



船舶 9 月号

監修 海軍技術中 永村 清

編輯顧問

東京帝國大學教授 柳原 鉞 止

日株式會社 多田 文 秋

神戶製鋼所 永井 博

浦賀船渠株式會社 村田 義 鑑

船舶試驗所 山縣 昌 夫

日本郵船株式會社 横山 涉

編輯企畫委員

東京高等商船學校 石田 千代治

逓信省通信技術師 上野 喜一郎

船舶試驗所 菅 四 郎

東京帝國大學教授 木下 昌 雄

露商技術師 高木 淳

株式會社東京石川島造船所 立川 春 重

東京帝國大學教授 吉 識 雅 夫

(五十音順)

危局直面と急速・良質・大量造船

永 村 清

先般ルーズベルトはハワイその他太平洋南北の基地を視察し、歸米發表した報告の末節に戦局の前途に關し「太平洋戦域の戦局は現在アメリカに有利に展開してゐる。併しながらヨーロッパ戦局と同様、東亞における對日戦が何時終るか想像などすることは出来ない、ただアメリカ國民が一層努力して前線に對し艦船と飛行機その他の軍需品を補給するならば戦争は遙に早く終るだらう」といつてゐる。この大統領視察の際會談した敵將ニミッツはマーシャル、マリアナ諸基地を視察した後意見を發表して「日本を破るためには單一の攻撃方法ではなく、空軍による爆撃と海上封鎖との連繫並びに恐らく海上艦艇による砲撃をも要しよう、封鎖により日本國民を餓死させるならば戦争の終結は一層早くなるだらう」と日本々士に對する海空よりの封鎖作戦を高言してゐる。

今日の現状は残念ながら彼等の高言の通りであつて、既にサイパン島のみならず、大宮島にも飛行基地を得た模様である。東京にてはこれ等の飛行基地の整備によつて早晚敵の空襲を豫想し、これに對する準備の萬全を期してゐるが、彼等は單に飛行基地を占むるのみならず、同時に海軍基地殊に潜水艦基地としてこれ等の島を整備しつつあるは明かである。それかあらぬか、近頃わが領海内に於ての海難が屢々耳に達する。誠に切齒扼腕残念の至りではないか。彼等は日本と南方戦域間の海上補給路を脅かし、日本々士への物資原料の移入を阻止し、占領地域への兵員、軍需品の増強を遮斷し、日本をして手も足も出さずして自然に餓死せしむる方策を實行しつつある。

敵潜水艦基地の前進は飛行基地の前進とともに決して輕視することは出来ない。敵今後の進攻路がいつれにあるにせよ、もし比島に對して歴史的物量攻勢によつて、群島中の一小島嶼に據つたとしたならば、わが唯一の資源地南洋圏の攪亂せらるることは説明を要しない。斯くて造船事業の急務が痛切に要望される。獨り造船による船腹増加のみならず、海上交通の安全を確保する海上護衛問題に對する全國民の認識を深めねばならぬ。

敵米のマリアナ群島までの進出は取りも直さずわが占有海域の著しき縮少である。この縮少された海域に於て敵潜水艦の跳梁を許すことは如何にも残念である。元來潜水艦はその隱密性を除けば割合に脆弱性を有するものである。それは

(1) 潜水艦の水上航続力は相當に大なるも、水中潜航中は最高速度は僅かに10節内外に過ぎず、この速度にては約1時間位の航行に堪え、最低速度にては漸く10時間位行動し得るだけである。

(2) 潜水艦の主兵器は魚雷であり、潜航してこれを發射するも、魚雷の走り行く後にはその航跡が一直線に残り、直ちに自艦の所在を發見せらる。

(3) 潜水艦はその構造は水深約150米の水壓力に堪え得る。従つて投下爆雷によつて、譬へ直撃せられざるも、船體に破損を生じ沈没の大事に到る場合が多い。

(4) 船體一部の小破損にては容易に復原力を失ふ。

敵潜を防禦または攻撃するには以上の弱點を狙ふべきである。その攻撃法としては水上艦艇より爆雷を投下すること、または潜水艦に肉迫これ

を乗り沈めるか、衝突して沈没せしめるか、或は飛行機により爆撃を加ふるにある。

飛行機のごとは暫く措き艦船に就いて考慮するに、第一に造船によつて船腹量を増加することは既に計畫實施せられ、戦時標準型を制定して急速多量に増加せられつつあり、同時に潜水艦攻撃のための驅潜艇も多數建造せられつつある。これ等の新造船は資材の供給關係により鋼船の外木造船も多數造られた。現時の狀勢は多々益々便するといふ有様になり、生産方面は急迫を告げつつあると思ふが所要の數量が所要の期日までに出來上りつつあることと信ずる。造船の多數を希ふのは獨りわが方ばかりではなく敵米も亦その戰域の延長遠隔によつて必死の努力を續けてゐるのである。敵米は今次の歐洲戰勃發と同時に造船に拍車をかけ、その造船高昭和15年には40萬噸、16年には170萬噸、大東亞戰に入つた17年には500萬噸、18年には實に1900萬噸に上り、今年度には2,000萬噸を目標とし開戦前の約50倍に達せしむると豪語してゐる。尙新聞紙の傳ふところによれば開戦前米國の造船所數は海軍工廠11ヶ所、民間造船所の内大西洋岸に54社、太平洋岸に32社、メキシコ灣岸に10社、大湖地方に24社、計120社であつたが、現時は民間造船所は225社の多きに達し、彼等の公表によれば、軍艦新造數120隻、補助艦艇約3,000隻、上陸用舟艇13,000隻に上り、船舶の新造數は本年初頭までに1899隻であつて、その内1,238隻は10,000噸のリバテイ型である。但しその成績は相當に不良のものもあり、リバテイ型に代ふるヴィクトリー型を採用すると傳へられる。標準型急造は分業によつて船體機装を數多の部分品として造船所外數多の製造業者によつて生産され、これを或る一定の造船所に集めて、組立て完成するのであるから、その生産系統の一部に支障を生ずれば最後の完成に悪影響を及ぼすは當然であり、竣工期の遅延も起るのである。

斯かる事態はわが國にても同様に起り得るのであり、且つ又標準に拘はれて本末を誤ることもあり得る。それには生産者とこれを監督する者とが本來の性質に合致するものは方法の如何に係らず、その運用によつて適宜に處理するを要する。このことは生産者と監督者とが充分なる造船上の智識と經驗とを有することが緊要である。學識經驗ある人々があつて始めて標準型急造も好成绩を

得るものと信ずる。頃日は絶えず太平洋の前線から、

「航空機の数足りなかつたばかりに……」とか「あゝ數があれば敵を全滅させる好機を捉へ、敵空母群を沈め盡すことが出來たのに……」と、腸を断ち切られるやうな叫びが聞える。艦船に就てもかかる聲が聞えるやうな氣がする。今日造船業者が總意總力を舉げて遂行せねばならぬことは、一隻も多く船を造り上ることである。而して粗製濫造であつてはならぬ。航空機の中には實用に適しないものがあつたと傳へられる。船舶の中にもその構造強度不十分で不安で仕方が無いといはれたものはないであらうか。これ等の點は當事者が眞面目に考慮すれば直ちに改善されるものと思ふ。また時には隘路のあることを吹聴して責任を遁れることもある。隘路を發見したならば萬難を排してこれを打開せねばならぬ。例せば船體は出來ても推進機關が揃はぬといふ。然らば機關の製作をも全力を以て遂行すべきである。機關なき船は單に荷船として使用することも一應考慮すべきではないか。元より船舶は造船所だけで造られるものではない。あらゆる生産品の綜合されたものであるから、理想的にいへば國民全體が造船に對する的確なる認識をもつことが望ましい。造船は造船所だけに任して置けばよいといふ觀念は今直ちに放擲されねばならぬ。造船の大飛躍は決して造船所のみによつて完成されるものではなく、勞務に資材に國民の絶大なる協力に待たねばならぬ。然かもこれらの資材と勞力とを夫々の専門家をして適切に指導せしめねばならぬ。

われら此の戰を勝ち抜くためには先づ船舶を造らねばならぬ。あらゆる物資、殊に最も急を要する飛行機資材を確保するにも船舶を要する。かくて海上輸送護衛強化を要し、そのためにも護送艦艇の増加、船舶自衛力の増進、船團護衛方法の改善、造船關係員の認識増進等は對潛作戰用航空機の増産と共に一日も忽にすべからざるものである。重ねて言ふ。敵米はマリアナ群島を占有して、必ず西方比島を経て支那に達することを狙ひ、北方日本本土を狙ひ、その間に南方よりする資材輸送路を脅かし、日本民族をして自滅せしめんと企圖してゐることである。この野望を破擯するにはわれわれは、己が専門とする船舶建造に一路勇往邁進すべきである。

(筆者：海軍技術中將)

# 4 翼 推 進 器 の 単 獨 試 験

土 田 陽

推進器の系統的單獨試験は單に推進器の流體力學的研究的の目的以外に、推進器の設計や推進性能の解析等實用的の價値も大である爲、各種の型の推進器に就いて色々の試験結果が發表されてゐる。例へば R. E. Froude, D. W. Taylor, K. Schaffran, L. Troost 等の論文はその代表的なものであらう。船舶試験所に於ても、現在我國で一般に採用されてゐる型の推進器に就いて系統的試験を施行してきた。その中展開面積比 0.40 の4翼推進器に關しては既に造船協會會報第 65 號 (昭和 15 年 12 月) に菅、梅澤兩氏に依つて「4 翼推進器の單獨試験」として發表せられてゐるが、今回更に同じく 4 翼推進器の展開面積比 0.55 のものに關する試験結果が船舶試験所研究報告第 6 號に掲載されることとなり、これで 4 翼推進器に關する試験も一段落ついたので、茲に兩者をまとめて御紹介する次第である。

## I. 模型推進器

實驗に使用された A<sub>r</sub>-40 型及び A<sub>r</sub>-55 型模型推進器の形狀は第 1 圖に、主要目は第 1 表に示す

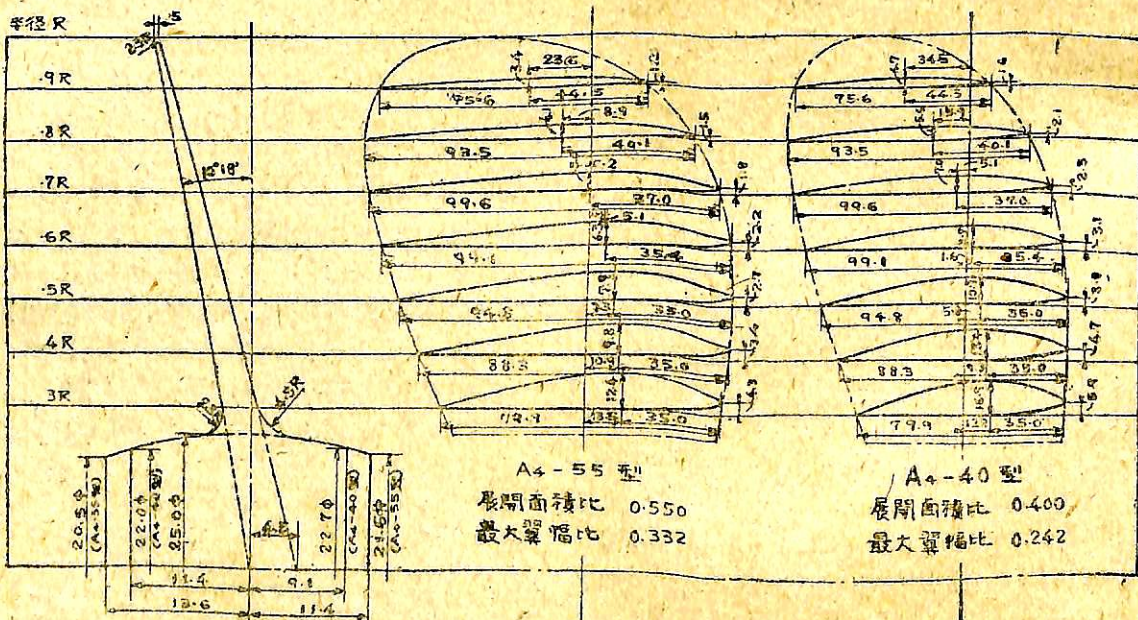
通りである。(A<sub>r</sub>-40 型推進器は原論文では單に A 型と稱されてをつたが、ここでは A<sub>r</sub>-55 型と區別する爲かく名づけることとした。)

この形狀は主として單螺旋貨物船用に設計された組立型推進器の形をとつたもので、烏帽子型の翼輪廓をもち、ボスの徑及び翼端の幅は比較的大である。翼截面はエーロフオイル型で、最大厚の位置は翼根部より 0.5 R (R は推進器半径) までは前縁から幅の 0.35 とし、0.5 R より翼端に行くに従ひその位置を次第に幅の中央に移してある。

螺距分布は翼端より翼根まで螺距一定の所謂一

第 1 表

	A <sub>r</sub> -40 型	A <sub>r</sub> -55 型
直徑 (米)	0.220	0.220
ボス比	0.250	0.250
展開面積比	0.400	0.550
最大翼幅比	0.242	0.332
翼厚比	0.045	0.045
傾斜角	10° 18'	10° 18'
翼數	4	4
翼截面形狀	エーロフオイル型	エーロフオイル型



第 1 圖 A<sub>r</sub>-40 型及び A<sub>r</sub>-55 型推進器

螺距 一定 翼數 4 ボス比 0.250 翼厚比 0.045

【備考】 翼幅寸法は翼最大幅に對する% 翼断面寸法は翼幅に對する% 其の他の寸法は直徑に對する%にて示す

定螺距で、A<sub>1</sub>-40 型についてはこの外翼端から翼根に向つて螺距が次第に減少或は増加して行く遞増螺距及び遞減螺距についても試験が行はれた。(翼端部螺距に比し翼根部螺距の減少或は増加は夫々 20% である。) これらの推進器につき螺距比 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2 及び 1.4 の各 6 箇の模型が製作された。

### II. 推進器單獨試験

上記の模型推進器を何れもその推進器軸深度を 0.20 米に保ち、毎秒 7 回轉の一定回轉數で回轉せしめつつ種々の前進速度で前進せしめて、その際回轉力率及び推力を動力計に依り測定した。尙測定結果に對しては深度に依り動力計に加はる水の靜壓、推進器ボスの抵抗、軸系の摩擦損失等に對する修正が施された。

本試験に於けるレイノルズ數を次の F. Gutsch の定義に従つて計算して見ると、A<sub>1</sub>-40 型及び A<sub>1</sub>-55 型に對し夫々  $7.1 \times 10^4$  (平均水温 20°C) 及び  $8.7 \times 10^4$  (平均水温 15.5°C) の値を得る。

$$\text{レイノルズ數} = \frac{nD^2}{\nu} \cdot \frac{l_m}{D}$$

- 但し  $n$  = 毎秒回轉數  
 $D$  = 直徑  
 $\nu$  = 動粘性係數  
 $l_m$  = 平均翼幅

尺度影響を受けない爲には推進器試験に於けるこのレイノルズ數は、本試験の如きエーロフォイル型翼截面及び小さい翼厚比の推進器では  $4.0 \times 10^4$  以上であることを要するとされてゐるが、この場合は何れもこの限界値以上で、尺度影響は略無視し得るものと認められる。

### III. 試験結果及び設計用圖表

試験結果を無次元表現法に依つて圖示したものが第 2 圖で、圖中の記號は次の通りである。

- 前進常數  $v_1 = V_1/nD$   
 推力常數  $t = T/\rho n^2 D^5$   
 回轉力率常數  $q = Q/\rho n^2 D^5$   
 單獨推進器效率  $\eta_n = TV_1/2\pi nQ$

$$= tv_1/2\pi q$$

- 但し  $V_1$  = 前進速度 (米/秒)  $D$  = 直徑 (米)  
 $n$  = 毎秒回轉數  $T$  = 推力 (珐)  
 $Q$  = 回轉力率 (珐-米)  
 $\rho$  = 水の密度 (珐-秒<sup>2</sup>/米<sup>4</sup>)

この結果を使用して作成された設計用圖表を第 3 圖及び第 4 圖に示す。第 3 圖は A<sub>1</sub>-40 型、第 4 圖は A<sub>1</sub>-55 型推進器に對するもので、何れも D. W. Taylor の表現法に依つたものである。記號の意味は、

出力係數  $B_p = NP^{0.5}/V_A^{2.5}$

直徑係數  $\delta = ND/V_A$

單獨推進器效率  $\eta_p$

螺距比  $H/D$

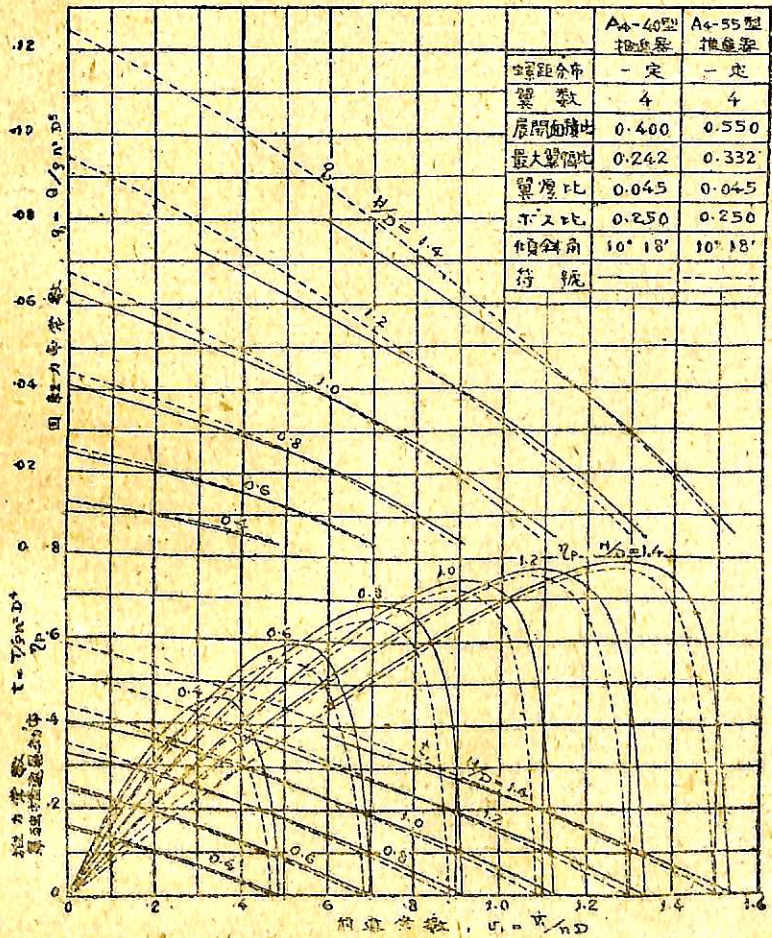
但し  $N$  = 推進器毎分回轉數

$P$  = 推進器位置に於ける軸馬力

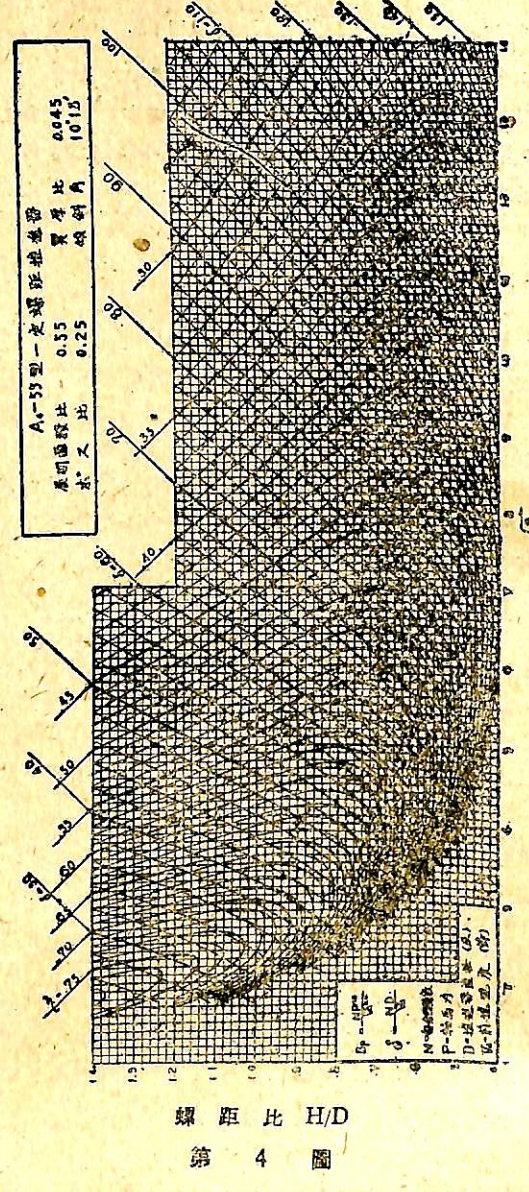
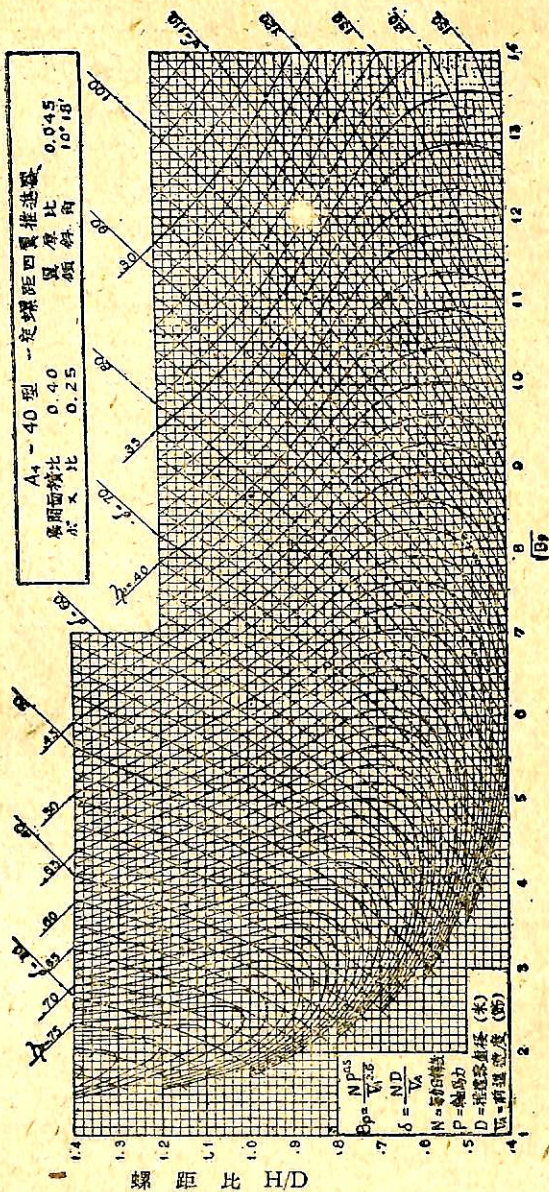
(1 馬力 = 75 珐-米/秒)

$V_A$  = 推進器前進速度 (節) =  $V_s'(1-w)$

(1 節 = 1852 米/時)



第 2 圖



$V_s$  = 船の速度 (節)  
 $w$  = 伴流係数  
 $D$  = 推進器直径 (米)  $H$  = 螺距 (米)

である。これら設計用圖表の使用法は後述することとする。

A<sub>4</sub>-40 型の遞増螺距及び遞減螺距推進器については試験の結果一定螺距推進器との相違が比較的僅少であることが示されたので、ここではその掲載を省略したが、尙次項で一言する。

IV. 試験結果の比較

第 2 圖より知られる如く A<sub>4</sub>-55 型の推進器効

率は全面的に A<sub>4</sub>-40 型より小さい。その差は螺距比の小なるほど大で、最高効率の値で比較すれば H/D=0.4 では約 13%、0.8 では約 5%、1.4 では約 2% の程度である。これは翼の間隙影響が H/D の小なる程大となる爲と思はれる。推力常数が 0 となる点の  $w_1$  から求める所謂有效螺距比は 55 型の方が 40 型より平均約 3% 小さい。

又實際の作動状態に於ける性能の比較は第 3 圖及第 4 圖を参照することによつて得られる。即ち出力係数を同一とした場合の最良の推進器單獨効率は 55 型の方が 40 型より平均 3~5% 低い。これに對し直径係数は約 3% 小となり。螺距比は 6~10% 大となる。従つて軸馬力、回轉數、前進速

度を同一にとれば翼面積の大きい方が最適直径が幾分小で螺距比が大となるわけである。しかし出力係数と直径係数を同一におさへれば、最良効率の附近に於ては螺距比の相違は比較的小さい。

尙  $A_4-40$  型の遞増螺距及び遞減螺距推進器の試験結果の主なるものを擧げて見ると次の通りである。

- 出力係数と直径係数を同一とすると螺距比は遞増螺距の場合は一定螺距の場合に比し 1~3% 大となり、遞減螺距の場合は反對に 1~3% 小となる。推進器効率は各場合につき大差ないが、大體遞増螺距のものがやや高く遞減螺距のものがやや低い。
- 出力係数を同一とした時の推進器効率最良となる如き直径も各場合につき殆んど等しく、又その最良効率も遞増螺距の場合がやや高く遞減螺距の場合がやや低いがこの差はあまり著しくない。

従つて實用的の見地からは本試験に使用された如き遞増螺距推進器の性能はそれより翼端部螺距が約 2% 小さい一定螺距推進器の性能と殆んど同一であり、遞減螺距推進器の性能は反對に翼端部螺距が約 2% 大きい一定螺距推進器と殆んど同一であると看做することが出来、實際の推進器設計に當つては一定螺距推進器に對する設計用圖表があれば略充分であると言ひ得る。

### V. 設計用圖表の使用例

原論文に記載された計算例の一部を轉載して設計用圖表使用の參考に供する。

例に採られた船は長さ 137.2 米、幅 17.7 米、吃水 8.76 米、方形肥瘠係数 0.683、柱形肥瘠係数 0.691 で普通型流線舵を有する單螺旋船である。主機の制動馬力を 7350 馬力、毎分回轉數を 120 とする。軸系の摩擦に依る馬力の損失を軸馬力の 5/100 と假定すれば推進器位置に於ける軸馬力は制動馬力/1.05=7000 となる。この馬力に於て本船の到達し得る速度は 17.21 節、又推進器位置に於ける伴流係数は 0.25 と推定されたものとする。依つて推進器の前進速度  $V_A$  は

$$V_A = V_s(1-w) = 17.21(1-0.25) = 12.91 \text{ 節}$$

となる。この前進速度の推定は推進器設計の重要な要素であるから、 $V_s$  及び  $w$  の推定は充分念入りに行ふ必要がある。 $V_A$  が求められれば後の計算は簡單である。

1. 先づ與へられた條件で單獨推進器効率最大となる如き推進器の直径及び螺距を求めて見る。計算順序及び結果は第 2 表に示したが、 $N, P$  及び  $V_A$  より  $\sqrt{B_p}$  を計算し圖表に於て  $\sqrt{B_p}$  の目盛線上で  $\eta_p$  が最良となるごとき點の  $\delta$  及び  $H/D$  を讀取り、夫等から  $D$  及び  $H$  を計算すればよい。

第 2 表

	與へられた條件				計算すべき値		
	P	N	$V_s'$	$w$	$V_A$	$B_p$	$\sqrt{B_p}$
$A_4-40$ 型	7000	120	17.21	0.25	12.91	16.77	4.10
$A_4-55$ 型	"	"	"	"	"	"	"

	圖表より讀取る値			計算結果	
	$\eta_p$	H/D	$\delta$	D	H
$A_4-40$ 型	0.650	0.818	50.2	5.40	4.42
$A_4-55$ 型	0.628	0.866	49.2	5.29	4.58

2. 推進器孔の大きさの関係等から上に求めた如き最良効率の直径が採用出来ないことも屢々起ることであるが、この様な場合の計算は次の如き順序で行ひ得る。採用し得べき直径は 5.0 米とする。この場合  $V_s'$  及び  $w$  は直径によつて變化することを考慮せねばならんが、 $V_s'$  の變化は僅少であるからここでは同一と假定した。前と同様に  $\sqrt{B_p}$  を計算し且  $N, D, V_A$  から  $\delta$  を算定する。圖表上で  $\sqrt{B_p}$  の目盛と  $\delta$  の線との交點に於ける  $H/D$  及び  $\eta_p$  の値を讀取れば、求むる推進器に對する螺距及び効率が得られる。計算順序及び結果は第 3 表に示した。

第 3 表

推進器	與へられた條件				
	P	N	D	$V_s'$	$w$
$A_4-40$ 型	7000	120	5.00	17.21	0.27
$A_4-55$ 型	"	"	"	"	"

	計算すべき値			讀取る値		計算結果
	$V_A$	$B_p$	$\sqrt{B_p}$	$\delta$	$\eta_p$	H/D
$A_4-40$ 型	12.56	17.96	4.24	47.8	0.627	0.960
$A_4-55$ 型	"	"	"	"	0.613	0.965

一般に設計用圖表を使用して推進器の設計を行ふ場合には設計された推進器の要目が圖表作製に使用された推進器の要目に近似であることを要する。即ちここに求められた推進器も第 1 圖に示さ

れた如き形状に近いものであることを要するわけである。ただ翼輪廓の形状やホスの大きさ等は比較的影響が小さいから近似的の設計に當つては特別の考慮を拂ふ必要もないが、翼の展開面積比や翼厚比や翼截面形状の變化等に對しては適當な修正を施す必要がある。

展開面積比に關して言ふならば、單螺旋貨物船に用ひられる普通の推進器では展開面積比は大體0.40前後であるから、圖表としては第3圖だけで略充分であるが、特に空洞現象に對する考慮とか或は時に他船を曳航する等の必要から翼面積を大きくする場合には、展開面積に對する修正が必要となる。この修正は第3圖及び第4圖を使用して近似的に行ひ得る。例へば展開面積比0.475の推進器を設計したいとするならば、第3圖と第4圖とから求められた値に直線的挿間法を行つて、前例の1の場合に對しては  $D=5.35$  米、 $H/D=0.842$ 、 $\eta_p=0.639$ 、2の場合に對しては  $H/D=0.962$ 、 $\eta_p=0.620$  と推定して大過ない。

翼厚比や翼截面形状の變化に對しては本文からは修正の方法がない。これは他の適當な資料に依らねばならぬ。例へば翼厚比の變化に對する資料の一つとしては The Shipbuilder and Marine Enginebuilder の No. 238 Vol. XXXVII (1930 Annual International Number) に掲載された D. W. Taylor の翼厚比 0.040、0.050 及び 0.060

の4翼推進器に關する設計圖表がある。尙この外推進器翼の仕上状態等に對する實際上の考慮やその他全般的な修正をも併せ行ふ意味で、類似船の運轉成績等を参照して適當の補正を施すことは極めて望ましいことである。

(筆者・船舶試験所技師)

★編輯室より★

▶外誌の記事を記載する手がができた。本誌ではまだ準備の不備から評論的な些々たる記事しか載せられなかつたが、追々敵國造船界の近情を具體的に明にし得る如き技術資料を提供する筈である。  
▶本誌掲載の「英國標準型高速貨物船」の記事によると、果してこの船が造船技術の見地からどれだけ優秀なものであるか知り得ないが、そのクルーに對する諸設備について、いかに多くの考慮が拂はれ、いかに改善されてゐるかに強調これつとめてゐる。數世紀にわたつて世界の海の民を誇つた英國人も、最後の土壇場に来ると、結局はこんなことにならなければ海の上へ出たがらぬらしい。船内のありとあらゆる餘地を、擧げて荷役に振り向け、最小の居住區と施設とに甘んじて、敢然闘つてゐる皇國海員道と、彼等の所謂シーマンスピリットなるものは、その本質に於て全く異つてゐる。それは正しく彼我戦争目的の相違に規定されたものである。思ふにつけ、我が海上戰士の崇高なる責任感と敢闘精神とに深く感謝せざるを得ない。

