

SHIPPING

1966. VOL. 39

# 船舶

# 6

昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可  
昭和四十二年六月十七日 発行  
昭和四十四年三月二十八日 運輸省特別承認雑誌第四〇六号  
印刷

日本郵船株式会社向  
超高速貨物船“加賀丸”

総トン数	約 11,650t
主機連続最大出力	18,400PS
速力(試運転時)	24.63ノット
(航海)	20.75ノット
昭和41年3月12日	竣工
三菱重工神戸造船所	建造

本船は三菱重工が日本郵船(株)から受注した同型4隻の第一船で、わが国最高速の定期貨物船であるとともに、戦前、戦後を通じ、わが国商船中の最高速船である。



## 三菱重工業株式会社

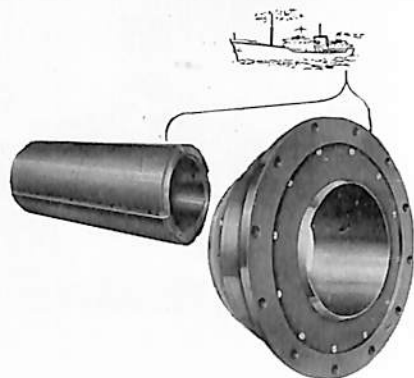
天然社

国産化に成功!



## オイル・バス式

スタンチューブ・シーリング  
" " ベアリング



(軸径130mm以上 1,000mm迄)

弊社製品について悪質なデマが流布されていますが御心配は無用です。御疑問あれば、どうぞ御問合せ下さい。

総代理店

住友商事株式会社(船舶課) 岡谷鋼機株式会社(機械課)

CHUETSU-WAUKESHA CO., LTD.

中越ワウケシヤ 有限会社

本社 東京都千代田区神田司町2-7(福祿ビル) 電話(293)8448-9 TELEX 24-146  
工場 富山県富山市向新庄1000 電話 富山(31)7480

## BON VOYAGE

航海のご無事を……

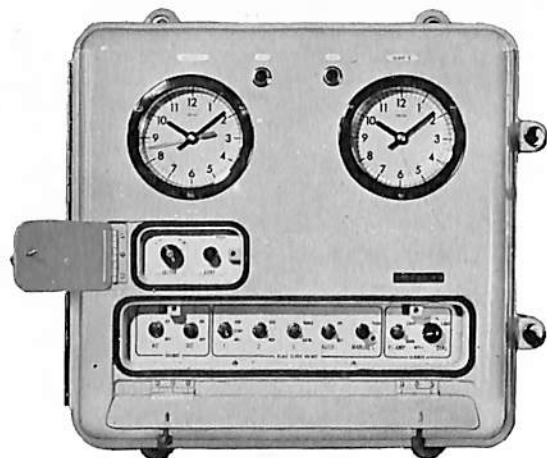
### 日差 0.2秒以内

航海の無事をまもるセイコー船用水晶時計。セイコー船用水晶時計は、グリニッジ標準時と日本標準時の両方がわかります。時刻の調整は正逆転が可能。また、親時計の文字板には世界で初めて“光る壁”(エレクトロ・ルミネッセンス)を使って夜もみやすく設計しました。

設計資料・カタログのお申込みは下記へ

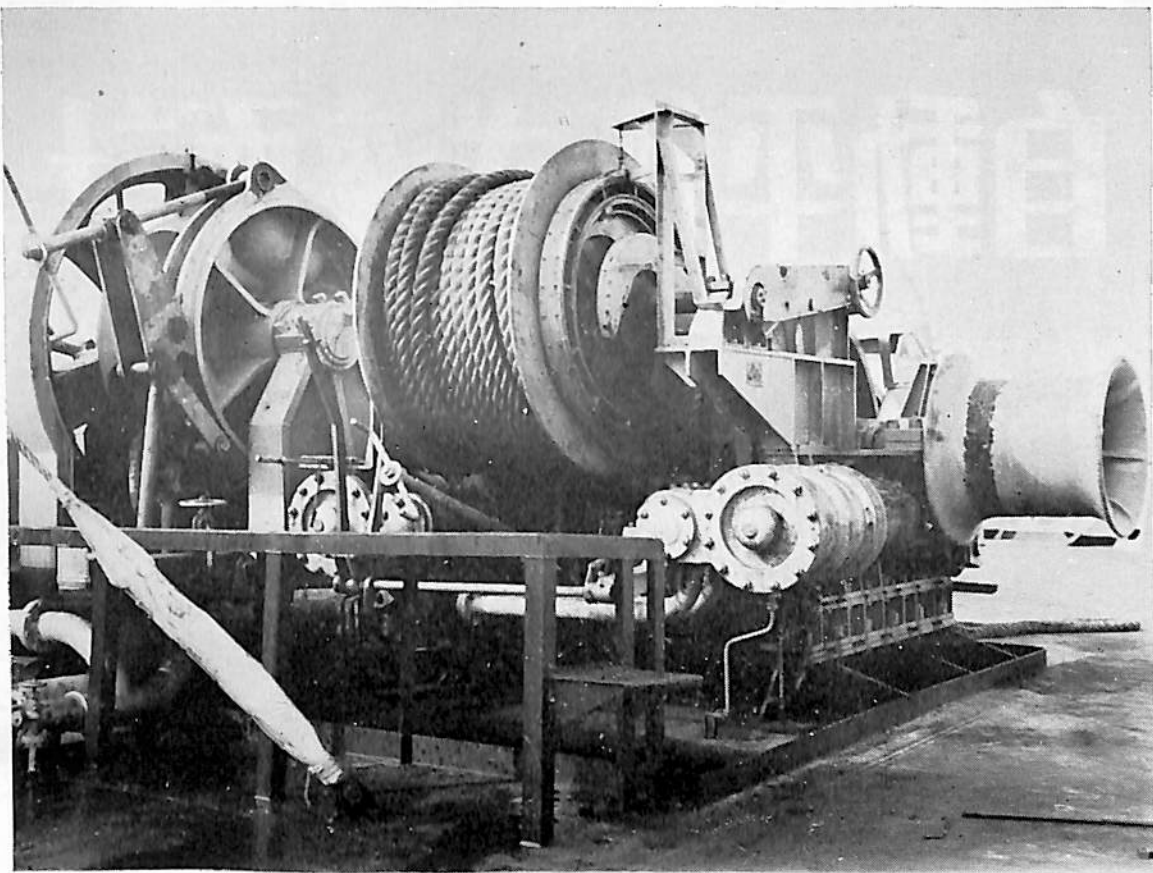
東京都中央区銀座4-5/大阪市東区博労町4-17  
札幌・仙台・名古屋・広島・福岡

株式会社 服部時計店 特器部



世界の時計

# SEIKO



## 係船作業の 人手をはぶく！

- いままで多くの労力と人員を必要としたホーサーの格納が1人で手軽にできます。
- ホーサーリールとウインチを一体構造にした便利な設計です。

# ロボロ ホーサーウインチ

## 《ワンマンコントロール》

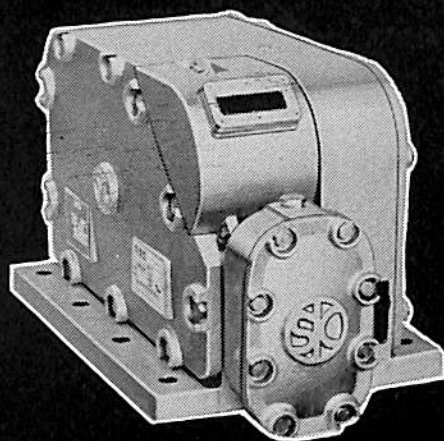


- お問い合わせは機械営業部まで……
- 本 社・大阪市浪速区船出町2丁目 電 631-1121  
 東京支社・東京都中央区日本橋江戸橋3丁目 電 272-1111  
 九州支店・福岡市天神町1丁目10番17号 電 74-6731  
 北海道支店・札幌市北一条西4丁目 電 22-8271  
 名古屋支店・名古屋市中村区米屋町2番地67 電 563-1511  
 仙台営業所・仙台市東二番丁93番地 電 25-8151



# 自動平衡式液面計

船舶用 LS-3211型



- 全電動、自動平衡式
- ディスプレーサー自動捲上  
捲降し(測定)
- 飛躍した安全性と耐久性
- 敏速な操作と誤操作の絶無
- 完全な耐蝕性

LS-3211型液面計は、特にタンカー荷油タンク用に設計された液面計で近年とみに長足の発展を見せる船舶の自動化、合理化に適應し、十分にその性能を發揮し得る画期的な全電動式液面計です。

## 櫻測器株式會社

カタログ進呈

本社 東京都武蔵野市中町3-4番22号 電話武蔵野(0422)(51)0611(代)  
出張所 大阪市西区靱本町2-80 飾大ビル1階 電話 大阪(441)9601-5



**YARWAY**

世界主要工業国 数十カ国  
で定評

ヤーウェイ・トラップは、アメリカ、イギリス、オランダ、西独、カナダ、スウェーデン、日本など世界の主要工業国で50年の実績をもつ高性能スチーム・トラップです。

世界で最も  
実績のある  
ヤーウェイ衝撃式  
スチーム・トラップ

**3,000,000 !!**

これがヤーウェイ・トラップの  
世界における実績です。



株式  
会社

日本総代理特許分権製造社

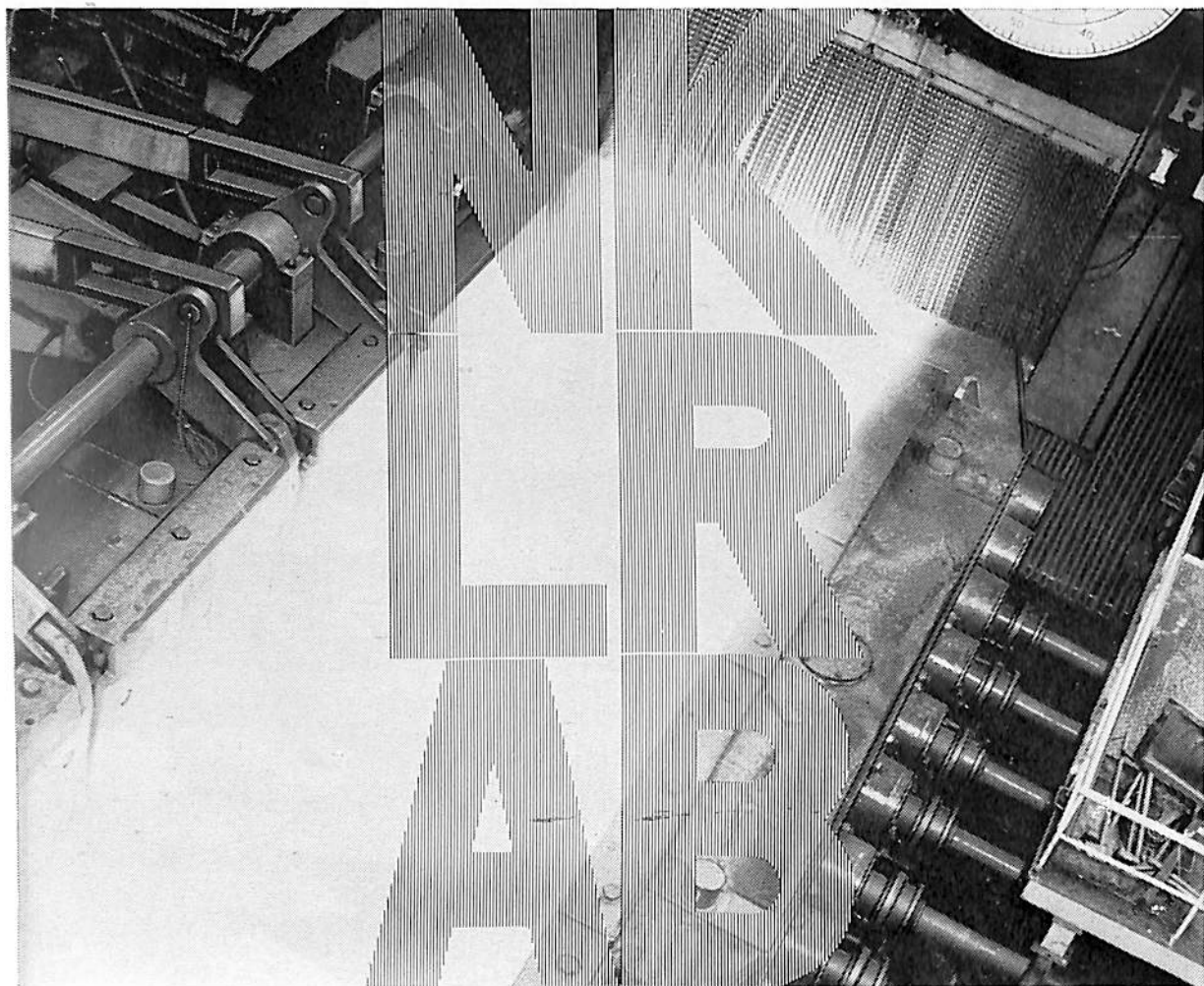
**ガデリウス 商会**

東京都港区赤坂佐馬町3-19 電話 403 2141 (大代)  
神戸市生田区浪花町27興銀ビル 電話 39 7251 (大代)  
名古屋市中区錦1丁目19-24 名古屋第1ビル 電話 201 7791 (代)  
福岡市博多区博多駅前2-2 福岡第1ビル 電話 28 2444・5606  
札幌市北4条西4-1 ニュー札幌ビル 電話 25 3580・6634

# NK・LR・AB

7つの海を駆けるパスポート取得!

住友の一 **厚鋼板**



船舶の大型化時代にこたえて登場した住友の厚鋼板。世界最大級ミルが造りだす いままでにない精度の高い4m巾厚鋼板です。住友の技術とフロンティア精神が生かされた鋼板です。世界の造船規格にパス。

7つの海を駆けるタンカー 客船など あらゆる船舶には住友の厚鋼板をご利用ください。

鉄をつくり  
未来をつくる



## 住友金属

住友金属工業株式会社

本社/大阪市東区北浜5の15 TEL(203)2201  
支社/東京都千代田区丸の内1の8 TEL(211)2211  
営業所/福岡・広島・岡山・高松・名古屋・静岡・新潟・仙台・札幌

# 船舶

第 39 卷 第 6 号

昭和 41 年 6 月 12 日 発行

天 然 社

## ◇ 目 次 ◇

デンマーク向高速定期貨物船 AZUMA .....	三井造船株式会社…(41)
水中翼船開発の動向 .....	大津義徳…(48)
魚雷艇・その性能と可能性 .....	丹羽誠一…(59)
強化プラスチック製大型ボートについて .....	戸田孝昭…(66)
日本造船研究協会の昭和 39 年度の主要研究業務について(4) .....	北島泰蔵…(79)
東京タンカー株式会社向 150,000 DWT 型タンカー「東京丸」(3) …	石川島播磨重工業株式会社…(92)
[提言] 高速艇産業の奮起を求む .....	林 吾平…(78)
[船舶事情] 最近の造船事情について .....	(90)
[水槽試験資料 185] D. W. 24,000 トン型撤積貨物船の模型試験 .....	船舶編集室…(102)
NK コーナー .....	(106)
[特許解説]・活魚艙樋口開閉器・ディーゼル機関の製造方法・船舶用推進装置 .....	(107)

- 写真解説 ☆ “出光丸”ブロック搭載はじまる  
☆ アルミ合金軸受(金剛コルメット)  
☆ “ロランC-A 受信機 LR-700型” “筏式自動救難発信器 ERT-1 型”(光電)

進 水—☆ つばろん丸

竣 工—☆ 恵山丸 ☆ 春日丸 ☆ 徳恵丸 ☆ 昭伸丸 ☆ 富士山丸 ☆ 加賀丸  
☆ 金清丸 ☆ 昌海丸 ☆ 徳島丸 ☆ 霞峰丸 ☆ 日進丸 ☆ 康洋丸  
☆ こすもの ☆ 豊後丸 ☆ HOEGH MALLARD ☆ HUNEDOARA  
☆ TRANSONTARIO ☆ OGOSTA ☆ WORLD QUEEN ☆ J. E. GOSLINE  
☆ MARATHA PROVIDENCE



船齡を延ばす  
**ダイメットコート®**  
塗る亜鉛メッキ

弊社工事は最新の設備と優秀な技術によりサンドブラスト処理からスプレー塗装まで一貫した完全施工をしております。国内施工実績300万平方メートル。

米国アマコート会社日本総代理店  
株式会社 **井上商会**  
取締役社長 井上正一  
横浜市中央区尾上町5-80 TEL (68) 4021~3

修繕船G. L. PARKHURST号の外舷部に DIMETCOTE No. 3 (白色の部分)を施工中のもの



## つばろん丸

昨年12月18日三井造船・玉野造船所において起工した大阪商船三井船舶向け55,000重量トン型鉱石兼油槽船つばろん丸は、4月27日進水した。

本船は来る7月中旬完成の予定で、完成の暁にはペルシャ湾よりブラジルへの原油、ブラジルから日本への鉱石の輸送に従事することになっており、このように三角航路に配船される船はわが国では初めてである。

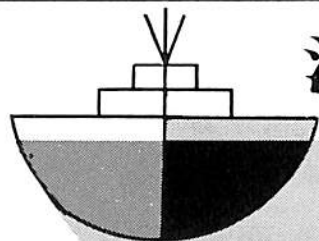


### 主要々目

長さ(垂線間)	213.00 m
幅(型)	31.70 m
深さ(〃)	17.60 m
計画満載吃水	11.80 m
船級	NK
載貨重量	約 55,370 吨
総トン数	約 34,000 噸
貨物艙容積	鉱石 約 31,500 m <sup>3</sup> 原油 約 65,500 m <sup>3</sup>
主機	三井・B&W ディーゼル機関 884-VT 2 BF-180 型 1 基
出力(連続最大)	18,400 BHP×114 RPM
速力(満載連続最大)	約 16.9 ノット

### 特色

1. 前記の通り三角航路に配船されるため、空船航海が減少し、運航経済性が高い。
2. 荷役能率化のため、極力船艙数を少なくし、4艙とし、各艙を鉱石兼貨物油艙とした。
3. 貨物油を揚荷後鉱石を積むに際し貨物油艙内のガスフリーを短時間内かつ能率的に行なうためポンプ室通風機利用による固定式ガスフリー装置のほかにスチームジェット式ガスデパーラーを2台装備した。
4. 機関室に機関部制御室を設け、同室に主機をはじめ各種補機の遠隔監視、制御、計測、記録、警報装置等を装備し、集中監視を行ないつつ、主機の遠隔操縦並びに補機類の自動或いは遠隔操作が行なえる。



# 海運の合理化に!

## SR 船底塗料

### 合成ゴム系



## 東亜ペイント株式会社

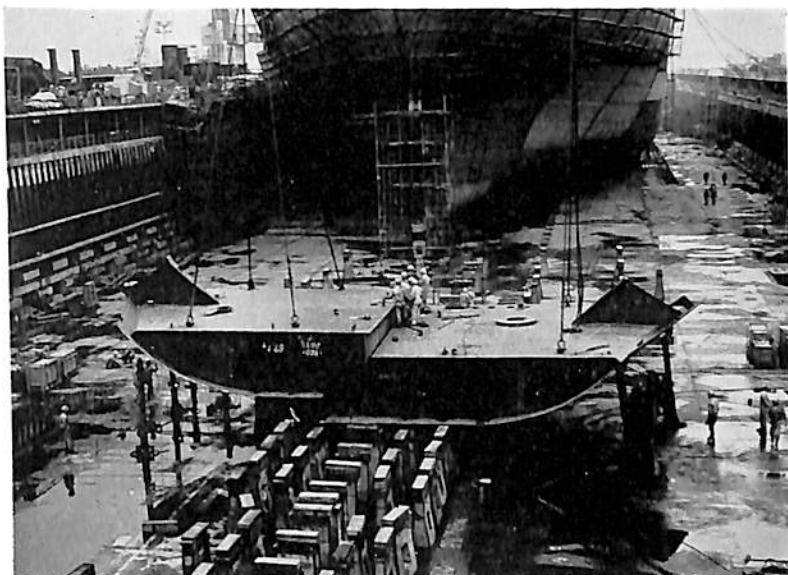
大阪市北区堂島浜通り2の4 電話(代) 362-6281  
東京都港区新橋5丁目36の11 電話(代) 432-1251

205,000 DWT<sub>1</sub>タンカー  
出光丸のブロック搭載

石川島播磨重工は、4月30日、世界最大のタンカー「出光丸」（205,000載貨重量トン）のブロック搭載を開始し、本格的な建造に入った。建造は、先に東京丸（150,000載貨重量トン）を完成した同社横浜第2工場 200,000トン建造ドックで行なわれている。

本船は、いままでに建造されたすべての船舶を上回る大きさであると同時に  
①日本で初めて再熱式タービンを使用し、その燃料消費量は、タービン船として世界で初めて200 gr/ps・hrを下回る195 gr/ps・hrである、  
②荷役装置・機関部に大幅な自動化をとり入れ、とくに機関にはプログラム・コントロールを採用している、など新しい構想が盛り込まれている。また、その建造にあたっては、  
①高張力鋼を多量に使用する、  
②片面自動溶接を広汎に行なう、  
③早期塗装を徹底するなどの考慮がはらわれている。

本船には、上甲板・船底部およびその縦通材に50kg/mm<sup>2</sup>の高張力鋼が使用され、その使用量は、船殻重量のおよそ3分の1に達するものである。



主要目		
全長	約	342.00 m
垂線間長		326.00 m
幅（型）		49.80 m
深さ（型）		23.20 m
計画満載喫水		17.33 m
総トン数	約	108,500 トン
載貨重量トン数	約	205,000 トン
貨油倉容積	約	244,800 m <sup>3</sup>
主 機 関	IHI 再熱式 船用蒸気タービン 1 基	
	連続最大出力	33,000 SHP×101 RPM
	常用出力	32,000 SHP×100 RPM
速 力	試運転保証速度	16.75ノット
	常用満載航海速度	16.50ノット
乗 組 員		32名

防蝕防錆のことならなんでもご相談ください

無機質高濃度亜鉛塗料  
**ザップコート**  
(ニッペジンキー #1000)

**電気防蝕**

性能のすぐれた新しい  
アルミニウム合金流電陽極  
ALAP

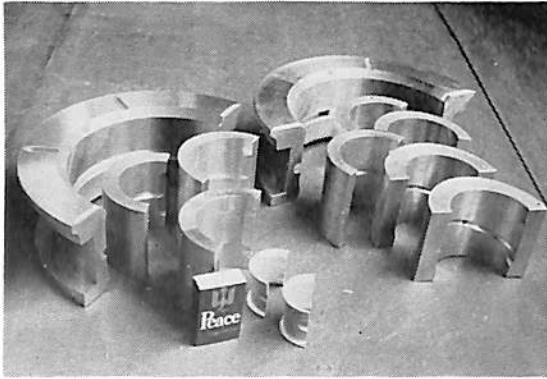
**中川防蝕工業株式会社**

東京都千代田区神田鍛冶町2の1 (252) 3171(代)  
大阪(362)5855~6 札幌(24)2633 広島(21)5367 名古屋(821)3296 福岡(28)2563 新潟(66)5584 仙台(23)7084  
港湾施設・船舶・埋設管・地中海中鉄鋼施設・機械装置

調査 設計 施工 管理

## アルミ合金軸受

— 金剛コルメットが開発 —



株式会社金剛コルメット製作所（横浜市神奈川区栄町4-89）はアルミ合金による船用内燃機関用軽量軸受を開発した。

従来の軽合金ホワイトメタル製に比べ重量は3分の1、材料費は5分の1となり、高速、高荷重にたえる画期的な軸受で同社は特許を出願中だが、さらに基礎研究を続け船用内燃機関だけでなく一般産業機械にもこのアルミ合金軸受を応用する考えである。

船用内燃機関の軸受には現在、錫と銅、アンチモン、鉛、ニッケル等を配合した軽合金「ホワイトメタル」が使われている。

ところが最近、銅や錫の値上りがはげしく原料の入手がむずかしくなっているほか造船界では軽量高速化の要求がきびしく、このため世界的に安くて軽いアルミニウムを主成分とした軸受を採用する機運が強い。これまでアルミ合金による軸受は荷重が1平方センチ当たり50キログラム程度しかかからない軽自動車、農業用発動機などに使われているだけで大きさも軸径50ミリ程度が最大だった。これは内部に巣が発生しやすいなど铸造が技術的にむずかしいためで、大軸径を必要とする船用内燃機関にはほとんど使われていなかった。この度同社が開発した軽量軸受はアルミとスズを主体に特殊な元素を添加して铸造したもので、铸造方法は静置、遠心両铸造方式が可能である。

従来のアルミ合金製に比べ、①埋没性がよく、軸受にまきこまれた異物をだき込む、②耐焼付性やなじみ性がよいので耐摩耗性が大きい、③荷重支持能力は強制潤滑の場合1平方センチメートル当たり210キロと4倍になった、④PV値（荷重支持能力と高速性能をかみ合せた値）は10,000以上で2倍以上になった、⑤耐食性が大きい、などの特徴をもつ。

物理的および機械的性質、比較表

### 物理的性質

	比重	熱伝導度 (cal/cm <sup>2</sup> sec °C)	熱膨脹係数 (10 <sup>-6</sup> )
ホワイトメタル	7.27~7.7	0.09~0.10	20.4~22.8
Al—Su 合金	2.8 ~2.9	0.265	21.47
鉛 青 銅	9.5 ~9.7	0.279	19.8

### 機械的性質

	抗張力 (kg/nm <sup>2</sup> )	伸び (%)	硬度 (HB)	疲労強さ (2 × 10 <sup>7</sup> kg/mm <sup>2</sup> )	衝撃強さ (kgm/cm <sup>2</sup> )
ホワイトメタル	6.6~9.3	12~21	21~30.5	2.5~3.5	0.26~3.4
Al—Su 合金	15~21	8,0	40~50	6~7	4.41
鉛 青 銅	16~21	7~6	35~48	4~5	1.6~2.4



“ ロラン C-A 受信機 LR-700 型 ”

“ 筏式自動救難発信器 ERT-1 型 ”

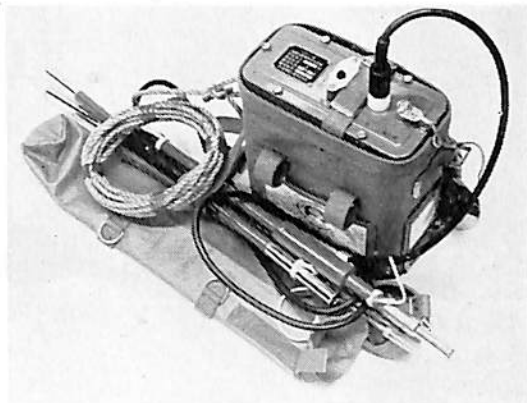
(光電製作所)

株式会社光電製作所(東京都品川区上大崎長者丸284)では、かねてから西独郵政省に対し、ロラン C-A 受信機 LR-700 型について検定を申請していたが、本年3月1日附で西独郵政省の検定に合格した。

同製作所は、方探、ロラン、魚探の専門メーカーとして広く知られているが、1964年7月、ロラン A 受信機 LR-365 型が同国の検定に合格し、国内はもちろん広く海外諸国においても愛用されていた。このたび西独の検定に合格したロラン C-A 受信機 LR-700 型は昨40年に国内販売を開始して以来、すでに多数の国内船舶に装備されているが、今後は国内船舶はもちろん、外国船にも全面的な信頼をもって装備されるものと思われる。

また同製作所で販売中の ERT-1 型 筏式自動救難発信器(遭難自動通報設備)は、かねてより郵政省の型式検定を申請中であつたが、昭和41年2月23日付で合格した。検定番号は、E 66003、型式名は EM 3 AEL 8-1 である。

同製作所は、昨40年以来万一の時に全く人手を要しない全自動式救難無線ブイ ERB-1 型を開発し、多数の船舶に装備され人命の尊重に寄与して来た。しかし衆知のように法規に定められた遭難自動通報設備にはブイ式と筏式の2種類があり、各地でそれぞれの希望があり、特に集団操業の船舶などでは、種々の事情から小型の筏式自動救難発信器を希望する向もあるので、全自動式救難無線ブイの経験と実績に基づいて ERT-1 型筏式自動救難発信器を研究開発したものである。



郵政省の型式検定に合格した ERT-1 型  
筏式自動救難発信器



古き歴史と  
新しい技術を誇る

## 三ツ目印 清罐剤

登録 罐水試験器  
實用新案  
一般用・高圧用・特殊用・各種

最新の技術、40年の経験による  
特許三ツ目印清罐剤で汽罐の保護と  
燃料節約を計って下さい。  
罐水処理は何んでも御相談下さい。

### 営業品目

三ツ目印清罐剤 三ツ目印罐水試験器  
罐水試験試薬各種 燐酸根試験器  
B R 式 P H 測定器 試験器用硝子部品  
P T C タンク防蝕剤

## 内外化学製品株式会社

本社 東京都品川区南大井5丁目12番2号  
電話 大森(762)2441~3  
大阪出張所 大阪市西区本田町1の3 電(54)1761  
札幌出張所 札幌市北二条西十丁目1 電(4)5291-5



徳 恵 丸  
(小型捕鯨船, ミング船)

船 主 東海漁業株式会社  
造船所 舞鶴重工・舞鶴造船所

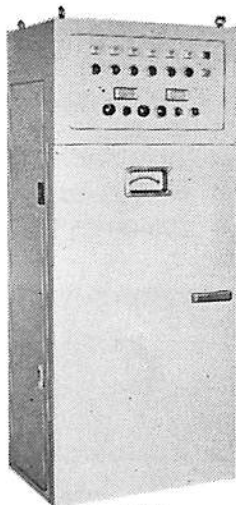
長(垂) 20.60 m (漁船法) 幅(型) 4.40 m  
深(型) 2.03 m 吃水 1.60 m 総噸数  
42噸 速力 11.5ノット 主機 デーゼル  
出力 400 PS 起工 40-12-17  
進水 41-2-28 竣工 41-3-30 捕鯨砲  
口径 50 ミリ 1門 乗員 8名



昭 伸 丸  
(LPG タンカー)

船 主 昭和油槽船株式会社  
造船所 瀬戸田造船株式会社

全長 53.10 m 長(垂) 48.20 m  
幅(型) 9.20 m 深(型) 4.45 m  
吃水 3.45 m 総噸数 637.58噸  
載貨重量 1,074.30噸 速力 10.5ノット  
主機 富士ディーゼル製 6 MD 275 BH-G型デ  
ィーゼル機関1基 出力 646 PS 船級 NK  
起工 40-11 9 進工 41-2-23  
竣工 41-4-25



FMA-26型  
(カタログ文献謹呈)

## 光明可燃性ガス警報装置

(運輸省船舶技術研究所検定品)

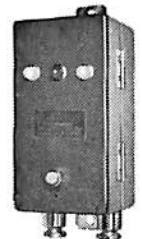
LPG タンカー  
ケミカルタンカー  
オイルタンカー  
の

爆発防止に活躍する

プロパンガス厨房に  
光明可燃性ガス警報器

新製品

FA型



光明理化学工業株式会社

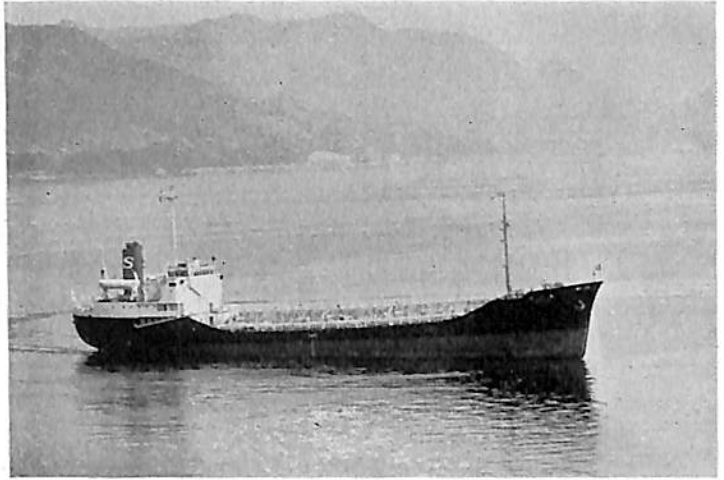
東京都目黒区唐ヶ崎町603 TEL (711) 2176(代)

恵 山 丸

(糖蜜兼油槽船)

船主 新和海運株式会社  
造船所 株式会社 宇品造船所

全長 88.30 m 長(垂) 82.00 m  
幅(型) 12.80 m 深(型) 6.60 m 吃水  
5.89 m 総噸数 2,115.28 噸 載貨重量  
3,489.00 噸 速力 12.7 ノット 主機  
阪神内燃機製 Z 750 SH 型 ディーゼル 機関 1  
基 出力(最大) 2,800 PS×255 RPM  
船級 NK 起工 40-12-8 進水 41-2-20  
竣工 41-4-20

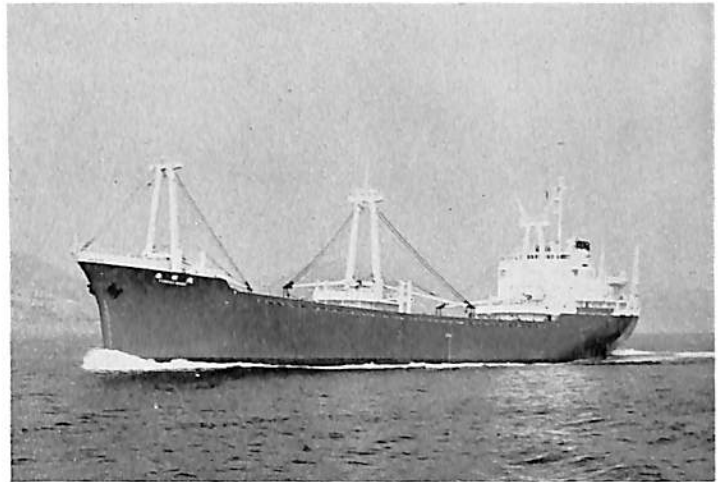


春 日 丸

(木材運搬船)

船主 新田汽船株式会社  
造船所 来島船渠株式会社

全長 110.04 m 長(垂) 101.00 m  
幅(型) 16.20 m 深(型) 8.15 m  
吃水 6.681 m 総噸数 3,919.04 噸  
載貨重量 6,225.43 噸 速力 13.00 ノット  
主機 三菱単動2サイクルディーゼル機  
関 1 基 出力 2,720 PS×227.5 RPM  
船級 NK 起工 40-9-27 進水 40-  
12-12 竣工 41-2-25



8

の  
船舶塗料

- C.R. マリーンペイント
- L.Z. プライマー
- 槌印船底塗料
- 槌印船底塗料 R
- ニッペンジンキー
- エポタール
- Transocean Brand
- Copon Brand

大阪市大淀区大淀町北 2  
東京都品川区南品川 4



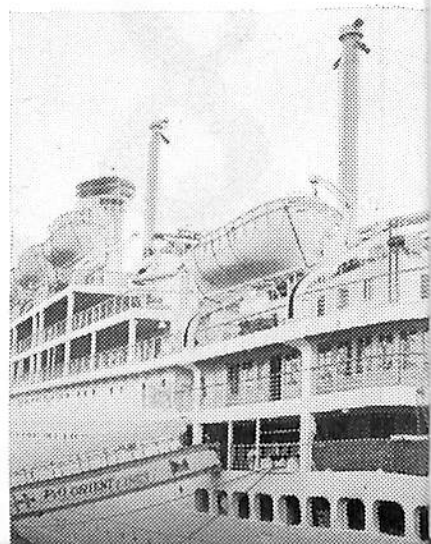
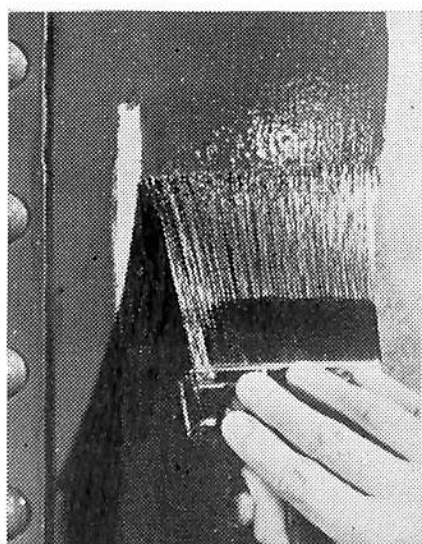
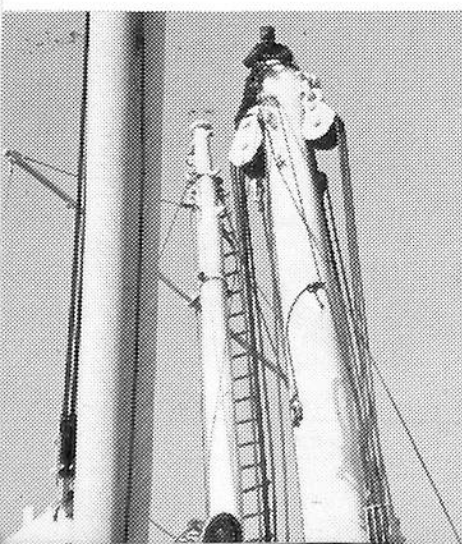
日本ペイント





サビ面に直接塗れる  
ラスト・オリウム769

★ラスト・オリウム769——は、こんなところに防錆力を発揮します。



# 手間や費用のムダがはぶけ、そのうえ、防錆力が抜群です。

## ■769防湿レッド・プライマーは、ラスト・オリウム社が誇るサビ止め塗料です。

769は、サビ面 (SOUND RUSTED SURFACE) に直接塗ってください。従来の防錆塗装概念と異なり、浮きサビや腐食部分を取り除くだけで直接サビ面に塗れます。わずらわしいサンド・ブラスティングなど表面処理の手間や費用が大幅にはぶけますので、大変、安上がりです。

そのうえ、防錆力は抜群——。特別に化学処理された魚油がサビを通して、深く金属の地肌まで浸透し、サビの原因となる湿気、水分、熱、空気、工業地域の大气条件などから護ります。米国の権威あるバツェル記念研究所の放射能テストの結果、魚油のすばらしい浸透力が実証されました。また、わが国の専門家の間でも、防錆力の優秀性に太鼓判を押されています。

さらに、金属の収縮、膨脹にも適する弾力性に富み、また、鉛を含まない有機塗料なので熔接のさい、有毒ガスが発生しない……など数多くの特徴をもっています。

## ■用途に適した200のタイプとカラーを用意しています。

ラスト・オリウムは、船舶、鉄骨、タンク、鉄塔をはじめ、工場施設、機械器具などのメンテナンスに欠くことのできないサビ止め塗料です。耐熱、耐水、耐化学薬品用をはじめ木材面用、コンクリート面用まで、用途別に約200のタイプとカラーをとり揃えています。

## ■カラーは、いつまでも美しく鮮やかです。

みなさんは、仕上げ塗装のたびに“変色しないで永持ちするカラー”があれば、何度も、塗りかえなくていいんだが——と、悩まれることでしょう。仕上げ塗装の生命は、品質いかに左右されるのです。その点、ラスト・オリウムのカラーは、きっと、ご満足いただけます。100以上の色 (ニューカラーホライズン) があり、そのすべてが変色せず、永持ちします。

お好きなカラーで仕上げてください。

## ■世界中で、ラスト・オリウムが威力を実証しています。

ラスト・オリウムの創始者キャプテン、ファーガソン氏が船舶の防錆塗料として、ラスト・オリウムを開発。いらい、今日まで44年間にわたって、世界92カ国に輸出し、好評を得ています。海にとりかこまれ、しかも、湿気の多いわが国で、メンテナンスの責任をもつ人々は、ぜひ、ラスト・オリウムをお試してください。



サビをくう ラスト・オリウム

# RUST-OLEUM®

## STOPS RUST!®

## 米国ラスト・オリウム社

日本総代理店

## 特殊防錆コーティング株式会社

東京都港区芝公園25号地(協立ビル内) TEL.431-4156-8

- ラスト・オリウムは日本で、Rust-Oleum と Stops Rust は米国で登録された商標です。

### サビの悩みをズバリ解消!

- ★テスト用のラスト・オリウム769防湿レッド・プライマーと資料を送ってほしい。
- ★技術者を派遣してもらいたい。

このクーポンに、ご希望のところが○でがこみ、あなたの会社の便箋にはって、下記の私書箱あて郵送してください。また、電話によるお問い合わせでも結構です。

東京都芝郵便局私書箱 137号

SP-2





HOEGH MALLARD (ばら積貨物船)

船主 ATLANTICA AND TINFOS  
PAPIRFABRIK (ノルウェー)

造船所 川崎重工工業株式会社

総噸数 16,468.29トン 純噸数 8,623.97トン

航行区域 遠洋 載貨重量 22,986.00トン

全長 178.50m 長(垂) 168.00m

幅(型) 22.80m 深(型) 14.10m

満載吃水 9.81m 満載排水量 30,779.00トン

船型 凹甲板型 主機 川崎 MAN K7Z<sup>78</sup>/<sub>40</sub>D

型ディーゼル機関1基 出力(連続最大)

10,500 PS×120 RPM (常用) 9,450 PS×116

RPM 速力(試運転最大) 17.487ノット

汽鐘1×コクラン 1.5 T/H 発電機 500 KVA

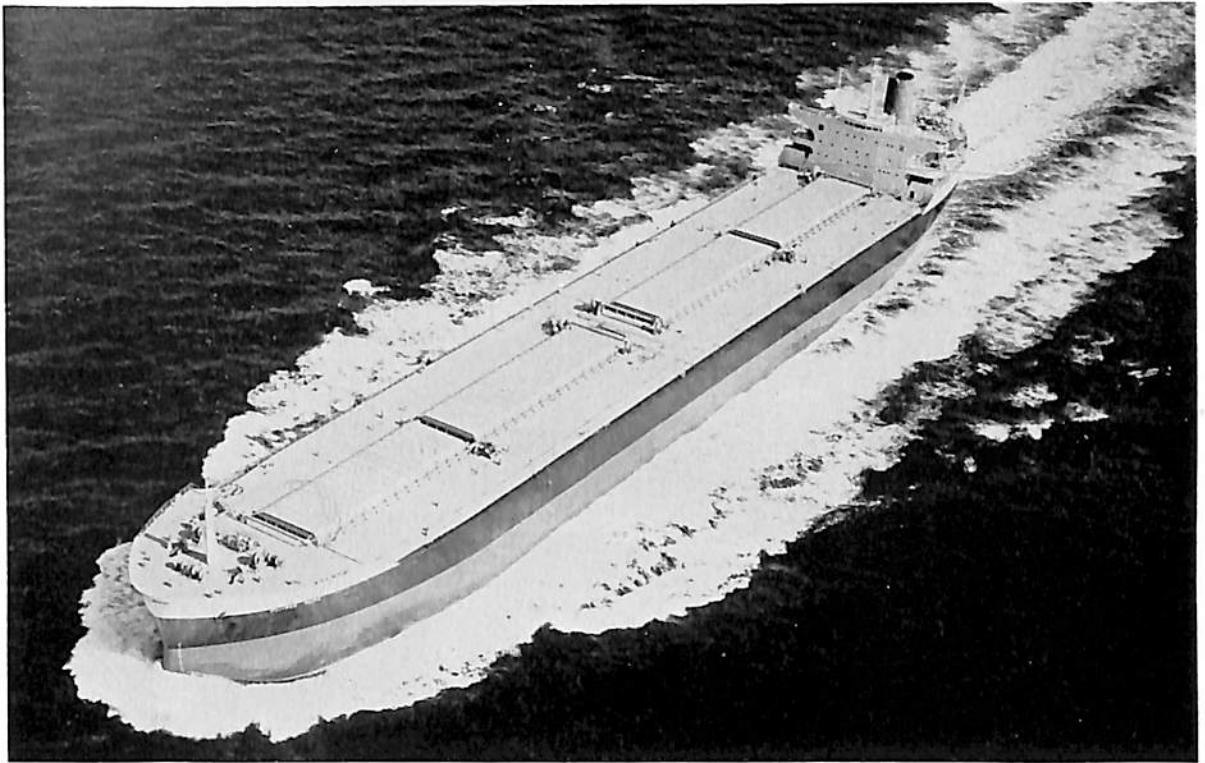
×3 貨物倉容積(グレーン) 28,908.3 m<sup>3</sup>

燃料油倉容積 1,956.3 m<sup>3</sup> 清水倉容積 336.2 m<sup>3</sup>

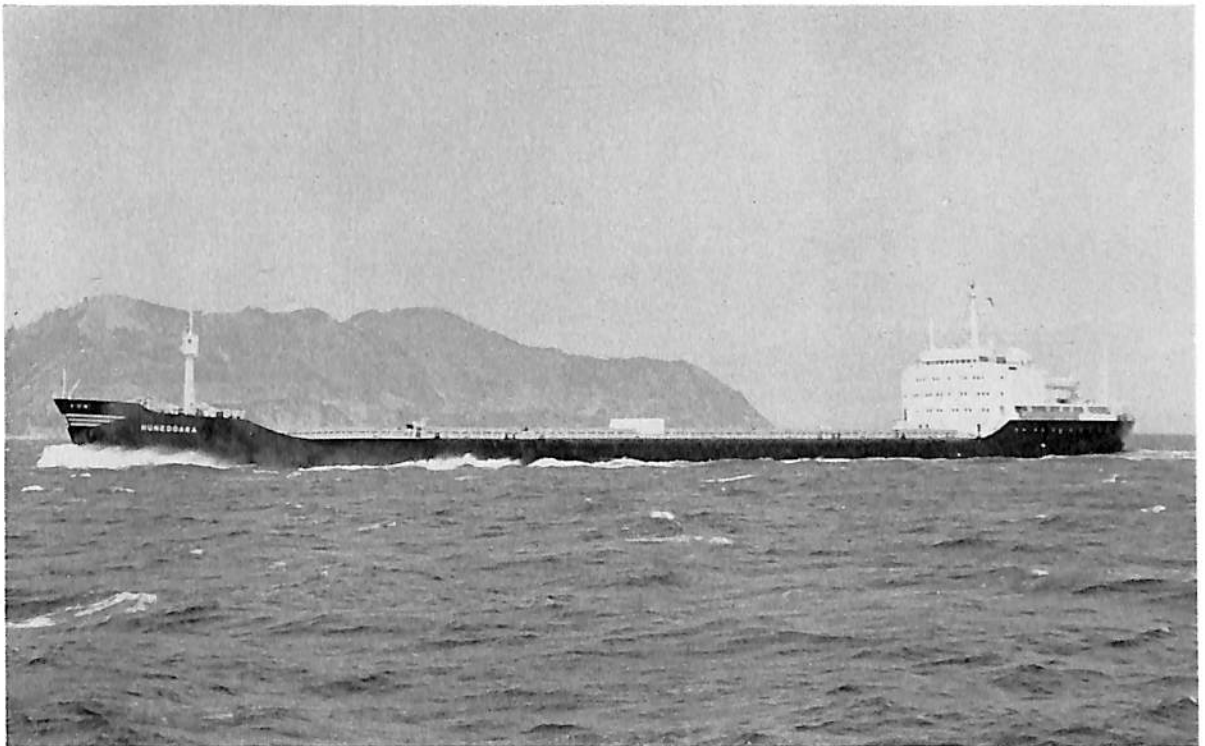
船級 NV 乗組員数 39名 起工 41-9-27

進水 41-1-11 竣工 41-4-12

本船は 鉱石、穀物、木材、等多種類の貨物の外  
に、特に自動車をも積めるよう計画されている。



富士山丸 (鉾石運搬船) 船主 大阪商船三井船舶株式会社 造船所 三井造船・玉野造船所  
 長(垂) 232.00 m 幅(型) 34.80 m 深(型) 18.25 m 吃水 12.338 m 総噸数 42,670.35 噸  
 載貨重量 70,503.00 噸 速力(試) 17.62 ノット 主機 三井 B&W 884-VT 2 BF-180 型ディーゼル  
 機関 1 基 出力(最大) 18,400 PS×114 RPM 船級 NK 起工 40-9-21 進水 41-2-2  
 竣工 41-4-28



HUNEDOARA (鉾石運搬船) 船主 INBDUS TRIAEXPORT, RUMANIA  
 造船所 日立造船・因島工場 全長 181.10 m 長(垂) 172.00 m 幅(型) 24.80 m 深(型) 12.90 m  
 吃水 9.50 m 総噸数 16,500.00 噸 載貨重量 25,400.00 噸 速力(試) 16.25 ノット 主機  
 日立 B&W 774-VT 2 BF-160 型ディーゼル機関 1 基 出力(連続最大) 11,500 PS 船級 LR  
 起工 40-9-28 進水 41-1-22 竣工 41-3-31

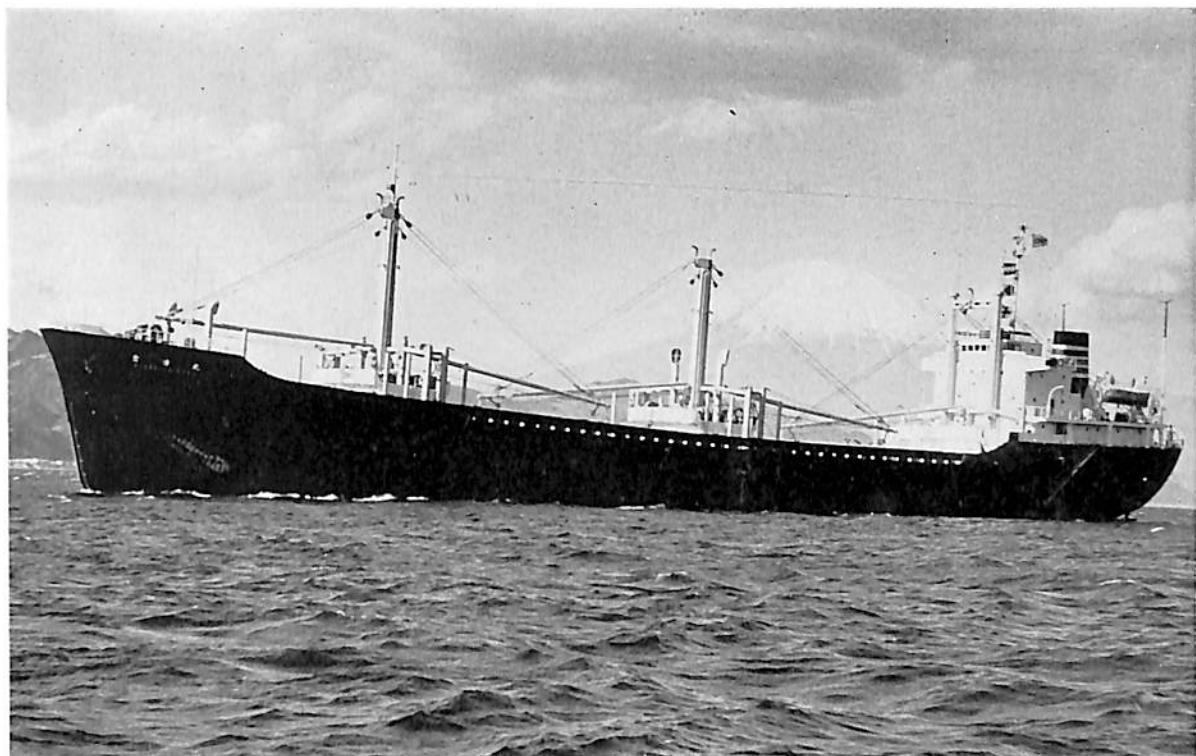




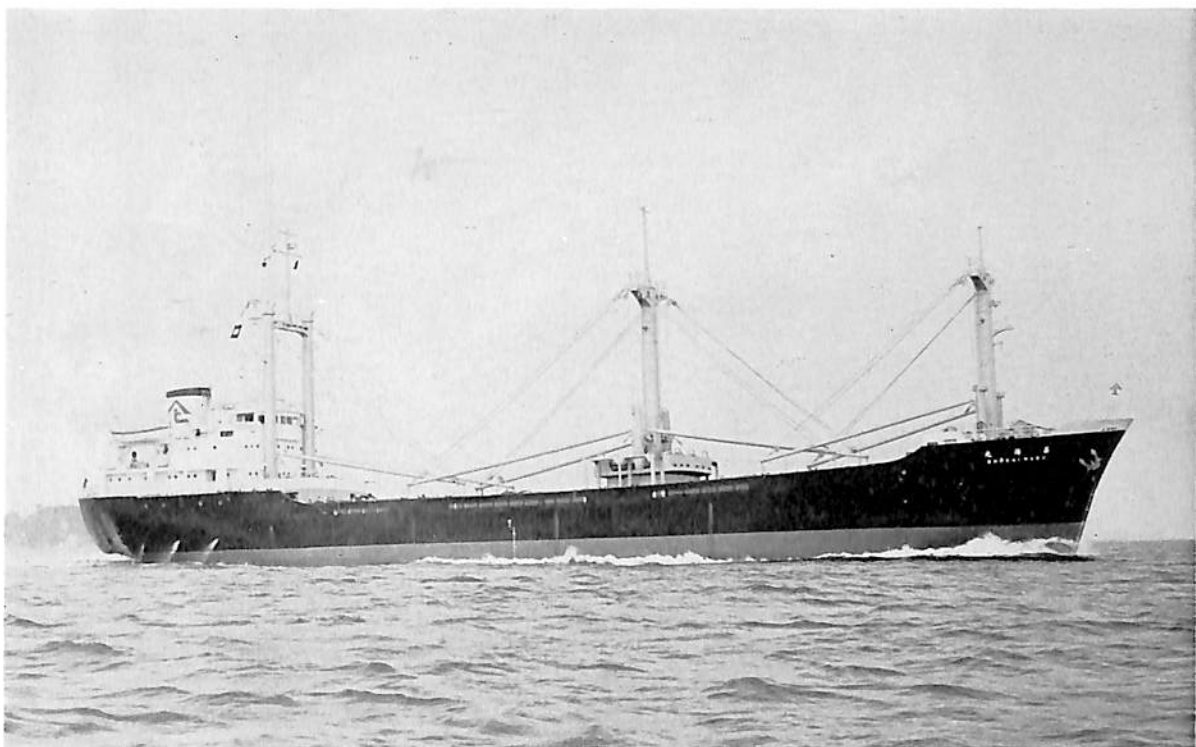
加賀丸 (貨物船) 船主 日本郵船株式会社 造船所 三菱重工・神戸造船所  
 長(垂) 160.0 m 幅(型) 23.0 m 深(型) 13.3 m 吃水 9.3 m 総噸数 11,930.39 噸  
 載貨重量 13,490.00 噸 速力(試) 24.63 ノット 主機 三菱 UEC<sup>85/150</sup> 型ディーゼル機関 1 基  
 出力 18,400 PS 船級 NK 起工 40-10-1 進水 40-12-11 竣工 41-3-23



