

機關術教科書推
進
論

昭和二年四月

海軍機關學校

生徒第二學年
選修學生

資料登錄
E81^a642号
55.7.14
2 術校
研究部資料課

A
1

WR. 5.
(23)

海軍機關學校長
清水得一

昭和二年四月

本書ニ依リ推進論ヲ修得スベシ

第七版 昭和二年四月(改稱ス
推論下)

教官 海軍機關大尉 小川得一
教官 海軍機關少佐 澤 達

第六版 大正十三年九月

教官 海軍機關少佐 御所 靜

第五版 大正十年七月(船體抵抗
推進器及)

教官 海軍機關少佐 野村 將三

第四版 大正七年十二月

教官 海軍機關大尉 梯 秀雄

第三版 大正五年三月

教官 海軍機關少佐 稻田輝太郎

第二版 明治四十五年六月

教官 海軍機關大尉 小泉武三

第一版 明治四十三年十一月

教官 海軍機關少佐 關 重光

發行年月

推進論目次

	頁
第一章 船體抵抗論	I
一、 船體抵抗ノ種類	I
二、 摩擦抵抗	2
三、 渦流抵抗	4
四、 造波抵抗	4
五、 空氣抵抗	6
六、 船體抵抗測定法	7
第二章 推進器論	12
七、 推進器ノ種類	12
八、 噴射式推進器	12
九、 外車式推進器	13
一〇、 螺旋推進器	14
一一、 螺旋推進器各部ノ名稱	15
一二、 螺旋推進器ノ幾何學の解説	17
一三、 推進器ノ理論	18
第三章 推進論	23
一四、 伴流率	23
一五、 推力減少率	25

一六、	船殻効率	..	..	..	..	..	26
一七、	推進効率	..	..	..	..	..	27
一八、	「キャピテーション」	..	..	..	..	..	28
一九、	推進器ノ回轉方向及ビ操舵關係	..	..	..	..	..	30
二〇、	海ノ深淺ガ艦船ノ速力ニ及ボス影響	..	..	..	..	..	32
第四章	推進器計畫	..	..	..	..	..	34
二一、	艦船用推進器	..	..	..	..	..	34
二二、	翼ノ材料及ビ潰蝕	..	..	..	..	..	35
二三、	翼ノ根本ニ於ケル最大壓縮内力ノ算出法	..	..	..	..	..	38
二四、	推進器計畫上考慮スベキ事項	..	..	..	..	..	39
二五、	推進器計算法	..	..	..	..	..	44
二六、	推進器畫法	..	..	..	..	..	45
二七、	節計測法	..	..	..	..	..	49

推 進 論

第 一 章

船 體 抵 抗 論

Tow-rope resistance. 船ニ曳綱ヲ着ケ静止セル水中ヲ一定ノ速度又細ヲ以テ曳航スルトキソノ綱ニ及ボス牽引力ノ水平分力ハ船ノ運動ヲ妨ゲントスル抵抗ニ等シクシテソノ方向ハ反對ナリ、コノ簡單ナル場合ノ抵抗ヲ稱シテ Tow-rope resistance ト謂フ、

Resistance when self propelled. 船ガ自身ノ推進機關ヲ用非テ静止セル水中ヲ推進スルトキハ其ノ推進機關ノ爲メニ水ハ種々ノ攪亂ヲ受ケテ之ガ船體ニヨリテ生ズル抵抗ヲ合シテ甚ダ複雑ナル抵抗トナル、斯カル場合ノ抵抗ハ同一速力ニ於ケル Tow-rope resistance ニ比較シテ甚ダシキ相違アリ、

本章ニ於テハ Tow-rope resistance ニ就テ研究シ推進機關ノ影響ニ就テハ第三章ニ於テ述ブル所アルベシ、

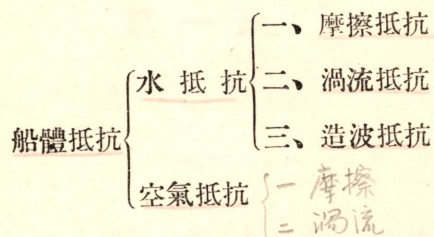
一、船體抵抗ノ種類、

Kind of resistance of ships

船ガ水中ヲ進行セムトスルトキハ之ニ對シテ水ノ抵抗ヲ生ズ、而シテ船ノ力ガ其ノ抵抗ニ丁度打勝ツ瞬間ニ船ハ其ノ速力ニテ進

行ヲ始ムルモノナリ、即チ船ノ速力ノ増減ニヨリ抵抗ハ増減シ從ツテ抵抗ニ打勝ツテ其ノ速力ヲ持續スルニ要スル馬力ニ増減ヲ生ズ、

船ハ其ノ下半部ハ水中ニ、上半部ハ空氣中ニ在リテ進行スルモノナレバ其ノ進行ニ對シテ起ル抵抗ハ次ノ如クニ分ツコトヲ得、



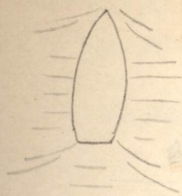
二、摩擦抵抗、

Frictional or skin resistance

船ガ水中ヲ進行スレバ水ニ粘性アルガ故ニ滑カナラザル船體トノ間ニ摩擦ヲ生ジ、爲ニ水ハ船ト共ニ伴ヒ去ラトスル傾向アリ、加之船ト共ニ前進セントスル水分子ト之ニ隣接セル他分子トノ間ニモ亦摩擦ヲ生ズベシ、從ツテ船ノ進行ニ對シテ或ル抵抗ヲ與フ、之ヲ摩擦抵抗ト云フ、

摩擦抵抗ハ船ノ浸水面ノ粗密、面積、長サ及ビ進行速力ニ依リテ變化スルト共ニ水ノ溫度及ビ密度ニモ關係ス、古來此ノ抵抗ノ測定上研究セル多數ノ學說中 W. Froude 氏ノ說ハ最モ適切ナリ、

同氏ハ 1870 年厚サ 5 耗、深サ 480 耗、長サ 460 耗ヨリ 15 米マデノ數枚ノ板ニツキ各種ノ材料ヲ塗布シ之ヲ長サ 87.5 米、幅 11 米、深サ 2.7 米ノ清水槽内ニテ板ノ頂部ヲ水面下 38 耗ニ沈メテ長サノ方向ニ曳キ種々ナル速力ニ對スル抵抗ヲ測定シ次ノ如キ實驗式ヲ得タリ、



W. Froude. (英)
 Tideman. (独)
 Bacher
 Osborn Rynold.

$$R_f = 4.8826 f S V^n$$

~~$R_f = f S V^n$~~

- R_f 摩擦抵抗 (斤)
- f 摩擦係數
- S 摩擦面積 (平方米)
- V 速 力 (節) $= 1.852 \text{ m/hr}$
- n 速力ノ冪數

別表 (1) ハ W. Froude 氏ガ實驗ヨリ得タル表ニシテ第 1 圖ハ其ノ試驗裝置ヲ示ス、

W. Froude 氏ノ子、R. E. Froude 氏ハ更ニ船體模型及ビ數種ノ薄キ板ヲ用ヒテ實驗ヲ重ネ、尙 Herr. B. Tideman 氏ノ實驗ノ發表ニ依リ船體ノ摩擦抵抗モ亦上記板ノ實驗ニヨリ得タル式ヲ適用シ得ルコトヲ認メ得タリ、

別表 (2) ハ R. E. Froude 氏ガ實驗ヨリ得タル結果ニシテ此ノ f 及ビ n ノ値ハ我ガ海軍ニテ摩擦抵抗算出上使用シ別表 (3) ハ Herr. B. Tideman 氏ノ表ニシテ米國海軍ニテ之ヲ使用ス、後者ヲ用ヒテ算出セル抵抗量ハ前者ヲ用ユルヨリモ大ナリ、

次ニ摩擦面積 S ノ値即チ浸水面積ハ船體圖面ニ依リ精密ニ算出シ得ベキモ抵抗計算ニハ通例次式ニ依リ算出ス、

$$S = L(1.7 \times d + B \times C)$$

- S 浸水面積 (平方米)
- L 垂線間ノ長サ (米)
- d 平均吃水 (米)
- B 船體最大幅 (米)
- C 排水量肥瘠係數
Block coefficient

$$\frac{V}{L \times B \times d}$$

f, 係影響ノ事項

- (a) 摩擦面ノ性質
- (b) 摩擦面ノ浸カレノ層ノ液体ノ性質
Density = 依リ変化ス
- (c) 摩擦面ノ長サ
長サトハ f 小ニ成ルニ 後部ノ行ハ 後ニ relative velocity 小トナリ 摩擦ヲ減ス
即チ長サノ比例ニ 摩擦抵抗増テス
- (=) 温度
増加スニ 後ニ 摩擦減ス
非常ニ小トナリテ 普通 neglect ス
- (ホ) 水ノ圧力 (水面ノ圧力)
世間保テ...

n, 係影響ノ事項

n 係 2.01 $1.825 \sim 1.83$ 成ル (長サノ深サノ増カレニ依リ)
R.E. Froude 氏ガ 1.825 ニテ言ハリ

$$R'_f = f S' V^n \quad [R'_f = \text{lbs.} \quad S' = \text{ft}^2]$$

$$\frac{R_f}{0.4536} = f (S \times 10.76) V^n \quad [R_f = \text{kg} \quad S = \text{m}^2]$$

$$R_f = 0.4536 \times 10.76 f S V^n \quad \left[\begin{array}{l} 1 \text{ lbs} = 0.4536 \text{ kg} \\ 1 \text{ m}^2 = 10.76 \text{ ft}^2 \end{array} \right]$$

$$= 4.8826 f S V^n$$

Actual ship = 應用ノ船...

- 長サノ増カレ...
- Speed
- 表面 = curvature

[例題] 長門 垂線間ノ長サ 202 M.
最大幅 29 M.
平均吃水 9.16 M.
Block coeff. 0.64
Speed 12 kt.

$$S = 202(1.7 \times 9.16 + 0.64 \times 29)$$

$$= 202(15.56 + 18.54) = 202 \times 34.1 = 6890 \text{ m}^2$$

$$R_f = 4.8826 \times 0.00875 \times 6890 \times 12^{1.825}$$

$$= 27500 \text{ kg}$$

$\log 2 = 1.825 \log 12$
 $= 1.825 \times 1.0792$
 $= 1.97$
 $x = 93.33$

C の値

戦艦	.....	0.6~0.65
巡洋艦	.....	0.5~0.55
驅逐艦	.....	0.35~0.45
客船	.....	0.5~0.55

此ノ式ハ Mumford or Denny's formula ト稱シ、我ガ海軍ニテ使用ス、

三、渦流抵抗、

Eddy making resistance

水中ニテ板ヲ曳クトキハ第 2 圖 (a) (b) ニ示スガ如ク板ハ其ノ前面ニ壓力ヲ受ケ其ノ後面ヨリハ板ノ進行ニ伴ヒ生ズル渦流運動ノ爲ニ引張ラルル状態トナル、

今船ガ水中ヲ進行スレバ船體外板ノ前後部ハ第 2 圖 (c) ノ如ク或ル傾斜ヲ以テ水中ヲ進行スルモノナレバ其ノ前部外板ハ前面ニミ壓力ヲ受ケ、後部外板ハ其ノ後面ヨリ引張ラルル傾向ヲ有シ實際ニ於テハ第 3 圖 (a) (b) ノ如ク其ノ前部或ハ後部ニ於テ水流ヲ亂シ渦流運動ヲ起サシメ船ノ進行ニ抵抗ヲ與フルモノニシテ之ヲ渦流抵抗ト謂フ、

渦流抵抗ハ之ヲ實測スルコト能ハザレドモ摩擦抵抗トノ間ニハ略ボ或ル一定ノ關係ヲ有シ近來ノ艦船ニツキテハ摩擦抵抗ノ約 5~10% トシテ計上セラル、

四、造波抵抗、

Wave making resistance

船ガ静水中ヲ進行スル際ニハ水分子ノ船體ニ對スル運動ハ第 4 圖 (a) ノ如ク船ノ前後部ニ於テ其ノ水面ヲ高メ波浪ヲ起シ之ヲ相

Taylor's formula. $S = C\sqrt{DL}$

S: m^2
 D: lm (Displacement)
 L: 船長、 m .
 C: —
 15.3 for B, B.C
 15.1 Cr
 15.2 T.B.D

Frictional resistance (摩擦)

23 kt	61.5 % (total resistance)
18 kt	72 %
13 kt	13 %

Eddy Bernoulli's theorem.

$$H = \frac{P}{w} + \frac{V^2}{2g} + Z$$

H: Total energy of a particle
 P: Pressure at the particle in Kg/cm^2
 V: Velocity of a particle.
 w: Density in Kg/cm^3 .

H + Z = constant + 1/2 P 増え V 減る。
 1/2 P 増え V 減る。H + Z 増え particle
 1/2 P 増え V 減る。故 Eddy 発生。

$$P_n = 1.622 AV^2$$

A: 切断面積 [ft^2]
 V: 速度 [ft]
 P_n: Eddy making resistance [lbs]

- 害
1. Tow-rope resistance 増え
 2. 推進器カ Eddy, 内=固着シテ Lost to 成ル
 3. 一軸使用ニシテ 2 軸ニシテ Rolling 引起シ直進困難

隣接セル分子間ニ傳播スルノミナラズ船ノ進行ニ從ヒ連續之ヲ生ゼシム之ガ爲メ船ハ相當ノ Energy ヲ消費ス之ヲ造波抵抗ト云フ、

而シテ波浪ハ第4圖(b)ノ如ク船首及ビ船尾ニ於テ各獨立ニ生ズルモノニシテ之等ヲ Bow wave system 及ビ Stern wave system ト云ヒ、尙兩 System 中ニ二種ノ波アリ之ヲ Diverging wave 及ビ Transverse wave ト云フ、

(A) Diverging wave ハ船ガ平水中ヲ駛走スル時ニヨク認識シ得ルモノニシテ其ノ擴リ方ハ發散的ニシテ波ノ進行方向ハ通例船ノ進行方向ト $40^\circ \sim 50^\circ$ ノ角度ヲナス、而シテ連續發生スル波頂ノ線ハ互ニ相平行スルノミナラズ其ノ高サハ船ヲ距ルニ從ヒ減少シ遂ニ消失ス、

(B) Transverse wave ハ船ノ速力非常ニ増加セシ際特ニ顯ハルルモノニシテ、Diverging wave ノ波長間ニ跨リテ生ジ其ノ進行方向ハ船ト同ジク其ノ波頂ハ船ノ進行方向ト直角ヲナス、

斯クテ船ハ一定ノ速力ニテ駛走スレバ茲ニ一定ノ波浪ヲ形成スルモノナリ、

Diverging wave ハ互ニ相干涉スルコトナキモ Transverse bow wave ノ餘波ハ Stern wave ト重ナリテ週期的ニ抵抗ヲ増減ス、從ツテ船ノ速力大ナル場合ニハ此ノ Interference of waves ノタメ船ノ費ス Energy ハ週期的ニ増減シ、著シク造波抵抗ヲ増スコトアリ、

而シテ水分子間及ビ水分子ト船體トノ摩擦ノ如キハ是等ノ波ノ形成ニ影響ヲ及ボシ其ノ大サ若クハ其ノ位置等ヲ變換スルコトアルヲ以テ靜水中ト雖モ此等ノ波ヲ各別ニ識別スルコト困難ナリ、

之ヲ要スルニ造波抵抗ハ船ノ進行速力ト船ノ形狀トニヨリ増減

Trochoidal wave. $v^2 = \frac{gl}{2\pi}$ (l : wave length)

$$v = \sqrt{\frac{gl}{2\pi}}$$

Critical speed { 干渉波ヲ生ズル爲メ抵抗ヲ増ス
時、speed ヲ求フ。
 $v = 1.05 \sqrt{L}$ (実験式)
 L : length of ship.
現代ノ汽船、馬力、speed 大ナル。
故ニ L ヲ大ニシ Critical speed ヲ
大ニセントス計畫アリ

アリテ船ノ進行速力小ナル間ハ造波抵抗ハ其ノ全抵抗ノ一小部分ナルモ速力大トナレバ其ノ大部分ヲ占ムルニ至ル、又船體ノ形狀特ニ其ノ前後部ノ形狀ハ波ノ發生狀況ニ對シテ密接ナル關係ヲ有スルノミナラズ船體中央平行部ノ長サモ亦波浪ノ形成及ビ其ノ干涉ニ至大ノ關係アルモノニシテ其ノ長サ大ナレバ干涉ヲ起スコト少シ、是即チ速力早キ船ハ其ノ幅ノ割合ニ船體ノ長サ大ナルヲ要スル所以ナリ、

造波抵抗ハ摩擦抵抗ノ如ク數理的ニ之ヲ算出スルコト能ハズ、前記渦流抵抗ト共ニ之ヲ合併シテ剩餘抵抗ト稱シ後節ニ於テ述ブ
Residuary resistance
 ル艦型試驗法ニ依リ求メラルルモノナリ、

第 5 圖ハ剩餘抵抗曲線ノ一例ナリ、

五、空氣抵抗、

Air resistance

空氣抵抗ハ前述セル水ノ抵抗ニ比スレバ極メテ少量ニシテ或ル實驗ニヨレバ全抵抗ノ約 1.5%ニ過ギザルヲ以テ一般ニ船體抵抗中ニ計上スルコトナシ、然レドモ強風中艦船ガ駛走スル際ハ可ナリノ抵抗量ヲ示スモノニシテ其ノ大部分ハ渦流抵抗ノ種類ニ屬スルモノナリ、