(土)

◇ 船 舶 ◇ 既 刊 號 目 次

5 月 號 (價1圓42錢 干4錢)

【船舶修理特輯増大號】

船舶修繕と輸送力	澤田 虎夫
時局と船舶修繕	湊 一磨
船舶の修繕管理と計畫修繕	中西 久
修繕と検査	上野喜一郎
船舶の損傷修理に就て	正木 壽男
修理と神風	正木 壽男
木造船の損傷と修理	稻村 桂香
巧妙なる應急修理の實例	本多 眞明
應急船	高木 淳
木船の上架設備	高木 淳
◇決戦下の船舶修理座談會	
加藤・江藤・永村・山口・陰山・松下	山縣 昌夫
木造船 (第2講)	山縣 昌夫

◇船舶・7月號◇主要目次

(船舶大量生産方式特輯) ¥.77 (干.2)

船舶大量生産に就て	飯河 大佐
船腹急速増産と工事簡易化	村田 義徳
船舶の大量生産に就て (1)	榊原 鏡止
蒸汽タービンの大量生産	柴田 萬壽太郎
◇船舶大量生産の構想を語る座談會	

船舶の推進 (1)	山縣 昌夫
木船建造講座 (1)	高木 淳

◇船舶・6月號◇主要目次

(航洋曳船特輯) ¥.77 (干.2)

航洋曳船の設計に就て	徳永 滿
◇航洋曳船輸送を語る座談會	
建築用木材の齒形接合 (ドイツ文獻)	
前進する船渠	立川 春重
錨に就て (3)	江日 治
鋼船構造規程 (19)	上野喜一郎
木造船 (第3講)	山縣 昌夫
船の力學 (6)	鈴木 至

8 月 號 (價.77 干.02)

(續・船舶大量生産方式特輯)

多量生産と木造船の設計	芥川 輝季
木造船の多量生産とその機装品供給	木原 三止
船舶の大量生産に就て (2)	吉田 原一
船舶急速増産一問一答	吉田 原一
鋼板製小型船の船體組立用治具に就て	吉田 原一
船の沈没に要する時間の推算	中 一
船舶の推進 (2)	田 官
木船建造講座 (第2講)	山縣 昌夫
船の力學 (7)	高木 淳
◇編譯文獻紹介	鈴木 至
特許解説	福田 進



# 航海計器と誤差

井 關 貢

## 某船長の手紙

登校すると一通の手紙が机の上に置いてある。急いで差出人を調べると〇〇丸船長として卒業生からの便りであつた。早いものだ、もう船長になつて第一線に活躍してゐる。何事ならんと手紙を読むと、磁気羅針儀の自差の不定に困却してゐることが可なり詳しく述べてある。

曰く、本船は外國船で造船所名は勿論のこと、船に関する一切の重要書類は凡て焼却されてゐるため、運航と貨物の積付上に苦勞を重ねてゐることが訴へてある。而して本船は本年3月始め入渠の上船體及び機關の手入れを行ふと共に、〇〇技術研究所製作の海中測音器を磁気羅針儀の左前方約1.5米に新しく裝備したる後出渠、某氏に磁気羅針儀自差の修正を依頼した。その結果船首各點に對する自差は零となつた。然し4月中旬頃より次の如き自差を生じ、航海毎にその値を變じ航海上困難を感ずる様になり、殊に北緯特異性の濃霧には尠からず不安を覺えると認めてある。

### 自 差 表

(船首方向)	(往航の自差)	(復航の自差)
North	不明	4.2°E
NNE	1.0°E	4.3°E
NE	2.2°E	5.5°E
ENE	4.5°E	7.0°E
East	6.0°E	7.0°E
ESE	7.0°E	6.5°E
SE	6.5°E	6.0°E
SSE	不明	3.0°E
South	不明	1.9°E
SSW	不明	不明
SW	0.8°E	2.2°W
WSW	不明	2.6°W
West	0.5°W	2.1°W
WNW	0.7°W	0.2°W
NW	不明	0.4°E
NNW	1.5°W	1.2°E

またもし羅針儀自差のため事故を起すが如きことあれば、船長の職責上重大な問題となり、更に自ら自差修正をして時間を費すが如きは輸送量増強

上に難點これありと附記してある。更に磁気羅針儀の製作者はイギリスのリバプールにあるゼー・ブルース・エンド・ソン會社である處を見ると、まづ信頼して差支へない品であることも分る。

## 自差表による自差の調査

前記の自差表のみで、その不定が如何なる原因であるかを斷定することは困難であるが、返事は次航七尾港に歸るまでとある以上何とか解決を與へなければならぬ。即ち醫師が病人からその病狀を訴へられて投薬すると同様、自差表が羅針儀の病狀である以上、次の如き判斷は下し得るのである。即ち一般に磁気羅針儀の自差は一種の正弦曲線の如き有様を呈するものであるから、この自差の中で各船首に對し殆ど完備してゐる復航に於けるものを圖解すれば次の如きものが得られる。

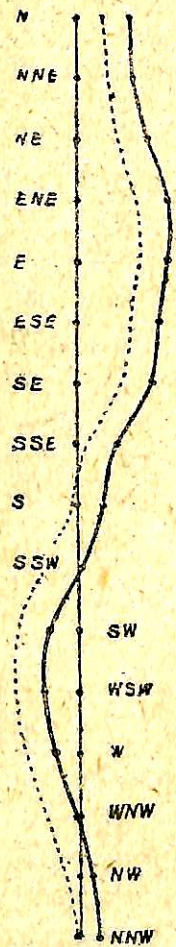
以上の曲線圖から判定すれば、自差は著しく右、即ち東に偏してゐることが分る。もし圖の點線で示した如く約2.5度だけ左に改正すれば、左右對象的な曲線が得られて自差曲線として無難なものとなし得られる。しかばこの約2.5度の値は果して如何なる原因によるだらうか。申すまでもなく一定値を有する自差であることは明かである。即ち八主要點に於ける自差から自差係數を算出してみよう。

### 自 差 係 數 を 求 む

自差を求めるために、A, B, C, D 及び E の略近係數を用ひ針路を  $\theta$  とするならば、

$$\text{自差} = A + B \sin \theta + C \cos \theta + D \sin 2\theta + E \cos 2\theta$$

の公式を使用し得るから、この公式により係數 A, B, C, D 及び E を求めることができる。



係数  $A$  を求む。

North  $+4.2$

East  $+7.0$

South  $+1.9$

$+13.1$

West  $-2.1$

4)  $+11.0$

$+2.75$

即ち  $A = +2^{\circ}45'$

係数  $B$  を求む。

East  $+7.0$

West  $-2.1$

2)  $+9.1$

$+4.55$

$B = +4^{\circ}33'$

係数  $C$  を求む。

North  $+4.2$

South  $+1.9$

2)  $+2.3$

$+1.15$

$C = +1^{\circ}9'$

係数  $D$  を求む。

NE  $+5.5$  SE  $+6.0$

SW  $-2.2$  NW  $+0.4$

$+3.3$   $+6.4$

$+6.4$

4)  $-3.1$

$-0.78$

係数  $E$  を求む。

North  $+4.2$  East  $+7.0$

South  $+1.9$  West  $-2.1$

$+6.1$   $+4.9$

$+4.9$   $E = +0^{\circ}18'$

4)  $+1.2$

$+0.3$

以上の各係数から判断しても、各船首方向に對し一定値を有する係数  $A$  が (+) 即ち正 2 度 45 分の値を有することは、曲線圖からの判定と一致するものである。また商船に於て係数  $D$  の値が (-) 即ち負になることは一般の商船に於てはあり得べきことでない。従つてこれは  $D$  の修正過剩と判断すべきである。

その他は修正の狀況が手紙にないため、如何に

解すべきかは成し得るものでない。

### 係数 $A$ の原因

與へられた自差表からの結論として、一定値  $A$  の原因は何であらうか。一般の磁氣羅針儀に於ては  $A$  の値は半度を超ゆることは稀である點から考へても羅針儀自體の誤差とは認められない。では自差の測定に用ひた方位鏡の誤差か、それとも測定の誤りか、また測定者の癖より起つたものであらうか。しかしその値の割合に大なる點から見て、おそらく方位鏡の誤差から起つたものに違ひないだらう。

### 方位鏡の誤差

我々技術者は製作された計器の検査證を見てこれを絶対に信用するものであるが、うっかりすると技術者の製作品は凡て正確なものであると窺ひみにする嫌ひがある。即ち製作當時は正確なものであつても、幾人かに使用され或ひは數年經過したものでも正しいと信じて、何等の疑ひもなく使用してゐて直接必要以外にはその誤差の検出を怠りがちである。

某船に於いて自差が著しく増し、某船首に 6 度あることを發見し、船長は一等運轉士に更にその正否を確めるやう命じた。一等運轉士は薄明及び薄暮の當直であるから、日出後或ひは星によつて確めたるも依然として 6 度の自差を認められた。幸ひ入渠する豫定も近づいてゐたため、入渠の時機まで待つた。入渠終了後自差修正者に羅針儀の自差修正を依頼して、再修正を試みて貰つたが自差は各船首に對し極めて少量であるとの言である。一等運轉士は不可思議なこともあればあるものかなと、出帆後二物標正中を利用して自差測定したところ自差は 6 度でなく零であることを知つた。ここに於て朝夕自差測定に用ひた方位鏡に疑を抱いて早速調べたところ、明かに方位鏡の誤差であることが知れた。更に方位鏡の經歷を羅針儀日誌について調べたところ、一等運轉士が乗船前に修繕に出したことが分つた。これは使用中落したらしく、稜鏡の軸の僅かな曲りを發見したため、誤差を検出したら正しく方位誤差 6 度たることを認め得たといふ例さへある。それにしても修繕したものに誤差があることが甚だ疑問である。

以上の如く自差修正者は方位鏡を用ひずに修正したことは明かである如くここに述べんとする。

○丸の場合も方位鏡の誤差ならんと断定して、本年3月に於ける自差修正者は物標の磁針方位によるか門司に於ける修正ならばおそらく二物標の正中を利用して修正することならんと、返事を急がれるままに七尾港気付として○○丸船長に答へて次の便りを待つた。勿論更に深く研究するために自差修正の磁桿の位置等について解答せられる旨をも付加しておいた。

○○丸船長よりの返事は、自差修正者の記録によると、二物標正中時による修正を行つたことが分り、出帆後方位鏡の誤差を調査することであつた。この原稿を書き終るまでに第三の返事を期待してゐたが、未だに通知がないのは残念である。

### 方位鏡の誤差と針路

方位鏡の誤差を自差として針路に改正すれば、その針路は誤りであり、船は常に方位鏡の誤差だけ偏した方向に進むことになる。従つて船の推定位置は常に不正であつて、濃霧發生地に達して豫定の港に入るとは甚だ危険である。僅かな一つの計器の誤差が、かくまでに大なる結果を齎らすことを考へるならば、常に計器の誤差を測定することを怠つてはならない。

### 修正の頁否

○○丸船長の第二信に於ける修正状況から判断すると、船體永久磁氣より生ずる自差に對しては $+B$ 及び $-C$ に對する修正が施してある。しかるに自差表から計算によつて求めた自差係数は、 $+B$ 及び $+C$ であるから、 $+B$ に對しては修正不足が認められ、 $-C$ に對しては修正過剩と断定できる。但しこの断定は積荷に鐵鋼類のなかつたことと自差測定時に船が水平であつたことを條件とするは勿論である。また自差係数 $D$ が $(-)$ 即ち負であることは水平軟鐵に對する軟鐵球による修正過剩である。

### 六分儀の誤差

我々海員が天測に用ひる六分儀は、觀測毎に誤差を測定するものであるが、毎日觀測するものであるから、その度毎に誤差の測定は甚だ厄介である。その理由もさることながら、商船士官として最も正しい船の位置を出すことはその生命と申しても過言ではない。従つて六分儀は個人持ちでそ

の取扱ひは勿論のこと、僅かの誤差もないやうに調正したものである。それがため觀測毎に誤差を検出する必要もなく極めて簡単に觀測し得たものであるが、時代の進展と共に六分儀が船の備品になつてからは、1個或ひは2個の六分儀を各士官が使ふやうになり、備附けの品が餘り優秀でないためか誤差も起りがちとなつた。特に大東亞戰爭後は急速に造つた國産品を使用し始めてからは尙更その感が深い。従つて誤差の測定は觀測毎に行ふべきである。

莫大な造船數や多數の士官を必要とする現今に於いて六分儀の需要も激増の一途を辿つてゐる状態であるから、その製作も多量生産たらざるを得ない。しかし精密機械である六分儀はその精度を必要とし、複雑なだけ誤差に對して充分完全なものでなければならぬ。折角生産されても誤差が多く、使用に堪へないものでは困る。現にこの六分儀で天體觀測ができるだらうかと疑ひを持つものさへある。即ち計器の誤差どころか、貴重な資材を用ひて使用不能のものがないとは限らない。製作技術者は多量生産に對しては飽くまで努力するは勿論であるが、その製品に對しては絶對的に責任を持つべきである。

### 結 び

六分儀の如きものでさへ前述の如き心配があるが、より簡単な方位鏡の如きは六分儀よりも輕視されて造られる心配がある。しかし六分儀は船の位置の正否に關係があるが、方位鏡の誤差は針路を誤るもので、何れが船をより危険に導くかは航路の如何によるものである。六分儀や方位鏡を取扱ふ船の士官は、技術者の技術は尊重すべきではあるが、盲信することを避け、使用する直前必ずその誤差の有無並びに測定をなすべきである。

(筆者・東京高等海軍學校教授)

### ◆敵米特殊船の不足に悩む

近着のリスボン發同盟報によるワシントン來電として傳ふるところによれば、米國海軍軍需資材統制部長ジュームス・アイリツシは下院職後軍事政策委員會の席上太平洋戦局に言及、米國は現在兵員輸送船、冷蔵船等の特殊船不足のため、太平洋作戦に支障を來たしてゐると訴へてゐる。而してかくの如く特殊船の建造が豫定通り進捗しないのは、電氣發動機等重要部分品の不足がその最大原因であると言つてゐるのが注目される。

# 海 洋 筏

田 牧 二 郎

海洋筏による木材搬送は、編筏方法、材質の軽重及び長短にもよるが、大約 6000 石の筏木材を貨物船によつて搬送するとして、約 2300 噸内外の船腹及び甲板を必要とする。これを外洋曳航した場合、その抵抗力は優に 5000 噸級船舶を曳航するに匹敵する。

このやうに大船腹を要し大抵抗力を有する貨物を僅か 3~400 噸級 7~800 馬力程度の曳船を以て運搬出来る（季節と航路によつては 200 噸内外、4~500 馬力の小型曳船でも可能である）といふことは、とりもなほさず、2300 噸に近い船腹を必要とする貨物を 200 乃至 400 噸内外の小型船が代行して運搬するといふことである。

しかしながら、海洋筏は一度び海難に遭遇すれば、その救助は極めて困難で、殆んど全損に陥る場合が多く、木材の價格、編筏及び曳航等の諸費用合して 40 萬圓内外の損失となる危険が存する爲、如上の利點があるにも拘はらず、今日まで民間に於て計畫實施を見る事が少かつた。

しかるに、近來保險會社に於ては、これらの危険を擔保することとなつたため、當業者はかくの如き杞憂を一掃して着業することが出来るやうになつた。今後、石數の經濟、曳航距離、航海日數、編筏方法等に就き一層慎重に研究を重ねれば、相當の成績を擧げることが可能であり、海上輸送力増強の一端を擔ふ有力なる部門たるを期し得られよう。

次に筆者の經驗を基礎として編筏要領その他海洋筏運営上の重點について二、三記して大方の參考に供したい。なほ海洋筏の曳航は、申すまでもなく單獨航行船とは全く趣を異にし、曳航に際して被曳物件は抵抗多く、航速微弱、波浪に對して軟弱であるため、曳航中に意想外の天候變化に遭遇して思はざる失態を演ずる事も稀でないで、先づ以て所要航路の海流、潮流、天候等の調在研究等が最大要件であるが、これらについては、水路部發行の關係圖誌類、その他關係書籍に依つていただく事とし、ここでは専ら海洋筏そのものの技術的検討を旨としたい。

## (1) 編 筏 資 材

編筏資材としては 1 吋程度（直徑——以下何れ

も同じ）の鋼索を用ふ。これは柔軟であるから作業も圓滑にいき、22~23 噸の使用安全力があつて最も適當である。筏材の太、細、長短、輕重により多少の相違はあるが、大體

編筏 3000 石内外	約 5 噸 (24×6)	13 丸
〃 6000 石内外	約 8 噸 (〃)	20 丸
〃 8000 石内外	約 12 噸 (〃)	25 丸

を必要とする。しかし編筏着手前に豫め石數を定め、ワイヤロープ類の長短を適當に加工すれば、以上の 7~8 割の資材で充分に緊縛することが出来、作業も迅速に進捗せしむることができる。

鋼索類は船用品統制會社に於て今後順調に配給せらるる由であるが、資材沸底の折柄、これが節約に對する研究は最緊要事であると思ふ。

他にクリップ、シンプル、シャツクル、鳶口、角廻し、圓環、當胴、リギンスクリュー（ターンバツクル）及び 2~3 吋程度のマ=ラロープ等一般編筏に使用する器材を必要とする。また筏には必ず航海燈並びに船尾燈、60 貫内外の洋鐵 1 丁、錨索 1 本、繫留用鋼索 2 本（200 呎程度のものにて可）を常備する必要がある。

曳船には無線機の据付が望ましい。四六時中敵潜の出沒あり、且つ海上氣象の變化に左右されつづ微速力を以てする筏曳作業には、日々氣象その他を先づ以て聴取し、當日の航海の延長、短縮等を査定することが不可缺の事柄だからである。

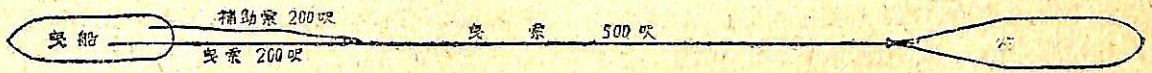
曳索は曳船の噸數、馬力及び季節、曳航水域等により多少の變更は必要とするが、大體

曳船 250 噸、500 馬力	曳索 (24×6) 600 呎
曳船 400~500 噸、700~800 馬力	曳索 (24×6) 700 呎

以上に對して何れも、荒天の際に直接筏に與ふるショックを緩和するため Buffer として 1 吋 3 分程度の錨鎖半節位を取付ける必要がある。

従來は曳索として使用上迅速簡易の特長あるマ=ラロープを主として使用したが、時局柄鋼索を以て代用する。（鋼索はマ=ラロープと異つて強度に於ては數倍するが、延縮の自由が意の如くならないので、一般には歡迎されなかつた。）必要の長さは 500 尺 1 本、200 尺 1 本とし、その中間

### 筏 索 航 路



第 1 圖 筏 の 曳 航

に於てシャツクルで連絡する。連絡の箇所には補助として2吋半程度の鋼索1本を取り付け、航海停止、入出港の際等に曳索捲き取りに供すると便であり、狹隘なる箇所及び港灣等、曳索全部を延して航海するに支障ありと認められたる場合には500 尺程度にこれを短縮加減して曳航する便利さもある。(第1圖参照)

### (2) 編 筏 作 業 員

作業員は従來内地各港及び樺太兩岸に於て材木積取船に働いてゐる経験者を利用し、成功報酬付請負制度が最も能率を擧げるやうである。尙斯業経験者を以て監督せしむる必要がある。

その要員数は、1編筏6000石程度で1日平均45名内外、所要日數10日より13日である。但し天候により多少の延縮はある。

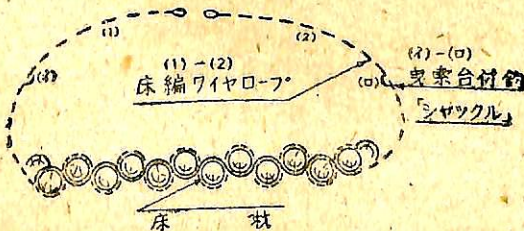
### (3) 編 筏 地

河川内に於て流水を利用して編筏するのが理想的であるが、これは河川の深淺、河口の廣狹等により直ちに期待することが出来ない。

港灣内を利用する場合には、編筏半で荒天に襲はれても筏が破壊、散亂、流失する虞のない場所を豫め選定する必要がある。

編筏材の長短、材質の輕重により差異はあるが、約6000石より10000石までの筏は、吃水約3米乃至4米が限度であるから場所も大體5米以上の水深箇所を必要とする。

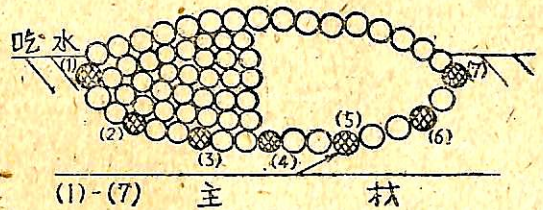
陸上には汽力ウインチの据付けが望ましいが、5噸内外の手捲きウインチ2臺、或はクレーン、カグラサン、ヒツパラー等の設備は是非必要とする。これ等動力の有無は、迅速を要する編筏作業の能率に影響を及ぼすところ甚大である。



第 2 圖

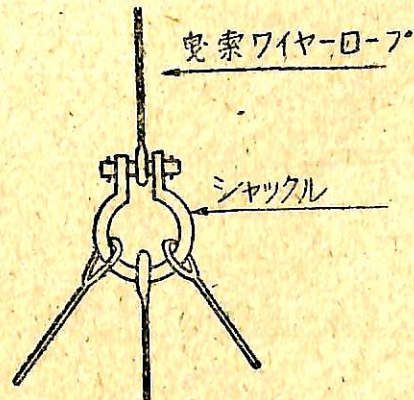
### (4) 編 筏 寸 法

最初に床筏を編むことを必要條件とする。短距離で石數少く、長尺ものである場合、或ひは静穩なる海上の場合にはこれを省略する事も許されるが、外洋殊に相當の長距離の場合にはこれを省略することはできない。まして外國材に比して内地材は短尺物が多いから床筏の編製は必ず必要とする。(第2圖参照)



第 3 圖

最初に成るべく長尺材を選出して床の親骨となし(第3圖参照)、この3筋の側木には最後部より連絡して周徑4吋程度の鋼索(又は1吋8分の3内外の錨鎖)を各1本宛結着せしめ、先端に於て

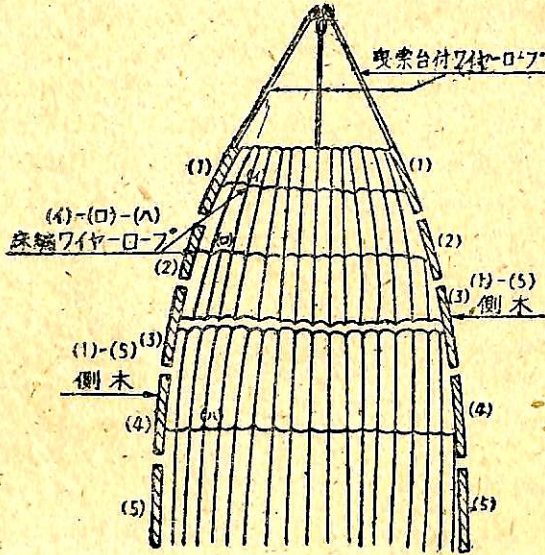


第 4 圖

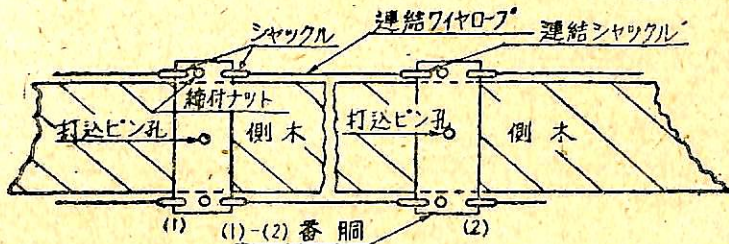
30呎内外を出し、この3本を一括しシャツクルにて曳索に連結する(第4圖)。

側木もなるべく長尺太材を集合せしめ、各先端に近く穿孔し、これを3吋程度の鋼索にて連結し、更に補強のために3吋4分の1程度の鋼索1本をその全體に互つて張り遣はせるのも一法であるが、これ等側木1本の兩先端に各1個宛の穿孔連

絡用鋼索 2 口につき約 50 呎及び鋼索止めクリツプ等の資材及び穿孔に要する延 30 人内外の大工の手間、これら資材が殆ど消耗品に近く、1 筏毎に補充する必要がある (第 5 圖参照) 等に鑑み、これ等を節約する方法として、鐵製バンドを使用すると、作業も迅速であり、相當期間使用に堪え得るのみならず、側木の穿孔により木材の價値を損する憂へもない (第 6 圖参照)。

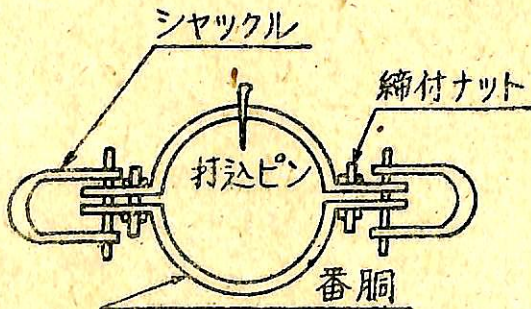


第 5 圖



第 6 圖 (A)

### 床筏杖及側木連結番胴



第 6 圖 (B)

かくして親骨が出来上つたならば、三段積重ねを程度として、この腹部中間に木材を流送し、3 吋程度の鋼索 2 本を上下して籠編み様式にて床を編筏する。

材木との間隙は充分緊密に締付ける。萬一締付が緩いとこの編材上部へ二次の編材を積込んだ場合、鋼索の伸長を來し、筏の幅が豫定以上に膨脹して收拾甚だ困難になる。初めから最も留意すべき點である。

床編み完了後、この上に木材を積載するが、床は數個の節より成つてゐるものであるから、積載に當つては、床とその上層部との櫓目が決して一致しない様に注意することが肝要である。もしさうでないと曳航中、少しの風波に遭つても筏が中間から折損して、編筏が破損し、散亂、流失の恐れが多分にある。

次に木材はなるべく筏の中心に積込む必要がある。即ち重量のため中心が沈下し、床の両端が浮び上つて彎曲圓形となり、曳航に際して波浪、長濤にも相當抵抗し得る形状になるからである。

以上の如き方法で、木材を 3 分の 1 程度積載し終つたならば、一度中間締結を施し、更に 3 分の 1 積載が進行した時に今一度締結、全部積み終つた時には上締を締付け、更に全部を左右より 3 吋位の鋼索で千鳥形に充分強固に緊締して完了する (第 7, 8 圖参照)。

この締付には 10 噸以上の力量あるリギンスクリューを使用すると、曳航中動搖のため緩みを生じた場合にも機を逸せず直ちに簡易に締結することができて便利である。

編筏は長尺物ほど簡單でしかも頑丈であるから、1 筏には最低限度 30% 以上の長尺ものを混入すべきである。

編筏に際し、木口と木口の間隙は、幾分空間を必要とする。即ち曳航中長濤に出遭ひ上下動することある場合、木口と木口とが突き合つて前後端より互に押し出し、遂には流失する恐れがある。又筏の前端及び後端は嚴重に緊縛しないと風浪の場合編材が抜け出して流失することがある。共に注意を要する事項である。

### (5) 曳船及び船員等

曳船は 7~8000 石程度の筏を總噸數 250 噸、7~800 馬力の曳船で曳航する場合、時速 4 漕程度

であるが、季節と曳航海域によつては前記より多少小型、小馬力の船でも曳航可能である。しかし曳航の途中一度び時化に際會した場合、小型曳船には惰力がないため直ちに航速を減じ、風力、潮流の次第によつては逆に押し流される憂へが多分に存する。

故に馬力は多少小さくとも船體の比較的大きいことがよしい。然して内燃機關据付船よりは蒸汽機關据付船の方が適當である。即ち蒸汽機關は内燃機關に比較して機關の調節が自由であり、萬一の場合には所有馬力以上の馬力を發生せしむることも可能であるといふ利點がある。

曳筏作業は一般航海と異り、特殊の技倆を要する作業であるから、乗組船員も海技免狀の如何に拘はらず船長以下、從來小型曳船に乗組み、曳船に經驗あり、且つ航海々域に對して充分自信あるものを必要とする。

發航前に於て豫め次の避難港の選定を必要とし、曳航中天候悪化の兆を知つた場合には、決して續航することなく、早急に避難することが必要である。濃霧及び颱風の季節に於ては、これは特に心得てゐねばならぬ。強いて頑張ることは必ず失敗の原因となるものである。

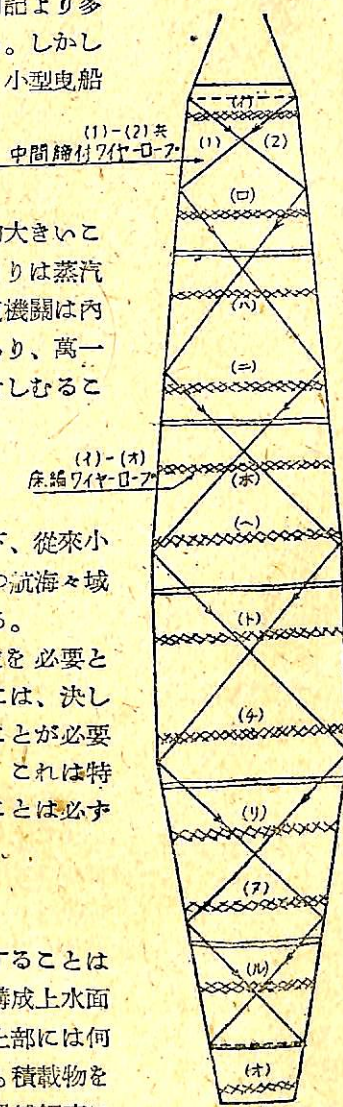
(6) 筏上に貨物積載の可否

編筏の上部に或る程度の貨物を積載することはあながち不可能事ではないが、編筏の構成上水面浮揚部分(フリーボード)が少量で、上部には何等の凌波設備がないから少しの風波でも積載物を流失する懼れが多分にあり、且つ編筏緊縛鋼索に緩みを生じた場合、急速締付作業が困難になるので、この點は今後相當研究を要する。

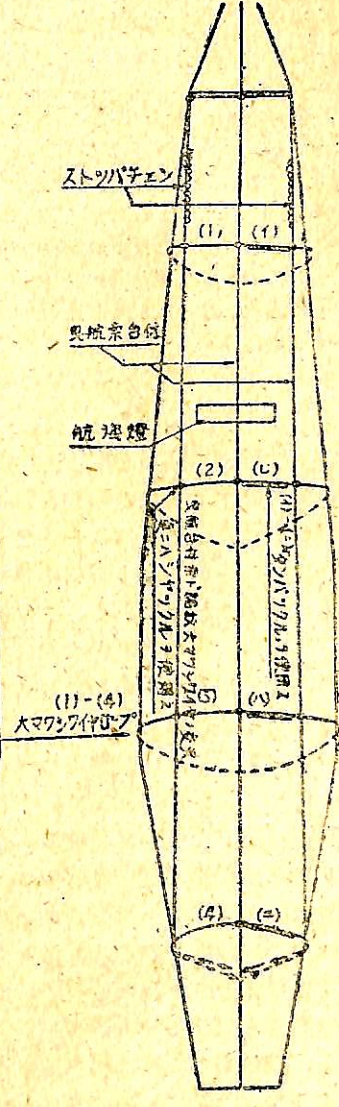
(7) 企業價値その他

目下の日本沿岸各港灣設備、荷役の程度、漚程、潮流、季節、天候等を仔細に検討するに、季節としては4月初旬より着手して10月半頃までの間に1曳筏10000石以内とする。航路としては、海上平穩で且つ天候にも餘り支配される懼れなく豫定の能率を期し得られる日本海沿岸を選定し、約3~400浬程度の距離を迅速に輸送する方法が最も効果ありと確信する。