TRANSONTARIO (貨物船) 船主 POSEIDON SCHIFFFAHRT G. m. b. H. (西ドイツ)  
 造船所 三井造船・玉野造船所 長(垂) 120.00 m 幅(型) 17.60 m 深(型) 10.20 m 吃水  
 7.8845 m 総噸数 6,429.28 噸 載貨重量 7,945.00 噸 速力(試) 18.26 ノット 主機 三井 B&W  
 662-VT 2 BF-140 型ディーゼル機関 1 基 出力(最大) 7,200 PS×139 RPM 船級 GL 起工 40-  
 9-29 進水 41-1-13 竣工 41-4-20



**金 清 丸 (貨物船)** 船主 金成汽船株式会社 造船所 株式会社 金指造船所  
 全長 122.58 m 長(垂) 114.00 m 幅(型) 16.60 m 深(型) 8.40 m 吃水 6.64 m  
 総噸数 4,813.28 噸 載貨重量 9,730.00 噸 速力 13.2 ノット 主機 神發製 2 サイクル 単動 過給  
 機付ディーゼル機関 1 基 出力 3,570 PS×166 RPM 船級 NK 起工 40-12-28  
 進水 41-2-25 竣工 41-4-15



**昌 海 丸 (貨物船)** 船主 嶋谷汽船株式会社 造船所 尾道造船株式会社  
 全長 90.95 m 長(垂) 83.80 m 幅(型) 14.60 m 深(型) 6.90 m 吃水 5.820 m, (木材)  
 6.149 m 総噸数 2,542.48 噸 載貨重量 3,937.68 噸, (木材) 4,293.58 噸 速力 11.50 ノット  
 主機 赤阪鉄工製 KD7SS 型ディーゼル機関 1 基 出力 1,680 PS×232 RPM 船級 NK 起工 40-  
 11-18 進水 41-3-7 竣工 41-4-29



徳島丸 (油槽船) 船主 日本郵船株式会社 造船所 三菱重工・長崎造船所  
 長(垂) 256.0 m 幅(型) 42.5 m 深(型) 28.0 m 吃水 15.6 m 総噸数 67,653.00 噸  
 載貨重量 123,989.00 噸 速力 16.05 ノット 主機 MTP タービン 出力 24,000 PS 船級 NK  
 起工 40-9-10 進水 40 12-28 竣工 41-4-25



OGOSTA (油槽船) 船主 BULGATION CORP OF SHIPBUILDING & SHIPPING (ブルガリア)  
 造船所 株式会社 大阪造船所 長(垂) 166.00 m 幅(型) 24.00 m 深(型) 13.40 m 吃水 10.00 m  
 総噸数 15,856.50 噸 載貨重量 25,579.00 噸 速力(試) 15.679 ノット 主機 三井 B&W 762-  
 VT 2 BF-140 型ディーゼル機関 1 基 出力 8,400 PS×139 RPM 船級 LR 起工 40-10-8  
 進水 41-2-3 竣工 41-4-30



WORLD QUEEN (油槽船) 船主 THE RANK SHIPPING CO. (ホンコン)  
 造船所 三菱重工・広島造船所 長(垂) 226.00 m 幅(型) 34.84 m 深(型) 16.7 m 吃水 11.58 m  
 総噸数 40,432.70 噸 載貨重量 76,595.00 噸 速力 15.5 ノット 主機 三菱スルザー 8 RD 90 型デ  
 ィーゼル機関 1 基 出力 18,400 PS 船級 LR, BV 起工 40-9-17 進水 40-12-15  
 竣工 40-3-22

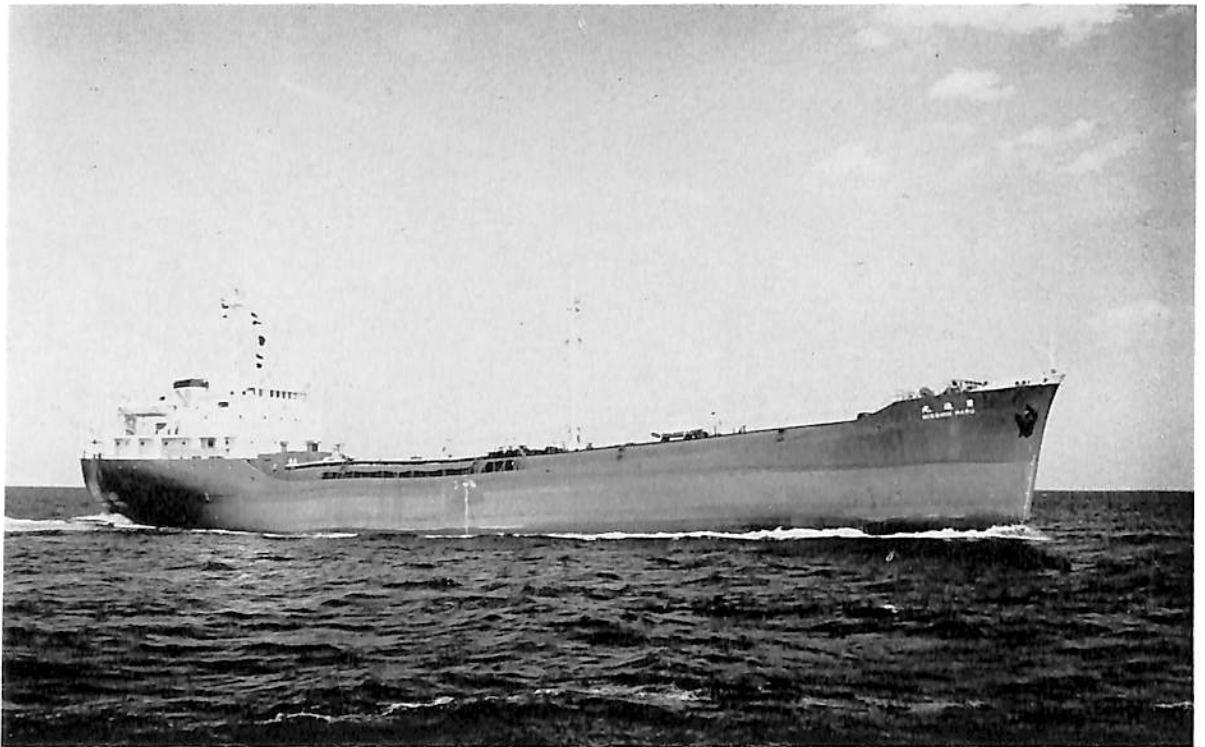


J. E. GOSLINE (油槽船) 船主 CHEVRON TRANSPORT CORP. (リベリア)  
 造船所 日立造船・因島工場 全長 239.00 m 長(垂) 230.00 m 幅(型) 31.84 m 深(型)  
 17.55 m 吃水 11.738 m 総噸数 33,672.00 噸 載貨重量 54,851.00 噸 速力(試) 17.414 ノット  
 主機 IHI-MST-13 型タービン 1 基 出力(最大) 19,250 PS×105.3 RPM 船級 AB 起工 40-8  
 -13 進水 40-10-21 竣工 41-4-12

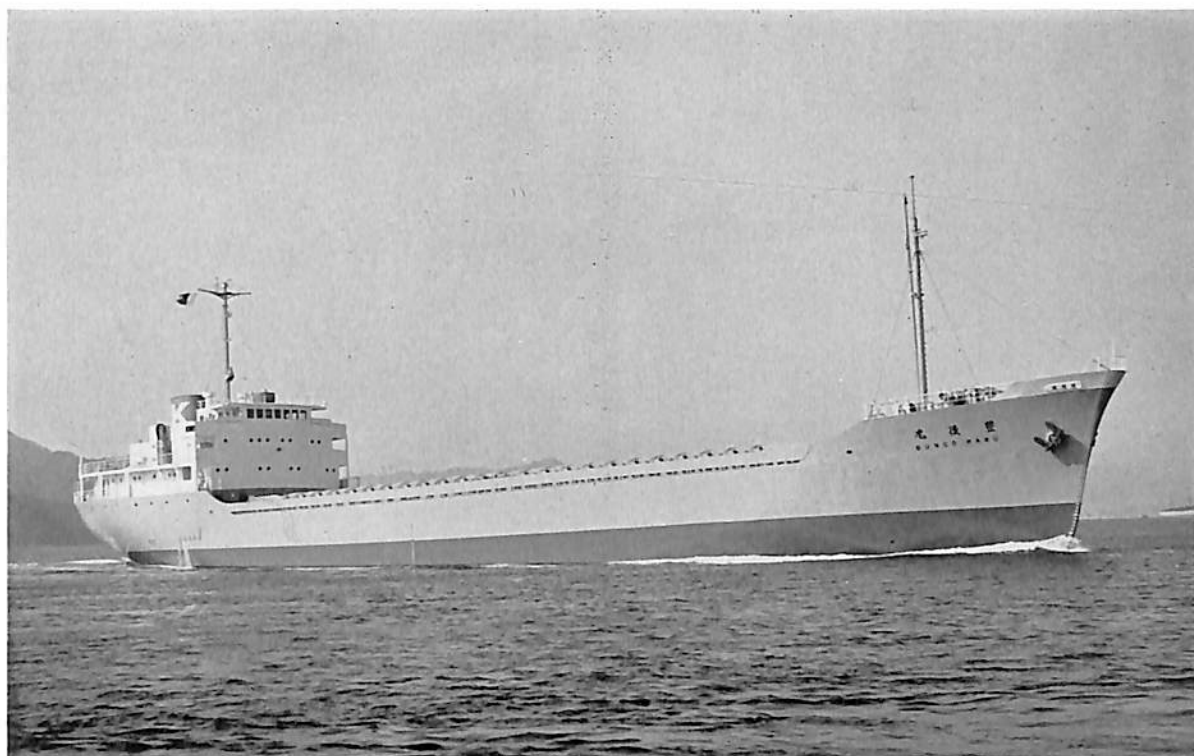




震 峰 丸 (油 槽 船) 船 主 日正汽船株式会社, 山下新日本汽船株式会社  
 造船所 日立造船・因島工場 全長 278.00 m 長(垂) 265.00 m 幅(型) 44.20 m  
 深(型) 21.50 m 吃水 15.00 m 総噸数 71,300 噸 載貨重量 119,300 噸 速力(試) 17.4 ノット  
 主機 日立 B&W 1284-VT 2 BF-180 型ディーゼル機関 1 基 出力(最大) 27,600 PS 船級 NK  
 起工 40 8-21 進水 41-2-23 竣工 41-5-25



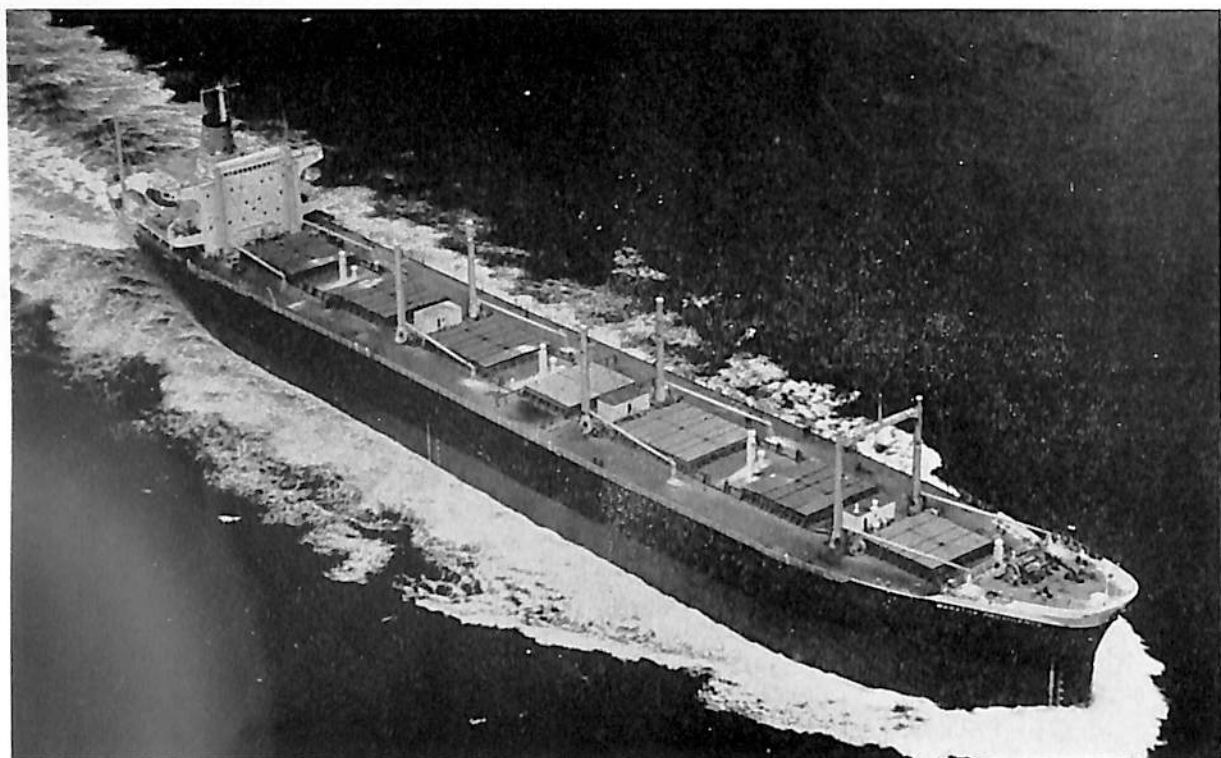
日 進 丸 (油 槽 船) 船 主 特定船舶整備公団, 岡田海運株式会社  
 造船所 日本海重工業株式会社 全長 92.8 m 長(垂) 86.00 m 幅(型) 13.20 m 深(型)  
 7.00 m 吃水 6.295 m 総噸数 2,621.55 噸 載貨重量 4,229.3 噸 速力 12.25 ノット  
 主機 伊藤鉄工製 M 476 LHS 型ディーゼル機関 1 基 出力 2,040 PS×227 RPM 船級 NK  
 起工 40-11-4 進水 41-1-18 竣工 41-3-13



**豊 後 丸** (石灰石運搬船) 船主 北海汽船株式会社 造船所 瀬戸田造船株式会社  
 全長 104.57 m 長(垂) 97.50 m 幅(型) 15.00 m 深(型) 7.70 m 吃水 6.016 m  
 総噸数 3,123.27 噸 載貨重量 5,113 00 噸 速力 13.0 ノット 主機 阪神内燃機製 2750 SH 型  
 ディーゼル機関 1 基 出力 2,380 PS×242 RPM 船級 NK 起工 40-11-25 進水 41-2-19  
 竣工 41-3-30



**康 洋 丸** (石灰運搬船) 船主 特定船舶整備公団, 太平洋船舶株式会社  
 造船所 株式会社 藤永田造船所 全長 103.60 m 長(垂) 96.00 m 幅(型) 14.80 m  
 深(型) 8.35 m 吃水 6.684 m 総噸数 3,353.75 噸 速力 12.7 ノット 主機 三菱神戸 6 UD  
 45 型ディーゼル機関 1 基 出力 2,800 PS×227 RPM 船級 NK 起工 40-12-1  
 進水 41-2-23 竣工 41-4-28



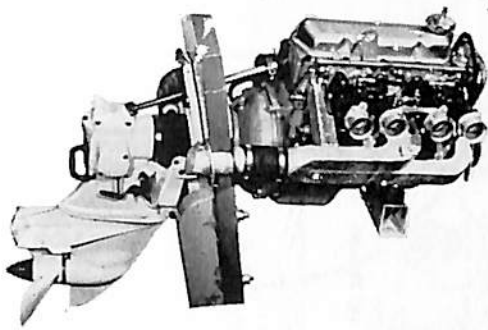
MARATHA PROVIDENCE (ばら積貨物船) 船主 CHAWGUIE STEAMSHIPS. (インド)

造船所 日本鋼管・鶴見造船所	長(垂) 197.00 m	幅(型) 28.00 m	深(型) 15.39 m
吃水 10.397 m	総噸数 23,300 噸	載貨重量 35,600 噸	速力 16.41 ノット
主機 浦賀スル	ザ-7 RD 76 型ディーゼル機関1基	出力 11,200 PS×121 RPM	船級 LR
起工 40-11-24	進水 41-2-7	竣工 41-4-20	



こすもす (プラント類運搬船) 船主 東京海事株式会社 造船所 株式会社 三保造船所

全長 78.50 m	長(垂) 72.00 m	幅(型) 14.98 m	深(型) 4.60 m	吃水 4.30 m
総噸数 3,616.32 噸	載貨重量 2,277.77 噸	速力 10.5 ノット	主機 ダイハツ工業製 左舷機	
6 PTCM-30 L, 右舷機 6 PTCM-30 型ディーゼル機関各1基	出力 850 PS×568 RPM×2	船級 NK		
起工 40-12-8	進水 41-2-26	竣工 41-4-4		



業務用艇カラ“レーザー”マデ **VOLVO PENTA**  
 マリン エンジンハ、ソノ優レタ品質ト世界中ニ張りメ  
 グラサレタサービソ網デ各国舟艇業界ノゴ要望ニオ答  
 エシテイマス。

**輝カシイ AQUAMATIC ノレース記録抄**

- 1959 Orange Bowl Regatta 9-hour Marathon  
(4 world records)
- 1960 Pelican Harbor 100-mile Marathon
- 1961 International Offshore Powerboat Race,  
Cowes-Torquay
- 1962 Around Nassau Ocean Race
- 1963 Gold Coast Marathon
- 1963 Orange Bowl Regatta 9-hour Marathon  
(4 world records)
- 1963 Miami-Bimini Ocean Race
- 1963 Around Long Island Marathon  
(2 classes)
- 1963 Anzio-Corsica Race
- 1963 International Offshore Powerboat Race,  
Cowes-Torquay
- 1963 Paris 6-hour Marathon
- 1963 Dutch International Rally  
(inboard)
- 1964 Pavillon d'Or (inboard)
- 1964 International Offshore Powerboat Race,  
Cowes-Torquay (3 records)
- 1965 Getinge Race, Sweden
- 1965 24-hours Race at Rouen, France  
(2 records)
- 1965 Golden Propeller Race, Paris  
(1st, 2nd and 4th)
- 1965 New Record "Around Sjaeland"  
(1.8 litres)
- 1965 New world record with hydroplane racer  
(1.8 litres)
- 1965 Pavillon d'Or (inboard)
- 1965 Paris 6-hour Marathon

	型 式	燃 料	馬力範囲
イ ン ボ ー ド ・ ラ イ ン	C5	Petrol (gasoline)	5 hp
		Paraffin (kerosene)	4 hp
	C10	Petrol (gasoline)	10hp
		Paraffin (kerosene)	8 hp
	BB30	Petrol (gasoline)	24~45hp
		Paraffin (kerosene)	
	MB18F	Paraffin (kerosene)	45~56hp
	BB100	Petrol (gasoline)	63~100hp
	MD1	Diesel	7 hp
	MD2	Diesel	15.5hp
	MD19	Diesel	68hp
	MD27	Diesel	83hp
	MD38	Diesel	44~53hp
	1113BR	Diesel	44~53hp
	MD50A	Diesel	75~94hp
	TMD50A	Diesel	93~122hp
MD70A	Diesel	100~126hp	
MD100A	Diesel	135~148hp	
TMD100A	Diesel	210~225hp	
イ ン ・ ア ウ ト ・ ラ イ ン	AQ60F/100	Paraffin (kerosene)	60hp
	AQ95/100	Petrol (gasoline)	95hp
	AQ110/100	Petrol (gasoline)	110hp
	AQ110/200	Petrol (gasoline)	110hp
	AQ150/200	Petrol (gasoline)	150hp
	AQD19/100	Diesel	68hp
	AQD27/20	Diesel	83hp

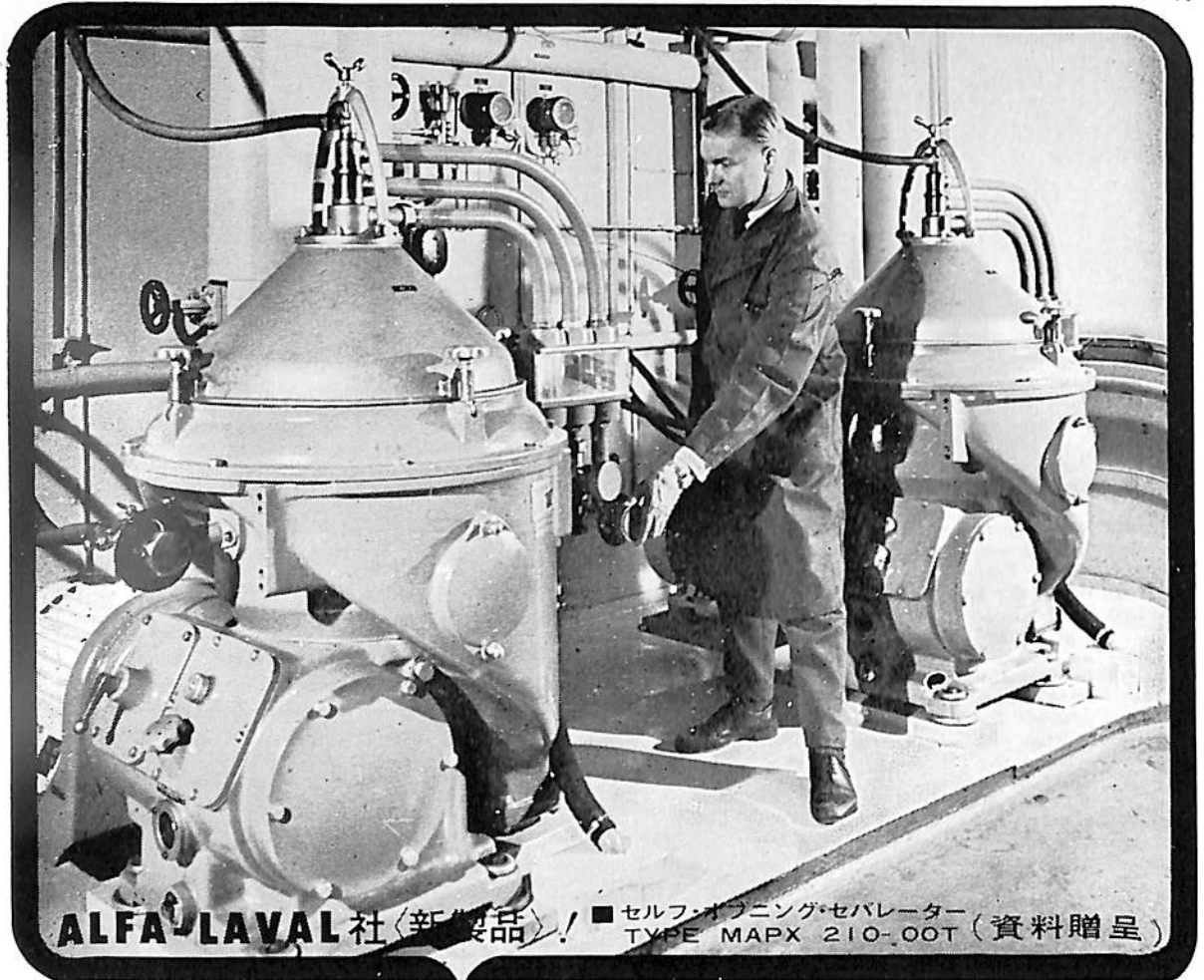
**AB VOLVO PENTA, Sweden**  
 exclusively represented in JAPAN by  
 日本総代理店  
**SEIBU LIMITED**  
 1, 1-Chome, Jingu-dori, Shibuyaku, Tokyo  
 Tel: Tokyo (463) 1 5 5 1

“アクワマチック”ノ国内販売ニ関スルオ問合せハ、国内発売元  
 西武自動車販売(株)船舶課(電383-5150)デオ取次イタシマス。



# 油清浄機

技術提携先. **ALFA-LAVAL A.B.** Stockholm. Sweden



**ALFA-LAVAL** 社〈新製品〉! ■セルフ・オープニング・セパレーター  
TYPE MAPX 210-00T (資料贈呈)

燃料油清浄機 (ディーゼル油用・バ  
ンカー油用) / 潤滑油清浄機 (ディー  
ゼル及タービン用) / 各種 遠心分離機



瑞典アルファラバル会社日本総代理店

**長瀬産業株式会社** / 機械部

■本 社 大阪市南区塩町通4-26東和ビル  
電 話 (251) 1 6 7 4  
■東京支店 東京都中央区日本橋本町2-20小西ビル  
電 話 (662) 6 2 1 1 大代表

■製作及整備工場  
京都機械株式会社分離機工場  
京都市南区吉祥院御池町31  
電 話 (68) 6 1 7 1 代 表

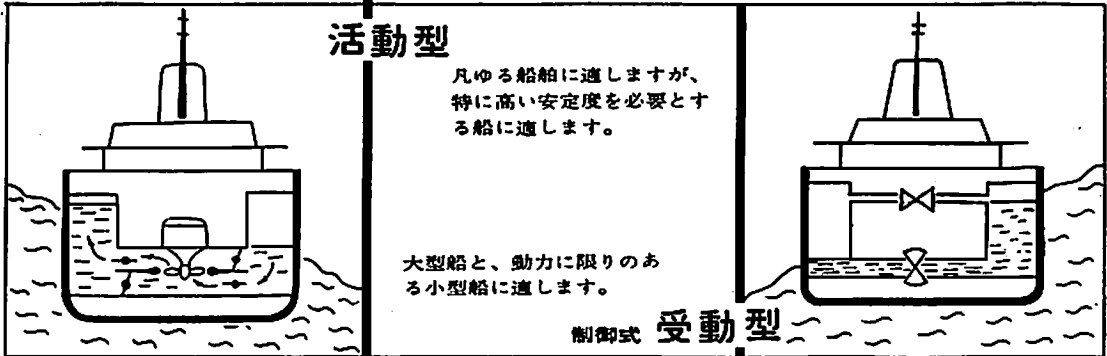
# MUIRHEAD-BROWN

(ミュアヘッドブラウン)

## 制御式 タンク・スタビライザー

DENNY-BROWN フィン・スタビライザーの開発者として著名な **Brown Brothers & Co. Ltd.** が **Muirhead & Co. Ltd** と協同して通常のタンク・スタビライザーに自動制御装置を導入した新しいスタビライザーを開発しました。

2つの型があり、特徴は次の通りです。



- 通常のタンク・スタビライザーと異り、此のスタビライザーは制御式で、制御装置が波の動きを連続的に解析してスタビライザーを作動させる様になって居りますから、船の排水量やメタセンターの高さの変化に対して何らの回調操作もせずに、常に効果的な減揺特性が得られます。
- 船が停止して居る時から最高速度迄、船速の全域に互って効果的な安定性が得られ、此の点から海洋調査船、気象観測船、消防艇、救助艇、トロール船、砕氷船等の特殊船に理想的です。
- フィン・スタビライザーと比較した場合、船の高速時での効果は劣りますが、安価ですので大型貨物船やタンカーを含めた凡ゆる大きさの船舶にも適し、最近も、本邦に於て建造される14,000噸の定期貨物船数隻に受動型の採用が決定して居ります。
- フィン・スタビライザーと共用すると船速の全域に互り全く理想的な安定度が得られ、價格的にもフィン・スタビライザーのみの場合と比し、それ程差はありませんから客船等に此の共用型が脚光を浴びて来て居ります。

本邦取扱店

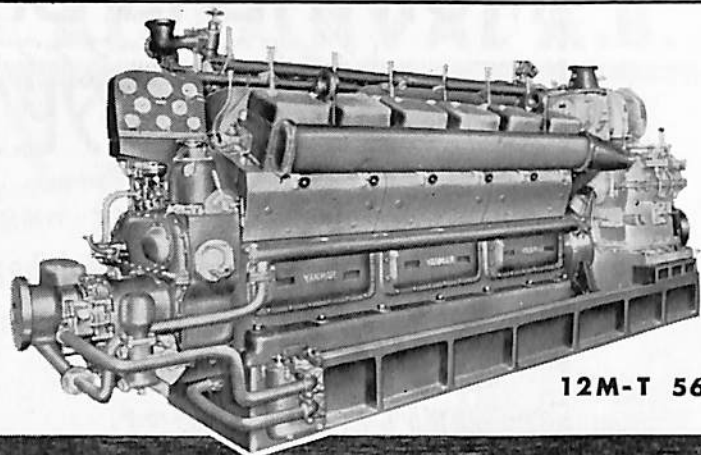
東京都千代田区大手町二丁目四番地 新大手町ビル



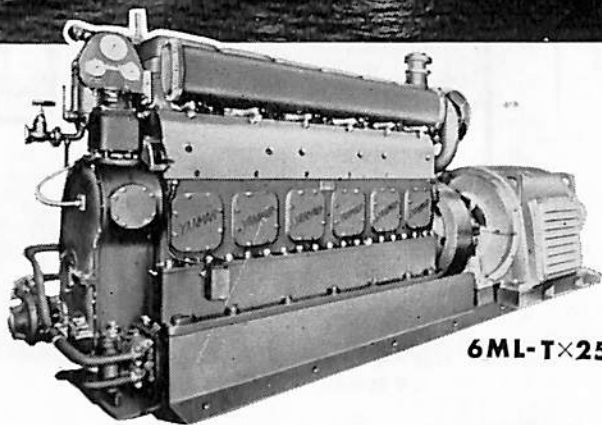
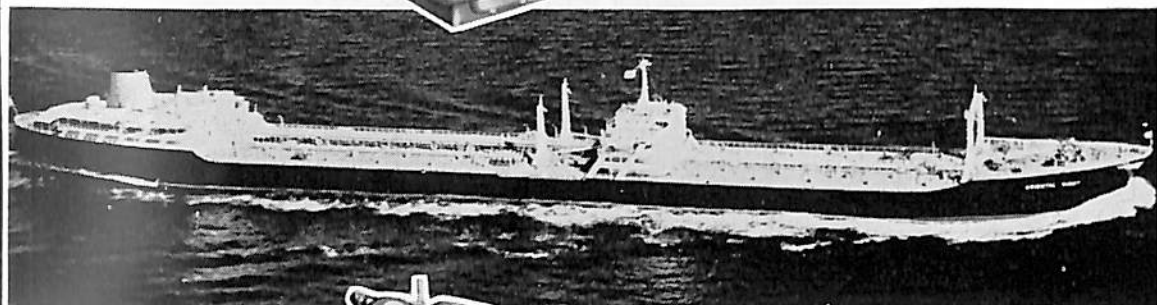
極東貿易株式会社 第二産業機械部  
第三課

TEL (270) 大代表 7 7 1 1  
支店 一 札幌 名古屋 大阪 福岡

# ● 船舶の主機、補機に！



12M-T 560馬力



6ML-T×250KVA

● 船舶主機用 3—800馬力 ● 船舶補機用 2—1000馬力

# ヤンマー ディーゼル



**ヤンマーディーゼル株式会社**

〈本社〉大阪市北区茶屋町 62  
東京・福岡・札幌・高松・広島・金沢・仙台・岡山・旭川・大分



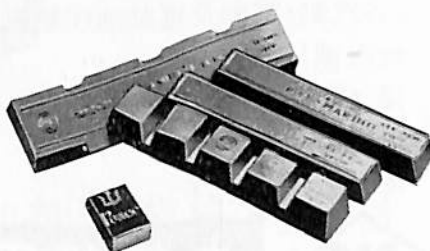
〈国内補機總販売元〉  
**日本船舶機器株式会社**

〈本社〉大阪市東区南本町 4 の 20 (右築ビル)  
〈営業所〉東京都中央区銀座東 7 丁目 2 の 2

# KONGO

YOKOHAMA

LONGEST LIFE & MOST DEPENDABLE



## ANTIFRICTION METAL

金剛コルメット社 KONGO 'RR-1・2'

英国ホイットメタル社 ELEVEN 'R'

米国 E. L. ポスト社 'D-D-T' 'M-M'

LIGHT WEIGHT & MOST ECONOMICAL

## AL-TIN SOLID BEARING

### ■営業品目

- ホワイトメタル (JIS)
- ホワイトメタル 軸受
- アルミニウム 軸受
- ケルメット 軸受
- 三 属 軸受
- 含油 (焼結) 軸受
- 亜鉛基 軸受



株式会社  
會社

# 金剛コルメット製作所

横浜市神奈川区栄町4-89 (44) 7867-8  
東京・神戸・下関・石巻・福岡・長崎



# 営業品目

## ◇東京機械株式会社製品

中村式浦賀操舵テレモーター  
 中村式パイロットテレモーター  
 電動油圧舵取機(型各種)  
 (各汽動・電動及電動油圧駆動甲板機械)  
 揚錨機、揚貨機、繫船機  
 自動テンションウインチ  
 電動デッキクレーン

## ◇東京機械・北辰電機協同製作

北辰中村式オートパイロット  
 テレモーター

## ◇株式会社御法川工場製品

船舶用全自動ロータリーオイル  
 バーナー

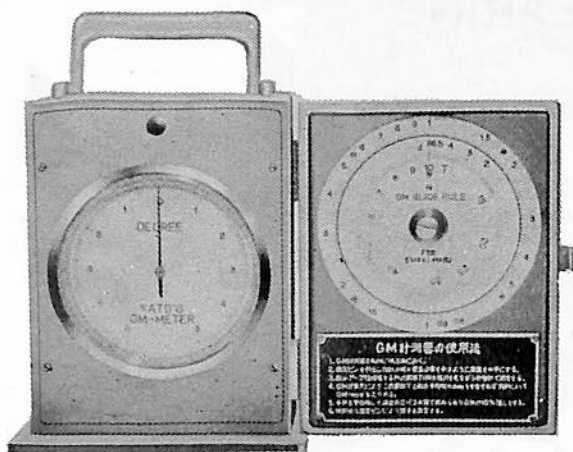


## 丸紅飯田株式会社船舶機械課

東京都千代田区大手町1丁目4番地  
 電話(216)0111

## あなたの安全を保証する

特許：加藤式GMメーター  
 東京大学名誉教授 加藤弘先生御発明



製造

株式会社 石原製作所

東京都練馬区中村3-18  
 電話 東京(992)代表2161-5

## GMメーター

- 船に積荷をするとき、常に重心の位置を測定出来るので正しい位置に積荷をする判断が出来る
- 遊覧船、小型客船に大勢の人が乗るとき、科学的に安全な配置を指示することが出来る

販売代理店

株式会社 山武商会  
 測定機器課

東京都港区新橋二丁目五番地四号  
 兼坂ビル四階 電話(502)5651代  
 東京・名古屋・大阪・小倉

燃料添加剤

力CC

NO.178013  
NO.192561  
PAT. NO.193509  
NO.238551  
NO.238552

日本添加剤工業株式会社

初めて燃料節減を立証された

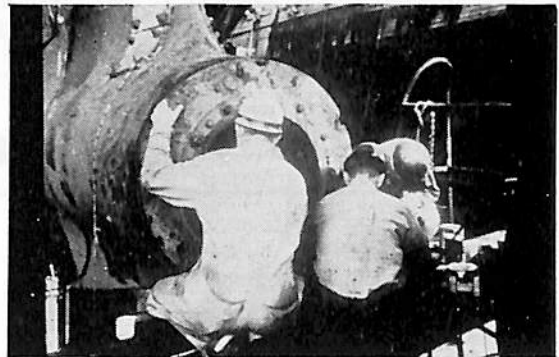
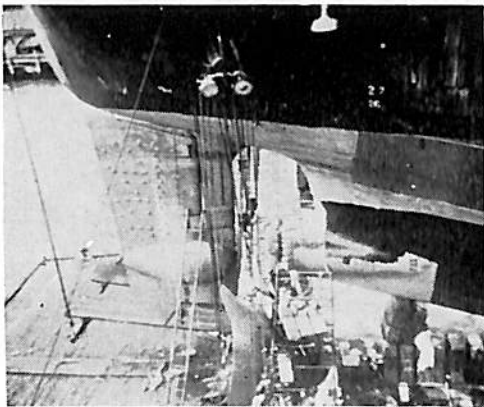
重・軽油添加剤PCC!

東京支店	東京都千代田区内神田2丁目5番1号 電話 東京 (252) 3881~4-5402
大阪支店	大阪市西区江戸堀北通1丁目69番地 電話 大阪 (443) 6231~2
名古屋出張所	名古屋市中村区太閤通2丁目40番地 電話 名古屋 (571) 6808-8632
本社工場	東京都板橋区前野町1丁目21番地 電話 東京 (960) 8621~4

Devcon®

を船舶修理に!!

*Plastic Steel*® は摩耗したポンプ、  
亀裂を生じた鋳鉄・各種配管・油圧系統・  
タンク等の漏れ、摩耗したバルブ・カム・  
ギヤの変更等の永久修理ができます。



硬化が速い!  
強い!  
使い易い!



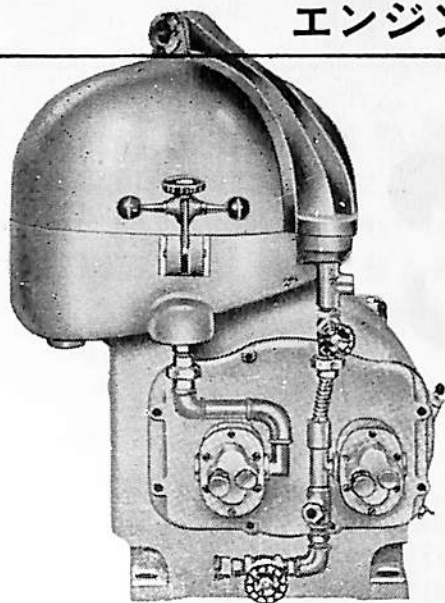
DEVCON CORPORATION DANVERS, MASS. U. S. A.

日本デブコン株式会社

東京都品川区五反田5-108 (岩田ビル)
TEL (447) 4771 (代)
大阪出張所 大阪市北区絹笠町9 (大和ビル)
TEL 大阪 (364) 0666 (361) 8498

エンジン・ルーム自動化への一紀元！

完全自動式油清浄機の出現



■特許申請中■

# Sharples Gravitrol Centrifuge

米国シャープレス・コーポレーション日本総代理店

## 巴工業株式会社

本社 東京都中央区日本橋江戸橋3ノ2 (第二丸善ビル) 電話東京(271)4051 (大代表)  
大阪出張所 大阪市南区末吉橋通り4ノ23 (第二心斎橋ビル) 電話大阪(252)0903 (代表)



# オートトラッキング ロラン

特長

1. 完全自動追尾方式だから船が移動しても連続して自動的にロラン電波を追尾します
2. 電子計数方式及び自動表示方式
3. 自動同期方式
4. 自動電圧調整器内蔵

# 船舶用 L-ダ

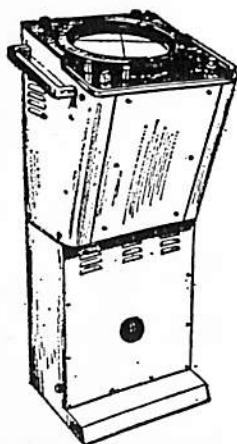
特長

1. 距離範囲 0.8, 3, 8, 16, 30, 45海里
2. 高性能新型アンテナ
3. ジャイロとの連動可能
4. 鮮明な映像と性能の安定
5. 取扱い及び保守が簡単



## 古野電気株式会社

西宮市芦原町85・東京都中央区八重洲4の5 (藤和ビル)  
神戸・長崎・下関・八戸・札幌・清水



とても12フィートとは思えません



釣用イケスつき

安全で安い釣用ボート

# ヤマハ FISH-12

フィッシャーマン

全長 3.6m 全幅 1.38m 深さ 0.51m  
エンジン ヤマハ PC-35 (3.5馬力)

安全 / 横ゆれの少ない安定した設計  
安い / エンジン付きで 134,000円  
軽い / 車にのせてどこへでも  
丈夫 / グラスファイバー強化プラスチック製  
きれい / いつまでも塗装がはげない



**ヤマハ発動機株式会社**

札幌・仙台・東京・浜松・名古屋・大阪・広島・高松・九州

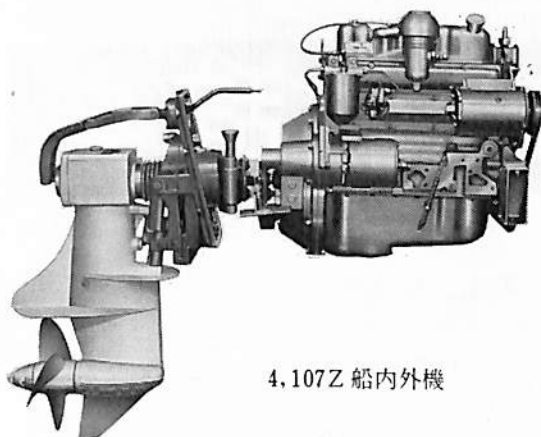
## パーキンス船用ディーゼルエンジン

(イギリス)

船舶の主機・補機に!

パーキンスは世界85カ国に166箇所のサービス網を保有している世界最大のディーゼルエンジン専門メーカーです。

高速、小型、軽量、安価



4.107Z 船内外機

機種	型式	馬力 / 回転数	
		最大	連続
船内外機	4.107Z	50 / 4,000	
船内機	P 3.144M	30 / 2,000	30 / 2,000
	4.107M	47 / 4,000	36 / 3,000
	4.270M	58 / 2,000	58 / 2,000
	4.236M	72 / 2,500	62 / 2,250
	6.354M	115 / 2,800	95 / 2,400
	* T 6.354M	145 / 2,400	120 / 2,250

※ターボスーパーチャージャー付

パーキンス エンジンス リミテッド (イギリス)  
ディーゼル エンジン 日本総代理店

## 川崎物産株式会社

東京 東京都中央区宝町2-4 電話 535-5461(代)  
神戸 神戸市生田区江戸町98 電話 39-6511(代)  
営業所 札幌・新潟・名古屋・大阪・福岡



# 船舶の自動化・集中制御に *Murayama*

排気・冷却水 電気温度計  
軸受・冷蔵艦

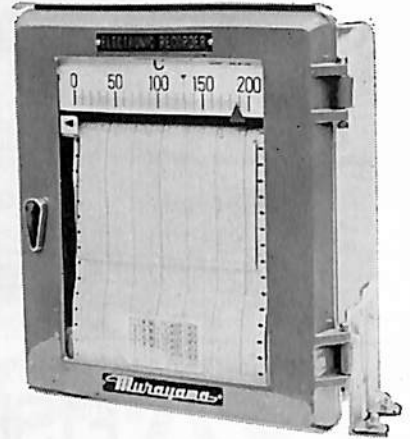


E C 形 (調節)



T C 形 (警報)

指 示  
記 録  
警 報  
調 節



M. K 形 (記録)



株式会社 村山電機製作所

本社 東京都目黒区中目黒3-1163

電話 (711) 5 2 0 1 (代表) - 5

出張所 小倉・名古屋

監 修 者

上野喜一郎 小山永敏 土川義朗 原三郎

実際家のための  
世界最初の造船辞典

## 船舶辞典

A5判 700頁 布クロス装函入 定価 2,800円 千120円

項目数 独立項目数2,600。船体・機関・艤装・船種・法律規程その他造船技術者に必要な重要項目は余すところなく網羅されている。なおこの他に2,500の参照項目がありあらゆる角度から引くことができるように工夫されている。

内容 造船関係の現場の人にすぐ役立つよう、凸版・写真版を多数挿入して、平易に解説されている。執筆者数45名。斯界の才一線に活躍する権威者を揃えている。

附 録 欧文索引、船の歴史年表、世界及び日本の船腹その他の諸統計表、造船所・船主・関連工業会社の住所録等を収録してある。

東京都新宿区赤城下町50

天 然 社

電話東京(269)1908番  
振替東京79562番



# 三菱防蝕亜鉛

CATHODIC PROTECTION ZINC

# CPZ

## CPZの用途

各種船舶の外板、バラストタンク  
推進器軸、繫留ブイ、浮ドック  
港湾施設（鋼矢板岸壁、水門扉、閘門、棧橋）



船尾に取付けたCPZ-8F

## 三菱金属鉱業株式会社

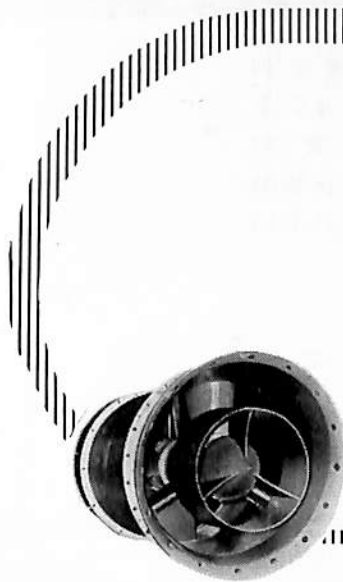
東京都千代田区大手町1丁目6番地（大手ビル） 電話（270）8451

営業所／大阪、札幌、仙台、新潟、名古屋、広島、福岡

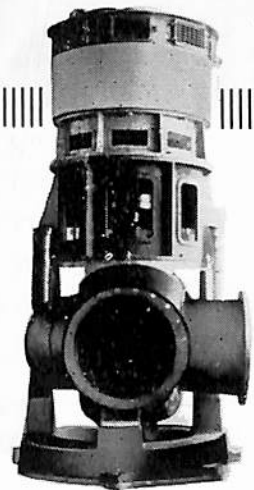
総代理店・三菱商事株式会社

設計施工・日本防蝕工業株式会社

## エハラの舶用機器



各種 舶用 ポンプ  
送 排 風 機  
空 調 機 器  
甲板機械用油圧装置  
サイドスラスト装置  
ヒーリングポンプ装置



コンデンサ循環ポンプ

油圧駆動エハラサイドスラスト



## 荏原製作所

本社：東京都大田区羽田旭町 支社：東京銀座西 朝日ビル・大阪堂島 新大阪ビル 出張所：名古屋・福岡・札幌・仙台・広島・新潟

# 定評ある大日本塗料の 船舶用塗料



プリマイト—金属表面処理塗料  
 ジンクライトFR—ジンクリッチペイント  
 DNT鋼船々底塗料—油性船底塗料  
 ズボイド—亜酸化鉛粉さび止塗料  
 SDCコート No.4 O1—タールエポキシ系塗料  
                   No.4 O2  
 タイコーマリン—マリンペイント  
 ★造船工程に革命をもたらした★

新発売の

●ダイヤマーキングプライマー  
《電子写真感光乳剤》

新発売の

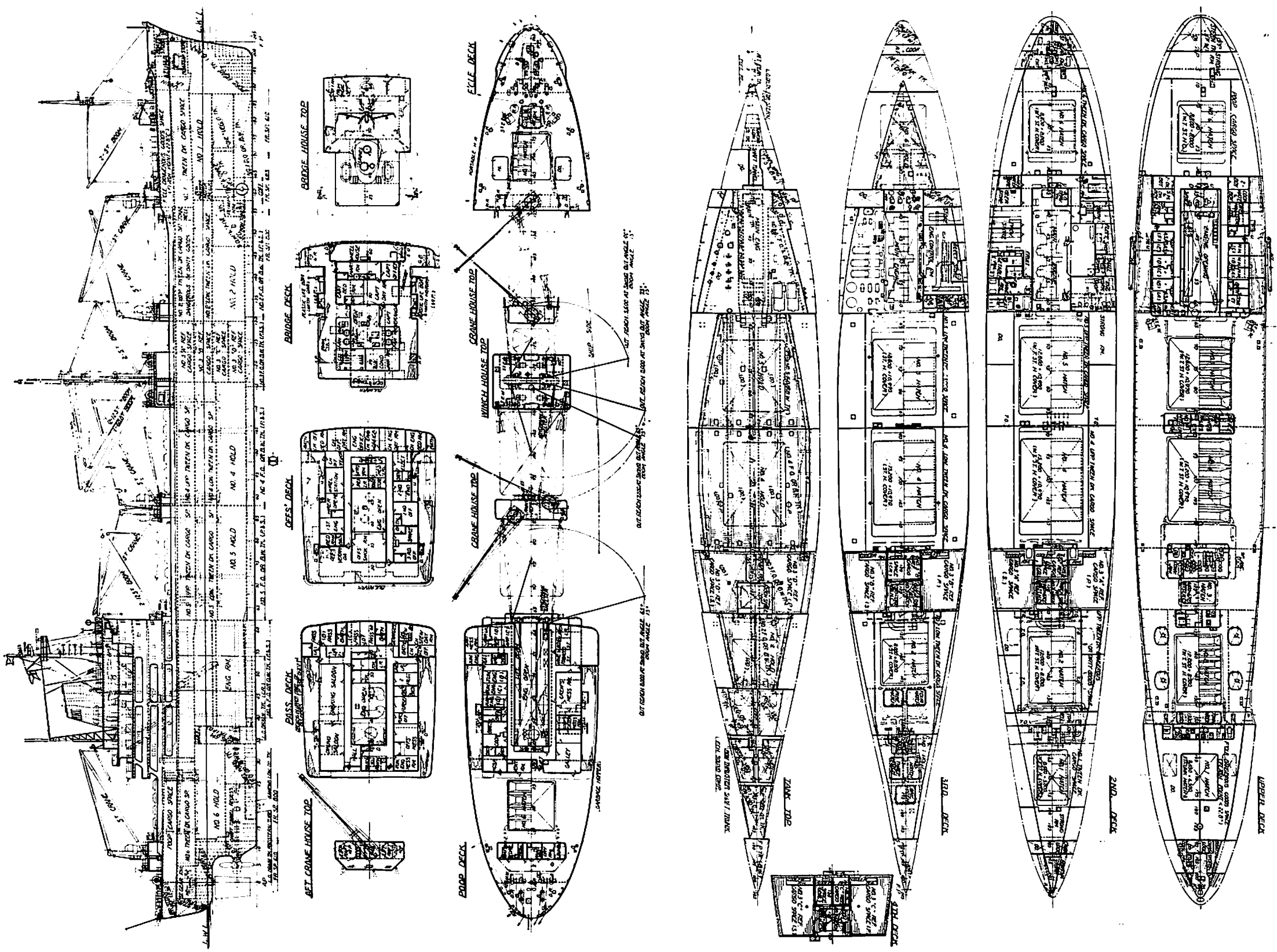
●ダイヤマーキングトナー  
《電子写真現像液》

本社  
 大阪市此花区西野下之町38  
 支店  
 東京都千代田区丸の内3の2(新東京ビル)

