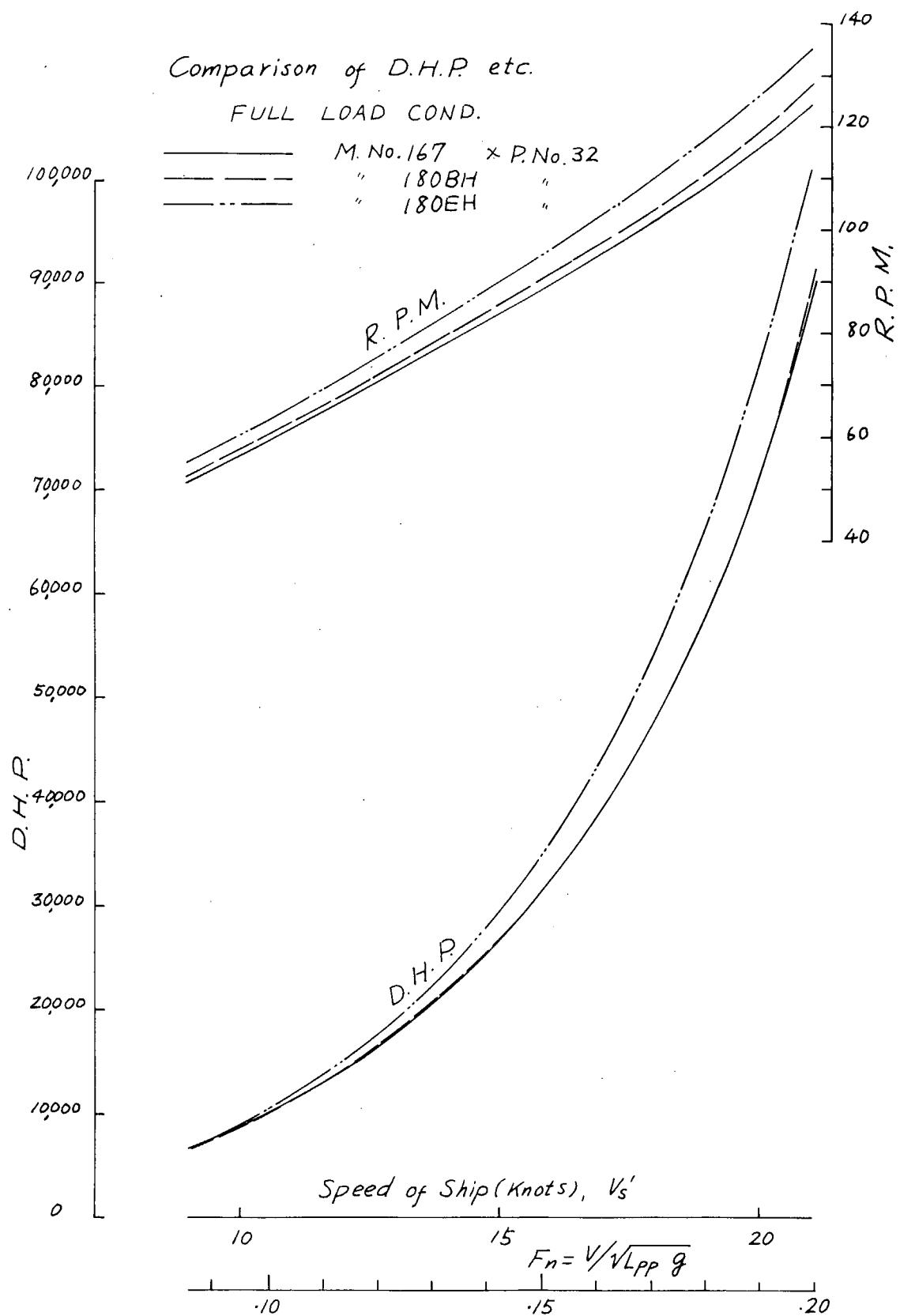


Fig. 2.3.6

## Residual Resistance Coefficient

$$V_R = \frac{R_R}{\frac{1}{2} \rho V^3 C_D V^2}$$

BALLAST COND.

—	M. No. 167
- - -	" 180 BH
- - -	" 180 EH

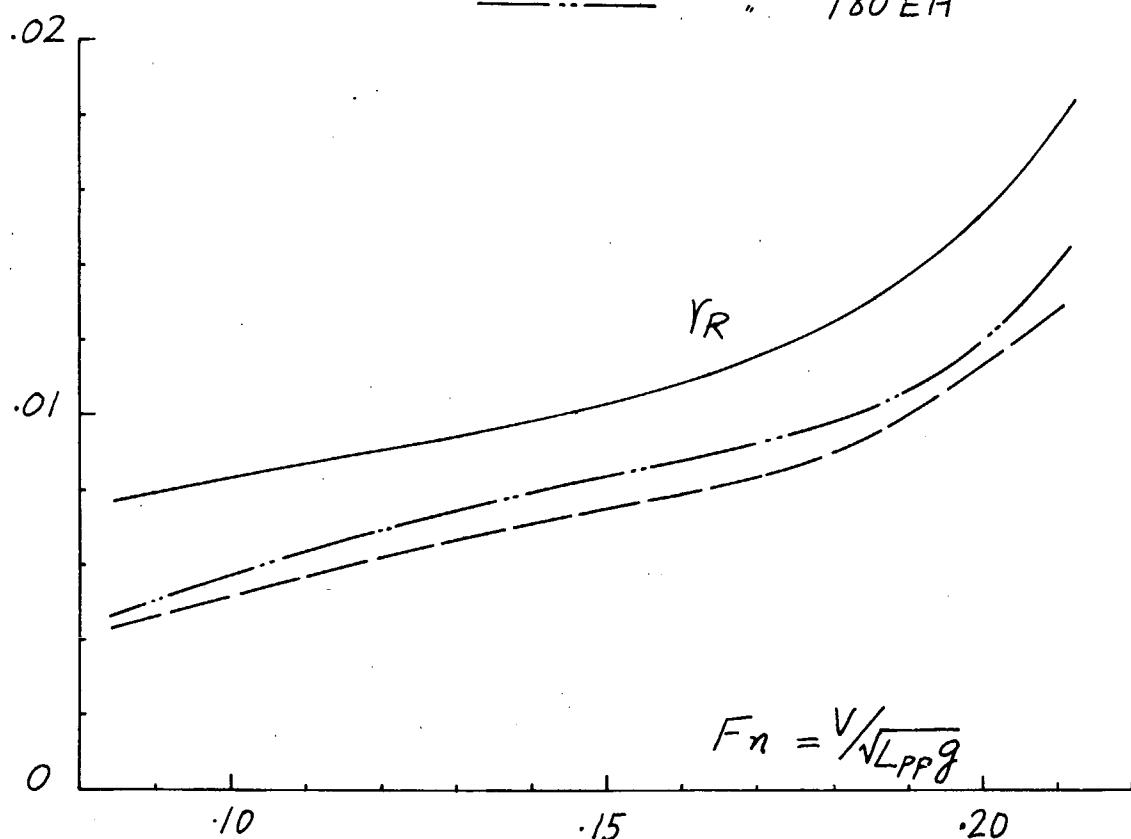


Fig. 2.3.7

Coefficient of Propulsion

BALLAST COND.

