

# THE SHIPBUILDING

# 船舶造船

第 19 卷 5 月 號

## 試 驗 水 槽 特 輯

▷ 目 次 ◁

國際船型試驗所長會議について.....山 縣 昌 夫...(146)

「座談會」試驗水槽をめぐりて .....山縣 昌夫・斯波孝四郎 (164)  
元良信太郎・山本 武藏

試 驗 水 槽 雜 錄 .....木 下 昌 雄...(177)

商 船 の 初 期 設 計 [1].....榊 原 鏡 止...(184)

木 船 船 匠 講 座 [3].....鈴 木 吹 太 郎...(190)

# 5



天 然 社 發 行

昭和五年十一月二十日  
第三種郵便物認可  
發行

昭和三十一年五月十二日  
印刷  
發行



# 國際船型試驗所長會議 について

山 縣 昌 夫

## 緒 言

E. Foerster 及び G. Kempf の兩博士の提唱により、ハムブルグ造船研究所が1932年5月18日及び19日にハムブルグにおいて開催した船舶推進流體力學會議 (Konferenz über hydro-mechanische Probleme des Schiffsantriebs) に附屬する晚餐會の席上、John de Meo 氏は船舶推進の部門における國際的技術協力の必要性を強調し、この會議に出席のため各國から參集してゐた船型試驗所關係者などの心からなる賛同を得た。そこでワーゲニンゲン所在のオランダ造船試驗所長 L. Troost 氏が世界各地の船型試驗所の首腦者及び關係學者に招請狀を發し、1933年7月13日及び14日にヘイグにおいて第1回の國際船型試驗所長會議 (International Conference of Tank Superintendents) を開催して、これが實現を圖ることになつた。その後この會議は第2回を1934年にロンドンにおいて、第3回を1935年にパリにおいて、また第4回を1937年にベルリンにおいて開催し、各試驗水槽の協力により船舶推進關係の科學技術の進歩發達に多大の貢獻をなし、つゞいて1939年には第5回會議をローマにおいて開催する豫定で、主催者のローマ國立船型試驗所は勿論のこと、各船型試驗所も着々準備中であつたが、國際情勢の緊迫化、さらに第2次世界大戰の勃發によりその開催が不可能となり、現在にいたるまで中絶の状態となつてゐる。

國際船型試驗所長會議において論議検討された題目は試驗水槽に直接關聯する事項のみでなく、筆者のいはゆる船型學の諸問題を取扱ひ、従つてその研究結果は一般造船科學技術者に極めて有益のものと考えられるが、會議の本質上招請を受けてこれに参加出席するものは主として試驗水槽關係者に限定され、しかも會議の報告書は多く限定出版として關係者のみに配布され、一般の人々の入手が困難な實情にあり、非公開といつても差しつかへないのは甚だ残念である。現にヘーグ、パリなどの會議の報告書は恐くわが國に數部しか存在しないのではないか

と想像される。筆者は船舶試驗所に勤務してゐた關係上、第1回から引續きこの會議に直接關係し、第2回のロンドン會議には船舶試驗所を代表して出席するなど、密接な連絡を保つて來た。

昨年今次大戰が樞軸國側の慘敗により終焉をつけ、全世界に平和が訪れたので、國際船型試驗所長會議も近い將來に再開されるものと期待され、やがてはわが國の船型試驗所もこれに參加し、その代表を派遣するにいたるのではないかと豫想されるので、この機會にすでに行はれた4回の會議の結果の大様なりとも取纏め報告することは決して無意義ではないと信ずる。もつともこれら會議の報告書は極めて浩瀚なもので、その概要さへもこゝに紹介しつくすことは全く不可能のことに屬するので、報告書の題名を掲げ、詳細はすべてその各々に譲りたい。すなはち第1回ヘイグ會議の報告書は“International Conference of Tank Superintendents, the Hague, July 13th and 14th, 1933, Nederlandsch Scheepsbouwkundig Proefstation, Wageningen (Holland)”, 第2回ロンドン會議の報告書は“Summer Meetings of the Seventy-Fifth Session and International Conference of Experiment Tank Work of the Institution of Naval Architects, London, July 10 to 13, 1934, Transactions of the Institution of Naval Architects, 1934”, 第3回パリ會議の報告書は“Congrès International des Directeurs de Bassins, Paris—Octobre 1935, Bassin d'Essai des Carènes de Paris, Imprimerie Nationale, 1935”, また第4回ベルリン會議の報告書は“Internationale Tagung der Leiter der Schleppversuchsanstalten, Berlin, 26.—28. Mai 1937, Mitteilungen der Preussischen Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin, Heft 32, 1937”である。

## I. 第1回船型試驗所長會議

國際船型試驗所長會議の第1回は前記の通り



オランダ造船試験所 (Nederlandsch Scheepsbouwkundig Proefstation) が同所維持協會の支援を得て 1933 年 7 月 13 日及び 14 日の兩日に互りヘイグの王立技術者學會 (Koninklijk Instituut van Ingenieurs) の講堂において E. Vossnack 教授司會のもとに非公開の形式をもつて開催された。この會議に招請されて出席した各國代表は T. B. Abell 教授 (リバプール大學), J. F. Allan (ダムバートン水槽), G. S. Baker (William Froude 試験所), E. G. Barrillon 教授 (パリ水槽), J. M. Burgers 教授 (デルフト大學), W. v. Beelen (ワーゲニンゲン水槽), E. Castagneto (ローマ水槽), A. van Driel (王立技術者學會, ボールブルグ), F. Gebers 博士 (ウィーン水槽), F. Horn 教授 (ベルリン高等工業學校), Herbert S. Howard (ワシントン水槽), N. Kal 教授 (デルフト大學), G. Kempf 博士 (ハムブルグ水槽), M. Legendre (パリ水槽), W. P. A. van Lammeren (ワーゲニンゲン水槽), John de Meo 博士 (ロンドン), H. R. Mörch 教授 (トロンゼム大學), H. Munday (セント・アルバンス水槽), 中村小四郎 (日本海軍), A. W. Riddle (William Froude 試験所), L. Troost (ワーゲニンゲン水槽), E. Vossnack (デルフト大學), H. M. Weitbrecht 博士 (ベルリン水槽) の 23 名であつた。

會議は John de Meo 博士の「第 1 回國際船型試験所會議 (First International Congress of Tank Experimenters)」と題する開會の辭に始まり、豫めオランダ造船試験所において用意され、各試験所などに通知して回答を求められてゐたつぎの 5 種の議題の審議に入つた。

議題 a. 自航模型船、すなはち Froude による摩擦修正を施すか、あるひは施さぬ自航模型船の實驗方法に関する討議。一般に知られてゐる通り、大陸の諸水槽は Froude の摩擦修正式を使用して豫め張力修正値を算定し、これを模型船自體に加へて自航試験を行つてゐるが、英語を常用する國々の水槽は模型船の自航點に軸馬力の推定の基礎を置いてゐる。

議題 b. 模型の周圍に起る層流を防止する標準方法に関する討議。

議題 c. Froude 法による表面摩擦を標準水

温に對して修正するに使用すべき一般公式の決定。

議題 d. 標準公式の採用。例へば抵抗曲線を表現する場合に  $R/3\rho V^2 A$  (但し  $R$ =全抵抗) を使用するなどのごときもの。

議題 e. 標準記號及び常數の決定に関する討議。

これらの議題に對して回答を提出し、各自の常用方法を説明するとともに種々の有益な意見を開陳した試験所は William Froude 試験所、ハムブルグ造船研究所、ベルリン水槽、パリ水槽、ローマ國立水槽、海軍技術研究所、船舶試験所、Denny 水槽などであり、この外 Holm 教授、獨逸造船協會 (Schiffbautechnische Gesellschaft), Mörch 教授, Abell 教授, Barrillon 教授, E. V. Telfer 博士なども貴重な資料乃至は論文を寄せて議案の審査決定に貢獻してゐる。殊に主催者たるオランダ造船試験所より W. van Beelen 及び L. Troost の名をもつて提出された「水槽試験における協力についての考察及び提案 (Remarks and Proposals on the Co-ordination in Tankworks)」と題する論文は模型船及び推進器の試験法、試験成績の表現法、Froude の計算法、使用記號などの詳細に関する諸問題を取扱つてをり、本會議の決議は主としてこれを基礎として得られた。なほこの決議をさらに検討調査して完全なものにするために、會議は G. S. Baker (デディントン), E. G. Barrillon (パリ), G. Kempf (ハムブルグ), L. Troost (ワーゲニンゲン) の 4 名を指名して、4 人委員會なる常置委員會を組織した。

世界各地に散在する船型試験水槽間の技術的協力を目途として開催された本國際會議は十二分の成果を收め、つぎに掲げるやうな 10 項目からなる決議を得た。なほこの決議は前記の論文を基礎としてゐる關係上、この論文の 1 部分及び圖表などを轉載することなく、そのまま引用してゐるが、本文においてはこの長論文の紹介が紙面の都合から許されず、これを省略してゐるので、便宜上筆者は關係圖表を決議中に掲載するとともに、附録としてその第 II 章の全文を轉載することにした。

#### 決議

ワーゲニンゲン所在のオランダ造船試験所か



ら提出された論文「水槽試験における協力についての考察及び提案」を基礎としてつぎの決議が採擇された。

1. 本決議はすべての科學的模型試験の實施及び公表方法に關するものである。

2. 本決議は 1934 年に開催される豫定の次回會議まで有効である。

3. 模型船の寸法及び仕上について

(a) 模型船の寸法は亂れ境界層が船體の長さの大部分に互つて形成されることを確保するに十分なるものであることを必要とし、従つて船首部に電線を捲附けたり、あるひは局部的に表面を粗くしたりする必要はない。この問題に關聯して 4 人委員會が種々の場合に對する最小レイノルズ數を決定することになつた。

(b) すべてのパラフィン製模型船はいかなる場合においても合理的滑面に仕上げるためにその表面に避けがたいすべての小孔を埋める必要がある。

4. 長さ及び浸水表面積の決定について

(a) 巡洋艦型船尾をもつ船に對しては水線における船體の長さを、また高い船尾をもつ船に對しては船柱の後面までの長さを採用すべきである。

(b) 各代表は浸水表面積に對して平均胴周と

長さとの積を採用することに意見が一致した。

5. 物理的常數

4 人委員會は淡水の動粘性に對して Lyle 及び Hosking の表を採用することを決定した。すなはち

水・温 (°C)	0	10	15	20	30
淡水の動粘性係數 (cm <sup>2</sup> /sec × 10 <sup>6</sup> )	1.794	1.309	1.144	1.011	0.806

6. Froude の計算法

各代表は R. E. Froude の摩擦公式を使用した Froude の計算法を採用することに意見が一致した。摩擦係數の正確な數値は 4 人委員會が原係數を再置點して決定することになつた。

4 人委員會はワーゲンゲン水槽からの提案、すなはちすべての模型試験成績は 1°C につき摩擦抵抗の 0.43%、すなはち 1°F につき 0.24% の割合をもつて修正を施し、15°C = 59°F の標準温度に換算されなければならない (海上試運転においては海水の温度の變化に對し修正を必要としない) といふ提案を採擇した。

7. 模型船試験成績の表現について

(a) 各代表は模型船の諸寸法などをワーゲンゲン論文の Plate I 及び II に示された形式によつて表現することに意見が一致した。

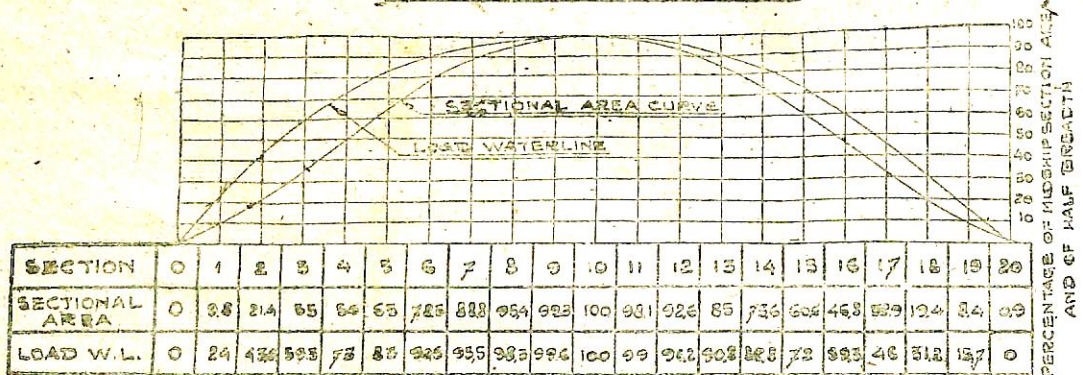
(b) 一般の原則として各代表は模型船單獨航

NON-DIMENSIONAL CHARACTERISTICS

$$\frac{L}{B} = \text{---} \quad \frac{B}{D} = \text{---} \quad \frac{L}{V^{1/2}} = \text{---}$$

$$\frac{S}{L^2} = \text{---} \quad p = \text{---}$$

SECTIONAL AREA CURVE AND LOAD WATERLINE.

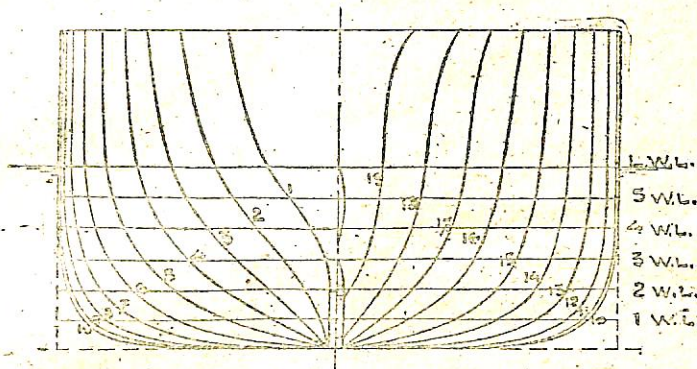


PARALLEL MIDDLEBODY FROM --- % TILL --- % OF L FROM ORIGINATE O.  
CENTRE OF BUOYANCY --- % OF L FROM ORIGINATE O.

Plate I



### BODY-PLAN



WATERLINE	1	2	3	4	5	6
SECTION 2	5.9	11.5	19	28.7	37	43.8
SECTION 4	22.7	40	52.6	62.2	68	71.6
SECTION 6	56.8	73	81.8	86.8	89	92
SECTION 10	99	96.2	99	100	100	100
SECTION 14	57.2	70.6	76	79.4	81.4	82.3
SECTION 16	25.8	40.6	48.7	53.7	56.8	58.5
SECTION 18	8	15.9	21.6	26.3	29.3	31

### CONTOURS OF BOW AND STERN WITH WATERLINES

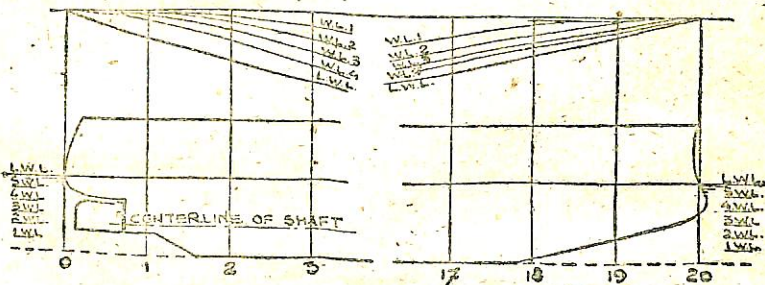


Plate II

走の抵抗測定試験成績を、Plate III に提案されてあるやうな1箇もしくは2箇以上の常数の形に換算し、これをやはり同圖中に提案されてあるやうな常数、もしくは他の形の常数の基線上に圖示し、しかもこの圖中に模型船の長さ及び水温を記入して表現することに賛成した。

レイノルズ数が4人委員会によつて決定される最小値より小さい場合には抵抗曲線を點線で表すべきことが勸告された。

### 8. 螺旋推進器試験成績の公表について

各代表はすべての科學的研究に對する公表の方法としてワーゲンゲン論文の第II章全部(附録参照のこと)を採擇した。

各代表は展開面積 (developed area) の代りに、Plate IV の中央部に示されてあるやうに轂線の外側を採つた展開面積 (expanded area) を使用することに意見が一致した。

### 9. 記號及び術語

係數及び記號を定義するため術語の決定が4人委員会に委託された。

10. 今後試験成績を公表する場合にはそれが1933年のヘイグ會議において制定された原則に合致してある旨を記載すればそれで十分である。

1933年7月14日

### (附録) 「水槽試験における協力についての考察及び提案」の第II章 螺旋推進器試験の公表

一定直徑の推進器の作用に影響を及ぼす主要な形状因子はつぎのやうなものである。

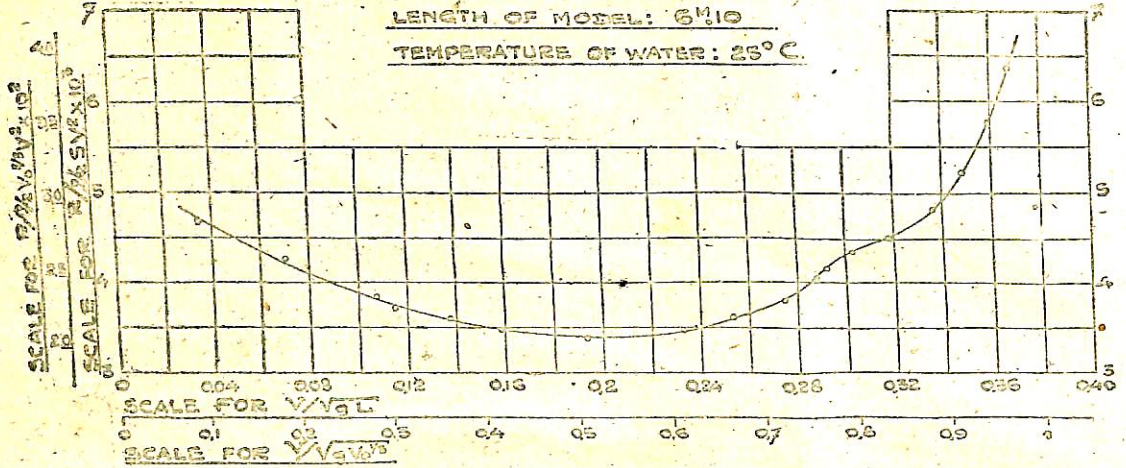
1. 翼數
  2. 翼の輪廓
  3. 截面の型式
  4. 種々の截面における正面螺距
  5. 轂の形状
  6. 後向き傾斜
- 從つて推進器はつぎに掲げるものによつて定義され得る。
1. つぎの諸無次元値
    - 翼數
    - 最大翼幅比



RESULT OF RESISTANCE TEST

LENGTH OF MODEL: 6M10

TEMPERATURE OF WATER: 25° C.



$\frac{V}{V_{GL}}$	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38
$\frac{P}{\rho V^2 V_{GL}^2}$	4.65	4.4	4.09	3.80	3.70	3.56	3.43	3.40	3.38	3.40	3.49	3.66	3.90	4.32	4.55	4.92	5.61	
$\frac{P}{\rho V^2} \cdot 10^6$	2.19	3.27	4.80	5.43	6.54	7.65	8.72	9.81	10.90	11.99	13.08	14.17	15.26	16.35	17.44	18.55	19.62	20.71

Plate III

GENERAL PLAN OF SCREW PROPELLER

CHARACTERISTICS: NUMBER OF BLADES = 4 - B.W.B. = 0.24  
 S.T.R. = 0.03 -  $V_D$  = VARIABLE -  $\frac{d}{D}$  = 0.168

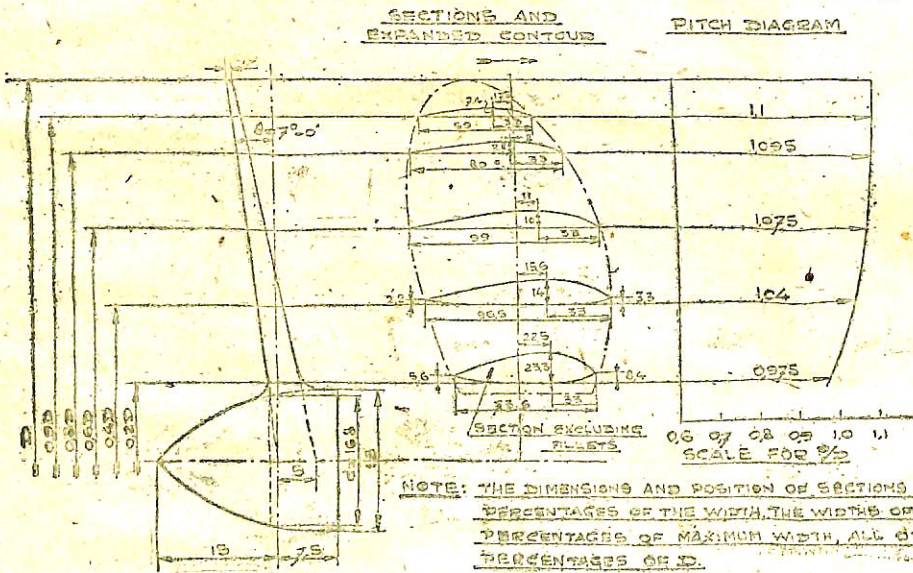


Plate IV

- 翼厚比
- 正面螺距比
- 轂直徑比
- 後向き傾斜角
- 2. つぎの諸圖面 (Plate IV 参照)

展開外形 (expanded outline) 及び種々の翼剖面  
 螺距が一定でない場合には螺距圖  
 後向き傾斜角, 翼剖面の最大厚及び翼先端の厚さを示す翼線を記載した轂の形状



### 一般的考察

推進器は、轂の形状、翼線の位置（後向き傾斜）、截面の形状、翼線に對する截面の位置、これらの截面の正面螺距及び翼數によつてその構造が定義される。

展開面積 (developed area) は比較の目的に對してのみ使用され、なんら基礎的價値がない。

展開面積 (developed area) を使用する代りに展開面積 (expanded area) を採用すればそれで十分である。これは前者と殆ど差がなく、しかも翼面積を展開 (develop) する種々の方法よりは正確に定義されるものである。展開輪廓 (expanded contour) は截面によつて直接形成され、なんら特別の展開 (development) を必要としない。

Telfer が「推進器試験成績の表現法 (The Presentation of Propeller Experiment Data)」(Trans. N. E. C. I. E. S., 1924 年 5 月) と題する論文において指摘してゐるやうに、相似翼外形を比較するためには最大翼幅比  $B/D$  を使用するのが實用的である。

他の種々の半徑における幅が既知である場合に、この變數を使用すれば推進器の設計が簡単になる。

従つてすでに行つた試験の成績と比較する目的で、翼の大きさを示し、また翼面積關係比 (平均翼幅比及び翼面積比) を與へるのに、この變數を採用することが望ましい。

### 截面

截面は  $D$  の 20, 40, 60, 80 及び 90% の箇所において採られる。截面の幅は最大幅の 100 分率として示される。翼線に對する截面の位置は各翼の幅の 100 分率として與へられ、また同心圓筒上において測られるべき半徑方向の厚さも同様である。

軸にまで延長しての最大翼厚は軸上において測定さるべきで、正面に直角をなす方向において測定してはならない。

最大翼厚の位置は幅の 100 分率として與へられ、また截面の他の寸法も同様である (Plate IV 参照)。

轂の直徑は Plate IV 中に示すやうに決定されることが望ましい。

### 試験成績の表現

次元的解析によつて Telfer は高度に磨かれた相似推進器の推力を表はすつぎの式を求めた。

$$\frac{T}{\rho n^2 D^4} = f\left(\frac{V}{nD}, \frac{VD}{\nu}, \frac{h}{\rho V^2}\right)$$

$h$  = 静水壓

彼れは「 $V/nD$  が一定の場合に相似推進器の推力は回轉數の 2 乗により、またその直徑の 4 乗に比例して變化するといふ Froude の推進器法則は今なほ模型試験の基礎となつてゐる最良の經驗的關係である」といふ結論を得た。

$VD/\nu$  によつて表はされる粘性の影響は、幾何學的相似の推進器を相異なる水温及び  $V/nD$  の同一値に對する相異なる速度において試験して研究することが出来る。

この影響を除去するために Kempf 博士はつぎの値を公表した。すなはち

$$\frac{F_a/F}{z} \frac{nD^2}{\nu} > 60,000$$

$F$  = 圓盤面積,  $F_a$  = 展開面積 (developed area),  
 $z$  = 翼數

$h/\rho V^2$  によつて表はされる静壓の影響は空潤試験水槽において研究することが出来る。

水面下深く沈められ、しかも回轉數が低い模型及び實物推進器に對してこの項の影響はあつたかである。何故なればこれらの兩場合とも翼の背面及び正面における絶対壓が水蒸氣のものより十分に高いからである。

静壓及び粘性の影響は常に存在するから、試験を行ふごとに推進器の水面に對する位置、及び試験が速度を一定にして行はれたか、あるひは回轉を一定にして行はれたかによつて  $VD/\nu$  もしくは  $nD^2/\nu$  の値を明瞭にしてをくことは有益である。

このやうなわけで、試験水槽中にはすでに採用してゐるものもあるやうに、試験成績を  $\frac{T}{\rho n^2 D^4}$ ,  $\frac{Q}{\rho n^2 D^5}$  及び推進器效率  $\eta = \left(\frac{T}{\rho n^2 D^4} \cdot \frac{Q}{\rho n^2 D^5}\right) \frac{V}{2\pi n D}$  の形で  $\frac{V}{nD}$  の基線上に置點することが出来る (Plate V 参照)。

模型船の試験成績の場合と同様に、原置點の讀みを示す長を附加するのがよい。

この外に使用されてゐる基線はつぎのものである。すなはち



RESULT OF PROPELLER TEST

$D = \dots$   $V.D = \dots$  OR  $\frac{nD}{V} = \dots$   
 DISTANCE FROM CENTRE OF SHAFT TO THE WATER SURFACE = M

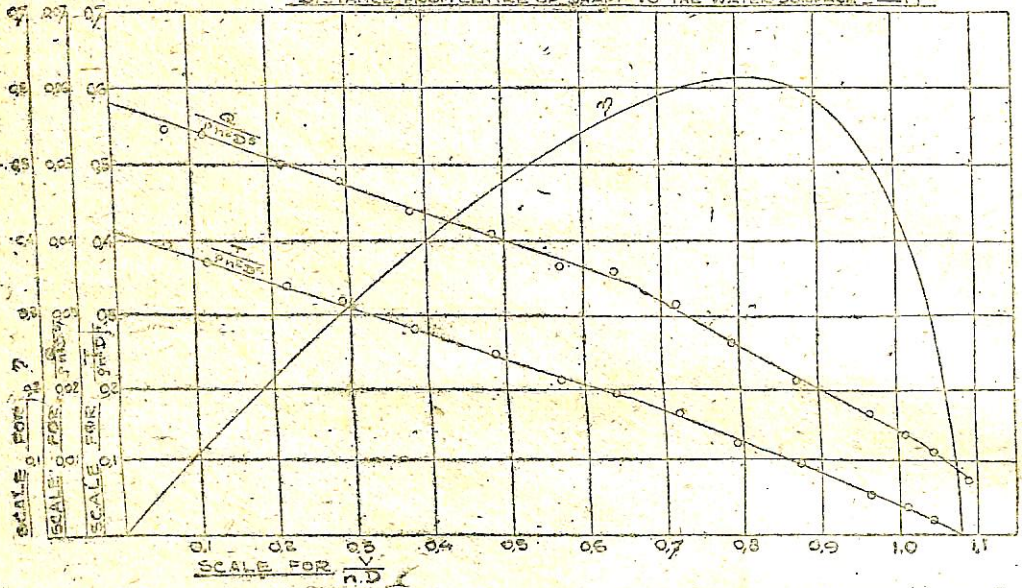


Plate V

1. 失脚比  $s$

2.  $\frac{nD}{V}$

失脚比は螺距によつて變化するからその使用が好ましくない。螺距には有効螺距、正面螺距など種々の種類があるが、この問題を離れても、螺距は縦面ごとに變化し得るものである。  
 $nD/V$  は  $V$  が 0 の場合に無限大となる不便がある。これは停止牽引状態に對應するものである。

