

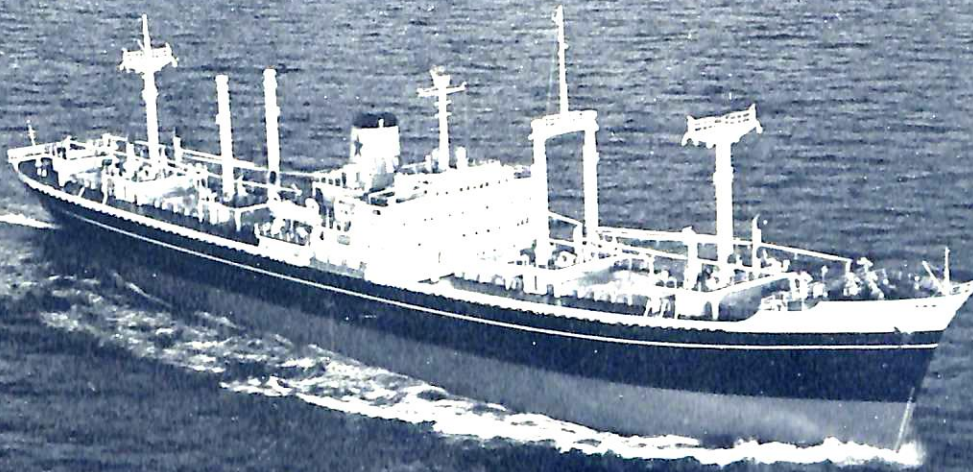
# 船の科学

1961

4

昭和36年4月5日印刷 昭和36年4月10日発行 第14巻第4号(毎月1回10日発行)  
昭和23年12月3日 第3種郵便物認可 昭和24年5月21日 日本国有鉄道特別扱承認雑誌 第1156号

VOL.14 No.4



パナマ向け貨物船

ペネロープ(PENELOPE)

載貨重量 14,550t

昭和36年2月3日竣工

日立造船・桜島工場建造



日立造船株式会社

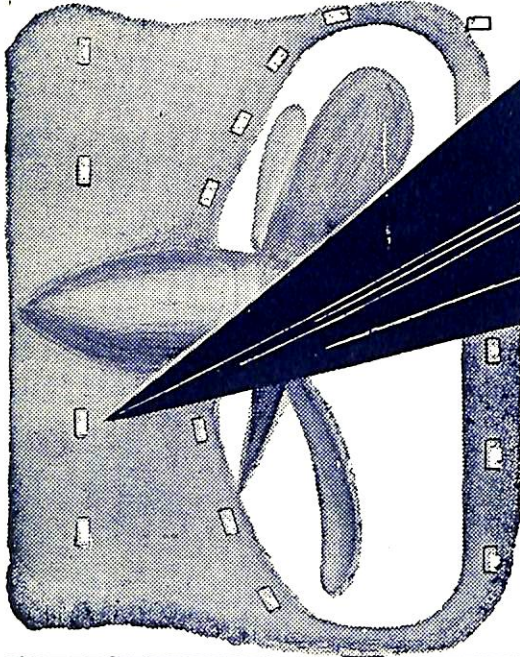


# 三菱防蝕亜鉛

## CATHODIC PROTECTION ZINC

鉄材の腐蝕を

CPZで防ぎましょう



# CPZ

用 途

船舶外板・スクリュー  
海水中の鉄構造物

### 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(231)2431・3321・4311番

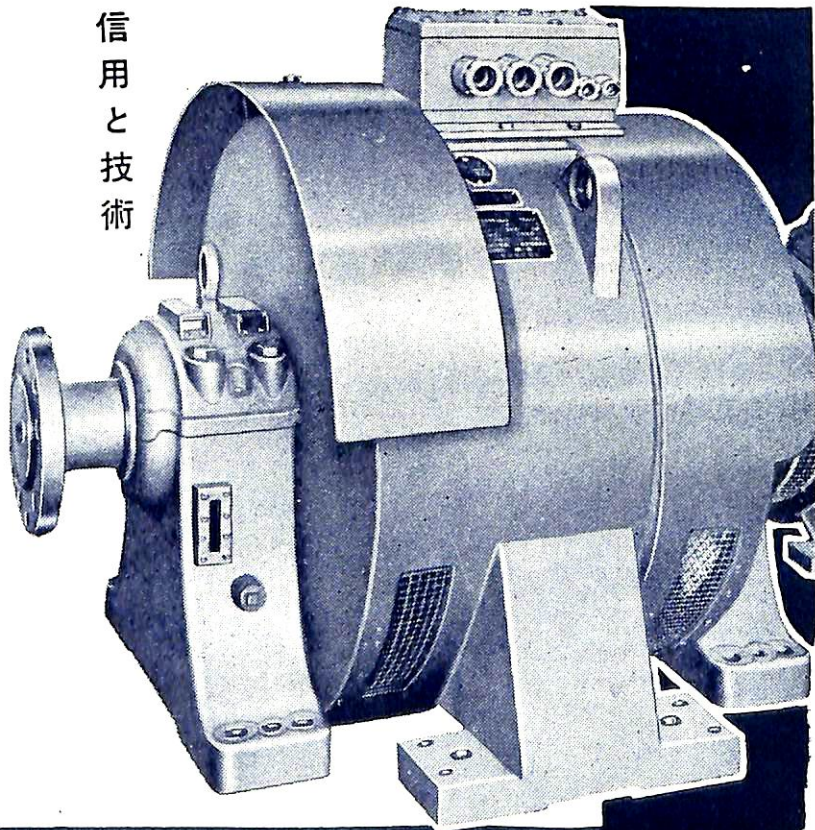
総代理店 三菱商事株式会社

電話(281)1021・1031・2021番

設計施工 日本防蝕工業株式会社

電話東京(281)6807・6808

### 信用と技術



自動、他励交流発電機  
各種電動機及制御装置

直流発電機  
配電盤其の他

# 大洋電機株式会社

取締役社長 山田澤三

本社 東京都千代田区神田錦町三の一六 電話 東京(291)五九一六―一九  
工場 岐阜県羽島郡笠松町如月町一八 電話 笠松(二一八)一―四  
出張所 下関・札幌

Zenith Marine Chronometre, Switzerland

瑞西ニューシャテル天文台 コンクール  
六ヶ年間最高賞連続受領



# ゼニット マリン クロノメーター

販売特約店 日本漁網船具株式会社  
三洋商事株式会社  
株式会社 玉屋商店  
日興海事株式会社

輸入元 **KK瑞西時計輸入商会**

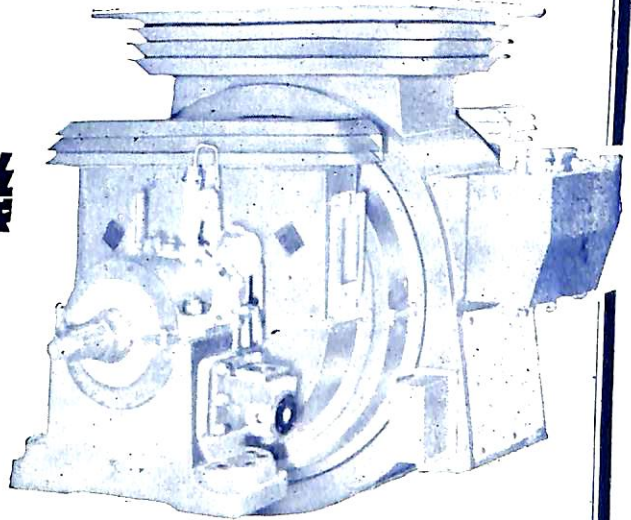
Tokyo Central P.O. Box 1355

**ZENITH**

**NSDK**

## 船用 自動交流発電機

自動・他勵交流発電機  
直流発電機  
各種電動機及制御装置  
配電盤・船用揚貨機  
電動送風機・サーモタンク



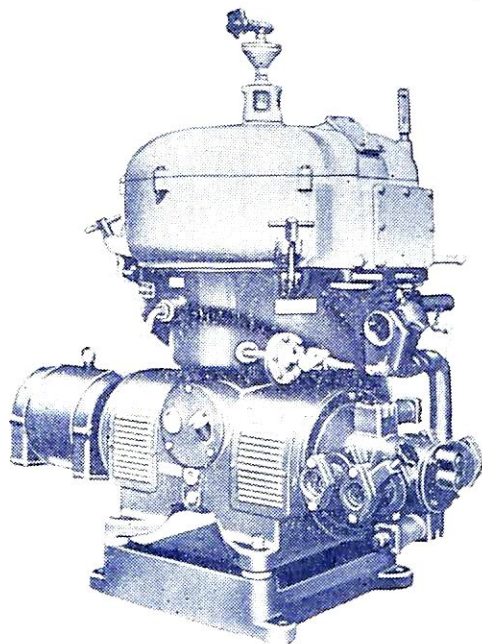
## 西芝電機株式会社

本社工場 姫路市網干区浜田1000番地 TEL 網干 261-5, 900-902  
東京営業所 東京都中央区銀座西6の6(鉄道工業ビル) TEL 東京 (571) 4078, 6864, 6865  
大阪営業所 大阪市北区中之島2の25(江商ビル) TEL 大阪 (23) 4115, 7359, 8649

機関室の自動化に!

WESTFALIA  
SEPARATOR

バンカー油清浄に  
世界最高の性能を誇る……



SAOG4516型

# WESTFALIA 油清浄機

S A O G 型 (自動清浄型)  
O N 型 (標準型)  
加熱ヒーター、自動開閉弁  
その他 附属品

西独逸ウェストファリヤ・セパレーター社日本総代理店

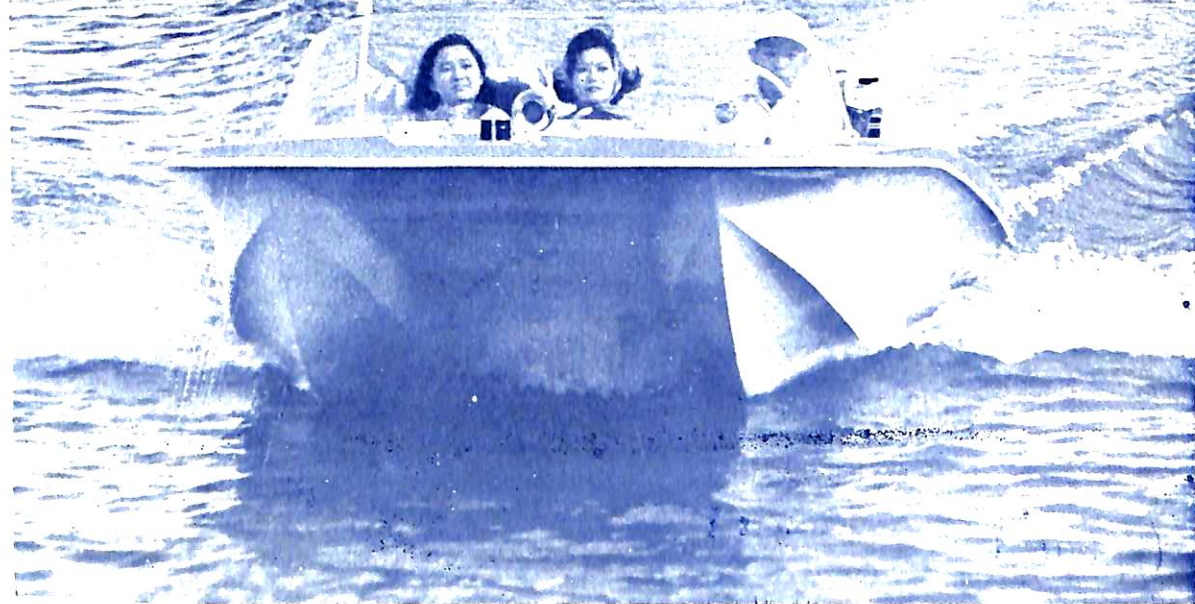


## 日精株式会社機械部

本 社 東京都港区芝田村町2丁目12番地  
電話 東京 (591) 8341 (代)  
営 業 所 大 阪・名 古 屋・小 倉



波をきって  
快走!



# ヤマハボート

## ● カタマラン16

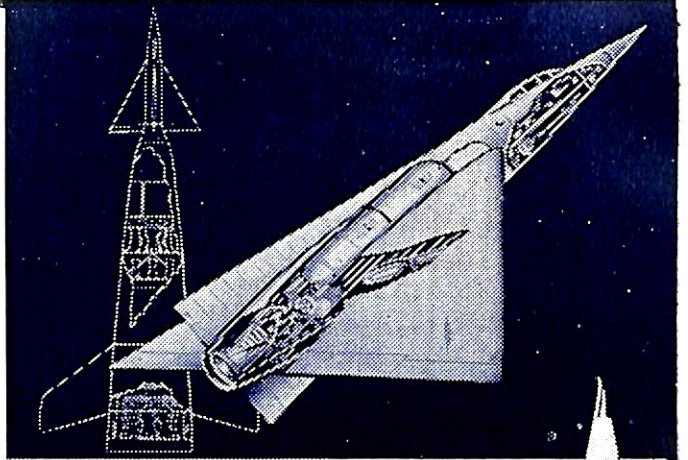
安定性が素晴らしくいいので、波の中でも安心して高速が出せるのがヤマハボートの魅力! もちろん乗心地は満点…美しいスタイルもファンのあこがれです。  
スポーツに、水上スキー曳航に!

ヤマハ発動機株式会社  
札幌・仙台・東京・名古屋・大阪・福岡

仕 様	
全 長(m)	4.800
全 巾(m)	2.250
深さ(船首)(m)	0.780
重 量(kg)	350
船 型	カタマラン型
速度km/h/HP×	75/70×2
速度km/h/HP×	55/40×2
定員(標準)	6人
上部構造	固定風防・取外式天蓋
輸 送 法	中型トラック

# MARS

## 宇宙への 三段階



この三段階式二人乗宇宙船は、Fred L Wolffのデザインになるもので、Martin Caidinの「宇宙世界」に掲載されました。上図左側の状態で発射され、燃料が消費されるにつれて二段になっている推進昇圧機を一つ一つ落として行き、最後には上図右側の想像図のような飛行機型で終るようになっていきます。この宇宙船は地球から数百マイル上空を円形にまわり、一日ないし二日後には、まちがいく地球に着陸できる予定になっているようです。

このようなアイデアがいつ実用化されるかは、もちろん誰にもわかっていません。ただ、こうした人間の夢を設計図に写しだすに際しては、最も有効な用具を用いる事がなによりも肝心だということです。今の所、その用具はMARS-LUMOGRAPHをおいて、他にありません。

MARS 製図用鉛筆は世界中の技術者達に愛用されてきましたし、鉛筆界のリーダーと仰がれてきたものです。MARSといえば、すぐ頭に浮かぶ優美な線を持つMARS-LUMOGRAPH、MARS-TECHNICO 芯ホルダーがありますが、この他にも最近発売されるようになった STAEDTLER 芯削りがありますが、これはホルダーにはさまれている芯を完全な鋭角にとがらせる事ができます。また新製品にMARS-LUMOCHROM があり、これは製図界に画期的な進歩をもたらした製図用鉛筆で、数々のすばらしい特質をそなえています。中でもブループリントを作る上にその完璧さでは他に比類がありません。

NO. 2886 MARS-LUMOGRAPH 製図用鉛筆には EXENB から 9H まで 19 種類あります。NO. 48000 MARS-TECHNICO は押しボタン式芯ホルダーで NO. 1904 MARS-LUMOGRAPH はその換え芯で 18 種の芯の硬度があります。芯の直径は 2mm (0.79 インチ) です。だから日本製、外国製にかかわらず、たいていのホルダーに合います。MARS-LUMOCHROM 24 色製図用色鉛筆はどの色でも一本づつお求めになれますし 12 色 (No. 2617) 又は 24 色 (No. 2650) 箱でお求めになれば便利です。No. 5400 芯削りは芯ホルダーに入れかえる芯を鋭くとがらせるのに最適です。全国有名文具店・デパートでお求め下さい。

Sole Agents: LIEBERMANN WAELCHLI CO., LTD.

TOKYO: TEL (211) 2626 • OSAKA: TEL (23) 2227-9



# STAEDTLER

GERMANY

NO. 2886 1本 ¥60



No. 1904



No. 48000 No. 2886



# 世界の 船舶が 使用して いる！

ダンロップ・セムテックス・フレキシマーズは柔軟性・防水性・耐火性などのすぐれた特長のほか、鋼鉄製品や合金をおかす腐蝕物に対しても十分に耐えうる特質を持っています。その上、ダンロップには全世界にわたる強力な組織網がありますので、長い航行中万一損傷が生じてても各寄航地でゆきといたアフターサービスが得られます。

**ダンロップ**

〈デッキ・カバリング用〉

**セムテックス  
フレキシマーズ**



**日本ダンロップ護謨株式会社**

神奈川県横浜市西区北幸1丁目1番地 電話 045-770-7701

3つの革命  
 小型化  
 軽量化  
 低消費電力化



世界最初の

トランジスタ JNA-102型

# ロラン受信機

## 特長

### 1. トランジスタ化

トランジスタ、ダイオード使用のため小型  
 軽量、消費電力極少

### 2. プラグインユニット方式

プラグインユニット方式の画期的設計、保  
 守点検が便利

### 3. 測定値の読取簡単

時間差表示がブラウン管と同一視野内の数  
 字ドラムに表れ、測定値の読取簡単

### 4. 電源内蔵

装備簡単、従来の 300W に比し、(40W 以  
 下) の極少消費電力

### 5. 電源電圧の大幅な変動に対して安定

電源電圧が±30%変化しても作動に影響あ  
 りません

### 6. 高性能高安定度長寿命

多年の研究実験と使用実績により立証され  
 ております

### 7. 予備調整不要

在来の外国のものは、使用前全計数回路の  
 作動のチェックを必要としますが、そのよ  
 うな不便は全然ありません

### 8. 耐蝕軽合金使用

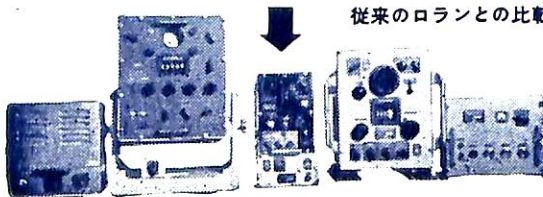
機器の筐体は海水に対して耐蝕性の軽合金  
 を使用してあります。空中線同調器は特に  
 防水型になっておりますから船室外装備も  
 できます

### 9. 装備簡単

空中線同調器は小型軽量(2.3kg)で8~30m  
 のどんな空中線にも接続できます

### 10. 補給便利

総て国産部品を使用しておりますので、補  
 給は迅速且つ容易にできます



従来のロランとの比較!

JRC

日本無線株式会社

東京都港区芝田村町1の7第3森ビル 電話東京(591)(代)9311(代)9321 ●大阪市北区堂島中1の22 電話大阪(36)4631~6  
 福岡市新開町3の53立石ビル 電話西局② 0277 ●札幌市北一条西4の2札幌ビル 電話②局6161~3



# 船用推進器

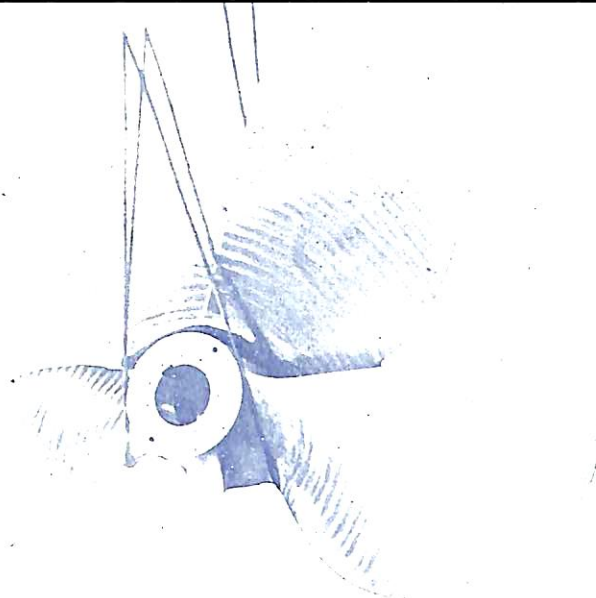
マンガンブロンズ  
ニッケルアルミブロンズ

最大製作能力(単重)

仕上 45,000 kg

AU5型 5翼 AU6型 6翼

設計~完成検査迄



## 尼崎製鐵株式會社

本社 大阪市東区北浜4丁目 TEL大阪(23) 2551(代表)  
(機械販売部)  
東京支社 東京都中央区日本橋通3丁目(新日本橋ビル) TEL東京(201) 9141(代表)

特許新光式

財団法人 日本発明振興協会推奨

(日本国有鉄道指定規格品)

# スケーリングタワー

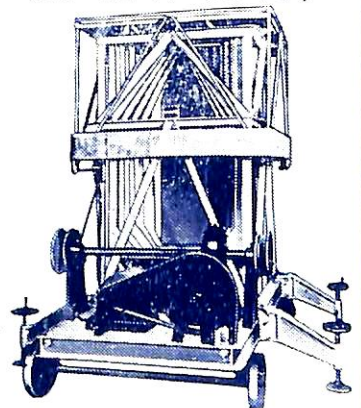
(伸縮作業台)

三井造船 } その他で採用  
三菱造船 }  
日立造船 }

特長

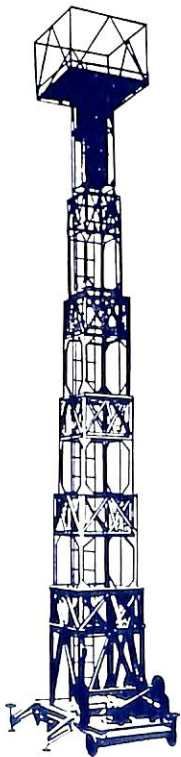
船舶の外板塗装作業の合理化・天井その他の器具取付・模様替工事等、高所作業全般に操作簡便・伸縮自在・移動軽快で作業員の安全感は完璧、上昇下降共に任意の高度に停止して作業することができます。

標準型は二段型より六段型まで各種あります。特別寸法は別途設計により如何ようにも製作いたします。(最高寸法20米迄)



縮めたところ

伸ばしたところ(標準六型八・五米)



## 新光機械工業

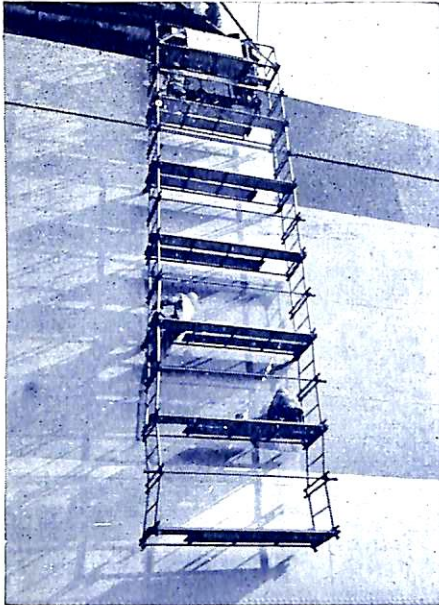
カタログ贈呈

東京都中央区京橋2~1荒川ビル4階 電話 京橋(561)7867・7868 番



日米特許

# ビテイ式安全パイプ。造船足場



ビテイ式安全パイプ移動式吊足場

造船用・修繕用・艀装用・造機用  
最高度の安全性—最も経済的で組立簡易

**ビテイ式安全パイプ・組立ハウス**

ユニオンメルト場上屋

エンジン格納小屋その他に最適

**ビテイ式安全パイプ・ローリングタワー**

造船・修繕・造機用移動足場

**ビテイ式安全パイプ・吊足場・梯子・脚立**

## 日本ビテイ株式会社

本社 東京都中央区京橋1丁目2番地(越前屋ビル)  
 電話 東京 (281) 5811~5  
 関西営業所 尼崎市扶桑町2丁目1番地  
 電話 大阪 (48) 2475・7998番  
 名古屋営業所 名古屋市中区桜町275(相互ビル)電話(9)1939  
 工場 東京工場・尼崎工場



### 船舶配電盤には 品質管理の行きとどいた

# ナショナルの

## 積層板・プラスチック

ロイド 規格 N. K 規格



松下電工株式会社 代理店

### 株式会社 小林武雄商店

大阪市天王寺区南河堀町115  
電話 大阪(77局)代表 2471-4番

カタログ贈呈

目次

3月のニュース解説……………(編集部)…49  
 大型ドラッグサクソン浚渫船 海竜丸 について……………(三菱日本重工業株式会社 横浜造船所)…52  
 88,494 DWTタンカー NAESS SOVEREIGN について……………(三菱造船株式会社 長崎造船所)…60  
 第9回国際試験水槽会議における耐航性に関する問題の討議 (No.1)  
 ………………(運輸技術研究所・菅 四郎)…80  
 船の操縦性に関する最近の研究について……………(大阪大学・野 本謙作)…85  
 鋼の破壊応力曲線について……………(大阪大学・大谷 碧清)  
 (川崎重工業・寺井 清)…93  
 船体構造における塑性設計について……………(東京大学・藤田 興作)…99  
 芝浦タービン過給機について……………(石川島芝浦タービン・稻 葉津 興作)…108  
 車両航送施設の計画要領(その4)……………(山本 照一)…115  
 拡大式自動録書切断機 REMOTE GRAPH について……………(川崎重工業・吉田 俊夫)  
 (水津 寛一)…126  
 浪人の寝言……………《仲春雑感》……………(ついでこじ)…134  
 新造船の要目 (No.70) 白水汽船, 白水丸の要目と一般配置図……………137  
 原子力船のページ……………140  
 ☆ 新造船建造許可実績(昭和36年3月分)……………125  
 ☆ 造船用設備新設等処分状況月報(昭和36年2月分)……………133  
 ☆ 技術短信……………139  
 新造船工事月報(昭和35年12月末現在)……………142  
 【世界の客船】(SS ANTILLES と SS FLANDRE)……………(速水育三)…23  
 【一般配置図】海竜丸, 白水丸, NAESS SOVEREIGN……………45

新造船写真集 (No.150)

竣工船… 讃岐丸, 第三雲海丸, 美幌丸, ちはや, 第五十あけぼの丸, 銀竜丸, とよさか丸, 公友丸, 第十一安栄丸, 第五年徳丸, 正和丸, 能登呂山丸, 八幡山丸, 天山丸, 第三金福丸, 楠丸, 第十六太陽丸, 第十五天祐丸, 第八伊勢丸, かながわ, APOLLONIA, GUNUNG GUNTUR, RIO NEGRO および同型船3隻

進水船… 西京丸, 宮島丸, 美島丸, もがみ, 敷島丸, 第三えるび丸

- ☆ フリーピストンガスタービン曳船 飛竜丸
- ☆ わが国最初の艦艇用ガスタービン完成
- ☆ 三菱UEディーゼル大型機関 9UEC 85/160 型
- ☆ くれない丸の新しいバルバス・パウ

【表紙写真】輸出貨物船 PENELOPE

総噸数 10,072.21T  
 載貨重量 14,737Kt  
 機関 日立B&Wディーゼル 7,600BHP  
 日立造船・桜島工場建造

# ダイメットコート No.3

塗る冷間亜鉛メッキ — 火気安全塗料



100% 無機物の珪酸亜鉛塗料, 従来の亜鉛メッキの常識を覆す画期的防錆用塗料です。タンク内の塗装でも引火の危険の全くない不燃性安全塗料です。米国アマコート会社製品。  
 XZIT CHEMICAL CO. QUIGLEY CO. BIRD-ARCHER CORDOBOND CO. JAROCO ENGINEERING CO. FARBERTITE CO. MANGANESE BRONZE & BRASS CO. TODO SHIPYARD CORP. HATLAPA CO. HERCULITE FABRICS.

日本総代理店  
**井上商会**  
 井上正一

横浜市 中区 尾上町 5 - 80 神奈川県中小企業会館 電話 (8) 4022. 4023. 5141.



技術革新と繁栄は  
 日本ヘルメチックの製品から

ヘルメチックのデラックス品  
**ヘルメシール**

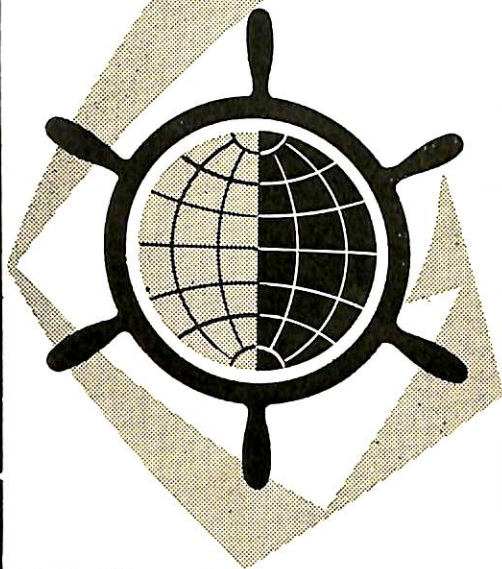
無溶剤パッキング剤発売



何れもスプレー 吹付け可能です。 型録、見本、贈呈

**日本ヘルメチック株式会社**  
 本社 東京都品川区五反田 3-70  
 電話 (491) 3677・6267  
 支店 大阪市西区京町堀通り 3-5  
 電話 (44) 2482・1114  
 出張所 名古屋・仙台・札幌・九州

価格低廉で軽快なフットワーク!



## 電動油圧操舵装置

百屯〜五千屯船まで  
中小型船舶に最適!

- ☆ 操作容易で追従正確
- ☆ 装備きわめて容易
- ☆ 非常操舵は人力または予備エンジン
- ☆ 自動操舵装置の併設容易

☆ 型名

SP	SP
50	25
型	型
・	・
SP	SP
60	40
型	型

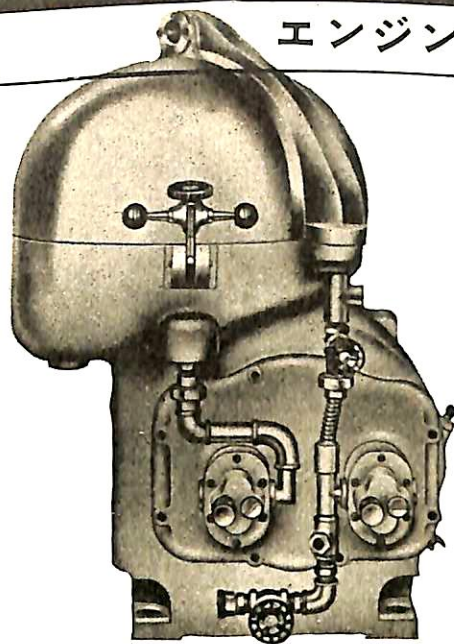
## 東京計器

本社 東京都大田区東蒲田4の31  
TEL: (731)2211(代) 7181(代)

関西支部 神戸市生田区明石町19(同和火災ビル)  
TEL: (3) 3684(代)

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(201)9211番(代表)

神戸出張所 神戸市生田区京町79(日本ビル) 電話 神戸(39)0288番(代表)

新発売

各種船舶の冷蔵艙/漁艙の理想的断熱材!

大和ゴム化工の  
**ビニークール**

塩化ビニール製/独立気泡スポンジ

特長 | 軽量 / 不燃  
耐水 / 吸音 施工容易  
価格低廉

販売代理店

### 大興物産株式会社

本社 東京都千代田区内幸町2-5新栄ビル 電話(591)8416(代表)

支店 大阪市西区京町堀通1-40安田ビル 電話(44)4171(代表)

名古屋出張所 名古屋市中区新栄町1-2住友信託ビル 電話(9)3061

福岡出張所 福岡市橋口町15-1サンビル 電話(4)6593

沖縄出張所 沖縄那覇市美栄橋C-14号 電話那覇942

ウタログ贈呈



鉄道連絡船

讃岐丸 日本国有鉄道  
SANUKI MARU

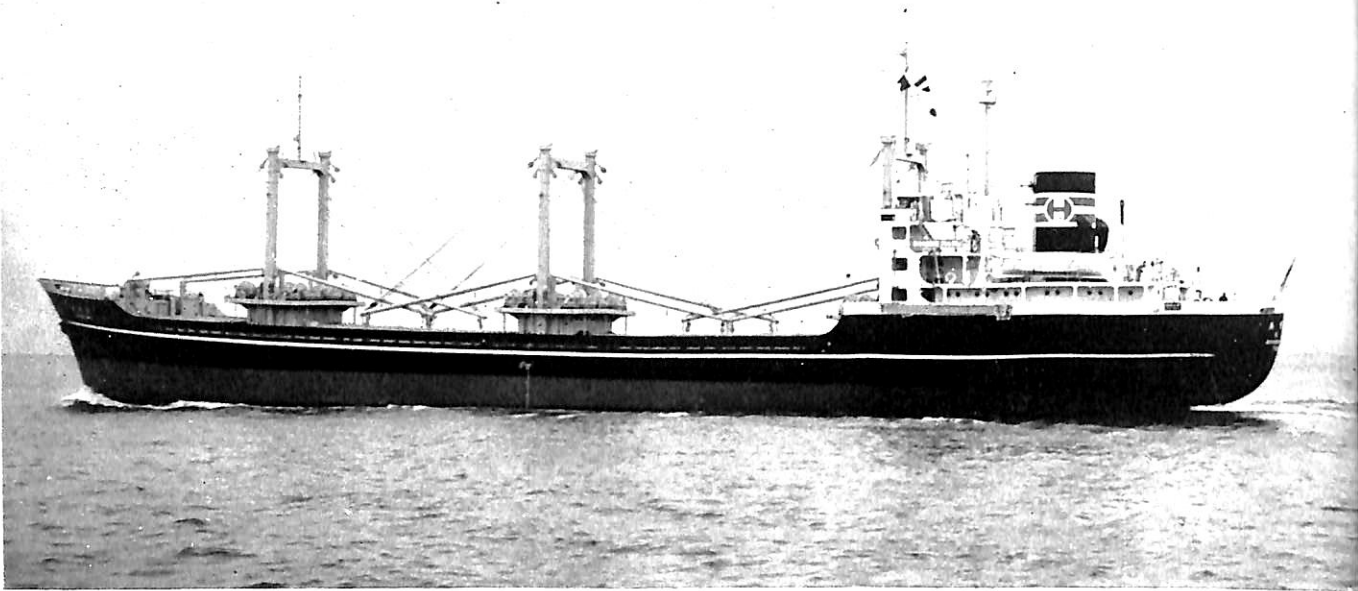
新三菱重工業株式会社神戸造船所建造  
 垂線間長 73.20 m  
 純噸數 501.60T  
 積水艙 118.8m<sup>3</sup>  
 (460 RPM)  
 電力 (試運転最大) 12.88 Kn  
 軌路 宇野—高松  
 採用

起工 35-8-13  
 型深 5.30m  
 車間搭載數 フォルトシユナイダ-24E/150型2基  
 主機械 三菱—神戶製 J B 12VA型4サイクル過給機付ディーゼル機関1基  
 推進器 フォルトシユナイダ-24E/150型2基  
 平水区内域第3級船

満載吃水 3.70 m  
 満載排水量 2,625 Kt  
 滿載油艙 114.0m<sup>3</sup>  
 燃料油艙 114.0m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 11.0t/day  
 出力 (連続最大) 1,500BHP × 2  
 送受信機 JAA 110型10W 2台  
 旅客 1等 90名, 2等 710名  
 (2) フォルトシユナイダ-プロペ

竣工 36-3-25  
 全長 78.00m  
 総噸數 1,828.89T  
 燃料消費量 11.0t/day  
 出力 (連続最大) 1,500BHP × 2  
 送受信機 JAA 110型10W 2台  
 旅客 1等 90名, 2等 710名  
 (2) フォルトシユナイダ-プロペ

① 船内の水密区画を多くし、発出時の安全性を向上  
 ② 主発動機を電磁接手を介して主機械で駆動とした



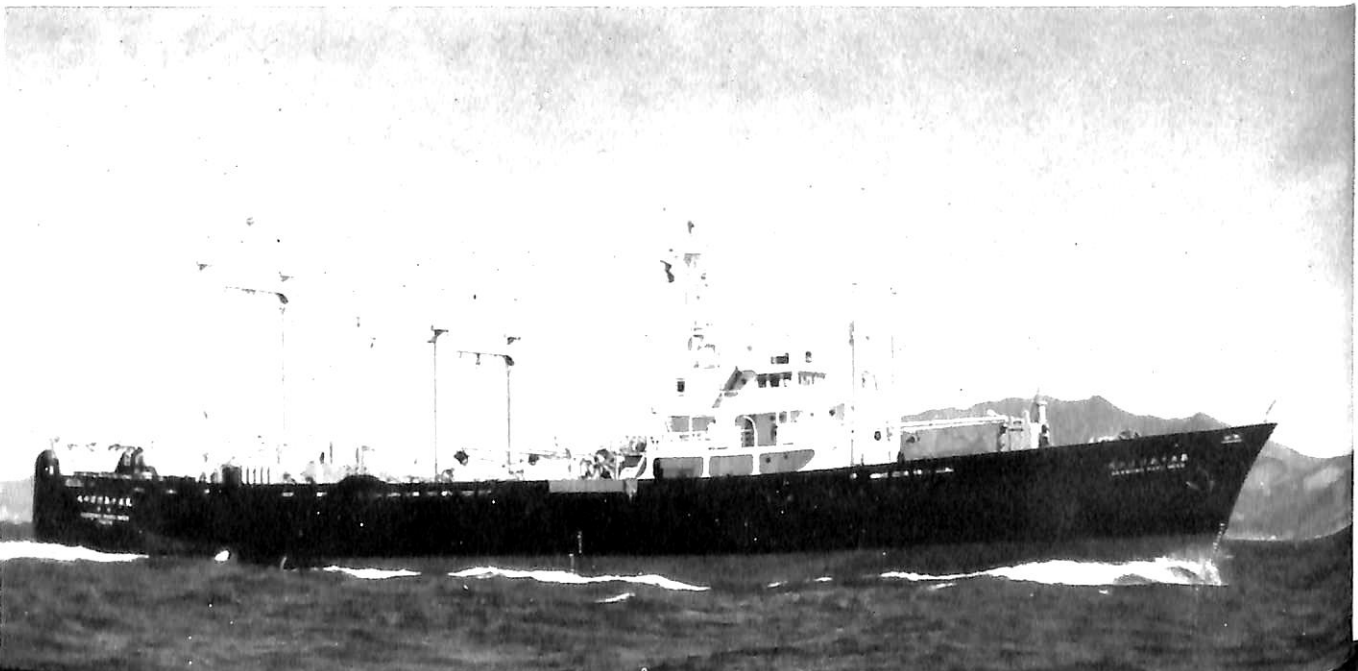
貨物船 美幌丸 氷川商事株式会社  
BIHORO MARU

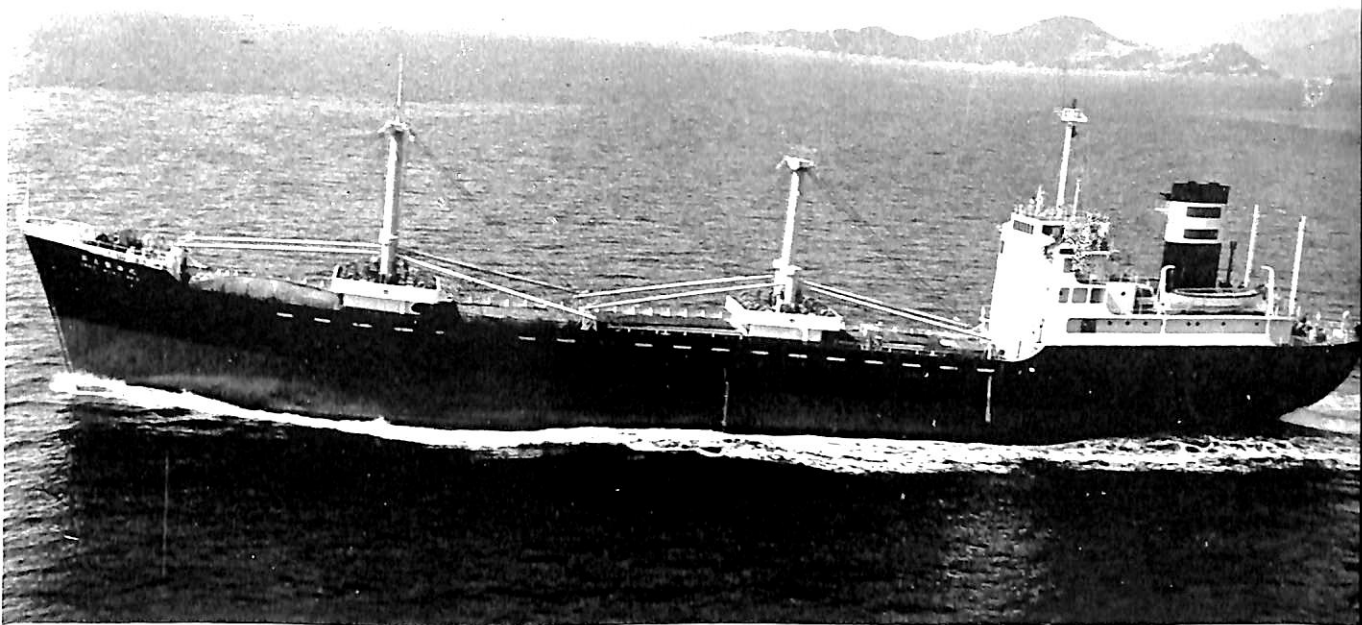
株式会社名村造船所建造 起工 35-7-26 進水 35-12-24 竣工 36-2-28 全長 107.82m  
 垂線間長 100.00m 型幅 14.50m 型深 7.60m 満載吃水 6.279m 総噸数 3,273.98T  
 純噸数 1,702.67T 載貨重量 4,722Kt 貨物艙容積 (ペール) 5,856.05m<sup>3</sup> (グレーン) 6,288.34m<sup>3</sup>  
 主機械 (株)伊藤鉄工所製 M470HS型 単動4サイクルディーゼル機関1基 出力 (連続最大) 3,500BHP  
 補汽罐 油焚強圧通風船用乾燃室型円罐 (5号罐) 1基 速力 (試運転最大) 16.278Kn (満載航海) 13.50Kn  
 船級 NK 船型 船首楼付長船尾楼型 乗組員 41名 京浜-釧路間定期航路に従事する

— 12 —

大型船尾式トロール船 第五十あけぼの丸 日魯漁業株式会社  
AKEBONO MARU No. 50

三菱造船株式会社下関造船所建造 起工 35-10-18 進水 35-12-31 竣工 36-2-22  
 全長 79.390m 垂線間長 77.00m 型幅 12.00m 型深 5.70m 満載吃水 5.515m  
 満載排水量 3,182.30Kt 総噸数 1,425.34T 純噸数 793.92T 載貨重量 1,753.23Kt  
 冷蔵艙容積 (ペール) 1,535.23m<sup>3</sup> (グレーン) 1,732.32m<sup>3</sup> 艙口数 3 デリックブーム 1.5t 4  
 燃料油艙 575.61t 清水艙 161.24t 主機械 神発-三菱6UET 39/65型 ディーゼル機関1基  
 出力 (連続最大) 2,000BHP (260 RPM) 補汽罐 クレイトンWHO 50型 660kg/h 1台  
 発電機 250KVA 3台 送信機 500W 1台 速力 (試運転最大) 14.57Kn (満載航海) 12.5Kn  
 船級 NK 船型 遮浪甲板型 (オープン) 乗組員 34名 (北洋の時は64名)





貨物船 第三雲海丸 中村汽船株式会社  
UNKAI MARU No. 3

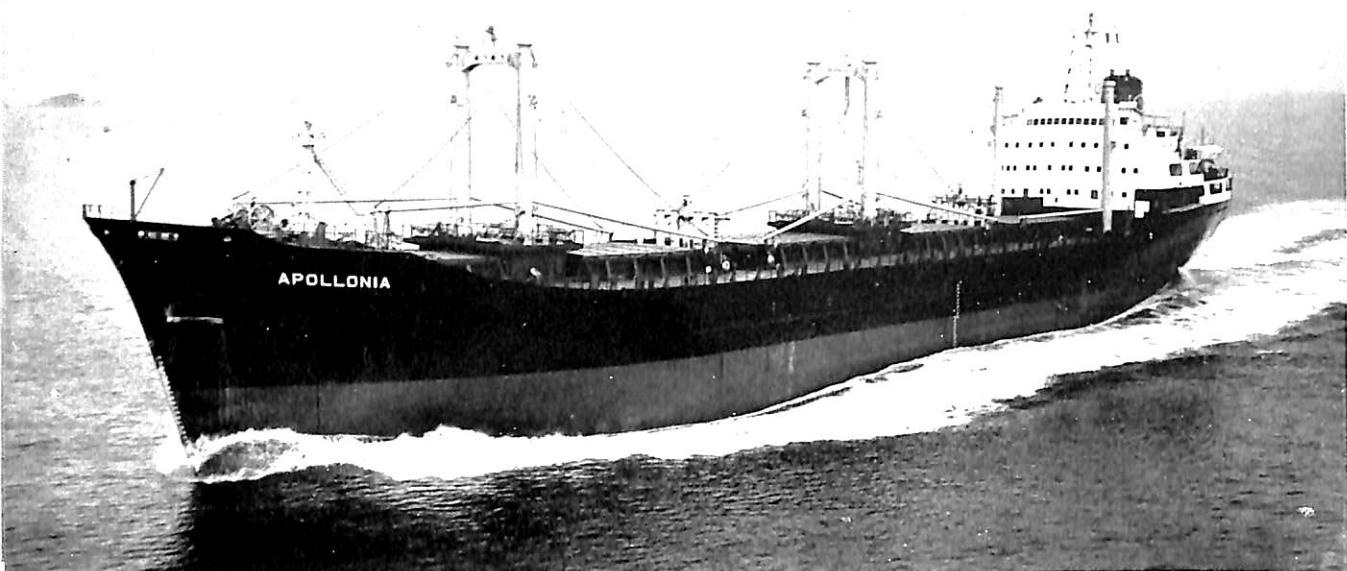
三菱造船株式会社広島造船所建造	起工 35-8-4	進水 36-1-12	竣工 36-3-22
全長 105.45m 垂線間長 98.00m	型幅 15.40m	型深 8.20m	満載吃水 6.612m
満載排水量 7,618Kt	総噸数 3,664.03T	純噸数 2,104.01T	載貨重量 5,779 Kt
貨物艙容積 (ベール) 7,123m <sup>3</sup>	(グレーン) 7,468m <sup>3</sup>	艙口数 3	デリックブーム 10t×8
燃料油艙 473m <sup>3</sup>	燃料消費量 A重油 0.44 C重油 8.84 Kt/day		清水艙 399m <sup>3</sup>
主機械 阪神内燃機製 Z7TSH型	単動4サイクル排気ターボチャージードラックピストンディーゼル機関1基		補汽罐 平野鉄工製
出力 (連続最大) 2,450BHP (250 RPM)	(常用) 2,080BHP (236 RPM)		送信機 500W 中短波
舶用筒形乾燃室付標準5号ボイラ1基	発電機 A.C 90KVA (72 KW) 445V 2台		(満載航海) 11.75Kn
50W 中短波各1台	受信機 全波 2台	速力 (試運転最大) 15.139Kn	
航続距離 約12,000浬	船級 NK	船型 船首楼、船尾楼付凹甲板型	乗組員 40名 旅客 4名

潜水艦救難艦 ちはや 防衛庁  
CHI HAYA

三菱日本重工業株式会社横浜造船所建造	起工 35-3-15	進水 35-10-4	竣工 35-3-15
長さ 73.00m 幅 12.00m	深さ 6.70m	吃水 (常備) 3.90m	基準排水量 1,340Kt
主機械 横浜 MAN G 6 Z52/70型	ディーゼル機関1基	出力 (連続最大) 2,700BHP	推進器 三菱横浜可変
ピッチフロベラ1基	速力 15Kn		