**大日本塗料**

営業所

札幌・仙台・新潟・日立・高崎・千葉・横浜  
 静岡・浜松・富山・名古屋・堺・神戸・岡山  
 広島・小倉・福岡・長崎・高松



AZUMA 一般配置圖



# デンマーク向高速定期 貨物船 “AZUMA”

三井造船株式会社



航走中の AZUMA

## 1. ま え が き

本船はデンマーク East Asiatic Company Ltd. (EAC line) のご注文により、当社玉野工場において建造され、去る3月15日無事引渡された。

本船は EAC 社船中에서도最高の出力を有し最大の速力を誇る基幹船で、地中海を通る欧州日本間の花形航路に就航している。

本船の特長は

- イ 満載航海速力として約21節の快足を誇り、
- ロ 大型ハッチを採用した他、各船口に1台のクレーンを配し、しかも全艙口蓋を電動または油圧で操作でき、
- ハ 離着岸時間の短縮には可変ピッチプロペラとバウスラスタを併用し自力離接岸ができることである。殊にプロペラは商船としては最大の15,000 BHPを吸収し、6mの直径を持つ。またバウスラスタは2m径のダクト内に装備され、9.1トンの推力が得られる。
- ニ 貨物艙は温度湿度をブリジに遠隔指示し、ブリジからこれに応じてファンの発停、ダンパーの切替を遠隔に操作できる。また艙内温度を +35°C まであげる装置をもっている。

このように内外から注目を集めた高速貨物船であつたため、進水式には高松宮妃殿下の支綱切断をかたじけなくした他、多数の参観者のご来場の榮に浴した。

## 2. 船 体 部

### 2-1 主要要目

全 長	165.760 m (534'-0")
垂線間長	152.400 m (500'-0")

型 幅	23.470 m (77'-0")
型深 (上甲板まで)	13.310 m (43'-8")
ク (第2甲板まで)	10.209 m (33'-6")
満載吃水 (キール下面) クローズ	9.6025 m (31'-6")
ク	オープン
	8.6142 m (28'-3 $\frac{5}{8}$ ")
載貨重量	クローズ/オープン 13,095/10,589 LT
総トン数	オープン 8,671.20 トン
純トン数	オープン 5,009.84 トン
航行区域	遠洋区域
船 級	Lloyd $\pm$ 100A1, $\pm$ LMC, $\pm$ RMCT "Deep tanks-Vegetable oil or Latex"
主機関	三井 B & W ディーゼル
	2 cycle, single acting, turbocharged diesel
	DE 1074 VT 2 BF 160
	定格 15,000 BHP $\times$ 115 RPM
	1 基
試運転最大速力	22.95 節
満載航海速力	20.9 節
一般貨物艙容積	ベール 18,723 m <sup>3</sup>
冷蔵艙容積	ベール 1,381 m <sup>3</sup>
燃料油艙	1,780 m <sup>3</sup>
ディーゼル油艙	320 m <sup>3</sup>
清水艙	200 m <sup>3</sup>
乗組員, 旅客, パイロット	42+4+2 名
合 計	48 名

### 2-2 性能関係

本船受註に当つては運輸省船舶研究所とタイアップしてシリーズテストをしていたが、本船の如く超フラインな高速船のトライアル実績が少なかつたため試運転終了

まで心配であったが、幸いにも船研カーブと殆んど同じ結果となり、期待通りの成績を収めた。

本船は前述の如く 15,000 BHP の可変ピッチプロペラと 800 HP のバウスラスターを装備したが、EACとしては出力こそ低いが既に 2 隻のライナーに可変ピッチプロペラとバウスラスターをつけた実績を持っており、自由な操縦性と、Load に応じたピッチの選定ができていつでもフルパワーが使用できることおよび出入港時の曳船不要等を考えると、初期における船価のほぼ 2% 位のコストアップは問題でないと考えているようである。

勿論この信頼に答えるには絶対に信頼できるプロペラ機構と十分な強力をもった主機でなければならぬ。本船は全力前進から全力後進に瞬時に切替える操作を何回も試運転中に施行し、そのスムーズな変換を充分証明した。

### 2-3 一般配置

本船は別図一般配置に示す如くセミファットエンジン船で、船首側に 5 艙、船尾側に 1 艙を配置した。これは超ファインな船の特色としてホールド容積を有効にとるための配慮であり、船首尾に対しては長船首楼および長船尾楼を配して荷役の均一化を図つた。

船首の狭隘部は植物油兼プラスチック兼一般貨物艙として使用され、船尾は燃料タンクとシャフトタンネルリセスにあてられている。

甲板は 3 層より成り最大 11 m に近い幅をもつた大型ハッチを設けクレーンの採用と相まって荷役時間の短縮をはかった。

危険物艙は船首楼内に設け 2 区画に分けられている。危険物またはダーティグッズ用として 2 番上部中甲板に 4 区画が設けられた。

3 番ホールドは上下に 4 分せられ、合計で 11 個の区画に分けられ冷蔵艙として配置されている。

この冷蔵艙は冷凍貨物の積載は勿論、非冷凍貨物も冷却するだけの冷凍能力を持っている。各区画は完全に独立した貨物艙であり、各艙を  $-25^{\circ}\text{C}$  から大気温まで自由に使用できる設備になつている。

ストロングルームは上部中甲板上 6 カ所に設けられており取外し式の特殊パネルで簡単に壁面が構成できる。

なお本船はオープンクローズ船として建造せられ現状はオープンで運航されている。トンネジウエルは長船首楼後端に設けられ、上部中甲板は前部の 5 艙にわたり総トン数から殆んど除外されている。また長船首楼および船尾楼にもトンネジオープニングを設け総トン数より除外した。

### 2-4 船体構造

冷蔵艙を船体中央部に設けてこの部分に D 級鋼を使用したこと、60 トンヘビーブーム用ハーレンマストに対し高張力鋼を使用、ブリジフロントおよび天井に対しアルミニウム構造を採用する等船殻構造上の特長もあつたが、loading condition による船体 bending moment を如何に小さくするか一般配置との関連調整も問題であつた。

また大型ハッチによる深い deck girder は甲板間クリヤーハイトと関係する他、多数の電線、油圧管、空気の通行の邪魔となり、船体構造と艙装をどう調整するかも大きい問題であつた。

また上部構造に対しては deck girder の深さと所要クリヤーハイトおよび天井裏配線配管工事の難易との関係があり、スタビリティとも関連して問題となつた。

なお載貨重量をギャランティーする必要上重量軽減を考慮することが設計の常道であるが、これに伴う歪の増大、スチールハッチカバーの水密保持の困難、船体タワミによる甲板裏油圧管その他に対する伸縮量が増大しダメージの素因になると考えられ、構造設計については深い経験が必要である。

本船は上甲板と二重底に縦通構造を使い、2,3 デッキは横肋骨とした。甲板裏ビームはダブル連続隅肉溶接としたが肋骨はスカラップ付とした。各甲板およびハッチカバーは 3 トンファークリフト (総重量 7.9 トン) に耐える構造とした。本船の銲接部はアルミ構造部を除くと、舷側外板と舷側厚甲板の間だけで他は全て溶接である。

植物油艙はコッファードムを設け出来るだけ構造物がタンク内に出ることを防いだ。囲壁は普通の鋼材であるが塗装はオランダの Artonex epoxy paint system を採用し植物油にも加熱にも耐える硬い皮膜を形成した。

舵は完全な懸垂スキ形舵で可変ピッチプロペラ部品の抜出し用斜め孔を内臓している。

### 2-5 船体艙装

#### 2-5-1 甲板機械

揚錨機 デンマーク Thrige 製 電動ワードレオナード 55 kW モーター付

25.3 t × 7.75 m/min × 1 台

係船機 デンマーク Thrige 製 電動オートテンション ワードレオナード 30 kW モーター付 9.5 t × 15.7 m/min × 2 台

揚貨機 デンマーク Thrige 製 電動ワードレオナード 24 kW モーター付

5 t×24 m/min×4 台

揚貨機 デンマーク Thrige 製 電動ワードレオナード 30 kW モーター付

5 t×30 m/min×4 台

トッピングウインチ デンマーク Thrige 製

9 kW モーター付 2 t×12 m/min×8 台

クレーン スウェーデン Asea 製 電動ワードレオナード 5 t×37 m/min×5 台

このクレーンの特長は 20 m の旋回半径を持つていることで、旋回は毎分 1 回転である。

操舵機 英国 John Hastie 製 電動油圧 4 ラム 4 シリンダー、2 ポンプ、40.5 HP×2 1基

バウスラスタースウェーデン Kamewa 製  
800 HP モーター、290 RPM、可変ピッチプロペラ 1基

#### 2-5-2 艀口蓋、荷役装置

各艀口にはそれぞれ 1 台のデッキクレーンを持つ他、5 トンブーム 2 対、12.5 トンブーム 2 対、60 トンヘビーブーム 1 本を配置した。

ヘビーブームはスウェーデンの Marinkonstruktioner 社の Hallen mast で EAC 社船には全て採用しており、これ等と同一外観、同一設計となつている。

特殊な荷役装置の 1 つとして Winchman shelter がありプラスチックの大型窓を 4 周に持ち内部にウインチコントローラーを配し、Operator を風雨寒暑から保護している。また特殊機構を有するデンマーク Acta 製ブリベーターウインチおよびフェアリードを EAC の慣例に倣い使用した。また 12.5 トンブーム 2 つで友吊りし、24 トン荷重を吊るためのリフティングヨークを索具と一緒にデンマークの Nakskov 造船所から購入した。なお本船ブームのアウトリーチは 60 トンブームが 7.2 m、12.5 トンブームが 8 m という大きなものである。

つぎに艀口蓋についてのべる。

暴露甲板に対しては極東マックグレゴリー製電動 chain drive pan type 艀口蓋とし、電動機は各艀口のハッチ格納側に取付け、デッキ面積の有効利用をはかつた。

コントロールパネルは電動機と反対側のハッチエンドに取付けられハッチをのぞき込みながら操作できる。なお 4,5 番ハッチは油圧によりローラーを持ちあげられる。

暴露部以外の艀口は油圧駆動シリンダー付極東マック製であり、また 5 つの植物油タンクには三井造船製の Konex type torque hinge covers が取付けられ騒音、

油洩れの少いことで好評を博した。

これ等の油圧ハッチカバーは  $-15^{\circ}\text{C}$  から  $+40^{\circ}\text{C}$  まで耐えられまた 4.2% L という大きなトリムにも使用できるものである。油圧は約  $240\text{ kg/cm}^2$  である。油圧ユニットは前部ハッチ用と後部用に分れ、前部の全ハッチを 11 分、後部の全ハッチを 17 分で開ける能力を有する。

三井造船製の Konex type hinge には上と同じ油圧系統が使われているが油圧は  $100\text{ kg/cm}^2$  に減圧して使い 5 ハッチを 5 分で開ける能力がある。

油圧管には厳重な油洩れ対策を行なつた。

非常の時に備え 2 つの油圧ユニットはコネクトされている他、ハッチカバーをクレーンで操作する応急ハンドリングもできるようにした。

暴露甲板艀口蓋用モーターには特殊緩衝機構を含みラフオペレーションに耐えるようにした。

本船の荷役装置の特長を要約すれば

イ 迅速なハッチカバーの開閉

ロ 幅 11 m に達する大型ハッチの採用

ハ 半径 20 m に達するクレーンを各艀口に 1 台設けた。ブームはアウトリーチ 7.2 m および 8 m という大きいものである。

ニ 重量貨物は 60 トンヘビーブームの他、24 トンヨーク、12.5 トンブームを設備した。

ホ 艀内には 3 トンフォークリフトが使える他、冷蔵艀等も小型フォークリフトが使える。

ヘ 危険物艀には別個に 6 個の特殊ハッチを持つ。

ト 水密隔壁の 1 枚には 2 個の水密扉をつけ、前後艀の荷役を早くした。

チ ストロングルームには迅速な敷設撤去可能なパネルを使つた。

リ 全中甲板には 2 列の縦通取外しビラーを設け、この間にカンヌキを入れて荷積みを楽にした。

ヌ 各艀口はそれぞれ 2 個の大型アクセスハッチを持ちトランクで保護したため荷役時のアクセスが安全容易となつた。

#### 2-5-3 冷蔵貨物艀

全艀 11 個の区画からなりベール合計  $1,381\text{ m}^3$  あり、ロイド  $\pm\text{RMC}$  のマークを取得し、艀内は  $-25^{\circ}\text{C}$  に保持できる。

冷凍機はサブロー高速多気筒で冷媒は R 22 を使い、full automatic regulation を行う。

冷却および保冷は各区画に air cooler を設けグレーチングの下から冷風を吹き上げ天井からサクシオンする方法で冷媒はクーラー室で直接膨脹する。なおクーラー

のデフロストおよびデフロストされた着氷の融解には 220 V の電熱器が使われた。

冷凍機 日本サブロー SMC 8-65 30 kW モーター, 1,750 RPM, 13,200 kcal/hr/set at-33°/+33°C 6 台

防熱等 船内は天井、壁をグラスウールで、床面をコルクと Biturasteel を用い、この上を完全耐水合板でカバーした。棚とかダクトは船内に一切ついていない。

冷凍機室は冷蔵船直上に設けられ諸管の短縮をはかつた。室内にはコントロールスペース、作業スペース、点検通路を考え配置された。

遠隔指示計は各船毎に 4 つの型の温度計から 4 つのフィルターが装備され、冷凍機室とエンジンコントロール室に指示が現われるようになっていた。

トンネジオープニングと船内電線の貫通についてはデンマーク政府（日本政府代行）とロイドの協力を得て施工した。また新鮮空気の取入れ用通風管や CO<sub>2</sub> 管についても各船がそれぞれ独立であるため複雑を極めたが、船主およびロイドの協力を得て実施できた。

#### 2-5-4 植物油船

植物油は船首楼後部に格納された電動 Imo pump 100 m<sup>3</sup>/h と持運び式可換ゴムホースによつて荷役される。ポンプは常にレール上に格納せられ自由に取出せる。加熱装置としては固定式鋼製加熱管を壁面に設けた他タンク底部裏に溶接された山型材の中に蒸気を通しタンク底を平面に保っている。加熱は約 0.1 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> の比率で行つた。

なお遠隔温度指示計、ビルジアラーム、遠隔露点指示計、CO<sub>2</sub> 消火およびスモークディテクターを一般貨物用に特殊装備した。なおラテックス用特殊エアパイプヘッドを持つ。

#### 2-5-5 危険物船

船首楼内危険物は引火点 22.8°C 以上という危険なもので電線、ファンモーターは特別注意をした。また消火設備としてスプリンクラ消火栓、CO<sub>2</sub> 消火およびスモークディテクターを設けた。なお遠隔温度計や遠隔露点計は危険なため設けていない。2 番上部中甲板の貨物艙には比較的危険度の少ないものとかダーティグッズを目的としており、CO<sub>2</sub> 消火・スモークディテクターをつけた。遠隔温度計は防爆型とした。スパーリングは船首楼内は 100 耗クリヤーで張つたが、2 番上部中甲板は 230 耗である。シーリングはない。

#### 2-5-6 船内通風装置

イ 各区画毎に独立通風装置があり従つてアクセスハッチは水密とした。

ロ 換気回数は毎時 5 回で持運式ヒーターを各ファン

部に挿入することにより船内温度を +35°C まで高めることができる。給気は各船 2 台のファンによる。

ハ 船内温度と露点はブリッジに遠隔指示され、これに応じてブリッジからファンの発停、新鮮空気の取り入れまた再循環に応じてダンパー切替をする。

#### 2-5-7 居住区通風暖冷房装置

International Hi-Pres および Denmark Sabroe 製のエアコン装置を持ち、夏季室温は外気 35°C 80% に対し室内 29°C 50% に保たれ、冬季は外気 -20°C に対し室内 +20°C に保つ。

イ 冷凍機は冷蔵船と同じ Sabroe SMC 8-65 2 基を使う。

ロ 冷凍機は Hi-Pres central unit に組込まれたものをデンマークサブローから購入した。

ハ 新鮮空気取入れ率は 100% とし再循環ダクトはない。

上記エアコンの他に 8 系統の機械通風装置があり、便所、ギャレー、パントリーおよび食糧庫等に設けられた。コンバーター室、操舵機室、バウスラスターモーター室にも充分な通風をした。

便所、操舵機室、食糧庫、洗濯室、乾燥室等には電気ヒーターが設けられている。

#### 2-5-8 居住区関係

イ 4 名の旅客にはバス付個室があり豪華なサロンとパノラマウインドーのある喫煙室および遊歩甲板に隣接している。

ロ 士官は勿論ほとんどの属員がバス付個室をもっている。

ハ 全室壁はメラミン貼りで高級な仕上げである。

ニ 通路壁扉は“SOLAS 1960”規則を厳重に適用し、デンマーク政府承認の方式で、発火時膨張するデンマーク製シーラーを使用した。

ホ 居住区内クリヤーハイトは約 2,150 mm である。

ヘ 居住区内には海水ラインは一切なく便所に至るまで清水を使った。

ト 船室まわりの暴露甲板には南洋産 White Se-rayah を用いた。これは年を経るに従い白さを増す。

チ リフト、カフェテリア等厨室備品は北欧グレードで完備している。

リ 大きい貯蔵力のあるダストシュートを設けた。

ス 冷蔵庫はロビーを含め 131 m<sup>3</sup> あり、肉、バター、魚庫は -20°C まで下げられる。各庫に機械排気ファンがある。冷凍機は Sabroe SMC 4-65 2 基で完全



自動運転である。

### 2-5-9 消火装置

- イ 危険物船にはスプレー栓を設けた。
- ロ ホース連結は Stortz 型 Coupling で簡単に嵌脱できる。
- ハ 消火ホースは Geoge Angus 製である。
- ニ 非常用消火ポンプは Petter engine 付 Polytex 製で 30 m<sup>3</sup>/h×72 m の能力がある。
- ホ Kidde system CO<sub>2</sub> 消火装置および Smoke detector を持つ。
- ヘ 2,000 l 泡消火タンクにより機関室と暴露甲板の消火をする。
- ト 多数の持運式消火器が配置されている。
- チ 機関室にはスイス製 Cerberus ion fire detector が取付けられた。

### 2-5-10 救命装置

救命艇はデンマーク Nakskov 造船所製、ダビットとポートウインチは辻産業、ディンギーは信貴造船、救命筏はノルウェー Walter Tangen、救命胴衣は西独 Seepilz、救命浮環はノルウェー Finn Tveten 製等各国品が使われた。

### 2-5-11 航海計器

可変ピッチプロペラ操作スタンド	Kamewa	3基
バウスラスター 操作スタンド	Kamewa	3基
操舵スタンド	Nakskov	2基
オートパイロットスタンド	Dansk	1基
プロペラ回転計	布谷	1基
舵角指示器	布谷	1基
舵角指示器(オートパイロット用)	Dansk	1基
非常用エンジンテレグラフ	日本造船機械	1基
プレッシャーログ	Svenska	1基
エコーサウンダー	Kelvin Hughes	1基
ジャイロおよびコースレコーダー	Anschutz	各1基
磁気コンパス	布谷	2基
ホイッスル	Kockums	2基

### 2-5-12 諸 管

- イ 汚物タンク 1 m<sup>3</sup> 容量のもの各1個を左右舷に設けた。
- ロ Nakskov 製ビルジオートアラームを各ホールドおよび所要個所に設けた。
- ハ ビルジの吸引は Nakskov 製油圧遠隔駆動弁があり機関室より操作できる。
- ニ 燃料油等二重底タンクには Nakskov 製油圧遠隔駆動弁を設け機関室より操作できる。

ホ 長野計器製液面計を各タンクに取付けた。

### 2-5-13 塗装および防蝕

- イ ショットブラストを全鋼材に施行した。
- ロ 日本の塗料の他 船主要領により外国塗料も使った。
- ハ 電位式防蝕を全外板に適用した。Guardion Cematic System が採用された。

## 3. 機 関 部

### 3-1 特 色

本船の機関室はセミアフトに設け、機関室内左舷中段には機関部制御室があり、制御室から、主機械、発電機械、その他の主要機器の遠隔発停および監視を行うことができる。

本船の特色としては Kamewa の可変ピッチプロペラを装備し、積荷その他の条件による船体抵抗の変動に対して、プロペラピッチと主機械回転数を適当に選ぶことにより、主機械をいつも全負荷の状態で使用できるし、燃料消費率、推進効率を考慮した運転も可能である。

プロペラピッチと主機械回転数は船橋にある Kamewa コントロールスタンドの1本のレバーにより空気圧、油圧を介して制御される。すなわち1本のレバーの位置により、プロペラピッチと主機械回転数が同時に、連続的に一定の関係を保持するよう制御することができる。機関部制御室からもプロペラピッチと主機械回転数が制御できる。この場合は両者は完全に独立しており、プロペラピッチは Kamewa コントロールスタンドより、空気圧、油圧を介して制御し、主機械回転数は操縦ハンドルにより制御するようになっている。

その他の自動装置としては次のものが装備されている。

- 主機械の異常事態による自動停止
- 油清浄機の自動運転
- 自動粘度調節
- 主潤滑油ポンプの自動起動
- 排ガス切換バルブの自動作動
- その他

### 3-2 主要要目

主機械	三井 B & W 1074 VT 2 BF 160	
	出力×回転数 (CSR)	
	15,000 BHP×115 RPM	1基
プロペラ	KAMEWA 可変ピッチプロペラ	
	4翼、外径 6,000 mm	1基
発電機械	原動機	

	三井 B & W 626 MTBH 40	
	990 BHP×600 RPM	3 基
ボイラ	船用堅型煙管ボイラ	
	7 atg×1,300 kg/H	1 基
	排気エコノマイザー	
	7 atg×1,300 kg/H	1 基

### 3-3 補機要目

名 称	台数	型式	容 量
(M <sup>3</sup> /H×M×kW×RPM)			
主空気圧縮機	2	電 堅 2 段	140×25K×33×900
雑用空気圧縮機	1	電 堅 2 段	75×7K×11×720
非常用空気圧縮機	1	ディーゼル堅 2 段	4.5×25×3 HP×1000
主清水冷却水ポンプ	1	電 堅 渦 巻	460×20×37×1800
主海水冷却水ポンプ	1		
清海水兼用冷却水ポンプ	1		
補清水冷却水ポンプ	1	電 堅 渦 巻	60×18×5.5×1800
補海水冷却水ポンプ	1	電 堅 渦 巻	85×18×7.5×1800
Kamewa 用油圧ポンプ	2	電 ね じ	30×30K×32×1800
主潤滑油ポンプ	3	電 堅 ね じ	195×30×45×1200
潤滑油汲上ポンプ	1	電 横 歯 車	5×30×1.5×1200
過給機用潤滑油ポンプ	2	電 横 歯 車	7.5×20×2.2×1200
カム軸用潤滑油ポンプ	2	電 横 歯 車	4×25×1.5×1200
燃料油移送ポンプ	1	電 堅 ね じ	80×30×30×1800
燃料供給ポンプ	1	電 横 歯 車	5×45×2.2×1200
燃料弁冷却油ポンプ	1		
燃料循環ポンプ	1		
ビルジ、パラスト兼消火ポンプ	2	電 堅 渦 巻 2 段	150/90×20/60×26×1800
ビルジエダクターポンプ	1	電 堅 渦 巻	50×70×22×1800
清水ポンプ	2	電 動 渦 巻	5×40×3.7×3600
温水循環ポンプ	2	電 横 渦 巻	2.5×5×0.4×1800
罐水循環ポンプ	2	電 横 渦 巻	8×25×2.2×3600
給水ポンプ	2	電 横 渦 巻	3×120×7.5×3600

機関室通風機	2	電 堅 軸 流	} 600m <sup>3</sup> /min×30mmAq ×7.5×1200
	2	-ター可逆式	
清浄機室通風機	1	電 堅 軸 流	200×15×1.5×1200
燃料油清浄機	2	自 動 清 浄	1900 l/h×7.3×1800
ディーゼル油清浄機	1	手 動 清 浄	2000 l/h×3.6×1800
潤滑油清浄機	2	手 動 清 浄	2500 l/h×3.6×1800
清水発生器	1		30 T/D

### 4. 電 気 部

#### 4-1 要 目

発 電 機	840 kVA, 600 R/M, 3 台, Thrige 製
変 圧 器	30 kVA×3, 5 kVA×1
蓄 電 池	24 V, 200 AH×2
配電方式	動力; 440 V, 電灯, 通信; 110 V
電 灯	蛍光灯; 天井灯 (居住区, 機関室, 船艙) 白熱灯; 卓上灯, 寝台灯, 壁灯, 鏡面灯, 非常灯, 荷役灯, 投光器
起 動 器	集合制御盤方式
船内通信	高声電話 1: 1×4 系統 自動電話 20 回線式, 電話機×26 呼出電話 親子式 (2 系統) 電話機×21 拡声指令装置 1 式 (3 局) 呼出ベル 1: 12 および 1: 3 非常用テレグラフ 押釦式; 1 式 可変ピッチ指示計 1 式 記録機付 主機回転計 1 式 積算計およびポンプ マーク付 プロペラ軸計 1 式 過給機回転計 1 式 (4 組) 電気時計 1: 16 1 式 火災警報 押釦式 押釦×16 ベル×23 検煙計 1 式 イオン式火災探知機 検出端×20 掃気室火災探知機 検出端×10 オイル・ミスト・デテクター 1 式 CO <sub>2</sub> リリースアラーム 1 式 (モーターサイレン×2) (ホーン×1)
	過給機異状振動警報 検出端×4 船艙露点計 記録式 1 式 検出端×17 ビルジアラーム フロート×24 ハニウエルレコーダー 3 組

以上の外, 機関部警報盤, 各種温度計, 各種レベル計が多数装備されている。

航海計器 レーダー Ratheon, 1650 a, Rayplot×1  
Kelvin Hughes 17×1

無線装置 Danish Elektromekano 製  
送信機 (S264-3FE)×1, 受信機 (M97)  
×1, 非常用送受信機 (S149LE)×1, 非常  
用受信機 (M88)×1, 救命艇用×1, VHF  
(CCU-9540)×1, その他 1式

#### 4-2 特 徴

発電機 3 台中の 1 台は切替えにてバウスラスター専用  
とシッパサービス用のいずれにも使用出来るように  
なっており、バウスラスター用 モーターは誘導電動機にて  
Y-Δ 切替式起動方式でプロペラ位置が零の時のみ起  
動する。

甲板機械は殆んどワードレオナード方式であり出来る

限り上甲板に M-G および制御器を装備することと  
したので装備場所が少く配置配線の調整が難しかった。  
また Vent. R. には湿気のある空気を 1 度入れてから  
船舶へ送るのでこの Vent. R. にはスイッチ類は絶対  
装備しなかつたし、危険物船の配線にも充分注意した。  
特に冷蔵船には多くの電線を通さねばならず、その絶縁  
物との関連についても充分な注意を払われている。

電動機の制御方式は特に変わっており出来る限り自動復  
船式押釦を用いずスイッチ類にて制御するような単純化  
を採用し、また集合制御盤には出来る限り制御用押釦ま  
たはスイッチを装備せず機側のもののみ装備した。

電線は JIS 電線で BY, BYC, BYCY を使用した。居  
住区の電線は出来る限り BY 電線で露出としたが、BY  
電線は少しでも隠蔽することのないよう配慮された。

### 天然社・海技入門選書

東京商船大学助教授 鞠谷 宏士 A5 180頁 450円  
船の保存整備  
東京商船大学助教授 鞠谷 宏士 A5 160頁 450円  
船舶の構造及び設備器具  
東京商船大学助教授 上坂 太郎 A5 160頁 450円  
沿岸航法  
東京商船大学助教授 横田 利雄 A5 140頁 450円  
航海法規  
東京商船大学名誉教授 田中 岩吉  
海上運送と貨物の船積  
(前篇)海上運送概説 A5 140頁 450円  
(後篇)貨物の船積 A5 160頁 450円  
東京商船大学助教授 豊田 清治 A5 160頁 450円  
推測および天文航法  
東京商船大学助教授 野原 威男 A5 110頁 450円  
船用プロペラ  
東京商船大学助教授 中島 保司 A5 170頁 450円  
運航要務  
東京商船大学助教授 米田 隆次郎 A5 180頁 450円  
操船と応急  
東京商船大学助教授 横田 利雄 A5 155頁 450円  
海事法規  
前東京高等商船教授 小方 愛朔 A5 170頁 450円  
船用内燃機関 (上巻)  
A5 200頁 450円  
船用内燃機関 (下巻)  
東京商船大学助教授 庄司 和民 A5 140頁 450円  
航海計器学入門

東京商船大学助教授 清宮 貞 A5 90頁 450円  
蒸気機関  
東京商船大学助教授 伊丹 深 A5 180頁 450円  
船用電気の基礎  
東京商船大学助教授 宮嶋 時三 A5 200頁 450円  
燃料・潤滑  
東京商船大学助教授 飯島 直人 A5 200頁 450円  
電波航法入門  
東京商船大学助教授 野原 威男 A5 155頁 450円  
船の強度と安定  
東京商船大学助教授 浅井 栄資 A5 170頁 450円  
東京商船大学助教授 巻島 勉 A5 170頁 450円  
気象と海象  
<以下続刊>  
東京商船大学助教授 賀田 秀夫  
ボイラ用水  
東京海技試験官 西田 寛  
指圧図  
東京商船大学助教授 賀田 秀夫  
船用金属材料  
東京商船大学助教授 小川正一・真田 茂  
機械の運動と力学  
東京商船大学助教授 小川正一  
機械工作・材料力学  
東京商船大学助教授 真壁 忠吉  
船用汽罐  
東京商船大学助教授 小川 武補  
船用補機

# 水中翼船開発の動向

大津義徳

## 続水中翼船への展望

### はじめに

本題にはいるに先立ち、まずはちよつとしたざんげ話めいたことから始めることにしたい。実は数年前、水中翼船というものが海上旅客輸送のニューフェイスとして世間の話題にのぼりはじめた頃、筆者は本誌に附題の如き記事を書きかけたことがある。その後、筆者身の多忙と性来の筆不精が絡み合つて連載の予定を中断し、編集子には心ならずも御迷惑のかけつ放して今日に及んだ次第だが、その間に世間の情勢も眼まぐるしく変動して来たように思える。わずかに数年の間に欧米の10数年分以上の水中翼船を就航させ、ひと頃は全くブームめいた様相を呈していた国内需要の声もこの所ちよつと沈滞気味なのは事実であるが、もちろんこれで終止符が打たれたという訳のものではなく、むしろこれから着実な成長発展の段階にはいりつつあると見るのが至当であろう。

当初から水中翼船開発の渦の真つ只中に巻きこまれ、しかも短時日の間にこれを商品化して売りひろめる責任まで背負いこまされて、ここ数年間はただ馬車馬の如く駆けずり廻つていた筆者としても、昨今に至つてようやくすべてを反すう整理する心のゆとりが得られた次第で、いまさら弁解する訳ではないが、刻々に流動する開発の渦中に身を投じている当時としてはとても原稿なんか書く余裕の持ちようもない有様だつた。かりに書いたとしても突つ込みの足りぬ中途半端なものしか書けなかつたであろう。もちろん現在でもまだ水中翼船に関して究明しなければならぬ問題は数多く残っているが、それにしても筆者に関する限りでは、開発の路がいまあるひとつの階程に曲りなりにも到達したように感じている。そのような観点から水中翼船にまつわる技術的諸問題の展望を試みてみたいと思う。

### 三菱水中翼船の開発経過

三菱重工における水中翼船の歴史は旧造船時代の昭和35年頃にはじまる。当時米海軍では水中翼船の開発に本格的に取り組む姿勢を示しつつあり、これに従つてわが防衛庁方面にもそれに呼応する兆しが見えはじめたので、わが社でもこれの開発に備えるため全社的なハイドロフォイル委員会を組織して研究を開始することになつたのである。従つて当初の目標はあくまでも軍用水中翼艇の開発を主眼としていたのであつたが、その後急速に商業用水中翼船への要求がたかまつてきたので、はじめ

の計画を変更して商業用の開発を急ピッチで進めねばならぬことになり、開発建造の責任者は下関造船所ということになつた。これは下関造船所が昭和28年の保安庁巡視艇“あらかぜ”以降、防衛庁の魚雷艇など数多くの大型軽合金艇を建造した経験が、水中翼船の建造にも有利と判断されたためであり、このため筆者も開発責任者として同所に籍を置く身の上となつた。この間に先進欧米の諸社よりは種々の技術提携の話も持ちこまれたが、慎重な検討を重ねた結果はいつも自力開発の方向が確認される結末に終つた。

このような経緯の下に開発は非常な急ピッチで進められ、昭和36年1月に小型の第1艇MH1(全長5.25m, 45馬力, 定員4)が試験航走を始めたのを皮切りに、同年4月には早くもより大型の第2艇MH3(全長8.00m, 177馬力, 定員12)を走らすことに成功した。これらの経験を基にしてひき続き大型艇MH30の計画にとりかかり、その第1艇は翌年1月に試走を開始し、同年9月には名古屋島羽間の定期旅客船として就航するといつたスピード開発振りであつた。

およそ今日の流体力学的知識をもつてするならば、水中翼船が単に翼走して高速を得たというだけでは余り自慢にならない。問題は計画された水中翼船がどの程度の実用に耐え得るまでに完成されているか否かにある。その意味において、余りにも開発の早かつたわれわれの初期の水中翼船も、決して満足すべき出来栄ではなかつた。性能上の数値こそどうやら所期のものを得たとはいふものの、実際に就航して見ると故障続出で、一時は全く応接に窮するほどのいろんな欠陥を露呈した。そのような過程を経てどうやら製品的にも安定してきた現在のMH3, MH30の要目は第1表に示す通りである。

当初の開発計画として、MH30の次には更に大型のMH60の開発も企画されていたが、その後の市況の変化とにらみ合せて、MH60は一応基本計画の段階のままで見送ることとし、それ以降の開発の目標は専ら軍用のものを対象としたもつと高性能の艇の研究に開発の主力を向けることになつた。結局スタートした頃の方針にかえつたことになるが、この間に社内研究として今日までに実施された研究項目は計24件、予算総計約14,000万円、これに製作実艇の試験費用まで加算すると、わが社がこれまで水中翼船の開発に投入した費用は優に2億



第1表 三菱水中翼船要目

	MH 30	MH 3
全長	21.00 m	8.00 m
幅	4.80 m	2.50 m
深	2.50 m	1.10 m
水中翼スパン	12.50 m	4.50 m
吃水(停泊時)	約 3.00 m	約 1.60 m
ク(翼走時)	約 1.00 m	約 0.80 m
満載排水量	約 35 t	約 4.1 t
主 機	三菱 12 WZ (ディーゼル)	クライスラー M413 (ガソリン)
最大出力	1,500ps× 1,600 rpm	280 ps×4,000 rpm
最高速度	約 40 kt	約 40 kt
旅客定員	80	18



第1図 MH 30 型



第2図 MH 3 型

をこす巨額に達する。これ以外にも、水中翼船に関して防衛庁より数回にわたる委託試験の発注が行なわれている。これらの研究の中には現在なお続行中のものもあるが、いずれにせよ筆者としては水中翼船の開発が現在あるひとつの段階に到達したものと判断している。もちろん基本的にはなお幾多の課題が残存しているけれども、

初期開発の段階としてはまずかいなでに一段落したと見てよいのではないかと思う。今後はこれらの資料を基にして個々の場合の具体例を解明して行けばよいのである。

### 水中翼船と飛行機

この問題については先般他誌でも論じたことであるが、水中翼船の技術的諸問題を考える場合なおざりに出来ぬ本質的な問題であると思うので、ここでも簡単にふれることにしたい。

水中翼船と飛行機は、その原理こそ同じだが、それぞれの置かれた環境が全く違う。その本質を考えずに、“飛行機屋のセンスでなければ良い水中翼船はできない”というような説をなすのは暴論であると筆者は主張したい。もちろん今日の発達した航空工学には水中翼船の学びとらねばならぬ数多くの問題が存在することも事実であるが、水中翼船だけの独自の問題も多数あることを忘れてはなるまい。航空工学と船舶工学がほどよくないまぜられて始めて優秀な水中翼船が出来るのではないかと筆者はいいたいのである。

まず流体力学的な面から両者の環境の相違を考えてみると、飛行機は空気という無限にひろがった単一流体の中で3次元の自由な運動を許されるのに対し、水中翼船の場合は水と空気という2つの流体の境界面に沿って、それもごく制限された範囲内での3次元運動しか許されない。しかも水面には波浪という気流の乱れなど比較にならぬほど複雑で持続的な外乱があつて、艇体の運動を一層複雑なものにしている。周知のように水中翼船の思想は飛行機のそれとほぼ同じ時代にはじまつているが、それにもかかわらず飛行機のみが今日の如き発展を示した要因のひとつとして、このような環境条件の相違ということも挙げてよいのではないかと思う。水中翼船の自動安定装置など計画するとき特にこの感を深くする。

水中翼船の翼形式に水面貫通型と全没型の2形式あることも飛行機との環境条件の相違を如実に物語る一例であろう。艇の浮上量によつて翼面積が変化するという飛行機では見られぬ流条件を示す水面貫通型の思想は、これによつて艇に固有の安定性を持たせようというまさしく水中翼船独自のものである。これに較べると全没型の場合はかなり飛行機の場合に近いが、それでも2流体の境界面に沿って走るといつた制約のために、翼の深度が浅くなると著しい揚力の減少が起り、翼が水面上にとび出すと揚力がゼロになるというような飛行機の場合にない現象も予想せねばならぬ。また飛行機のように大きな横滑り現象も望めないで、いきおい全没型の場合に

は固有安定の乏しいものにならざるを得ない。水面特有の波浪の存在はこの問題を一層複雑なものにする。飛行機は自動安定装置なしでも飛べるが、全没型水中翼船をこの装置なしで走らすには超人間的なアクロバットを必要とする。

翼や支柱等に起るキャビテーション、さらにはそれに伴うエロージョンの問題も航空の世界では考える要のない問題であるが、特にエロージョンの問題は運航能率を著しく阻害する要素となりかねない。米海軍がボーイング社に試作させた PCH はこの問題で非常に困っているようであるが、むしろそのような現象は当初から予測できたはずで、筆者にしてみれば、どうしてあんな設計がまかり通つたのか不思議なくらいに感ずるのである。

構造や材料の面でも飛行機と似て非なる問題が数多あるが、その根本は水中翼船があくまでも水に浮ぶ船であるといった環境上の宿命によるものがほとんどである。飛行艇はやや水中翼船に近い環境にあるかの如き感を与えるかも知れぬが、これとても海上に浮ぶのはあくまでも臨時的なものであり、水中翼船のように常時水面で暮さねばならぬものと同一視する訳にはゆかない。波浪衝撃に対する構造の考え方ひとつを例にとつても、飛行艇の場合ならば極めて短い時間だけ持続するものと割り切れるのに対し、水中翼船ではもつと長時間のこととして考えねばならぬ。

飛行機の主要構造材であるジュラルミンが船用として不適当なことぐらいは誰も想到する所であろうが、その他の金属材料でも水中翼船となると案外に厄介な問題が介在することはとかく看過されがちのようである。海水中で使用される材料には化学的腐蝕の他に電蝕の問題があり、海水に浸らない部分でも塩気の多い空気に曝されるためにさび付き易いし、可動部分の潤滑法にしても厄介である。このようなことは特に自動制御装置付きの全没型水中翼船を計画する場合に著しい障壁になるが、これについては改めて後段でも述べたいと思う。

水中翼船を飛行機と対比して論ずる場合、いまひとつ忘れてならぬ要素は、その経済的効用に対する価値判断から生ずるもろもろの制約であろう。このことは特に商業用水中翼船の場合に痛感する点であるが、軍用艇の場合にも多少観点は変るにもせよ云える事柄である。御承知の方も多いと思うが、米国で行なわれた水中翼船に関する経済価値の分析結果によれば、交通機関としての水中翼船への評価は遠距離では到底航空機の敵ではないとされ、飛行機では余りにも短距離すぎ限られた特定航路においてのみその優位を主張し得るものと判定されており、筆者もまたその見解はほぼ妥当なものではない

かと考えている。このような判断を基礎にする限り、その格付けは飛行機と船の間にあつてやや船寄りとするのが至当であろう。船価にしても運航維持の費用にしても飛行機並みということは望めないし、これを計画建造する技術的な面にも飛行機よりはコスト的な制約を受ける面が多い。実験艇を造るのであればいざ知らず、実用艇を計画するとなると、この問題が非常に大きな障壁となることは明白であろう。

### 水中翼船の System Study

前段で述べたように水中翼船と飛行機では環境条件の相違より生ずる似て非なる問題も多いが、浮揚するその根本原理が共通である以上、その計画過程において航空工学の知識や手法を応用できる面も非常に多い。従来的一般船舶の場合は理論計算のみによつてその運動性能等を数値的に把握しにくいために、新しい船を計画するに当つてもいわゆる type ship 的な手法によるとか、甚しくは山かんの方法で諸元を決定するしかなかつたのが実情である。これに対し水中翼船の場合には、運動性能等ある程度まで数値的に計算し得る可能性があるもので、航空工学の system study の手法に倣つて、基本計画をより合理的に進めることが出来るはずである。これには非常に手数のかかる計算が必要であるが、最近のように電子計算機の発達した時代になつてくるとその計算処理は随分と簡単になつているので、問題はそのような計算体系の確立ということになる。

今日の航空力学の知識を援用するならば、水面という厄介な拘束条件はあるとしても、水中翼船の平衡条件や運動方程式を導き出すことはさまで困難なことではない。これまでも多くの研究者によつて種々の理論が発表されているけれども、これを基にして設計に必要な計算体系を作り出す上で一番問題になるのは実際の計算に用いる諸係数の数値である、一部分は航空力学の数値をそのまま流用できるにしても、水中翼船独自のものがかなりあるので、これを究明するためには相当な実験の裏付けが必要であり、これなくしては折角の理論式も画にかいた餅に終つてしまう。

われわれは商業用水中翼船の研究試作を進めると並行して、このような system study のための計算体系の開発を続行してきた。基本となるべき理論式の方は比較的早く出来上つたのであるが、実際に使えるめどのつく計算体系がどうやら確立されたのはごく最近のことで、発足以来3年余の歳月を要したことになる。もちろんこの計算体系の支えとなつているのはこれまでに建造された数多くの実艇の龐大な運転資料であり、計算体系の

開発経過も一の実験研究を土台にして更に次の体系へ進むといった過程をくり返してきている。一例をあげるならば、理論的には全没翼艇の方が考え易いのでまずこれの計算体系を確立し、これによつて全没艇を試作し、その実験した結果と理論式の照応をたしかめた上で、これを更に変形して水面貫通翼型式の計算法を開発するといった具合に進めた訳である。

現在われわれはデジタル計算機を使用して水中翼船の system study を行つているが、その概要は次のような手順で進められる。まず基本計画としてあらかじめ次の諸元が決められる。

- 総重量および慣性モーメント
- 重心位置と荷重配分
- 翼形状 (foil, strut, flap)
- 流体力学的諸係数
- 航走速度

これらの諸元によつて翼走性能計算の input data が決まる。ここではまず平水中の平衡条件を計算する。翼取付角を固定し、平衡状態における浮上量、姿勢角を求め、この平衡状態における次の諸量を算出する。

- 各構成要素の揚力、抗力、モーメント
- 推力
- 各翼案の没水深度、有効翼面積、有効スパン、等
- 各構成要素の流力係数、等

次に艇の固有安定と伝達関数の計算にはいる。これには平衡状態の近傍において線形化された運動方式を与え、これに小さい外乱が加えられた場合を考える。ここでは次のようなものが計算される。

- 運動方程式の微係数
- Flap のある場合はその効き
- 固有安定計算 (特性方程式を解く)
- 上記特性根の mode
- Flap のある場合は flap 角を操作端とした伝達関数の零点

続いて線形定常波浪応答の計算を行う。平衡状態の近傍で線形化された既述運動方程式において、波浪を規則波と仮定し、波浪外力  $f_j$  を

$$f_j = f_{wj} \cos \omega t + g \omega_j \sin \omega t \quad (j=1, 2, 3)$$

なる形で与えて定常解を求める。この計算に必要な input data は翼走性能の計算結果より得られる。本計算により向波、追波の場合の波浪中運動性能として次のものが得られる。

- 各波浪に作用する波浪外力およびその合計 (ベクトル和)
- 艇体の運動 (heaving, surging, pitching)

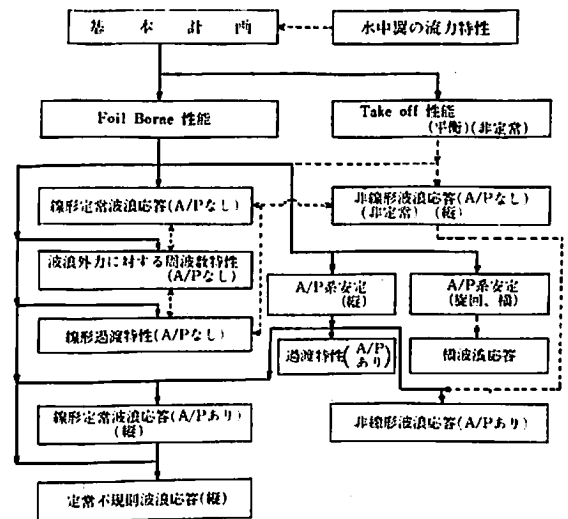
## 翼の吃水変化 艇体各部の上下加速度

### 艇体と波面の距離

上記で計算される定常波浪応答は、波浪外力を入力とし、艇体の運動成分を出力とする周波数応答と考えられる。波浪外力の大きさは波長と foil base との関連でこれ自身周波数特性を持っているが、この波浪の外力に対して艇体がどんな周波数特性で応答するかという艇体自身の周波数特性を計算することが出来る。

水中翼船の耐波性能は基本的には規則波中の定常波浪応答によつて検討できる。しかし実際の海面に起る波ではこのような定常規則波を考えられない。むしろ実際問題としては波浪外力が衝撃的に加えられ、艇体は過渡状態の連続といった具合に考えるのが妥当であろう。これらのためには更に過渡応答特性を計算する必要があるのだが、これ以上の説明はいたずらに煩雑を重ねるばかりと思われるので、ここには以上の計算体系のみの説明にとどめておく。舷上の計算体系を図式化したものを第3図に示す。

先にも述べたようにこのような system study の計算体系が確立されたのは極めて最近のことである。われわれがこれまでに生産した MH3 や MH30 は遺憾ながらありきたりの山かんの手法から出発して試作改造を重ねどうやら一応の実用段階に漕ぎつけただけのものであつたが、今後新計画に取り組む場合にはこの system



- Input Data 作成に情報の授受がある関係
- 計算結果の比較検討のための情報の流し
- A/P 自動制御 (Auto-pilot)

第3図 水中翼船 system study 計算体系

study の手法を充分に活用してより合理的な設計を完成させたいと考えている。

### 水中翼船の耐波性

水中翼船というものが世間の話題になりはじめた初期の頃には、その耐波性についてかなり誤まつた印象が流布されていたようである。船体は完全に水面から離れており、水面を切っているものは薄い翼だけといったような観念から、波のある時でもただもうスイスイと走れるのだといった印象が生れてくるのはやむを得ぬことだったのかも知れない。そのうちに今度は、水中翼船というものが極端に波に弱いものだとする反動的な見解も現れて来た。これらのいずれもが盾の半面のみを見た議論に過ぎないことはいうまでもないが、それにしても世間というものはとにかく結論を急ぎ過ぎるものだと思う。

水中翼船はまだ実用の世界に登場したばかり、飛行機の歴史でいうならば現在はまだモーリス・ファルマンかブレリオの時代に過ぎない。いや、ある意味においては、現在の商業用水中翼船はむしろそれ以前の時代に相当するのかも知れない。ほとんどが固定されたままの翼を使用する現在の商業用水中翼船は、波浪中の航行ももつぱら翼固有の安定性に依存するだけで、他に姿勢をたて直す手段は何ひとつもないのが実情だからである。このような見方からすると、おおかたの悪天候を克服して定期就航を続ける大型ジェット機の時代にはまだほど遠いといわねばなるまい。わが国の商業艇については、波浪階級3をこえたら翼走を禁止されることになっているが、これも当面の規制措置としてはやむを得ぬものであつたらう。

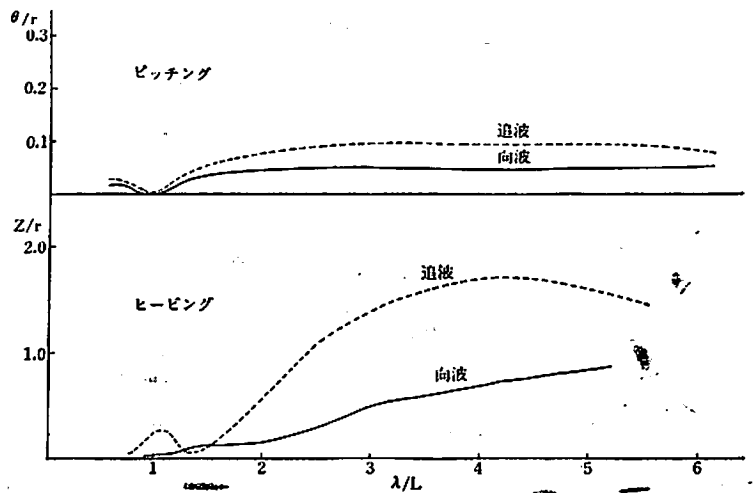
耐波性や乗り心地に関してはとかく無責任な議論が多い。波というものが船の大きさと無関係に存在する以上、船が大きくなればなるほど耐波性が良いのは当たり前の話だし、同じ大きさであれば速力が高くなるほど乗り心地が悪くなるのも、デコボコ道を走る車のことを考えれば直ぐに判るはずである。にもかかわらず、水中翼船を論ずる場合、案外にこのようなことを無視しこの議論が多い。筆者の経験だけでいっても、大きな船の経験きりない人はとかく水中翼船の乗り心地をけなす場合が多いし、高速艇の経験のある人はたいいてい乗り心地が良いと賞めてくれる。数値だけで律しきれぬ問題であるだけに、比較の対象をよく考えて議論すべ

きことである。

水中翼船の波浪中の運動性能は、本質的にはまず艇体に対する翼の配置形式によつて決まる。この配置形式については古くから多くの先人達によつて提唱された種々の方式があること御承知の通りであるが、それらの多くは単なる着想と実験の積上げのみに頼つており、厳密な理論を背景としたものは少ない。前述した通り、筆者らもいまようやくこれらを数値的に計算対比し得る段階に達したのであつて、もつとも有利な翼配置形式の探究はこれからのことに属するが、既に数々の興味ある結果を得ている。

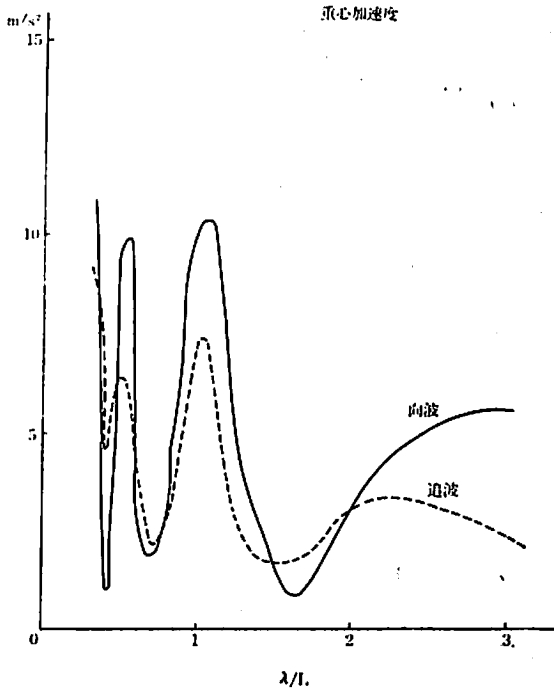
波浪応答の計算によれば種々の波長の向い波、追い波に対する艇の pitching, heaving 等の大きさ、翼の吃水変化、船首や重心の加速度等が求められ、これらを総合的に判断して翼配置の形式の当否を決定することが出来る。もちろんこれらの応答特性は波面の傾斜や速力によつて複雑な変化を示し、例えば pitching などの点では割合に具合よく見えても加速度の点では大きな同調点を生ずるといった有様で、総合的判定を下すためにはその艇について考えられるあらゆる場合を包括した広汎な計算を必要とする。計算結果の一例を第4,5図に示す。図中の実線は向い波、点線は追い波に対する場合である。