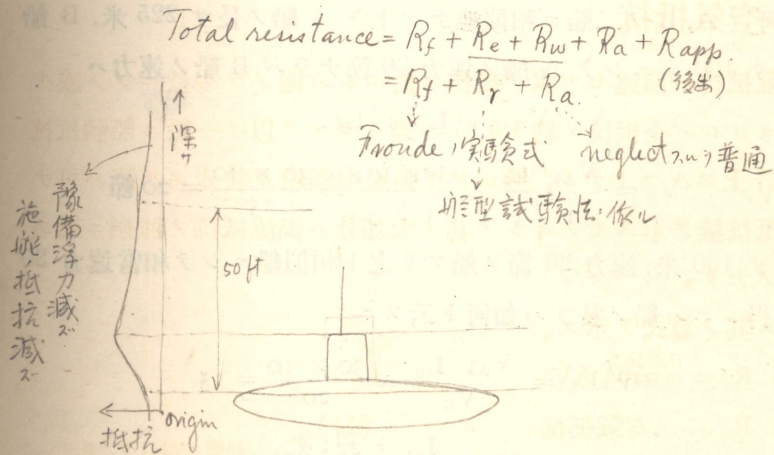
次ニ其ノ算式ヲ示ス、(Taylor's formula)

$$R_a = \frac{0.021}{0.0463} AV^2$$

R_a 空氣抵抗 (噸)

A 風ヲ受クル面積 (平方米) (船體水線以上ノ凡テノ部分ヲ中央切斷面上ニ投影シタル面積)

V 船ト風トノ速力ノ和 (節)



六、船體抵抗測定法、

1. 相似艦船、

Similar ship

相似艦船トハ其ノ長サ幅及ビ深サノ比、互ニ相同ジキモノ即チ大小ノ差ハアレドモ其ノ形状及ビ諸部ノ割合相同ジキモノヲ云フ、

2. 相當速力、

Corresponding speed

相當速力トハ相似艦船ニ於テ其ノ各ノ長サ(又ハ幅、深サ)ノ平方根ニ比例スル速力ノ稱呼ナリ、

即チ式ヲ以テ示セバ

$$V_1 : V_2 : V_3 :: \sqrt{L_1} : \sqrt{L_2} : \sqrt{L_3}.$$

V 速力、

L 船ノ長サ、

[例] A, B ノ二船ガ相似船ナルトキ A 船ノ長サ 225 米, B 船ノ長サ 100 米ニシテ A 船ノ速力 30 節ナラバ B 船ノ速力ハ

$$V_A : V_B :: \sqrt{L_A} : \sqrt{L_B}.$$

$$\therefore V_B = \frac{V_A \sqrt{L_B}}{\sqrt{L_A}} = \frac{30 \sqrt{100}}{\sqrt{225}} = \frac{30 \times 10}{15} = 20 \text{ 節}$$

又長サ 100 米, 速力 20 節ノ船アリ之ト相似船ニシテ相當速力 30 節ヲ得ンニハ船ノ長サハ如何ト云フニ

$$\sqrt{L_A} = \frac{V_A \sqrt{L_B}}{V_B} = \frac{30 \times 10}{20} = 15$$

$$\therefore L_A = 225 \text{ 米}$$

相似艦船ニ於テ相當速力ノトキ $\frac{V}{\sqrt{L}}$ ノ値ハ諸艦ヲ通ジテ同一ナルコト明カナリ、 $\frac{V}{\sqrt{L}}$ ヲ Speed length ratio ト稱ス、各種艦船

ニ對スル $\frac{V}{\sqrt{L}}$ ノ値ヲ示セバ次ノ如シ、

船 種	$\frac{V}{\sqrt{L}}$
荷 物 船	0.9~1.0
客 船	1.2~1.5
高 速 ノ 客 船	1.6~1.8
戰 艦	1.6~1.8
巡 洋 艦	1.8~2.2
驅 逐 艦	3.2~3.6
高力ノ内火艇	4.5~9.0

3. 比較法則、
Law of comparison

W. Froude 氏ハ艦船ノ模型ヲ以テ實驗中幾何學上ノ形狀相同ジキモノハ其ノ大小如何ニ關セズ相當速力ニテ駛走セシムルトキハ波浪ノ生ズル狀況相似タルヲ發見シ之ヨリ次ノ法則ヲ案出セリ、

「相似艦船ヲ相當速力ニテ駛走セシムルトキハ其ノ波浪ヨリ生ズル抵抗ノ比ハ其ノ排水量ノ比ニ同ジ」

是即チ比較法則ト稱スルモノナリ、

此ノ法則ニヨレバ相似艦船ヲ相當速力ニテ駛走セシムレバ造波抵抗ハ比較法則ニ從フベキモノニシテ渦流抵抗モ亦此ノ法則ニ從フ而シテ摩擦抵抗ニ至リテハ全ク比較法則ニ從ハズ、

元來比較法則ナルモノハ古クヨリ數學者ニヨリテ創案セラレタル Principle of mechanical similitude ノ特別ナル場合ニシテ W. Froude 氏ハ之ヲ艦船抵抗ノ研究ニ應用セルモノナリ、故ニ比較法則ヲ一名 Froude's Law トモ稱ス、

比較法則ハ之ヲ濫用スルノ錯誤ニ陷ラスコト必要ナリ例ヘバ相似艦船ニ於テ船體ノ抵抗ガ排水量ニ比例スルト云フコトハ相當速

131 題

- ① $\left\{ \begin{array}{l} \text{Displacement} \quad 57000 \text{ T.} \\ \text{Speed} \quad \quad \quad 33.5 \text{ kt.} \\ \text{R}_f \quad \quad \quad \quad 19596 \text{ Kg.} \end{array} \right.$

此數ヲ計區セントス

Model

- $\left\{ \begin{array}{l} \text{Length} \quad \quad \quad 4.9 \text{ m.} \\ \text{Displacement} \quad 2.7 \text{ T.} \\ \text{R}_x \quad \quad \quad \quad 35 \text{ Kg} \\ \text{R}_f \quad \quad \quad \quad 29 \text{ Kg.} \end{array} \right.$

[解] $R_v = 35 - 29 = 6 \text{ Kg.}$

$R_v = 6 \times \frac{57000}{2.7} = 126500$

$R_x = R_v + R_f = 126500 + 195960 = 322460 \text{ Kg}$

$E.H.P. = \frac{322460 \times 1.2 \times 33.5 \times 0.5148}{75} = 89600 \text{ H.P.}$

(appurage resistance 20%)

- ② L.C = 33%

- $\left\{ \begin{array}{l} \text{Displacement} \quad 5570 \text{ T} \\ \text{摩擦面積} \quad \quad 2770 \text{ M}^2 \\ \text{speed} \quad \quad \quad 33.4 \text{ kt.} \\ \text{Length} \quad \quad \quad 152.4 \text{ M.} \end{array} \right.$

Model

- $\left\{ \begin{array}{l} \text{Length} \quad \quad \quad 2.4 \text{ m.} \\ \text{relative speed} = 33.4 \sqrt{\frac{2.4}{152.4}} = 4.18 \text{ kt.} \\ \text{Yt} \quad \quad \quad \quad = 1.0 \text{ Kg} \\ \text{Frictional area} = 0.69 \text{ M}^2 \\ \text{Displacement} = 0.02 \text{ Ton} \end{array} \right.$

[解]

$R_v = 4.8826 \times 0.01197 \times 0.69 \times 4.18^{1.825} = 0.55 \text{ Kg}$

$R_f = 4.8826 \times 0.0088 \times 2770 \times 33.4^{1.825} = 92500 \text{ Kg}$

$R_v = 1.0 - 0.55 \text{ Kg} = 0.45 \text{ Kg.}$

$R_v = 0.45 \times \frac{5570}{0.02} = 125200 \text{ Kg}$

$R_x = R_v + R_f = 197700 \text{ Kg}$

$E.H.P. = \frac{197700 \times 1.15 \times 33.4 \times 0.5148}{75} = 52900 \text{ H.P.}$

B.H.P. = 104200 H.P

力ニ於テノミ適用シ得ルモノニシテ速力ガ相當セザル場合ニハ然ラズ、推進器等ニ於テモ同様ノ注意ヲ要ス、

4. 艦型試験法、

船體抵抗ハ實際ニ於テ算出スルコト至難ナレバ今日一般艦船計畫ニ於テハ艦型試験法ニヨリ之ヲ測定ス、

艦型試験法トハ計畫スベキ艦船ト相似ナル模型ヲ檜又ハ Paraffin wax ヲ以テ作り、之ヲ試験池ト稱スル水池中ニ於テ、相當速力ニテ曳キ其ノ全抵抗ヲ測定スルモノナリ、次ニ模型ノ摩擦抵抗ヲ前述セル算式ニヨリ計算シ其ノ値ヲ、測定セル全抵抗ヨリ減ジタルモノハ模型ノ渦流抵抗及ビ造波抵抗ノ合計即チ剩餘抵抗ナリ、此ノ剩餘抵抗ニ比較法則ヲ適用シテ實船ト模型トノ排水量ノ比ヲ乘ズレバ其ノ値ハ實船ノ剩餘抵抗タルベク、之ニ實船ノ摩擦抵抗ヲ算出シテ加フレバ其ノ和ハ即チ實船ノ全抵抗ナリ、

艦型試験法ニ於テ單ニ船體ノ模型ノミヲ曳キテ測定セル抵抗ヨリ算出セルモノヲ Resistance without appendage 或ハ Resistance of Naked hull ト云ヒ、水中ニ於ケル船體外部ノ附屬物例ヘバ Shaft Bracket, Bilge keel, Rudder 等ヲ附屬セシメ曳航シ測定セル抵抗ヨリ算出セルモノヲ Resistance with appendage ト稱ス、

Appendage ノ抵抗ノ大部分ハ摩擦抵抗及ビ渦流抵抗ニシテ其ノ割合ハ艦型及ビ速力ニヨリ異ナレドモ Resistance of Naked hull ノ % ヲ以テ示セバ大約次ノ如シ、

戰艦及ビ巡戰

輕巡及ビ驅逐艦

Resist. of app.
R. without app. = 18~22%

10~15%
14~20%

艦型試験所ハ艦型試験ノ爲ニ設立セラレタルモノニシテ其ノ發達ハ近々五十年餘ノ歲月ニ過ギザレドモ艦船計畫上裨益スル所甚

大ニシテ之ガ完成ニハ W. Froude 氏ノ貢獻セル所實ニ大ナルモノアリ、目下我國ニ於テハ東京海軍技術研究所及ビ長崎三菱造船所ノ二箇所ニアリ、

試験装置ノ概要ハ第6圖ニ示スガ如クニシテ船體ノ全抵抗ヲ測定スルニハ該圖右方ノ装置ノミヲ使用シ模型ヲ馳走セシメテ抵抗、時間及ビ距離ヲ自動的ニ記録セシム、

試験所ニテ實驗セル結果ニヨレバ摩擦抵抗 (R_f) ト剩餘抵抗 (R_r) トノ割合ハ一例ヲ示セバ次ノ如シ、

艦 種	全 力		十三 ^節 漕	
	R_f	R_r	R_f	R_r
戰 艦	62 %	38 %	76 %	24 %
巡洋戰艦	62 %	38 %	83 %	17 %
輕巡洋艦	48 %	52 %	82 %	18 %
驅逐艦	40 %	60 %	76 %	24 %

即チ摩擦抵抗ハ艦種ニ依リテ異レドモ低速力ニ於テハ全抵抗ノ70~80%ニ達シ速力ノ増加ト共ニ其ノ割合ヲ減ジ高速力ニ於テハ40~50%ニ過ギザルガ如シ、

5. 有効馬力、

Effective horse power

以上ノ如クニシテ計畫艦船ノ抵抗ヲ見出セバ之ニ要スル有効馬力即チ船體ヲ其ノ速力ニテ曳航スルニ要スル正味ノ馬力ハ次ノ如クニシテ算出ス、

$$\text{E.H.P. of Naked hull} = \frac{R_T \times V \times 0.5148}{75}$$

$$\text{E.H.P. with appendage} = \frac{\{R_T(1 + 0.15 \sim 0.22)\} V \times 0.5148}{75}$$

R_T 全抵抗 (噸)

V 速 力 (節)

[註] 1 節 = 0.5148 米/秒

船が自力ニテ駛走スル時ニ要スル馬力ハ所謂實馬力又ハ軸馬力ニシテ多クノ艦型ニ於テ有効馬力ノ約二倍ナリ、

有効馬力ト船體ノ長サトノ關係ハ第 7 圖ニ示ス如ク Frictional E.H.P. ハ長サノ増加スルニ從ヒ増加スルモ Residuary E.H.P. ハ長サノ増加スルニ從ヒ却ツテ減少スルガ故ニ或ル長サ以上ニ於テハ船體ノ長サノ増加ニ對シ Total E.H.P. ノ増加スル割合ハ極メテ僅少ナルモノナリ、

最近船體ニ Bulge ヲ附セルモノハ附セザルモノニ比シ E.H.P. ノ増加ハ約 2~3% ナリト謂フ、

I.H.P. = Piston engine
S.H.P. = Turbine engine.

ヨリ船ノ進行方向ト反對ニ船尾若クハ船首ニ向ケ水上或ハ水面下ヨリ水ヲ噴射シ以テ得ラルル運動量ニヨリテ船ヲ推進セシムルノ装置ニシテ、其ノ効率ハ外車式及ビ螺旋式ニ比シ遙カニ低キヲ以テ著シキ發達ヲ見ズ、此ノ式ノ推進器ハ震動殆ンドナク又機械ヲ停止セズシテ前後進ヲ行ヒ得ルノミナラズ船底破損漏水ノ際排水ヲ直チニ推進ニ使用セラルル等ノ利益ヲ有スルモ、水流速力ノ急激ナル變化並ニ水路ノ屈曲摩擦ニ歸スル損失、速力ノ割合ニ噴射口ノ大面積ヲ要スル等ノ不利益アリ、元來此ノ推進法ハ動力ヲ與フベキ水ヲ一旦船内ニ取入ルベキモノナルヲ以テ到底舷外ニ於テ多量ノ水ニ直接働キ得ル他種ノ推進器ノ如ク効率高カラズ且有力ナラズ、現今ニテハ低速力ナルモ寧ロ推進装置ノ簡易ヲ望メル救助艇又ハ防火船ノ如キモノニ採用セラルルニ過ギズ、曾テ Thornycroft 會社ノ製造ニカカル二等水雷艇ニシテ噴射推進器ヲ備フルモノト、螺旋推進器ヲ備フルモノトヲ比較シタルニ次ノ如シ、

効 率	噴射式	螺旋式
機 械	77 %	77 %
唧 筒	46 %	—
噴 射	71 %	—
唧筒及ビ噴射	33 %	(螺旋) 65 %
總 効 率	25 %	50 %

第8圖ハ水雷艇ニ裝備セラレタル噴射式推進装置ヲ示ス、

九、外車式推進器、

Paddle wheel

外車式推進器ハ蒸氣力推進法ノ採用以來早クヨリ用キラレタルモノニシテ、噴射式ニ比シ多量ノ水ニ運動ヲ與フルヲ以テ其ノ効

率ハ遙ニ大ナリ、然レドモ必要上^I回轉速度遅ク外車及ビ機械^{II}重量並ニ容積増加シ、其ノ他吃水ノ變化及ビ船體ノ動搖ニ對シテ効率ノ損失多ク大洋ノ航行ニ適セザルモ水平航行ノ淺吃水船等ニハ今尙之ヲ使用セルモノアリ、

又此ノ式ノ推進器ハ Radial 外車及ビ羽打外車ノ種ニ區別シ、後者ハ水搔取付部ノ改良ニ依リ効率ニ於テ 10% 以上ノ利益ヲ得タルモ、構造複雑ニシテ一部ノ故障モ全體ノ動作ニ關係ヲ及ボスト大ナリ、

第9圖ハ羽打外車式推進器ノ構造ヲ示ス、

一〇、螺旋推進器、

Screw propeller

螺旋推進器ノ裝置ハ外車式推進器ニ比シテ簡單ナルモ、其ノ水ニ對スル作用ハ頗ル複雑ナリ、第10圖ハ螺旋推進器ノ構成ヲ圖示スルモノニシテ水中ニ於テ推進器ガ回轉スル時ハ推進器翼面ヨリ水ヲ投ゲ出シ其ノ水ノ反作用ニヨリテ艦ヲ推進セシムルモノナリ、而シテ螺旋推進器ノ効率^{III}ハ之ニ要スル回轉力ト推進器ノ回轉ニヨリテ生ズル水ノ反動力即チ推力トノ比^{IV}ナレドモ實際ノ効率ハ他ノ種々ナル影響ヲ受ケテ甚ダシク變化スルモノナリ、然レドモ他式推進器ニ比シテ多量ノ水ニ運動ヲ與フル事ヲ得ルヲ以テ今日ニ於テハ河川、湖沼ニアル小數ノ外車式船ノ外ハ總テ螺旋推進器ヲ採用ス、

外車式ニ比シ螺旋式ノ利トスル所ハ力量ノ大小ニ關セズ裝備シ得ル事、浮流物及ビ敵彈ニ觸レテ損傷スルコト少ナク、機械全部ヲ水線下ニ入レテ防禦スルコト、並ニ回轉多キヲ以テ外車式ヨリ小機械ヲ以テ同一馬力ヲ發生シ得ル等ニシテ、唯外車式ハ同一吃水