備考 主要特殊装備品 レスキューチェンバ1基、4点繫留装置1式、深海潜水装置1式、再圧タンク2基  
本艦は34年度建造計画艦で潜水艦運用上欠くことのできない種々の補助作業を担当する特殊艦であり、我が国においては戦前戦後を通じてはじめて建造された文通りの一番艦である。



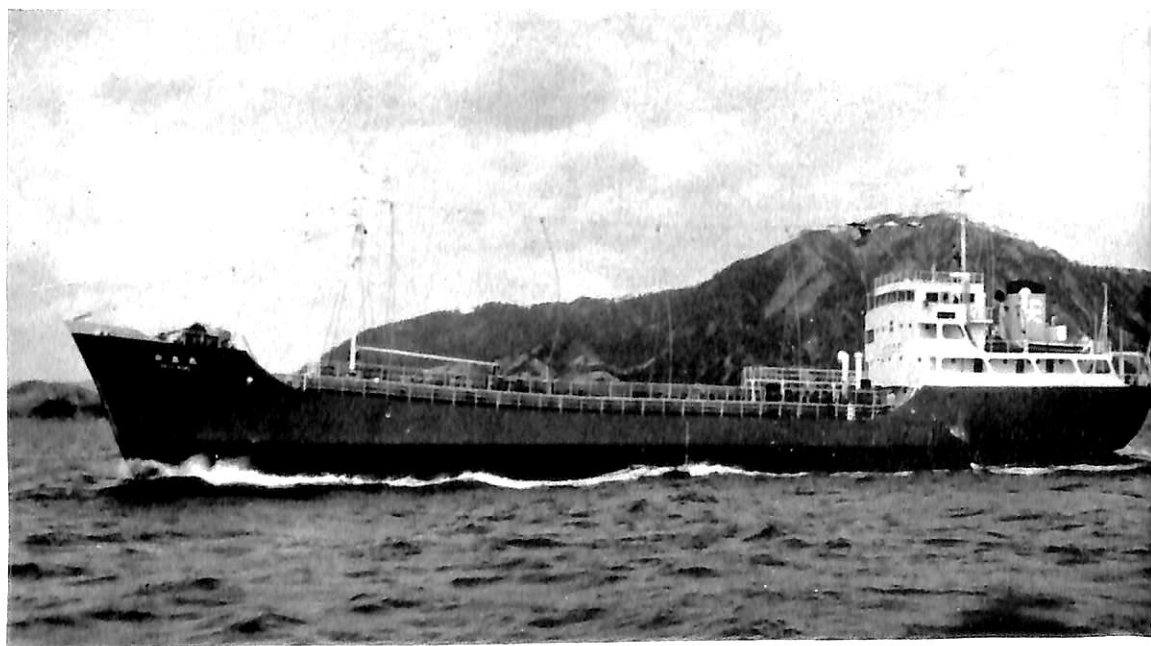


輸出貨物船 **アポロニア**  
**APOLLONIA**

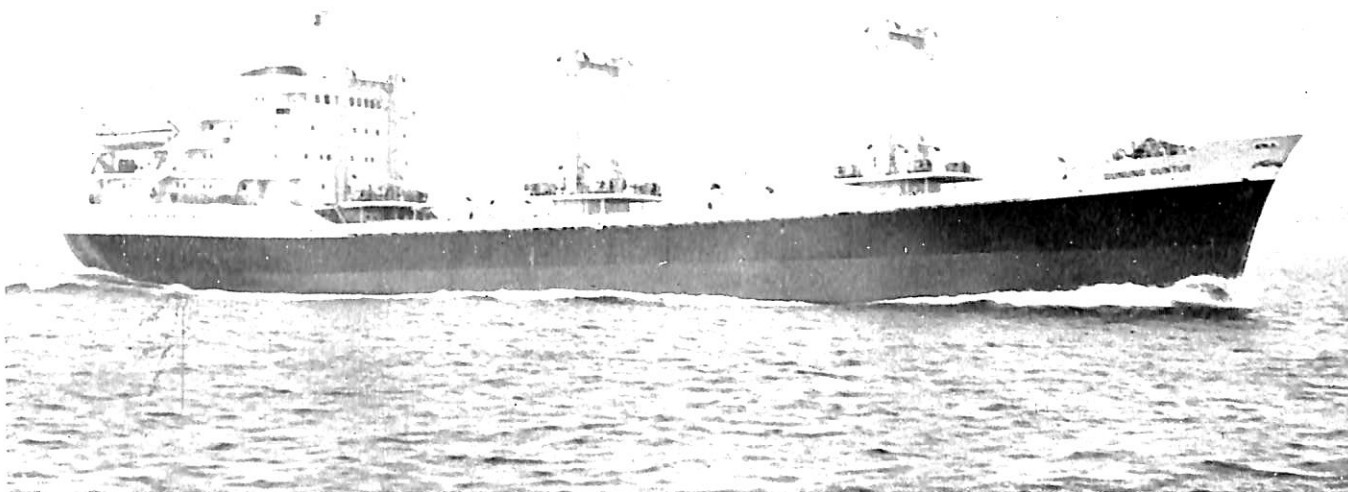
船主 Vialogro Compania Naviera S. A.  
 石川島播磨重工業株式会社相生工場建造 起工 35-7-8 進水 35-12-8 竣工 36-4-25(引渡式予定)  
 全長 154.00m 垂線間長 145.00m 型幅 20.20m 型深 12.60m 満載吃水 9.25m  
 総噸数 10,300.00T 純噸数 6,546.00T 載貨重量 15,000.00Kt 貨物艙容積(グリーン) 22,100m<sup>3</sup>  
 艙口数 5 デリックブーム 5t×10, 30t×1 ハッチ 5t×2, 3t×8 主機械 石川島播磨重工製  
 ブルツァー 6 RD76 型ディーゼル機関1基 出力(連続最大) 9,000BIP (119RPM) (定格) 7,600BIP  
 (112.5 RPM) 補汽罐 補助ボイラー1台 発電機 ディーゼル駆動 425KVA×450V 2台 90KVA×450V 1台  
 速力(試運転最大) 18.25Kn (満載航海) 15.3Kn 船級 A.B.S. 船型 Well Decker 乗組員 48名

油槽船 **公友丸** 第二盛運汽船株式会社  
**KOYU MARU**

波止浜造船株式会社建造 起工 35-9-27 進水 35-12-30 竣工 36-1-31 全長 67.30m  
 垂線間長 62.00m 型幅 10.00m 型深 5.20m 満載吃水 4.80m 満載排水量 2,188Kt  
 総噸数 986.21T 純噸数 481.19T 載貨重量 1,607.24Kt 貨物油艙容積 1,779.848m<sup>3</sup>  
 主荷油ポンプ 300m<sup>3</sup>/h・30m 2台 燃料油艙 5.3t 燃料消費量 3.5t/day 清水艙 57t  
 主機械 日本発動機製 S6 NU 38型 ディーゼル機関1基 出力(連続最大) 1,000BIP (325 RPM)  
 発電機 40KW, 15KW 各1台 送信機 75W 1台 受信機 全波 1台 速力(試運転最大) 12.693Kn  
 (満載航海) 11.0Kn 航続距離 3,500浬 船型 凹甲板型 乗組員 15名





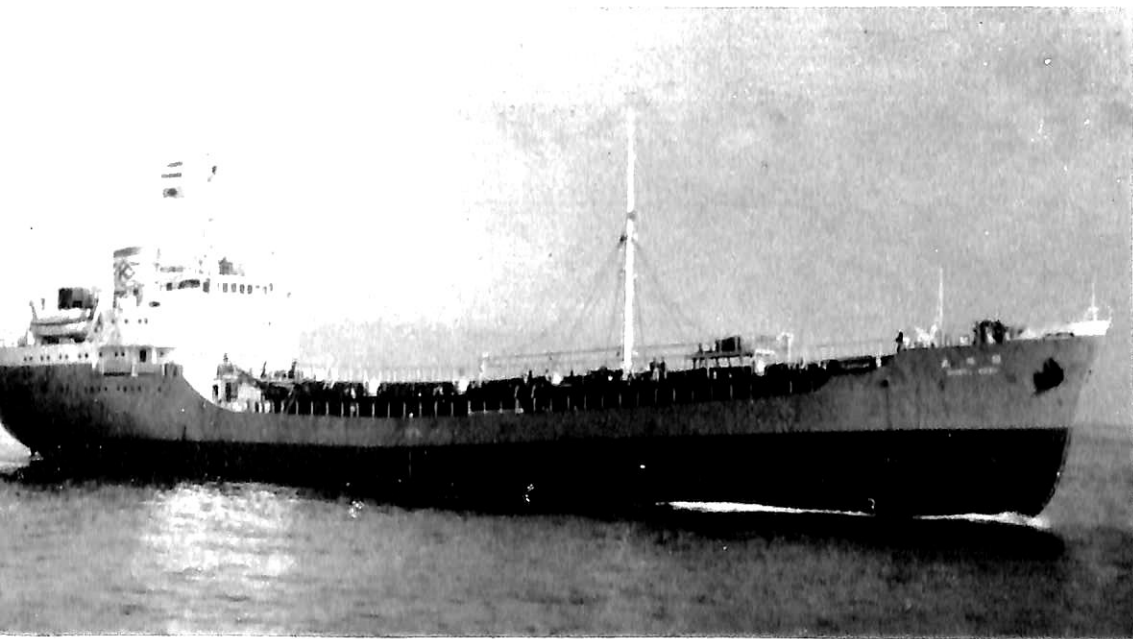


グンツングントゥル  
輸出貨物船 **GUNUNG GUNTUR**

船主	インドネシア共和国政府	起工	35-8-19	進水	35-10-16	竣工	36-2-8	全長	108.81m
船廠	ドック株式会社建造	型幅	16.00m	型深	8.00m	満載吃水	6.00m	満載排水量	8,127Kt
垂線間長	100.00m	純噸数	2,784.74T	載貨重量	5,647.173Kt	貨物艙容積	(ベール) 7,282.2m <sup>3</sup>	燃料油艙	479.5m <sup>3</sup>
総噸数	4,208.51T	艙口数	3	デリックブーム	5t×8, 10t×2	主機械	横浜 MAN K 5 Z 60/105 L型	ディーゼル機関	1基
(グリーン)	7,778 1m <sup>3</sup>	清水艙	518.5m <sup>3</sup>	主補汽罐	コ克蘭 罐1基	発電機	175 KVA	3台	
燃料消費量	11.14t/day	(135 RPM)		受信機	全波, 長中波, 短波, 各1台	速力	(試運転最大)	14.957Kn	
出力 (連続最大)	3,300BHP	航続距離	12,670浬	船級	LR	船型	凹甲板型	乗組員	59名
送信機	500W, 50W 各1台								
(満載航海)	13.25Kn								

油槽船 **銀 竜 丸** 小隆汽船株式会社  
GINRYU MARU

佐野安船渠株式会社建造	起工	35-10-28	進水	36-1-18	竣工	36-3-11	全長	96.01m	
垂線間長	90.00m	型幅	14.00m	型深	7.20m	満載吃水	6.362m	総噸数	2,915.08T
純噸数	1,652.87T	載貨重量	4,370Kt	貨物油艙容積	5,326.16m <sup>3</sup>	主機械	神発一三 菱長崎		
7 UET 39-65型 単動2サイクルトランクヒストン 過給機付ディーゼル機関1基						出力 (定格)	2,350BHP		
(260 RPM)	速力 (試運転最大)	13.04Kn	(満載航海)	12.3Kn	船級	NK	乗組員	39名	



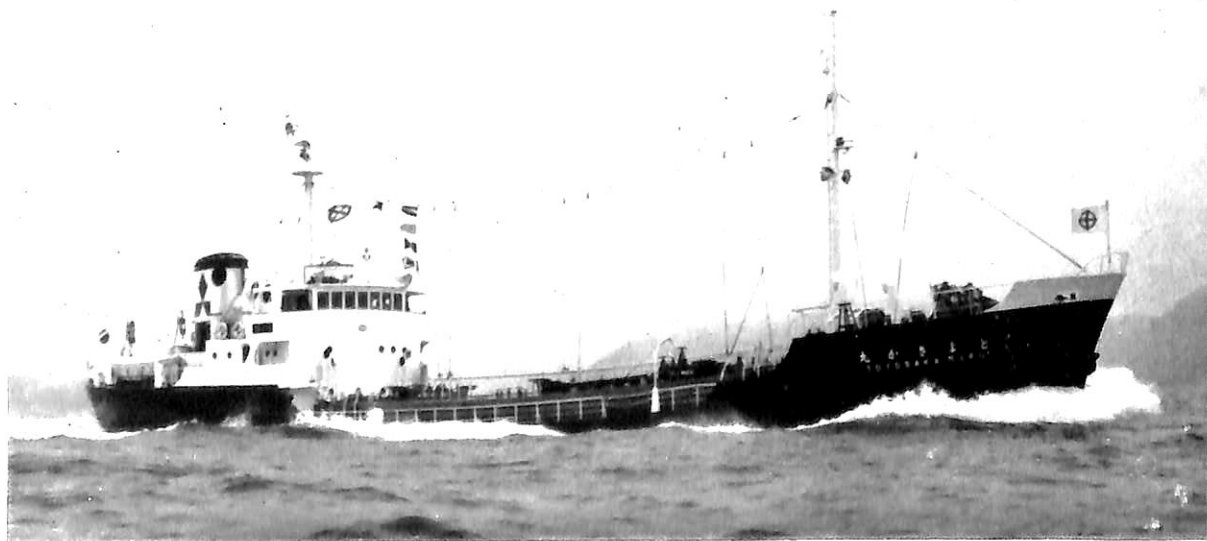


輸出油槽船 **タスマンシー**  
**TASMAR SEA**

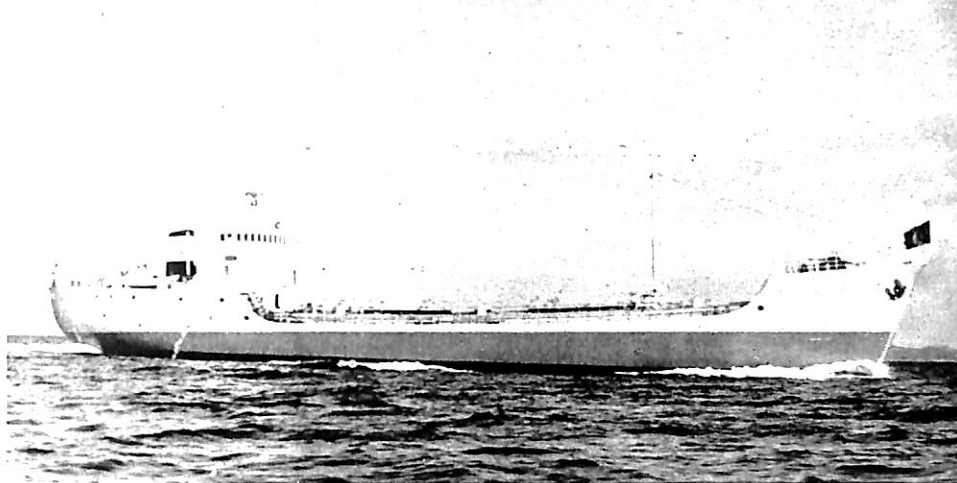
船主 Gulf Oil Corporation (America)  
 川崎重工業株式会社建造 起工 35-7-13 進水 35-12-19 竣工 36-3-25 全長 216.39m  
 垂線間長 205.00m 型幅 28.20m 型深 14.80m 満載吃水 11.102m 総噸数 24,700T  
 純噸数 17,300T 載貨重量 38,750Kt 貨物油艙容積 54,400m<sup>3</sup> 主荷油泵  
 ターボセントル 1.125m<sup>3</sup>/h × 8.8kg/cm<sup>2</sup> 2台 燃料油艙 4,665m<sup>3</sup> 燃料消費量 245g/BIP/h 清水艙 470m<sup>3</sup>  
 主機械 川崎重工製 H-165/175型 二段減速装置付炭気タービン1基 出力 (連続最大) 16,500BIP(110 RPM)  
 (定格) 15,000BIP (106.5 RPM) 主汽罐 川崎-BD-35-3型二胴水管罐2基 低圧蒸気発生器  
 (横型サブマージト直管式) 1基 発電機 700KVA × 450V 三相交流 60サイクル 2台 送信機中波 250W  
 短波 300W, 補助 40W 各1台 受信機 長中波, 中短波 各1台 救命艇用1台 速力 (試運転最大) 17Kn  
 (満載航海) 16.5Kn 船級 LR 船型 三島型 乗組員 63名 旅客 パイロット 2名

油槽船 **とよさか丸** 尾道造船株式会社  
**TOYOSAKA MARU**

尾道造船株式会社建造 起工 35-9-1 進水 35-12-17 竣工 36-2-9 全長 58.40m  
 垂線間長 53.00m 型幅 9.60m 型深 4.40m 満載吃水 4.172m 満載排水量 1,554.00Kt  
 総噸数 683.46T 純噸数 324.47T 載貨重量 1,049.90Kt 貨物油艙容積 1,265.64m<sup>3</sup> 主荷油泵  
 汽動堅型ウォーシントン式 200m<sup>3</sup>/h × 70m 2台 燃料油艙 39.05m<sup>3</sup> 燃料消費量 3.88t/day 清水艙 61.49m<sup>3</sup>  
 主機械 新潟鉄工所製 M6 DS型 単動 4サイクル 過給機付ディーゼル 機関 1基 出力 (連続最大) 950BIP  
 (320 RPM) 補汽罐 スコッチ型 (3.00 × 2.91) 発電機 15KW × 105V, 12KW × 105V 各1台  
 送信機 A<sub>1</sub>A<sub>2</sub> 150W, A<sub>1</sub> A<sub>2</sub> 50W 各1台 受信機 全波受信機 2台 速力 (試運転最大) 11.494Kn  
 (満載航海) 10.50Kn 航続距離 2,200浬 船級 NK 船型 四甲板型 乗組員 22名

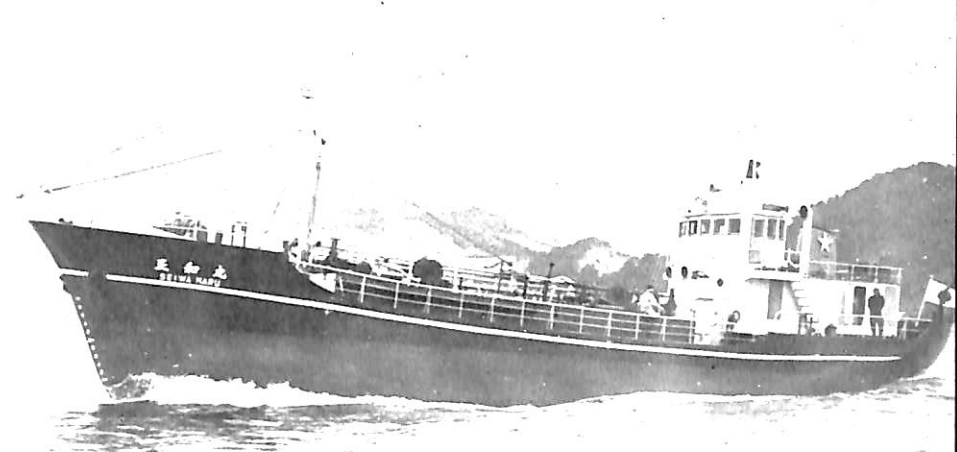


株式会社市川造船所建造  
 起工 35-10-13 進水 35-12-18  
 竣工 36-3-17 全長 57.50m  
 垂線間長 53.20m 型幅 8.90m  
 型深 4.45m 満載吃水 4.05m  
 総噸数 673.85T 純噸数 343.50T  
 載貨重量 1.085Kt  
 貨物油艙容積 1,284.44m<sup>3</sup>  
 主荷油ポンプ 8''×250m<sup>3</sup>/h - 2台  
 艙口数 8 デリックブーム 0.5t×1  
 燃料油艙 49.5m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 90.57kg/h  
 清水艙 46.5m<sup>3</sup>  
 主機械 阪神内燃機製 Z 6 VSH 型  
 ディーゼル機関 1基  
 出力 (連続最大) 825BIP (376 RPM)  
 発電機 39KVA, 10KVA 各 1台  
 送信機 50W 1台 受信機 全波 1台  
 速力 (試運転最大) 12.581Kn  
 (満載航海) 12.10Kn  
 航続距離 約 6,000 哩  
 資格 沿海区域第 3 級船  
 船型 長船尾楼型 乗組員 17名



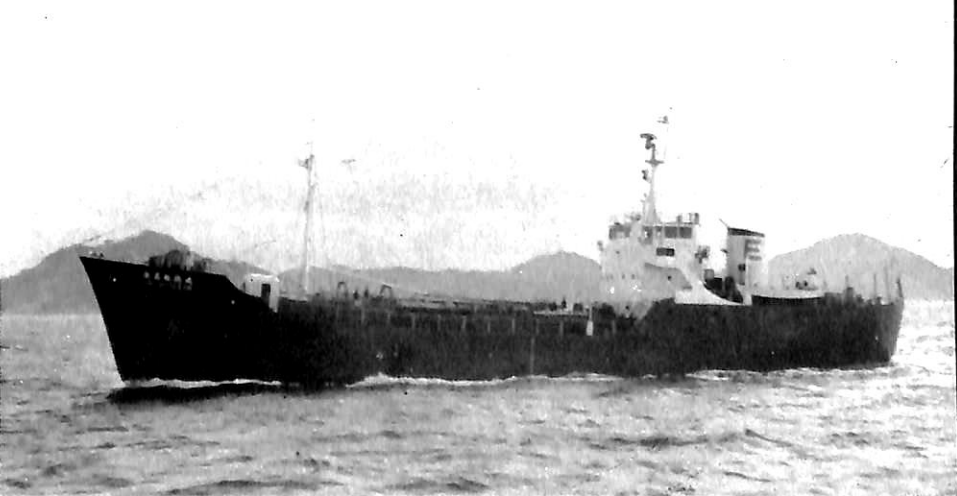
油 槽 船 第十一安栄丸 湯 浅 滋  
 ANEI MARU No. 11

三津浜造船株式会社建造  
 起工 35-10-22 進水 36-2-3  
 竣工 36-2-21 全長 33.49m  
 垂線間長 29.31m 型幅 6.60m  
 型深 3.10m 満載吃水 2.85m  
 満載排水量 410Kt 総噸数 190.86T  
 純噸数 102.96T 載貨重量 300Kt  
 貨物油艙容積 318.26m<sup>3</sup>  
 主荷油ポンプ 8'' - 1台  
 燃料油艙 7.4m<sup>3</sup> 清水艙 8.2m<sup>3</sup>  
 主機械 赤阪鉄工所製 ディーゼル  
 機関 1基 出力 (定格) 250BIP  
 (390 RPM) 発電機 3KW - 24V 1台  
 速力 (試運転最大) 10.30Kn  
 (満載航海) 9.24Kn  
 資格 沿海区域第 3 級船  
 船型 平甲板型 乗組員 6名

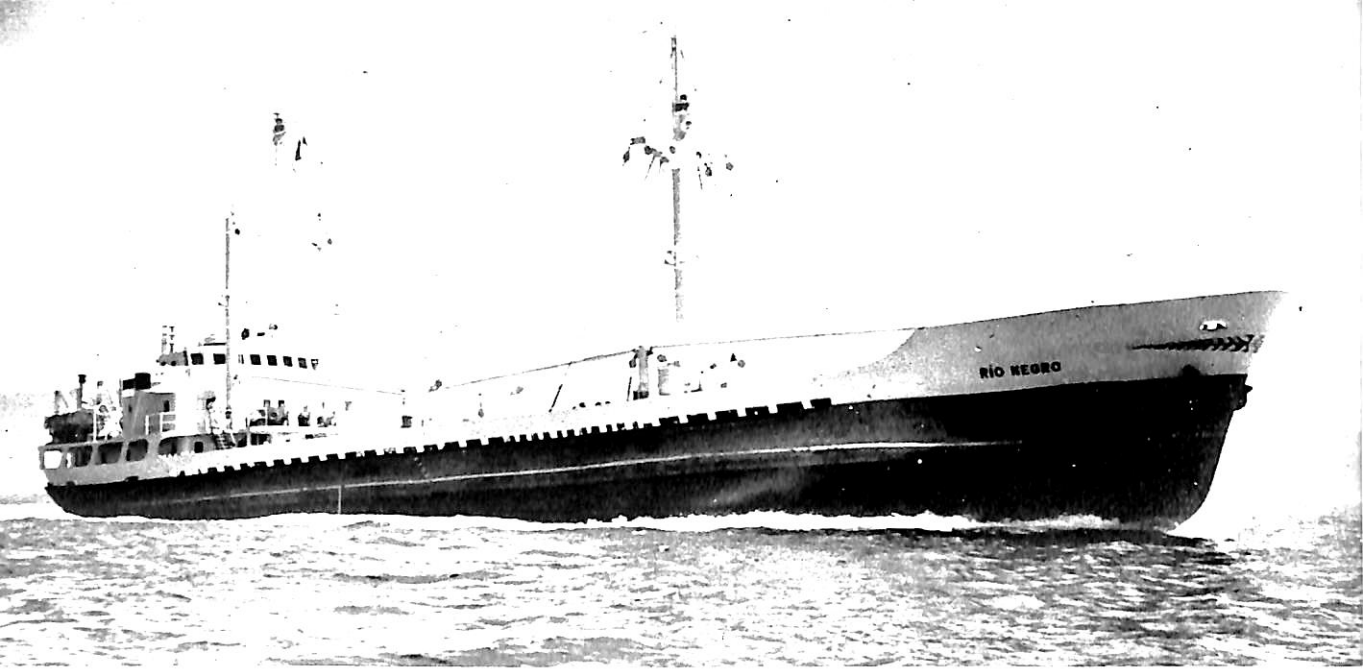


油 槽 船 正 和 丸 大阪運輸株式会社  
 SEIWA MARU

来島船渠株式会社建造  
 起工 35-8-4 進水 35-12-18  
 竣工 36-1-15 全長 53.20m  
 垂線間長 48.00m 型幅 9.00m  
 型深 4.30m 満載吃水 3.911m  
 満載排水量 1,200Kt  
 総噸数 598.77T 純噸数 272.66T  
 載貨重量 801Kt  
 貨物油艙容積 893.8m<sup>3</sup>  
 主荷油ポンプ 11m<sup>3</sup>/h - 50m 2台  
 燃料油艙 83.41m<sup>3</sup> 清水艙 59.20m<sup>3</sup>  
 主機械 日本発動機製 車動 4サイクル  
 ディーゼル機関 1基  
 出力 (定格) 650BIP (340 RPM)  
 発電機 7.5KW 110V 2台  
 速力 (試運転最大) 12.107Kn  
 (満載航海) 10Kn  
 航続距離 3,500 哩  
 資格 沿海区域第 2 級船  
 船型 凹甲板型 乗組員 16名

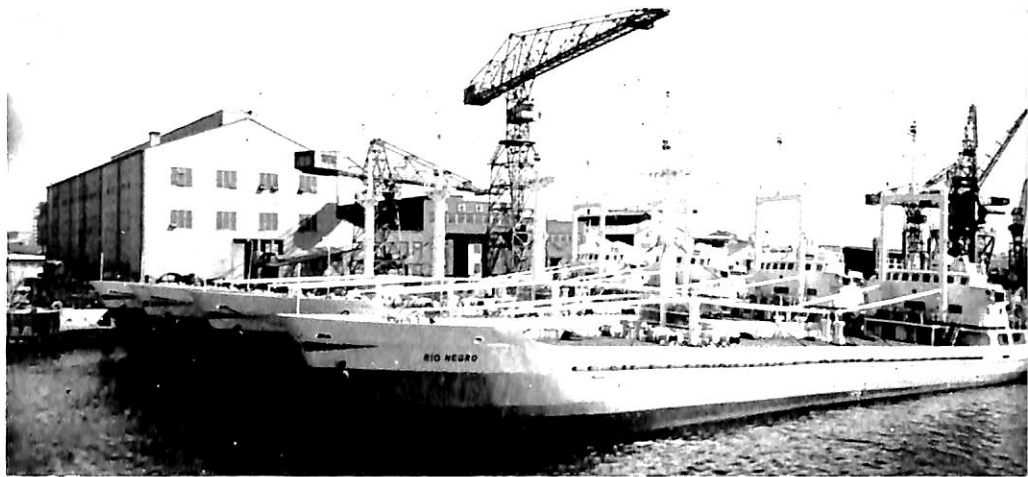


油 槽 船 第五年徳丸 年徳汽船株式会社  
 TOSHITOKU MARU No. 5



輸出貨物船  
リオネグロ  
RIO NEGRO

同型船  
PARANA  
YHAGUY  
COMUNEROS  
石川島播磨重工業株式  
会社 東京工場建造



船主 Flata Mercante del Estago (ハラクアイ)  
石川島播磨重工業株式会社東京工場建造  
起工 35-3-11 進水 35-6-17 竣工 36-3-15  
全長 73.00m 垂線間長 68.00m 型幅 12.00m 型深 4.20m 満載吃水 2.50m 総噸数 1,126.21T  
純噸数 728.58T 載貨重量 1,021.13Kt 貨物艙容積 (ペール) 1,616.03m<sup>3</sup> (グレーン) 1,740.58m<sup>3</sup>  
艙口数 3 デリックブーム 3t×4.5t×2 燃料油艙 56.22m<sup>3</sup> 清水艙 39.38m<sup>3</sup> 主機械 新潟鉄工所製  
M 6 DS型 単動 4 サイクルディーゼル機関 1 基 出力 (連続最大) 1,000BIP (320 RPM)  
発電機 82KW×230V 2台 送信機 50W 2台 受信機 長中波、中短波各 1 台  
速力 (試運転最大) 12.12Kn (満載航海) 9.7Kn 船級 LR 船型 一層甲板型 乗組員 19名

8

つの  
船舶塗料

- ビニレックス (塩化ビニール樹脂塗料)
- L.Z. プライマー (鉄面用下塗塗料)
- C.R. マリーンペイント (ノン、チョーキング型)  
(合成樹脂塗料)
- シアナミド・ヘルゴン (高度のさび止塗料)
- 槌印船舶用調合ペイント (船舶用特殊塗料)
- 槌印無水銀鉄船々底塗料 (鉄船々底塗料)
- タイカリット (防火塗料)
- ノン・スリップ (滑止塗料)

大阪市大淀区通江北 4  
東京都品川区南品川 4



日本ペイント

こう着防止に...

RIK センダイトメタル製

# 理研キーストンリング

クサビ型に加工してありますから図のように慣性力の一部がリングの張力を補い、またサイドクリアランスの変化によってこう着を防止します



理研ピストンリング工業株式会社

東京都港区芝南佐久間町1の46  
電話東京(501)5201番(代表)

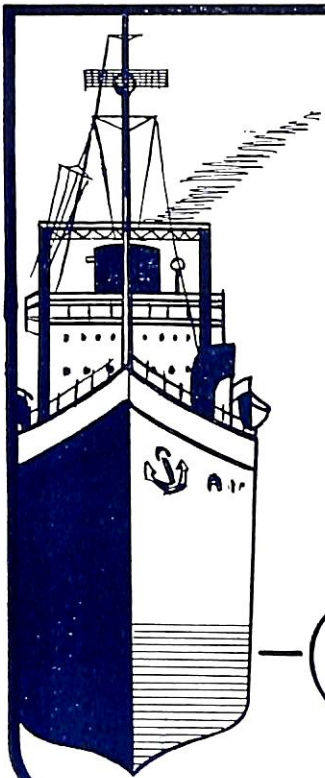


洗滌剤  
クリーン  
**KURI CLEAN**

重油添加剤  
トニック  
**KURI TONIC**

栗田化学工業株式会社

本社	Tel.	三田	(451)	9641	代表
大阪	支店	豊司	(37)	4561	5767
大九	州出張所	門本	(3)	0703	
横神	戸出張所	本三	(2)	1069	1226
名吉	古屋出張所	中吉	(3)	2563	
研	原研究所	原吉	(24)	2566	~9
		西		2226	
			(2)	4127	



船用の大型、ジーゼル機関用に使される材質  
で特に耐摩耗性及び耐折損性に優れています。

新強力鑄鉄

# ユーバロイ UBALLOY

ユーバロイリング材の機械的性質と  
他のリング材との比較

材質	引張り強さ kg/mm <sup>2</sup>	衝撃値 kg.m/cm <sup>2</sup>	弾性率 kg/mm <sup>2</sup>	硬 度 HB
ユーバロイ(Uballoy)	3.3以上	0.40以上	13,000±1,000	215±15
当社高級高炭素鋼材	2.7以上	0.25以上	11,500±1,000	215±15
普通鋼材	2.3以上	0.15	10,000±1,000	200±15

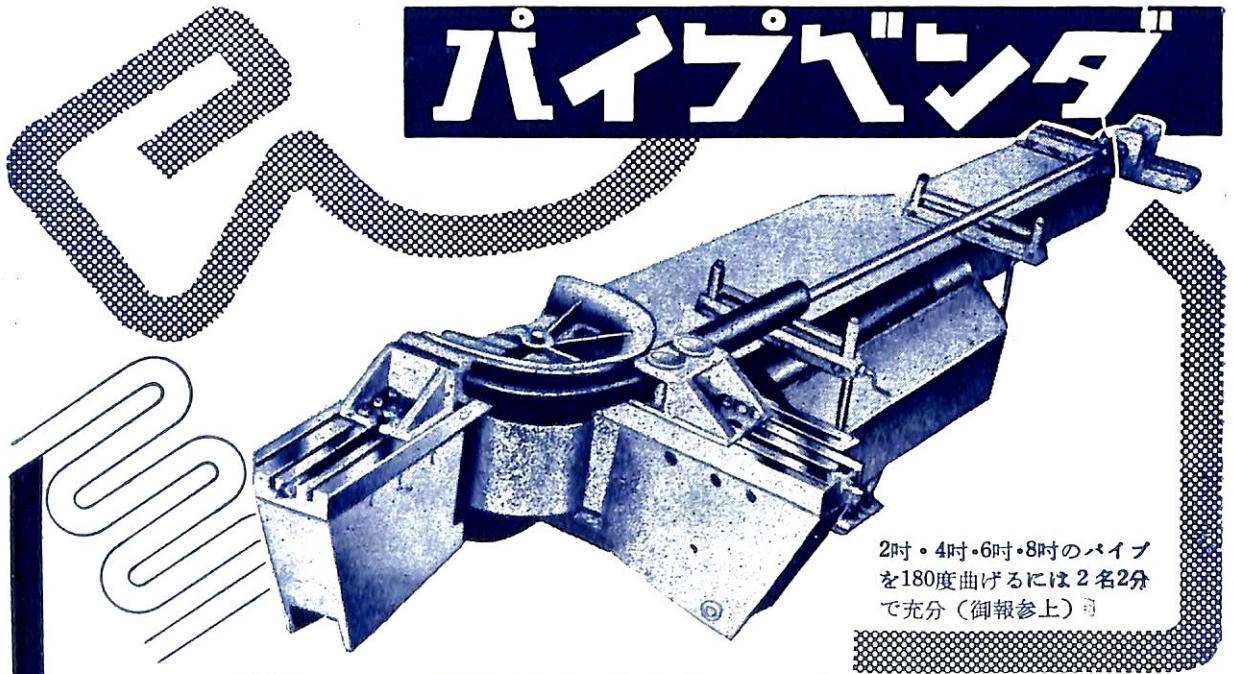
以上の表の様に優れたユーバロイ材質は日ピス独特  
のキューボラと高周波電気炉で2段熔解した製品で耐  
摩耗性を失なう事なく、耐折損にも強い優秀な製品です。



## 日本ピストンリング株式会社

東京都千代田区内幸町2の16 電話 東京(591)7411~9

# パイプベンダー



2吋・4吋・6吋・8吋のパイプ  
を180度曲げるには2名2分  
で充分(御報参上)可

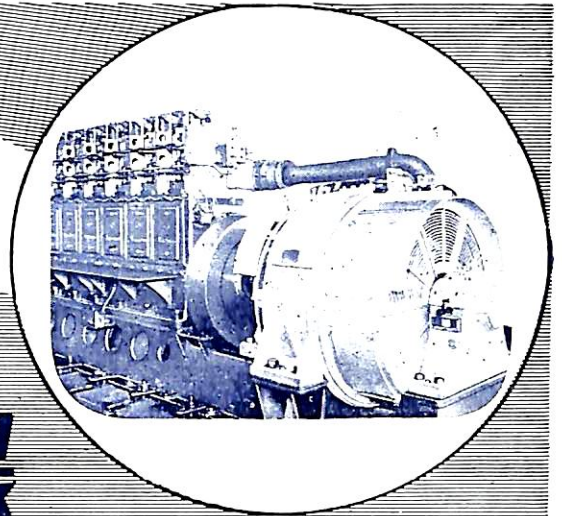


## 石川島芝浦タービン株式会社

本 社 東京都中央区宝町1-1 京橋(561)8736~9  
鶴見工場 横浜市鶴見区末広町2-4 鶴見(5)5131~5



中型専門メーカー  
100~3,000 KW



直流・交流  
発電機電動機

各種補機用電動機  
管制器及配電盤

直流電弧熔接機  
無線用電源電動発電機

東京電機製造株式会社

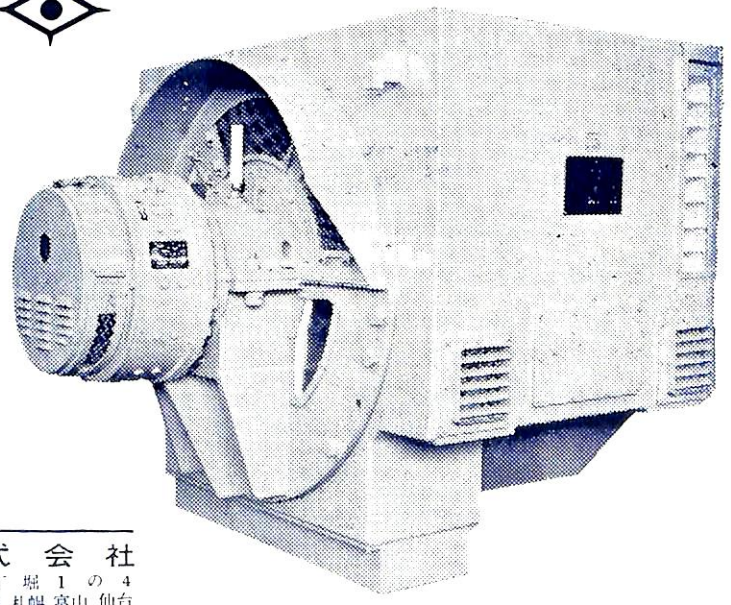
営業所 東京都文京区湯島天神町一ノ一〇五  
本社工場 土浦市中央高津九五〇  
出張所 下関市大和町33

電話東京(866) 4261~5  
電話(土浦) 910~2, 1287  
電話 5 3 5 7

神鋼 船用電気機器



自励・他励交流発電機  
直流発電機  
交流直流電動機  
交流ポールチェンジウインチ  
変圧器  
配電盤  
制御装置



神鋼電機株式会社  
本社 東京都中央区西八丁堀1の4  
営業所 東京 大阪 名古屋 神戸 小倉 広島 札幌 富山 仙台



富士マークの

# 船用潤滑油

ディーゼル船に——

船用ディーゼルエンジンオイル	1号
〃	2号
〃	3号
船用シリンダーオイル	1号
〃	2号
〃	3号
船用シリンダーオイル	450

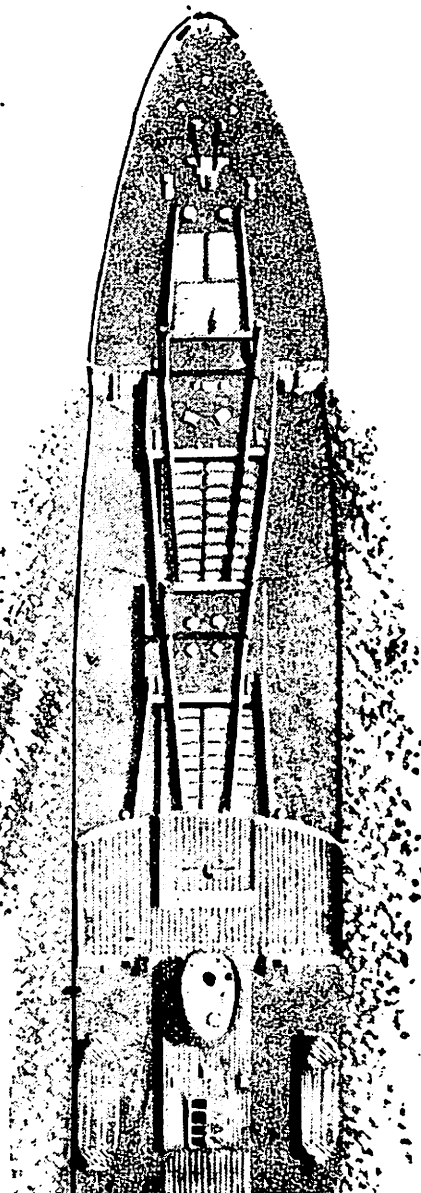
タービン船に——

特LT140タービン油 (過給機用)
特 180タービン油
特LT180タービン油

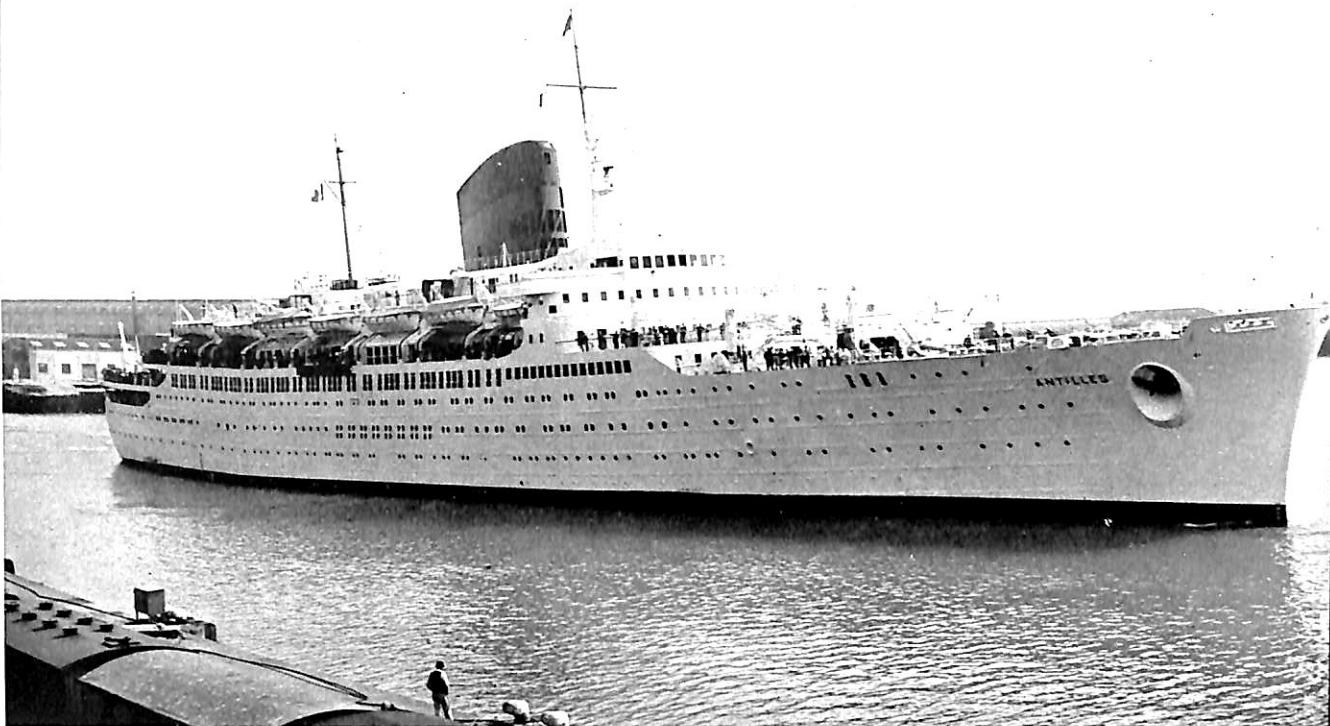
## 昭和石油

本社・東京・丸ノ内

札幌営業所	札幌市大通西5ノ11 (大五ビル)	電話(4)3121~5
仙台営業所	仙台市東1番丁11 (興銀東1番丁ビル)	電話(3)8187~8
東京営業所	東京都千代田区大手町2ノ4(新大手町ビル)	電話(211)1601~5
名古屋営業所	名古屋市中区南伏見町2ノ2	電話本局(23)7821~5
大阪営業所	大阪市北区梅田町27 (産経ビル)	電話大阪(36)代表 047
福岡営業所	福岡市天神町8 (西日本ビル)	電話福岡中(4)0566~8



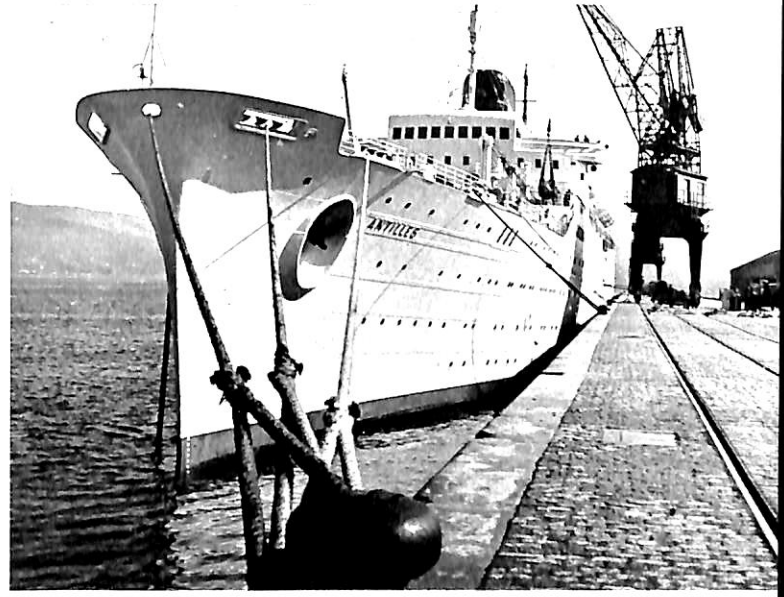




**SS ANTILLES (1953年)**

船主 COMPAGNIE GENERALE  
TRANSATLANTIQUE  
造船所 ARSENAL DE BREST  
(BREST NAVAL DOCKYARD)

全長	182.54 m	幅	24.40 m
総噸數	19,828 T	排水量	20,588 t
載貨重量	5,786 t	吃水	8.093m
就航速度	22 kn	出力	36,000 SHP
試運転出力	42,000 SHP		
主機	Rateau-Bretagne 2段減速蒸気タービン 2基		
主機出力	Penhoet 型水管缶 4基 (63kg/cm <sup>2</sup> , 480°C)		
主機電機	ターボ発電機	2,000kw×2	
	ディーゼル発電機	750kw×2	
	計	5,500kw	
旅客定員	1等	408名	
	キヤビン	282名	計 774名
	クルーズ	89名	
乗組員	393名		
貨物艙	4,120 m <sup>3</sup>	冷蔵艙	674 m <sup>3</sup>
Air Conditioning	完備		



**ANTILLES**

**姉妹船 FLANDRE (1952年)**

総噸數	20,477 t
1等	232名
1等キヤビンクルーズ	131名
1等クルーズ	380名
計	743名

First class embarkation  
entrance FLANDRE



S S ANTILLE

"First class lounge"

S S FLANDRE





S S ANTILLES

"First class dining room"