推力及び回轉力率を表現するのにつぎの値が使用されてゐる。すなはち

1. Schaffran 及びワーゲニンゲン水槽による  $\frac{T}{n^2 D^5 P^2}$  及び  $\frac{Q}{n^2 D^5 P^3}$
2. William Froude 國立水槽による  $\frac{T}{D^5 V^2}$  及び  $\frac{Q}{D^5 V^2}$

これらの係数は、その分母に  $\rho$  が省略されてゐるから、測定の単位によつて數値が變化する。なほ前者は失脚比と同一の不便をもち、また後者は停止牽引状態において無限大となる缺點がある。

Barrillon 氏によつて提唱されてゐる  $Q/\rho n^2 D^5$  を  $T/\rho n^2 D^4$  の基線上に置點する方法は比較の目的には好都合であるが、一般的表現法として

は實用的でない。

II. 第2回船型試験所長會議

第2回國際船型試験所長會議はイギリス造船學會 (Institution of Naval Architects) が主催して、その夏季大會と合同の形式で、1934年7月10日から13日までの4日間に互りロンドン及びその近郊において開催された。この會議に招請を受けて出席した各國代表はオーストリアから F. Gebers 博士 (ウィーン水槽)、フランスから E. G. Barrillon 教授 (パリ水槽)、H. J. Guntzberger, Emmanuel Rousseau, G. Bourges, ドイツから G. Kempf 博士 (ハムブルグ水槽)、H. Lerbs (ハムブルグ水槽)、H. M. Weitbrecht 博士 (ベルリン水槽)、E. Foerster 博士, F. Horn 教授 (ベルリン高等工業學校)、オランダから L. Troost (ワーゲニンゲン水槽)、van Haersolte 男爵、イタリーから G. Rota 大將 (ローマ水槽)、G. N. Figari (イタリー海軍)、Renato de Santis 博士 (ローマ水槽)、E. Castagneto 博士 (ローマ水槽)、日本から平賀謙教授 (東京帝國大學)、飯河品 (日本海軍)、山縣昌夫 (船體試驗所)、ノルウェーから H. R. Mörch (トロンゼム大學)、スペインから D. N. de Ochoa (マドリッド水槽)、Carlos



Lago (マドリッド水槽), スウェーデンから H. F. Nordström (ストックホルム水槽), アメリカ合衆國から C. O. Kell (アメリカ海軍), H. S. Howard (アメリカ海軍), また地元のイギリスからは M. P. Payne (ハスラー水槽), G. S. Baker (William Froude 試験所), J. L. Kent (William Froude 試験所), J. M. McNeill (クライドバンク水槽), J. F. Allan (ダムバートン水槽), H. J. Munday (セント・アルバンス水槽) の總計 31 名であり, この外同學會々員その他が多數参加し, 盛況を極めた。

この會議においては前回の會議と異り議案を公式に審議することなく, 豫め各國の船型試験所, 關連學者などに提出を求めた船型學關係の合計 14 の論文が講演會の形式で發表され, これとともに見學視察などが學會の普通の大會の慣例に従つて行はれた。會議の日程はつぎの通りである。

7月10日

(午前) 講演會 (王立藝術協會講堂において)

會長演説 Stonehaven 卿

各代表へ水槽試験の開拓者である William Froude の肖像の贈呈

論文 1. William Froude, Westcott S. Abell 卿 (ダーハム大學)

論文 2. 形狀の摩擦抵抗に及ぼす影響 (Influence of Form on Frictional Resistance), G. Rota 大將 (ローマ水槽)

論文 3. 模型試験成績表現用語について (Some Notes on the Nomenclature Suitable for the Presentation of Model Data), T. B. Abell 教授 (リバプール大學)

(午後) タイムス河を下航してロンドン船渠港の視察

(夕) 政府招宴 (ランキャスター・ハウスにおいて)

7月11日

(午前) 講演會 (王立藝術協會講堂において)

論文 4. 長板及び船の抵抗に関する實驗的研究 (Experimental Investigations on the Resistance of Long Planks and Ships), 平賀肇教授 (東京帝國大學)

論文 5. 粘性が水面附近において作動してゐ

る推進器の推力及び回轉力率に及ぼす影響 (The Influence of Viscosity on Thrust and Torque of a Propeller Working near the Surface), G. Kempf 博士 (ハムブルグ水槽)

論文 6. 表面摩擦修正 (Skin Friction Correction), L. Bairstow 教授 (ロンドン大學)

論文 7. 螺旋推進器の設計, 特に單螺旋船用のものについて (The Design of Screw Propellers, with Special Reference to the Single-Screw Ships), G. S. Baker (William Froude 試験所)

論文 8. 推進器空洞現象の研究 Propeller Cavitation Studies, C. O. Kell (ワシントン水槽)

論文 9. 傾斜, 深度及び寸法が單獨推進器に及ぼす影響 (The Effect of Inclination, Immersion, and Scale on Propellers in Open Water), Renato de Santis 博士 (ローマ水槽)

(午後) グリーニッチ所在王立海軍兵學校視察  
(夕) 晚餐會 (グロスブナー・ハウス・ホテルにおいて)

7月12日

(午前) 講演會 (王立藝術協會講堂において)

論文 10. 船體後部形狀及び推進器回轉數が單螺旋船の推進經濟に及ぼす合同影響の模型試験 (Model Experiments of the Combined Effect of Aft-Body Forms and Propeller Revolutions upon the Propulsive Economy of Single-Screw Ships);

山縣昌夫 (船舶試験所)

論文 11. 水槽試験成績に關する船舶性能 (Ship Performance in Relation to Tank Results), M. P. Payne (ハスラー水槽)

論文 12. 波浪中における船體横動搖の2重系の理論について (On the Theory of Double Systems of Rolling of Ships among Waves), E. G. Batrillon 教授 (パリ水槽)

論文 13. 波形及び造波抵抗 (Wave Patterns and Wave Resistance), T. H. Havelock 教授 (ダーハム大學)

論文 14. 2箇の同軸反轉螺旋を裝備する練習



船 Cristoforo Colombo 號の試運轉  
(Trials of the Training Ship "Cristoforo Colombo" with Two Co-axial Contrary-Turning Screws), F. Rotundi (イタリー海軍)

(午後 国立物理研究所 (デヴィントン), William Froude 試験水槽などの視察)。

(夕) 晩餐舞踏會 (ドーチェスター・ホテルにおいて)

7月13日

サザムプトン及びカエスへ終日視察旅行

J. Samuel White 會社工場視察

本會議において發表された論文はすべてイギリス造船學會の會報に討論の速記などとともに蒐録され公刊されてゐるので、こゝになんら説明を加へる必要を認めないが、その後同學會は平賀教授の論文に對し最優秀のものとしてその最高名譽章である金牌を贈呈したことを附加して置く。

なほ本會議中 4 人委員會を開催してヘイグにおける第 1 回會議の採擇した決議がそのまま次の回のパリにおける第 3 回會議まで有效である旨を決定した。

### III. 第 3 回船型試験所長會議

第 3 回國際船型試験所長會議はパリ試験水槽 (Bassin d'Essai des Carènes de Paris) が主催して、1935 年 10 月 2 日から 4 日までの 3 日間に互り同水槽内において開催された。本會議に出席した各國代表はドイツから G. Kempf 博士 (ハムブルグ水槽), H. Lerbs (ハムブルグ水槽), H. M. Weitbrecht 博士 (ベルリン水槽), F. Horn 教授 (ベルリン高等工業學校), イギリスから G. S. Baker (William Froude 試験所), A. W. Riddle (William Froude 試験所), J. F. Allan (ダムバートン水槽), M. P. Payne (ハスラー水槽), スペインから Acevedo (マドリッド水槽), イタリーから Rabbeno (イタリー海軍), E. Castagneto 博士 (ローマ水槽), オランダから L. Troost (ワーゲンゲン水槽), 日本から研野作一 (船舶試験所), 松山武秀 (日本海軍), アメリカ合衆國から Furer (アメリカ海軍), また地元のフランスからは E. G. Barrillon 教授 (パリ水槽), Le Besnerais, Pelabon,

Guntzberger の 19 名で、この外缺席代表は Wigley (William Froude 試験所), Accame (スペチア水槽), 山縣昌夫 (船舶試験所) の 3 名である。

會議の開催にさきだち Barrillon 教授は 4 人委員會の同意を得て各船型試験所に對し會議において審議される豫定のつぎの議題を送附し、これに對し豫め意見の申出、資料の提出などを求めた。すなはち

1. ヘイグ及びロンドン會議において採擇された決議の有効期限の延長もしくは修正提案に關する審議
2. 既決定の議題に對する報告書の審議 (各船型試験所より申出の意見、提出の資料などを綜合參酌して報告者は報告書を作成し、これを會議に提出して審議する)
  - a. 實船の曳引抵抗の測定 (報告者 Baker)
  - b. 人工的局部的阻面をもつ模型船についての試験 (報告者 Kempf)
  - c. 空洞現象の問題の現状 (報告者 Lerbs)
  - d. 模型船の試験成績と蒸氣推進船, デーゼル推進船及び雷氣推進船の 3 種の場合における海上試験成績との比較 (報告者 Troost)
3. 新規提案の審議 (つぎに掲げる 3 提案について詳細な説明を與へ、各々の提案に對して數項目の質問が各試験所に發せられ、その回答が會議に一括提出されて審議される)
  - e. 伴流の實驗的定義もしくは推進器前進速度  $V_e$  の決定
  - f. 推進器單獨試験における寸法影響
  - g. 實船の海上試験に必要な計器
 議題 1 に對しては William Froude 試験所より 4 人委員會の決定事項が、同試験所, Payne, 松山より摩擦抵抗についての意見が、Troost より淡水及び海水の動粘性係數表並びに R. E. Froude の摩擦係數表が、また Castagneto, Barrillon よりその他の意見が提出された。  
 議題 2a に對しては Allan, Payne, 松山より種々の意見が提出された。  
 議題 2b に對しては Allan, Payne, Acevedo, Castagneto より意見の開陳があり、報告者 Kempf はこれらを參照するとともに、さらにセント・アルバンス, ダムバートン, ハスラ



一、ベルリン、ハムブルグ、パリ、ローマ、船舶試験所、ワーゲンゲン、ウィーン、William Froude 試験所の 11 試験水槽において行はれた極めて多数の試験結果を整理綜合して、「人工的粗面の影響 (Einfluss der Aufrauung)」と題する報告書を作成提出した。

議題 2c に対しては Allan 及び Castagneto より回答があり、報告者 Lerbs は「空洞現象研究の現状 (Der Augenblickliche Stand der Kavitationsforschung)」と題する長文の報告書を提出し、さらにこれに對し Wigley より意見の開陳があつた。

議題 2d に対しては Allan, Castagneto 及び Rabbeno より回答があり、報告者 Troost は「機型船自航試験及びその海上試運転との比較 (Trials with Internally Propelled Models and their Comparison with Sea Trials)」と題する長文の報告書を提出した。

議題 3e に対しては Horn, Kempf, Weitbrecht, Allan, Payne, Accame より質問の回答があり、また Horn より「伴流の實驗的決定 (Versuchsmässige Bestimmung des Mitstroms)」, Kempf より「船用推進器における前進速度及び伴流の決定方法 (Methode zur Bestimmung der Eintrittsgeschwindigkeit und des Mitstroms bei Schiffsschrauben)」, 松山より「伴流の問題について (About the Problem of Wake)」, 山縣より「伴流の實驗的決定 (Experimental Determination of Wake)」と題する研究論文の提出があり、これらを参照して Barrillon は「伴流の實驗的決定 (Définition Expérimentale du Sillage)」と題する極めて長文の報告書を作成提出した。この報告書に對し Troost, Horn, Payne 及び William Froude 試験所は各々意見書を發表した。

議題 3f に対しては Horn, Kempf, Allan, Payne, Acevedo, Accame, 松山, 山縣, Weitbrecht がそれぞれ回答を寄せた。

議題 3g に対しては Horn, Kempf, Allan, Accame, 山縣より回答があり、また研野は「光學的振計 (Optical Torsionmeter)」と題する論文を提出した。

會議第 1 日の 10 月 2 日の午前には議題 2a 及び 2b が、午後には 2c 及び 2d が検討審議され、

3 日の午前には議題 3e 及び 3f、午後には 3g が検討審議されるとともに、Allan 氏の「船用推進器設計における翼素理論の位置 (Position of the Blade Element Theory in Marine Propeller Design)」及び「舵及び操舵力の計算及び推定 (Calculation and Prediction of Rudder and Steering Forces)」と題する講演があり、この兩問題を次回會議における議題とすることに決定し、さらに最終日の 4 日には議題 1 乃至 3g に関する本會議の決議が行はれた。

この決議はその性質上さきに掲げたヘイグ會議の決議と重複してゐる點も尠くないが、つきにその全文を紹介する。

#### パリ會議の決議

(1935 年 10 月)

I. 本決議はすべての科學的機型試験の實施及び公表方法に關するものである。

今後試験成績を公表する場合にはそれが 1935 年のパリ會議において制定された法則に合致してゐる旨を記載すればそれで十分である。

II. 本決議は次回會議まで有效である。

III. 技術書中において公表される多くの論文、特に螺旋推進器に關する多くの論文は圖面の寸法が小さ過ぎてこれを全く無効のものとしてしまふことがある。測定結果を示す圖面は印刷に附する場合に 11.5 cm × 16.5 cm より小さくしてはならぬことに意見が一致した。

IV. 機型船の寸法及び仕上について

a. 機型船の寸法は亂れ境界層が船體の長さの大部分に亙つて形成されることを確保するに十分なものであることを必要とする。レイノルズ数が  $3 \times 10^6$  より小さい場合には抵抗曲線は點線をもつて表はされる。

b. すべのパラフィン製機型船は機型滑面をもたなければならない。機型滑面とは船體機型表面もしくは推進器機型表面に似た表面状態をいひ、技術的滑面とは實物船體表面もしくは實物推進器表面に似た表面状態をいふ。

V. 長さ及び浸水表面積の決定について

a. いかなる種類の船に對しても水線における船體の長さを採用すべきである。

b. 平均胴周と長さとの積が浸水表面積として採用される。

VI. 物理的常數



淡水及び海水の粘性に對して Lyle 及び Hosking の表が採用される。

$\nu$  (m<sup>2</sup>/sec × 10<sup>6</sup>)

温度 C	0°	10°	15°	20°	30°
淡水	1.794	1.309	1.144	1.011	0.806
海水	1.78	1.318	1.158	1.025	0.825

### VII. Froude の計算法

a. 委員会は Froude の 0 値から導いた表面摩擦を固守し、つぎの式は實驗の誤差の範圍内において 0 値から求めた模型及び實船の摩擦と同一値を與へる。すなはちメートル單位では

$$R_f = \left( 0.1392 + \frac{0.258}{2.68 + L} \right) S \cdot V^{1.825}$$

但し  $R_f$  は kg,  $L$  は m,  $S$  は m<sup>2</sup>,  $V$  は m/sec をもつて表はす。またイギリス式單位では

$$R_f = \left( 0.00871 + \frac{0.053}{8.8 + L} \right) S \cdot V^{1.825}$$

但し  $R_f$  は封度,  $L$  は呎,  $S$  は平方呎,  $V$  は節をもつて表はす。

b. すべての模型試驗成績は +1°C につき摩擦抵抗の -0.43%, すなはち +1°F につき -0.24% の割合をもつて修正を施し、15°C = 59°F の標準温度に換算されなければならない。

### VIII. 模型船試驗成績の表現について

a. 各代表は模型船の諸寸法などを Plate I 及び II に示された形式によつて表現することに意見が一致した。

Plate II において水線面積曲線が追加された (Plate II' 参照)。正面線圖はヘイグにおいて採用された縮尺によつて作成され、設計深さは 1, また全幅は 2 である。

形状に無関係の寸法比  $L/B$  及び  $B/T$  は「水線を記入した船首部及び船尾部の外形圖」の設計圖の後に記載されなければならない。

$L/B$  及び  $B/T$  の後は  $S/LB$  が  $B/T$  の 2 箇の相異なる値に對して與へられる。

b. 各代表は模型船單獨航走の抵抗測定試驗成績を、Plate III に示されてゐるやうな 1 箇もしくは 2 箇以上の常數の形に換算し、これを 1 箇もしくは他の常數の形の基線上に圖示し、しかもこの圖中に模型船の長さ及び水温を記入して表現することに賛成した。

### IX. 螺旋推進器の定義

a. 推進器の設計——一定直径の推進器の作用に影響を及ぼす主要な形状因子はつぎのやうなものである。

1. 翼數
2. 翼の輪廓
3. 截面の型式
4. 種々の截面における正面螺距
5. 轂の形状
6. 後向き傾斜

従つて推進器はつぎに掲げるものによつて定義され得る。

1. つぎの諸無次元値

翼數

最大翼幅比

翼厚比

正面螺距比

轂直径比

後向き傾斜角

2. つぎの諸圖面 (Plate IV 参照)

展開 (expanded) 外形及び種々の翼截面

螺距が一定でない場合には螺距圖

後向き傾斜角を示す翼線を記載した轂の形状  
翼截面の最大厚及び翼先端の厚さ

- b. 考察

1. Plate IV の中央部に示されてゐるやうに轂線の外側を採つた展開面積 (expanded area) が展開面積 (developed area) の代りに使用されるべきである。

2. 轂は  $D$  の 20, 40, 60, 80 及び 90% の箇所において採られる。轂面の幅は最大幅の 100 分率として示される。翼斜に對する截面の位置は各翼の幅の 100 分率として與へられ、また同心圓筒上において測られるべき半径方向の厚さも同様である。

軸にまで延長しての最大翼厚は軸上において測定されるべきで、正面に直角をなす方向において測定してはならない。

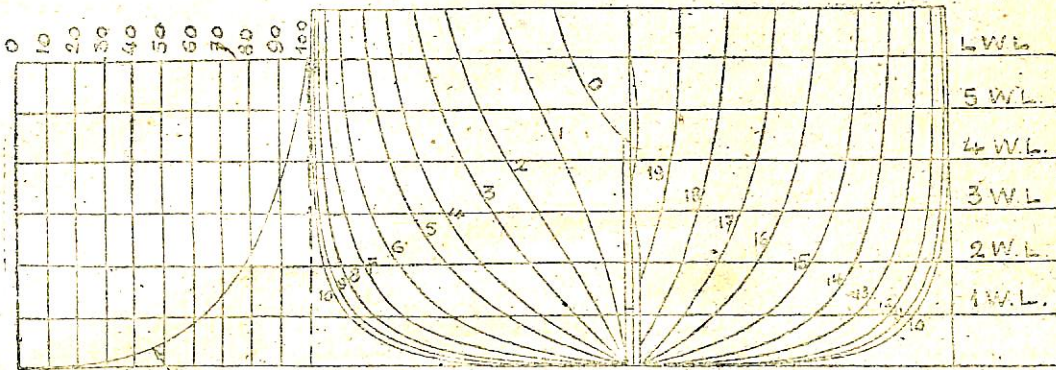
最大翼厚の位置は幅の 100 分率として與へられ、また截面の他の寸法も同様である (Plate IV 参照)。

轂の直径は Plate IV 中に示すやうに決定されるべきである。

### X. 試驗成績の表現



BODY-PLAN.

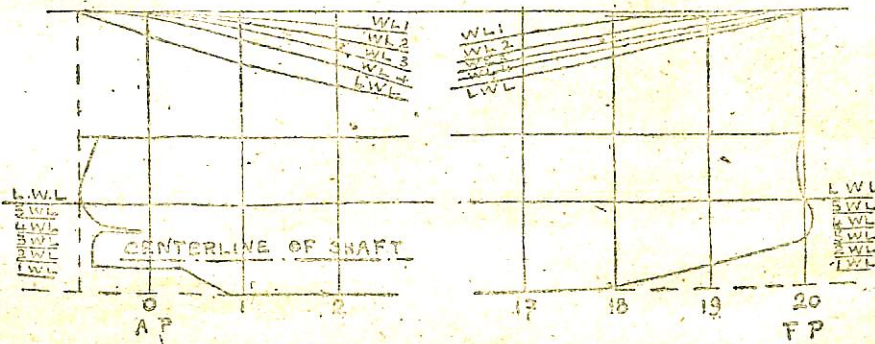


AREAS OF WATERLINES

WATERLINE	1	2	3	4	5	6
SECTION 2	5.9	11.5	19	28.7	37	53.2
SECTION 4	22.7	40	52.6	62.2	68	73.4
SECTION 6	56.8	73	81.5	86.5	89	90
SECTION 10	90	96.2	99	100	100	100
SECTION 14	57.2	70.6	76	79.4	81.4	82.3
SECTION 16	25.8	40.6	48.7	53.7	56.8	58.5
SECTION 18	8	15.9	21.6	26.3	29.3	31
AREAS OF WATERLINES	63.4	77.9	86.5	92.9	97.1	100

PERCENTAGE OF HALF BREADTH AND OF AREA OF LOAD WATERLINE

CONTOURS OF BOW AND STERN WITH WATERLINES.



NON DIMENSIONAL CHARACTERISTICS.

$$\frac{L}{B} = \frac{B}{T} \quad \frac{L}{A_1}$$

$$\frac{S}{LB} \text{ for } \frac{B}{T} =$$

$$\frac{S}{LB} \text{ for } \frac{B}{T} =$$

4 34741-55.



1. 試験成績は  $\frac{T}{\rho n^2 D^4}$ ,  $\frac{Q}{\rho n^2 D^5}$  及び推進器  
 効率  $\eta = \left( \frac{T}{\rho n^2 D^4} : \frac{Q}{\rho n^2 D^5} \right) \frac{V}{2\pi n D}$  の形で  $\frac{V}{nD}$   
 の基準上に置かされなければならない (Plate V  
 参照)。

2. 模型推進器の單獨試験の結果を公表する  
 場合に、軸心の深度が  $0.8D$  に達しないときは  
 圖中にその深度を記入しなければならない。

XI. つぎの記號が採用される。

- 水線における長さ.....  $L$
- 幅.....  $B$
- 吃水.....  $T$
- 最大截面積.....  $O$
- 浸水表面積.....  $S$
- 容積.....  $V$  もしくは  $V$
- 推進器直径.....  $D$
- 速度.....  $v$
- 推進器の毎秒の回轉數.....  $n$
- 重力常數.....  $g$
- 比重.....  $\gamma$
- 比質量.....  $\frac{\gamma}{g} = \rho$
- 動粘性.....  $\nu$
- 排水量 (重量).....  $\Delta$
- 全抵抗.....  $R$
- 推進器推力.....  $T$
- 推進器回轉力率.....  $Q$
- 公式による摩擦抵抗.....  $R_f$
- 造波抵抗 (理論値).....  $R_w$
- 滿載吃水線肥瘠係數.....  $a = \frac{S}{LB}$
- 中央横截面肥瘠係數.....  $\beta = \frac{O}{BT}$
- 柱形肥瘠係數.....  $\varphi = \frac{V}{OL}$
- 方形肥瘠係數.....  $\delta = \frac{V}{LBT}$
- 推進器效率.....  $\eta$
- 模型に對する指標.....  $m$
- 船後試験に對する指標.....  $e$

空泡現象

- 前縁部から發生する裏背面  
 空泡現象.....  $x$  空泡現象
- 背面の中央部から發生する  
 裏背面空泡現象.....  $y$  空泡現象
- 前縁部から發生する裏正面  
 空泡現象.....  $z$  空泡現象

- 全展空泡現象.....  $t$  空泡現象
- 空泡現象數.....  $\sigma = \frac{p-e}{q}$
- 軸心を基にした静壓.....  $p$
- 蒸氣壓.....  $e$
- 動壓.....  $q = \frac{1}{2} \rho v^2$
- 動水管現象係數.....  $\kappa = \frac{K}{\rho}$



XII. Kempf 博士の論文 (局部的人工的阻面  
 の影響) について

つぎのやうに意見が一致した。  
 1° 模型船の船首部を人工的に局部的に粗く  
 して行つた實驗によれば、抵抗の増加は一般に  
 1% を超えてゐない。  
 2° この方法によりすべての模型船の試験成  
 績が  $VL/\nu = 3 \times 10^6$  以上において行はれたと同  
 様の結果となつた。

3° ワーゲンゲン第 100B 號模型船をワー  
 ゲンゲン水槽において再試験し、すでに發表  
 した成績がこの測定結果と一致するかどうかを  
 調べることになつた。もし再試験の結果がさき  
 に得た結果と一致するならば、さらに同様の試  
 験をこの模型船について他の水槽において行ふ  
 豫定である。

4° 次回會議において一層均一な滑面を得ら  
 れるといふ見地からパラフィン面に塗料を施し  
 た影響を調査することになつた。

XIII. Troost の報告 (模型船自航試験及び  
 その海上試運轉との比較) について

1° 自航模型船についての試験成績を公表す  
 る場合に、つぎに掲げる資料を提供すべきであ  
 るといふことに意見が一致した。

1. 模型船の諸寸法、重量及び浸水表面積
2. 模型の縮尺
3. 材料、表面の仕上
4. 水槽水の温度及び比重
5. 船體副部の説明及びその材料
6. 螺旋推進器の説明、回轉方向
7. 模型船の速度
8. 推進器の回轉數、推力及び回轉力率  
 (15°C)
9. 模型船の抵抗及び曳引力 (15°C)



## 10. 縦傾斜の變化

模型試験成績は實船に換算された結果より好ましい。實際家が公表された成績を利用するのに便宜なため、計算法が普遍的のものであるかぎり實船に對する換算結果をも附加してをくよ。

2° 模型の寸法が船體に沿ふての層流を避けるのに十分であるといふ問題を離れて、推進器に對するレイノルツ數が少くとも  $vc/\nu = 1.5 \times 10^5$  以上 ( $v$  は速度,  $c$  は  $0.7R$  における翼幅,  $\nu$  は動粘性) でなければならぬといふことに意見が一致した。但し船後試験に對しては水が亂れの状態にあるから、これより小さい最小レイノルツ數を採用することが出来る。資料が不十分なので、これに對する的確な結論に到達することが不可能である。

3° 模型の一定速度において過負荷試験を行ふことは實船の結果を正確に推定するのに役立つ。

XIV. 形状が抵抗に及ぼす影響を決定する1方法が Horn 教授によつて提案され、各試験水槽においてこれを行つてみることになつた(この方法は試験中の模型船の實際の沈下量にその計算の基礎ををくものである)。

XV. 船首の外形が傾斜してゐる模型船の表面を人工的に局部的に粗くして實驗を行ひ、この種の模型船が著しい層流を起しやすいかどうか、従つて模型船から實船に換算する場合に普通型のものより特に考慮を必要とするかどうかを調査すべき旨を委員會が提案した。すべての試験水槽は機會の許すかぎりこの實驗を行つてみることに決定した。

XVI. 實船及び模型船の兩者の試験資料をもつ各試験水槽はこれを解析し、實船と模型船との比較に使用した各種の斟酌の基礎についての説明を附加して、解析結果を Kempf 博士に送附すべき旨意見が一致した。

XVII. Weitbrecht 博士は種々の粗度の影響についての Prandtl の曲線を本會議の會員に送附する旨を提案した。次回會議までに各會員はいかなる粗度を使用すれば水槽試験と海上試運転との兩成績が合致するかを求めてみることに意見が一致した。

XVIII. Pabbeno は入口と出入とにおける復

水器冷却水の影響に原因して高速船に對しては特別に斟酌する必要がある旨を注意し、これが種々の場合において恐く 2% 乃至 3% に達するであらうと指摘した。

この問題を次回會議において研究討議することに意見が一致した。

XIX. Barrillon 教授の論文(伴流の實驗的決定)について

この論文について長い討論を行つた後、船の伴流を分伴流に分離してみる時期にすでに達してゐるといふことに意見が一致した。

出席者中には回轉伴流、特に單螺旋船における回轉伴流は非常な勞力を費してまでこれを求めるほど重要なものではないが、Horn 教授の提案した方法は比較的簡易であるから、これを行つてみるべきであるといふ意見のものがあつた。

すべての會員は模型船についての試験結果をこの方法によつて解析し、その結果を Horn 教授に送附し、同教授はこれらを綜合して、次回會議に提出することに意見が一致した。

Kempf 博士は San Francisco 號及びその模型について得た資料をこの方法によつて解析し、これについての論文を次回會議に提出することに同意した。

日本代表は山縣氏が行つた推進器を作動させながら模型船を前進及び後進させた實驗の結果を、この實驗において得た伴流値とともに會議に提出するやう同氏に要請することに同意した。