1836年 Sweeden. = 使用
1838年 英商船
明治元年 4代田丸

ニテモ水掻ノ長サヲ減ジテ所要面積ノ増減ヲ行ヒ得ルノ利便ヲ有
ス、

螺旋推進器ニ就テハ次節以下ニ於テ詳述スベシ、

一一、螺旋推進器各部ノ名稱、

○翼、

Blade

第10圖ニ示ス如ク、一ツノ直圓筒ノ周圍ニ沿ヒ細長キ薄板ノ縁
ヲ以テ螺旋ヲ畫キ、其ノ一部ヲ圓筒形ト共ニ切取ルトキハ、板ハ推
進器ノ翼トナル、

同様ニ二枚乃至四枚ノ薄板ヲ以テ二條乃至四條ノ螺旋面ヲ作ル
時ハ二翼乃至四翼ノ推進器ヲ得、

○轂、

Boss

切取レル圓筒ハ推進器ノ轂トナル、(第11圖参照)

○節、

Pitch

圓筒上ニ畫カレタル螺旋ノ節ハ即チ推進器ノ節ニシテ推進器ガ
一回轉スル時ニ理論上進ムベキ距離ナリ、

○直徑、

Diameter

螺旋推進器ノ直徑トハ翼ノ尖端ニテ畫ケル圓ノ直徑ヲ謂フ、

○長、

Length

推進器ノ軸ノ方向ニ計リタル翼ノ幅ハ推進器ノ長サニシテ之ニ
翼數ヲ乘ジタルモノヲ Aggregate length ト謂フ、

○翼ノ表面及ビ背面、

Face Back

推進器ガ前進回轉ノ時水ヲ後部ニ押シ遣ル面ヲ翼ノ表面ト云ヒ
其ノ反對側ヲ翼ノ背面ト謂フ、

○翼ノ先端及ビ後端、

Leading edge and following edge

推進器ガ前進回轉ヲナス場合ニ先キニ進ムベキ翼端ヲ先端ト稱シ、其ノ反對端ヲ後端ト謂フ、

○翼ノ厚サ、

Blade thickness

翼ノ厚サハ第11圖ニ示スガ如ク尖端及ビ先後端ニ行クニ從ヒ減ズルモノニシテ一様ナラザルモ、通常翼ノ厚サト稱スルハ穀ニ引ケル切線ガ表面及ビ背面ノ延長線ニヨリ切取ラルル長サヲ謂フ、(第11圖参照)

○盤面積、

Disc area

推進器ノ直徑ヲ以テ畫キシ圓ノ面積ヲ盤面積ト謂フ、即チ推進器ノ直徑ヲ D トスレバ $\frac{\pi}{4} D^2$ ニ等シ、

○翼ノ展開面積、

Developed area

翼ノ表面積ニシテ之ニ推進器ノ翼數ヲ乗ジタルモノヲ全展開面積ト謂フ、

Total developed area

○翼ノ投射面積、

Projected area

推進器ノ軸ニ直角ナル平面上ニ翼ヲ射影シタルモノヲ其ノ投射面積ト謂フ、

○節比、

Pitch ratio

Pitch \div Diameter ヲ謂フ、

○穀ノ直徑比、

Boss ratio

穀ノ直徑 \div 推進器ノ直徑ヲ謂フ、

○節ノ種類、

True pitch トハ翼ノ節ガ一様ナルモノヲ謂フ、

Variable pitch トハ翼面上各點ガ異ナル節ヲ有スルモノヲ謂フ、

別表4ハ帝國艦船ノ例ナリ、

一、螺旋推進器ノ幾何學的解説、

Geometrical explanation of the screw propeller

螺旋推進器ノ翼ハ軸ニ直角ナル線ガ軸ノ方向ニ一様ナル速力ヲ以テ進ミ一回轉ヲナシ生ズル所ノ螺旋面ノ $\frac{1}{8}$ 乃至 $\frac{1}{4}$ ヲ有スルモノニシテ、第 12 圖 (a) ハ一回轉シタル螺旋面ヲ示ス、今此ノ圖ハ OP ヲ半徑トシ OY ヲ軸トセル圓筒ヲ以テ全ク包ミ得ルト考ヘラルルヲ以テ圓筒ノ一端 PS ヲ縦ニ切開シテ展開スレバ同圖 (b) ノ如キ長方形トナリ、曩ノ螺旋 PGS ハ對角線ナル直線 PGS' トナル P'S' ハ其ノ節ヲ示ス、

通常一様ナル節ノ推進器ヲ得シニハ斯クシテ得タル螺旋面ノ一部ヲ取り、之ニ厚ミヲ附シテ翼トナシ所要ノ翼數ニ應ジテ轂ニ取付クルニアリ、翼ノ外形ハ展開面ヲ以テ決定スト雖モ、螺旋面ハ球面ノ種類ニ屬シ平面上ニ完全ニ展開スルコト能ハザルヲ以テ、展開面ヲ以テ其ノ面積ヲ表ハス時ハ實用上差支ナキモ、實際ヨリハ稍々小トナル、第 11 圖ハ展開シタル翼ノ形狀ヲ示ス、

若シ螺旋面ヲ畫クベキ直線ガ軸ニ對シ直角ナラズシテ、或ル角度ヲナス時ハ之ニ依リテ生ズル螺旋面モ又傾斜ヲ生ズベシ、斯ノ如キ者ヲ用フル時ハ Rake セル翼ヲ有スト言フ、旋盤ニテ前者ハ角螺、後者ハ尖螺ヲ切ル場合ニ於ケルガ如シ、第 13 圖及ビ第 14 圖ハ各其ノ種類ノ推進器ヲ示ス、

尙ホ翼ノ形狀ハ第 15 圖ノ如ク中心線ノ兩側全ク對稱ノ者最モ多ク時ニヨリ對稱ナラザルモノアリ、

次ニ第 12 圖ニ戻リ一様ナル節ノ螺旋トハ其ノ曲線ノ各部ニ於ケル切線ト軸ニ直角ナル平面トノ傾斜同一ナルノ意ナリ、即チ同圖 (b) ノ直線 PS' ハ PP' ニ對シテ各點同一角度ヲ有スルコトト

ナル、故ニ節ハ此ノ場合 $S'PP'$ 角ニテ現ハスコトヲ得可シ、

然ルニ PS' ナル直線ガ第16圖(a)ノ如ク PR ナル曲線トナレル場合ヲ考フルニ、斯クシテ得タル螺旋ハ同圖(b)ノ如クナリ、其ノ傾斜ハ上方ニ行クニ從ヒ次第ニ減ジ居ルヲ以テ節モ又次第ニ減ズルヲ知ルベシ、是即チ Variable pitch ノ一例ニシテ此ノ場合或ル點ニ於ケル節ヲ知ラントセバ曲線上ニ切線ヲ畫キ、其ノ傾斜度ヨリ見出スコトヲ得ベシ、即チ P 點ノ節ハ $P'R_1$ ナルガ如シ、

一三、推進器ノ理論、

推進器ノ失脚、推力、及ビ効率等ヲ測定スルニハ船體抵抗ヲ測定シタルト同様試験池ニ於テ之ヲ行フ而シテ模型推進器ノミ單獨ニ試験スル方法ヲ Open test ト云ヒ模型船體ノ後方ニ模型推進器ヲ位置セシメ船體トノ相互關係ニ於テ伴流率、推力減少率及ビ船殼効率ヲ測定スル方法ヲ Behind test ト云フ、推進器ノ試験ニ於テハ或ル失脚ニ對スル推力(呎)、回轉力率(呎一米)及ビ効率ヲ自働的ニ記録セシムル装置ヲ有ス、故ニ異ナル數個ノ失脚ニ對スル其等ノ値ヲ求ムレバ成績曲線ヲ得、

此ノ試験方法ニ二種アリ Constant speed method 及ビ Constant Revolution method 是レナリ、

Constant speed method トハ Speed of advance ヲ一定ニシ Truck ヲ走ラシメ推進器ノ毎分回轉數ヲ適宜ニ變更スル方法ニシテ Constant revolution method トハ推進器ヲ一定回轉トナシ Truck ノ速度ヲ適宜ニ變更スル方法ナリ、(第6圖)

1. 推進器ノ失脚、

Slip of propeller

螺旋推進器ガ水中ニテ回轉スル時ハ水ノ一部分ハ推進器ト反對

ノ方向ニ移動サルヲ以テ推進器ハ其ノ節丈ケノ距離ヲ進マズ、故ニ推進器ノ一回轉ニヨリテ船ニ與ヘラルル速度ハ常ニ推進器ノ節ヨリモ小ナリ換言スレバ船ノ速度ハ推進器ガ螺旋トシテ固體中ニ回轉スル場合ニ持ツベキ速度即チ節×回轉數ヨリモ小ナリ、此ノ速度ノ差ヲ推進器ノ失脚ト云フ、

今第17圖ニ就テ之ヲ説明センニ ABヲ半径rニ於ケル推進器翼ノ切斷面トシ翼ノ前進回轉即チ右回轉ニヨリテ船ハ同圖(b)ニ示ス方向ニ前進スルモノトス而シテ螺旋ノ展開圖[同圖(a)]ニ於テOL=2πr, FLヲ翼ABノ節トスレバ、ABハ一回轉シテ其ノ中心OハFマデ進マズシテOEナル路ヲ取りEマデ進ム、EL<FLニシテ換言スレバ螺旋ノ一回轉間ニ進ムベキ距離ハFLナルベキモ其ノ間ニ實際螺旋即チ船ガ進ム距離ハELナリ、FL-EL=FEヲ推進器ノ失脚、 $\widehat{FOL} = \theta$ ヲ節角、 $\widehat{FOE} = \phi$ ヲ失脚角ト云フ、

失脚ノ量ハ一般ニ螺旋ノ速度(=節×回轉數、即チ圖ニVヲ以テ示ス)ノ百分比ヲ以テ示ス、

$$\text{失脚} = \frac{V - V_s}{V} \times 100\%$$

V 螺旋ノ速度、

V_s 船ノ速力(精確ニ云ヘバ推進器ノ前進速度)

尙失脚ニ關シテハ後章伴流率ノ項ヲ參照スベシ、

2. 推進器ノ推力、

Thrust of propeller

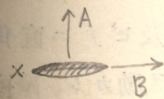
推進器ガ水中ニテ回轉スル際失脚アルガ爲メ其ノ翼面ニ於テ或量ノ水ヲ後方押シ遣リ水ニ或ル運動ヲ與フ、此ノ運動量ノ反作用ハ推進器翼ヲ前方ニ押シ之ガ爲メ船ニ前進速力ヲ與フルナリ、故

Pitch 5.5 m.
r.p.m 62
speed 10 Kt

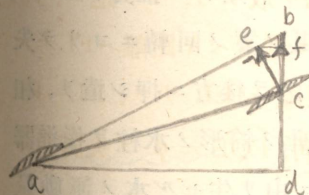
$$\left\{ \begin{aligned} 1K &= 1853 \text{ m/hr} \\ &= 0.5148 \text{ m/sec.} \end{aligned} \right.$$

$$\text{失脚} = \frac{5.5 \times 62 - 0.5148 \times 60}{5.5 \times 62} = \frac{341 - 308}{341} = \frac{33}{341} = 9.68\%$$

Slip, 説明.



平面板区ヲAノ方向ニ水中ニ置カス然ルキ水ニ運動シ、エネルギーヲ與ヘ其ノ反作用トシテ板ノA側ノ推力ヲ受ク
区ヲBノ方向ニ置カス際... friction 板キモトスレバ(即チ勿論考ヘズ)水ニ何等ノ作用モ爲カス依テ水側ノ反作用更ニ無シ



合標ニ今Aニ於テPropellerノ一回轉セシ slipヲ生ジCニ至リトス

是ヲ考フルニaヨリeニ至ル間ハ何等ノ推力ヲ受ケズeヨリcニ至ル際ハ水ノ反作用ヲ受ク此ノ推力ヲc_eニ表シ之ハ船ヲ進ムトスル推力ハc_eノ合力c_fナリ

即チ slip 大ニシテ推力大ナリ

推力大ナリト云フ事ト speed 大ナリト云フ事ト異ナリ船ガ pitch 丈ケ常ニ進ム際ニ propeller 固ク在ルモ何等ノ推力ヲ及ボサズ。従ツテ propellerノ作用ハ合標成サレバ成ル slip 大ニシテ依テ始メテ推力ハ極メ船ニ力ガ作用ス又推力大ナリトモ船速大ナリト云ヒ得ズ。

ニ推進器ニ失脚アルガ爲メニ前進速力ヲ與ヘラルルモノニシテ失脚ノ量零ナレバ假令推進器ガ水中ニテ回轉スルモ推力ヲ生ゼザレバ船ハ自力ニテハ前進スルコトナシ、

第17圖(c)ニ示ス如ク、失脚 FE ヲ翼ノ一部 AB ガ一回轉中ニ水ニ與ヘタル速度トシ、之ヲ翼面ニ沿ヘル f 及ビ f ニ直角ナル n ノ二ツニ分ツトキハ、 f ハ翼面ニ沿フテ水ヲ動かシ、摩擦抵抗ヲ起スベク、 n ヲ分チテ互ニ垂直ナル c 、 t ノ二ツトナストキハ c ハ水ニ旋回運動ヲ與ヘ、 t ハ船ノ直後ニ向ヒ、水ニ與ヘラレタル速度ヲ示ス、此ノ t ト運動ヲ受ケタル水ノ量トノ積ガ即チ水ノ運動量ニシテ其ノ反作用ハ即チ推進器ノ有効ナル推力ナリ、

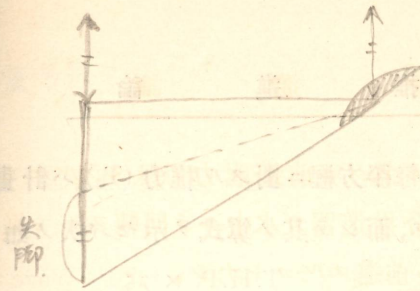
即チ螺旋推進器ノ水ニ對スル作用ハ其ノ翼ノ回轉ニヨリテ失脚ヲ生ジ水ニ幾分ノ旋回運動ヲ與ヘツツ之ヲ後方ニ押シ遣リ、相連續シテ中空ナル筒形ノ水柱ヲ形成ス、此ノ筒形ノ水柱ヲ推進器ノ Race ト云ヒ推進器ノ推力ハ Race ニ由リ生ゼル水ノ運動量ヲ以テ測定セルベキモノニシテ Race ノ面積ハ其ノ盤面積ヨリ穀ニ對スル面積ヲ差引キタルモノナリ、而シテ翼ノ傾斜ノタメ水ニ與フル旋回運動ト、水ノ翼面トノ摩擦抵抗トハ推力減損ノ原因トナル、

船ヲ推進器ニテ推進スル場合ノ全推力 (T) ト推進器ノ前進速力 (V) トヲ乗ジタルモノハ Thrust horse power (T.H.P.) トナル、即チ

$$\text{T.H.P.} = \frac{T \times V \times 0.5148}{75}$$

T 全推力 (噸)

V 推進器ノ前進速力 (節)



翼ノ射影面積 (A_p) 毎平方糎ニ對スル推力 (T_n) ハ計畫ニ於テ 1 呎附近トスルヲ例トス、而シテ其ノ算式ヲ示セバ次ノ如シ、

0.95 ~ 1.125 kg/cm²

$$T_n = \frac{T.H.P. \times 75 \text{ km/sec}}{V \times 0.5148 \times A_p \times 10,000 \times n}$$

A_p 翼ノ射影面積 (平方米)

n 軸數

3. 推進器ノ効率、 Efficiency of propeller

推進器ノ効率トハ機械ガ軸ニヨリテ推進器ガ與ヘタル仕事ノ量ト之ニヨリテ推進器ガ船ヲ進ムルタメニ爲シタル有効ナル仕事ノ量トノ比ヲ謂フ、而シテ試験池ニ於ケル推進器ノ Open test ニ依ル推進器ノ効率ハ 推力ノ回轉力率ニ對スル比ヲ以テシ其ノ關係ハ第 17 圖 (d) ノ曲線ニ示セルガ如シ、

前述ノ如ク推力ハ失脚ノ増減ニヨリテ増減スルヲ以テ推進器ノ効率ハ失脚ト密接ナル關係ヲ有スルト共ニ其ノ最大値ハ失脚ノ或ル一定量ニ對シテ得ラルルコトヲ知ルベシ、即チ 効率ハ或ル失脚量ニ對シテ最大トナルモノニシテソレヨリ失脚小トナレバ 効率ハ急激ニ減少シ大トナレバ其ノ減少率少ナク、又節ノ大ナルモノ程減少急ナリ、斯クノ如ク 推進器ノ効率ハ失脚ト節トノ兩項ニ關係シ同一ノ節ノモノモ作動スル失脚ニヨリテ効率ヲ異ニス、而シテ 効率ハ直徑、節比及ビ翼ノ形狀ニヨリテ定マルヲ以テコノ三者ノ適當ナル配合ニヨリテ良好ナル効率ノ推進器ヲ計畫シ得ルモノナリ、普通 効率ノ最大ナル點ハ失脚 15~20% 附近ナリ、