S S FLANDRE





S S ANTILLES

"First class smoking room"

S S FLANDRE



# SS ANTILLES

速水育三

フランス最大の海運会社である Compagnie Generale Transatlantique が西印度諸島への航路を開設したのは遠く1862年にさかのぼる古いものである。

第2次大戦後仏本国と両印度との直航船として FLANDRE と ANTILLES が新造されたのであるが、FLANDRE はニューヨーク航路に廻され、ANTILLES と在来船の COLOMBIE に冬期だけ FLANDRE の2往復を加えて毎月2回の定期を維持している。

煙筒と両橋は後方に傾斜し、上部構造とのプロポーションが美しく、近代の巡洋艦のような風爽さと軽快さをもつ外形は、さすがに NORMANDIE 以来の伝統をはずかしめないものがある。

上部構造、煙筒、橋、救命艇、換気装置敵いにはアルミが使用されている。船首尾の水線下形態は一部寄港地の狭い水面に対応して操縦性を高めるため、ハリの水槽で実験を行なって決定された。

## 【写真説明】

- 右上… “Salon”, first class suite
- 右中… “Bedroom” first class suite
- 右下… Captain's office
- 左下… One of first class cabin



## S S ANTILLES

フランス船の食堂は階段を慣用するが、本船もこの例外でなく、Aデッキの1等食堂には階段で導くことにしてある。214人は入れる食堂はドームを抜いて宏壯な印象を植えつけ、PearlのMarbleや大型の角窓、Oxydised silverのLacquer塗壁柱、前面のTapestryと後面のLacquer塗フレームでかこんだドラフト将棋盤形の大鏡などフランスのおほことでもいうべき特色が見出される。蛍光灯はドーム天井のTriplex硝子内にはめ込んで室内に柔かい照明を充溢させる。

1等ラウンジはParchment色の壁にSatin色のLacquerで上塗りし、Red lacquerのMouldingを添彩して壮麗に仕上げている。前端に壁画があり、後端の大鏡が奥行きを深く見せる。祭壇は鏡の前方に設け、Stained glassのスクリーンをめぐらすようにして来る。張出窓の外側は硝子張りのテラスで、洋上の景観に至便である。

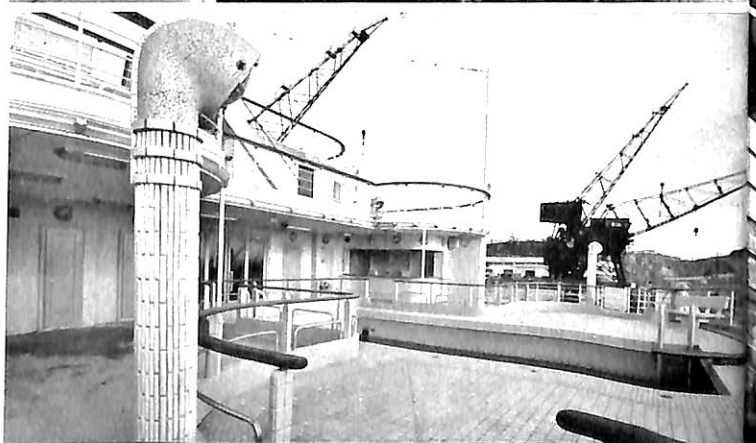
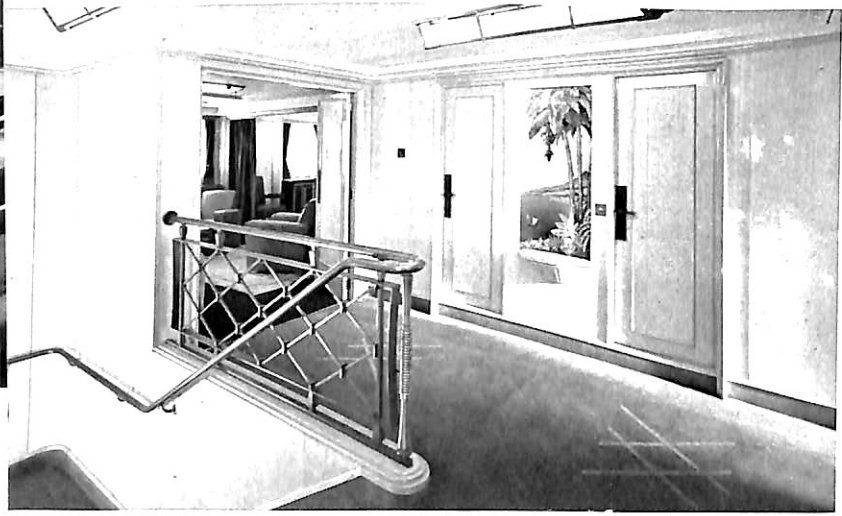
この公室の家具は磨き出しのWalnut材である。

### 【写真説明】

左上… First class writing room

左中… Entrance to Captain's suite

左下… First class staircase



右… Purser's office

右… 1st. class swimming pool

# S S FLANDRE

1等喫煙室の各壁間には Enamel 塗装の Ceramic plaque をかかけ、正面の羽目は薄肉彫である。ドームの側壁は Plaster で、人物などを描き出し、上方は Mould glass のタイルで飾ってある。

ダンスフロアは床を硝子張りとし、フロアの下から種々のスポットライトをあてて、踊る人々をくっきりと浮かび上がらせ、興をそそるようになっているのもフランスらしい好みである。

1等船室はほとんどアウトサイドで、バスアップまたはシャワーバスつき、特別室は2組で、ポードデッキにあり、サロン、寝室、浴室よりなっている。



## 【写真説明】

- 右上… 1st. class outside cabin
- 右中… 1st. class inside cabin
- 右下… 1st. class staircase
- 左上… “Salon”, 1st. class suite
- 左下… 1st. class private bar



【写真説明】

左上… 1st. class children's dining room

左下… 1st. class children's playroom

下… "Bath room" 1st. class suite



## イタリアの新巨船

速水育三

客船時代はすでに去ったという。たしかに各航空会社のジェット旅客機は増備につぐ増備である。しかし空とぶ旅客の伸張率もやや鈍ったようである。

一方、客船の新造もすすめられている。もし経営者に余程の自信がなければ、会社の死命を制しかねない龐大な資金を新造につきこむバカはないであろう。仏の Compagnie Generale Transatlantique は 70,000 総トンの FRANCE を艦装中であり、英の Cunard も 75,000 総トンの QUEEN MARY 代船を 6 大造船所の入札に附する運びとなる。いずれも 300 億円を下らない大事業である。しかも第 2 船のプランは必ずと見られているのである。

伊の Italia Societa di Navigazione は昨年 33,000 総トンの LEONARDO DA VINCI を旗船としたばかりであるのに、より高速でより大型の客船 2 隻を建造することに踏切った。会社は私の再三の申入れをも無視してその輪郭を明らかにすることを拒んだが、漸く 2 月 20 日の公式発表を私の許に送達してくれた。

通暁によると、2 隻は新聞その他に伝えられたよりも大きく、42,500 総トンで、速力は 27 ノットを出し、イタリア・ニューヨーク間を 7 日以内で連絡する。1960 年 9 月 8 日を期して Genova Sestri の Ansaldo 造船所および Trieste の Cantiere Riuniti dell'Adriatico, San Marco 造船所で同時に起工し、1963 年夏までに完工す

ることを目標としている。船客は 1 等 500 名、キャビン、ツーリストで 1,300 名を搭載する予定で、Air Conditioning を施工し、Denny-Brown の Stabilizer を据付ける。

日本人の大半には陳腐とよりうつろないらしいスチーム・タービン船で、英、仏、米、蘭の大客船同様その選定は極めて適切である。私のようなものでさえ、一々打消しの煩に堪えないほど日本にはディーゼルを信奉する一般人が多くて、たとえ海外の客船であろうと、貨物船であろうと新造船の主機はディーゼルという誤解をもつ人が船舶工学以外の技術者にも少なくないのはなぜであろうか。

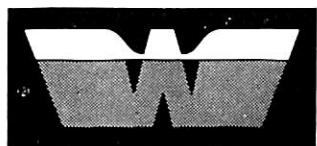
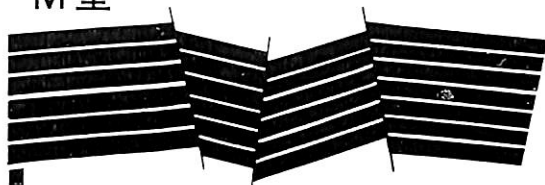
San Marco 造船所での起工式





# 船用 調整、雑用コンプレッサー

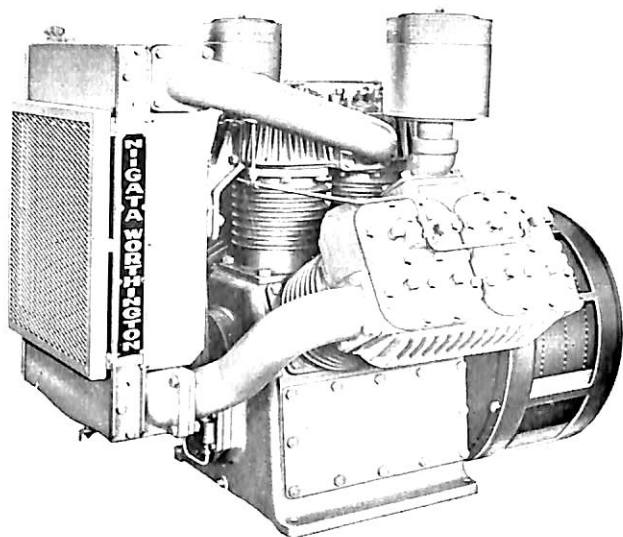
M型



**WORTHINGTON**

Products that Work for Your Profit

詳細は弊社にお問合せ下さい。



技術提携

**新潟ウオシントン株式会社**

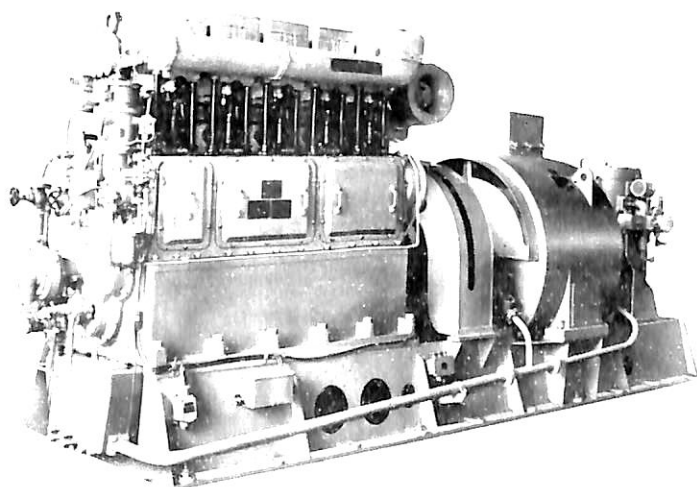
本社：東京都港区赤坂新坂町45（赤坂国際館）  
電 4 0 1 - (代) 2137・4 0 8 - 3843・3883

営業所：大阪・名古屋・下関・福岡・仙台・札幌

**DAIHATSU**

ディーゼル機関

25-1500馬力



ダイハツ工業株式会社

本社  
大阪市淀川区大南2丁目3 電話 452551  
東京  
東京都中央区日本橋本町2丁目7 電話 241301  
福岡  
福岡市馬場新町7-4 電話 25061  
札幌  
札幌市南七条西3丁目7 電話 33171  
名古屋  
名古屋市中区大池町2丁目33 電話 324398

性能と  
耐久力が好評です

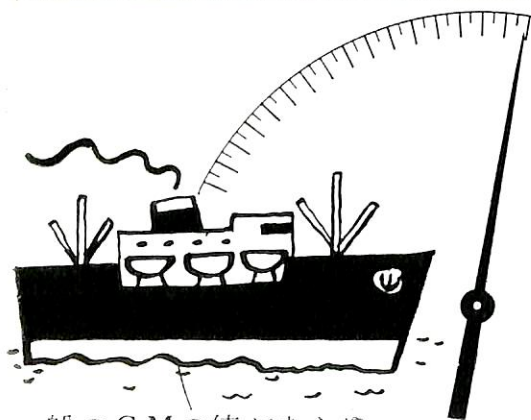
一九〇七年 いちはやく内燃機関の国産化をめざして発足したダイハツ工業はこのながい経験と最新の技術をつルに生かして、すぐれた性能と耐久力をもつダイハツ船用ディーゼル機関を斯界に提供しております

音響測深機  
レーダー  
ロラン  
SSB  
風向風速計

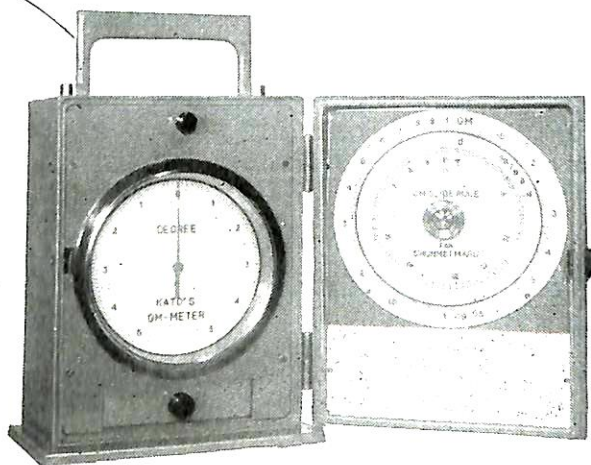
海上電機株式会社

本社 東京都千代田区神田錦町 1~19  
電話東京(291)2611~3, 8181~3

加藤式 GM 計測器



船のGMの値があらゆる積荷状態に対して  
極めて簡単に  
極めて迅速に  
極めて正確に  
得られます

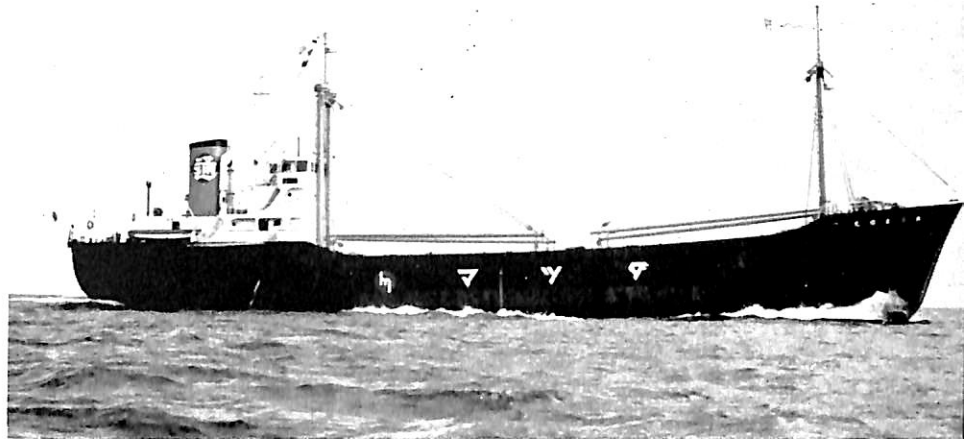


東京大学加藤弘教授御指導

株式会社 石原製作所

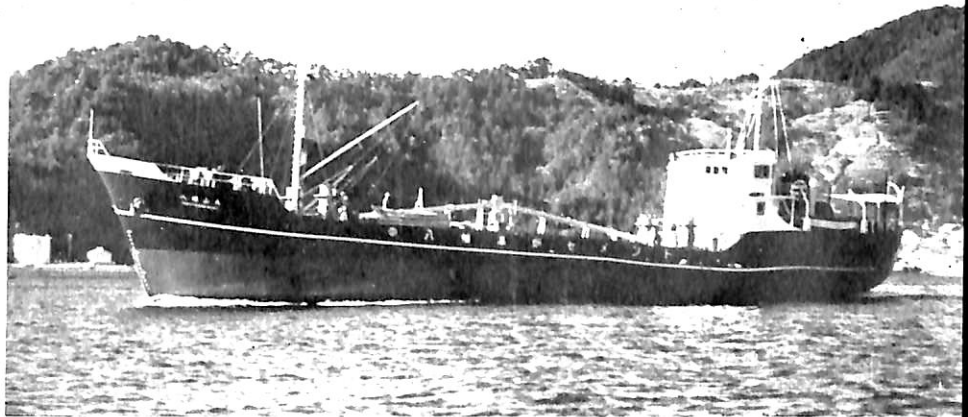
東京都練馬区中村町 3-818  
電話 練馬 (991) 1887 番

尾道造船株式会社 建造  
 起工 35-8-26 進水 35-11-18  
 竣工 36-1-18 全長 68.06m  
 垂線間長 62.00m 型幅 10.40m  
 型深 5.50m 満載吃水 4.88m  
 満載排水量 2,317.00kt  
 総噸数 999.97T 純噸数 495.10T  
 載貨重量 1,642.50Kt  
 貨物艙容積(ベール) 1,748.23m<sup>3</sup>  
 (グリーン) 1,896.16m<sup>3</sup> 艙口数 1  
 デリックブーム 5t×4  
 燃料油艙 55.02t  
 燃料消費量 3.44t/day 清水艙 52.08t  
 主機械 木下鉄工所製 6UBKJHS 型  
 電動 4サイクル 過給機付 ディーゼル  
 機関1基  
 出力(連続最大) 1,100BHP (320RPM)  
 補汽缶 スコッチ缶 1基  
 発電機 15KW×105V, 12KW×105V  
 各1台 送信機 50W 1台  
 受信機 全波 1台  
 速力(試運転最大) 13.345Kn  
 (満載航海) 11.5Kn  
 航続距離 4,140浬 船級 NK  
 船型 凹甲板型 乗組員 27名



貨物船 第三金福丸 西日本埠頭海運株式会社  
 KINPUKU MARU NO.3

株式会社 神田造船所 建造  
 起工 35-5-25 進水 35-10-29  
 竣工 35-11-5 全長 49.80m<sup>半</sup>  
 垂線間長 45.00m 型幅 8.20m  
 型深 4.00m 満載吃水 3.60m  
 満載排水量 995Kt 総噸数 480.77T<sup>半</sup>  
 純噸数 280.33T 載貨重量 718.5Kt  
 貨物艙容積(ベール) 692.97m<sup>3</sup>  
 (グリーン) 733.02m<sup>3</sup>  
 デリックブーム 0.5t×1 燃料油槽  
 24.18m<sup>3</sup> 燃料消費量 2.24t/day  
 清水艙 24.09m<sup>3</sup>  
 主機械 阪神内燃機製 Z6 VS 型過給機  
 付ディーゼル機関1基  
 出力(連続最大) 650BHP (361RPM)  
 発電機(主) 5KW×105V  
 (補) 3KW×105V 各1台  
 速力(試運転最大) 12.39Kn  
 (満載航海) 11.51Kn 航続距離 2,300浬  
 資格 沿海区域第3級船  
 船型 凹甲板型 乗組員 12名



貨物船 八幡山丸 山陽海運株式会社  
 YAWATASAN MARU

大日本塗料

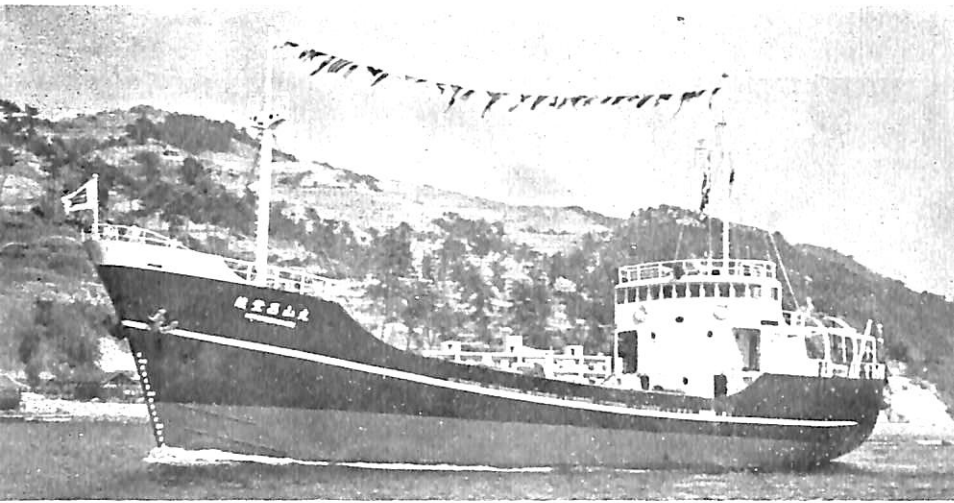
特許防錆塗料

ズボイド



本社 大阪市此花区西野下之町38  
 支店・営業所 東京・札幌・仙台・新潟・静岡・名古屋  
 神戸・岡山・高松・広島・福岡  
 工場 大阪・横浜・茅ヶ崎・平塚

型録進呈

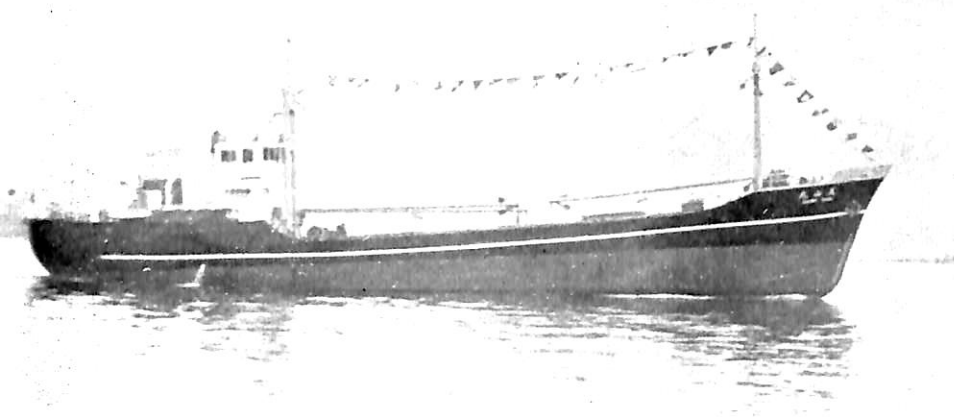


車輛運搬船

能登呂山丸  
NOTOROZAN MARU

西能汽船株式会社

中山造船株式会社 建造  
 起工 35-8-15 進水 36-2-16  
 竣工 36-2-25 全長 46.85m  
 垂線間長 42.00m 型幅 7.20m  
 型深 3.70m 満載吃水 3.35m  
 満載排水量 793.37Kt 総噸数 385.93T  
 純噸数 210.11T 載貨重量 530Kt  
 貨物艙容積(ベール) 605.33m<sup>3</sup>  
 (グリーン) 636.98m<sup>3</sup>  
 燃料油艙 14.2m<sup>3</sup> 清水艙 19.0m<sup>3</sup>  
 主機械 松江内燃機製 Z6 MD-30 型  
 ディーゼル機関1基  
 出力(連続最大) 600BIP (370RPM)  
 発電機 3KW 1台  
 速力(運転最大) 12.47Kn  
 (満載航海) 12Kn  
 資格 沿海区域第3級船  
 船型 四甲板型 乗組員 12名



貨物船

天山丸  
TENZAN MARU

迫田道助

株式会社 宇品造船所 建造  
 起工 35-9-19 進水 35-12-2  
 竣工 35-12-15 全長 46.25m  
 垂線間長 41.00m 型幅 7.50m  
 型深 3.60m 満載吃水 3.30m  
 満載排水量 727Kt 総噸数 361.29T  
 純噸数 199.91T 載貨重量 526.556Kt  
 貨物艙容積(ベール) 628.859m<sup>3</sup>  
 (グリーン) 687.261m<sup>3</sup>  
 デリックブーム 3t×3  
 燃料油艙 19.630m<sup>3</sup> 燃料消費量  
 2.192t/day 清水艙 23.458m<sup>3</sup>  
 主機械 阪神内燃機製 Z6 DNSH 型  
 ディーゼル機関1基  
 出力(連続最大) 580BIP (370RPM)  
 発電機 5KW 1台  
 速力(試運転最大) 12.72Kn  
 (満載航海) 11.22Kn  
 航続距離 2,387浬  
 資格 沿海区域第3級船  
 船型 船尾橋付船尾機関室  
 乗組員 10名

理想的断熱材

**イソフレックス**  
**ISOFLEX**

各種船舶の冷蔵艙・漁艙に最適

K20タイプ・Bタイプ  
KABタイプ・KBタイプ

用 冷凍艙・魚 艙・冷蔵室・凍結室 特 怪 量・難 燃 耐 水  
途 防 音・吸音材・冷蔵貨車・タンク車 長 耐久性大・施工容易・吸 音

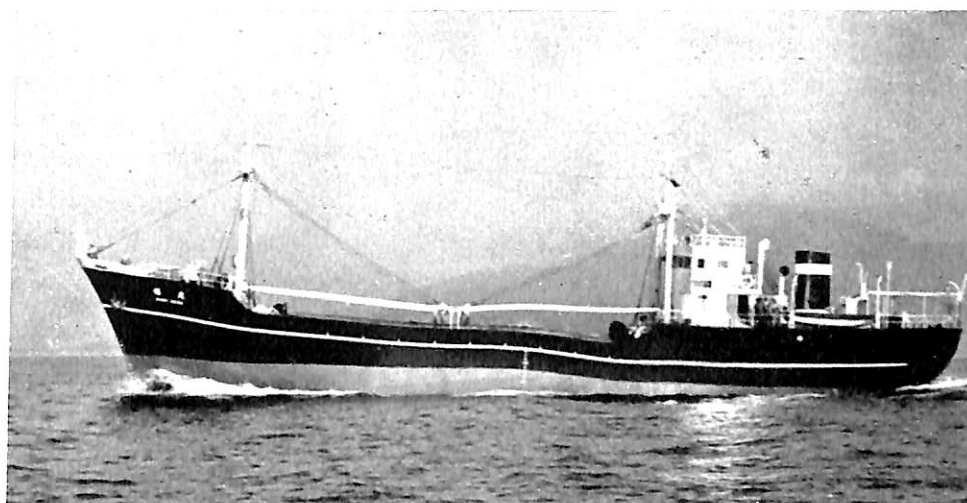
ロイド船級協会承認済

カタログ進呈

**日本冷蔵株式会社**

東京都中央区浜町3-8 電話(551)2101・1121

波止浜造船株式会社 建造  
 起工 35—9—24 進水 35—11—6  
 竣工 35—12—15 全長 47.55m  
 垂線間長 42.00m 型幅 7.60m  
 型深 3.70m 満載吃水 3.40m  
 満載排水量 776Kt 総噸数 395.02T  
 純噸数 234.83T 載貨重量 555.00Kt  
 貨物艙容積(ベール) 694.90m<sup>3</sup>  
 (グリーン) 728.49m<sup>3</sup> 艙口数 1  
 デリックブーム 3t×4  
 燃料油艙 26m<sup>3</sup> 燃料消費量 2.5t/day  
 清水艙 19m<sup>3</sup>  
 主機械 日本発電機製 単動4サイクル  
 ディーゼル機関1基  
 出力(連続最大) 700BHP (350RPM)  
 発電機 5KW, 2KW 各1台  
 速力(試運転最大) 11.912Kn  
 (満載航海) 11Kn 航続距離 2,500浬  
 船型 四甲板型 乗組員 12名



貨物船 楠丸 富島商運株式会社  
 KUSU MARU

株式会社 神田造船所 建造  
 起工 35—9—7 進水 35—12—17  
 竣工 36—1—1 全長 50.995m  
 垂線間長 46.00m 型幅 8.40m  
 型深 4.20m 満載吃水 3.75m  
 満載排水量 1,121.50Kt  
 総噸数 495.70T 純噸数 258.54T  
 載貨重量 781.50Kt  
 貨物艙容積(ベール) 889.3m<sup>3</sup>  
 (グリーン) 975.4m<sup>3</sup> 艙口数 1  
 デリックブーム 5t×4  
 燃料油艙 38.30m<sup>3</sup> 燃料消費量  
 2.415t/day 清水艙 35.51m<sup>3</sup>  
 主機械 日本発動機製 S6 NV325 型  
 ディーゼル機関1基  
 出力(連続最大) 700BHP (350RPM)  
 発電機 5KW×105V, 3KW×105V  
 各1台 速力(試運転最大) 12.19Kn  
 (満載航海) 11.00Kn  
 航続距離 4,000浬  
 資格 沿海区域第3級船  
 船型 四甲板型 乗組員 15名



貨物船 第十六 太陽丸 太陽運輸株式会社  
 TAIYO MARU NO. 16

特徴

- (A) 社内試験の徹底的  
履行
- (B) アフターサービスの  
充実
- (C) 価格の需要家本位
- (D) 納期の確実な履行

R.V

配電盤用  
STW. STWP

船舶用 ケーブル  
N.K. AB. BV 規格

E c X

クローブレン  
DNP. TNP. FNP

販売方式

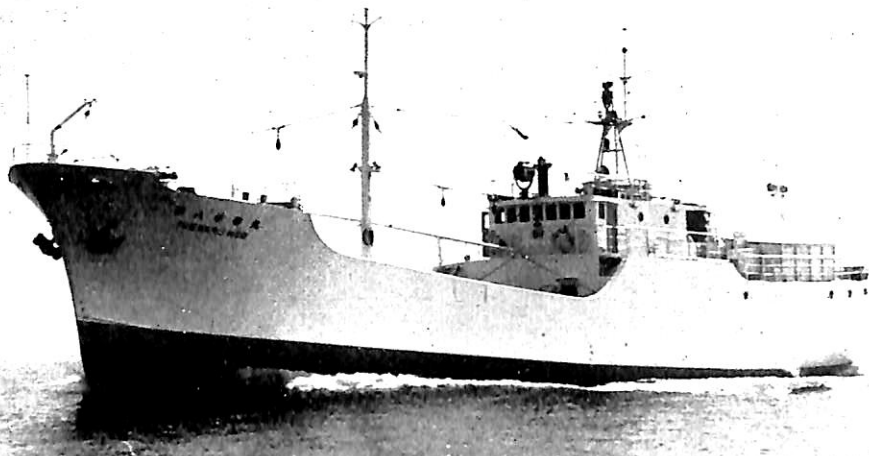
Order. & Sell  
System

ヒエン電工株式会社

(旧社名 大阪被鉛電線工業)

本社工場 大阪府堺市松屋町1~126 TEL 堺(2) 1258  
 大阪営業所 大阪市西区江戸堀北通2~3新岬ビル TEL (44)1801, 3701  
 東京支店 東京都中央区新富町3~8 TEL (551) 4849  
 福岡営業所 福岡市柳原町1~23 TEL (4) 6884





鮪漁船

第八伊勢丸  
ISE MARU NO. 8

二川清太郎

株式会社 白杵鉄工所 建造  
 起工 35—12—8 進水 36—1—1  
 竣工 36—3—3 全長 43.90m  
 垂線間長 39.50m 型幅 7.50m  
 型深 3.60m 総噸数 289.13  
 魚艙容積 335m<sup>3</sup> 燃料油艙 144m<sup>3</sup>  
 清水艙 15.5m<sup>3</sup>  
 主機械 新潟鉄工所製 ディーゼル機関  
 1基 出力(連続最大) 650BHP  
 発電機 80KVA, 20KVA 各1台  
 速力(試運転最大) 12.17Kn  
 (満載航海) 10.5Kn 乗組員 28名

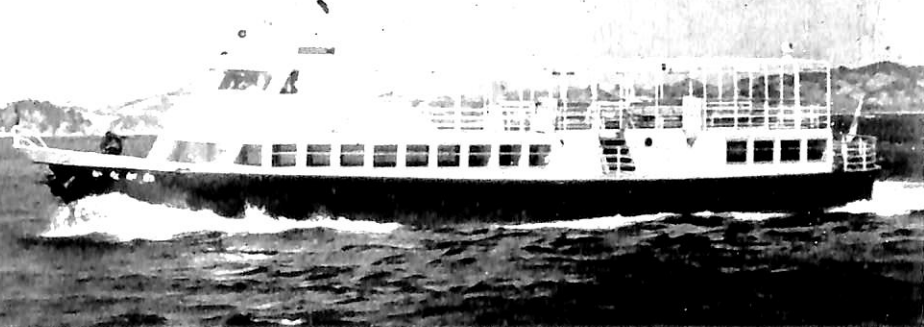


漁船

第十五天祐丸  
TENYU MARU NO. 15

三浦政勝

株式会社 白杵鉄工所 建造  
 起工 35—12—18 進水 36—1—2  
 竣工 36—2—23 全長 43.90m  
 垂線間長 39.00m 型幅 7.50m  
 型深 3.60m 総噸数 289.47  
 魚艙容積 340.516m<sup>3</sup>  
 燃料油艙 125.645m<sup>3</sup>  
 清水艙 15.566m<sup>3</sup>  
 主機械 新潟鉄工所製 M6F31S型  
 ディーゼル機関1基  
 出力(連続最大) 650BHP  
 発電機 80KVA, 20KVA 各1台  
 送信機 250W, 75W 各1台  
 受信機 全波 1台  
 速力(試運転最大) 11.5Kn  
 (満載航海) 9.775Kn  
 乗組員 30名



客船

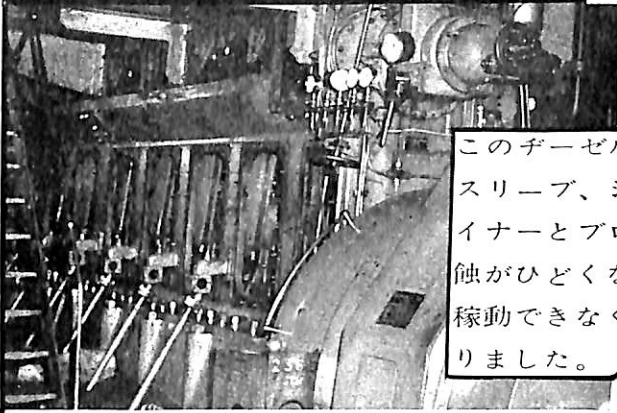
かながわ  
KANAGAWA

横浜ポートサービス  
株式会社

三津浜造船株式会社 建造  
 起工 35—12—14 進水 36—3—  
 竣工 36—3—10 全長 25.68  
 垂線間長 23.00m 型幅 5.50  
 型深 2.50m 満載吃水 1.35  
 満載排水量 93.00Kt  
 総噸数 99.00T 純噸数 59.94  
 燃料油艙 10.52m<sup>3</sup> 清水艙 4.40m<sup>3</sup>  
 主機械 ヤンマーディーゼル製 6MS  
 ディーゼル機関1基  
 出力(連続最大) 180BIP (600RPM)  
 発電機 3KW 1台  
 速力(試運転最大) 11.97Kn  
 (満載航海) 10.52Kn  
 資格 平水域第3級船 乗組員 2  
 航路—横浜港内遊覧船

# デブコン

このディーゼル発電機の修理に使いました\*  
(\*同様の修理はNYK浅間丸)

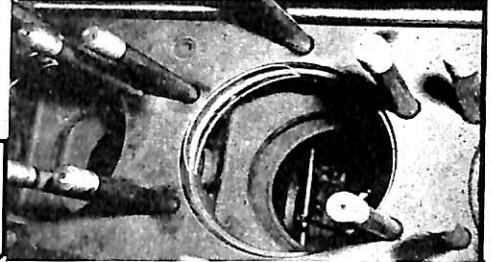


このディーゼル発電機は、スリーブ、シリンダーライナーとブロックとの腐蝕がひどくなり、稼動できなくなりました。

デブコンの効用は、米海軍Buship Journal, 1959年1月号に要訳されています。いま直ぐその訳文並びにデブコン応用例パンフレットを御請求下さい。

デブコンは各港の著名船具店でお求め下さい。デブコンは世界中の主要港で売っています。外航船には海外代理店名簿をお送りします。

プラスチック・スチールA(パテ状)\*を腐蝕部に塗り、2時間硬化させてから、平滑に研磨しました。加熱・熔接もしません。修理後2年、現在でもこのプラントは完全な運転を続けています。  
(\*登録商標)



米海軍のアプローブした(Mil Spec. MIL-C-15202)現在世界で最も強く頑丈で最も万能な永久修理用材料。

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・ギアの変更等、送油・送水中にでも修理でき、しかも修理は永久的です。

日本アイ・イー・シー株式会社

東京都中央区銀座4-5(三原ビル) 電話(561)7748, 7751  
大阪市北区相筈町9(大和ビル) 電話(36) 8498

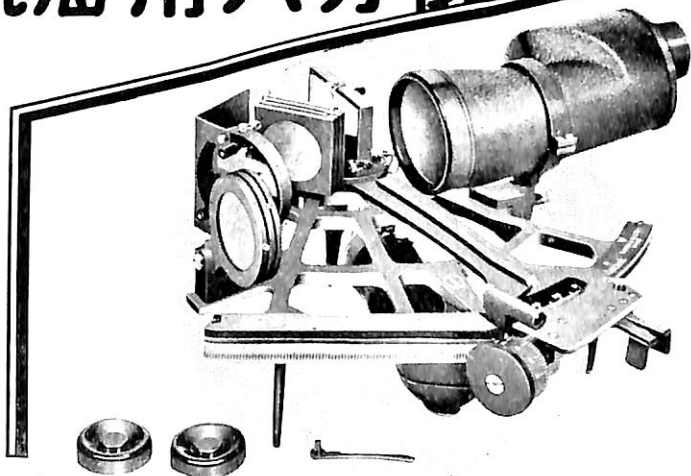
安全なる航海は正確なる器械による



## 航海用六分儀

営業品目

海三潮風ト  
図用杆  
万能分速  
製図器  
度  
リム  
ローテター  
メテグラー  
ニメター



632-D

登録商標

株式会社  
玉屋商店

本社 東京都中央区銀座4-4 電・京橋(561) 3829-4271-7723-2805-5560-8270  
支店 大阪市南区順慶町4-2 電・船場(25) 3328-5121  
工場 東京都大田区池上本町2-2 電・池上(751) 0346-0728

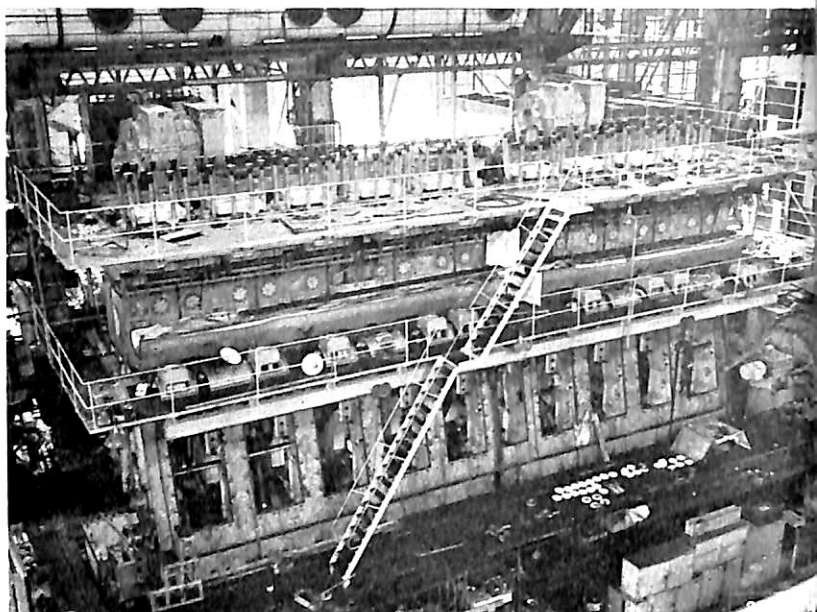
## 三菱UEディーゼル機関

### 大型第1号機 9UEC<sup>85</sup>/<sub>160</sub>型

三菱造船長崎造船所では太平洋海運第16次計画造船のタンカー（DW48, 200t）を去る3月28日起工した。本船に搭載される主機は同社で新しく開発された大型UE機関第1号機 9UEC<sup>85</sup>/<sub>160</sub>型 16,500PSである。

本機の主要目等はつぎの通りである。

シリンダ径 850mm  
 行程 1,600mm  
 分毎回転数 120rpm  
 正味平均有効圧力 8.26kg/cm<sup>2</sup>  
 高さ（クランク軸中心より上） 8,680mm  
 ク（ク 中心より下） 1,650mm  
 台板幅 4,000mm  
 全幅 6,500mm  
 ビストン引抜高さ（クランク軸中心より） 10,700mm



建造中の 9UEC 85/160 型 第1号機

シリンダ数	定格出力 PS	重量 t	全長 mm
6	12,000	452	13,790
7	14,000	524	15,340
8	16,000	596	16,890
9	18,000	668	18,440
10	20,000	740	19,990
12	24,000	888	23,090



## くれない丸の新しいバルバス・バウ

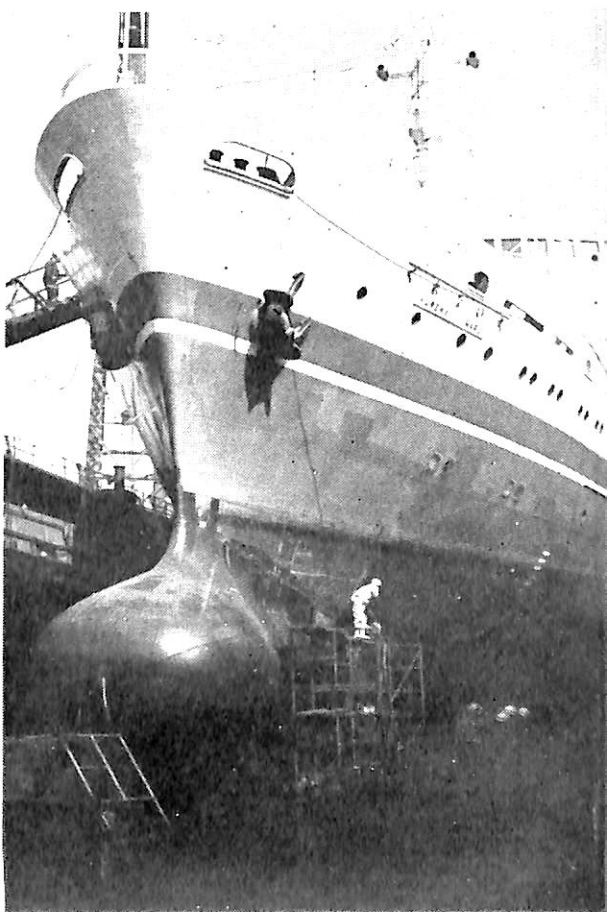
関西汽船瀬戸内海航路の高速客船くれない丸は、本年2月中旬より下旬にかけて新三菱重工業神戸造船所にて、かねてから予定されていた造波抵抗を減らす新しいバルバス・バウ（球状船首）に改造され、3月13～16日にその試運転が行なわれた。

この新型船首は新三菱重工業が昭和35年度科学技術試験研究補助金を受けていた「高速客船くれない丸球状船首の効果に対する模型ならびに実船試験」の研究により装着されたもので、東大乾教授の考案になる Waveless hull form と同じ形式であるが、吃水の関係でやや小さ目につくられている。

従来の同船の球状船首は約4%のものであったが、今回のものは約10%に増し、球状船首の突出部の長さは約3m、幅3m、高さ2.5mである。

試運転の結果は航海速力18knで造波抵抗が約20%減少したといわれる。

写真はドックにて改造中のくれない丸の新しい球状船首







## フリーピストン曳船 飛竜丸

日本鋼管株式会社鶴見造船所建造

船級資格 沿海区域第3級船 船型 全通平甲板型  
 総噸数 240.11T 全長 32.46m 垂線間長 29.00m  
 幅(型) 8.50m 深さ(型) 4.30m  
 計画満載吃水(型) 3.00m  
 主機型式 フリーピストン・ガスタービン機関 2基  
 (NKK-SIGMA-RATEAU型)

連続最大出力 1,000SHP×2軸  
 ガス発生機 2台(NKK-SEP/SEME/SIGMA)  
 GS-34型 出力 1,250GIP 2台  
 製造所 日本鋼管鶴見造船所  
 ガスタービン (NKK-RATEAU)  
 4段シングルドラム型

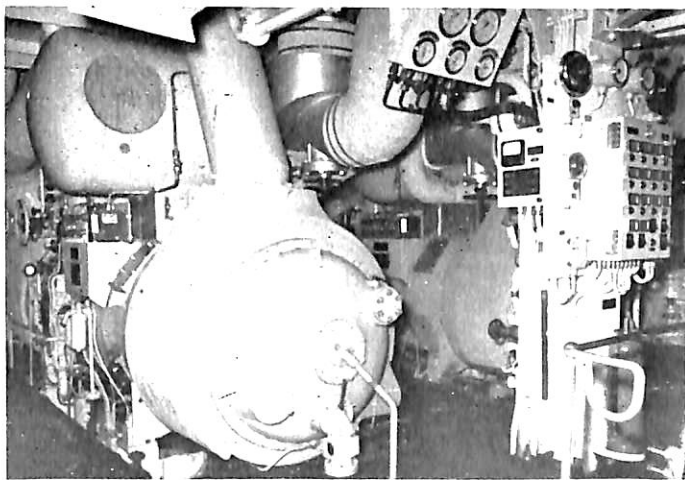
出力 1,000 SHP 11,000RPM 2台  
 製造所 日本鋼管鶴見造船所  
 減速機 2段減速型 2台 減速比 5.28×5.30  
 製造所 日本鋼管鶴見造船所

プロペラ 三井-Escher Wyss 型可変ピッチ  
 プロペラ(コルトノズル付) 2基  
 発電機 ディーゼル駆動 交流(A.C) 450V 2基  
 出力 80KW (125BIP)

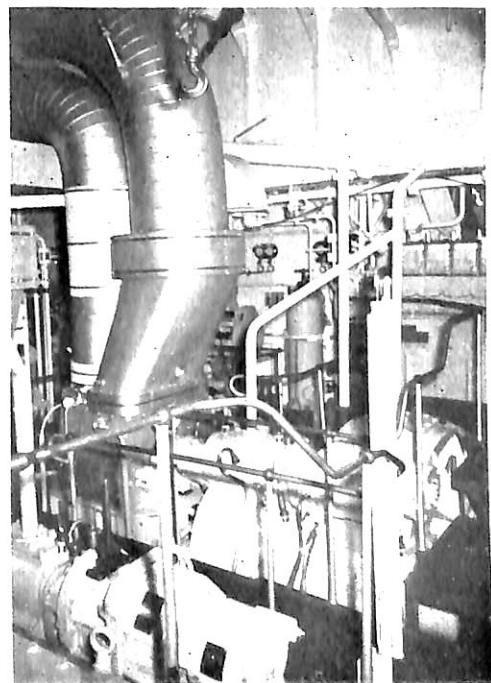
消防兼サルベージポンプ 容量 150/300m<sup>3</sup>/h 1基  
 最大速力(公試運転) 13.14Kn 最大牽引力 31t

### 特 徴

- (1) 本船はわが国におけるフリーピストン・ガスタービン機関駆動の最初の船舶であるが、またフリーピストン曳船としても世界初めてあって、タービン機関の曳船という点で最も新しい型の船舶といえる。
- (2) タービン特性を有する動力とコルト・ノズルの効果と相俟って牽引力は31t(1.7t・100IP)の極めて強力なものであり、本邦でも最大のもので信じている。
- (3) 主機関出力とプロペラ・ピッチ(前後進)とをホイール・ハウスおよびコンパス・ブリッジから1個のハンドルで同時に遠隔制御する方式を採用しているため、操船ははなはだ簡易であり、本機関の特徴がここに生かされている。
- (4) フリーピストン・ガス発生機にはレサーキュレーション装置を備えて低出力時の燃費の減少を計っている。
- (5) 本船には船舶給電用およびサルベージ用の設備を有している。



↑ガス発生機(Gasibier) ↓ガスタービン(右)と減速機(左)