## XX. 推進器試験における寸法影響

會員は Allan 氏に推進器試験における寸法影響の問題についての寄書を送附し、Gutsche の實驗結果とともに、同氏が臨界レイノルツ數が  $\frac{1}{4}R$  において算定されなければならぬかどうかを研究する資料を提供することに同意した。山縣氏は螺旋推進器の寸法影響を調査するために、實船及びその模型を推進器の作用により後進させる實驗を行ふやう提案したが、この提案に従つて日本においてこの實驗が實行されることを期待する。

## XXI. 翼素理論

會員は Allan 氏に船用推進器設計用の翼素理論並びに水中及び空中において測定した翼型の



性質についての寄書を送附することに同意した。同氏は次回會議にこの問題について報告書を用意することになった。

#### XXII. 實船試運轉

つぎの事項が決定された。

1° いかなる測定も連続的に記録されなければならない。

2° 實船試運轉における測定、特に推力測定の正確度の現状はまだ満足すべき状態となつてゐない。

3° 試運轉の報告書中には必ず使用した推力計及び振計の正確度について記載する必要がある。

4° 實船の馬力の測定方法としては振計を使用するのが最もよい。試験水槽は實船試運轉において推力が測定されるやうに促進しなければならない。

5° 實船と模型との比較についての論文には必ずつぎの諸項が記載されなければならない。

螺旋推進器の材料

實物螺旋推進器の検査報告

船體上部構造物の面積及び型式

出渠後の日数

操舵角

風の速度及び方向

水深

6° 試運轉成績はつぎのやうに圖示されなければならない。

速度  $v$  基線上に  $nD/v$

推力常數  $T/\rho n^2 D^4$  の基線上に 回轉力率常數

$Q/\rho n^2 D^5$

回轉數  $n$  の基線上に  $Q/n^2$  の形の回轉力率係數

#### XXIII. 舵及び操舵力の計算

實船及び模型船の操舵についてのいかなる種類の試験成績をももつ會員は討議用として次回會合にその資料を提出することに同意した。

#### IV. 第4回船型試験所長會議

第4回國勢船型試験所長會議はベルリン試験水槽、すなはちプロシヤ水理造船研究所 (Preussische Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau) が主催して、1937年5月26日から28日までの3日間に互り同研究所内において

開催された。本會議に出席した各國代表はイギリスから Gawn (ハスラー水槽)、Todd 及び Wigley (ともに William Froude 試験所)、Allan (ダムバートン水槽)、フランスから Barrillon 教授 (パリ水槽)、オランダから Troost 及び van Lammeren (ともにワーゲニンゲン水槽)、Vossnack 教授 (デルフト高等工業學校)、イタリーから Rota 大將、Castagneto 博士及び Iraci 博士 (以上ローマ水槽)、G. Accame (スペテア水槽)、日本から西島亮二及び牧野茂 (ともに日本海軍)、ノルウェーから Mörch 教授 (トロンゼム大學)、オーストリアから Gebers 博士 (ウィーン水槽)、スエーデンから Nordström (ストックホルム高等工業學校)、Lindblad 教授 (ゲーテボルグ技術學會)、アメリカ合衆國から Schade (ワシントン水槽)、また地元のドイツからは Burkhardt, Schmidt 及び Amtsberg (以上造船局)、Horn 教授 (ベルリン高等工業學校)、Kempf 博士及び Lerbs 博士 (ハムブルグ水槽)、Seifert 教授、Weitbrecht 博士、Gutsche 博士及び Weinblum 教授 (以上ベルリン水槽) の合計 29 名である。

本會議において検討審議された問題は從來の會議におけると同様、(1) 模型試験における測定方法、(2) 模型より實船への換算方法、(3) 海上試運轉における測定方法についての諸問題で、會議の開催にさきだち Seifert 教授及び Weitbrecht 博士の名において各船型試験所に對し會議において審議される豫定の諸議題を送附し、これに對し豫め意見の申出、資料の提出などを求め、擔當報告者はこれらを参考として報告書を作成し、これを會議において審議したのである。

議題及び擔當報告者はつぎの通りで、括弧内のローマ數字はパリ會議における決議の數字を示してゐる。

- (XII, 3) 模型船第 100B 號の新曳引試験  
報告者 Troost
- (XII, 4) パラフィン表面状態の模型船に對する影響  
報告者 Castagneto
- (XIII, 2; XX) 推進器試験に對する最小レイノルズ數  
報告者 Allan



4. (XIV) 摩擦抵抗に及ぼす形状の影響  
報告者 Horn
5. (XV) 人工的粗面を設けた場合における  
急傾斜船首材の影響  
報告者 Kempf
6. (XVI) 模型より實船に換算する場合の  
附加量  
報告者 Kempf
7. (XVII) 模型より實船に換算する場合こ  
おける粗面平板に對する Prandtl 値の應  
用  
報告者 Weitbrecht
8. (XVIII) 船體抵抗に及ぼす復水器冷却水  
の影響  
報告者 Rabbeno
9. (XIX) 推進器を裝備する模型船の試験  
による伴流の決定  
報告者 Horn
10. (XIX) 發動機船 San Francisco 號の曳  
引試験及び大洋航海における比較  
報告者 Kempf
11. (XIX) 前進及び後進の模型船の伴流  
報告者 山縣
12. (XX) 推進器を裝備する模型船及び實船  
の比較に基く模型推進器の寸法影響  
報告者 山縣
13. (XXI) 船用推進器の設計に對する基礎  
としての推進器翼截面積係數  
報告者 Allan
14. (XXIII) 能力について  
報告者 Barrillon

議題1は議題5に對する Kempf 博士の報告書中に包括された。

議題2は會議開催前に撤回された。

議題3についてはまづ Allan より概略の説明とともに6項目の質問が發せられ、これに對し Baker 博士、Kempf 博士、Gutsche 博士、P. Payne, Troost, Horn 博士、Burkhardt, Accame から回答があり、Allan は報告書を作成して會議に提出した。

議題4についてはまづ Horn 博士より概略の説明とともに實験資料の提出方が要求され、これに對しベルリン、ハムブルグ、グムバートン、ストックホルム、ハスラー、船舶試験所、ワー

ゲンゲンの諸水槽から合計122箇の模型船についての實験資料が提出され、また Wigley 博士より意見の開陳があり、これらによつて Horn 博士は長文の報告書を作成提出した。

議題5については Kempf 博士より3項目の質問が發せられ、これに對し Weitbrecht 博士、Gebers 博士、Barrillon, Troost, Payne, Allan, Rota 大將、Accame から回答があり、Kempf 博士は報告書を作成提出した。

議題6については Kempf 博士から3項目の質問が發せられ、これに對し Weitbrecht 博士、Gebers 博士、Barrillon, Troost, Payne, Allan, 山縣博士、Rota 大將、Accame から回答があり、Kempf 博士は「模型より實船に換算する場合の附加量 (Zuschläge beim Übergang vom Modell zum Schiff)」と題する長文の報告書を作成し、さらにこれに對しハスラー水槽から意見の開陳があつた。

議題7についてはまづ Weitbrecht 博士より概略の説明とともに5項目の質問が發せられ、これに對し Payne, Troost, Kempf 博士、Burkhardt, Allan, Rota 大將、Accame から回答があり、また山縣博士及び Burkhardt からは意見が提出され、これらによつて Weitbrecht 博士は報告書を作成した。

議題8は會議開催前に撤回された。

議題9についてはまづ Horn 博士の概略の説明があり、後に「推進器を裝備する模型船の試験による伴流の決定 (Bestimmung des Mitstroms durch Versuch Modell mit Schraube)」と題する長文の報告書が作成提出された。

議題10については Kempf 博士が「發動機船 San Francisco 號の曳引試験及び大洋航海における比較 (Vergleich von Modell-Schleppversuch und Hochseemessfahrt für M. S. "San Franzisko")」と題する論文を提出した。

議題11については山縣博士が「作動する推進器による伴流測定 (Wake Measurement by a Working Propeller)」と題する論文を提出した。

議題12は撤回された。

議題13についてはまづ Allan より概略の説明とともに4項目の質問が發せられ、これに對し Baker 博士、Gutsche 博士、Troost, Horn



博士, Payne, Kempf 博士, 山縣博士, Rota 大將より回答があり, Allan は報告書を作成して會議に提出した。

議題 14 についてはまづ Barrillon の説明が送附され, これに對し Weinblum 博士は 3 回に亘つて意見の開陳があり, その都度 Farrillon は回答し, この外 Horn 博士, Rota 大將, Cawn からも意見の提出があり, これらを参考として Barrillon は長文の報告書を作成提出した。

その後 1 海里の長さについて Farrillon から提案があり, これを議題 15 に決定し, Weitbrecht 博士が報告者として報告書を作成し, これに對し Payne が意見を發表した。

會議第 1 日の 5 月 26 日には議題 3, 13, 5, 4 の順序に, 第 2 日の 27 日には議題 6, 7, 11, 10, 9 の順序に, また最終日の 28 日には議題 14 及び 15 が審議されるとともに本會議の決議が決定され, またブロンヤ水造造船研究所の參觀が行はれた。

この會議の決議はつぎの通りである。

#### 決 議

議題 3. 推進器試験に對する最小レイノルツ數

1. 暫定的にまた日常の仕事に對しては  $\frac{n \cdot D^2}{v} \frac{l_m}{D}$  の最小値  $0.4 \times 10^5$  が翼面積がエーロフォイル型で翼厚比が低い推進器に對して承認された。

最小値  $0.8 \times 10^5$  が翼面積が弓型で翼厚比が高い推進器に對して承認された。

2. 比較のための新實驗が直径を異にする數組の推進器について行はれることになつた。

最初の組の模型はローマ水槽から順次引繼いで各水槽に送附され, まづベルリン水槽において實驗される。

この實驗の結果は圖示されてローマ水槽に送附される。第 2 組の翼幅の廣いものは第 1 組のものより遅れてハスラーから順次引繼いで各水槽に送附される。

議題 4. 摩擦抵抗に及ぼす形状の影響

1. 實船及び模型の表面摩擦抵抗算定用として船體と長さが同一の平板の摩擦係數を使用する場合に, 摩擦抵抗の形状影響に對しては恐くなら考慮を必要としならしい。

2. 1 をさらに實驗的に立證し, また縦傾斜の平均變化と形状抵抗との間の關係についての資料を得るために, 深く沈められた 2 重模型についての正確な測定が行はれ, さらに可能ならば對應回轉體について抵抗及び水壓の測定が行はれることが提案された。

議題 5. 人工的粗面を設けた場合における急傾斜船首材の影響

急傾斜船首材をもつ肥型の船は, 實船に對して誤つた推定を起す原因となる摩擦境界層内における僅かの變化を防止するために, 注意深く實驗されなければならぬことが勸告されるべきである。

議題 6. 模型より實船に換算する場合の附加量

附加量は種々の部分に分割して公表されることが勸告される。

議題 7. 模型より實船に換算する場合における粗面平板に對する Prandtl 値の應用

科學の現状においては船體の粗さは砂粒の粗さと同様な作用をするものと考へることが便利である。

粒の與へられた大きさは粒の實際の大きさではなく, 相對的大きさに過ぎないのであるから, 種々の種類の船をつぎのやうに分類することが出来る。

(a) 相對粗さ  $k=0.1$

競走艇, 高速艇, 水雷艇

(b) 相對粗さ  $k=0.15$

高速沿岸航路船, 巡洋艦, 戰艦

(c) 相對粗さ  $k=0.2$

郵便船, 高速旅客船, 工事が良好な商船

(d) 相對粗さ  $k=0.25$

工事が可憐でない商船, トロール船

(e) すべての船について出渠後 1 週間ごとに摩擦抵抗が増加する量は粒の大きさ  $k$  を暖水においては 0.02, 常温水においては 0.01 だけ増加させることによつて求められる。

これらの附加量は Froude の摩擦係數に基くものである。この附加量はある水槽では満足すべき結果を得たが, ある水槽はこの附加量が大きすぎ, すべての速度及び船型に對し正確では



ないと述べてゐる。従つて現在においては一般的法則を決めることが不可能のやうである。

粗さの影響に対する確定的結論に到達するためにつぎのやうな計畫案が提案される。

ローマ水槽はある船の線圖、副部圖、水面上の主横截面圖及び推進器圖を各水槽に送附する。この設計によりこゝ數箇年間に4隻の船が建造される豫定である。

各水槽は長さが5.5 mの模型について10~20節の速度の範圍において實驗を行ひ、またさらに大きな模型についても實驗を行つてもよい。各水槽は普通の方法に従つて2種の速度に對し馬力及び回轉數を算定しなければならない。2種のうち1速度は船の航速速度であることを必要とする。この結果はつぎのやうな形で與へられる。すなはちパリにおいて採用された摩擦に對する公式による附加量を施さない場合の馬力及び各種の附加量を施した場合の計算である。

これらの結果はローマ水槽において調査研究される。

すべての水槽において正確に行つた海上試運轉の資料がある場合には、提案された計畫案に従つて實驗を行ひ、その結果をローマに送附することが望ましい。

議題9. 推進器を裝備する模型船の試験による伴流の決定

1. 模型船推進試験による伴流の決定に對し Horn 教授が考案した新方法はある重要性をもつてゐる。

もし回轉力率が廣い範圍2種々の負荷に對し  $\pm \frac{1}{2}\%$  以下の誤差をもつて測定されるならば、伴流の決定にこの方法を採用することが可能である。 $Q=0$ 、特に  $C_T$  及び  $C_Q$  による伴流の決定値が著しく相違してゐる場合には  $Q=0$  に對して、またコルト附推進器に對して使用の可能性が最も大きい。

2. この方法をさらに調査研究するためにこのやうな場合に對する追加資料を Horn 教授に

送附されたい。

議題10. 發動機船 San Francisco 號の曳引試験及び大洋航海における比較

1. 本議題についての決議は汽船 Tannenberg 號(双螺旋船)の試験が終了するまで延期される。

2. Allan 氏は會員から送附される資料、すなはち實船の海上試運轉及び模型試験における推力及び回轉力率測定資料の綜合、並びにこれに基いていかにして模型から換算し得るかの研究に着手する。

議題11. 作動する推進器による伴流測定

山縣博士にその有益な試験において測定した抵抗値及び推力値を提出するやう要請し、これを會員に報告することになつた。

議題13. 船用推進器の設計に對する基礎としての推進器翼截面係數

1. 船用推進器の設計及び解析に對して翼素方法は非常に廣く使用されてゐる。

2. 船用推進器を取扱ふ完全に満足するに足る翼素方法は現在まだ見當らないが、結局はこのやうな方法が完成される見通しである。

3. 推進器に適する弓型及びエーロフォイル型についての翼截面試験成績は餘り公表されてゐない。従つて標準化を行ふにはさらに多數の實驗結果を必要とする。

4. Troost 氏は v. Lammeren の推進器計算方法をすべての水槽に送附することになつた。

議題14. 舵力について

Farrillon 教授の論文はその研究が造船業者及び水槽の利益のために促進されなければならない問題を取扱つてゐる。

この論文における問題の基礎的要素の緒論に基いて會議の會員はさらに研究を行ひ、表現法の討議が次回會議において續行され得るやうに相互に連絡することになつた。

(21. 2. 16)



## 座談會

## 試験水槽をめぐりて

1946・2・22

〔記者〕「どうも皆様お忙しいところを御遠路有難うございました。今日は水槽試験につきましているいろいろお話を伺いたいと思ひますが、私水槽試験につきましては感銘の深いことがあります。今から丁度19年になります「船舶」の前身「モータシップ」を創刊いたしました時に、昭和3年の12月號でございましたが、どういふ記事を拵へていいか一向見當がつきません。いろいろの調べを致しましたですが、その頃まだ目白のタンクが完成してゐなかつたのぢやないかと思ひますですが、これは是非水槽試験の記事を拵へなければいかんといふので御伺ひ致しまして、重光博士に御目にかかつたと思ひます。その時ハンブルグの水槽のお話なんか伺ひまして、創刊號に間に合せて載せたことがございました。その時水を汲上げる爲に、その附近の住家の水が枯渇して非常に文句が来たといふお話を伺つたやうに覚えてをります。その後日本の海運が非常に發展いたしました。優秀船が續々と出るやうになつたのも、これは水槽試験の賜であらうと思ひます。その頃の優秀船は殆ど残つてゐないかと思ひますと些か感慨無量なるものがございます。本日はいろいろな面から回顧談も結構でございますし、また水槽試験の使命とか功績とか、或は今後のありかたとか、なんでも結構ですからお話を伺ひたいと思ひます。私實は何も準備してをりませんので、山縣さんに一つお話を前進めねがひたいと思ひます。

〔山縣〕 只今お話がございましたやうに今日は試験水槽を中心と致しまして先輩の方々のお話を承りたいと思ひます。實は大阪の八代さんと名古屋の重光さんにも御連絡申上げたのでありますが、うまい機會が得られないで御出席ねがへませんのは大變に残念に存じます。私腹案も何も持つてをらないので、お話を承りながら順々に進んで行きたいと考へてをります。

## ◇研究機關の國營民營の可否

〔山縣〕 最初に試験水槽と申しますよりも、研究機關一般の問題でございますが、先日ある會合で斯波さ

工 學 博 士 山 縣 昌 夫 氏  
 帝國海軍協會理事長 斯波孝四郎氏  
 三菱重工業取締役 元良信太郎氏  
 工 學 博 士  
 東京帝大教授 山本武藏氏  
 工 學 博 士  
 (發言順)

んから國立の研究機關を民間の團體に移譲すべしといふ強い御意見を拜聴したのでございました。それから思ひつきまして、まづ最初に研究機關、造船に關しましては現在海軍がなくなりましたから、具體的に申しますと、國有機關としては船舶試験所の問題になると思ひますが、研究機關の國營民營の可否について、斯波さんから一つおねがひします。

〔斯波〕 研究機關の問題ですが、これは前からずるぶん論ぜられた問題だと思ふのですけれども、これを具體的に論じたのは、海事振興會が出来る時に、集つたのが亡くなつた平賀博士、當時の郵船會社の大谷社長、それから私とかその他二、三の人が集つて海事振興會を創立するについてどういふ形式でやるかといふことをだいたひ論じた際に、御承知の通り海運の方の調査をやるのが主であるが、それと同時に海運に關係ある造船の研究調査をも併せてやる、それを具體的にどうしようかといふことをいろいろ検討してみたのです。その際に或人は、海事振興會は相當資金もあるのであるから相當大きな研究機關を拵へたら宜からう、自分で研究をやるのであるから、相當規模のものを有たなければ研究も出来んぢやないかといふやうな話もあつて、なるほど尤もだけれども、當時既に資材その他も相當窮屈な時代であつたから、今急にさういふ施設を拵へるといつたつて出来るものではない、又非常に莫大な金が必要。さういふことを目指してやつた所で何年経つてさういふことが完成するか分らぬから、必ずしも莫大な金をかけて施設を拵へるよりも日本の官といはず民といはず、船に關係あるすべてのエキスパート



が寄つて、机の上の調査研究から始めたところで相當の成績が上るであらう、問題を出して理想的の船を設計するとか、これまでの日本の船の弱點を調べて、それをどう調整して行くかといふやうなことの研究もいいだらう。机の上の研究調査から始めたところで相當成績が上るであらうから、それを一方ではやる。さうして一方では、幸ひ逓信省は船舶試験所を有つてゐる、あれが相當成績を上げてゐる、これを海事振興會へ移譲して貰つてやれば、兩方相俟つて研究が出来るだらう。その際に、船舶試験所の如きものを官が有つてをるといふことは不都合だといふ論が出たんです。それは第一、海軍の研究機關もその通りであるが、殊に船舶試験所の如きものを逓信省が有つてをることは妥當でないといふやうなこともあつた。どういふ譯かといふと、第一、研究なるものは、人の問題、最も適當なるエキスパートの技術者がそこにずつと並んでをらなければ、研究といふものの成績が上る筈がないのだ。どこの外國の例を見てもさうである。人が入り代り立ち代りしては研究が進んで行く筈がない、エキスパートが其處に永年をつて初めて研究の成績が上る。若しお役所が有つてをられるといふと、やれ官等がどうだとかいつて、官等が進むに従つて、その地位にをられない。或は上の方の長官が送ると、自然それが研究機關にまで影響して、その人を代へなければならんといふやうなことになる。現にさういふ實例がたくさんある。さういふわけで官の研究機關はいつも人が轉々して、それが爲に成績が上らないといふ弱點が多分にある。大きな弊害を有つてゐる。これが行政官であるといふと、場合によつては已むを得ぬ場合もあるが、その行政官ですら、日本は上の方の人が送ると、下の人も送る。人が入れ代り立代りするといふことは行政の上に於ても不都合だと考へられてゐる。行政の方面でもさうなんだが、研究機關に於ては殊にその通りなんだ。それが今言ふやうに行政の方の事務と、それから研究とをごつちやにして人を轉々と替へてゐるといふことが、官廳の研究機關の大きな弊害であるから、かういふ機會に於て逓信省の船舶試験所の如き純然たる研究機關は民間團體である海事振興會にこの際移して貰ひたいといふことを實はおねがひした。殊に平賀博士の如きは極力主張され、我々も非常に主張して見たんです。ところが實際問題に當つて見るといふと、官の方に非常に反對がある。それには無理のない點もある。船舶試験所の如きものは毎年莫大な經費が要る。それを民間で賄ふことが出来るかどうか、これは率直に考へて永久に續くかどうかといふことは疑問であ

る。それならそれで政府が適當なる補助をすればいい。毎年豫算をとつて補助金を出せばいい、それなら出来るぢやないかと言つたところが、それは大藏省その他でなかなか反對がある。そのみならずいろいろ事情もあつたらしいです。官廳内部でさういふやうなことはなかなか實行ができない。そこで遂に止めになつた。かういふ工合になつてをつたわけですが、その時分の議論として、官廳の研究所以であるといふと、人的機構の異動といふことが一番の弊害である。それから待遇問題についても官等の決まりがあるから、如何に永くをつてもちやんと一定限度に止められて十分な待遇ができない。民間ならばその人の永年の功勞とかいろいろなことでも必ずしも法律に依らなくてもいい待遇ができる。技術者の優遇といふこともできるわけである。さういふやうなことから考へてみても、研究機關の如きものは確かに民營にすることが研究を進める上に於て唯一の條件だ。既になくなつた海軍の研究所以もさうです。あそこの幹部の如きも、官等が進むに従つて轉々と動いてゐる。内部の詳しいことは軍の機密事項であるからよく存じませんが、人の異動することは事實であつて、成績の上らぬことは當然だと思ふ。さういふやうなことから考へてみても、技術研究の方面を官廳で有つてるといふことはきはめて不都合だと思ふ。必要な金は國家が年々補助すればいい。ちつとも差支へのない問題だと思ふ。さういふ譯でありますから、いろいろ監路はあるかも知れないが、それは打開できないことはないと思ふ。今後船舶試験所の如きは當然民營に移るべきだと思ひますね。

#### ◇造船研究機關の運営費の問題

[山縣] 只今斯波さんからお話がありました海事振興會ができた時のことですが、私船舶試験所にをりまして、民營がいいか國營がいいかといふことについては凡ゆる角度から検討いたしましたのですが、兩方とも一得一失がある。これを議論し始めますと何日でも續きました。當時はまだ戦争の前でございまして、やはり日本の官廳民衆と申しますが、なにか資料を蒐めるといふやうなことになりますと、官がやつての方が工合がいいといふやうなことも一つの話題になりました。今度戦争が終りましてから事情が一變致しまして、官でああいふものをやるといふことは却つてゐるんな點に於て不都合があるといふことで、終戦直後から試験所を民營にすべしといふ空氣も相當ありました。現に試験所の先輩である重光さんなど頭硬にこれを主張してをられるのでありますがいゆる財閥解體の今日實現は相當困難と、



思はれます。先程斯波さんからお話がありましたやうに、結局経費の問題、これを考へますと實行がなかなか困難であります。殊に今後政府から補助金を出すことが非常に難しくなりました。海事振興會が出来ました際にも、補助金を政府から出すといふことを我々も調べてみましたのですが、ああいふものに對して政府が永續的に補助金を出したといふ前例は殆どないのであります。僅かに理化學研究所が出来ました時に、毎年十萬圓でしたか、ごく僅かですが經常的に出した例があるだけで、民間の研究機關に對して直接補助金を出したといふ前例がなかつたものですから、なかなか大藏省は金を出すことを承知しないのでございます。只今の船舶試験所を對象に考へますと、今度の行政整理やなんかで費用がいくらか減ることになつてをりまして、來年度の豫算は經常費が40萬圓見當だと思ひます。臨時費としては100萬圓位の金が來年度において使はれることになつてをります。これは主として空襲被害の復舊費であります。この合計140萬圓は三分の利息としまして4,5千萬圓の基金が要ることになります。結局この程度の基金がありませんと、民營にすく移しても將來困る場合があるのぢやないか。現に海事振興會が出来ましたときに、平賀先生其他から民營にしろといふ強硬なお話を承りました。大體調べてみますと、研究機關を活潑に動かしますには建設費の二割から三割ぐらゐの經常費が要るらしいのです。さう致しますと、あの當時1千萬圓を以て研究施設をつくり、これに船舶試験所の施設全部を合流させますと、1億圓近々の基金がないといけな。毎年經常費を會社などに負擔して貰ふことにすると將來、我々みたいな古い者は兎も角、學校を出て3年、5年或は10年といふ連中を引連れて行くことになると、昭和の初め頃みたいな海運界、造船界の非常な不況の場合に、果して毎年必要な經常費が集まるかどうか、これを考へると、5千萬圓なり1億圓の金を基本金として集めて戴かないかぎり、私としてはどうしても賛成致しかねたのでございます。あの當時金の方は將來なんとなかなから民營に移せといふお話があつたのですが、私實は反對の張本人として頭張り通しました。餘談になりますが、その後造船統制會が出来まして、これは相當の経費をもつて運営されてゐたやうでございまして、それが終戦後實質的に造船聯合會に移つた場合、統制會の時代ほどの各會社に對し賦課金を要求することが出来なかつたやうであります。だから今後聯合會は非常に経費を縮少してやつて行くんだ、かういふお話を承つた時、黙々基金の問題を解決せずに試験所を民營

にしなくてよかつた、あの時ずるずるに民營にしてしまつたら試験所は今後經濟的に非常に困るんぢやないかと實は思つてをる次第であります。

[斯波] それは今は世の中が變つてゐますが、その當時としては、なるほど造船所以外はインテレストの少いものだから金も出すまいけれども、造船所といふものは相當力があるものといふ前提の下に考へたのです。相當日本でも船が出来てをつた。あの位船が出来れば相當利益も上る、だから相當な研究、試験も實現し得る。造船所は銘々自分の研究機關を有つてやるといふことが普通の建前になつてをるけれども、それでは纏つた立派な研究が出来ないから、出来るならば全部の造船所が集つて、各々の研究資金を纏めてしまへば何百萬圓といふ研究資金が出るだらう、それで以てやれば出来んことはないだらう、かういふ譯です。しかし戦争に敗けた後は、議論が違ひます。第一、政府は船舶試験所とか研究機關に今お話のやうな莫大な豫算を出し得るや否や。これは第一先決問題だと思ふ。さうなるといろいろな研究機關は要らないから、政府は廢めるといふ考へも出て來ると思ふ。それに今後の造船といふことを考へる場合に、大きな船は出来ない、ちつぽけな船しか出来ぬといふことになれば、民間の造船所と雖も研究機關に對する費用といふものは、ごく僅かしか出せないといふことになる。かういふ面も今後は非常に問題だと思ふ。從來の考へ方、やり方と今とは非常に考へ方が違つて來る。しかし今のやうな事業が民間で負擔され得ないとは我々は考へてをらない。又たとへば長崎造船所は船型試験所の立派なものを有つてゐる。私など今までやつてをつたののだが、いふ擴張されて立派なものになつてゐる。一方、長崎造船所は今後どうなるのか、造船がどんどん出来るといふことは考へられない。場合によれば、賠償の對象物として取られるかも知れぬ。然らばあの船型試験所なるものは今後どうなるか。三菱にしても昔の三菱とは違ふ、解體された三菱が、ああいふ船型試験所を有つて行けるかどうかも怪しい。官のああいふ研究機關も怪しい。さういふことを考へると、全體として官なり民なりの研究機關を場合によつては一纏めにして、さうして細々ながら煙を立てて行くといふことも已むを得ぬことではなからうか。從來のやうな、船がどんどん出来る時の研究機關と、今後の、造船の先の危くなるといふ時の造船に對する研究機關といふものとはすつかり違ふと思ふ。それを以て見ても、やはり官といふよりも民の方でやつた方が永續性があると思ふ。民の方で力が足らなければ、國が出来ただけの範圍に於て補助を