試験池ニ於ケル推進器効率試験装置ノ概要ハ第 6 圖左方ニ示スガ如シ、

次ニ推進器ノ實際効率ハ上記試験池ニ於ケル推進器試験ノ成績

1. Blade theory
2. Disk theory

水ガ推進器ニ及ボス作用
(翼ノ傾斜面、集合)
水ノ反作用。

推進器研究者

Rankein 1865
Froude 1878
Greenhill 1888

back pitch (Virtual p)
face pitch (Nominal p)

kind of ship

1.02
1.04

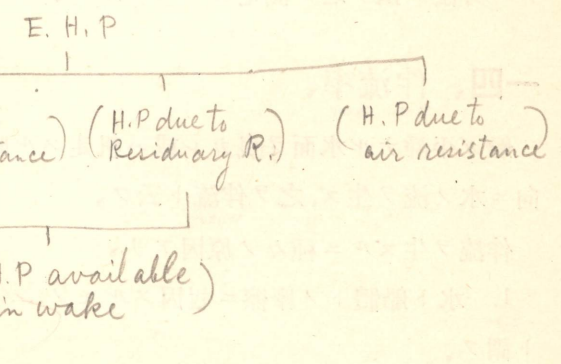
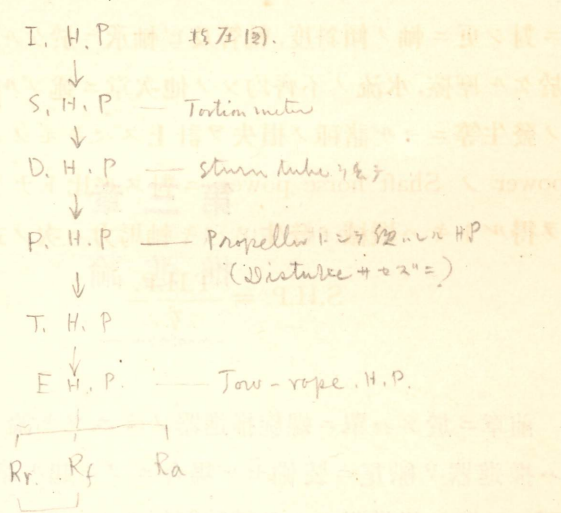
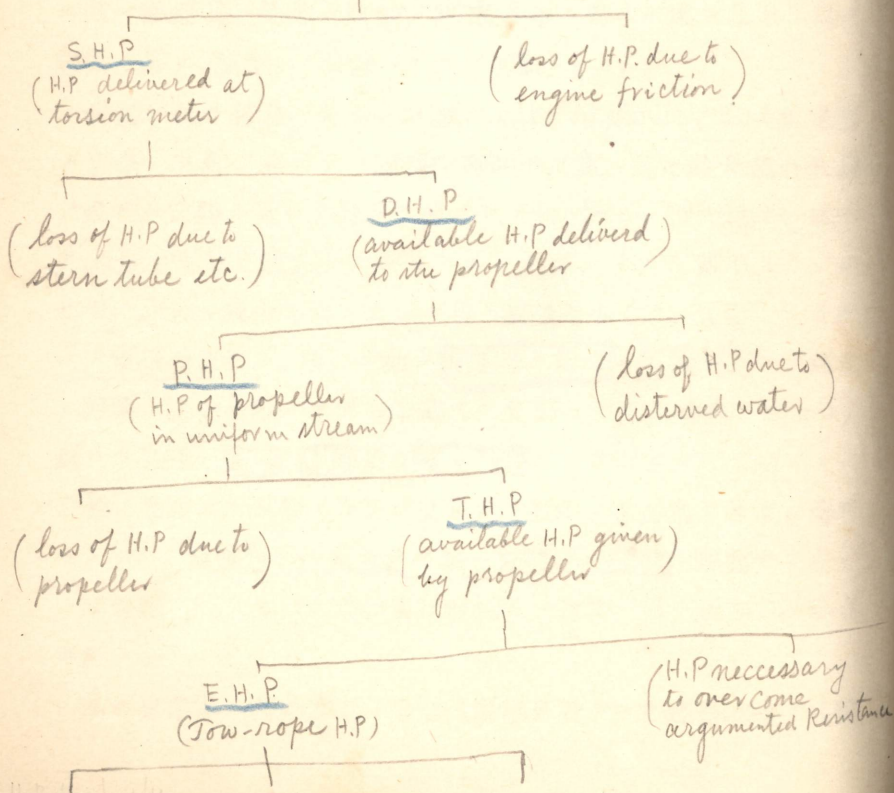
for recipro.
for turbine

ニ對シ更ニ軸ノ傾斜度、軸管及ビ軸承ニ於ケル摩擦、推進器翼面ニ於ケル摩擦、水流ノ不齊均ソノ他次章ニ述ブル「キアビテーション」ノ發生等ニヨル諸種ノ損失ヲ計上スベキモノニシテ Thrust horse power ノ Shaft horse power ニ對スル比トナリ之ガ實際効率 (η) ヲ得ルトキハ機械ノ發生スベキ軸馬力ハ次ノ式ヨリ得ラル、

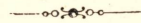
$$\text{S.H.P.} = \frac{\text{T.H.P.}}{\eta}$$

$$\eta = \frac{\text{T.H.P.}}{\text{S.H.P.}}$$

I.H.P. (H.P. of engine in uniform motion)



第三章 推 進 論



前章ニ於テハ單ニ螺旋推進器ノミニツキ論ゼシモ本章述ブル所ハ推進器ヲ船尾ニ裝備セル場合ニツキ起ル諸現象ヲ述ベントス、而シテ單ニ推進器ノミヲ試験解析セル結果ト實際艦尾ニ裝備セル試験ノ結果トハ大ニ異ナルモノアリテ後者ニアリテハ推進器ト船體トノ相互間ニ種々ナル影響ヲ來シ其ノ作動効率ヲ異ニスルモノナリ、以下述ブル所ノ伴流率、推力減少率及ビ船殼効率等ヲ求ムルニハ船體抵抗ヲ測定シタルト同様試験池ニ於テ所謂 Behind test ナル方法ニ依リ之ヲ測定スルモノトス、

一四、伴流率、

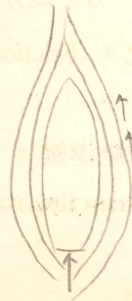
Wake factor

船ガ平靜ナル水面ヲ曳カレ或ハ帆走スル時ハ其ノ進行ト同ジ方向ニ水ノ流ヲ生ズ、之ヲ伴流ト云フ、

Wake

伴流ヲ生ズルニ種々ノ原因アリ、

1. 水ト船體トノ摩擦ニ起因スルモノ……之ヲ Frictional wake ト謂フ、
2. Stream line ガ船尾ニ於テ急ニ Close スルタメニ Forward velocity ヲ有スルニ起因スルモノ……之ヲ Stream line wake ト謂



フ、前者ト共ニ船體ノ中心及ビ水面ヨリ夫々外方及ビ下方ニ至リテ漸次減少ス、

3. Transverse wave ニ起因スルモノ……之ヲ Wave wake ト謂フ、之ハ船尾ニ於ケル波ノ位置關係ニヨリテ異ナルモノニシテ船尾ノ下ニ波頂ヲ生ズル場合ニハ伴流速度ヲ増シ波底ヲ生ズル場合ニハ之ヲ減ズ、

4. 推進軸ノ傾斜ニ起因スルモノ……之ヲ Shaft wake ト謂フ、今 V ヲ推進器ニ作用スル水ノ速度（換言スレバ推進器ノ前進速度） V_s ヲ船ノ速度トスレバ

$$V_s - V = wV. \quad \text{or} \quad V_s = (1 + w)V.$$

wV ハ伴流ノ速力ニシテ w ヲ Froude 氏ノ伴流率ト云フ、

Taylor 氏ノ伴流率トハ $V_s - V = wV_s$ 、即チ $V = (1 - w)V_s$ ナル關係ニ於ケル w ヲ言フモ我海軍ニ於テハ Froude 氏ノ伴流率ヲ使用ス、

上式ヨリ見ル如ク伴流ノアル場合船ガ V_s ナル速力ニテ前進スルト云フコトハ推進器其ノモノニヨリテ船ハ V 丈ケノ速力ヲ得同時ニ伴流ニヨリ推進器ヲ通シテ wV 丈ケノ速力ヲ得ルコトヲ意味ス即チ伴流ノタメ推進力ハ増加セラレ速力ニ於テ wV 丈ケノ利益アルモノト云フベシ、然レドモ伴流ハ既ニ船體ノ力ヲ費シテ起セル現象ナレバ之ニヨリ船ハ其ノ損失セル力ノ幾分ヲ回收スルモノト云フベシ、

w ノ値ハ凡ソ次ノ如シ、

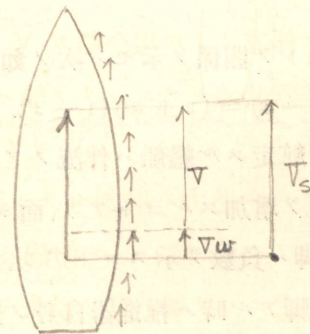
戰艦及巡戰	輕 巡	驅逐艦
<u>8~16%</u>	<u>2.5~5%</u>	<u>0~3%</u>



V_s — 船、陸地ニ對スル速力

V — 船、水ニ對スル速力

$$V_s = (1 + w)V$$



○見カケノ失脚、

Apparent slip

船ノ速力ヲ基準トシテ推進器ノ失脚ヲ考フル時之ヲ見カケノ失脚 (s) ト云フ、

$$s = \frac{p.r. - 0.5148 V_s}{p.r.}$$

p 推進器ノ節 (米)

r 推進器毎秒回轉數

V_s 船ノ速力 (節)

○真ノ失脚、

Real slip

又推進器ノ前進速力 (V) 或ハ推進器ニ働ク水ノ速度 (V) ヲ基準トシテ考フル時ノ失脚ヲ真ノ失脚 (s') ト云フ、

$$s' = \frac{p.r. - 0.5148 V}{p.r.}$$

而シテ見カケノ失脚ハ一般ニ艦船ニ於テ所謂推進器ノ失脚トシテ用ヒラレ、真ノ失脚ハ推進器ノ試験、解析及ビ計畫ニ使用セラレ、

今兩失脚ト伴流率トノ關係ヲ示セバ次ノ如シ、

$$(1 - s) = (1 + w)(1 - s')$$

潮流ノアル海洋ヲ航走スル艦船ハ伴流ノアル場合ト同様其ノ影響ヲ受ケ著シク速力ヲ増加スルコトアリ、而シテ其ノ場合 $p.r. > V_s$ トナリ、見カケノ失脚ハ負數ヲ示スコトアリ、之ヲ負數ノ失脚ト謂フ、一般ニ負數ノ失脚アル時ハ推進器自身ノ効率ハ害サルモノナリ、

一五、推力減少率、

Thrust deduction factor

今推進器ガ船ノ後方ニ離レテ装置セラルルナラバ推進器ハ自由

$$1 - s = \frac{0.5148 V_s}{p.r.} = \frac{0.5148}{p.r.} (1 + w) V$$

$$1 - s' = \frac{0.5148 V}{p.r.}$$

$$(1 - s) = (1 - s')(1 + w)$$

ニ其ノ背面ヨリ水ヲ吸入シテ船體トノ間ニ於ケル壓力ヲ下降セシムルコトナシト雖モ實際ハ船尾ニ近ク装置セララルヲ以テ其ノ附近ノ水ヲ吸入スル爲メニ船尾ニ於ケル壓力ヲ減少シ之ガ爲メ船體ノ前進上ニ抵抗ヲ生ズ、從ツテ之ニ對シテ餘計ノ推力ヲ要スルコトトナル、此ノ抵抗増加ハ換言スレバ推力ノ損失ヲ意味スルモノニシテ之ヲ推力減少又ハ増加抵抗ト謂フ、

故ニ或ル船ヲ其ノ推進器ニテ駛走セシムル場合ノ推力 (T) ハ同速度ニテ之ヲ曳航スルトキノ抵抗 (R) ヨリモ大ナルヲ常トス、從ツテ (T - R) ハ推力減少又ハ増加抵抗トナル、

$$T - R = tT, \quad T = \frac{R}{1 - t}$$

トスレバ t ヲ推力減少率ト稱ス、

t ノ値ハ凡ソ次ノ如シ、

戦艦及ビ巡戦	輕 巡	驅逐艦
10~14 %	3~5 %	2~3 %

一六、艦殼効率、

Hull efficiency

$$E. H. P. \text{ with appendages} = R V_s$$

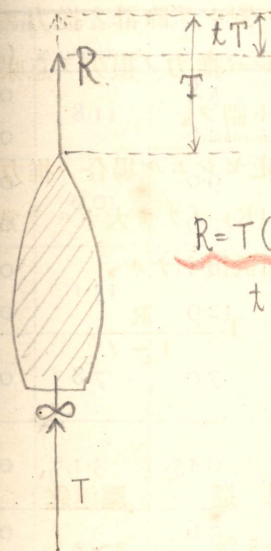
$$T. H. P. \text{ (thrust horse power)} = T \cdot V$$

トスレバ船殼効率 (e_h) ハ次式ニヨリテ表ハサル、

$$e_h = \frac{(E.H.P.)_a}{T.H.P.} = \frac{R V_s}{T \cdot V} = \frac{R}{T} \frac{V_s}{V} = (1 - t)(1 + w)$$

w 及ビ t 從ツテ e_h ハ孰レモ船ノ寸法、速力、推進器ノ位置及ビ直徑等ニヨリテ定マルモノナリ、

e_h ノ値ハ凡ソ次ノ如シ、



$$R = T(1 - t)$$

t = Thrust deduction factor.

戰艦及ビ巡戰 輕 巡 驅逐艦
 0.96~0.98 0.95~0.99 0.96~0.98

今 w , t 及ビ e_h ノ一例ヲ示セバ次ノ如シ、

艦 種	速 力	軸	Wake factor (w) %	Thrust decuc- tion factor(t)%	Hull efficiency (e_h) %
伊勢級 陸奥級 戰 艦	22.5	外	5.8	11.8	0.933
		内	12.6		0.993
全 上	23.0	外	9.0	10.0	0.981
		内	7.9		0.970
巡 戰	27.1	外	6.11	13.1	0.922
		内	12.9		0.982
輕 巡 (舊 型)	26.0	—	7.0	7.8	0.986
新式 一等驅逐艦	37.5	—	0.15	3.1	0.967
全 上	34.0	翼	0.6	4.0	0.966
		中央	2.8		0.987
旧式 二等驅逐艦	31.5	—	1.5	4.1	0.673

一七、推進効率、

Propulsive coefficient

$$\text{推進効率 (P. C.)} = \text{推進器効率 } (\eta) \times \text{船殻効率 } (e_h)$$

$$= \frac{\text{T. H. P.}}{\text{S. H. P.}} \times \frac{(\text{E. H. P.})_n}{\text{T. H. P.}}$$

$$= \frac{\text{E. H. P.}}{\text{S. H. P.}} \text{ for turbine}$$

$$= \frac{\text{E. H. P.}}{\text{I. H. P.}} \text{ for reciprocating engine.}$$

propulsive

propeller eff. × Hull eff.

(e_h)

appendage

機關全體トシテ肝要ナルコトハ推進器自身ノ効率ノミニ非ズ
テ推進効率ナリ、同一ノ船體及ビ速度ニ對シテ有効馬力ハ一定不
變ノモノナレドモ機關ノ發生スベキ所要馬力ハ推進効率即チ推進
器ノ効率ト船殼効率トノ乘積ノ大ナル程尠キヲ以テ推進器ノ計畫
ニハ推進効率ノ良好ナルヲ必要トス、

P. C. ノ値ハ凡ソ次ノ如シ、

戰艦, 巡戰及ビ輕巡

0.43~0.45

驅逐艦

0.45~0.49

一八、「キヤビテーション」

Cavitation

Cavitation 空泡
Cavity 窩, 洞穴

推進器ガ後方ニ水ヲ押シ遣ル速度ニ對シテ之ニ供給スル水ノ速
度ガ及バザル時ハ其ノ間ニ水ノ斷續ヲ生ジ推進器面ニ「キヤビテ
ー」ヲ生ズ、之ガ爲メ推進器ノ Torque ヲ増スモ Thrust ガ其ノ
割ニ増加セズシテソノ効率ハ著シク減少ス、此ノ現象ヲ推進器ノ
「キヤビテーション」ト稱ス、

「キヤビテーション」ノ現象ハ 1894 年 S. W. Barnaby 氏ノ發
見セシ所ニシテ同氏ハ此ノ現象ハ推進器翼面ニ於ケル推力ガ或ル
限度ヲ超過スル場合ニ起ルモノトセリ、故ニ之ヲ防止スル爲ニハ
次記ノ推力制限ヲ超過セシムベカラズト提唱セリ、即チ翼尖ノ深
度ガ 280 耗ノ場合ニ最大推力ハ翼ノ投影面每平方呎 0.8 斤ニシ
テ、深度ノ増加 30 耗ニ付キ 0.026 斤宛ノ増加ヲ許シ得ベキモ
トナセリ、

然ルニ Taylor 氏ハ推進器模型試験ノ結果ニヨリ之ヲ駁シテ
「キヤビテーション」ハ此ノ推力限度ヨリ遙カニ小ナル場合ニモ發
生スルコトアルモノニシテ、翼尖速度ノ大ナルト翼端ノ角度(即チ

Tip speed

Blade edge

Cavitation 原因ト思フモノ

1. Blade area, per square inch = 2 tan θ thrust
大+11時
2. Blade, 中+11時
3. Rotary speed 大+11時 (12,000 ft/min max tip speed)
4. 回転不齊+11時即チ thrust = 甚ク変化アリ
5. 船殼ト Blade, tip ト, clearance 小+11時
6. Blade form 通常+11時
(暢 = 22-管+及 Blade, 切斷形狀)

翼端ノ厚サ)大ナルコトガ其ノ發生ノ原因ナリト云ヘリ、即チ前者ニ對シテハ毎分 3,000~3,500 米ヲ限度トシ後者ニ對シテハ翼面積ヲ充分廣カラシメ以テ其ノ發生ヲ防止シ得ベキモノトナセリ、