# わが国最初の艦艇用ガスタービン完成

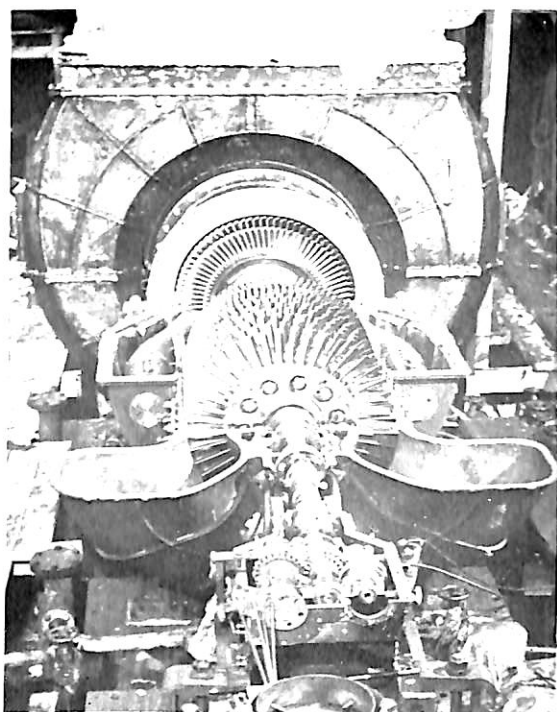
— 防衛庁駆潜艇「はやぶさ」用 5,000PS —

三菱造船株式会社 長崎造船所

三菱造船・長崎造船所がかねてから製作中であった防衛庁駆潜艇はやぶさ用ブースタ機関 5,000 PS オープンサイクルガスタービンは、去る 3 月 3～4 日に防衛庁監督官ほか関係者立合いのもとに最後の全力公試運転（陸上運転）を行ない運転成績はきわめて良好であった。ひきつづいての開放検査の結果も、本体、附属品ともなんらの異常のないことが確認され、3 月 10 日防衛庁に引渡された。

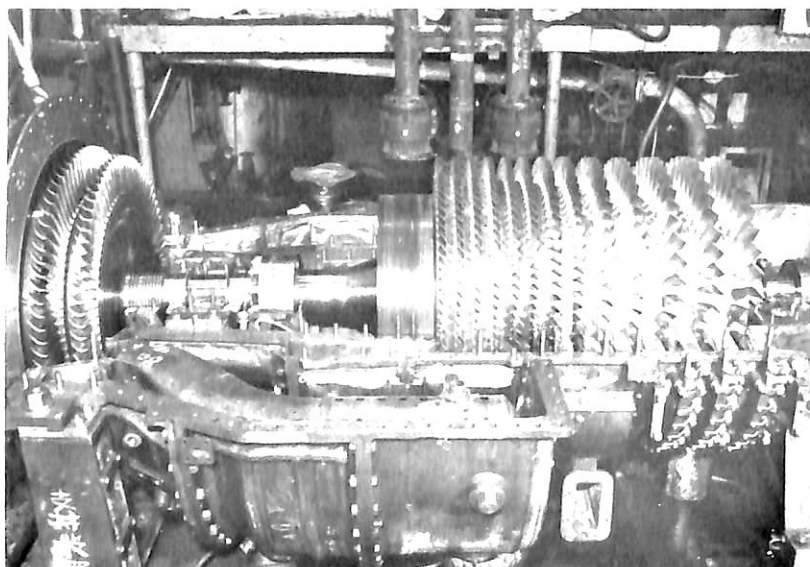
本機関は、はやぶさ主機械として搭載され、従来搭載されているディーゼル主機械 2 基と併用されるもので、全力航走時にはディーゼル主機械に加勢してプロペラ軸を駆動する、所謂ブースタ機関である。従って起動時に時間的なゆとりをとることが許されず、急激に高温高圧のガスを流入させるため、熱膨脹および衝撃などに対して十分な技術的考慮を払う必要がある一方、重量容積は極度に切りつめる必要があり、かついかなる海上状態でも機能を十分発揮でき迅速な起動停止、増減速に耐えて円滑に運転でき、また開放点検が容易でなければならない。

防衛庁では特に軽量で 5,000PS という高出力ガスタービンの国産化を企画され、その要望に応じて昭和 33 年 9 月研究開発に着手し、以来幾多の技術的難関を踏破して完成を見たものである。

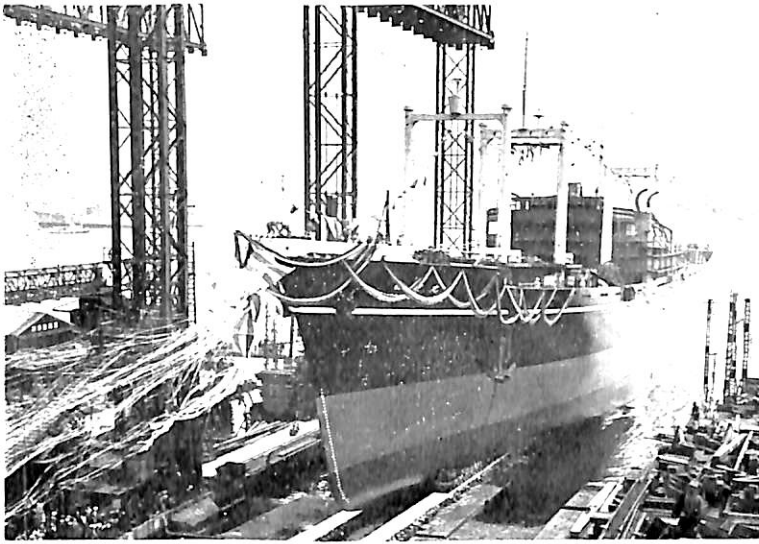


駆潜艇はやぶさ用ガスタービン主要目

型式	減速装置付開放式二軸型
定格出力	5,000PS（但し大気温度 25℃とする）
定格回転数（主軸）	約 700rpm
回転方向	船尾側より見て右廻り
定格時圧力比	約 5.5
定格時ガス温度（高圧タービン入口）	約 750℃
使用燃料	海上自衛隊規格 2 号重油
燃料消費率（定格出出時）	400g SPS h
起動方式	小型ガスタービン式
減速方法	歯車式
機関全長（減速装置を含む）	約 5.8m
機関全幅（最大）	約 2.2m
機関全高（最大）	約 2.1m
機関開放所要高さ	約 2.6m
機関重量（減速装置および機関直結補機を含む）	約 10ton



上車室開放時の 5,000PS ガスタービン（組立工場にて）

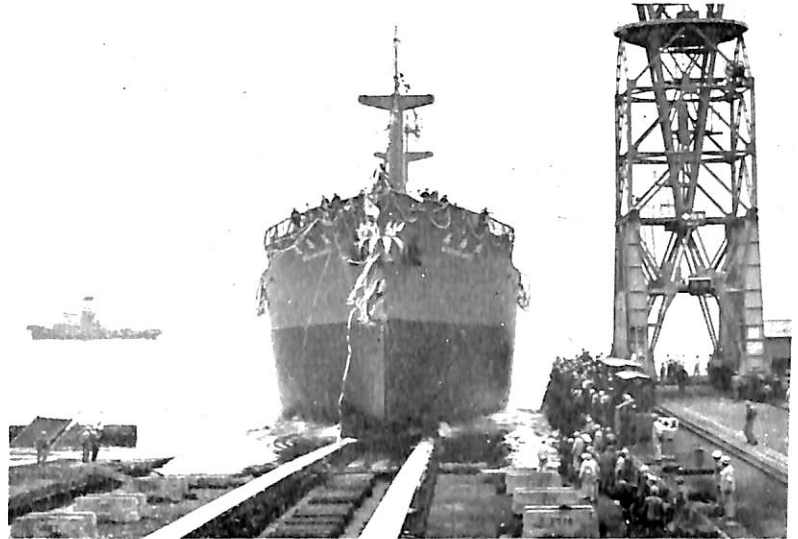


第16次 西京丸 日本郵船株式会社  
貨物船 SAIKYO MARU

三菱造船株式会社 長崎造船所 建造  
起工 35-12-12 進水 36-3-10  
竣工 36-6-中 垂線間長 145.00m  
型幅 19.50m 型深 12.30m  
満載吃水 9.00m 総噸数 9,520T  
載貨重量 11,700Kt  
主機械 三菱9 UEC75 150型ディーゼル  
機関1基  
出力(連続最大) 13,000BHP  
速力 20.50Kn 船級 NK

貨物船 美島丸 八千代汽船株式会社  
MISHIMA MARU

三菱造船株式会社 下関造船所 建造  
起工 35-10-12 進水 36-3-3  
竣工 36-4-中 垂線間長 98.00m  
型幅 15.40m 型深 8.20m  
満載吃水 6.53m 総噸数 約3,700T  
載貨重量 約5,500Kt  
主機械 神発—三菱6 UET型ディーゼル  
機関1基  
出力(定格) 2,700BHP  
速力(試運転最大) 14.75Kn  
船級 NK



# Latex系<sup>®</sup> 新 甲板鋪床材料

# TIGHTEX

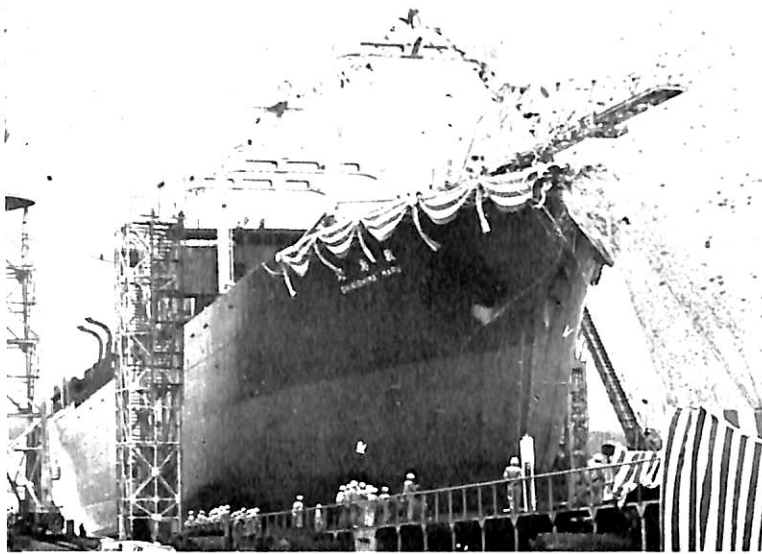
カダログ室

タイテックス

太平工業株式会社

防水・防火・耐化学薬品  
施工簡易・速硬・廉価

本出張所 東京都千代田区西大田路1-3-10 電話(82) 1101 代表  
出張所 東京都千代田区神田錦町1-3-10 電話(291) 8287 部長

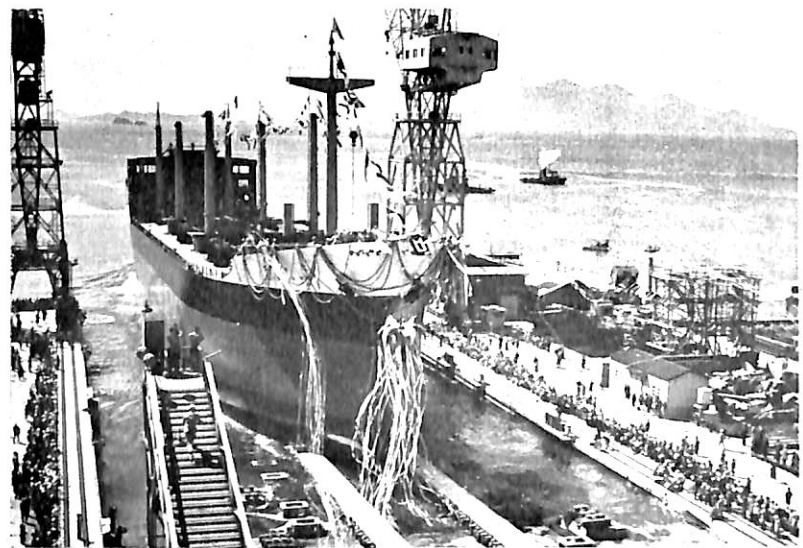


← 凍 船 敷 島 丸 日本水産株式会社  
SHIKISHIMA MARU

日立造船株式会社 因島工場 建造  
起工 35-12-8 進水 36-3-3  
竣工 36-5-末 全長 145.90m  
垂線間長 136.00m 型幅 19.80m  
型深 12.50m 満載吃水 7.85m  
総噸数 約 10,000T  
載貨重量 約 9,450Kt  
冷蔵船容積(ペール) 約 8,765m<sup>3</sup>  
主機械 日立B&W 574-VTBF-160型  
ディーゼル機関 1基  
出力(連続最大) 6,250BHP (113RPM)  
速力(試運転最大) 16.25Kn  
(満載航海) 13.75Kn 船級 NK  
船型 平甲板型

鉦 石 運搬船 宮 島 丸 大同海運一 株式会社  
MIYAJIMA MARU

三菱造船株式会社 広島造船所 建造  
起工 35-12-8 進水 36-3-20  
竣工 36-6-末 垂線間長 164.00m  
型幅 22.40m 型深 12.40m  
満載吃水 9.15m 総噸数 13,600T  
載貨重量 21,340Kt  
主機械 三菱 8 UEC65/125型 ディーゼル機関  
出力(連続最大) 7,600BHP  
補汽缶 平野鉄工所製 円缶 1基  
速力 16.0Kn 船級 NK



には **NOVOPAN**

安 価……182cm×400cmから適寸にカットします

強 度……ベニヤ合板に劣りません また狂いは驚く程僅少です

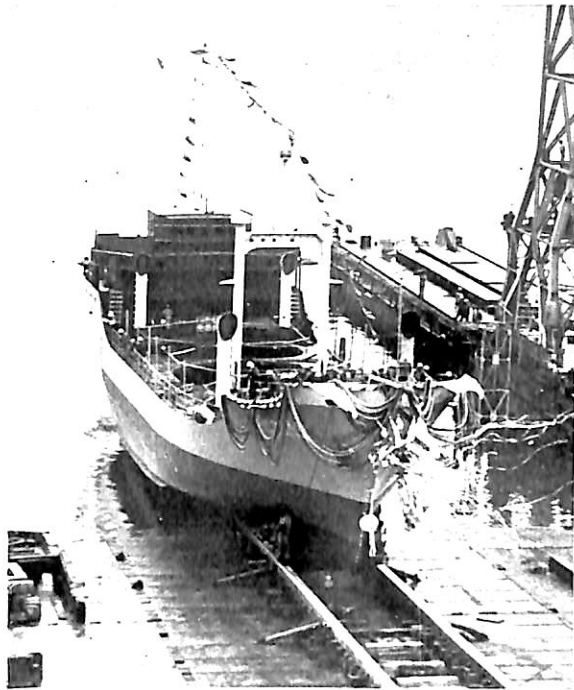
NOVOPAN B……航海安全条約によるB隔壁

耐 水 性……縁にパラフィン塗又は塗装すれば充分

世界各国で10数年来使用の歴史を持つNOVOPANを隔壁にお使いになれば絶対お得です

日本ノボパン工業株式会社

東京都中央区京橋2-9(東熱ビル) TEL.(535) 3251, (561) 5219



← L.P.G.  
タンカー

**第三えるぴい丸**

日本液化ガス  
輸送株式会社

L.P. MARU NO. 3

石川島播磨重工業株式会社 相生工場 建造  
 起工 36-2-3 進水 36-3-16 竣工 36-5-末  
 全長 約 63.70m 垂線間長 58.00m  
 型幅 10.80m 満載吃水 約 3.50m 総噸数 990T  
 載貨重量 約 650Kt LPG貯蔵タンク 954m<sup>3</sup>  
 LPG中間タンク 15m<sup>3</sup> 主機械 日本発動機製  
 動車4サイクル ディーゼル機関 1基  
 出力(連続最大) 650BHP (340RPM)  
 (定 格) 560BHP (324RPM)  
 速力(試運転最大) 11.5Kn (満載航海) 10.5Kn  
 航続距離 3,800浬  
 本船は 常温液化状態のブタンおよび ブタジエンの輸送にあたる。

防衛庁34年度 護衛艦 **もがみ** 防衛庁 →  
MOGAMI

三菱造船株式会社 長崎造船所 建造  
 起工 35-8-4 進水 36-3-7  
 竣工 36-10-末 長さ 94.0m  
 幅 10.4m 深さ 7.0m  
 吃水(常備)3.5m 基準排水量約1,490Kt  
 主機械 三菱 9 UET52.65 型ディーゼル  
 機関 2基 出力(連続最大)合計  
 16,000BHP 速力 25Kn  
 主要武器 3インチ連装速射砲 2基, 魚  
 雷発射管(4連装) 1基, 爆雷投射機Y砲  
 1基, 爆雷投下機 1基, ロケットランチ  
 ー 1基, 短魚雷落射装置 1組。



ペイント・化学薬品



# 神東塗料

本社・尾崎市尾浜町1-1-1 支店・東京都江東区木場3-13  
 札幌・仙台・富山・名古屋・広島・福岡

—重版ノいよいよ出来—

# 造船設計便覧

関西造船協会編 海文堂刊行

最近の造船学や造船技術の進歩も、十分取入れ、新しい理論とデータを集大成し、しかも実際に即応しうる画期的便覧であり、造船設計の最高指針である

収録図面五〇八頁 表四八六頁

# 和英 造船用語集

倉田 音吉 編

コンサイス型 函入  
定価 二四〇〇円  
二〇〇〇円

造船・船体器具等船に関係ある用語四五〇を収録し、発音記号を振仮名で表わし、その訳語を集めた、ホケット社 学生、一般向

# 新版 造船用語辞典

山口 増人 著

B6版 三九〇頁  
定価 七〇〇円

造機、航海、機関、金属材料、溶接、艦装、設計、法規等造船用語約八〇〇語を英和、和英と図面五〇〇余を配して解説した最新の決定版。造船、海運、貿易、水産関係者必携書

☆この本は市販されません  
造船協会・造船設計法基準制定委員会 編 海文堂製作

# SDS 造船設計基準

実費二五〇〇円  
一〇〇〇円  
会員配布の残部が若干ありますので、御希望の方に実費でおわけ致します。弊社直接お申し込み下さい。

# 電波航法

(1960 No.1)

B5判 七〇頁  
定価 一八〇円

電波航法研究会発行 海文堂発売

◇ 限定出版につき定期予約者募集中 ◇

解説付図書  
目録無料進呈

東京本社  
東京神田神保町2-48 ☎0246  
振替東京 2873

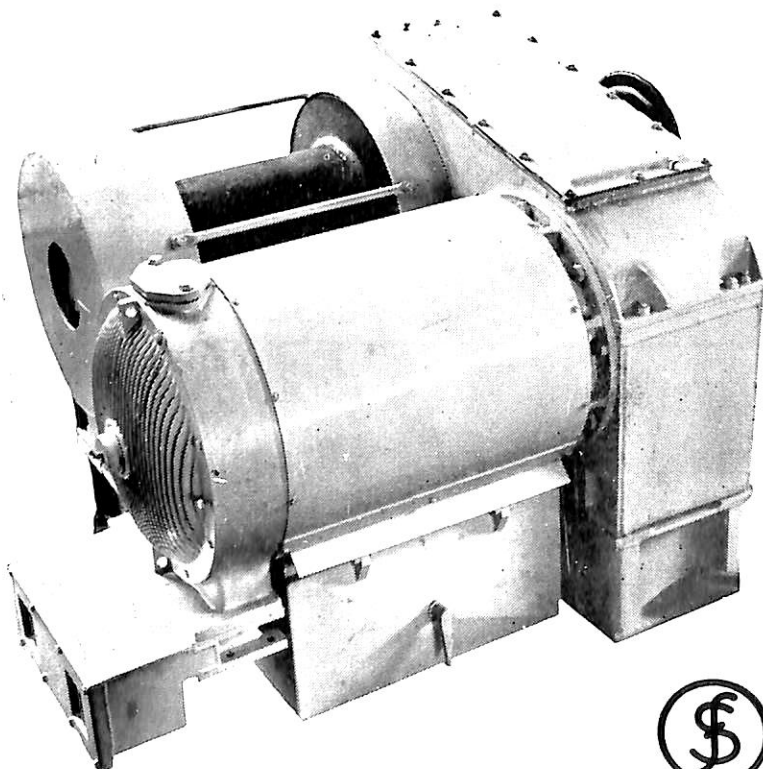
海文堂

神戸本社  
神戸元町3丁目 ☎(3)6501  
振替神戸 688

# 富士交流ウインチ

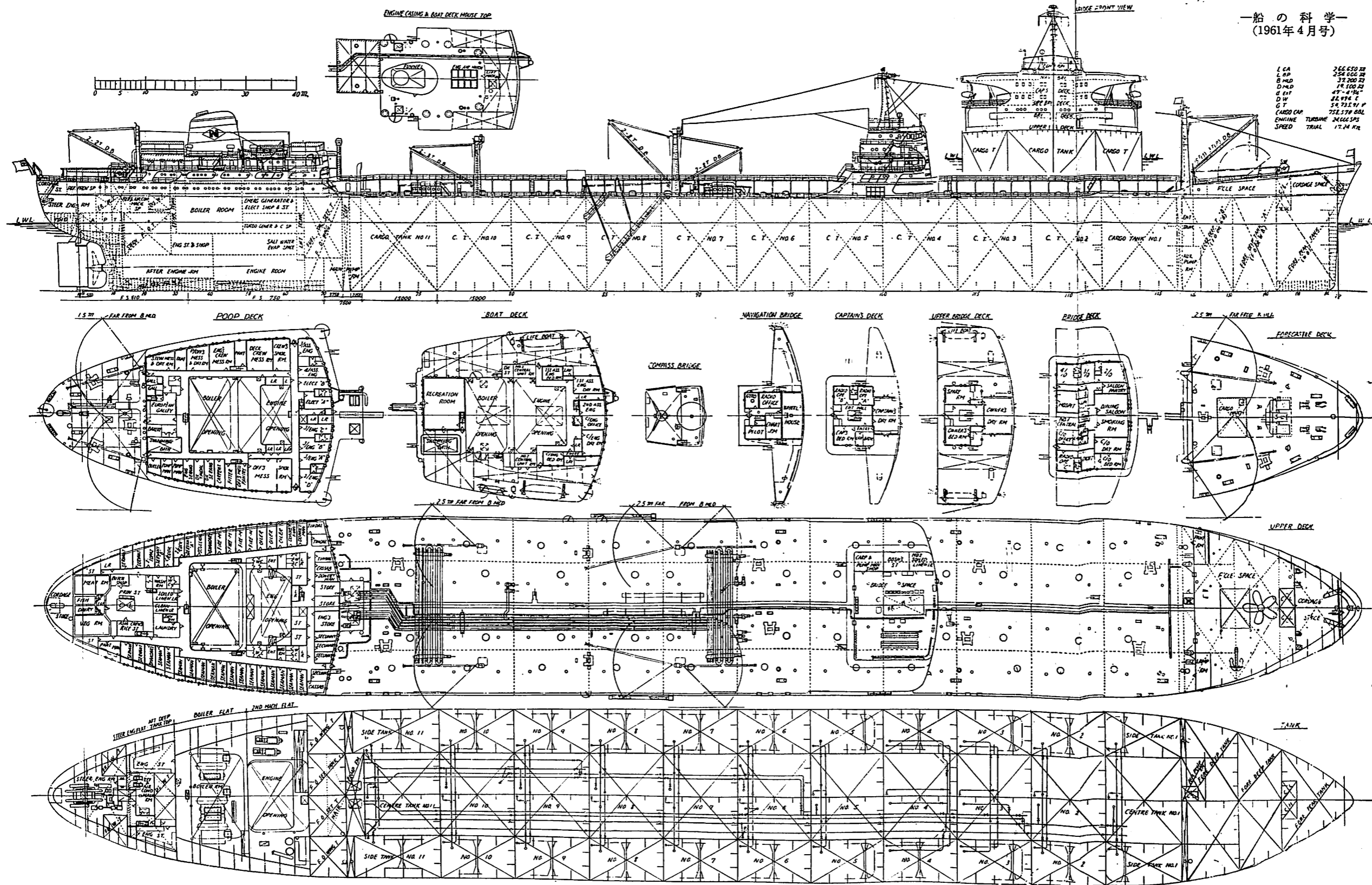
富士電機製造株式会社

極数変換誘導電動機による理想的な交流ウインチ  
簡潔な構造で、価格低廉 優秀な性能で、取扱簡易



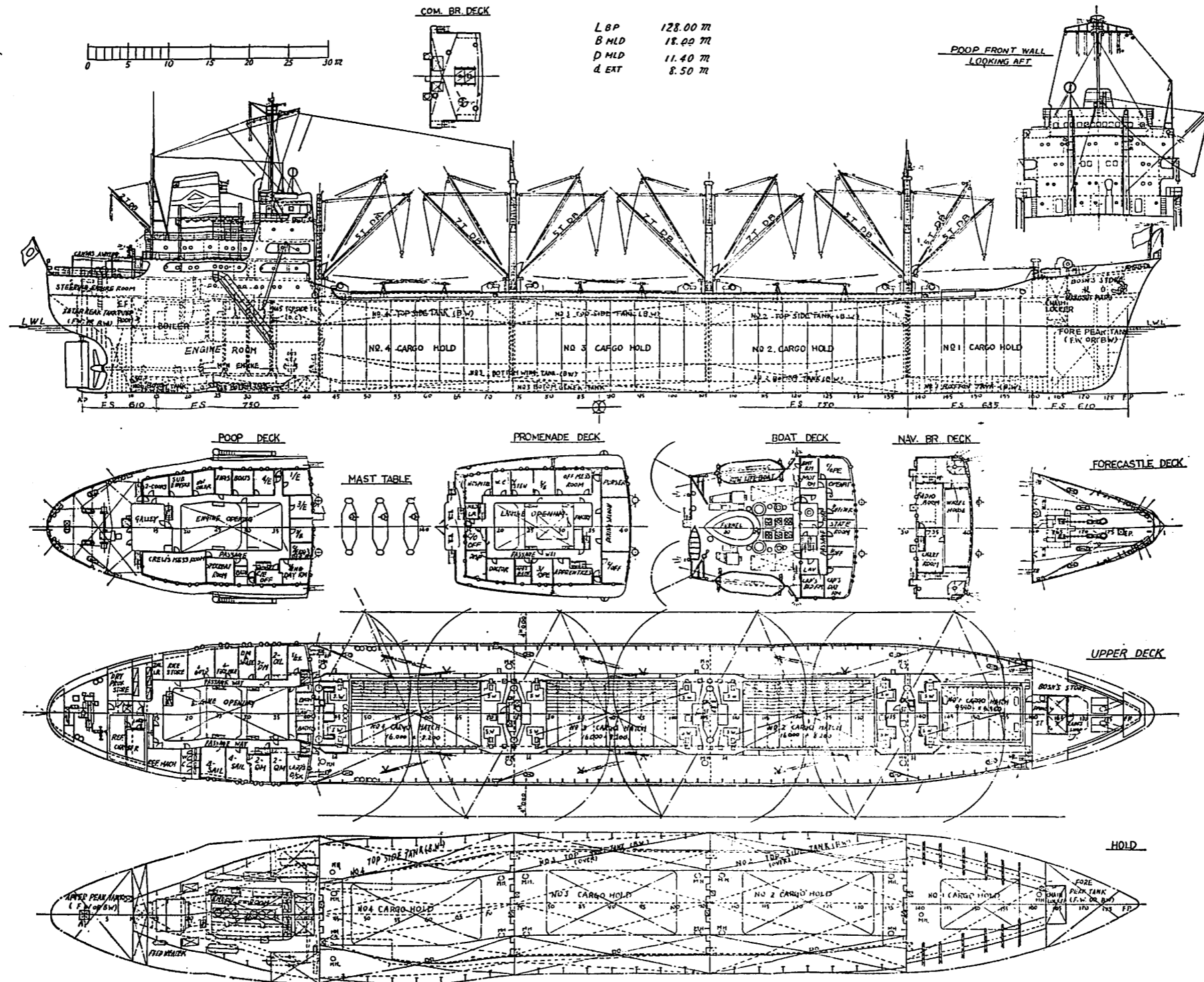
3 ton 39 m/min 富士ホールチェンジウインチ





輸出油槽船 NAESS SOVEREIGN 号 一般配置図

三菱造船株式会社長崎造船所建造



白水汽船ニツケル鉦石運搬船  
 白水丸一般配置図

日本鋼管株式会社鶴見造船所建造



# 3月のニュース解説

編集部

- 海運造船問題
- 一般政治経済

2月

27日(月)○木暮運輸大臣 ニューヨーク航路邦船11社に  
対し国内帳簿のFMB提出を差控えるよう通達す

28日(火)●日ソ漁業交渉本格討議に入る  
○ニューヨーク航路9社社長会議で Ship American 運動 2重運賃制に関するボナー法案ニューヨーク航路の復航プールの制実施について決議す

3月

1日(水)○戦艦特別対策委員会 傘下戦艦船の処理アンケート結果に基づき、強力な対策を要望す

2日(木)●大蔵省 投資信託関係14社に対し、合理化の具体策を要望す

3日(金)○出光興産 佐世保船船および石川島播磨重工と13万重トン型油槽船2隻の建造契約なる

4日(土)●西独政府 対米レートを5%引上ぐ  
●大蔵省の発表によれば、2月末の外貨準備高は19億3,700万ドル(前月比5,200万ドル増)であった

5日(日)●36年度予算案 衆議院を通過す

6日(月)○日本船主協会 戦艦船処理対策として、公団および開銀金利の極力引下げを要望す  
●オランダ 西ドイツにつづき、ギルダー貨の5%引上げを実施す

7日(火)○輸入物資輸送協議会会長会議で共同輸送の実施をきめる  
○運輸省 船舶安全法改正案の本格的検討に入る

●池田首相の訪米日程 6月18日出発と決定す

●2月の通関実績は1月に引きつづき1億1,800万ドルの大幅入超となる

8日(水)●社会党 河上委員長を選出す

10日(金)○船員中央労働委員会 内航ベースアップの第5回調停委員会を開く

○三菱長崎造船所 わが国はじめての艦艇用5,000馬力ガスタービンを完成し、防衛庁に引渡す

11日(土)●総評・中立労連共闘委員会 3月31日に公労協の半日ストなど強力な統一行動をきめ、13

日指令す

13日(月)●米政府 新駐日大使ライシャワー氏のアグレマンを日本政府に求む

○16社会, 23社会, 若葉会の外航3グループと海員組合は乗組定員に関する新協定に調印

14日(火)○参議院予算委員会で、水田蔵相新造船建造量の再検討を言明す

○運輸省 省内に専用船研究会を設ける

15日(水)●ケネディ米大統領 全面的軍需会談の再開を呼びかける

●石田労相 公労協の賃上げ仲裁を請求す

16日(木)●海外経済協力基金(総裁柳田誠一郎氏) 発足  
○関西汽船くれない丸に球状船首を取付け、ウェブレスフォームの運航テスト行なわる

17日(金)○海運造船合理化審議会海運小委員会開かれ、今後の海運政策の方向を検討す

20日(月)●水田蔵相 日銀の政策委員会に対して、預金金利の引下げを発議す

○旅客船公団36年度前記の共同建改造申込を締切る。実施率2,700総トン程度に対し、申込みは33社38隻約3,900総トンとなる

22日(水)●ILO関係閣僚会議 公務員の政治活動制限問題の取扱いを首相裁断に一任す

○運輸省船舶局 公団および開銀による戦艦船のスクラップ・アンド・ビルドでは中小型造船所に優先し、自動化設計を推進するなど方針を打ち出す

23日(木)●ケネディ米大統領 ラオス問題に関し、独立中立の支持など3方針を声明す

○運輸省 中小型造船工業会に、戦艦船の代船建造に際し、標準設計の作成を委託す

○次期造船工業会々長に予定されている松原日立造船社長 過当競争防止と輸出振興を語る

24日(金)●2月の国際収支バランスは 1月に引続き、9,300万ドルの赤字となる

27日(月)●ケネディ米大統領 グロムイコ・ソ連外相と会談す

28日(火)○大蔵省 船舶の耐用年数を2年短縮に落着く  
○海運, 鉄鋼両業界代表 専用船問題で懇談し 計画造船方式による輸送コスト話題にのぼる

●米上院 ライシャワー駐日大使を承認す

30日(水)○貿易外輸出会議 海運・航空・観光の輸出目標と政府に対する要望事項をまとめる

31 日(木)○運輸省 53海運会社の36年3月期決算収支見込みを発表す。償却前利益は147億円で、前期に比べて7億円減少す

●政府 36年度上期外貨予算と自由化品目を決定す

### 船腹拡充ムードと海運政策の基調

国民経済倍增計画は日本経済の成長・貿易の伸張に即応する日本海運の規模を昭和45年度において1,335万総トンとし、これに到達するために今後10年間に970万総トンの外航船を建造する必要があるとしている。そしてそのうち半数は専用船となる可能性が強いことから、鉄鋼・石油など関係業界において倍增計画に盛り込まれた海運問題が真剣に検討されている。このことはすでにしばしばこの欄で指摘してきたところである。ところが、2～3年来わが国海運政策の基調は海運企業強化にあり、新造船建造も償却前利益の範囲内に抑えるなど、厳しい態度で臨んでいる。特に計画造船の規模は33年度以降20万総トン前後にすぎず、大きな船腹需要を賄うにはあまりにも不十分であった。また専用船建造問題などに現われた邦船の国際競争力の弱さも深刻な問題であった。

日本海運にもっと多くの船腹を要する問題と、海運強化に役立つ新造船建造を現在路線で進めるには限度があるという問題とは相反する命題であって、海運政策上当然調整しなければならない。国民経済全体からみてもまた各産業界が現実求めつつある船腹需要を測っても今日までの海運政策の基調一端的にいって海運企業の償却前利益の範囲内で、年々50万総トン程度建造するというもの一は修正を迫られている。

3月14日の参議院予算委員会の松浦清一議員(民主社会党所属)の質問に対する運輸、大蔵各大臣および経済企画庁長官の答弁は一つの転機を作った。すなわち政府は年々50万総トン程度の建造では追い付かないことを認め、もう少し多く建造できるように建造資金の措置その他全般の考慮を払いたいと述べた点が注目される。これらの発言で気の早い向きは財政資金の増枠などを取沙汰しはじめているが、筆者はもう少し長い目でみてこれを政府の海運政策が今後2本建てに進むであろうと受取りたい。その一つは従来の海運強化策の推進であり、もう一つは倍增計画の路線に乗せた日本海運の建設である。

もっとも、現実の新造船市場では現実増大しつつある輸送需要に即応してかなりの新造船が成約されており、内容はともかく、量的には倍增計画の初年度としてふさわしい発注規模となっている。35年度の2,000総トン以上の商船成約量(運輸省の建造許可量)は94隻約76

万総トンで、昨年度の49万総トンに比べて大幅増加である。その上35年度は輸出船受注のなかに鉄鋼会社の原料CIF建買付けに伴う専用船が、7隻約19万総トン含まれているが、これらもわが国輸入貨物輸送に直結したものであり、これらを加えると現実には倍增計画の路線を歩いている。

### 船主は46万総トンの戦標船のS&Bを希望す

戦標船の検査強化と補修工事はすでに昨年12月1日より順次実施されており、戦標船保有船主はその処理に苦心しているが、最近日本船主協会が戦標船保有船主に意向を徴したところによれば、傘下の戦標船168隻約63万総トンのうち131隻約46万総トンがスクラップ・アンド・ビルドを申出ている。昨年8月の調べでは、戦標船の解体を決定しているものは30万総トンに満たず、態度保留のものが10万総トンほどであったのに比べると、この際戦標船を処分しようという意向が強まったことを示している。これは昨年末に2年以内に解散予定の戦標船に対する緩和通達がなされたこと、36年度予算で戦標船処理対策が一応固まり、スクラップ・アンド・ビルドがいよいよ具体化してきたので、金利引下げや償還の据置など要望事項はともかく、船主としても態度を明らかにしたものといえる。

46万総トンの戦標船のうち、A型およびTL型など大型船は計画造船あるいは開銀融資方式を希望し、E型およびD型など中小船は公団方式を希望している。公団方式の希望は10万総トン強である。また計画造船を希望する船主では、新造船が大型油槽船や専用船である関係からスクラップトン数対ビルドトン数の比率は1対2になっているが、開銀および公団方式による場合ではほぼ1対1となっている。

問題は36年度の戦標船対策として15億円の財政資金が用意されたのみで、この大きなスクラップ・アンド・ビルドを遂行するに必要な資金がこの2～3年間に確保できるかである。運輸省は当初の2カ年計画を3カ年計画に変更するとともに、スクラップトン数とビルドトン数の比率などの検討をすすめてつつあるが、このようにしてもなお明年度戦標船対策費は倍增する必要がある。

### 36年度の海運国際収支見込み

貿易外輸出会議は去る3月30日に、36年度における海運・航空・観光の輸出目標をまとめた。これによれば36年度海上運賃および港湾経費の国際収支バランスは3億400万ドルの赤字の見込みで、35年度のそれに比べて5,400万ドル赤字が増す計算をたてている。いまこの部門における33年度以降の国際収支尻をみると、33年度〇

1億1,900万ドル, 34年度Θ2億100万ドル, 35年度Θ2億4,700万ドル, 36年度Θ3億400万ドルと, 年を逐って赤字が累増している。この間日本商船隊は大量の新造船を得てかなりトン数を増したけれども, なおわが国貿易規模の拡大テンポには及ばなかったことを示している。すなわち別表に示す通り, 36年度の外航船腹量は33年度に比べて35%増加し, 外航運賃収入面でも41%増加することが期待できるが, 輸入規模が2倍以上に拡大するために, 外船に対する支払い運賃の増大が避けられない。これは邦船積取り比率の低下にも現われている。またわが国において貿易量に比べて船腹が不足していることは最近の外国よう船量の増大でも説明がつこう。

日本海運の外航活動指標

	33年	34年	35年	36年
輸 入 量(万トン)	5,052	7,207	9,100	10,400
輸 出 量(万トン)	889	963	1,143	1,279
外航就航量(万重量トン)	609	669	761	825
輸 送 量(万トン)	2,972	3,711	4,396	4,844
運賃収入(百万ドル)	422	489	549	597
(参考)				
積取比率(輸入)(%)	58.8	51.5	48.3	46.5
(輸出)(%)	58.6	56.1	55.9	52.5

新造船建造量は連続5年間世界の首位を保つ  
—ロイド造船統計より—

1960年の世界進水量は, ロイド統計によれば835万総トンで1959年に比べて39万総トン減じたが, 依然として高水準を維持している。このうちわが国の進水量は171万総トンで全体の20.7%を占め, 1956年以降引続いて5年間世界の首位を占めている。第2位は英国の133万総トンで全体の16%弱を占める。英国は戦争直後世界全進水量の半ば以上を占めていたのに, 年々その比重が低下したが, 最近10年間一貫して130~140万総トンの進水量に終始していることは注目すべきことである。われわれはこの間, 2回の海運・造船ブームを経験したが, 英国の進水量には大きな影響を及ぼさなかった。これにつづく造船国は西ドイツの109万総トン(全体の13.1%)スウェーデンの71万総トン(全体の8.5%)であった。

1960年に進水した新造船についてまず気付くことは大型化が一段と顕著に認められる点である。1960年進水の最大船はNBC興造船部建造の10万重量トン・タンカーユニバーズ・ダフニ号(72,266総トン)であった。今船型別の進水隻数の推移をみると次表の通りである。

1960年の進水船舶835万総トンのうち495万総トン(59%)がモーター船であった。船用ディーゼル機関の発達で従来のタービン船の分野に進出しつつあるが, 米國などにまだまだタービン船の勢力があり, また船舶の

	20,000~ 24,999GT	25,000~ 29,999GT	30,000~ 39,999GT	40,000GT 以上	計
1951年	3	1	—	1	5
1952年	7	—	—	—	7
1953年	15	5	—	—	20
1954年	27	3	1	—	31
1955年	39	6	2	—	47
1956年	50	10	2	1	63
1957年	77	16	4	3	100
1958年	78	31	9	5	123
1959年	75	35	18	2	130
1960年	44	30	29	9	112

大型化もあって, スティーマーのシェアを維持している。油槽船進水量は365万総トンで, 全体の44%を占める。これは昨年に比べて73万総トンの減少である。

次に自国船建造と輸出船建造の比重をみよう。1963年進水船舶835万総トンのうち335万総トン(40%)が輸出船である。近年輸出船比率で急に低下しているが, これは各国造船所の造船能力が増加しているのに新造船発注量が急に減少したので, 自国船を自国で建造する傾向を示しているものと思われる。輸出船比率の最も高いのは西ドイツの72%で, スウェーデンの64%, 日本の54%がこれにつづくが, 輸出船トン数ではこれまた1956年以来連続して世界の首位にある。

浚渫船の建造ブーム

臨海工業地帯の造成と, 船舶の大型化に対処する産業港湾の増深に浚渫船は時代の脚光を浴びつつある。重化学工業を担う二つの柱, 鉄鋼と石油産業についてみるに, 一製鉄所の規模は100万坪からいまや200万坪となり, 製油所も原油処理能力の倍加と石油化学工業との関連から100万坪でも狭い状況にある。これらを中心に工業のコンビナートが形成されるので, 工業地帯のマンモス化はますます強まる傾向にある。また専用船や油槽船の大型化につれて鉄鋼および石油港湾は水深12mから16mまでも要求されるようになった。つまり日本経済の重化学工業化はまず重化学工業用土地造成にはじまる。

浚渫船の建造技術は各造船会社の研究が進んで近年めざましい発達をみせてきたが, 特に現在浚渫能力のほとんどを占めるポンプ浚渫船の大馬力化が目立っている。運輸省港湾局の調べによれば, 民間ポンプ浚渫船の建造は33年に19隻約2万馬力, 34年に30隻約3万5,000馬力と, 1隻当り1,100馬力前後であったのが, 35年には52隻約8万9,000馬力となり, さらに36年には1,000馬力以上の大型船のみで30隻10万3,000馬力が予定されており, 建造量1隻当りの馬力数とともに, 年を逐って増大している。

# 大型ドラグサクシオン浚渫船海龍丸について

三菱日本重工業株式会社横浜造船所

## 1. ま え が き

最近わが国経済の飛躍的發展に伴い、港湾整備事業の進展は目覚ましく、政府においても昭和33年度および36年度よりの2回にわたり、港湾整備5ヶ年計画を樹立して、港湾施設の改良、拡充を強力に押し進めつつあるが、これら港湾整備計画の手となり足となるものが、いわゆる浚渫船であって、日本の各地において各種の浚渫船が日夜絶え間なく活躍を続けている。

今回当所が、運輸省第二港湾建設局より受託建造した「海龍丸」は、港湾整備計画の一環としての作業船整備計画に基づき、増大する浚渫船需要に応ずるため建造されたもので、従来の浚渫船とは異なった、わが国としてははじめての高効率のトレーリング型ドラグサクシオン浚渫船である。簡単に本船の作業を紹介すると、まず両舷側に設けたドラグアームを水中に降し、海底に接触させつつ、2~4ノットの速度で前進しながら、浚渫ポンプで海底の土砂を吸い上げ本船の泥艙内に吐出する。

泥艙が満載されるとドラグアームを捲上げ、全速で捨土地に航行して、船底の捨土扉を開いて、捨土するか、または浚渫ポンプを使用し舷外排出管を通じて船外に排出する。

しかる後、再び作業地域に航行して同じ作業を繰り返す。きわめて機動性に富み、海上交通の頻繁な海域においても充分にその作業が遂行できるので、特に航路浚渫にその威力を発揮し、且つ前述の舷外排出管を使用することにより、浚渫した土を埋立に使用することも可能で、埋立船としての職能も果すことができる。

推進機関、浚渫ポンプとも電動で、これも船舶としては本邦最初の定電流制御方式を採用している。

当面の作業地は名古屋港で、既に現地において好成績で活躍している。

## 2. 主要目および概要

本船の主要目は下記の通りである。

全長	89.96m
長さ(垂線間)	85.00m
巾(型)	14.60m
深さ(型)	7.00m
計画満載吃水(龍骨上面より)	5.60m
載貨重量	3,205.33 t

総噸数	2,647.05 T
泥艙容積(オーバーフローレベルまで)	1,702.41m <sup>3</sup>
資格	近海区域第1級船
最大速力	12.788kn
推進機関	電動D.C 630V 900kW×300rpm 2台
主発電機	D.C 630V 1,000kW×360rpm 2台
主発電機駆動機関	横浜M.A.N 単働4サイクルディーゼル G8V 40/50AL, 1,800ps×360rpm 2台
浚渫ポンプ	電動単吸込1段渦巻 4,100m <sup>3</sup> /h×18m 2台
ドラグアーム	内径 620mm各舷側 1本
最大浚渫深度	吃水 2.50mにおいて 18m
捨土方式	油圧操作式捨土扉 および舷外排出管による
乗組員	70名

配置は図示のごとく、後部に推進機関室、中央部に6区画の泥艙、前部に浚渫ポンプ室を有し、居住区は前部と後部に配置されている。

泥艙上部にはホッパー操縦室があり、捨土扉、吐出管、テナーゲート弁、その他浚渫管系の弁の操作を行なう。

泥艙はできるだけ船のトリムの変動を最小にするように船体中央位置に配置し、且つ底部は排泥が効果的に行なわれるよう横方向、前後方向とも60度の傾斜を持ったホッパー状としている。

捨土扉は各泥艙に2個、計12個を設備している。

トラニオンは固定式で、満載時の船体抵抗はかなり大きくなるが、滑動式(航行時にドラグアーム全体を吃水線上または甲板上に引き上げることでできるもの)は費用もかかり、甲板上の配置も苦しくなるので、本船では採用しなかった。

このためトラニオン附近の吸入管、スポンソンの形状については種々の模型試験を行なって、抵抗最少となるごとく設計した。

搭載土砂の比重は名古屋港の場合にはほぼ1.4程度と考えられるが、他の海域での使用も考慮して、比重1.8まで搭載可能なるごとく、吃水、強度等を決定している。

ドラグサクシオン浚渫船は、低速で航行しながら作業を行なうため操縦性能の優秀なことを要求されるが、本船では双螺、双舵方式と、電気推進方式の採用により、この問題の解決を図っている。