太平洋岸の夏季は南、東風多く、海流利用の便はあるが、絶えず長瀋に禍され、避難滞船日數が



第7圖



第8圖

多く、迅速なる曳航は希望し得ない。九州、四國、紀州沿岸に於ては颱風季節前後に於て瀬戸内海を曳航することは、距離に於ては多少の損失はあるが、日數に於て利益があらう。要するに莫大なる船腹を必要とする木材を、備少なる船を以て代行輸送する編筏には、今後と雖も力學的構造と凡ゆる科學的能力を發揮して技術的、經濟的に研究を重ねるの要がある。

前年來軍當局に於て試驗的に實施せられつつあり、將來この實蹟を攻究改善して實施するならば企業經營としても充分成り立ち、船腹増強の一助に貢獻すること甚大なるものありと信じて疑はない。

(第5・日本沿岸筏株式會社常務取締役)

## 英 國 造 船 界 の 痴 夢

まだ勝敗の決しない戦争に、敵國が頻りと戦後策について論ずるのは、一種の國內對策か或ひは謀略宣傳か、とに角笑止の沙汰であるが、最近英誌 Shipbuilder and Marine Enginbuilder がその社説として掲載した下の論説の如きは、將に凋落せんとする英國造船界が米國に負けてはならないと焦心する腹の底が見え透くと同時に、一面また米國の驕慢振りが窺はれ、ここでも亦反樞軸陣營の足並不揃ひを露呈し、その内部崩壞の宿命的なることを示してゐる。

英國の造船造機業者は當然、戦争の強大な要求が彼等に課する緊急の業務と重大な責任とに向つて、大いにその心身何れの力をも集中すべきである。英國にとつて海上勢力の重要なことが今日程盛んに宣傳されたことも、またこれ程廣く認められたことも、嘗つてなかつた。英國の造船造機業者が現に達成しつつある素晴らしい業績を自ら誇るとしても、恐らく咎める者はなからう。しかしかやうに目前の重い責務に心身を集中する結果、往々にして自分達の業績に對する検討を怠る危険が少くない。かういふ見地から見ると、過日、英國北東岸造船造機技術者協會會長が同會に與へた訓示は特に興味深いものであつた。

同會長は、戦後の見込と難關とに就いて、もし或る種の條件さへ満たされるならば、英國造船業の繁榮を確信する旨を述べた。戦後の問題は種々多岐に亘るもので、これを斷片的に研究するだけでは却つて混亂に陥るに過ぎなからう。數ヶ月前某議員が下院に於て、これ等の戦後問題の解決は「唯船舶のみの範圍内での政策に依ることを許されないと声明した。しかし、戦後整備の機構が如何なる形をとらうとも、右技術者協會々長の言を借りれば、「英國は多量に船舶の供給を受けなければならないのみならず、それ等の船舶は當然自國に於て建造しなければならぬ。更に其の上、英國の造船業は大いにその効率を上げ、過去數世代に於けるが如く、外國のためにも亦造船を求められるやうでなくてはならない。」英國はその地理的條件および天然資源の關係から、古來商業的活動を傳統とするの外はなかつた。石炭を除いては英國は製造加工品および船舶運営を初めとする諸般の業務を外にして輸出すべきものが殆んどないのである。随つて英國國民の健全なる存續は、英國

が一大輸出國としてその位置を確保する力の如何に懸かつてゐることは、極めて明白である。

この方面の事態を論ずるに當つて、同會長は大西洋憲章に規定された原則に言及する機会をとらへ、特に「支障なく公海および大洋を渡航する」全人類の權利に關して言及した。そして彼は、もしこれが外國の經濟政策から生ずる妨害を受けずして英國がその船舶を所有し運航する自由をいふものとすれば、英國には大いに希望がある、といつた。英國國民は如何なる論據からいつてもこの意見に賛同するものである。そして戦後整備の商議決定の責を負ふ人々は必ずこの基本原則を念頭から難してはならないと、確信する。

これ等の重大な問題を考量するに當つて、米國に於ける造船造機業者が船舶建造の方途に新たな意欲を引き入れて來たといふ事實を認めないならば、深く問題を洞察することを得ない。そして現在の戦争の進展を測したこの偉大なる發展は戦後の世界に於て一大支配的勢力となるであらうといふことは明らかである。これに關聯して、英國船舶業總會の發表した聲明書は重要であるばかりでなく、時宜を得たものである。この聲明書は合衆國船舶委員會副議長、海軍少將ハウアド・ピッカーリーの英國訪問に關し、下の如きことを述べてゐる。

『ピ少將に會見した英國船主はその不愛想にも別段驚かなかつたし、其後の彼の紐育に於ける演説にも驚いてはゐない。

「既に英國商船はその海軍、陸軍、空軍同様に國家にとつて必要欠き難きものであるといふ意見を表明してゐることであるから、同盟國の者が同じことをいつても、英國船主が今更恐れも驚きもする譯はない。英國船主は米國の現實主義を充分に信賴してゐるので、米國にとつて適當な商船隊を所有することが如何に重要であるにもせよ、米國は英國にとつても同じことが死命に關する程必要であることを認める時があるだらうと信じてゐるのである。

「英國の政策は、大西洋憲章の精神に於て米國と協調して行く筈であるから、世界は英國の有效にして經濟的な船舶運営を自由に利用し得る。』

過般一政府委員は下院に於て、英國政府を代表



してこの政策を強調し、英國は依然有效なる一大商船隊を世界のために運航しなければならない旨を述べた。

英國船舶業總會は、その聲明書によつて、英國船主が戦後の世界の需要に應ずる船舶の利便を協同提供するの用意あることを明らかにし、戦後に於ても一大商船隊を確保せんとする米國の政策を認むると共に、地理的および經濟的に英國が當面する同様の必要に對して注意を喚起してゐるのは、極めて當然といはなければならない。

英米兩國は、數年來の苦難を経て、相携へて企圖した未曾有の事業に於て、大いに協同の術を學んだのである。兩國政府間には現に最も完全なる信義と理解が存するから、現在の大戦争終了の曉にも、この精神が依然として存続すべきことを期待する合理的な論據が充分にある。

しかし乍ら、英國がその商業上の地位を保持するためには、造船所およびその建造する船舶の効率如何による處極めて甚大なるものがあるから、北東岸造船造機技術者協會長が、將來に對する確乎たる基礎となし得る原則を開陳せることは、甚だ多とすべきである。同會長が列擧せる條件に不同意なものはないだらうから、ここにそれ等を再録することとする。

(1) 近代科學の無限の可能性を最も有効に利用し、最高度の技術的効率をもつて、造船造機工業を經營すること。

(2) 利用し得る限り最善の頭腦所有者を職員とし、經營に當らしむること。これ等の者は最善の一般のおよび技術的教育のみを受くこと。造船造機工業に従事する工員が、今後新たに取り入れらるべき一層科學的な方法を理解し操作し得るやう、右工員等のために適當にして改善せられたる教育を施し得るやうにあらゆる努力をなすこと。

(3) 造船造機業に使用せられる一切の者が、新たな施設、方法、および其の有效にして經濟的な活用を阻害する恐れある舊來の慣習、規約等を一切捨つる用意をもつこと。

(4) 一切の關係者が共同の利益のために協力すること。

これは確かに挑戦的でもあれば又廣範圍にも及ぶ計畫であるが、一旦斷乎として完成された曉には遠大にして有益な結果をもたらすであらう。

人的組織體の發展段階に於て、從來傳統となつ

てゐた觀念や概念が新たな勢力および條件の出現によつて不適當なものであることが明らかになる時期がある。かかる時代に於ては、新たな環境に固有の可能性に順應し、且つこれを利用する爲になされる再整理や、態度の再確定の形式や精神によつて、將來が微妙な變化を來たすのである。現在、世界情勢の未曾有の危機に際して、英國民はかくの如き時期に際會してゐることを確信するであらう。そしてこれを小にしては英國造船界に於ても、實際多くの者が信じてゐるやうに、過去に於ては充分に役に立つものであつた觀念を修正する必要が確かに起つてゐる。

過去の習慣や慣例は、若し餘り字義通り几帳面に新しい舞臺面に移されたら、確かに進歩を止めて了ふだらう。であるから、もし新たな方法および科學的研究の成果の應用に於ける現在戦時の經驗を充分に利用せんとするなら、英國の工員およびその指導者が時代後れの手段、方法を取除く共同一致の斷乎たる努力をなすことに於て、有效なる協力をなすことを望まざるを得ない。幸ひにして、現在のところ、各種の難關が、數に於てこそ多いものではあるが、一見しただけで考へられる程打ち克ち難いものではなさうな見込みがあるやうである。

組織的な科學研究は工業的技術發展の源泉である。恐らく戦後、英國は、米國を除いて、造船界の學術的重心となるであらう。確かに、戦時の事情は強制的に研究調査の強化を迫るところがあり、これ程の努力の集中が、英國民の待望する平時の左程緊張を要しない環境に於ても必要であらうとは、思はれない。しかし、造船および造機に關する事項に於ては、戦前の英國の機構に見られたよりはより一層研究調査を要する餘地の存することは、何人も否むものはなからう。現戦争終了の曉には英國は、殆んど確實に、この點に關して最も進んだ位置に立つてゐるであらう。そして、英國造船造機業の將來の繁榮は、この位置を保持するために業界が引續いてその努力を惜まざるか否かに大いに懸かつてゐるのである。これに關して、造船工業のために研究機關を創設することが既に調査中なのであつて、有力な方面に於て相當の支援を受ける見込みがあるのである。かくの如き機關には自ら範圍のあることは疑ふ餘地もない。しかし、かやうな中心機關の創設は獨立せる研究調査を餘分な不必要なものにすると見るには

及ばないので、却つて將來の發展進歩を求むべき方向を指示することによつて個人的努力を獎勵する手段となるであらう。

上記技術者協會會長も指摘してゐるやうに、これがためには、これ等の工業に良青年を補充する必要がある。將に校門を出でんとし、將來の經歷を念頭にしつつある青少年に示す確固たる方針をもつことがこれがためには根本的要件である。この方針はその青少年および両親に、將來受くべき教育的および實際的訓練の範圍および形式を理解せしめ、また各々の性格と能力に應じ望み得べき將來の位置および手當等を知らしめ得るものでなければならぬ。更に中等學校および同程度の學校にそれ等の青少年に知識と權威を以て訓話をなし得るが如き、業界代表者の訪問團を組織する方法もあらう。現在戦時中多くの教育權威者が軍務に關する勸誘者のために同様の便宜を與へてゐるのである。戦時の戦術は確かに同じ程度に平時の戦術にも適用し得る筈である。英國の造船造機に關する諸技術協會、特に地方にある協會は、その會員中に學力人格等からいつて、かくの如き仕事に適する者を多數もつてゐるから、上記の任務に就いて充分根幹の體制を提供し得るであらう。

然らば大學教育を如何にすべきであらうか。各大學はその勝れた仕事を愈々伸長することを得、確實に人的および物的施設を供給せられるやうに、益々援助支援を利用し得なければならない。大學と業界との關係は強化されなければならない。特に造船學の教授は、その部門の仕事を優秀に指導し得るのみならず、業界との最も緊密なる接觸を保ち得なければならない。この際、英國の大學に於て三つの造船學講座が空席のままになつてゐることは誠に遺憾である。幸ひにして、少くともそのうちの一校に於ては、この缺點を除く手段が既に講ぜられた。そして業界に於て少からざる關心を以て見られてゐるこの不幸なる事態が、完全に救濟せられる時期の遠からざることを望んでやまないものである。

× × ×

以上、米國の援助を欲しつつも常にその驕望の影に脅かされ、お上手を使ふ一方にすかさず自己の利益擁護を主張する邊り、まさに盜賊、追刺を恐るの類ひとでもいほうか。さりながら我等、造船戦争完勝のために、かくの如き敵の魂膽も一應腹に入れておくべきである。

## 商船隊と造船所の事業

(The Marine Engineer)

1943 年上半年期に米國造船所は 873 隻、合計 881 萬 9 千載貨噸の商船を引渡した。これは 1942 年中に建造された合計 808 萬 9 千噸を上廻るものである。或る月には 168 隻總計 167 萬 6 千噸が完成されたが、これは 1 年 2000 萬載貨噸以上の割合になる。米英兩國に於て少なからざる造船能力が護送船および各種上陸用舟艇建造のために振向けられたが、これ等は目下進行中の艦船建造大計畫とは別のものである。英國造船所への女子の新たなる参加および適當なる條件に於ける熔接および組立建造の一層廣汎なる採用に伴つて、英國に於ける商船建造率は、例へば華々しいときでは行かずとも、堅實な上昇を當然示すであらう。

英國の権びを致ふるに當つて、最近に於ける地中海の制海權獲得が與へた船舶運航その他の不安軽減を忘れてはならない。カンニンガム提督はこれを餘分に 200 萬噸の船舶の増加したに等しいものとして推算した。この戦闘場面に於ける暗黒時代には、英本國からの 8 船團を併せ、總計 40 の護送船團がマルタ島に送られ、多大の損害にも拘らず輸送貨物の大部分が機を逸せず墮揚げされた。戦時海上に於ける生命の危険と困難とに關せず開戦約 5 年を経て今尙海運史上如何なる時代よりも多數の商船乗組志願者があるのである。そしてこれ等の英國商船に決して人員を缺くことのなかつた人々に國家が負ふものを思ひ出す時、船内に於ける生活狀況が多くの方面で大いに改善されて來たといふ事實を知つて多少の満足を感じ得ないものがある。船内設備は改善され、食料の品数は高められ、救命裝置は引續いて發達して來てゐる。

商船隊の輸送事業に就いていへば、軍事貨物の外に、英國の食料品の少くも重量にして 3 分の 1 は、肉類、麥、バター、チーズ等の大部分を含めて、依然海外から輸入されてゐる。戦前に於けるその割合は約 60% であつた。しかし食料の國內生産は適當な肥料の供給に待つ處多く、しかもその大部分は輸入されるのである。また銅および木材、鐵鐵、マンガン鐵、木棉、銅、硝石、亞鉛、鉛及び羊毛等の原料品は戦時と雖も依然輸入に仰がなければならない。油もまた多量に必要である。これ等一切の必要欠き難き海上輸送を持続するためには、實際に海上に在る船舶の数が必らず 2,000 隻を下らないのである。沿岸航行船の事業も陸運の輻輳を救ふために最大の價值あるものであることを實證してゐる。最近、或る深海航行船の出入港に於て、35 萬 3 千噸の貨物が遠洋航行船から沿岸航行船に荷揚げされて、更に英國内の他の地方に配給された事實がある。



## 技術者不足の對策

大庭嘉太郎

支那事變勃發以來最大級の言葉が餘りにも濫用されて來た憾があつたが、現在の戦局はもはや文字や言葉では表現することの出来ない重大段階に達してゐる。玉碎につぐ玉碎、その責任は卵の毛ほども前線の將兵にはなく、すべてが國內の軍官民にある。玉碎の同胞にお詫びし、英靈をお慰めする途はひたむきに生産の増強に邁進する以外にはあり得ない。

船舶はビルドするのではなく、マニユファクチュアするのであると廣言するアメリカを當の對手にしながら、わが國における生産の増強が必ずしも全面的に所期の成果をあげてゐない事實に對し、數々の止むを得ない原因もあるであらうし、また政府は隘路打開に行政査察の制度を効果的に活用してゐるやうであるが、ここに各方面において深刻な悩みを経験しつつある技術者不足の問題をとりあげて、これに對する解決策を検討してみたい。戦時下凡ゆる面において物より人に轉換し、人的給源が涸渇しつつある根本問題には觸れずに、技術者不足の對策を既成技術者の再配分と技術者の新規養成とに局限して考へる。

限られた數の技術者、それも明治初年以來の士農工商の法科萬能の封建的思想に災ひされて、極めて少數しか持ち合せのない技術者をもつて、戦争が要求する無限の増産を敢行するためには、いまだに残存する技術者の平時的配置を、生産増強の一點にすべてを集中して、戦時的布陣に再編成する必要がある。換言すれば技術者でなくても間に合ふ仕事に従事してゐる技術者を、技術者でなければならぬ職場に即刻轉じさせるのである。例を官廳にとつてみよう。從來官廳における技術者、すなはち技術官はいはゆる下積みの存在であることに自らは面白く思はず、他からは同情されてゐたが、行政の複雑化に伴つて漸次その仕事の分野が擴張され、また好んで行政事務に携はるものも多くなり、技術を行政に反映させて、その實績において見るべきものもあつたが、今や戦争は一人の技術者をも純然たる技術者として働くことを要求してゐるのであるから、技術官を絶対に必要とする以外の行政事務はあげて事務官に任せ、技術官は生産現場に挺身して、直接増産に貢献すべき秋である。特に中央官廳においてこの必要性が痛感され、すでに民間會社においては本社の机仕事乃至は廻り仕事に執務させてゐた技術者

を、あげて工場に轉勤させて現場第一主義を實行して好成績をあげてゐる向きも多い。

つぎに技術者の養成であるが、政府は甚だ遅滞きながら、今春法文科系統の學校を大量に整理縮小して、これを理工科系統の學校に轉換させる措置を採つた。これがため多數の何々工業學校が設立され、技術者の養成に乗り出すことになつたが、拙速と時節がらでその内容にいたつては從來の教室に學生を集めて、お粗末な講義をしてゐるだけと非難されても致し方のないものもないではなく、教授陣の貧弱、殊に實習施設などは皆無のものが多く、製圖板一枚、烏口一本の用意もまだ間に合はない工業専門學校すらある。法文系の學校の救済策なればいざ知らず、これで國家に役立つ技術者が立派に養成されるかどうか甚だ心細い。文部省が設立の認可をするにあつては、恐らく生産工場との聯繫その他が認可の條件となつてゐると想像されるが、實際は稀に工場を見學してお茶を濁してゐるのが現状らしい。筆者はかねがね技術者の教育養成に對して各官廳及び民間の研究所試験所を利用すべしと主張してゐるものである。勿論從來とてもこれらの機關において技術者の養成を實施してゐるところもあるが、その目的は主として自家用の技術者の養成にあり、その程度も低いものであつた。各研究所試験所は人的及び物的施設が完備してゐるから、これを利用すれば下等な大學よりは立派な教育機關が明日からでも創設される。しかしながらこの前提條件として、出身校の免狀がとかく物をいひたがるわが國にあつてはまづ文部省が頭腦を切りかへて、これらの教育機關を文部省が管轄する學校と同等に認めるか、あるひは學校出身者に對してもすべて一律に國家試験を行つて資格を與へるかして、この種の教育機關出身者を特殊扱ひにしないことである。もつともこのやうなことは平時的の考へで、まづ文部省が技術者養成に對し研究所試験所を活用する決心が先決問題である。時局下研究に試験に多忙を極めてゐる所員にある程度の負擔を加重することにはなるが、これも時局下各人が週一時間や二時間の講義は欣然として受持つことと思ふ。半日は坐學、半日は研究所試験所における助手あるひは工員として實務に従事すれば、一石二鳥の効果があり、文部省が好んで使用する行學一致でもある。(19. 7. 29)

# 内 燃 機 關 と 金 屬 材 料

—[1]—

石 田 千 代 治

石川登喜治博士の調査によると、六千馬力の商船用ディーゼル機械の構成材料は、鋼約55%、鑄鐵約41%、殘餘は非鐵金屬であつて、鑄鐵中最多量に用ひられるものは普通鑄鐵である。之について波來土鑄鐵、可鍛鑄鐵、特殊鑄鐵が使用される。

普通鑄鐵は、臺板及びクランク箱等機械の外廓をなす部分に用ひられ、その顯微鏡組織は、片狀黒鉛と稱せられる粗大な鱗狀の黒鉛と、地鐵及び波來土（炭化鐵と地鐵との共析晶）からなり、燐の量が増すと、燐化鐵、炭化鐵、地鐵の共晶である所謂 Steadit 組織が表はれる。成分は波來土鑄鐵よりも、炭素及び珪素の量が多いものである。波來土鑄鐵は、シリンダ、シリンダ入子、シリンダ蓋及び底、ピストン等應力の大きい部分に用ひられ、その顯微鏡組織は、渦狀黒鉛と稱せられる微細な渦卷狀の黒鉛と波來土の混合組織である。鑄鐵中諸性質が最良であつて、その成分の一例を示すと

炭素	2.3-3.3%	珪素	0.6-2.0%
滿俺	0.6-1.8%	燐	0.1-0.4%
硫黃	<0.08%		

機械的性質の一例を挙げると、

引張強 20—35 kg/cm<sup>2</sup> 硬(ブリンネル) 180—250

可鍛鑄鐵は、鑄鐵では脆く、鍛鋼では形成し難い處に用ひられ、成分の一例が次の如きものを、生砂型で鑄造して、その組織は白鉄と稱する破面が白色であつて、炭化鐵と波來土との混合組織となる様にする。

炭素	2.4-2.8%	珪素	0.8-1.2%
滿俺	<0.4%	硫黃	<0.08%
燐	<0.2%		

之を容器内に密封して、軟化爐で可鍛化するものである。その破面は、白色の所謂白心可鍛鑄鐵と黑色の黒心可鍛鑄鐵とがある。本邦では後者を製造してゐる。黒心可鍛鑄鐵の顯微鏡組織は、表面は酸化鐵と鐵、中央部は燒戻炭素と地鐵、中間部は燒戻炭素を圍む地鐵と波來土の混合組織である。本邦では、日立製作所で、菊田多利男博士等の研究の結果、軟化温度を高めて中間部の組織を皆無にしてゐる。可鍛鑄鐵は、弁腕として用ひられる。日本標準規格第 79 號では、之を二種に分

けて、その機械的性質を次の如くしてゐる。

第一種	引張強	>32 kg/mm <sup>2</sup>	伸	>8%
第二種	引張強	>28 kg/mm <sup>2</sup>	伸	>5%

但し試験片は、第 4 號を用ひることになつてゐる。

特殊鑄鐵としては、シリンダ、同蓋、ピストンとして、次の成分を有する Ni-tensiron 系のものが用ひられ、

炭素	約 3.1%	Ni	約 1.5%	Cr	0.2%
珪素	2.0%	滿俺	0.8%	V	0.1%

耐熱性が大きいなる特徴をもつてゐる。

◇鑄鐵に及ぼす諸元素の影響 鑄鐵は成分によつて、諸性質が著しく變化するものである。

珪素 珪素は黒鉛の生成を助長し、鑄鐵の流動性を増し、鑄引を減少して、鑄造性を良くする。可鍛鑄鐵に對しては、その軟化温度を下げ、軟化時間を短縮せしめる。又 Silal, Nicrosilal 等特殊鑄鐵には、之を 5% 以上加へてゐるが、組織が地鐵と微細な黒鉛とになつて、脆くはあるが耐熱性及び耐酸性を増すのでこの性質を必要とする化學工業容器、或はポンプ管等に用ひられる。

滿俺 黒鉛の析出を阻止するが、硫黃と化合し易く脱硫作用をする効果があり、普通鑄鐵に 2% 位添加しても、脆化することなく、耐熱性及び耐摩性を増すので、新潟鐵工所では、内燃機關のピストン、シリンダ入子等に 1.5% 内外の滿俺を入れてゐる。

燐 燐は珪素同様黒鉛の生成を助長し、流動性を良くし、薄鑄物に適する様にするが、その量が増して、Steadit 組織が出る様になると、耐摩性は増すが、温度の急變に堪へられなくなつて、シリンダ入子等には不適當であるが、ピストン・リングには、大なり小なり Steadit 組織が表はれてゐる。日本標準規格では、第 3 種 2 號は 0.4% 以下、第 4 種は 1 號 0.3%、2 號 0.2% 以下に限定してゐる。

硫黃 硫黃は黒鉛化を阻止し、流動性を害し、材質を脆弱化し、鑄引率を増加し、機械的性質を悪化する。日本標準規格では、第 3 種 2 號は 0.1% 以下、第 4 種は 1 號 0.08%、2 號 0.07% 以下に限定してゐる。可鍛鑄鐵の素材に硫黃量が多い

と、軟化が困難となり高温で長時間を費し、白心可鍛鑄鐵とする。

**ニツケル Ni** は珪素同様黒鉛化を助長するが、その量が増しても、黒鉛が粗大となることがなく、14%を越すと、大洲田組織となり非磁性となる。Niの添加は又波來土鑄鐵となる範囲を増す。可鍛鑄鐵に對しては、軟化温度を低くして好都合である。

要するに Ni の添加は、鑄鐵の機械的性質を改善し耐摩性を増し、鑄鐵の成長を防止する等効果が大きい。

**クロム** 黒鉛化を阻害し、炭化鐵を安定にし、波來土を微細にし、強力及び耐摩性を増す。又鑄鐵の成長を防止し、Niと共に添加され耐熱鑄物として内燃機關に用ひられる。

**バナヂウム V** は黒鉛化を阻害し、流動性を害するが、熔融中の鑄鐵から酸素及び窒素を除去する効果があり、組織を密にして耐摩性を増すので、高價ではあるが、シリンダ入子に 0.5% 程度添加する。

**アルミニウム Al** は黒鉛化を助長し、可鍛鑄鐵に對しては、軟化温度を低下する。缺點は流動性を害することである。

**銅** 銅は微弱ではあるが黒鉛化を助長し、波來土を微細化する。機械的性質には左程効果はないが、特殊鑄鐵である Nimol, Ni-resist には 6-8% 添加され、耐蝕性及び非磁性鑄鐵として使用される。

**チタニウム Ti** は黒鉛化を助長し、機械的性質を改善する。又 0.05-0.08% 程度は、流動性を良くする。

**モリブデン Mo** は Cr 同様の効果の外、肉厚の變化する鑄物に之を添加すると、一樣の組織が得られ、耐熱性を増すものである。

◆鑄鐵の熔融温度並鑄込温度 一般に熔融温度は 1400°C、鑄込温度は 1300°C とするが、波來土鑄鐵は之より約 100°C 高い温度を良とするものもある。

最近ピストン・リングについて、一本吹きで珪素 2.5-3.0%、炭素量は

$$4.45 - 0.34 \times (\text{珪素量})$$

この鑄鐵を 1280-1300°C で鑄造すれば、初晶片状黒鉛を混へた優良なものできると云ふ報告があつた。又略同様の成分に對して鑄込温度 1400°C を適當とする所もある。鑄型は、普通鑄鐵では生

砂型であるが、波來土鑄鐵では乾燥砂型を用ひ、ランツ法では、之を 200°-500°C に熱して鑄込むものである。

◆鑄鐵の仕上代 鑄鐵の鑄肌は、内部より冷却速度が速く、白銹化し易く又凝固後炭化鐵が分解されて地鐵ができ、耐摩性を減することにもなり、摩擦面には適しない。シリンダ入子或はピストンは、鑄肌を切削つて、形を整へ且つ均一な耐摩性の大きいなる組織を出す様にする。この仕上代は小型程少く、一例を示すと次の如くである。

寸法 mm	仕上代 mm	
	孔	外部
300-500	5.0	3.0
600-1000	6.5	4.5
1000-1500	8.0	6.0

シリンダ入子は、荒削後 500°-700°C で、數時間焼鈍する所もある。

◆鑄鐵の缺陷 鑄物の良否は、(1) 設計、(2) 材料の選擇、(3) 鑄型、(4) 熔融及び鑄造温度、(5) 湯口及び押湯、(6) 季節等に左右されるものであつて、齋藤彌平氏の經驗では、乾燥鑄型を用ひた鑄鐵で、一ヶ月間の製品中不良が 9% あり、その内譯は次の如くである。

巢	21.6%	中子取付及びかぶせ不良	4.2%
砂混入	20.6%	スラッグ混入	4.2%
掬はれ	11.0%	湯堦	10.0%
外引け	6.0%	龜裂	3.0%
寸法不良	3.0%		

◆鑄鐵の物理的性質 成分及び黒鉛の形狀分布等に依つて、その性質は變化するものであるが、比重は大體 7.05-7.30 である。比熱は、海野三期博士が、成分

炭素	4.22%	珪素	1.48%	磷	0.73%
錳	0.12%	硫黄	0.032%		

の鑄鐵につき研究の結果、次の如く温度と共に増加することを示した。

温度 C°	100	200	300	400	500	700
平均比熱	0.1308	0.1340	0.1372	0.1400	0.1454	0.1530
眞比熱	0.131	0.139	0.143	0.159	0.172	0.207

熱膨脹は、温度と共に増加し、普通鑄鐵は波來土鑄鐵より大である。Niは熱膨脹を減する性質あり、銅及びアルミニウムは、熱膨脹を増加する傾向がある。クロムは 0.5% 迄は熱膨脹を増加し、

それぞれ上になると却つて減少することになる。E. Schönchen 等の研究では炭素 3%、珪素 2% の波來土鑄鐵では 20°-200° から 20°-600°C の平均熱膨脹度は約  $8 \times 10^{-6}$  から  $12 \times 10^{-6}$  迄増加してゐる。普通鑄鐵では約  $9.5 \times 10^{-6}$  から  $12.5 \times 10^{-6}$  迄増加してゐる。熱傳導率は J. W. Donaldson の研究結果では、

符 號	炭素 %	珪素 %	滿 俺 %
1	3.20	1.56	0.72
2	3.11	2.26	0.39

以上の成分の試料について、次の如き結果を得てゐる。即ち温度の増加につれて、直線的に減少す

符 號	100°C	400°C
1	0.121	0.108
2	0.111	0.101

るものであつて、添加元素に依つて、この性質も變化し、珪素は著しく熱傳導を害するが、その量が 2% を超へると、地鐵の量が増加して、その減少の程度を輕減する。Ni は珪素と同様であり、磷及び滿俺は僅かではあるが、熱傳導を害する。V は殆んど影響なく、クロムは熱傳導を増加するものである。

熱膨脹度と熱傳導度とは熱應力を算定するに不可欠のもので、ピストン・シリンダの龜裂の研究には緊要の事項である。

鑄引率は成分及び冷却速度によつて變化するが、一例を示すと次の如く、大型鑄物は小型のものより、鑄引率は小である。又中子有るものは、一般に小になつてゐる。

主要寸法 mm	600以下	600-1200	600以下	600-900
鑄型狀態	中子無	同 左	中子有	同 左
縮 代	12/1000	10/1000	12/1000	10/1000

鑄鐵の機械的性質 機械的性質も亦成分及び黒鉛の形狀分布等に依つて變化するもので、粗大な片狀黒鉛を有する普通鑄鐵は、微細な渦狀黒鉛を有する波來土鑄鐵に劣る。又化合炭素の比率によつても變化し、化合炭素量 0.4-0.6% のものは、抗曲力が最大で、0.6-0.8% のものは、引張強が大である。日本標準規格では、鑄鐵を 4 種に分け、張引強は第 1 種 10 kg/mm<sup>2</sup> 以上、第 2 種 14 kg/mm<sup>2</sup> 以上、第 3 種 19 kg/mm<sup>2</sup> 以上、第 4 種 23

kg/mm<sup>2</sup> 以上になつてゐる。鑄鐵の壓縮に對する抗力は、引張強より大であることは、衆知のことであつて、大體引張強の 4 倍である。衝擊値は、普通鑄鐵を標準にして、シリンダ鑄鐵は 1.5 倍、波來土鑄鐵は 2 倍であり、繰返衝擊値は、シリンダ鑄鐵は普通鑄鐵の 4 倍、波來土鑄鐵は 14 倍と云ふ實驗結果がある。抗曲力は、日本標準規格では、試験片は直徑 30mm、長 350mm とし、支點間距離を、300mm とし、試験することになつてゐる。第 2 種は鑄放しの儘で、公差は直徑で 1 mm となつてをり、第 3、4 種は、直徑 37mm に鑄造して、30mm に仕上することになつてゐる。試験方法も結果に影響するもので、G. Hailstone は、鑄放しで

$$2\frac{1}{8} \times 1\frac{1}{8} \times 42''$$

仕上で

$$2'' \times 1'' \times 36''$$

として、15 秒毎に 1 cwt 宛荷重を増加すると、良い結果が得られると發表してゐる。試験片の採取方法は

- (1) 本體に接續して鑄造するもの
- (2) 本體と別個に鑄造するもの
- (3) 本體より採取するもの

の 3 方法が行はれてゐるが、佛、西、伊のラテン系國家は、本體より試験片を採取することに規定し、その他の國は、本體と別個に試験片を鑄造する規程である。本邦では原則として、試験片は本體に接續して鑄造することにし、便法として別個に鑄造することを許してゐる。鑄鐵の硬は、シリンダ入子及びピストン・リング等摩擦する部分には特に必要な條件であつて、化合炭素量が 0.6% に達するまでは、炭素の増量に對して耐摩性を増すものであり、ブリンネル硬 130 から 180 になる迄は、急激に耐摩性を増加するが、それ以上になると左程變化はない。鑄鐵の摩耗機構については、日本學術振興會が諸學者に委嘱して、數年前から研究を爲し、大いなる功績を擧げてゐる。最近の研究として、大越淳博士等、伊藤孝吉氏の研究がある。即ち摩耗を