してやつて行くといふことが今後の行き方ではないかと思ひます。

### ◇ 國有研究機關の經常費の不足

[山縣] 實は私船舶試験所にをりまして熟々感じますのは、役所は臨時的に金を出すといふことは割合にやるのです。随ひまして研究機關に對する建設費といふやうなものは相當出します。ところが經常費は永久に續くものでございますから、經常費を出すことは非常に厭がる。随つてこれは國の有つてをりまして總ての研究機關全部の通弊でございますが、施設そのものは相當なものであるにもかかわらず、運営して行く金がいつも足りないんです。だから機械その他の施設の恐らく相當の部分が使用されずに欠伸をしてゐる。これが役所のやり方の悪い所だと思ふ。民營といふことになれば、かういふ點はいいんぢやないかと思ひますが、元良さん如何でせうか。

[元良] その問題は今斯波さんが言はれたので私の言ひたいことは盡されてをるのですが、ただ敗戦後かういふやうな際であるから、官がやつても、民がやつても、ああいふ研究機關を今後繼續して行くといふことには非常に困難があると思ふのです。ただ原則的にいへばどうしてもこれはやはり民間でやつた方が都合が好いのぢやないか。又かういふやうに時勢が變つてしまつて、あれを擴張するとか縮小するとかいふ場合でも、官よりも民のやつてる方が融通がつき易いのです。それで今のやうな時勢では、民間で引受けても難しいけれども、しかし原則から言つたら、やはり民でやつた方が萬事都合が好いんぢやないですか。

[山縣] その場合、三菱重工業なんかのお考へは非常にいいんでございますが、一般にああいふ研究機關などに出す金を、寄附金とか或は賦課金とか、さういふ氣持であるんですね。さういふ考へ方でなしになんと申しますか、私会社の内部のことはよく存じませんが、營業費の一部といひますか當然出すべき性質の金である、かういふ考へ方でやつて戴くと会社の内部でも扱ひが非常に樂になるのぢやないかと思ひますね。三菱のやうに御自身であれだけの立派な研究機關を有つてをられる所はその點に於てよいと思ひますが、一般にはまだまだ捨金を出すのだといふ傾向があるやうに思ひます。

[元良] さつき來年度の豫算のお話が出ましたが、船舶試験所では民間の試験を引受けて料金を取つておいでになる、それは差引いたものですか。

[山縣] 實は御承知の通り今度行政整理をやり、進んで行政機構の改革をやりましたが、從來船舶試験所

は一部分行政的の仕事をしてをりました。と申しますのは、救命設備であるとか、船のランプ、さういつたものの檢定をやつてをりました。一番大きな収入は造船機材の檢査でございます。之等によつて相當収入があつたのであります。昨年度は 20 何萬圓かあつたと思ひます。ところが今度行政整理によつて人員を或る程度減らさなければならぬ。それにひつかけまして、さういふ行政的の面の仕事をすつかり外してしまつたのでございます。人間と共に仕事を外して海事協會に全部移讓してしまつたのでございます。随ひまして今後の収入といふものは、殆んど船型試験だけになります。これは微々たるものでございます。一年間に何千圓、多くても 2,3 萬圓しか入りません。もづとも試験所の船型試験手数料は世界で最も安いのです。いつか來朝したケンプが吃驚してゐました。ですから先程申しました經常費 40 萬圓にはさういふ収入を見込んでをりません。しかもこれは特別會計になつてをりませんから、収入は収入印紙で大蔵省に入つて行きまして、自分で使へる金でないであります。

[元良] その海事協會へ移讓されたものがあれば、よほど違ふわけですね。

[山縣] 昨年度はこれに對する収入が 20 何萬圓、人件費、事務費などの支出が 10 萬圓足らずではなかつたかと思ひます。

[斯波] 大したこともないですな。

[山本] 今山縣さんのお話でああいふ研究機關の必要なことはよく分るけれども、經常費が出ない。それから寄附金或は賦課金として考へてるのは困るといふお話でしたが、我々もその點は非常に同感です。大體大學のタンクは、だいたい前ですが、70 萬圓といふやうな計畫もあつたのです、無論駄目になつたですけれども。それで今は寄附で以て小さいのと有つてをりますが、我々熟々感じることは經常費が少い、經常費といふものは先づ全然出ないと言つていい。それは敢てタンクに限らず、大學全體がさうです。曾て工學部で各教官が使ひ得る研究費がどの位あるか調べてみたことがあります。さうすると、工學部全體に配布する金が他かに 20 萬圓前後、その中で人件費——といつても官廳ですから俸給は別ですが、職工の費用とか、居残賃、材料費、さういふやうな消耗品を使ふ譯ですが、さういふ費用を差引いた工學部全體の研究費を、教授と助教授の頭割で割りますと、一人 1 年に 100 圓でございます。驚くばかり少い。名儀の如何に拘らず 100 圓しか使へないのです。曾て大學で寺野先生の時に、建協 70 萬圓、實驗設備 30 萬圓、それで以てタンクをやらうと思



つたのがえらい間違ひだつた。それで若しやろうとすると、恐らく經常費は100萬圓の2割か2割5分少くともその位だと思ふ。さうすると20萬圓前後、それが實に現在の工學部全體の經費です。要するに研究なるものを文部省も大藏省も知らないし、世間全體も從來知らなかつた。例の原子爆彈で慌てて、科學研究を充實しろと言つてゐますが、世人全體がその必要性を知らない。随つて文部省も大藏省も知らないわけです。

【斯波】 官が研究機關を有つといふことの間違ひはそこにある。今のお話ではつきり分る譯です。最初の事業費だけ出して、經常費を出さぬといふことは、全然認識不足であることを意味してゐる。民間ではそんな馬鹿なことはしません。官だからさういふ不合理なことをやる。官が研究機關を有つことの不合理はそれでも分る。だから設備費だけ官が引受けてあと民が運営するのが合理的だと思ふ。

【山縣】 只今斯波さんがお話のことを、私よほど前でございますが、今の内務大臣の三土さんが逓信大臣の時に話合つたことがあります。三土さんはやはりさういふことを言つてをられました。建設費は國が負擔すべきものだ。しかし相當額に達する經常費はこれを永久に政府が負擔するといふことは事實出來ない……

【斯波】 その通り。

【山縣】 出來上つてからの經常費は民間で負擔すべきものだといふことを強く主張してをられたです。

【斯波】 經常費を民間で負擔するといふことは、言換へれば民間が經營するわけだ。それが必要です。

【元良】 政府の研究機關もさうだけれども、政府の建物がやはりさうですね。建てる時には實に素晴らしい立派なものを建てるけれども、ちつとも手入れをしない、だから3年も経つと變になる。すべてあの流儀だ。

【斯波】 航空研究所の如きも確かにそれです。ああいふ馬鹿々々しいえらい建築はとても民間では出來ませんよ。ところが出來た後はどうかといふと、一向動かんです。何の爲の研究機關か譯がわからん。

【山縣】 本日の結論として民營でなければいかんといふことになりませぬ。

【斯波】 明かです、航空研究所が明かにさうです。なんら成績を上げてをりません。尨大な研究所を拵へたに拘らず、日本の航空は戦争中ずるぶん發達はしてるが、航空研究所はなんら貢獻してゐない、かう言ふと叱られるかも知れんかね。

#### ◇理論と實驗との遊離

【山縣】 それでは話題を變へまして、船の抵抗、推進などの學問でございますが、これは當然流體力學を船に應用した學問でございます、私勝手に船型學と名づけてをりますが、かういふものは一體學問であるかどうか非常に疑問を有つてをるのでございます。それは試験水槽が非常に發達いたしまして、随ひまして實驗的には相當進んでをる。ところが理論的には甚だ遅れてをります。これは空氣と水との間を走つて行く船、それは理論的計算に乗りにくいといふ事情も無論あるのでございますが、どうも水槽試験の實驗的な方面が餘りに進歩してしまつたんで、理論的の方の研究をする人が尠ないんぢやないか、即ち私の申します船型學——實驗船型學といふものは相當進歩しましたが、理論船型學といふものが殆どない。例へばミッチェルの理論を使ひました造波抵抗の理論、或はヴォルテックス・セオリーを基にしましたプロペラの設計の方法、かういふものが部分的には發達してをりますけれども、實驗的研究とはどうも跛の状態になつてる、随ひまして全體として考へますと、船型學といふものは果してあるのかどうか、純粹の學問としてさういふものがあるのかどうかといふことに非常に疑問を有つてゐるんですが、如何でせうか。

【山本】 さうですな、私も或る程度まではあなたと同じ考へですが、嚴密にいふと、確かに船型學といつても、實驗の方が數歩進んでるやうな點も見受けられますね。しかし、これは一寸ほかの話だけれども、どうも學といふ字をやたらに使ひたがる傾向がある、例へば探險學なんかにしても果して學といふ字を附けていいのかどうか、説明を受けてもどうもわからない。そのほかが學らしくないものに學の附いてるのかかなりありますね。しかし大して大きな問題ぢやありませんから除けて置きますが、理論的に進んで來つたやうな氣もしますが、どうでせうか。

【山縣】 お話の通りと思ひます。先程の申上げ方が悪かつたかも知れませんが、要するに理論と實驗とが遊離してゐるのでございますね。

【山本】 確かにさうですね。

【山縣】 例へばプロペラのセオリーは昔からあるモントム・セオリー、ブレード・エレメント・セオリー、これらはプロペラの設計には何等役に立つてをらない。かういふやうにプロペラは作用するものであるといふ概念を論じてゐるだけであつて、實際にそれをプロペラの設計に應用するといふことに於て殆んど價値がない。例へばプロペラの直徑を決めるといふことは、現在相當に發達したプロペラの理論でさへも全然求めることが出來ないのでございま



す。ところが實際はプロペラの直徑なるものが一番プロペラの作用なり、効率に影響があるんです。それを現在理論では決めることが出来ないから、實驗結果を基礎として決めてゐる。つまり實驗的に進んだ學問と、理論的に進みつつある學問とが全然遊離してゐるわけですね。

[山本] 確かにさうですね。けれどもプロペラの場合なんか勿論さうですが、例へば航空機にしても、翼は翼、胴體は胴體で理論的に調べる、それから模型を作つて風洞試験をやつてみると、かなり豫想と違ふんです。さういふ點で確かに理論的研究結果が實驗の結果と遊離してゐるのは事實であつて、本當の所まだ實際のプロペラが働いてゐる所を的確に押へて理論的に調べるといふ所までは、甚だ残念ながら進んでゐない、それは今後の問題ぢやないかと思ふんですが、どうでせうか。

[山縣] ところが例へば今のミッチェルの理論から發達した造波抵抗の理論、これを日本で取扱つてゐる人は數人といふより一人か二人しかないと思ふ。これでは理論が進歩する筈はないので、不思議で仕様がな。

[山本] 確かにさうですね。

[山縣] 水槽の方では造波抵抗の研究がどしどし行はれてをりながら、理論的に突つてゐる人が尠ない。他の學問ではかういふことはないんぢやないかと思ふ。

[山本] 遊離のギャップが大きいですね。例へば或る造船所で船を造る場合に、今まで出て來た理論的の方面を十分考へて、さうして實際プロペラのダイヤメーターを決めるにはどう持つて行くかといふことに、あまりギャップが多いので手を着けないといふ結果になるんですね。

[山縣] 要するに、例へば今の造波抵抗のことを申しますと、あまりにも理論的取扱が難しいのですね、暇ばかり掛つて。それよりも手つ取り早く模型を作つて曳つた方が早いといふことになるわけですね。如何ですか、元良さん。

[元良] 僕はどうもだいたい古くなつてね。しかし話を聞くといふと、造波抵抗は、日本はどうか知らんけれども、相當いろんな論文が出てゐるやうですね。ところが造波抵抗はどうか知らんけれども、航空の方のいろんな理論の刺激をだいたい受けてゐるやうに思ひますね。だからこれはやはり漸々に進歩して行くものぢやないでせうか。理論と實際との間に非常にギャップがあるから、理論をすぐ實際に應用して行くといふことは難しいけれども、やはり段々に進歩して行くわけですね。

[山縣] ところが今の造波抵抗なんかは船獨特の理論でございます。プロペラのセオリーなんかは今まで航空の方から教はつてゐたんですね。ところが今度日本は航空機の研究をしては相成らぬといふことになりますと、今度は造船の研究方法が非常に變つて行かなければならぬのぢやないかと思ふ。

[元良] さうです。航空の方は前世界大戦頃から、兎に角非常な偉い學者が寄つてたかつてやつたですからね。

[山縣] 物理學者が入つて行つたんですね。

[元良] だから航空は非常に進歩した。あれで造船の方も刺激を受けたし、参考にもなつたと思ふんですね。

[斯波] まるで逆ですよ。後から來た航空の方が先にどんどん進んでしまつて、前からの造船が取残されてしまつた。日本でも現にさうです。造船協會が出來、航空協會が出來たけれども、造船の方は古い經歷を有つてゐるにかかはらず、動き方がきはめてスローだ、今死んでるか生きてるか分らんやうな状態になつてゐる。どうも造船の方は古くなりすぎてゐる傾きがある。先のお話の理論と實驗との遊離の問題ですが、この點は殊に日本は激しいと私は思ふ。殊に日本は理論の方面は大學方面の方が主としてやるので、きはめて實驗部面と縁が遠くなつてゐる。ところが外國の實例を見ると、大學と實際にやつてゐる所との接觸が非常に密接です。日本は全然遊離してしまつてゐる。大學に入つてゐる方は殆ど民間と没交渉に研究してゐる。反對に民間の者は、又あまりに實際の仕事にばかり没頭してしまつて、理論的に乏しい。大學を出た方がたくさんをのだけれども、一遍民間の會社に入ると、實際のことばかりやつてゐる。大學でやつた理論的のことを忘れてしまつてゐる。これが非常に日本の缺點だと思ふ。殊に外國の實例はどうかといふと、他の部門ですが、大學のプロフェッサーが民間の會社に入つて研究室をちやんと有つてゐる。民間會社に何々博士の研究室といふものが出來てゐるので、其處に行つて會社のやつてゐる實例を織込んで研究するから、實際の研究が立派に出來る。日本ではさういふことが一つもない。大學は大學でやつてゐる。民間も大學の人まで容れる雅量も有つてゐない場合が多分にある。兩方とも別々にやつてゐるから、總てが遊離してしまふ。航空研究所の如きもさうであつた。初めのやり方としては、航空研究所は理論的に大學と密接な關係をもち、民間も一緒、陸海軍も實用的に利用して行かうといふ筈であつたけれども、出來てみると、陸海軍とも遊離してしまつて、殆どあつたものを利用してゐない。陸



海軍があれを大いに利用して、研究所を非常に盛立ててデジュロブさせる筈であつたのが、殆ど利用しないどころか、大學の研究所が主になつて理論ばかり研究してをる。しかも實際のことは知らない。随つて研究所も實際成績を擧げ得なかつた。さういふ工合で日本のやり方はどうしても兩々相對立するやうなやり方になつてしまふものだから、接觸場面に非常に遠ざかつて来る。そこに行くとき、外國のやり方は旨い。英國のエキスベリメンタル・タンクの船型試験でも、先輩のプロウドの如きは、實驗的の方ばかりでなく、理論的にも非常に考へてをる。兩方の接觸が非常によく行つてゐる。向ふの研究は總ての點に於て實際的であり、實用的である。假にイギリスの造船協會の論文を見ても、そのことはすぐ分る。實驗的理論的兩方とも相俟つて進んでをる。日本のやり方は、理論をやる者は理論ばかりやる、實驗の方は實驗の方ばかりやつてゐる。兩方の接觸面が離れてゐることは、日本の造船協會の雑誌を見てもすぐ分る。恐らくさういふ感じは誰でもなさるだらうと思ふ。ここに日本の要點がある。今後果してどうなるか、日本の造船所の前途がどうなるか分らん際に、なんとも逆戻りは出来んけれども、少くとも今後は兩方の接觸面をもう少し密接にしないとちぐはぐの、意味を成さぬ研究になる。

#### ◇試験所の使命と實際

山縣 私は船舶試験所に 20 年もをりましたけれども、いつも考へてをりましたことは、只今お話のやうに、學者と生産現場との間が非常に遊離してることでありませう。一體行政官廳に附屬してゐる試験研究機關といふものの使命は何であるか。我々は難しい學問は知りもしませぬし、出来もしませぬ。同時に實際の生産現場も知らない。しかし大學の方々が作られた論文を読んで理解するだけの能力と申しますか、少くともさういふものを讀む習慣はついてをる。それから偶、行政官廳である逓信省（只今は運輸省ですが）の試験機關である關係から、民間の方々に接觸する機会が非常に多いから、實際方面において何が要求されてゐるかが分る。結局我々の使命は何であるかといふと、學者と生産現場とを繋ぎ合せる機關である。さういふ氣持で 20 年間やつて来たわけですが、日本では直接接觸がりがらないものだから、非常にその點は困りますね。

[元良] しかし最近は大學と民間の工場との連絡はだいぶ密接になつたでせう。

[山本] それは御所知のやうに大學の綜合試験所です、あれが出来てから數年になります、あそこで

はその時代から必要上から世間が働きかけて来てさういふことになつたのでせうが、例へば川崎造船所なら川崎造船所でさういふ研究をして欲しいといふ時には、大學に設備を提供するとか、場合に依つては金を出してやる、しつかりした人を派遣して研究させるとか、本當に兩方一體になつてやる、所謂綜合試験所です。あれが盛んに活用されました。これは平賀先生が總長になる前からの計畫で平賀先生の時代に礎石を置いたといふやうなわけが出来たのでございますが、どれもガラガラで當分困るざらうといふ話だつたのですが、愈々開けてみると依頼が非常に多い。開店休業どころか、開店満員であつた。そこへ持つて来て競争關係で、例へばアーナーの研究とかいふものも多くなる。それから通信機、爆薬、防毒面の材料の研究、製作、さういふものが随分來ました。現在もさうですが、満員です。ですから本當に仕事に於て困つてをる所が學校と連絡してやれば出来るんぢやないか。利用率も随分いいと思ひます。

[山縣] その點は戦争のお蔭——といひますと語弊がありますが、戦争に依つて非常に變つたわけですね。

[山本] その話は戦争前もさうでございました。

[斯波] 綜合試験所のやうなものが民間的に發達すれば一番いいと思ふ。

[山本] さうですね。

[斯波] 官廳が有つてをられてはやはりいかんです。民間が自分でさういふ試験所をやればいいんですが、それは自分獨りで出来る筈がない、それを民間が全部寄集つて綜合的にやらなければいかんです。

[山本] 綜合試験所でいろいろ様子を見てみますと、いろいろ困つた點があります。官廳ですから會計法に縛られる。これが實に滑稽です。例へば何處かから 30 萬圓こちらに出して、物理學者と材料を出すからやつて呉れ、かういふ申込があつたと假定します。ところが學校ではそれを斷はるのです。といふのは 30 萬圓貰つても、それを使ふことは出来ない、國庫の收入になつてしまふ。綜合試験所で使ひ得る實驗用の豫算はこれだけ決まつてゐて、それだけしか使へない。

[斯波] それだから役所は困る。

[山本] 30 萬圓貰つても國庫に入つてしまつて、その試験に出すわけにいかないのです。

[斯波] 右から左に綜合試験所が使ふわけにいかんのですか。

[山本] いけないのです。會計法の不備ですね。私よくは知りませんが、病院あたりでも金が入ると國庫に入つてしまふ、さうして病院で現實に使ふべき研



究費なり何なりは豫算でちやんと決めてある。さうするとその間に新問題が出て、研究を頼む方は何萬圓も出す、こつちは豫算が決まつてをるから、その金は使へないから、研究したくても出来ない。實に不便極まるものです。

[山縣] そのやうな場合船舶試験所では仕様がありませんから、金で買はずに物で貰ふのです。

[山本] さうすればいいわけですね。

[斯波] それを以て見ても官廳が研究機關を有つことの不都合は自明の理ですね。問題ないです。

[山本] アクティブに仕事するやうな施設でないですね。

[斯波] 研究であらうか何であらうか、行政部面であらうか、みんな杓子定規に當嵌めるものだから動きがとれなくなつてしまふ。

### ◇三菱水槽の創設

[山縣] それでは話をすつかり變へまして、日本に澤山の水槽がございますが、恐らく世界で一つの國で有つてをります水槽の数は、日本が一番多いんぢやないか。これは戦に敗けて潰されるものがございませうから、戦前の話でございますが。随ひまして相當な業績を擧げてをります。その魁をなしたものは明治 40 何年かに長崎で水槽を造られた、これが日本に於ける最初のものだと存じます。實は先日まで知らなかつたのでございますが、當時長崎の水槽をお造りになる場合に斯波さんが御贈當になり、非常に御活躍になつたといふことを昨年の終頭に初めて伺ひ、斯波さんが私共の大先輩であることを知つたのであります。當時一會社であれだけの水槽をおもちになるといふことは外國にも、二、三の例はあつたかも知れませんが、日本におきまして、明治 40 年頃にあいふことをおやりになつたといふことは非常に劃期的なことだと思ひます。随ひましていろいろ御苦心があつたことと思ひます。斯波さんから當時の経緯を我々後輩にお聴かせおがりたいと思ひます。

[斯波] すゑぶん古いことで、明治 40 年といふと今から 40 年近い前のことでございます、殆ど半世紀前の話でございますが、變にまだ頭にこびり付いて發つてをります。今お話のやうに今から 40 年前、世界的に考へてみても、殊に日本に於てさうですが、造船がまだ發展もしない時代に、一つの造船所が水槽試験所を拵へたといふことは、實に思ひきつた先覺者がをつたといふわけです。私もあれに關係は致しましたが、私が創設したわけではありません。あの頃長崎造船所長は森田といふ人で、もと海軍にを

つた人ですが、この人の發議です。どうして發議したかと申しますと、その人は造船家でもなんでもありませんが、外國に永く行つてをつた、恐らく海軍の關係で行つてをつたんでせう。イギリスでも最も古い水槽試験所をやつてをつたアーチボルド・デニーといふ人があります。水槽試験のエキスパートです。船型試験について報告がたくさん出てをります。森田といふ人はこのデニーと親友だつたのです。さういふ關係で森田氏は、船型試験が造船をやる上に非常に必要なものであるといふことを知つてゐた。船型試験がイギリスで發展したから造船が非常に發達したといふこと、これは明かな事實なんです。森田氏は造船學は知らないけれども、親友の關係からよく聴かされたと見えて明治 40 年頃、日本の造船も段々盛んにならうといふ際に、なんといつても船型試験を先にやらなければならんといふことに氣付いたらしいです。それをやるについては、誰も日本で知つてゐる人間がない、そこでデニーに手紙を出して、援助して呉れないかと交渉したらしい。デニーはそれに對して、宜しい、無論自分は援助してやらう、それにはこれこれの方法でやれと詳しく教へて呉れた。その設備は何處に注文しろ、それを動かす人が必要であるからそれを自分の所によこせ、教へてやらう、さうしてやればなんにも難しいことはない、さういふ好意のある手紙を呉れたらしい。それで早速やることになつた。當時日本の造船は段々盛んになりつつあつた。例へばあの頃の劃期的な船である東洋汽船會社の天津丸といふのが出來つた際です。ハイ・スピードの優秀船をやらなければといふ考へがあつたので、早速實行することになつた。それで第一番に設備を何處に注文するか。それはデニーに頼んで、グラスゴーのケルスといふ所に注文した。これは精密機械をやるに適した會社ぢやなく、造船のモデル・メーカーで、まあ一通りの仕事は出来る。ケルスはデニーと密接の關係のある會社で、デニーからケルスに注文したらよからうと教へて呉れたわけです。それを注文した。それからそれを覺えに川原五郎君が第一番にやられた。私はその頃まるで關係はなくやつてをつたんです。ところが先生は向ふに行つて研究して歸つて来て、間もなく病氣になつて動けなくなつてしまつた。これでは仕様がな、誰も後繼者がな。そこで私が引つぱり出されたんですよ。私は甚だ迷惑で、セオリチカルなことは柄にないからといつて極力斷つたけれども、どうしてもやれといふ命令で、不平だらだらながら思ひきつて勉強に出掛けて行つた。向ふに行くと、手を取るやうにして親切に教へて呉れる。一



から十まで教へて呉れた。一通り自分獨りで何でも出来るといふ所まで教はつて來ました。さういふ點は實に偉いですね。お前がやる以上は、機械を動かすこと、それから工場でレースを使つてプロペラを削ることからやらなければならぬといふので、それまでレースなんか使つたことがないのを、その時初めて教はつたのです。プロペラの材料の調合法から削ることから、鑄物場の仕事から、水槽實驗の方法から一通り全部教はつて歸つて來ました。それまでに日本で各種の機械類がそろそろ組立てられてみて川原君が倒れたので、私の歸るまでの留守中を、デニーから人を派遣して貰つて、その男にやらせてゐたわけです。そこで私がやつてゐたわけですが、間もなく元良さんに來て貰つた。元良さんも實驗的にやるには初めから根本的に研究するといふことで、理科大学に入つて3年間實驗物理の研究をされた。私は俄か仕込みだからさういふことはやらなかつた。元良さんは3年間留學して勉強された。無論その間は私がやつてをつた。ところが向ふから來た機械といふのが、理論的の精密機械のメーカーでないから、ひどいガタガタの機械だつた。据付にしても車がガタガタしてバイブレーションが起つて工合が悪い。全部据付けを直してやつたんです。困つたですよ。何度やり返しをやつたか分らない。トラックが力が足りないから搦つたりするので、それを補強してみたり、とんでもない所に骨を折らされてしまつた。元良さんもさうだつたな。

[元良] さうだね、ひどい目に遭つた。一番ひどかつたのはレールです。

[斯波] すつかりやり換へたですね。その中元良さんが歸つて來た。僕はその頃はこれを一生懸命やるつもりでゐたけれども、他の仕事をやれといふ命令があつて、タンクをやれなくなつてしまつた。折角留學までしてやつて、一生懸命やるつもりでやつてをつたのにと非常に不平だつたけれども、命令とあれば仕方がない。到頭タンクをやめてしまつた。その後は元良さんが引繼いでやつて呉れたわけです。ところがその元良さんが又タンクをやめさせられてしまつた。世の中のことはいろいろ變るからなんとも仕舞がないけれども、どうも官の方の悪口も實はあまり言へないわけですよ。

[元良] あまり大きいことは言へないのだよ。

[山縣] 三菱の水槽は逓信省の水槽が昭和の初めに出來ますまでは、わが國の民間に於ける唯一の水槽でした。殊に元良さんは非常に良い實驗をされて、現に學士院賞でしたかも知れないと聞かれますが、實にありとあらゆる面に於て、學問的にも研究され、實

際的にもいろいろ考案されましたが、何か一つ回顧談を……

[元良] 何も吹聴するやうなことはありませんよ。

[山縣] 私この頃必要があつて元良さんの御實驗を振返つて拜見しましたが、外國でやつてをらないやうな獨特の實驗をずるぶる澤山におやりになつてをりますね。

[元良] さうでせうかな。

[山本] あの時代にプロペラの方で深く突つ込まれたのは、八代さんとあなただけです。例の學位論文やなんか。

[斯波] タンクは何年やられたですか、あなたは。

[元良] さうですね、實際仕事をやつてをつたのは15年位ですね。私もそれこそ一生やるつもりで理科大学に入つて根本的にやつて、丁度15年位やつたんですが、さうしたら到頭わきに移れといふので、極力斷つたんですが、斯波さんがそのときに變れと言ふ方の大將だつたものだから、僕は大きに斷つたんだけど、どうしてもいかにといふわけに到頭脱線してしまつたわけですね。しかし當時はもう他に後繼者もありましたし、變つた方が却つてよかつたかも知れない。