このような翼配置形式の翼の一部にフラップのような操縦面を付け、これを自動制御装置によつて動かすと波浪応答が良くなるであろうことは容易に想像できる。非常に面白いことは、このような自動制御装置を設ければ何でも彼でもよくなるというものではなく、翼配置の形式の如何によつては、折角の自動制御装置が場合によつてはほとんど効果を示さぬといったことも起り得る。



第4図 波浪応答





第5図 波浪応答

前にも述べたように全没型翼の場合には自動制御装置の助けをかりぬ限り翼走は考えられないので、このようなことは問題にならないけれども、水面貫通型翼形式の場合に自動制御装置を組合せるような時にはこの点特に慎重な検討を要する。

この問題を更に詳しく説明することは徒らに煩雑さを増すのみで本論の趣旨からも離脱するので詳論は避けるが、ここには簡単なヒント的説明を付け加えて置こう。元来が自動制御装置なるものは、ある外力によつて生じた艇の姿勢を適当な操縦面の操作によつて原姿勢に引きもどそうというものである。この場合の操縦面の動きは艇の姿勢を変化させる速さによつて評価されるが、この点ではちよつと艇固有の安定性と矛盾した関係にある。このようなことから上述したような現象も生ずるものと理解して頂きたい。

### 水中翼船と自動制御装置

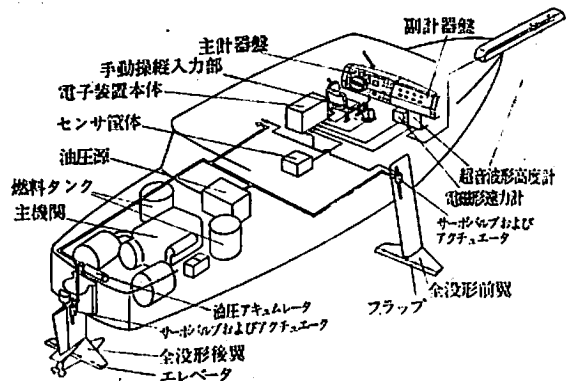
周知の通り米海軍では航洋水中翼船の開発のために驚くほどの巨費を投じて研究を進めている。そしてその中心路線は、グラマン社のデニソン号の如き例外はあるが、あくまでも全没型翼に自動制御装置を組合せた方式ということになつていたように見受けられる。わが国の防衛庁関係者の間でもこれに追随する議論が主力を占めていたようであるが、筆者はかねてからこの傾向に多大

の疑問を持つていた。最近になつてカナダ海軍で米国の動向と真ツ向うから対決するかの如き開発プログラムが発表されたので、はなはだ興味あることに思つている。

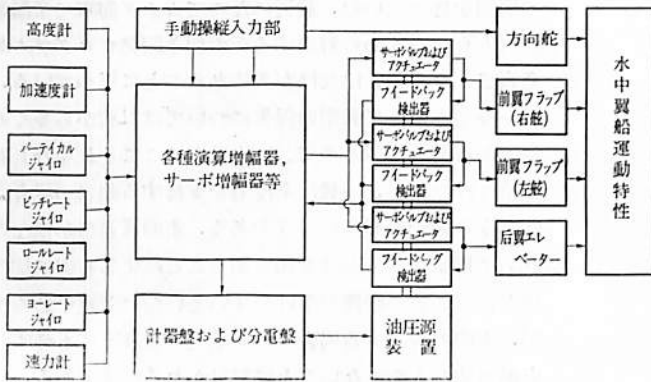
全没型と水面貫通型の得失については以前から多くの論議が行われているので、いまさらここにそれをむし返す積りはないが、一般に全没型を支持する論者の場合にはどうも観念論が多いようである。水面貫通型が損な点として指摘されるのは水面を切ることによる有害抵抗の増と、表面波の影響を受けやすいといった2点であろうが、実際に設計する場合を考えると、これとても必ずしも絶対的なものでないことに気付かれるはずである。全没型といえども翼を支える支柱の水面を切る抵抗は避け得ないし、翼の没入深度を無限に大きくせぬ限りはやはり波浪の影響から逃げられない。従来論議の多くは自動制御装置付き全没型とそのような装置を持たぬ水面貫通型の対比であつたが、ここでは少しく観点を變えて、水面貫通型にも自動制御装置を付けた場合との比較を考えてみたい。

筆者らがまず着手したのは自動制御装置付全没型水中翼艇の開発であつたが、これは先にもちよつと触れた通り、全没型翼の運動理論の方が開発し易いと判断されたからである。全没翼の場合には、翼性能に水面影響の変化を織りこむだけで、ほとんど航空力学の知識をそのまま流用できるから、これの計算結果と実艇実験の結果を照合することによつてまず計算体系の土台を固め、これを足場にして水面貫通部という厄介な問題に取り組もうという方針が進んだ訳である。全没艇の計算体系の開発から実験艇の実験終了までには実に2年半余の歳月を要している。

計画の基本に採られたのはMH3型の第1号艇として試作した実験艇であつて、これについて翼体系のsystem studyを行い、運動性能の諸元を算出し、この



第6図 全没型実験艇一般配置図



第7図 自動制御装置ブロック・ダイアグラム

数値を基にして自動制御装置の計画が進められた。

本艇の概要は第6図に示す通りで、前翼は左右舷に別れ、後翼は1翼で、飛行機の場合に倣い、前翼の操縦面をフラップ、後翼のものをエレベータと名付けている。本艇の自動制御装置のブロック図は第7図の如きもので、高度（浮上量）、ピッチ（縦傾斜）およびロール（横傾斜、これには旋回を含む）の3つの制御ループから構成されており、7個のセンサーによつて次のような自動安定並びに操縦が行なわれる。

変位、速度、加速度検出による高度の自動安定、操縦

変位角、角速度、角加速度検出によるピッチの自動安定、操縦

変位角、角速度検出によるロールの自動安定、操縦

ヨー角速度、船速検出による釣合旋回操縦

ただ最後の旋回の場合、舵板の操作のみは手動となつており、この他に前翼フラップ、後翼エレベータを操作するための2本の手動操縦桿があつて、はじめはこれの操作によつて離水し、翼走に入つてから自動制御に切り替えるよになつている。実験艇の要目ならびに航走状況は第2表および第8図に示す通りである。

第2表 全没実験艇要目

艇体主要寸法		
全長	8.00 m	
幅	2.20 m	
深	1.10 m	
排水量	4.20 t	
主機関	クライスラー 280 ps	
速力	巡航	約 35 kt
	最大	約 40 kt
	吃水（停泊時）	約 1.60 m
	ク（翼走時）	約 0.60 m

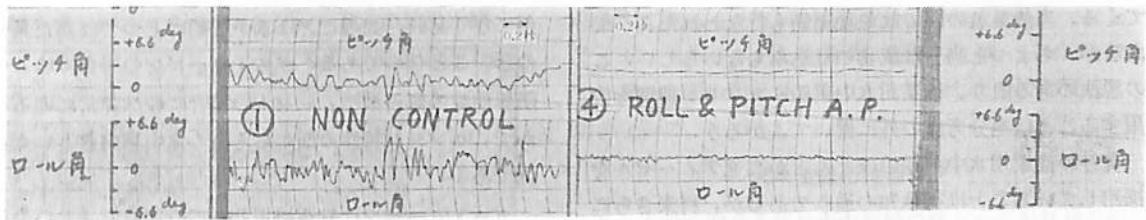
当然のことながら本実験艇の波浪中での乗り心地は極めて良く、普通型のMH3艇との比較試験も種々実施して、普通型ではほとんど続航不可能なほどの波浪中でも全没艇は楽々と航走することを確認したのであるが、実験担当者の表現を借りるならば“ガタ・トラックからキャデラックに乗りかえた”ほどの相違が感じられた。実際に波高60センチ位の波浪中でも0.1g以下の加速度を計測し得たに過ぎず、実験的には全没型水中翼船の優秀性を十分に立証することが出来た。

これにひき続きわれわれは水面貫通型翼に自動制御を施した場合の実験を計画した。上記実験艇の前翼を下部に可動翼を有する水面貫通型のものに取り換えて、制御装置のピッチ・ループとロールループを働かせた場合の制御効果を調べようとしたのである。実験の結果は第9図の記録例に見られる通りで、自動制御を作動させた場合とそうでない場合の相違は非常につきりと認められる。前にも述べたように、全没型翼では自動制御装置なしで翼走することがほとんど不可能なので、このような対比は試みられなかつたのであるが、水面貫通型では制御装置なしでも走れるので、ピッチのみをコントロールした場合、ロールのみの場合など種々の組合せについても実験することが出来た。

実験時の海象条件が同じではないので正確な比較は困難であるが、これらの実験に関する限りでは、艇の姿勢の変動や加速度等はやはり水面貫通型の方が全没型に比べてやや大きく出ているようである。ただし今の場合、この制御装置自体がもともと全没型艇の特性に合わせて計画されたものである点は併せ考え置く要があり、この結果のみをもつて直ちに水面貫通型が劣ると決めつけるのは早計に過ぎよう。仮りに多少劣るとしても、水面貫通型には自動制御装置が作動しなくとも翼走だけは出来る



第8図 全没型翼実験艇の航走状況



第9図 水面貫通型翼実験艇航走記録



第10図 水面貫通型翼実験艇の航走状況

と云つた利点も考慮の外に置く訳にはいかない。

以上の実験に使用したセンサー、アクチュエーター等には概ね航空機用の部品を利用した。実験に関する限りでは一応大した支障もなく終了することができたが、いざこれを実用化するとなると、そこにはまだ多くの問題が伏在している、先にもちよつと触れたように、航空機の部品をこのような船用に供する場合、まず問題になるのは耐用時間とコストの点である。

例えばセンサーのジャイロ類は数百時間程度の寿命を保証されているに過ぎぬが、経済価値の非常に高い航空機の場合ならばとも角、水中翼船に対してそのような短寿命で運営が成り立つか甚だ疑わしい。油圧系統にしても飛行機の場合は2~300時間で全系の油を取りかえることが要求されているらしいが、万一の場合は直ちに人命に係る飛行機ではそれも当然のように思われるけれど、水中翼船ともなればその環境に応じた新しい見直しが必要である。実験中に僅かな浸水のためにアクチュエーターが絶縁不良で使えなくなったことがあるが、こうした点も船用としては更に検討すべき問題である。米海軍の水中翼船開発計画では、このような航空機用部品の船用化ということが重要命題のひとつとして取り挙げられているようであるが、当然の措置として首肯される。

三菱水中翼船 MH3 の従来の標準価格は1,200万円

とされていたが、これに搭載した今回の自動制御装置には約6,000万円の費用を要している。もちろん今回の場合は全く実験のための試作であり、標準型が量産される段階ともなればその価格は大幅に低減されるはずのものではあるが、それにしてもかなりの大型艇でなければこのような装置の御利益を受けられそうもないことだけはたしかである。昨今にわかに話題になつたように航空機の世界ですらいまだに完全な自動化が行なわれてないことを考えると、全没型水中翼船の実用化はまだ遠い先のことのような気がする。軍用の場合といえども経済性を完全に無視する訳にはいかないはずである。

そのような観点から、さし当りは水面貫通型に自動制御を組み合わせた水中翼船の実用化が捷徑ではないかと考えるのである。水面貫通型であれば制御装置なしでも翼走できる。水面が穏かならばこれで結構乗り心地は良い。波が出はじめて乗り心地が悪くなつたら自動制御装置を働かせればよろしい。このような使い方をすれば航空機部品の短寿命も大して苦にならぬのではないか。こうして部品の船用化が充分進んだ所ではじめて全没艇の実用化を考えればよからうというのが筆者の意見である。

#### 水中翼船用主機の動向

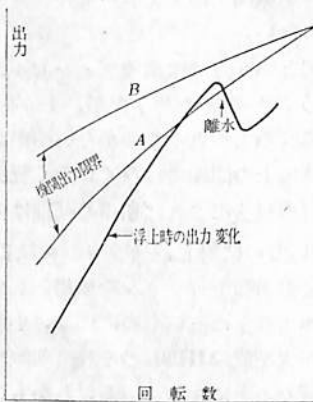
いまのところ水中翼船用としての条件をみたし得る原動機はガソリン機関、高速ディーゼル、ガス・タービンの3者以外にない。

軽量大出力という点では高速ディーゼルよりもガソリン機関ということになりそうだが、わが国に関する限り、商業的にはちよつとそういかない面がある。この奇妙な現象は技術上の問題ではなく、全く税法上から起つている。現行の税法によれば船用の軽油は免税されることになつているのに対し、ガソリンにはこの恩典がない。この税金のお蔭でガソリンを船用として使う場合は軽油にくらべて非常に高いものにつく。小型のMH3型の燃料代が大型艇MH30のそれに匹敵するといつたほどの馬鹿げたことになつている。しかもこの税が道路税の性格を持つているのだからいよいよ馬鹿らしくなつ

てくる。当然業者の間では免税運動も行なわれたようであるが、ちよつと当分は成功の見込みもないらしい。この悪法のある限り、商業用水中翼船にガソリン機関を使用することは当分考慮の外に置いてよからう。

現存の商業用水中翼船のほとんどが高速ディーゼルを採用していることは御承知の通りであるが、将来さらに大型のもの、または高速力のものが要求されるとなれば、当然ガス・タービンを採用する方向に進むであろう。現在大型水中翼船用として考え得る高速ディーゼルは世界中探して僅かに5機種、それも近い将来に飛躍的な出力増加が得られる見込みはまずない。当然のことながら現実の設計は適当する主機の存在によつて大きく左右されるものである以上、現有のディーゼル機種をもつて考え得る水中翼船の大きさや性能には自ら限度があり、軍用艇などを対象にするとどうしてもガス・タービンを考えざるを得なくなる。

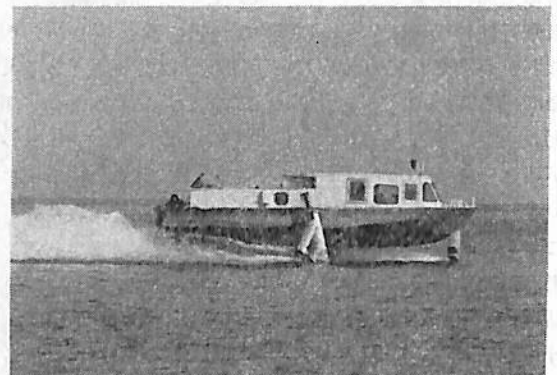
一般にはガス・タービンという軽量大出力ということだけが利点のように見られがちだが、水中翼船として考える場合には案外看過されているいまひとつの利点がある。周知の通り水中翼船は離水時に大きなハンプ抵抗を示すが、エンジンの側よりすればこのハンプが比較的 low rpm でトルクの低い所に起るので出力としては苦しいことになる。従つて水中翼船の場合はエンジン特性として通常の3乗曲線を見るだけでは事が足りず、トルク・リミットの特性をよく調べる必要がある。例えば第11図に見るように10/10の定格出力は同一であつてもA、Bの如くトルク特性の異なる2つのエンジンがある場合、Aのエンジンでは離水不可能ということになるし、この限界曲線と所要出力との開きが大きいほど加速性がよい訳だから離水のための所要時間は短くなる。現存の高速ディーゼルはほとんどが高過給によつてその高出力を得ているので、このためにトルク・リミット曲線が急傾



第11図 離水のためのエンジン特性

斜になり易い。このことは水中翼船にとつては甚だ具合の悪いことなのである。ガス・タービンの場合にはこの限界曲線の傾斜がディーゼルの場合に較べ非常にゆるやかで、エンジン特性の面からも全く水中翼向きといえる訳である。

ガス・タービンは航空機用として近年眼覚ましい発達を遂げているので、水中翼船もこれの流用を考える方が手つ取り早い。残念ながら戦後わが国で船用として試作されたものはまだちよつと役立ちそうもない。航空機用ガス・タービンを水中翼船に使うとなると、当然環境の相違から来る種々の問題を考える必要がある。難点のうちで一番大きい問題は海水中の塩分による性能低下と腐蝕の問題である。この点に関して実績を有するのは Proteus 等の僅かな実例があるだけで、大部分のエンジンについてはまだこれからの研究問題であるが、一応のめどはつけられているようである。海水中の塩分がタービン翼に付着して性能低下を来すという問題については、一定使用時間後にアイドリングして水洗すればよいとされており、腐蝕に対してはコーティングや耐蝕材の採用が考えられている。ただ懸念されることはこれ等の対策が飛行艇の実験を抱り処にしていることであつて、先にも述べたようにそれよりも遙かに条件の悪い水中翼船の場合にも充分有効であるかは、全くこれからの研究課題であるとせねばならない。ここ2年ほどの間にわれわれは防衛庁委託試験のお蔭で石川島播磨重工製のガス・タービンT-58を搭載した水中翼艇の実験を行ない、ガス・タービン装備の問題について貴重な経験を得ることが出来た。この経験に関する限りでは、装備に適当な工夫をこらし、使用後の水洗を入念に行えば塩害の問題は起らないことが立証されている。しかしながらこれはあくまでも短期間の実験結果に過ぎず、実用的にはもつと長長期



第12図 ガス・タービン実験艇(最高速力約50ノット)



第3表 ガス・タービンとディーゼルの諸元比較

		CT58 ガスタービン	ベンツ MB 820 Db ディーゼル
外形寸法	L	2.280 m	2.355 m
	B	0.530 m (max)	1.400 m
	H	0.610 m	2.007 m
		(一段減速機を含む, クラッチなし)	(クラッチなし)
重量	240 kg (一段減速機, スターターを含む)	3,120 kg (逆転機, クラッチなし)	
出力	離陸最大出力(5分間)	1,250 ps×19,500 rpm	最大出力(1時間定格) 1,350 ps×1,500 rpm
		(減速比: 3.421 のとき 5,700 rpm) 連続最大出力 1,050 ps×19,500 rpm	連続最大出力 1,035 ps×1,500 rpm

問をかけて見究めなければならぬのは当然であろう。実際問題としても、ちよつと走つただけで頻々と水洗いしなければならぬとあつては不自由なものである。

ガス・タービンに関するいまひとつの問題点は燃料消費量である。現状のガス・タービンでは高速ディーゼルと較べて余りにも燃費の差があり過ぎる。ディーゼルの170 gr/IP/Hr 前後というのに対してガス・タービン250 gr/IP/Hr 程度では余りにも開き過ぎて、とても商業的には成り立たない。軍用艇でも折角のエンジンの軽量が燃料タンクの方に喰われてしまい、結局は航続力の問題になつてくるので、これは将来もつと下げるように考えて貰いたいものである。せめてこれが200 gr 程度にまでなるとガス・タービンの優越性もつと輝かしいものになるのではないかと思う。

ことのついでに書き添えて置きたいのは、ガス・タービンが小型軽量だと表面的な数字だけで安心してばかりもいられないということである。ひとつの例として掲げた第3表の数値を見ても判るように、たしかに幅や高さの点ではディーゼルに較べて格段に小さいが、長さの点ではそれほど差はない。しかもここに掲げた数値は1段減速機までのものであり、船用のためには更にもう1段の減速を考えると長さはほとんど変わらないものになる。重量の点でも2段減速機のみで増すことになり、更にクラッチのことまで考えると相当な重量増を覚悟せねばならない。またタービンに有害な水分をできるだけ分離するためには給気風路の容積にかなりの余裕を考えてやらねばならぬので、容積的にも本体の小さいことだけで安心する訳にはいかない、しかしこれらのこと

は決してガス・タービンの優位を覆すほどのものではなく、ガス・タービンを装備する場合にはディーゼルとはまた違つた別の配慮があることを指摘したまでのことに過ぎない。

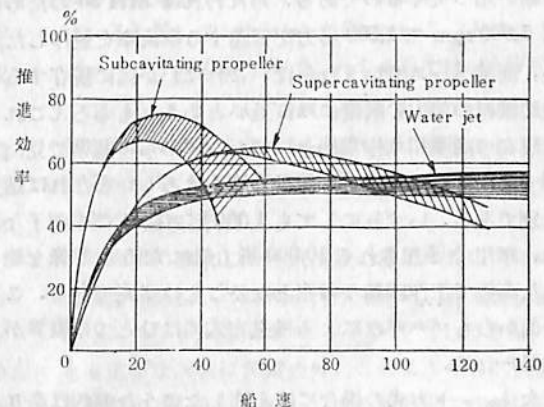
### 水中翼船の推進方式

これまでに開発された水中翼船のほとんどが普通の船と同様なプロペラを使つていることは御承知の通りである。水中翼船は高速だから当然キャビテーションやエロージョンの問題が起るが、現象そのものは一般船の場合と同じなので、ここには特に論及することを避けたい。

主機よりプロペラに到るまでの軸系についても、われわれは2組の傘歯車によつて丁度船外機のように船尾から軸系を垂直におろす方式を採用しているが、わざわざこのように厄介な機構を採用したのはそれなりの理由がある。理由の主なものにはキャビテーション・エロージョン対策や耐波性等だが、この点についても今回は詳述するのをやめたい。

筆者がここで述べたいのは水ジェットによる推進方式の問題である。水ジェットによる推進方式そのものは何も目新しいものではない。古くから特殊用途には随分と使われた実例も多いし、最近では主としてレジャー向けの米国製品などが出廻つていることを御存知の方も多いと思う。しかしながら高速大馬力のものとなるとまだ実例も僅少で、今後に残された研究問題は多い。

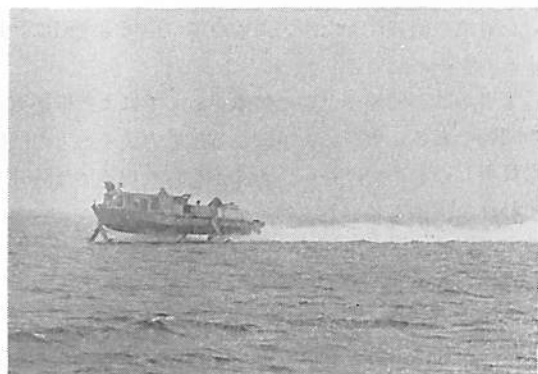
われわれは来るべき高性能水中翼船の推進方式として水ジェット方式の研究の必要を痛感し、昨年来その開発を進めて来たが、最近ようやくその第1段階として実験艇による海上実験を一応終了した。数値的な資料はまだ公開すべき時期でないので、ここには本方式が旋回後進とともにジェットを利用していることと、航走状況の写真(第13図)を紹介するだけに止めて置くが、以下少しくこ



第13図 各推進方式の効率(ボーイング資料)

のような方式が何故必要と考えられたかという点について述べて見たいと思う。

在来の商業用水中翼艇の速力範囲に関する限り、われわれの船外機方式の軸系を採用すればプロペラのキャビテーション・エロージョンは余り問題にならない。速力が50ノット前後になつても、まずはスーパー・キャビテーション・プロペラで対処できるであろう。水中翼船としてはこれに附随する困難な問題もいくつか予測されるが、いずれにしても解決不可能といつたほどのことではなさそうである。しかし速力60ノット以上ともなると難問山積で、船用プロペラの見通しは非常に暗い。これに対し水ジェットは低速でこそ効率が低い、50～60ノットぐらいになると充分拮抗できるだけの効率に達することは従来からもいわれていた所である。(第14図参照)



第14図 ウォータージェット実験艇

船用プロペラに関する難点としては、いまひとつ思わぬ所に伏兵がある。水中翼船がある程度まで大型になれば軸系としてはわれわれの船外機方式を採用せざるを得なくなるが、馬力が大きくなるとこの傘歯車に工作上の問題が起つてくるのである。われわれはMH30のために1,600rpmで1,500馬力を伝達する傘歯車を製作したが、商業ベースでいうならば、これはわが国に現存する歯切機械の能力の限度にはほぼ近いという。もちろんこれは現在の商業用水中翼船といった立場からの基準で見た話であつて、飛行機式に短寿命でもよろしいとなれば話は別である。いずれにしても1,000馬力級でこの調子なら、軍用で予想される10,000馬力級になると想像を絶した高価で工作困難な歯車となることは必定である。この面からもプロペラによる推進方式にはひとつの限界が感じられる。

水ジェット方式の場合には上述したような制約は余り考えられない。ちよつと考えるとポンプ重量だけは余計

ものみたいな気がするけれど、上述した軸系を廃止したことによる重量の利得も馬鹿にならないし、ポンプの軽量化も努力次第では相当の所まで行けるはずである。ポンプとしてはかなり高ヘッド、大流量のものとなるが、設計的に見ても在来のものから著しく飛び離れたものにはなりそうもないので技術的に余り困難はなさそうだという。キャビテーションの問題も、局部的な発生点を注意しさえすれば面倒はなさそうである。

大略以上のような予想のもとに研究を開始したのであるが、使用ポンプとしては通常市販のカーゴ・オイル・ポンプの中から所要の力量に合ったものを採り、特に軽量化することは考えなかつた。実験の結果は予想を裏切るものもなく終始したが、今後に残る問題はやはり水中翼船用として出来るだけ小型軽量のポンプを完成するという点にしばられそうである。

水ジェットについては極めて概念的な記述にとどまつたが、詳細については他日また御紹介する機会もあるかと思う。

## む す び

水中翼船について論ずべき技術的問題は無数にある。書き始めにはあれもこれもと欲張つていたのであつたが、いざとなると限りある紙数でとてもそのすべてを述べられるものではないし、記述した件も概念的で舌つ足らずのものばかりになつてしまつた。肝腎の水中翼自体のことについても具体的には何ひとつ触れずに終つたので、物足らぬ思いを抱かれた読者もおありであろう。この辺は筆者の無計画な執筆態度のせいと御有恕を願ひ、また次の機会に稿を改めてひとつひとつの問題をもう少し掘り下げた形で書かせて頂きたい。今回はその導入篇とでも見て頂ければ幸いである。

## 海技入門選書

東京商船大学教授 米田謙次郎著

# 操 船 と 応 急

A5判上製 130頁 定価 350円 (送70円)

## 目 次

### I 操 船 の 基 礎

- 第1章 錨の使用法
- 第2章 舵の作用と操舵号令
- 第3章 推進器の作用
- 第4章 速力と惰力
- 第5章 操船に影響する外力

### II 操 船 実 務

- 第6章 出入港・港内操船
- 第7章 特殊操船
- 第8章 荒天操船
- 第9章 海難と応急処置

# 魚雷艇・その性能と可能性

丹 羽 誠 一

最近公表された第3次防衛計画には在来不十分だった直接侵攻に対応する防衛力の強化に重点が置かれ、海上自衛隊もそれに応じて地方隊の勢力増強が計画され、その一環として魚雷艇5~10隻の建造が予定されている。

海外を見ても在来ソ連圏、中共および北欧諸国を中心としていた魚雷艇強化が、近年では米国や東南アジア諸国にまで広まりつつある。

魚雷艇の性能を解析してその可能性を紹介するものこの情勢に対し適切な企画であると考える。

第2次大戦中の魚雷艇は敵制空権下に行動し得る唯一の水上兵力として大いに活躍した。魚雷艇は小型であるため高速を出して白い航跡を引いていないかぎり航空機からも発見しにくいし、またシルエットが低いのでレーダーによる被発見距離も小さい。高速軽快なので航空機の攻撃にも強い。2次大戦の実績では1隻で数機の攻撃を受けたときは沈められる可能性が強いが、1隻対1機で沈められることは少い。大型艦船を攻撃するときは魚雷によるからかなり荒天でも攻撃できるし、砲や機銃で攻撃するのは同等の大きさの敵であるから波浪による影響は同じ条件になる。独魚雷艇は北海や英仏海峡方面で船団攻撃に航空機以上の効率を示したし、米魚雷艇はソロモン・ニューギニア方面で日本軍の舟艇機動を完封し、駆逐艦による輸送をさえ度々失敗に終らしている。スリガオ海峡では西村部隊を攻撃し駆逐艦を沈め同隊全滅の口火を切った。近くは金門島などに対する国府軍の補給を中共魚雷艇が遮断してLSTやDEを沈めた。フランス海岸では港湾施設やドックの破壊、ノルマンジーの水際防禦物の偵察、地中海やソロモン・ニューギニアでは上陸支援、輸送、海岸に面した敵陣地の攻撃など陸軍協力、地中海方面では特務機関やゲリラ要員の輸送などきわめて広い範囲に活躍して戦果をあげている。対潜攻撃や機雷の隠密敷設などにも使用できる。

用法についてはこれくらいにして、英国において建造され、西独、デンマーク、マレーシア等の海軍に採用されているガスタービン駆動の高性能艇“Brave”級を代表として性能の説明を進めてゆくこととする。

第1艇 Brave BordererはVosper社の設計建造で、1958年に進水している。英国海軍では魚雷艇をFast Patrol Boatと呼び、Seaward Defence Boat(中速の砲艇兼駆逐艇)とともにCoastal Force Craftsと総称している。今日のいわゆる魚雷艇は魚雷を主兵器とする

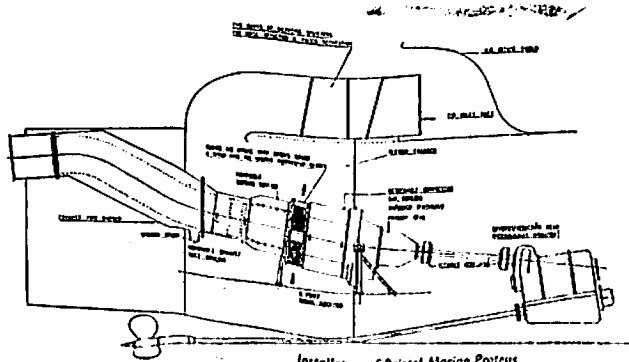
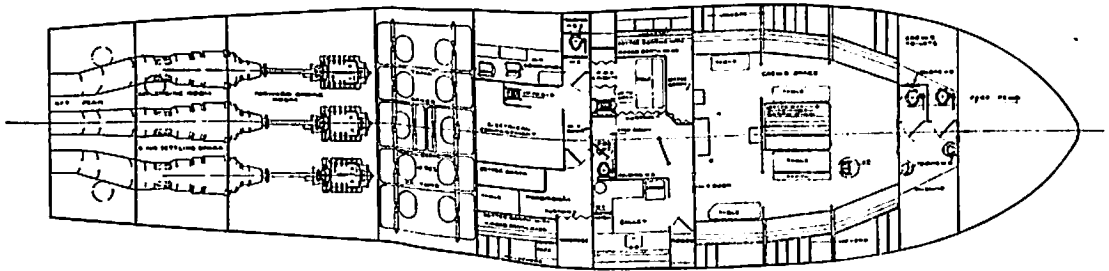
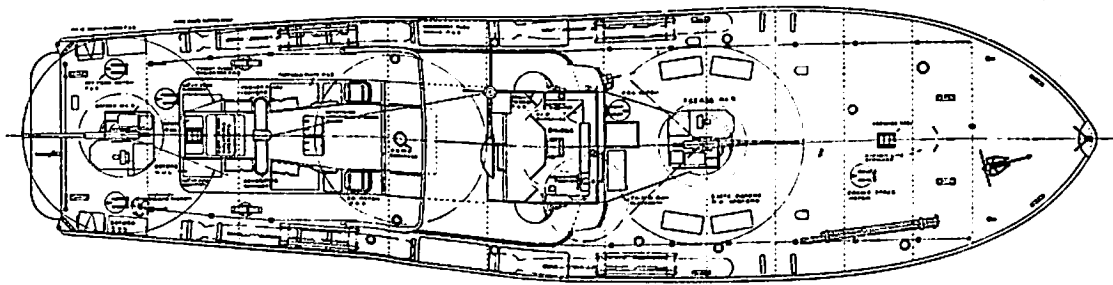
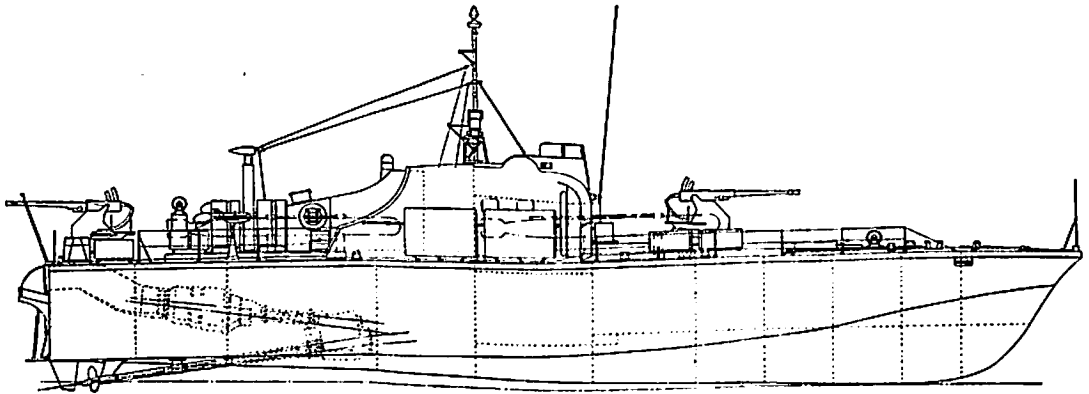
ものとかぎらないので魚雷艇という呼び名は必しもその性格を示すものではなくなっている。

“Brave”級は英海軍における魚雷艇の長い歴史の結論として生れて来たものである。英国のFast Patrol Boatに大戦前から2種類の系列があつた。一つは大戦前のBritish Power Boat社MTB、大戦中のVosper社MTB、British Power Boat社MGBの系列で、戦後F.P.B. Short Typeと分類された排水量50トン位までのハードチャイン艇である。英海軍は海外に基地を多数持つているので、この防衛のために必要な魚雷艇を船積で送り出さなければならない。大戦中は米国で量産された艇が多数英仏海峡方面や地中海の戦場に送り込まれた。当時の輸送能力ではこのような船舶輸送を可能ならしめるためには魚雷艇の大きさに制限が出来る。これが長さにして約24米、重さにして50トンをあまり越さない程度ということになる。そこで戦後も英国では第1にこの種の艇の若かえりに手をつけ、Vosper設計の“Gay”級、Saunders-Roe設計の“Dark”級を建造した。もう一方の系列がLong Typeと呼ばれるもので大戦中大型の独艇に対抗するための重装備艇として開発されたもので、大馬力の軽量機関が無かつたため30ノット程度の速力を確保するのに比較的細長い船型をした100トン前後の艇である。戦後はMetro-Vickガスタービン装備の“Bold”級試作艇2種各1隻しか建造していない。

戦後10年にしてドイツのディーゼル機関以外米国外製1,350馬力Packardガソリンエンジンしか無かつた魚雷艇用機関に2,500馬力のNapier“Deltic”軽量ディーゼルが完成し(今日では3,100馬力にパワーアップされている)続いてBristol“Proteus”3,500馬力船用ガスタービンが完成した(これも今日では4,250馬力になっている)。また戦後の貨物船は急速に大型化して船舶輸送のための大きさの制限も大幅に緩和されている。

“Brave”級の設計の背景にはこのような歴史と条件があつたのである。

英海軍の要求した性能は敵の沿岸においては攻撃を、自国海面において防禦を行なうため、普通海面で連続44ノット、短時間には50ノットを出し得るもの。もつとも重要な兵装は魚雷の外、このような目的に開発された新型の3.3吋砲であり、また短時間で作戦中に他の兵装と変換し、砲艇、魚雷艇、敷設艇等の各種用途に6時



Installation of Bristol Marine Proteus gas turbine and Allen gearing.

图 1 “Brave” 级





写真 1 Brave Borderer



写真 2 Brave Borderer

間以内に換装可能なことである。また主機発電機等の交換も6時間以内に行なえることが要求される。航続力は連続最大速度で400海里以上を必要とし、低速での長い航続力は要求されていない。

重装備、しかも超高速をねらう艇として在来の Short Type の拡大型を採用することは試作艇“Bold”級の成果から早く決定したもののようである。事前研究は主に機関選定と武器配置に中心を置かれた。

ディーゼルとガスタービンの利害が徹底的に検討された。“Proteus”ガスタービンは逆転減速機を含み1馬力当り重量が0.725 疋である。これに対し“Deltic”ディーゼルは1.9 疋と、相当の差がある。燃費の方は逆に“Proteus”の279 瓦/馬力/時に対し“Deltic”は177 である。燃料を消費した時を基準に考えると全力17時間分の燃料を持つと合計重量は両者の差がなくなる。要求航続力がこれより短いときはガスタービンが有利である。ただしガスタービンは分力運転における燃費が良くない。そこで巡航・哨戒に対する要求性能によつてはディーゼルが必要になつて来る。本艇の場合は巡航ディーゼルを持っていない。攻撃のポイントをしばつて、広

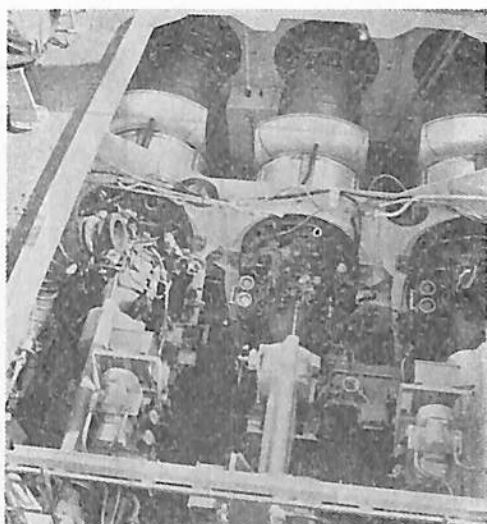


写真 3 Brave Borderer の機関室

い簡陋のパトロールを考えていないのであろう。同型でも4,250馬力にパワーアップしたデンマーク艇 Soloven は最高速度も55ノットになつているが、200馬力級の小型ディーゼルを両舷軸に結合して巡航10ノットの足を伸ばしている。この程度の巡航速度に対するディーゼル馬力は全力時に追加しても速度に影響が少いので装置を簡単にしてガスタービン運転中は切りはなしている。しかしもしもその要求巡航速度が18ノット程度にもなると巡航馬力が全力の20%程度にもなるので、これを全力時に遊ばせることはできない。“Brave”級の場合はガスタービン主機3軸に、発電機エンジンにもRoverガスタービンを使つて世界ではじめての完全ガスタービン船として完成した。

ガスタービンは海水を吸入すると腐食の原因になるばかりでなく、コンプレッサーに塩分が付着して性能を低下させる。これは真水を吹き込んで洗えば性能は回復す

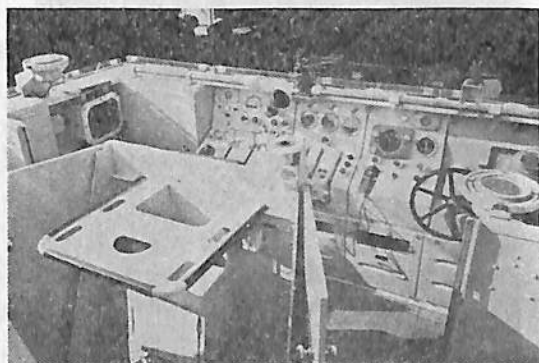


写真 4 Brave Borderer のブリッジ、ここからもエンジン操作ができる。

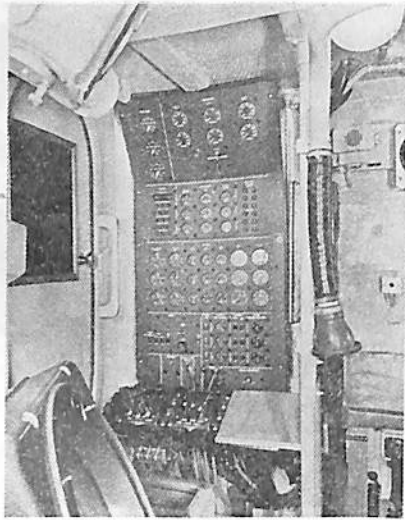


写真 5 Brave Borderer の機関操縦室

るがたびたび停止して洗わねばならないようでは使いものにならない。艇内での空気の流速はあまり低くできないので水滴の分離は困難なのでなるべく飛沫の少ない空気を吸うようにしなければならない。このため空気吸入口はできるだけ船首に近く、後方に向けて面積を広くとらねばならない。排気を煙突に導くとかなり大きな煙突が必要となり、シルエットを大きくし、被発見の機会を多くするのでさけねばならない。トレンサムから後方に排気すればこの点からも都合が良く、おまけに全力では1ノットに相当する付加推力が得られる。ただし後方からの波の打込を防ぐため排気開口の下に柵を設け、さらに開口には蓋を設けている。

英海軍は独魚雷艇に対抗するもつとも有効な方法とし

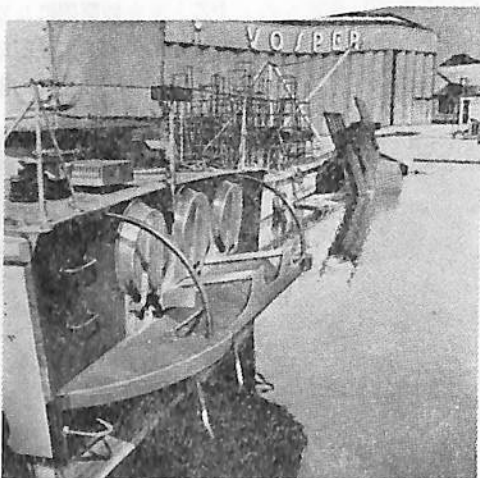


写真 6 Brave Borderer の船尾、排気出口には蓋がある

て早くから MGB (砲艇) を採用し、その兵装として40 耗までの機銃と、12 ポンド砲、4.5 吋砲などの組合せを採用して来たが、これらを動揺のはげしい高速艇に搭載したときその命中精度が問題であつた。戦後 Coastal Force System 2 (C.F.S. 2) として MGB 用の砲の設計装着および操作が研究開発された。これは 3.3 吋の速射砲で、安定装置、管制装置とともに砲塔装備されたもので、弾の重量 8.5 匁、装薬とも重量は 16 匁となり、高速艇の前部砲の位置で 2~3g の衝撃を受けながら扱ひ得る限度である。この砲のプロトタイプは試作艇 Bold Pioneer に装備され、海上高速時にも発射速度と命中精度は満足すべきものであつた。しかし重量、動力および複雑さが大となることは避けられない。重量は本体のみで 5.5 トン、弾薬、弾庫、指揮装置を含めて 8.5 トンになつた。このように重い砲は重心位置の関係から船首からかなり後方に置かねばならない。またこのようにすることにより波の衝撃の影響をかなり逃げるができる。これに関連して艦橋がそれ以前の艇に比べ遙かに後方になつたが、艦橋にある乗員が衝撃加速度により疲れるのを緩和する利点が得られた。

この砲を含み、全兵装は換装を容易にするよう取付けられる。砲は砲座フランジに通しボルトで取付けられ、他の兵装と弾庫は甲板に溶接されたアルミの座金にタップで取付けられる。

最近では魚雷艇にも砲の代りに Sea Cat 等小型ミサイルを装備するものが増加して来たが、中でも特に注目をひくのはソ連の“Kamar” 級および“Osa” 級の大型ミサイルである。長さ約 7 米の有翼ミサイルであつて艇から誘導され約 30 海里先の目標を攻撃することができるという。

船体は軽合金製の骨組にダブルダイヤゴナルの木外板を張つたもので、甲板や隔壁等は軽合金である。この型式の採用はそれまでの英国における全軽合金艇が耐食性の問題や溶接クラックの発生などが十分に防止できないで信頼性に不安があつたこと、および全金属艇ではさけられない銹頭、溶接ビード、歪などによる船底の不平滑性をきらつたものである。しかしその後建造したデンマーク艇には全接着木造船体を、マレーシア艇には鋼製船体を採用している。吸水による船体重量増加(木部の約 10%程度)や虫害のおそれのある木造船体やかなり重量の大きくなる鋼製船体に切りかえたのには理由がある。日本の魚雷艇 10 号がディーゼル世界最高速を出したことを聞いてその調査に来日した Vosper 社の Peter Dn Cane 氏の話によると“Brave” 級の構造には若干

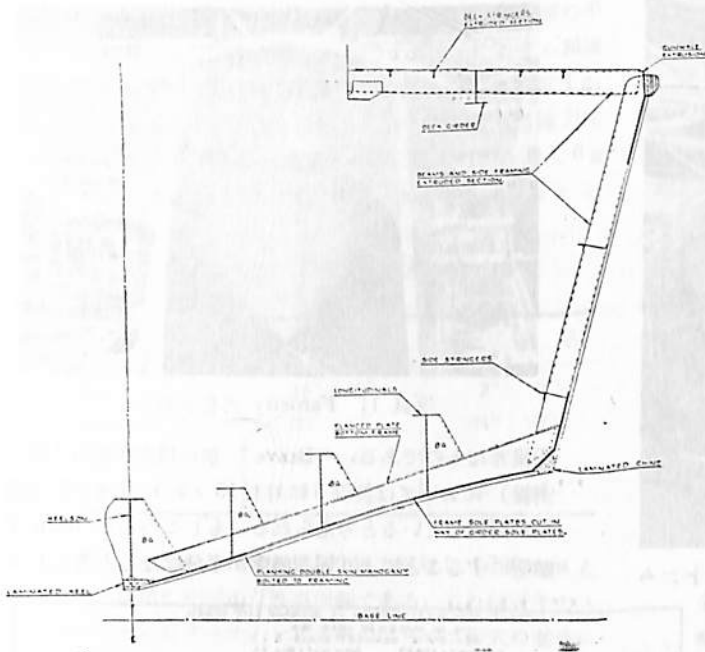


図 2 “Brave” 級構造，中央部切断

疑問があるらしく（それが異質の材料の組合せによる本質的のものか，その艇の設計による強度不足かは不明であるが）魚雷艇 10 号を見て全軽合金船体に強い興味を持ったようであつた。これには英国艇が燃料タンクを置きタンクにしなければならないのに対し，全金属艇はインテグラルタンクを採用して艇内を有効に広く使えることを見たことも作用したようであつた。最近の] Ship & Boat Builder 誌の座談会で同氏が“アルミ高速艇の問題を解決するための三菱の研究所次長をした男（注，元下関造船所舟艇課長岩井次郎君）をやとつて好結果を得た”と発言している。

Vosper 社建造の同型 3 種の船殻重量は al 骨木皮 20.05 トン，全木製 21.44 トン，鋼製 33.59 トンである。

高速艇の航洋性をもつとも大きく左右

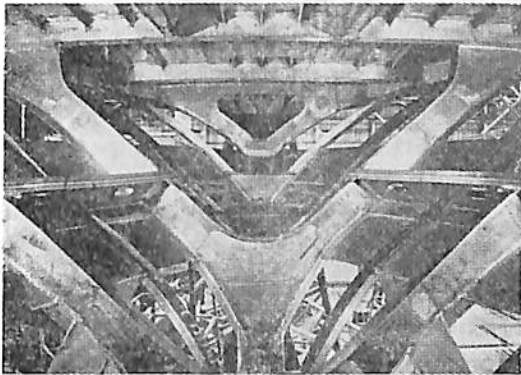


写真 7 “Brave” 軽合金フレーム

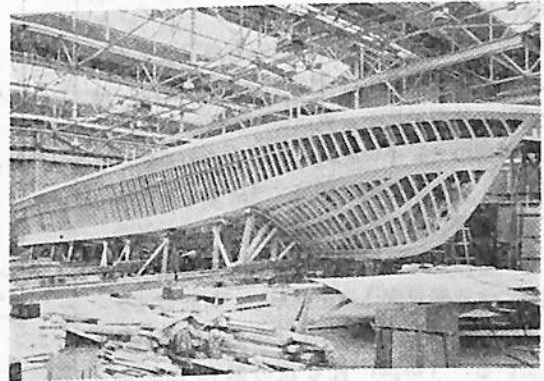


写真 9 “Brave” 級木外板取付前

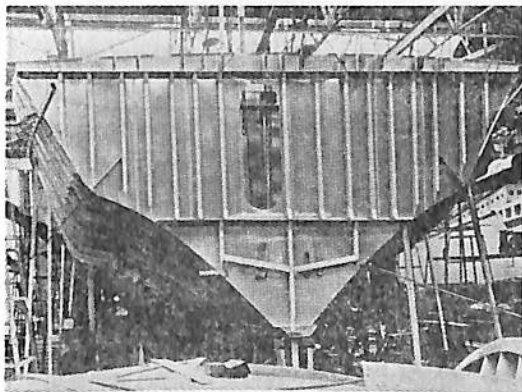


写真 8 “Brave” 級軽合金隔壁

するものは向波で高速航走するときのピッチングにとまなう大きな船首衝撃加速度である。試運転中に荒天運転が Nab Tower の外方で行なわれた。風は ESE で風力 6，波は比較的短いが急で波高 5 ないし 3 呎。この海で連続最大速力 45 ノットで各方向に航走したが乗心地良好であつた。この艇の波浪 5 に相当する不規則波で模型試験が行なわれている。この有義波高は 8.1 呎である。模型試験の 45 ノットに対する最大衝撃加速度約 6g，平均加速度は 2g であつた。これを荒天運転時の波高に換算すると最大約 3g，平均 1g となる。実艇は就航後波浪 5 のとき追波では全速，横波では 30 ノット，向波では 12 ノットで行動しているという。向波 12 ノットに対する模型試験衝撃は最大約 3g，平均約 1g である。この程



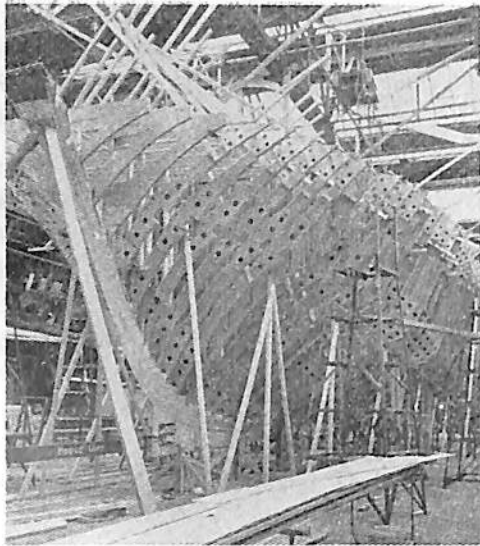


写真 10 スウェーデン艇 Soloven の木製フレーム

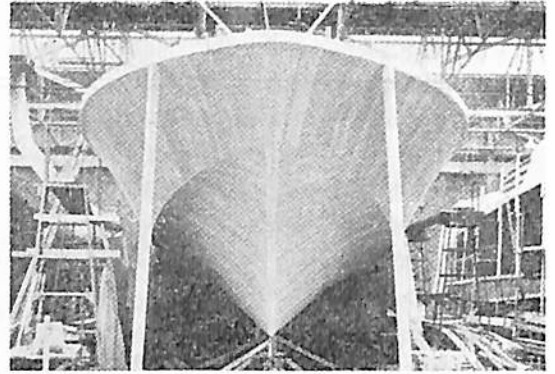


写真 11 Ferocity 外板張終り

う優秀なものである。“Brave”級の模型試験（3図実線）においては波浪5に対し15ノット付近で出会週期が同調していると考えられる。もしこのとき deep-V 船型にすることにより同調衝撃が半分になると考えれば