- (1) 酸化摩耗
- (2) 破壊摩耗
- (3) 熔融摩耗

に分類し、低速度の摩耗は酸化によるものとし、高速度の摩耗は熔融によるものとし、中間速度の摩

耗は主として破壊によるものとする。伊藤氏は、  
 炭素 2.98% 珪素 1.94% 満俺 0.80%  
 燐 0.318% 硫黄 0.015% ショーア硬 40.5  
 の鑄鐵の乾燥摩耗につき、完全な實驗を爲し得る  
 荷重並びに速度の關係を

- (1) 酸化摩耗 荷重 10 kg/cm<sup>2</sup>  
速度 0.186 米/秒
- (2) 破壊摩耗 荷重 25 "  
速度 0.465 "
- (3) 熔融摩耗 荷重 27 "  
速度 1.400 "

なることを明かにした。Knittel は高級鑄鐵間の  
 摩耗と兩者の硬の差との關係について研究し、兩  
 者の硬さの差が増す程摩耗量は増加し、固定部を  
 軟くした方が摩耗量が少いと云ふ結論に達してゐ  
 る。

試験材料の硬さは、約プリンネル硬 200 であ  
 る。本邦ではシリンダ入子の硬さをピストン・リ  
 ングの硬より、プリンネル硬で約 10 少くしてゐ  
 る所もあるが、Werkspoor その他では、逆に  
 ピストン・リングを軟くすることを提唱してゐる。  
 ピストン・リングの角をとつた方がよいか、とら  
 ぬ方がよいかについては、平均直徑約 5.9" の波  
 來土鑄鐵製シリンダを用ひて實驗し、次の如き結  
 果となつてゐる。

條 件	摩耗抵抗	空氣の漏洩
角をとらぬもの	100	100
角を半徑 1/32" とせるもの	142	133
角を丸くし、溝をつけたもの	99	132
角を丸くし、溝をつけ、孔をあけたもの	78	146

(溝の幅は 3/32", 深 0.022", 孔の直徑は 1/16" である)。

又シリンダ・ライナの摩耗対策として、第 1 の  
 ピストン・リングは、緩かにし第 2、3 のリングで、  
 氣密を分擔せしめた方が、摩耗が少いと云ふ報告  
 が二、三散見された。興味ある問題と思はれる。

鑄鐵の疲勞限は、引張強の 0.4-0.57 である。  
 内燃機關のピストン・リング、ピストン、シリ  
 ング等は、400°C を越すこともあるので、高温度  
 に於ける機械的性質を知つておく必要がある。高  
 温度に於ける硬さ試験機としては、本邦にも二、三  
 ある。濱任式谷口式等擧げることができる。孰れ  
 も試験片を目的温度に熱して後、一定の荷重で之  
 を鎖打し、跳返りの高さで硬を表はしてゐる。

成分が次の如きものについて、温度と引張強と

炭素 3.5% 化合炭素 0.65% 珪素 1.2%  
 満俺 1.1% 燐 0.31% 硫黄 0.075%

の關係を測定して、500°C 迄は左程變化はないが、  
 それ以上になると急激に弱くなることを發表した  
 ものがあつた。他の機械的性質も略同様である。

◇鑄鐵の成長 鑄鐵を A<sup>1</sup> 變態温度以上に加熱し、  
 冷却することを繰返へすと、著しく膨脹して、機  
 械的性質が悪化する。この現象は、炭化鐵が分解  
 して膨脹する以上であつて、珪素の酸化、龜裂の  
 發生、ガスの膨脹による變形等に起因するもので  
 あつて、黒鉛の皆無なものにはこの現象が無く、  
 片狀黒鉛を有する普通鑄鐵は、波來土鑄鐵より成  
 長し易く、含有元素によつて次の如く影響される。  
 即ち珪素は、直接酸化して成長の因をなし且つ黒  
 鉛の生成を助長する。燐は孰れとも決定した結論  
 に達してゐず、Cr は成長防止に最も効果があり、  
 Ni は黒鉛化を助長するが、組織を密にする爲め  
 成長には有害でない。

◇鑄鐵の表面硬化 鑄鐵の耐摩性を増すために、  
 次の如き方法が行はれてゐる。表面硬化に依つて  
 耐蝕性を増すことも見逃すことのできないもので  
 ある。

- (1) クロムの鍍金
- (2) 窒化法
- (3) 焼入法

鑄鐵をアンモニア・ガス中で 500°C 以上で加  
 熱すると著しく硬を増加する。窒化鋼の窒化後の  
 性質と同様耐摩性を増すものである。鑄鐵を高周  
 波電氣を以て加熱して後急冷すると、表面が硬化  
 して耐摩性を増加する。孰れもシリンダ入子の摩  
 擦面の處理に利用されてゐる。高周波電氣を利用  
 する場合、表面に龜裂ある時は、電流に異常變化  
 が表はれ、欠陥附近が熔融するので、検査も兼ね  
 行はれることになつて便利である。焼入温度は  
 Piwowarsky によると、

$$730^{\circ} + 28 \times \text{Si}(\%) - 25 \times \text{Mn}(\%)$$

即ち珪素は A<sub>2</sub> 變態點を高くし、満俺は之を低下  
 するものである。

◇鑄造クランク軸 最近増産と鑄造技術の進歩と  
 が相俟つて鑄鐵製クランク軸が使用される様にな  
 つた。その一例を示すと次の如き成分のものが  
 ある。

缺點としては、鍛鋼に比較して繰返し振り應力  
 が少く、約 1/2 であることであるが、製作容易、

(以下 654 頁へ)

## 木 船 建 造 講 座 【第 3 講】

## 高 木 淳

## 第 3 章 木造船用木材

## 第 1 節 木材常識

## 一 般 情 勢

わが國は領土と比べて森林面積の多い點で世界有數である。山岳多いので伐採にも植林にも不便を忍び、伐採の經費も高くなる。昭和7年迄は生産高5千萬石に達しなかつたが、昭和14年よりは需要の著しいために1億石と木材生産も2倍に増加してゐる。木材は金屬の生産と異り、木材からいへば生産となるが、森林から云へば消費となるので、年々の伐採量が森林の成長量を上廻つては健全な状態といはれぬが、戦争と建設とを行つてゐる時には成長量を超えることは當然である。先年ジャワの山林局を訪ねて成長量と生産量との比較をした統計表を見た。参考にチーク材の項を見るとチーク林 677,700 ヘクタール (Ha) について

木材/Ha	成長量 1.36m <sup>2</sup>	1939年の生産量 0.84m <sup>2</sup>
薪/Ha	1.68m <sup>2</sup>	1.13m <sup>2</sup>
計	3.04m <sup>2</sup>	1.97m <sup>2</sup>

成長量に対して 62%, 68%, 65% の割合となつて緊急用途に対する餘裕を持つてゐる。多年の研究によつて定められた成長量であらう。植林研究によつてこの値も年々上昇してゐると説明されてわが國の森林を憶ひはたと胸を打つものがあつた。ともかく内地の森林はかなり無理して伐採してゐる譯で之が長期に渉ることは水源涵養、洪水防止等の見地からも許されぬが、國家非常時にとられた應急策であるから、船腹にゆとりを生ずれば内地の森林を休養せしめて、大東亞共榮圏の森林即ち原始林を伐採整理して植林を行ひ計畫生産を期待すべきである。この點からも南方森林に対する積極的調査研究を有効に行はれんことを望むものである。

さて1億石の木材のうち木造船用材としていくらか用ひられたか詳細の統計はないが、戦前を推定すれば300萬石即ち3%に過ぎない。僅か3%といひ乍ら造船用材としては夫々適材でなければならぬ。木材としては造船用材は高級材である。石

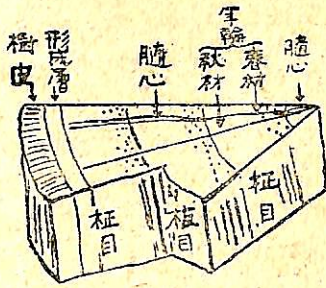
數だけ揃つても船を造れるものでない。300萬石の中新造に用ひられた材料はその〇分の1で他は修繕に用ひられるものである。従來、木造船所は木材の乾燥、木取の有効化のために相當の手持材を有してゐたので、今日の如く大量に建造する際には役立つた。手持材といつても、使用部分によつて材種が異なるから相當の手持材となる。何分木材は容積、重量共大にして、總噸數に對して機帆船10石、漁船13石を要するから100噸といへば1000石の木材を運ばねばならぬ。木船建造資材の大物といへば木材である。輸送に困難を伴ふのを克服して木材生産に盡された努力は並々ならぬものがある。

木材節約の對策としては(1)木材の性質に関する知識を向上せしむること(2)木材乾燥の必要(3)木材の木取を適切ならしむること(4)木材耐久法を研究すること(5)ベニヤ材の利用(6)木材規格統一等が昔からあげられて來た。今日その一つ一つは實現せられ、積層材、強化木に發展して來たが、木船を見る度にその次の空想にひたることが多い。他の専門家の協力を得ねばならぬことだ。木船の木材を木取るときに無駄も生じ目切れないものを選ぶに苦勞するので、鋼材と同じ均一なる性質をもつ輕量材を木材よりつくれるなら、創造してほしいと思ふ。木材は得易いために自然の姿のまま用ひすぎた。それで木造船用材として得たものの中、船體となるのは、よくて60%、現在の山出し材では50%以下となるであらう。木材を均質にし、強力をますことが出来れば木材の大節約となり、曲材長大材の如き特殊材の如き生産困難が救はれるであらう。あまり飛び離れた夢で、現在は一步下つて強化木、積層材の製作に研究の中心を置かれてゐるが、エゾマツより纖維資源を獲得する如く、特殊木材が一般木材より入手されるとすれば木船建造方法も著しく變化するであらう。

## 材 部 名 稱

木材を横に輪切にした面を木口といひ、木口を見れば(第6圖)中心に髓心あり、多孔性組織よりなり樹木の生長に伴ひ減じ、之を中心として適當なる幅を有する同心圓をつくる、之を年輪とい





第 6 圖

ふ。木口を見て、一番外側が樹皮、次いで形成層、邊材(白太)心材(赤身)髄心となる。形成層を液汁が昇降して外側に皮、内側に材部をつくりそのはじめが白太となる。色淡く水分多く、従つて腐れ易く柔かである。白太は中心に近い方から次第に赤身に變つてゆく。この部分を赤身と云つて、木材としての生活機能を失つた部分であるが樹體を支ふるに役立つ。白太が赤身になるには早いものは1~2年、稀に20~30年を要するものもある。工業用材としては赤身を用ひ、材によつてはブナの如く赤身白太の判別できぬものは工業用に差支ない。いくらたつても赤身に變らぬ白太もある。一般に濕地産の木は白太多く、乾地産には赤身が多い。造船用材の王といはれるチークの如きも20~30年の若木では赤身が少く、5年位のもの切ると桐の若木を見る如く水々しい。成木となるまでに著しく變るのである。木口は横断面であるが、髄心を通る即ち半徑方向の縦断面を柱目といひ、髄心を通らず半徑方向に對して直角又はそれに近い角度で縦斷した面を板目といふ。板目と柱目で木材の性質を異にするは當然である。

#### 木材の伐採時期と木材乾燥

樹種により異なるが、樹木として生活機能の最も盛なる年代を選ぶべきである。大木といへどもその時期をすぎると次第に老衰し髄心より腐りはじめ赤身の硬さを減ずる。街道の松並木、巨木も多いが老木となると髄心くさり空洞となり、颱風にもたやすく倒さるるばよく見らるる風景である。生活機能の盛なる折といへば枝が幹に對して50~60度の角度をして來たときである。この伐採期は杉ならば50~80年、檜は150年以上、樺は200年以上を適當とされる。一年の中でいへば、榮養作用が中絶してゐる夏か冬がよい。夏山か冬山かの論もあるが山出しの関係から冬山をとることが多い。

伐採後の處置としては針葉樹は直ちに皮をはく方がよい。皮つきのままでおくと蟲がつき易い。貯木場におくに土に直接あてず、雨のはね上りのかからぬ高さとし日光の直射を防ぎ且つ雨にあてぬやうにする。木材は水平にして積む、乾燥を均一にするためである。生木は3~4月間水中に深く沈めておく。水浅ければ水底地中に埋め、減水の際は水面に現れぬ様にする。海水中に貯へおくときは鹽分が抜けきらず逆に濕氣を吸収し、仕上げて2材接觸するとその面より腐朽を早くする。

貯木池よりあげるときはよく洗つて苔を去り、日蔭にして乾燥せしめ同一種類の木材をまとめて積むとよい。勿論、木材間に間隙を設け空氣の流通をよくし、時折つまかへて腐れを調べねばならぬ。之を自然乾燥といふが、0.5~2.0年で氣乾状態となる。生木を乾燥して2割程度重さを減ずると造船用材として差支ない。生木をそのまま用ひると乾燥するにつれて收縮し歪むものあり隙間を生じ洩水する場合がある。やかましく云ふと冬季のみ造船する船主もある位である。急いで短日月に乾燥せんとすれば、熱氣又は蒸氣を用ひた人工乾燥法を必要とする。人工的に行ふと收縮と狂ひを減少するが、強度と伸びも減少する缺點を生ずる。この外に水中乾燥法がある。これは土地を使はず水中にあること故、火災の心配もなく割裂も防げ貯蔵には好都合である。木材を水中に漬けると、毛細管現象で水が細孔に浸入して木液と交替し、之を陸上にて充分水分を發散させるのである。河水に漬けると1.5年、海水では2.0年以上を要することになる。

#### 造船用材規格規程

造船用材としてどんなものがよいか、早速問題となるのであるが、材料に關しては木船構造規程に次の如く定められてゐる。「船體ノ構造=使用スル木材ハ有害ナル節瘤其ノ他ノ缺點ヲ有セズシテ十分乾燥シタルモノナルコトヲ要ス」(第12條)「船體ノ構造=使用スル曲材ハ天然ノ屈曲材ニシテ木理ノ通リタルモノナルコトヲ要ス 蒸曲ゲ木材ハ仕上後裂疵ナキモノナルコトヲ要ス」(第13條)とあり詳細を指定してないのである。凡て良心的に、自信ある船にと委せられてゐる形をとつてゐる。

一方大東亞戰と共に生産擴充用木材として需要が激増して來たので、木材の生産には勞苦を要するのみならず將來の需給に對しても憂慮にたへぬ

ので、木造船用材としての規格をつくり、公定価格も定めて、従来から造船用材を蒐集した特殊の取扱業者のみならず一般生産者に造船用材を認識せしめ、廣範圍にその生産を促して出来る丈多くの造船用材を多量に生産集荷せしめんと、造船用材中一般の用材規格規程に依り難い造船用材について定められたのである。昭和 17 年 9 月農林省告示第 595 號の改正が昭和 19 年 3 月 27 日農商省告示第 372 號に掲げられてゐる。

素材と製材の規格について明らかに記されてをり、品質上の缺點と見做すべき諸點をもかかけてある。

1. 節 生節、死節、腐節、抜節、蟲食を伴ふ抜節を含んでゐる。生節は木を伐るときまで枝が生きてゐたための節で繊維が細くて硬い。死節は枝が枯れたために残つた節で木目が荒くて弱い。造船用材として生節は實質的には差支ないが他はさげねばならぬ。

2. 重曲又は亂曲 重曲は同一平面に於て曲りの方向が 2 回以上曲つてゐるものを云ひ、亂曲とは 1 箇所を曲り更に他の平面内で再び曲つてゐるものをいふ。

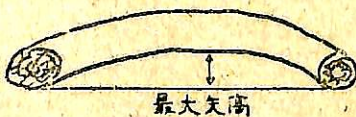
3. 木口割又は引抜 伐木又は運材中に材の木口に割れを生じたもので目割れとは異なる。

4. 目廻 樹木が生長中、暴風とか氣候の激變によつて、年齢と年輪とが離別してゐる缺點であつて、木材の木口に普通年輪にそつて缺裂してゐるから製材すれば破れて用材としての利用上に支障を生ずる。かかる木材は濕氣を帯びて腐り易い。

5. 捩 木が螺旋狀に捻れてゐるものは重い。比較的弱く長材とするに適せぬ。

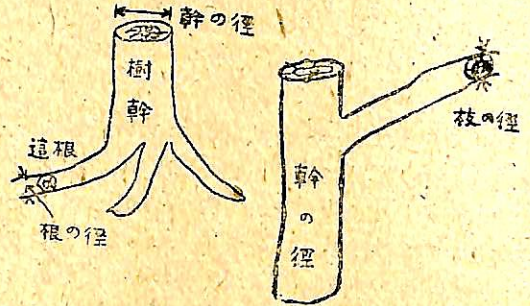
6. 白太 白太は造船用材として水中で腐朽し易いから一應缺點として取上げるが、ブナについては白太と赤身の區別なく學理上、材全體が邊材となつてゐるから區別をつけぬのが適當である。赤身の中に白太が残るのを八重白太といひ、永久に白太として残される。

7. 寸落 大曲材、中曲材にて最大矢高(第



第 7 圖

7 圖)の生ずる内曲線を含む平面上の最小徑と最大徑との比が大なるもの程缺點となる。長大材となるとある程度の寸落ちは當然であるので缺點とならぬ故に除外され、梁曲材マツラの如く、幹と根とを利用するもの及び幹と枝とを利用するもの如きは寸落ち即ちその相異甚だしいときは利用上



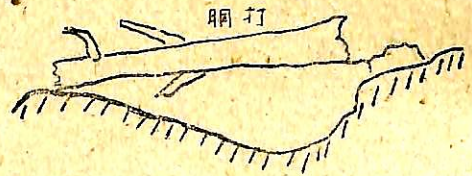
第 8 圖

支障を生ずるから特に缺點としたのである。(第 8 圖)。

8. 材面に於ける缺け、疵、あな又は蟲喰

9. 腐、空洞、枯材、胴打、入皮、隠節、柱

枯材は山に立木であるとき枯死した木材で弾力及耐久力に乏しい。胴打とは立木を伐採するとき木材を損傷した材をいふ(第 9 圖)。木は地形急峻なる山岳、風壓大なる土地に生長して材身に大きな應力を受けた爲、その材質中の細胞が異常發達して硬質となり製材に困難を生じ、挽き曲りを生じ、加工し難く利用價值を少くする材質をいふ。



第 9 圖

10. 目切 梁曲材に製材するときの缺點としてあげられる。

以上、造船用材規格規程中、缺點を主とする説明であるが、他は同規程を一讀されるれば、素材の生産規格、肋骨、張板材、梁曲材、發形材の製材規格についても了解されると思ふ。

この規格は尺建になつてゐる、一方造船上の規格はメートル法で一致せしむべきであるが現在の山林事情により、生産促進の意味から従来の單位をそのまま用ひられたものと思はる。

木材の材積法

木材の材積法にはいろいろの方法があつたが、今日では劃一的に用材規格規程で定められる。「丸太ノ徑ハ材ノ最小徑トス、但シ長サ 15.5 尺以上ナルモノニアリテハ材ノ長サノ中央ニ於ケル最小徑トス。前項ノ規定ニ依ル最小徑ガ 6 寸以上ナルモノニ在リテハ最小徑ニ直角ナル徑ト最小徑トノ差ガソノ最小徑ノ 20% 以上ナルトキハソノ平均數ヲ以テソノ徑トス。」(第 3 條)

「杓角ノ厚及幅ハ最小横断面ニ於ケル邊ノ缺ヲ補ヒタル方形ノ短邊(厚)及長邊(幅)トス」(第 4 條)

「長サハ末口ト元口トヲ結ブ最短直線トス。但シ梢端部(直徑 1 寸未滿ノ部分)又ハ頭巾若ハ目度孔ノ部分ヲ包含セズ」(第 5 條)

「單位寸法ハ徑、厚又ハ幅ニアリテハ 5 分、長サニアリテハ 5 寸トシ單位寸法ニ滿ザル端數ハ之ヲ切捨ルモノトス。長サ 6.6 尺及 13.2 尺ニ付テハ此ノ限りニ在ラザルモノトシ 6.6~7.0 尺及 13.2~13.5 尺ノ端數ハ切捨ルモノトス」(第 6 條)

「丸太ノ材積ハ徑ノ自乗ニ長サヲ乘ジ、杓角ノ材積ハ厚及幅ノ相乗積ニ長サヲ乘ジ計算スル。但シ長サ 15.5 尺以上ノ丸太ニ在リテハ徑ノ自乗ノ 8/10 ニ長サヲ乘ズルモノトスル。前項ノ材積ノ數量ニツイテハ石(10 立方尺)ヲ單位トスル」。(第 7 條)

「杓角ニシテソノ最小横断面ニ於ケル邊ノ缺ヲ補ヒタル方形ノ邊ノ缺ノ和ノ四邊ノ和ニ對スル 80% 以上ナルモノハ之ヲ丸太ト看做ス」(第 8 條)

この原則は凡ての用材規格規程にも適用されてこれまでの地方的の石の單位の相違が劃一的になつたのは喜ぶべきである。

木材の價格に就ては造船用材としてのものを一々詳細に決定され、屢々の改訂を経て最近昭和 19 年 3 月 28 日農商省告示によるものである。青森驛渡しの價格として其の他は修正せられることになる。商人が價格に支配せられて、採算高の用材は出易く、従つて造船用材としての歩留りが悪くなつてゐるのは遺憾である。

## 第 2 節 木造船用材の性質

一般には、長物として直徑太く丈長く木目通じ節少く強さ充分あり、粘りもあり耐久力あり軽くても價格の安いものがよい。曲材としても同様で、肋骨、船首材、力材、船尾縦翼材などの材料も天然の屈曲材でなければならぬ。いづれが

船體のどの部分に用ひられるか考へねばならぬ。

1. 常に水に浸されるところ
2. 常に日光に曝されるところ
3. 水にふれたり日光にふれたりする部分
4. 淫水に浸されるところ
5. 熱氣をうけるところ
6. 空氣の流通が悪いところ

木材は堅材と柔材とに大別され、堅材は樹脂少く強力大に耐久性がある。柔材には樹脂多く木目の通つた長物があり屈曲や伸びによいが壓縮や剪斷に對して弱い。

### 檜(ぶな科)

堅材中第 1 位に列し木船構造規程でも特別級となつてゐる。檜にもいろいろ種類があつて、白檜はわが國中部南部の山地に多く、高さ 20m 徑 60 cm に達する常緑喬木である。白太少く帯褐暗黄色をし、赤身は赤褐色である。材は堅硬で、摩擦衝動に耐へ特に水濕に對して強い。南洋のマンゴローヴからカツテを製し、防腐劑として網の染料に用ひる様に、古來わが國では檜の皮より網の染料を求めたことによつても、樹質にタンニンが含まれ水濕に強いことがわかる。白檜も赤檜に似て白太少く赤身は淡褐色をしてゐる。一位檜は九州の如き暖帯地方に産し高さ 30m 徑 1.7m に及ぶものあり檜材としては之に優るものはない。

### 櫟(にれ科)

温暖適潤の地に産し、温暖の地では肥大し柔軟であるが、乾地では堅硬となる。白太は淡黄色、赤身は赤黒褐色(根は黄褐色)である。白太と赤身の區域が明瞭であつて、白太は悪質で腐蝕がはやい。赤身は弾力に富み、濕氣に強く工作し易く船材としては内地産の木材で最良材である。

### 山毛櫟(ぶな科)

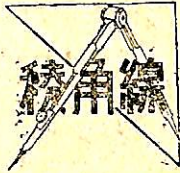
いぬぶなのみならずぶなも含むもので内地、北海道に産する落葉喬木であつて高さ 25m 徑 1.7 m に達する。材質は堅硬緻密であつて強度は割に少い。彎曲し易く歪大にして吸水性強く水濕に當り腐朽し易い。堅い割に脆くて釘利きがわるい。

### 楡(ぶな科)

おほなら、こなら、みづならの 3 種あり、落葉喬木で高さ 20m 直徑 0.7m 以上に達する。白太は廣く淡褐白色で、赤身は帶黄褐色、材は緻密堅硬であるが伸縮反張り易い。材質強靱なるところから屈曲部を肋骨に使用する。北海道では肋骨に楡を用ひる。

主要木材の標準強さ (昭和18年林業試験場調)

番 號	樹 種	含水率		比重×100				壓縮強さ kg/cm <sup>2</sup>				曲げ破壊係數 kg/cm <sup>2</sup>				引張強さ kg/cm <sup>2</sup>				ヤング係數 t/cm <sup>2</sup>				剪斷強さ kg/cm <sup>2</sup>			
		冬	夏	最大	最小	標準	最大	最小	標準	最大	最小	標準	最大	最小	標準	最大	最小	標準	最大	最小	標準	最大	最小	標準			
1	ヤキ(赤)	10.0	20.0	86	46	68	889	405	456	1515	489	932	1429	444	878	182	79	114	150	55	97						
2	ヤキ(白)	10.0	20.0	83	46	66	802	398	448	1382	528	946			151	78	110	143	53	93							
3	かがし	10.0	20.0	100	72	87	873	442	570	1382	900	1145	1564	918	1219	156	100	124	149	70	99						
4	おほなら	10.0	20.0	88	43	60	855	358	435	1268	566	891			142	73	90	148	55	79							
5	いちるがし	10.0	20.0	97	63	82	765	400	598	1285	812	949			135	112	120	138	69	93							
6	しほち	10.0	18.0	70	42	50	643	354	428	1208	583	872			152	76	110	120	57	82							
7	やちだも	10.0	20.0	74	43	53	651	387	431	1382	599	956	1010	742	376	162	75	115	129	58	81						
8	くり	10.0	18.0	71	44	55	728	335	435	998	463	874			123	62	100	99	54	90							
9	しひ	10.0	20.0	75	43	54	705	298	437	1285	582	901	573	322	447	148	73	112	124	60	85						
10	ぶな	10.0	20.0	76	41	53	763	322	426	1525	638	910	1168	291	577	167	73	116	136	60	78						
11	すぎ	9.0	20.0	60	30	38	492	237	368	686	416	582	775	198	447	92	60	71	69	37	48						
12	ひのき	10.0	17.0	62	31	41	435	303	412	966	502	744	1090	333	573	170	72	103	88	41	60						
13	あかまつ	10.0	18.0	72	38	49	655	251	400	867	420	695			135	52	79	101	40	59							
14	くろまつ	10.0	18.0	72	41	50	648	262	398	828	435	689	1109	306	519	108	51	79	108	46	61						
15	えぞまつ(黒)	10.0	20.0	58	30	41	539	250	396	758	381	692	510	469	490	95	48	75	79	39	59						
16	ひめこまつ	10.0	18.0	60	33	42	615	248	385	759	508	680	949	282	549	91	53	73	89	39	59						
17	たいわんひのき	10.0	20.0	63	38	44	651	325	448	1112	496	752			140	80	100	97	40	59							
18	米松	10.0	20.0	67	40	53	712	327	425	1155	369	788			156	61	100	90	33	57							
19	赤ラワン	10.0	20.0	60	38	43	478	388	415	1096	421	730			132	55	91	89	38	65							
20	チーク	10.0	18.0	63	40	52	538	384	411	988	527	806			136	80	125	96	42	69							



## 準備

關川武

今度の戦争で痛感されるのは不斷の準備が大切だといふことである。

何事を爲すにも、たとへそれが瑣細なことであつても、準備を忽にしないといふことが古來大丈夫の信条であつた。華々しい戦果の蔭には血のにじむやうな苦しい準備があつた。船橋に立つて一船を指揮する船長の悠然たる態度の裡には、操船に対する不

斷の研究と航海に對する十分の準備とから來る滿々たる自信が窺はれねばならない。

場當りの要領とか、勘一點張りは世界の大轉換期を前に控へた今日、極力排斥すべきである。果斷決行、臨機應變といふも、豫め準備せらるるところなければ無謀であり、妄動に過ぎない。

要は旺盛な精神力を基調にし、科學的な萬全の準備を整へて事に當れ、といふことである。これが決戦下あらゆる部面に要望される心構へである。

(筆者・東京高等商船學校教授)

### 楠(くすのき科)

本州、四國、九州、臺灣の暖帯に産し、高さ20m 徑2m 以上に達する常緑喬木である。赤身は帶黄濃黒褐色をし白太はその稍々淡色をしてゐる。材質は堅軟中位、割裂け易く工作し易いが鐵釘を腐らす缺點がある。曲材は肋骨として特長を有するも多量には得難く、又力材及び外板としてよい。材には樟腦を含み特有の芳香を有し虫害を防ぎ耐久性をもつ。

### 鹽地(ひひらぎ科)

本州中部の低濕地に産し白太は帶黄褐色で赤身は鮮黄褐色をしてゐる。材質は堅軟中庸で反り振れ少く工作容易なるも造船材に用ひられること少いが、規程にのつてゐる。規程に掲げてゐる眞物は「やちだも」である(*Fraxinus mandshurica*)。「しほじ」は(*Fraxinus verecunda*)である。やちだもは東北、北海道の濕地に生ずる落葉喬木で剛堅、粘性弾力あり吸水性少く割れ狂ひが少い。船首尾材、肋骨、力材、縦通材などによい。

### 松(まつ科)

松といへば黒松であるが本州四國九州の暖帯の至る所にあり乾燥した土地を好む。白太は白、赤身は淡褐色。材質は硬さに於いて堅材に劣るが杉よりは強く弾力性にとむ。樹脂多く水濕に耐へ耐久力が大である。肋骨としては殆んど松が用ひられる。缺點はあまりに節が多いことで、甲板には

嫌はれるが、あかまつと同様に機帆船の標準船には合せて60% 使用される。あかまつは黒松より弱い、くろまつと共に根曲材を梁曲材に用ひる。

### 杉(すぎ科)

わが國の特産にして高さ45m 徑2m に達する常緑喬木である。深山幽谷の濕地に良材があり、屋久杉、秋田杉、飢肥杉など殊に有名である。白太は廣くて白色、赤身は淡紅色赤褐色を呈する。脂の強いものを赤杉といふ。香氣あつて水に強い。すぎは、す(直)き木といふ名の通り木理直通し、工作容易である。外板甲板用とされる。

### 檜(ひのき科)

本州四國九州地方に産する喬木で高さ40m 徑2m にも達し、木曾檜の名が高い。杉と反對に高地の乾燥したところを好み、白太は淡黄色、赤身は暗黄褐色で光澤が美しい。材質は軟いが緻密で脂に香氣あり木理直通で工作容易、反つたりさけたり折れたりするおそれがない。ねばり強く水に強いから船材として最もよく、甲板、外板に好適であるが高價であるから一般には使用し難い。木船の填隙に用ひる「楨皮」(まきはだ)は眞木(檜)の内皮(あまかは)を碎いたものである。