事実公試運転の結果では予期以上の成績を収め、単なる転舵のみでも充分にその目的に応じ得ることを立証し

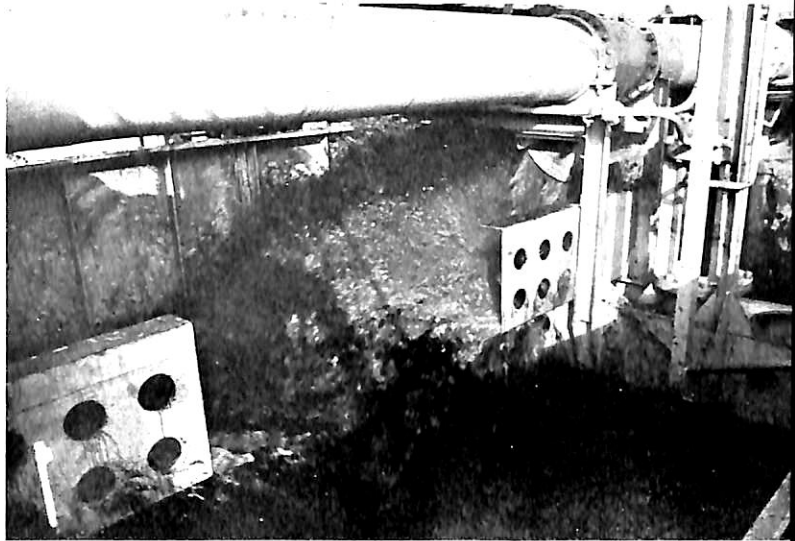
# 大型ドラグサクシオン浚渫船 海竜丸



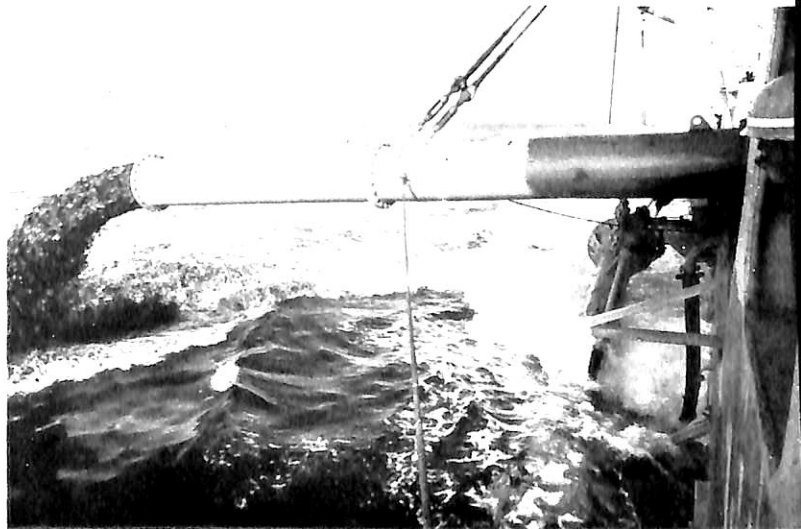
写真 1 航走中の海竜丸



写真 2 ホッパー操縦室



↑ 写真 3 土砂吐出状況  
↓ 写真 4 舷外排出状況



船主 運輸省第二港湾建設局  
建造所 三菱日本重工業株式会社 横浜造船所

海竜丸の船内写真

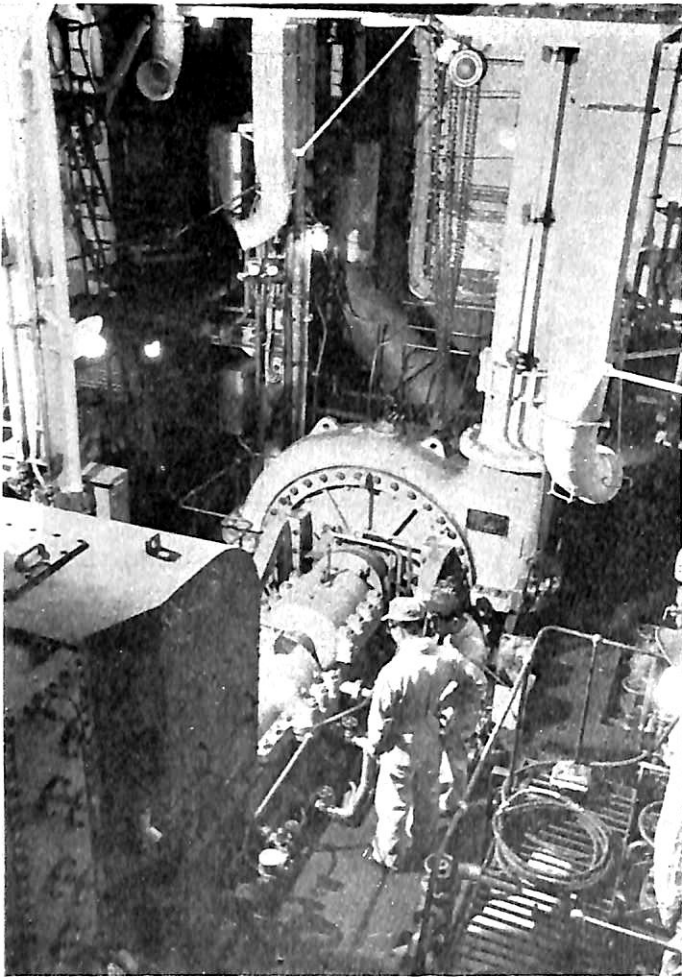


写真 5 ポンプ室

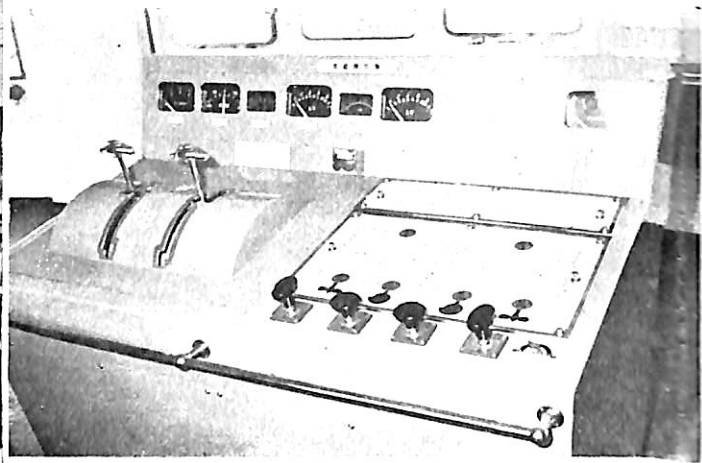


写真 6 推進操作盤

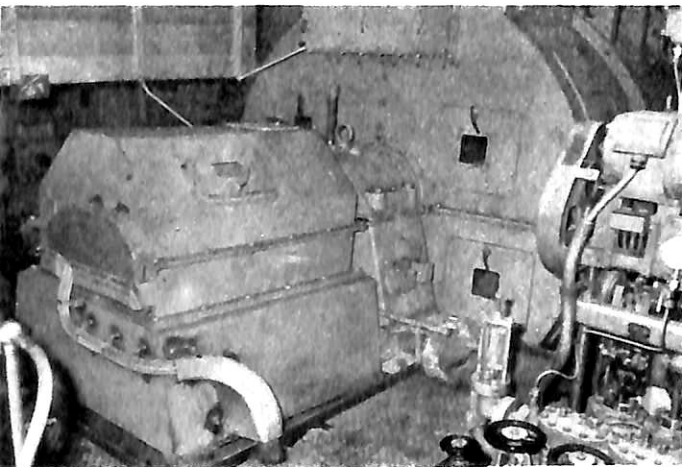


写真 8 推進電動機 (右舷機)

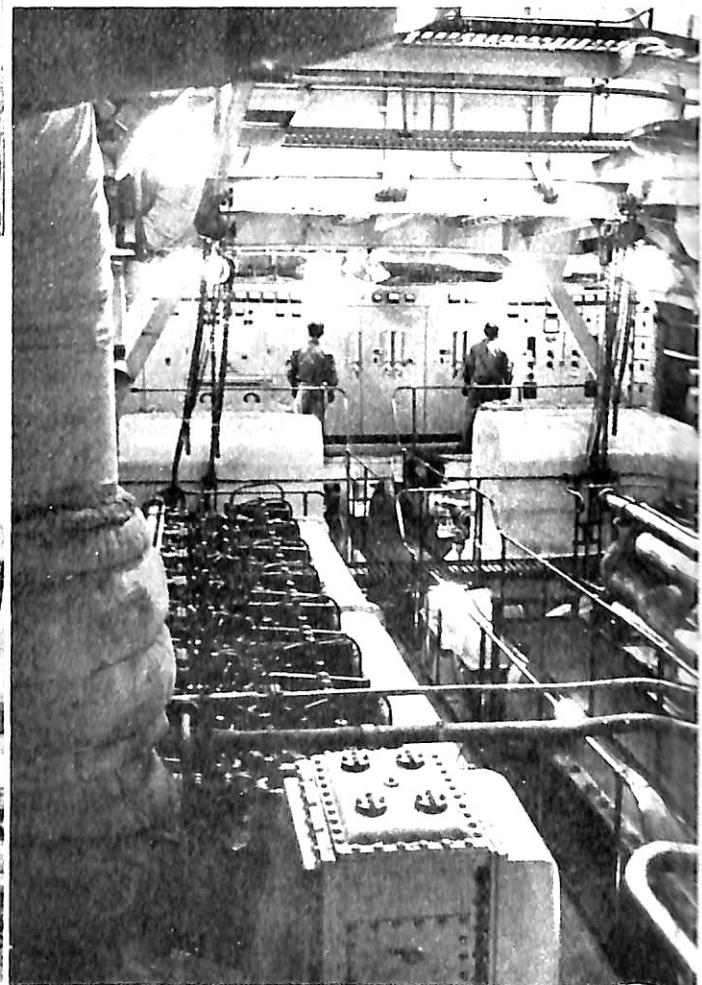
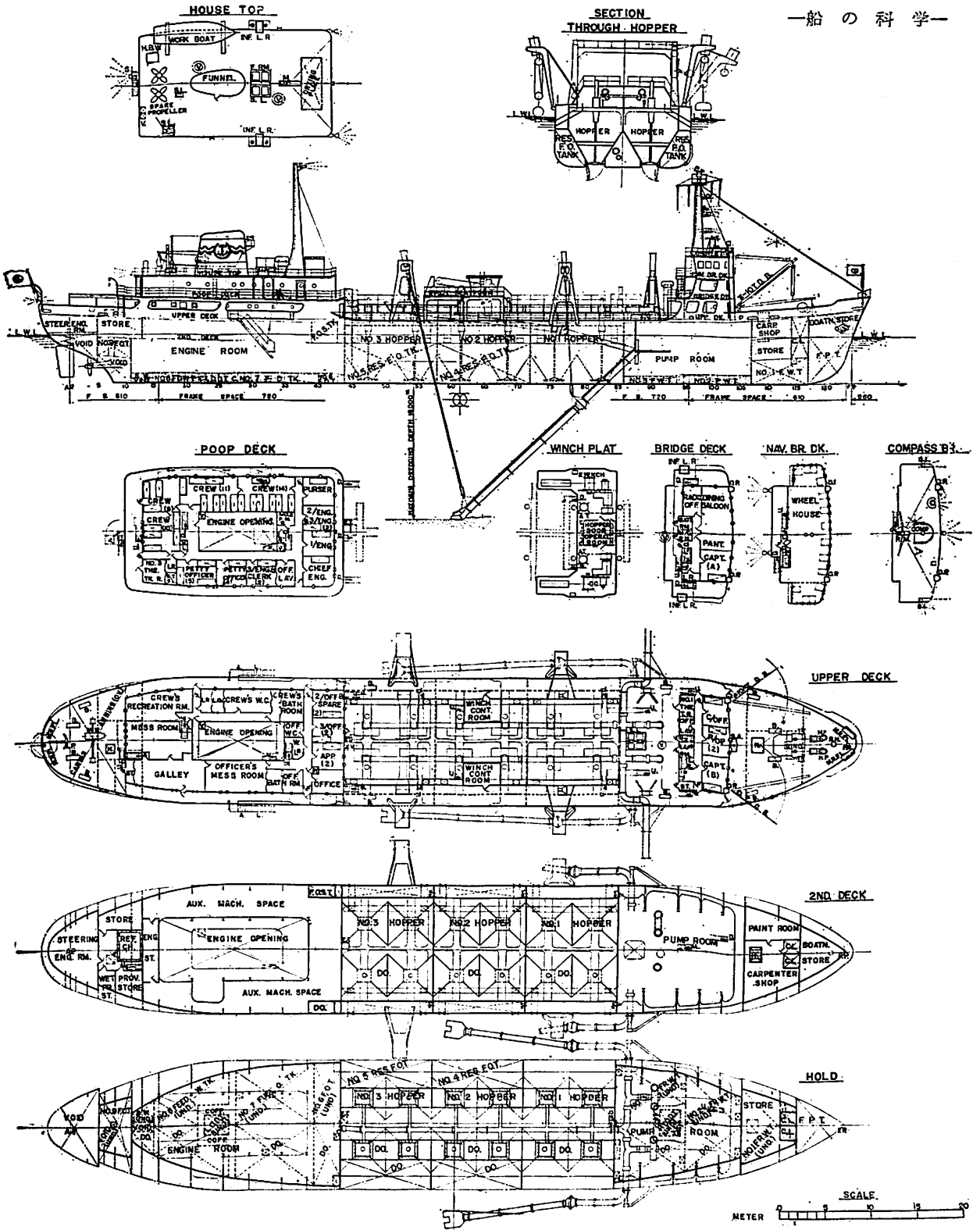


写真 7 機関室



海龍丸一般配圖

た。

### 3. 船殻構造

ドラッグアクション浚渫船は作業船として当然苛酷な使用状態に応ずる強度を持つことを要求されるが、一方重量物運搬船としては、できるだけ重量を軽減せしめることが望ましい。

このため船殻構造各部の設計には特に細心の注意を払って、無駄な重量増加のないように努めた。

船殻構造各部の寸法は原則として鋼船構造規程によっているが、NK規則にも合致するように決定している。ただ満載時の大きなサッキングモーメントに対応するため、船体縦強度は截面抵抗率を満載吃水線規程の要求の30%増しとしている。

また外板は全長にわたって鋼船構造規程により約1mm増厚し、一般船より大きなコロジョンマージンを持たせ、泥船内部は、土砂による激しい摩耗に堪えるに十分な厚さとしている。

本船は中央部において、上甲板上に長さ約 $\frac{1}{3}L$ 、巾約 $\frac{1}{3}B$ に及ぶ開口、および船底外板にも捨土扉用の開口を有しているので構造上好ましくないが、これに対しては中央部の縦通隔壁と縦通ホッパー板の両端をできるだけ大きくポンプ室と機械室内に延長して、開口部両端における船体縦強度の不連続性を極力少なくするよう考慮し、また泥船部分には適当な間隔で横隔壁、横ホッパー板およびウェップフレームを配置して、十分な横強度を持たせている。

ドラッグアームの基部を形成しているトラニオン支持構造は船内側においては外板および既存のポンプ室内ウェップフレーム、サイドストリンガーと協力し、船外においては流線型の3本ストラットのスポンソンにより支持しているが、よれにより充分強固な構造にも拘わらず、重量および船体抵抗の増加を最少に押えることができた。本船では大容量、大馬力のポンプあるいはディーゼルエンジンを備えているため、これらが局部振動の源となるおそれが多分にあるので、振動対策には充分の考慮を払ったが、数回にわたる試運転時の振動計測の結果は殆んど有害な振動は認められず、船主、乗組員のかたがたの充分なご満足を得ることができた。

### 4. 船体艦装

浚渫機部を除く船体艦装の面では、一般船となら変わるところはない。

即ち、居住区にはサーモタンク式通風装置を備え、外気温 $0^{\circ}\text{C}$ の時、室内温度を $20^{\circ}\text{C}$ に保持するために充

分なものとし、また便所、浴室、賄室、配膳室等には機動排気通風装置を設備している。

木甲板は一切使用せず、暴露甲板下の居住区天井にはスプレッドアスベスト上にハードプaster仕上げまたはグラスファイバー防熱材に合板内張を施工している。

給水装置は圧力式とし、圧力タンク、ポンプをポンプ室に装備し、船内所要個所に配水している。

甲板機械は揚錨機、緊船機とも電動交流極数変換式、操舵機は電動油圧2枚舵型のものを使用している。

### 5. 浚渫機部

本船は自航しながら浚渫を行なうため、円滑迅速に作業を進めるためには、推進関係部門と浚渫作業部門との相互連絡は特に重要であり、また非常の事態においても船体、浚渫関係装置の保護のために、遅滞なく応急の処置を取り得ることが望ましい。

従って本船では指揮操作系統には細心の注意を払い指令はすべて操舵室のみより発し、操作装置はできるだけ一個所において集中的に操作し得ることく意を用いている。

また同時に、作業中航行中起り得べきあらゆる状態を考慮して各部の設計を行なっている。

以下概要を述べる。

#### (1) 操作装置

浚渫ポンプ制御盤、ドラッグアームウインチ制御器は推進通隔操作盤とともに操舵室に配置され、捨土扉、浚渫管系弁および同用吐出管付テンターゲート弁開閉装置はホッパー操縦室に配置されている。

操舵室よりの指令は、弁開閉はグラフィックパネル型の開閉指示盤を通して、その他はテレトーク（または電話）を使用して所要個所に発せられる。

捨土扉、浚渫管系弁および吐出管付テンターゲート弁はすべて $100$ および $20\text{kg}/\text{cm}^2$ の油圧操作とし、捨土扉、テンターゲート弁は手動、その他の浚渫管系弁は電磁弁、および $7\text{kg}/\text{cm}^2$ の圧縮空気を媒体として操作される。

操舵室には前述の他、ドラッグ深度計、電気マイクロセン式吃水計、精密級音響測深儀、推進および浚渫ポンプ関係諸計器が設備され、作業の監督者が常に全体の状況を把握し得るよう考慮されている。

#### (2) 浚渫管系統

ドラッグアームは内径 $620\text{mm}$ 厚み $19\text{mm}$ の鋼板溶接製で、 $45^{\circ}$ の傾斜で最大 $18\text{m}$ まで浚渫するに十分な長さを持っている。



上部から約 $\frac{1}{3}$ の所に1個のボールジョイントを設け、深度の如何に拘わらずドラグヘッドと海底との接触を最良に保ち、またドラグヘッドに異常な荷重がかかった場合の一種の緩衝装置の役目をなすようになっている。

ドラグヘッドは海底の状態に応じて取換え得るよう、軟土質用としてアンブローズ型およびフリーリング型、硬土質用としてカリフォルニア型の3種類を設備している。浚渫ポンプによりドラグアームを通して吸い揚げられた水および土砂は甲板上の分配管により各泥艀に吐出され、土砂のみが泥艀内に沈澱して、水は舷側のオーバーフローシュートより溢出する。

吐出口は各泥艀に2個設け、先端にテンターゲート弁を設備して吐出量を調節できるようになっている。

吐出口下部には、土砂の沈澱を促進するための静止装置があるが、これは当所が昭和34年度の運輸省研究補助金を得て実験研究した結果を応用したものである。

泥艀内に搭載された土砂は、通常は船底の捨土扉により排出されるが、ポンプを使用して甲板上の舷外排出管を通して排出することも可能なるよう、必要な配管を行っている。

他に附属装置としてガス抽出装置、ドラグヘッド用、泥艀用のジェット水噴出装置を設備している。

浚渫ポンプは荏原製作所製で、吐出量 $4,100\text{m}^3/\text{h}$ 、全揚程 $18\text{m}$ の電動渦巻ポンプ2台がポンプ室に配置されている。

工場試験の結果では定格点で74%という高いポンプ効率を示した。

### (3) ドラグアーム揚降装置

ドラグアームの揚降のために、両舷に各2個のジブ、および各1台のドラグアームウインチを設備している。

ウインチは電動複胴型で、力量はドラグ捲上索胴で $6\text{t} \times 40.1\text{m}/\text{min}$ 、ボールジョイント捲上索胴で $4\text{t} \times 13.3\text{m}/\text{min}$ で $60\text{kW}$ の巻線型交流モーターにより同時に駆動されるが、クラッチ操作により、ボールジョイント捲上索胴のみ運転することも可能である。

ウインチの操縦、ブレーキ操作、クラッチ嵌脱はすべて操舵室より遠隔操作される。

ジブはAフレームの強固な構造とし、ボールジョイント用のものは固定であるが、ドラグヘッド用のものは油圧操作により、舷外 $3.5\text{m}$ まで振り出し可能である。

各ジブの頂部にはバネ流体圧式のショックアブソーバーを設け、衝撃の緩和を図っている。

ドラグを海底に接触しつつ航行中、船のローリング、海底の隆起または波などのために、ドラグヘッドが海底から遊離したり、ワイヤーロープが緩んだりするが、こ

れらは作業上好ましくないので、本船ではワイヤーロープをウインチに巻き込む前に、索緊張装置を通して自動的にワイヤーロープに一定の張力を与えるようにしている。この装置は両端にシーブを組込んだ油圧シリンダと、圧縮空気の圧力により、内部の油をシリンダ内に押し出すアキュムレーターより成っている。

### (4) 捨土装置

捨土扉はヒンジ式鋳鋼製で、油圧シリンダにより開閉される。

扉開口部の大きさは $1,500\text{mm} \times 1,500\text{mm}$ で、周囲に鋳鋼製扉フレームを設け、扉本体とともに浚渫物の放捨による摩耗に堪えるために部分的にハードコーティングを施してある。

パッキンはかまぼこ型で、不銹鋼のリテーナーで扉フレームに取付け、フレームには密閉圧によってパッキンがのびた場合の逃げ空隙が設けてある。

油圧源はポンプ室に配置した両軸端モーター駆動の高圧( $100\text{kg}/\text{cm}^2$ )低圧( $20\text{kg}/\text{cm}^2$ )ポンプの組合わせより成り、最初低圧にて扉を閉塞し、扉がパッキンに接触して油圧が上昇すれば、自動的に高圧に切替り、パッキンの増締をする。

シリンダには手動切換油圧ロック装置が設けてあり、扉閉塞後に油圧で全荷重を支える必要のないように、ロックすることができる。

扉開放時には高圧でピストンを押し上げ、ロック装置をはずすようになっている。

シリンダにはロック装置の他、ロッド長さ調整用ターンバックル、および開閉指示器が設けられている。

### (5) 浚渫試験概況

浚渫試験は横浜で4回、名古屋で1回行なったが、いずれも良好な成績をあげ、船主側の充分なご満足を得ることができた。

横浜での浚渫地は京浜運河入口で、土質は粘土混りの砂礫であったが、アンブローズ型およびカリフォルニア型ドラグを使用して、巾 $200\text{m}$ 、長さ $1,000\text{m}$ の区域で浚渫を行なった。

時間的な制約もあり $35 \sim 50$ 分で浚渫を打ち切ったが、ほぼ満載に近い状態となった。

海況は4回を通じて多少の波があった程度で、概して平穏であったが、索緊張装置は海底の起伏に追従して有効に働き、浚渫ポンプの吸入状況を改善するためのドラグ操作は、ほとんど必要がなかった。

静止装置は泥艀内の水位がこの位置に達するまでは、吐出を集中すると泥水をはね上げたが、水位がこの位置を越えると沈澱促進装置として有効に働き、時には溢水

面までぎっしり泥を積んだ時もあった。

名古屋の土質は軟泥であるが、試験はカリフォルニア型ドラグを使用して行なった。

浚渫は空船からはじめたが、溢水をはじめても浚渫量は増加せず、吸入泥水の含泥量が減少すると逆に吃水が減少するほどに容易に泥が沈澱しないことが明らかになった。

このような軟泥はドラグサクション船としてはきわめて扱い易く、捨土の場合にも船底の扉を開けば水勢に押されて一時に出てしまうため、ジェットイングの必要もなく、作業サイクルは簡単で短いものになると思われる。

## 6. 機関および電気部

### (1) 概要

主動力装置はディーゼル・エレクトリック方式を採用しており、主要目は下記の通り。

推進電動機	2台	900kW×300rpm
浚渫ポンプ電動機	2台	450kW×220rpm
主発電機	2台	1,000kW×360rpm
主発電機関	2台	1,800PS×360rpm

各電動機および主発電機はすべて他励式の直流機で、これから合計6台の電機子はすべて直列に接続され定電流方式によって制御されている。定電流方式は旧くオースチン方式と呼ばれ甲板機械用として用いられたもので船用としての歴史は決して新しいものではないが、主機械に対して使用できるようになったのは主に近年の特殊な励磁機——アンプリダイン、メターダイン等の商標名で呼ばれる——の発達によるものである。この方式がこの種作業船にきわめて適した方式であることは従来いわれているところであるが、その採用例は余り多くなく、本邦でははじめてのことである。

船内電源設備は325kVAディーゼル駆動交流発電機2台より成り、主動力装置関係の励磁機、各種電動補機類、甲板機械および照明、通信関係等の電力を賄う。

暖房、賄室その他雑用蒸気を賄うため、蒸発量600kg/hのコクラン形補助ボイラ1罐が装備されている。

### (2) 主発電機および同用機関

主発電機は閉鎖風道循環形の構造をもった他力通風、他励式の直流発電機で2基装備され、他の主要電気品と共に日立製作所製である。附属機器として発電機上部風道中に冷却通風機、空気冷却器および空気濾過器が装備され、反カップリング側には回転計用発電機および遠心力開閉器が軸に直結されている。

主発電機関は横浜M・A・N G8V40/50AL形ディーゼル機関を使用している。本機関は4サイクル、トランクピストン型空気冷却器付過給機関で8シリンダを有し、

シリンダ直径および行程は各々400mm、500mmである。

### (3) 推進電動機および浚渫ポンプ電動機

推進電動機および浚渫ポンプ電動機は共に主発電機と同一形式の直流電動機で、附属機械として回転計用発電機、パイロット発電機、パルス発信機および遠心力開閉器が軸に直結されている。

推進電動機は本船内2ヶ所即ち機関室内主制御盤および操舵室内推進操作盤において運転することができる。操作場所の選定は主制御盤中の切換スイッチによって行なうことができ、通常運転は操舵室より行なわれる。

浚渫ポンプ電動機も同様にポンプ室内浚渫制御盤および操舵室内浚渫ポンプ操作盤にて運転することができ、通常の運転は操舵室にて行なう。

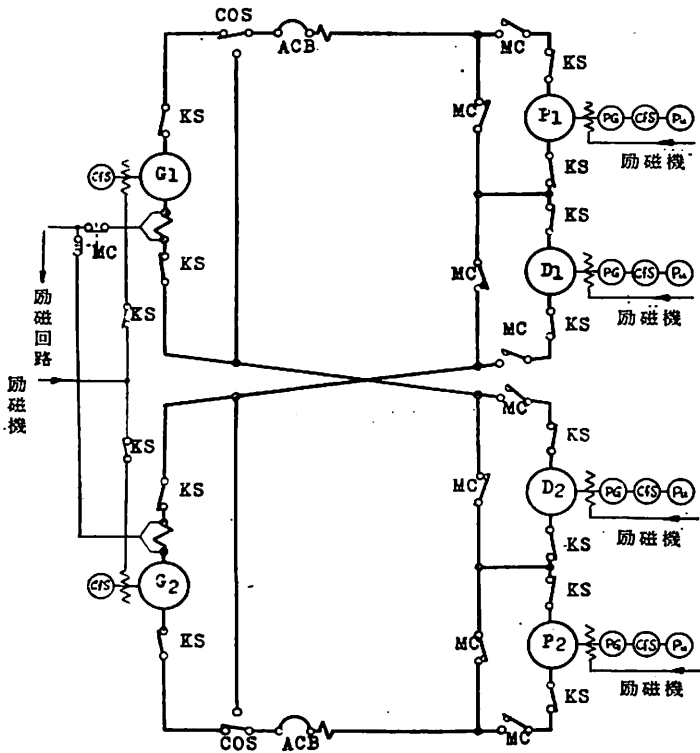
主および浚渫制御盤並びに推進操作盤上には各種計器類が装備され、さらに主回路接続状況の表示パネル、異常運転状態のランプ表示と併せて総合的な運転状態を見ることが出来る。浚渫ポンプ操作盤はドラグアームウィンチ制御器と並んで操舵室両翼にあり、操作盤上には浚渫ポンプ電動機計器類が、また浚渫ポンプ関係計器はドラグ深度計と共に正面に位置する計器板上にそれぞれ装備され、操作はドラグテンダーの手に委ねられる。

### (4) 定電流制御

推進電動機、浚渫ポンプ電動機および主発電機の電機子は第1図に示したようにすべて直列に接続され主回路を形成し、主回路電流は主発電機の励磁が自動的に制御され一定値に保持される。各電動機は一定の電機子電流が循環している状態において、界磁の励磁強さおよび方向を変化させることによってそれぞれ単独に制御することができる。

この定電流方式はワード・レオナード方式と同じく界磁抵抗制御を用いるものであるが、ワード・レオナード方式が発電機界磁の強さを操作して同発電機と直列に接続された電動機の実速度制御を行なうのと異なり、定電流方式においては一定の電機子電流が循環した状態において電動機界磁の強さを操作して電動機制御を行なうので、この方式の場合にはトルク制御を受けることになる。

定電流方式の利点はワード・レオナード方式と異なり一台の発電機によってその容量以内ならば何台の電動機に対しても電力を供給し、且つ任意に制御できることであり、この点がこの種作業船に適した制御方式といわれる理由である。但し本方式採用の場合の最も大きな問題点の一つは主回路によって接続された電動機の内の一つ例えば浚渫ポンプ電動機が負荷トルクの急変を受けた



第1図 主回路接続図

記号	名称	記号	名称
G <sub>1</sub> G <sub>2</sub>	主発電機 (1号, 2号)	Pu	パルス発信器
P <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	推進電動機 (1号, 2号)	ACB	気中遮断器
D <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	浚渫ポンプ用電動機 (1号, 2号)	KS	開閉器
PG	パイロット発電機	COS	切替開閉器
CfS	遠心力開閉器	MC	電磁接触器

時、この外乱によって主発電機における制御装置の追従が遅れて主回路電流に擾乱を起こす可能性があることである。主回路電流に擾乱が起これば他の電動機速度が変動するので、このような事態が発生するのは好ましくない。従って設計に当たってあらゆる負荷変動について慎重に検討し最適な性能をもつ制御系の設計を計った。

電動機出力を自動的に制限するもので、浚渫ポンプにはなんら影響を及ぼすことはない。

工場運転および海上試運転において行なわれた各種試験の結果、制御系は満足すべき安定性並びに即応性を示すと共に各種保護装置は所定の効果を発揮し、全般を通じてきわめて良好な成績を取ることができた。

これら制御装置に附随して電気推進特有の或は定電流方式固有の各種保護装置を設けなければならないが、各種操作並びに運転条件を検討し、起り得るすべての異常条件に対して保護装置を設けた。数例を挙げれば、主発電機過負荷 (過電圧) 防止装置、電動機過速度防止装置、緊急停止後進時の逆入力制限装置、主回路通電中に電動機が停止した時に起こる整流子焼損防止装置等である。

定電流電動機は電機子電流が一定であり、界磁電流は設計値における飽和によって制限されるので原則として過負荷となることはないが、本船の場合は船用主機械としての考慮から10%の過負荷を設定した。また設備負荷に対し発電機出力が小さいから (電動機合計出力 2,700kW に対し主発電機合計出力 2,000kW)、主発電機は使用状況によっては過負荷を必要とするので、25% 2時間の過負荷容量を持たせた。主発電機関はこの時約 5% 過負荷となる。通常運転時には前記過負荷制限装置が作動しているので、主発電機過負荷に対しなら懸念することなく運転を行なうことができる。主発電機過負荷運転が望まれる場合には、主制御盤中の過負荷切換えスイッチを過負荷側に切換えることによってフィードバックの設定値をずらし25%過負荷運転を行なうことができ、主制御盤上等にランプ表示される。この制限装置は主発電機端子電圧を検出して推進電動機にフィードバックし、指令値の如何に拘わらず推進

読者の皆さまにお知らせ

「船の科学」をご愛読頂き厚くお礼申し上げます。最近の物価値上がりにより、勝手ながら本誌の購読料を下記のように改正させて頂きます。何卒ご了承賜りたくここに お知らせ申し上げます。

- ☆ 普通号定価 180円
  - ☆ 予約購読料 半年 1,000円
  - (送料共) 一年 2,000円
- (昭和36年2月1日より実施)

鋼材の切欠脆性

東大教授 吉識雅夫・金沢武著  
B5判 44頁 80円 (〒8円)

船の科学ファイル

12冊綴用 150円 (〒不要)

# DW88, 494tタンカー "NAESS SOVEREIGN" について

三菱造船株式会社長崎造船所

## 1. 緒言

本船は NAESS SHIPPING 社のご注文によるもので、国内で設計建造されたタンカーとしては最大のものであるが、昭和34年11月2日起工以来、超大型船であるため、多くの問題点を克服し、昭和36年1月20日完工、無事引渡しを終えたのでここにその概略を紹介したい。

## 2. 船体部

### 1. 主要要目

本船の主要要目は次の通りである。

垂線間長	254.00m
型幅	37.20m
型深	19.50m
満載型吃水	14.41m
載貨重量	88.494Lt
総噸数	54.736T
船級	AB $\times$ A1 $\oplus$ "Oil Carrier" & $\times$ AMS
船籍	英国
貨物油槽容積	約120,800m <sup>3</sup>
燃料油槽容積	約15,100m <sup>3</sup>
清水釜罐水容積	約1,010m <sup>3</sup>

### 主機関

型式、台数 三菱エッシャーウィスタービン 1基

出力×回転数 連続最大 24,000HP×105RPM  
常用 22,000HP×102RPM

主汽罐 三菱 C-E 2胴水管罐 3基

発電機 主発電機 1250KVA, A.C. 450V タービン駆動 2基

補助発電機 400KVA, A.C. 450V ディーゼル駆動 1基

速力 試運転時最大(満載) 17.24kn

乗組員 士官20名 乗組員56名 船主2名 予備2名 計80名, 他にパイロット1名

### 2. 船型および一般配置

本船の一般配置は添付図の通りである。船型的には従来のスーパータンカーないしマンモスタンカーと特にかわった所はないのであるが、従来の船よりさらに大型で

あるために、種々考慮を要する問題が多く、次のような点には特に留意した。

(a) 船体寸法が大きくなると Dock, 港湾等から制約されることがあるので、推進抵抗をそこなわず、且つ、寸法的にもできるだけ経済的なものにするよう努めた。

(b) 貨物油槽の長さ、肋骨心距等を再検討して大型船に見合ったものとし、また船巾が大きいため縦通隔壁は3枚とした。但し中心線の縦壁は非水密として、制水板として働かせると共に、甲板と船底の support となるように考慮した。

(c) 荷役、緊留装置とも、就航航路の港湾の新設備に歩調を合わせ、12台の自動係船機を備えたり、ディスクチャージヘッドを増設したりして大型船としての性能を持たせている。

### 3. 構造および強度

本船は AB 第1級としてその要求を満足している。

貨物油槽内の横強度メンバーの配置については種々検討を加え、 $\frac{1}{6}$ の模型実験により応力分布状態を調査した。

貨物油槽の長さは15mとして重量軽減を図り、巾は横方向に3分割してあるが、船体中心線上に制水隔壁を設けている。

この制水隔壁の軽減口の周囲には相当大きい剪断応力の集中が起こるので、開口配置に考慮を払うと同時に、模型実験結果から補強要領を定めた。

鋼材の低温脆性について、十分な考慮を払い、クラックアレスターとして十分な数の鎮シームを配置し、上甲板および船底には二重張りを行なった。

また従来にない大型、高馬力の単軸タンカーであるため、防振対策には細心の注意と最大の努力を払ったが、幸いにして従来にない振動の少ない船として好評のうちに引渡しを完了することができた。次節においてやや詳細に防振対策の概要および試運転時振動計測結果の一部を紹介する。

### 4. 船体振動対策

#### 4-1 船体撓振動の対策

本船はタービン船であるから、主機の不均衡力、不均衡偶力による船体低次振動は問題でなく、プロペラの起振力により誘起される高次振動が大部分を占めることは

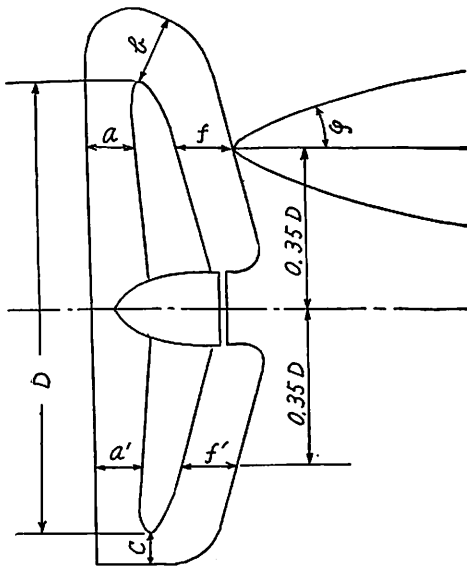
明らかである。そしてこの高次振動は、特に船尾機関船の機関室附近においては局部振動と混在して相互に影響し合い複雑な現象を呈することは、従来のタンカーにおいても認められている。従って、船体換振動の対策としては、(1)起振力を減少させる。(2)局部振動との干渉を避けるため、局部構造の剛性を検討して合理的設計による。(3)船の長さ方向の重量および剛性配分を、船尾振動が小さくなるように配置する。等が考えられるが、(3)は未だ定量的計算が行なえる段階でないのと、船が定めれば、構造剛性、重量ともに大巾な変更は不可能であり、従ってこの方面の効果は少ないと考えられるので、具体的には(1)および(2)を検討した。

(1) 起振力の減少

プロペラの廻転によって生ずる起振力は、所謂翼尖間隙に大きく左右されることは周知であるが、起振力と間隙との関係は未だ定量的には判明していないので、本船間隙決定には、従来船のうちで振動上良好であった船を手本船としてその間隙から本船の間隙を出した。その場合、手本船の資料を直ちに本船に適用すると、馬力の相違による影響は全くはいらないので、最も重要と考えられる翼尖間隙 $b$ および船尾材との間隙 $f$ (第1図参照)については、馬力を考慮して決定した。

(a) 翼尖間隙 $b$

当社船型試験場の研究によってプロペラ直上の固面上の $P$ 点に及ぼされる変動水圧を求める算式を



第1図 プロペラ間隙

得たが、この式は実験として合うのでこの式を参照の上 $b/D$ の値を0.25とした。

(b) 船尾材との間隙 $f$

プロペラの推力 $T$ を考慮した計算をJ.P. Breslin等が発表している。またNV規則にも取入れられている。これらを参考として $f/D=0.23$ とした。

(c) その他の場所の間隙

その他の間隙についてもNV規則その他の規準を参照して、Type shipと比較して決定した。

結局、最終的に決定した間隙は第1表に示すようなものとなった。その他、数字に現われない要素、たとえば伴流をできるだけ均一にするために、プロペラ前方の船型を細くする等にも意を用いた。

第1表 本船のプロペラ間隙

$\frac{a}{D}$	$\frac{b}{D}$	$\frac{c}{D}$	$\frac{f}{D}$	$\frac{a'}{D}$	$\frac{f'}{D}$
0.15	0.25	0.093	0.23	0.15	0.26

(2) 構造剛性の検討

これは局部構造に関連するので、局部振動対策の部で後述するが、特に配慮した部分は主として機関室内主機およびスラストブロック附近である。

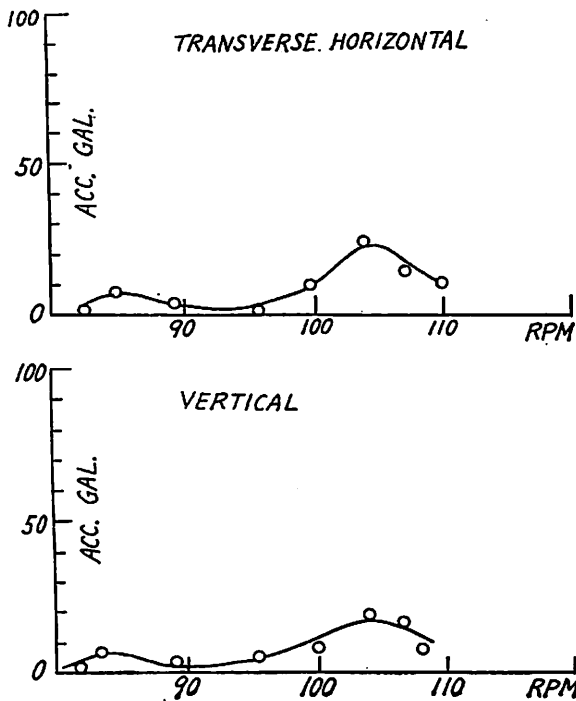
4-2 局部振動の対策

局部振動の中には、鋼壁、甲板の一部などのごとく2次元防撓パネルと考えられるもの、マスト、デリックポストなどのごとく梁と考えられるもの、上部構造のracking、機関室構造などのごとく立体的構造またはラーメン構造と考えられるものなどがあり、このうち防撓パネル構造については種々の研究があり、当所においても振動数推定の一方法をかつて発表した。その方法に基づいて特に重量物のかかるパネルや接水パネルについては注意して検討した。

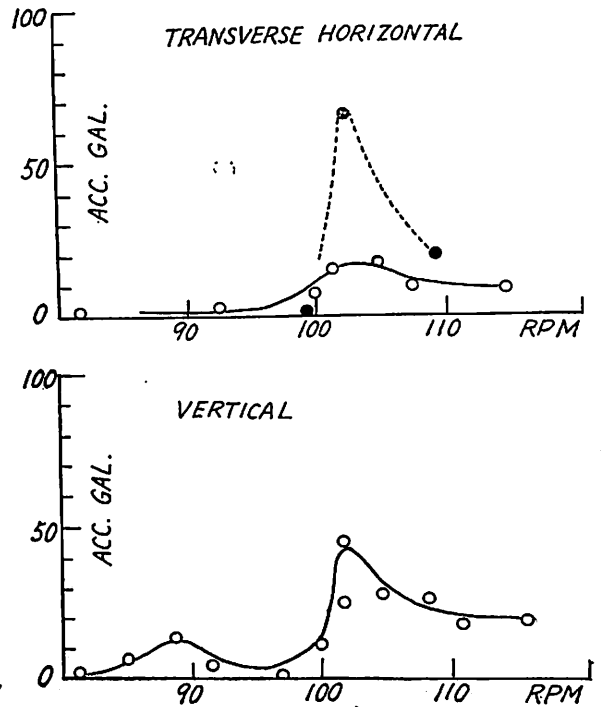
またマスト、デリックポストの振動に関しても研究が発表されており当所においても若干の実績があるから、それらを参照して本船のものを設計した。

局部振動中推定が最も困難で、且つ複雑な問題を提示するのは立体構造としての振動で、この種の振動はしばしば実態の把握さえも困難なことが多い。従って同型でない船を設計する場合に一番問題となるのはこの種の振動である。本船の場合、従来の45,000ton型等から判断して問題が生ずるとすれば機関室またはその後方であると考えられたので、注意もこの部分に集中した。

まず機関室二重底振動数を概算したところ、最低次振動でもBlade frequencyを越えると思われたので、二重底の共振は起こらないものと考えた。次に、スラストブロックにかかる推力変動によって二重底が変形を受



第2図 機関室内船尾隔壁直前における共振曲線 (Blade frequency)



第3図 船尾楼甲板後端における共振曲線 (点線は RPM×10, 点線は Blade frequency の振動を示す)

け、主機が前後方向に振動するのを防止するために、スラストブロックシートを左右に側外板まで延長して、推力変動を二重底のみでなく側外板でも支える構造とした。また中間軸受部の剛性を持たせるように、中間軸受のシートを側外板と連絡し、固めた。

その他機械室内フラットその他も、立体構造としての剛性に寄与するように考えて設計した。

#### 4-3 試運転時振動状況

上記諸対策の結果、試運転時振動はきわめて軽微で、当日乗船された船主、船級協会各位にも好評を受けた。

船体撓み振動の一例として、バラスト状態 ( $d_a = 21' - 4\frac{3}{4}''$ ,  $d_f = 27' - 10''$ ,  $\Delta = 56,510t$ ) で、機関室内船尾隔壁、直前および船尾楼甲板後端で梅北式2成分船体振動加速度計を用いて計測した共振曲線を第2図および第3図に示す。また居住区における振動は大部分が10gal以下であり、その他局部振動を生じて問題となった箇所は一つもなく、タービタンカーのうちで最良であった。

### 5. 艦装関係

#### 5-1 甲板艦装

##### (1) 係留装置

本船は船尾に14,600kgの無算錨1挺、92耗錨鎖13

連および揚錨機1台を装備している。これらの錨、錨鎖は船尾楼甲板より船体中心を通り船尾外板を貫通している錨鎖孔を経て投揚錨される。

錨鎖孔は鋼板溶接製円筒型にして下部に錨格納用レセスを設け、且つ錨鎖孔上部のデッキピースとレセス下部外板の錨鎖が摺動する部分は厚肉鋳鋼製として摩耗に耐えるよう考慮されている。従来当所にて建造されたタンカーで船尾錨鎖孔を取付けた船ではいずれも錨鎖孔の出口は舷側に設けられた。

これは投錨の際舵の破損を防止するため可能な限り舵との間隔を拡げるためであるが、本船では錨鎖孔の出口を舷側または船尾(船体中心)のいずれに設けても殆んど差はなかつたので、むしろ係船上の見地よりすれば後者の方が望ましいので後者を採用することにした。従って錨を揚錨機にて捲込み錨鎖孔レセスに格納する場合、錨が外爪にて海中より上がってくれば問題はなく格納できるが、内爪にて上がってくれば、錨爪の先端が船尾外板に引掛かり上がらなくなるので、レセス近くで錨を1回転させ外爪の状態にする必要があった。従って前記状態にするためにはいろいろ苦心し、図面上だけで解決できない点は模型により実験を

試みた結果、錨がいかなる状態にて上がってきても容易にしかもスムーズにレセスに格納できるようになった。

(2) 機械室天窓開閉装置

機械室天窓の開閉は圧縮空気により行なう操作方式が採用されている。天窓蓋は片舷4枚、両舷にて8枚とし、蓋2枚に対して1個のパワーシリンダを設けピストンと蓋をレバーにて連結し、1個の操作弁で蓋4枚を連動し得るようにしている。従って操作弁は両舷の蓋用として2個装備されている。

本装置はパワーシリンダへ供給される空気圧が2kg/cm<sup>2</sup>以下ではシリンダは作動せず、4kg/cm<sup>2</sup>の時に天窓蓋は全開状態となるように設計されているので、調圧弁による空気圧の微小な変化に応じて天窓蓋は任意の開度を保つことができる。

天窓蓋の開閉は蓋の自重と、パワーシリンダ内に仕込まれたスプリングの力が逆方向に押すことにより行なわれる。また機械室内が火災等非常の際には機械室外部より天窓蓋を閉鎖するため、機械室囲壁前部の船尾楼甲板に三方コックが設けられている。このコックを操作すればシリンダへの給気を遮断し排気口をつくるため、シリンダ内の空気は大気中に放出されるので調圧弁を操作することなしに一斉に閉鎖される。

圧縮空気は機関室内補助コンプレッサーにて発生したものをストレーナを通じて供給される。

(3) 救命装置

救命設備は SOLAS 1948 規則および英国 M.O.T. 規則を適用している。

救命艇は鋼製7.32m漕艇、モーター艇各1隻および9m漕艇、モーター艇各1隻をそれぞれ上部船橋楼甲板、端艇甲板に設備している。

救命艇はすべて国産品を搭載し、艀装品、備品について M.O.T. の Approved type を要求されるものは一部輸入品を、他は国産品を装備している。

モーター艇用エンジンは英国 Petter McLaren 社製空冷ディーゼルエンジンを輸入し、7.32m救命艇に22 S. H. P, 9m救命艇用に33 S. H. P のものを搭載している。なお速力はそれぞれ6knである。ダビットは三菱ヒンジ式重力ダビットを装備し、ポータブルエレクトリックモーター駆動揚艇機により操作される。なおダビットアームのリリーズギヤーは M.O.T. の要求によりスリップフック付ワイヤーにて連結し、スリップを切ると両方のギヤーが同時に外れ、揚艇機のプ

レーキをゆるめることにより両方のダビットアームが同時に振出され、救命艇は降下できる構造となっている。

(4) 甲板機械

船首揚錨機は運送の便利のためにエンジン部とその両側の揚錨機部との3部分に分割し、フランジ型のカップリングで連結する構造となっている。また荷重が非常に大きいのでベッドの前面に止メ金を設けて荷重を受けるようにした。

船尾揚錨機も船首揚錨機と同様に、揚錨機部とエンジン部とに2分されエンジン部には船尾デリック吊索用のドラムを設けてある。

また本船には船主要求により一般配置図に示すように12台の自動係船機を搭載している。

エンジンルームと船尾居住区との間には機関部員の昇降用に4人乗シングルオートマチック手動戸閉のリフトを設けてある。

このリフトは端艇甲板、船尾楼甲板、上甲板、機関室内1, 2, 3の6階に停止するようになっており、全昇降行程は17.49mである。また M.O.T. の要求により居住区に通ずる扉は特に自動閉鎖するようになっている。