[斯波] 全く私なんかはさうですよ。私も變つた時は大きに不平だつたけれども、今から考へれば元良さんが來られた方がよかつたわけだ。

### ◇大學と工場との連繫

[元良] 懷舊談といつて別にありませんが、さつきの話に戻るけれども、大學と民間との連絡といふことですが、私この數年來本店で常務から社長をやつてゐる間に、どうしてもこれは大學と我々實際造る方ともつと密接にしなければいかにといふことを痛切に感じまして、大學の先生に顧問になつて戴いたことがずいぶんあるんです。今数は忘れてしまつたけれども、10名位あるんじゃないかと思ひますが、造船と航空が重工業の一番大きな仕事なんだけれども、造船の方はどうも理論と實際とのギャップが大きいですね。造船の方の先生におねがひしようと思つてもどうも問題が少いですね。却つて他の機械とか、さういふやうな方面の先生には、いろいろ聴くといふとこちらにすぐ参考になることが非常にあります。造船の方はそれが非常に難しいです。理論と實際とのギャップが大きいんだな。これはハイドロダイナミックスだけでなく、ストロングスの方から言つても船といふものはあまりに複雑で、やはり大學と實際に造る方とは益、密接でなければいけません。

[斯波] 今後は愈、さうですね。



[山縣] 私當時のことをよく存じないのでございますが、大正 10 年に逓信省の水槽の豫算が通つた時の経緯でございますが、當時、先程山本先生からもお話がございましたやうに、大學からもずっと豫算を出してをられましたね。

[山本] さうです。

[山縣] 毎年大學と逓信省と両方で豫算を出して、それであの當時逓信省の方が通ります条件として、大學の先生が自由にこれを御利用出来るやうな途を講じる、かういふことだつたらしいので、その途も開かれてをります。ところが實際問題となると大學は逓信省の水槽を種々の事情からお使ひにくい。随つてその後大學は水槽をお作りになつた。一般にかういふ傾向があるのですね。この間海軍の技術研究所を商工省に持つて行つて、アメリカのビューロー・オブ・スタンダードのやうなものにするといふ話がありました。これは趣旨として結構だけれども、商工省に持つて行くのはどうかと云つたんです。と申しますのは、今申し上げましたやうに、大學と船舶試験所の關係のやうに、最初は各省共通のものとして使用するといふアンダースタンディングがあつても、なかなか實行されないのです。造船研究部の施設は商工省より運輸省が多く使用すべきものです。商工省に技研をそのまま持つて行くと、他の省でこれを餘り利用しないやうになるのではないか。ですから、私はあれを内閣に持つて行くことを主張したのですが、今度賠償の対象になつたらしいので、そのままになつてしまひました。どうも日本では自分で持つてゐなければ氣が済まぬといふやうな氣持があつて、なかなかうまく行かない。これが世界一の水槽國になつた一つの原因でせう。アメリカはわが國の研究機關が工業能力に較べて多過ぎる、アメリカ並みになるやうに研究機關の數を減らすといふ意向のやうですね。

#### ◇水槽に於ける實驗方法の改善

[山縣] 元良さんからいろいろお話を承りたいと思つたのですが、御謙遜なさつてお話し下されませんから話題を變へまして、私この水槽試験といふものを 20 年程やつてをりまして、一番の不滿はかういふことです。水槽試験の方法を考へてみますと、昔は船の模型を作つて引つぱつて、抵抗を測る、それから段々進んで、後ろからプロペラを差しかけて實驗をやる、更に模型の中にモーターを置いてプロペラ的作用で自分で走る、かういふやうに進んで参りましたが、どうも食ひ足らない。例へば今の船の抵抗といふ問題を考へると、與へられた條件に對して或る形

の船を設計する、さうして模型を造つて水槽で引つぱつてみる、又他の形のものを作つて引つぱつてみる、こちらが抵抗が少い、だからこちらの方を採用しよう、唯これだけなんです。何故に抵抗が少くなつたかといふ根本原因を突きとめることをしない。今後、これは難しい問題かも知れませんが、もう少し突つ込んで、例へば水の流れがかうなり、壓力の分布がかういふふうに変化するから抵抗が少くなるのだ、かういつた方向に水槽試験を持つて行かなければいかんのぢやないかと思ひますが、どうでせうか。

[山本] 同感です。プレッシャーを測つて、そのプレッシャーを減らすやうにする、結局そつちに行くのが常道だらうと思ひます。今の所はセンター・オブ・ボヤンシーを少しずらす、それも澤山ずらせないから、ちよつとずらす。壓力がどうなるのか、變るには變るが、その結果どうなるのかといふことは分らない。それはつまり理論と實際との食ひ違ひですね。これは飛行機の方は割合に進んでるんですね。飛行機の方は模型實驗をやつてみて、それぢや實物を作つてみようといふことになり、これは精々 20 萬圓位、小さいのは 10 萬圓位で出来る。船はさうはいかないです。造つたら最後になつてしまふ。それも 100 萬圓とか 200 萬圓。だから理論の實際との連絡がつかぬといふことは、船の方は萬已むを得ないぢやないかといふ氣もします。

[斯波] しかし航空機だつて御承知の通り初めは小さい模型でやつてをつたが、段々スピードが大きくなつて來ると、實物の模型でなければならぬ。實驗風洞も大きな模型を作らなければならぬといふことになつて來ると、あれにも非常に悩みがあるのです。造船と殆ど違はないやうな悩みを有つてゐるんですよ。

[山本] 現状はさうですね。

[斯波] 段々さうです。ハイ・スピードになつて來ると實物模型でやらなければならぬ、風洞試験といつても大變なことになつて、やり方によつてはインポッシブルです。

[山本] 私の申しますのは、飛行機の方が從來實驗を擧げて來たのは、さういふ所にあるのぢやないかといふ意味です。現在はハイ・スピードになつてをりますから、現状はさうでもないですが……

[元良] 結果が早く出て來ますからね。船はなかなかさういふからね。

[山本] それから學校や研究所の機械とかなんとかの方はすぐ間に合ふけれども、造船の方はうまく行かないといふお話がございましたが、例へば船の中の



機械そのもの、エンジンの材料とか、或は鐵製品なんかでも、それぞれ本當のメーカーがをるわけですね。所が船全體として纏つたものでどうも困つた問題が起るといふ場合には、例へば振動が大きいといふやうなことになる、ちよつと持つて行きやうがない。随つて船の先生に相談をする種がないといふのは當然だと思ふのですが、どうでせうか。

[斯波] 難しいですね。

[山本] 綜合工業といふものは非常に厄介です。

[元良] 實験が非常に難しいですからね。

[山本] 船の試運転となると、5千圓とか1萬圓とか掛るからね。

[元良] 振動だつて機械の部分なら簡單だけれども、船全體の振動となると複雑ですからね。

[斯波] その點飛行機は簡單だね、操縦士が一人みればいいんだから。

[山本] 船一つ振動させて見るといふことは大學ではやれないですから。

[斯波] 何百人でなければ動かないからね。今後船型試験については、航空と密接な關係をとる必要があると思ふ。例へば風洞試験の場合にハイ・スピードの撮影機を使つてやつてをりますが、あれなんか今後船型試験にも相當利用されると思ふ。プレッシャーを測るとか或はエア・カレントの分布といふやうな寫眞は大いに利用される。それは航空機のお蔭だと思ふ。今後は航空機も造船の方の船型試験を利用し、こちらも亦風洞試験その他を利用して、兩々相俟つてやるのが本當の學問の進歩だと思ふ。

[山縣] 今のお話ですが、今度日本は航空の研究が許されなくなりました。ところで震から起る衝撃波、すなはち壓縮波の問題ですが、これは我々の方の問題と性質が非常によく似てをり、造波抵抗と平行して研究が出来るのではないかと想像してをります。

もう一つ、日本で大きな造船關係の水槽は、三菱、船舶試験所、海軍とありまして、これがみんな最初一つしか持つてゐなかつた。しかしそれでは足りなくなつて、二つにし、或ひは三つにしてをるわけですね。長崎のは縦に繋いでをりますが、何れに致しましても、昔は一つの研究所で一つの水槽しか持つてゐなかつたのが、二つ、三つなどになつた。その場合、二番目、三番目のものは從來の水槽と同じ形式のものを作るといふことは疑問だと思つてをります。抵抗を測るには、ああいふやかましいレールを敷いて、その上で電車を走らせて物をひつぼる。これはどうしても一つは要ると思ひますが、二番目からの水槽は考へ方を換へてよいのぢやないか。と申

しますのは船舶試験所では、少くとも單螺旋船については抵抗試験も重視せずに、所謂自航試験を必ず行つて船の形なり、プロペラを決めてをります。かうなりますと第二番目の水槽からは何も從來の水槽の形式をとる必要はないぢやないかといふ氣がして來るんです。極端に申しますと、人を一人乗せまして、それで實驗をやつたらどうか。私船舶試験所の二番目の水槽を作る時どんな水槽にしたらよいかずぶん考へたんでございますが、時間の餘裕がありませんでしたし、まだ自信もなかつたのでついやらなかつたのですが、今後水槽を二つ以上有つ場合には、二番目からはよく考へたら面白い水槽が出來るんぢやないか、面白いといふことと同時に簡單に水槽が出來るんぢやないかといふ考へを有つてをりますが、如何でせうか。

[山本] 面白いですね。つまり技研でやつてるターニングの實驗用の水槽、あいつた考へ方ですね。人が乗つて測定を行ふ。さうなると飛行機と同じですね。相當大きな地面があつて、費用が出るなら、模型を造るにも費用は要りますが、それは出來ますね。それで思ひ出したのは、前大戰の時私ボストンにみたんですが、あそこにチャールス・リバーといふ河がありまして、其處に造船科の實驗艇がある。私よく見ないですけども、小さいモーター・ボートで、いろいろのプロペラを附けるんです。船型はどうするかといふと、これを中心にして、外側にベニヤ板みたいな物で作つた簡單なフレームを附けるわけです、さういふ物で包んで、それを付けて走るんだ、さういふ案を立てて、何れやるつもりで工事をしてをりました。話は外れましたが、今山縣さんのおつしやるやうに、タンクをもう一つ造るといふ場合には非常に造りたいですね。さうすればプレッシャーなんかも簡單に測れるでせう。

### ◇模型と實船との關係

[山縣] 船舶改善助成施設、あの關係で以て三菱でお造りになる船の長崎の水槽試験成績を戴いて拜見しましたが、長崎の設計のラインスが實に洗練された好いものであることを知つたんですが、これは元良さんの御実績でございませうけれども、實はひつくりしたのです。同時に一面、私共水槽を始めました時に、當時三菱系統と川崎系統とでも申しますか、ラインスに二種の系統があつて、これが非常に違ふんですな。例へば具體的に申しますと、フレームの形が、長崎のはV型、川崎のは思ひきつてU型になつてをりました。水槽試験で抵抗を測りますと、長崎のが非常に少い。川崎系統のは多いといふのは當



然だと思ひます。これは嘘か本當か知りませんが、三菱系統で造つた船と、川崎系統で造つた船と、航海成績を長い眼で見て、川崎系統のものがさう劣つてをらぬといふ話を一、二聞いたことがあるんです。海上の實績になると、はつきりした比較が出来ないと思ひますが、水槽でよかつたものが果して實船でもいいのかどうか。ごくハイ・スピードの船は別としまして、貨物船なんかには一應疑問が持てるわけです。

[元良] 持てますね。

[山縣] と同時に、シングル・スクリューの船は、抵抗を餘り氣にする必要はない。結局シャフト・ホースパワーを少なくしなければならぬ。これはハンブルグの水槽のケンブが最初に言ひ出したのですが、U型の方がいいといふ意見もあります。これも水槽と實際との連絡がはつきりしないので、まだまだ研究する餘地があると思ひますね。

[元良] 私もさう思ひますね。我々やつてをつた時分も、非常に重大な問題だから、いろいろやつてみたんですが、水槽でやつて良いやつが必ずしも實際に良いとは言へない。それでやつぱり船の人に終始連絡をとつて聽いてはをつたんですが、どうもはつきりしたことは分りません。

[山縣] 我々もはつきり分らないで困つてあました。

[元良] ですから實際長崎でやつた時も、ラインスにしても、プロペラにしても、必ずしもタンクで一番良いやつを探つてをらなかつたですよ、それが中つたかどうかは分りませんけれども。

[山縣] その點は實際我々の悩みなんです。結局U型にするか或はV型にするかは、これで以て船の模型の周りの亂れ境界層といひますが、タービュレンジャー、これが違ふんでございます。だから模型でU型がいいからといつて必ずしも大きな船でいいといふことは言へない。

[元良] さうです。

[山縣] それで近頃感じてをりますのは、長さが6米の模型でも小さ過ぎるんぢやないか。それで一番いいのは、何等かの方法で模型の表面を粗くする。但しその粗くし方、すなはち粗さがいづもコンスタントだと比較的小さい模型を使用してもよいわけになる。それがなかなか一定の粗さに出来ないので、止むを得ず船の前方に金網を張りまして、それを振動させるといふやうなこともやつてみました。現在の普通の實驗方法では6米の模型は短かすぎるといふ氣がしてなりません。殊にプロペラを附けますとね。これは今後に残された大きな問題だと思ひます。船のファインネスとかフレームの形に依りまして、

模型の周囲のタービュレンジャーの程度が違ひますから、それを實船に持つて行きますと船毎に違ふんぢやないか。

[山本] 大きな違ひになります。

[斯波] 私はかういふことを言ふ資格はないですが、常識的に考へて、船型の其驗といふものは一應のコンパリスンであるし、船はタンクで走つてゐる時のやうな静かな水を動くわけでなく、ローリングあり、ピッチングあり、あらゆる複雑なダイナミカル・モーションの水の状態で走らなければならぬ。それを考へると、結局單に一應のコンパリスンであつてそれから先は經驗によるデータを加入しなければ、これが良いか悪いかといふことは言へないと思ひますね。

[山縣] それと同じやうなことで數年前から感じてをりますのは、戦時中に造りました戦時標準船の改良型といひますか、角のある船がありますね、あれが模型試験では普通型のものに較べて一割餘しか餘計馬力を食はないです。ところが海上の成績が非常に悪いです。これは船員の扱ひ方が悪いとか、エンジンが悪いとかいろいろ原因がありませうが、角のある船を6米位の模型でやつて、實際と同じものになるかどうかといふことも非常に疑問だと思ひます。それで實驗を計畫して或る程度進行してゐるのですが、ああいふ角型の船に對しているんな大きさの相似の模型を造りまして試験する、同時に角型の角に丸味をつけまして同じやうに試験したら違つた比較法則が得られるのではないか。これは私はどうしてもやらなければならぬと思つて、やりかけてその儘になつてをります。

[元良] 面白いですね。

[斯波] 殊に波のある所に角のあるものは非常に妙なことが加入して來ると思ひます。

[元良] 先のV型とU型の話ですが、U型で北太平洋を航海した船がありまして、これがピッチング・ウォーター・ハンマーで前をひどく傷めたんです。それからV型に直したんぢやないかと思ひます。ひどいものですね。

[斯波] ウォーター・ハンマー・ダメージは實にひどいですよ。あんなに凹むかと思つてね。

#### ◇大學の造船教育

[山縣] それでは何か別なお話でも……

[山本] 大學關係の話になりますが、暮あたりから一體帝大の船舶科が残るか残らないか、第二工學部は戦争で創られたんだから抹殺されはしないか、或は第一が抹殺されるか、それが抹殺されないものとし



て、今後の造船の教育方針をどういふやうに變へようかといふ話がだいたい議題に上りました。一體日本の造船所のトータル・キャパシティーといふやうなものは今後どうなるだらうかといふ話と關聯して絶えずやつてるんですが、結局今は過渡時代、これから先はもつと、ストレンクスでもレヂスタンスでも基礎的にやらうぢやないか、學生が例へば 30 名をるならば、皆がどの造船所にも行ける、どの研究所にも行けるといふやうなことでもなく、研究所に行く人はうんと基礎的にやる、人數も限る。それからデザイン、機装等、工場に出てやりたいといふのは、そのつもりで指導するといふやうに、初めからはつきり分けようぢやないか。1年はさうでもありませんが、2年3年と行くとはつきり分けようといふことに大體決まつた譯です。なんといひますか、天才教育といふ譯ではないが、本當に専攻して深く入る人をつくらうといふ方向に向ひつつあります。

[斯波] いいことですね。

[山本] 今まででは過渡時代で仕方がなかつたけれども、今後はさうすることが、造船全體の發展の爲にも、當人の爲にも、國家の爲にも一番いいだらうといふことになつてをります。今後多少模樣が變るだらうと思ひます。ただ一番困ることは、研究費にしろ何にしろ、今の世間の諒解、大藏省の諒解、更に大學、文部省の諒解、要するに世間の知識が足らぬ。今後よほど進むでせうけれども、よほど劃期的に進まないといふと實績が上らぬだらうと思ひます。

[山縣] その話と直接關聯はありませんが、この間井口先生が面白いことを言つてをられました。昨年卒業した航空科の連中と造船科の連中と考へ方が根本的に違ふといふんです。造船科の連中は、卒業して然るべき就職口がなければ木造船所にも何處にで

も飛込んで、すぐ實際の仕事に従事することを望みます。ところが航空科は、行先が著しく制限されるといふ點もありませうが、適當な就職口が無ければ理科に再入學して實驗物理でもやらうといふ學生が非常に多いといふのです。これは從來の航空科と造船科の行き方を非常によく現はしてるわけですね。なにも造船科の行き方が悪いとか、航空科が悪いとかいふのぢやなく、傾向としては非常に違ふといふのです。面白いと感じたのです。

[山本] 確かに、良いとか、悪いとかいつてはいけないのでせうね。ところで一方ではかういふこともあります。航空會社としては、航空の人を今度は二人欲しい、造船の人も二人欲しいと言ふ、といふのは航空出の人は理論はよく知つてる、やかましいことになると實によく調べてる、飛行機の設計とか、機械の設計とか、或はエンジンの設計とか、なかなかよく調べるが、何時までも理論をやつてゐて、なかなか物が出来ない、ところが造船の人は、どうしても造船は綜合生産物ですから、當然といへば當然でせうけれども、實によく物を纏める。だから造船の人が航空機體設計に入ると、ものがすらすらと纏まる。だから航空學科からも勿論探るが、造船の人も探る、欲しい、かういふことで最近まで探つてをつたんです。さういふ所を以て見るといふと、學問的にいふと確かにいけないかも知れないけれども、理科的の傾向は少いけれども、製作會社、工業會社として心強いといふ點から行くと、造船の人は航空の人よりは確かに向いてをつたわけです。

[山縣] 豫定の時間も過ぎましたので、この邊で打ちりたいと存じます。

[記者] どうも長時間有難うございました。

— 終 —

# 技 | 術 文 | 化

## 四・五月合併號

編輯・技術文化研究會  
定價 4 圓 (送10錢)

年極概算 48 圓

東京都世田谷區弦卷町一ノ三六

合資會社 天然社

- 技術史の與へて異なる歡び (三枝博音)
- ガレリオ・ガリレイの特許申請 (加茂儀一)
- ゲーベル・LIBER DE SEPTUAGINTA (エーレンボス、五十嵐宣子 共譯)
- (討論) 技術と政治 (會田軍太夫・稻村耕雄・坂入長太郎、武田良三・山崎俊雄)
- カッシラー實驗概念と關係概念 (武谷三男)
- 社會技術としての「政策」(武田良三)
- 賠償問題と農村工業 (坂入長太郎)
- 文化のすすめ・1 (會田軍太夫)
- 地方文化についての感懐と空想 (田中實)
- カデンツァ (稻村耕雄)
- ダイゼスト・2・其他



# 試 驗 水 槽 雜 錄 木 下 昌 雄

## $\frac{B}{H}$ の 影 響

我々が新しい型の船を設計する際、其の初期に於て所要馬力の概略を豫め推算して置き度い場合に、最も廣く利用せられる方法の一つとして、Taylor 氏の剩餘抵抗計算圖表(略して一般に Taylor 氏の Chart と言つて居る)に據る方法が有る事は周知の通である。今、船の水線上長、同上幅及び平均吃水を夫々  $L$ ,  $B$  及び  $H$  で表し、柱形肥瘠係數及中央横截面係數を夫々  $C_p$  及び  $C_m$ 、排水量を  $A$ 、速度を  $V$ 、而して剩餘抵抗を  $R_r$  で表はす事とする。Taylor 氏は

$$\left(\frac{A}{L}\right)^3 = 106.95 T \cdot ft^{-3}, C_m = 0.926,$$

$$C_p = 0.5554, \frac{B}{H} = 2.92$$

の母型線圖を基とし、 $C_x$  の値は恒に一定に保ちつゝ、

$$\left(\frac{B}{H} \text{ の 變 化 } \right) \times \left( \left(\frac{A}{L}\right)^3 \text{ の 變 化 } \right)$$

$$\times (C_p \text{ の 變 化 } ) = 2 \times 5 \times 8$$

即ち總計 80 隻の系統的に順次に變形せしめたる何れも長さ 20 呎の模型船群に依る實驗結果を解析して、之を各  $\frac{V}{\sqrt{L}}$  毎に、 $C_p$  及び  $\left(\frac{A}{L}\right)^3$

を夫々横軸及び縦軸に採つた  $\frac{R_r}{A}$  の等値曲線に

纏めて居る。而して此の際  $\frac{B}{H}$  の値としては

2.25 と 3.75 の 2 種の系統を採つて居り、此の圖表を  $\frac{B}{H}$  が之等の値以外の船の有効馬力の算

定に適用する際には挿間法に據る事として居る。即ち單位排水量當りの剩餘馬力  $\frac{R_r}{A}$  の値は

$\frac{B}{H}$  の値の變化に對して直線的に變化すると見

做しても實用上は何等差支ない事を、多くの實驗結果から確めたと言つて居るのである。更に

又、 $\frac{B}{H}$  の値が小さければ小さい程、恒に  $\frac{R_r}{A}$

の値は小さいと言つて居り、以上の事は概ね船型學者間の常識になつて居る様である。

扱て、剩餘抵抗  $R_r$  に對する  $\frac{B}{H}$  の影響に關する、上記の二つの命題は、果して恒に眞實であらうか。元來剩餘抵抗に對する  $L$  や  $C_p$  の影響が第一義的であるのに比べて、此の  $\frac{B}{H}$  の影響は比較的になく謂はば第二義的である爲、從來餘り問題にされなかつた様に考へられるのであるが、筆者は曾て此の問題に關して僅か乍ら觸れて見た事があるので、事は可成り舊聞に屬するけれども、敢て筐底から當時の資料を探し出してその概略を御紹介し、讀者各位の御批判を仰ぎたいと思ふ。

順序として先づ Michell 及び Havelock 兩氏等の流儀を汲んだ造波抵抗理論に據れば、是等の問題は如何様な結論になるかを調べて見る。例へば前者に依つて始めて興へられた造波抵抗計算式に據れば、同理論に於て慣用の如く座標軸を採り、特に  $oz$  軸の正方向を鉛直上向きに選んだ場合、船體没水部の表面が

$$y = f(x, z)$$

で興へられるものとすれば、造波抵抗  $R_w$  は

$$R_w = \frac{4\rho g^2}{\pi v^2} \int_1^\infty (I^2 + J^2) \frac{\lambda^2 d\lambda}{\sqrt{\lambda^2 - 1}}$$

となる。今回の様な問題に於ては、前後對稱的な船型を選んで論じたとしても、毫も議論の一般性を失ふ事はないから、左様な船型を選ぶと

$$I = 0$$

$$J = \iint \frac{dy}{dx} e^{-\lambda^2 \frac{yz}{v^2}} \sin\left(\lambda \frac{gx}{v^2}\right) dx dz$$

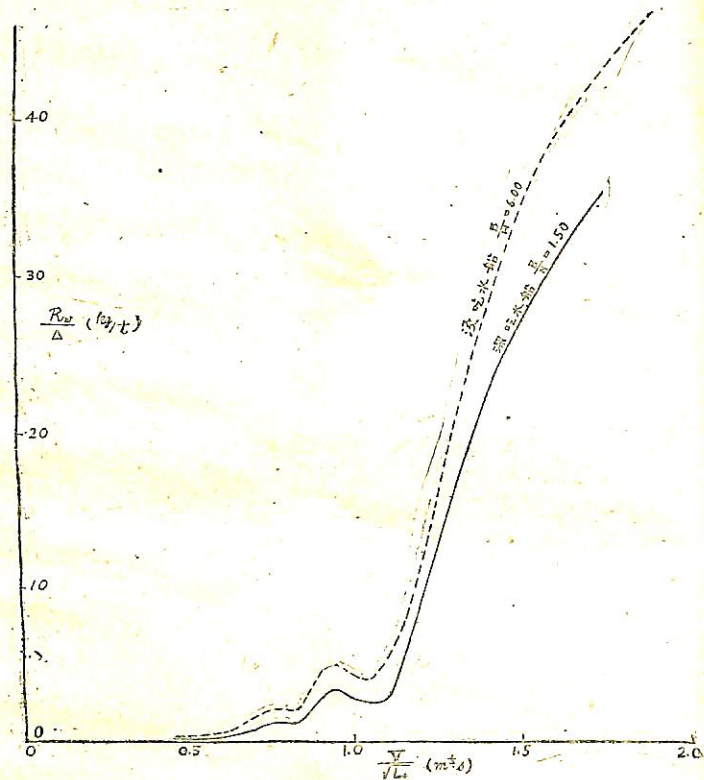
上式の二重積分は、船體中心縦截面の全面に亘つて行はれるものである。(式中の記號は慣用の通であるから、その説明を省略する)。即ち造波抵抗理論に従へば、 $R_w$  は  $J^2$  に従つて變化する。言ひ換へれば  $H$  を一定とすれば  $B^2$  に比例して變化する。一方排水量  $A$  は  $B$  に比例して變化するから、結局  $\frac{R_w}{A}$  は  $B$  に比例して變化する事になる。即ち本理論に従へば

$$\frac{R_w}{A} \propto \frac{B}{H}$$



となり、一應現在の命題を兩つながら完全に裏書きして居るものゝ様に見える。所が以上の議論は  $H$  を一定として  $B$  のみを變化せしめた場合のものである。即ち  $L$  及び  $C_p$  は一定に保たれては居るものゝ、中央横截面積と排水量とは變化し、従つて  $\frac{A}{(\frac{L}{100})^3}$  の

値が變化した場合の議論であつて、今回の問題とは多少異つた場合である。然らば  $B$  を減少せしめるに従つて  $H$  を増大せしめて中央横截面積従つて排水量を恒に一定に保つものとするれば、結果は如何なるであらうか。此の場合には、 $R_w$  は  $B$  のみならず  $H$  の變化の影響をも受ける事になる。然し吃水に關係する項が  $e^{-\frac{1}{2} \frac{gZ}{v^2}}$  なる指數函數の形を探つて居る事から判斷すると、淺吃水の船若くは高速の場合以外に於ては、吃水の變化の影響は、幅の夫れに比べて可成り小さい事は容易に想像し得る所である。式の形から一見して判る通り、此の吃水の變化の影響は極めて複雑で、簡単に  $H$  の幾何乘に比例すると言ふ様には行かぬけれども、兩極端の場合から推して結論として  $\frac{R_w}{A}$  の値は極くあらましの所  $\frac{B}{H}$  乃至  $\sqrt{\frac{B}{H}}$  に比例した様な變化をする事になる。即ち  $\frac{B}{H}$  の値が小さい範圍若くは極く低速の場合には、 $\frac{R_w}{A}$  は略々  $\frac{B}{H}$  に比例すると見てよく、又  $\frac{B}{H}$  の値が大きい範圍若くは高速の場合には、 $\frac{R_w}{A}$  の値は大まかに言つて  $\sqrt{\frac{B}{H}}$  に比例した變化に近い變化をすると考へられるわけである。何れにしても第二の命題たる  $\frac{B}{H}$  の値が小さければ小さい程  $\frac{R_w}{A}$  の値が小さくなる事には變りが無



第 1 圖

く、唯第一の命題即ち

$$\frac{R_w}{A} \propto \frac{B}{H}$$

と言ふ事は、嚴密には成立たない事になる。以上の様な理論的計算の結果の一例を第 1 圖に示して置く。同圖は下表の様な淺吃水及深吃水の二船に就て、その  $R_w$  を前記の Michell 氏の造波抵抗計算式に従つて計算した結果を、 $\frac{V}{\sqrt{L}}$  に對する  $\frac{R_w}{A}$  の形で表してある。單位は夫々  $m^3 S^{-1}$  及び  $kg \cdot t^{-1}$  である。