之ヲ要スルニ「キャビテーション」ノ發生ハ其ノ原因ノ如何ヲ問はず推進器ノ効率ヲ害スルコト甚ダシキモノナレバ之ガ防止ノ手段トシテ特ニ次ノ諸點ニ留意セラレツツアリ、

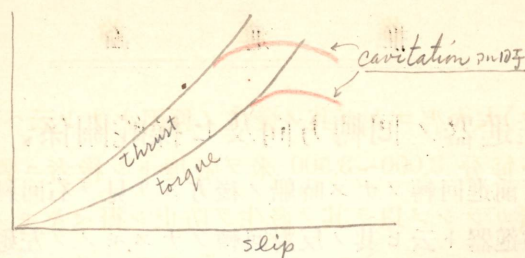
1. 翼ノ投射面積ヲ十分ナル大サトナスコト、
2. 翼ノ尖端ヲ水面下適當ノ位置ニ低下スルコト、
3. 翼端ノ厚サヲ減ジ表面ヲ磨キテ摩擦ヲ減ズルコト、
4. 推進器ヘノ水流ヲ良好ナラシムルタメ船尾ノ形狀ヲ良好ニスルコト、
5. 翼端ト船體間ノ間隙ヲ相當大ニスルコト、

「タルビン」機械ヲ裝備セル艦船中特ニ「タルビン」直結ノ推進器ノ翼尖速度大ナルタメ「キャビテーション」ヲ發生シ其ノ効率低カリシモ近來ハ減速裝置ヲ使用シ推進器ノ回轉數ヲ減少シ得タルヲ以テ効率高キ推進器ヲ裝備シ得ルニ至レリ、

○推進器ノ空轉、

荒天ニ際シ船體ノ動搖又ハ吃水ノ減少等ノ爲メニ推進器ノ翼端水上ニ露出スル時ハ、其ノ抵抗ヲ減ジ而シテ水中ニ空氣ノ多量ヲ混入セシム、空氣ハ壓縮シ易キモノナルガ故ニ推進器翼ニ推サレテ自ラ壓縮スルヲ以テ推進器ノ抵抗ヲ減ジ、與ヘラレタル馬力ニ對シ回轉數ヲ増加スルニ至ル、之ヲ空轉ト云フ、

斯カル推進器ノ一時的回轉ノ増加ハ「キャビテーション」ノ一種ニシテ、往々馬力ニ比シ推進器ノ作動面積小ナルトキニ起ルコト多シ、



日本海軍、Thrust 限度 0.7 kg/cm^2 (Projector area)
Dip speed PR 為 4000 M/min

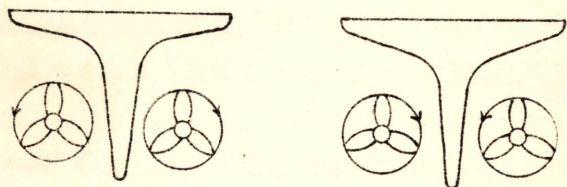
一九、推進器ノ回轉方向及ビ操舵關係、

推進器ガ前進回轉ヲナス時船ノ後方ヨリ見テ右回轉ヲナスモノ
 右廻リ推進器ト云ヒ其ノ反對回轉ヲナスモノヲ左廻リ推進器ト
 Right handed screw propeller Left handed screw propeller
 稱ス、

又2個以上ノ推進器ヲ備フル場合ニ各推進器ガ船ノ外方ニ廻ル
 時ハ外廻リト云ヒ内方ニ廻レバ之ヲ内廻リト云フ、

外廻リ、

内廻リ、



船ニ1個ノ推進器ヲ裝備スル場合ハ多クハ右廻リ推進器ヲ採用
 シ3個ノ推進器ヲ裝備スル場合ハ天龍、龍田、最上、海風、山風ノ如
 ク外廻リニシテ中央ノモノハ右廻リナルヲ例トス2個或ハ4個ヲ
 備ヘテ外廻リノ時ハ右舷推進器ハ右廻リ、左舷ノモノハ左廻リヲ
 採用シ、内廻リノ時ハ之ニ反ス、峰風及ビ谷風ノ模型推進器ニ就テ
 外廻リ、内廻リ比較試験ノ結果ハ外廻リノ方伴流率ハ小ニシテ推
 力減少率ハ大ナリ、從ツテ船殻効率ハ外廻リノ方小ナリ、即チ峰風
 ニ於テ1.9% 谷風ニ於テ4.6% 内廻リノ方良好ナリシモ之ヲ以
 テ直チニ内廻リノ方有利ナリト論斷スルコトハ早計ナルベク近來
 ノ艦船ニ於テ多ク外廻リヲ採用スル理由ハ同一ノ操舵角度ニ對シ
 外廻リノ方旋回迅速ナルト海面浮流物ヲ推進器ト船體トノ間ニ搔
 込ム悞ナキコトニ依ルモノナリ、

帝國軍艦ニシテ内廻リ推進器ヲ装備スルモノハ富士, 出雲, 磐手, 八雲, 吾妻等ニシテ其ノ他ハ全部外廻リ推進器ヲ装備ス、

轉舵ニヨル船體旋廻ニ伴ヒ起ル諸作用ニツキテハ造船教科書船體旋廻論ニ説ケルヲ以テ茲ニハ其ノ一作用ナル轉舵ニヨル推進器ノ回轉數ニ變化ヲ來ス現象ニツキ述ベン、

2 個ノ推進器ヲ備フル船ノ例ニツキ述ベンニ舵ヲ取ル時ハ之ガ爲メ推進器ノ回轉數ハ左右舷異ナルト同時ニ船ノ速力ハ減ズ而シテ其ノ回轉數ノ減少率ハ推進器ノ回轉方向ニヨリ異ニス、

一、内廻リ推進器ヲ装備スル場合、

取舵ノ場合、左舷推進器ハ一時其ノ回轉數ヲ増加シ次デ僅カニ減少シテ繼續スルモ右舷ハ舵ヲ取り始ムルト同時ニ減少ヲ始メ終ニ一定時間ノ後ハ其ノ減少ノ度、左舷ヨリ著シク多シ、

面舵ノ場合、取舵ノ場合ト丁度反對ノ現象アリ、

以上ノ場合ニ於テ船ノ速力及舵角ノ大ナルニ從ツテ回轉數減少ノ割合ヲ増加ス、

二、外廻リ推進器ヲ装備スル場合、

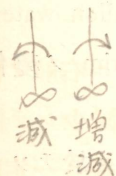
取舵ノ場合、此ノ場合ハ内廻リト反對ニ右舷ノ回轉ハ一時其ノ回轉ヲ増加シ、次デ僅カニ其ノ回轉ヲ減少シテ繼續スルモ左舷ハ舵ヲ取り始ムルト同時ニ減少ヲ始メ終ニ一定時間ノ後ハ其ノ減少ノ度ハ右舷ヨリ著シク多シ、

面舵ノ場合、取舵ノ場合ト丁度反對ノ現象アリ、

別表 5 ハ操舵角度ガ機械回轉ニ及ボス影響ヲ示ス内方ハ軍艦磐手, 外方ハ軍艦春日ニ於ケル實驗ヲ記載セルモノニシテ、之ニ依ル時ハ内廻リハ外廻リニ比シ操舵ノ影響ヲ受クルコト大ナリ、

極同操縦内規

定針... 操舵... 爲= 回轉減スルモ 蒸氣ヲ入レルベカラズ



二〇、海ノ深淺ガ艦船ノ速力ニ及ボス影響、

船體周圍ノ Stream line ハ海深キ時ハ自由ニ流レテ比較的其ノ運動ニ制限ヲ受クルコト少シト雖モ海淺キ時ハ海底ノ影響ヲ受ケテ其ノ運動ハ三方向ヨリ二方向ニ壓迫セララルル傾向アリ、從ツテ水ノ壓力ノ變化大トナリ、波浪ノ形成並ニ Stream line ノ速力ニ變化ヲ來シ船ノ抵抗ニ消長ヲ生ズルモノナリ、

從來諸大家ニヨリテ行ハレシ此ノ種實驗ノ成績ニヨレバ此ノ抵抗ノ變調増加ハ或ル深サニ於テ其ノ艦ノ $\frac{V}{\sqrt{L}}$ ノ一定値ニ對シテ起リ、艦ノ大小ニハ係ハザルモノナリト云フ、而シテ海淺キ場合ニ於ケル抵抗ノ増加ノ變調ハ第 18 圖ニ示ス如クニシテ或ル深サニ於テハ $\frac{V}{\sqrt{L}}$ ノ一定ノ値ニ對シテ一度最大值ニ達シ (hump), 速力ノ増加ト共ニ更ニ減少シ (hollow), 次ニ漸次増加スル傾ヲ有ス、

從ツテ最近ノ驅逐艦ノ如ク吃水淺クシテ高速力ノモノニアリテハソノ抵抗ハ海ノ深淺ニ依リテ大イニ消長スルモノニシテ一例ヲ舉グレバ第 19 圖ニ示ガ如シ、之ヲ見ルニ Shallow water 中ニ於ケル船ノ抵抗ハ或ル速力ニ於テ最大トナリ Trim ノ變化モ最大ナリ、

コノ速力ヲ Critical speed ト稱シソノ深サニ於テソノ速力以上ニテ航走スル場合ニハ反ツテ Deep water 中ニ於ケルヨリモノノ抵抗少ナク全一馬力ヲ以テ速力ノ利益ヲ得ルノ事實ヲ認ムルモノナリ、コノ Critical speed ト海深ノ關係ハ次式ニテ示サル、

$$v = \sqrt{gd}$$

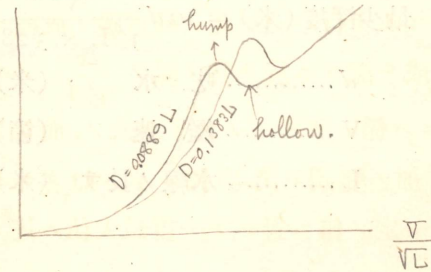
v Critical speed (米/秒)

g 重力ニ依ル加速度 (米/秒²)

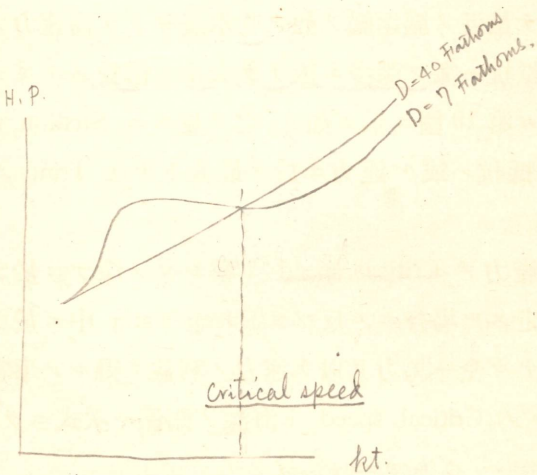
9.8 m/sec²

- ① 波浪ヲ生ズ
- ② 波長ヲ長クス (全一速度)
- ③ 船表面ヲ通ル stream line ノ速力變化ス (此ノ故ヲ普通 neglectス)

Resistance.



S. H. P.



d 海深 (米)

若シ Critical speed ヲ V (節)ニテ表ハセバ次ノ式トナル、

$$V^2 = 11.3 d$$

次ニ海深ノ影響ヲ受ケザル³⁷最小深度ト船ノ速力トノ關係ヲ表ハス種々ノ實驗式アルモ最近ノ高速艦船ニ適用シ得ルモノハ Rot's experimental formula ニシテ次式ニテ示サル、

$$\text{最少深度 (米)} = 10 d \frac{V}{\sqrt{L} \times 3.28}$$

d 吃水 (米)

V 艦速 (節)

L 水線ノ長サ (米)

例題

Lustania

$$\begin{cases} L = 760' = 0.3048 \times 760 \text{ m} \\ \text{Draft} = 32.7' = 0.3048 \times 32.7 \text{ m} \\ \text{speed} = 25.6 \text{ kt} \\ \text{Min. depth?} \end{cases}$$

$$\text{Min depth (M)} = 10 \times 0.3048 \times 32.7 \times \frac{25.6}{\sqrt{0.3048 \times 760} \times 3.28}$$

$$= 92.7 \text{ m}$$

T.B.D.

$$\begin{cases} L = 300 \text{ ft} \\ D = 9.0 \text{ ft} \\ V = 31.5 \text{ kt} \end{cases}$$

$$\text{Min. Depth} = 49.7 \text{ m}$$

$$1 \quad m/uc = 1.942 \text{ kt}$$

$$v^2 = 9.81 d$$

$$V^2 = (1.942)^2 \times 9.81 \times d$$

$$= 37d$$

$$V = \sqrt{37} d$$

Trim, 変化 (Taylor, 結論)

- ① $\frac{V}{V_c} = 1.0$ 以下, low speed = 低速. Bow 沈下. 且 Trim change 強ト世ト何ト外言ハ Bow 沈下
- ② $\frac{V}{V_c} = 1.0$ 以上ト成ル. Bow 沈下. 漸次増シ 1.15 以上成ル. 急ト成ル. 1.3~1.4 = 成ル. Bow original level 卜成ル. 猶ホ速カ増セ. Bow 上昇. 船中 stern 1.2 迄. Bow 同様沈下. 以上 speed 増カ. 極大増カ. 更ニ沈下. 沈下及合. Bow 上. 上リ急ナル. 後ツ Trim change 危急 = 起ル
- ③ $\frac{V}{V_c} = 1.7 \sim 1.8$ = 成ル. Bow 益々上昇. stern 沈下. 及合. 此ヲ速 = 沈下, max = 達ス
- ④ $\frac{V}{V_c} = 2.0$ 以上 = 成ル. stern 変化. Bow 猶ホ上昇

Trim, 変化ト速力及馬力, 關係

- ① Tow-rope resistance, 増加
 - ② 推進軸傾斜, 依ニ有効推力, 増減
 - ③ Appendage resistance, 増減
 - ④ 推進器効率, 増減
- ① 長門級 21 kt 以上 Bow trim (Bow 上昇), 方ヨシ
 - ② 金剛級 Bow trim 利益. 認識. 吉色. 且 Bow trim, or Normal trim 方ヨシトナル
 - ③ 球磨級 Bow trim 有利. 程度ヲ超テ非常 = 不利
 - ④ 汐風 trim 影響ヲ認識. 併シ Bow trim 方ヨシトナル
 - ⑤ 等駆 20 kt 以下 Bow trim 有利. 以上 Bow trim 影響ヲ認識

第四章

推進器計畫



二一、艦船用推進器、

從來吸鏢式機械裝備ノ艦船ニ一般ニ使用セラレシ螺旋推進器ハ西曆 1860 年 Mr. Robert Griffith 氏ガ其ノ形狀ニ大ナル改良ヲ施セシモノニ多少ノ變形ヲ加ヘタル者ニシテ、同氏改良ノ要點ハ次ノ如シ、

第一、推進器直徑ノ約 $\frac{1}{3}$ ニ相當スル特ニ大ナル球形殼ヲ取付ケ軸ニ近キ翼ヲ除去シタルコト、

第二、翼ハ尖端ニ行クニ從ヒ其ノ幅ヲ狭メタルコト、

第三、翼ト殼ノ取付用螺釘ヲ包ミ且ツ節ノ變更ヲ容易ニ行ヒ得ル様ニセルコト、

第一ハ現用推進器ニ於テハ其ノ直徑ノ約 $\frac{1}{4}$ 乃至 $\frac{1}{5}$ ノ殼ヲ有スルニ過ギズ、第二ハ速度ト比例シテ翼面積減少スルヲ以テ之ニ受クル壓力一樣トナリ、又抵抗ハ浸水度ニ比例スルヲ以テ上下翼ニ受クル壓力ノ不平均ガ小面積ノ部分ニ限ラルルノ利アリ、

第 20 圖ハ Griffith's 式改良型三翼推進器ノ構造ヲ示ス、

「タルビン」式機械用推進器ト吸鏢式用トノ差異ハ機械回轉數ノ大小ト船殼形狀ノ改良進歩トニ基因スルモノニシテ、其ノ重ナル點ヲ舉グレバ次ノ如シ、

- 一、推進器ノ直徑ハ比較的小トナレリ、
- 二、直徑小トナレル爲メト馬力ノ増大セル爲メ大艦ニテハ其ノ數ヲ増シ、一般ニ4個ヲ裝備ス、
- 三、回轉數増加ニ伴ヒ「キャピテーション」ヲ起シ易キヲ以テ翼面積ヲ増加スル爲メ翼ノ形狀ハ橢圓形ヨリ圓形ニ近クナレリ、
- 四、翼ト殼トハ別個ニ作ラズシテ同一 Casting ヲ以テ製作ス、
- 五、殼ノ形狀ハ長キ圓錐形ヲナシ、水流ヲシテ自由ニ後方ニ流出シ易カラシム、

第21圖ハ帝國軍艦「タルビン」式機械用推進器ヲ示ス、

二二、翼ノ材料及ビ潰蝕、

Erosion

1. 鑄鐵及ビ鑄鋼、

鑄鐵ハ價格低廉ナレドモ腐蝕ヲ生ジ易ク從ツテ摩擦ニ因ル損失ヲ招クコト大ナリ、然レドモ船體トノ間ニ Galvanic action ヲ起スコトナク又水面ニ近ク裝備セラルルトモ浮流物ヲ卷込ミタルガ如キ場合翼ハ毀損スルモ軸或ハ機械ニ對シテハ損害ヲ及ボサザルノ利アリ、