第2表 主要補機要目表

	数	寸法	容量	製造所
船首揚錨機(蒸気式)	1	440φ×480	60t×9m/min	油谷重工
船尾 〃 (蒸気式)	1	320φ×360	30t×9m/min	〃
自動係船機(蒸気式)	12	14"φ×14"	15t×24m/min	Friedrick Kocks
揚荷機(蒸気式)	3	230φ×300	10t×20m/min	三菱下関造船所
リフト	1	トランク寸法 1,800×1,900	350kg×30m/min	三菱電機

5-2 諸管艀装

(1) 貨油管装置

貨油管装置は独立の4グループよりなり、それぞれ下記の貨油タンク群に分割されている。

No. 1 グループ	No. 1, 2. 貨油タンク
No. 2 〃	No. 3, 4, 5. 〃
No. 3 〃	No. 6, 7, 8. 〃
No. 4 〃	No. 9, 10, 11, 〃

各グループはそれぞれ470φ主管および260φストリッパー管からなり、主ポンプ室内の貨油ポンプに連結され、4種の異種油の同時荷役ができるのみでなく、ポンプ室内およびタンク内で、ダブルシャットバルブを介して相当に連結され、各ポンプにより、どの

管系からも吸引または吐出しうようになっている。

バラストの注排水のためには、主ポンプ室内にシーチェストを備え、重力による海水の注入およびポンプによる注排水もできるように設備されている。

Cargo station は上甲板上の中央部と後部船尾楼直前とに設けられ、それぞれ4主管および2ストリッパー管のホース接続設備を設けると共に、後部船尾楼甲板上船尾にも1主管の貨油ホース接続設備が準備された。また短時間でホース連結ができるよう、“CAM-LOCK FLANGE” が設備された。

これら貨油ホース連結設備は本船建造に伴い設備された港および陸上設備を考慮し、船主と充分調査協議の上準備されたものである。

また各グループ主管はタンク内で上甲板上の主管と直接連結され Direct filling ができるよう考慮されている他、残油を No. 8 および No. 11 の中央タンクへ一時おとし貨油主管で吸引できるよう配管されている。

貨油ポンプ、ストリッパーポンプの要目および主要管の寸法を第3表および第4表に示す。

第 3 表

貨油ポンプ	4台 × 2,000 m <sup>3</sup> /h (海水) × 8.8 kg/ cm <sup>2</sup> D. H.	蒸気タービン駆 動渦巻型 米 ウオシントン社
ストリッパーポンプ	4台 × 400 m <sup>3</sup> /h ( " ) × " "	蒸気往復動ポン プ 新興金属製

第 4 表

	呼称	外径	肉 厚	
			タンク内	その他
貨油管	主管	470	12.7	10.0
	枝管	340	355.6	"
ストリッパー管	主管	260	"	9.0
	枝管	200	216.3	"

これら貨油ストリッパー管の膨脹接手としてはタンク内および甲板上共にドレッサー型カップリングが使用された。

以上述べたように、超大型タンカーの名にふさわしく荷役能力も非常に大きく、充分その性能を発揮できるように計画され、それだけにポンプ金物および配管計画に当って種々の問題点が検討された。

(a) 貨油主管として国内でははじめての大径のものが採用され、これらの管系に用いられた弁およびその操作についても特に考慮が払われた。

仕切弁は種々の実験調査結果に基づき特殊補強型が採用され、弁体には手入孔が設けられ、弁操作デ

ッキスタンドにはボールベアリング設備された。

また玉型弁はギア弁とすると共にエアモーター操作弁(ウツェバルブ製)が使用された。

(b) 貨油ポンプストレーナーには掃除のためのカバー開放が早くできるように従来のボルト締めカバーの代りにバンド締めドームカバーを採用し、併せて据付面積を小さくするよう配慮した。

(c) 2,000m<sup>3</sup>/h という国内ではじめての超大貨油ポンプ採用に当ってメカニカルシールを採用すると共に、ベアリングの温度上昇に対して特に考慮が払われ、また安全弁の小型化、確実操作を期してパイロット型が用いられている。

(d) 配管計画に当っては超大径管の曲り部を最小にするためポンプ室内の船殻構造は特に考慮され、また主管ストリッパー管径の大型化によりタンク内の中央 Bhd. の流通孔は勿論、タンク内ガード、フレーム等の流通孔はできるだけ充分とり荷役能力が充分発揮できるよう配慮されている。

(2) タンクバント装置およびタンク洗滌装置

各貨油管のバント主管(300φ×10t)は貨油管と同じく4グループに分かれ、最寄りのマスト頂部に導かれ、フレームアレスターを経て大気に通じている。立上がり管には安全弁が設けられ、また管内掃除用の蒸気管の連絡設備を持っている。

各バント支管(200φ×8t)は各両翼タンクおよび中心タンクからブレッザー弁(バックレル型重量式)を介して主管に連絡されている。なお貨油タンクおよび貨油管内換気用として中央 Cargo station にガスエジェクターが設備されている。

その他タンクの急速換気およびタンク内の乾燥のために Golar vent system を採用し、急速換気を期した。本装置は2台の130BIP×13,500cfm 蒸気タービン駆動ファンとヒーターよりなり、熱風を貨油管を通して、タンク内に吹き込み換気できるようになっている。

バタウォース管は消防主管兼用とし、船主要求によってバタウォースマシン11台を同時使用するよう計画されている。また暴露甲板上甲板冷却用としてスプリングリングヘッドが準備されている。その他貨油管内洗滌のために貨油管にバタウォースホース接手が準備された。

(3) その他の諸管装置

すべての装置は英国 M.O.T. の Crew accommodation の要求に従って計画されている。船体部蒸気管としては圧力 10kg/cm<sup>2</sup> 系統の甲板機械用、タンカ加



熱管用、スマザーリングスチーム管と3kg/cm<sup>2</sup>系統の雑用蒸排気管よりなり、すべて鋼管を使用している。

暴露部も充分防熱され、ポリエステル樹脂ライニングによって波浪に対して保護されている。貨油槽加熱管はフィン付鋼管を使用し、加熱面積比は0.03m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>となっている。

また蒸気管の径が大きくなったため、エキスパンションジョイントとしてステンレスペローズ特殊型を採用し配管の簡易化を図った。

居住区消海水および温清水管系はハイドロフォア式とし、消水（飲料水兼用）は船尾居住区と中央居住区の2系統に分けられ連絡管にて互いに連結されている。なお6台のウォータークーラが居住区および機関室内に装備されている。

また居住区内のスカッパーはすべてシール型を採用し、防臭衛生に対して配慮されている。

(4) 通風冷暖房装置

本船の居住区は英国 M.O.T. に従って、居住区性の向上が図られており、各居室および公室（操舵機室も含む）に対して、キャリアー式冷暖房装置が設備され、ルームユニット再加熱用として温水循環装置を備えている。

方式 Carrier's high velocity terminal re-heat system (フレオン直接膨脹式)

メーカー 東洋キャリアー

セントラルユニット 3台×15 PS

冷凍機 2台×60 PS (キャリア 5 H80型)

設計条件 外気 夏季 95°F. P. B, 82°F. W. B

冬季 0°F. P. B

室内 夏季 80°F. P. B, 50%RH

冬季 68°F. P. B

その他、便所は10回/時の吸気機動通風が設けられると同時に、蒸気ラジエーターが設備されている。また各ギャレー、ペーカリーは M.O.T. に従って給排気され、糧食庫、洗濯室、乾燥室は同じく気動排気されている。

(5) 消防、消火装置

M.O.T., AB 国際安全条約に従って計画され、貨油タンク、燃料油タンク、塗料、灯具庫、ボイラ機械室に消防用蒸気を配管している。居住区の消防管は1ケの弁を介して機械室と分離して配管されている。

消防ポンプとして2台の消防兼パタウォースポンプおよび1台の消防兼雑用ポンプが防火壁によって分離されたボイラ室および機械室に装備される他、ボイラ室に非常用消火ディーゼルポンプ (60m<sup>3</sup>/h×7kg/cm<sup>2</sup>

DH) を備えている。消防主管は特殊アダプターにより英国陸上給水栓と連絡できるように設備されている。また M.O.T. に従って各種消火器が装備され、甲板部に対してもストリームノズルのほか5ケのホグノズルおよびアプリケーションターを備えている。

(6) 糧食冷蔵庫

庫内容積計120m<sup>3</sup>の野菜庫、肉庫、魚庫、日常庫、ロビーよりなっており、冷凍機要目は下記の通りである。

メーカー	日本サプロー
型式	フレオン直接膨脹式
冷凍機	2台×10HP×12,000 Kcal/h (-15°C/37.8°C)

(7) 舵取機械

メーカー	三菱造船株式会社
型式×数	電動油圧、ジャンナー型 2ラム4シリンダ式 D <sub>L</sub> 160~24型×2台
力 量	160t-m
電動機力量	100PS×2台

5-3 居住区

本船の居住区は船が大きいため余裕のある配置ができた。なお大体次のような特色を有している。

以下45,000tタンカーとの比較によって本船の特徴を述べてみよう。

(1) 乗組員

	45,000t型	本 船
甲板部 (士官)	8	9
〃 (属員)	16	26
機関部 (士官)	9	11
〃 (属員)	16	19
事務部	7	11
船 主	4	4
水先案内人	1	1
総 計	61	81

本船においては、船主運航計画に基づき乗組員が約20名多くなっている。各個室の基準面積は一般タンカーと同方針で設計をしたので、この20名分の居住設備が算術的に拡大されたこととなるが、次に甲板別に居住区の面積を比較してみることにする。

(2) 甲板別居住区面積比較

	45,000t型	本船
航海甲板	120m <sup>2</sup>	120m <sup>2</sup>
船長甲板	—	144
上部船橋楼甲板	184	144
船橋楼甲板	302	340
端艇甲板 (機関室、通風機室は含まず)	224	282 (内 REC. R M 93m <sup>2</sup> )
船尾楼甲板 (〃)	524	744

上甲板(機関室, 通風 620 1,130  
機室は含まず)

総計 1,974m<sup>2</sup> 2,904m<sup>2</sup>

即ち、上述の資料より本船は

- (a) 45,000t型より乗組員については1.34倍となる。
- (b) 45,000t型より居住区面積については1.47倍となる。

この差は娯楽室の特設、賄室、便所などを西洋式と東洋式の両種に独立して設備したことに原因している。

### (3) 娯楽設備

#### (a) 娯楽室

端艇甲板に93m<sup>2</sup>に及ぶ広大な娯楽室を設置した。本室には映写装置をなし、映写室として使用する場合は75人分の折畳式椅子を配置するようになっている。平常は、ピンポンやトランプ等がやれるように施設された。

#### (b) 水泳プール

娯楽室右舷側にプールを設けた。タイル張り等は施工しないで鋼板上塗装をしたのみの堅実型であるが、その面積は22m<sup>2</sup>に及ぶ広大なもので、この点客船の水泳プールを凌ぐ大きさである。

### (4) 中央部居住区の階段部

中央にエントランスを兼ね、大きな階段部分をとった。その中央に階段を設け、配置上からも特殊なものとした。裝飾面の特徴としては手摺柱に押型軽合金を使用し、金色アルマイト仕上げをし、その中間に特註色のアクリライトを挿入れた。

このように手摺柱に金色アルマイト加工の軽合金を用いたのは陸上でもめずらしいことで、本船の特徴の一つに数えられる。

## 3. 機 関 部

### 1. 主タービン

主タービンは当社長崎造船所製三菱エッシュアウイス2段減速装置付2気筒クロスコンパウンド衝動式船用蒸気タービン1台である。

出力 連続最大 24,000PS×105RPM  
常用 22,000PS×102RPM  
後進 8,800PS×75RPM

蒸気状態(操縦弁前)

圧力 58kg/cm<sup>2</sup>g (825 psig)  
温度 477°C (890 °F)

復水器上部真空(常用出力時、海水温度24°C)  
722mmHg (28.5")

高圧タービンはラトー段落9段から成り、ノズルボックスは上部ケーシングと一体の構造であり、4組のノズ

ル群に分かれ、3個のノズル弁を有している。これらのノズル群の組合わせにより、常用出力範囲を高効率で運転できるようになっている。低圧タービンはラトー段落6段で複流式としており、後進タービンはカーチス段落1段およびラトー段落1段から成り、低圧タービンケーシングの船尾側に内蔵されている。

抽気は高圧タービン7段後、高圧タービン排気および低圧タービン3段後の3点から取り、蒸気式空気予熱器、脱気給水加熱器、消水蒸化器、海水蒸化器および第1段給水加熱器の加熱蒸気を供給する。減速装置はダブルヘリカル2段減速アーティキュレート型であり、主スラスト軸受はミッチェル式であり、減速装置とは別体構造とし、減速装置の船尾側に設置している。

### 2. 主ボイラ

主ボイラは当社長崎造船所製 三菱長崎 C. E. 船用2胴水管式3台である。

蒸気状態(過熱器出口)

圧力 59.8kg/cm<sup>2</sup>g (850 psig)  
温度 482°C (900 °F)

蒸発量(1ボイラ当り)

連続最大 51,000kg/h  
常用 37,000kg/h

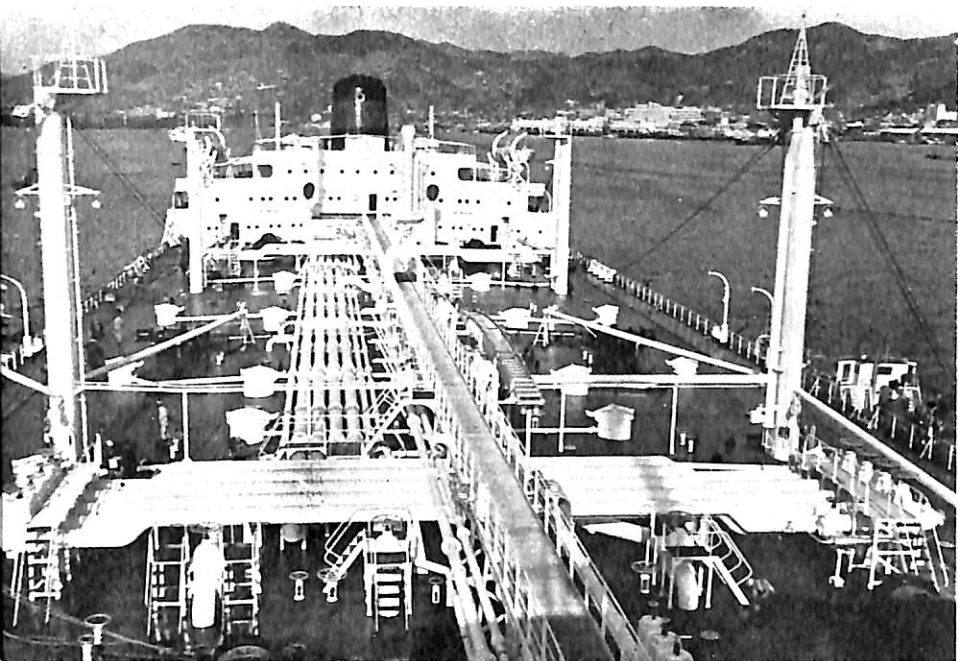
給水温度 138°C

ボイラ効率 87.5%(常用時)

過熱器はヘヤピン型のコイルを堅型に配置した堅型過熱器であり、高負荷時に蒸気温度が過昇するのを低減するために調整用緩熱器を備えている。補助蒸気用緩熱器は蒸気ドラムの水面下に装備した水浸式で、大容量の緩熱蒸気を得るように設計されている。エコノマイザはアルミニウムフィン付継目無鋼管から成り、軽量、コンパクトで高効率を得られるように設計されている。空気加熱器はキューブロニッケル管に銅リボンを螺旋状に巻き付けた所謂エローフィンチューブの加熱管から成り、高圧抽気によって加熱される。噴燃装置としてトッド社の蒸気噴霧式パーナを各ボイラに5本備え、低質燃料油の使用に対しても考慮をはらっている。その他の付属装置としてペーレイ空気式自動燃焼制御装置、ペーレイ2要素空気式給水加熱器、三菱パルカン蒸気噴射式スーツブロウ、アイハイ遠隔水面計、スモークインディケータ、その他必要な計器類を完備している。スーツブロウは過熱器管用のみは電動長拔差式であり、他は手動回転式である。

### 3. 機関部機装

機関室内補機は主給水ポンプ、消防兼バタウォースポンプおよびビルジバラストポンプを除き他はすべて電動



UPPER DECK PIPE LINES & WALK WAY

わが国造船所建造の

最大タンカー

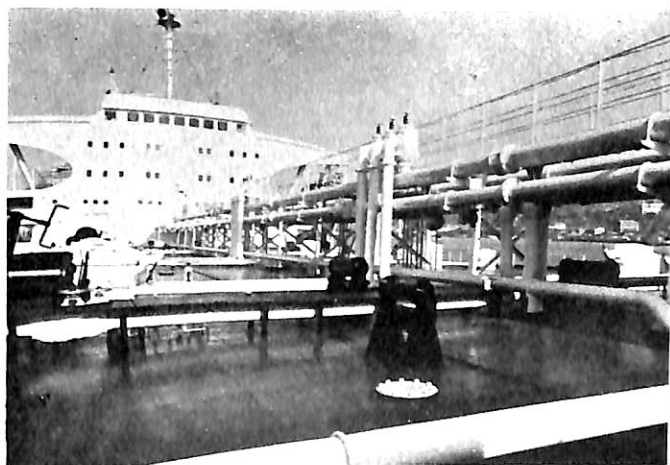
NAESS SOVEREIGN

三菱造船株式会社 長崎造船所

Anglo American Shipping Co.



SMOKING ROOM



BRIDGE FRONT & WALK WAY



DINING SALOON

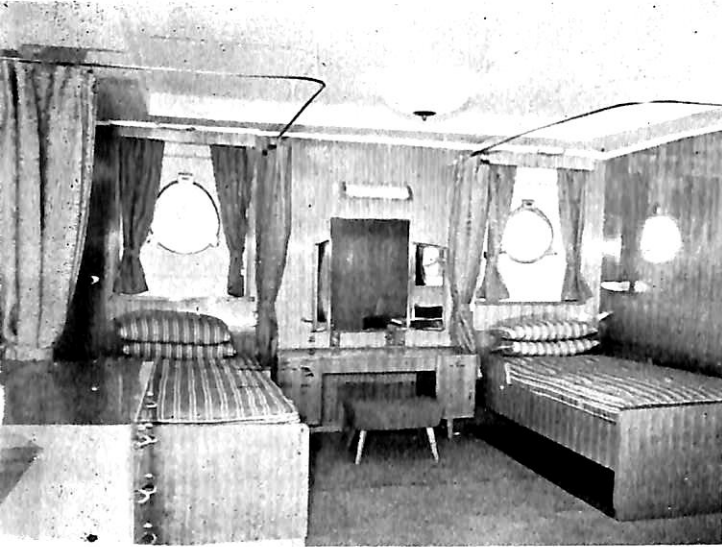


MAIN PUMP ROOM

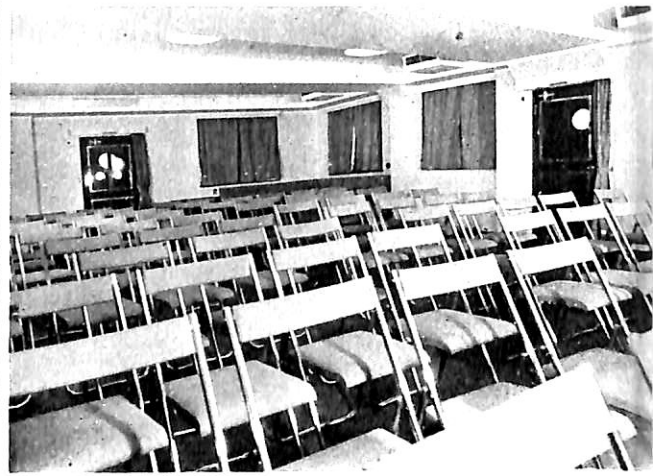
NAESS SOVEREIGN



OWNER'S DAY ROOM



SPARE ROOM



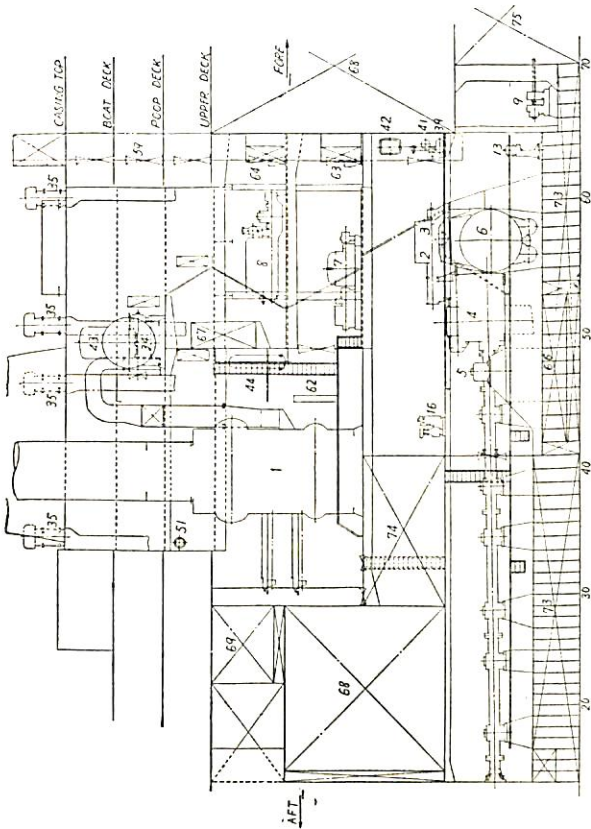
RECREATION ROOM



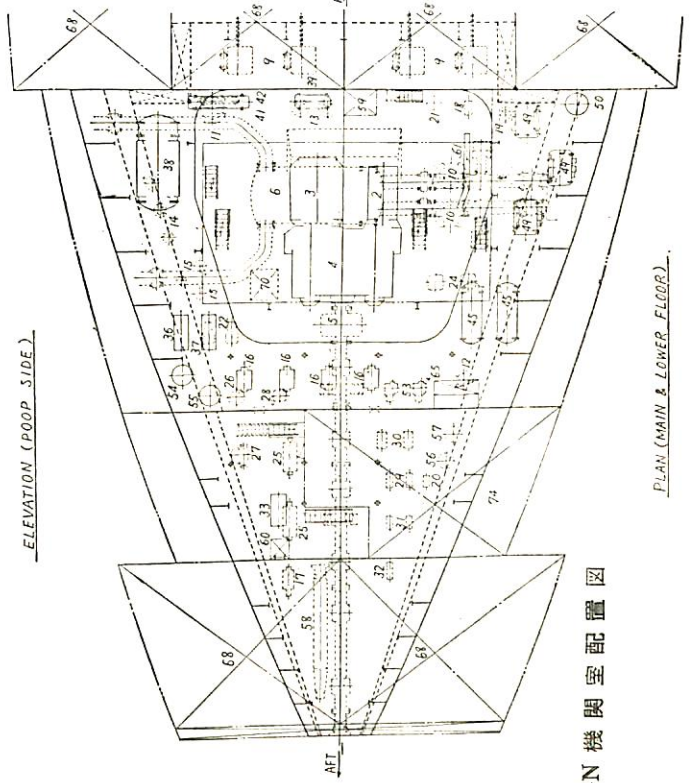
OFFICER'S MESS ROOM



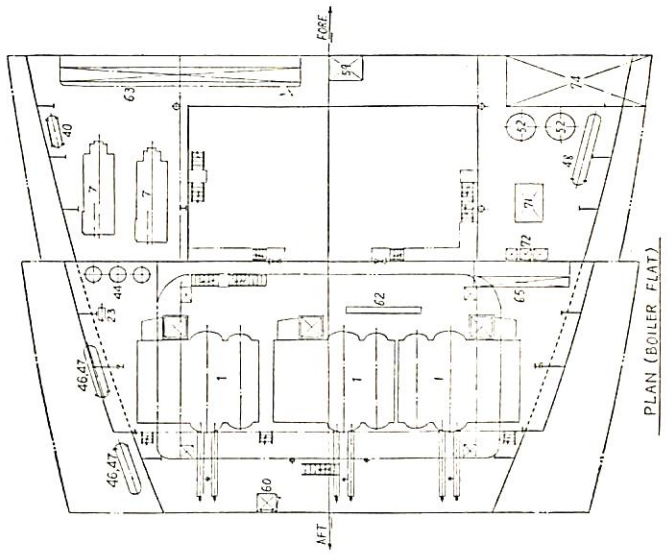
STAIR CASE



ELEVATION (POOP SIDE)



PLAN (MAIN & LOWER FLOOR)



PLAN (BOILER FLAT)

1	主ポンプ	37	主ポンプモーター
2	高圧ポンプ	40	補助冷却水ポンプ
3	低圧ポンプ	41	クランク室冷却水ポンプ
4	減圧装置	42	クランク室冷却水ポンプ
5	主機冷却水ポンプ	43	クランク室冷却水ポンプ
6	主機冷却水ポンプ	44	クランク室冷却水ポンプ
7	主機冷却水ポンプ	45	クランク室冷却水ポンプ
8	主機冷却水ポンプ	46	クランク室冷却水ポンプ
9	主機冷却水ポンプ	47	クランク室冷却水ポンプ
10	主機冷却水ポンプ	48	クランク室冷却水ポンプ
11	主機冷却水ポンプ	49	クランク室冷却水ポンプ
12	主機冷却水ポンプ	50	クランク室冷却水ポンプ
13	主機冷却水ポンプ	51	クランク室冷却水ポンプ
14	主機冷却水ポンプ	52	クランク室冷却水ポンプ
15	主機冷却水ポンプ	53	クランク室冷却水ポンプ
16	主機冷却水ポンプ	54	クランク室冷却水ポンプ
17	主機冷却水ポンプ	55	クランク室冷却水ポンプ
18	主機冷却水ポンプ	56	クランク室冷却水ポンプ
19	主機冷却水ポンプ	57	クランク室冷却水ポンプ
20	主機冷却水ポンプ	58	クランク室冷却水ポンプ
21	主機冷却水ポンプ	59	クランク室冷却水ポンプ
22	主機冷却水ポンプ	60	クランク室冷却水ポンプ
23	主機冷却水ポンプ	61	クランク室冷却水ポンプ
24	主機冷却水ポンプ	62	クランク室冷却水ポンプ
25	主機冷却水ポンプ	63	クランク室冷却水ポンプ
26	主機冷却水ポンプ	64	クランク室冷却水ポンプ
27	主機冷却水ポンプ	65	クランク室冷却水ポンプ
28	主機冷却水ポンプ	66	クランク室冷却水ポンプ
29	主機冷却水ポンプ	67	クランク室冷却水ポンプ
30	主機冷却水ポンプ	68	クランク室冷却水ポンプ
31	主機冷却水ポンプ	69	クランク室冷却水ポンプ
32	主機冷却水ポンプ	70	クランク室冷却水ポンプ
33	主機冷却水ポンプ	71	クランク室冷却水ポンプ
34	主機冷却水ポンプ	72	クランク室冷却水ポンプ
35	主機冷却水ポンプ	73	クランク室冷却水ポンプ
36	主機冷却水ポンプ	74	クランク室冷却水ポンプ
37	主機冷却水ポンプ	75	クランク室冷却水ポンプ

NAESS SOVEREIGN 機関室配置図

であり、必要な電力は3φ 60<sup>o</sup> 450V 1,250KVAのターボ発電機2台によって供給される。発電機タービンは当社長崎造船所製の6段衝動式で、入口蒸気状態は主タービンと同じく58kg/cm<sup>2</sup>g, 477°Cであり、排気真空は710mmHgで設計されている。

なお応急用としてディーゼル発電機1台を装備しているが、この発電機は船主の特殊要求により、ターボ発電機が故障の場合推進補機にも給電して8kn航走で航走するために必要な電力を供給し得る容量としている。またこのためワッチにも便利のように機関室内に装備している。

復水装置は主復水器および補助復水器各1台を装備しており、航走中は主復水器のみを使用し、主タービンおよび発電機タービンの排気を処理する。停泊中は補助復水器を使用し、発電機タービン、荷油ポンプタービン、その他蒸気駆動補機の排気を処理する。主復水器は単流式で、常用出力時海水温度24°Cで722mmHgの真空を得るように設計されており、2台の120PS主循環水ポンプによって冷却水が供給される。

給水は2段加熱で、第1段給水加熱器および脱気給水加熱器各1台によって138°Cまで加熱され、主給水ポンプによりエコマイザを経てボイラに給水される。給水加熱には主タービンの抽気および主給水ポンプタービンの排気を利用している。主給水ポンプはコフィン社のDEB形4台を装備しており、通常航走中のボイラ2缶を使用時には2台を使用し、航走中のタンカーサービス時のボイラ3缶を使用する際には2台を使用する計画になっている。

蒸気系統は主タービンおよび発電機タービン以外は緩熱器により過熱低減し、また必要に応じて減圧弁により減圧して使用する。緩熱器はボイラの蒸気ドラム内に装備した内部緩熱器の他、ゼネラルレギュレーター社製の給水噴射式外部緩熱器2台を備えており、荷油ポンプタービン、パタウォース加熱器、荷油加熱コイルに蒸気を供給するようになっている。荷油加熱コイル、燃料油タンク加熱コイル、燃料油加熱器等のドレンが汚油されるおそれがあるドレン系統には脱油装置としてウエヤロウソン社製デ・オイルー2台を装備している。

造水装置は笹倉機械製作所製の容量12,000gpd笹倉ーグリスコムラッセル低圧単効浸管式3台を装備しており、他に給水のみを二重蒸溜するために笹倉機械製作所製の容量30t/day 堅型浸管式清水蒸化器1台を装備している。パタウォースポンプおよびパタウォース加熱器は各々2台ずつ装備しており、各々1台でパタウォースマシン5台に十分な容量を有し、同時にパタウォースマシ

ン10台使用可能である。

舵取機は当社長崎造船所製の電動油圧式2ラム4シリンドラ型であり、可変容量ポンプ(ジャンネーポンプ)によって駆動される。ジャンネーポンプは2台装備し、各ポンプの容量は船の前進または後進最大速力時に舵を片舷一杯から反対舷一杯までの70度を30秒以内で転舵するに十分な容量となっている。

第5表 機関部要目表

1) 主推進機械

主タービン	三菱エッシュアウイス2段減速装置付2気筒クロスコンパウンド衝動式	1基
常用	連続最大	後進
SHP 22,000	24,000	8,800
rpm 102	105	75
蒸気圧力×温度(操縦弁前にて)		
58kg/cm <sup>2</sup> g×477°C		

ターニング用電動機	10HP×1,800rpm	1台
主復水器	横形単流再熱式 上部真空722mmHg vac.	
	1,660m <sup>2</sup>	
主空気エゼクタ	2連2段蒸気噴射式	1台
主循環水ポンプ	電堅両吸込渦巻4,000m <sup>3</sup> /h×6m	2台
主復水ポンプ	電堅2段渦巻 80 <sup>o</sup> ×100 <sup>o</sup>	2台
潤滑油冷却器循環水ポンプ	電堅渦巻400 <sup>o</sup> ×12 <sup>o</sup>	1台
潤滑油ポンプ	電堅スクリュース式150 <sup>o</sup> ×4.5kg/cm <sup>2</sup>	2台
潤滑油冷却器	横表面式	170m <sup>2</sup> 2台

2) 蒸気発生装置

主ボイラ	三菱長崎CE 船用2胴水管缶	3基
蒸気圧力×温度(過熱器出口にて)		
59.8kg/cm <sup>2</sup> g×482°C		
給水温度(エコマイザ入口にて) 138°C		
蒸発量	常用 37,000kg/h 最大 51,000kg/h	
主給水ポンプ	横2段渦巻タービン駆動	4台
	130m <sup>3</sup> /h×75kg/cm <sup>2</sup>	
ボイラテストポンプ	電動ピストン 1.4×95	1台
燃料常用ポンプ	電横スクリュース式	
	13.5/6.75/4.5×12.5	2台
非常用燃料ポンプ	電横輳車 1×18	1台
強圧送風機	電横遠心 1,000/500m <sup>3</sup> /min×500/138mm Aq	3台
燃油加熱器	堅表面式	30m <sup>2</sup> 3台
調整用空気圧縮機	電2段往復式	
	160m <sup>3</sup> /h FA×9kg/cm <sup>2</sup>	1台
同上用空気槽		2.55m <sup>3</sup> 1台

3) 軸系および推進器

推力軸	655mmφ×1,950mm L	1
中間軸	595 <sup>o</sup> ×6,800 <sup>o</sup>	3
推進軸(予備軸1本)	695 <sup>o</sup> ×7,400 <sup>o</sup>	1
推力軸受		1
中間軸受		6
推進器	5翼一体形右廻り ニッケルマンガンブロンズ製(予備推進器1ヶ マンガンブロンズ)	
	直径 7,200mmφ ピッチ 5,060mm	

4) 復水系統補機

補助循環水ポンプ	電堅両吸込渦巻2,000m <sup>3</sup> /h×8m	1台
----------	----------------------------------	----

補助復水ポンプ	電壓2段渦巻	60m <sup>3</sup> /h×90m	2台
〃	〃	10〃×80〃	1台
ドレンポンプ	電壓渦巻	30〃×65〃	2台
〃	〃	3〃×65〃	1台
補助復水器	横2折流真空式	600m <sup>2</sup> , 650mmHg vac.	
補助空気エゼクタ	2連2段蒸気噴射式		
第1給水加熱器(ドレン冷却器付)	横表面	65m <sup>2</sup>	1台
第2〃(脱気器)	直触脱気式	180t/h	1台
グラウンド蒸気復水器	横表面	10m <sup>2</sup>	1台
同上用エギゾースタ	電機遠心	4.25m <sup>3</sup> /min×245mm Aq	1台
<b>5) 発電機およびその補機</b>			
主発電機	交流タービン駆動		2基
発電機	1,250KVA×450V×3,600 rpm		
タービン蒸気	58kg/cm <sup>2</sup> g 477°C 722mmHg vac.		
非常用発電機	交流ディーゼル機関駆動		1基
発電機	400KVA×450V×600rpm		
ディーゼル機関	6DST—25B 480BHP×600 rpm		
ディーゼル機関起動用空気圧縮機			
ディーゼル駆動	6m <sup>3</sup> /hFA×30kg/cm <sup>2</sup>		1台
同上用空気槽		0.2m <sup>3</sup>	1台
<b>6) その他の補助機械</b>			
消防兼雑用ポンプ	電壓渦巻	125/185 m <sup>3</sup> /h×70/25m	1台
消防兼バタウォースポンプ			
横渦巻タービン駆動	228/125 ×14/7kg/cm <sup>2</sup>		2台
バラスト兼ビルジポンプ			
堅型ピストン式蒸気駆動	155×25		1台
機関室ビルジポンプ	電ピストン式	30×25	1台
機関室燃油移動ポンプ	電壓歯車	65×3.5	1台
機関室通風機	電壓軸流	450m <sup>3</sup> /min×30mmAq	8台
一般用空気圧縮機	電2段往復	160m <sup>3</sup> /hFA×9kg/cm <sup>2</sup>	1台
同上用空気槽	筒形	2.55m <sup>3</sup>	1台
バタウォース加熱器	横表面式	48m <sup>2</sup>	2台
同上用ドレン冷却器	〃	55m <sup>2</sup>	2台
荷油加熱ドレン冷却器	〃	60m <sup>2</sup>	1台
缶水試験冷却器			1台
給水			1台
外部緩熱器	給水噴射式	36,000kg/h482°C→280°C	
	給水温度	138°C	2台
デ・オイル	ウエヤーロウソン	125gal/min	2台
潤滑油清浄機	ド・ラベル式	3,000l/h	2台
同上用油加熱器	横形表面式	3m <sup>2</sup>	1台
<b>7) 造水装置</b>			
造水装置	低圧単効浸管式	最大12,000gal/day	3台
潜氷蒸化器	整形浸管式	30ton/day	1台
同上用蒸溜器	横表面式	10m <sup>2</sup>	1台
海水常用ポンプ	電壓渦巻式	150m <sup>3</sup> /h×25m	1台
潜氷蒸化器用給水ポンプ	電機ピストン式	4.5m <sup>3</sup> /h×4.9kg/cm <sup>2</sup>	1台
<b>8) 工作機械</b>			
万能工作機	電動船用型	旋盤8'—0"	1台
グラインダ	電動両頭式	12"	1台

## 4. 電気部

### 1. 電源

#### 1-1 主発電機

1,250KVA, A.C. 450V, 3相, 60c/s, 3,600 r/m  
タービン駆動発電機 2台

二極円筒形回転子採用により大容量の割合に形が小さくなり、またB種絶縁を使用し全閉構造として発電機フレーム上部に空気冷却器を設けたことにより防塵と騒音の減少を実現することができた。

#### 1-2 非常用発電機

400KVA, A.C. 450V, 3相, 60c/s, 600 r/m  
ディーゼルエンジン駆動発電機 1台

本発電機は単に非常用電源として使用されるだけでなく、主発電機故障の場合、船の低速航海に必要な重要補機へ電力を供給できるだけの容量を有している。

#### 1-3 非常用蓄電池

24V, 150AH 鉛蓄電池 1組

電池灯、警報ベルその他船内通信用電源として使用し、船内交流電源よりセレン整流器にて整流して浮動充電できるようになっている。

## 2. 配電

### 2-1 配電方式

動力……A.C. 440V, 3相(小型電動機はA.C. 220V, 3相またはA.C. 115V単相)

電熱……A.C. 220V, 3相(小型電熱器はA.C. 115V, 単相)

照明……A.C. 115V, 単相

航海計器および船内通信……A.C. 115V 単相またはD.C. 24V

### 2-2 配線

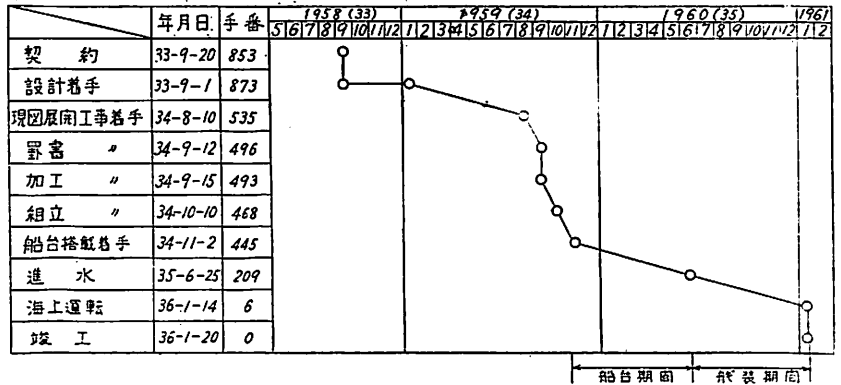
一般に天然ゴムまたは Vanished cambric 絶縁, impervious または鉛被覆, 鋼線または青銅線鉛装ケーブルをその使用場所に依りて使用している。但し主発電機と主配電盤間は、発電機容量の増大によりケーブル艙装工事では並列本数が多く、発電機および配電盤の端子スペースが大きくなり、且つ工事も困難になるためその縮小および簡素化を目指し、非分離型全閉構造の Bus duct を採用した。

### 2-3 配電盤

主配電盤および非常用配電盤ともデッドフロント形であるが、特に主配電盤では発電機容量の増大に伴い発電機用遮断器に大容量の三菱電機製 DB—75形(A.C. 600V, フレーム容量4,000A, 遮断容量75,000A)を採用した。また同じく発電機用遮断器はH形スイッチの代りにコンタクトブロックによる圧着接触方式を採用した。

3. 電動機および管制器

本船装備の電動機は Forced draft fan 145/19kW, 1,800/900 r/m 以下106台であるが、機関室、缶室および冷凍機室の電動機用管制器は殆んどすべて group control panel にまとめて装備したため、電動機の操作および監視が容易である上、すっきりした配置にすることができた。



4. 航海計器

本船装備の航海計器は次の通りである。

- ジャイロコンパスおよびオートパイロット (スベリー式) 1組
- サイドログ 1組
- 音響測深儀 (ベンディックス形) 1組
- レーダー (RCA製) 1組

5. 船内通信

本船装備の船内通信装置は次の通りである。

- 無電池電話 (11局式) 1組
- 信号呼鐘装置 3系統
- 非常ベル (機関室内はモーターサイレン使用) 1組
- 主軸回転計 1組
- 舵角指示器 1組
- 機関室警報盤 1面
- エンジンテレグラフ 1組
- 検塩計 4組
- 10W拡声装置 1組

6. 無線装置

本船装備の無線装置は次の通りである。

- 中波送信機 T-10型 (M.O.T認定 AEI製) 1台
- 短波送信機 T-36型 ( " ) 1台
- 受信装置ラックパネル G2型 1組
- 非常装置ラックパネル E7AA型 1組
- 救命艇用携帯型無線送受信装置 (M.O.T認定 SOLAS製) 1組
- 無線方位測定機 (M.O.T認定 AEI製) 1組

5. 船殻工事

1. 建造工程

タンカーにおいては大型化されてもその大部分は貨油槽部分であり、ある規則正しい構造の繰返し部分が約 $\frac{1}{4}$ を占める。故に建造工程としては普通のタンカーに比し

第4図 主要工程突継

て特に異質は問題はなく、ブロック分割および建付順序を適切にしておけば、後は単に量的な問題だけである。

能率良く建造するために建造工程上、必要とする諸配慮は普通のタンカーの場合と同様と考えて良い。

Naess Sovereign の場合を示すと、本船の建造工程概略は第4図のように船台期間は約8ヶ月であった。この種の超大型タンカーの第1船に対するものとしてはまず普通の数値であるが、第2船においては約6ヶ月あれば十分と考える。

2. 建造法

2-1 ブロック分割

ブロックの分割は建造する造船所の施設、例えばクレーン能力、船台と地上組立場との能力比といった一般的要素と、さらに本船固有の構造、工作法および工程といった固有の要素を統合的に検討して、最も合理的なブロックの単位を決定する必要がある。

本船については次の通りの考慮がなされた。

- (a) ブロックの精度維持および溶接組立場の回転率を落さない見地より、ブロックの寸法を15m×10m見当とした。従って側外板、隔壁、等は深さ方向にすべて2分割とした。
- (b) 溶接組立場および船台クレーンの能力より、ブロックの重量は45tまでとした。但し船尾材や若干の立体ブロックには例外もある。
- (c) 上部構造についてはブロックの精度維持の観点よりブロック寸法10m×8m、ブロック重量25tを原則とした。
- (d) 前後部曲外板ブロックおよび立体ブロックは上記方針にとらわれず、個々に検討を行ない、適当な寸法にした。その結果、搭載重量19,800tに対してブロック数は701ヶとなった。(うち貨油槽部分441ヶ)

2-2 建付順序



船台一杯の超大型船になると特にガントリークレーンではクレーンハイトおよび船台巾による制約を受け、そのため建付順序に考慮を払う必要が生じた。即ち、クレーンハイトの制約により船体の深方向を上、下2つに分けて、まず下段の搭載を大体終了してから上段の搭載を開始した。

また上部構造についても船尾の上部構造を終了してから中央部、次に船首部と建付順序を決定した。

2-3 船台建造工程実績

第 6 表

	1959/10月	11月	12月	1960/1月	2月	3月	4月	5月	6月
MAIN TANK PART 下段		←							
MAIN TANK PART 上段					←				
船尾部			←						
船首部							←		
上部構造								←	
二重張 (船底)			←						
二重張 (上甲板)							←		
水試									←

2-4 2階建建造法について

船台クレーンの捲上げ能力とブロックの寸法の制約から、本船では前述のごとく2階建建造法を採用したが、下段が略完全に仕上がってから上段に着手し、作業環境の良好さと相まって結果的には成功であった。

最も注意した点は各構造の高さを均一にセットすることであった。まず、下段上縁の高さをトランシットでその都度チェックを行なったが、深さが浅いため修正も容易で満足できる結果を得ることができた。次に上段ブロック搭載に際しては、まず下段ブロック上縁の溶接による歪を修正した後、上段ブロックに対しても溶接による縮量を見込みつつ定め方を行ない、ブロックパットを先に、ブロックシームを後に溶接を行なった。しかし各構造の水平方向の接手の溶接縮み量の差異によって生じた高さの差異は、5mm以内におさまり一応許容寸法の範囲内にあったが、この種の寸法の調整は今後研究されるべき問題と考える。

1タンク分の重量は約1,100tになり局部的な船体垂下も考えられたのが、本2階建建造法の採用により良好な結果を得た。

その他船体重量増加に基づくビルジ外板垂下防止対策や、上甲板接手の折れ込み防止対策にも充分意を用いた。

2-5 二重張り鋼板施工要領

二重張り施工要領は一般には二重張りのパットを外板または甲板にわかしつける方法が採用されているが、該部の微小亀裂が船体に及ぼす影響が解明されておらないため、本船では親板にわかしつけない方針を採用した。即ち船底外板の二重板は両面より溶接を行なってから取付けを行ない、また上甲板の二重板は裏波溶接法を採用して二重張りの上げおろしの回数を一回に減少した。

二重張りの取付け方法は下記の順序に従った。

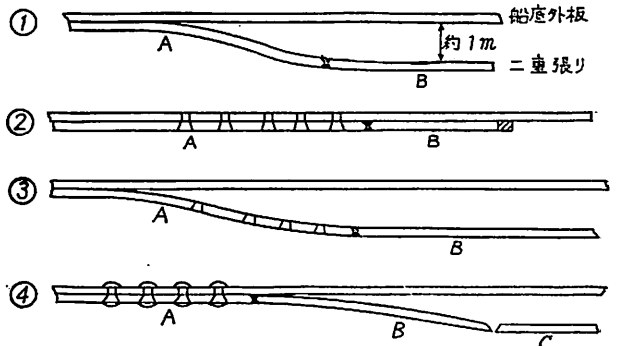
また縦筋のピッチは9φで肌隙の良否が心配された。そこでねじ締め時の肌隙状況をABサーベヤーの立会で検査を行ない、同時に鉸鉸時の肌隙の変化も逐次計測して善処に努めたので、この点水密試験に対しても十分満足のできる成果を上げることができた。

2-6 裏波溶接法の採用

超大型の建造に際して必要な縦強度を得るため、上甲板や船底外板に二重張りを配置したことは前述の通りである。1 1/2"程度の厚板を重ねる現場溶接施工法に関しては種々の問題点があり、(a)わか

しつけ溶接や(b)裏当金溶接では接手のルート部に微細な欠陥をつくったり、応力集中を招くおそれがあり、一方(c)二重張りする鋼板自体を別個に溶接(裏側ハリ、裏溶接)した後に親板に鉸鉸する方法は(a)(b)の方法にくらべて少数を要する難点がある。

しかるに今回の裏波溶接法(d)は以上の不具合点をすべて排除しうる方法であり、溶接棒の改良と施行法の研究



- 【説明】①Bブロックを定めABパットを溶接  
 ②A、Bともに親板接着、Aのみ孔明け皿取りB端切代マーキング  
 ③A、Bとも親板より離し、Aは削粉除去  
 ④Aのみ親板接着、ねじ締め鉸鉸、Cブロックを定めB×Cパット溶接

第5図 二重張り取付け方法

により急速にその実用性が増したものである。

溶接棒はE6016系統のものであるが、特に裏側にもスラグがまわりこんでビード形状を整えうように作業性の面に考慮が払われている。施行法は特にむずかしいものでなく、注意深く接手部の開先の調整が行なわれておれば比較的容易に溶接することができる。得られた溶接々手について低温引張り試験、並びに曲げ試験、疲労試験を行なった結果、本法による接手はいずれの試験でも前記(c)の方法による接手強度と、くらべて遜色のないものであることが証明せられ、結局この方法が採用された。