別表に主要木材の標準強さを(林業試験場調べによるものを)かかへて参考とする。(つづく)

(筆者・關西技師)

# 船の力学

## —【8】—

鈴 木 至

### 船の推進と抵抗

船が海上に浮んで静止してゐるとき、これに推進力が作用すればニュートンの運動の第二法則により船は力の方向に動き始める。即ち加速度を生じて船は次第に速度を増す。若し、水や空気の抵抗が無いならば、推進力の作用してゐる間は、船は絶えず速度を増して行く筈であるが、実際には、水や空気の抵抗が推進力とは反対向きに作用するから、船の速度は或る限度までしか増大しない。

これ等の抵抗は、船の速度が小なる間は微々たるもので問題とするに足らないが、速度が増すと、急激に増大するものである。故に、推進力が一定である場合には、船の速度が増すに従つて推進力が抵抗と同じ大きさを有する時が来る。この時には推進力と抵抗とが相殺するから船には力が作用しない。従つて、船は慣性の法則によつて一定の速度を以て進航するに至る。この一定の速度を終端速度と呼んでゐる。

船が終端速度で進航するためには、抵抗に等しい大きさの推進力を絶えず働かして居ることが必要である。この推進力は、帆船にありては風圧力、曳船にありては曳索の張力、櫓船にありては櫓を操る人力であり、航洋汽船にありては石炭、重油等の燃料の燃焼によつて発生する熱エネルギーである。即ち、燃料の燃焼により発生せる熱エネルギーを以て機関を運轉してこれに接続する推進器を廻轉せしめ、推進器が水を蹴る反動によつて船を推進せしめるのである。以下船の抵抗及び推進力に就て考察することにしよう。

### 船の受ける抵抗

凡て、物體が流體（空氣又は水）中を運動するとき、抵抗を受けることは誰しも良く知つて居る處である。例へば、航空機は空氣の抵抗を受けるし、潜水艦は水の抵抗を受ける。又自動車、汽車等の様に、地上を疾走するものは、空氣の抵抗を受けると同時に地面の摩擦（汽車の場合は軌道との摩擦）に因る抵抗をも同時に受ける。船はその底部は水中に、上部は空氣中に在るため、水と空氣との兩者から抵抗を受ける。而も、船の進航に

伴ひ水面に波を發生する。高速度で船が進航する場合には、この造波現象は特に著しい。この船の進航に伴つて水面に波を生ずることが又抵抗となるもので、この點に於て、船の抵抗は特異の性質を有して居るものと謂へる。潛没進航中の潜水艦の場合でも、深度が小なるときは矢張り水面に波を生ずるから、その受ける抵抗は船の場合と同様に考へなければならぬ。

船に限らず、一般に、流體中を物體が運動するとき（或は物體が静止してゐて流體が流れてゐても同じ）受ける抵抗は、次の二つに分けることが出来る。その一つは摩擦抵抗で、他の一つは形狀抵抗である。船の様に、水面に浮んで航行するものでは、更に、波の發生による抵抗、即ち造波抵抗をも考へなければならぬ。

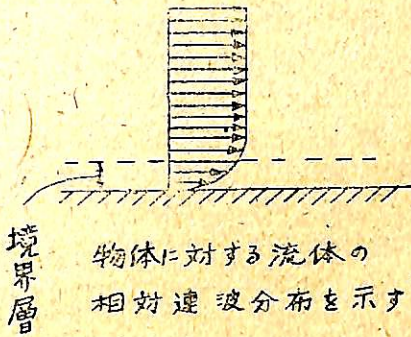
#### (1) 摩擦抵抗

摩擦抵抗は、流體の内部摩擦に因つて起るもので、物體の形狀には何等關係を有しない。これに反し、形狀抵抗は物體の形狀に依つて起るもので、形狀に従つて前後の兩端に壓力の差を生じ、それが物體の運動を阻害して、抵抗を與えるものである。

流體の内部摩擦に就て説明する前に、固體摩擦に就て考へてみよう。固體と固體とが相接して接觸面に沿つてゐる場合に、兩固體間の摩擦力が働くことは已に讀者の熟知せらるる處である。これを固體摩擦と呼んでゐる。固體摩擦は二つの固體の接觸面の粗滑状態によつて異なり、兩者間の壓力に比例する大きさを有し、接觸面の廣狹には關係しない。

流體の内部摩擦はまた粘性とも呼ばれ運動してゐる流體内部に速さの異なる相接する二つの層があるとき、兩層間に作用する力である。實驗の結果によれば、流體の内部摩擦は接觸面の面積に比例し、且つ、兩層の速度の差に比例する大きさを有する。流體内部に於ける速度が連続的に變化する場合には、粘性力は速度勾配に比例する。この速度勾配が大なる程、或は、兩層間の速度差が大なる程、粘性力は大きい。

流體中を運動する物體の表面に接してゐる流體部分は、物體表面に密着してこれと共に運動して



第 58 圖 境界層

るが、表面から少しく遠ざかれば、全く静止してゐる。即ち、固體表面に沿つた極めて薄い層の中に於て、流體の速度は、物體のそれと同じ大きさから零迄連続的に減じてゐる。言ひ換へれば、この薄い層の中に速度勾配を生じ、流體各層は、互にズレて摩擦抵抗を生ずるのである。粘性の小さい空の場合でも、運動する物體の速度が大きいと、速度勾配が大となるから摩擦抵抗は大きい。この物體表面に接した薄い層を境界層と呼んでゐる。

流體と物體との間の摩擦抵抗は、この境界層のために生ずるものであることは上に述べた處で明らかである。この抵抗も亦、流體の種類、物體表面の粗滑状態に依ることは勿論であるが、固體摩擦と異なる點は、流體の壓力（流體が物體を壓す力）には無關係であり、且つ接觸面の廣さに正比例することである。然し、その機構は甚だ複雑で、これが理論的解析は困難である。

ウキリアム・フルード博士は、船に働く摩擦抵抗は

兩面面積が船の浸水面積に等しくて、船の浸水面と同じ状態にある平面矩形板が、全部水中に没して、板面に沿ふ方向に、船と同じ速度を以て運動するときの、矩形板の受ける摩擦抵抗に等し

と假定し、試験水槽に於て種々の寸法の矩形板の摩擦抵抗を測定して、これに對する實驗式を定めた。ウキリアム・フルードの實驗結果による摩擦抵抗の公式は

$$R = fsv^2 \quad \text{f=常數}$$

ここに、 $R$  は摩擦抵抗、 $s$  は矩形板の表面積、 $v$  は板の速度、 $f$  は常數で表面の粗滑状態、流體の性質、及び板の運動方向に測つた長さによつて異なる値を有する。フルードの實驗結果による  $f$  の

値は次表に示す通りである。

板の表面の性質	板の長さ			
	0.61 米	2.44 米	6.1 米	15.24 米
ワニス塗る	0.2285	0.2363	0.2031	0.1894
パラフィン塗る	0.2324	0.1950	0.1718	—
錫箔を付ける	0.1250	0.1582	0.1738	0.1855
微粒砂を付ける	0.3584	0.3242	0.2676	0.2031
粗粒砂を付ける	0.6132	0.3934	0.3281	—

(2) 形状抵抗

形状抵抗は又造渦抵抗とも呼ばれ、物體の形状に基くもので、摩擦抵抗とは著しく趣きを異にするものである。今、静止流體中を圓錐が運動する場合に就て考へてみるに、圓錐の前面は、水の衝擊によつて壓せられるに反し、後面に於ては、渦の發生によつて壓力の低下を來たし、却つて圓錐を吸引する様になる結果、圓錐は抵抗を受ける。第 59 圖は、この場合の圓錐の周りの流體の運動の様を示したもので、圓錐前面では、圖に示す



第 59 圖 圓錐周囲の流體の流れの様



第 60 圖 流線形

様な規則正しい流れをなすが、後面では、それが著しく混亂して、無数の渦を生じ、前面の壓力は高いけれども、後面はこの渦のために壓力が低下して、前後面に壓力の差を生じて、圓錐は前方から後方に押しやられるやうになり抵抗を生ずるのである。

後面に於ける壓力低下は、渦の發生によるものであるから、今、第 60 圖のやうな、前面が圓形を呈し後面が尖つた物體なら、渦の發生する場が狭くなるから、渦の發生による壓力低下の影響が少なく抵抗も小さい。かやうな後端が周囲の流れに適合して少しも渦を生ずることの無い様な物體を流線形を呈すると云ふ。

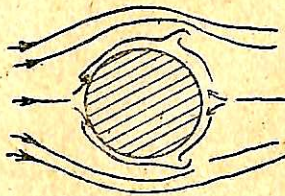
然らば、どうして渦を發生するのであろうか。摩擦抵抗は境界層があるために生ずることは上に述べた通りであるが、形状抵抗も亦、境界層があるために起ると考へられる。

再び流體中を運動する圓錐の場合に就て考へて

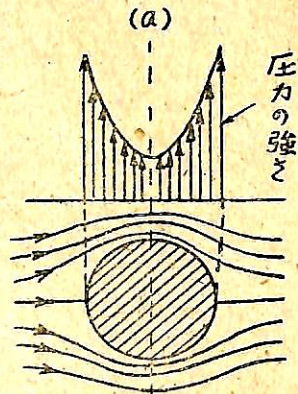
みよう。圓壻の速度が極めて小なる間は、周囲の流れは完全に圓壻面に接して渦を生ずることはない。圓壻の前面に直射して、ここで圓壻に對して一旦靜止した流體は、左右に分れて圓壻を周りに沿つて流れ、後面で再び合して一旦靜止（圓壻に對し）してから再び流れ去る。圓壻に對する流れの速さは前面と後面では零であり、左右の兩側に於て最大である。速度が大なれば壓力が小であり、速度が小なれば壓力が大であることは、ベルタイの定理の教ふる處であるから、圓壻表面の壓力は、圓壻の前後面に於て最大であり、左右兩側に於て最小である。

流體は、壓力の大なる處から小なる方へ向つて流れるから、流體は圓壻の前面及び後面から、左右兩側に向つて流れ、前面から圓壻に沿つて流れて來たものは、圓壻後面からの逆流に防がれて圓壻面から離れる。

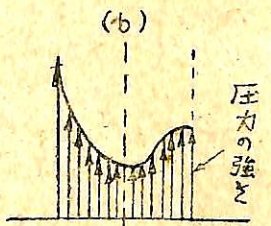
これを剝離と呼んで渦を發生する原因となる。かくして發生された渦は周囲の水のため流されて圓壻面を去るため、あとからあとから引續き渦を發生し、順次後方に流れ去る。その結果第 59 圖に示す様な渦の場が出来る。渦が發生すると流れは、そのためにエネルギーを失つて壓力降下を來たし、壓力分布は、第 62 圖 (a) に示す状態から同圖 (b) に示す状態に變化する。即ち、前面に作用する壓力が、後面に於ける壓力より大となり、圓壻は後方に壓されることになる。これが即ち形狀抵抗である。



第 61 圖 剝離



渦を發生せぬ場合



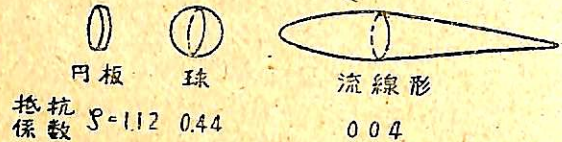
渦を發生する場合

第 62 圖 圓壻周囲の壓力分布

形狀抵抗は、前面に於ける流體の衝擊による壓力と、後面に於ける渦の發生による壓力の低下に基くことは已に述べた通りである。この中、前面抵抗は力學的解析は可能であるが、後面の壓力低下は理論的にこれを求めることは困難である。従つて、形狀抵抗も亦、實驗的に求め得るに過ぎない。形狀抵抗に関する實驗式は多くの人達によつて求められてゐるが、一般に、これを次の様に表はしてゐる。

$$R = \varphi \rho s v^2$$

$\rho$  は流體の密度、 $v$  は物體の速度（流體に對する）、 $s$  は物體の運動方向に直角な最大斷面積を表し、 $\varphi$  は形狀抵抗係數と呼ばれ、物體の形狀によつて異なる値を有する。幾何學的形狀の物體の抵抗係數は、第 63 圖に示してある。これは、何れも同じ斷面だが側面から見た形狀の異なる場合である。

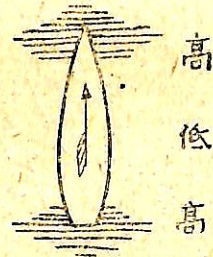


第 63 圖 形狀による抵抗比較

(3) 造波抵抗

海中深く潛航する潛水艦又は航空機のやうに、全體が流體中に浸つて居る場合には、その抵抗は摩擦抵抗と形狀抵抗との和であるが、船の様に水面に浮んで、上部は空中に底部は水中に浸つて居るものでは、その進航に伴つて必ず水面に波を發生する。物體が流線形を呈して形狀抵抗無き場合でも波を發生する。

船のやうに前後が狭く中央部の膨れた物體が水に浮いて進航する場合には船首に於ては水は壓されて壓力が高くなり、船の中央部の最も膨れた部



第 64 圖 船の進航に伴ふ水面の隆起



(33)

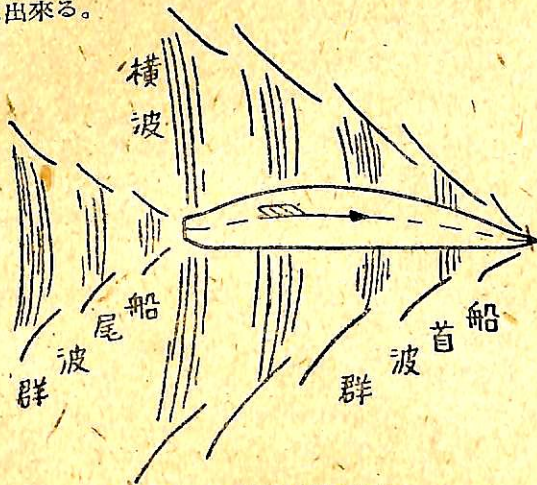
分では、流れの速度が最も大きく、ここに壓力の低下が起り、船尾に於ては船側に沿うて流れて來た水が、ここに落ち合つて又壓力が高くなる。この水壓の高低は、水の表面に高低を生ぜしめ、船首と船尾とに於ては隆起、その中央部に於ては陥没が出来る。しかも、船に對して水面が一定の隆起、又は陥没を呈するまま、船は進航するのであるから、水面の高低は波として船を離れて水面を傳播する。

而も、あとからあとから波を發生し、作られた波はエネルギーを持ち去るため、船は絶えず、造波のため運動エネルギーを消費せしめられる。従つてこれが又抵抗を招來する結果となる。

船の進航によつて生ずる波は次の3種である。

(1) 船首波群

船首に於て發生し、斜外方に向つて進む一群の波で、凸部を船側に向けた孤状をなし、階段狀に出来る。



第65圖 船の進航に伴ふ波群

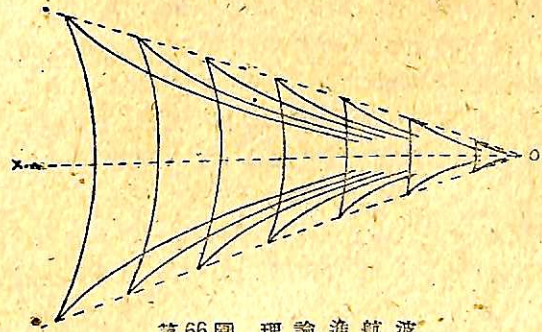
(2) 船尾波群

船尾に於て發生し、斜外方に向つて進む一群の波で、船首波群と同様の形狀を呈するも、その影響を受けるため、全く同じではない。

(3) 横波

船首波群及び船尾波群の何れにも認められる船の長さの方向に直角な一群の波である。

無風靜穩にして充分の深さと廣さを有つ海上を、船が進航するとき、船の大きさを無視してこれを1點と見做す場合に於ては、理論上その波形は第66圖に示す様になる。即ち、○點を船の位置とすれば、進路×○の兩側に、凸部を船側に向けた孤狀の波群が階段狀に出來、更に、進路に直



第66圖 理論進航波

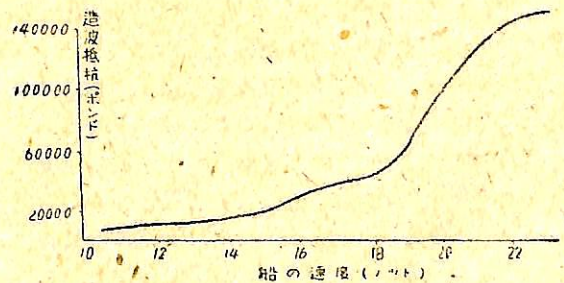
角な一群の波が出来る。前者を船側波、後者を横波と呼ぶ。この2種の波の交點を結べば、直線をなし、この直線が船の進航方向となす角は19度半である。

何故この様な波が出来るかは、難かしい事柄である。殊に、實際の船の場合には、相當の大いさを有するし、水面下の船型、船幅、速度等によつて波形や波長、波高等が異なるは勿論であるが、船から相當離れた處では、大體上の様な波が起ることは事實である。

船が中庸の速度で進航してゐるときの造波抵抗の大きさは、理論上船の速度の4乗に比例することが知られてゐる。然し船の速度が相當大きくなると速度の4乗に比例することなく、冪指數は4より小となる。船の速度と造波抵抗との關係を圖示すれば第67圖の様になる。

多數の舟や艇等が繫泊せる河川、港灣内を航行するとき、進航に伴ふ波が、これ等舟艇に影響して激しい動搖を起し、繫索を切斷したり接觸を起したりする事が屢々ある。これ等の故障を生ずるのは航行船の船首から見て、船首尾線と19度半の角度以内の範圍に於てである。狹益なる水路に多數の舟艇が輻輳してゐる處では船舶は須らく徐行すべきである。

扱て、船の抵抗は以上述べた三つの抵抗、即ち摩擦抵抗、形狀抵抗、造波抵抗の和であるが、上



第67圖 船の速度と造波抵抗との關係

述の様に實際の船の場合にはその機構は甚だ複雑で、これが算定は不可能であるから、試験水槽内で船型模型を曳航して、實測によつて之を求める外はない。新設計の船舶建造に當つては、どうしても一度はこの試験水槽を通過しなければならぬ。

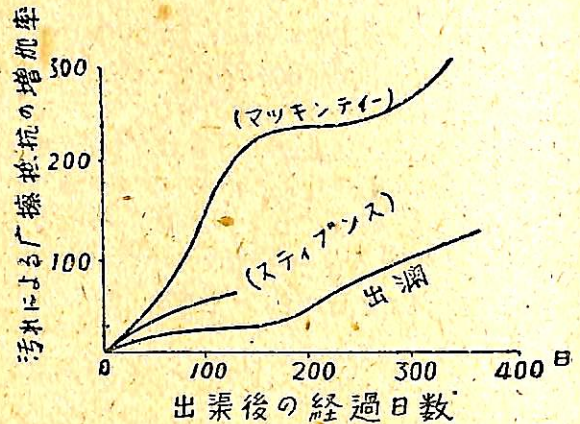
### 空 氣 の 抵 抗

船體はその上部を空氣中に現はしてゐるから、船の抵抗を考へる場合には、水の抵抗の外に空氣の抵抗をも考へなくてはならない。空氣の抵抗に於ても、摩擦抵抗や形狀抵抗が考へられるが、空氣は水に比して密度が透かに小であるから、水の抵抗に比して空氣の抵抗は殆ど問題にならない。従つて船の抵抗に於ては、浸水部分の抵抗に重點を置くべきは勿論である。然し、海上に風が吹いて居つて、船に對する風速が相當大きい場合には、風壓は大なる値を有し、船に働く抵抗も大きくなる。進路横方向から風が吹いてゐる様な場合には、所謂、風壓流を生じて船は横方向に流されることは已に述べた通りである。尙一言付け加へて述べておき度いことは、船にとつて空氣の抵抗が問題とならないと云つたのは、船の速度があまり大きくないからで、飛行機や自動車や汽車等のやうに、高速度で走るものにあつては、これが重要な問題となる。

### 外板の汚れによる摩擦抵抗の増加

船の受ける水抵抗は摩擦抵抗、形狀抵抗及び造波抵抗の三つに分けて考へられることは、上に述べた處によつて明らかである。この三つの抵抗の中、摩擦抵抗は船の受ける水抵抗の主要部分を占めるもので全抵抗の80%にも及ぶ場合があり、船の抵抗を考へる場合に特に重視すべきものである。さて、摩擦抵抗は、浸水部分の外板表面の粗滑狀況によつて異なることは、フルードの實驗結果の示す處で、船體外板の表面が塗料の剝落、鋼板の發錆、又は海蟲、海藻等の生物の附着等により汚れた場合には、摩擦抵抗は増加するものである。

従つて、船舶に於ては年1回乃至2回入渠して、外板の清掃、塗料の塗り換等を行ふのを常とするが、商船にありては多忙なる運航を餘儀なくされる場合が多く、特に戰時にありては年1回の入渠すら困難である。従つて港に碇泊中、特に輕吃水の場合を利用して、水線附近の清掃を行ふのを常とする。蓋し、外板の汚れは水線附近に於て特に著しいからであり、これは又船體保存の上からも特に必要な事柄であるからである。



第68圖 摩擦抵抗の増加率  
(曲線に研究者名を附記す)

外板表面の汚れの進行状態は、塗料の種類、塗裝方法、碇泊日數と航海日數との割合、碇泊港、航海場所季節等によつて様ではないが、概して出渠後、數ヶ月間は外板の汚れの進行は著しくないので、その後日數の経過に伴つて急激に増加するものである。出渠後の経過日數と抵抗の増加との關係は第68圖に示す様になる。

東京高等商船學校の練習船大成丸に於て調査した處によれば、1ヶ年間に於ける船の抵抗の増加は全抵抗の約90%であつた。(つづく)

(筆者・東京高等商船學校教授)

(643頁より)

經費の節約、歩留の良好等の點に於ては、鍛鋼の及ばぬ處である。

符號	炭素 %	珪素 %	磷 %	硫黄 %	Cr %	Ni %	Mo %
1	2.75	1.59	0.88	0.07	—	—	0.29
2	3.28	2.19	0.95	0.17	0.09	0.42	0.95
3	3.36	1.22	0.92	0.12	0.11	0.47	1.87
4	2.27	1.62	0.47	0.091	0.061	—	1.32
5	2.86	1.48	0.71	0.098	0.074	—	1.22
6	2.61	2.16	0.68	0.077	0.057	—	1.37

◇鑄鐵の腐蝕 内燃機關に於ける鑄鐵の腐蝕は、シリンダ内の燃料より發生する硫酸によるもの及び冷却劑中に於ける化學作用並びに電極作用によるものがある。鑄鐵は海水中では鋼より犯され難いが、組織が種々の成分の混合であるので、電極作用による腐蝕は免れない。之を防止する意味か、氣筒冷却部に、亞鉛を裝備する所もある。亞鉛は電極作用を防止するが、一旦水酸化亞鉛或は酸化亞鉛で掩はれると、却つて鑄鐵の方が犯されることを銘記せねばならない。シリンダ内の腐蝕は、前述の表面處理によつて阻止するか、又は輕減することができる。(この項終り)

(筆者・東京高等商船學校教授)

## 船 舶 の 荷 役 装 置

本文は“Journal of the American Society of Naval Engineers”より譯出せるもので(筆者・米國クラーク・チャップマン株式會社電氣機關工場總支配人 L. T. モートン)、諸種の蒸氣揚貨機および電動揚貨機のみならず、一般に船舶の荷役に對する種々の動力裝置に關して概説しあるものである。

### 荷役裝置の發達

古來、船舶は過剰な生産物のある國からその過剰生産物を必要とする他の國へ輸送することを主要の目的として、諸方の海上を來往した。ところが、これ等の貨物の積卸しは初期に於ては極めて悠長なもので、人力だけが唯一の手段であつた。今日でも勞力が安價な場合には、機械力を借りず尙人力が用ひられてゐる。その一例として人々に多く知られてゐるのはポートサイドの石炭船積である。

前世紀初期蒸氣機關が初めて船舶推進の手段として採用され、その後着々發達したが、貨物取扱ひの速度は一向何等の改善も見られなかつた。初めて蒸氣揚貨機が船舶の甲板に現はれ出したのは前世紀も中葉を餘程過ぎてからであつた。この出現の影響を知る豫備知識として、手押揚貨機即ち當時の所謂ドリー(dolly)の柄に14人の者が附いて1噸の荷重を僅かに1分間10乃至12呎の速度でしか揚げ得られなかつたといふ事實を知つて置くのは面白いことである。ところがごく初期の揚貨機すらそれと同じ荷重を1分間約150呎の速度で引揚げる事ができた。そこで殆んど當然に、蒸氣力は荷役用として其の後50年間他に匹敵するものがない、全盛を極めた。ところがその頃になつて船舶に於ける電力の發達が漸く緒について來た。尤も、その間に、後に述べるやうな水壓揚貨機または起重機を備へつけた船が多少あるにはあつた。

前大戰後、船舶推進のために内燃機關が初めて廣く採用されるやうになつた。船用蒸氣機關技師はそれまでに、初期の搖動筒機關や2聯成機關の段階を経、既に試験済みの船用圓罐から蒸氣をとる3聯成、4聯成機關へと進んで、1時間1軸馬力約1.5封度の石炭消費量を以て確實な裝置を造

り出すところに落ち着いた。如何にもその間に船用蒸氣タービンが出現したけれども、原價が高いのと恐らく著しく敏感なために、軍艦と高速定期客船にしか使用されなかつた。しかし貨物船を推進するための1時間1軸馬力石炭1.5封度といふ數は、經濟的な内燃機關には對抗し得べくもなかつた。そこで船用蒸氣機關技師はその製作品の經濟的改善に着手しなければならないことになり、事實またそれを成し遂げて、今日では石炭約1封度といふ數が通常の不定期貨物汽船に全く普通のものになつてゐる。

總べてこれ等の事實は、一定の時間内に最小限の經費で港から港へ貨物を輸送するといふ問題に多大の考慮と努力が拂はれて來たことを示してゐる。しかしながら果たしてこれと同じ考慮と努力が貨物の積卸しの經濟といふことに就いても捧げられて來たか否かは疑はしいのである。普通の貨物船は一年のうち約100日は港にゐるやうであるが、その在港期間の大部分は荷役が占めるのである。随つて荷役の經費がその船の擧げる利益に對して少なからざる影響をもつことは自ら明白である。

### 荷役に對する動力裝置の選擇

與へられた任務に對し船の荷役裝置を設計するに當つては、船主または造船家は先づ(1)使用する動力、次に(2)起重機か、デリックと揚貨機か何れがより適當であるか、および(3)動力の供給を受ける裝置の數と配置を決定すべきである。動力としては蒸氣、電氣、ディーゼル機關、水壓ラム、ディーゼル水壓または電氣水壓回轉裝置の何れかを選ぶ外にはないのである。デリックと起重機と何れを選ぶかは、結局デリックの方が原價が低廉で裝置に柔軟性が多いので、殆んど必らずデリックの方を取り付けることになる。しかし起重機も或る方面の沿岸航路には短い航海に一々デリックを片付けたり取付けたりする面倒を除けるので、重寶がられることがある。これ等の、動力で運轉された裝置の數と配置は大體船の大きさ(船の大きさは使用する艙口の數を左右するから)に因ることで、取扱ふ筈の貨物の種類に因る處も多少はある。

揚貨機の蒸汽および電力運轉は何れも長短がある。ディーゼル運轉は(若し或る種の製作者の標準的多量生産機關を使用し得れば)燃料に於て經濟的で、原價も比較的低廉であるが、貨物の取扱ひといふことに對して極めて必要な操縱の自在性を缺いてゐる。安全と便利のためには、速度を自由に制御することができ、しかも絶えず運轉を続ける機關で、必要な齒車装置と摩擦接手で引揚胴を驅動し得るものを使用すべきである。それで、貨物を艙口から引出すのに必要な緩速は、やや不確實な手段だが、接手を滑らせて出すより外にはなく、輕荷重速度は最大荷重引揚げ速度までに限られてゐる。原價は相當嵩むが機關と齒車の間に制御の可能な液體接手を採用すると一層緩急の自由が得られる。かやうな特性からこの種の運轉装置は、貨物取扱ひに就いては大部分陸上の装置に依る舢舨や一部の小型沿岸航行船に限つて使用される結果になつた。

水壓ラムは、蒸汽揚貨機に伴ふ騒音を避けようとする目的から、一部の船主が前世紀末に貨物取扱用として採用したことがあつた。しかし效率がひどく悪いので其後船内に於ける水壓ラムの使用は殆んど完全に中止されたが、この式のもう一つの重大な缺點は寒氣の際に水が凍り易いことであつた。廻轉水壓装置は水壓の媒體の損失は殆んど問題にならないので、油を媒體として用ひるが、そのために凍結といふ缺陷は除かれる。しかしその效率は高いものではなく、或る式に對しては80乃至90%の效率を主張してゐるが、實際は精々60乃至70%である。といふのは、原動機——蒸汽機關でも、ディーゼル機關でも、また電動機でも——から揚貨機へ動力を傳へるために水壓装置を利用すると、いつも、引揚胴に於て一定の動力を出すために、原動機が直接揚貨機に連結される場合に比べて、50%以上餘計の動力を原動機が出さなければならぬといふ事を意味するのである。加之、設置當時の原價が少からず嵩むのである。

甲板用機械類のなかに初めて水壓式動力傳導装置が取り入れられたのは、電力が荷役に利用されかけた當時これを制御するために確實性のある満足な手段がなかつたことに因ると推察して先づ差支へなからう。今日では比較的確實性のある満足な制御装置が電動機に使用し得るやうになつたので、通常の貨物船に上記のやうな設置費の嵩むものを備へることは當を得たものとは考へられな

い。しかし今でも水壓が有利と考へられる分野が一つだけある。といふのは、近代式の小型沿岸航行船のなかには機關室にディーゼル水壓ポンプを取付けたものが今でもある。これは一對の揚貨機、揚錨機と捲揚機、または操舵装置に動力を供給することができるし、これ等の装置は何れも同時に使用する必要がないので、甲板でも機關室でも場所が制限されてゐて、その上機關部員が少いときにはこの式に取るべき長所がある。しかし他方、一つのディーゼル機關にすべての補助機關を託することを逡巡する船主があるかも知れない。荷役に使用すべき動力の問題を考慮する場合殆んど常に到達する結論は、今日海上に在る99%までの船が直接に驅動する蒸汽または電動揚貨機の何れかを取付けてゐる事實から見ても、これ等の揚貨機の何れかが最も適當だといふことである。

初めてディーゼル機關をもつ船が現はれた當時、さういふ船には電動揚貨機を備へ付けるのが殆んど標準的になり、汽船は依然として蒸汽揚貨機を取付けてゐた。荷役のために電力を利用したのは大體便宜のためだつたので、その理由は蒸汽が得られなかつたし、外に必要ななかつたためなので、當時電力の利點はまだ充分にわかつてゐなかつた上に、甲板に電力装置を置くことはまだ始まつたばかりの草創期の惱みを續けてゐた。揚貨機といふものの第一の根本要件は確實性である。しかも船内の他の如何なる機械よりも、揚貨機は悪い運轉條件の下に於て確實性をもつてゐなければならぬ。その理由は、揚貨機はその保存維持に全然無關心な未熟な労働者に取扱はれ、その上その労働者の賃銀は揚貨機が運轉される速度と比例して上下するのである。随つてこれを注意深く取扱ふ理由は全くない。それにも拘らず、蒸汽および電動揚貨機は何れも、若し總べての機械類に必要な程度の極り切つた日常の手入と修繕とを缺かなければ、今日では殆んど故障なく最も激烈な勞務に堪へて行くのである。