扱て次に實驗上ではどの様な結果が現れて居るであらうか。數多い資料の中から代表的と考へられる二、三の例を擧げて其の傾向を窺ふ事にする。

船 型	L	B	H	$\frac{A}{(\frac{L}{100})^3}$ (眞水中)	$\frac{B}{H}$	$\frac{A}{(\frac{L}{100})^3}$ T·ft <sup>-3</sup>	$C_p$	$C_w$	方 程 式
淺吃水船	m 1.500	m 0.2183	m 0.0469	kg 8.393	6.00	2487	0.636	0.667	$\pm 0.1407 \left\{ 1 - \left( \frac{Z}{0.0469} \right)^2 \right\} \cos \frac{\pi x}{1.5}$
深吃水船	1.500	0.1407	0.0938	8.393	1.50	2487	0.636	0.667	$\pm 0.0704 \left\{ 1 - \left( \frac{Z}{0.0938} \right)^2 \right\} \cos \frac{\pi x}{1.5}$



先づ山縣博士は

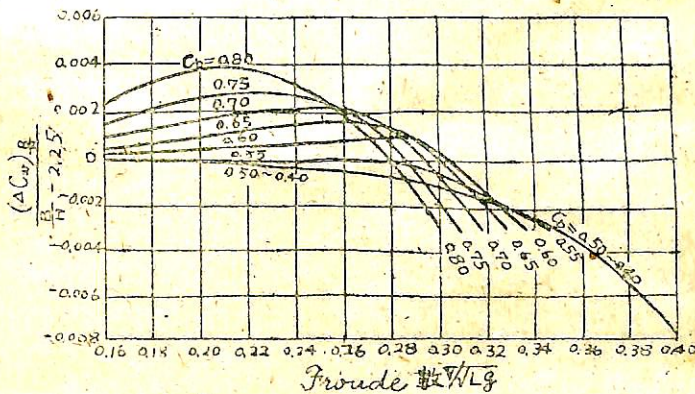
$$L=137.158\text{ m} \quad \Delta=14910\text{ t}, \quad C_b=0.683,$$

$$C_p=0.691,$$

$$\left(\frac{\Delta}{L}\right)^3=5780\text{ t}\cdot\text{m}^{-3}=165\text{ T}\cdot\text{ft}^{-3}$$

の高速貨物船型に就て、 $B$  を 17.719 m 乃至 20.462 m  $H$  を 8.760 m 乃至 7.585 m の夫々 4 種類に變化せしめて、夫々  $\frac{B}{H}=2.02, 2.24, 2.46,$  及び 2.70 の 4 通りに系統的に變形した船型を得、夫等の模型試験より求めた造波抵抗係數  $C_w$  を比較して居られるのであるが、夫れに據れば Froude 數  $\frac{V}{\sqrt{Lg}}=0.13\sim 0.26$  即ち  $\frac{V}{\sqrt{L}}=0.44\sim 0.87\text{ kts}\cdot\text{ft}^{-\frac{1}{2}}$  の範囲内に於ては、 $\frac{B}{H}$  の値が小さい船型の方が恒に  $C_w$  の値が小さくなつて居る事が明瞭に示されて居る。然し以上は單に  $C_b=0.683, C_p=0.691, \left(\frac{\Delta}{L}\right)^3=165$

$\text{T}\cdot\text{ft}^{-3}$  の船の  $\frac{V}{\sqrt{L}}=0.44\sim 0.87\text{ kts}\cdot\text{ft}^{-\frac{1}{2}}$  の範囲に就ての結論に止まるものであつて、更に一層廣範圍の問題に就ては、同博士は、任意の形狀の船に對する船體抵抗の算定法に關する貴重な御研究中に、 $\frac{B}{H}$  の値がその選ばれた標準値 2.25 と相異なる場合の、標準船型の造波抵抗係數  $C_w$  に對する修正値  $(\Delta C_w)_{\frac{B}{H}}$  の問題として取上げて居られるのである。而して其の結論は第 2 圖に要約せられる。即ち同博士に據れば



$\frac{B}{H}$  が標準値と異なる場合の修正 (山縣博士による)

第 2 圖

$$(\Delta C_w)_{\frac{B}{H}} = \left(\frac{B}{H} - 2.25\right) \times (\text{第 2 圖に依る値})$$

となり、造波抵抗の増し分が  $\frac{B}{H}$  の値に比例する事になる。然して  $C_b \geq 0.55$  の場合は概ね低速に於ては  $\frac{B}{H}$  の値が小さければ小さい程造波抵抗の値は小さく、高速に於てはその逆になるとせられて居る。又  $C_b \leq 0.50$  の場合は速度に關せず恒に  $\frac{B}{H}$  の値が小さければ小さい程  $R_w$  は大きくなる事になつて居る。

次に Ayre 氏の考案に依る任意形狀の 100 呎以上の實船の有効馬力を近似的に算定する簡便法に従へば、同氏の選んだ  $\frac{B}{H}$  の標準値 2.0 から異つた値を持つ船に對しては

$$\text{有效馬力} = \frac{\Delta^{0.64} \times V^3}{C_2}$$

で定義せられる常數  $C_2$  に對して修正量  $\Delta C_2$  を減ずる事になつて居る。而してこの  $\Delta C_2$  は

$$\Delta C_2 = \left(\frac{B}{H} - 2.0\right) \times 0.075 C_2$$

で與へられるから、結局同氏に従へば

$$\text{全抵抗} \propto \frac{1}{1.15 - 0.075 \frac{B}{H}}$$

となり、 $\frac{B}{H}$  の値が小さければ小さい程、全抵抗は小さい事になる。尙 Ayre 氏の方法の特徴として、慣例の如く摩擦抵抗と剩餘抵抗とに分けて考へる事なく、全抵抗一本連で問題を取扱つて居る爲に、此の方法から剩餘抵抗のみに對する  $\frac{B}{H}$  の影響を分離して論じる事は、簡單には行ひ難いけれども、摩擦抵抗が

$$\frac{B}{H} = 2.8 \sim 3.0$$

の邊を最小値として  $\frac{B}{H}$  の増加と共に極めて緩かな増加を示す事から推して、此の方法から結論せられる剩餘抵抗に對する  $\frac{B}{H}$  の影響も、大體に於て全抵抗に對する夫と略々同様な傾向を持つものと想像せられるのである。

又米國に於て可成り楕形の船を母型に採り、其の  $L, B$  及び  $H$  を夫々獨立に増減して、造波抵抗に對する夫々の影響を分離して調査した時の資料は、相當古いものであるけれども尙本問題の考察に當つて、多少參考になると考へられる。その結果に據れば  $B$  をその方向に一定



の比率を以て増減した場合には、

$$\frac{R_w}{A} \propto B^{0.65 \sim 0.70}$$

であり、又  $H$  を同様に増減した場合には

$$\frac{R_w}{A} \propto \left(\frac{1}{H}\right)^{0.30 \sim 0.35}$$

となつて居る。此の實驗では  $B$  又は  $H$  を夫々單獨に増減せしめてゐる爲に、排水量は當然夫に従つて増減して居るわけである。兩者を組合せて考へると、概略の所

$$\frac{R_w}{A} \propto \left(\frac{B}{\sqrt{H}}\right)^{0.60 \sim 0.70}$$

と考へて宜い様に思はれる。尤も上記の羅指數の數字其のものは、本實驗に母型として選ばれた船の形狀に就て偶々  $0.60 \sim 0.70$  となつたものであつて、他の船型を母型に選んだ場合には當然之とは又異つた數値となるものと考ふ可き性質のものである。従つて此の數値其のものには左程重要性を認めるわけには行かないけれども、以て大體の傾向を窺ふに足るものと思はれる。尙以上の  $B$  は母型から  $\pm 20\%$ 、 $H$  は  $-20\%$  の變化の範囲内であり、速度は總べて  $\frac{V}{\sqrt{L}} = 0.5 \sim 1.1 \text{ kts} \cdot \text{ft}^{-\frac{1}{2}}$  の範囲内に於ける實驗結果からの結論である事も、一應留意して置く必要があると考へられる。

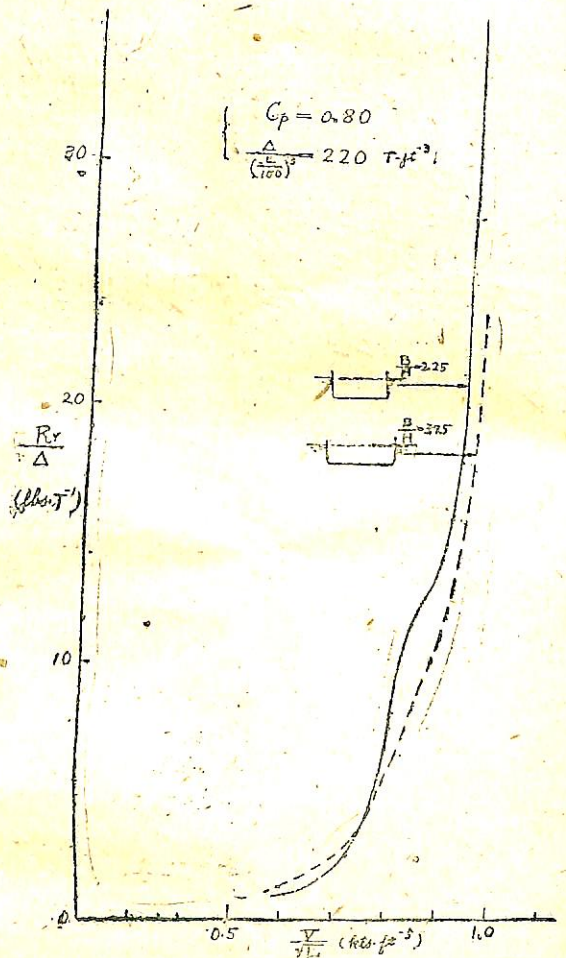
更に英國の Kent 氏が、船の長さ中央横截面積とを共に一定に保持し、排水量(従つて  $C_D$ )を殆ど一定に待ちながら、 $B$  と  $H$  とを少しづつ變化せしめて實施した實驗結果に據れば、 $\frac{B}{H}$  の値が大きければ大きい程恒に  $\odot$  値即ち所要求有效馬力は大きくなつて現れて居る。本實驗が行はれたのは

	中央平行部長	$\frac{A}{\left(\frac{L}{100}\right)^3}$	$C_D$
第1群	0%	168~178 T·ft <sup>-3</sup>	0.632~0.671
第2群	10%	178~195	0.669~0.732
第3群	30%	197~204	0.743~0.769
第4群	50%	215~222	0.817~0.835

の四つの模型船群に就て、その  $\frac{B}{H}$  の値を、5.47, 4.03, 2.81, 1.81 (及び第2群のみ 1.02) の4通り又は5通りに變化して、第1群は  $\frac{V}{\sqrt{L}}$  が約  $0.93 \text{ kts} \cdot \text{ft}^{-\frac{1}{2}}$  以下の速度で、第2群乃至第

4群も夫々  $\frac{V}{\sqrt{L}}$  が大體 0.92, 0.88, 及び 0.73  $\text{kts} \cdot \text{ft}^{-\frac{1}{2}}$  以下の比較的低速の範囲内に於てであつた。

更に又、我々が日常、冒頭に述べた Taylor 氏の Chart を使つて、任意の形狀の船の有効馬力を算定する際に經驗する事であるが、決められた  $C_D$  及び  $\frac{A}{\left(\frac{L}{100}\right)^3}$  の値に對して、各  $\frac{V}{\sqrt{L}}$  毎に  $\frac{R_r}{A}$  の値を、 $\frac{B}{H} = 2.25$  及び 3.75 に對して Chart から読み取つて行くと、大抵の場合は前者の値の方が後者の値よりも小さい(特に  $C_D$  の値が小さい場合に著しい)のであるが、時に之が逆になつて、一寸不審に感じる事がある。即ち、Taylor 氏の Chart 自體の中に、既に此の第二の命題たる  $\frac{B}{H}$  の値が小さければ小さい程  $\frac{R_r}{A}$  の値が小さくなると言ふ命題に反した

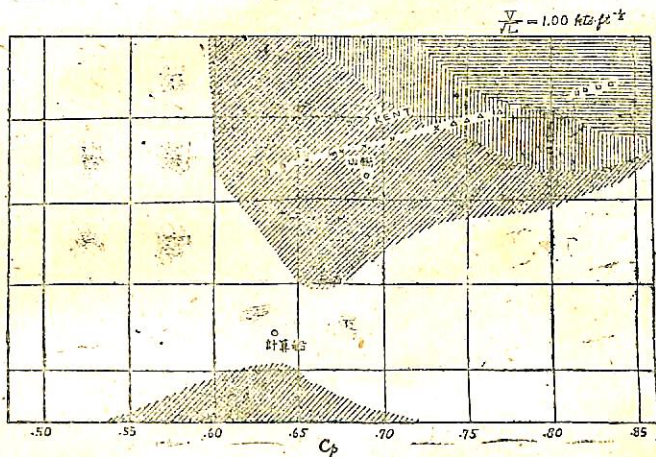


第3圖

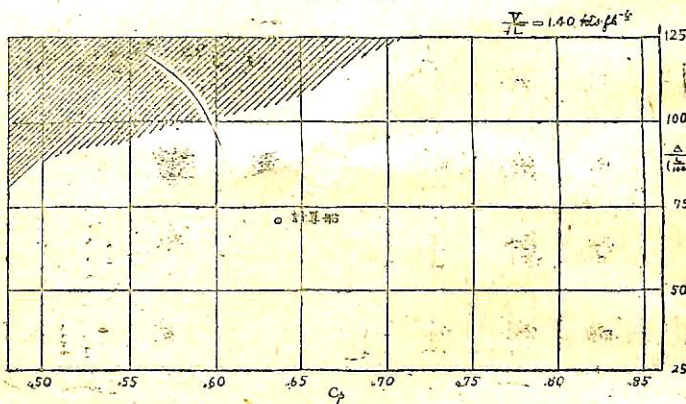


事實が現れて居る事を知るのである。(例へば第3圖)。而も良く注意して見ると、此の様な逆な現象が起るのは必ず  $\frac{V}{\sqrt{L}}$  の値が 0.80~1.05 及び 1.40 (何れも單位は kts ft<sup>-1/2</sup>) の場合であり、前者中に於ては  $\frac{V}{\sqrt{L}}=1.00$  の場合に最も此の傾向が著しい。即ち  $\frac{V}{\sqrt{L}}=1.00$  と言ひ 1.40 と言ひ、何れも所謂 Hump speed に限られて居る事に氣が付くのである。試みに  $\frac{B}{H}=3.75$  の場合の方が、 $\frac{B}{H}=2.25$  の場合よりも  $\frac{R_r}{A}$  の値が小さい様な  $\left(\frac{A}{L}\right)^3$  及び  $C_p$  の範圍を、上記

$\frac{V}{\sqrt{L}}=1.00$  及び 1.40 を例に採つて調べて見る



第 4 圖



第 5 圖

と、第4圖及び第5圖の様になり、特に前者に於ては相當の廣範圍に亘つて居る事が判る。兩圖中

斜陰線で示した範圍は、

$$\left(\frac{R_r}{A}\right)_{2.25} - \left(\frac{R_r}{A}\right)_{3.75} = 0 \sim 2 \text{ lbs} \cdot \text{T}^{-1}$$

縦陰線で示した範圍は

$$= 2 \sim 4 \text{ lbs} \cdot \text{T}^{-1}$$

横陰線で示した範圍は

$$= 4 \text{ lbs} \cdot \text{T}^{-1} \text{ 以上}$$

を表して居る。尙同圖中に參考の爲に、巽に Michell 氏の式に據る理論的計算の際に使用した船、山縣博士が  $\frac{B}{H}$  の影響を調べる爲に4通りに變形せしめられた船、及び Kent 氏の實驗に用ひられた模型船群等を表す位置を夫々點

置して置いた。尤も後二者は巽にも述べた如く、總て  $\frac{V}{\sqrt{L}} < 0.93$

kts ft<sup>-1/2</sup> の範圍に對して實驗せられた船型であつて、第4圖とは直接には何等關係は無いものである。

以上掲げた數個の實例からも既に明らかな様に、諸學者及び研究者等に依る實驗結果には、共通な點が必ずしも尠くないけれども亦相反する點もあり、久しく筆者の疑問の種であつた。

所が偶々當時某研究所の依頼に依つて、我が東京帝國大學の船舶工學科教室の船型試驗水槽に於て

$$\left(\frac{B}{H} \text{ の變化} \right) \times \left(\frac{A}{L}\right)^3 \text{ の變化}$$

$$\times (C_p \text{ の變化}) = 3 \times 5 \times 6 = 90$$

即ち總計 90 隻に及ぶ系統的模型群を使用して實驗を行ひ、其の結果から剩餘抵抗計算圖表を作製すると言ふ仕事に關係した結果、前記の第一及び第二の命題に關する久しい疑問を同時に、自ら實地に再検討して見る機會に恵まれたのであつた。即ち我々の場合には

$$\frac{B}{H} = 2.2, 3.0, \text{ 及び } 3.8$$

の3通りに變化して實驗を行つた爲に、第一の命題に對する殆ど完全に近い検討を行ふ事が



出来たのである。此の實驗結果の全貌に關しては、何れ適當の機會に發表させて戴き度いと考へて居るが、今回は唯、本問題に直接に關係した部分のみを結論的に述べる程度に止めて置く事にする。

先づ第一の命題、即ち剩餘抵抗  $R_r$  の値は  $\frac{B}{H}$  の値の變化に對して直線的に變化すると見做し得るか否かの問題に關しては、第6圖及び第7圖の例で推察出来る如く、 $\left(\frac{A}{100}\right)^3$  の値の比較的小さいA船に對しては、實際上さう見做して差支ない様であるが、 $\left(\frac{A}{100}\right)^3$  の値が可成り大きいB船に對しては、高速に於ては必ずしも左様には斷定出来ない様である。此の問題に就ては、尙多くの例に就て述べる必要があるものと考へられるが、以上の例からだけでも、可成り直線的變化から外れる場合も有り得る事が實證せられたわけである。

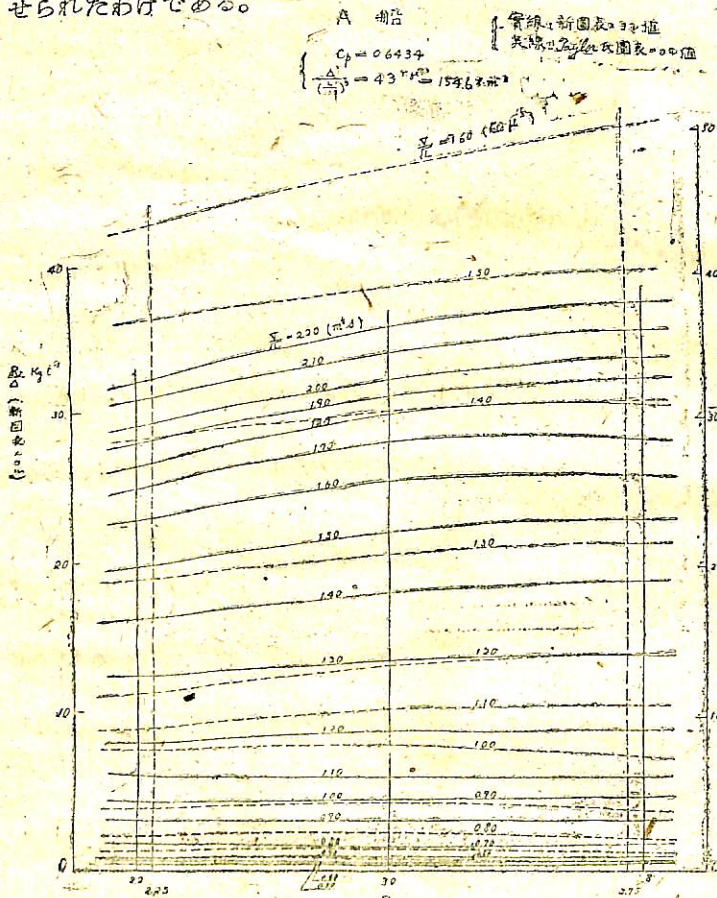
次に第二の命題に關しては、我々の實驗結果からは、Taylor 氏の Chart と驚く可き吻合が見出されたのである。即ち新圖表では  $\frac{V}{\sqrt{L}}$  の單位は  $(m^{\frac{1}{2}}S^{-3})$  で表はしてあるので Taylor 氏の Chart と比較する爲には

$$1 m^{\frac{1}{2}}S^{-3} = 1.073 \text{ kts} \cdot \text{ft}^{-\frac{1}{2}}$$

に依つて換算せねばならないが、第6圖及び第7圖に依つても見られる通り、夫々相當する  $\frac{V}{\sqrt{L}}$  で、殆ど同様の傾向が現れて居るのである。尤も之等問題の  $\frac{V}{\sqrt{L}}$  に於ては、 $\frac{B}{H}$  の變化による  $\frac{R_r}{A}$  の變化の様相が決して單調ではなく、 $\frac{B}{H} = 3.0$  の附近に極小値が現れて居る事は注目さる可き新たな事柄であらうと考へられる。

新しく船を設計せんとする場合に、諸種の要求からして船の長さは、必ずしも計畫速力が丁度 Hollow speed に相當する様に選定出来る場合許りではなく、特に特殊な用途に用ひられる船等では、已むを得ず上記の様な  $\frac{V}{\sqrt{L}} = 1.00$  若くは  $1.40 \text{ kts} \cdot \text{ft}^{-\frac{1}{2}}$  等と言ふ邊に決定せざるを得ない事もあらうと想像せられる。斯様な場合に、摩擦抵抗の方は

$\frac{B}{H} = 2.8 \sim 3.0$  の時に最小値を採り、夫よりも  $\frac{B}{H}$  が大きい時の方が小さい時よりも摩擦抵抗の増し方が緩かである事と考へ合せると、空氣抵抗は船の幅に比例して増加する事を考慮するとしても、更に又波浪中の抵抗の問題として、向ひ波に因る抵抗増加量が近似的に  $B$  に比例する事を考慮に入れるとしても、復原性能、甲板面積及び構造上の問題、就中各種構造規程に於て見られる  $B$  を基として階段的に決定せられる鋼材寸法等種々の見地からの要求と睨み合せて、船の幅



第 6 圖



# 第 7 圖

B 船

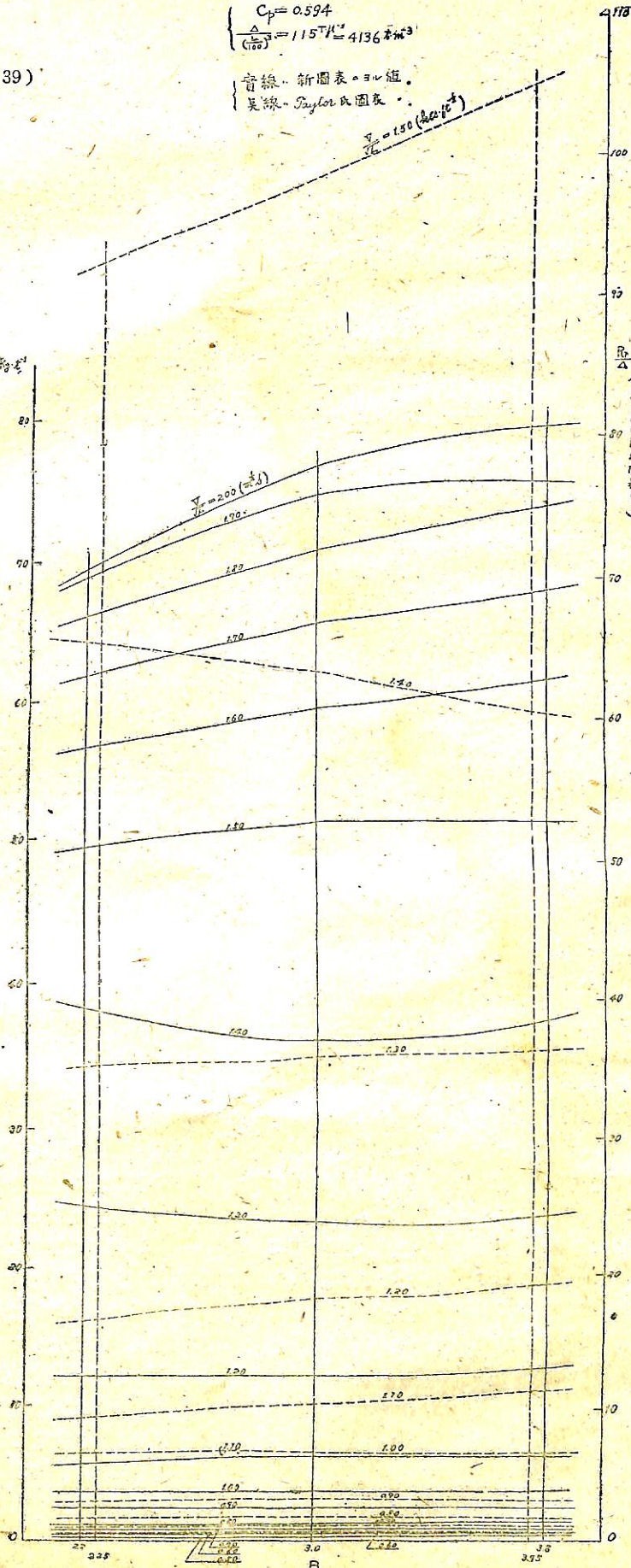
$$C_p = 0.594$$

$$\left\{ \frac{\Delta}{(100)^3} = 115 \right\} V^3 = 4136 \text{ 噸}^3$$

實線 - 新圖表のヨル値。  
 虚線 - Taylor 氏圖表。

(39)

新圖表のヨル値



及び吃水の決定に當つて新しい考憲を要するのではないかと考へられる。就中、今後我國の造船界に於て重要な地位を占めるものと豫想せられる漁船に關しては、上記の考憲は充分之を拂ふ必要がある様に考へられるのである。尤も本文の冒頭にも述べた通り、 $\frac{B}{H}$  の抵抗に對する影響は何れにしても比較的少くて、謂はば随くまでも第二義的のものである事實と、 $\frac{B}{H}$  の値が小さい程剩餘抵抗の値が大きいと云ふ現象が最も顯著に現れるのは、 $C_p$  及び  $\frac{\Delta}{(100)^3}$  の値が共に大きい船の、而も  $\frac{V}{\sqrt{L}}$  の値が少く共 0.8 kts·ft<sup>-1/2</sup> 以上の速度に對してであつて、漁船や特殊船以外の普通の商船等に於て見られる範圍外に屬するものである事とは忘れてはならないと思ふ。即ち普通の貨物船等を論ずる場合には、曩に二三の實驗資料に就て述べた通り、幅が廣い程抵抗が多いと云ふ我々一般の常識が其の儘正當に適用され得る事は言ふ迄もないのである。(完)



# 商船の初期設計 (1)

## Initial Design of Merchant Vessels

榊原 鏡止

### § 1. 商船の定義

(Definition of Merchant Vessels)

一般に船舶といへば、その大き種類實に種々であるが、大別して之を軍艦 (War Ships, Men of war) と商船 (Merchant Vessels, Merchantmen) 及び其他の船舶、例へば漁船 (Fishing Vessels), 曳船 (Tugboats), 消防艇 (Fire boats), 浚渫船 (Dredger), 起重機船 (Floating Crane) 等々とする事が出来る。そして商船に於ても大は總噸數、數萬噸の豪華航洋客船 (Oceangoing Giant Passenger Liner) から小は總噸數、數噸乃至十數噸の平水小貨物船、小客用船までが考へられる。ところが現下終戦後の状態では大型航洋商船は、その建造の公算甚だ乏しいので、本稿に於ては一般に普通の商船設計を説述しながら、時として先づ總噸數 3,000 噸位迄の近海、沿岸船から我國に有り得べき小型の平水航路船に就てその設計を述べることにする。偕て然らば先づ商船の定義如何といふに、法律では (1) 「船舶」を定義して、(a) 「國內法上の船舶」と、(b) 「國際法上の船舶」の 2 種に分けてあり、(a) は更らにこれを廣狹 2 義的に定義してある。即ち前者では「船舶とは、その使命 (目的) 又は航行地域を問はず、人又は物を載せるに足り、且つこれが運搬の具に適する水上の構造物」となし、後者に於て「海商法上の船舶」とは商法第 53 條第 1 項に『本法に於て船舶とは商行爲をなす目的を以て航海の用に供するものを謂ふ』と規定され、これら商船の他に漁船、その他の海船と分類してある。(b) の「國際法上の船舶」は、これを分けて、軍艦、公船、私船の 3 種とし、公船は國家の管理下に在るもの、私船とは私人の管理下に在るものとしてある、軍艦は公船の 1 種ではあるが、極めて特殊な目的に使用される關係上、別に區分してあるのである。