度までが常用に適するものと思われる。ただし訓練された乗員で航走可能なのは最大 6g 程度、外洋モータボートレースなどの選手は 10g 以上で数時間も走る。

船型はどちらかと云えば速力重点で決定されているようである。戦前からの Vosper 社伝統の波型船型を、戦後航洋性改善のために船首部のチャインを高くしたものの系統に属する。それに可動の船尾フラップを取付けて重心移動、海面状況に適したトリムを保つようにしている。追波ではフラップを上げて追波による船首突込みを少くし、向波ではフラップを下げて波の衝撃による頭上げに抵抗している。Vosper 社も次の試作魚雷艇 Ferocity では船底デッドライズをいくらか大きくして波浪衝撃を少くしている。ここ数年外洋モータボートレースで好成績をおさめている deep-V 船型はまだ実用艇、ことに魚雷艇のような大型実用艇に採用された例はないが、われわれは早くからこの船型の実用化を研究し、さきには防衛庁 13 米長官艇、今度は海上保安庁 26 米巡視船に採用して好成績をあげ、防衛庁の 25 米 30 ノット救命艇の建造に着手している。われわれの開発したこの系統の船型は平水速力でも 100 トン艇の場合 35 ノット程度までは在来型より良好で、しかも波浪中性能はピッチングが同調したときの衝撃加速度が在来型の約半分になるとい

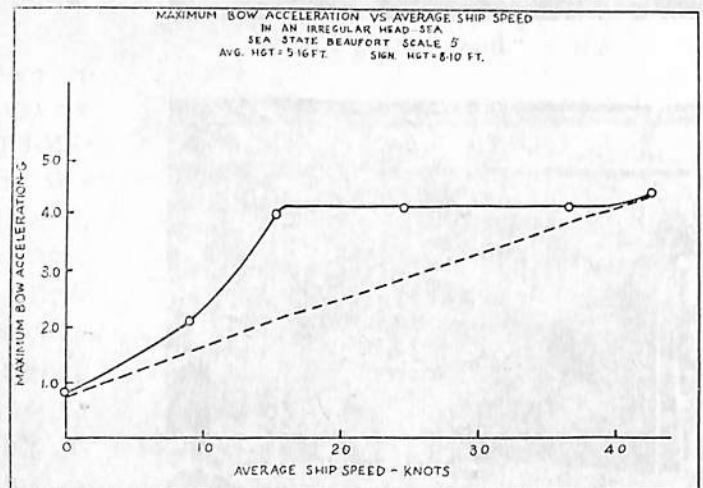
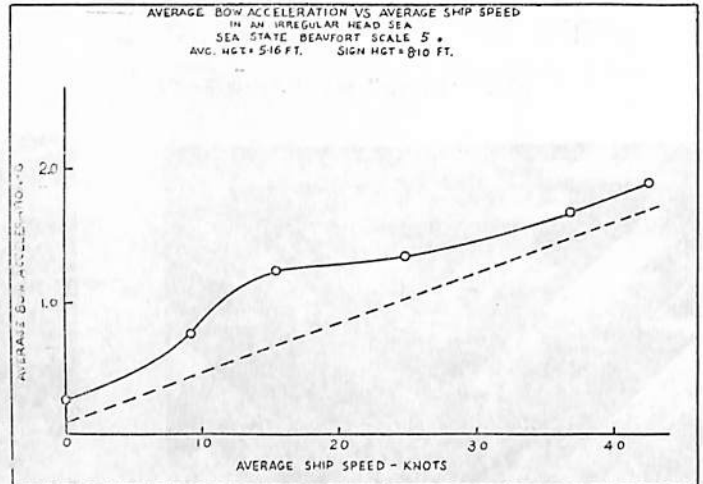


図 3



実験の停止、40ノット以上の値と、15ノットの値の半分を通る直線（図中点線）をもつて各速力に対する加速度が表わされると考えられよう。これに前記の平均1g、最大3gをおさえると波浪5に対し常用される速力は25ノットになるものと推定される。航走可能を最大6gとすれば波浪5の向波で約50ノットまで走れることとなる。

これらの船型の船底デッドライズを示す。

	中	央	船	尾
Brave	15°	40'	2°	0
Ferocity	20°	30'	4°	10'
海保 76 米	22°	0	22°	0
防衛庁 125 米	23°	20'	13°	40'

プロペラ回転数は1軸3,500馬力に対し1,700rpmと在来の常識に比べかなり高回転である。これは近年のスーパーキャピタティング系統のプロペラ研究の進歩によるもので、この艇はクレセント断面のプロペラを使用している。われわれの実験によれば、3,000馬力45ノット程度の艇の場合、1,130rpmと1,400rpmとではほとんど性能上差はなく、むしろプロペラを小さくすることによりチップクリアランスを充分に取った方が有利であった。

斜シャフトによつて生ずる翼根部のキャピテーションエロージョンはクレセント翼型では除き切れない。30ノット以上で走ると数時間の使用で10耗以上、ときには20耗程度の深さのエロージョンを生ずる。われわれの経験では短時間の実験であるが楔型断面のスーパーキャピタティングプロペラはこの問題をほぼ解決し、しかも低速時、後進時の性能についても著しい不利は認められなかつた。

最近の推進装置研究にはサーフェースプロペラと水ジェット推進がある。サーフェースプロペラは単独試験によれば単独効率もきわめて高く、さらに付加物抵抗の大部分を除き得るので高速艇にはきわめて有効で、上手に設計すれば30%程度の馬力増に相当する効果が期待できる。ただしスリップが大きくなると急激に推力が落ちること、震動、トルク、推力の変動の実際等調査研究を要する点も残っている。

水ジェット推進は付加物抵抗が減ることは同様であるが、ポンプの重量が加わる。また低速では効率が悪い。そのかわりディーゼル等のエンジンの場合、抵抗が計画より増加したとき回転数の低下により急激に出力も低下するが水ジェットはその点鈍感である。キャピテーション

エロージョンの問題はこれ等の推進方式ではほとんど除かれる。

魚雷艇を拡大して500トンの駆潜艇を考えてみよう。この程度の軽合金船殻を製造することはさほど困難ではない。米海軍はすでに200トンの高速砲艇を全軽合金で建造している。主機は20,000馬力級ガスタービン2基と、2,000馬力級高速ディーゼル2基とすれば、最高60ノット、連続55ノット、ディーゼル連続15ノット程度の速力が得られる。

武装重量50トンとして航続距離、全力で500海里、15ノット2,000海里、12ノット3,000海里程度が得られる。

航洋性としては有義波高4米の向波に対し35ノットを出したときの平均衝撃1gと考えられる。短時間ならば波高6米の向波に対し50ノットも出せるだろう。

#### “Brave”型要目

全長	29.86 米	
幅	7.760 米	
深	3.390 米	
吃水	2.13 米	
排水量	95~100 噸	
主機	Bristol Proteus marine gas turbine	
軸数	3	
馬力	3×3500	
速力	50	
兵装	MTB として	MGB として
	4-21 吋魚雷	1-3.3 吋 C.F.S 2 砲
	2-40 耗機銃	1-40 耗機銃
		2-21 吋魚雷
航続力	46 ノット 400 海里	
乗員	士官 3 兵員 10	

#### 「船舶」のファイル



左の写真でごらんのような「船舶」用ファイルを用意してあります。御希望の方には下記の価格でおわかりいたします。

頒価 230 円 (〒50)

# 強化プラスチック製大型ボート について

戸田 孝昭

## はじめに

強化プラスチック (Fiberglass Reinforced Plastics 略して FRP) 製のボートに関しては、数回にわたって本誌に記載してきたが、それらは小さなボートが多く、もつとも大きいもので全長 12 m までであった。

しかし、眼を世界の FRP ボート界に向けてみると、いままでに全長 25 m もあるボートが作られており、また約 1,000 t の掃海艇の試設計まで行なわれている。わが国では全長 16.5 m の搭載用漁艇が FRP ボートとしては最大のものであるが、ここでは諸外国で作られ、また試算されている幾つかのボートを採り上げて、FRP 製大型ボートについての現状と将来を眺めてみたいと思う。

FRP 製ボートの場合、どの程度の大きさから大型と呼ぶかということには議論もあるが、ここでは全長 50 ft (15.3 m) 以上のものを大型ボートと考えることにする。

現在までに作られた 15 m 以上のボートを掲げると、次のようなものがある。

20.5 m (67 ft) の娯楽用モーターボートが英国の Halmatic 社で作られた。ソ聯では長さ 25 m、幅 3.9 m の河川用客船が作られ、150 馬力で 11.3 kt を出し、また 100 t の河川用タンカーが作られて運行している。米海軍ではフログメン用の 15.9 m (52 ft) の高速ボートを 14 隻作っている。このボートは 1,100 馬力のガスタービンを 2 基搭載し、最高スピードは 42 kt を出している。また同じ米海軍はペーパーハニカムを心材としたサンドイッチ構造の小型掃海艇 MSB-23 (17.4 m, 57 ft) を 1956 年に建造し、19.9 m (65 ft) の内火艇を使用している。南アフリカのケープタウンでは 19.3 m (63 ft) のスターン・トロラーと、22.6 m (74 ft) のサイド・トロラーを建造している。

ここに採り上げるボートについて個々の FRP 構造の特徴を述べる前に、一応の概念を書いておこう。

FRP の外板は重量が軽く (比重約 1.6)、木材のように朽ちたり、鋼材のように腐蝕したりすることはない。船殻は通常は 1 体で作られるが、大型ボートの場合はガラス繊維の積層を増したり、スチフナを入れなければならない。スチフナはボートのロンヂ方向にもトランスバ

ース方向にも入れられる。軽量ということだけを主にした船殻を作るならば、パネルの短辺に平行にスチフナを入れるのがもつともいい方法であるが、エンジンの据え付けとか、縦剛性を考えると、このようなスチフナの入れ方が妥当かどうかは疑問である。長さが 20 m 以上のモーターボート、8 m 以上のセーリングヨット、スピードの速いモーターボートなどの場合には縦剛性を考慮して、船底外板にロンヂスチフナを入れるのが有効であろう。船側外板には縦と横にスチフナを入れる必要があるだろう。

FRP は水や油類の影響を受けないので、燃料タンクや真水タンクを作ることができるし、またそれらを船体に作り付けにすることも可能である。

FRP ボートの隔壁にはいろいろな材料が使われている。耐水合板、スチフナ付 FRP 単板、FRP サンドイッチ板などがそれである。サンドイッチ板の場合、その心材には合板、バルサ、硬質フォーム材などが使われている。フォーム材は局部強度が低いので、艀装品の取付け部、パイプ類の貫通部などには注意する必要がある。

隔壁で特に注意を払わなければならないのは、船体との結合部である。この結合部は船内に水が入った時の隔壁の大きな曲げとせん断の両者に耐えられるようにするとともに、船体に対するハードスポット影響を避けるようにしなければならない。

船体だけを FRP にして、デッキ上部構造物を木製にしているボートがあるが、この組合せは感心できない。この場合は、FRP より木の方が朽り易いので修理回数が多くなり、結局は高価なものになってしまう。また、復原性能からいつても、軽量の FRP 船体に重い木甲板や上部構造物はトップヘビィになるので好ましくない。特にセーリングヨットでは禁物である。

FRP デッキにも単板とサンドイッチ板とがあり、サンドイッチの心材にはバルサかフォームが使われる。フォームを心材に使う場合、フォームは高温で軟化する現象があり、またボラードなどの特に力の掛る艀装品の取付けには特に注意する必要がある。フォームの心材はこのような欠点を持っているが、軽量という魅力は捨てられないだろう。

船体とデッキとの結合は、FRP ボート建造の 1 つの大きな鍵である。船体とデッキ間の応力の流れをスムー

スにしなければならないし、他のボートや岸壁などに衝突した時の配慮も考えなければならない。その上、工作の容易さおよび外観なども加味して計画し、施工しなければならない。

### 上陸用舟艇 (オランダ)

このボートは全長が 14.45 m で、ここでいう大型ボートには寸足らずであるが、オランダ海軍が正式に採用し、また FRP サンドイッチ構造のボートとして初期に成功した代表的な作品なので、あえてここに掲げることにする。(第1図)

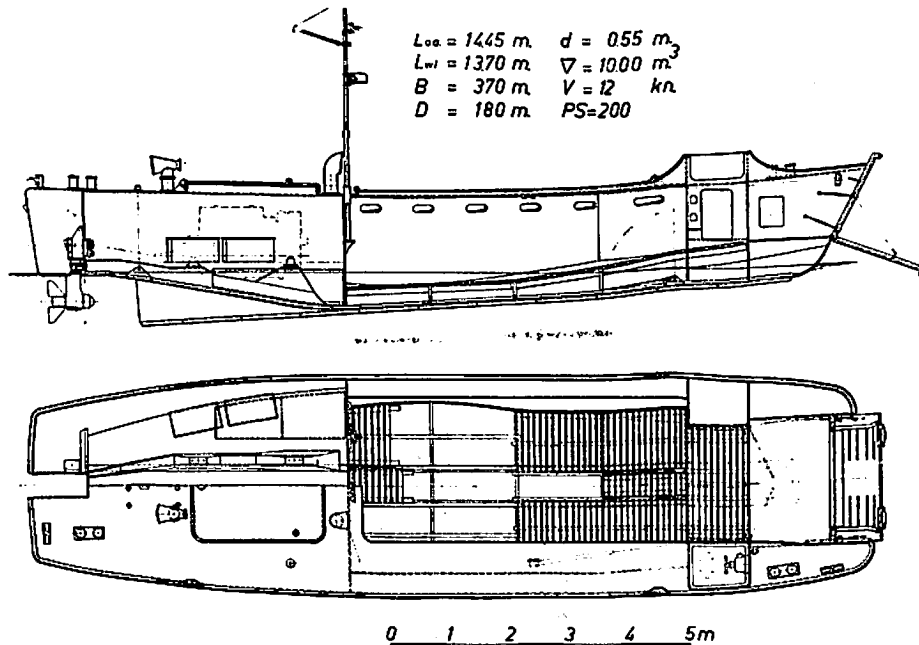
この上陸用舟艇は全長 14.45 m、幅 3.7 m、深さ 1.8 m、満載排水量 10 t、200 ps ディーゼルエンジン1基で 12 kt を出す。

このボートは外板、デッキはいうに及ばず、隔壁もサンドイッチ構造を採用している。サンドイッチの心材には硬質塩化ビニールの発泡材が使われている。この PVC フォームはスイスのロンザ社が製法特許を持っている独立気泡のもので、エアレックスという商品名である。この材料を使つてボート建造を考えたのはオランダの Leo Taal で、約7年間の研究の結果、この上陸用舟艇を作り、同海軍では9隻建造し、西ドイツおよびアメリカにも技術輸出を兼ねて輸出している。上陸用舟艇に使用されたエアレックスは比量 0.08、圧縮強さ 4 kg/cm<sup>2</sup> のものである。

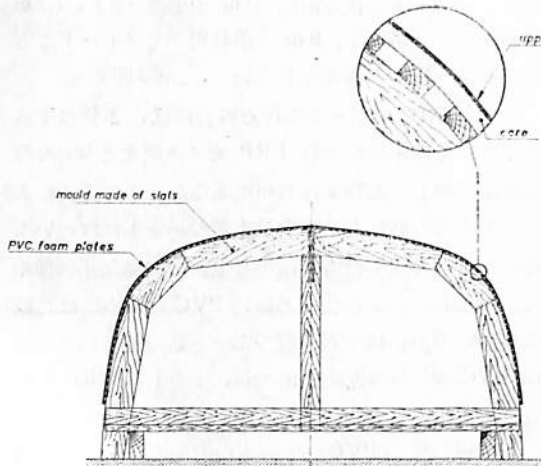
彼はこのボートを作る前に、5 m の小型ヨット、7.3 m の搭載用ライフボート、9 m の搭載用ライフボートなどの試作および建造の指導をしている。(第2図)

一般に FRP でボートを作る場合には、木製のオス型を作り、そのオス型から FRP でメス型をとり、そのメス型に積層して現物を作るのであるが、この方法によるとただ1隻の試作とか、少数生産のボートには向いていない。彼の考案した方法は少数生産で高価なオス型やメス型を使わない工作法である。PVC フォームは比較的軟らかいので、棧を沢山打つたカゴ状の型を作り、これに PVC フォーム板を仮止めし、その上に FRP を積層して第1段階を終え、次いで型から脱して簡単な受け型の上に置いて、PVC フォームの内面に FRP を積層するのである。こうすると、PVC フォームは型の一部であると同時に船体の一部になり、単板よりも剛性のあるサンドイッチ板が自然にでき上つてしまうという訳である。

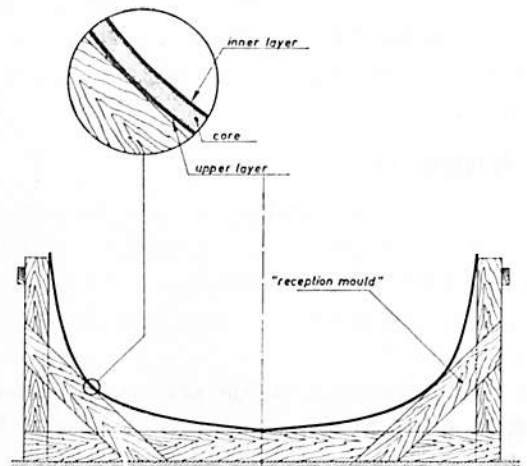
上陸用舟艇の外板は 10 mm 厚の PVC フォーム心材の外面に FRP を 4 mm 積層し、内面に 2 mm 積層して 16 mm 厚さに作つている。(第3,4図)これを 7 mm の FRP 単板と比較した3点曲げの試験結果を第5図に示す。サンドイッチ板の対衝撃性試験の結果を第6図に示す。これはサンドイッチの心材に PVC フォーム、パルサ、ペーパーハニカム の3種を用いたもので、PVC フォーム



第 1 図

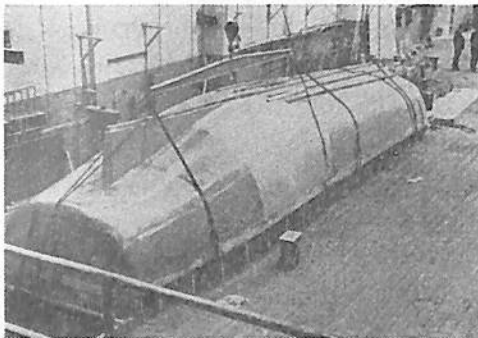


Placing of the core and upper layer

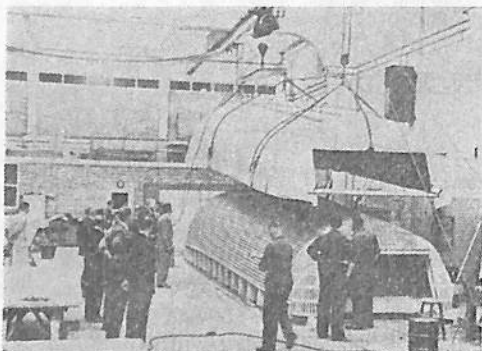


Placing of the inner layer

第 2 図



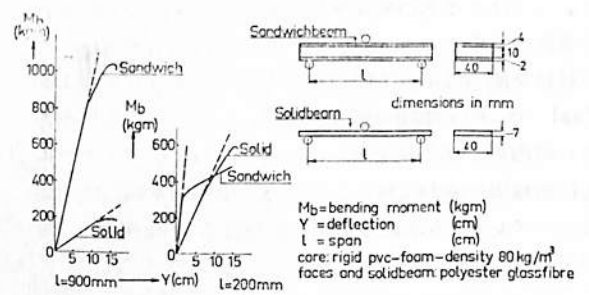
第 3 図



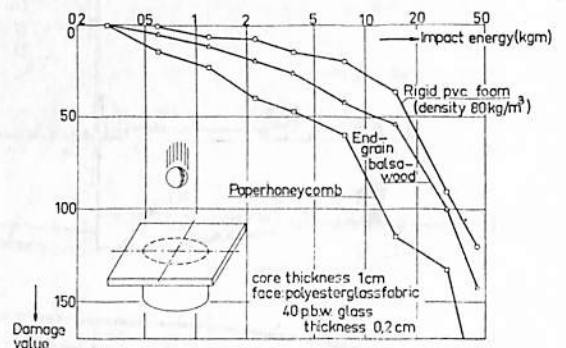
第 4 図

がもつとも良い成績を示している。

曲げ試験の結果は FRP 単板よりもサンドイッチ板の方が良好な成績になっているが、それでもボートとしての剛性は他の材料には及ばない。これには経済的問題もからんでくるが、FRP は材料自体が高価であつて軽量



第 5 図



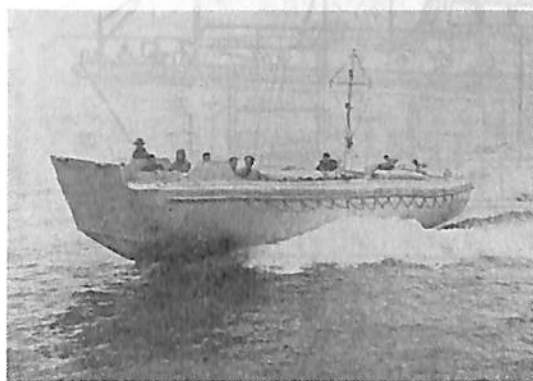
第 6 図

すなわち安価ということであり、そのためには必要以上の強さはできるだけ取り除かなければならないからである。極論が許されるならば、ボートの船殻というのは、概略の形状の保持と水密だけということになってしまう。ここで概略の形状という言葉に一寸引つ掛るものがあるかと思うが、FRP 製ボートの場合には、材料自体



が他の材料よりもたわみが大きいということを常に念頭に置いておかなければならない。

この上陸用舟艇の場合は、一般配置図にもあるように西ドイツで作られている Schottel プロペラという特殊な推進器を用い、主機とプロペラの間にはユニバーサルジョイント2個を配している。Schottel プロペラは装置自体が回転して舵の役目をし、操舵性能は非常に良好である。この軸配置のおかげで、船体の縦のたわみだけでなく船体の振れの問題からも解放されたのだと、Taal は筆者に語ってくれたことがあつた。



第 7 図

このボートは船体やデッキはサンドイッチ構造にしているが、特に力の掛るエンジンベッドとか船体とデッキとの結合部などは単板構造になつている。

Taal は数種の FRP ボートの建造経験から、次のような単板構造とサンドイッチ板構造との比較を導き出している。

比較項目	構造方式	
	単板	サンドイッチ板
修理	容易にできる	複雑である
高温における特性 (15°C 以上)	樹脂の種類による	樹脂の種類だけでなく、心材の種類によつても異なる。熱可塑性樹脂の時は特に低い。その場合は外面の色彩と仕上げに注意を要する。暗い色、粗い面は好ましくない。
外面仕上げ	型のみによる	オス型を使つた時は、後処理が必要である。
複雑な形状	容易にできる	できるが、単板より難かしい。
大量生産	型と成形法により可能	ハンドレイアップ法しか使えない。
少量生産	可能	最適

設計の自由度	商業的見地から見て、大量生産は良、少量生産は制限を受ける	ボートの船体については制限はない。
大型構造物	大きい部分は補強を要す。特に平面部分。	軽量で強度と剛性を高める最良の方法。
予備浮力	別に作らなければならぬ。	作りつけられる。ただし不足の場合あり。
価 格	各個について比較する要素は製品の大きさ、数、外面仕上げの程度など。	

1964年に2隻建造されたオランダのパイロットボートも、上記の上陸用舟艇と全く同じ思想、材料、構造で作られている。サンドイッチ構造の心材は PVC フォームであり、推進器は Schottel プロペラを使っている。船型は丸型である。このボートは全長 23.4 m、水線長 21.0 m、幅 4.9 m、深さ 2.78 m、吃水 0.94 m、排水量 32 t、300 ps ディーゼルエンジン2基で 16 kt を出す。

このパイロットボートは PVC フォーム心材のサンドイッチ構造のボートとしては最大のものである。(第8, 9図)



第 8 図

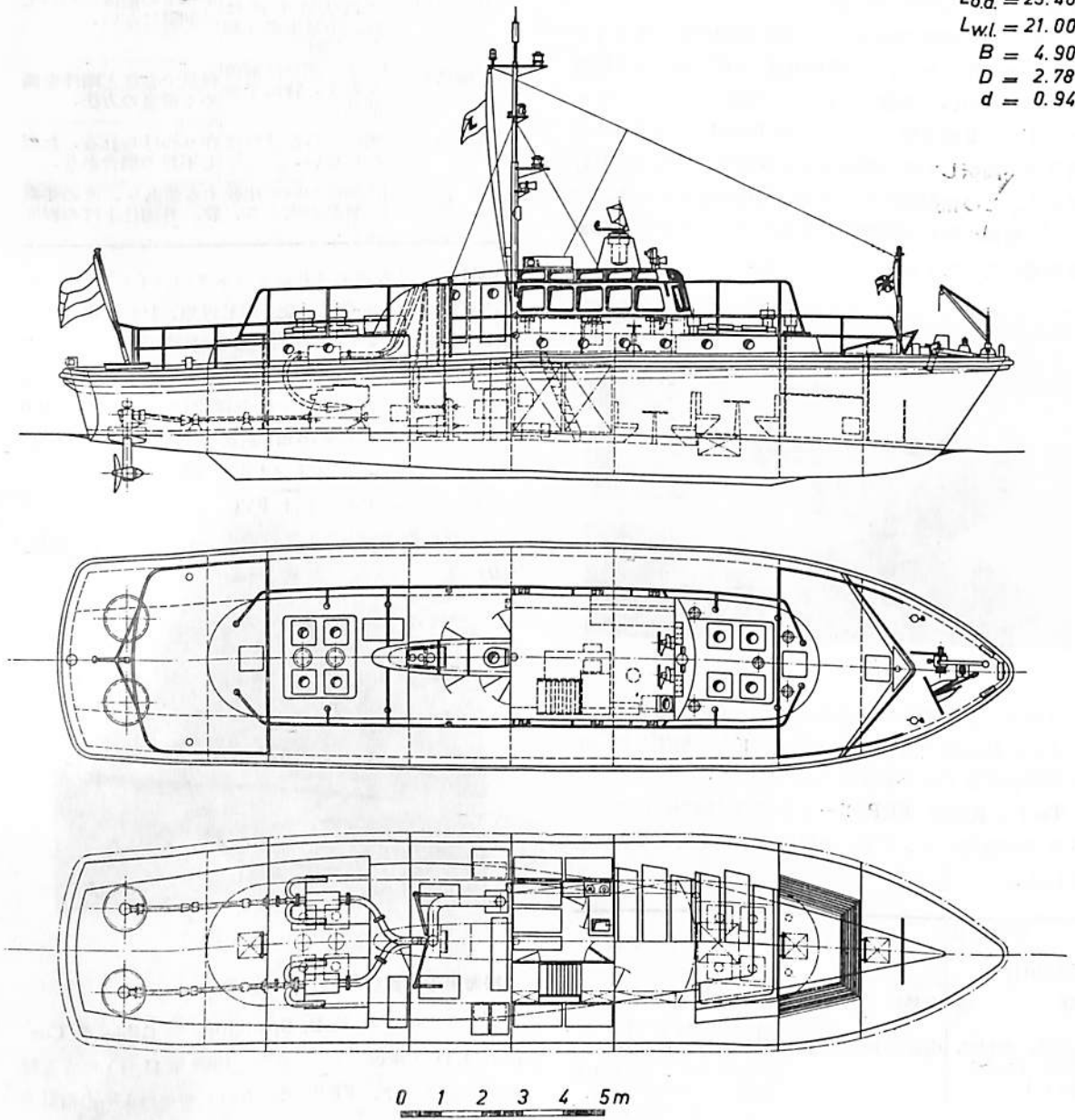
### 掃海艇の試設計 (アメリカ)

アメリカ海軍の K. B. Spaulding と Gibbs & Cox 社の J. D. Rocca の共同発表 (1965年11月) になる掃海艇の試設計は、FRP ボートの大型化の1つの指針として興味あるものである。

この試設計を行なう基礎となつたのは、FRP の耐久性および非磁性という特長と、材料および熟練工の不足とによるものである。

耐久性については、11 m (36 ft) の FRP 製掃海ランチの数年間、17.4 m (57 ft) の小型掃海艇の9年間、コーストガードの 12.2 m (40 ft) 警備艇の10年間、潜水艦 U.S.S. Halfbeak のセールの11年間等の実績が大きく物を言っている。これらに使用された FRP は、板の強度も性質も製作時とほとんど変つておらず、米海軍お

$L_{oa} = 23.40 \text{ m}$   
 $L_{wl} = 21.00 \text{ m}$   
 $B = 4.90 \text{ m}$   
 $D = 2.78 \text{ m}$   
 $d = 0.94 \text{ m}$



第 9 図

よびコーストガードでは、鋼や木よりも耐久性があるという定説が生れている。

また、掃海艇は非磁性という要求が強く、船体の材料そのものも非磁性でなければならない。非磁性の材料としては木、軽合金、FRP などがあり、現在の掃海艇は木で作られている。軽合金もそれ自体は非磁性であるが、構造物とした場合に磁場を生ずるので好ましくな

い。木造掃海艇は、良好な木材の不足と熟練造船工の不足などがあつて、建造費も維持費も現在では非常に高価なものになつている。

掃海艇は滑走型のポートと異なり、幅が広く、深さも相当にある排水量型の船型をしているので、船体のたわみを軽視することはできない。

現在アメリカ海軍が所有している掃海艇群は5つの種

類に分れている。それらは MSL (Mine Sweeping Launch), MSB (Mine Sweeping Boat), MSI (Inshore Mine Sweeper), MSC (Coastal Mine Sweeper), MSO (Ocean Mine Sweeper) であつて、この内 MSL (36ft) と MSB (57 ft) については前記の通りすでに実験段階を経たものと見るべきで、試設計を行なつたのは MSI, MSC, MSO の3種である。しかし、MSO はさすがに大きすぎるのか詳細設計はせずに、基本的な中央切断における材料と寸法だけを示して、重量や価格の見積りについては MSI と MSC を基にして算出している。3種の掃海艇の要目は次の通りである。

	MSI	MSC	MSO
全長	34.08 m	44.23	57.65
幅	7.14 m	8.31	11.00
深さ	4.07 m	4.75	5.41
軽荷排水量	191 t	302	806
満載排水量	225 t	366	954

試設計の方針としては、必要なデータによつて船体各部の構造寸法を得ることを第一とし、次に機械的特性およびその他の特性を考え、また2次接着による接手の試験や現寸大のパネルの試験などを行なつて、試設計の裏付けとしている。これらの試験はアメリカのFRP業界の原料メーカーや成形業者の協力を得て実施することになつている。

### 試設計の基準

FRP掃海艇の試設計の基準としては、現存する木造掃海艇と機能的にも構造的にも同じ能力を得るようにし、FRP構造として適当な荷重と応力を仮定し、既存艇と同じ解析の方法を用いている。

FRP構造としての設計荷重と安全率を次のように仮定している。

#### 1. 船殻とデッキ

船殻の荷重は、パウで海水頭を暴露甲板上 2.44 m とし、 $\frac{1}{4}L$  の点で 1.22 m までテーバさせ、 $\frac{1}{4}L$  点より後部までは海水頭を暴露甲板上 1.24 m としている。

デッキは暴露部で  $1.22 \text{ t/m}^2$ 、居住区と操船に必要な区画で  $0.49 \text{ t/m}^2$ 、作業する場所および倉庫では  $1.46 \text{ t/m}^2$  とし、ロンヂ間のパネルは 1 cm 当り  $17.85 \text{ kg}$  の集中荷重を中央に受けるものとしている。

ロンヂの曲げ応力は、上記の荷重(デッキのロンヂ間の  $17.85 \text{ kg/cm}$  の荷重は除く)以外に、縦方向の曲げ応力が働くものとし、船体の上下端で最大とし、中性軸で 0 にテーバするものとする。船体の縦方向の応力分布

は、中央部に働き、前後部で 0 にテーバするものとし、最大曲げ応力を次のように仮定する。

$$\text{MSI} = 49.2 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{MSC} = 126.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{MSO} = 140.6 \text{ kg/cm}^2$$

この応力はパネルの局部曲げ応力と、船殻と最上甲板のロンヂとを組合せた圧縮応力と考える。

安全率については次のように仮定する。

項目	荷重または応力の種類	極限における安全率
FRP積層板	三次的な荷重(静水圧または $17.85 \text{ kg/cm}$ )	極限曲げで 4.0
スチフナ付積層板	一次的な船体曲げおよび二次的な動的曲げ	曲げと軸の強さを組合せた極限圧縮強さで 4.0、パネルの座屈で 2.0
ウェブ、キール、ガーダ	上記と同じおよび入渠時	極限圧縮強さで 4.0

すべての材料のたわみは、スパンの  $1/200$  を限度とする。

#### 2. 隔壁

メインデッキ下の主要な隔壁については、隔壁頂部におけるデッキからの動的および静的荷動を加味したメインデッキからの水頭を考える。

上下デッキ間の非水密隔壁については、下のデッキの水頭と静水圧とを加味した  $0.0352 \text{ kg/cm}^2$  の等荷重を考える。

メインデッキ下の主要な隔壁の安全率は、板とスチフナの組合せにおける極限圧縮強さについては 2.0、パネル座屈の限界荷重については 1.0 とする。

タンクの囲壁と非水密隔壁については、上記と同じ条件で、それぞれ 4.0 と 2.0 とする。

たわみはメインデッキ下の主隔壁は  $L/100$  まで、 $0.0352 \text{ kg/cm}^2$  の水圧を受ける隔壁とタンクの囲壁は  $L/200$  までとする。

#### 3. 支柱

構造用の支柱は、デッキ支持を条件として設計する。極限座屈荷重に対する安全率は 4.0 とする。

#### 4. 上部構造物

ハウスの前面および側面の荷重は、風による荷重  $146 \text{ kg/m}^2$  から暴露甲板において水頭 1.22 m までテーバさせるか、パネル中央に集中荷重  $5.35 \text{ kg/cm}$  が掛るものとする。

上部構造物の屋根は表面に  $0.49 \text{ t/m}^2$ 、裏面に  $0.37 \text{ t/m}^2$ 、またはパネル中央に集中荷重  $17.85 \text{ kg/cm}$  とする。

安全率は曲げおよび軸荷重に対する極限強さについて 3.0, パネル座屈に対して 1.5 とする。

スチフナまたはサンドイッチパネルのたわみは、スチフナ間のパネルの中央に集中荷重を掛けた状態で  $L/200$  とするが、実際にはたわみが  $L/100$  になるようなこともあるだろう。

接手の設計においては、衝撃荷重を考えなければいけないが、ここではすべて安全率に編入しておく。というのは、FRP 自体が弾性率が低く、また良くたわみ、かつ衝撃力を吸収する性質を持っているからである。

### 5. その他

FRP 積層板に含まれているガラス繊維と樹脂は、あらゆる荷重に対して同時に働くものとする。また積層板は弾性を有しており、フックの法則に従うものとする。

### 材料と構造案

木造掃海艇の中でもつとも新しいものは MSC の 294 クラスなので、この艇を基本として FRP 化を考え、その結果から MSI と MSO を算出している。

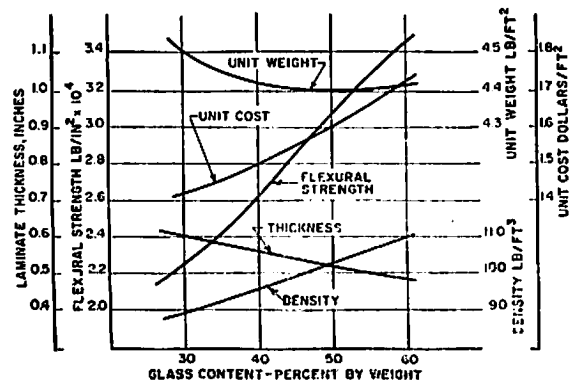
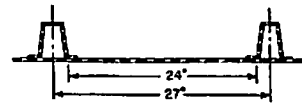
FRP 艇として作る場合、燃料タンクや真水タンクは作り付けにすることができるが、木製艇では不可能である。

構造としては、外板を FRP 単板としたもの、サンドイッチ板としたものの 2 種があり、またスチフナについても FRP, 木, 軽合金などが考えられ、FRP 単体だけでなくそれらを混成した船体についても、強度、工作の難易さ、重量、価格などについて検討をしている。

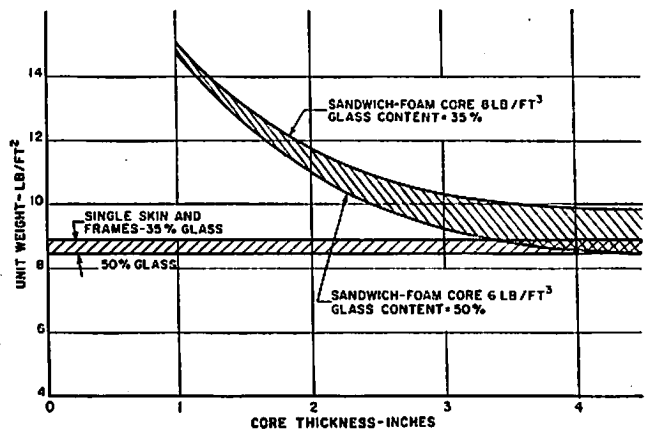
ガラス基材は、この程度の大きさになると 1 層当りの厚さが薄いものほど工数が増すので使いものにならない。マットは  $460 \text{ g/m}^2$ , ロービングクロスは  $850 \sim 920 \text{ g/m}^2$  でシラン処理をしたものを使用することにしてはいる。460 マットを 25~30% 入れると 1 層当り約 1.2 mm になり、850~920 ロービングクロスを 45~50% 入れると約 1.1 mm の厚さを得ることができる。クロスでは 1 mm の厚さを出すことはできない。ここに記したガラスの百分率はガラス含量と呼ばれるもので、ガラス重量/FRP 重量  $\times 100$  である。FRP の強度はガラス含量によつてきまるといわれるくらい重要なものであつて、マットとロービングクロスを交互に積層すると 35% ぐらいガラスを入れることは可能である。マットとロービングクロスの混成とロービングクロスだけの積層板の機械的性質を示すと次のようである。

FRP の機械的性質

項 目	マットとロービングクロスを交互にした積層板	ロービングクロス積層板
ガラス含量	35	50
比 重	1.50	1.65
曲げ強さ ( $\text{kg/mm}^2$ )	17.0	21.8
曲げ弾性率 ( $\%$ )	910	1200
引張り強さ ( $\%$ )	12.0	24.6
引張り弾性率 ( $\%$ )	850	1400
圧縮強さ ( $\%$ )	9.8	11.2
圧縮弾性率 ( $\%$ )	770	1050
剪断強さ(横方向)( $\%$ )	8.5	9.8
〃 (長さ方向)( $\%$ )	7.4	6.7
剪断弾性率 ( $\%$ ) ( $\%$ )	280	320

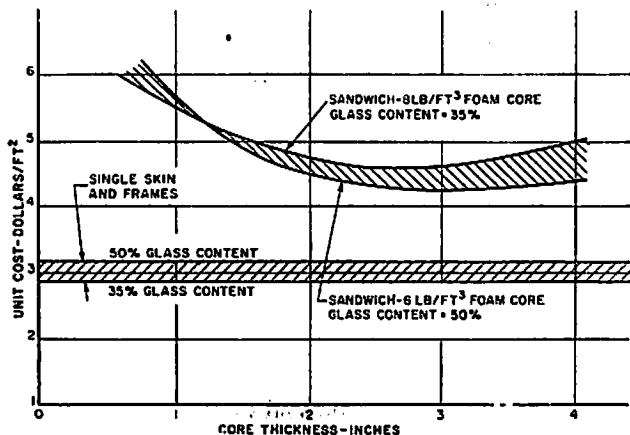


第 10 図



第 11 図





第 12 図

これは一般用の樹脂を用い、真水に 30 日間浸漬した後に試験したデータである。

樹脂は手積み成形用の常温硬化のもので、一般用と耐火性のものを用いる。

構造体としてもつとも一般的なものは、従来の経験からいえばハットスチフナを一方に入れて細長いパネルに細分することである。スチフナのスパンを 24" (610)

にしたパネルでガラス含量を 30~60% のものについて第 10 図に示す。これを見ると、重量的にはガラス含量が 50% の場合がもつとも軽い。

スチフナ付 FRP 単板については、隔壁またはウェブの間隔を 5' (約 1.5 m) と 7'-6" (約 2-3 m) にして調査した。

サンドイッチ構造の外板はこの間隔を 7'-6" として調べた。サンドイッチの心材はポリウレタンとし、6 lb/ft³ (比重 0.096) と 8 lb/ft³ (比重 0.128) のものを考えた。

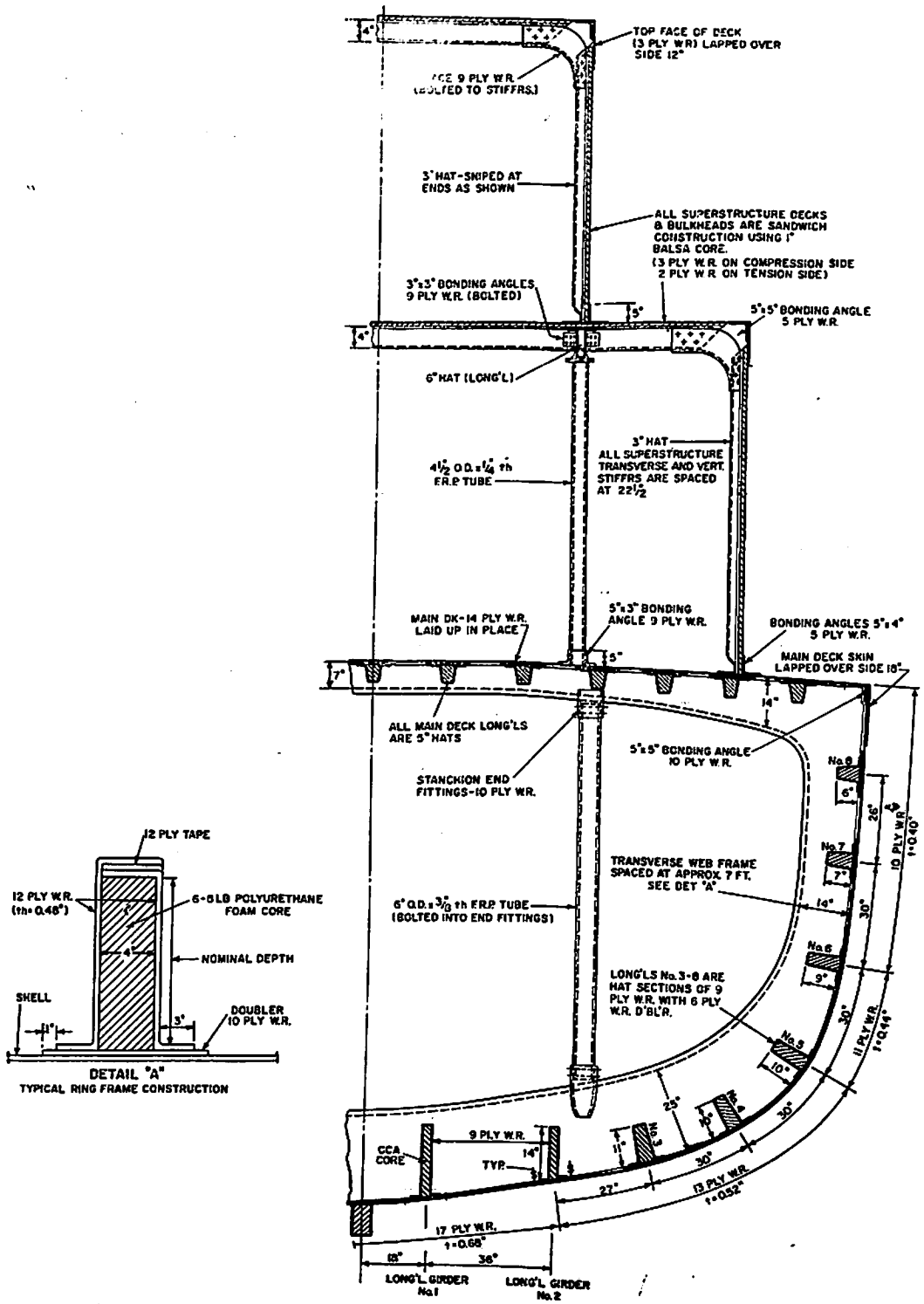
スチフナ付単板とサンドイッチ板との重量の比較を第 11 図に、価格の比較を第 12 図に示す。

このような大型艇になると、もつとも一般的な成形法はメス型を使つて、ハンドレイアップ法で積層することであろう。メス型は鋼製として幾つかに分割しなければならぬ。外板の積層を終らせてからスチフナを入れて脱型しないと、工作はできないだろう。

サンドイッチ構造もメス型を使うのがいいだろう。これは Taal の方法とは逆で、外側の FRP を積層してから心材を接着し、その内側に FRP を張つて完成させる。この時、問題となるのは心材の接着である。オス型

MSC の構造案による比較表

構 造 案		1	2	3	4	5	6	7	8	9
構 造 法	外 板	FRP	FRP	FRP	FRP	FRP	FRP	FRP	FRP	FRP
	ロ ン ジ	FRP	—	FRP	アルミ	アルミ	アルミ	FRP	—	—
	ト ラ ンス	FRP	FRP	FRP	アルミ	アルミ	FRP	アルミ	アルミ	木
電 磁 特 性	秀	秀	秀	可	可	良	良	可	秀	
肋 骨・外 板 取 付	秀	秀	秀	可	可	良	良	可	良	
肋 骨 の 連 続 性	秀	秀	秀	優	優	優	優	優	優	
内 部 容 積 (肋 骨 除 く)	優	秀	優	優	優	優	優	秀	良	
船 体 の 撓 み	良	可	可	優	優	良	良	可	優	
肋 骨 の 簡 易 性	優	良	良	可	可	良	良	可	可	
外 板 成 型 し 易 さ	優	優	良	優	優	良	優	優	優	
維 持 費	秀	秀	秀	良	良	良	良	良	良	
修 理 し 易 さ	秀	秀	良	良	良	可	良	優	良	
艦 製 品 取 付	優	優	可	優	優	可	優	優	優	
船 体 断 熱 効 果	優	優	秀	良	良	秀	良	良	良	
船 体 中 央 部 断 面 (FRP として)	I	in <sup>2</sup> /ft <sup>2</sup> 23340	21214	19356	45277	25388	41523	24340	21104	48006
	Z	3433	2727	2707	6289	3449	5898	3433	2864	7112
応 力 M <sub>t</sub> = 3 × 10 <sup>6</sup> ft lb	外 板	874	1100	1108	477	869	509	874	1048	422
	ロ ン ジ	874	—	1108	3670	6420	3912	874	—	—
重 量 /ft		610	626	620	546	540	546	596	600	970



第 13 图

を使うとメス型より積層だけは簡単であるが、表面仕上げと内側にスチフナを入れるのが面倒な仕事になり、価格も高くなるだろう。サンドイッチの心材は、アメリカではポリウレタン、アセテート発泡材 (C.C.A.) が一般的に使われ、PVC 発泡材はほとんど使われていない。

以上のような仮定の下に、FRP のガラス含量を 35% として 1~9 までの構造案を作成して、その利害得失を検討している。

1案—FRP 単板外板でロンチと フレームを入れ、メス型で成形する。ロンチを通し、フレームは幅広く入れる。各スチフナにはフォームの心材を入れ、ガラスはロービングクロスだけを使用する。

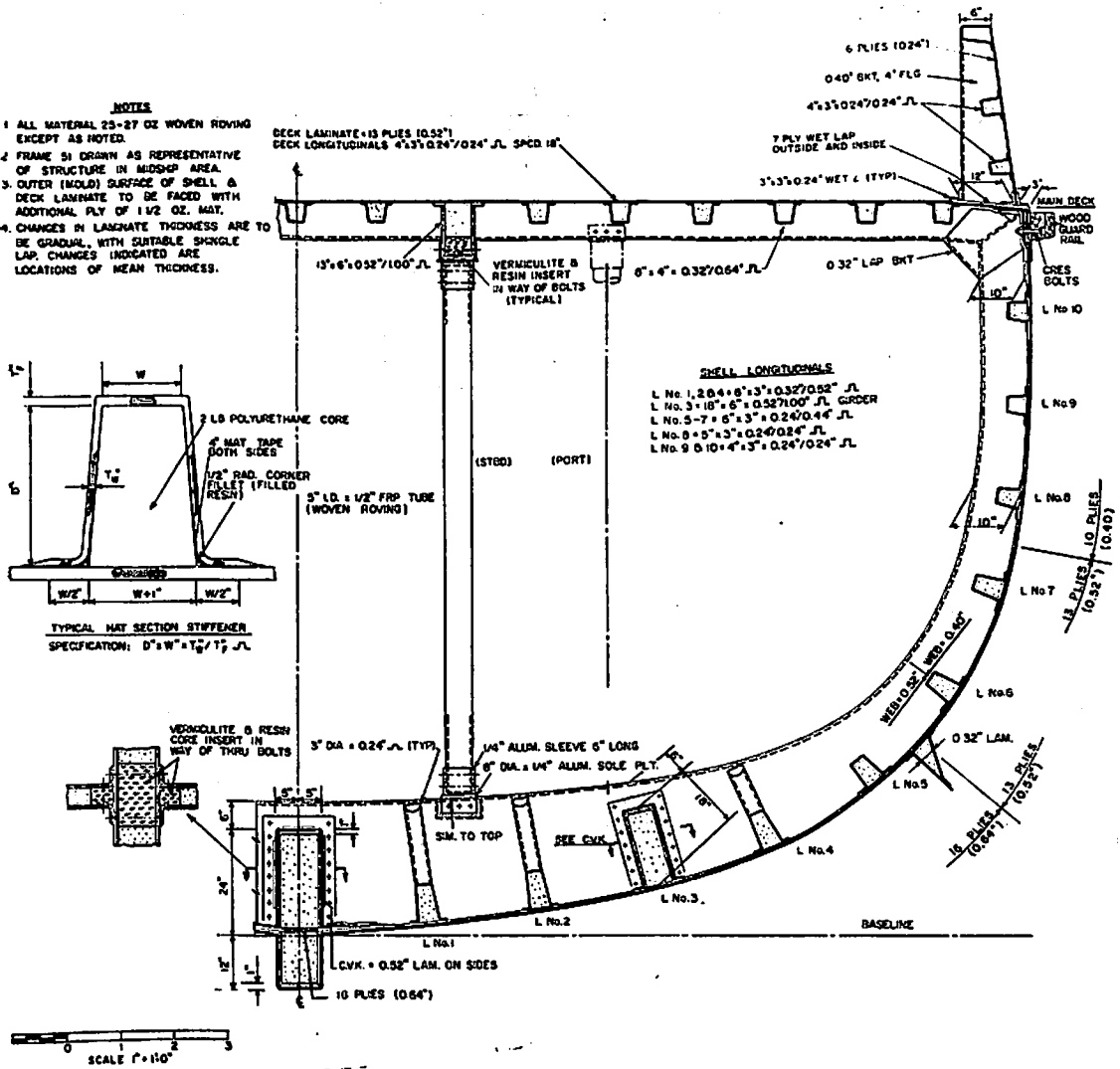
2案—1案の外板に 24" 間隔にフレームを入れる。

船底とデッキにだけロンチを通す。

3案—FRP サンドイッチ板の外板で、7'-6"×7'-6" のパネルを基礎として、7'-6" 間隔にロンチとフレームを入れる。心材の厚さは 6" とし、型は安いフレームワークのものにする。表面仕上げに注意する。

4案—FRP 単板外板に軽合金製スチフナ。軽合金スチフナはロンチとフレームで、フレームとビームは電流的に絶縁して接合し、ロンチは部分的に入れる。この構造は軽量になるが、剛性の違う材料を使うので注意を要する。

5案—3案と 4案を混ぜたもので、FRP サンドイッチ外板と軽合金製スチフナ。スチフナの間隔を広くし、ロンチとフレームを入れる。



6案—FRP 単板の外板に FRP フレームと軽合金のロンヂを入れる。

7案—FRP 単板の外板に FRP ロンヂと軽合金フレームを入れる。

8案—4案の軽合金製の フレームとビームを直接接合する。フレームは8"のチャンネルを15"間隔とする。

9案—FRP 単板の外板に、27" 間隔で木製のフレームを入れる。

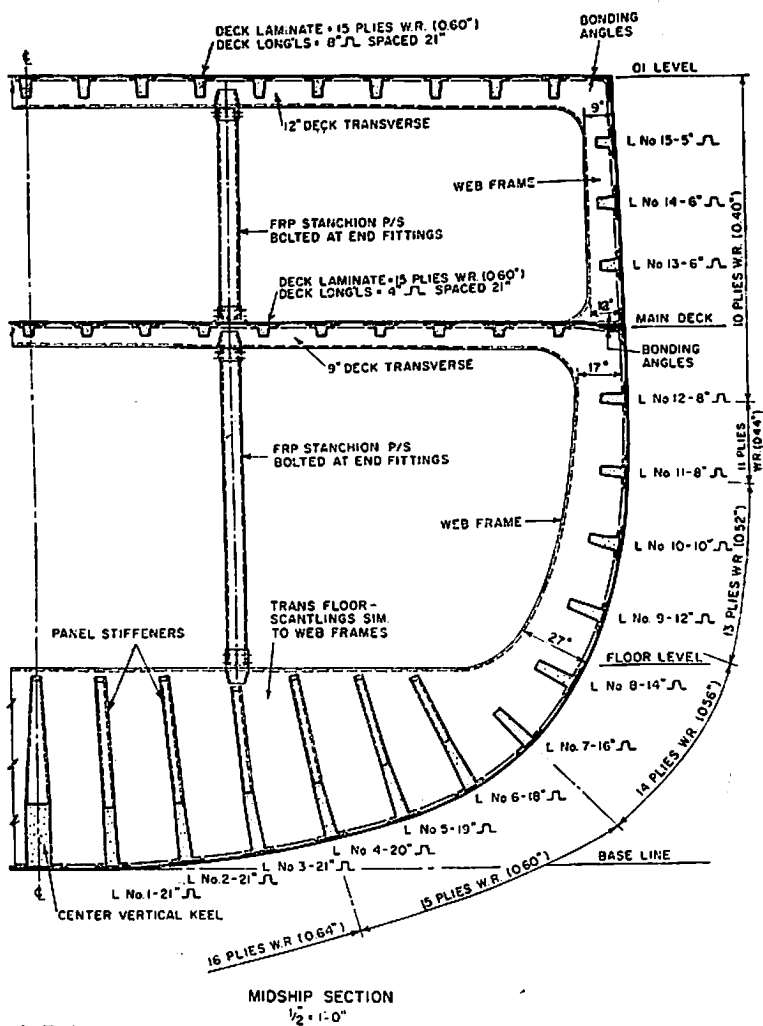
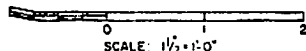
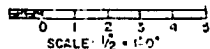
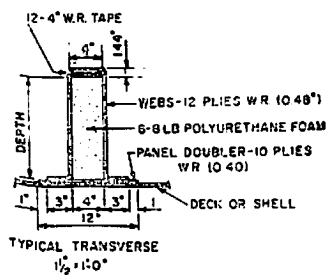
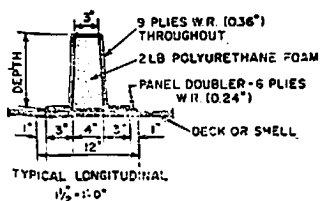
1~9案を MSC に当てはめて調べた結果を記すと、"MSC 構造案による比較表" (P 73) のようになる。

軽量という点だけを見ると、軽合金のスタフナを使うのがもつとも良いが、成形上の問題点、維持費、修理費などを考えると、オール FRP (1案と2案) がもつとも好ましい。ここではガラス含量を35% (マットとロービングクロス) の混成) としているが、これをロービングクロスだけ (50%) にすれば、重量的にも価格的にも、より有利なものが見られる。1案で MSC を建造する場合、

ガラス含量の35%と50%とを比較すると、全重量では50%とした方が約0.7t重くなるが、全体の工費は約133万円も安価になるだろう。実際にアメリカ海軍の経験によると、強度が高く、対衝撃性に優れ、工作がしやすく、工程管理が楽なロービングクロスだけで積層したFRPを、標準と考えているし、また好んでい

る。これらの検討の結果、MSI, MSC, MSO の3種の中央切断面を作成したのが、第13図、第14図、第15図である。ガラス基材は全部ロービングクロス (図ではW.R. と記してある) を使用している。スタフナの断面形状は全部ハット状をしている。積層板とハットスタフナとの2次接着については、前記の通り別途に現寸大の模型により各種の試験を予定している。試験片は1社22個製作し、3社で66個の試験を考えている。この多量の試験片は、断面の形状、接着面の加工方法、圧力の掛け方、静荷重、動荷重などの試験項目を網羅したものである。

- NOTES
- 1 ALL MATERIAL 25-27 OZ. WOVEN ROVING EXCEPT AS NOTED
  - 2 TRANSVERSE SPACING - APT 100" (8'-4") SHELL LONG'LS No. 1-12 SPCD. APT 27" SHELL LONG'LS No. 13-15 SPCD. APT 22 1/2"
  - 3 OUTER SURFACE OF SHELL & TOP SURFACE OF DECK TO BE FACED WITH ADDITIONAL PLY OF 1 1/2 OZ. MAT.