## 荷役の經濟

若し兩方の揚貨機が何れもその任務に對して十分に確實性のあるものとする、次ぎに起る問題は「どつちが、より經濟的か」といふことである。これを決定するまでには三つの主要な點を考慮しなければならない。即ち(1)設備の原價、(2)運轉のために要する燃料費、および(3)維持費であ

る。電動揚貨機は同出力の蒸気揚貨機よりも購入の際相当多額の費用を要する。大體2倍半位かかる。但しこれには汽罐、蒸氣管および發電設備、電線は算入してないが、これ等の経費は遙かに少い。蒸気および電動揚貨機によつて類似した船から類似の貨物を積卸しするために要する燃料費の比較に就いては正確な數字を得られないが、電動揚貨機の方が凡そ10:1の割合で有利であることが度々發表された。恐らく7:1位が公平な比率であらう。電動揚貨機の方が有利な一つの要因は、待機中の損失が電力の場合には絶無であるのに反して、蒸気の場合には揚貨機が働いてゐると否とに關せず、輻射および漏汽の損失が連続してゐることである。短時の待機中甲板へ送る蒸気を停止するなどといふことは實際上不可能である。維持費の比較は、揚貨機の型式、その處置、および日常點檢の際に拂はれる注意の如何に因ることだが、これも電動揚貨機の方が蒸気の場合より相當節約になると一般に認められてゐる。さうすると運轉費および維持費の點からは蒸気揚貨機を推奨すべき處は殆んどないのだが、その原價が低廉であるといふ事が非常な利點で、それがために米國で建造される大部分の船に兎に角蒸気揚貨機が備へ付けられるやうな結果になつてゐる。しかし何れが荷役のために、より經濟的な型式の揚貨機かを決定するには、原價だけを唯一の目安とすることは決して當を得てはゐない。確かに現在蒸気揚貨機を取付けてゐる船で、若し電動揚貨機を取付けてゐたら、船主のために一層利益を擧げてゐたらうと思へる船が少くない。けれども、勿論その逆も亦眞實で、如何に電動揚貨機が、運轉中は燃料消費量に於て經濟的であるにもせよ、若し長い間甲板で遊んでゐるとしたら、經費の嵩む電動揚貨機を備へ付けることは決して經濟的ではない。しかし凡そ一年内に取扱ふべき貨物の高がわかれば、電動揚貨機に要する餘分の經費を當然とすべきか否かを計算することは比較的容易なことである。

船舶に採用される推進機關の如何によつて、右の計算が一見影響を受けさうに見えて、事實必ずしも影響を受けないのである。例へば今ここに蒸気推進を採用し、比較的短距離の航路で往々長時に互る荷役をすることのある通商に従事すべき貨物船を建造中の船主があるとす。その場合、ディーゼル發動機および電動裝置を施した港灣用に必

要な機關室の補助機關から動力をとる電動揚貨機が確かに理想的な裝置である。筆者はこれに就いて何等の經驗をもたないが、港に於て熱源を必要とする場合には、いつも、どこででも、蒸気と同じ様に安價に電力によつてこれを供給され得るだらうと思ふ。かやうな策をとれば、その結果在港中汽罐を閉鎖してしまふことが出來、それ等の設備に要する餘分な原價は在港中の燃料費節約によつて忽ち償はれるであらう。石炭または燃料油の外に少量のディーゼル油貯藏設備をなすことは決して重大な缺點とはならない。

### 蒸気および電動揚貨機の 確實性と適應性

蒸気揚貨機は、その運轉状態を考へると殆んど當然のことだが、可成り損傷の割合が高い。荷役の終る度毎に排水に注意しないと、始終鑄物の筧の内部で腐蝕が進行してゐる。けれども摩損の部分品は比較的安價でもあり、手にも入り易いし、且つ製作者が定評ある會社ならば取付けも容易である。摩損とは別個に、破損も亦屢々起る。それには摩損部分の取換へを怠ることが原因になる場合もあれば、設計または材料の缺陷に原因する場合もあり、またその外の外的理由に因ることもある。それ等の破損の一つの極く普通な原因は、蒸氣管内に水が溜まることである。揚貨機が迅速に運轉されてゐる際、筧内に水が入れば、どんな揚貨機でも、必らず多少の損傷が起る。不幸にして水に原因する事故は、斷續的に運轉する揚貨機へ蒸気を供給する甲板上の蒸氣管内では防ぎ難いのである。これが防禦手段としては、(1) 管に有效な保温材を施し、(2) 適當な排水裝置をなし、(3) 蒸気に一定度の過熱を加へなどして、蒸氣管内に於ける水の集積する箇所を除去することである。

電動揚貨機が全く確實性のあるものであることが證明されてから既に相當の時日を経たが、いつもさうであつたと考へるのは愚であらう。恐らく、初期の電動揚貨機の失敗が或る種の船主に影響し、今日も尙その廣汎に採用されない理由になつてゐるのであらう。陸上用としては既に完全に満足すべきものであることが證明されてゐた電動機が、船の甲板で運轉してみると、全然それに課せられる激しい運轉條件に堪へ得ないことが判明した。それより以前には水密であると考へられてゐた接手には水が入るし、絶縁は失敗だし、電動子

は跳ねとぶし、接觸は未熟な労働者の取扱ひに堪へ得ないし、種々さまざまな故障が起つて、確實性を得るために必要な、設計および構造の改善が急いで施されなければならないことになつた。電動揚貨機が確實に満足すべき作業を果たすには、熟練な職員の手で日常或る程度の注意をして行くことが、どうしても必要である。この注意さへされれば、電動揚貨機は恐らく蒸汽揚貨機よりも相當、荷役の支障を少くするであらう。それ等の支障は、恐らく結果に於ては重大であらうが、支障自體としては常に簡単なもので、回路を操作する接觸器のフューズがとぶとか、線輪を操作する繼電器または接觸器が焼け切れるとか、接觸が焼けるとか、または制御装置の機械的缺陷とかいふ故障に原因するもので、すべてこの種の故障なら、その位置は熟練な電気技士または機關士がゐれば直ぐ突きとめられるし、また修繕もできるのである。電動子が焼け切れるといふやうな重大な電氣に関する障害が起る時は、一般に揚貨機の製作技術または材料に基づくのである。といふのが、最近の電動揚貨機の制御装置に示されてゐる防禦特性はかくの如き不注意な取扱ひによる損傷を殆んど豫防するからである。

次に適應性の問題であるが、これに關しては蒸汽機關の固有特性が電動機のそれに比べて、荷役作業に一層適當であることは疑ひの餘地がない。前者は船艙から貨物を引出すために低速に於て最大回轉力を出すことができ、廻轉部分の低質量のため急速に加速し、また荷重の降下を敏感に制御することができる。通常の直捲抵抗制御式電動機は負荷に技巧を加へることが必要で、そのため一般に低速を與へる足踏制動機が備へ付けてあるが、加速する際、各段階の抵抗を切り換へる毎に、急動性の牽きを與へる傾向がある上に電動子の慣性のために加速が比較上緩慢である。一般に直捲抵抗制御式電動機では荷重の降下を電動機固有の作用で制御することはできない。分捲法の優越した電動機界磁を考案すればこの目的は達せられるが、不幸にしてさうすると電動機の速度範囲が減じ、隨つて緩速になる。荷重降下の電力制御、即ち専門的にダイナミック・ブレイキングといふ装置を施した揚貨機の今一つの不利は、揚貨機は當然引揚げといふ特殊の用途に運轉されるものに相違ないのに、この装置が操作に於て降下制御といふ一方的にしか使用されない點である。このこ

とは中央胴に固着された索を用ふる時には何等の困難も惹き起さないが、貨物を小型索捲胴で引揚げ、またはデリックを外側索捲胴によつて上げるには、小型索胴または外側索捲胴の周圍に索を正しい方向にかけるやうに注意しなければならない。

しかし、世上に最も廣く認められてゐる型式の揚貨機で、荷重降下および緩速制御には足踏制動機を、制御器の「切斷」の位置に於て自働的に荷重を保持するためには磁力制動機を、また降下速度を安全な限度に制限するためには遠心制動機を取付けた揚貨機は、實に完全に満足すべき荷役装置である。最近揚貨機用電動機に對する數種の制御装置が發達し、これが電動機に蒸汽機關の特性と等しい特性を與へてゐるが、これに就いては後述する。しかしこれ等の装置は揚貨機設備の原價を増し、ためにその使用は船内に於ては大體揚船機および捲揚機の如き一層重要な機械に限られるやうになつた。運轉中騒音を伴はないことが必要であるとか、または望ましい場合には、電動揚貨機は一般的にいつて蒸汽揚貨機より遙かに適當である。これは、通常の蒸汽揚貨機の運轉されてゐる下や近くで眠らうとした經驗のある人なら、充分にわかるだらう。また、電動揚貨機は時を問はず即座に使用することが出来るが、蒸汽揚貨機の方は豫め煖機を必要とし、また蒸汽管から使用前に充分排水する要がある。甲板用の蒸汽を供給するために蒸汽弁をあけることは往々、特に寒冷の際には、甚だ面倒なことであつて、急ぐと蒸汽管に驚くやうな音が起つたり、接手が破損したりすることがある。雪中に甲板の容易に近づけないやうな場所で噴焰燈(ブロー・ランプ)をもつて横になり、凍つてゐる蒸汽管をとかさうとした經驗のある機關士なら、電動揚貨機の時を問はず即座に使用し得る便宜が充分に味得できるのであらう。

往々電動揚貨機の方が蒸汽揚貨機より速度が早いといはれる。けれども、揚貨機の大きさおよび出力は見積を求めるとき造船家または船主から明細に指定されるが、電動、蒸汽、兩揚貨機とも如何なる荷重をも、合理的な範囲内で、如何なる速度でも引揚げられるやうに出来るのである。最適の結果を得るためには、勿論、揚貨機の引揚速度は必要な引揚げの高さに多少共直接的な關係を當然もつてゐる。荷重を引揚げる用意をするために必要な時間は實際上船の大きさに關せず不變で、揚貨

機は速度は貨物が荷卸しされるかまたは船積されて後、次ぎの引揚げの用意が終るまでに元の位置に歸るだけのものでなければならぬ。随つて小型沿岸航行船は1分間約50呎の速度で最大荷重を引揚げる比較的緩速の揚貨機を取付け、圍壁の高い艙口を有する定期貨客船は最大荷重に對し1分間150呎以上の速度の揚貨機を取付ける。しかし設備される揚貨機の出力即ち引揚げ速度を考慮する場合、如何にもその原價は出力によつて上下するが、それだけが必ずしも考慮すべき要件ではない。汽船に於ける蒸汽揚貨機の場合には、成程、合理的な要求になら應ずるだけの蒸汽が十分に船内で得られることは確かである。しかしディーゼル船に於ける蒸汽または電動揚貨機の場合には、汽罐または發電装置の大きさは一般に揚貨機の出力によつて決定されるので、その汽罐または發電装置の原價をも亦考慮に入れる必要がある。何れの場合に於ても、勿論、揚貨機を運轉するための1時間に就いての燃料費は、設置される揚貨機の出力によつて殆んど直接的に變化する。

### 蒸汽および電動揚貨機の諸型式

以上で、船内で最も普通に用ひられる型式の揚貨機關の比較を一般的に試みつつ、揚貨機に對する蒸汽および電力驅動の得失を概説した。しかし蒸汽、電動、兩揚貨機とも市場で手に入れられる種類は實に多種多様であつて、改善された荷役機關を提供せんとして従來から拂はれて來た努力の真相を知るには、これ等各種の型式の蒸汽揚貨機および電動揚貨機に就いて述べる必要がある。

蒸汽揚貨機——今日一般に使用されてゐる通常の型の蒸汽揚貨機は、その細部の總べてに於て、初期のものとは異なるところは僅かにしか過ぎない。運轉部はすべて外氣にさらされてゐて、潤滑は補助罐火夫が適當と考へる時に行はれる。通常の蒸汽揚貨機がその原型を保持してゐるのは、しかし揚貨機製作者が一層洗鍊されたものを設計し製作することが出来なかつたためであると思へることは當を得ない。一體供給される品物を作り出すのは、常にその品物に對する需要である。事實に於て需要は比較的稀れだが、船主が止むを得ざる原價の騰貴を惜しまないなら、摩損部の生命をも長くし騒音も少い揚貨機を作らうとして設計された、洗鍊したものが色々ある。潤滑は重要なこと

でありながら、往々充分に注意されないが、通常グリスよりも油の方をとる。油受や油孔の蓋は、揚貨機の運轉を妨げないで軸受に潤滑油を施さねばならないから、容易に且つ即座に取除き得る必要がある。随つて油受や油孔を水密にすることは出来ない。それがために軸受に注がれる油には一般に水その他の夾雜物を伴ふので、さなきだに骨の折れる揚貨機の任務を愈々容易ならぬものにする。假りに水密蓋が設けられたら、果たして潤滑の不足が見ず見す明瞭になるまで行はれるか否か疑はしいのである。この種の困難を除かうとするには、グリスを施してもよいし、事實また施されてもゐるが、大規模にはまだ行はれてゐない。事實グリス受を螺釘でとめたり、グリス・ニツプルに吹付器を當てたりするよりも、油受や油孔へ油を注ぐ方が斷然容易でもあれば安全でもあり、殊に何等の豫告もなしに不意に運轉し初める恐れのある箇所に於てはさうであらう。それに、既に述べたやうに、揚貨機の運轉手は揚貨機の保存には全く關心をもたないものである。

標準型蒸汽揚貨機の騒音は多く、通常齒型の鑄物である正齒車装置から發するのである。油密齒車函のなかで運轉する機械切削の齒車を取りつけた、これよりも相當靜かな、もつと有效な揚貨機があるし、この方が齒車の生命も殆んど無限に長いけれども、原價がそれだけ嵩むことはいふまでもない。芋蟲齒車装置のキャロン式蒸汽揚貨機は機關部が全部圍はれてゐて、油のなかで運轉するので、靜かでもあれば清潔でもある。ただこの揚貨機では、1段および2段齒車の通常の正齒車装置の揚貨機と違つて、機關制御が應差弁によつて行はれるので、その蒸汽消費量が高いし、一つの速度しか得られない。

電動揚貨機——電動揚貨機も亦種々の様式があり、船舶に於ける電動揚貨機およびその他の補助的電氣機關に使用する電動機並びにその制御装置に關しては、既に多くの専門的研究論文が發表されてゐる。市場で容易に購入し得る電動揚貨機の最も簡單で最も安價な型式のものは2段減速、正齒車装置、胴制御式で、多く歐洲大陸諸國の船主によつて取付けられてゐるが、米國では大して採用されてゐない。原價は低廉であるが、胴制御は未熟な労働者の手による荷役といふ重要な任務には一般に適當なものとは考へられない。この型式の揚貨機のなかには電動揚貨機の特性和一般に見

なされる騒音を伴はないといふ利點のないものであり、事實に於て或る種の蒸汽揚貨機より騒々しいものさへある。米國で一般に使用する型式の電動揚貨機は芋蟲齒車装置の接觸器制御式のもので、前に述べた蒸汽揚貨機と電動揚貨機の原價の比較の基礎としたのは、この型式の揚貨機と標準型蒸汽揚貨機であつた。この型式の揚貨機では礎板上に装置してある全部圍壁を施した水密電動機が、油密の齒車函のなかの芋蟲齒車装置を経て、胴軸を驅動する。若し中央胴および外側索捲胴の外に尙小型索捲胴が必要な場合には、胴軸から1段正齒車を経て小型索捲胴軸を驅動することができる。電動機は接觸器を操作する小型の主制御器によつて制御される。過負荷および無電壓防護も施されてゐて、これがまた電動機の過度に急速な逆轉を豫防するためにも繼電する一方、接觸器は運轉順位を正すため互ひに連結され、また運轉速度を正すため電路遮斷器か、または固定時限制御装置か、何れかによつて制御される。電動機の全馬力を輕荷重に使用し得るやう、荷重識別器が取付けられ、これが機械的變速装置の役割を演ずるが、その作用は自動的である。全装置の揚貨機が各個に點檢または手入れを行ふために完全に停止するやうに絶緣スキツチがとりつけてある。電氣制動機が備へつけてあつて、これが制御器が切斷の位置から他へ動かされると直ぐ開放される。その外に遠心制動機や足踏制動機も備へてあつて、これ等は全部圍壁で圍はれ、水密である。足踏制動機はスキツチを操作し、このスキツチが制動機を踏むと回路に抵抗を加へ、また何等の損傷も起さず電動機を静止せしめる。

制御器および制御装置を取付ける位置は任意であるが、一般に制御器は電動機の上を取付け、制御装置および抵抗は揚索機の礎板内の區劃室または礎板上の水密圍壁内に取付けてあつて、何れの場合にも必要な換氣が施されてゐる。或ひは、天候に關せず必要な手入れなどを行ひ得るやうに、制御装置および抵抗を甲板室内に取付けても差支へない。この方法が一般に採用されないのは不思議なことで、甲板室の設備のために多少甲板の餘地が減することは、制御装置の手入れが行き届くために生ずる非常な便宜によつて充分に償はれて餘りあるに相違ない。別個に取付けた制御装置を有する揚索機の今一つの利點は、中央胴の背後に邪魔物がないので、外側索捲胴及び小型索捲胴が

取付けられる場合、引揚げがこれ等による外に中央胴からも便宜に行ひ得ることである。偶然開放されてゐる換氣装置に侵水するために生ずる電氣の故障は、制御装置が甲板室内に取付けられてゐる場合、絶無である。主制御器も亦揚貨機と離して置いて差支へないが、接觸器装置の揚貨機の満足すべき制御のためには、足踏制動機が制御器を取付けた位置からも亦操作される要がある。運轉手が艙口を見渡し得るやうに、往々揚貨機制御器が各揚貨機の前部に置かれてゐるのを見かけることがある。また、一人の運轉手が必要に應じて艙口または船外を見渡し得るやうに、柔軟性の多心電纜によつて連結された移動式2段制御器を揚貨機各個に設備されたものもある。

制御器および制御装置の位置に関する上述の事項は、接觸器装置の揚貨機に就いて述べたなかにも包含されてゐるが、一般に總べての型式の電動揚貨機に適用し得ることである。市場に出てゐる特殊な型式の電動揚貨機のなかで、最もよく知られてゐるのは恐らくウィルソン式揚貨機であらう。この型式の揚貨機は、同出力の通常の接觸器装置の揚貨機よりも相當經費を要するが、優秀な諸種の特性をもつてゐるので所有船の全部にこれを採用してゐる大會社も決して一二にとどまらない。その主要な利點は、前後に互る長さが短いので一定の餘地しかない甲板にそれだけ大きな艙口を設け得ることや、運轉の際殆んど完全に無音なことなどである。(そのために船内にゐる仲仕が揚貨機の鈎が降りて來て頭に當るまで分らないといつて、ひどく不平をこぼしてゐるのが聞えて來たことさへある!) この揚貨機は直徑の大きい、緩速の電動機から成るもので、これが周轉圓齒車を経て同軸を有する胴を驅動し、周轉圓齒車の遊星小齒車は可變荷重識別器を操作する發條制御の廻轉把手に取付けられてゐる。制御器は3段の上下動をもち第1段の引揚げは吊索を引締めるために緩速を與へる電動子轉換器の段階で、これに續いて2段の直捲抵抗の段階があるが、降下の方には3段の電位差制動装置がある。電動機は分捲昇磁を適用して短絡されるので、荷重は切斷の位置に保たれることになるのである。

その他の型式の電動揚貨機は「昇壓機」、「減壓機」、「變換機」制御の如き有名なワード・レオナードの制御原則の變種を用ひてゐる。ひと度創草期の悩みが解決されると、これ等諸種の制御器を



取付けた揚貨機は着々成果を擧げ、運轉の平滑、制御の敏感、および維持費の節減等に於て效を奏してゐる。しかし、これ等の揚貨機は原價が高價なので、近代式接觸器制御揚貨機で完全に満足すべき結果が得られるところから見ると、果たしてかやうな揚貨機の採用を經濟的論據から正當とすべきものか否か疑問である。特に電動揚貨機の經費に就いて考へる場合、經費は當然質に關する經費ではなく、型式に關する經費の問題である。經費のかかる質の、安價な型式の揚貨機の方が、經費のかからない質の、高價な型式のものより遙かに好ましいのである。電動揚貨機を満足に制御する困難を最初に解決しようとしたのはマクファレン式揚貨機で、この式の揚貨機では絶えず運轉する電動機が數個、一般に4個の胴を、外部の制動帶によつて任意に噛み合はされる周轉圓齒車を経て、驅動したのであつた。諸種の制動帶を適當に調節して行くことが困難なためにこの種の揚貨機は確實性を缺いたものとなり、今日では多少あるにしても使用されてゐるものは極めて少數である。

## デ リ ツ ク

荷役装置を論じて、デリックおよび重量物引揚デリックに就いて一言言及しない譯にはいかない。デリックは本來木材で造られてゐたが、今日では一般に鋼製で、一定の強さに對し重量を減ずるために管狀にされてゐる。前にも述べた通り、デリックの數および配置は全くこれを使用すべき艙口の數および大きさによることである。通常の不定期貨物船には一つの艙口に對し、船の中心線の兩側に一つづつ二つのデリックがある。デリックの末端は甲板面から約6呎以上の、船を横に走る臺上にあつて、その頂端の支索は兩側からマストのクロス・ツリーへ取られるか、またはサムソン・ポストからデリックの頭部へ取られてゐる。荷役のためには一方のデリックは舷外に曳出され、他方は艙口の中心上に曳出されて、荷重は各々適當の位置にガイで張られてゐるデリックの、一方で引揚げ、空中で移して他方で引卸される。

一般に小型沿岸航行船は、船の中心線上に、廻轉デリックを取付けてゐる。このデリックは、人力または小型廻轉揚貨機で船の内外に廻轉されて、貨物を揚げ卸す。重荷または困難な荷重を取扱ふ廻轉デリックのためには、特に鈎が艙口

の底深く降下することが望ましい場合、頂端の支索を他の揚貨機の胴に導き、これによつてデリックの角度を任意に調節し得るやうにする。この揚貨機および貨物の引揚げ廻轉に當る揚貨機の制御はひと處に纏められてゐて、一人の運轉手がすべての作動を扱ひ得るやうになつてゐる。また通常のデリックのためには、頂端の支索を甲板にシャックルし、揚貨機の外側索捲胴の周圍に數巻き巻いて上げたり下げたりして、必要の際、デリックの角度を調節する。あらゆる場合、引揚索の導索(みちづな)は揚貨機胴からデリック末端の滑車へとられ、デリック頭部の滑車を経て鈎へと導かれる。揚貨機とデリック末端の滑車との距離は6乃至8呎の程度である。隨つて距離が短いので鋼索が正しく胴に巻きつかないで、胴の中央部にかたまる傾向がある。鋼索の實際に働く餘地をもつと長くするには、これをマストまたはサムソン・ポストの多少上部にとりデリック頭部の目を通せば確かに都合がよからう。導索になる鋼索を上記のやうにとれば、揚貨機をデリック臺または甲板室上に取付けることを得、隨つて同じ甲板の餘地により長い艙口を設け得ることとなるだらう。この場合、弛んだ鋼索が揚貨機胴から外れて胴轂と側棒との間にはさまれるのを防ぐために、ロープ・ガードに充分注意すべきである。

重量物引揚デリックは數基の荷役装置の一部をなすもので、場合によれば150噸に及ぶ引揚げをなすために設計されることもある。ノールウエー、オスローのクリツスン・スミスの所有にかかると有名な船隊は全部重量物引揚のために設計されてゐた。重量物引揚デリックは必要上船の中心線上にあり、末端は甲板に取付けられるので、甲板はその上に課される荷重に堪へ得るやう局部的に強化することを要するし、またデリックおよび引揚導索が導かれるマストは嚴重にガイで張る必要がある。重貨物は多動滑車を経て動力でデリックを廻轉して船の内外に移動される。一般に重量物引揚デリックの荷役に使用する揚貨機は極めて通常の揚貨機であるが、ただ多量の鋼索を捲き取るために長い胴が取付けられ、また重量物引揚げのためにそれに適する牽引装置を取付けられてゐて、デリックを上げることはそれに必要なだけの多動滑車によつて行はれるのである。

# 船 舶 の 推 進

—〔3〕—

山 縣 昌 夫

## 第 2 章 各種舶用推進器の概説

船舶を推進して航行させるために使用される推進器を廣い意味に解釋すれば、多種多様のもが存在し、例へば手足をもつて水を掻いて推力を起し、船を推進させる場合の手足は推進器とも考へられ、櫂槳帆などにいたつては船舶推進専用の純粹な推進器であるが、本篇においては原動力として人力もしくは風力を使用するもの一切を除外し、機械力によつて作動するもののみに限定し、しかも空氣中において推力を發生する推進器を直接に取扱はぬことにした。

原動機關により驅動されて推力を發生する舶用推進器の種類もこれまた多數にのぼり、その分類方法も種々あるが、ここでは普通に使用されてゐる推進器を次のやうに大別してみた。

### (1) 船内推進器

### (2) 船外推進器

(a) 略々水平の軸の周圍に回轉する推進器  
水平軸が船の進行方向と略々直角をなすもの  
水平軸が船の進行方向と略々一致するもの

(b) 略々垂直の軸の周圍に回轉する推進器  
船内推進器とは船體の外部になんら運動機構をもつことなく、すべてが船内に設置されてゐる推進器で、その代表的のものは噴射推進器である。

船外推進器は船體の外部、すなはち水中において作動するもので、殆ど例外なしに回轉運動によつて推力を起してゐる。従つてこれに動力を供給する原動機關が往復運動を行ふものであつても、クランクの作用によつて推進器が取附けられてゐる軸の回轉運動に轉換させてゐる。この軸が略々水平にあるか、あるひは垂直にあるかによつて船外推進器を 2 種類に大別し、さらに水平軸の周圍に回轉する推進器については、軸が船の進行方向と略々直角をなすものと、船の進行方向に略々一致するものとに分類することが出來、前者に對しては外車、後者に對しては螺旋推進器が各々その代表的なものである。また垂直軸の周圍に回轉する推進器の代表的なものとしてはフォイト・シュナイダー推進器をあげることが出来る。

これ等の推進器の作用はその根本原理において

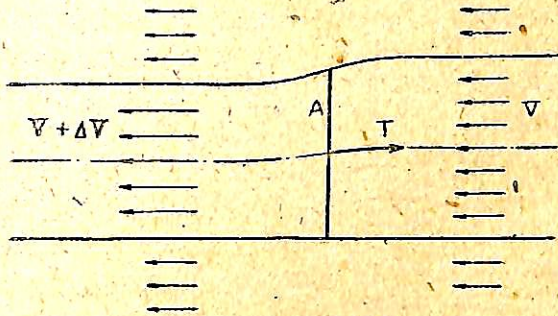
なんら異なることなく、水を加速してその反動により推力を起すのであるが、水を加速する方法は必ずしも同一ではなく、例を魚類にとつてみれば、鰓から吐き出される水は噴射推進器におけると全く同様の作用をなし、回轉運動ではないが、水を掻くときの鱗は外車、尾部を左右に急速にくねらせながら進むのは螺旋推進器と略々同じ作用をしてゐるといふことが出來、また人力により櫂で水を押しやるのは外車、櫂を漕ぐのはフォイト・シュナイダー推進器と同様な推進方法である。

各種の推進器中、螺旋推進器が凡ゆる點においてその性能が優秀であるため、現在最も廣く採用されてをり、本篇においても主としてこれを取扱ふのであるが、一應これ等の推進器の主要なものを一括してここに概説することにした。

## I. 噴射推進器

噴射推進器は船内に裝備されたポンプで、これには渦巻ポンプその他が使用されてゐる。船首部、船底部、もしくは船側部に水の吸込口を設け、パイプを通じて水をポンプに導き、このポンプの作用によつて船側部あるひは船尾部に設けられた噴出口から水を水中に噴射して、その反動により船を推進させる方式が噴射推進である。噴出口に適當な轉向装置を施し、水を任意の方向に噴射することが出来るやうにすれば、方向轉換、後進などが自由になり、また船側部に噴出口を設ける場合には當然各舷に少くとも 1 箇づつを配置することになるから、轉向装置により水を眞横に噴射させれば、ポンプを作動させたまま船を停止させておくことも出來、さらに船の位置を殆ど變へることなく、その場で旋回させることも出来る。

噴射推進器の作用の概略を説明するのに便利のため、これを第 8 圖に示すやうに極めて簡單化して取扱ふ。この圖において噴射推進器、すなはちポンプを 1 箇の圓盤と看做し、その片面の面積を  $A$  で表はし、すべての摩擦を一切無視するとともに、推進器が前進せず、これに水が流入すると考へ、推進器に對する水の相對速度が推進器より遙か前方において船の前進速度  $V$  に等しく、この流入水を推進器の作用によつて後方に噴射し、その速



第 8 圖 推進器の作用

度が推進器の遙か後方において一様に  $V + \Delta V$  であるとし、 $\Delta V$  を推進器によつて水に與へられた増加速度とする。勿論この場合水が流出入するパイプの中心線は水平直線であり、その横截面の形状及び面積はこれによつて水の速度に變化がないやうなものでなければならぬ。

運動量の法則により、單位時間における運動量の變化、すなはち質量と増加速度との相乗積は外力、従つてこの場合には推力に等しいから、 $M$  を單位時間に推進器圓を通過する水の質量とすれば、推進器が起す推力  $T$  は次式をもつて表はすことが出来る。

$$T = M \cdot \Delta V \dots\dots\dots(16)$$

また  $\rho$  を水の密度とすれば、ランキン (9) により  $T$  は次式によつても表はされる。

$$T = \frac{1}{2} \rho A [(V + \Delta V)^2 - V^2] \\ = \rho A \left( V + \frac{\Delta V}{2} \right) \Delta V \dots\dots\dots(17)$$

この式は普通で使用されてゐる推力式である。式 (16) 及び (17) から  $T$  を消去すると

$$\frac{M}{\rho A} = V + \frac{\Delta V}{2} \dots\dots\dots(18)$$

となり  $M/\rho A$  は推進器圓を通過する水の速度であるから、この位置における水は、推進器より遙か後方における増加速度の半分、すなはち  $\Delta V/2$  だけすでに加速されてゐるといふ基礎的な事實がわかる。

$P$  を推進器に供給された動力とすれば、一般に推進器の効率  $\eta_p$  は式 (8) と同様に次式をもつて表はすことが出来る。

$$\eta_p = \frac{TV}{P} \dots\dots\dots(19)$$

船舶の推進に有効に使用される動力、すなはち推力動力  $TV$  と損失動力との和が  $P$  であるが、摩擦のない理想状態を取扱つてゐるのであるか

ら、たとへ重力の影響、水の擾亂などに基く動力の損失が存在しても、これは極めて僅かで、損失動力の殆ど全部が推進器の後流中に運び去られる運動エネルギーであると考へることが出来、その値は

$$\frac{1}{2} M (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} \rho A \left( V + \frac{\Delta V}{2} \right) (\Delta V)^2 \\ = \frac{1}{2} T \cdot \Delta V \dots\dots\dots(20)$$

である。従つてこのやうな理想状態に對する推進器効率  $\eta_{pi}$  は次のやうになる。

$$\eta_{pi} = \frac{V}{V + \frac{\Delta V}{2}} \dots\dots\dots(21)$$

つぎに式 (17) から  $\Delta V$  の値を求めれば

$$\Delta V = V \left\{ \sqrt{1 + \frac{2T}{\rho A V^2}} - 1 \right\} \dots\dots\dots(22)$$