M. No. 167  
180BH  
180EH

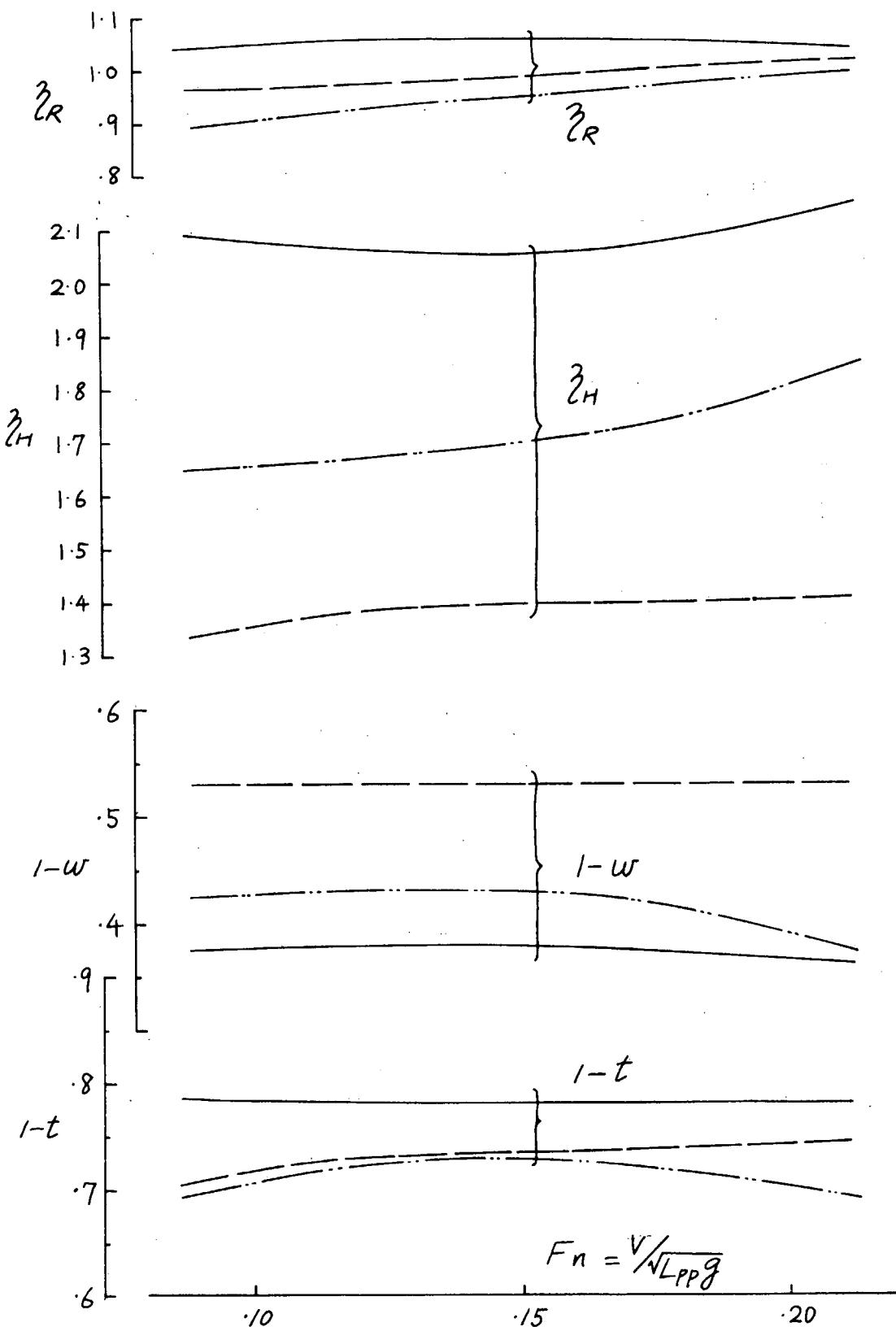


Fig. 2.3.8

## 2.4 実船試験の資料収集と相関性

### 2.4.1 目的

専用船の船型は、ここ数年前から極端にその大型肥大化が進んでいる。

昭和33年度から35年度までの間に実施された第41研究部会で供試された実船は、7隻であつたが、そのうちD.W.6万8千トン型は1隻で、他の6隻はみな4万7千トン型である。また第61研究部会で供試された実船は、昭和38年度から39年度までの間では6隻のうち3隻までがD.W.9万トン型から10万トン型である。

昭和41年度では、実にD.W.15万トン、20万トン型が出現した。このように大型化は急速に進んできているが、それにともなう実船と模型との間の相関関係はいまだ明らかになつていない点がある。

第41、第61の両研究部会でえられた資料に加えて、さらに上に記した意味の拡張した資料を得るのが目的である。

### 2.4.2 試運転実施要領

第41、第61両研究部会の場合と同じである。

### 2.4.3 供試船の主要目等および試運転状態

今年度はつきの7隻のタンカについて標準速力試運転の成績が得られた。

船名	D.W. (t)	建造所
"A"	84,000	佐世保重工
"B"	77,000	浦賀重工
"C"	124,000	三菱重工
"D"	74,000	三井造船
"E"	150,000	石川島播磨重工
"F"	122,000	日立造船
"G"	119,000	川崎重工

これらの主要目等を Table 2.4.1 に、試運転状態を Table 2.4.2 にかけた。

### 2.4.4 解析結果

水槽試験結果と、試運転結果から解析して求めた  $\Delta C_F \times 10^3$ ,  $(1 - W_S) / (1 - W_M)$  の各船についての平均値はつきのとおりである。

船名	"A"	"B"	"C"	"D"	"E"	"F"	"G"
$\Delta C_F \times 10^3$ シェーンヘル式によるもの	-0.216	-0.216	-0.344	-0.117	-0.305	-0.178	-0.404
$\Delta C_F \times 10^3$ ヒューズ式によるもの	---	—	—	—	—	+0.300 K=0.30	+0.109
$(1 - W_S) / (1 - W_M)$	1.264	1.340	1.200	1.341	1.278	1.169	1.197

第41、第61両研究部会の資料ともあわせて図示したものが Fig. 2.4.1, Fig. 2.4.2 である。

### 2.4.5 むすび

全体をまとめた結果として、模型船の水槽試験成績から、今回の供試船程度の大きさの実船の性能を推定する場合に、 $\Delta C_F$  の値とには、シェーンヘルの式を使用したときには  $-0.11 \times 10^{-3} \sim -0.40 \times 10^{-3}$  程度であり、また  $(1 - W_S) / (1 - W_M)$  の値としては、平均1.25程度であることがわかつた。

Table 2.4.1 Principal Particulars of the Ships Tested

Name of Ship	"A"	"B"	"C"	"D"	"E"	"F"	"G"
Ship Yard	Sasebo	Uraga	Mitsubishi Nagasaki	Mitsui	IHI Negishi	Hitachi Inogishima	Kawasaki
LPP (mid)	297.0	232.0	256.0	242.621	290.0	265.0	260.0
B (mid)	38.9	37.12	42.5	31.699	47.5	44.2	42.0
D (mid)	18.0	18.0	22.0	18.847	24.0	23.0	23.3
D (mid)	13.02	12.46	15.8	12.16	16.0	16.75	15.468
CB	0.813	0.825	0.808	0.838	0.805	0.822	0.807
CP	0.819	0.829	0.812	0.843	0.810	0.826	0.813
CM	0.993	0.995	0.994	0.994	0.994	0.996	0.993
LC.B.	2.85% F	3.13% F	3.18% F	1.72% F	2.54% F	2.64% F	2.47% F
LPP/B	6.09	6.25	6.024	7.65	6.11	6.022	6.19
B/d	2.99	2.80	2.69	2.61	2.97	2.64	2.72
Gross Ton.	466,96t	44,406t	67,484t	42,825t	94,633t	78,785t	71,576t
Dead Wt.	83,582t	76,931t	123,886t	73,855t	153,685t	121,750t	118,823t
Type of Bow	Bulb. Bow	Bulb. Bow	Bulb. Bow	Bulb. Bow	Bulb. Bow	Bulb. Bow	Bulb. Bow
Type of Stern	Cruiser Stern	Cruiser Stern	Cruiser Stern	Cruiser Stern	Cruiser Stern	Cruiser Stern	Cruiser Stern
Rudder	Mariner Type	Stream Lined Balanced Rudder	Stream Lined Front Type, Balanced	Stream Lined Semi-Balanced	Stream Lined Balanced	Stream Lined Balanced	Stream Lined Balanced
Type x no.	Diesel x 1	Diesel x 1	Turbine x 1	Diesel x 1	Turbine x 1	Diesel x 1	Diesel x 1
Max. Output	21,600 BHP x 119	20,700 x 119	24,000 x 105	20,700 x 114	30,000 x 97 RPM	27,600 BHP x 114	24,750 BHP x 114
Type	Solid , 6 BL	Solid , 5 BL	Solid , 5 BL	Solid , 6 BL	Solid , 5 BL	Solid , 5 BL	Solid , 6 BL
Dia.	6.600	6.400	7.200	6.600	7.800	7.100	6.700
P. Ratio	0.676	0.7305	0.7361	0.717	0.740	0.667	0.745
Boat Ratio	0.188	0.175	0.1736	0.195	0.182	0.1944	0.191
E.A.R.	0.616	0.7107	0.5895	0.650	0.619	0.650	0.635
Bl.Th. Fr.	0.0597	0.0537	0.0566	0.0550	0.0572	0.0641	0.0541
Shape of Section	Aerofoil	Aerofoil	Aerofoil	MAUW	MAUW	Aerofoil	Aerofoil