また裏波溶接法は狭隘箇所で裏溶接が困難な接手にも適用されて、接手強度を向上させる点でも効果を上げた。

この方法を一般の衝合せ溶接に対して全面的に採用する件については、現段階ではむずかしいことであるが、裏波溶接棒の使用によって従来よりもより健全な初層ビードが得られるので、裏掘り、裏溶接が節減される効果があり、既に各種の船に適用されている。

#### 2-7 厚板の手溶接

厚板の突合せ手溶接ではユニオンメルトに比し一層当りの溶着鋼の量が少ないので、厚板になるにつれ初層溶接に亀裂発生危険性が增大する。そこで亀裂発生を左右する諸因子を調査するため、リーハイ型拘束亀裂性試験を行ない、その結果たしかに板厚の増大につれ亀裂感度は高くなるが、他の因子たとえば開先の底部間隙の影響の方がより大きいことがわかった。

また厚板ほど接手部の剛性が大きくなるはずであるが、実際に計測した結果、予想より小さいことも判明した。これらの結果に基づき施行法には特に変更された点はなかったが、低水素系溶接棒の耐亀裂性についての特性が大きく買われてその使用量が增大した。

また厚板隅肉溶接（たとえばガンネル部）では、その底部に微細な欠陥を発生することがあるが、これは施行法を変えるだけでは完全な防止はきわめてむずかしいが、この種の欠陥が接手強度に及ぼす影響は低温での引張り試験並びに疲労試験等によって調査したところ、船殻構造がうける応力状態の程度では接手強度の低下はほとんどないことが明らかとなった。

#### 2-8 厚板の潜弧溶接

厚板になるほど自動溶接による能率向上の程度が効果的となってくるが施行法を誤ると逆に、亀裂発生危険性は増大する。

潜弧溶接による溶接部に生ずる裂亀裂には、その発生機構によりいろいろなものがあるが、その主なものは、(a)溶接中の回転変形によりビード終端部に生ずる縦割れ、

(b)溶接による拘束曲げ応力によって生ずる縦割れ、(c)溶接条件が不相当でいわゆる“梨形ビード”になるために生ずる割れである。

これらについての調査の結果、次のことが判明した。

- (a) バッキングパス溶接中の回転変形によって溶接終点附近の開先が開こうとする傾向がある。この傾向は板厚が大なるほど増大する。したがって厚板になるほどバッキングパスの終点附近に亀裂発生可能性が大になると考えられる。そしてこの亀裂は溶接速度の大なるほど、溶接電流の小なるほど発生し易いことが明らかとなった。
- (b) フィニッシングパスの溶接時にフィニッシングパス側に生ずる亀裂はフィニッシングパスの溶着金属量の小さいほど、板厚の大きいほど発生し易い。
- (c) 溶接条件が不相当でいわゆる梨形ビードになると、ビード内部に亀裂を生ずることがあり、この種の亀裂はビードの断面形状と密接な関係があり、ナゲットの面積が一定の場合とけこみ深さがある値以上になると亀裂を発生することが分かった。これらの調査結果にもとづいて施行条件が検討され、上甲板、船底外板の1 $\frac{1}{2}$ "の鋼板もすべて裏表おのおの1層ずつで溶接された。

#### 3. 進水関係

本船は戦後日本で建造された船舶のうち船台から滑走進水する船としては最大のものであり、且つ船台端から対岸までの距離が船の全長の2倍余りという狭隘な海面への進水であるので、ビルディングドックにおける浮上進水方式に比べて、進水技術上高度な技術を必要とする。

当所においては今を去る20年前に戦艦武蔵(L×B×D 244×38.9×10.4m、排水量69,100t、進水重量35,553t)を同じ船台から見事に進水させた実績を有しており、超大型船の進水技術に関して充分な経験と自信を有しているのであるが、なお慎重を期して約2年間にわたり本船の進水について種々の実験、研究を行なった。

##### 3-1 進水計画

進水台の巾は将来100,000Dwtクラスの進水も可能という意味で9(2.74m)台を新製した。

固定台の間隔は船巾の29.6%にあたる11mとし長さは251.6mとした。滑走台は長さ225.5m(L<sub>pp</sub>×87.7%)、支圧面積1,221m<sup>2</sup>としたため、平均支圧としては従来の45,000tタンカーの値より低く19.1t/m<sup>2</sup>となった。

ただ台巾が広くなったため、獣脂塗抹が従来のように片側より塗ることが不可能となり、内外より二班に分けて塗抹することにした。

前後方向の据付け位置も船の長さが長くなった関係

上、APの位置が水際部ガントリーポストよりさらに12.1m海上に突出することになった。このため進水台工事中、水中工事および干潮を利用して行なう作業が多くなり、その範囲は固定台全長の45%にも及び、従来の船の20~25%にくらべて非常な手間を要した。

即ち滑走台後端では最大干潮では約1mの潮高となり、キール盤木取外し搬出には相当の困難を伴うことが予想されたので、盤木下にタンク式鋼製ガーダーを使用して作業を容易化した。また前述のごとく船台前の海面が狭く、放っておけば当然対岸に衝突するので、進水後なんらかの方法で船の行脚を止める必要がある。そのためには進水速度は余り速くない方が好都合であるが、一方始動力との兼ねもあり固定台傾斜は38/1,000に、キャンパーは900mmと定めた。

3-2 進水計算

進水計算は普通行なわれる静的計算によった。進水計測および計算の結果は第6図および第7表に示す通りであるが、予想計算では最高速度7.1m/sec, 停止位置454mでよく実績と一致した。

第7表 進水要目表

進水時船体重量	22,670t
クレードル重量等	620t
進水総重量	23,290t
☒ G	2.40mAFT
進水後の吃水(前部)	2.01m
(後部)	4.39m
(平均)	3.20m
(トリム)	2.38m
据付時の平均圧力	19.1t/m <sup>2</sup>
滑走台前端最大荷重	6,450t
固定台後端最大圧力	33.8t/m <sup>2</sup>
船尾沈下に抗する最小モーメント	738,000t·m
落下	-0.27m
始動力 (μ=0.02)	410t
最高速度	6.9m/s
船体停止位置	450m

3-3 進水速度推定法

船体の停止位置を決定するためには速度曲線を書く必要があるが、そのための諸係数を模型並びに実船解析値より下記のごとく推定した。

(a) 獣脂の摩擦係数

季節、獣脂成分、圧力、進水速度等で変化し、最も推定困難なものの一つであるが、実船解析より安全側として小さい方の値0.010~0.034を走行距離に応じて変化させ使用した。

(b) 水抵抗係数

$$R_w = C_a \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot \nabla^2/3 \cdot v^2$$

但し、 $R_w$  : 水抵抗 (t)

$\rho$  : 海水密度 (t·s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>)

$C_a$  : 水抵抗係数

$\nabla$  : 排水容積 (m<sup>3</sup>)

$v$  : 船速 (m/s)

とおき、模型並びに実船解析を行なって  $C_a$  の値を決定した。

(c) ドラッグ摩擦係数

実船進水時ロードセルを介してドラッグを曳行し、曳索に生ずる衝撃負荷と併せて摩擦係数を求めたところ陸上、水中を通じ、ほぼ0.42であることが判明した。

以上の諸係数を基として速度曲線を描き、計画位置に停止させるのに必要なドラッグ重量として400tを決定した。

3-4 制動装置

本船を前記据付けで進水させた場合、そのままにしておくと対岸に6.7knの速度で衝突することになり、なんらかの制動装置を設ける必要がある。本船の進水後の船尾吃水が約4.4mであることから、対岸の等深線までを進水可能範囲と考えこれを計画対岸とした。船台端から計画対岸までは584mあり、この間に  $L_{pp}$ 254mの船を停止させるわけであるが、計画停止位置としては滑走距離454mを目標とした。この場合船台端よりFPまで176m、APより対岸まで154mということになる。制動装置としては当所 Practice として Chain drag を曳行する方法を取っておるが、本船ではドラッグ重量が水中部のみに設けると非常に増加するので、陸上ドラッグを併用する方法がとられた。

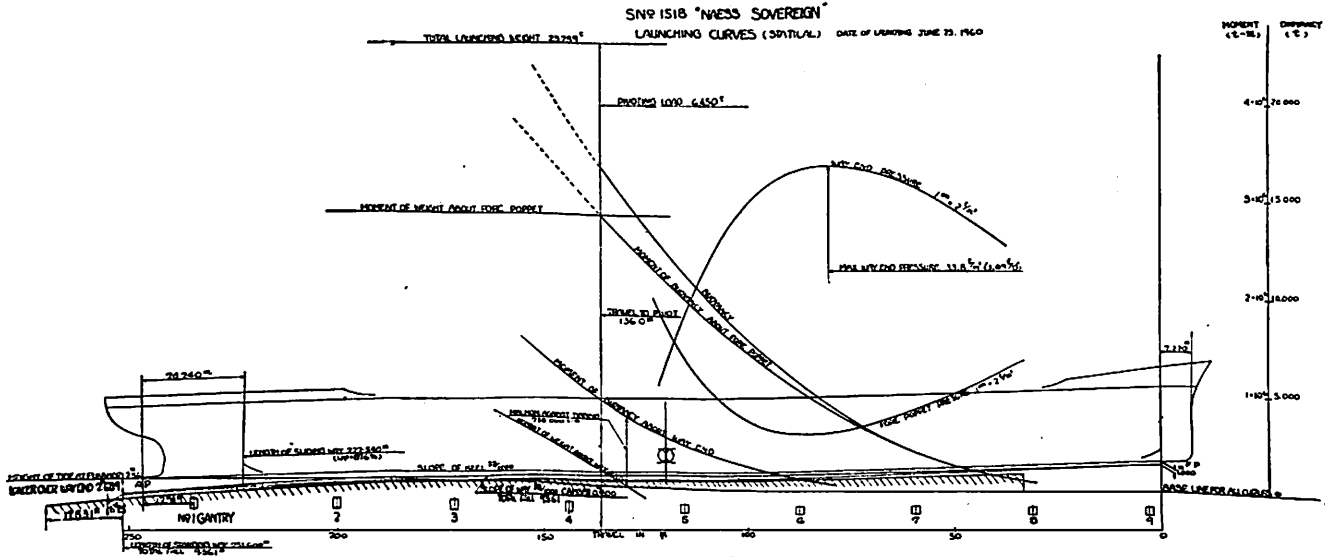
第8表 制動鎖

	片舷重量	主索寸法
陸上第1索	30t	7" C. 130m
〃 2索	30t	7" C. 160m
水中第1索	20t+25t	8" C. 170m
〃 2索	20t+25t	8" C. 170m
〃 3索	25t+25t	8" C. 170m
計	200t	(両舷 400t)

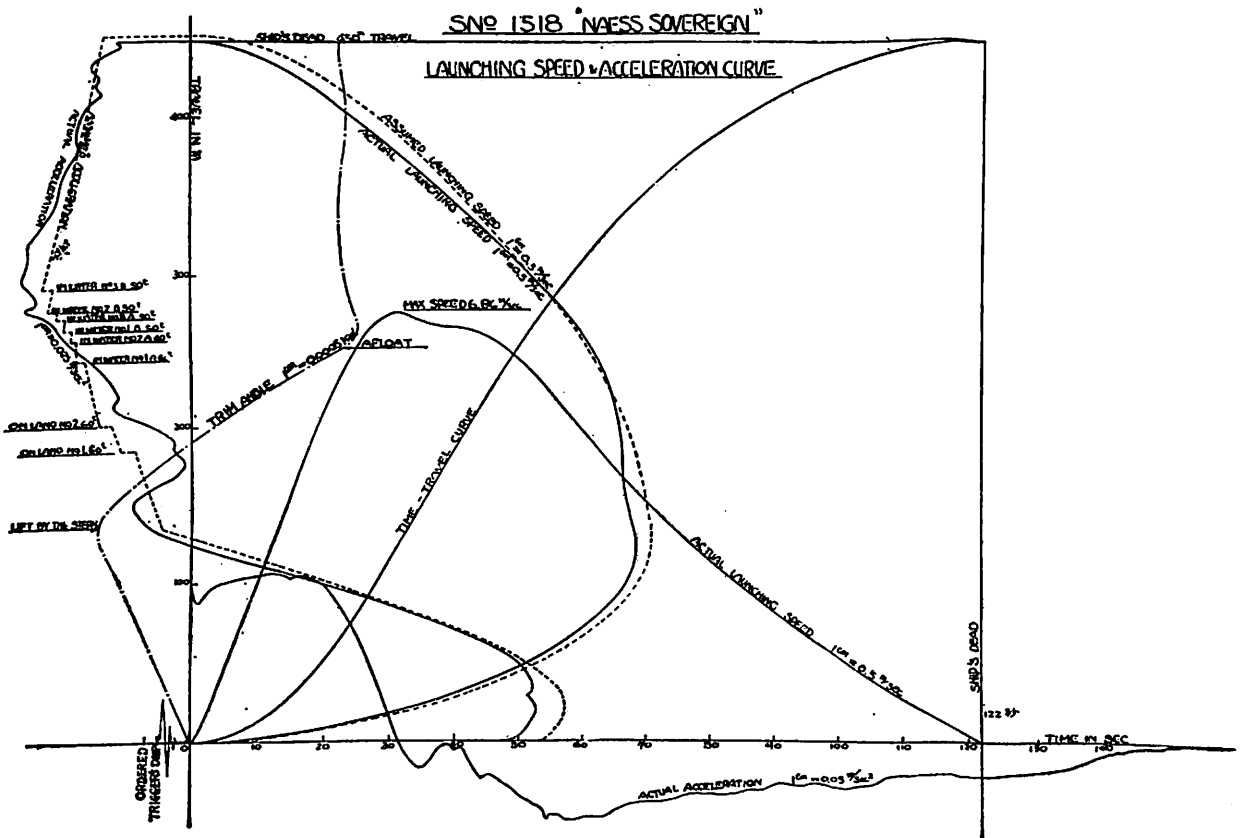
なお400tの重量は進水全重量の1.72%に相当する。

3-5 進水台工事

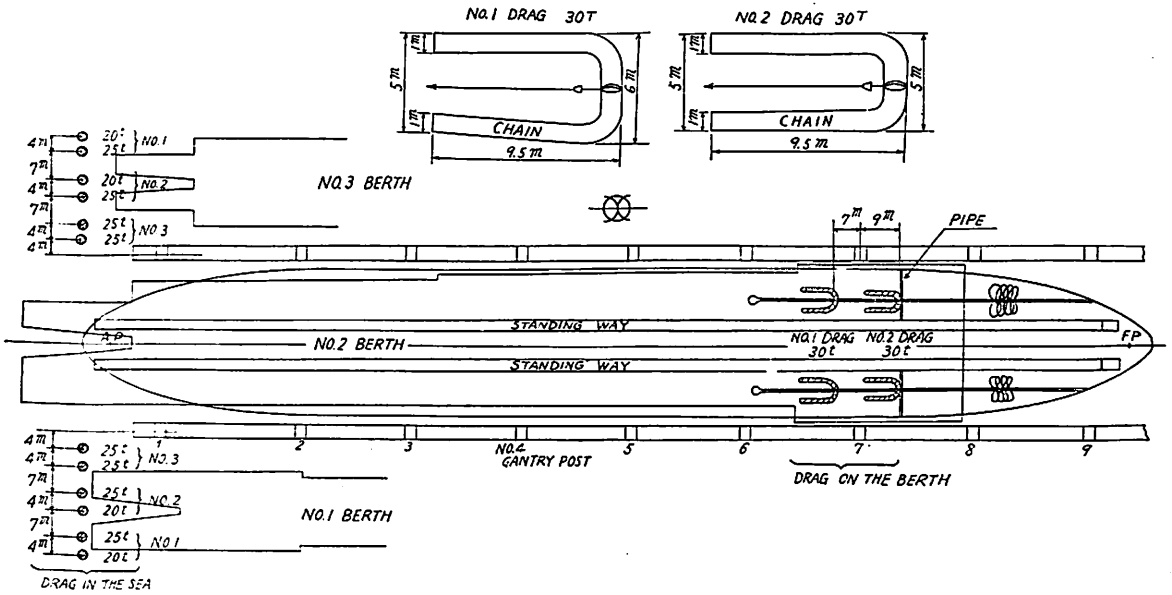
9'巾進水台に使用する盤木は資材節約および作業を容易にするため極力手持の6'盤木を使用することにした。



LAUNCHING CURVES (STATIC)



LAUNCHING SPEED & ACCELERATION CURVES



第7図 Drag Arrangement

しかしトリッガー台および船尾浮揚以降の盤木には9' 盤木を使用した。9' 盤木は重量約300kgで取扱いには非常に苦勞した、そのため船底作業の機械化を促進し、ラークリフトカーやローラーコンベヤーの採用により船底における人力運搬作業を殆んど一掃する方法をとった。

## 6. 艤装工事

### 1. 艤装工事の概況

本船は船台約8ヶ月、艤装期間約6ヶ月の建造期間で、中間入渠も必要となり稍長きに失するものであるが、従来の40,000~50,000tタンカー建造の場合と異なりすべてのものが大型となり、作業環境は広々として便利な点もあるが、後述する諸種の困難を伴い苦慮する点も多かった。

長崎港の狭隘なる地形的特種事情もあり、操船に対しては大聖タグボートを要し、7~8m以上の風速には港内操船不可能の状態であった。艤装岸壁の係留装置も充分なる補強を要し、仮アンカー等も増設して保安の態勢を固め岸壁クレーンの作動範囲も限定されるようになり、諸艤装品の重量増加のため運搬作業全体に困難且つ非能率的作業の場合も多くなるので、できるだけ船台艤装を進めるように努力した。この艤装関係において各船の仕様の相違はあるが、物量増加を45,000t型と比較してその概略の一例を挙げれば、

本 船	45,000t型
船体部諸管(長さ)	≒38,200m
	≒29,300m

機関部諸管 (長さ)	≒18,860m	≒12,400m
電 線 (長さ)	≒39,000m	≒29,000m
木 材 (石)	≒ 980石	≒ 760石
合 板	≒ 4,060板	≒ 3,200板

となり大体1.5倍内外の増加となる。

また作業員の交通の点については、船の高さと岸壁との差がはなはだしいため甲板に上る所は特設の段階を設け、機関部の作業員および艤装品運搬のために従来船と同様、機関室側面に岸壁と略々同 Level の位置に仮の交通孔を切明け利用したが、本船においてはその効果が著しいものがあったと考えられる。

船の大型化に対し高所作業が多く、特に作業者の危険防止についても管理を強化して安全に努め、まず所期の目的を達することができた。

### 2. 艤装工事の大型船に対する特殊性について

#### 2-1 船体艤装関係

(1) 材料置場が豊富で片付きが良く、自由に作業ができ居住区においても他の関連艤装が一時的に重なっても割合輻雑せず、保温工事等も艤装品の配置に余裕があるので作業は容易であった。

(2) 係留装置のシートのブラケット先行溶接について、ストレイナーTバーの鉸鉋前にユニバーサルショックムアリングショックのブラケットをそれぞれ船体へ溶接し、ストレイナーTバーの鉸鉋およびコーキング終了後ショック本体をブラケットに溶接した、

(3) 舷梯揚卸装置について

本装置は手働操作にしたため軽吃水時の操作は揚程

距離が長く長時間を要し不便であるので、エアモーター等の動力使用を考慮の要がある。

(4) コッファダムの錆打塗装について

高さが非常に高いので空気の流通が悪く種々困難を伴うので衛生的見地より Tank side bulkhead に臨時にマンホールを切明け通風に使用したが大型船には是非必要なものと考えられる。

(5) 甲板艤装に附帯する溶接工事の増加について

居住区の広さ、防熱工事の広さおよび Deck 面の広さの拡大のため諸ラグピース、スタッド、ピン等の溶接の量が増大するので、この工事量の比重が大きくなるので、工事期間調整のため各々の溶接装置、設備の拡充を必要とした。

2-2 諸管艤装関係

貨油主管系は 470φ (19"O.D.) パイプで重量が著しく増大するため運搬取付け工事に相当の困難性があり、極力先行艤装を実施し、船殻ブロック組立中に並行して管艤装も実施し、船台上において貨油タンクポンプ室内および上甲板配列まで終了せしめ、特に大径管工事の船台、艤装促進に努力したが、かくのごとき大重量の配管操作に特別の考慮を要した。

主管のL型曲がり管は鋼板製にする案もあったが、鋳鋼製を使用することにした。

また管艤装の設計の所でも述べたが、貨油主管吐出弁は圧力が上がると手動開閉が困難となるので、エアモーターによる操作装置を補助として装備している。

2-3 機関艤装関係

(1) 機関艤装概要

後述するようにすべてのものの大型化に対する特殊事情も起こったが、特に機関室が広がるために艤装品の運搬が最大の問題であった。陸上のタワークレーンの使用範囲が機室切明の端に一杯となり、また満潮時は品物によっては吊代不足となる有様で、機室に一旦卸した品物を所定の位置まで運搬するのにエアウインチを2台据付けてやる等、従来船と比較にならぬほど労力を要した。特に本船は 60kg/cm<sup>2</sup> の高圧汽缶を3台据付けており、またその他補機類も従来船の1台は2台に、3台は4台にと各々増設され、これに使用する管径も一廻り大きいものであったために運搬と同時に取付けにもいろいろと苦労が多かった。

(2) 船体構造と軸芯との関連について

船尾部の溶接工事量が大きいためか、本船では船尾部の変形が従来船よりも大きく、また軸系総長が長いためにその影響もまた大であった。そこで従来船であれば仮軸芯と本軸芯と二度の軸芯見透して済ませるも

のを、仮軸芯の前から芯を見て船体変形を調べ、結局溶接順序を変えて機室船尾隔壁をマスターブロックとし、これに歪を吸収させるという手段を取り、変形を最少限に止める努力を払った。

(3) 船尾材ボス孔明けについて

船体が長いために船尾部が相当海に突き出した結果、ボーリング装置を据付け、またその上で作業をする足場の設置が第一の問題であった足場は安全上、また工作精度上充分強固なものにすることが特に必要であり、固定足場か吊足場か種々検討の結果、進水前工事の工程のことも考え吊足場に決定を見た。孔明け、そのものについても船尾管の長さが長くなるので、当然ボーリングバーの支点間隔が長くなるために撓みも大きいものとなり、また仮に撓みは小さくとも軸系全体に及ぼす影響は相当大きくなることが予想されたため特に撓みに対する厳密な修正を施して実施したが、精度確保は困難な工事であった。

(4) 推進器取付について

前項で述べたごとく、船尾が海に突き出していることからガントリークレーンの使用が船尾部では不能であった。そこでプロペラは海上クレーンで吊下げ、これをウインチに取って所定位置まで運搬する方法としたので、各種アイブレードの取付位置搬入段取り等従来船とは異なった考え方が要求された。

(5) 艤装品の積込みについて

いかに船は大型になろうとも使用する補機そのものが本質的に変わることはまずなく、またその大きさとても比較にならぬほど大きくなるということもない。変わるのは据付ける場所であり、またそれを相互に連絡するパイプラインの長さ、大きさがその主をしめるものである。従って大型船の艤装上一番問題となるのは既に述べた広い意味の品物の運搬ということである。

陸上クレーンは船の高さが高いために巻代不足という問題を起こした。これを解決するのは、ただ干潮を待つということであった。大物積込みにはその都度海上クレーンを出動させる必要があった。しかしこのような船が大きいから起こるトラブルの外に、船の構造上、また積込む補機の構造上起こるトラブルもあった。例えば主発電機はその台の中に油冷却器を抱いていたため、この部分がネックとなり、運搬操作に注意を要し積込みに非常な労力を要した。非常用発電機はガーダーとデッキコーミングに接触したため分解積込みを余儀なくされたこと等がそれである。

配管工事ははじまると船の大きさおよびパイプの太

きは一層身にしみて感じられた。本船は 60kg/cm<sup>2</sup> の高圧ボイラ 3 台、それに伴い給水系統も高圧のもの 4 台またバタウォースポンプは 2 台といった具合に補機の数も多く、それに比例しパイプの本数も増し、また高圧力のため重量も増加した。そしてその取付け場所も従来船よりは 1 deck 高い状態で危険感と疲労は従来と比較にならないほど大きなものであった。

(6) 諸座金の大型化について

これは主機関係の座金で問題となった。従来船に比較し据付台に溶接する座金が相当大きくなっていった。これを溶接した場合中央部が溶接歪で変形し台頂板から浮き上がることは想像に難くなく、この場合決して良い影響は与えないことも確かであった。そこでこの座金の取付けに栓溶接式の方法をとった。即ち座金を分割し台に溶接し、その後座金の頂部をグラインダー仕上げするという方法であるが結果は良好であった。

(7) 揚錨機据付について

従来船の揚錨機は一つの台の上に各部が取付けられていたが、ウィンドラスの大型化に伴い台を 3 分割して据付けることとなり、これが問題のすべてであった。まず第一に据付孔をあけることに問題があった。

工程上現場合せは面白くない。しかし現場合せしないと図面にも足型にも頼れないのが実情であった。次に中心合せの問題である。技術的によほどの困難はないにしても従来の感じ方からゆけば余分な仕事であり工程的に考慮を要した。

以上本船艦装の概要を述べたが、艦装工事を通じて痛感されることは造船工事は運搬事業であるということであり、この精細なる管理の強化と工事量増大による工事の標準化の促進は能率向上の根本であるということである。

7. 結 言

以上、本船の計画、設計から工事の概略について述べたが、本船は海上試運転においても、予期通りの好成绩を収め、無事引渡しを終了しペルシャ湾向け処女航海の途についた。

回顧すれば受託以来幾多の技術上の問題点を抱えながらも当所の経験と資料を生かしてこれらを解決し、戦後最大のタンカーとして纏め上げたが、本船の成果は造船技術史上の一頁を飾り将来に裨益する所大なるものがあると考えられる。

増刷出来！ 大型船の建造にする諸問題

石川島播磨重工業株式会社船舶事業部長  
(前 N. B. C. 呉造船部副所長)  
工学博士 真 藤 恒 著

最近における造船技術の合理化、能率化は目ざましく、大型船の大量建造に見事にその成果を示しています。著者が多年にわたって研究し、経験を積んで結実された造船技術、工場管理等の方法は広く造船界の注目を集め、近代造船の基礎となって普及されています。本書

は著者の大型船建造に関して研究せられた重要な諸問題についてその方策を示し、また個々の問題についての具体例を参考資料として集録したもので、造船技術者の必読の書であり、本書刊行にあたって各方面から大きな期待がよせられております。

—[内 容]—

- 第 1 章 設計から見た超大型船の構造について
- 第 2 章 工作面から見た船殻構造
- 第 3 章 艦装について
- 第 4 章 工程管理の概要
- 第 5 章 職別管理から見た大型船建造
- 第 6 章 能率について
- 第 7 章 施設について
- 第 8 章 材料について
- 参考資料 1. Strength Factor
- 〃 2. 自動ガス型切断法の導入による船殻内業工事の改良
- 〃 3. Assemble および Erection 工事と Assemble Block の大きさおよび形状に

- ついて
- 参考資料 4. Erection 工事の転進法形態の管理法
- 〃 5—1. 足場工事および足場材料管理
- 〃 5—2. 鋼製安全足場板について
- 〃 6. 艦装工事主として諸管艦装の計画について
- 〃 7. 現図工事の能率化について
- 〃 8. 撓れ工事（水圧、加工を含む）の進歩過程の一例
- 〃 9. 例示による諸曲線の性質の説明
- 〃 10. 溶接電流変動に伴う原因調査
- 〃 11. 造船所設備の潤滑

B 5 判 上質紙・上製 220 頁 定価 600 円 (千60)

◎長らくお待ちせしました。増刷ができましたので御希望の方は至急お申込み下さい。

船 舶 技 術 協 会

# 第9回国際試験水槽会議における 耐航性に関する問題の討議 (No.1)

運輸技術研究所 菅 四 郎

## 1. 緒 言

船型試験の方法は、これが開始されて以来すでに約90年を経過し、一応実用上差支えない程度に発展し、実際にも大いに役立ちその重要性がますます一般に認識されてきたが、厳密には未だ多くの点に欠陥があるのを認めざるを得ない。なお波浪中試験については、これが各水槽で本格的に行なわれるようになったのは比較的近年のことなので、特に問題の点が多い。このようなことは学術的に問題であるのはいうまでもなく、実用上にも重大な支障となる場合があろう。従って船型試験水槽関係者はこれらの問題点を速かに解決するとともに、試験計測、計算および解析等の手段を近代化し、船型試験法を向上させようと大なる努力を払っている。国際試験水槽会議 (International Towing Tank Conference, 略して ITTC) はこの目的のための国際協力組織であって、1932年ヘーグでその第1回が開かれ、1934年ロンドン、1935年パリ、1937年ベルリン、(1939年ローマの予定は第2次大戦前の国際情勢悪化のため中止)、1948年ロンドン、1951年ワシントン、1954年スカンジナビヤ、1957年マドリード、1960年パリ (第9回) と続き、わが国も第1回以来代表を送り、協力研究を実施し、論文および討議を提出し、各種の常置委員会を出すなどしてこれに協力している。

耐航性の問題が ITTC に正式に議題として取上げられるようになったのは戦後 (ワシントンにおける第6回以後) のことであるが、本会議における本議題に関する委員会活動、論文や討議の提出は回を追って急速に活発となって行く傾向であり、同時に各水槽における耐航性研究への大なる努力は試験水槽界の最も顕著な最近の動向と見られている。

次に第9回 ITTC の概要と本会議における耐航性関係の討議の概要等を述べ、耐航性に関する問題点の所在とその現在の研究段階や今後の解決方策等の概念を窺うことにしたい。

## 2. 第9回国際試験水槽会議の概要

第9回 ITTC は1960.9.8~16にパリのユネスコビルで開かれ、20ヶ国余の約100名の代表 (日本は菅、上野、木下、谷口、乾、元良の6名) が出席した。

本会議の目的は、先にも述べたように船型試験方法を合理化発展させることにあって、実際的な設計に関する問題は一応本会議の埒外とされている。但し提出論文や討議の中には実際設計に役立つ資料が含まれていることも少なくない。

本会議は3年ごとに各国持ちまわりで行なわれるが、本会議には現在次のような常置委員会があり、これらはそれぞれ7~9名の委員で組織され、常時本会議の活動を効果的に推進するための作業を行なっている。

運営委員会 (Standing Committee)

技術委員会 (Technical Committees)

抵抗委員会 (Resistance Committee)

推進 // (Propulsion // )

キャビテーション // (Cavitation // )

耐航性 // (Seakeeping // )

操縦性 // (Manoeuvrability // )

表現法 // (Presentation // )

技術委員会は本会議に取上げられる議題について設けられており、現在では今回新設された操縦性委員会を含め6委員会がある。各技術委員会は本会議に委員会報告を行なうよう義務づけられている。そして本会議はその委員会報告に関する質疑討論を行ない、その結果あらためて各議題についての決議および勧告を行なうことになる。従って水槽会議の実質はこれらの委員会の活動が主体となるのであって、各委員会は本会議会期中には殆んど連日に、3ヶ年の中間期間には年1回位の割に会合を開き、また常時書面連絡を行なうなどして、議題に関して前会議で決議または勧告された研究調査事項の実施計画、推進、取纏め、新会議に対する報告書の作製、決議または勧告事項の立案等を行なう。なお議事によっては二つ以上の技術委員会が合同して作業を行なう場合もある。委員会委員でない一般代表および各国の関係機関は、本会議の決議勧告事項とか委員会からの要請に對してできる限りの協力をすることになっている。今回各代表に会議前に配布された報告および論文は正式のものだけでも80編余であった。

第9回 ITTC の日程は次の通りであった。

9. 8(木) 15.00~, 開会式

15.30~, 技術会議 (議題: 操縦性, 6 技術委員会の設置)



9. 9(金) 9.00~, 15.30~, 技術会議 (議題: 抵抗)  
 9.10(土) 9.00~, 技術会議 (議題: 表現法)  
 9.11(日) (休み)  
 9.12(月) 9.00~, 15.30~, 技術会議 (議題: 推進)  
 9.13(火) 9.00~, 15.30~, / (議題: キャビテーション)  
 9.14(水) (休み)  
 9.15(木) 9.00~, 技術会議 (議題: 耐航性)  
 15.00~, / (決議および報告)  
 9.16(金) 9.00~, / (決議および報告, 新運営委員会の設置)  
 14.00~, 閉会式

これらの会議の間に運営委員会および各技術委員会の会合が殆んど連日予定されている。なお技術会議中は同僚婦人に対する案内等の接待が毎日予定され、また毎日の会議後に海軍大臣代理、パリ市会議員と議長、海事協会事務総長、船主協会長、海軍参謀総長、造船造機協会等による歓迎宴が用意され、14日はルアンの造船所やその附近の名所旧跡へのバス旅行、16~17日にはサンナゼールの造船所や名所への飛行機旅行が準備されていた。

次の第10回(1963年)はロンドンで開催されることが決定され、会長に Dr. Todd が選ばれた。第11回(1966年)の開催地は未定で、日本かイタリーかというところらしく、日本を希望する外国代表が少なくないようである。

### 3. 耐航性に関する委員会報告書、提出論文および決議報告書等のリスト

会議前に次のような耐航性に関する報告書と論文が配布され、会議後の12月に決議報告の正文が配布された。2~15が Formal Contribution で、16~25は主な委員会資料である。

1. Report of Committee on Seagoing Qualities of Ships
2. E. V. Lewis, Davidson Laboratory, Stevens Inst. of Tech., U.S.A.  
"Research needs"
3. R. M. Newton, Admiralty Experiment Works, England  
AEW の新しい操縦性能試験水槽の施設および試験方法等について述べている。
4. N. Hogben and J. A. Ewing, NPL, England  
"The generation of mixed frequency waves"
5. G. J. Goodrich, NPL, England  
"Interpretation of results of model tests in uniform head seas"
6. M. A. Abkowitz, MIT, U.S.A.  
"Calibration and comparison of wave height measuring devices"

7. G. Spens,  
"A digital recording system for model tests in irregular waves"
8. W. A. Swaan, NSMB, Netherland  
"A short note on the power prediction of ships in waves"
9. V. Shephard, BSRA, England  
英国造船研究協会 (BSRA) の耐航性に関係ある仕事、特に実船試験について述べている。
10. D. Savitsky, Davidson Lab., SIT, U.S.A.  
"High speed tests in waves at Davidson Laboratory"
11. E. Numata, Davidson Lab., SIT, U.S.A.  
"Influence of tank width on model tests in waves"
12. G. P. Stefun, DTMB, U.S.A.  
"Comparative seakeeping tests at the DTMB, the NSMB and the AEW"
13. W. E. Cummins, DTMB, U.S.A.  
"The determination of directional wave spectral in the TMB, manoeuvring seakeeping basin"
14. B. Bengtsson and H. Edstrand, Swedish State Shipbuilding Experimental Tank, Sweden  
波浪中における船の速度低下の問題について述べている。
15. Shiro Kan, TTRI, Japan  
"A note of research works on the seagoing qualities of ships in Japan"
16. E. C. Tupper, AEW, England  
不規則波中の試験方法等について述べている。
17. J. B. Hadler, DTMB, U.S.A.  
波浪中のプロベラ試験について述べている。
18. M. A. Voznessensky, Seakeeping Qualities Division, U.S.S.R.  
"Irregular waves and oblique wave testing"
19. E. Numata, J. Dalzell and P. Lalangas, Davidson Lab., SIT, U.S.A.  
"Apparatus for conducting irregular wave model tests at the Davidson Laboratory"
20. Shipbuilding Laboratory, Technological Univ., Delft, Netherland  
"Research on seaworthiness of ships"
21. G. Vossers, W. A. Swaan and H. Rijken, NSMB, Netherland  
"Experiments with series 60 models in waves"
22. NSMB, Netherland  
"Brief review of the research programme on seakeeping of the Netherland Ships Model Basin"
23. NSMB, Netherland

- “Nomenclature and standard terminology being in current use for seakeeping experiments at the Netherlands Ship Model Basin”
24. G. Vossers and W. A. Swaan, NSMB, Netherland  
“Some seakeeping tests with a victory model”
25. J. Gerritsma, Technological Univ. Delft, Netherland  
“Shipmotions in longitudinal waves”
26. J. Ch. De Does, Technological Univ. Delft, Netherland  
“Experimental determination of bending moments for three models of different fullness in regular waves”
27. Conclusions of the Conference, 9th. ITTC  
各議題についての決議および勧告が述べられている

#### 4. 耐航性委員会報告書の概要

本会議では本報告書を逐条説明することはなく、大体の要点を述べ、それに多少の補足や修正を行なうだけである。この報告に続いて論文提出者の補足的説明などがあって、次に一般代表の質疑討論が行なわれた。

##### 緒言

第8回 ITTC (1957年) における報告で、波浪中の運動性能に関する研究のための実験施設がその前会議 (1954年) 以来著しく発展したことを述べているが、この発展の趨勢はその後の3年間にも続き、同時にこれらの新施設によって非常に多くの研究が行なわれている。従って試験方法、成績表現方法および用語等について、特に斜め波および不規則波の中の試験に関連していろいろな問題が起こってきた。それで本委員会報告は次の二つの主題に分けて述べられており、1957年会議の決議勧告事項に関してはその第2項で検討されている。

##### A. 新しい模型試験施設

##### B. 試験方法および成績表現方法

##### 新しい模型試験施設

波浪中運動性能の研究を行ない得る施設で、1957年会議の後に整備されたものに次のようなものがある。(本報告書説明の際の口頭報告で追加されたものがあるが、これらについては後記)

〔デンマーク〕 Lyngby (コペンハーゲン郊外) の Hydro and Aerodynamics Laboratory に新試験水槽施設が完成し既に活動しているが、ここの  $240\text{m} \times 12\text{m} \times 6\text{m}$  の主水槽に規則波を発生する空気式造波装置が装備されている (後記の文献1参照)。

〔ユーゴスラビヤ〕 Zagreb の Shipbuilding Research Institute (Brodarski Institute) に新試験水

槽が最近完成した。 $60\text{m} \times 3\text{m} \times 2\text{m}$  の小水槽に造波装置が設置され、波長  $3.5\text{m}$ 、波高  $0.15\text{m}$  までの波を造り、 $2\text{m}$  までの模型船について規則波中の試験を行なうことができる。主水槽 ( $276\text{m} \times 12.5\text{m} \times 6.5\text{m}$ ,  $304\text{m} \times 5.0\text{m} \times 3.45\text{m}$  の2本がある) の一つに造波装置を設置する計画である。また Zagreb 大学に  $20\text{m}$  角の角水槽を建設する予定であり、これは将来建造される大型角水槽の横型としても役立つことになろう。

〔スエーデン〕 Göteborg の Swedish State Shipbuilding Experiment Tank の主水槽 ( $260\text{m} \times 10\text{m} \times 5\text{m}$ ) にプランジャー型の造波装置が設置された。最大波長  $12\text{m}$ 、波高  $0.6\text{m}$  の規則波を造ることができる。不規則波を発生する特殊装置が設計されたが、まだ設置されるに至らない。現在では波浪中における抵抗と運動とを測定する試験が行なわれるだけであるが、近い将来に自航試験が行なわれるようになる。

〔ノルウェー〕 Trondheim の Norwegian Ship Model Experiment Tank の  $172\text{m} \times 10.5\text{m} \times 5.3\text{m}$  水槽に新しい造波装置が設置され、波長  $15\text{m}$ 、波高  $0.2\text{m}$  までの規則波を造ることができる。この造波装置は非円形断面の筒が水面下を水平に振動する珍しい方式のものである。模型船の波浪中運動や各断面における曲げモーメントの計測について試験が行なわれている。

〔オランダ〕 Wageningen の Netherlands Ship Model Basin の耐航性研究室は多方面の耐航性研究を行なって現在最も活躍している研究室である。ここは既に前会議以前に活動を始め、その後も一層活潑に研究を推進しており、施設についても絶えず改善している。(文献2参照)。

Delft の Shipbuilding Laboratory は従来から有益な研究を行なっているが、波浪中試験を行なっている水槽を延長 (現在の  $98\text{m} \times 4.3\text{m} \times 2.8\text{m}$  を  $142\text{m}$  に延長し、不規則波中の試験も行ない得るようにする) する計画である。その空気式造波装置は電気的制御によって不規則波を発生できるようになっている。

〔日本〕 不規則向い波や斜め波の中の模型試験に対する日本の新施設には非常な発展があった。

運輸技術研究所の三鷹船舶試験水槽が1960年に完成された。主水槽は屋外にあって  $80\text{m} \times 80\text{m} \times 4.5\text{m}$  (水深)、これに加速用および動揺試験用としての  $50\text{m} \times 50\text{m} \times 4.5\text{m}$  の水槽が接続されている。造波装置は水槽の一边全長にわたって設置され、フラップ型、巾  $4\text{m}$  のもの20組で成り立ち、120馬力直流モーターで駆動される。波長  $0.7 \sim 23\text{m}$ 、波高は波長  $8\text{m}$  の場合で最大  $0.4\text{m}$ 、この造波装置はスネーク型造波装置としても使用でき

る。ピーチ型の碎波装置が造波板の後側と対岸に設けられている。

運輸技術研究所の目白第一試験水槽は 200 m × 10 m × 6 m の普通水槽であるが、その一端にフラップ型造波装置を持っていて、これは不規則波を発生し得るように改造された。目下不規則波の特性を試験中で、不規則波中の試験に用いる抵抗動力計や簡単な波浪解析機が設計されている。

東京大学の動揺試験水槽は 35 m × 5 m × 3.5 m の普通のものであるが、10馬力モーターで駆動される 5 m 巾のフラップ型の不規則波発生装置を持っている。波周期は最大 3 秒、最小 0.5 秒で、波の最大傾斜は 18° である。

東京大学の操縦性能試験水槽は 15 m × 15 m で、これに模型船加速用の 10 m × 7 m 水路が接続されている。本水槽の一边に空気式造波装置が装備されている。

〔英国〕 1957年会議の報告で述べた新しい波浪中試験施設は近く完成し、キャリブレーション期間を経て、間もなく活動することになる。Haslar 海軍水槽では 200 呎 × 400 呎の新水槽の 2 辺にプランジャー型の造波装置が設置される。また Feltham の NPL, Ship Division の新しい主水槽 (396 m × 14.6 m × 7.6 m) には Haslar 水槽のものと同型式の造波装置が設置され、100 呎角の操縦性能試験水槽には一边にプランジャー型の造波装置が取り付けられている (文献 3 参照)。斜め波の中の試験のために、任意の希望するベクトルの長波頂不規則波を発生する制御装置を設計中である。

Saunders-Roe (Isle of Wight) の長水槽のプランジャー型造波装置は不規則波を発生し得るように改造された。

〔ソ連〕 波浪中試験の施設を建造中で、それには空気式造波装置を持つ 22 m × 35 m 水槽、斜め波を発生し得るスネーク型造波装置を持つ耐航性試験水槽 (Wageningen のものと同様のもの) がある。

〔アメリカ〕 David Taylor Model Basin に波浪中試験を行ない得る 260 呎 × 240 呎 × 20 呎新水槽が完成し、第 9 回 ITTC までには活動するようになると期待されている。空気式造波装置と水槽にまたがる可動橋とがあって、長波頂波あるいはある程度の短波頂波のいずれの場合でも、あらゆる角度で規則波および不規則波に向う場合の試験を行なうことができる。

Davidson Laboratory (Stevens Institute of Technology) の 75 呎角水槽における波浪中試験施設は既に約 2 年間使用されている。規則波および長波頂不規則波の中であらゆる向い角の場合の模型試験が行なわれ、模型船の運動や船体中央部における曲げモーメント

の測定が行なわれた (文献 4 参照)。

MIT の水槽ではフラップ型造波装置に不規則波発生用の装置を附加した。カム装置を使って駆動装置に振動数と振幅の変化を与え得るようにし、これは異なる縮尺の模型船に対し同型の波が造れるように考えられている。なお曳引車が近い将来に設置されるであろう。

#### 試験方法および成績現表方法

1959年10月 Feltham での本委員会会合の第 1 日には不規則波の模型試験について一般的討論を行ない、次のことについて意見が一致した。

(1) 実際の荒海における波のスペクトルやそれらを試験水槽に再現する方法についてはまだまだ研究が足りない。

(2) 成分波に対するレスポンスの線形重合によって、不規則波中の船体運動をもっと解明することができ。但しこの重合を斜め短波頂波の場合に適用するには、なお解決すべき幾多の問題がある。

(3) スラミングとか海水打ち込み等のように、重合が満足に適用されないような、非線形性を含む多くの興味ある問題がある。これらについては実際的な不規則波の中で直接試験するのが有効な回答を得る最良の方法であろう。

模型船による有効な評価試験として、不規則な向い波や追い波の中の試験に今直ちに進み得るか、あるいはこれをもっと将来に延期すべきか、この点については多少異なる意見があった。

1959年10月会合の第 2 日には波浪中模型試験のすべての点について詳細討論を行なった。そして下記の第 8 回 ITTC (1957 年マドリッド) の耐航性に関する決議および勧告について検討した。

#### 第 8 回 ITTC の耐航性に関する決議および勧告

(1) 今後のこの分野の発展は波浪中の模型船推進試験とスペクトル解析方法に特に努力することによって最も確実に達せられると考える。

(2) このような状況の下において本会議は次のことを勧告する。

(a) 波浪中試験方法に関し、知識および職員の交換を行なうこと。この中には各水槽で発生し得る規則波の評価資料および不規則波のスペクトルを含む。

(b) 適当な縮尺の 2 個の相似模型船による波浪中の抵抗および自航試験について水槽間の比較試験を行なうこと。

(c) 正面波および斜め波の両場合について、設計者が直接使用し得るような適切な無次元表現方法を求めること。

(d) 模型試験を有意義ならしめるよう実際の海洋および実船の資料を集積すること。

(e) 船の適当な設計および試験の評価に対する理論的方法を進展させること。

前記1959年10月8日の本委員会の討論および決議の概要は次のごとくである。

#### 1(a)規則的な向い波および追い波の中の模型試験方法比較試験

DTMB(テラー水槽), NSMB(ワーゲニンゲン水槽) および AEW(英国海軍水槽) の3水槽で第8回 ITTC 以後に行なった比較試験の結果(文献5参照)について報告と討論が行なわれた。この報告は1960年 ITTC に報告すべき当委員会の重要な仕事の一つである。3水槽間の試験成績一致の程度は思わしい所まで行っていないが、これら各研究所の試験技術はいずれも相当改善されてきたことが認められた。1957年 ITTC において Abkowitz の報告(文献6参照)に述べられたもの以後の比較試験としては、これ以外のものはない。

#### 水槽壁影響

Mr. Vossers が NSMB における研究について述べたが、これによると狭い水槽における低速度の場合には船の運動に著しい影響がある。なお Davidson Laboratory の Numata の研究も参照されたが、その予備的報告は第9回 ITTC に提出される予定である(文献7参照)。

#### 環動半径(Gyradius)

模型船の慣性能率を求めるのに水槽によって異なる方法が取られており、これは結果に著しい差異を生ずることがある。AEW はいくつかの方法で比較試験を行ない、その結果を ITTC に報告するよう準備している。

#### 波の計測

水槽中の波の計測について討論され、DTMB で現在使用している音波式(Sonic type)計測器が検討された。水面を乱さないという本器の利点が注目され、本型式のもの一つを各水槽に回送して各自の波測定装置を比較評価することが望まれた。Dr. Cummins (DTMB) はその計器が回送可能なように造り得るかどうかを検討することを約した。そしてこれが可能の場合には、Series 6) についての前記の比較試験に協力した NSMB と AEW とに最初に送るよう考えられた。一方、当委員会としては各水槽ともこの型式の波計測器を持つように勧告したい。なお存在するかも知れないハーモニクスを確かめるために、規則波をスペクトル解析してみる事が提案された。