### § 2. 商船設計に關する參考書

(Books of Reference for Merchantship Design)

總て工業的工作建造物の設計は、それに関して或る程度の全面的智識と經驗とが必要で、これが深淺、多寡に従ひ、又設計時に於ての設計者の判斷及び勘の正否及び良否に依つて、その設計の正確さに差を來たすのであるが、商船の設計に於ても、その設計の對象である當該商船の正確な使用目的、用途、性能は勿論、その建造に使用する各種の材料、半製品、完成品等が船舶設計の 2 大部門たる造船、造機の兩分野に涉つて廣く知悉せられることが必要であり、造船部門に就てのみ見ても、船殼構造 (Hull Construction), 鑲裝 (Fitting out) 及び整備品 (Equipments) に涉つて居り、一方機關部門では、主機 {推進機關, (Main Engine, Propelling Machinery)} と各種補機 (Engine Auxiliary Machineries) (各種唧筒, 壓搾空氣槽の如き), 更に近時船用として益々その利用範圍を擴大し來つた電氣諸設備の大體に至るまで、上記の如く或る程度の知識があつて始めて商船の設計が可能となる上、造船部門に於ての各分科、即ち船舶強弱學 (Strength of Ships), 複原性理論 (Stability), 動搖並に船體の振動 (Vibration), 船舶抵抗及推進 (Ship Resistance and Propulsion) から、關聯する諸外國の造船、航海に關する諸法規 (Rules and Regulations) までも知得して居らねば、完全な設計はなし得ないといへよう。これを要するに、設計とは上記造船各分科の大集成的應用となるのであつて、殊に船舶は一度航海に就き、遠く外洋に出た際は、陸上社會との交渉は無線電信、電話による通信以外は完全にその交渉關聯が隔絶され、船それ自身が一個の人間生活の社會單位をなしてゐるので、人間生活に必要な諸件は皆商船設計に關聯して來る。即ち料理 (Cooking), 衛生 (Sanitation), {通風, 暖房 (Ventilation, Heating), 洗面, 便所, 浴用設備等}, 居住 (Living Accommodation) (家具, 調度, 裂地, 敷物等), 消防火裝置 (Fire-fighting Appliances) 照明裝置 (Lighting appliances) 等これである。その上更に船舶に特有なる諸設備、即ち繫留 (Mooring),



航海 (Navigation), 旅客船では海上人命安全 (Safety of Life at sea 設備等がこれに加はり, その複雑性は建造物中その尤なるものといへるであらう。

今茲に一例として戦前の優秀高速貨物船で, 航路は世界一週又は 紐育航路, 総噸數約 7,000 噸, 載貨重量約 9,000 噸級の内燃機 (Internal Combustion Engine) 裝備の建造に際し, その建造造船所から發註した造船部門に屬する材料, 半製品, 完製品の品種と, その註文先を調査して見ると, 概ね下の如くであつた。

品 種 約 500 種

註文先 72 軒

之に更らに造機及電氣部門のものを加へれば恐らく品種に於て 700 乃至 800, 註文先は 100 乃至 130 軒にも及ぶものと推せられる。又以て船舶建造の複雑性と, その設計の煩瑣なることが判ぜられるであらう。

偕て「商船の設計」を分つて, その基本要目を決定する基本 (初期) 設計 (Fundamental or Initial Design) と, 更らに船體の構造 (Hull Construction) 及び機裝 (Fitting-out) ——この内には甲板機械 (Deck Machineries), 荷役 (Cargo handling), 繫船 (Mooring), 諸管裝置 (Piping), 衛生 (Sanitation), 司厨 (Cooking), 通風 (Ventilation), 暖房 (Heating, Cooling and Air-conditioning), 消防火 (Fire-fighting), 航海設備 (Navigational Appliances), 及人命救助 (Life Saving) 等の諸設備が含まれてゐる——に就ての詳細設計 (Detail Design) とがあり, 本稿では商船の基本設計 (Fundamental Design of Merchant Vessels) 特に上記の如く, 中, 小型船 (Medium and Small Crafts) に就て, その概略を述べることにする。

偕て商船の設計には自然或る一定の方式と順序とが生れて居り, 多數の設計者はこれに従つて設計するのであるが, 實際に當つて採られてゐる順序, 方法は設計者に依つて多少の差違があり, その多年の經驗, 智識と及び所謂「經驗から生れた根據ある科學的勘と睨み」とが必要で今解説せんとする初期基本設計の如きも充分信頼し得べき前例既製船の資料 (actual data) が必要であり, 新種新型の商船を創案するに當つては極めて慎重な事前調査と研究, 並に相當の

計算とが要るのである。この actual data の蒐集整理は初期設計の基盤所謂「虎の巻」であるが, これとて設計者が自身手懸けた船のものでよくその實船を知悉してゐるものでないと不安で, 時に思はぬ大誤謬を招來することがある。又設計に當つては各方面に細心の注意を要し, 些しの不注意も設計に誤謬を來たし, 従つて船價に影響する。今その最近な一例を挙げれば, 設計船が主機船尾裝備 (Machinery aft) で, 見本船 (Type ship) として採つた前例船が主機中央船 (Midship Engined) なる場合などに, 機關室 (Machinery Space) から派生してゐる各種の水, 蒸汽管の如きは, 兩者でその長さに差を來たし, 又石炭焚の蒸汽船と内燃機船では, 二重底内のセメント使用量に差がある等で, 之を看過すれば諸管, セメントの重量, 並に船の原價に誤算を來たすが如きこれである。

然るにこの actual data なるものは, 商機上, 技術上秘密視され, 餘り世にその詳細正確なものは發表されない。以下列擧する参考書中にも, この data に關するもの<sup>(2)</sup>があるが, 以上の理由から之を使用するに當つては充分周到な注意を要し, また全幅の依據は出來ないと思ふ。因に以前米誌 Marine Engineering and Shipping Age) に毎號相當詳細な data を一定の排列様式で連載し, 鋼材その他の重量まで公表し, 以て米國の「フエーア・プレイ」振りを發揮した時代もあつたが, これもその後掲載を廢めてゐるし, 英誌その他もコツを捉へられる様な數字は時々發表掲載はしない。獨逸の雜誌には時々相當有益可用のものを散見する様である。本邦では造船協會雜誌に一定様式で連続發表された本邦新造船の要目表は相當参考になると思ふ。で, 上述の様に自信を以て驅使利用し得る data が無い時は止むを得ず雜誌等に現れてゐる類似船の資料とか, 又は「ポケット・ブック」とか單行本教科書 (Text Book) 等に所載の數字を借用するのであるが, 此等に記載された數字の如きは相當廣い範圍を概示するに過ぎず, 従つて殆んど實際の使用價值はないとも謂へる。この點から本稿では乏しく狭い經驗ながら成るべく筆者の手懸けた data を加味して記述して行きたいと思つてゐるが, 公務多端のためこれらを充分整理歸納する暇が無いので, 自分



ながら不満であるが、諸数字は勢ひ杜撰勝ちのものともなり、且つ上記のやうにその應用は危険を伴ふと思ふが、所謂講壇的「商船設計學」とでもいふ意味で、時間的に筆者の知り且つ集め得る限りの内外に於ける「商船初期設計の資料」となる諸著書、論文、文献等を参照紹介することにしたいと思つてゐる。この意味も含めて、下に先づ此等参考書類其他を列挙することにする。

爰に一般商船設計といへば、最も廣範圍的には後段「商船の種類」の項下に記字するが如き各種船舶の設計を意味するのであるが、本稿では極めて普通普通の船舶、即ちこれらの内の旅客船 (Passenger Boats), 貨客船 (Intermediate boats), 貨物船 (Cargo Vessels, Freighters) に範圍を限定し、時に移民船 (Emigrant Ships) 木材運搬船 (Lumber or Timber Carriers), 運炭船 (Coal Carriers or Colliers), 鑛石運搬船 (Ore Carriers), 油槽船 (Oil Tankers), 碎氷構造船 (Ice Navigation Ships) 等にも觸れる程度とし、参考書の列挙も、従つて主としてこれ等船種の設計に關聯するものに重きを置いたが、よい機会なのでできるだけ多く掲げてみた。何等かの参考にでもなれば幸甚である。

#### (A) 一般及び「ポケットブック」

以下番號に括弧を附してあるものは有益にして、一瞥の要あるものであらう。

(1) Design and Cost Estimating of all Types of Merchant and Passenger Ships: Alexander Kari, 1938: The Technical Press Ltd., London: pp. 396<sup>(3)</sup>

(2) Shipbuilding Cyclopaedia: F. B. Webster, 1920: Simmons-Boardman Pub. Co., N. Y.: pp. 1119<sup>(4)</sup>

(3) Applied Naval Architecture: W. T. Lovett, 1920: Longmans, Green & Co., London: pp. 564.

(4) Hilfsbuch für den Schiffbau: Johow, Förster., 1920 (4te Aufl.): Julius Springer, Berlin: Band I—pp. 1126, Band II—645. Textabbildungen und 32 Tafeln

(5) Les construction des Navires Marchands: Henri Charpentier, 1936: Dunod,

Paris: pp. 919<sup>(5)</sup>

(6) Mackrow's Pocket-Book Naval Architect's, Shipbuilder's and Marine Engineer's Pocket-Book: Clement Mackrow and Lloyd Woollard, 1931 (13th Edition): Crosby Lockwood and Sons, London: pp. 732

(7) The Naval Constructor: G. Simpson, 1914 (3rd Ed.): D. Vap. Nostrand Co., N. Y.: pp. 819

(8) Schiffbau Kalender (Annual Pub.): 雜誌 Schiffbau 社, Berlin.<sup>(6)</sup>

(9) 改訂 増補 工學便覽: 佐世保海軍工廠編纂, 昭和7年 (度量衡は「メトリック」使用)

(10) 機械工學便覽: 日本機械學會: 岩波書店: 昭12. 増補改訂第四版: pp. 2287<sup>(7)</sup>

(11) Seaton's Pocket-Book of Marine Engineering Rules and Tables: Seaton and Rounthwaites, 1927<sup>(8)</sup>

(12) Marine Engineers' Handbook: F. W. Sterling, 1920: Mc Graw Hill Book Co., Inc. N. Y.: pp. 1486

(13) 米材の運搬: 瀬戸口船長<sup>(9)</sup>

(14) 油槽船: 森川重雄; 海洋社, 昭10.20: pp. 342

(15) 油槽船の經營と運航: 岸本精三

(16) Oil Tanker: Morrel.<sup>(10)</sup> 米國出版<sup>(11)</sup>

(17) Merchant Ship Types: A. C. Hardy, 1924: Chapman and Hall, Ltd., London: pp. 316

(18) Motorships: A. C. Hardy, 1922: 同上: pp. 292

(19) American Ship Types: A. C. Hardy, 1927: D. Van Nostrand Co., Inc., N. Y.: pp. 262

(20) Bulk Cargoes: A. C. Hardy, 1926: Chapman and Hall, Ltd., London: pp. 160

(21) A Pocket-Book of Ship Materials and their Uses: H. H. Thayer, 1924: Simmons-Broasman Pub. Co., N. Y.: pp. 386<sup>(12)</sup>  
一本書は造船、船用の殆んど全般に涉つて材料、製品を詳細に解説したもので、此方面では甚だ良い参考となる。初期設計のことにも少し觸れてゐる。

小型船のものは、餘り無い様であるが



(22) The Design and Construction of Small Craft.: R. Munro Smith: Vizetelly & Co., Ltd., Surrey: 1924: pp. 299

(23) Kleinschiffbau (Schiff, Maschine, Propeller, Gewichte und Montagedaten): Ewald Sachsenberg; Julius Springer: 1920, 2冊., pp. 262 及 pp. ?

(24) Binnenschifffahrt; Oskar Teubert: Wilhelm Engelmann; 1912, 2冊, pp. 664 及 pp. 640

又上記 17 及 19 等 Hardy 氏著書にも多少小型船の解説があるが、小型船は纏まつた単行本が乏しいので、英、米、獨及佛等の造船雜誌及び本邦の雜誌即ち「漁船」、「モーター・シップ」、「艇」等を漁る要がある。

### (B) 船舶抗抗, 推進及び旋回

(Ship-Resistance, Propulsion and Turning)

(25) 船聖學(上卷抵抗篇, 2冊)<sup>(13)</sup>: 工博山縣昌夫, 昭 18 年, 第 2 版: 天然社: pp. 170, 別冊圖表附 11 圖~第 109 圖。

(26) The Speed and Power of Ships: D. W. Taylor (2冊), 1933: Fandsdell Inc. Washington D. C.: Vol. I—pp. 185, Vol. II (Chart—pp. 285

(27) Ship Design Resistance and Screw Propulsion (2冊): G. S. Eaker: 1933: Charles Birchall & Sons. Ltd., Liverpool.: Vol. I—The Design of Ship forms and their Resistance, pp. 228., Vol. II—The Marine Screw Propeller and Propulsion of Ships: pp. 176<sup>(14)</sup>

(28) Naval Architects Data: J. Mitchell; 1919, Longmans. Green & Co., London: pp. 224—本書巻頭に馬力計算 (Power Estimation, Powering) の各方法が實用的明瞭を以て引例掲載されて居り、鳥瞰的瞥見参照に便利である。

(29) Shipbuilding Cyclopaedia (既掲, 番號 2) — 本書 p. 205~225 に涉つて當該事項が記載されてをり,<sup>(15)</sup> Mackrow's Pocket-Book (番號 6), Simpson, The Naval Constructor (番號 7), Johow Förster Hilfsbuch für den Schiffbau (番號 4) pp. 268~397 にも該當記事が載つてゐる。

### (C) 船舶要目等 (Ships' Data, etc)

(30) 日本汽船件名録: 日本汽船件名録發行所—これは時々發刊され其時の最近の data を提供してゐるものと思ふ。<sup>(16)</sup>

(31) 日本船名録: (逕信省管船局—運輸省船舶局(?)編輯(?))帝國海事協會發行(年版)。戦時中は限定版で、最近は發行されてゐない。

(32) 日本貨物船明細書: 三井物産株式會社船舶部編輯<sup>(17)</sup>

(33) 日本貨物船容積圖(?) —これは 1 船宛を 1 枚とし、Capacity Ship Elevation (容積圖示側面圖) を描き、貨物艙、燃料庫及清水水々槽等の容積の表と載貨尺度 (Deadweight Scale) を添加記載してある。發行所は調べる暇が無かつた。頗る有益なものと思ふ。

(34) 内燃機船要目表: 造船協會, 昭 11 年 1 月

(35) Register Book of the Teikoku Kaiji Kyōkai (The Imperial Japanese Marine Corporation)

(36) Lloyds Register Book: Lloyds Register and Shipping —これは周知の世界的權威ある船名録で、別冊として Trawler 及び tug (曳船)等の要目をも蒐録してあり、年版で、これには又各區造船所や船舶用鍛鑄鋼、壓延鋼材(鋼板等)の製造者の名簿も載せてある。

(37) British Corporation Register of Shipping and Aircraft; Germanischer Lloyds (獨); Registro Italiano (伊); Bureau Veritas (佛); Seagoing Vessels of the United State, Department of Commerce, Bureau of Navigation (米); 其他 Norske Veritas (諾)等の Register Book (船名簿)。

(38) 船舶速力試驗成績表: 造船協會: 大正 9 年 3 月: pp. 220

### (D) 法規及び學會々誌並に雜誌其他 (Rules and Regulations, Transactions of Technical Societies & Shipbuilding Periodicals, etc)

(39) 船舶安全法<sup>(18)</sup> Safety of Life at Sea Regulations: 舊逕信省: 内閣印刷局

(40) 船用品試驗規程 (Testing and Inspect-



ion Regulations of Ships' Fitting & accessories) : 舊逓信省<sup>(19)</sup>

(41) 船舶積量測定法 (Tonnage Measurement Regulation) : 舊逓信省管船局

(42) 船舶法規 : 工學士生島莊三 : 工業圖書株式會社 : 昭 13, 1, 20 : pp. 623—本書は良參考書で本邦造船に關する各種法規を實例等を擧げ説明してある。座右に供ふる要があらう。

(43) British Board of Trade (B. o. T.), Regulations, Instructions & Circulars—これは英國並にその屬領所在の港に寄港する船、即ち客船、移民船、運炭船、散積穀類運搬船 (Fulk Grain Carrier) 及び鑛石船等の設計に當つては是非一讀する必要がある。<sup>(20)</sup> この外に British Factory Act (工場法) 中の船舶施設に關する部分—例へば荷物艙口に關して—の調査を必要とする。

(44) American Steamship Inspection Laws

(45) French Regulations pertaining to Ships and Shipping.<sup>(21)</sup>

(46) 其他 Australia, Canada 南米諸國の當該法規も、その國の港に出入する船は、その規則に従ひ計畫設計する要がある。

(47) 造船協會雜纂及び會報—subject 別にした詳細な目錄 2 卷があり、昭和 13 年迄の掲載記事を集成し、その索出に便してある。

(48) 雜誌「船舶」(舊「モーター・シップ」) : 天然社 : (月刊)

(49) 同「舵」—最近廢刊。(月刊)

(50) 同「漁船」: 漁船協會 (月刊)

(51) 同 Shipbuilder and Marine Engine Builder (月刊)(英)

(52) 同 Shipbuilding and Shipping Record (週刊)(英)

(53) 同 Motor Ship: 英國發行 : (月刊)

(54) 新聞—Journal of Commerce 紙 Technical pages (英)

(55) 同 Glasgow Herald, ditto (?) (英)

(56) 雜誌 Marine Engineer (英, 月刊)

(57) 同 Marine Engineering and Shipping Review (米, 月刊)

(58) 同 Motor Ship (米, 月刊)<sup>(22)</sup>

(59) 同 Engineering (英)

(60) 同 Bulletin technique du Bureau Veritas (佛, 週刊)

(61) 同 Annuaire de la construction navale : Chambre syndicale des construction de navires et de machines marines (月刊?)

(62) 同 Werft Rederei Hafen (週刊)(獨)

(63) 同 Schiffbau (半月刊?) (獨)

(64) 同 V. D. I. (Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure) (週刊)(獨)

(65) 實用船舶便覽 : 「モーター・シップ」社 (年刊)

(66) 海事要覽 : 海事彙報社 (月刊)

(67) 雜誌, 海事彙報 : 同社發行 (月刊)

(68) 同 海運 : 日本海事振興會 (月刊)

(69) 日本海事新聞 : 日本海事振興會 (日刊)

(70) 軍事工業新聞 : 其社 (隔日發行)<sup>(24)</sup>

(71) Transaction of Institute of Naval Architects T. I. N. A. (英)

(72) Transactions of the Society of Naval Architects and Marine Engineers (米)

(73) Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 會報(獨)

(74) Transactions of the Institute of Engineers and Shipbuilders in Scotland (英)

(75) Transactions of North East Coast Institution of Shipbuilders and Marine Engineers (英)

(76) 佛國造船航空協會 Transaction<sup>(25)</sup>

(77) 石川島月報 : 石川島造船所發行 (月刊)<sup>(26)</sup>、及び「日立評論」にも時々參考になる記事がある。

(78) 雜誌「冷凍」とか「船用品」専門の雜誌にも參考になる記事を散見する。

猶ほ雜誌「船舶」昭和 19 年 4 月號には著名にして信頼し得る造船關係の書籍名を網羅した一覽表が掲載されて居るから參考されたい。以上列擧した參考書は後來本稿中に引用の場合、その番號を以てすることにする。

〔番號註記説明〕

(1) 岩波法律辭典, 第 3 卷, 1591 頁; 第 1 卷, 444 頁及第 2 卷, 718 頁參照

(2) 往年國際汽船の技師たりし渡瀨正磨氏が同氏設計の霧島丸の技術的資料を詳細出版發表されたのは偉とするに足り、世界にもその例を見ないと



- 思はれる所謂技術の公開であつたが、これも著者發行の企ての第1冊のみで廢止された。
- (3) 本書内容に就ては兎角の詳があり、英誌でも苛酷な批評を加へた事もあつたが、兎に角この種單行本では相當纏つた力作で、類書中に異色を放つてゐる。
  - (4) これは第一時大戰の時、非造船國米國での新興造船業指導の意味で米國有造船學者等數名の合作で、造船辭典をも兼ね、造船に關する殆んど全部の部門を網羅してゐる、米國の造船技術を窺ふには適當な本である。
  - (5) これは造船學全體に涉つての記述であるが、内に設計に關する有益な記事、表等がある。
  - (6) 毎號内容大部を變更してゐる。相當有益な記事がある。
  - (7) 第15篇、第4章、船舶中 (pp. 1629~36) に涉り、船體の主要寸法、船體の形狀、抵抗、舵、プロペラ等につき短記事がある。
  - (8) これ等發行年は別に意味はない。唯筆者の手元にある年版を誌したに過ぎない。なほ機械方面の書籍は専門外なので、最善の參考書を挙げたといふことにはならない。爲念。
  - (9) 本書は手許にないので、書名、著者名も不確實、發行所も記載不能。
  - (10) これは類書中の白眉であらう。今手許にないので、發行所等記載できないのは遺憾である。
  - (11) A. C. Hardy が Oil Ships and Sea Transport; George Routledge & Son's, Ltd, London; 1931: pp. 159 なる本を書いてゐるが、design には餘り參考にはならない。
  - (12) これは米誌 Marine Engineering and Shipping Age に連載されたものを單行本にしたもの、有益な參考書である。

- (13) 下卷、推進篇は雑誌「船舶」昭19. 月號から同著者が毎號連載されつづつある。
- (14) 此他に同氏著の "Ship Form, Resistance and Screw Propulsion": 1915: Constable & Co., London: pp. 245 が出版されてゐる。
- (15) 但し本書には船舶抵抗と旋回に關しては特に記事はない。唯簡単な説明が A Dictionary of Ship and Shipbuilding Term 部門の pp. 1~150 に記載されてゐるに過ぎない。
- (16) 海運通報編輯部 大正2年9月4日: pp. 812 が手許に在るが、戰前まで續刊されて居つたものと思はれる。又本文記載の發行所等にも疑點があるが、取調べの暇がないので暫くそのまま掲げて後日の調査に待つことにした。
- (17) 之は携帶に便利な小冊であるが、恐らく戰時中は出版されなかつたと思はれる。筆者の手許には大正頃のものがある。
- (18) 本法中には船舶設備規程、船舶講載吃水線規程、船舶區劃規程、船舶機關規程等が含まれてゐる。
- (19) 船燈、信號器、救命器具、火災警報裝置及び防毒面試験規程等でも安全法中の一部である。
- (20) 此等特に Circular は時々刻々必要に應じ Pamphlet 様小冊で發賣される。
- (21) 佛國の船内病院 (Hospital) に對する要求は甚だ厳しい。
- (22) 之も設計の參考になる記事に乏しいやうである。
- (23) 以前は神戸海運集會所で發行して居たが、最近振興會で續した。
- (24) 終戦後廢刊。
- (25) 原書佛名を明記して居らぬので邦字で示した
- (26) これは最近雑誌「船舶」は併合された。

### 新刊及近刊

神戸高等商船學校航海學部編

## 航海士必携

定價 15圓 ⊕ 1圓

農博 庄司 謙太郎著

## 自給飼料

定價 10圓 ⊕ 1圓

理博 右田 正 男著

## 水産と化學

定價 15圓 ⊕ 1圓

ソ聯學士院會員 アー・エフ・ヨツフエ外五名著

坂井砂治・辻田時美共譯

## ソ聯邦の自然科學

定價 10圓 ⊕ 1圓

東京都世田谷區 天然社 弦卷町一ノ一三六



# 木船船匠講座(第3講)

鈴木吹太郎

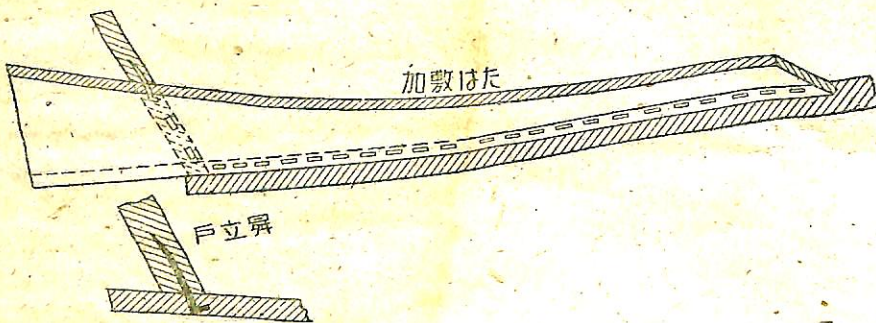
## 加敷の取り付け

艦舳の開きをきめたら開き場の位置に横から加敷の(はた)にしつかりつづを宛てて敷の溝(よりは)に嵌め込むのである。よりははにむらがあつたら鋸で摺合をして密着させ、下から根通り釘を以て中央部(胴中)を先きに敷に取り付けるのである。此の根通り釘を打つときは艦敷の曲り目より舳を三本位残して置く。

舳の開き場より舳も三本位残して置くのである。此の釘は戸立と水押へ完全に加敷を曲げ付けてから打たなければならぬ。此の釘を先きに打つと艦舳を曲げて行つた時に其の部分の敷の溝に變りがくるものであるから注意しなければならない。

加敷の中央部が敷に取り付いたら次に艦を曲げて行くのである。艦を曲げて行くには戸立の位置で左右共同じ調子で曲げて行かなければならない。之を曲げるには下からつづで両方互違ひに順々に氣を付けて曲げて行き加敷が戸立に添つたらよく戸立と加敷を細目の鋸で摺合せをして戸立昇で取り付けるのである。(第28圖)

艦を曲げる時に片方だけ先きに曲げ付けると

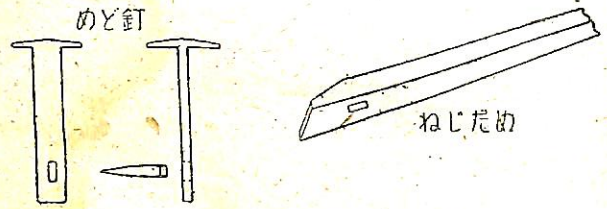


第28圖 加敷の曲げ方戸立昇釘の要領

加敷を取り付けてしまつた時に戸立が反対側の方に傾いてしまふことがあるから、必ず両方共同じ調子で曲げて行くことを忘れてはならない。(前號第27圖参照)

戸立に加敷を曲げ付けたら戸立昇の釘を打つのである。戸立昇りを打つには切り釘と言つて

薄い四分のみか五分のみで加敷板を釘の厚さと幅だけに孔を明けて戸立にある先き孔とよくつばのみで合せて打ち込む。戸立昇を打ち込むときは頭の付け根の所を打ち頭の先きを叩いてはならない。頭の先きを叩くと頭は前に曲つて先きが板に當つて釘が締らなくなるものである。戸立昇の釘には防水のため釘頭の根元に槓肌を少し巻いて打ち込むのであるが、餘り澤山巻くと釘が締らないと同時に板を割つてしまふことがある。戸立昇りは根の釘を一本打つたら後は上から順々に下に打つて行くのがよい。(第28圖)