Table 2.4.2 Trial Condition of the Ships

Name of Ship	"A"	"B"	"C"	"D"	"E"	"F"	"G"
Date	Nov. 28, 1966	Aug. 25, 1966	Aug. 11, 12, 1966	Oct. 18, 1966	Jan. 21, 22, 1966	Feb. 8, 1966	Jan. 6~7, 1967
Mile Post	Off Mie	Tatsushima-Iwa-i bukuro Mile Post	Off Tome	off Shimotsu	Sagamiwan	Off Cape Sata	off Hinomisaki Radio log
Weather	Cloudy	Fine	Fine	Fine	Fine	Fine	Fine
Sea Condition	Smooth	Smooth	Smooth	Moderate	Calm	Smooth	
Depth of Sea	abt. 70 m	abt. 120 m	abt. 60 m	abt. 700~1000 <sup>m</sup>	90 m	over 1000 m	
Temp. of Water	20.0 °C	27.2 °C	29.4 °C	22 °C	15 °C	9 °C	10.4 °C
Spec. Gr. of Water	1.026	1.0225	1.0225	1.026	1.026	1.023	
Condition							
DA	12.945	12.460	15.779	12.14	15.90	15.50	
DM	13.100	12.565	15.944	12.27	16.05	16.67	*
DF	12.887	12.420	15.768	12.19	16.20	15.53	
TRIM	0.058 by Stern	0.040 by Stern	0.011 by Stern	0.05 by Stern	0.30 by Stern	0.05	0.05 by Stern
Displacement	100,408 t	91,207 t	143,110 t	80,820 t	183,200 t	166,400 t	140,320 t
CB	0.813	0.826	0.808	0.838	0.806	0.822	0.807
CP	0.819	0.829	0.812	0.843	0.811	0.826	0.813
CH	0.913	0.915	0.914	0.994	0.994	0.946	0.913
Imm. of Prop. (T <sub>b</sub> )		1.276	1.504	1.192	1.35		1.582
Date, out of Deck	Nov. 25, 1966	Aug. 19, 1966	Aug. 6, 1966	Dec. 18, 1966	Feb. 6, 1966	Dec. 28, 1966	

\* mean draft

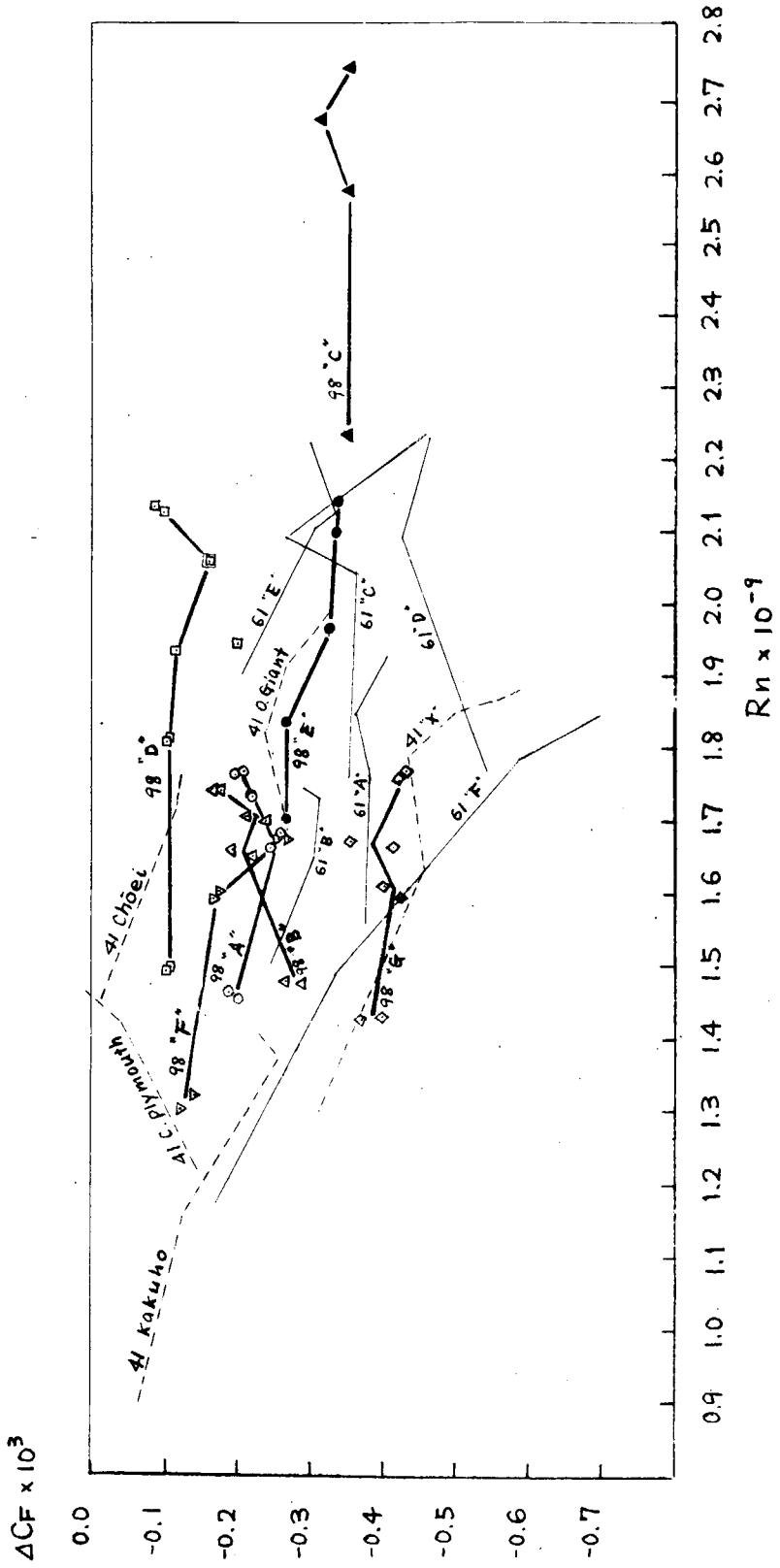


Fig. 2.4.1  $\Delta C_F$  Value ( Schoenherr )