第 15 図

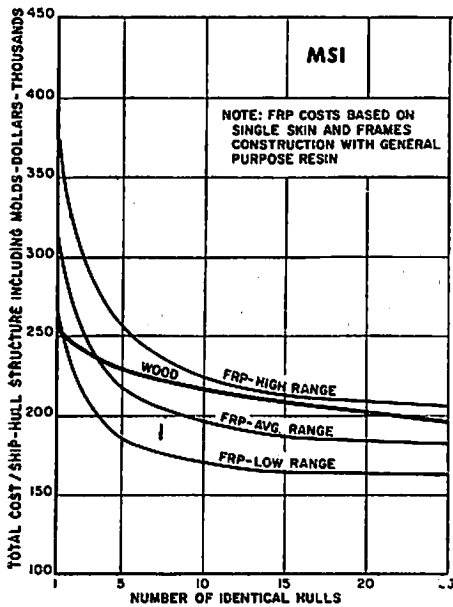


## 価 格

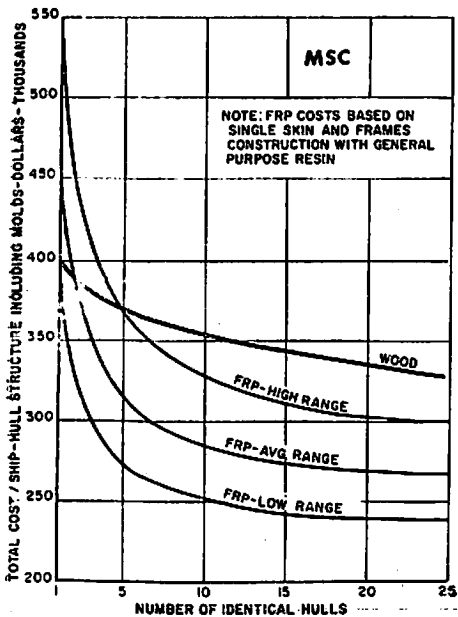
価格については、ロービングクロスによる FRP で単板外板のものについてのみになっている。

原料費とか間接経費のようなものは一律なものとして、ここでは FRP の工費について触れておこう。

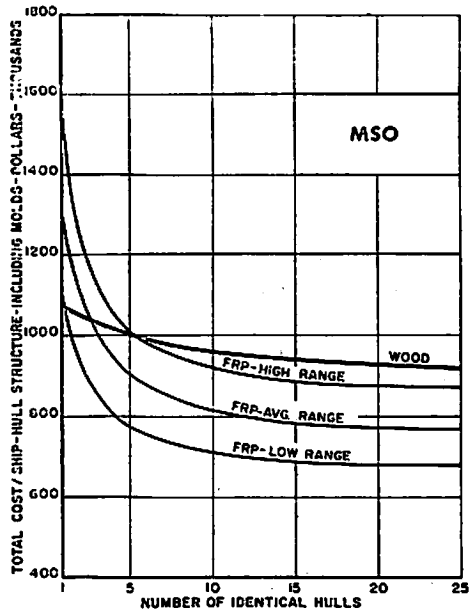
小型のボートの場合は、1人1時間当りの積層重量は低いもので約 5.5 kg であり、高いものになると 9~14 kg にも及ぶ場合があるが、FRP 掃海艇としては1時間当り約 6 kg と仮定しているが、これは少し低目では



第 16 図



第 17 図



第 18 図

なかろうか。

工賃は、さすがはアメリカで非常に高く、低級で1時間当り 540 円、中級で 720 円、高級で 900 円としている。

原材料の分止りはガラス基材だけが 80% で、樹脂、木材、鋼、軽合金などは 85% に見ている。

このような仮定の下に算出した価格は第 16 図、第 17 図、第 18 図のようになる。横軸は建造隻数、縦軸は価格であるが、これには型代も含まれている。型はメス型で、艇体は鋼製で幾つかに分割できるもので、他は木製を考えている。型の値段は MSI で約 3,000 万円、MSC で約 4,300 万円を見込んでいる。

MSI は高級の工賃を払うと 20 隻以上作つても木製には及ばないが、中級程度で済むなら 3 隻で同等になっている。MSC と MSO は 5 隻で木製と並べるという強さを発揮している。それに維持費および修理費を加味すると、もつと少ない隻数でも可能になってくるだろう。

## おわりに

ここには主として 2 種の大型ボートを採り上げてみた。1 つは特異なサンドイッチ構造の例であり、もう 1 つは試設計のものであるが、各構造案を示した結果、単板構造の方が有利であつて、建造隻数によっては現在の木製ボートよりも価格が安いという結論に至っている。この結論は、FRP 関係者の我田引水のなきらいがないでもないが、わが国でも木材資源の不足と優良な造船工の不足という悩みが起きていて、プラスチックという新しい名前に魅かれて使つてみようという段階を通り越して、もつと地についた考え方をするようになってきている。

この時期に當つて、この拙文が 1 つの参考になれば幸いである。

## 高速艇産業の奮起を求む

林 吾 平

モーターボートに経験のない地方造船所が大量の輸出バトロールボートを受注し、その第1艇の試運転成績が大幅に契約速力を下回った。しかも第2艇以下数隻はほとんど完成に近く、さらに数隻分の鋼板加工にとりかかっているという事件が最近発生した。このような事態が発生した根本原因は発注者（東南アジア某国）の作成した要求に無理があつたことで、試運転成績は専門家の目から見れば与えられた長さ、排水量、馬力に対してはむしろよく出たものと云える。さらに大型商船の溶接不良事件があり、今また小型艇にこのような問題が起きるようでは日本造船工業全体の信用にかかわる。

しからば何故このような事態が発生するのか、受注側の責任としてまず商社が船価のみを重視してその種の工事に経験のない造船所を選んだことが第1。その種の艇の設計に経験のあるはずの設計事務所が要求仕様の無理をはつきり主張し得なかつたこと。第3に輸出検査が性能面にまで及んでいないこと。以上がその主要な原因と考えられる。

第1の問題については今回は直接の原因となつていないが、さらに高性能の艇の場合は当然問題が起り得る。例えば船底の歪が速力に影響する。重量が計画通り出来上らないなど。第2の問題については筆者は今回の交渉経過を見ていないのでいずれとも言えないが、外国におけるように船主側の注文によつて設計を行なうのならばともかく、建造側の注文によるときは強い主張がしにくい場合もあり得よう。第3について高速艇工学は船舶工学の一分野ではあるが一般船舶工学とはかなりかけはなれたものであり、したがつて十分な経験を有する技術者の数も少なく、現在の官の検査組織のみで性能面まで審査を設計の段階で行なうことは困難と考えられるので、第3者の立場にある信頼すべき諮問機関を活用すべきではなからうか。

某官庁建造の高速艇を受注したこれは一流造船所が、官の要求速力達成は困難であると強硬に主張し、契約速力を下げたところ、このほど完成し試運転を行なつた成績は最初の要求速力をかなり上回つたという事件が起きた。この場合は指命随契であつたため問題はなかつたが、国際競争であつたならむしろ注文を取りががしているであろう。このような余裕のとりすぎは船価見積においても特に一流会社

の場合しばしばであつて、高速艇の海外よりの引合が多いわりに成約の少いことの原因になつている。また一流会社のこのような態度が商社をして技術不十分な二、三流造船所を使わしめるようになり、さきのような事件を起すことになる。

今回の原因は造船所側の余裕の取りすぎ（約1.5ノットに相当すると思われる）が直接の決め手になつているが、某大学に依頼した水槽試験もその原因の一半をなしている。一般の小型商船は在来の経験によりろう模型の抵抗を相似則により実船に換算し、それに船の長さに相当した量の粗度修正を行なつている。今回の水槽試験も木製模型に対し同様の手続によつて裸設有効馬力を算出してある。さらに付加物抵抗が推定により加えられている。経験者の言によれば高速艇型の場合このような粗度修正を行なわない方が実艇の試運転成績によく一致する。また推定付加物抵抗もやや大きすぎるのではないかと。（これらも合計で1~2ノットに相当すると考えられる）水槽試験成績も一定の方法によつて実艇に換算し、実艇の試運転成績との関係資料を充分に集めてはじめて役に立つものであることを知らねばならぬ。

大造船所の一部門としてやる高速艇建造はどうも伸びが悪いようだ。高速艇専門工場のように全員に食うか食われるかという緊張感が不足し、注文をとるよりも保証性能が満されなかつたとき、赤字を出したときをおそれるあまり、見積、保証性能に不当な余裕をとつているのではないか。売上としても工場全体の中で占める割合は小さいのでむりにも受注しようという気はくが認められない。このようなことで工事量は少く、それにつれて製造原値は上る。また建造実績は少く保証性能にも自信が持てない。悪循環である。

最近米海軍が再び魚雷艇隊を組織し、第7艦隊に配属するなど、東南アジア方面でも軍用高速艇の需要が高まり、わが国にも引合が高いようである。これに対し英、ノルウェー等が自国最新鋭の標準艇を供給している。わが国の魚雷艇はさきにPT10がディーゼル艇世界最高速力を出すなど技術的には世界の一流に伍して優るとも劣らない実力を有している。防衛庁も今までの秘密主義をすてて新鋭艇の性能を公表し、積極的に輸出に協力し、それによる建造能力の向上、ひいては技術向上を企てるべきであろう。

# 日本造船研究協会の昭和39年度の 主要研究業務について (4)

北 島 泰 蔵  
社団法人日本造船研究協会  
研 究 部

## IV 高経済性船舶試設計の一部実用化の ための調査研究

(日本船舶振興会補助事業)

特別委員会委員長 松下竜雄氏  
専門委員会委員長 大亀 実氏

本事業は昭和37年度に実施した高経済性船舶試設計(高速定期貨物船)の一部を実船に応用し、自動化機器の安全性、信頼性を調査するとともにこれの効果を確認することを目標に、38年度に引続き川崎汽船株式会社が運航している“みししつび丸”について調査研究を行なったもので、ここに報告するのは38年に引続き実施した運航実績についての調査結果の概要である。

### 1. 運航状態および作業測定

供試船“みししつび丸”は竣工以来、昭和40年1月までの間に3次にわたり西南アフリカ定期航路に就航したが、作業状態の測定は第3次航において集中実施した。なお作業状態測定時の乗組員は航路の特殊事情その他のため32名であった。また、その間作業状態比較のため、主要寸法、主機馬力が“みししつび丸”と全く同じで、自動化設備を除き一般配置もほとんど変りのない“ふろりだ丸”(乗組員41名)の内地港での作業測定を行なった。“みししつび丸”および“ふろりだ丸”の乗船調査は表1のとおり行なわれた。

## 2. 調査の概要

運航実績については調査項目がきわめて広範囲であったため、個々の項目についての測定例が少なく、必ずしも一般普遍性のある測定結果は得られなかつた。しかし、在来船として同型の“ふろりだ丸”の調査を、ほぼ同様の測定条件で併せ行なつたので、少なくとも自動化設備の有無による作業状況の変化をとらえることはできたものと思われる。

### (i) 作業状態調査

(イ) 離着岸作業 準備作業、船首着岸作業、船尾着岸作業、離岸作業、離岸後の後始末作業のそ

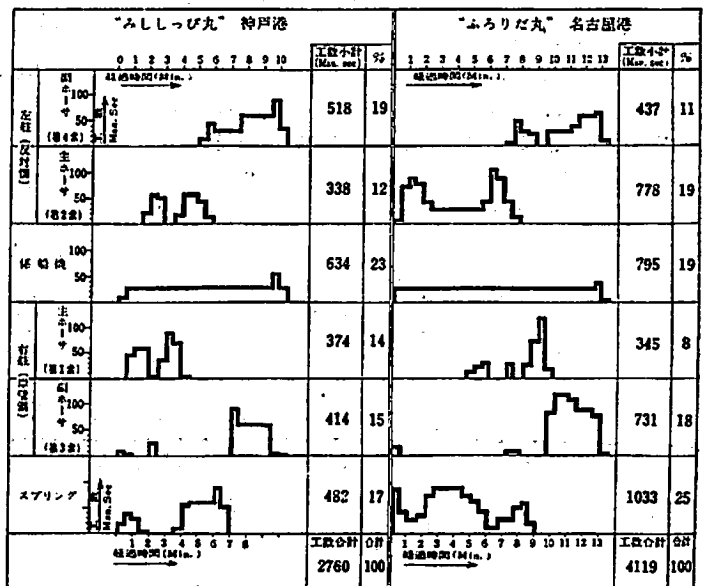


図 1

表 1

船名	航 海	調査乗船期間	調査内容	調査員
みししつび丸	第3次内航	39. 9. 24~	作業測定	労研 2名
		39. 10. 1		川汽 2名
	第3次外航	39. 10. 7~	作業測定	川重 3名
	40. 1. 25	総括調査		
ふろりだ丸	内 航	39. 11. 26~	作業測定	労研 3名
		39. 12. 7		川汽 2名 川重 1名

れそれぞれについて作業員の動きと作業工数を測定し、自動化船および非自動化船の比較を行なった。1例として船尾着岸作業工数山積表を図1に表わした。

(ロ) 揚錨機の油圧制御および舷側からの遠隔制御  
本船の揚錨機は電動油圧駆動であるので、作動は確実で、回転部の故障はなく、無段速度制御により錨鎖の巻上げ、ホーサの巻込みは円滑に行なわれ、また安全弁を設けたため安全に使用することができた。

(ハ) 監視テレビ ほとんど故障なく、船用に十分耐えうることが立証されたが、さらに利用率を

表2 ブーム設定工数比較一覧表 (左右舷を合計した工数; man-sec.)

船名	“みしつび丸”			“ふろりだ丸”		
	ギヤー取付	クラッチ外し ブーム起し	ブーム固定	ギヤー取付	クラッチ外し ブーム起し	ブーム固定
ガイ・テークル	310	120	60	550	250	260
ブリベント・ガイ	180	40	60	370	0	140
イ スパン・ガイ	240	60	30	500	140	150
フ ォ ー ル	0	100	80	0	170	180
トッピング・リード	0	0	0	0	330	230
ウ イ ン チ	0	150	30	0	150	210
ク ラ ッ チ	0	20	0	0	30	0
小 計	730	450	170	1,420	600	2,240
合 計		1,480			3,660	

高めるためには若干の改良を加える必要がある。

(ニ) 係船中の巡回作業

(ホ) 舷梯準備格納作業

(ヘ) 荷役準備および後始末 ブーム設定および格納作業並びに倉口開閉作業について調査した。

1例としてブーム設定作業の工数比較を“みしつび丸”と“ふろりだ丸”について行なったものを表2に示した。

(ト) 居住装置および司厨部作業

(チ) 測深作業および吃水計測作業

(リ) 機関部 補助罐, スキャニング・モニタ,

出入港当直作業

(ii) “みしつび丸”自動化設備の故障頻度

本船に装備した自動化設備のうち、電子あるいは電気式制御機構をもつ11個の装置について39年1月から12月までの1年間の故障発生状況を調査した。各装置別に、発生時期別故障件数の統計をとつたが、それによると就航後時日の経過とともに、故障発生件数が減少しており、初期故障は就航後1カ年で出つくしたものと考えられた。

表3は、1年間に発生した故障件数を装置別、原因別に分類したものである。

表3 装置別原因別故障分類表(1年間)

故障原因	装置	原因別合計 (%)											故障原因例		
		可聴音波液面計	補助罐燃焼制御	モスキヤニング・タ	監視テレビ	主機自動操縦	主シケンズ制御機	ビルジ高位警報	A↓C重油自動切換	燃料油清浄機	自動スラジ排機	自動スラジ排機		主機排ガス計	温度計
部品不良		2		7		3	2				2	1	17	41	トランジスタ, リレー, タイマ, 可変抵抗, 検出端の不良
工作不良				1		3		1				1	6	14	ハンダ付, 接続不良
振動対策不良			1		2	4			1	2	1		11	26	リミットスイッチ, カム, ギヤ等の位置のズレ, 接触不良, ビスのゆるみ, 振動体のハンダはずれ
設計不備				1			3				1	1	6	14	設定値の不適當, 陸用品の使用, 短寿命の物を使用
偶発(原因不明すく)				*1								1	2	5	駆動系のスリップ
装置別合計		2	1	10	2	10	5	1	1	2	4	4	42	100	
同上百分比 (%)		5	2	24	5	24	12	2	2	5	9.5	9.5	100		

(註) \* 温度計測全点指度低下 % 設定抵抗変更により正常に復す。その後異常なし。



この表で見られるように、故障の原因は装置の本質に関係なく、ほとんど全部が装置を構成する機械要素、電気部品の欠陥と、振動、動揺、温湿度等の外的条件が苛酷でしかもその変化が急激な海上条件に対する認識の低さに基づくものである。

したがって、故障の大部分は乗組員の手で巡航のかたわら修理されて、直ちに正常に復することができる程度の些細なものが多かった。しかし、いかに些細な原因による故障も、装置が複雑になればなるほど、原因の発見が困難となり、修理が必要となつて、このため削減された乗組員に無駄な時間と労力を消費させることになる。

### (iii) 自動化設備の信頼性

スキヤニング・モニタと可聴音波液面計については、在来の方法と比較した結果、清水タンクについては+2.7~-1.2%の差があるが、その他はほとんど一致した。特に機関部の主要温度、圧力など54点について機側で計測した値とスキヤニング・モニタによる値とは非常に高い一致を示した。

## 3. 結 論

供試船“みししつび丸”に装備された自動設備はそれぞれ所期の効果を発揮し、1年間大過なく運航された。

なお、供試船では各種船内諸作業のうち、特に乗組員の労働量が多いと予想される項目について、重点的に設備の合理化が行なわれたが、それは主に主体作業についてであり、いわゆる裏作業までにはおよんでいない。したがって、今後さらに船舶の高経済性を推進して行くには、これら裏作業を含めた船内労務全体の合理化を図ることが必要と思われる。

(乗船調査報告書)

## V 船舶の経済性向上に関する調査

### (日本船舶振興会補助事業)

調査部会長 平田胤幸氏  
船体分科会長 樋口道之助氏  
機関分科会長 徳屋章彦氏

これらの調査は調査部会に参加の各造船所が担当して実施し、それぞれの分科会において審議されたものであるが、項目の内容によつては学識経験者の協力により成ったものがある。調査の結果については昨年4月~6月の間に調査資料として印刷、刊行済であるので、その番号を最後に記しておいた。

## 1. 大型専用船に対するスラミング対策の必要性に関する調査

担当；三菱重工・長崎造船

近年多数の大型バラ積船および鉱石運搬船の出現を見たが、この種の船舶は片航海がバラスト航海となる機会が多いにもかかわらず、設計上十分なバラスト・タンク容積をとることが困難であるため、バラスト状態で荒天に遭遇した場合、スラミングあるいは whipping の現象を起し、著しい速力低下を余儀なくされるという事例が多い。荒天時の船速とスラミングとの関係は就航時の吃水、特に船首吃水の増加によつて改善されることは明らかであるが、どの程度の吃水とすれば十分であるかが明らかでないので、スラミングあるいは whipping を防止するためには、どのようにすればよいかを調査した。

具体的には、最近の波浪中における船体運動計算手法を利用して、仮定した海象のもとにおける船首船底部の運動計算を行ない、必要な船首吃水を推定し、また将来研究すべき問題点を調査したものである。調査の結果、わが国で建造された代表的な大型専用船と目される33隻のバラ積船、鉱石運搬船の平均船型につき理論計算を行ない、船尾吃水を満載吃水の70%に押えて航海する場合の船首吃水の限界値を求めることができ、この値は実際船舶についてアンケートして求めた結果と大体において合致することがわかった。なお本調査の結果はさらに肥えた船型のタンカなどにも応用できるものと考えられる。(調査資料 No. 36)

## 2. コロージョンマージンに関する調査

担当；三井造船

本調査は38年に引続き行なつたもので、実船板厚衰耗の状態を把握するため今後の実船計測の進め方、各種防食法の定量的表現法、小型非破壊式厚み計として何が適当かなどについてアンケートを行ない、船会社、造船所、計器メーカーその他の回答を求めた。これらの回答につき考察を行ない次のような公約数的結論を得た。

- (i) 対象船としては船令10年前後のものまで含める。
- (ii) 計測は船級協会(造船所側)あるいは造船所(船会社側)が主体となつて行なう。
- (iii) 計測期間は12カ月に1回、最低10年継続が必要である。
- (iv) 計測規模および計測点数は計測を行なう段階で具体的に再検討する。
- (v) 計器は超音波式が良く、メーカーと協同で開発す

る。

(vi) 各種防食法の定量的表現については僅かの提案があつたが、現状では良い方法がなく、さらに検討を要する。

(vii) また将来具体的に実船計測を行なう場合には次の点をさらに検討する必要がある。

- 研究成果の利用方法
- 利用方法に対応した板厚の定義、計器の精度および信頼性
- 船級協会、船主、造船所、ペイントメーカー(防食を含む)および製鉄会社の協力を考慮する。(調査資料, No. 35)

### 3. シーマージンに関する調査

担当; 三菱重工・神戸造船

特に学識経験者を含めた小委員会を設けて調査を行なつた。

いわゆるシーマージンの量を各船型、航路、季節などに応じて明らかにすることは、船体性能の向上の面から考えて重要な事項の1つとして考えられ、ログ・ブックを中心として、シーマージンを求める方法を調査し、また代表例についてシーマージンの試算を試みたものであるが、その概要は次のとおりである。シーマージンは、(イ) 船底およびプロペラの汚損による馬力増加、(ロ) 風による馬力増加、(ハ) 波浪による馬力増加、(ニ) 操舵にもとづく馬力増加、の4つの成分から成り立つものと考え、次の4段階に分けて解析を実施した。

(i) ログ・ブックを中心とする各種資料の妥当性の検討

(ii) 船体およびプロペラの汚損による馬力増加

(iii) 風および波浪による馬力増加

(iv) 操舵またはあて舵にもとづく馬力増加

その結果次のような結論が得られた。

(i) ログ・ブックには風浪およびうねりに関する記録がない。このため気象庁に対する船舶気象報告の援用を試みたが、これもいろいろの点で十分ではなく、このため、ログ・ブックの記載内容および記載方法を改善して風浪およびうねりの記録が含まれるようにすることが必要と考えられる。

(ii) ログ・ブックには馬力の値が記載されず、かわりに燃料消費量が記載されている。通常シーマージンは馬力の値で表わすのが便利であるから、直接馬力の値でログ・ブックに記載されることが望ましい。

(iii) 速力についても、ログ・ブックの速力は必ず

しも精度のよい速度計で計測したのではなく、波浪中における速度低下はシーマージンと重要な関係をもつて解析されるから、速力の正確な値を記録する計器の開発が必要と考えられる。

(iv) 出渠後、または航海中の汚損の進行状況に関する実用的資料は不十分のように思われる。これを求める1つの手段としては、たとえば入渠および出渠の前後において、ほとんど同じような条件で増速力試運転を行なうとか、航海中の適当な機会に同様な運転を行なうことが必要である。

(v) ログ・ブックの記載内容は当直士官の主観により、または伝統的な記載方法により、客観性が犯される面が存在する。

以上のような問題点があることが明らかになつたが、シーマージンの解析の1例として、代表的船舶(S丸)の代表的航路に対し各要因別の検討と一応の試算を試みた。しかし、それらを総合してシーマージンの量的な組立てを行なうまでに至らなかつた。

(調査資料 No. 37)

### 4. ディーゼル機関の冷却方式の調査

担当; 川崎重工

近年ディーゼルプラントの合理化が急速に進みつつあり、中でもシリンダ当りの出力の増大あるいは排ガス・エネルギー利用の発電装置等によつて、コストの低減、プラント熱効率の向上が図られている。さらに合理化を進めるための1つの問題として冷却水を取りあげ、冷却水システムの現状と将来研究すべき問題点について調査を行なつた。

調査は主にアンケートと文献により行なつたが、その結果は次のとおりである。

(i) まず冷却水システムの現状をみると、2サイクル大型機関ではシリンダよりの除去熱量にはそれほど差がないにもかかわらず、温度条件やポンプ容量には大差があり、十分な検討を行なえば補機類のコストダウンが可能な機種もあるように思われる。この廃熱は造水装置の加熱に利用されている。

(ii) 2サイクル中型機関ではシリンダからの除去熱量にも温度条件にもかなりの差があり、慎重な検討を行なう必要があるようである。

(iii) 4サイクル小型機関では、シリンダよりの除去熱量と燃料により投入される熱量との比で考えると、シリンダ当り出力の大小に関係なくほぼ一定となるが、機関内での冷却水温度上昇にはかなりの差が認められた。シリンダ出口温度も一般にもつと高温にす

ることを考慮する必要がある。過給機に関してはその機種によつて除去熱量に大差があり、機関出力が小さいだけに、その影響は小さくなく十分検討する必要があると思ふ。

(iv) 以上の結果、概して大型機関では冷却水系統に関して相当慎重に検討されているようであるが、小型機関ではまだ検討を要する点が残されているように思われる。

(v) 一方冷却水温度を現在より上げることは熱効率の向上、補機類のコストダウンその他利点が多く一般に賛成する向きが多いが、この高温冷却には潤滑油膜の破綻限度や潤滑油の劣化、熱応力の問題等研究を要する点も少なくない。

(vi) ディーゼル機関の新しい冷却方式として蒸発冷却方式があり、欧米においてはすでに小型機関に採用されているが、わが国においては一般に関心がうすく今後大いに啓蒙し、かつ研究する必要があると思われる。

(vii) 以上を要約すると冷却水温を上げることについては相当関心が寄せられているものの、いまだ集中的な調査研究は行なわれておらず、組織的な研究を行なう必要が認められ、またそこからさらに一歩進んで蒸発冷却方式を採用する道も開かれるものと考えられる。  
(調査資料 No. 38)

## 5. 船尾管軸受構造に関する調査

担当；石川島播磨重工

最近船舶の大型化に伴ない、プロペラシャフトおよびプロペラが大型化し船尾管軸受構造に生ずる問題が大きくクローズ・アップされてきた。また最近では油潤滑船尾管軸受が多用されるが、採用され初めてから日が浅く、十分信頼性があるとはいえない。本調査は将来これらに関して如何に研究を進めるべきかを調査したもので、アンケートおよび文献により行なつた。アンケートは主要造船所を対象として行なつたが、調査の結果をとりまとめたものは次のとおりである。

(i) 損傷事故例および文献にもみられるとおり、船尾管内で運航時いかなる現象が生じているかはいまだ十分に掴めておらず、損傷に対する具体的な対策としても明確なものがないのが現状である。一方海事協会ならびに SNAME の論文には、特にタンカでリグナムパイタ換装期間の短いことが傾向として示されており、また最近のように超大型船が出現するようになると、一旦軸系に問題が生ずると、そのために船主が負担する損害は莫大なものとなる。

まずこのような段階では、船尾管内での現象を掴むこと、すなわち1つ1つの因子がどのように影響するかを適確に掴むことが必要で、それにはできるだけ実船に類似させた推進軸の模型による実験および実船による測定が考えられる。この研究を具体的に実施するためには、実験設備については、どのような大きさでどのような測定を、いかなる計器で行なうべきか等解決すべきことが多い。実船測定についても船尾管内の各部温度を測定することでさえ極めて困難な問題である。最近油潤滑軸受の採用が多くなつてきたが、中小型船には今後ともリグナムパイタ軸受が使用されるものと思われ、また現在就航中の船のためにもリグナムパイタ軸受についての研究がぜひとも必要である。

また特に実船により軸系および船尾部の振動を計測したいという意見が多かつた。

(ii) 油潤滑軸受を各造船所ともかなり採用しており、リグナムパイタ軸受よりかなりすぐれた点の多いことは確かであるが、まだ実績は少なく、かつ不明な点が多いため、安心して使用できる段階に至っていない。特に軸受の Clearance、軸系の Alignment、軸受の許容荷重、Sealing 方式および L. O. Circulation System 等にはまだ不明の点が多く、リグナムパイタ軸受と同様油潤滑軸受についても研究を行なう必要がある。  
(調査資料, No. 39)

## 6. ワイドレンジおよび本数制御バーナの調査

担当；浦賀重工

船舶の運航および荷役の自動合理化の一環として、ボイラの自動運転または遠隔操縦には燃焼装置の開発に負うところが大きい。ここ数年来さらにボイラ自動化の機能を発揮するために、バーナのワイドレンジ化、本数制御ならびに安全装置の開発が要望されている。そこで本調査は現装または計画中のワイドレンジバーナ、本数制御装置ならびに安全装置の実状を集約したものである。アンケートは海運会社、造船所およびバーナメーカーに対し、主としてタービンタンカの主ボイラならびにディーゼルタンカの補助ボイラの燃焼装置を対象として実施したが、その結果は次のとおりである。

(i) ワイドレンジバーナとしては圧力噴霧リターンコントロール式、蒸気噴霧式、油圧蒸気噴霧式およびロータリ式が採用されており、現在は蒸気噴霧式バーナの採用実績がもつとも多く、ターンダウン比の最大は1:14であつた。文献カタログによればターンダウン比1:30のバーナが国外で開発されているようである。しかしバーナの噴燃量範囲の拡大が計られても、ACC や送風

量調整装置などの関連機器がバーナワイドレンジ化に密接な関係があり、空燃比の適正化など今後の開発の問題点も多い。

(ii) バーナ本数制御については、ボイラの遠隔操縦化、あるいは完全自動化をねらい実用化されている。現状では従来のバーナ装備に対しての本数制御であるので、ワイドレンジバーナの採用によつてさらに低コストで取扱容易な制御が可能となることは明らかである。

安全装置としては警報装備のみの場合、警報およびバーナカット装備の場合、あるいはある種の自動復帰を採用している場合などの実績があり、中央制御室での監視によつてボイラの安全運転が期待できる。なお、安全装置として機器固有の、あるいは機関室環境での信頼度は経年的に調査の要がある。(調査資料 No. 40)

## 7. 船用補機の切替運転の要否に関する調査

担当； 日本鋼管

船内に装備される補機には予備機を持つものが数多くあるが、これらはどのように取扱われているのか、また装備する必要があるのか、その理由は信頼性不足のためか、あるいは保守作業の必要のためか。切替運転は必要かどうか、もし必要とするならばその理由、そのための労力はどの程度か。本調査はこれらの問題について船主ならびに各種補機メーカーにアンケートしたもので、その結果、船主、造船所、メーカー延べ46社から得た回答を要約すると次のとおりである。

(i) まず予備機の取扱いについては、船は定期的に切替運転を実施しており、メーカーも大部分の補機についてこれを推奨している。したがつて予備機を装備するかぎり、切替運転は避けられない。

その理由としては、(イ) 機器の寿命を揃えること、(ロ) 保守作業のため、(ハ) 予備機の発錆変質防止、の3点が大きくあげられている。このうち(イ)および(ロ)については、保守作業が割合短時間で必要となるごく一部の部品を持つ補機は別として、大部分は若干の改善によつて現状の切替時間を相当延長でき、その分の労力は軽減されるようである。問題は予備機の防錆であつて、空転による防錆も1つの手段ではあるが、十分な解決策ではなく、今後大いに研究の要がある。

(ii) 各補機の信頼性については、いくつかの特例を除けばかなり満足すべき状態にあるといえる。

(iii) なおメーカーは事故の有無を問わず運航実績を非常に知りたい旨を述べており、船主、補機メーカー、造船所が緊密な連絡をとり得るような方が講ぜられねばならない。

(iv) かくして信頼度が上り、予備機の廃止ないしは危急予備を設ける程度となれば、切替運転も不要となり、装置の複雑化が避けられ、ますます高度化される自動化に適合した機関部の姿を招来できるものと考えられる。(調査資料 No. 41)

## 8. 燃料油移送の自動化、遠隔操作化の調査

担当； 日立造船

船舶における自動化、遠隔操作の進展にもない機関部関係についても研究改革が行なわれている。本調査はその一環として燃料油移送系統の遠隔集中化を図り、系統化して移油操作を簡便に行なえるようにし、乗組員の負担を軽減することを目的として行なつたもので、連続最大出力 10,000 ps 以上の主機を搭載した船舶を対象に、船主および造船所にアンケートして回答をまとめたものである。

調査の結果、船主、造船所とも採用実績が少なく、実情を把握することが困難であつたが、今後の計画のための指針として大体の傾向をつかむことができた。すなわち、今後の機関部無人運転を予想すると、本系統の自動化、遠隔操作の必要性は大きく、またこのため装備する必要がある遠隔操作弁、指示器等について十分な研究開発が必要である。(調査資料 No. 40)

## 9. 機関室の騒音の実態および対策に関する調査

担当； 三井造船

船舶の大型化に従い、推進機関の出力はますます増大する傾向にあり、特に高過給ディーゼル機関を搭載する船舶においては、騒音対策は不可避の問題となつてきた。

ディーゼル機関室の音源としては、主機、補機類、推進器系統および波浪衝撃からの Air-borne Noise と、それらによつてひきおこされる Solid-borne Noise が考えられるが、実船のこれら騒音に関する系統的調査研究の資料は乏しい。そこで、本調査においてはディーゼル船5隻について機関室における騒音の実態計測を行なうと同時に、主要造船所に対し機関部騒音に関するアンケート調査を行なつた。これらの結果をまとめると次のとおりである。

(i) 調査対象船5隻の機関室内を床面、第3甲板、第2甲板に大別し、それぞれの Floor を左舷、右舷、船首部、船尾部、工作室等に分類して、各位置の全音圧分布、周波数分布等を実測し、それぞれの位置においてどのような周波数成分が重要な意義を持つかについて調査を行なつたところ音圧レベルの分布は主機関

の種類および機関室の構造によつて大きく左右され、非常に個別的な様相を示していた。また調査対象船はすべて船尾機関船であつて、実測結果によれば、船尾隔壁部には床面騒音が集束される可能性が多いものと考えられる。

(ii) アンケートでは、各造船所で使用している騒音測定計器、測定法、防音対策の実状、機関室騒音レベルの目標値等について調査を行なつたが、騒音問題に関する各社の一般的意見として、機関室内騒音の発生機構をさらに明確化するために、今後造船所の協同研究が必要としていることがわかつた。

(調査資料 No. 42)

## 10. 船舶の近代化、合理化に関する調査

本調査は運輸省船舶局内山技官に依頼して米国における高経済性船舶の研究開発の実態を調査したもので、調査項目は次のとおりである。

(i) 米国務省海事局 研究開発部の 高経済性 船舶の研究開発計画の内容

(ii) 上記研究開発計画にもとづき実施されている研究開発の内容ならびにその成果

(iii) 上記研究開発の実施方法および実施上の問題点

(iv) その他参考事項

調査結果の概要は次のとおりである。

(1) 海事局研究開発計画の内容は次の 10 プログラムより成つている。

(i) 航路および航海に関する調査

(ii) 船舶建造方式

(iii) 機械化とオートメーション

(iv) 原子力推進

(v) 水中翼船

(vi) 水面効果船

(vii) 荷役作業および港湾

(viii) 船舶用諸装置の評価、検査、保守

(ix) 船舶運航

(x) 船員の労務管理

なお、これら研究開発に必要な海事局の予算は、1965年度は10,100,000ドルという莫大なものである。

上記プログラムの全部について成果と問題点を調査することはできなかつたが、一部の成果について説明を受け、資料を持ち帰つた。

(2) 日米造船技術交流については、次の事項について意見を交換した。

(i) 情報交換

(ii) 共同研究

(iii) 造船技術使節団の交換

(iv) 特定の議題について討議会を持つこと

(v) ONR 船舶技術研究との技術交流

(vi) 海事省船舶局と防衛庁海幕の技術交流

(3) また米国の主要造船関連メーカを訪問して調査した。

(調査資料 No. 34)

## VI その他の調査研究

### 1. タービン船の後進力に関する調査研究

(日本船舶振興会補助事業)

SR 72 部会長 原 三郎氏

船舶の後進力については、将来の船舶の自動化および船型の大型化に対応して操船の安全性を確保するため、十分な理論的および実験的考察を行なうことが必要と考えられる。たまたま1960年海上人命安全条約においては、後進力の重要性を認識し、特に旅客船について新造時に後進力量の確認を義務づけ、その他の船舶についても将来各国が十分な調査研究を行なわねばならないことを勧告している。本研究はこれらを考慮して39年度以降2ヶ年計画でタービン船の後進力について調査研究を行なうもので、初年度は大型タービン・タンカ4隻およびこれらとほぼ同型のディーゼル・タンカについて後進力試験を行ない、またこれらのプロペラの性能を求めめるためプロペラ模型単独試験を行なつて、若干の解析を行なつたものである。

本研究の目的は船体および機関について運動から停止にいたる間の挙動を実測解析し、過渡現象における普遍的な船体運動方程式を誘導し、船体の停止距離を理論的に求めようとするもので、このため下記項目について調査研究を行なつた。

i) 馬力と総屯数との比の比較的異なるタービン船を主眼とし、比較の対象としてのディーゼル船を追加して、これらについてできるだけ操縦条件を統一して後進過渡状態におけるトルク、スラスト等の変動と船体速度の変動との関係および船体の停止に至る状態等について計測を行なう。

ii) 供試船と相似の模型プロペラの単独性能試験により、実船成績解析のための基礎資料を得る。

39年度における供試船は合計5隻で、これらの主要目を表1に示す。



表 1

船 名	A 丸	B 丸	C 号	D 号	E 号
総 屯 数 (GT)	45,400	53,200	32,100	40,000	34,000
長 さ (m)	230	242	223	228	217
幅 (m)	33	37.2	32.15	35.8	32.2
深 さ (m)	20.5	19.9	16.8	16.6	17.0
主 機 種 類	タービン	タービン	タービン	ディーゼル	タービン
連続最大出力 (ps)	20,000	22,000	18,000	20,700	20,000
同上軸回転数 (rpm)	105	105	105	119	110
常用出力 (ps)	18,800	21,000	16,400	17,600	18,000
同上軸回転数 (rpm)	102.8	103	102	113	106
後進出力 (ps)	6,200	8,000	6,560	15,000	
後進回転数 (rpm)	71	75	71.5	98	75
プロペラ型式	5翼1体型	同 左	同 左	同 左	同 左
プロペラ直径 (mm)	6,900	7,100	6,700	6,400	6,700
ピッチ比	0.742	0.726	0.780	0.758	0.753

表 2

計 測 項 目	使 用 計 器
1. 天候,潮流,海上の模様	(目 測)
2. 船速, 船速変化	流木 (両舷)
3. 船首方位	ジャイロ・コンパス
4. 風向, 風速	風速風向計
5. 時 間	電接時計 ストップウォッチ
6. 主軸回転数	タコ・セネ
7. 操縦弁開度	(直 読)
8. 前進, 後進蒸気室圧力	圧力計, 改造圧力計
9. 前進, 後進蒸気室温度	温 度 計
10. 主復水器真空, 上部温度	マノメータ, 温度計
11. 主蒸気圧力, 温度	圧力計 バイロメータ
12. 主軸トルク	箱歪計-スリップリング 線歪計-F.M.
13. 主軸スラスト	箱歪計-スリップリング 線歪計-F.M.

計測は、前進常用出力および常用出力の約60%の2種の出力で航走し各部状態の査定後、後進全力を発令し船体を停止せしめて行なつた。すなわち、以上の航走の過程において、船体速力、航跡、主軸回転数、トルク、スラストの変化およびその他の関連諸元を計測した。なお後進操作の時間経過が船舶の制動距離および停止時間に影響するためできるかぎり操船方法を統一することを考えたが、統一することができずやむをえず各造船所の慣習に従つた。

計測項目は表2のとおりで、今後の解析に必要なデータはすべて電磁オッシュロにより連続記録したが、船速は他に適当な方法がないため流木による両舷計測を行なつた。

試験結果の概要を表3に示す。

なお試験結果の解析については40年度の試験終了後すべてをまとめて行なう予定であるが、現在のところ、次のことがわかつている。

表 3 後 進 試 験 成 績 表

船 名	試験番号	試験時排水量 W(ton)	試験開始状態		前進回転停止までの時間	船体停止までの時間	船体停止までの距離Ls(m)	Ls/船の長さ	Ls/W <sup>1/3</sup>
			Vs' (kts)	rpm					
A 丸	1	37,600	17.6	102.9	1'-18"	7'-58"	2,255	9.80	65.3
	2	◇	11.0	60.4	1-01.5	5-41	908	3.95	27.1
	3	88,625	16.3	101.0	1-11	12-21	3,219	14.00	72.3
	4	◇	9.8	61.2	0-29	8-09	1,345	5.85	30.4

B丸	1	62,348	16.7	103.2	0-39.5	8-53	2,389	9.87	60.2
	2	〃	13.3	70.0	0-26.7	8-37	1,917	7.92	48.7
	3	111,920	17.1	105.2	0-42	12-11	3,330	13.76	69.2
	4	〃	9.7	70.0	0-23	10-11	1,784	7.37	37.0
C号	1	41,716	17.2	102.0	1-14	7-07	2,200	9.87	63.7
	2	〃	9.6	60.0	0-43	5-12	1,000	4.48	29.0
	3	69,980	16.4	102.0	1-26	9-34	2,510	11.26	60.9
	4	〃	10.4	60.0	0-40	6-11	1,030	4.62	25.0
D号	1	82,209	16.6	116.8	0-37	13-07	3,785	16.60	87.1
	2	〃	10.7	72.0	0-22	8-19	1,785	7.83	41.1
E号	1	34,230	18.45	106.4	0-50.2	7-48	2,370	10.91	74.0
	2	〃	15.85	95.0	1-50.3	8-22	2,100	9.66	64.6
	3	65,490	17.77	108.1	2-05.5	10-10	3,090	14.23	76.5
	4	〃	15.85	95.2	1-14.6	8-58	2,460	11.06	60.9

(i) 後進発令から船体停止までの航走距離は次の運動方程式を解けば10%程度の誤差で推定できる。

$$(M+m) \frac{dv}{dt} = T(1-t \cdot r) - R$$

ただし M; 船体質量, m; 附加質量

v; 船の速度, t; 時間, T; スラスト

t·r; スラスト減少係数, R; 船体抵抗

(ii) より高い精度で過渡的船体運動を解析する場合は、2次元的修正とスラスト減少係数の補正を行なう必要がある。

(造船研究 Vol. 7, No. 3, 41年2月刊行)

## 2. シーマージンに関する調査研究

SR 80 部会長 山内保文氏

38年度の調査において用いたと同じ資料、すなわち一般船舶の観測通報による「海上気象資料」をもとにして次のような統計整理を行なった。

1954年～1960年の7年間の資料について各年の各月ごとにすでに整理された北太平洋全域にわたる緯度2度、経度5度の比較的小さな枠目ごとの平均値および観測数(気象庁技術研究報告第17号、23号)をもとにし、年度の区別を取り去り、各枠目ごとに7年間を平均して、各月ごと、各地区ごとの風速、波高の平均値を求めた。また同時にこれらを基にして、緯度10度、経度10度ごとのやや大きい枠目につき、春夏秋冬の四季それぞれについての平均値をも求めた。

また一方、昭和38年度の解析に用いた1957～1960年の4年間にわたる資料をもとにし、波傾斜と風速との関連に特に注目し、風速の細かい区分ごとに波傾斜の級別発生頻度を求めた。(造船研究 Vol. 7, No. 2)

## 3. プロペラ・キャビテーションに関する調査

SR 81 部会長 土田 陽氏

最近、船舶の高出力化に伴ない、プロペラの荷重度が著しく増加し、また船型の肥大化による伴流分布不均一化のため、キャビテーションによるプロペラの損傷事故が増加している。その根本的対策確立のため、まず第一段階として世界における研究の現状について勉強し、資料を収集して、40年度以降に実施する調査の準備作業を行なった。

すなわちキャビテーションの実験的研究の概要を I. T. T. C. の Cavitation Committee の勧告その他について検討し、文献資料としては日本海事協会の統計によるプロペラの損傷の種類とその発生頻度、関東造船研究会の諸資料、J. D. van Manen の "Bent Trailing Edges of Propeller Blades of High Powered Single Screw Ship" などを集めて検討を行なった。またプロペラ・キャビテーション発生限界の推定法を求めめるために、上記の海事協会の統計資料について明らかにキャビテーションに基因すると認められる事故(羽根の曲りおよび潰食)が発生した船舶の中から50隻を選び、これらについてアンケートを行なうことになり、アンケート形式案を検討した。

## 4. 在来船の経済性向上(自動化改装)に関する調査

SR 82 部会長 西島伊武氏

最近の建造船は自動化合理化を行なつて、乗組員の減少、運航費の節減に著しい進歩がみられ、昭和35年以前に建造された在来船との間に大きな格差が生じている。そのため、これら在来船に対しても自動化改装を行

なつても採算がとれるかどうかを検討するために本調査を行なつた。

実施に当つては造船海運阿業界の意向を集約し、(イ) 自動化合理化程度の設定と乗組員の削減、(ロ) 機器改装、(ハ) 改装船の採算性、について検討した。

(i) 想定船 昭和35年またはそれ以前に建造されたニューヨーク航路定期船(主機は12,000 BHP, ディーゼル機関1基)とし、これの甲板部および機関部の標準仕様の詳細を決定し、この船について改装を検討した。

(ii) 改装要領 自動化および合理化の程度をA, Bの両グレードに分け、Aグレードは17次船程度の高度の自動化、合理化(機関部においては中央制御室を新設)を行なうものとし、Bグレードは最少限の改装とした。

(iii) 自動化・合理化改装のための主要設備 Aグレードでは甲板部で topping winch 設置、貨物用冷凍機の自動化をはじめ11項目・11件、機関部で主機関付着品、主機関遠隔操縦装置をはじめ、24項目・約70件をとりあげ、またBグレードでは、甲板部で貨物用冷凍機の自動化をはじめ6項目・6件、機関部で補助ボイラ関係をはじめ11項目・約20件をとりあげることにした。また改装工事は中検あるいは定検のための入渠時を利用し、これら期間をこえる停泊日数を最少におさえるため、機器の購入のほか備装資材の加工などはあらかじめ最大限に行なつて準備のうち、入渠と同時に撤去および改造工事に着手するものとした。

(iv) 改装内容 上記(iii)に示した自動化項目について各造船所が分担して改装内容を検討し、また改装に必要な経費を積算した。なおこの場合主機関については、機種によつてかなりの相違があるため、B&W, MAN, SULZER および UEC に分けて、それぞれ型式および出力等を決めて、これらについて検討した。

(v) 採算計算 採算性の検討は、改装費として船主より造船所に支払われる経費はすべて借入金とし、まだデマレージは利子を考えないものと仮定し、削減人員を見積り、借入金の金利を仮定して行なつた。

以上の検討の結果、A および B 案に対して次のような結論を得た。

(i) 改装による経済性の向上

合理化改装を行なうことにより、作業環境の向上と作業の質と量の変化による経済性の向上が期待される

が、そのうち人員削減がもつとも顕著な効果を有する。在来船においても乗組員の船内作業の合理化を図つて、すでに相当数の定員削減を行なつているが、自動化改装を行なつた場合の乗組員数は非自動化船をベースにすれば、機関部ではAグレードで4名、Bグレードで1名の減員が可能である。甲板関係および事務関係では条件つきで各1名が削減可能と考えられる。

(ii) 改装所要工期

改装前に万端の準備をととのえて本船の停泊日数を最少におさえるよう考慮し、また作業工数にピークが生じて作業員の配備に困難が生じないように工程を組み、またデマレージを最少におさえることを考えなければならない。

改装工事の実施にあつては、作業員1日あたりの作業時間は、就業時間を実働7時間、毎日2時間程度の残業を行ない、休日出勤もするものとし、必要があればさらに超過勤務時間の延長も許されるものとしてAグレードで21日間、Bグレードでは中検時の停泊日数8日間で改装を完了できることがわかつた。