鑄鋼ハ翼ヲ薄クシ抵抗ヲ輕減シ得ルノ利アレドモ翼ノ裏面ニ甚シク腐蝕及ビ潰蝕ヲ生ジ易キ缺點ヲ有ス、

② 滿俺青銅、

普通銅 54% 内外、亞鉛 39% 内外、滿俺 5~9% 内外、「アルミニウム」及ビ鐵各 1% 内外及ビ錫ノ微量ヲ含ムモノニシテ平均 38 噸ノ強サヲ有シ 16% ノ伸ビヲ有スルモノナリ、

銅ノ合金ヲ翼材料トシテ使用スル場合ニハ Galvanic action ヲ

Aerofoil 型 (切断面)



効率良好

強度弱

工作上困難

龍驤模型ニ於テ

Erosion 防止法

鑄造ニテハ倍ノ翼ヲ使用

仕上ヲ成サズ。

Cu 54
Zn 39
Mn 5~9
Al 1
Fe 1
Sn 少量

防グ爲メ保護亞鉛板ヲ船體ニ裝備スルヲ例トス、

3. Stone bronze. 配山凡

銅 56%、亞鉛 40%、滿俺 0.5~1.0% 其ノ他「アルミ」鐵、錫及ビ
 磷ノ微量ヲ含有ス、

4. Turbadium.

銅ヲ 50%、滿俺ヲ 2% 位ニ減ジ亞鉛ヲ 45% 位ニ増シタルモノ
 ナリ、

5. Turbiston.

銅 56.5%、亞鉛 37%、滿俺 3%、「アルミ」2% 位ノ成分ヲ有ス
 ルモノナリ、

天津風級驅逐艦ノ推進器ハ潰蝕ノ爲メ再三換裝シ滿俺銅、Stone
 bronze 及ビ Turbiston 等諸種ノ成分ノモノヲ試用セシガ孰レモ
 潰蝕ヲ生ズル程度ニ大差ナカリキ、

6. 「アルミニウム」青銅、

潰蝕防止ノ目的ヲ以テ試験的ニ濱風及ビ檣ニ使用セリ、銅 82.8
 %、「アルミ」9.07%、「ニッケル」4.04%、鐵 3.37% 及ビ滿俺 0.71%
 ヲ含ミ強サ 39.6 噸伸ビ 20.3 ナリ、此ノ材料ハ表面ハ硬ク潰蝕ニ對
 シテハ可ナルモ鑄造困難ナルハ其ノ缺點ナリ、

上記各種材料ノ外尙磷青銅、「ニッケル」青銅等一時使用セラレ
 タルコトアリ、近年最モ多ク使用セラレツツアルモノハ滿俺青銅
 ヲ第一トナス、而シテ近年硬度ノ大ナル材料ヲ使用スル必要上「ニ
 ッケル」鋼及ビ「ステンレス」鋼等ヲ使用シツツアリ、

帝國艦艇ノ推進器翼材料ノ一例ハ別表 6 ニ示ス、

潰蝕、

Erosion

推進器ノ翼又ハ殼ノ表面ニ輕石ノ如ク無數ノ小サキ凹ミヲ生ズ

Cu 56
 Zn 40
 Mn 0.5~1.0
 Al
 Fe
 Sn
 P

Cu 50
 Zn 45
 Mn 2

Cu 56.5
 Zn 37
 Mn 3
 Al 2

Cu 82.8
 Al 9.07
 Ni 4.04
 Fe 3.37
 Mn 0.71

Ni-steel
 Stainless-steel

望月 erosion = 剥蝕, 工作用鋼. C 0.51.

船體材料試驗規格

板厚 33 Kg/cm
 長サ 2" = 220mm 伸 15% 以上

Nickel bronze. stiffness 要
 erosion 可
 青銅衣笠 →

Cu	40.5
Al	0.5
Mn	0.5
Fe	3.0
Zn	35.5
Ni	8

長 45

Stainless steel

C	0.51
Si	0.42
Mn	
P	
S	0.01
Ni	14.7
Cr	7.76
Cu	0.28
Fe	

ル現象ヲ「エロージョン」ト稱シ(點蝕ト區別ス)此ノ現象ハ商船「モレタニア」ノ推進器ニ發生セシヲ初メトシ驅逐艦ノ如キ回轉ノ大ナル「タルビン」直結ノ推進器ニ其ノ發生殊ニ顯著ナルモノアリ此等ノ驅逐艦ニ於テ起レルハ何レモ第22圖ニ示スガ如ク表面ニ於テ半徑1呎ノ同心圓ノ弧ニ沿ヒ中心ヨリ翼ノ前端へ偏リタル部分最モ深く其ノ他ノ表面、背面及ビ穀部等ニ起ルモノハ淺クシテ橙皮狀ヲ呈スルニ過ギズ、

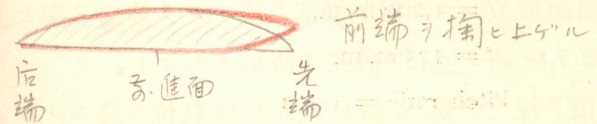
潰蝕發生ノ原因ニ關シテハ諸說アルモ未ダ明確ナラズ「シルバーラッド」氏ハ高速水流ノ作用ナリトシ、「ラムシ」氏ハ翼ノ振動ニ伴フ電流作用ナリトシ、又全ク「キャビテーション」ノ副作用ニシテ「キャビチー」ニ因ル衝擊ナリト説ク者アリ、或ハ翼材質ノ軟キニ原因スルモノナリト云フ者アリ、

要スルニ回轉ノ速カナル推進器ニ起ルモノナルコトハ確實ニシテ恐ラク諸種ノ作働ノ聯合作用ナルベク回轉速カニシテ「キャビテーション」ヲ起ス場合ニハ多ク此ノ現象ヲ伴フモノノ如シ、而シテ之ガ發生ヲ防止スルニハ

1. 表面ノ硬キ適當ナル材質ヲ使用スルコト、
2. 直徑或ハ節ヲ増加シテ回轉ヲ幾分低クスルコト、
3. 翼面積ヲ大ニシ尙翼根部ヲ狭クシテ前端ヲ掬ヒ上げ「キャビテーション」ノ發生ヲ防止スルコト、

等ノ手段ヲ採ルヲ要ス、而シテ深サ12耗位ニ達スルモノアリト雖其ノ發生局部ニ止マリ擴散セザル場合ニハ發生力量ヲ制限シ又ハ換裝ヲ要スル程危險ナルモノニ非ラズ、

白色合金
ヲ用メル。



二、三、翼ノ根元ニ於ケル最大壓縮内力ノ算出法、

$$S_c = C \times \frac{P}{R} \times \frac{l}{t^2}$$

(Kg/cm²) (S.H.P./blade)
(r.p.m.) (mm) (mm)

Where S_c Max. Compressive stress in kgs.
per square c. m.

P S. H. P. per blade.

R R. P. M.

l Length of root section in m. m.

t Max. Thickness of root section in m. m.

C Constant from the diagram. $\times 11,521,700$

$$\left\{ 11,521,700 = \frac{(254)^3}{(2.54)^3} \times 0.07031 \times 10,000 \right\}$$

現時使用セラルル材料ニ對シテハ S_c ハ通例 850 \sim 1,000 斤/□^{cm}

ヲ限度トセリ、

[例] 下記ノ場合ニ於ケル S_c ヲ算出セヨ、

S. H. P. = 40,330

No. of shaft = 2

No. of blade = 3

$R = 422.4$

$l = 1,200$ m. m.

$t = 125$ m. m.

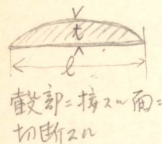
$\frac{\text{Pitch}}{D \text{ of Prop.}}$ = Pitch ratio = 1.272

$\frac{D \text{ of Boss}}{D \text{ of Prop.}}$ = Boss ratio = 0.196.

解、第23圖ヨリ與ヘラレタル Pitch ratio 及ビ Boss ratio =

對スル C ヲ求ムレバ 101 ヲ得、

故ニ $S_c = \frac{101 \times 11,521,700 \times 40,330}{2 \times 3 \times 422.4 \times 1,200 \times 125^2} = 988$ 斤/□^{cm}



軍艦 12,000 lbs/in²

駆 14,000 lbs/in²

1. Centrifugal force. — radial.
2. Thrust — axial.
3. Blade, Drag = $1/2 \rho v^2$, circumferential

[例題] 赤城計画全力

S. H. P. = 131,200

軋由數 = 4

翼數 = 3

R. P. M. = 210.

$l = 1321$ m. m.

$t = 267$ m. m.

Pitch = 5,334 m.

Dia of Prop. = 4,801 m.

D of Boss = 1,167 m.

Pitch ratio = $\frac{5,334}{4,801} = 1.11$

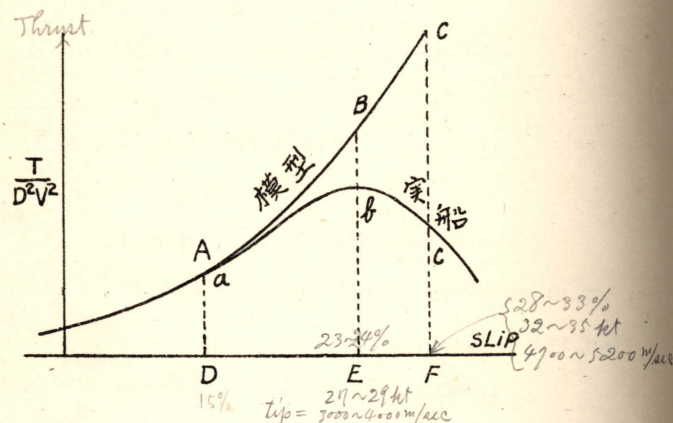
Boss ratio = $\frac{1,167}{4,801} = 0.245$

$C = 107.5 \times 11,521,700$

$$S_c = \frac{107.5 \times 11,521,700 \times 131,200}{4 \times 3 \times 210 \times 1321 \times (267)^2} = 684 \text{ Kg/cm}^2 = 9920 \text{ lbs/in}^2$$

二四、推進器計畫上考慮スベキ事項、

1. Fail of Law of Comparison.



Law of comparison ニヨリテ算出シタル推力及ビ効率ハ實船ニ於ケルモノヨリモ著シク減少スルモノナルコトハ公試運轉ノ成績ヲ解析スルトキ之ヲ確認シ得ルモノナリ、

今失脚ヲ横軸トシ T/D^2V^2 ($T = \text{Thrust}$, $D = \text{Dia. of propeller}$, $V = \text{Speed of advance}$) ヲ縦軸トシ曲線ヲ畫クトキハ模型推進器ニ對シテハ ABC ノ如キ形トナリ實船ニ對シテハ abc ノ如キ形トナル、即チ低速力ニ於テハ兩曲線ハ略合致スレドモ a 點以上ニ於テハ失脚ノ高マルニ從ヒ漸次實船ノ方ハ傾斜緩トナリ b 點ニ達スレバ却ツテ下向トナル、(T/D^2V^2 ノ値ガ低下スレバ V ノ値ハ相當増加スルモノニシテ全推力 T ハ必ズシモ減少スルモノニアラズ) Cavitation ハ a 點ヨリ徐々ニ其ノ現象ヲ表ハシ速度高マルニ從ヒテ益々著大トナルモノナリ、

桃級及ビ天津風級驅逐艦ノ運轉成績ヲ綜合スルニ a 點ハ失脚 15% 附近ニシテ b 點ハ 27~29 節、翼尖速度毎分 3,000~4,000 米、

失脚 23~24% = 相當シ尙 32~35 節, 翼尖速度分毎 4,700~5,200 米, 失脚 28~33% = 達スレバ c 點ノ如キ點ニ相當スルヲ知ル、

上記ノ如キ現象スル爲模型試験ノ結果ヨリ比較法則ニヨリテ直ニ實船ニ計畫セバ推力ハ過少ニシテ豫期ノ結果ヲ得ラルベキ理ナシ、即チ實船ノ推力ハ模型試験ヨリ出シタル推力ニ或ル係數ヲ乗ズルヲ要ス、此ノ係數ヲ比較係數ト稱ス、 abc ノ縦坐標ト ABC ノ縦坐標トノ比ノ意味ニシテ普通 0.85~0.95 トスレバ可ナリ、

2. 推進器ノ回轉數、

良好ナル効率ヲ有スル推進器ヲ撰定シ得ルト否トハ推進器ノ直徑及ビ毎平方吋推力ニ制限ナキモノトスレバ略次項ノ大小ニ因ル (Taylor ノ理論ヨリ)

$$\rho^3 = \frac{R^2 \times \text{S.H.P.}}{V^5}$$

此ノ量ノ甚シク小ナル場合ハ例外ナレドモ普通ノ場合ニアリテハ小ナル程良好ナル推進器ヲ採用シ得ルモノナリ、而シテ此ノ値ノ小ナルニ必要ナル條件ハ毎分回轉 (R) ガ小ナルカ一軸ノ馬力 (S.H.P.) ガ小ナルカ若クハ速力 (V) ガ大ナルカニアリ、

此ノ條件ニ基キ次ノ各項ハ一般計畫ニ於テ考慮ヲ要スベシ、

- (A) 吸錨式機械ヲ裝備スル船ニアリテハ速力概シテ小ナレドモ回轉數及ビ馬力モ小ナルヲ以テ推進器ノ計畫上ニハ好都合ナリ、
- (B) 推進器回轉數大ニシテ速力割合ニ小ナル船ハ計畫上都合宜シカラズ、
- (C) 馬力ト速力トノ關係ヨリ大艦程推進器ノ回轉數ヲ小サク選定スル必要アリ、

$$\text{比較係數} = \frac{bE}{BE} = 0.85 \sim 0.95$$

S.H.P. ト速力 V 及ビ回轉數 R ノ關係ヨリ

(D) 驅逐艦ノ如キハ回轉數大ナレドモ速力モ亦大ナルヲ以テ比較的好都合ナルモノナリ、殊ニ近來 Geared turbine ヲ採用スルニ至リテ推進器計畫上ハ最モ都合ヨキモノトナレリ、

(E) 輕巡洋艦ハ割合ニ回轉數大ナルヲ以テ戰艦、巡戰等ニ比シ^{吃水長ク船長イカニ大ニ Diap. propeller 行ハクハ不能}効率不良ナル推進器ヲ裝備セザルベカラザルモノ多シ、

回轉數ノ小ナルコトハ何レノ場合ニ於テモ推進器トシテ望マシキコトナレドモ主機械ノ計畫上回轉數ニ實用上ノ限度アリ、近來 Geared turbine ヲ採用スルニ至リテ其ノ缺陷ヲ除キ得ルニ至リ驅逐艦ノ如キハ略理想的ノ推進器ヲ裝備シ得ルニ至リシモ輕巡以上ニアリテハ速力及ビ馬力ニ對シテ回轉數ハ左程減少スルニ至ラズ從ツテ推進器ノ効率ハ少シク増進セラレタルノミニシテ決シテ理想ニ近ヅキタルモノト言フベカラズ、

3. 推進器ノ裝備數、

通常主機械一基ニ對シ推進器一個宛ヲ裝備スルモノナレバ推進器ノ數ハ即チ軸數ニシテ軸數ハ發生馬力及ビ主機械ノ配備等ニ依リ普通定マルモノナリト雖モ推進器計畫上ノ見地ヨリ軸數ヲ増加スル必要ハ概ネ次ノ理由ニ依ルモノトス、

(A) 喫水ノ關係上推進器直徑ヲ縮少スルノ必要アルトキ、

(B) 推進器及ビ軸等ガ過大トナリ製造不能ナル場合、

(C) 推進器ノ回轉數ヲ増加スル必要アルトキ、

同一ノ馬力、速力ニ對シテ軸數ヲ増ストキハ一個ノ負擔スル馬力小トナルヲ以テ $\frac{R^2 \times \text{S.H.P.}}{V^5}$ ノ値ヲ増大セシメズシテ回轉數 R ヲ増加スルコトヲ得、故ニ小型ノ「タルビン」ヲ裝備セント欲セバ勢ヒ推進器ノ數ヲ増加シ回轉數ヲ大トナスノ手段ニ依ラザルベカラズ、此ノ手段ニ依レバ推進器及ビ「タルビン」ノ効率ハ低下

スルコトナカルベシ、

4. 軸ノ傾斜、

「タービン」式機械裝備ノ艦船ニ於テハ吸錨式機械裝備ノモノニ比シ一般ニ軸ノ位置高く又「タービン」疏水ノ排除上軸ノ後方ヲ下方ニ傾クルノ必要アリ、殊ニ減速装置ヲ採用スルニ至リ推進軸ハ著シク傾斜ヲ有スルニ至レリ、水平軸ト傾斜軸トノ場合ヲ比較スレバ傾斜軸ノ方効率ニ於テ 1.5~2.5% 内外ヲ減ズルヲ常トス、

5. 翼ノ面積、

模型試験ノ成績ニ依レバ面積小ナル程効率良好ナリ、然レドモ面積過小ニシテ幅狭キ翼ハ「キャビテーション」ヲ起シ易ク、ソレガ爲失脚大トナリ却ツテ効率ヲ低下スル場合多キモノトス、

6. 翼ノ數、

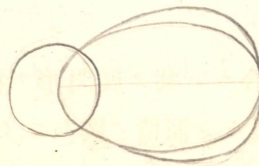
軍艦ノ推進器ハ多ク三翼ノモノトシ商船ニハ四翼ノモノ多シ、翼數ハ多キモノ程推進器ノ効率低シト雖モ直徑ノ割合ニ推力ヲ受ケ得ルト失脚ノ消長少ナキ爲振動少ナキトノ利アリ、故ニ普通ノ軍艦ニハ三翼ヲ適當トシ曳船ノ如ク比較的推力ノ大ナルモノ及ビ商船ノ如ク載貨ノ少ナキトキ翼ノ一部ガ水上ニ現ハルルモノニハ四翼ヲ適當トス、二翼ハ飛行機ニ採用セラルルモ水中ノ推進器ニハ適セザルモノナリ、