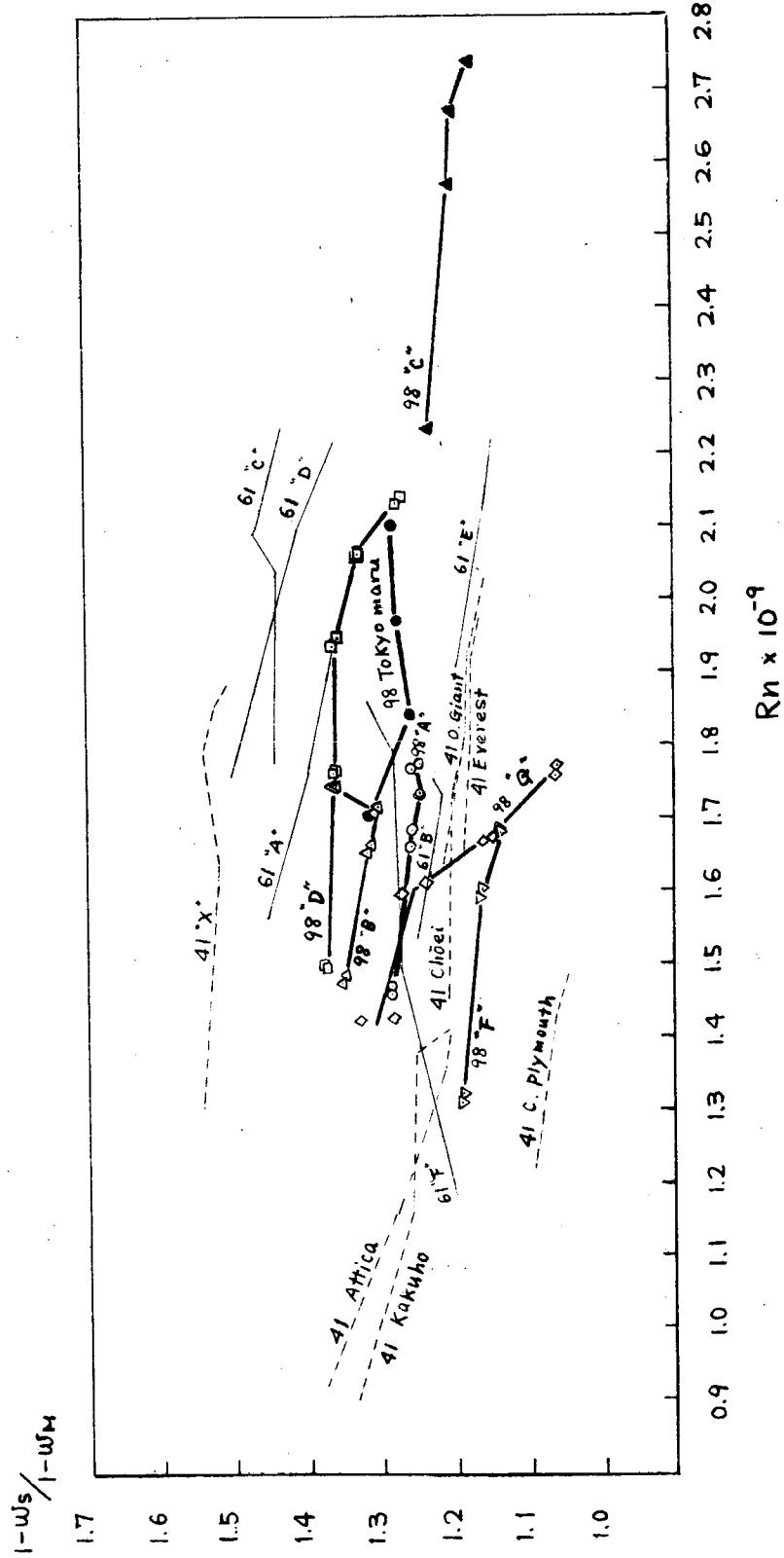


Fig. 2.4.2 Wake Fraction

### 第3章 旋回操縦性能に関する研究

#### 3.1 浅水中における旋回性能模型試験

浅水中の旋回操縦性能に対する影響を調査するため標準船型で2種の肥溝度 ( $C_B$ ) を選定し、これらについて、それぞれ1軸および2軸船型の2種の模型船で浅水中の旋回試験を行ない、同時に1軸1舵、2軸2舵船型の性能の相異も調査する。

本年度実施した模型と試験は次のようである。

$C_B$	船 型	L	実 験 実 施		
			担 当	深 水 中	浅 水 中
0.84	1 軸 1 舵	4.5 m	船研、運動性能部	○	
	2 軸 2 舵		防技研、1研3部	○	
0.80	1 軸 1 舵	2.5 m	九 大	○	○
	2 軸 2 舵				

○印は4.1年度実施済、残りは4.2年度に実施の予定

なお、以上は航面積比  $A_R/L_d = 1/70$  であるが、別に深水中の場合は  $A_R/L_d = 1/100$  を各船について追加実施している。

#### 3.1.1 供試模型船

模型船は次の諸元をもつ。

M. N.O.	I	II	III
担 当	船 研	防 技 研	九 大
L	4.5 m	4.5 m	2.5 m
B	0.8182 m	0.8182 m	0.4545 m
d	0.2674 m	0.2674 m	0.1485 m
$L/B$	5.5	5.5	5.5
$B/d$	3.06	3.06	3.06
$C_B$	0.84	0.84	0.80
$A_R/L_d$	$1/70, 1/100$	$1/70, 1/100$	$1/70, 1/100$
	1 軸 1 舵	2 軸 2 舵	1 軸 1 舵

M. N.O. I は「推進性能に関する研究」の 2.1.2  $C_B$  シリーズの M. N.O. 212 に、M. N.O. III はこれらシリーズの母型、すなわち 2.1.1 のブリズマチック・カーブ・シリーズの M. S. N.O. 1973、または 2.1.2  $C_B$  シリーズの M. N.O. 214 にそれぞれ相似である。

また、M. N.O. II は 4.2 年度に実施の 2 軸船型の  $C_B$  シリーズにおいて使用される予定の  $C_B = 0.84$  の船型に相似である。

M. N.O. I および M. N.O. III の線図または船体寸法表は第 2 章に示しており、また M. N.O. II のそれらは昭和 4.2 年度報告にのせる予定であるので、ここでは省略する。

模型推進器は M. N.O. I および III のものはいずれも 2.1.1 および 2.1.2 で使用した M. P. N.O. 1740 に相似である。また M. N.O. II 用のものは 2 軸船型の  $C_B$  シリーズにおいて使用する予定のものと相似である。

M. N.O. I の舵は Fig. 3.1.1 に示すとおりで —  $A_R/L_d = 1/70$  のものは Fig. 2.1.3 に相似 — 、M. N.O. II のものはこれを  $2.5/4.5$  の割合で縮少したものである。また M. N.O. II の舵および配置は 4.2 年度に実施予定の 2 軸船型の

$C_B$  シリーズのものと相似で Fig. 3.1.2 に示すとおりである。

### 3.1.2 試験状態

模型船の試験状態は満載トリムなしで、操舵前速度はフルード数 0.18 である。この速度は巨大船の速力としてはやや大きすぎるが、実験精度の点から、また従来の旋回試験結果より最適の速力である。

### 3.1.3 試験方法

模型船の重心を通る垂直軸のまわりの回転半径は 0.24 L に調整してある。旋回航跡の計測は、船研では超音波による自動運動測定装置により、防技研ではトランシット法により、九大では直上よりの写真撮影によつている。舵角は  $40^\circ$  より  $5^\circ$  おきにとり旋回試験を行なつた。浅水実験は従来の実験から  $6d$  ( $d$  は模型船の吃水) 以上は深水と認められるので、 $6d$ ,  $3d$ ,  $2.5d$ ,  $2d$ ,  $1.5d$ ,  $1.3d$  の水深について行なつてゐる。

### 3.1.4 試験結果

旋回試験の結果は  $r' \sim \delta_r$  曲線の形で表わした。ただし  $r' = L/R$  ( $R$  は定常旋回半径、 $\delta_r$  は舵角)