(iii) 採算の検討

対象船はすでに建造後5年余経ており、改装後定期船としての適格性を維持できる年限に限りもあり、できるだけ早く採算点に達することが望まれる。今改装借入金を3年間据置きその後等額償還を行なうものとするれば、Aグレードの場合、デマレージを除いた改装費が約6,500万円で、削減人員を6名とすれば、借入金の金利が年3分の場合、改装後9年で採算点に達するが、年利6分では10.6年たたないと採算点に達しないことがわかつた。

またBグレードでは改装費は1,850万円で、削減人員を2名とすれば、年利3分の場合、採算点到達は改装後7.5年、年利6分の場合は9年となる。(注:—Bグレードの改装費計算に若干のミスがあつたため、報告書の数字とは異なる値となつた。)

(調査資料 No. 43)

## 5. トン数と船舶設計との関連に関する調査

(日本船舶振興会補助事業)

SR 301 部会長 岡田正三氏

船舶のトン数は、船舶に賦課される諸手数料、料金および税金の基礎となるとともに関係諸法規の基準となつている。従つて造船および海運企業においては船舶のトン数を等閑視することはできないが、特に船舶設計に影響を及ぼしている問題点についてさらに深く検討を加

え将来のトン数測定規則についての理想像を研究することを目的として38年度に引続き実施した。

(i) 現行規則の設計に及ぼす影響調査

二重底および荷足水倉について現行日本規則の取扱い基準と諸外国ならびにスエズ、パナマ運河規則による取扱い基準との比較を行なった。また荷足水倉については、特に国際規則等で適用されている制限値(例えば総トン数の19%)の解析などを行ない、現行の日本規則がどのように設計に影響を及ぼしているか、その問題点を一層解明した。

(ii) 運河および外国規則等資料の収集

日本規則と外国規則の比較表を作成し、両者間のトン数の各船種別による数値的差異を明らかにした。

(iii) 国際条約関係資料の収集および船舶設計に及ぼす影響調査

トン数の将来は、トン数測定に関する国際会議により大きく左右されるため、これらの会議「船舶積量測定の一方式に関する条約(オスロー条約)に基づくトン数測定専門会議」と政府間海事協議機関(IMCO)の「トン数測定小委員会」の資料を検討、特に後者の会議の「世界的に用いられるトン数測定の一方式」の各国提案については今後の船舶にどのような影響を与えるか、またどの国の提案が適切と考えるかを検討するため多数の船舶について計算を行ない、本研究部会としての見解をとりまとめた。

(造船研究 Vol. 7, No. 1)

## 6. JRR-4 による船用遮蔽実験に関する調査研究

NSR-1 部会長 大島正幸氏

原研 JRR-4 を使用し、原子力船の遮蔽設計に必要な実験を行なうことを目的として実施した。

JRR-4 による共同遮蔽実験計画は大体の構想が原子力船研究協会時代にまとめられていたが、その解散にともない、本会において推進することとなり、下記のごとく研究を進めた。

以上で昭和39年度に実施した調査研究の概要の説明を終ることとする。初めに書き出した運輸省補助事業関係の説明に紙数を使いすぎた感があったので、その他の調査研究については極めて簡単な紹介に終らざるを得なかった。

重ねてこれらの調査研究は担当された方々の絶大なる努力と関係当局の指導、大学研究所の方々の協力により行なわれたことであることを銘記し、筆者の非才からピント外れの紹介をしているのではないかと怖れつつ筆を措くこととする。なお内容の詳細についてお知りになりたい方は遠慮なく筆者までご連絡いただきたい。

(i) 共同研究のあり方

原研、船研、事業団、その他民間との間の JRR-4 利用遮蔽実験計画の総合的な計画調整の場としての運営をはかり、とりあえず事業団の実験計画に対し、全面的に協力してゆく方針を決めた。

(ii) 作業グループの設置

事業団の実験計画に協力するため暫定的に作業グループを設置して次の作業を実施した。

(イ) 遮蔽効果確認実験のタイムスケジュールについて JRR-4 利用施設別に実験期間の検討を行ない、原研、船研の40年度申請実験計画との調整を考慮し、スケジュール案を作成した。

(ロ) 遮蔽効果確認実験に必要な測定装置とその経費概算および年度別実験人員編成要領を検討し、とりまとめた。

(iii) 実験グループの設置

将来の船用遮蔽開発研究の資料を求めため、事業団の第1船遮蔽効果確認実験計画に協力し、40年度以降実施される事業団の遮蔽実験に研究員として参加することを予定する委員により、下記作業を実施するために設置し、これにともない上記作業グループは解散した。

(イ) 実験実施方案の詳細検討ならびに策定

(ロ) テーマ別実験体と実験施設との関連問題検討

(ハ) 遮蔽設計方針と実験体選定の関連性検討

(ニ) 実験体設計、製作手順および実験実施方法の検討

(ホ) 計測器ならびに計測手順の検討

(ヘ) 実験実施にいたる総括手順および実験要員等の検討

(ト) 実験計画書(安全対策書を含む)の作成

(チ) 実験成果とりまとめ要領の検討

(リ) 実験成果の検討

(造船事情)

最近の造船事情について

去る4月18日に運輸省船舶局は“最近の造船事情”を発表した。これは昨年度の実績を中心にとりまとめたものであるが受注実績、工事实績、手持工事量とも過去の最高記録を上回り、仕事量の面では正に新記録に彩られたものであった。今回はこの発表を中心に解説することとする。

1. 新造船受注実績 (建造許可ベース)

昭和40年度の新造船受注実績は国内船が146隻2,438千総トン1,573億円、輸出船が196隻5,538千総トン3,348億円、合計342隻7,976千総トン4,921億円である。これは従来の最高実績である38年度を凌ぐ史上最高の記録であり、また国内船、輸出船ともそれぞれに従来の記録を超えている。

このように受注量が伸びたのは、国内船については21次計画造船の建造枠が従来の規模を大幅に越えたことおよび自己資金船が世界最大の油槽船“出光丸”20万5千重量トンの受注をはじめとして前年度並の高水準を維持したことによるものである。一方輸出船についてみると、ギリシャ系、北欧系船主より撤積貨物船を中心に大量の発注があつたこと、また、香港船主よりの撤積貨物船の発注が顕著であつたこと、油槽船の成約も相変わらず高水準で推移したことによるものである。これに反して従来かなりの対日発注実績のあつたソ連を含む共産圏からの発注が激減したことが注目される。

第1表 40年度建造許可実績

船種別	隻数	G. T.	D. W.	契約船価
国内船	貨物船	116	1,314,080	1,995,676
	油槽船	29	1,120,750	1,862,516
	その他	1	2,999	2,000
計	146	2,437,820 (142)	3,860,192 (140)	157,299,498千円 (144)
輸出船	貨物船	144	3,473,662	5,168,100
	油槽船	52	2,064,110	3,391,789
	その他	—	—	—
計	196	5,537,772 (168)	8,559,889 (173)	930,009,211 \$ (147)
合計	342	7,975,592 (159)	12,420,081 (161)	492,102,814千円 (146)

注 1. ( )内は対前年度比で%表示である。  
2. 賠償船は1 \$ 360円として輸出船に含めてある。

2. 受注船にみられる特色

国内船については、第一に従来の船型大型化傾向が更に進み、油槽船では前記出光丸の20万5千重量トン、鉱石運搬船でも6万2千重量トンのものが現われるに至つた。第二に定期貨物船の高速度傾向も一段と進み、21次計画造船では満航航海速力で20ノットを超えるいわゆる超高速定期貨物船が5隻も出現した。第三にわが国海運始まつて以来の多目的兼用船(油槽船兼撤積貨物船、油槽船兼鉱石船等)の受注が4隻あつたことである。

輸出船の特色としては、第一に38年度をピークとして油槽船の受注比率が次第に減少し、一方、貨物船の受注比率が高まつてきたこと(トン数比で貨物船の全受注量に占める比率は38年度が25%、39年度54%、40年度63%となつている)。また、40年度受注貨物船の60%に当る81隻2,081千総トンは撤積貨物船で、船型としては25型、40型がその主力を占めている。このように撤積船が増えた原因は、現今の不定期運賃の高騰と先行きの撤積貨物海上輸送量の伸びを見込んだ投機的発注によるもの、および25型については耐用年限のきたリパティ型の代船建造も相当含まれているものと思われる。第二に兼用船の受注量が前年度に比べ大幅に増加してい

第2表 船種別建造許可実績

船種	年度	39		40		
		隻	G/T	隻	G/T	
国内船	油槽船 (含LPG)	21	1,002,810	29	1,218,960	
	定期船	7	63,950	18	184,450	
	撤積貨物船 (含石炭船)	18	236,939	23	190,040	
	木材運搬船	27	162,870	29	171,678	
	鉱石運搬船 (含ベレット)	5	175,000	14	486,500	
	兼用船	—	—	4	150,800	
	その他	24	78,046	29	35,392	
	合計	102	1,719,615	146	2,437,820	
	輸出船	油槽船 (含LPG)	45	1,505,670	52	2,064,110
		定期船	30	238,524	26	166,593
撤積貨物船		60	1,269,950	81	2,081,300	
木材運搬船		—	—	1	12,370	
鉱石運搬船		8	132,000	6	88,000	
兼用船		4	154,300	27	1,102,000	
その他 (含ニッケル船)		3	4,050	3	23,399	
合計	150	3,304,494	196	5,537,772		



る。すなわち、

油槽船兼散積貨物船	3隻	181千総トン
油槽船兼鉱石運搬船	7隻	364
油兼鉱石兼散積貨物船	10隻	471
散積貨物船兼鉱石運搬船	7隻	86
合計	27隻	1,102

これは従来の往航空船の専用船の採算性向上のため、往復とも荷物の輸送を狙ったもの、あるいはスポットとして常に採算の良い貨物を追って行く意図のものに大別することが出来るが、外国船主といえども前者の如く多国間に配船する積荷を確保することは仲々困難で、専ら後者としての運航を計画したものが多い。

### 3. 新造船工事実績

昭和40年度のわが国主要造船所27工場の進水実績をみると、国内船91隻2,425千総トン(対前年比2.65)、輸出船116隻2,987千総トン(対前年比1.03)、合計207隻5,412千総トン(対前年比1.42)となつている。

国内船については、従来の最高実績が37年度の72隻1,007千総トンであり、実にこの記録をトン数で2.4倍も凌駕したことになる。これは計画造船の建造枠が20次1,500千総トン、21次1,800千総トンと飛躍的に増大したこと、船型が大型化したこと、超大型ドック稼働、建造工期の短縮等がその主因であろう。輸出船については、従来の最高は39年度の2,897千総トンであるが、40年度はほぼこの横ばいで推移している。これは国内船の建造量が大幅に増えたためそれだけ輸出船の建造量が制約されたためと考えられる。換言すれば現在の日本の大手造船業の建造能力は5,500千総トン程度ということであろう。この建造量を造船所別にみると三菱重工長崎造船所が630千総トンと断然他を引き離しており、続いて石川島播磨重工相生第二工場、日立造船因島工場がおのおの400千総トンを超える建造実績をあげ、さらに300千総トン以上の建造実績をあげた造船としては、石川島播磨横浜工場、呉造船、日本鋼管鶴見造船所、川崎重工、三井造船玉野造船所などがある。

第3表 主要造船所27工場40年度新造船工事実績

	起 工		進 水		竣 工	
	隻数	G. T.	隻数	G. T.	隻数	G. T.
国内船	87	2,330,480 (160)	91	2,425,220 (265)	82	2,048,655 (199)
輸出船	121	3,200,960 (115)	116	2,986,990 (103)	118	3,060,880 (118)
合計	208	5,531,440 (131)	207	5,412,210 (142)	200	5,109,535 (141)

注 ( ) 内は対前年度比で%で表示してある。

参考までにグラスゴー、ヘラルド誌が調査した昭和40年歴年の世界の造船所別進水実績上位10工場をみると、そのうち第4位、第10位にスウェーデンの著名造船所が顔を出しているのみで、あとはすべてわが国造船所が独占している。

### 4. 新造船手持工事量

昭和41年3月31日現在の主要造船所27工場の新造船手持工事量は次のとおりである。

国内船	55隻	1,608千総トン	(1.15)
輸出船	272隻	7,981	(1.41)
合計	327隻	9,589	(1.36)

( ) 内は対前年度同期比を示す。

過去の最高は40年12月末現在の8,988千総トンで、41年3月末ではこれを約6.7%上回っている。前に述べたようにわが国主要造船所の建造能力を年間5,500千総トンとすると、これは約1.7年分の工事量に相当する。この手持工事量の工場別内訳をみると4万5千総トン以上の大型船を建造する造船所17工場が全体の86%、その他の中級10工場が14%の工事量を保有し、とくに中級造船所の手持工事量の伸長が著しい。

第4表 40年歴年世界進水実績

1.	三菱長崎	618,226 総トン
2.	石播相生	487,906
3.	日立因島	422,500
4.	ゲタフェルケン	416,407
5.	三井玉野	349,310
6.	呉	319,450
7.	川重	302,530
8.	石播横浜	298,568
9.	三菱神戸	267,298
10.	エリクスベルグ	248,347

注 グラスゴー・ヘラルド誌による。

### 5. おわりに

このように数字的にみるとわが国造船業は華やかなものであるが、受注における過当競争、需要構造の変化に応じた超大型施設への設備投資等採算面の圧迫要因が多く、利益率は低下する一方であつた。しかし、造船部門の採算に限ってみると、40年3月期を底にその後業績は各社とも上回っているが、収益率は他産業と比較してまだかなり低水準にあることは否めない。今後業界の協調体制の確立による過当競争の排除を早急かつ強力に推進し企業基盤の安定を図ることが現在の造船業の最大の課題である。

# 東京タンカー株式会社向 150,000 DWT型 タンカー「東京丸」(3)

石川島播磨重工業  
株式会社

## 3. 機関部の自動化

### 3.1 計画方針

本船の特長の1つは、大幅な自動、および集中制御方式の採用であり、機関部においても従来の自動化船にはみられない、高度な、また広範囲な自動化が行なわれている。この自動化により、乗組員の減少および作業環境の改善を計るとともに、巨大船としての安全性の向上、およびプラント全体としての運航性能の向上が可能となった。

本船の機関部の自動化を計画するにあたり、次のような基本方針を立てた。

#### 1) 操作の単純化

危急時における人間の行なう煩雑な操作と判断は、誤操作と事故の原因となるので、それらは出来るだけ装置に置換え、人間は単にボタンを押せばよいようする。

#### 2) 保護装置の完備

故障あるいは誤操作の場合、本船および機器に損傷を与えることなく、迅速に完全に作動する保護装置を設ける。

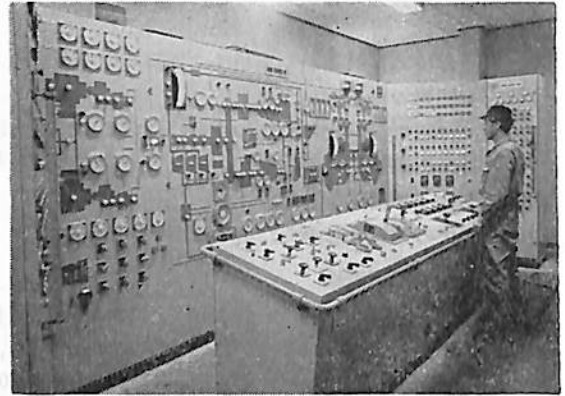
上記方式に基き、機関内ボイラフラット後部に機関部中央制御室を設け、当室において機関室全般の監視を行ない、主機タービン、主ボイラおよび主要補機器の遠隔操作を行なうようにした。また船橋にも主機操作盤を設け、出入港時の操船を従来の間接的な方法によらず、直接コントロールレバー1本にて、主機タービンの前後進、増減速を行なうことが出来るようにした。

### 3.2 機関部中央制御室

中央制御室をボイラフラット後部に設け、それより主ボイラ、発電機、給水ポンプが容易に見えるよう配置した。またワンマンコントロールを建前として、当制御室には、操作デスク、グラフィックパネル、主発電機制御盤、主給水ポンプ制御盤、電動機制御盤、ボイラ機器盤、およびエンジンモニタ等を設けている。

#### 3.2.1 グラフィックパネル

グラフィックパネルには、機関室全体の系統がグラフィック状に描かれており、これにエンジンモニタの検出点および主要圧力、温度、液面等の指示計がそれぞれ当該位置に配置されている。圧力計は全て空気信号に変換



グラフィックパネルおよび操作デスク

してあり、その指針の方向は正常時には9時方向とし、一線に配した。エンジンモニタは106点リレー式で、温度、圧力、流量、主機回転数、主機出力、電力および時刻の計測点を有し、グラフィック盤上で走査状況の指示を行なう。またデータロガーとの連結により定時記録、異常時の記録および任意呼出が行なわれる。その他当パネルには、主要ポンプの運転表示、自動抽気切換弁を含む主要弁類の開閉表示、ボイラ風路等のダンパの開閉表示が設けられており、更に、CO<sub>2</sub>メータ、スモークインジケータ、煙路ガス温度計、過熱蒸気温度調整装置、主軸回転計、軸馬力計（直読式）、燃料消費量計、電圧計、電流計、電力計、周波数計が設けられている。またドレンへの油漏および温度、圧力、液面等の異常警報が表示される。なお本船には表示と操作を兼ねた、照光式押ボタンを全面的に採用している。

#### 3.2.2 操作デスク

上記グラフィックパネルの手前には操作デスクを配置している。これは中央部に主機タービンのコントロールレバー、テレグラフ、電話等が配置され、その両側に発電機の起動停止スイッチ、ボイラ起動スイッチ、A.C.Cおよび給水加減器の自動→手動切換スイッチ、給水ポンプの起動停止スイッチ、補助発電機の起動停止スイッチが装備されている。またブザー類は、その信号の種類によつて音色、高低を区別して煩雑さを避けている。

#### 3.2.3 主発電機制御盤

主発電機のシーケンシャル発停時の各部の状態表示、および各弁類の遠隔開閉ボタンが装備されている。

### 3.2.4 主給水ポンプ制御盤

主給水ポンプのシーケンシャル発停時の各部の状態表示, および各弁類の遠隔開閉ボタンが装備されている。

### 3.2.5 電動機制御盤

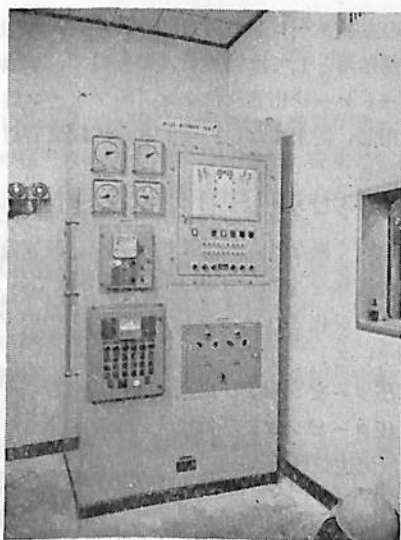
主要電動補機の遠隔発停の押ボタン, および運転表示, 停止警報が設けられており, また接地監視器も装備されている。

### 3.2.6 ボイラ機器制御盤

蒸気元弁の開閉を含む, 電気式自動連続煤吹装置の発停押ボタン, および表示が装備されている。また SOLID メータ, PH メータ, 並びに 検塩計も設けられている。

## 3.3 主機タービン

主機は 30,000 馬力のシングルブレンタービンで, 従来のような操縦弁とノズル弁の組合せでなく, パーリフトバルブの採用により配管および操作の複雑さははぶいた。主機タービンの制御機構は IHI-MAPCON による連続制御方式で, 主軸回転数のフィードバック機構を入れているので, 負荷, 抽気, 蒸気状態に影響を受けることなく指示した回転数を維持出来る。更にドレン弁, 後進中間弁および各抽気弁が必要な時期にコントロールレバーと連動して, 適正な開閉動作を行なう装置を設けている。またオートスピニング装置を設け, 主機停止後, 規定された時間を経過すると自動的に主機を前, 後進に交互に回転を行ない主機の暖機を行なう。また主機タービンの速度制御は, 船橋に設けた主機操作盤からも可能である。なお当制御方式の詳細については, 4. 主機タービンの節に述べる。



ボイラ機器盤

## 3.4 ボイラ

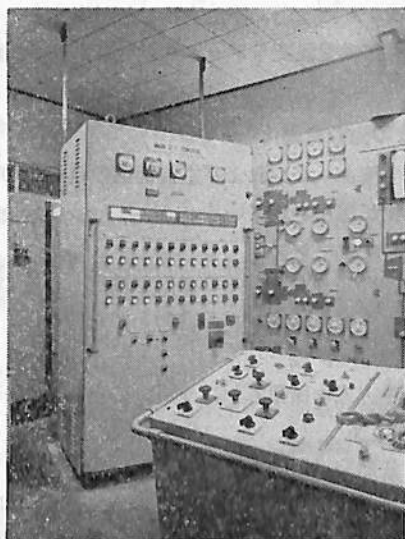
ボイラにはロータリカップバーナを採用しており, これは Turn down ratio が 25:1 と大きな Range を有する。そのため従来のバーナ本数制御の必要がなく, 負荷変動の追従制御機構は極めて簡単なものとなり, リモートシーケンシャルの点消火, 保守, 点検が容易である。

自動燃焼装置は GR の空気式であり空気入口に炉内の差圧空気入口温度補正最小信号セクターリレーを採用し負荷変動に対して必ず空気優先となるので, 黒煙を出すことなく良い燃焼を得ることが出来る。罐水管理は PH メータ, SOLID メータ, 検塩計を中央制御室内に装備し連続指示されており, これによつて浄罐剤注入および連続ブローを適時使用する。その他ボイラ関係はスタートブロー (電気式シーケンシャル方式), ガス分析計, 過熱温度調整弁, 粘度調整装置, 給水加減器が使用されている。なお当制御方式の詳細については, 6. 主ボイラの節で述べる。

## 3.5 補機タービン

### 3.5.1 主発電機

発電機は中央制御室内に設けた主発電機操作盤よりボタン1つで起動, 並列運転, 負荷分担, 負荷移動停止を任意に選択することにより自動的にあらかじめ設定されたプログラムに従つて, シーケンシャルに操作される。従つて, 発電機の負荷移動については従来は 4~5 名が必要とされ, また並列投入については経験も必要であつた作業がボタン1つで可能となつた。



主発電機制御盤

# 東京タンカー株式会社向 150,000 DWT型 タンカー「東京丸」(3)

石川島播磨重工業  
株式会社

## 3. 機関部の自動化

### 3.1 計画方針

本船の特長の1つは、大幅な自動、および集中制御方式の採用であり、機関部においても従来自動化船にはみられない、高度な、また広範囲な自動化が行なわれている。この自動化により、乗組員の減少および作業環境の改善を計るとともに、巨大船としての安全性の向上、およびプラント全体としての運航性能の向上が可能となった。

本船の機関部の自動化を計画するにあたり、次のような基本方針を立てた。

#### 1) 操作の単純化

危急時における人間の行なう煩雑な操作と判断は、誤操作と事故の原因となるので、それらは出来るだけ装置に置換え、人間は単にボタンを押せばよいようする。

#### 2) 保護装置の完備

故障あるいは誤操作の場合、本船および機器に損傷を与えることなく、迅速に完全に作動する保護装置を設ける。

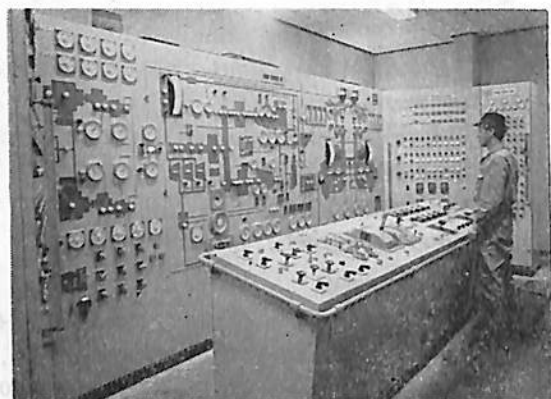
上記方式に基き、機関内ボイラフラット後部に機関部中央制御室を設け、当室において機関室全般の監視を行ない、主機タービン、主ボイラおよび主要補機器の遠隔操作を行なうようにした。また船橋にも主機操作盤を設け、出入港時の操船を従来の間接的な方法によらず、直接コントロールレバー1本にて、主機タービンの前後進、増減速を行なうことが出来るようにした。

### 3.2 機関部中央制御室

中央制御室をボイラフラット後部に設け、それより主ボイラ、発電機、給水ポンプが容易に見えるよう配置した。またワンマンコントロールを建前として、当制御室には、操作デスク、グラフィックパネル、主発電機制御盤、主給水ポンプ制御盤、電動機制御盤、ボイラ機器盤、およびエンジンモニタ等を設けている。

#### 3.2.1 グラフィックパネル

グラフィックパネルには、機関室全体の系統がグラフィック状に描かれており、これにエンジンモニタの検出点および主要圧力、温度、液面等の指示計がそれぞれ当該位置に配置されている。圧力計は全て空気信号に変換



グラフィックパネルおよび操作デスク

しており、その指針の方向は正常時には9時方向とし、一線上に配した。エンジンモニタは106点リレー式で、温度、圧力、流量、主機回転数、主機出力、電力および時刻の計測点を有し、グラフィック盤上で走査状況の指示を行なう。またデータロガーとの連結により定時記録、異常時の記録および任意呼出が行なわれる。その他パネルには、主要ポンプの運転表示、自動抽気切換弁を含む主要弁類の開閉表示、ボイラ風路等のダンパの開閉表示が設けられており、更に、CO<sub>2</sub>メータ、スモークインジケータ、煙路ガス温度計、過熱蒸気温度調整装置、主軸回転計、軸馬力計（直読式）、燃料消費量計、電圧計、電流計、電力計、周波数計が設けられている。またドレンへの油漏および温度、圧力、液面等の異常警報が表示される。なお本船には表示と操作を兼ねた、照光式押ボタンを全面的に採用している。

#### 3.2.2 操作デスク

上記グラフィックパネルの手前には操作デスクを配置している。これは中央部に主機タービンのコントロールレバー、テレグラフ、電話等が配置され、その両側に発電機の起動停止スイッチ、ボイラ起動スイッチ、A.C.Cおよび給水加減器の自動→手動切換スイッチ、給水ポンプの起動停止スイッチ、補助発電機の起動停止スイッチが装備されている。またブザー類は、その信号の種類によつて音色、高低を区別して煩雑さを避けている。

#### 3.2.3 主発電機制御盤

主発電機のシーケンシャル発停時の各部の状態表示、および各弁類の遠隔開閉ボタンが装備されている。



### 3.2.4 主給水ポンプ制御盤

主給水ポンプのシーケンシャル発停時の各部の状態表示、および各弁類の遠隔開閉ボタンが装備されている。

### 3.2.5 電動機制御盤

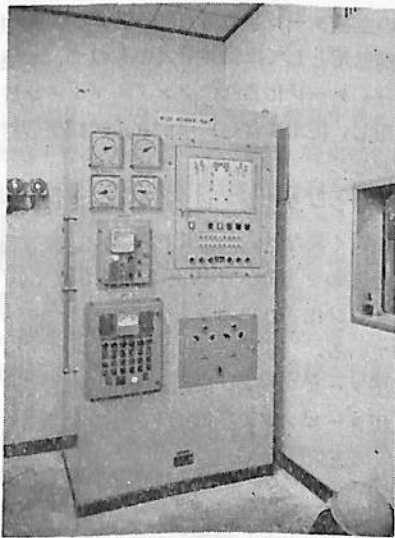
主要電動補機の遠隔発停の押ボタン、および運転表示、停止警報が設けられており、また接地監視器も装備されている。

### 3.2.6 ボイラ機器制御盤

蒸気元弁の開閉を含む、電気式自動連続煤吹装置の発停押ボタン、および表示が装備されている。また SOLID メータ、PH メータ、並びに検塩計も設けられている。

## 3.3 主機タービン

主機は30,000馬力のシングルブレンタービンで、従来のような操縦弁とノズル弁の組合せでなく、バリュフバルブの採用により配管および操作の複雑さをはぶいた。主機タービンの制御機構は IHI-MAPCON による連続制御方式で、主軸回転数のフィードバック機構を入れているので、負荷、抽気、蒸気状態に影響を受けることなく指示した回転数を維持出来る。更にドレン弁、後進中間弁および各抽気弁が必要な時期にコントロールレバーと連動して、適正な開閉動作を行なう装置を設けている。またオートスピニング装置を設け、主機停止後、規定された時間を経過すると自動的に主機を前、後進に交互に回転を行ない主機の暖機を行なう。また主機タービンの速度制御は、船橋に設けた主機操作盤からも可能である。なお当制御方式の詳細については、4.主機タービンの節に述べる。



ボイラ機器盤

## 3.4 ボイラ

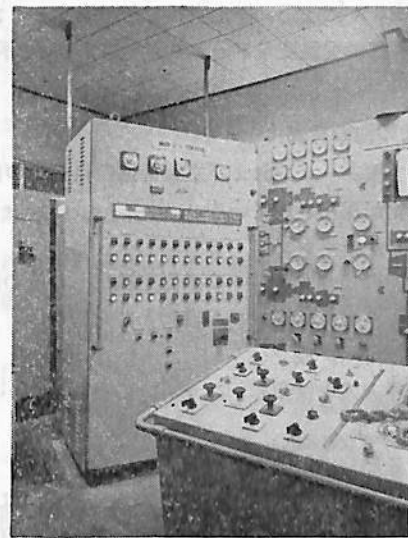
ボイラにはロータリカップバーナを採用しており、これは Turn down ratio が25:1 と大きな Range を有する。そのため従来のバーナ本数制御の必要がなく、負荷変動の追従制御機構は極めて簡単なものとなり、リモートシーケンシャルの点消火、保守、点検が容易である。

自動燃焼装置はGRの空気式であり空気入口に炉内の差圧空気入口温度補正最小信号セレクターリレーを採用し負荷変動に対して必ず空気優先となるので、黒煙を出すことなく良い燃焼を得ることが出来る。罐水管理はPHメータ、SOLIDメータ、検塩計を中央制御室内に装備し連続指示されており、これによつて浄罐剤注入および連続ブローを適時使用する。その他ボイラ関係はスタートブロー（電気式シーケンシャル方式）、ガス分析計、過熱温度調整弁、粘変調整装置、給水加減器が使用されている。なお当制御方式の詳細については、6.主ボイラの節で述べる。

## 3.5 補機タービン

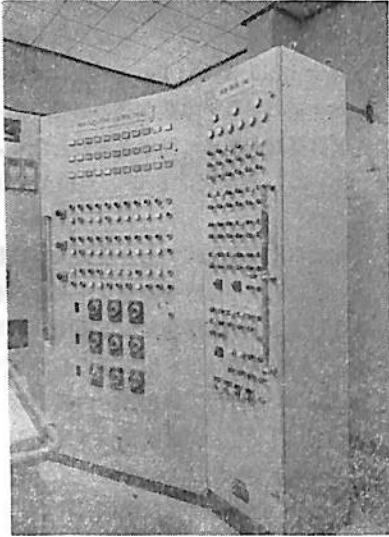
### 3.5.1 主発電機

発電機は中央制御室内に設けた主発電機操作盤よりボタン1つで起動、並列運転、負荷分担、負荷移動停止を任意に撰択することにより自動的にあらかじめ設定されたプログラムに従つて、シーケンシャルに操作される。従つて、発電機の負荷移動については従来は4~5名が必要とされ、また並列投入については経験も必要であつた作業がボタン1つで可能となつた。



主発電機制御盤





主給水ポンプ制御盤

### 3.5.2 給水ポンプ

給水ポンプは中央制御室内に設けた主給水ポンプ制御盤より、ボタン1つ押すことにより各弁がシーケンシャルプログラムに従って適正な順序で必要な時間をかけて開閉する。万一故障が生じたときはその場で停止し警報を発して自動的にシーケンシャルに停止動作に移行していく。また運動中のポンプが故障の場合でもボイラに水を欠くことはなく他のポンプがすぐに起動するよう緊急起動ボタンを装備している。

### 3.5.3 荷油ポンプおよびバラストポンプタービン

これらは供給蒸気元弁およびドレン弁のみを中央制御室より開閉する。その後は荷役制御室よりボタン1つでシーケンシャルに起動、停止することが出来る。またタービンの各部軸受温度もデータロガーにより指示される。

## 3.6 その他の自動化

上記の主機タービンおよび主要補機の自動化の他に、次の自動化が採用されている。

### 3.6.1 ビルジポンプ

機関室内のビルジウエルの水位を検出し、その高低水位信号によりビルジポンプが自動発停を行なう。

### 3.6.2 油清浄機

連続清浄方式を採用し、スラッジの自動排出が行なわれる。

### 3.6.3 各熱交換器の温度調整

潤滑油冷却器、燃料油加熱器等の熱交換器には、自動温度調整弁を設け、潤滑油および燃料油温度の自動調整を行なっている。

### 3.6.4 潤滑油濾器の自動洗浄

主潤滑油系統には、オートクリーン濾器を採用し、自動切換および自動洗浄を行なう。

### 3.6.5 抽気切換弁

主発電機および主給水ポンプは、主機常用出力時には1段抽気にて駆動され、出力減少時にはその圧力を検出することにより、自動的に緩熱蒸気駆動に切り換わる。

### 3.6.6 主復水ポンプの自動発停

使用中のポンプの故障により、予備ポンプが自動起動する。

### 3.6.7 主潤滑油ポンプの自動発停

使用中のポンプの故障により、予備ポンプが自動起動する。

### 3.6.8 補助発電機の自動起動

主発電機のブラックアウトにより、補助ディーゼル発電機が自動起動し、重要負荷のみが自動投入される。

### 3.6.9 遠隔操作弁

次の各弁はすべて中央制御室より遠隔開閉することが出来る。

- ① 主補海水吸入吐出弁
- ② 給水加減器入口バイパス弁
- ③ 甲板蒸排気弁
- ④ 浚油ポンプ蒸排気弁
- ⑤ エヤヒータ蒸気弁
- ⑥ 抽気切換弁、バイパス弁（自動開）
- ⑦ スートブロー元弁

## 4. 主機タービン

### 4.1 一般

東京丸の主機タービンの出力は一軸30,000馬力であり、現在商船用としては世界最大のもので、本機の特徴は大幅にパッケージ化されたシングルブレン型のタービンを採用し、従来にない画期的な遠隔操縦装置を装備した点にある。

シングルブレン型タービンの配置、構成は従来のタービンとは全く異なり、高低圧タービン、減速歯車、主復水器が推進軸を含む一平面上に配置されている。また、パッケージ化されたユニットは次の5つのブロックよりなっている。

高圧タービンおよび高圧1段減速装置

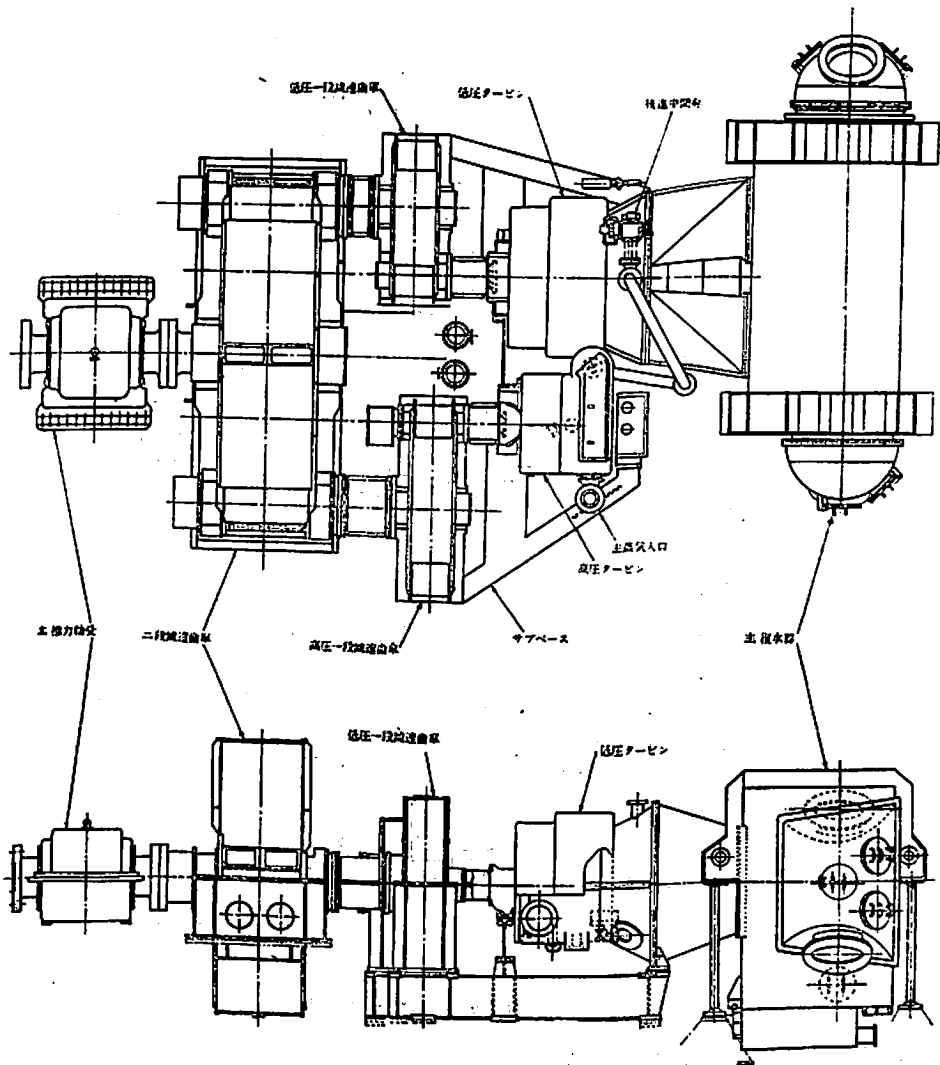
低圧タービンおよび低圧1段減速装置

2段減速装置

主復水器

主潤滑油ポンプ、油溜タンクおよび諸管

このような形式のタービンは同一平面上に据付けられ



第 4.1 図 主機タービン配置図

るので船内据付が容易で機械台が簡易化され、また機械廻りの保守が簡単になった。また、従来の型に較べ主機装置全体の高さが低くなったので有利な船内機械配置が可能となった。

遠隔操縦をより容易にするために積極的に各種の方法が採り入れられた。すなわち“パーリフトバルブ”の採用、後進中間弁、抽気弁の自動化、ドレン系統の簡易化、潤滑油系統の整備、パッキン系統の自動化などである。

また、サイクル全体の効率向上のために高低圧で合計6段抽気を行なっている。高圧1段落からの抽気については、緩熱蒸気との切換えに自動抽気切換弁を採用し、抽気切換えの手数を省くとともに発電機用タービン、給水

ポンプ用タービンの蒸気状態変化に伴う効率変動を防止している。

#### 4.2 主要目

本機の主要目は、次のとおりである。

形式 シンプルプレーン型複汽筒衝動式2段減速装置および主復水器付タービン

出力および回転数

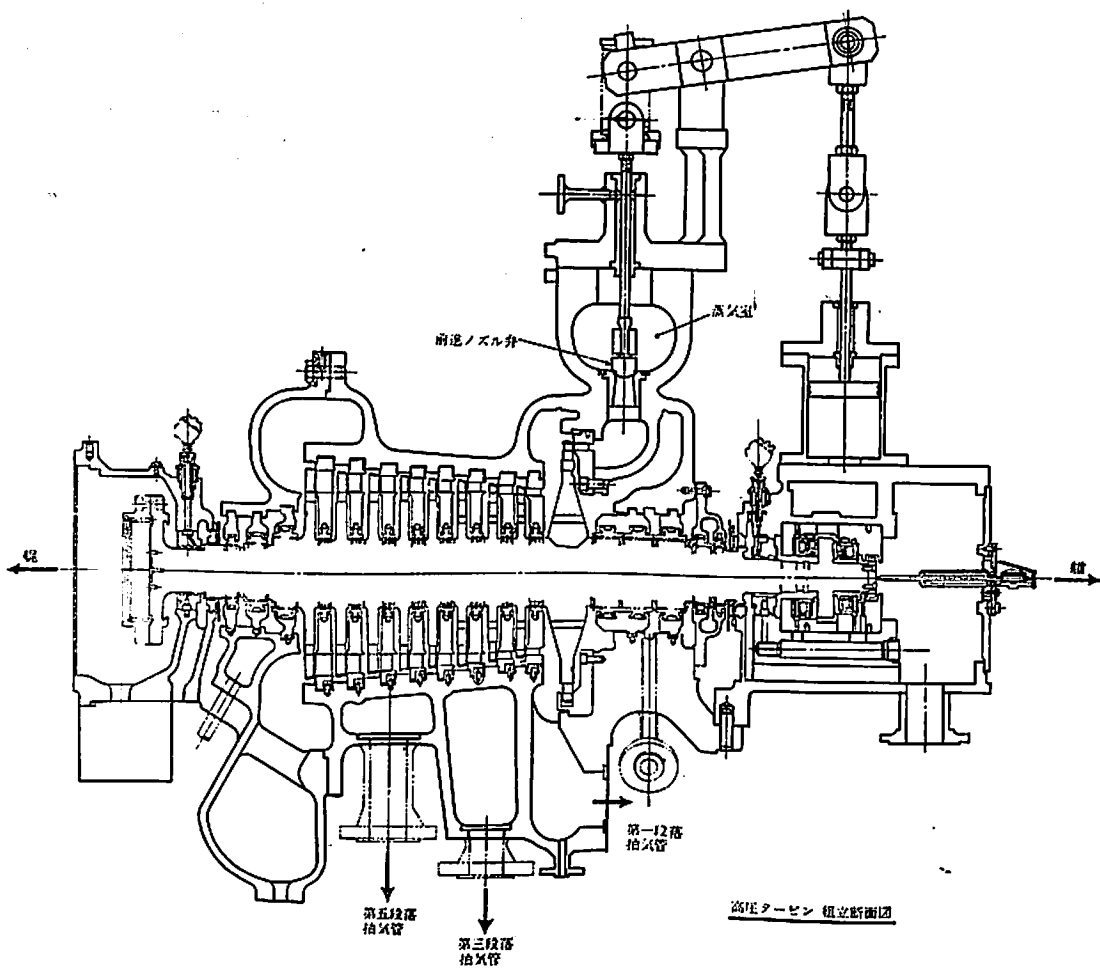
連続最大 30,000 PS×97 RPM

常用 28,000 PS×95 RPM

後進 約 9,600 PS×66.5 RPM

蒸気条件

タービン入口にて 59.8 kg/cm<sup>2</sup>G×510°C



第 4.2 図 高圧タービン組立図

復水器上部真空 722 mmHg (海水温度 24°C にて)

概算重量

高圧タービン	11,900 kg
低圧タービン	30,840 〃
減速装置および主推力軸受	164,000 〃
高圧サブベース	8,200 〃
低圧サブベース	9,000 〃
附着品, 予備品および用具	9,600 〃
主復水器	65,000 〃
予備品および用具	2,000 〃
総合計	300,540 〃

検査規格

日本海事協会および American Bureau of Shipping

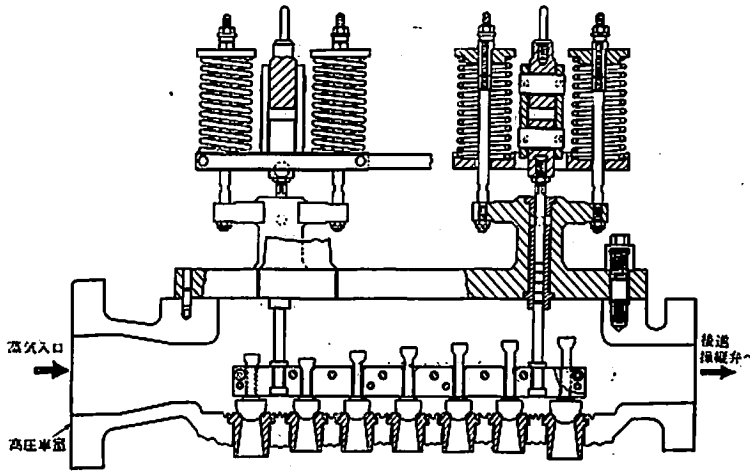
4.3 タービン

4.3.1 高圧タービン

高圧タービンは高圧1段減速装置とともにサブベースに据付けられており、タービンロータと第1段ビニオン軸とは、ギヤカップリングを介して結合されている。

高圧タービンの船首側はサブベースに固定され、船尾側は挽板にてサブベースに据付けられている。従つて車室の温度上昇による伸びは前部軸受を起点として船尾側に伸びるが、挽板によつて吸収されるようになっている。

操縦装置は、従来の操縦弁を廃止して、前進側に対しては“パーリフトバルブ”を高圧タービンに装備し、後進操縦弁も高圧タービン蒸気室に隣接して取付け、操縦装置の遠隔制御にもつとも適したアレンジを行なつてゐる。“パーリフトバルブ”は7群に分かれたノズル室のおおのりに設けられたノズル弁を、1本のバーによつ



第 4.3 図 パーリフトバルブ断面図

て連続的に逐次啓開するもので、蒸気量の制御をする上で優れた特性を有している。

つぎに高圧蒸気室の部分は  $510^{\circ}\text{C}$  の蒸気を使用するため、並通の構造では比較的低温の低い車室外壁と、高温の蒸気室とが共存するため大きな熱応力を受けるが、これを避けるために車室外壁に十分なふくらみを持たせて、蒸気室との結合部分に熱応力緩和の柔軟性を与えるとともに、ノズル室は車室外壁から完全に切離されて車

室内に懸垂した構造になっている。

段落数は9段あり、第1段を除き第2段から9段までのシュラウドは流れの方向に傾いたいわゆる“slant top”を採用しており、これによつて流体力学上の効率の向上がはかられている。

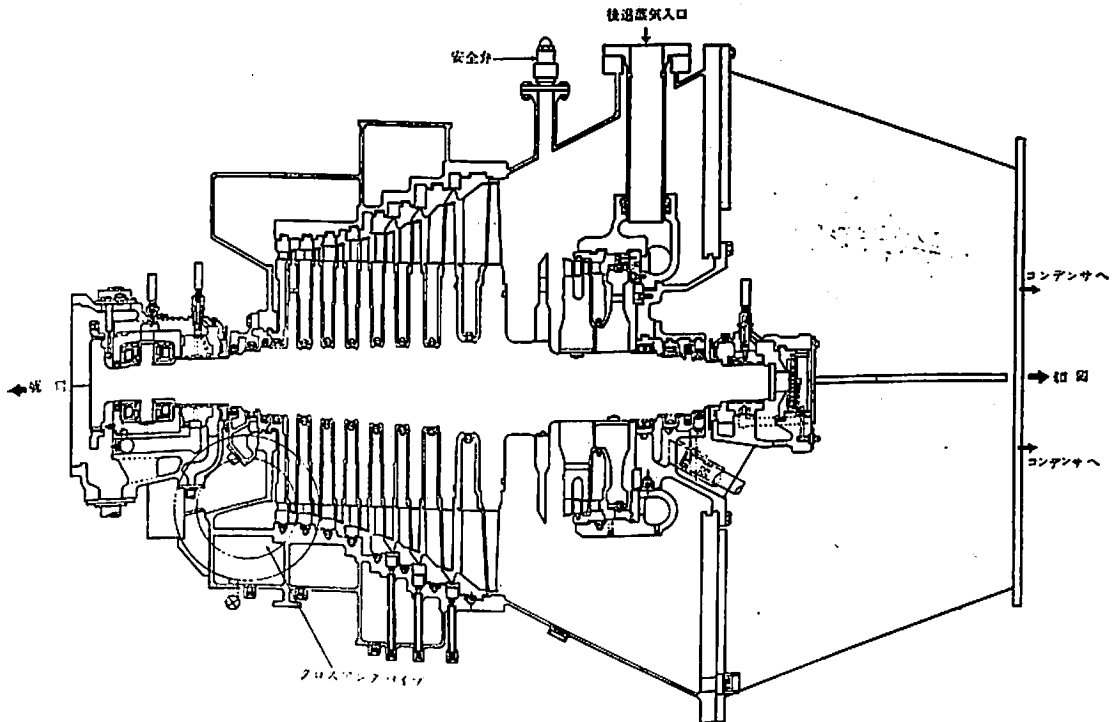
#### 4.3.2 低圧タービン

低圧タービンおよび低圧1段減速装置も高圧タービン同様にサブベースに据付けられている。低圧タービンで従来のものとも異なる点は、主復水器が低圧タービンの船首側に配置され、タービンの排気は船首側に向つて軸方向に流れて主復水器に導かれることである。これによつて従来低圧ター

ビンの最終段を出た排気は  $90^{\circ}$  方向を変換していたものが、そのまま直進するので排気損失は減少する。

低圧タービンは2個の“exhaust trunks”を介して主復水器に固定され、船尾側は挽板によつてサブベースに支持されている。従つて低圧タービンの温度上昇による車室の伸びは、主復水器排気フランジを起点として船尾側に伸びるが、挽板によつて吸収される。

段落数は前進側8段、後進側2列カーチス段2段より



第 4.4 図 低圧タービン組立図

構成されている。後進側を2列カーチス段とした理由は、前進側の排気通路を邪魔しないために、後進段落の外径寸法をできるだけ小さくしたいことと、前進運転中の後進タービンの空転損失を減じるための二つの理由からである。

後進タービンは全然暖機をせずに510°Cの蒸気が導入されるので、熱応力が問題となるが、後進の蒸気室は外部車室とは完全に切離して、熱膨張を自由にして熱応力を緩和している。一方翼車は、ロータと一体であると、翼車のロータ軸外周附近に相当高い熱応力を受け、それを避けるため“pin bush type”の嵌込翼車を採用している。ロータに旋嵌めされた“bush”から翼車に半径方向に差込まれた“pin”によつて、確実に翼車の中心を維持しながら熱応力を緩和する工夫がなされている。

#### 4.3.3 遠隔操縦装置

本船の主機遠隔操縦装置は、電気油圧式により船橋あるいは機関室内の中央制御室にて、1本のコントロールレバー操作によつて、前後進とも連続的に主軸の回転数を制御できるようになっている。すなわち、コントロールレバーから出された信号は電気信号に変えられ、演算回路を通つて、インプットスピンドルに装備されたACサーボモータに回転信号を与える。ACサーボモータの回転角はインプットスピンドルのリフトに変換され、リンク機構により油圧サーボシリンダを動かし、蒸気弁の開度を設定する。

本装置は単なる遠隔制御にとどまらず、主軸の回転数をフィードバックさせてクローズドループを形成しているので、レバーによつて主軸の回転数を規定すると負荷状態、抽気状態、蒸気状態などの変動にかかわらず一定の回転数を維持することができる。

操縦の簡易化のためにモードスイッチが設けられており、高圧1段抽気弁を除く各抽気弁、後進中間弁、ドレン弁はこのモードスイッチにより同時開閉が可能になっている。そしてコントロールレバー位置とモードスイッチとに関連を持たせ、危急停止などの際にはコントロールレバーがモードスイッチを代行し、コントロールレバーをストップあるいは後進位置にするとノルマル状態(後進中間弁、ドレン弁開、抽気弁開)からマニュアル状態(後進中間弁、ドレン弁開、抽気弁閉)に変換される。

スピニングも自動化され、2分以上主軸が停止すると、2分間隔で前後進交互に約5 r.p.m.回転し、ロータの曲りを防止している。

装置の安全性のために各種インターロックおよび非常

停止装置が設けられている。

次のような条件の場合に主蒸気弁は開方向にのみインターロックされる。

- 1) 主蒸気圧力が56 kg/cm<sup>2</sup> G以下になつた場合
- 2) ボイラドラム水位が高水位を一定時間持続した場合
- 3) ターニングギヤが嵌合している場合

次のような条件の場合には主機タービンは停止する。

- 1) 中央制御室の操作デスクの非常停止スイッチをONにした場合
- 2) 主蒸気圧力が52 kg/cm<sup>2</sup> G以下になつた場合
- 3) 潤滑油の圧力が低下した場合
- 4) 主復水器内の復水が高水位になつた場合
- 5) 停電した場合