7. 翼ノ形、

翼ノ形ニ就テハ普通ノ場合ニハ其ノ展開形ガ推進器ノ半徑ヲ長徑トスル橢圓ナルモノヲ良トシ面積ノ廣キモノヲ要スル場合ニハ Wide tip 型ヲ採用スルヲ穩當トス、而シテ翼形ニ變化ヲ與フルモ其ノ變化ガ異常ナラザル限り推力並ニ効率ニ於テ大差ナキ

	上方へ	下方へ
長門級	内軸 0.63755 (07/0R)	0.36245
	外軸 0.19851	0.43673
谷風	0.87430	0.070896

四翼ノ方が三翼より propeller efficiency 1.5~2.0% 低い。
(Froude's experiment)



モノナリ、

一般ニ推力ハ翼ノ尖端部ニ於テ大ナレドモ効率ハ中央部ニ於テ良好ニシテ尖端及ビ根元ニ於テ不良ナリ、根元ノ廣キニ過グルモノハ効率ヲ害シ尙其ノ部ヘノ水流ノ供給ヲ妨害ス、又根元ノ狭キモノハ内力ノ關係上翼ノ厚サ過大トナリ効率ヲ害スルモノナリ、故ニ翼根ノ形狀適當ナラザルモノハ効率ヲ害シ且ツ「キャピテーション」及ビ潰蝕ヲ發生シ易キモノナリ、

翼切斷面ノ形ハ現今多ク Ogival 型ヲ採用ス、之ハ翼ノ中心線ニ就キ對稱ニシテ且ツ表面ニ當ル方ハ直線ニシテ背面ニ當ル方ハ圓弧ノ一部ヲナスモノナリ、厚サハ強ミノ爲メニ必要ナレドモ効率上ヨリ言ヘバ薄キモノ程良好ナリ、

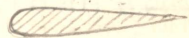
8. 翼ノ傾斜、

水ノ遠心運動ヲ防ギ効率ヲ増進セシムル手段ト稱シテ推進器ノ翼ヲ船尾ノ方向ヘ傾斜セシメタルモノ即チ Rake ヲ與ヘタルモノアリト雖モ米國ニ於ケル數多ノ模型試験ノ成績ニ由レバ推進器ノ Race ハ圓筒形ヲナシテ後方ニ推送セラレ遠心運動ハ殆ンド起ラザルノミナラズ前方 10° ヨリ後方 10° ニ至ル傾斜ヲ有スル各種推進器ノ試験成績ニ由レバ翼ノ傾斜ハ推力並ニ効率ニ影響ナシト稱スルモ差支ナキ程度ノモノナリ、唯翼ヲ船尾方向ニ傾斜セシムル時ハ船體ト翼尖トノ間隔ヲ多ク取り得ルノ利アリ、故ニ此ノ間隔不充分ナル場合ニハ後方ニ傾斜セシムルモノ可ナリ、然レドモ後方ニ傾斜セシメタルモノハ遠心力ニ因ル内力ヲ生ズルノ點ニ就テ注意ヲ要スルモノトス、

Ogival type



Aerofoil type



二五、推進器計算法、

推進器ノ計算ニ就テハ諸大家ノ方法種々アリト雖モ本節ニテハ
Froude 氏ノ方法ヲ掲載スベシ、

○與ヘラレタル項目、

艦ノ速力 (V_s).

推進器ノ毎分回轉數 (R).

有効馬力 [(E.H.P.)_n].

軸 數 (n). *naked hull.*

艦 型、

1. 推進器ノ前進速力 (V).

$$V = \frac{V_s}{H^{\frac{1}{2}} w} \quad V = \frac{V_s}{1+w} \quad (P24)$$

w ハ水槽試験ニヨリ得ラルベキモノナレドモ之ヲ行ハザル
場合ニハ從來ノ例ニ準ヒタル想定値ヲ使用スベシ、

2. (E.H.P.)_a *appurtdage* [P9]

$$(E.H.P.)_a = (E.H.P.)_n \times \left(\begin{array}{l} \text{H 船體外部ノ附屬物ニ} \\ \text{依ル有効馬力ノ増加率} \end{array} \right)$$

船體外部ノ附屬物ニ依ル有効馬力ノ増加率ハ模型試験ノ成
績又ハ想定ニ依ルベシ、

3. T.H.P. (-軸=對入)

$$T.H.P. = \frac{(E.H.P.)_a}{n \times c_h \times K}$$

K ハ比較係數ト名ツケ實際ノ T.H.P. ト水槽試験ヨリ算出
シタ T.H.P. トノ比ニシテ回轉速度ノ普通ナル船ニ於テ每平
方糎ノ推力ヲ 1 疇附近ニトリタル場合ニハ 0.95~1.0 ナリ、

② Design of propeller. (Nagato)

$$\text{Data: } \left\{ \begin{array}{l} \text{Speed } V_s = 25 \text{ kt.} \\ \text{R.P.M} = 220 \\ \text{(E.H.P.)}_n = 28000 \text{ H.P.} \\ \text{No of shaft} = 4 \end{array} \right.$$

(1) Advance of propeller.

$$V = \frac{25}{1+0.09} = 22.9 \text{ kt.}$$

(2) (E.H.P.)_a

$$= 28000 \times 1.18 = 33000 \text{ H.P.}$$

(3) T.H.P.

$$T.H.P. = \frac{(E.H.P.)_a}{n \times c_h \times K} = \frac{33000}{4 \times 0.965 \times 1} = 8550 \text{ H.P.}$$

(4) Projected area.

$$A_p = \frac{T.H.P. \times 75}{V \times 0.5148 \times T_n \times 10,000} \quad (\text{m}^2)$$

$$= \frac{8550 \times 75}{22.9 \times 0.5148 \times 0.735 \times 10,000}$$

$$= 7.4 \text{ m}^2 \quad [T = 0.735 \text{ kg/cm}^2 \text{ ト } \theta_{20} \text{ 〃}]$$

(5) Developed area.

$$\frac{A_p}{A_d} = 0.88 \text{ ト}$$

$$A_d = \frac{7.4}{0.88} = 8.45 \text{ m}^2$$

(6) Disc area

$$\frac{A_p}{A_0} = 0.613 \text{ ト}$$

$$A_0 = \frac{7.4}{0.613} = 13.82 \text{ m}^2$$

(7) Dia.

$$D = \sqrt{\frac{A_0}{\frac{\pi}{4}}} = \sqrt{\frac{13.82}{\frac{\pi}{4}}} = 4.19 \text{ meter.}$$

(8) Pitch.

$$\text{Pitch ratio} = 1.052 \text{ ト}$$

$$p = 4.19 \times 1.052 = 4.408 \text{ meter.}$$

4. 翼ノ投影面積 (A_p). [p21]

$$A_p = \frac{T.H.P. \times 75}{V \times 0.5148 \times \eta \times T_n \times 10,000} \quad (\text{平方米})$$

(H.P.)
(m²) (kt) (Kg/cm²)

5. 翼ノ展開面積 (A_d). [T.H.P. - 軸=対スルノ時ハ其ヲ要セス]

従来ノ例ニ準ヒ節比及ビ翼形ニヨリ A_p/A_d ノ比ヲ撰ミ A_d ヲ求ム、
pitch ratio

6. 翼ノ盤面積 (A_o).

前項ト同様ニ A_d/A_o ノ比ヲ撰ミ A_o ヲ求ム、

7. 翼ノ直径 (D).

$$D = \sqrt{\frac{A_o}{\pi}} \quad (\text{米})$$

8. 翼ノ直径 (p).

節比 (p_f) ヲ適當ニ撰ミ p ヲ求ム、

$$p = p_f \times D. \quad (\text{米})$$

9. 翼ノ根本ニ於ケル厚サ (t) 及ビ幅 (l).

厚サ又ハ幅ヲ従来ノ例ニ準ヒ適當ニ撰ミタル上第二三節ノ翼ノ根本ニ於ケル最大壓縮内力算出公式ノ S_o ヲ決定シテ他ノ幅又ハ厚サヲ求ム、

[註] 實際ノ推進器計畫ニハ推進器効率ヲ考慮ニ入ルルヲ要スルモ本節ニハ之ヲ略セリ、

二六、推進器畫法、

推進器ヲ畫クニ必要ナル項目ハ次ノ如シ、

- (一) 翼ノ面積、
- (二) 翼ノ直径及ビ形狀、

$$(9) \quad \left. \begin{aligned} l &= 1320.6 \text{ mm.} \\ t &= 190 \text{ mm.} \end{aligned} \right\} \text{寸}$$

$$S_o = C \times \frac{P}{R} \times \frac{1}{lt^2}$$

$$P = 80,000 \div 4 = 20,000 \text{ H.P.} \quad (-\text{軸=対スル})$$

$$R = 230$$

$$S_o = \frac{112.2 \times 11521700 \times 20,000}{(3 \times 230 \times 1320.6 \times 190 \times 190)}$$

$$= 787 \text{ Kg/cm}^2$$

$$[C = 112.2 \times 11521700 + 1]$$

(三) 節、

(四) 翼ノ厚サ、

(五) 殻ノ形狀及ビ寸法、

1. 翼ノ畫法ニ就テ、

前章推進器幾何學の解説ニ於テ述ベシ如ク、推進器翼面ハ軸ト同心ヲ有スル直圓筒ヲ以テ截ルトキハ其ノ截線ハ直圓筒上ニ螺線ノ一部分トシテ表ハルルモノナリ、故ニ幾何學のニ正確ナル畫法トシテハ同心圓ノ截線ヲ螺線ノ一部ト見做シテ取扱フベキナリ、然ルニ本來螺旋ナルベキヲ橢圓ノ弧ト見做シテ畫ク近似法アリ、往時使用セル推進器ハ概シテ幅狭キ翼ヲ有スルヲ以テ此ノ近似法ニ依ルモ大差ナシト雖モ今日「タルビン」機械ニ使用スル如キ翼ノ廣キモノニアリテハ誤差ヲ生ズルヲ以テ此ノ方法ヲ適用スル能ハザルニ至レリ、

2. 翼廓線、第24圖ニ於テ O ヲ推進軸ノ中心トシ翼ノ中心線 OB ヲ含ミタル殻ノ切斷ヲ端面圖ニテ Ar_1C トス、

先ヅ端面圖ニ於テ OB ヲ數個ニ分チ之等ノ點 $r_1 r_2 r_3 \dots$ ヲ通ジテ水平線ヲ引キ一劃ノ幅ハ翼ノ尖端ヨリ順序ニ $2'' 3'' 5''$ 其ノ他ハ $6''$ 乃至 $8''$ ニトルヲ普通トス次ニ直角 BOX ヲ $0.1, 0.2, 0.3 \dots$ 等ノ直線ニヨリ任意ノ數 n ニ等分ス、

$r_1 r_2 r_3 \dots$ ノ各點ニ就テ O ヲ中心トシ此等ノ點ヲ通ル圓ヲ畫ク、今截線 r_4 ニツキテ述ブレバ $r_4 1 2 3 \dots 6$ ノ如シ、此ノ弧ト $O1, O2, O3, \dots$ 等トノ交點ヲ順次 $1, 2, 3 \dots$ トス、

次ニ平面ニ於テ $1, 2, 3 \dots$ 等ヲ通ル垂直線ヲ引ク又 Oy_0 ヲ節ノ四分ノ一ニ等シクトリ其ノ間ヲ n 個ニ等分シ各分點ヲ過リテ水平線 $y_1, y_2, y_3 \dots$ 等ヲ引キ $1, 2, 3 \dots$ ヲヨリノ垂線トノ交點ヲ

夫々 $1', 2', 3', \dots$ トス、 $1', 2', 3', \dots$ フ連結シタル曲線ハ螺線ノ平面射影ナリ、

次ニ端面圖ニ於テ r_4 フ通ル水平線上ニ $r_4 1'', 1'' 2'', 2'' 3'', \dots$ フ夫々 $O1', 1' 2', 2' 3', \dots$ ナル螺線ノ平面射影曲線ノ長サニ等シク $1'', 2'', 3'' \dots$ 等ノ點ヲ定メ之等ヲ通ル垂直線ト $1, 2, 3 \dots$ フ過ル水平線トノ交點ヲ夫々 $1''', 2''', 3''' \dots$ トス之等ノ點ヲ連結スル曲線 $1''' 2''' 3''' \dots$ ハ同心圓筒ノ截線 $1, 2, 3 \dots$ ノ展開曲線ナリ、

又端面圖ニ於テ任意ノ水平線 pq フ引キテ曲線 $1 2 3 \dots$ 及ビ曲線 $1''' 2''' 3''' \dots$ トノ交點ヲ夫々 p 及ビ q トスレバ p ト q トハ射影線ト展開線トノ相對應スル點ナリ、

依テ $1 2 3 \dots$ 及ビ $1''' 2''' 3''' \dots$ ナル線ヲ各截線 $r_1, r_2, r_3 \dots r_n$ ニ就テ行ヘバ翼ノ輪廓射影線ヲ展開シ若クハ展開線ヨリ射影線ヲ作り得ベシ即チ $r_1, r_2, r_3 \dots$ ニ相對スル數個ノ pq ノ如キ水平線ヲ引キ p ガ與ヘラレタルトキ q フ見出シ q ガ與ヘラレタルトキ p フ求ムレバ可ナリ、

平面圖ニ於テ端面圖ノ p ニ相當スル點ハ p フ過ル垂直線 pp_1 ト螺線 $O1' 2' 3' \dots$ トノ交點 p_1 ニシテ又 p ニ相當スル側面圖上ノ點ハ p フ過ル水平線 pp_2 上ニ於テ側面圖ノ Oz ヨリ np_2 フ平面圖ノ $p_1 g$ ニ等シクトリタル p_2 ナル點ナルコト明カナリ、

尙展開面ヲ要セズシテ射影面ヨリ平面及ビ側面ヲ畫クノミナラバ螺線 $O1' 2' 3' \dots$ フ作成スルヲ必要トセズ此ノ場合ノ p_1 及ビ p_2 ノ位置ハ次式ニヨリ算定シ得ルナリ、

$$gp_1 = np_2 = \frac{\theta}{360} \times (\text{節})$$

又次ニ記ス作圖法ニヨルモ其ノ結果ハ全ク同ジ、
側面圖ニ於テ

$$OW = \frac{\text{節}}{2\pi}$$

2π

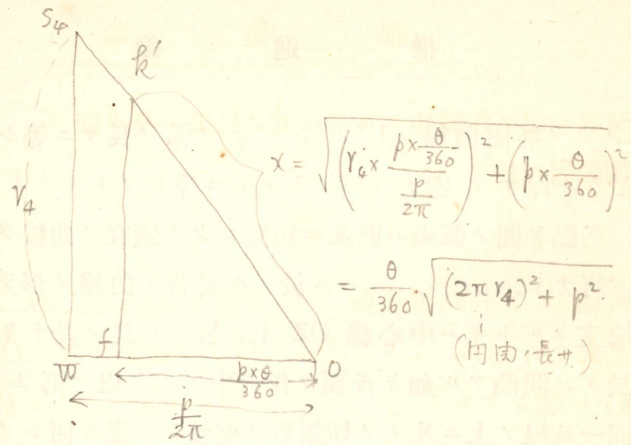
ナル様 W フトリ、垂直線 WU フ引キ $r_1r_1', r_2r_2', r_3r_3' \dots$ トノ交
點ヲ夫々 $s_1, s_2, s_3 \dots$ トシ之等ト O トヲ連結ス次ニ Of フ $\frac{\theta}{360} \times$
(節) = 等シクトリ fk' フ垂直ニ引キ Os_4 ト k' ニ於テ交ラシム
然レバ Ok' ハ展開曲線 $r_41''' 2''' \dots q$ ノ長サニ等シ、

fk' ト pp_2 トノ交點 p_2' ハ p_2 ニ相當スル側面圖上ノ點ナリ、
 fp_2' フ弦 pp_2 ノ半分ニ等シキ様 fk' 上ニ p_1' フ求ムレバ是 p_1 ニ
相當スル平面圖上ノ點ナリ、

先ヅ經驗ニヨリテ $r_41''' 2''' \dots 5'''$ ナル曲線ノ形狀ヲ想定ニ依
リテ畫キ p フ通ル水平線トノ交點ヲ q トシ曲線ニ沿ヒテノ長サ
ヲ測リ之ガ側面圖ノ Ok' ニ等シケレバ $r_41''' 2''' \dots 5'''$ フ展開線
ト定メ若シ其ノ長サニ誤差アラバ曲線ヲ引キ直シ誤差ノ極メテ
小ナル迄再三之ヲ試ムル方法ナリ、常ニ推進器ノ製圖ニ從事スル
熟練者ハ此ノ方法ニ依リテ簡便ニ正確ナル圖ヲ作製シ得ルナリ、