#### (i) 深水中の旋回試験

##### (a) 舵面積比の影響

$A_R/Ld = 1/70, 1/100$  に対する試験結果を Fig. 3.1.4～3.1.6 に示す。1 軸船については  $C_B = 0.84$ , 0.80 の場合も本旋回で  $1/70, 1/100$  の曲線が交叉する傾向を持ち、小舵角では  $1/100$  の方が旋回性はよくなる。左旋回は舵面積の小さい方が旋回性は悪い。2 軸船では左、右とも  $1/100$  の方が旋回性が悪い。

##### (b) $C_B$ の影響

$C_B$  の大きい方が旋回性はよいが、この実験は  $L = 4.5m, 2.5m$  の 2 船の比較であるので、その差が寸法効果のため大きく出ているかもしれない。

#### (ii) 浅水の旋回試験

$C_B = 0.80$  の M. No. III (1 軸船型) についての結果が Fig. 3.1.7 である。各水深にたいする  $r' \sim \delta_r$  曲線は同一の傾向を示し、 $3d$  以下水深の減少とともに旋回性は悪くなる。ただし当試験では右旋回において小舵角の範囲で  $6d$  の場合が  $3d$  の場合より旋回性は悪くなつてゐる。

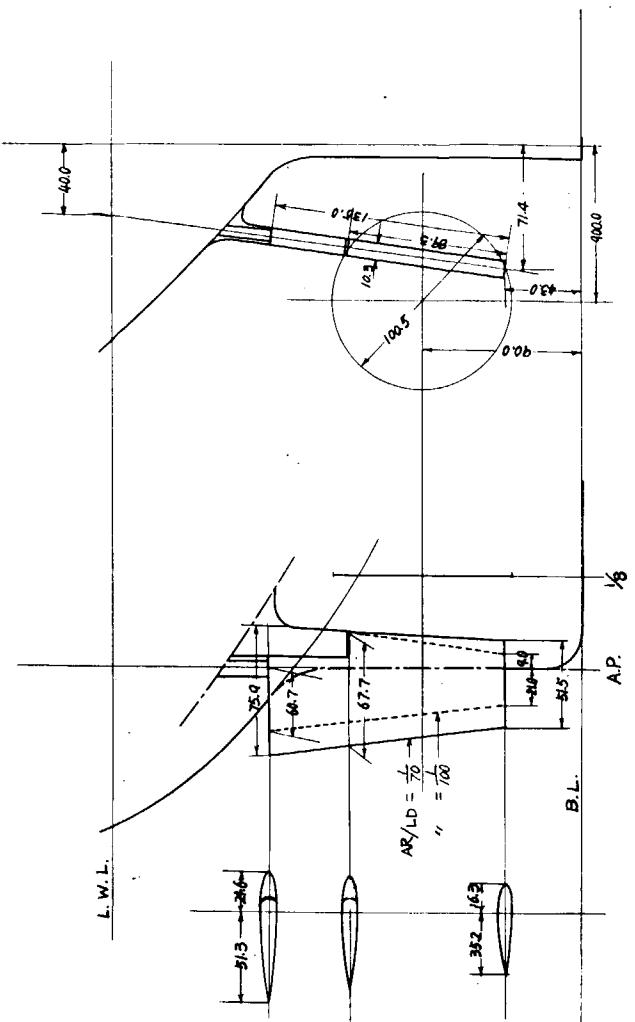


Fig. 3.1.2 M. No. II 用舵および配管

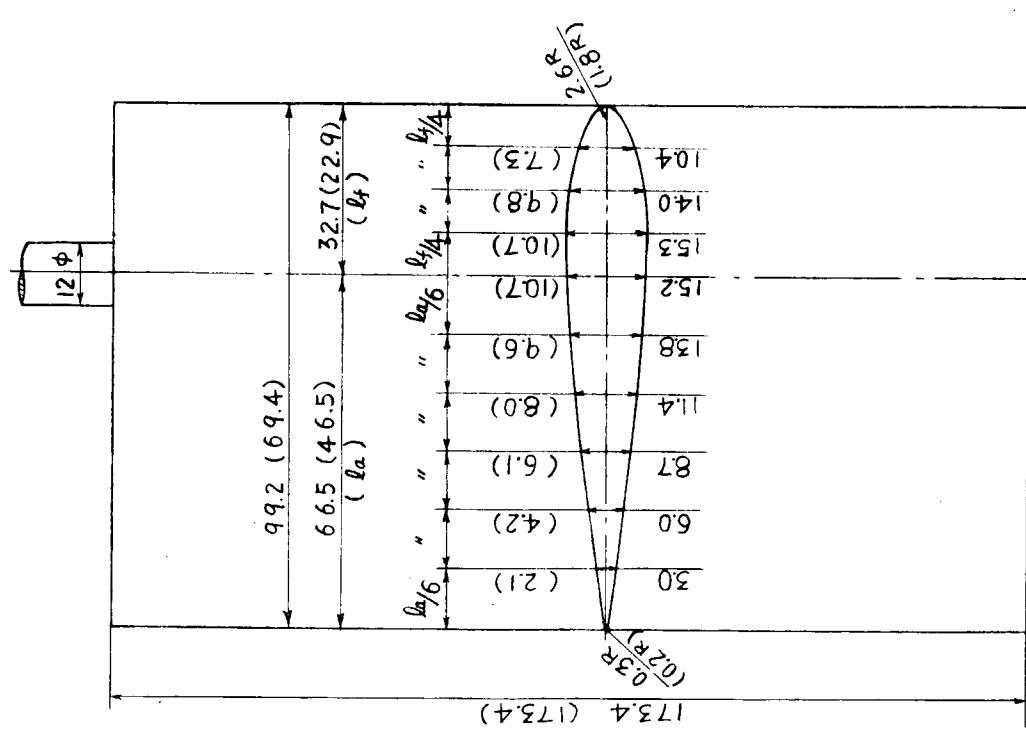


Fig. 3.1.1 M. No. I 用舵

Fig. 3.1.5 深水中試驗結果

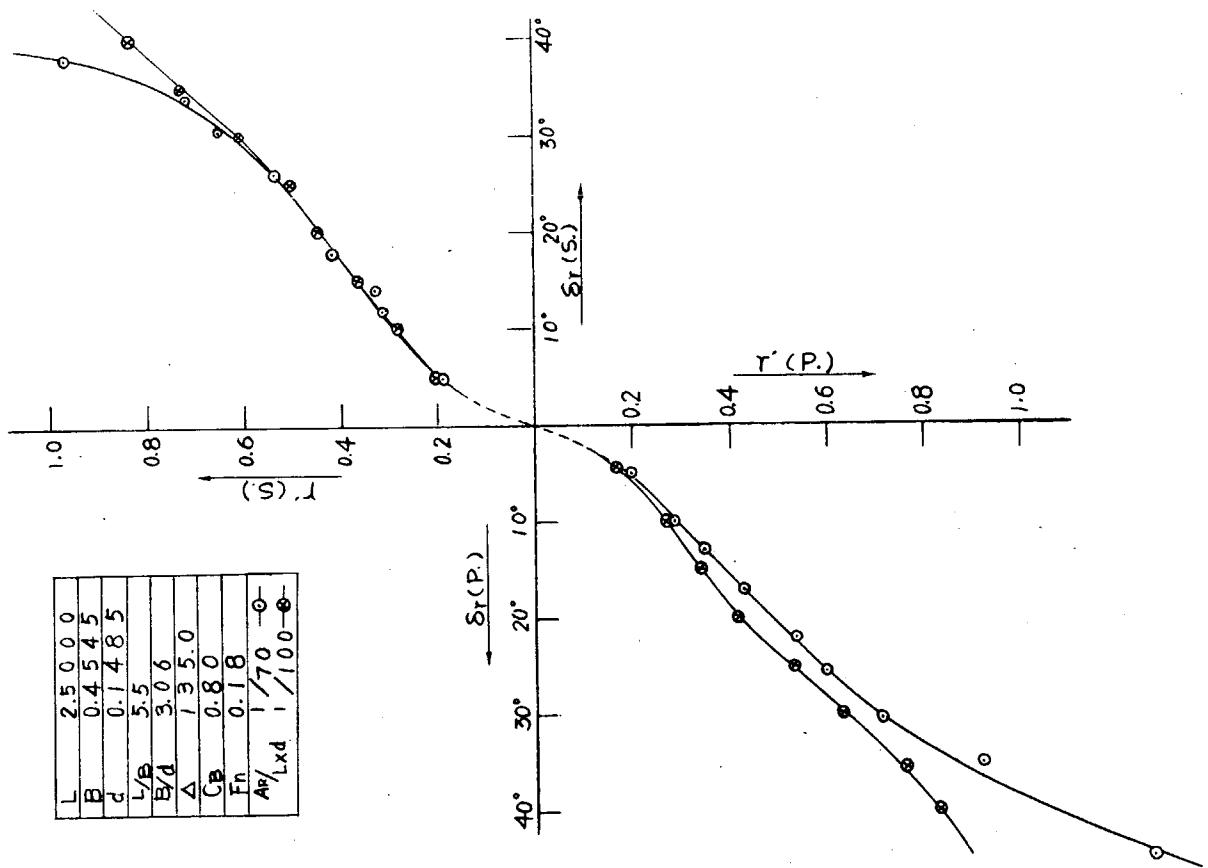
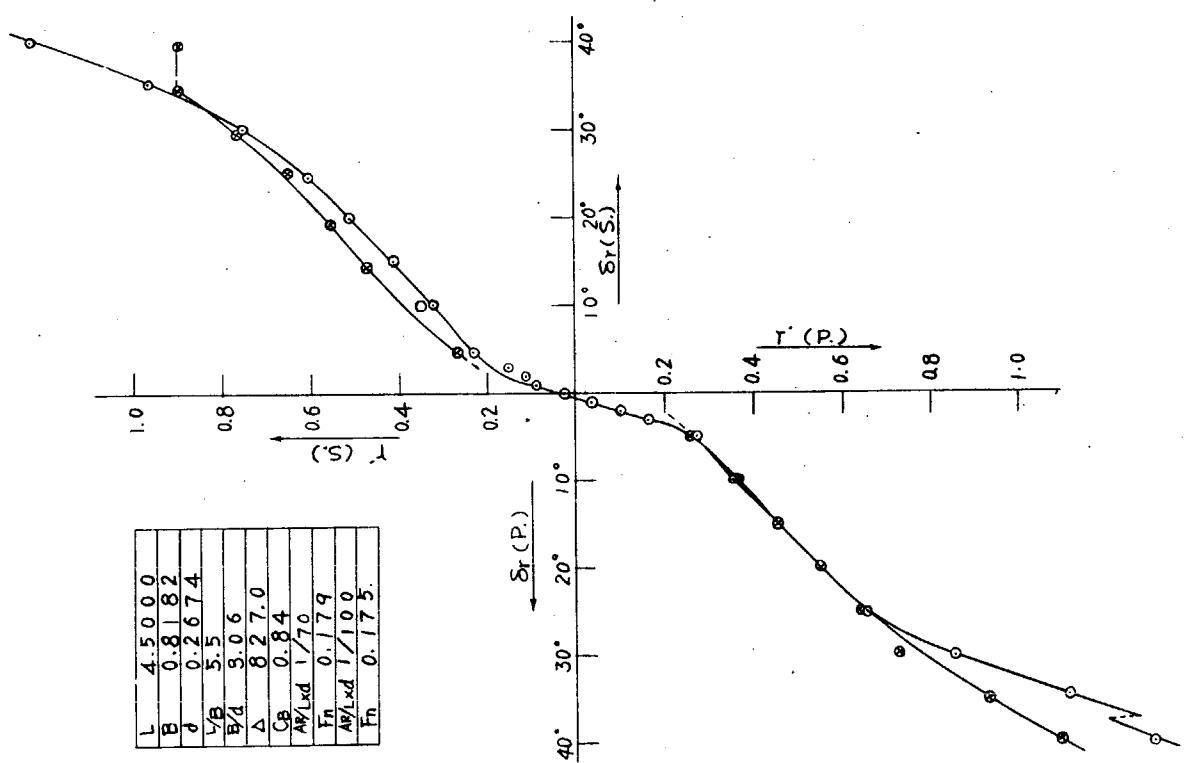