となる。 $T/\rho A V^2$  は推進器の荷重度といはれるもので、これを  $C_i$  と置けば、式 (22) は  $C_i$  と  $\Delta V$  との關係を表はす式となり、 $V$  の一定値に對し  $C_i$  が増加すれば、 $\Delta V$  も増加することを示してゐる。またこの關係を式 (21) に挿入すれば次式が得られる。

$$\eta_{pi} = \frac{2}{1 + \sqrt{1 + 2C_i}} \dots\dots\dots(23)$$

$\eta_{pi}$  は凡ゆる條件が理想的の場合に噴射推進器の達することが出来る最大の効率であつて、實際は必ずこれより低い。式 (23) によると  $\eta_{pi}$  を大きくするためには  $C_i$  を小さくしなければならぬことがわかり、 $C_i = 0$  の極限の場合には  $\eta_{pi} = 1$  となる。ある船をある速度  $V$  で推進するに要する推力  $T$  は、噴射推進器の種類にかかはらず普通の場合略々一定であると看做すことが出来るから、 $C_i$  を小さくするには  $A$  を大きく採るより外に方法がないが、噴射推進器において  $A$  を大きくするためには、直徑の大きなパイプを船内に通さなければならない。これは船の貨物積載容積を著しく減少させることになるので、實際問題としては  $A$  の最大値に對して自ら限度があり、 $C_i$  の値を著しく小さくすることは不可能であるから、 $\eta_{pi}$  の大きな値を期待することが出来ない。要するに噴射推進器において  $T$  の所要値を得るためには、 $A$  の値に限度があるので、 $\Delta V$  を相當に大きくとらなければならない場合が起り、従つて式 (20) からわかるやうに動力の損失が大きくなり、効率を害するのである。

以上の考察においては摩擦を一切無視してゐる

が、水がパイプ中を流れるときの摩擦抵抗は非常に大きく、しかも実際においてはパイプを曲げて配置しなければならぬ場合が多いから、これによる動力の損失をも伴ひ、結局噴射推進器の効率には螺旋推進器、外車などの他の型式の推進器に較べて低いのが通例で、現在においては一般に使用されず、効率の大小を第二義的に考へることの出来る特殊な場合にのみその使用が限定されてゐる。例へばこの推進器は船外にならぬ推進用機構を必要としないので、河川などの浅水を航行する場合に推進器を破損する懸念がなくて安全であり、浮水などに対しても危険がなく、また海難救助艇などのやうに荒天に出動するものでは、普通の螺旋推進器を採用すると、船體の縦揺と波との關係から推進器が水面上に屢々出て空轉し、效力を著しく減殺する虞が多分にあるが、噴出口を船底部に設けた噴射推進器船においてはこの心配がなく、また操縦が極めて容易で、船に自由な運動を與へることが出来る長所を利用して、渡船、救命艇、港内曳船などにも採用されてゐて、近年においてもホツチキス式噴射推進器その他が考案された。なほ大型船の兩舷にこれを多數配置する推進方式を採用すれば、戦時において魚雷などの敵襲を受けた場合に、ポンプが排水及び消火に役立ち、推進器損傷の危険を分散させることが出来、また螺旋推進器のやうに噪音を發することがないから、敵潜水艦によつて發見され難いなどの利點があるともいはれてゐる。

船體が受ける造波抵抗に最も關係の深いのは船首波の大小であるから(10)、造波抵抗を減少させるためには船首波を小さくする必要がある。船首部の適當な位置に噴射推進器の吸込口を設け、水を吸込むことによつて船首波を小さくし、その後にはポンプを裝置するとともに、船首部の形狀を特殊なものとして、船首部の船底に噴出口を設けて水を噴射させたならば、噴射推進器自體の効率は比較的低くても、船體と推進器との相互作用について後述する推力減少係数を小さく、あるひは負として所要推力を減じ得られると考へられるので、噴射推進器の實用性が、特に高速艇などについて現在以上に擴張することが出来るのではなからうかと著者は想像してゐるが、まだ研究に着手する機會を得ない。高速船においては推進機關として輕量小型の高速機を採用することが凡ゆる點から有利なのであるが、減速裝置を介せず推

進器を直接に驅動すれば、推進器の回轉速度が高過ぎて、直徑が餘りにも小さくなり、大直徑の採用により良好な効率が得られるといふ螺旋推進器の優秀性が減殺される傾向となるが、噴射推進器においては高速度機關を採用してもこのやうな懸念が少いので、この面からも噴射推進器の高速艇などへの採用について再検討の必要があるものと信ずる。但しこれに對する先決問題は噴射推進器として適當な良効率のポンプを考案することである。

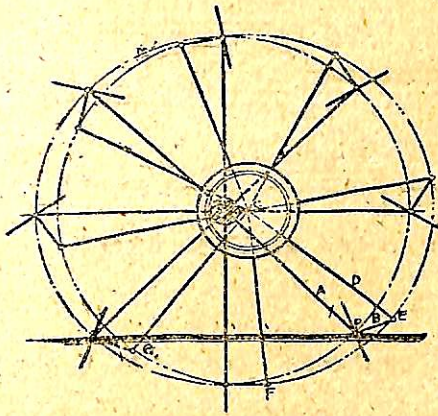
航空機におけると同様に、船舶においても近い將來その出現が豫想されるロケット推進器は勿論噴射推進器の1種であつて、現在のものがポンプであるに對し、これは爆發性の藥品を使用し、その爆發によつて水を加速し、推力を起さうとするものである。

## II. 外 車

外車は、船の進行方向と直角をなし、水面より上方にある水平軸の周圍に回轉する車輪狀の推進器で、水を掻くための多數の翼が車輪の外周に放射狀、もしくはこれに近い状態に取付けられ、船内に裝備されてゐる原動機關により車輪を回轉して、翼が水面を出入し、水中にある翼は水を掻いてこれを加速し、その反動によつて起る推力により船が推進されるのである。

翼の水を掻く面は平らであるか、あるひは幾分凹んでゐて、これが車輪の外周に放射狀に固定されてゐる型式のものが固定翼外車であり、翼の向が軸の回轉に伴つて自動的に變化するものが可動翼外車である。固定翼外車においては翼が水面を出入するときその面と水面との間の角が小さ過ぎて、入水するときには水面を敲き、離水するときには水面を押上げるやうになつて馬力の損失が起り、効率が低下する。この欠點を除去するために考案されたのが可動翼外車で、翼が水面を出入するときの面の向を動力の損失が最小となるやうに、また水面下最も深い位置においては面が水に直角に作動して十分に水を掻くやうに、自動的に調節される機構となつてゐる。

第9圖は可動翼外車の翼の向が外車の回轉に従つて自動的に變化する原理を圖解的に示したもので、翼はその中心  $P$  において外車の輻  $A$  の端にピボットされ、翼の後面には同じ位置において短い桿  $B$  が面に直角に固着され、その他端  $E$  は



第9圖 可動翼外車

リンク D に自由に連結され、D は固定点 C を中心として回轉する。翼の入水離水に際し動力の損失が最小となるやうな翼の向、及び翼が水中において最深部に達したときにその面が水を直角に抵くといふ3條件から、圖中の E, F, G の3點の位置が決まり、これ等を通る圓の中心が固定点 C の位置である。外車はその軸すなはち中心 O の周圍に回轉すれば、各翼はこの機構によつて圖示するやうにその向を順次に變へることになる。

この2種の外車を比較してみると、固定翼外車は構造が簡單で堅牢であり、重量は軽く、製作費及び維持費は少なくてすむが、翼の入水及び離水に際して相當量の動力の損失が伴ふので、これを減少させて効率を増加させるためには、外車の直径を大きく採る必要があり、従つてその回轉速度を著しく低くしなければならず、これがため減速装置を併用しないかぎり高速度機關の使用が不可能であることは勿論、現在一般に使用されてゐる船用往復動汽機でさへもその回轉速度が高過ぎて、普通の場合毎分の回轉数が 20~40 程度の極端に低速度の重い大きな推進機關を採用しなければならない。もつとも馬力の小さい船においては翼の幅、すなはち翼の水平方向の長さが小さくてよいから、入水離水における動力の損失は比較的僅かですむ。可動翼外車においては翼の向を調節することによつてこの損失が少いから、外車の直径を小さくし、回轉速度を増加することが出来、従つて固定翼外車の場合におけるやうな極度に遅い機關を使用する必要はないが、外車の機構が複雑であり、重量は重く、製作費及び維持費が著しく嵩むので、その性能が優秀であるにもかかわらず必ずしも全面的には採用されてゐない。この事實

は、第1章に述べた通り多數の優秀な船用機關が考案された現在においても、なほ昔ながらの往復動汽機が低速貨物船などに廣く使用されてゐるのと事情がよく似てゐる。

外車の作用を運動量理論によつて取扱ふ場合に、前述の噴射推進器におけると同様の假定に従ひ、且つ船體の伴流の存在を無視するなど、理想的な状態を假想すれば、噴射推進器と同じことになる。すなはち  $\Delta V$  を外車の翼の作用によつて外車より遙か後方の水に與へられた均一な増加速度、A を翼の片面積とすれば、噴射推進器に對する式 (16)~(23) がそのまま外車に對しても成立つ。但し實際は各翼が相當の時間的間隔を置いて、順次に水に出入し、しかも翼の周邊においては推力が減少するなど、その作用は極めて複雑であるから、單純な運動量理論の適用は噴射推進器の場合よりさらに多くの假定を含むことになる。

翼の中心における周速度を  $V_c$  とすると、平均の失脚比  $s$  は次式をもつて表はすことが出来る。

$$s = \frac{V_c - V}{V_c} \dots\dots\dots(24)$$

増加速度  $\Delta V$  は失脚速度ともいはれ、横の方向に速度が生じない、すなはち翼の周邊をめぐる水流が起らないと假定して、これを簡単に

$$\Delta V = V_c - V \dots\dots\dots(25)$$

と置き、この兩式から  $V_c$  を消去すると

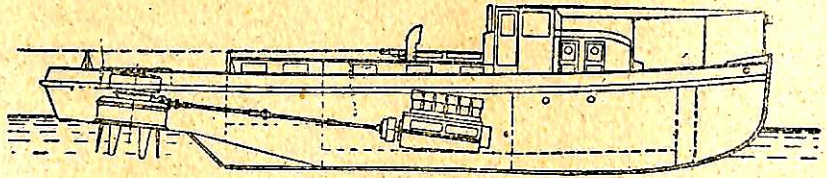
$$\Delta V = \frac{s}{1-s} V \dots\dots\dots(26)$$

となり、これを式 (21) に挿入して、理想推進器効率  $\eta_{pi}$  を  $s$  のみの函數として表はせば次式が得られる。

$$\eta_{pi} = \frac{1-s}{1-\frac{s}{2}} \dots\dots\dots(27)$$

この式から  $s$  を小さくするほど  $\eta_{pi}$  が大きくなることが明かであるが、ある外車の一定前進速度において  $s$  を小さくすれば、式 (26) により  $\Delta V$  が小さくなり、従つて式 (17) からわかる通り  $T$  を減少させることになる。式 (23) により噴射推進器の場合と同様に、 $T$  の所要値に對し  $\eta_{pi}$  を大きくするためには A を大きく採る必要があり、翼の深さを著しく大きくすることは吃水などの關係から實際問題として限度があるので、翼の幅を増して A を大きくしなければならぬが、幅を餘りに廣くすると河川航行用などの船においては船の全幅が大き過ぎて不都合が起ることもあり、殊に固定翼外車を使用する場合には翼の入水及び

離水に際しての動力の損失が増加して効率を害する。しかしながら一般に噴射推進器の場合に較べて容易にAの値を大きく採ることが出来、實際の効率も相當に高いので、河川、内海など



第 10 圖 フォイト・シュナイダー推進器附港内用曳船

の平水で、水深が浅い場所を航行する比較的高速度の旅客船、曳船などの推進器として外車は適してをり、従つてこの方面に多數採用されてゐる。手近な實例として松花江などの北滿の河川に使用されてゐる船舶は極めて小型のものを除きすべて外車船で、しかも固定翼のものが普通である。この地方の河川は水深が浅く、砂洲、暗岩がいたるところに散在し、しかも河水は泥土を含んで不透明であるから、これらの障害物を船上から発見することが頗る困難で、坐洲などの機會が多く、従つて螺旋推進器を使用すると損傷を蒙り易いが、外車船においては外車の大部分が水面上に出てゐる關係から、損傷の範圍が局限され、殊に固定翼外車はその修理が簡易に出来る利點がある。北滿地方においては螺旋推進器及び可動翼外車の修理能力をもつ工場が極めて僅かであるとともに、泥土、砂粒を多く含む河川を航行する船舶に使用されるのであるから、これ等の推進器の水中における運動部は急激に磨耗する實情にあり、固定翼外車が一般に使用されてゐる。

可動翼外車は平水航行用の船舶に使用されてゐるばかりでなく、海峡あるひは沿海島嶼間の連絡船などにも採用されてゐるが、この場合における翼の深度は波浪中においても翼が完全に作動するやうに十分深くする必要がある。

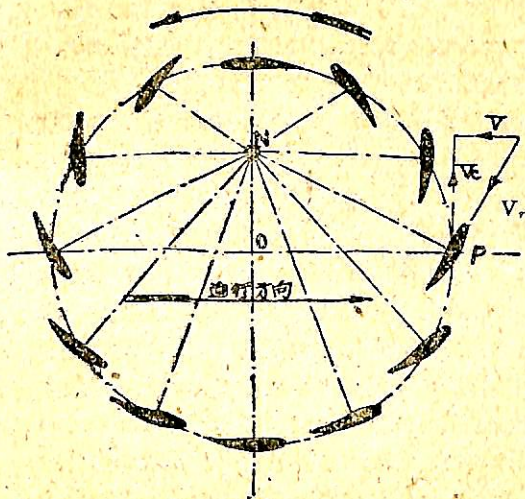
外車は船體の中央部及び船尾部のいづれにも取付けられてゐる。船體の略々中央部の兩舷に各々1箇づつ對稱の位置に配置される場合には、載貨状態による船體の縦傾斜の變化、あるひは波浪による縦搖によつてその性能が影響を受けない利益があるが、船全體の幅が増加することになり、また波浪によつて船體が横搖する場合に左右舷の外車の効力が異り、船の操縦が難しくなる。現在多くの場合この配置が採用されてゐるが、狹隘な河川、運河などに使用されてゐる小型船においては船體の幅が廣くなるのを避けるために、船尾部に外車を裝備するのが普通である。但し曳船に対しては曳索の邪魔になるので船尾外車の採用は不適

當である。

### III. フォイト・シュナイダー推進器

フォイト・シュナイダー推進器は和船の櫓と略々同様な作用によつて船を推進させるもので、櫓の往復運動を回轉運動に變へたと看做すことが出来、その主要部としては1箇の回轉平圓盤と櫓の先端部を相當の長さ切りとつたかのやうな數箇の作動翼、及びこれ等を驅動する装置一式から成立つてゐる。第10圖はこの推進器を裝備した港内用曳船の側面圖であるが、この圖からわかる通り、船尾底部の形狀を普通の商船型とせず、巡洋艦などの形狀をさらに極端にして、底面を高く、しかも略々平面にするとともに、殆ど水平面に近くし、フォイト・シュナイダー推進器はその平圓盤の面を船底平面に一致させて船尾底部に取付けられ、平圓盤はその中心を通り面と直角をなす軸、すなはち略々垂直の軸の周圍に回轉する。平圓盤の周縁に近い部分から截面が適當な翼型の作動翼が數箇下方に向つて水中に突出し、これ等は、平圓盤の回轉軸に平行で、翼の截面の略々中心を通る軸の周圍に、平圓盤の回轉と聯動して、その1回轉ごとに1回轉し、後述する作用により水を加速して推力を起す。

フォイト・シュナイダー推進器の作動翼の作用に関してはクライトナー (11) が最初に解説を行つた。第11圖にこの作用を圖解的に示してあるが、作動翼は平圓盤の中心Oの周圍を周速度Vをもつて回轉するとともに、速度Vをもつて船の進行方向に前進すると考へる。Vの値は船の速度と伴流とから決まるのであるが、伴流を無視すれば船の速度と同一である。圖においてV<sub>1</sub>とV<sub>2</sub>とを合成した速度V<sub>3</sub>は水が作動翼に流入する速度で、この方向にすべての翼を適當な姿勢で向ければ、揚力、従つて推力は發生せず、翼は正面抵抗を受けるだけで、推進器の無荷重運轉となる。中心Oを通る船の進行方向の半徑、すなはちOP上の點Pに回頭點がある翼を考へ、半徑OPに



第 11 圖 フォイト・シュナイダー 推進器の無荷重運轉

垂直に中心  $O$  から圖において上方に引いた直線  $ON$  と、合速度  $V$  に垂直に點  $P$  から引いた直線  $PN$  との交點を  $N$  とすると、3 角形  $OPN$  は 3 角形  $VV_cV_r$  と相似で、線分  $ON, OP, PN$  は 各々  $V, V_c, V_r$  を平圓盤の回轉速度で割つたものであり、この關係は  $P$  が移動する圓周上のすべての點について成立ち、しかも  $ON$  は各 3 角形に共通である。この點  $N$  を操縱點といふ。

$H$  を螺旋推進器の螺距に相當するものとすれば

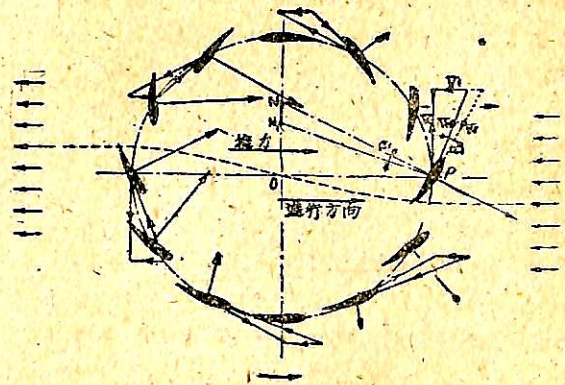
$$H = 2\pi \times ON \dots\dots\dots (28)$$

となり、水が固體化されたと假定すれば、平圓盤、從つて作動翼が 1 回轉する間に、作動翼は固體化された水をきつて、推進器が  $H$  だけ前進し、また作動翼の周速度が  $V$  の推進器が單位時間に  $V$  だけ前進する。操縱點  $N$  を直線  $ON$  上に移動させれば、式 (28) により  $H$  を自由に變化させることが出来る。つぎに  $h'$  を螺旋推進器における螺距比に對應するものとして、次式のやうに定義する。

$$h' = \frac{ON}{OP} = \frac{V}{V_c} = \frac{H}{\pi D} \dots\dots\dots (29)$$

式中  $D$  は點  $P$  が畫く圓の直徑を表はし、從つて  $h'$  は螺距と圓周との比であるが、螺旋推進器における螺距比は翼の螺距と推進器の直徑との比である。

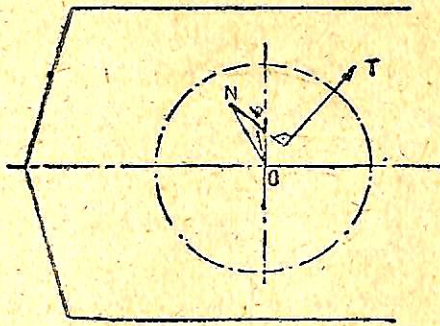
以上はフォイト・シュナイダー推進器の無荷重運轉の場合であるが、その作動翼が推進器の翼として作用し、水を加速して推力を起す場合には、翼への水の流入速度は失脚のために  $V$  より小さ



第 12 圖 フォイト・シュナイダー 推進器の荷重運轉

い  $V_1$  となる。從つて合速度は第 12 圖中に示す  $V_{r1}$  となり、作動翼への幾何學的入射角は  $\alpha_1$  となつて、速度  $V_{r1}$  に垂直な方向に揚力が生じ、 $V_{r1}$  の方向に抗力が起り、その合力を圖中に各作動翼について矢印をもつてその大きさと方向を示してある。速度  $V_{r1}$  に直角をなす直線を書き、直線  $ON$  と  $N_1$  で交はらると、3 角形  $OPN_1$  は 3 角形  $V_1V_cV_{r1}$  に相似であり、この關係は點  $P$  が移動する圓周上のすべての點について成立ち、しかも前述の通り 3 角形  $OPN$  についても全く同様であるから、入射角  $\alpha_1$  は、失脚を平圓盤の回轉速度で割つた値を示す線分  $NN_1$  の圓周角によつて表はされる。

第 12 圖によれば、作動翼に起る合力は翼が圓における最高及び最低部にある場合を除きすべて推力の分力をもつてゐることがわかる。推進器に流入する平行水流はまづ前半部の圓周上を動きつつある翼の作用によつて加速されるとともに方向も變へられ、この水流が再び後半部の圓周上の翼の作用によつて加速され、轉向されるが、翼の姿勢が圓周の前半部と後半部とにおいて反對になつてゐるから、推進器を通過する水は圓において破線をもつて示すやうに流れ、結局推進器から流出する水は船の進行方向に略々一致した平行流となり、從つて推進器全體として起す力は船の進行方向、すなはち線分  $NN_1$  と直角をなす方向に作用し、そのまま推力となる。要するにフォイト・シュナイダー推進器は前半部と後半部とにある作動翼の作用により 2 重反轉螺旋推進器の作用をするものと考へることが出来る。入射角  $\alpha_1$  が比較的小さい場合には發生合力は略々  $\alpha_1$  に比例し、しかも  $\alpha_1$  は近似的な線分  $NN_1$  に等しいから、平



第 13 圖 フォイト・シュナイダー  
推進器の一般的性質

圓盤の回轉速度が一定の場合には次式をもつて推力  $T$  が表はされる。

$$T = k \times NN_1 \dots\dots\dots (30)$$

式中  $k$  はある常數で、實驗の結果から決められるものである。

これまでの説明は操縱點  $N$  が圖において平圓盤の中心  $O$  の眞上にある場合についてであつたが、 $N$  が圓内の任意の點にある場合に對しても同様であつて、一般には第 13 圖に示す通り  $O$ ,  $N$ ,  $N_1$  は 1 直線上になく、3 角形を形成し、線分  $NN_1$  によつて推力の大きさ及びその作用方向がわかる。すなはち  $NN_1$  の長さから式 (30) により推力の値が求められ、その作用方向は  $NN_1$  に垂直である。従つて操縱點  $N$  の位置を平圓盤の圓内において變へることにより、平圓盤の回轉速度を變化せずとも、推力の大きさ及び方向を自由に變へることが出來、 $N$  を半徑方向に移動させれば推力の大きさが、また圓周方向に移動させれば推力の作用する方向が變化する。

このやうにフォイト・シュナイダー推進器においては適當な機構によつて操縱點  $N$  の位置を自由に變化させて、前進及び後進は勿論のこと、旋回、殊に直線運動を殆ど伴はない旋回さへも可能であり、また平圓盤の回轉速度を變化させずに、全速から静止までの任意な船速が得られ、その操縱性が極めて卓越してゐる。従つて推進機關の構造は簡單になり、逆轉裝置などを附屬させる必要はなく、舵も不要となる。この推進器は作動翼だけが水中に出てゐて、他はすべて船内にあるから、螺旋推進器を裝備する場合のやうに、推進器の轂の外、船尾骨材、ボツシング、軸肘材などの推進器を水中において支持するための船體副部が一切要らなくなり、また舵を取付ける必要がない關係から船尾部の一般形狀が著しく簡單化され、水から

受ける抵抗が減少する。船舶試験所において曳船について行つたこの比較試験の結果によると、螺旋推進器を裝備すべき同型の船に較べて抵抗が各船速を通じ 10~20% 小さかつた。またこの推進器を作動させる電動機、操縱裝置などはすべて平圓盤の直上に裝備されるから、電氣推進の場合と同様に車軸系及びこれに對する軸承などが全然不要となり、車軸隧道も必要とせず、しかも船橋からの遠隔制御も可能となつて、船員を減少させることも出来る。なほこの推進器の作動翼の長さは螺旋推進器の直徑より小さくてよいから、水面より比較的深い位置に裝備して荒天時における空轉を避けることが出來るとともに、淺水の航行が安全となり、流氷などによる破損の心配も少い。

フォイト・シュナイダー推進器は以上述べたやうな著しい特長をもつてゐるので、曳船、特に港内用曳船もしくは押船、淺吃水旅客船、警備船、監視船、渡船、消防船、漁船、起重機船などに多數採用され、わが國においても海軍の起重機船 (12)、下關において關釜連絡船の發着に使用する運輸通信省の曳船 (13) その他に採用されてゐる。しかしながらこの推進装置一式の製作費が比較的高額であること、燃料消費經濟において必ずしも有利でないことなどから、まだ一般の大型船舶に廣く採用されるまでにはいたつてゐない。この推進器を採用する利益の一つとして、前記の通り螺旋距の調節により平圓盤の定速度回轉において船速を任意に變化させ得ることを舉げることが出来るが、これがため船の低速に對しては螺旋距が著しく小さくなつて、推進器效率が減少し、しかも平圓盤の定速度回轉により各部の摩擦などに基く動力の損失は殆ど變化しないから、結局機關の出力をある程度殺して使用することになつて、比較的大きな馬力を消費する。1 例として船舶試験所において曳船の單獨航走の場合について測定した結果を紹介すると、螺旋推進器を裝備した普通型の同大船に較べて、船體が受ける抵抗は前記の通り各船速を通じ 10~20% 減少したが、定速度回轉における機關の所要馬力は、全速において略々同一で、これより高速、すなはち過負荷状態に對する速度においてはフォイト・シュナイダー推進器を裝備した船の所要馬力が幾分小さかつたが、全速以下の速度においては反對に大きく、殊に低速となるとその差が甚だしく螺旋推進器を裝備したものの數倍にも達した。これ等の場合に對し式 (14)



により推進効率、すなわち  $\eta = EHP/SHP$  を求めてみると、第9表に掲げる通りとなり、フォイト・シュナイダー推進器に対するものは低速の場合のみでなく、各速度を通じすべて低い。この原因としては兩船型及び推進器に於る船體と推進器との相互作用の相異もその主要なものの一つである。低速において推進効率がよくない傾向は定速度回轉を目的とする可變螺距に共通な現象で、螺旋推進器においても航空機用のもののやうに可變螺距とし、回轉速度を一定すると同様な結果となる。従つて平圓盤の回轉速度を所要の船速に應じて適當に調節すれば、この様な欠點を是正することが出来るが、その反面においてフォイト・シュナイダー推進器の長所を減殺することになる。

第9表 フォイト・シュナイダー及び螺旋推進器の推進効率の比較

船速 (kn)	推進効率 $\eta = EHP/SHP$		フォイト・シュナイダー推進器と螺旋推進器との推進効率の比
	フォイト・シュナイダー推進器	螺旋推進器	
6	0.100	0.389	0.257
7	0.160	0.396	0.404
8	0.220	0.407	0.541
9	0.282	0.421	0.670
10	0.343	0.440	0.780
11	0.404	0.469	0.862

運動量理論によつてフォイト・シュナイダー推進器の作用を取扱ふ場合に、前述の噴射推進器及び外車におけると同様の假定に従へば、式(16)~(23)はそのまま成立つ。但し  $4V$  は作動翼の作用によつて推進器より遙か後方の水に與へられる均一な増加速度、 $A$  は作動翼が畫く圓の直徑と作動翼の長さとの相乗積である。フォイト・シュナイダー推進器において式(23)の表はす理想推進器効率を高くするために  $A$  を大きく採ることは、船尾底部の形狀を適當に設計すれば容易である。普通の場合作動翼の長さは作動翼が畫く圓の半徑と略々同じ程度としてゐるから、 $A$  の値を螺旋推進器と同一にするには、作動翼の長さを螺旋推進器の直徑の0.625倍見當に採ればよいわけで、従つて前記の通りこの推進器は淺吃水船などに適するるのである。

フォイト・シュナイダー推進器自體の効率は相當に高く、その1例として旅客船用として設計さ

れた推進器の單獨模型試験の結果を掲げると、荷重度ごとに螺距を最も適當のものとなるやうに調節したこの推進器の効率は、荷重度0.5~2.3の範圍において各荷重度に對し適當に設計された螺旋推進器の對應荷重度における効率より10%餘高くなつてゐる(14)。この原因中にはフォイト・シュナイダー推進器が前記の通り2重反轉推進器の作用をすることもその主なものとして數へることが出来る。

$N$  を單位時間における推進器の回轉數とすれば、失脚比  $s$  は螺距  $H$  を使用して

$$s = \frac{NH - V}{NH} \dots \dots \dots (31)$$

となり、外車におけると同様に理想推進器効率  $\eta_{pi}$  を  $s$  のみの函數として表はした式(27)もそのまま成立つ。

フォイト・シュナイダー推進器の作用を理論的に正確に解くことは、螺旋推進器などと違つてその作用が複雑であるだけに仲々困難で、殊に實際の設計に直接役立つやうな解法は殆ど發表されてをらず、僅かに谷口學士(15)がこれを取扱ひ、初期設計に對し有益な資料を提供してゐる。

◇ 参 考 文 献 ◇

- (9) W. J. M. Rankine, On the Mechanical Principles of the Action of Propellers, Transactions of the Institution of Naval Architects, 1865.
- (10) S. Yokota, T. Yamamoto, A. Shigemitsu and S. Togino, Pressure Distribution over the Surface of a Ship and its Effect on Resistance, 萬國工業會議論文集, 東京, 昭和4年.
- (11) H. Kreitner, Die hydraulischen Grundlagen des Voith-Schneider Antriebes, Werft Reederei Hafen, 1. Juni 1931.
- (12) 海軍省註文東京石川島造船所製造 30 吨起重機船用 Voith Schneider Propeller の説明, 造船協會雜誌, 昭和10年9月.
- (13) 山本照, フォイト・シュナイダー推進器附曳船, 造船協會雜誌, 昭和11年10月.
- (14) The Voith-Schneider-Propeller, Voith-Works, St. Poelten and Heidenheim.
- (15) 谷口中, フォイト・シュナイダー推進器の近似解法, 造船協會々報, 昭和19年6月.