3. 翼切斷形、

斯クテ翼ノ表面(前進面)ニ關スル圖ヲ完成シタルヲ以テ次ニハ
其ノ背面並ニ $r_1, r_2, r_3 \dots$ フ通ル各劃線ニ對スル翼ノ切斷面ヲ畫
クベシ、其ノ方法ハ先ヅ側面圖ニ於テ與ヘラレタル鞍面ニ於ケル
翼ノ厚サ t ニヨリテ l 點ヲ定メ翼尖ニ於ケル厚サ t_1 ハ次例ノ如
クトリテ m 點ヲ定メ lm フ直線ニテ連結スベシ然ラバ lm ハ翼
ノ背面ニシテ $r_1'B'ml$ ハ翼ノ側面切斷ナリ、次ニ任意ノ劃線例ヘ
バ r_4 ニ對スル切斷形ヲ畫クニハ r_4 フ過リ jr_4k フ水平ニ引キ r_4k





$$x = \sqrt{\left(\gamma_4 \times \frac{p \times \frac{\theta}{360}}{\frac{p}{2\pi}}\right)^2 + \left(p \times \frac{\theta}{360}\right)^2}$$

$$= \frac{\theta}{360} \cdot \sqrt{(2\pi \gamma_4)^2 + p^2}$$

(均等長サ)

及ビ $r_4 j$ フ展開曲線 $r_4 1'' 2'' \dots q$ ノ弧ノ長サニ等シクトリ中心ニ於ケル厚サ t_4 即チ $r_4 h'$ フ $r_4 h$ ニ等シクトリテ h 點ヲ定メ、 j, h, k 三點ヲ圓ノ弧或ハ圓弧ニ類似シタル適宜ノ曲線ヲ以テ連結スレバ可ナリ、 r_1, r_2, r_3, \dots ニ於ケル翼背ノ曲線ノ形ヲ各區劃獨立ニ決定スルトキハ中心線 OZ 上ニ於テハ其ノ憂ナキモ他ノ線上ニ於テハ凹凸アル如キ背面ヲ作ル事アルヲ以テ第 23 圖ニ示ス如ク同一基線ノ上ニ凡テノ切斷形ヲ重疊シテ畫キ何レノ部分ニ於テモ凹凸ナキ様背面ノ形ヲ調整決定スルヲ要ス又背面ノ形ハ翼根ニ近キニ、三個ヲ正シキ圓弧ニテ畫キ其ノ他ハ圓弧ニ少シク變更ヲ加ヘタルモノヲ用フルヲ良シトス、

翼ノ中部ヨリ先方ノ端ハ次記ノ如キ圓弧ニヨリテ丸味ヲ附スルヲ普通トス、

	戦艦及ビ巡洋戦艦	輕巡洋艦及ビ驅逐艦
 翼尖ノ厚サ	13~15 耗	9~13 耗
翼尖ノ丸味ノ半徑	75 耗	60~75 耗
 背面翼端ノ丸味ノ半徑	300 耗	150~230 耗
翼根ノ丸味ノ半徑	150~180 耗	110~180 耗、

二七、節計測法、

節ノ計測法ハ場合ニ應ジテ種々ノ方法ヲ要スルモノナレドモ、次ニ一般ニ使用セラルル一法ヲ示ス、

節ヲ計測スルニハ、先ヅ次ノ三者ヲ知ルヲ要ス、即チ

- 一、 節ヲ計測セントスル位置ノ半徑、
- 二、 節ヲ計測セントスル二點ガ中心ニ於テナス角度、
- 三、 上述二點間ノ上下距離、

而シテ其ノ方法ハ第25圖ノ如キ装置ヲ用ユ、即チ圖ノ OA ハ軸ニ直角ニ取付ケラレ自由ニ廻動スル定規ニシテ、等距離ニ孔ヲ穿ツ、此ノ孔ニハ時ニテ目盛アル棒ヲ通シ、其ノ棒ハ又軸ニ平行ニシテ自由ニ動ク装置ナリ、故ニ定規ヲ動かセバ其ノ棒ハ軸ヲ中心トシタル圓弧ヲ翼面ニ畫クベシ、

定規ヨリ B 及ビ C 迄ノ距離ヲ計測シ、各其ノ長サヲ b, c トセバ $(c - b)$ ハ θ 角丈ケ動キシ時ノ差トナル、然ルニ B ガ一周セバ其ノ差ハ全節トナルニヨリ、次式ヲ得可シ、

$$360^\circ \text{ or } 2\pi : BC \text{ 間ノ角度 } (\theta) :: \text{節} : \text{節ノ分射 } (c - b)$$

$$\therefore \text{節} = \frac{2\pi}{\theta} \times (c - b)$$

[例題] 節計測ニ於テ $b = 80$ 耗, $c = 450$ 耗, $\theta = 30^\circ$ ナリ
シトセバ

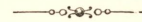
$$450 - 80 = 370 \text{ 耗}$$

$$\text{節} = 370 \times \frac{360}{30} = 4440 \text{ 耗} = 4.44 \text{ 米}$$

故ニ θ ガ 30° ノ場合ニハ $(c - b)$ ノ値ヲ直チニ呎ニテ表セバ節ヲ得可シ、

若シ節ガ Variable ノ場合ニモ同法ニ依リテ見出スコトヲ得可シ、即チ節ガ半径ノ方向カ、又軸ノ方向ニ變化アルニ從ツテ同一半径若クハ異リタル半径ニ於テ數箇所ヲ計測シ、其ノ平均ヲ求ムルニアリ、

附表、附圖目次



- 別表 一、 Coefficient and index of friction.
- 別表 二、 R. E. Froude's frictional constants for paraffin or smoothly painted surfaces in salt water.
- 別表 三、 Herr. B. Tideman's frictional constants for ships in salt water of 1.029 density.
- 別表 四、 推進器摘要、
- 別表 五、 舵角ノ機械回轉數ノ影響、
- 別表 六、 推進器翼材料、

-
- 第一圖、 摩擦抵抗測定試驗裝置、
 - 第二圖、 渦流抵抗 (其ノ一)、
 - 第三圖、 全 上 (其ノ二)、
 - 第四圖、 造波抵抗、
 - 第五圖、 剩餘抵抗、
 - 第六圖、 艦型試驗裝置、
 - 第七圖、 有効馬力、
 - 第八圖、 Thornycroft 噴射式推進裝置、
 - 第九圖、 羽打外車式推進器、
 - 第一〇圖、 螺旋及ビ翼、
 - 第一一圖、 螺旋推進器各部ノ名稱、

- 第一二圖、螺旋面、
- 第一三圖、Rake セザル翼、
- 第一四圖、Rake セル翼、
- 第一五圖、翼ノ形状、
- 第一六圖、Variable pitch.
- 第一七圖、推進器ノ失脚及ビ効率、
- 第一八圖、海深ト船體抵抗(其ノ一)、
- 第一九圖、全 上(其ノ二)、
- 第二〇圖、Griffith's 式改良別三翼推進器、
- 第二一圖、帝國軍艦「タルビン」式機械用推進器、
- (A) 扶桑及ビ山城、
- (B) 山城及ビ長門、
- (C) 天龍、龍田、球磨及ビ多摩、
- (D) 天津風級、檜級及ビ桃級豫備、
- (E) 江風及ビ谷風、
- 第二二圖、推進器ノ潰蝕、
- 第二三圖、Maximum compressive stress in screw propeller blade.
- 第二四圖、推進器畫法、
- 第二五圖、節計測法、

別表一

Coefficient and index of friction
(From W. Froude's Results)

Nature of Surface	Length of Surface							
	0.6 meter.		2.4 meter.		6 meter.		15 meter.	
	<i>n</i>	<i>f</i>	<i>n</i>	<i>f</i>	<i>n</i>	<i>f</i>	<i>n</i>	<i>f</i>
		4.8826		4.8826		4.8826		4.8826
Varnish . . .	2.00	0.117	1.85	0.112 ₂₁	1.85	0.104	1.83	0.097
Paraffin . . .	1.95	0.119	1.94	0.100	1.93	0.088	—	—
Tinfoil . . .	2.16	0.064	1.99	0.081	1.90	0.089	1.83	0.095
Calico . . .	1.93	0.281	1.92	0.206	1.89	0.184	1.87	0.170
Fine sand . . .	2.00	0.231	2.00	0.166	2.00	0.137	2.06	0.104
Medium sand	2.00	0.257	2.00	0.178	2.00	0.152	2.00	0.139
Coarse sand . . .	2.00	0.314	2.00	0.204	2.00	0.168	—	—

[註] $\frac{f}{4.8826} \neq 4.8826$ 英國式單位ヲ佛式單位ニ換算スルニ係數ナリ、別表三ニ於テモ全様ナリ、

別表二

航海軍・探用

R. E. Froude's frictional constants for paraffin or smoothly-painted surfaces in salt water

Length of vessel or model in meter.	Coefficient of friction.	Power according to which friction varies.	Length of vessel or model in meter.	Coefficient of friction.	Power according to which friction varies.
	$\frac{f}{4.8826}$	"		$\frac{f}{4.8826}$	"
2.4	·01197	1.825	24.4	·00933	1.825
2.7	·01177	"	27.4	·00928	"
3.0	·01161	"	30.5	·00923	"
3.7	·01131	"	36.6	·00916	"
4.3	·01106	"	42.7	·00911	"
4.9	·01086	"	48.8	·00907	"
5.5	·01069	"	54.9	·00904	"
6.1	·01055	"	61.0	·00902	"
7.6	·01029	"	76.2	·00897	"
9.1	·01010	"	91.4	·00892	"
10.7	·00993	"	106.7	·00889	"
12.2	·00981	"	121.9	·00886	"
13.7	·00971	"	137.2	·00883	"
15.2	·00963	"	152.4	·00880	"
18.3	·00950	"	182.9	·00877	"
21.3	·00940	"	213.4	·00874	"

別表三

米海軍採用ス。

Herr. B. Tideman's frictional constants for ships in
salt water of 1.029 density.

Length of Ship in Meter.	Iron Bottom		Copper or Zinc Sheathed			
	Clean and Well Painted.		Sheathing Smooth and in Good Condition.		Sheathing Rough and in Bad Condition.	
	$\frac{f}{4.8826}$	"	$\frac{f}{4.8826}$	"	$\frac{f}{4.8826}$	"
3.0	.01124	1.8530	.01000	1.9175	.01400	1.8700
6.1	.01057 ₇₅	1.8484 ₉₆	.00990	1.9000	.01350	1.8610
9.1	.01018	1.8440	.00903	1.8650	.01310	1.8530
12.2	.00998	1.8397	.00978	1.8400	.01275	1.8470
15.2	.00991	1.8357	.00976	1.8300	.01250	1.8430
30.5	.00970	1.8290	.00966	1.8270	.01200	"
45.7	.00957	"	.00953	"	.01183	"
61.0	.00944	"	.00943	"	.01170	"
76.2	.00933	"	.00936	"	.01160	"
91.4	.00923	"	.00930	"	.01152	"
106.7	.00916	"	.00927	"	.01145	"
121.9	.00910	"	.00926	"	.01140	"
137.2	.00906	"	"	"	.01137	"
152.4	.00904	"	"	"	.01136	"

長サ 150 米以上ハ曲線ヲ延長シ此等ノ係數ヲ見出スコトヲ得、

推 進 器 摘 要	艦艇名	軸馬力或ハ 實馬力	毎分回轉數	速力(節)	推進器ノ數	翼ノ數	直徑(米)	節(米)	盤面積 sq. m.	全展開面積 sq. m.	全投射面積 sq. m.
	長門 陸奥	80,000	230	26.5	4	3	4.191	4.410	13.80	8.45	7.43
	伊勢 日向	45,000	300	23	4	3	{ W 3.429 C 3.429	{ W 2.972 C 2.972	{ W 9.24 C 9.24	{ W 5.13 C 5.55	{ W 4.62 C 5.04
	山城	40,000	280	22.5	4	3	3.353	3.099	8.83	{ W 4.42 C 4.85	{ W 4.28 C 3.92
	扶桑	40,000	280	22.5	4	3	{ W 3.353 C 3.429	{ W 3.099 C 3.099	{ W 8.83 C 9.24	{ W 4.28 C 4.78	{ W 3.92 C 4.40
	攝津	25,000	250	20	2	3	3.454	3.150	12.97	6.85	6.33
	金剛	64,000	290	27.5	4	3	3.353	3.429	10.51	{ W 6.04 C 6.65	{ W 5.25 C 5.72
	榛名	64,000	290	27.5	4	3	{ W 3.658 C 3.734	{ W 3.429 C 3.505	{ W 10.51 C 11.88	{ W 6.04 C 7.32	{ W 5.48 C 6.55
	球磨 多摩	90,000	380	36.0	4	3	3.353	3.429	8.83	6.70	5.95
	天龍 龍田	51,000	400	36.0	3	3	3.048	3.137	7.30	5.08	4.50
	筑摩	22,000	340	26	2	3	3.200	2.819	8.04	4.95	4.52
	矢風	38,500	400	39	2	3	2.921	3.715	6.70	4.84	4.04
海風	20,010	670	32	3	3	{ W 1.880 C 1.829	1.753	{ W 2.77 C 2.08	{ W 2.22 C 2.09	{ W 1.97 C 1.90	
江風	34,000	400	37.5	2	3	2.896	3.683	6.59	4.84	3.96	
樺	9,500	390	30	3	3	{ W 1.981 C 1.981	{ W 2.794 C 2.845	{ W 3.32 C 3.08	{ W 1.66 C 1.65	{ W 1.32 C 1.31	

備考、馬力、毎分回轉數及ビ速力ハ計畫ノモノヲ示ス、

W ハ Wing propeller フ C ハ Centre propeller フ示ス、

別表五

舵角ト機械回轉數ノ影響

速力	舵角	艦	回轉方向	元回轉數	右機回轉	差	左機回轉	差	舵數ヲ取リタル化				
									右機	差	左機	差	
6	30°	面	春日	外回	30	25	-5	28	-2				
			磐手	内回	33	34	+1	28	-5				
"	"	取	外	30	27	-3	25	-5					
			内	34	29	-5	34	0					
10	10°	面	外	50	47	-3	49	-1	47	-3	51	+1	
			内	73	71	-2	66	-7	76	+3	71	-2	
"	"	取	外	50	50	0	48	-2	51	+1	47	-3	
			内	73	67	-6	72	-1	71	-2	76	+3	
"	15°	面	外	50	44	-6	46	-1	46	-4	51	+1	
			内	72	70	-2	64	-8	75	+3	69	-3	
"	"	取	外	50	48	-2	44	-6	50	0	47	-4	
			内	73	66	-7	71	-2	70	-3	76	+3	
"	20°	面	外	50	41	-9	47	-3					
			内	73	70	-3	63	-10	78	+5	70	+3	
"	"	取	外	50	47	-3	44	-6	52	+2	46	-4	
			内	73	64	-9	71	-2	67	-6	76	+3	
"	25°	面	外	50	47	-3	43	-7					
			内	73	70	-3	61	-12	78	+5	68	-5	
"	"	取	外	50	40	-10	48	-2	43	+7	50	0	
			内	73	61	-12	69	-4	70	-3	78	+5	
"	"	面	外	50	39	-11	41	-3	42	-8	52	+2	
			内	74	71	-3	61	-13	80	+6	70	-4	
"	"	取	外	50	48	-2	41	-9	50	0	43	-7	
			内	74	62	-22	72	-2	71	-3	81	+7	
12	15°	面	外	60	55	-5	60	0	56	-4	61	+1	
			内	88	84	-4	75	-13	90	+2	85	-3	
"	"	取	外	60	59	-1	55	-5					
			内	88	79	-9	85	-3	85	-3	90	+2	
"	20°	面	外	60	53	-7	58	-2	75	+5	61	+1	
			内	88	86	-2	75	-13	93	+5	85	-3	
"	"	取	春日	外回	60	59	-1	54	-6	62	+2	57	-3
			磐手	内回	88	74	-14	81	-7	78	-10	88	0

回轉數ノ計測法、

春日、操舵ヨリ十六點變換迄ノ間ノ回數總數ヲ平均ス、

磐手、操舵ヨリ十六點變換迄ヲ「モリナリー」氏回轉計ニヨリ其ノ各指示毎ニ記註平均セルモノ、

別表六

推進器翼材料

艦名	製造所	製造年月日	材質	重量	緊張力試験		
					最高緊張力	伸	
山風	左	三菱造船所	元-9-10	Stone bronze	T. Lbs. 1·0095	T. 33·88	% 24·46
	中央	”	”	”	1·0107	30·00	17·14
	右	”	”	”	1·0118	30·36	16·54
比叡	左内	横須賀工廠	元-10-20	「マンガ」青銅	7·2047	37·97弱	18·23弱
	左外	”	”	”	7·1048	37·40	16·41弱
	右内	”	”	”	7·1967	37·43弱	14·92強
	右外	”	”	”	7·0733	36·70	16·80
海風	左	”	元-12-27	”	2093	37·81	16·87
	中央	”	”	”	2028	37·04	16·80
	右	”	”	”	2127	37·03	16·21
山風	右	三菱造船所	元-12-10	Turbiston bronze	1·16	39·24	23·43
	中央	”	”	”	1·631	39·36	22·5
樺	左	横須賀工廠	3-10-23	「マンガ」青銅	1472	36·368	32·367
	右	”	3-10-21	”	1493	34·883	30·134
	中央	”	3-10-27	”	1465	35·143	27·901
山城	左内	”	4-10-1	”	5·1168	37·333	16·969
	右内	”	”	”	5·1166	38·53	23·44
	左外	”	”	”	4·2238	24·45	21·252
	右外	”	”	”	4·2216	38·714	15·856
霧島	”	4-9-18	”		42·8	17·19	
扶桑	”	3-2-15	”		38·4	17·19	
河内	”	元-8-10	”		38·4	17·19	
鞍馬	”	44-1-10	”		38·0	21·88	
薩摩	”	39-11-10	”		29·6	18·75	