Fig. 3.1.4 深水中成績結果



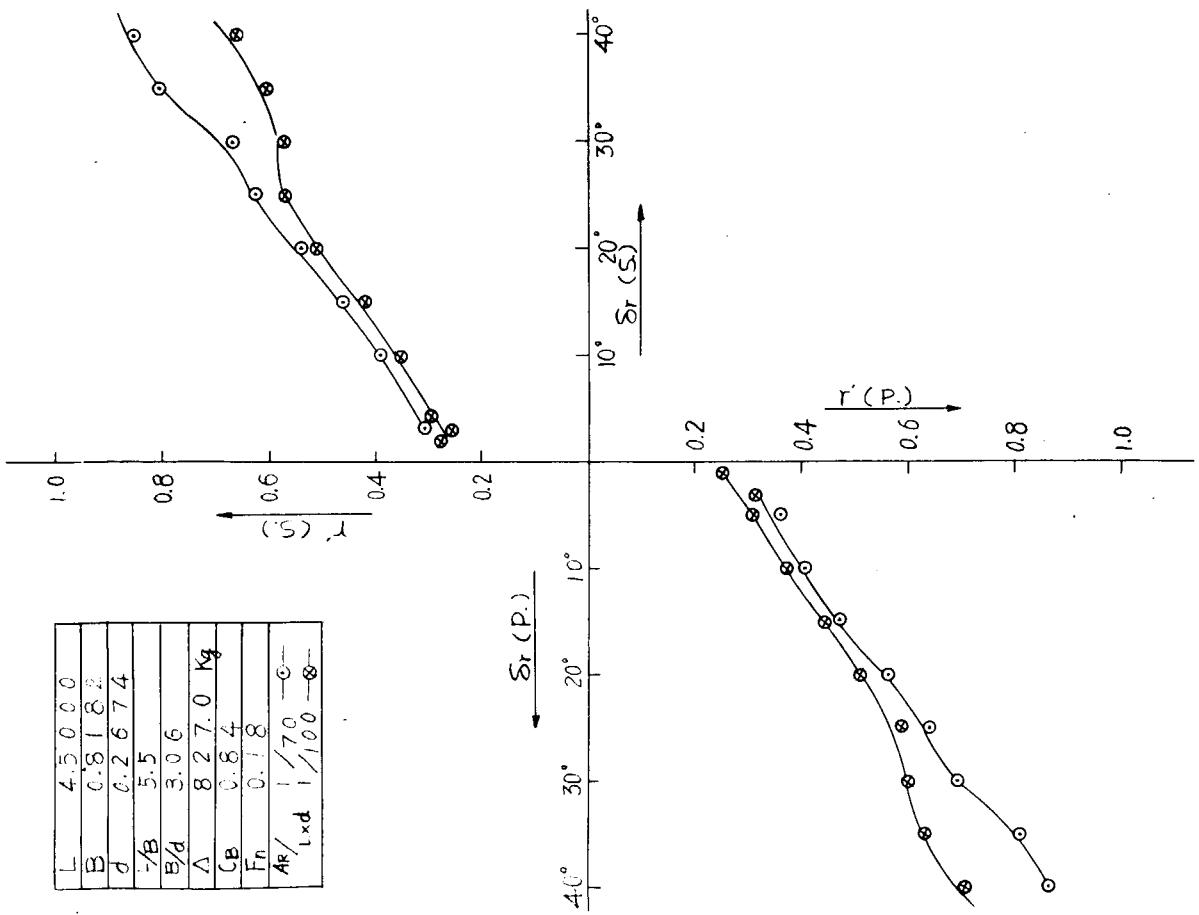
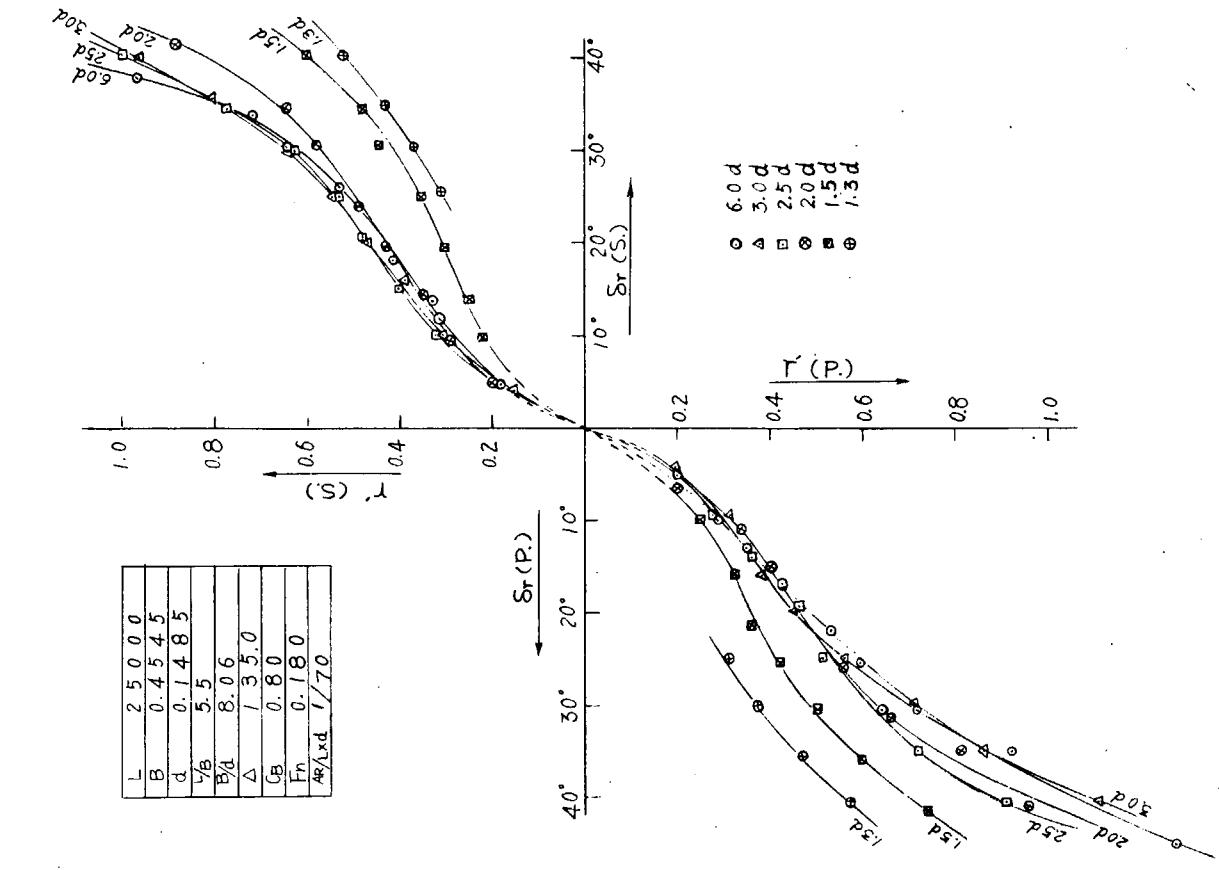


Fig. 3.1.6 M.N.O. II 深水中試驗結果

Fig. 3.1.7 淺水中試驗結果

### 3.2 実船操縦試験の資料収集と解析

本年度においては日立造船、川崎重工、三菱重工、三井造船、石川島播磨重工の各社において実船 z 試験が実施され、大阪大学造船学教室の協力の下に整理、解析が行なわれた。その結果を Table 3.2.1 に示す。

この結果から次のことが明らかとなつた。

(1) 最近の大型肥大船は  $C_B / \left(\frac{L}{B}\right)$  の値が 0.13 を超え、0.14 に近いものさえ見受けられる。従来の傾向よりすれば、このような肥大度の増大は旋回抵抗の減少を招き、 $^1/K'$ ,  $^1/T'$  両値はきわめて小さいが、負となるはずである。

Fig. 3.2.1 に示した第 6.1 研究部会実船試験結果の 2 例は  $C_B / \left(\frac{L}{B}\right)$  が 0.12 前後であるが、確かにその傾向を示し、進路安定は悪く、追従はおそいことを物語つている。

ところが今回の結果によれば  $C_B / \left(\frac{L}{B}\right)$  の値が増大したにもかかわらず、 $^1/K'$ ,  $^1/T'$  はかえつて増加する傾向、いいかえれば旋回抵抗が肥大度の増加とともに増加した傾向を示す。

(2) 特に Fig. 3.2.1 に示す破線の船は  $C_B / \left(\frac{L}{B}\right) = 0.138$  という大きい肥大度をもつが、この船ではいわゆる旋回抵抗の異常現象、すなわち運動がゆるやかになると旋回抵抗がかえつて増加する傾向を明らかに示している。これは従来、模型船にはしばしば見受けられ、船尾部の非対称な異常流れに由来するものと説明されてきたが、実船では認められなかつたものである。

(3) こうしてみると、肥大度が最近のタンカ程度になると実船でもこの異常流れが存在するに至り、その結果肥大度の増加にもかかわらず旋回抵抗が増大し、進路安定はよく追従はおそくないことになつたものと思われる。操縦性の面からすればこれは望ましい傾向であり、大きい肥大度は心配する必要はないということになる。もつともこの異常流れが推進性能にどう響くかという問題は船の総合的な性能の面から検討すべきであろう。