(以下次號)

## 翻 譯 文 献 紹 介

# 米 國 海 軍 の 高 壓 蒸 氣

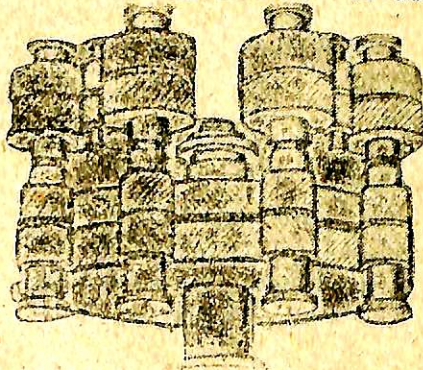
“The Marine Engineer”

しばらく以前の事であつたが、英國で、米國軍艦に於ける高壓高温蒸氣機關の發表に關する發表があつた。この米國の然るべき方面から出た御用記事は、英國でもその方面の事情にうとい素人筋には特に米國だけが軍艦にかういふ發達したのものを使つたやうに思違ひをさせさうであつた。そんなことは、しかし、事實決してないので、英國でも當時既に機を逸せず一流の權威者がそのことを新聞で指摘した。英國の方でもこれより以前に既に高壓高温蒸氣機關は軍艦に取付けられてゐたので、その最初のもは驅逐艦アカロンであつた。そしてその注目すべき成績に就いては既に發表もあつた。

しかし公平にいつて、米國海軍技術當局が同國軍艦に於ける高壓蒸氣機關の使用に關して重要な業績を成し遂げてゐる事實をも認むべきであらう。そしてこれ等の事實に就いてはまだ英國でも一般に知られてゐないこともあるので、これに關して一應概説して置くことは便宜を得たことであらう。英國のアカロンが軍艦の作業に對する高壓高温蒸氣の價値を立證してから約2年後に、米國海軍當局はその驅逐艦の一部の機關にこれを採用することに決定した。有名な諮問會社ギブズ・エンド・コックスはこの發展には相當の役割を演じたので、また當然米國の一部一流のギヤード・タービン機關および水管竈の製造業者も米國船舶局技術部によつて達成されたこの實用的進歩に大いに貢獻するところがあつた。

### マハンの機關設備

米國で最初に高壓高温蒸氣機關を使用した軍艦はマハンの級の驅逐艦であつた。この級の驅逐艦では汽壓1平方吋400封度および最後の蒸氣温度華氏700度の決定を見



高速の米國軍艦に使用される變形2段齒車減速裝置

た。これに對するアカロンの汽壓および温度は1平方吋505封度(安全弁裝置付)および華氏730~750度であつた。1年後米國海軍當局は更に今一段の進歩を計り得べきことを感得し、驅逐艦サマズには最後の蒸氣温度華氏850度を以て1平方吋600封度の罐壓に於て運轉する高壓高温機關を据付けた。これは注目すべき進歩で、更に其後の進展に鑑みて全く正當とせらるべきものであつたと考へられる。商船にはこれ以上の蒸氣温度を使用するものは殆んど絶無である。この排水量1,850噸の驅逐艦には4基のバブコック・ウィルコックス高壓罐が使用され、機關の出力は52,000軸馬力で37.5節の速度である。サマズは1938年約800萬弗の經費でフェデラル造船船渠會社に於て完成した。因みにその補助機關には特殊の換氣設備その他をもつてゐる。尙燃料油容量は約600噸である。

更に其後米國海軍技術部は、高壓高温蒸氣機關から能ふ限りの最高經濟に近いものを獲得せんとして、舊驅逐艦ダルクレンを改装して更に進んだ機關および罐を設備することに決定した。實に1平方吋1,300封度に及ぶ汽壓および華氏925度の温度を使用して更に約10%の燃料消費の節約が達成し得べきものと考へられた。この種の改善は海軍には最も價値あるもので、特に米國軍艦の多くは太平洋で行動するやうに設計され、太平洋では寄港地の距離が往々甚しく離れてゐるために尙更價値があるであらう。この決定は1939年にされたのであるが、不幸今次大戰によつて其の後その完成を妨げられてゐる。しかし米國船舶局はこの計畫を捨てたのではなく、恐らく出来る限り早くこの機關および罐の改装を再開するであらう。

近來米國は頻りと高速の海軍艦船に2段減速裝置を採用してゐるのは面白い事實である。この採用に當つて近代米國商船に就いて得られたすぐれた結果が沙からず當局を動かしたことは疑ふ餘地がない。最近の米國商船のタービンは周知の如く多く2段減速裝置をもつ高速衝動タービンが使用される傾向にある。この型式の商船用機關の改善進歩を計る上に多大の貢獻をなした製造業者は米國海軍用機關の建造にも密接な關係があるので、(それ等の業者はドラバール蒸氣タービン會社、ゼネラル電氣會社、およびウエスチングハウス電氣製造會社であるが)、隨つて商船用の機關が海軍のそれに影響し、そのま

た道の影響もあつたことは驚くに當らないのである。

米國がその高速の軍艦の一部に使用してゐる2段減速装置の形式は特に面白いもので、ここにその装置の見取圖を掲げる。これは紐育の海軍技師及船用機關技師協會 (the Society of Naval Architects & Marine Engineers) の發表したものである。この形式の2段齒車減速装置は組合せ輪列 (locked train) 式で、往々附屬の巡航タービンと共に用ひられる。これに必然的に伴ふ言はば3段減速装置はこの見取圖には表はれてゐない。因みに二つの第1減速兒齒車は別個の組合せ輪列中に設備されてゐて、最近の米國タービン推進商船の場合に於けると同様、高速力に對してすら二つの車室をもつタービン装置が好んで使用されることを示してゐることは、讀者の注目をひくであらう。負荷を均等にすることを助けるために中空車軸驅動が第1減速齒車を主低速齒車と啮合ふ第2減速兒齒車と結合するのである。

この形式は重量を減じ且つ齒車装置が圖に示されてゐる通り四つの第2減速兒齒車を経て高速力を最終の減速齒車に傳へるため形態が引き締つてゐると主張される。

まだこの異常な齒車装置が商船に設備されたといふことは聞かないが、これに似通つたところのある装置が最近の米國沿岸警備船や測量船に用ひられてゐる。しかし

これには單一のタービンをもつ組合せ輪列装置が使用され、出力は僅かに約 2,000 軸馬力に過ぎない。一般的にいふとその装置は圖に示されてゐるものと同様であるが、圖に示されてゐるやうに二つの第1兒齒車と四つの齒車と四つの第2兒齒車の代りに、一つの第1兒齒車と二つの第1齒車と第2兒齒車が用ひられてゐる。因みにこれに關しては既に發表されたこともあるが、面白いことにこれまで2段減速装置のタービン機關を取付けた最初の船は汽船ベシフイツク號で前大戰中に建造されたものであるが、その齒車装置は矢張りこの型式のものであつた。

聞く處によれば、最初驅逐艦に取付けられたこの進歩した蒸氣機關はその後他の軍艦にも採用され、そのなかには戦艦ノースカロライナやワシントンなどもある。これ等の戦艦は1平方吋600封度の壓力と合計華氏886度の溫度に於て蒸氣を發生する。改善された設計のパプツク・ウィルコツクス罐を使用してゐるといはれる。尙兩戦艦の機關はゼネラル電氣會社の供給したものである。この機關の重量はこれより前の戦艦に比べて減少してゐて、しかも汽壓および溫度は他のいかなる戦艦よりも高いと信じられてゐる。

## 英國の高速標準型貨物船

“The Marine Engineer”

英國の造船計畫は、高速船の配置を有利とする運航方面のため、比較的高速度の商船を一層多量に建造せんとして、一部變更されたが、昨年末右變更後の計畫にもとづく 12,000 載貨噸の標準型貨物船の最初のものが同國北東沿岸地方の造船所に於て完成した。なほ右造船計畫は同型の新造船を濟々建造する組織になつてゐるといはれる。本誌に掲載した5葉の寫眞は右新造船の最初のものを示すもので、特に關心をそそるところがある。

先づこれ等の新造船とその機關に就いて述べると、それ等の船の中にはギヤード・タービンによつて推進するものもあり、またディーゼル機關を据付けるものもある。またその一部の汽船にはターボ電氣推進機關を据付ける手筈がされてゐるといふ噂もあつた。

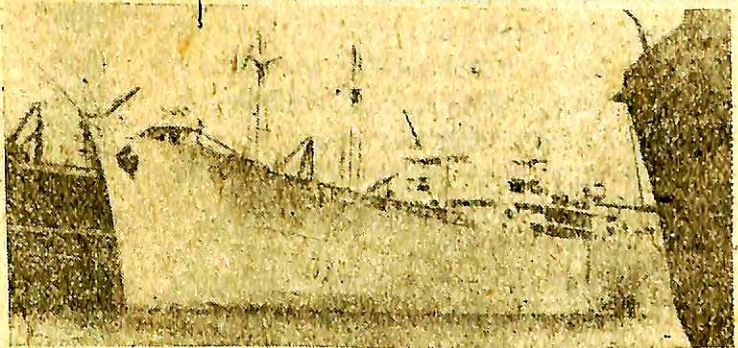
これ等の船は何れも單螺旋で、その最初のものには2段減速ギヤード・タービン推進機關が据付けられた。寫眞でもわかるやうに、この新造船は傾斜した船首をもち、船尾は巡洋艦型である。この船

型は再三模型試験を行つた結果決定したものだといはれてゐる。

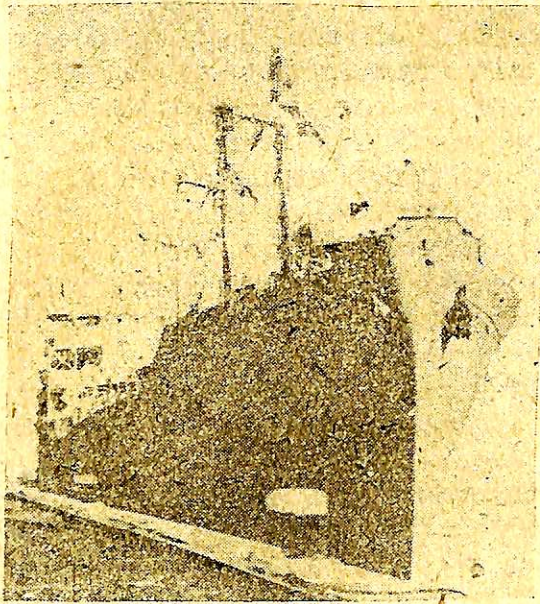
上甲板上の建造物は中部の甲板室のほかは、船首樓と船尾樓だけである。

タービンに就いていふと、本船のタービンは混成式で、二つの車室をもつてゐて、高壓および低壓装置の速度は通常毎分各 4,000 および 2,900 迴轉である。排氣の真空状態は2流型の復熱式復水器によつて保たれる。

本造船計畫の一部汽船の機關装置の特徴は、蒸氣發生



第1圖 最初の英國高速標準貨物船



第2圖 船首より望む

装置が2基のホスター・ホイラー式燃油水管罐から成ることで、過熱蒸気が1平方吋450封度の壓力に於て發生され、過熱器出口に於ける溫度は華氏750度である。罐は1基づつ各舷に横に配置され、最も切り詰めた配列方法で煙道給水加熱器によつて船の中心線で結合されてゐる。これ等の罐をもつて、實際の運轉状態に於て、約87%の效率があげられたといはれる。また他のタービン推進船にはパブコック・ウイルコックス水管罐が各船2基づつ据付けられ、ホスター・ホイラー式もパブコック・ウイルコックス式も共に船内に於て同じ面積を占める設計である。パブコック・ウイルコックス罐は單一のガス道をもつ、同社標準型の管寄せ型で、過熱器および横置管型空氣豫熱器は互ひに結合されてゐる。

罐は強壓通風状態に於て使用される設計で各毎時約32,500封度の蒸氣の蒸發力をもつてゐる。炭酸ガス記録設備および特殊の煤吹きもまたこの罐の装置の他の特徴である。

給水の供給は密閉式で、給水は低壓加熱器および煙道給水加熱器を経て罐に達する。2基の給水ポンプを、主罐からとる過熱蒸氣で運轉するタービンが駆動する。補給水は蒸化器によつて供給する。この種の他の設備には鹹水蒸化器および飲料水蒸溜器等がある。

推進装置の出力(約6,000軸馬力と推測される)に留意しつつ機關の占むる面積を極力切り詰め、罐とタービンは一區劃内に收容されてゐる。

續いて、船自體の構造に關して述べれば、船體構造は大部分鉄締めであるが、隔壁その他の内部構造物の接合及び甲板室の豫め組立てられる大規模の部分の構造には熔接を採用してゐる。

因みに、本船の總噸數は9,900噸で、純噸數は7,150噸である。燃料油槽の容積は1,680噸で、ディーゼル發電装置に對するディーゼル燃料油槽の容積は80噸である。

本船は遮浪甲板型であるために、船艙は充分であつて、尙上部に2層の甲板間の空間がある。即ち構造上からいふと本船の設計は3層甲板である。載貨船艙には下記の如き大艙口が設けられてゐる。

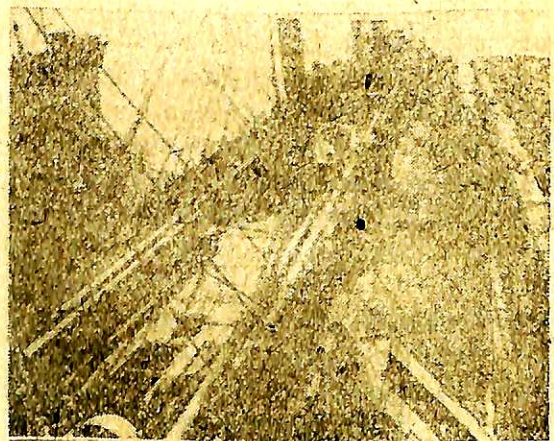
(艙口)	(大きさ)
第1船	24呎9吋×16呎0吋
第2 "	33呎9吋×21呎0吋
第3 "	52呎3吋×21呎0吋
第4 "	11呎0吋×21呎0吋
第5 "	35呎9吋×21呎0吋
第6 "	27呎6吋×21呎0吋

かやうな大艙口を設け得たのは、いふ迄もなく、甲板建造物の配置に因るのである。随つて中部の上部構造物は長さを限られ、勢ひ必要な船室設備をなすために他の甲板室が遊歩甲板および端艇甲板上に設けられることになつた。

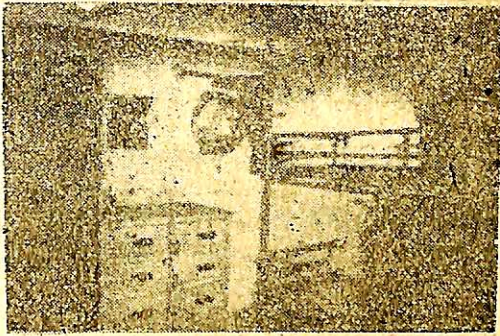
第1圖から第3圖までの寫眞は荷役設備に特に留意せることを示してゐる。全體で4本のデリック・ポスト・マストがあつて、その中の3本は中部建造物の前方に配置してゐる。12の5噸デリックと6個の10噸デリックとがあり、重量物デリックの設備によつて50噸の荷重が前檣に於て、80噸の荷重が大檣に於て、30噸の荷重が最後檣に於て荷役し得るのである。

尙また相當の甲板積貨物の運搬設備が施されてゐて、上甲板には特に補強をなさずとも多量の貨物を積込み得る設計がされてゐる。

上記のタービン給水ポンプを除いて、甲板、機關室何れに於ても、補助機關の運轉には電力を適用してゐる。特に、荷役用揚貨機は全電力式で比較的重量の貨物引揚げに適應するために適當な接手の装置がある。操舵装置は電氣水壓式で、動力は35馬力の發電機2基によつて



第3圖 英國新高速貨物船の甲板



第4圖 乗組員の私室

供給する。テレモータ制御設備が操舵装置と併せて装備されてゐる。

動力および點燈回路に必要な電流は3基の175キロワットの發電機によつて供給し、これ等の發電機は各毎分575回転に於て255制動馬力を出す6氣筒4サイクルのディーゼル機関によつて駆動する。氣筒の直径は230耗(9吋)で行程は300耗(11呎8吋)である。尙この外に10キロワットのディーゼル發電装置があり、これと併せて空壓機が取り付けられてゐる。これ等の各施設は全部機関室内に設備され、配電盤は床面より可成り高の右舷側の臺上に置かれてゐる。

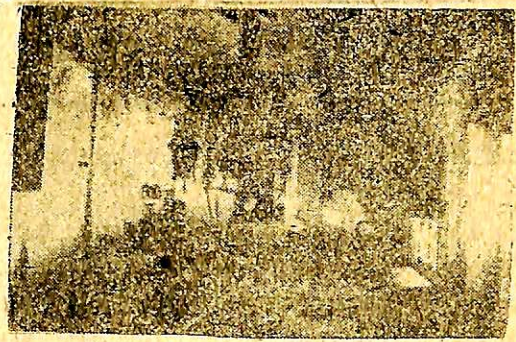
少數の船客運搬の設備があつて、各1人寢臺室として設計した12の廣い客室がある。しかし、各室には寢臺の外に寢椅子があるので、必要のある場合は1室2人を收容することができる。各室には湯と水の設備ある洗面臺、机、および二つの箆笥その他の通常の室内装置が施されてゐる。

船客のためには、上甲板に廣く快適な大食堂があり、遊歩甲板に相當の喫煙室もある。平時の様な美しい化粧張りは當然利用し得なかつたが、それでも裝飾や室内装置には新鮮な快よい空氣があつて、しとやかではあるが、必然的の簡素さにも拘はらず、これ等は造船家の信望を高めるものと、英國では誇らしげに報じてゐる。

次に甲板部および機關部士官のための室内装置を説明すると船長室は寢室、居間および事務室から成り、船橋には寢室から直ぐ行けるやうになつてゐる。甲板部および機關部の士官は共同で遊歩甲板後部の喫煙室を使用する。

下級乗組員の優遇施設が船尾樓に於ける甲板部および機關部員の寢室の設備に現はれてゐる。4人部屋が大部分であるが、外に少數の2人部屋もある。各人が鋼製の物入れと抽出しを使用するやうになつてゐる。パネ付きの蒲團と寢室用引幕も乗組員室の設備としては他の特徴をなすものである。それ等の1室が第4圖に示されてゐる。尙下士官は全部1人部屋を與へられてゐる。

上甲板の後部を見晴らす食堂が甲板部と機關部員のために各別個に設けられてゐる。各食堂には完全な配膳室



第5圖 操 舵 室

の備品が設備されてゐて、その中には蒸氣による卓布その他の澤出し器もある。また湯も水も導かれてゐる。昔の長椅子は廢されて、食卓には個人用の椅子が取り付けられ、各人が小型の鋼製物入れを使用し、そのなかに各個人の『とつときのご馳走』を仕舞つて置くやうになつてゐる。

乗組員の衛生設備は少くとも充分といへる程度で、湯と水の水洗器が備へてゐる。

電熱装置のある病室には2臺の吊寢臺があり、設備の行き届いた藥品室が附屬してゐる。

尙その他に下記のやうな設備が設けられてゐる。

船客および士官室の通風は送風装置によつて機械的に行はれ、氣温調節も併せて行へるやうになつてゐる。乗組員室には保温装置がある。船客、士官、乗組員何れを問はず、全船の共同室には放送番組受信のための特別な無線装置がある。

中部甲板室の後部にある厨室には燃油竈およびパン焼き窯があつて、約100人分の賄ひをすることができる。

堅型の燃油補助罐が1平方吋100封度の蒸氣を補助その他の家事的用途に使用するために供給する。

第5圖は操舵室を示すもので、各種の航海器具のうちには轉輪羅針儀も入つてゐる。

英誌のいふ處によると、これ等の近代的な15節の船は2,3年前に設計したもので、英國政府の海運政策の一部を現はしたものださうである。英國の一流造船家の最近いつた言葉をひくと、「英國政府にも當時徒らに驕ばかり高く必らずしも諸事に通曉してゐない批評家が多かつたと同時に、世上の如何なる批評家よりも流石に事態の急迫してゐることを現實的に意識してゐた人々が明らかになる」と、これ等の船に示されてゐると言つてゐる。

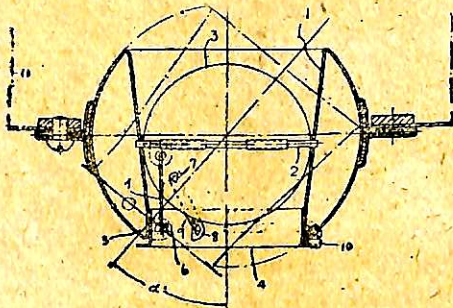
また同誌は、これ等の近代型の商船は現下の必要に應ずると共に戦後の要求にも應ぜんとする考へで設計されたものらしく、確かにその廣い船艙と強力な荷役設備は、現大戦中に甚大な損害を蒙り、相當の間、實際上復舊の見込みのない港灣に於て、機械類その他、同様の大嵩な重量貨物の積卸しには特に有利であらうと、論じてゐる。

# ● 特 許 解 説 ●

技 術 院 福 田 進

## ◇二重調整自在送風口 特許第 162563 號(特許權者) 三菱重工業株式會社

送風装置に於て送風口よりの吐出風量を略所定量に合致せしむることは極めて困難であるが、本發明は簡單なる機構で送風方向並に送風量を任意に變換調整して吐出風量をして略所定量に容易に合致せしむるもので、外面球面狀を爲して任意方向に回動自在に支承されてゐる吐出筒(1)の内部に開閉傘(3)を軸(2)にて回動自在に嵌挿してある。そこで吐出筒(1)を任意の方向に回動すれば送風方向を任意に變換調整し得ると共に、其の任意位置に於て傘開閉筒(4)を回動すれば、該筒(4)の係合子

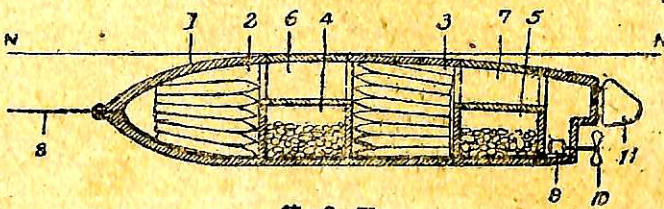


第 1 圖

(8)、傘開閉杆(9)、傘(3)の係合子(7)にて開閉傘(3)の開度(圖面の傘(3)の位置は全開)を調節されるから、吐出風量を任意に容易且つ確實に調整し得るのである。(第1圖参照)

## ◇安全運送艇 特許第 160412 號(特許權者) 齋田武三郎

潜水艇其他の攻撃より安全に運送すべく、海面 N—N 線下を潜行的に運行し或は僅かに浮びたる状態で運行す



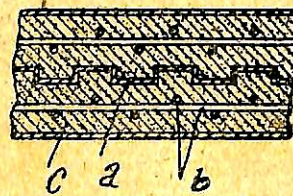
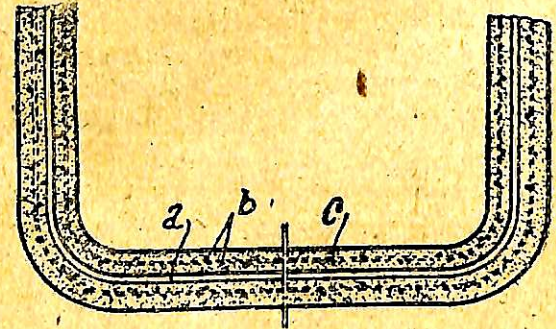
第 2 圖

る艇體を特殊の資材で製作せんとするもので、竹を割碎搾潰し3%苛性曹達液にて30分間煮沸して腐蝕し易き成分を除去したる粗荒強韌纖維20部と棕栢の如き纖維柔弱纖維10部とを混交し、之をマグネサイト焙燒粉末20部、鹽化マグネシウム13部、珪酸曹達4部及び水適量よりなる泥液にて練捏したるものにて葉巻形艇體(1)を賦形製造し、其の内部を物資積込口(6)(7)を有する

物資積込室(2)(3)及び浮力調節充填室(4)(5)に區劃し、母船よりの牽綱(8)を電線として尾部の推進器廻轉用電動機(10)に接續する。而して強韌粗荒纖維は艇體壁の骨格となり、又繊細弱柔纖維は艇體壁の筋肉となつて強韌堅固な艇體壁が構成される。

次に艇が少數の場合並に多數なるも速速にて足る場合には牽綱(8)に電流を通ずることなく母船の牽引力のみにて運行し、艇が多數の場合並に高速を要する場合には牽綱(8)に電流を通じて推進器(11)を廻轉し、僅かの牽引力を以て母船に追隨せしむることが出来る(第2圖参照)。

## ◇波形鐵板を挿入したる混凝土船殼 實用新案登録第 343954 號(實用新案權者) 武智正次郎



第3圖(上) 第4圖(下)

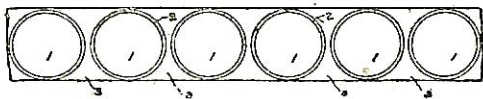
鐵筋コンクリート船で鐵筋を正しく配置することを容易ならしめ、外殼の水密性を確保し、外殼の柔軟性を稍と増加し、外殼が外傷を受くる

も浸水による沈没を免れ得べく爲す等の爲め、船殼の中性軸線に沿ひて薄鐵板を挿入することは既に發明されてゐる。本案は其の薄鐵板を特に波形と爲したるが爲めに混凝土の附着面積を増加し兩者の接着を確實ならしめ

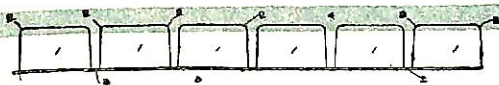
混凝土剝脱の虞少きのみならず、又船の衝突等の爲め局部的衝擊を受け混凝土部分に破損を來すことあるも屈讓性を有する波形薄鐵板は凹陷變形するのみで破る虞少なく浸水又は沈没の災を免れ得る。即ち多數の波形薄鐵板(a)を熔接して船體の形狀に作り、其の兩側に鐵筋(b)を配置し波形薄鐵板に熔接し、之に混凝土(c)を壺潰し式に塗着するか又は兩側に型枠を使用して注入するかして、并着するのである。(第3圖及び第4圖参照)

◆造船用埋栓 特許第 162966 號 (特許権者) 井田土 用一

木造船の釘孔を塞填する爲めに埋栓が多數使用されるのであるが、その際張る板の板目と埋栓の板目とを合致せしめることが必要で、従來使はれてゐる個々に分離してゐる埋栓は其の板目の方向を見定むるに困難な場合が多い。本發明は適當の勾配を有し頭部(2)を面取りして孔に少しく嵌込み易くした多數の埋栓(1)を適當の幅及び厚さを有する條板に並べて削り、底部に薄板部(3)を殘



第 5 圖

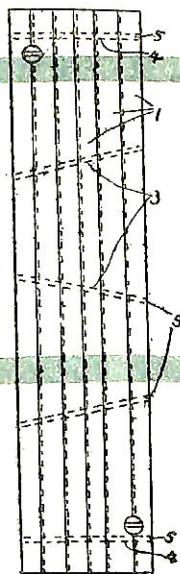


第 6 圖

し任意の長さに連続せしめるものである。従つて簡易に板目を合致することが出来ると共に、打込に際しても連続せる部分又は薄板部を握つて槌打するので指先を損傷する虞なく一撃の下に完全に打込を終へ作業能率を増進し、且つ作業中散逸を防ぐことが出来る。(第 5 圖及び第 6 圖参照)

◆ハツチボード 實用新案登録第 343310 號 (實用新案権者) 梶本顯一

隣接する側面に凹凸條(2)(2)を設けた小角木材(1)(1)を互に嵌合密着せしめて所要幅に並列し、中央部に



第 7 圖



第 8 圖 (上)

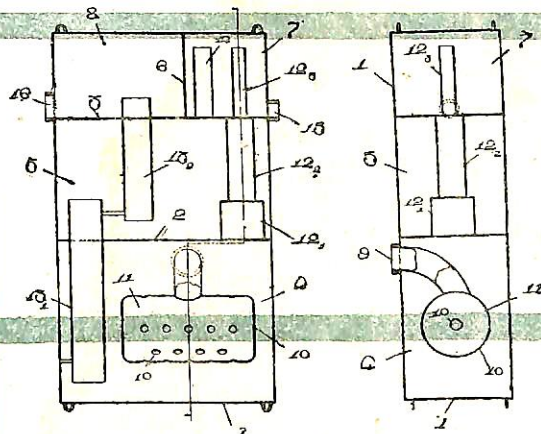


第 9 圖 (下)

は各材(1)(1)を交互に反対方向に傾斜横貫せる透孔(3)(3)を又兩端部には各材(1)(1)を直角に横貫せる透孔(4)(4)を夫々穿設し、各孔(3)(4)を通し前後端部に圓錐部(6)(7)を付したる樞柄の如き木材連結棒(5)(5)を交互に反対側より打込み、先端部(6)を削りて楔(8)を打込むと共に後端圓錐部(7)とで固く緊縮したものである。従つて互に反対に傾斜せる連結棒(5)(5)は互に關聯して各棒の摺動と各材(1)(1)の離間を有力に抗止すると共に、金屬ボルト、バンド等を用ひないで固く結合出来るから資材の節約となる。(第 7 圖乃至第 9 圖参照)

◆船用油水分離器 特許第 163129 號 (特許権者) 興亞船舶工業株式會社

本發明は動搖ある箇處でも油水分離作用を確實に遂行し、例へば漁船又は機帆船等の船水中に少量混在する油を確實に回収せんとするもので、長方形の直立離(1)の内部に上下二段の横隔壁(2)(3)と上段の縦隔壁(6)とにて第 1 分離室(4)第 2 分離室(5)油溜室(7)及び水溜室(8)を單一の直立離筒内に形成せしめ、ポンプにて壓送される油水混合液は供給管(9)から緩衝筒(11)に入り、其の周壁に穿てる細孔(10)から側方及び下方に向ひ一様に流出することによつて完全にその衝撃を緩和され



第 10 圖

第 11 圖

て、先づ第 1 分離室(4)内に安靜して比重差による第 1 段の油水分離作用を行ひ、上層の油は逐次直径を小さくした昇油管(12<sub>1</sub>)(12<sub>2</sub>)(12<sub>3</sub>)内を上昇して上段の油溜室(7)に流入し、又下層の水は第 1 昇水管(13<sub>1</sub>)を通して第 2 分離室(5)に上昇し一層安靜なる状態にて第 2 段の油水分離作用を爲し、上層の油は第 2 昇油管(14)を上昇して油溜室(7)に流入すると共に下層の水は第 2 昇水管(13<sub>2</sub>)を通して水溜室(8)に上昇するから、このやうにして分離された油と水は夫々油溜室(7)と水溜室(8)から排油管(15)と排水管(16)を通して連続的に排出される。(第 10 圖及び第 11 圖参照)

# KBK

獨特の生産工程に因り  
ベアリング増産に挺身する

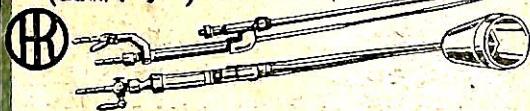
## 金剛ベアリング株式会社

大阪府・長野町

新案特許

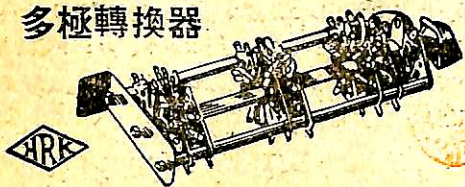
# 五ストークランフ

(五期バーナー) 特許番号第三三〇九二五号



興和互作所 営業所・大阪市西淀川区野里町一〇  
電話淀川(27)二二〇四番

## 多極轉換器



原崎無線工業株式会社  
東京都品川区五反田5の119 電話大崎(49)1351・4889番

## 輸送の完璧！即必勝

一般船舶浚渫船等設計建造及修理、浦賀式聯動汽機、浦賀式操舵装置及各種補機類、各種鐵架構

# 名古屋造船株式会社

名古屋市港區昭和町一三(電話代表南6012番)

## 船舶用汽動揚貨機製作 (土木鑛山用機械製作兼營)

# 後藤機械製造株式会社

取締役社長 後藤亮太郎  
本社 名古屋市中川區西女子町、代表電話南(8)5484番  
東京部出張所 東京都京橋區京橋二丁目、電話京橋(56)4251番

## 指定工場

### 内燃機関用鑛物

### 壓力機械用鑛物

## 古屋鑛工所

大阪市大淀區長柄東通二丁目五七  
電話堀川(35)458番、7127番、1202番、1336番

## 清水電氣計器



精密級携帯用計器  
通信用小型計器  
各種抵抗測定器  
交直兩用テスター



株式清水電機製作所

本社・工場 宮城縣石巻市門島町82(電話石巻685)  
東京事務所 東京都日本橋區濱町4丁目23(電話茅場町(66)5122)

## 各種熔接機製作修理

材料提供/向ハ  
優先製作

## 東洋電氣熔接機製作所

大阪市港區八雲町二ノ一五  
電話西(43)6922番

## 各種電氣熔接機



輕金屬用  
電氣點熔接機

株式電元社

本社 東京都板橋區上落合一丁目  
電話大塚(85)3397・3733  
出張所 東京・大阪・名古屋・廣島・  
福岡・京橋・奉天

## 海軍型内燃機關

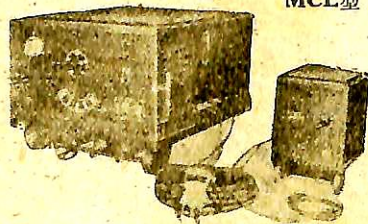
# 分解用具

専門製作

## 昭和工業株式会社

東京都下谷區金杉下町五四  
電話淺草(81)三九三九番

## MCL型 三葉全交流 植桿熔接機



株式三葉製作所  
電話津原(08)二九五一九番  
東京都津原區小山五丁目八

東電氣株式會社  
信機株式會社  
製造所



「もつと多くの航空機を無  
線機を送らねばなりません  
要求する  
前線からの