非常時には次のような方法によつて操縦を行なう。

- 1) ACサーボモータまでの演算回路に不良箇所が発生した場合には、制御室内操作デスクのダイレクトスイッチによつて直接ACサーボモータを操作する。
- 2) コントロール関係の電源が切れてもなお油圧がある場合には、インプットスピンドルを機側にて操作する。
- 3) 電源、油圧とも使用不能になつた場合には、制御室内の手動油圧ポンプを使用するオイルジャックによるか、あるいは機側にてレバーを使用するかによつて、直接蒸気弁を開閉する。

本装置詳細については、石川島播磨技報第5巻第26号P20~P25「船用30,000馬力蒸気タービン遠隔制御装置の概要」を参照されたい。

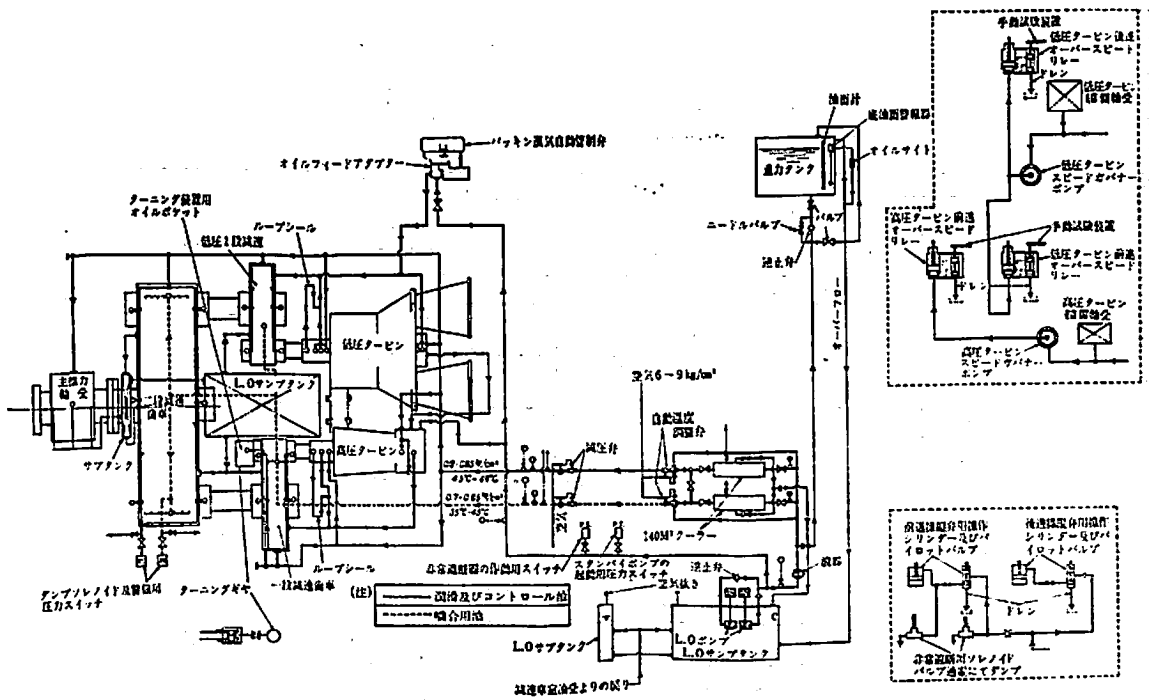
#### 4.3.4 潤滑油系統

潤滑油装置は従来の重力タンク式に代り、危急用にのみ重力タンク内の油を使用する強制注油方式を採用して、システムのパッケージ化を計っている。すなわち、ACモータ駆動堅型遠心ポンプ2台、自動温度調整弁、減圧弁、油冷却器および油濾器などが主機にパッケージ化されている。

給油系としては、まずポンプ吐出の高圧油を直接操縦装置へ導くと同時に、小量の油を常時危急用重力タンクに送り、タンク内に油を満たし危急時に備えている。また、軸受および減速装置への噴射油は、油冷却器および自動温度調整弁によつて適温にされたのち、減圧弁で減圧された油が供給される。

2台の油ポンプは、1台が運転中にその吐出圧力が下つた場合は、自動的に他の1台が起動するようになっており、また停電等によりさらに吐出圧力が下つた場合に





第 4.5 図 潤滑油，操縦油圧系統図

は、自動的に主機タービンを危急停止させるとともに、危急用圧力タンク内の油が各軸受に送られ、タービン停止までの間の軸受焼損防止に備えている。

油タンクは、2段減速装置船首側の高圧タービン間下部に装備されており、タンク内の油温度による2段減速歯車の軸芯の変化を防止するために、船尾側2段ホイール軸受下部にも小タンクが装備されている。

#### 4.3.5 ドレン系統

タービン内部や蒸気管のドレンラインには、主蒸気管のストレナ部を除いてはドレン弁の代りにオリフスが設けられ、複雑なドレン弁開閉の手数を省いている。オリフス後は U ツールされて、主復水器に導入されるようになっているため、蒸気が復水器に逃げることはほとんどない。なお、主蒸気管のストレナ部は、常時高圧蒸気のもとにあるため遠隔操縦のドレン弁を設けた。これらにより従来の複雑なドレン排除の操作は大幅に簡略化された。

#### 4.3.6 過速度防止装置

タービン回転数が計画回転数以上に回転した場合には、自動的に蒸気量を制限し過速度を防止する。すなわち、高圧および低圧ロータの船首側にはそれぞれ遠心式油ポンプが装備され、回転数の増加による吐出圧の上昇を利用してタービンの過速を検出し、リンク機構を介し

て前進用“パーリフトバルブ”および後進操縦弁を閉鎖させる。

### 4.4 主減速装置

#### 4.4.1 一般

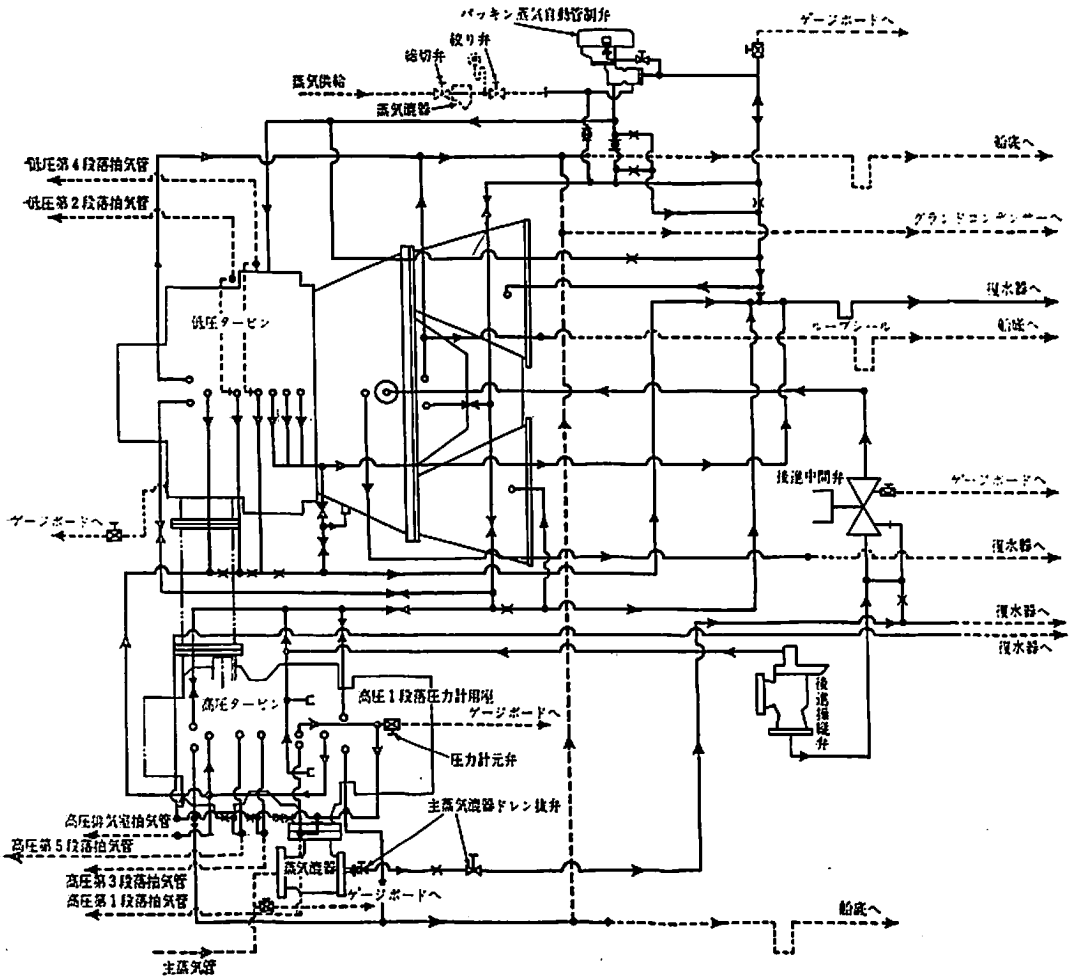
本船の主機タービン減速装置は、2,220,000 kg-cm という大トルクの伝達能力を有するもので、この種の減速装置としては画期的なものである。

しかも本装置は昭和37年当社にて製作された、伝達トルク 1,900,000 kg-cm を有する日章丸の28,000馬力主減速装置に対して、重量において約10%軽減されている。型式は Twin drive tandem articulated double-helical gear である。

また従来プロペラ回転数は 105 R/M 前後のものが多く採用されて来たが、本装置は大馬力にもかかわらず、プロペラ効率の増加を計るために 97 R/M の低回転数とした。

#### 4.4.2 配 置

歯車の配置は従来型の積み上げ方式に対し、本機は各歯車の軸心が平面上に配置されかつ各段歯車はそれぞれ独立しており、主スラスト軸受を含めて4つのブロックより構成されている。これ等は製作、据付および機関室の構成等において従来型では得られない利点を持つてい



第 4.6 図 パッキン蒸気系統図

る。

また2段減速車室及び1段減速車室と、タービンを設置した共通台板は3点支持方式で機械台に据付けられ、更に2段減速車室の両舷側の基礎ボルトは extension bolt を採用し、船体の歪は勿論、減速車室自身の熱膨脹から来る車室への影響をも防止し得るようになってい

#### 4.4.3 材質および工作

歯車のK値は従来のもよりやや向上しているが、次に示す通り高硬度歯車の採用、高度の歯切精度および運転時において歯幅全体に均等な歯当りを得るためのピニオンヘリカル修正加工、等から見ればなお余裕があり、今後更にK値の向上が約束されている。

高硬度ホイールの採用に伴い、溶接設計においては独創的な方法を採用し、高炭素を有するホイールリムも容

易に溶接作業が出来、溶接施行の完全性を期している。

#### 歯車材料

歯車	材料名	抗張力	ブリネル硬度
ピニオン	1¼%Ni-Cr-Mo鋼	102kg/mm <sup>2</sup> 以上	302~345
ホイール	1%Cr-Mo鋼	79kg/mm <sup>2</sup> 以上	223~262

#### 2段ホイールの歯切精度 (×10<sup>-3</sup>mm)

	実 績	BSA, 許容値
単一ピッチ誤差	1.0	5.9
累積ピッチ誤差	24.0	149.3
アンデュレーション	3.0	20.1

#### 4.5 主復水器

##### 要 目

型 式	1回流再熱型
冷却面積	1,850 m <sup>2</sup>

復水器上部真空 722mmHg  
(海水温度 24°C)

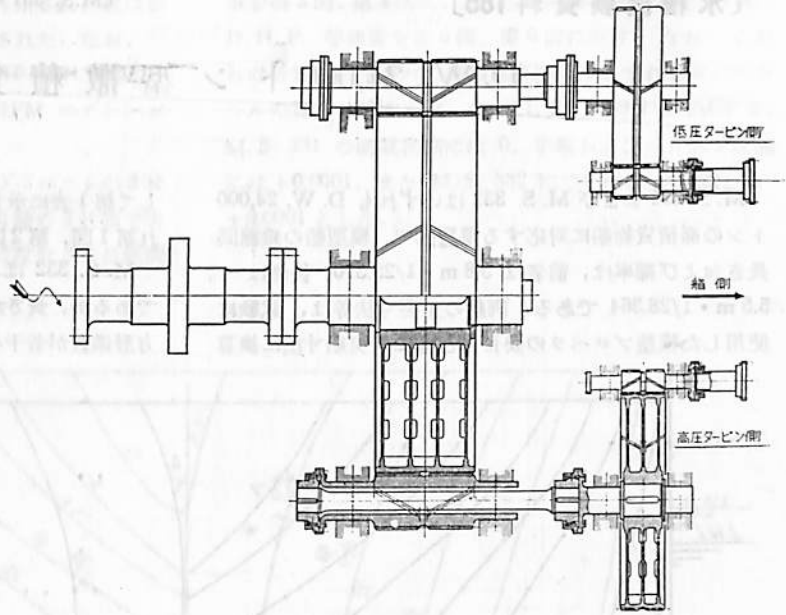
冷却水量 6,800 m<sup>3</sup>/h

冷却管材質 アルミニウムブラス

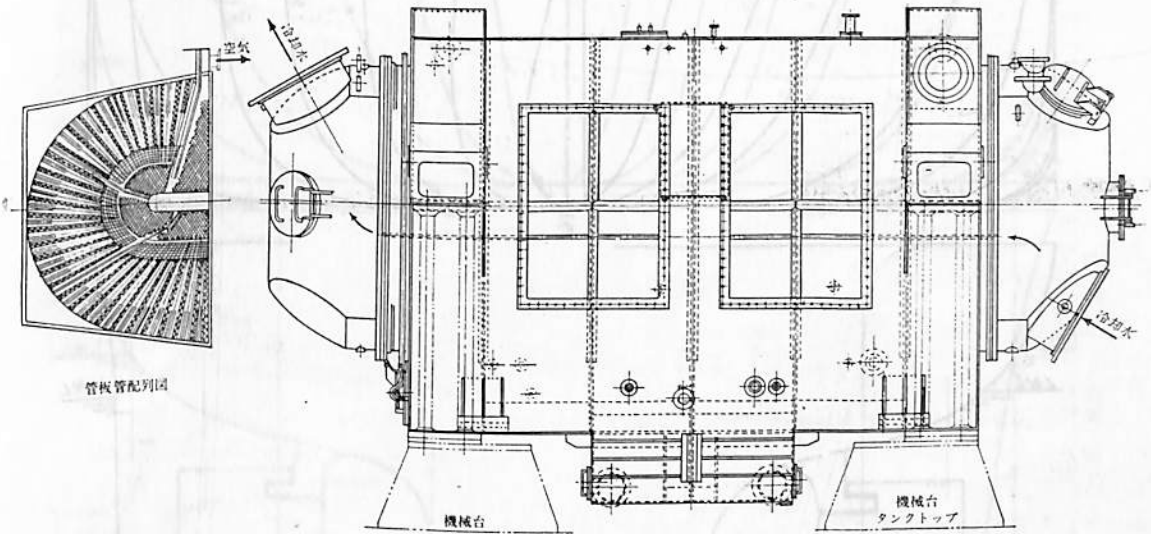
冷却管寸法 19φ×1.2t×5080本×  
6160mm

重量(乾燥重量) 6500kg

主復水器は低圧タービンの船首側に配置され、低圧タービンを含む平面上で二重底より支持されている。主復水器の船尾側は固定端となり、温度上昇により船首側へ伸びる構造となっている。特に排気入口フランジで低圧タービンの船首側を支え、しかもこの点が固定点とならねばならないので十分な強度を持たせると同時に、低圧タービンの軸心も保持しなければならない。そのため、特



第 4.7 図 減速歯車組立図



第 4.8 図 復水器

殊なキーのアレンジにより伸縮を起しても、タービンの軸心には影響を及ぼさないような構造になっている。

冷却管の配列は従来ものとは全く異なり、低圧タービンよりの排気が軸流であるためこの排気を理想的に分布し、かつ最適の再熱を行なわせるために放射状の配列を行なっている。

シングルブレン型では、配置方法からいつて従来の

ものに比べ、タービンへ復水が逆流する危険性が大きい。モデルテストなどによりその安全性を確認しており、復水溜の容積も常用出力運転時、万一復水ポンプが故障しても約 10 分は運転可能である。また、高水位警報器も装備されており、前述したごとく高水位を数分持続した場合には、タービンは自動的に危急停止するようになっている。

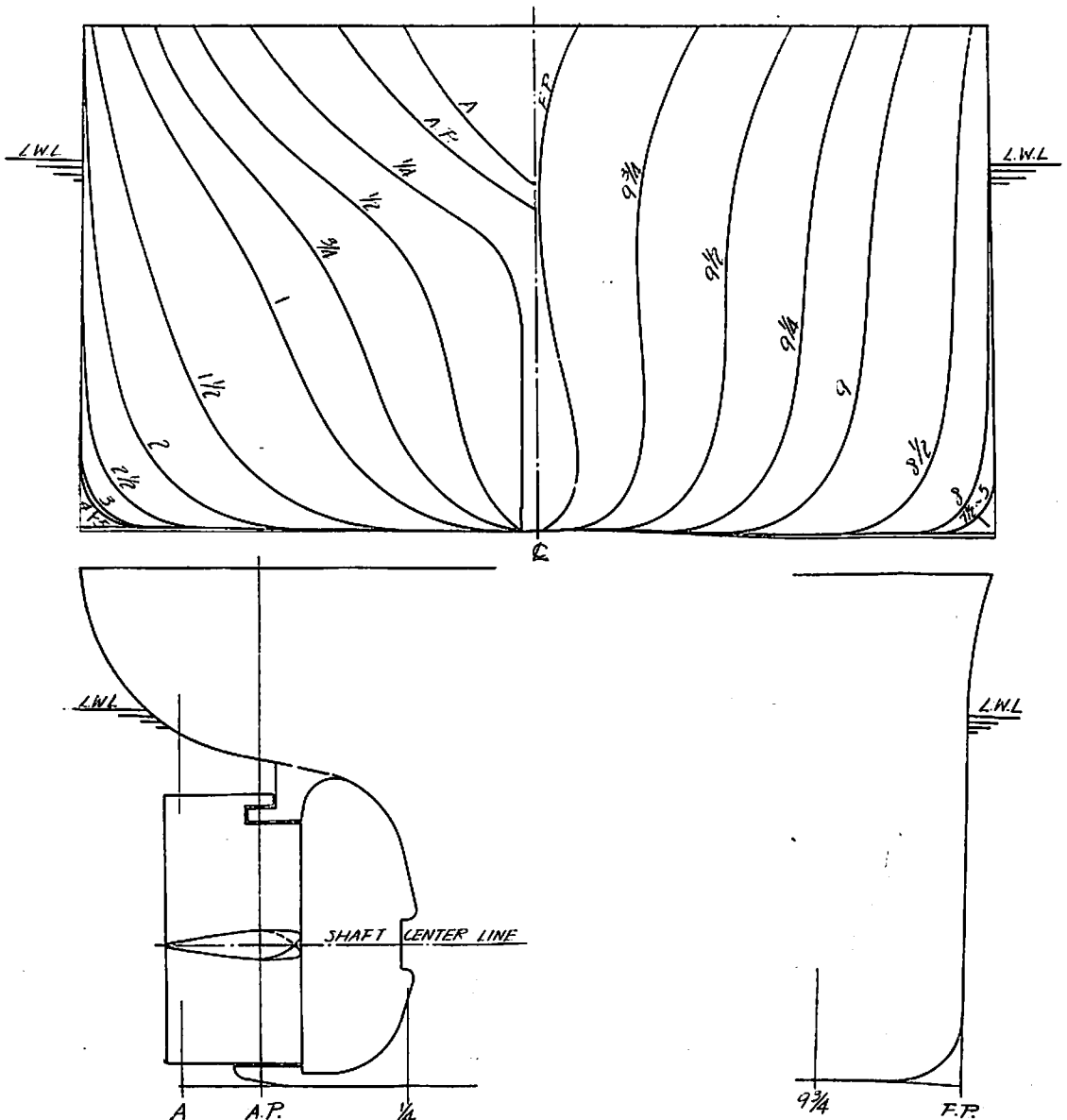
# D. W. 24,000 トン 型 撒 積 貨 物 船

船 舶 編 集 室

M. S. 331 および M. S. 332 はいずれも D. W. 24,000 トンの撒積貨物船に対応する模型船で、模型船の垂線間長さおよび縮率は、前者は  $5.8\text{ m} \cdot 1/29.310$ 、後者は  $5.5\text{ m} \cdot 1/28.364$  である。両船の主要寸法等は、試験に使用した模型プロペラの要目とともに、実船寸法に換算

して第1表に示し、正面線図および船首尾形状をそれぞれ第1図、第2図に示す。

M. S. 332 は M. S. 331 にくらべ、載貨重量は同じであるが、長さが 14 m 程短かく、幅、喫水が大きく、方形係数が若干小さい。また M. S. 331 は約 4% のバ

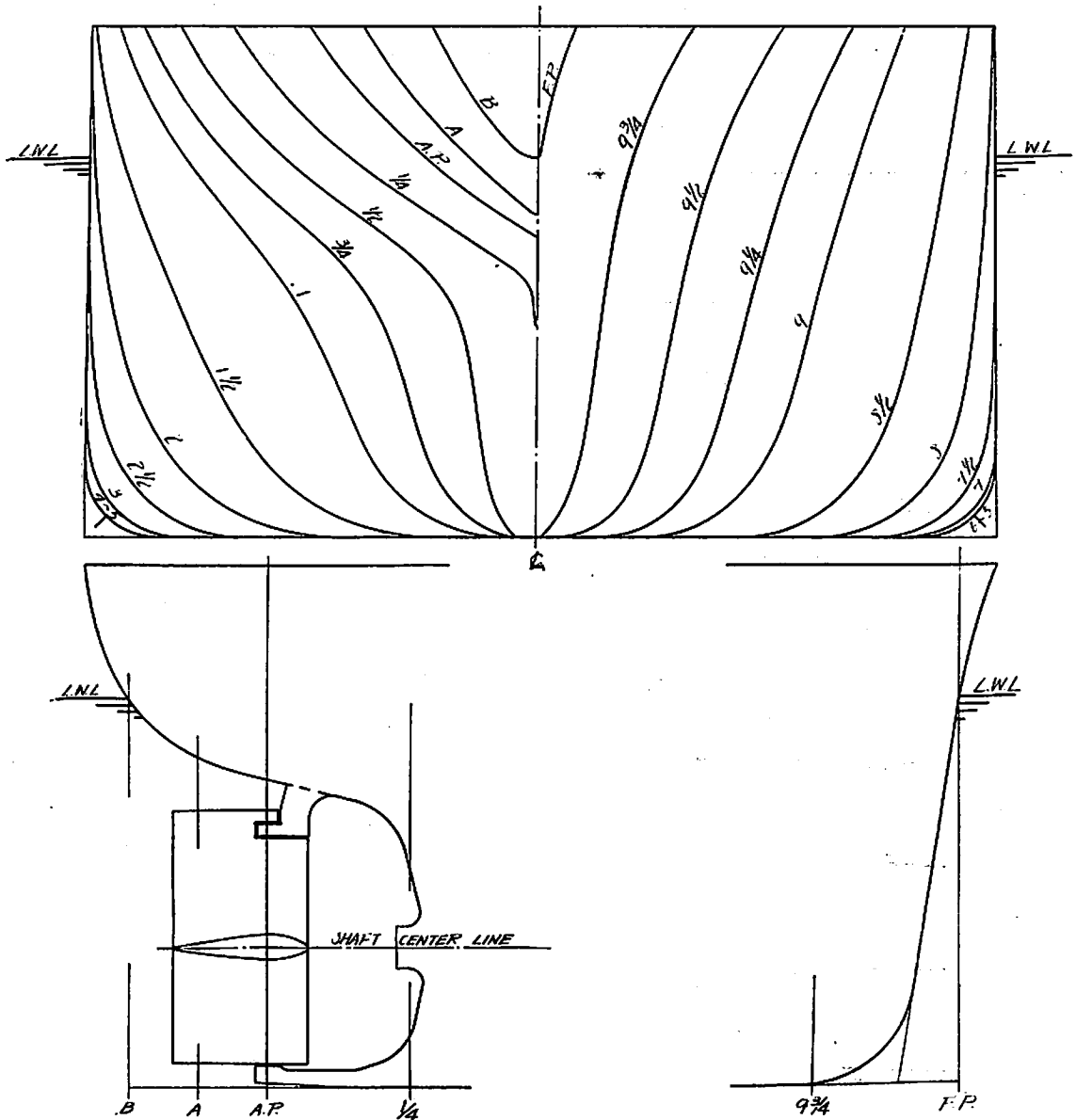


第1図 M.S. 331 正面線図および船首尾形状図

ルブ船首, M. S. 332 は普通型船首が採用され, 舵は前者には反動舵, 後者には流線舵が装着された. なお, M. S. 331 は連続最大出力 11,200 BHP×121 RPM, M. S. 332 は同じく 9,900 BHP×119 RPM のディーゼル機関の搭載が予定された.

試験は前者について満載, 半載およびバラストの3状態, 後者については, 満載, バラスト2種の3状態で実施された. 試験より得られた剰余抵抗係数および自航要

素を第3図, 第4図に, これらの結果に基づき算定された, D. H. P. 等曲線を第5図, 第6図に示す. なお, これらの計算に使用された摩擦抵抗係数はいずれもシェーンヘルの算式より求めた. (ただし実船に対する  $\Delta C_F$  を, M. S. 331 の満載状態には 0, 半載およびバラスト状態には  $+0.0001$ , また M. S. 332 については全状態とも  $+0.0001$  とした.)



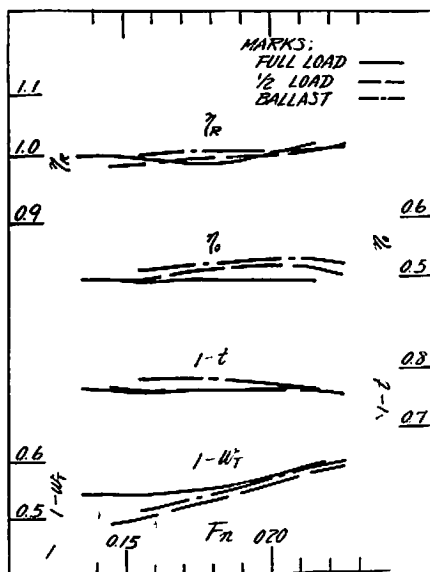
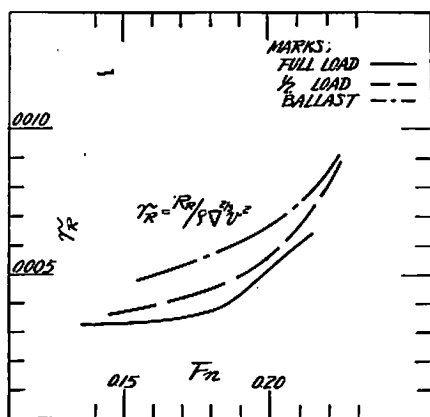
第2図 M.S. 332 正面線図および船首尾形状図



第 1 表 要 目 表

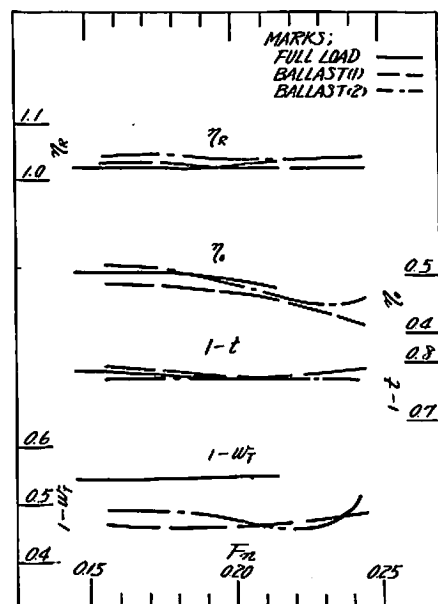
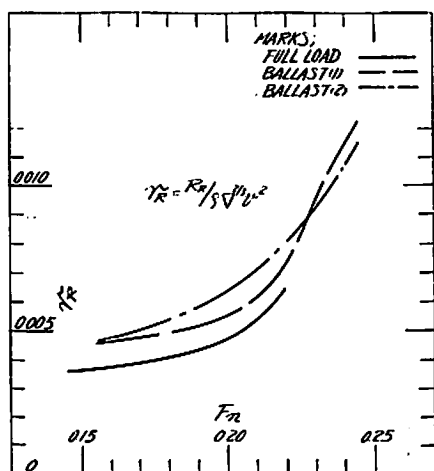
M. S. No.		331	332
長さ (L <sub>FP</sub> )	(m)	170.000	156.000
幅 (B) 外板を含む (m)		23.236	24.632
満 載 状 態	喫水 (d) (m)	9.468	10.416
	喫水線の長さ (L.w.L.) (m)	172.841	159.823
	排水量 (∇s) (m <sup>3</sup> )	30,451	31,535
	C <sub>B</sub>	0.814	0.788
	C <sub>P</sub>	0.822	0.793
	C <sub>M</sub>	0.990	0.994
	i <sub>CB</sub> (L <sub>FP</sub> の%にて函より)	-1.42%	-0.64%
平均外板厚 (mm)		18	16
摩擦抵抗係数		シェーンヘル FULL ΔC <sub>F</sub> =0 1/2 LOAD } BALLAST } ΔC <sub>F</sub> =0.001	シェーン ヘル ΔC <sub>F</sub> = 0.0001

\* L.w.L に基づく



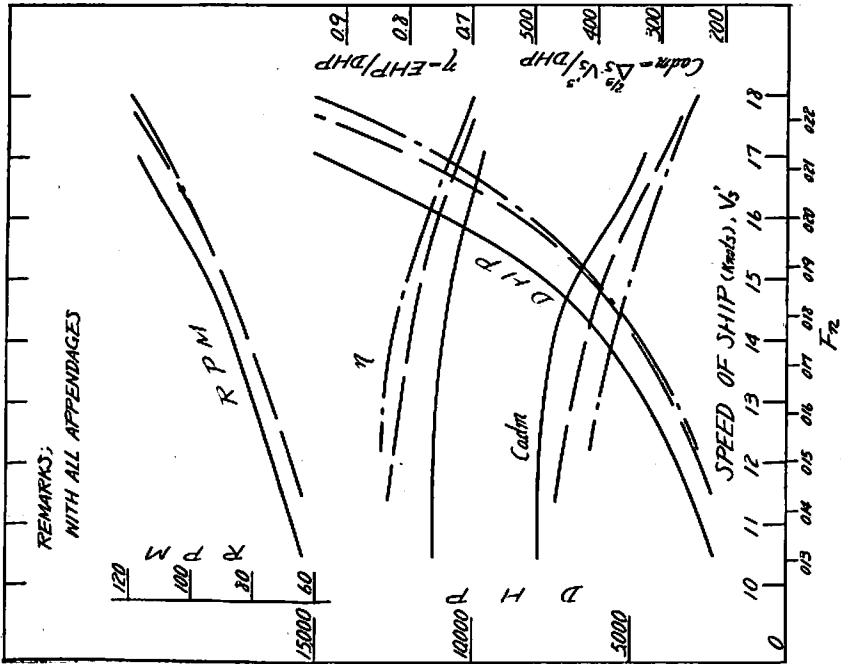
第 3 図 M. S. 331 剰余抵抗係数曲線および自航要素

M. P. No.		282	283
直 径 (m)		5.926	5.690
ポ ス 比		0.213	0.180
ピ ッ チ (m)	(INC) 4.889	(CONST) 4.023	
ピ ッ チ 比	(INC) 0.825	(CONST) 0.707	
展 開 面 積 比		0.463	0.535
翼 厚 比		0.056	0.055
傾 斜 角		10°	10°
翼 数		4	4
回 転 方 向		右	右
翼 断 面 形 状		エーロファイル	エーロファイル



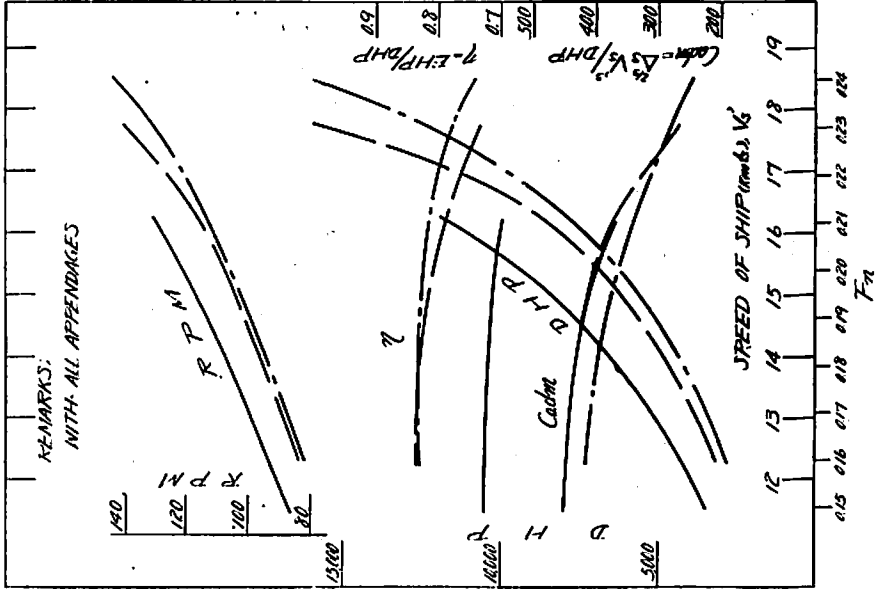
第 4 図 M. S. 332 剰余抵抗係数曲線および自航要素

CONDITION	DRAFT (m)		TRIM (m)	DISPLACEMENT		MARKS
	A.P.	M.S.		$V_s$ (mt)	$\Delta_s$ (ltm)	
FULL LOAD	9468		0	30,451	31,212	---
½ LOAD	6480	6070	0.780	18,986	19,461	---
BALLAST	6445	5045	2.805	15,512	15,900	---



第5圖 M.S. 331 x M. P. 282 DHP 等曲線圖

CONDITION	DRAFT (m)		TRIM (m)	DISPLACEMENT		MARKS
	A.P.	M.S.		$V_s$ (mt)	$\Delta_s$ (ltm)	
FULL LOAD	8416		0	31,535	32,323	---
BALLAST	6241		0	19,968	20,468	---
BALLAST	6407	5252	2.710	15,660	15,375	---



第6圖 M.S. 332 x M. P. 283 DHP 等曲線圖

# NKコーナー



## Lが100m未満の船に設けられる二重底構造について

昭和41年版鋼船規則において、Lが100m未満の船に設けられる二重底構造については、特に規定する場合を除いて、委員会の適当と認めるところによることに改正された。そこで、委員会の適当と認める寸法については、今後下記のように取扱うことになった。なお、昭和41年版鋼船規則の実施期日は、未定であるが、造船所が希望すればこれによつて差しつかえないことになっている。

### 記

1. 中心線桁板の高さは、特に承認を受けた場合を除き、 $B/16$ 以上とする。ただし、700mm未満としてはならない。
2. 中心線桁板の厚さは、次の算式により算定したものの以上としなければならない。ただし、船首尾部では、算式によるものの85%としてさしつかえない。  
 $0.05L + 6.0$  (mm)
3. 側桁板および実体肋板の厚さは、次の算式により算定したものの以上としなければならない。ただし、主機室ではその厚さを1.5mm増さなければならない。  
 $0.6\sqrt{L} + 2.5$  (mm)
4. 内底板の厚さは、次の算式により算定したものの以上としなければならない。ただし、主機室内および内張板を張らない倉口直下では、その厚さを2.0mm増さなければならない。  
 $3.8S\sqrt{d} + 2.5$  (mm)  
Sは縦式構造の場合は内底縦肋骨の心距(m)  
横式構造の場合は倉内肋骨の心距(m)
5. 緑板の厚さは、内底板の上記算式による値に1.5mmを加えたもの以上としなければならない。ただし、その箇所の内底板の厚さ未満としてはならない。
6. 側桁板および実体肋板に設けられる軽目孔の大きさについては、鋼船規則第7編二重底の規定を適当に参酌してさしつかえない。

なお、上記のほかは、第7編の規定がそのまま適用される。

(解説) 1. 中心線桁板の高さは、現行鋼船規則の規定

に合わせたが、最小値については、従来は660mmであつたが、これは、工事その他の面で低過ぎると考えられ、また実際の例も殆んどすべて700mm以上であるので、700mmとした。なお、鋼製漁船構造規程の最小値も700mmである。

2. 中心線桁板の厚さの算式は、昭和39年版鋼船規則の規定の算式を簡単化して表現した。この算式による厚さは、現行鋼船規則の算式を適用して得られる厚さの概ね平均程度である。

3. 側桁板および実体肋板の厚さは、昭和39年版鋼船規則の規定の算式が2つあつたので、これらをほぼ満足するように1つの算式で表わしたものである。この算式は、現行鋼船規則第7編第13条第2項の規定の算式と同じである。

4. 内底板の厚さは、現行鋼船規則の規定の第1の算式である。Lが100m未満の船の場合には、一般に第2の算式による値は第1の算式による値より小さいと考えられる。

5. 緑板の厚さは、従来どおり内底板の厚さを基準として定めたものである。

6. 水密の桁板および肋板の厚さは、現行規則どおり第13編の規定を準用して定めることになる。

## 箱型特設肋骨の構造について

中小型船には、しばしば箱型特設肋骨が使用される。この構造は、強度上好ましいが、水密にしておかないと内部にごみなどが溜る。また、二重底頂部のビルヂの船首尾方向への流れを害しないように、適当な通水孔を設けなければならないがこれを設けると、この孔からごみが内部に入つたり、ビルヂが内部に溜る等の不都合を生ずる。従つて、このような肋骨は水密とし、内部掃除用のマンホールには、適当なカバーをとりつけ、かつ、船側下部の通水孔の箇所には、ビルヂが箱型肋骨内に溜らないように、適当な通水路を設けることが望ましい。

## プロペラ軸スリーブの摩耗限度について

最近、プロペラ軸スリーブの摩耗限度についての照会がふえて来たが、NKでは次のように扱つている。

原則としては、プロペラ軸スリーブが摩耗した場合の残存厚さの許容限度は、種々の状況を勘案して、検査員がその都度、決定すべきものであるが、スリーブの材質、工作などが良好で、かつ摩耗状況に特異な点がなければ下記の標準まで使用してさしつかえない。ただし、次の場合は、別途考慮する必要がある。

- (イ) 摩耗および削正によつて鈎巣等が現われた場合
- (ロ) スリーブの密着が不良の場合
- (ハ) 著しい偏耗を生じ、その原因が不明の場合

### 記

プロペラ軸スリーブの腐食または摩耗による肉厚の減少許容限

軸径 500 mm 以下のもの: スリーブ所要厚さの85%  
軸径 500 mm を超えるもの:                      90%

ただし、いかなる場合も 8.5 mm より薄くなつてはならない。

# 特許解説

活魚艙樋口開閉器 (実用新案出願公告昭41~1003号, 考案者・出願人, 堀口忠)

この考案は、従来のようにいちいち樋止めをする必要がなく、また迅速かつ容易に開口部を天候、航行の如何にかかわらず開閉することが可能な新規な活魚艙樋口開閉器に係るものである。

図面について説明すると、艙内 A にある樋口 1 上にその一半部に樋口 1 が位置するように枠 2 を周設し、この枠 2 上の他半分に覆い 4 を設け、一半部に周縁 5 を残して開口 6 した覆板 3 を枠 2 とともに 艙底 7 に取り付け、この覆板 3 内を摺動する蓋 8 を一半部の開口部 6 を開閉するよう枠 2 の二分の一として内設し、蓋 8 下面の覆体 3 内に摺動用のレール 9 を設け、蓋 8 の四隅に設けた係止孔に引条 11 を取り付け、それぞれ樋口 1 上の覆体 3 間をパイプ 12 にて適当数連結してパイプ 12 内の引条 11 を内設して連結させ、両端のパイプ 13 を艙 A 側

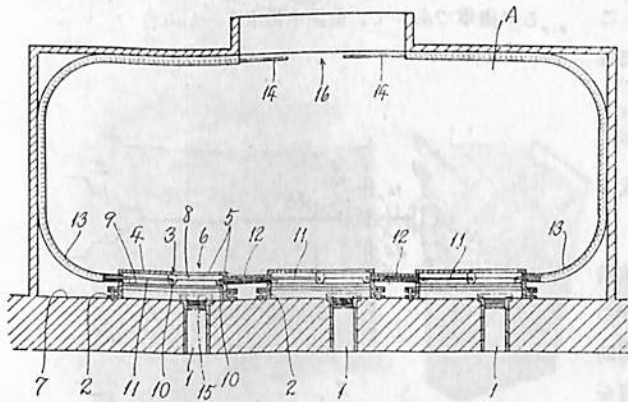
方より上出させて、この両端のパイプ 13 内の引条 14 をさらに両端のパイプ 13 より適当量引き出し、一方あるいは他方の引条 11 を引くことにより適当数の樋口 1 を一度に開閉することができるようにした活魚艙樋口開閉器である。

なお、符号 15 は樋口 1 の樋止め、16 は艙 A の口部をそれぞれ示す。

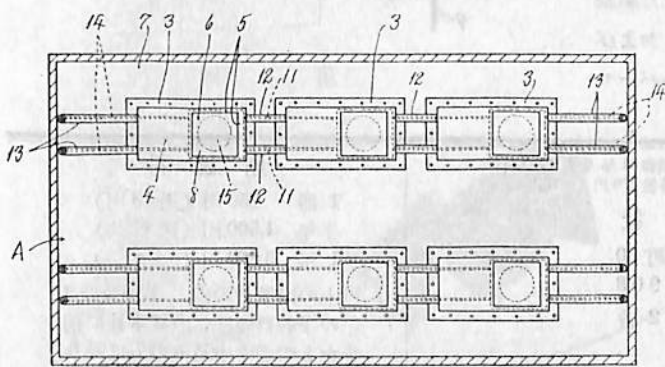
ディーゼル機関の製造方法 (特許出願公告昭 41~7021 号, 発明者, 正岡勝彦, 出願人, 三井造船株式会社)

この発明は、組立作業は陸上において簡単な定盤上で行ない、組立てられたディーゼル機関は水上に浮べたバネ式試運転装置に積替えて招合せ運転、その他各種の性能試験を行なうようにしたディーゼル機関の製造方法に関するものである。

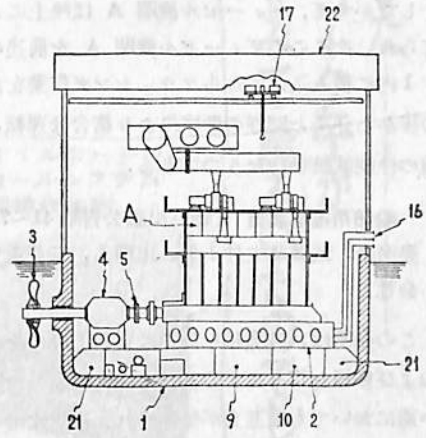
図面について説明すると、符号 1 は運転用諸設備をの



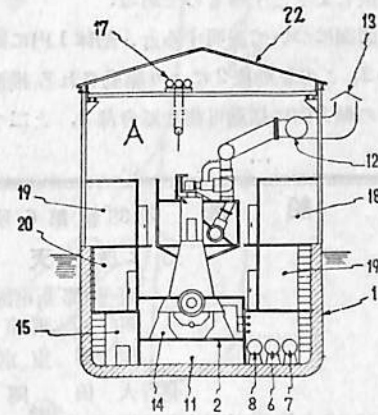
第 1 図



第 2 図



第 1 図



第 2 図

せる強固な基底をもつた水密バージ、2は水密バージ1に設置された位置の調整自在な定盤であつて、この定盤2上には陸上で組立てられたディーゼル機関Aが据付けられる。ディーゼル機関Aをこの水上運転台に積込むには岩壁に突出した組立工場のクレーンとか、また海上クレーンによる。3はディーゼル機関Aの出力試験に用いる制動用の可変ピッチプロペラ、4はその制御用油圧装置、5はディーゼル機関Aの出力計測装置である。外に運転設備として潤滑油ポンプおよびクーラー6、清水ポンプおよびクーラー7、海水ポンプ8、潤滑油タンク9、清水タンク10、潤滑油燃料のタンク11、排気集合管12、排気放出管13を、また付帯施設としてフラッシング装置15、潤滑油、燃料、圧縮空気、電力などを供給する各種の管および線16、ディーゼル機関A解放用の天井クレーン17、計測および制御室18、運転員の控室兼事務室19、道具室20、バラストタンク21、ディーゼル機関Aを積込、陸揚のために移動することができるようにした屋根22等が備えられている。

したがつて、ディーゼル機関Aは陸上において組立てられ、次にこのディーゼル機関Aを前述の水密バージ1内に積み込んでからフラッシング作業を行ない、この後から従来と同様の順序により摺合せ運転、その他各種の性能試験を行なうのである。

**船舶用推進装置**（特許出願公告昭41~7022号、  
発明者、武藤碩夫外1名、出願人、三菱重工業株式会社）

この発明は、推進軸を簡単に跳ね上げてその保守整備および修理を容易にするとともに、推進軸の跳ね上げの途中においても推進力が伝達され、浅吃水でも他の補助推進方式を要することなく航行しうる船舶用推進装置を提供しようとするものである。

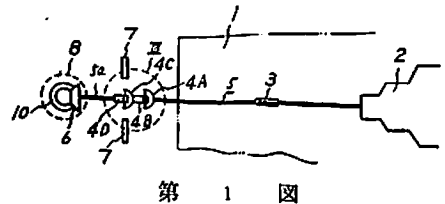
図面について説明すると、船体1内に設けられた駆動機2、この駆動機2により駆動される推進器8、およびその軸方向に摺動可能な結合部3、と二つのユニバーサ

ルジョイント4A 4B、4C 4Dとをもつており、さらに前記駆動機2の出力軸と推進器8の回転軸9とを連結する可とう軸5系が備えられていて、前記推進器8はユニバーサルジョイント4A 4B、4C 4Dのまわりに部分的に跳ね上げ可能に取り付けられていることを特長とする船舶用推進装置である。

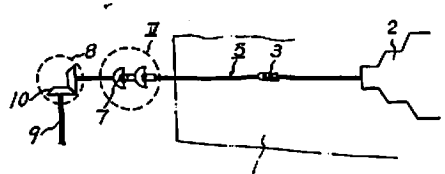
したがつて、推進器8の回転軸に連絡する可とう軸5系の先端部がユニバーサルジョイント4A 4B、4C 4Dの部分において左右方向の回転軸まわりに回転し、前後方向上方に折曲げることにより前記ユニバーサルジョイント4A 4B、4C 4Dのまわりに部分的に跳ね上げ可能に取り付けられた推進器8が支障なく船体1上方に簡単に跳ね上げられ、その保守、整備および修繕が容易に行なうことができ、また推進器8の跳ね上げられた途中においてもユニバーサルジョイント4A 4B、4C 4Dと軸方向に摺動可能な結合部3とにより推進器8の回転軸には可とう軸5系を介して駆動機2の駆動力が伝達されるので、浅吃水の場合には推進器8を上方に所要の度合だけ跳ね上げることによって補助推進装置を使用しないで航行することができる。

なお、符号6は可とう軸5の先端部5aに定着された傘歯車、10は推進器8の推進軸9に回転力を伝達する傘歯車であつて、前記傘歯車6とかみ合っている。

(特許庁 増田 博)



第 1 図



第 2 図

船 舶 第39巻 第6号 昭和41年6月12日発行  
特価270円(送18円)

発行所 天 然 社  
東京都 新宿区赤城下町50  
電 話 東京(269)1908  
振 替 東京79562 番  
発行人 田 岡 健 一  
印刷人 研 修 舎

購 読 料

1 冊 250円(送18円)  
半年 1,500円(送料共)  
1 年 3,000円( )

以上の購読料の内、半年及び1年の子約料金は、直接本社に前金をもつてお申込みの方に限ります



一人だったことが物語の始めです  
34年の春。船などめざらしくない  
ニューヨークつ子が、日本の船を  
みてビックリ。それは、たくさん  
の人が働いているはずの機関室か  
ら出てきた船員が、たった一人だ  
ったからです。

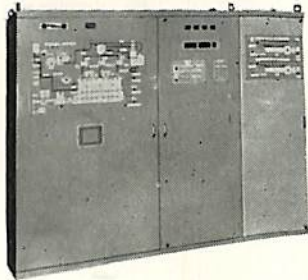
世界一をめざしている勝利です…  
機関室を一人にしたのが東京計器  
エンジン・リモートコントロール  
装置です。少人数でエンジン操作  
が自動的にできる、世界ではじめ  
てつくられたものです。東京計器  
はそのごも船の合理化をめざして  
つぎつぎと新しい装置を開発して  
います。

今必要なのはあなたの積極性です  
あなたの研究心が、あなたの会社  
ばかりでなく、世界の造船業界を  
リードするのはです。東京計器の新  
しい船舶自動化装置についてぜひ  
いちどお問いあわせください。セ  
ールズエンジニアをスグおうかが  
いさせます。

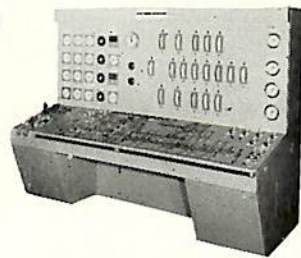
株式会社 **東京計器製造所**  
東京 都大田区南蒲田2の16  
TEL (732) 2111 (大代表)

7年前でした  
なぜニューヨークつ子が  
日本の船をみて驚ろいたのでしょうか

エンジンモニタ  
機関関係総合監視装置



カーゴオイルローディング  
コントロールシステム  
荷油遠隔操作装置



エンジンリモートコントローラ  
主機遠隔操舵装置

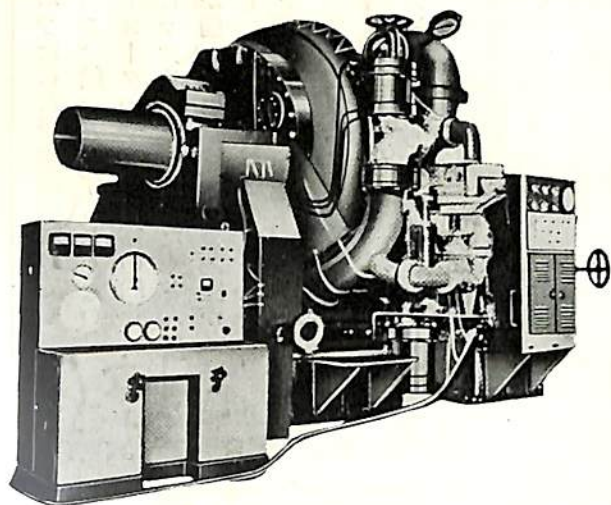


高度の技術が世界を結ぶ

営業所 神戸・大阪・名古屋・広島・北九州  
函館・長崎 出張所 横浜・清水



# Water-Brake Dynamometer



写真は我が国最大の 30,000 HP測定用超大型水制動力計で、給排水量は電動バルブで調節し、シリンダーは油圧力に置換して振り式動力計で計測します。

また電動バルブと電気回転計を連動させる自動安定装置を備えています。

容量最大	150 r. p. m	30,000 HP
中心高さ	2,350mm	± 10mm
軸全長	5,330mm	全高 3,865mm
床寸法	4,200mm × 3,410mm	
総重量	約 80 ton	



株式会社 東京衡機製造所

東京都品川区北品川4-516 TEL (442) 8251 (大代表)  
大阪支店 大阪市北区堂島上3-17 (都ビル) TEL (362) 7821 (代)

## カワサキ 船舶用炭酸ガス消火設備

船舶用として最も秀れた



お問い合わせ、  
カタログの  
ご請求は……



川崎航空機工業株式会社  
機械事業部

(東京) 東京都港区芝公園25号地(協立ビル5・6階) 電話(大代表)東京(434)5211番  
(大阪) 大阪市北区堂島中1丁目27番地(堂島第1ビル) 電話大阪(344)6050番  
(明石) 明石市和坂字大坪100番地 電話(大代表)明石(91)7711番

保存委番号:

IBM 5541

052099

船舶 才三十九卷 才六号

昭和五十二年三月二十日 第三種郵便物認可  
昭和四十二年六月十七日 印刷(十二月一日発行)

印刷所 田岡健一  
兼集発行 東京都新宿区赤城下町五〇番地

本号 特価二七〇円 発行所 天

社 然  
電話東京(03)一九〇八番  
振替・東京七九五六二番