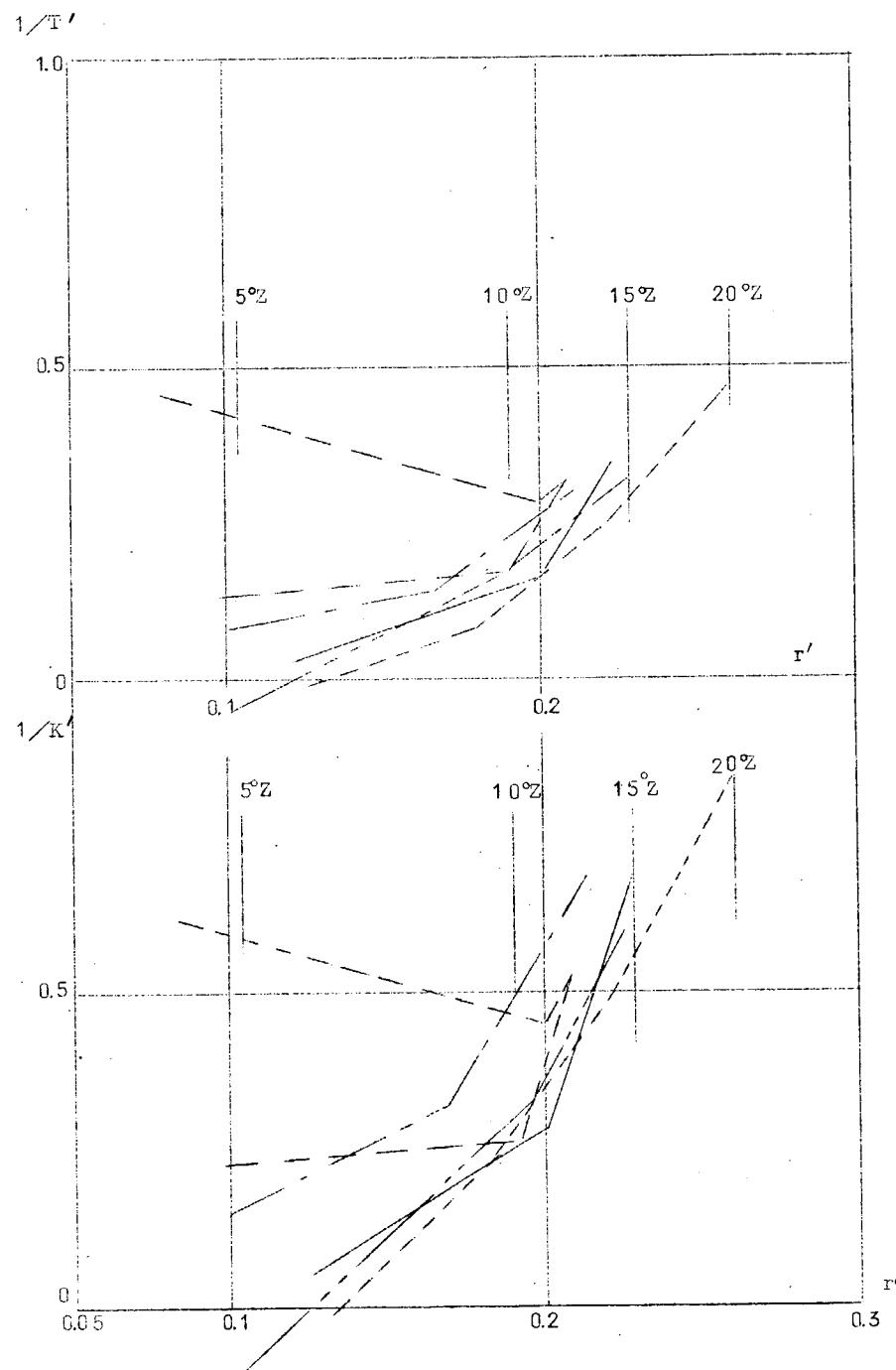
Table 3.2.1 実船のZ試験の結果 (一は左舷を示す)

L (m)	224	197	211.8	230	230	207	234
B (m)	35.4	26.4	31.7	31.8	31.8	31.8	37.0
D (m)	16.8	14.0	15.1	17.55	17.55	14.5	19.8
d m (m)	12.16	10.56	11.24	11.72	11.76	10.68	14.48
△ (t)	80.960	43.870	61.110	70.970	71.300	57.768	103.000
L/B	6.33	7.46	6.68	7.72	7.22	6.51	6.32
C <sub>B</sub>	.819	.782	.791	.807	.807	.802	.801
▽/L <sup>2</sup> d	.129	.1047	.118	.112	.112	.123	.127
B/d	2.91	2.50	2.82	2.72	2.71	2.98	2.56
A <sub>R</sub> /Ld	1/7.47	1/7.57	1/6.48	1/6.46	1/6.48	1/7.34	1/7.49
V <sub>0</sub> (kt)	15.9	16.0	16.9	16.7	16.3	16.8	16.6
δ (α)	-10	10	-10	10	-10	-20	-10
r'	.159	.174	.161	.161	.195	.257	.232
K'	3.24	3.44	1.71	2.66	2.51	2.18	1.46
T'	8.71	8.29	4.76	6.02	5.32	4.42	2.42
L (m)	183			265		242.6	245
B (m)	28			44.2		31.7	40
D (m)	13.7			23.0		18.8	
d m (m)	10.05			16.76		12.22	15.11
△ (t)	43.630			166,200		80,823	123,200
L/B	6.535			5.995		7.66	6.125
C <sub>B</sub>	.825			.824		.839	.810
▽/L <sup>2</sup> d	.126			.1375		.1094	.132
B/d	2.79			2.638	4.7 平均	2.59	2.65
A <sub>R</sub> /Ld	1/7.61			1/58		1/6.75	1/65.3
V <sub>0</sub> (kt)	14.6	14.8	14.7	14.0	13.0		
δ (α)	-10	5	-5	10	-10	5	-10
r'	.162	.166	.072	.077	.18	.076	.20
K'	1.86	1.79	1.7	1.8	.19	.22	.22
T'	3.36	3.05	2.1	3.2	3.6	2.2	3.4

※ ( )内は 14.5kt と推定した場合の値

L (m)	23.2	29.0	26.0	25.6	21.4.3	2.6.5
B (m)	3.58	4.75	4.2.0	4.2.5	3.0.6	4.4.2
D (m)	1.685	2.4.0		2.2.0	1.5.7	2.1.5
d m (m)	12.16	16.06	15.4.6	15.8.6	11.2.7	15.0.6
△ (t)	84.650	183.200	140.328	143.110	62.0.50	142.820
L/B	6.47	6.11	6.19	6.02	6.9.5	6.0.0
C_B	.818	.808	.807	.808	.819	.791
▽/L^2 d	.126	.132	.130	.134	.117	.132
B/d	2.94	3.02	2.72	2.68	2.72	2.93
A_B / Ld	1/6.6.2	1/6.5.1	1/6.4.3	1/6.4.4	1/6.8.3	1/6.5.8
V_0 (kt)	15.0	15.0	16.0	15.0	15.3	15.3
δ (o)	20	-20	20	5	-5	-10
r'	.261	.259	.21	.12	.21	.19
K'	1.10	1.16	.82	4.1	1.17	3.5
T'	1.92	2.13	2.09	7.0	3.0	5.7
L (m)	24.1	24.6	24.6	22.0	20.7	19.7
B (m)	36.8	40.2	40.2	35.2	30.6	40.2
D (m)	17.9	21.8	21.8	15.7	13.0	21.8
d m (m)	9.41	14.50	14.99	11.72	11.77	15.05
△ (t)	68.860	117.264	121.768	71.280	62.205	121.688
L/B	6.55	6.12	6.12	6.625	6.7.6	6.12
C_B	.805	.800	.801	.815	.830	.800
▽/L^2 d	.123	.131	.131	.123	.123	.130
B/d	3.91	2.77	2.68	2.83	2.60	2.67
A_B / Ld	1/51.1	1/64.6	1/67.2	1/64.8	1/79.2	1/77.5
V_0 (kt)	17.1	16.9	17.8	17.3	16.0	16.8
δ (o)	10	-10	10	-10	10	-10
r'	.136	.154	.149	.151	.156	.146
K'	1.26	1.31	1.85	2.16	3.18	2.08
T'	1.88	2.25	4.05	5.32	7.80	5.94

L (m)	197							265
B (m)	264							44.2
D (m)	140							23.0
d m (m)	10.59							16.76
△ (π)	44230							166200
L/B	7.46							5.995
C_B	.784							.824
▽/L^2 d	.105							.1375
B/α	2.48							2.638
A_n /Ld	1/75.9							1/58
V_0 (kT)	16.9	15.9	14.5	15.4	15.0	16.0	13.0	14.0
δ (o)	10	-10	5	-5	5	-5	10	-10
r'	.163	.162	.084	.102	.073	.093	.20	.20
K'	2.81	2.69	1.5	5.1	1.2	3.6	2.2	2.4
z'	7.03	6.21	1.7	8.8	1.9	6.9	3.5	3.8



Mark	— — —	— — —	— —	— — —	— — —
$L/B$	7.0	6.62	6.19	6.12	6.00
$CB/(L^2 d)$ $= 4/L^2 d$	116	121	130	132	138
$B/d$	2.67	2.62	2.72	2.64	2.64
$A_R/Ld$	1/7.7	1/70.9	1/64.3	1/65.3	1/58
Remarks	SR61, 昭和39年度				

Fig. 3.2.1