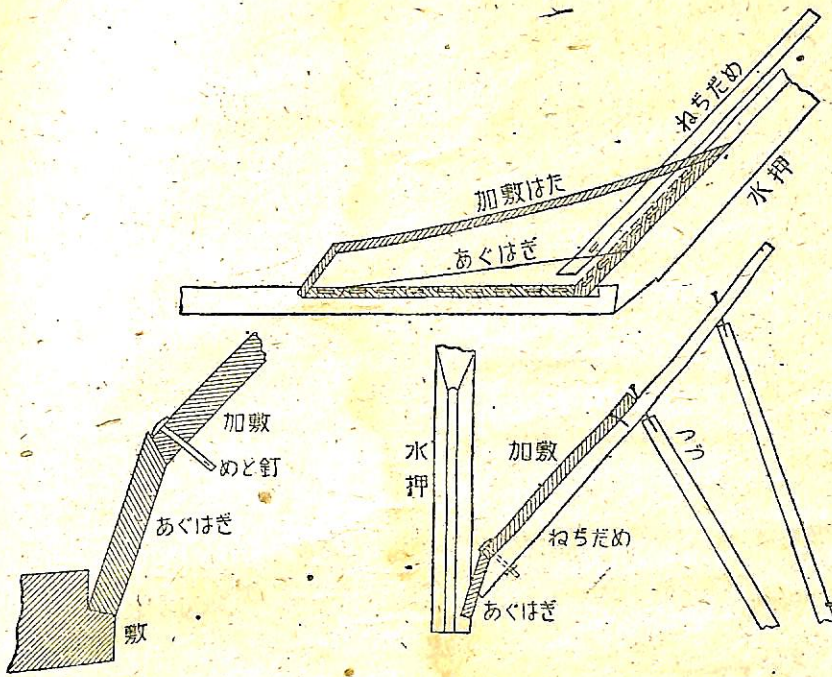
第29圖

戸立に加敷が完全に取り付いたら舳を曲げる。舳を曲げるには加敷の下部に三角形に付いてゐる板(あぐはぎ又はのどはぎ)の少し上にめど釘と言つて頭釘の形で先きの平らな釘で先端に止め釘の差し込まれるやうに出来てゐる釘

を加敷の内側から差し込み此の釘へねじだめと言つて角材で出来てゐるものや又丸太を加敷に付く方だけ一方を削り先きの方を角はぎの傾きに合せた棒に嵌め此棒を水押のころびの勾配にあてて徐々に

両方共同じやうに此のねじだめにつづを宛てて曲げ込んで行くのである。(第29圖) 此の時に水押のかき入れ(加敷の取り付く溝)に加敷の端が無理に當るやうな時には其の部分鋸で摺合せしてやはらげながら曲げて行くのである。(第30圖)

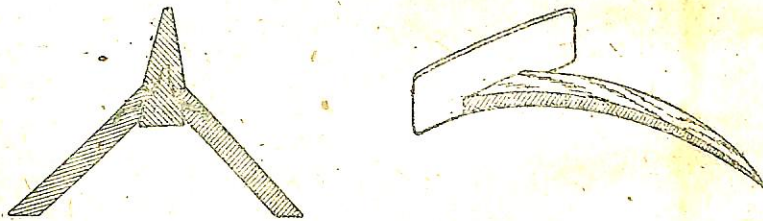




第 30 圖

水押に加敷が取り付いたなら昇り釘を打つのである。此の釘を打つには戸立の昇を打つ要領でよいのであるが、上から下に順々に下げて打つて行くのである。水押に取付てある加敷は可成り無理をして付けてあるから下から釘を打つて行くと釘の爲めに板を割つて水押から離れてしまふことがあるから特に注意しなければならぬ。水押の昇り釘は兩方共、同一の場所に打つのであるから釘の先きが片方のかき入れに出ないやうに頭の下から曲げて水押を縫ふやうな要領で打つ。此の釘を曲げずに眞直に打つと水押の内側に出てしまふこともある。此の釘を打つてしまへば加敷は完全に取付いたのである。(第 31 圖)。

加敷が完全に取付いたら加敷の幅をきめる。加敷の幅をきめるには艦軸の開き場に於てたつ

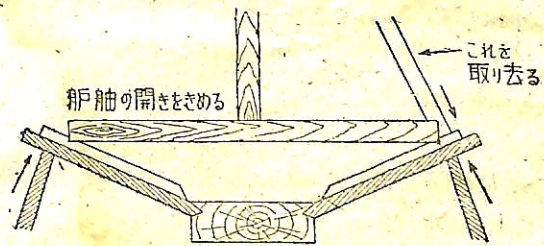


第 31 圖 通り(昇り)の曲げ方

づの所へ中から加敷の幅なりに宛木をあて、此のあて木の兩方に跨る丈夫の宛木を横に一本のせて其の上につづを宛てて開きが起きないやうにして初めあてたつづを取はずのである。(第 32 圖)

次に敷の中心を垂直に出して此の中心を半幅として艦の開き場と軸の開き場で加敷の幅をきめて戸立の加敷の幅の所より軸の開き場の幅の所へ糸を眞直ぐ引張りて、此の糸を艦の開き場の加敷の幅の所へ見通し其の場所を所々に記して置き、其

の記した所に平滑なる墨を打ちこれを軸の開き場より戸立迄の加敷の幅とするのである。又水押の加敷の付け止めの所から艦の開き場の所で片舷の加敷幅の  $\frac{1}{3}$  位敷より上の所に眞直ぐに



第 32 圖

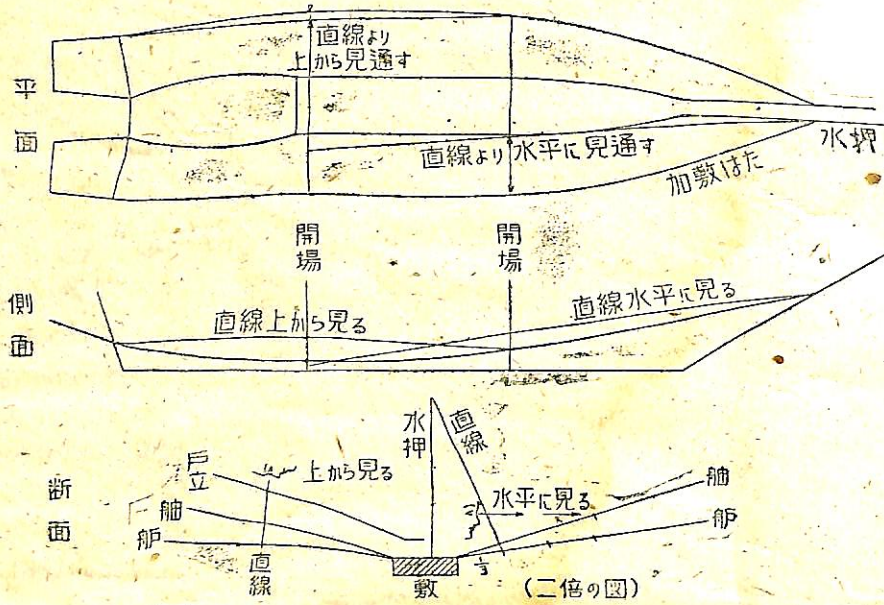
糸を張り軸の開き場の加敷の幅の所に此の糸より横から水平に見通して軸の開き場より水押の所迄の間を艦と同じ要領で所々に記して其の場所へ水平に(横)墨を打ち其の墨を水平に削り、削つた面を内側より適當に残して(12~15 耗位)上棚の開きに從つて削つて行くのである。(結局軸の開き場から戸立迄の墨は其の墨を上棚の開きなりに削り、軸の開き場から水押迄の間は墨を一度水平に削りて其の削つた面を適當に



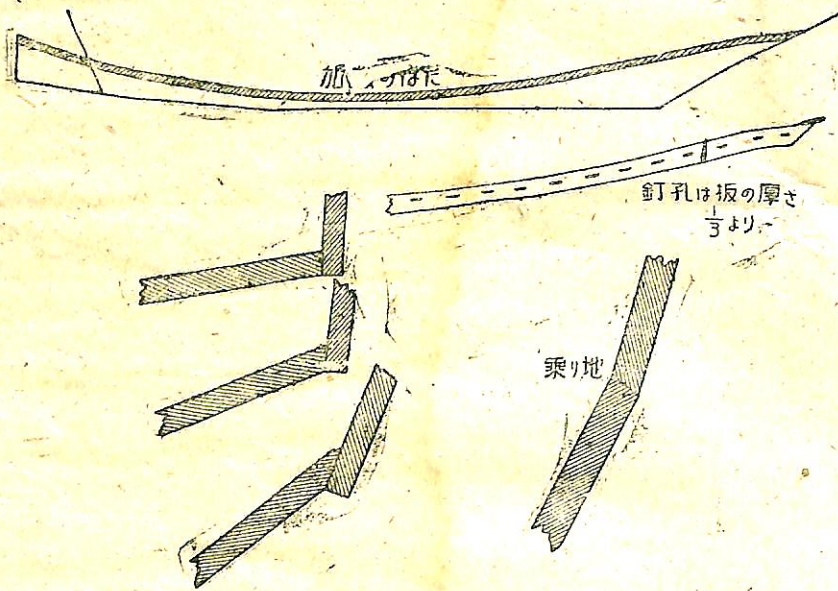
残して艦より平滑に上棚の開きなりに削つて行くことである。之を現場では加敷のはたを作ると言つて居る。此の要領は棚より通り釘を以て固着する場合であるが、上棚と加敷を角外板で結合する場合には、先きの要領で出した墨を加敷の開きの眞角に削つて行けばよい。又加敷のはたを作るに水押の加敷の付止めから通り釘三本位艦へ上棚の開きと関係なく適當の廻地を作つて、此の部分は上棚を横へ付けずに乗せて行

くやうに作る場合もある。此の廻地の事を乗り地と言ふ。

加敷のはたが仕上つたら、ここへ上棚から打つ通り釘の先き孔を明けて置くが、此の先孔の位置は加敷のはたの中心に明けずにはたの上面より 12~15 耗位下つた所(はたの約  $\frac{1}{3}$ )から板の厚さの中心に釘が打ち込まれるやうにするのである。(第 33-34 圖)



第 33 圖



第 34 圖

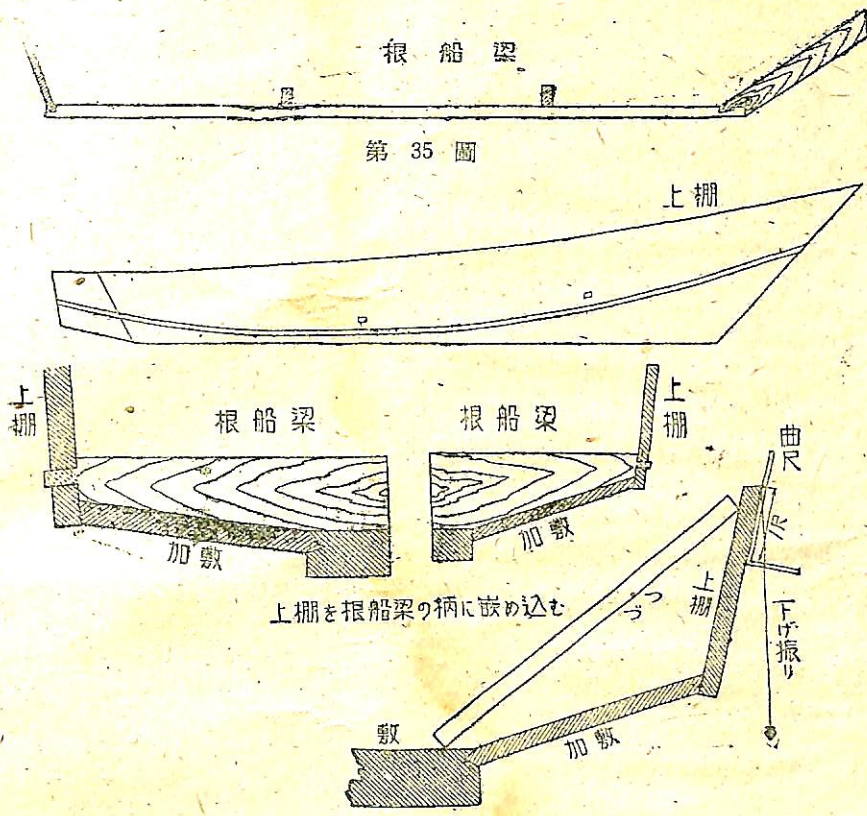
### 根船梁

加敷が出来上つたら、艦の開き場と舳の開き場に根船梁を取り付ける。根船梁は敷に直角になるやうに取付けるので、加敷に密着させて打込釘(たつく)か又は通り釘を加敷から打つて又敷には打込釘か敲釘で取り付ける。根船梁の長さは加敷のはたより長くして、棚板が嵌まり込む

やうに柄を作るので、此の柄は割楔を打つに便なるやうに両側を鋸で挽き込んで置く。此の根船梁は加敷に合せたら一度取りはずして置くのである。上棚の形を取つてから取り付けなければならないのである。(第 35-36 圖)

根船梁を取り付けたら上棚を取り付ける。上棚を取り付けるには初め加敷に取り付けてある根船梁の柄に上棚を嵌め込んだら、上棚が下に下らぬやうに下から臺を宛てて置き、





の中央部から取り付けて行くのがよい。通り釘を打つときにはあせりにあててあるつづを余り筋かいに上の方からきかせると釘を打つときに釘下を割ることがあるから注意して成るべく平にきくやうに宛てるのがよい。(第37圖)

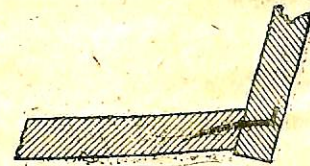
中央部が取り付いたら次に艪を付けて行く。艪は戸立の根につづを宛てれば、大體一本のつづで間に合ふものである。此の場合戸立に棚板が付いたら戸立の上部にかすがいで棚

軸の端は板が余り廣がらないやうに棚板の下から向ひつづをあてて置く。次に軸の開き場、艪の開き場の位置で上棚の開きをきめる。此の開きをきめるには敷より上棚の上部の邊に内側からつづを宛てて上棚を開かせて置き、上棚の外側へ墨つぼ又は下げ振りを垂れて糸を靜かにして置き、棚板に曲尺を添はせて一尺目の所で下げ振りの糸との間隔を計れば棚の開きは分るのである。(第36圖)

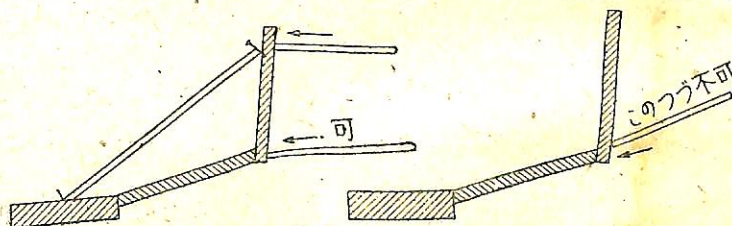
中よりつづをあてて上棚の開きをきめたら、外からも其の場所へつづを宛てて開きが變らないやうにして置き、棚板の下の方あせりにもつづを宛てて加敷のはたを密着させるやうに細目の鋸で丁寧に摺り合せをして通り釘で先きに船

板を狭み棚板が廣がらないやうに用心して置かなければならない。前のように加敷のはたをより摺り合せ、又戸立をも摺り合せをして通り釘や戸立昇で取り付けるのである。戸立へ棚板を取り付けるには薄のみで切釘孔を明けて先きに戸立の根の釘を打ち、次に上部の釘を打ち順々に下の釘を打つて行く。

戸立の釘には(棚)横肌を巻き付ける必要なきもので、成るべく切釘孔は釘の大きさと同一に明けなければならない。(第39圖)



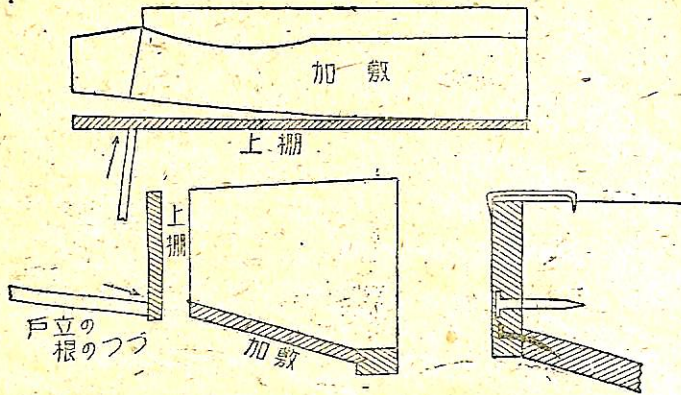
第 38 圖



第 37 圖

艪が取り付いたら軸を曲げて行く。軸を曲げるには三つ角棚板の下部が水平に嵌り込む所より板の外側に適當の勾配にため宛木を取り付けて徐々に曲げ付けて行く。ための下部はつづがはづれぬやうに



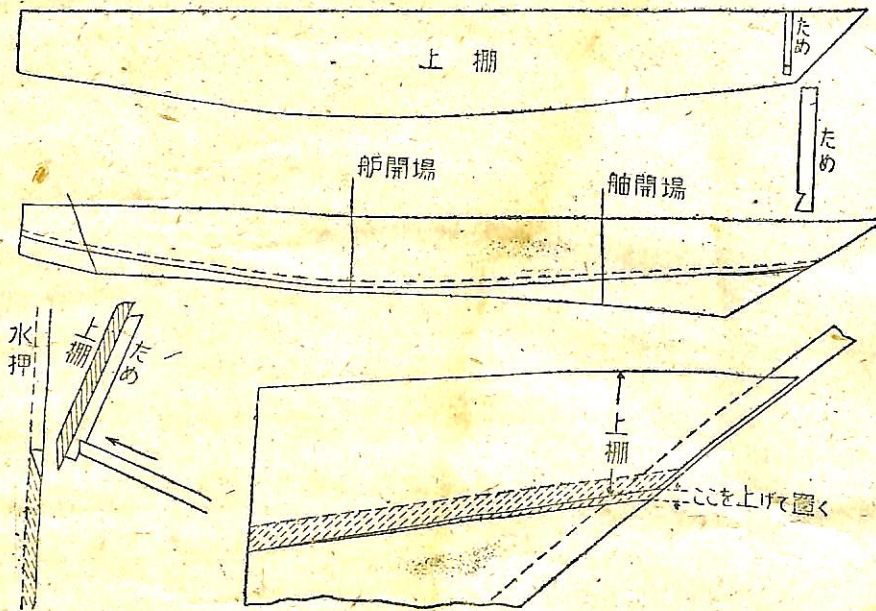


第 39 圖

切り欠きを作り、此の切り欠きにつづをあてて曲げて行かねばならない。上棚へ水押しへ嵌め込んで行くには加敷の付け止めより棚板の下部が高目にあるやうに下からつづで上げて置き、板の長さ(昇り)を切つて嵌め込み、水押の溝の外を摺合せながら加敷の位置まで下げて行く。

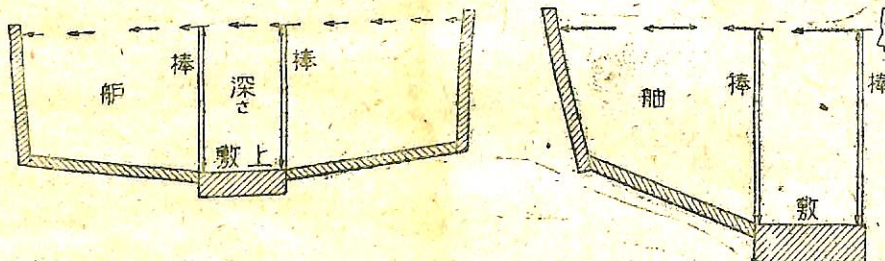
熟練者なれば一度に切つて工合よく嵌めることが出来るけれども、未経験の者には中々一度では正確に切れないから、前述の要領で切つて嵌めるのが安全である。棚板の昇りを短くすると不体裁でもあるし、水押との固めも弱くなるから注意しなければならぬ。板が水押へ嵌り込んだら前のやうに加敷のはたを摺合して通り釘を打つのである。此の通り釘を打つときは表の開き場から水押迄は釘二本置き位に打つて行くのがよい。

又此の釘を打つときは中から加敷のはたへ加敷が上つて行かないやうにつづをあてるか、一人中に居て棒などで押へて居て打たなければならぬ。此の釘を其のまま打つと折角丁寧に摺り合せした廻地(加敷のはた)をすかしてしまふことがあるから、特に注意しなければならない。



第 40 圖

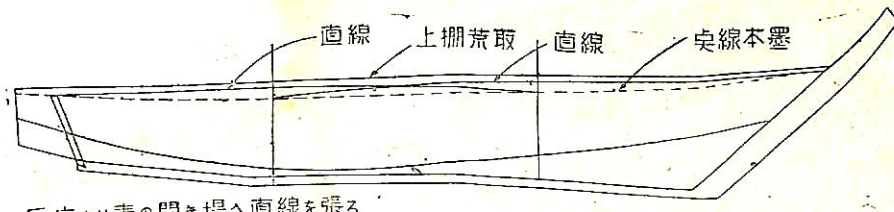
水押の昇り釘を打つには三つ角のつづをしかりきかせて、戸立同様一番下の釘を先きに打ち、次に上から順々に下に打つて行く。凡て昇り釘を打つ場合は上より順々に下に打つて行き、頭は頭孔に無理のないやうに嵌り込ませるやうに場所場所に依つて適當に曲げて打つのである。此のやうにして棚板が取り付けられたら上棚の上部を簡へて横から見た船の深さをきめるのである。



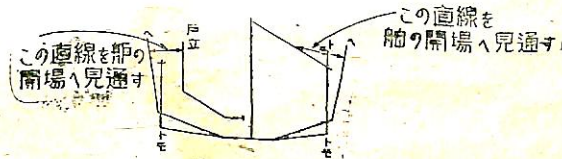
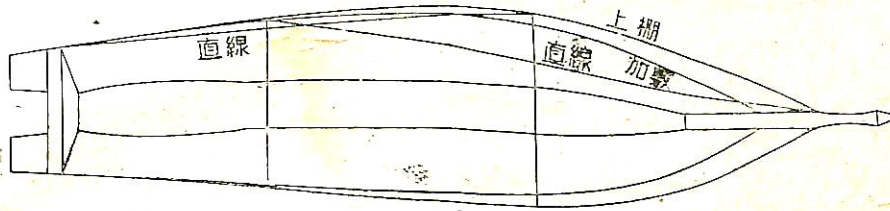
第 41 圖

棚の上部をきめるには船の開き場又舳の開き場で深さをきめて行く。





戸立より表の開き場へ直線を張る



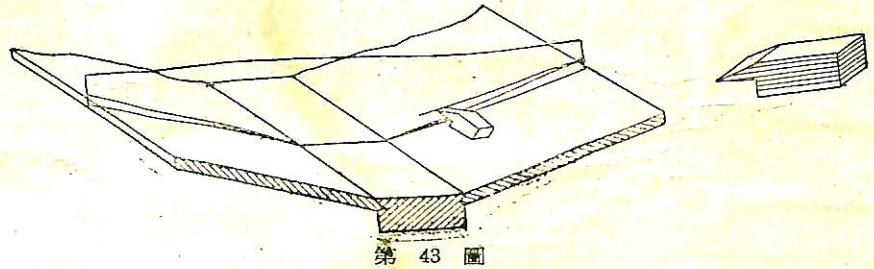
第 42 圖

此の深さをきめるには船の深さとし舳の開き場は圖面に依つて深さを計り其の部分の深さの棒を二本作り此の棒を敷の上上面兩側に立てて棒の高さを見通して棚板の内側に其の高さの位置を記すのである。水押の立ちをきめる時の要領と同じである。

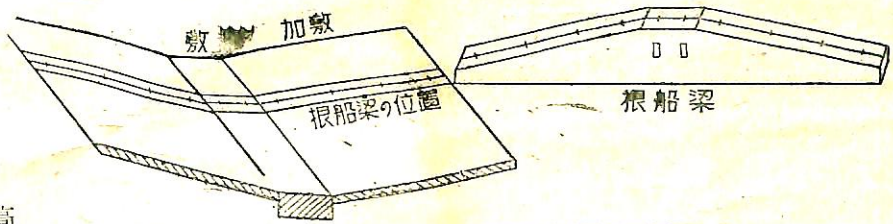
(第 41 圖)

此のやうにして高さの位置が出たら水押の所で上棚の付け止めの位置から船の開き場の高さの位置に真直ぐに糸を張り、此の糸から舳の開き場の高さの位置に見通して其の場所を所々記しこれに平滑な墨を打つて船の開き場から舳の開き場水押迄の上棚の高さをきめるのである。又戸立の所で上棚の高さの所から舳の開き場の高

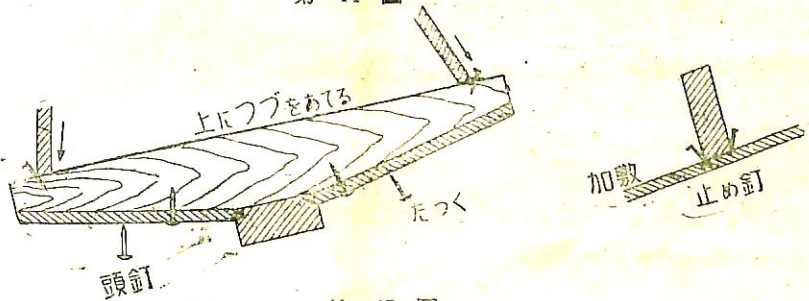
さの所へ糸を張り此の糸から船の開き場の高さに位置を見通して船の開き場から戸立迄の所へ記しこれに平滑な墨をして高さをきめるのである。此のやうにして上棚の高さをきめると上のなりが船の開き場の所で少し折れるやうになるから其の部分は船 45 種位の所から、しない定規をあててむら



第 43 圖



第 44 圖



第 45 圖



編輯顧問

(五十音順)

清郎 鑑夫 郎 涉夫  
 次 義昌 五 雅  
 村外 田縣 高 山 識  
 光 田縣 高 山 識  
 永福村 山 山 横 吉  
 治郎 郎 雄 止 淳 博  
 代一 昌 鏡  
 千喜 四 木 井  
 田野 下 原  
 石上 菅 木 柳 高 永

である。之で大體和船の外割は出来上つたのである。上棚加敷の艦の端の長さは梶床を嵌めてちりを取り付けるに充分の長さだけ残して切断すればよい。(第42圖)

根船梁の取付け

上棚が出来上つたら根船梁を取り付ける。根船梁を取り付けるには初め荒木取りをして加敷の上に乘せて加敷や敷に出てある墨の場所へ止め釘など使用して正確に其の位置に置き、口引といふものを作つて加敷の上面を兩方とも、口を引き又敷の上は加敷の口引きで付けた墨が垂直に見ていくら削れるか削れる寸法を調べて其の寸法の高さを敷の上で口を引き、其の墨を削れば一度で加敷も敷の上も密着させることが出来る。口を引く場合加敷と敷の上を同じ口引で削ると敷が先きに當つて加敷がすく事になるか

ら口引は必ず變へる必要がある。(第43圖)

根船梁はこのやうにして加敷と敷を合せたら加敷から打込釘(なつく)か或は頭付釘で取付けるのである。打込釘で取り付ける場合は加敷の内側から棒刀錐で孔を明けて置き、又頭釘で打ち付ける場合は根船梁の厚さの兩側を加敷に記して置き其の中心へ釘の配置(心匠)をして其れより苳のみで加敷の半分位迄切り釘の孔を明け、此の孔へ三つ目錐などを使用して釘の位置を加敷の下に出して其の場所を又切り釘して下の釘と中の切り釘とを完全に合せて打ち付けて行くのである。根船梁を打ち付ける時には根船梁の上部へしつかりつづをあてて置き、又根船梁の位置が變らないやうに兩側に止め釘をして置かなければならない。又敷には落釘(落し釘)又は打込釘或は敲釘で取り付けるのである。(第44・45圖) (續)

新 刊

神戸高等商船學校航海學部編

航海士必携

定價15圓送料1圓

農學博士 庄司謙次郎著

自給飼料

定價10圓送料1圓

東京都世田谷區弦卷町1/136

天 然 社

「船舶」 5 月 號 (第19卷) (第4號)

本 號 定 價 4 圓

送 料 1 0 錢

昭和21年5月7日 印刷納本

昭和21年5月12日 發 行

編輯發行  
兼印刷人

東京都世田谷區弦卷町1/136

能 勢 行 藏

印刷所

東京都神田區錦町3/1

大同印刷株式會社

(東京32)

發行所

東京都世田谷區弦卷町1/136

會社 天 然 社

(會員番號A 120011)

配給元

東京都神田區淡路町2/9

日本出版配給株式會社