Mr. Tupper は水槽底の波長に及ぼす影響を、特に非矩形断面の水槽の場合について検討すべきであると述べている。

#### 相似模型船の試験(Geosim tests)

相似模型船による試験は最近行なわれてないし、また計画されてもない。しかし DTMB の報告(文献5参照)には ITTC の10呎模型船と ATTC(アメリカ試験水槽会議)の5呎模型船との間の比較が示されている。

Dr. Cummins は DTMB における Geosim tests について述べたが、本研究は Reiss によって報告されるであろう。

#### 曲げモーメントの試験

Mr. De Does (Delft) はプラスチック製の3隻の異なる模型船に歪計を取り付けて行なった研究について述べた。結果は近く発表されるであろう。

Mr. Voznessensky (ソ連) はレニングラードにおける接合模型船(10部分に割ってつなぎ合せたもの)についての試験について述べた。同様な研究はモスクーにおいても行なわれ、これらは1960年 ITTC に報告される予定である。なお本研究ではフィンが曲げモーメントに及ぼす影響やフィンの荷重の測定が行なわれている。

Mr. Vossers は NSMB における斜め波の中の Series 60 についての試験について述べたが、これには接合模型船についての水平および鉛直モーメントの計測が含まれている。但し最初の結果も1960年 ITTC の後でなければ発表されるに至らないであろう。Delft におけるプラスチック模型船の結果と NSMB における接合模型船の結果とは良く一致している。

Dr. Cummins は DTMB における7区分された Series 60 の接合模型船についての Wachnik の研究について述べた。目下資料解析中である。

Davidson Laboratory における T-2 タンカーについての斜め波の中の試験の結果は近く Journal of Ship Research に公表されよう。ABS の依頼でもっとフルな模型船とフェインな模型船とについて斜め波の中の試験が行なわれている。7区分された模型船についての Colorado State University の見掛け質量と波衰係数の実験的研究が述べられた。

委員長(Prof. E. V. Lewis) は1961年にグラスゴーで開かれる国際構造会議(International Ship Structural Congress)の概要を説明した。波浪中における曲げモーメントを決定するための模型試験がこの会議の議題の一つになっている。但し、本会議における議事は ITTC の活動分野を侵さないように話合われており、耐航性委員会は主として船体運動に関与するものであって、曲げモーメントに関しては模型試験方法に限るものとする。

(次号は1(b)不規則波および斜め波の中の試験よりつづける)

# 船の操縦性に関する最近の研究について

大阪大学助教授  
野本謙作

もともと船が交通運搬の手段であるからには、それは単に走ればよいのではなくて望む方向に走れねばならない。操縦性を必要としなかった船はノアの箱舟だけであるといわれている。かくして操縦性の問題は船の歴史と共に古い。それにしては近代の造船学がこの問題に目を向けたのはかなりおそいらしく、文献的に見れば1920年を過ぎるまで殆んど見当らないといつてよい。これは帆船時代に確立された舵という発明がまことに卓越した考案であつて、蒸気機関が帆に代つてからもいままで通りの舵を使つておけば、とにかく重大な支障はなしに船を操ることができたことが大きい理由であらう。この状況は船舶設計の実際に関する限り現在に至るまであまり変わらず、例えば大型貨物船なら1/64位の舵面積比を取れば問題はないとされてきたし、捕鯨船などのように特に操縦性を要求される船では舵を大きくすると共に船首尾を適当に切上げればよいといった程度で大方の問題は処理されてきた。昨年米国で開かれたシンポジウムで L. Segel がいつたように“操縦性に関する設計は Science であるよりは Art”であつたわけである。

一方一次大戦を転機に急速に進歩した航空機では事柄が違つていた。航空機はその重量を翼にはたらく揚力で支えている関係上、安全な飛行と操縦性が分かち難く結びついている。操縦性の悪い船は単に不便な船であるが、操縦性の悪い飛行機は危くて使いものにならない。この必要が大きい原因であらう。飛行機の操縦運動、動的安定の理論は発達し、それは船の操縦運動の解析にも新しい道を示した。1930年前後にドイツを中心に生まれた船の操縦性の理論はあきらかにこの飛行機の理論の血統を引いているのが認められる。この方法、流体力学的方法と呼ぶことができると思うが、これは現在においても操縦性を研究する上に理論的な一つの柱をなしている。ところがこの理論を個々の実用船型に應用して設計の基礎とするためには高級な流体力学の計算や特殊な水槽実験を必要とするが、その困難と一方設計の面における操縦性の問題の必要の程度が食違つている嫌がある。おそらくそのためであらうが、その後この理論の展開はかなり遅いものであつた。この間、自航模型船や実船の旋回実験も行なわれたが、その結果をこの理論と結びつ

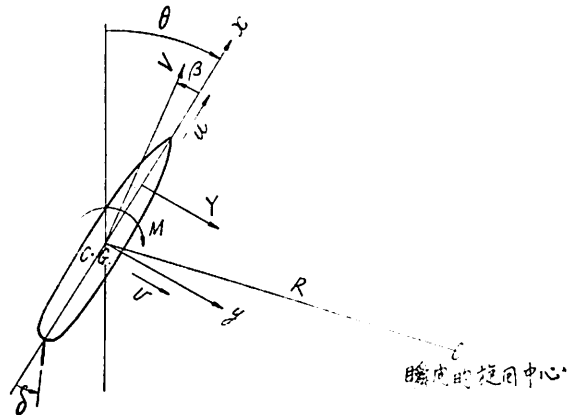
けて解析を進めることもあまり行なわれなかつた。同じ頃、同じ航空工学から輸入されながらその後目ざましい展開を遂げ、実際面にも広く應用されている推進器や摩擦抵抗の理論を思い合わせるときこの感は痛切である。

しかし、遅かつたこの分野の夜明けも漸く近づいた感が深い。最近造船所の設計関係者の間に操縦性や舵性能に関する知識の開発に熱心な動きが見られるが、この傾向は世界的なものであるらしい。運輸技術研究所船舶性能部の角水槽や米國テイラー水槽の旋回水槽をはじめ、この種の施設の建造は国の内外を通じて盛んである。昨年5月には米国で操縦性に関する國際的なシンポジウムが開かれたし、続いて9月パリの國際試験水槽會議では操縦性に関する一部門が新たに発足した。タンカーや貨物船に最小必要限の舵面積比如何、捕鯨船が最も効果的に追鯨を行なうにはどのような船首尾形状とどれ位の舵をもてばよいか、このような問題が実績や直観からだけでなしに、もっと合理的な基準に立つて取扱える日も近いと考えるのは樂觀に過ぎるであらうか。

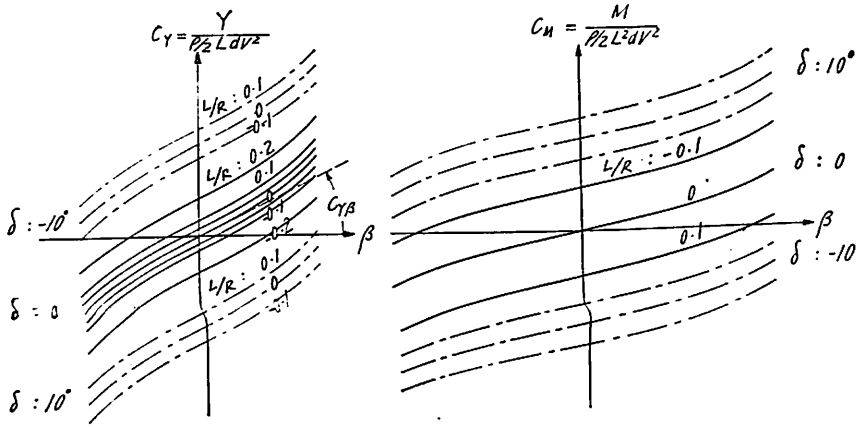
## 1. 操縦運動の理論の基礎

### 1.1 Resistance derivative と操縦運動の方程式

いま舵をとつて運動している船を考えよう。それは定常旋回中と限らず旋回にはいつてゆく途中でもよいし舵を返して旋回を止めてゆくところでもよい。とにかくそのような運動におけるある瞬間を考える。第1図に見ら



第1図 操縦運動解析の記号



第2図 旋回運動によって船にはたらく力とモーメントの係数

れるように船の水に対する運動の様子は重心の運動半径  $R$  と、いま一つ重心の運動方向と船体中心線のなす角  $\beta$  によって表わすことができる。いいかえればこの二つを指定すればその瞬間の船の運動は幾何学的に一つに決められる。従ってこの瞬間に船にはたらく水の力は速力  $V$  の他に、この旋回半径  $R$  と横流れ角  $\beta$  に関係するはずである。舵も含めて船全体にはたらく横方向の力を  $Y$ 、重心回りのモーメントを  $M$  で表わし、その変化の様態を調べてみると第2図実線のようなになる。これらの力は速力については  $V^2$  に略比例するので、第2図では  $\rho/2 \cdot LdV^2$ 、 $\rho/2 \cdot L^2dV^2$  でそれぞれを除して無次元係数の形にしている。 $\rho$  は水の密度、 $L$  は船の長さ、 $d$  は平均吃水である。図において  $(L/R)=0$ 、 $\beta=0$  は直進に相当し、無論  $Y$  も  $M$  も  $0$  である。船が旋回して  $(L/R)$  がある値になれば、その大きさに応じてその旋回を妨げる方向に  $M$  が現われる。横流れ角  $\beta$  があれば  $Y$  が反対舷向きに生じ、普通圧力中心は重心より前にあるから  $M$  は  $\beta$  を大きくする方向に現われる。このように船にはたらく力  $Y$  と  $M$  はそれぞれ  $(L/R)$  と  $\beta$  の函数である。そしてその変化の様態は図に見られるように完全に直線的ではないが、ある運動の範囲では略直線で近似できる。そして  $(L/R)=0$ 、 $\beta=0$  ではどちらも  $0$  であるから、これらの力を簡単に表わす式として、

$$Y = \frac{\rho}{2} LdV^2 \{C_{Y\beta} \cdot \beta + C_{Y0}(L/R)\} \quad (\text{右向き正})$$

$$M = \frac{\rho}{2} L^2dV^2 \{C_{M\beta} \cdot \beta - C_{M0}(L/R)\} \quad (\text{時計回り正})$$

が得られる。

$C_{Y\beta}$ 、 $C_{M0}$  等は図に示すように  $C_Y$ 、 $C_M$  曲線の傾斜から読み取ることのできる常数\*で、船型や舵によって

決まるものである。

第2図実線は舵中央の場合であるが、舵をとれば当然  $Y$  と  $M$  は大きく変化し鎖線のようなになる。この扱いは変数として  $(L/R)$  と  $\beta$  の他に舵角  $\delta$  が加わるだけのことで、結局

$$Y = \frac{1}{2} \rho LdV^2 \{C_{Y\beta} \cdot \beta + C_{Y0}(L/R) - C_{Y\delta} \cdot \delta\} \quad (\text{右向き正})$$

$$M = \frac{1}{2} \rho L^2dV^2 \{C_{M\beta} \cdot \beta - C_{M0}(L/R) + C_{M\delta} \cdot \delta\} \quad (\text{時計回り正})$$

となる。

これで船にはたらく力とモーメントを表わす式が得られたわけであるが、実は未だ大切なものが一つ落ちている。

ここまでは旋回半径  $R$  や横流れ角  $\beta$  によって船にはたらく力を考えたが、それらの時間的変化も何かの力を船に与えないであろうか。 $R$  の変化は回頭角速度の変化だから回頭角加速度であり、 $\beta$  の変化は船の横流れ速力の変化、即ち横方向の加速度になる。これらの加速運動は当然船の周囲の水を加速することになるから、その反作用としての力が船にはたらくはずである。流体力学の示す所によれば、この力はそれぞれの加速度に比例し、その比例常数、あるいは加速抵抗係数とでもいうべきものは加速度の向きと物体の形だけで決められる。いまの場合の加速抵抗は

$$\begin{aligned} \text{横方向に} & \quad -B\dot{v} - A\dot{u}\dot{\theta} & (\text{右向き正}) \\ \text{回転方向には} & \quad -J\ddot{\theta} & (\text{時計回り正}) \end{aligned}$$

となる。

$A$ 、 $B$ 、 $J$  はそれぞれの加速抵抗係数、 $v$  は横流れ速力、 $u$  は前進速力、 $\theta$  は回頭角速度である。横方向の加速度が  $\dot{v}$  だけでないのは一見奇妙であるが、円運動をする物体の加速度は運動方向に直角、中心向きで、その大きさは円周方向速度  $u$  と角速度  $\dot{\theta}$  の積であることを考えれば、この場合直接の横方向加速度  $\dot{v}$  の他に  $u\dot{\theta}$  を加えねばならないことが分かる。そして  $\dot{v}$  と  $u\dot{\theta}$  は加速度の向きとしては同じであるが、その成立ちが違うために加

\* これらの常数は流体力学的微係数とか Resistance derivative という少し難しげな名で呼ばれるが、これは  $C_Y$ 、 $C_M$  を  $(L/R)$ 、 $\beta$  の函数としてテイラー展開し、第1項を取ることを考えるとこれらが  $\frac{\partial C_Y}{\partial \beta}$ 、 $\frac{\partial C_M}{\partial (L/R)}$  などに相当するからであろう。

速抵抗係数も異なる値をとるに至ったものと考えてよい。

この加速抵抗とさきに求めた  $Y$  と  $M$  を一しょにすれば、船にはたらく力が全部表わされたから、船の質量  $m$  と横方向加速度の積が横方向の力に等しく、慣性モーメント  $I_0$  と回頭角加速度の積がモーメントに等しいとおいて所謂運動の方程式が作られる。この時にもさきに述べた理由によって横方向加速度として  $(\dot{v} + u\dot{\theta})$  をとるべきである。

$$\text{即ち} \quad m(\dot{v} + u\dot{\theta}) = Y - B\dot{v} - A u\dot{\theta}$$

$$I_0\ddot{\theta} = M - J\dot{\theta}$$

$$m + B \text{ を } m_y, m + A \text{ を } m_x, I_0 + J \text{ を } I \text{ と書き直せば, 形式的に}$$

$$\left. \begin{aligned} m_y \dot{v} + m_x u\dot{\theta} &= Y \\ I \ddot{\theta} &= M \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1)$$

前進方向も同じく  $m_x \dot{u} - m_y v\dot{\theta} = X$

$m_x, m_y, I$  が所謂見掛質量, 見掛慣性モーメントである,  $X$  は前進抵抗と推力から成り, その変化の模様は  $Y$  や  $M$  よりも一段と複雑で Resistance derivative で表わすこともなかなか困難である。幸いなことに, 普通の操船では速力の変化はあまり大きくないから,  $V$  の変化量は  $V$  に比べて小さいと考えると, 前進方向の方程式が連立から外れて操縦運動に関しては一応考えなくてよいことになり, 残り二つの方程式は線型となって数学的に便利である。この考え方に従い, 両辺の係数を整理すると

$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{L}{V}\right)\mu_y \frac{d\beta}{dt} + C_{r\beta} \cdot \beta - \left(\frac{L}{V}\right)(\mu_x - C_{r\alpha})\dot{\theta} &= C_{r\delta} \cdot \delta \\ \left(\frac{L}{V}\right)^2 i \frac{d\dot{\theta}}{dt} + \left(\frac{L}{V}\right)C_{M\alpha} \cdot \dot{\theta} - C_{M\beta} \cdot \beta &= C_{M\delta} \cdot \delta \end{aligned} \right\} \dots(2)$$

が得られる。ここに  $\mu_{x,y} = m_{x,y} / \frac{\rho}{2} L^2 d, i = I / \frac{\rho}{2} L^2 d$  で, また  $(L/R) = \dot{\theta} / \left(\frac{V}{L}\right), v = -V\beta, u = V$  の関係が使われている。

以上が飛行機の運動の理論に端を発した操縦運動の理論の考え方である。方程式(1)または(2)の記号はそれぞれ異なるけれども, 内外の多くの研究に使われて船の操縦運動の力学的な成立ちを明らかにするのに役立つ。

### 1.2 操縦性の成立ち——操縦性指数

一般的にいって操縦性とは操縦運動における船の特性を意味するであろう。従って操縦運動を表わす方程式(2)はその意味で操縦性の一つの表現をなしている。しかしこれをもっと直観的な形に整理することを考える時, (2)

の連立方程式から横流れ角  $\beta$  を消去し, 回頭角速度  $\dot{\theta}$  と舵角  $\delta$  の関係を直接に記述する単一の方程式が便利である。この計算を行ない係数を整理すると,

$$T_1 T_2 \frac{d^2\dot{\theta}}{dt^2} + (T_1 + T_2) \frac{d\dot{\theta}}{dt} + \dot{\theta} = K\delta + KT_3 \frac{d\delta}{dt} \dots\dots\dots(3)$$

が得られる。 $K, T_1, T_2, T_3$ , は Resistance derivative  $C_{r\beta}, C_{M\alpha} \dots\dots$  と  $V/L$  を加減乗除によって組合わせた新しい常数である。

いま直進中の船に一定舵角  $\delta_0$  を与え, これを保つ場合を考えると上の方程式の解は

$$\dot{\theta} = C_1 e^{-t/T_1} + C_2 e^{-t/T_2} + K\delta_0$$

となる。なお操舵始めの  $t=0$  では  $\dot{\theta}=0$  だから,  $C_1 + C_2 = -K\delta_0$  でなければならぬ。大部分の船がそうであるように,  $T_1, T_2$  共に正であれば時間が十分経つと  $\dot{\theta} = K\delta_0$  となる。これは定常旋回では  $d^2\dot{\theta}/dt^2$  も  $d\dot{\theta}/dt$  も 0 になり,  $d\delta/dt$  は操舵後ずっと 0 であるから当然の結果である。すると  $K$  は定常旋回角速度と, 対応する舵角の比であって, これが大きい船は一定の舵角に対して小さい旋回半径をもつ。あるいは  $K$  は最終的に発揮し得る旋回力の大小を表わすといってもよい。

次にこの最終的角速度  $K\delta_0$  に近づいてゆく模様は指数関数  $e^{-t/T_1}, e^{-t/T_2}$  に支配される。 $T_1, T_2$  が小さければ  $e^{-t/T_1}, e^{-t/T_2}$  は速かに減衰し,  $\dot{\theta}$  はそれだけ短い時間で  $K\delta_0$  に近づく。即ち  $T_1, T_2$  の小さい船は操舵後短い時間で定常旋回にはいるわけである。最終的な旋回の強弱とそれに近づく速さは明らかに別の性質で, この性質の優れた船は最終的な旋回はあまり強くなくても, 操舵後短い時間で旋回が発達するから臨機応変のすばやい操船ができるであろう。この性質を操舵に対する追従性と呼び, 旋回力と共に操縦性を構成する二つの基本的な要素である。

次に  $T_3$  は方程式(3)からは推察されるように, 操舵速度  $d\delta/dt$  が旋回的发展を促す効果の大小を示すもので, 大きい  $T_3$  は追従性をよくする。

こうして  $T_1, T_2, T_3$  は相寄って操舵に対する追従の速さを支配するが, 中でも  $T_1$  の影響が特に著しい。一般に  $T_1$  は  $T_2$  や  $T_3$  よりも相当大きい値をもつからである。そして  $T_2$  と  $T_3$  の影響は上に述べた所からして互に打消し合う傾向をもっている。これらの事情を考えて追従性をもっと簡単に端的に表わすのが一次系近似の考え方である。即ち今の事情を考えながら方程式(3)を検討するとこの方程式は普通の操船に対して

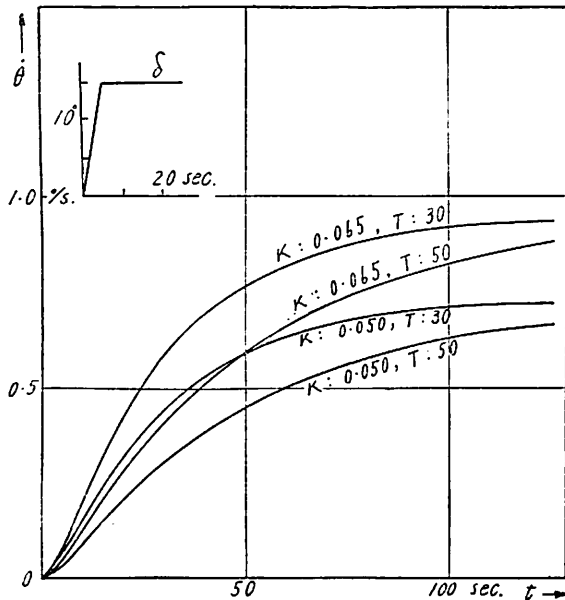
$$(T_1 + T_2 - T_3) \frac{d\dot{\theta}}{dt} + \dot{\theta} = K\delta \dots\dots\dots(4)$$

なる方程式でよく近似されることが分かる。 $T_1 + T_2 - T_3$  を  $T$  と書き、これが  $T_1, T_2, T_3$  の影響を一つに纏めて追従性を端的に表わす指数である。それは一定舵角  $\delta_0$  を与えたとき、この方程式の解が

$$\dot{\theta} = C e^{-t/T} + K\delta_0$$

となることから直ちに分かることである。

いま四つの典型的な例を使って旋回力と追従性が船の総合的な操縦性に与える効果を見よう。第3図は短い時間である舵角をとり、以後それを保つ場合の回頭角速度の変化の様相を計算したものである。確かに最終的な角

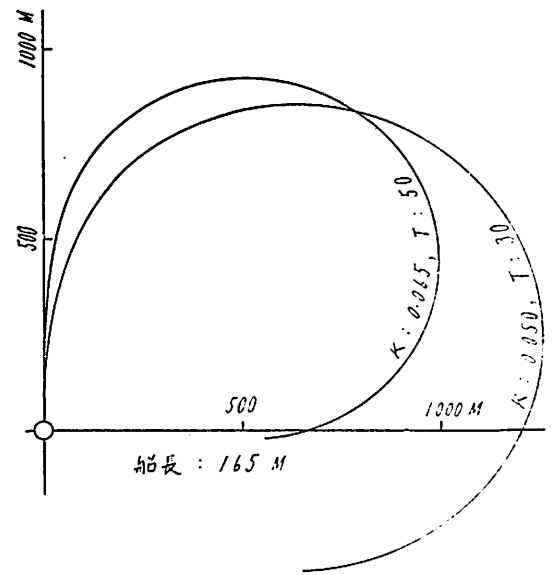


第3図 旋回の発達と操縦性指数

速度は  $K$  の大小によって決まり、それに近づく速きは  $T$  に支配されていることが分かる。 $K$  大、 $T$  小の船が優れ、 $K$  小、 $T$  大が劣ることは当然であるが、注目すべきは  $K, T$  ともに大の船と、ともに小の船の方が優劣である。これは旋回半径は小さいが、旋回の発達の遅い船とその逆の性質の優劣を意味する。この2隻に対して旋回航跡を描くと第4図になる。

この優劣はにわかにつけ難いが、とにかく旋回半径が小さいからといって安心できないのは確かである。特に実際の操船では状況の変化に応じて、前もって予期されない順序で次々と舵が取られることを考えると、与えられた操舵の効果なるべく速かに発揮されることはきわめて大切である。操縦性を論ずるに当っては旋回半径だけでなく追従性を十分考えねばならぬ所以である。

操縦性のいま一つの要素に進路安定性がある。外力に



第4図 旋回航跡と操縦性指数

よって直進を乱された後、普通の船は舵中央のままでも漸次回頭運動が減衰して最後には新しいコースに沿う直進にはいる。このような船は“進路安定”である、そして同じ安定な船でも回頭運動の減衰の速い遅いがあり、減衰の速い船は進路安定度が高いといわれる。進路安定性は方程式(3)で考えれば  $T_1$  と  $T_2$ 、特に  $T_1$  に支配される。外力で直進を乱された後舵を依然中央に保つ時の運動は(3)を解いて

$$\dot{\theta} = C_1 e^{-t/T_1} + C_2 e^{-t/T_2}$$

となるから  $T_1, T_2$  の小さい船は  $e^{-t/T_1}, e^{-t/T_2}$  が速かに減衰し安定度が高い。

ここに明らかのように進路安定性と追従性は実は殆んど同じ内容のものである。

所で巾の広い船や船尾のフルな船、舵が小さい場合等にときどき“進路不安定”な船がある。このような船では一度直進が乱されると回頭運動は減衰せず舵中央であるにも拘らず旋回を始めてしまう。この船では  $T_1$  が負で  $e^{-t/T_1}$  が時間と共に増加するのである。実際には旋回が強くなるに従い  $T_1$  の値が負から正に移るので、旋回は無限には発達せず舵中央のまま、ある旋回半径で回り続けることになる。その方向ははじめの外力次第で左右いずれの旋回も同様に可能である。これはちょうど負の  $GM$  の船が直立静止はできず、左右いずれかに傾いて止まるのとよく似ている。違いは傾斜角と旋回角速度だけのことである。

直観的に考えても進路不安定な船は保針に困難があり



そうであるが、実縦によると確かにその通りであり、同じ安定な船でも安定度の低い船は保針が難しいといわれている。

しかし進路安定性がそのまま保針性ではないことに注意しなければならない。ここに定義された進路安定性は舵を中央に保ったままの、いわば完全に受動的な運動における回頭角速度の減衰をいうに過ぎないが、実際の保針運動は絶間ない操舵を伴うものだからである。それにも拘らず経験の示すように、進路安定のよい船は保針性もよいのは安定のよい船は一般にコースを振られることが少なく、さらに、おそらくこの方が重要なのであろうが、安定のよい船は操舵に対する追従がよいので手際よくコースの乱れを修正できるからである。だから進路安定性と保針性が同じではないことに注意した上で、保針性の一応の標準として進路安定性または追従性を考えることは実際的な立場からいって妥当であろう。

このように操縦性は旋回力と追従性または進路安定性という二つの要素から構成されており、 $K$ と $T$ 、もう少し詳細には $T_1, T_2, T_3$ 等の常数はそれらをよく表現する数値であるから、これらを操縦性指数と呼んでよいであろう。これらの指数はもとはといえば $C_{Y\beta}, C_{M\alpha}$ 等の抵抗係数から組立てられたものであるから、操縦性指数は結局の所、運動中の船に作用する水の力のかかり具合によってその値を決められるものである。

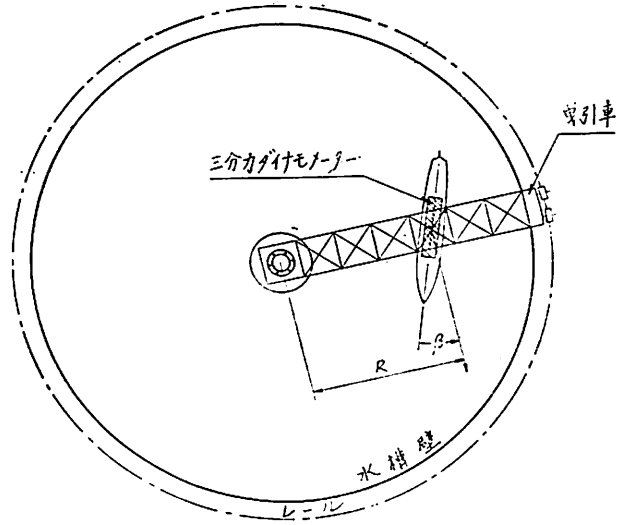
## 2. 操縦性の研究における実験手段

1. に述べた考え方を実際に適用するに当たって大切な問題は、個々の実用船型に対して運動中にはたらく水の力を知ることである。あるいは $C_{Y\beta}, C_{M\alpha}$ 等の係数またはそれらから組立てられる $K, T$ 等を決定するといってもよい。水の力を実験手段によらず流体力学の計算によって求める方法もあり、特に井上教授の縦横比の小さい平板翼の理論を基に船型に作用する諸力を求める方法が造船協会に詳細に発表されている。しかし複雑な船首尾形状や舵回りの配置をもつ実用船型に作用する力を全然実験に頼らず決定することは必ずしも実際的ではなく、理論に肉付けを行なう実験手段は今後もこの分野において重要であると考えられる。

### 2.1 旋回水槽

船にはたらく諸力を求める手段として長い伝統をもつものに旋回水槽がある。これは第5図に示すように円形的水槽の上を回転腕型の曳引車が模型船を曳行し、模型にはたらく縦横の力 $X, Y$ と重心回りのモーメント $M$ を三分力ダイナモメーターで測定する仕掛けである。

旋回半径 $R$ と横流れ角 $\beta$ を模型の取付けによってつぎ



第5図 旋回水槽

つぎに変化し曳行を繰返せば第2図の資料が得られる。この方法は船にはたらく力を知る上に最も直接的で有効な手段であり、今後の活躍が期待される。ただ直進附近の運動を実現し難いのが難点である。

### 2.2 振動曳行法

主として直進附近の運動における力の測定を目的とするもので、普通の試験水槽で模型を強制的にヨーイングさせながら曳行し、三分力ダイナモメーターで $X, Y, M$ を測定する。この方法は現在ドイツの研究者達が精力的に実施しているようである。

### 2.3 見掛質量測定

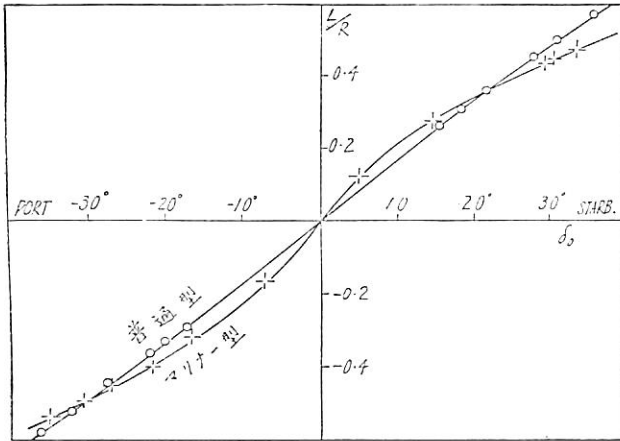
運動方程式(1)における $m_x, m_y, I$ の実験的決定で、実際には加速抵抗係数 $A, B, J$ を船型の函数として求めることになる。これらの係数は相当よい精度で理論的計算が可能であるが、波や粘性の影響等の細かい点になると実験の協力を必要とする。最近元良助教授の衝撃法、斜加速法等による該細な結果が造船協会に発表された。

### 2.4 舵性能の実験

舵にはたらく力は旋回水槽や振動曳行の実験にも含まれることが多いが、操縦運動の主役を演ずる舵を特に取出して、これにはたらく力やモーメントを測る実験は内外を通じて広く行なわれてきた。特に最近では岡田氏の研究のように推進器後流や船体の影響下でこれらの測定を行なうことの重要性が明らかになってきたが、この考え方を進めれば結局旋回水槽か自航模型による舵力測定が必要であろう。しかし通常水槽における直線的流れの下の実験が基本的資料として重要なことは当然である。

### 2.5 自航模型を使う方法

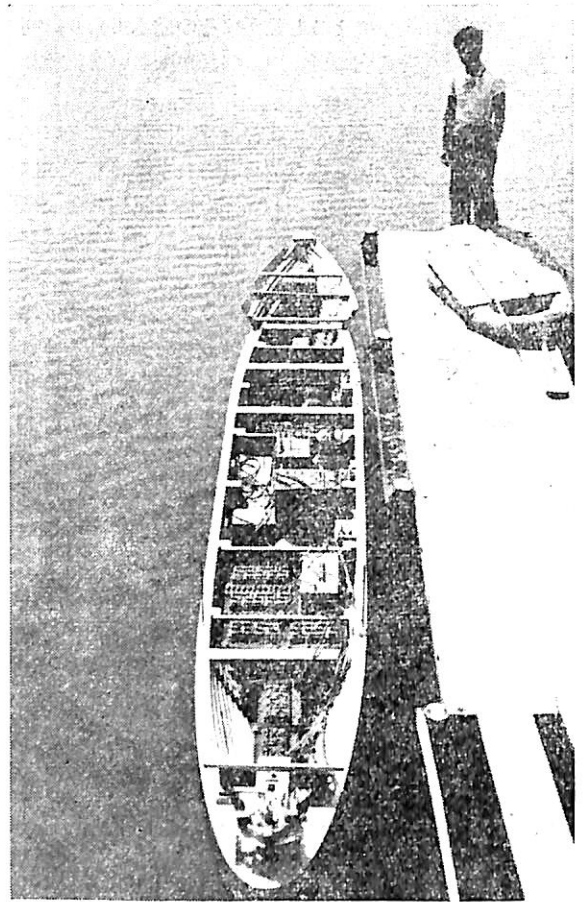
以上の方法はいずれも船に作用する個々の力を知るための実験手段であるが、これらと少し立場を異にするもう一つの手段がある。それは拘束なしに自由に航走する模型を使い、これに種々の操能を与えてその運動を観測する方法である。その代表的なものは旋回試験で舵角、速力等を変えて旋回半径等を測定する。戦前の赤崎氏の実験や最近志波氏等によって発表された商船船型の系統的旋回試験等がある。第6図はこの種の試験結果の一例



第6図 自航模型旋回試験結果の一例

であるが、これをさきの操縦性指数と関係づけて考えて見よう。この考察に含まれる大舵角の旋回では速力の減少が著しく、旋回角速度もその影響を受けるので、 $\dot{\theta}$ を $(V/L)$ で除した無次元角速度 $(L/R)$ を $\dot{\theta}$ の代りに使うことにする。従って旋回力の指数 $K$ も $V/L$ で除して、これを $K'$ と書く。 $K$ が定常旋回 $\dot{\theta}$ と $\delta_0$ の比だから $K'$ は $(L/R)$ と $\delta_0$ の比である。 $K'$ が一定なら $(L/R)$ 対 $\delta_0$ 曲線は直線となり、その傾斜が $K'$ になる。図の普通型船尾のものは殆んどそれに近いが、マリナー型は曲線の曲がり著しく旋回の発達と共に $K'$ が減少することが分かる。これは所謂非線型影響で $C_{r\delta}$ 、 $C_{M\delta}$ 等が完全に常数ではないから、運動の増大に伴って $K$ や $T$ も一般に減少するのである。しかしこの場合にも運動のある範囲ではその部分の傾斜で $K'$ が表わされる。

とにかく旋回半径 $R$ と舵角 $\delta_0$ を測れば、船にはたらく力は知ることなしに、いきなり旋回力の指数 $K$ を決めることができることになる。考えて見れば方程式(3)は舵角 $\delta$ と船の運動 $\dot{\theta}$ の関係を与える式であるから、その $\delta$ と $\dot{\theta}$ を測定によって与えれば、今度は筋道を逆に辿ってこの二つを結んでいる方程式(3)を決定できるはずであり、従ってその係数である操縦性指数も決定できる理で



操縦性試験に使う自航模型船

ある。上の $K$ の実験的決定はその一例である。こう考えれば $T_1$ 、 $T_2$ 等も同様にそれらの構成要素たる抵抗係数、従って船にはたらく水の力を知ることなしに運動の観測から決められる。その方法にはいくつかあるが、例えば舵を一定の周期で左右に動かす正弦操舵法がある。船はその周期でヨーイングを行なうが、周期をつぎつぎに変えてその振巾を測った結果から $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ が決められる。この方法は起振機を使って船体を強制振動させ、振巾の測定から船体の振動数(周期)を求めるのとよく似ている。 $T_1$ 、 $T_2$ 等は周期ではないが、広い意味では周期に似たもので、事実これらは時間の次元をもっている。

結論的にいえば旋回水槽等の実験が船にはたらく力を測り、従って $C_{r\delta}$ 、 $C_{M\delta}$ 等の抵抗係数の決定を目的とするのに対し、自航模型試験では運動の観測によりこれらの係数から組立てられ、運動を直接支配する操縦性指数を一挙に求めようとするものであるということが出来る。実際的な立場から考えるとこの種の試験は手取り早

くある船型の操縦性を知ることのできる利点があり、そしてきき理論を援用した解析によって個々の試験に使われた操舵に対する運動の記述に止まらず、さらに一般的なその船型の操縦性の表現を得ることができる。またこの方法は原理的には実船でもそのまま行なえるもので、特に Z 試験は手軽に実船でも行なうことができ、K と T の形でその船の操縦性の概略を知ることができる。このような長所が買われて自航模型による実験も最近世界的に行なわれる傾向にある。

### 3. 自動操舵の解析（操縦性に関する船の使用条件の分析の例）

#### 3.1 船の使用条件の分析の必要

以上述べてきた考え方や実験の結果を船の設計に応用するに当たって新しい一つの問題が生まれる。なるほど上述の方法に従えば、ある船型と舵について旋回半径とか追従性の指数などは推定できるであろう。所がその船にとって必要な旋回力とか追従性は如何という問題がある。それが分からなければ折角その船型の操縦性指数が推定できてもその適否が判定できず、従って舵面積の決定にしても何ほどが最適か決めようがない。

この問題に答えるには、船の使用条件を具体的に分析することが必要である。例えば逃げてゆく鰐が水面に現われる周期はどの位の範囲にあるか、潜る時の方角から推定した次の出現位置と実際との誤差の分布は如何、このような資料を使って追鯨に最適な旋回力と追従性を推定できないであろうか。あるいはオートパイロットで保針する時ヨーイングによる馬力損失を何%以下にするようにその船の追従性を決めるといったことである。

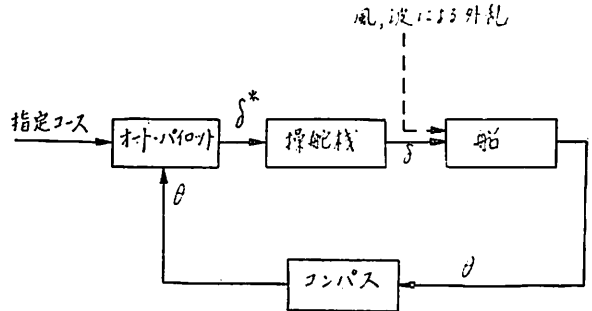
現在航洋商船ではオートパイロットによる保針は広く採用されており、一方就航中の船首揺による馬力損失は数%から10%にも及ぶと推定されるから、この問題は商船の使用条件の分析としてまず手掛けるべき問題であろう。この方面の研究もまた最近しばしば見られるようである。

#### 3.2 自動操舵される船のヨーイングとその解析

自動操舵による保針の記録を調べると海がある程度荒れてきた時数十秒から 200 秒といった長周期の船首揺がしばしば見受けられ、波の周期による船首揺がその上に小刻みにダブっている。この長周期のものについては当然ながらこれに伴う操舵があり、そのための馬力損失と船首揺自身による馬力損失を合わせると軽視できない値が推定される。後者は運動方程式(1)の前進方向の式で、 $m_v, v, \theta$  が見掛け上の抵抗増加になることから説明され、遠心力の抵抗成分といってもよい。このような長周

期の規則的な外乱の存在は不自然であるから、これは自動操舵されている船が減衰の悪い自由振動を持っており、それが波によって誘発されているものと考えられる。

船自体で船首揺の自由振動をもつことはまずないが、自動操舵された状態では十分可能性がある。第7図は船の自動操舵を図式的に示したものである。オートパイ



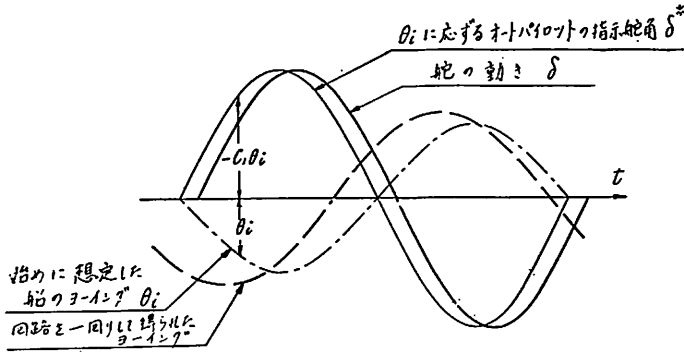
第7図 自動操舵系の構成

ロットは指定のコースと実際のコースの差を見出し、それを打消す方向に指令舵角  $\delta^*$  を操舵機に伝える。操舵機は少しおくれながら  $\delta^*$  に追従する。その結果作られたコースと指定コースの差で  $\delta^*$  が作られる。こうして船と操舵機、オートパイロットは閉じた回路を構成する。

いま船がある周期で船首揺している場合を考えよう。コースのずれを  $\theta$  とすると、オートパイロットはそれを打消すように指令舵角  $\delta^*$  を与える。それは最も簡単な場合  $\delta^* = -C_1 \theta$  が考えられる。  $C_1$  は常数である。事実殆どどのオートパイロットの基本的動作はこの形である。これを時間に対して描くと第8図になる。振巾は  $C_1$  倍になり、位相は  $180^\circ$  遅れる。この  $\delta^*$  に応ずる舵の動きは操舵機の遅れのために振巾が少し減り、位相も僅か遅れる。最後にこの  $\delta$  に応ずる船の動きは破線で示すように振巾は減少し位相は相当遅れる。これは船の追従はずっと遅いからである。

ところで最後に得られた船の動き（破線）がはじめに考えた船の動き（鎖線）に一致するならば、この状態は持続するはずである。

即ち船首揺は減衰も発達もしない。それはいま考えている回路を一回りする間に結局振巾は原に戻り、位相は  $360^\circ$  遅れるということである。オートパイロットの位相遅れはいまの場合  $180^\circ$  で一定であるが、船や操舵機の遅れは船首揺の周期によって大巾に変わる。船の運動方程式(3)並びに操舵機と同様な方程式を使って計算してみると、周期が無限に長ければ、操舵機は遅れを示さず船は  $90^\circ$  の遅れになる。周期が短くなるに従って操舵機は少



第8図 自動操舵系の各要素の動き

し遅れはじめ、船は最大 $180^\circ$ の遅れに達する。従って回路一回りで $360^\circ$ 遅れ、即ち船と操舵機で $180^\circ$ 遅れを示す周期がどこかに一つあるわけである。

一方、振巾の減少の程度も船や操舵機では周期によって変わり、特に船の回頭角は周期が減少すると急激に減少する。従ってさきに述べた持続する船首揺は船と操舵機の遅れが $180^\circ$ になる周期で振巾の減少比が $1/C_1$ になる時に現われるはずである。この持続する船首揺は減衰する船首揺と発達する船首揺の境界で、一種の臨界条件をなしている。従って持続振動をしないまでもこの臨界条件に近い回路の構成になっていると、系全体としての減衰が悪くなり、少し大きい波などを受ける度になかなか減衰しない船首揺を起こすことになる。

以上の考え方による自動操舵の安定の検討は回路を一回りする間の振巾の減少率を半径方向に、位相遅れを偏角にとる極座標を使って図解的に行なうのが普通である。適当な減衰を与えるにはどうすればよいかの見当もその図上でつけられる。

この考え方で見れば操舵に対する船の運動の遅れの大きいこと、即ち追従性の悪さは自動操舵における進路安定を著しく害することが明瞭である。この解析を若干の商船船型に対して行なってみると、満載状態のタンカー次いで貨物船の自動操舵下の安定はかなり悪く、特に“天候調整”の装置を働かすと上に述べた所の持続する船首揺が現われる可能性がきわめて大きい。この装置は荒天時に個々の波に対して有害無益な操舵を繰返すのを避けるために、コースのずれをパイロットに伝える途中に機構的な遊びを挿入するものである。これを働かすと

確かに個々の波に無益な当て舵はしなくなるが、一方ではパイロットの位相遅れを増加するので自動操舵系の減衰を悪くし持続する船首揺を起こすに至るわけである。この解析で得られた船首揺の振巾や周期は実船の記録に見られるものと同程度なので、現在のオートパイロットで経験される長周期船首揺の原因はこれであろうと推察される。

ここに述べた解析の方法は最近自動制御装置の解析や設計に広く使われているもので、その一つの長所は天候調整などのようにオートパイロットに普通に使われ、しかもその動作に決定的な影響をもつ非線型要素にも船などの線型要素と類似の取扱ができる点である。非線型要素がなければオートパイロットと操舵機の動作を表わす式を船の方程式(3)と連立させたものを使って全く同じ結果を得ることができる。これがMinorsky 以来よく行なわれてきた線型方程式による自動操舵の解析であるが、オートパイロットでは非線型要素が決定的な役割を果たすことが多いので、その点この方法は实际的でない。

さて以上の解析で明らかのように自動操舵される船の船首揺を止めるには制御系の途中での動作の遅れを十分に小さくしなければならない。この点から考えて現在の自動操舵で最も大切な問題は個々の波に対して有害無益な操舵をしないで、しかも位相遅れを伴わない天候調整機構の開発であろう。新しいパイロットによく使われている角速度制御は $\dot{\theta}$ よりも $90^\circ$ 位相の進んだ $\ddot{\theta}$ に比例して舵を動かして位相遅れを相当補償するが、天候調整機構による著しい遅れを相殺することは困難である。また現在のオートパイロットはそのまま船の追従性をよくすることで自動操舵系の安定を十分よくしようとすれば現在の倍以上の舵面積を必要とすることになるが、天候調整の問題が解決されれば現在の舵でも船首揺は十分小さくなるであろう。

この例に見られるごとく操縦性に関する設計問題は操舵管制機構——ある場合には操舵員をも含めて——の問題と切りに切れない関係にあることが多い。飛行機の分野ではこの問題が最近熱心に研究されているが、これは注目しなければならないことである。

## 船舶の電気防食

船舶の電気防食の基本について平易に解説し、多数の実船実験の資料をとりいれて、電気防食の企画、設計、工事ならびに保船にたずさわる方にとり唯一の参考書。

A 5判 106頁 上製 250円(〒24円)

船舶技術協会

運輸技術研究所  
瀬尾正雄 著

内容：腐食、電気防食、流電陽極法、船底の電気防食  
船底防食の実例、タンクの防食  
陽極試験法、電解被覆、外部電源法、  
JIS鋼船船体用防食亜鉛板

# 鋼の破壊応力曲線について

大阪大学工学部 大谷 碧  
川崎重工業(株)造船工作部 寺井 清

## 1. はしがき

鋼のような多結晶金属材料の破壊形式には、きわめて多くの種類がある。鋼の脆性破壊に関係のあるのは、劈開破壊 (cleavage fracture)・せんい状破壊 (fibrous f.) およびせん断破壊 (shear f.) の3者であるが、その他にも疲れ破壊・腐食疲労・クリープ破壊などに関連して、それぞれ異なった破壊形式がある。このように破壊形式が違えば、その破壊条件もまた異なったものであると考えられている。いまここで取扱おうとするのは、脆性破壊に関係する前3者についてである。

## 2. 破壊の形式

劈開・せんい状・せん断の各破面の区別は、次のように考えればよい。Fig. 1 は鋼の結晶粒子の破壊をあら

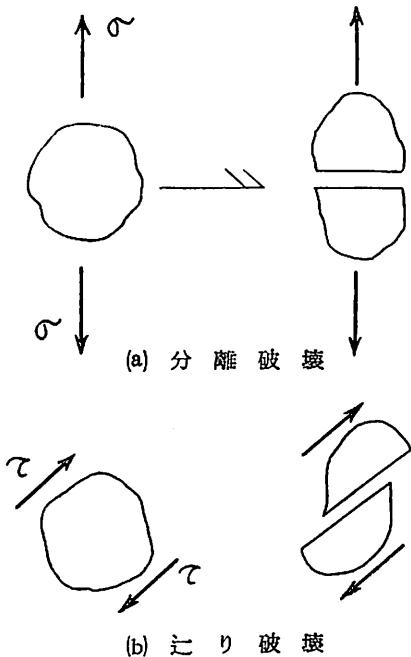


Fig. 1 結晶の分離破壊とじり破壊

わす概念図であるが、まず(a)のように直応力(σ)によって、結晶を構成する原子が分離破壊するのが劈開破面である。この破面は特有の銀白色の光沢を有し、光線を反

射してキラキラと光る。われわれが普通に鋼の脆性破面と呼ぶものがそれである。ただし脆性破面とは呼ばれても、われわれが問題としている鋼の脆性破壊では、劈開破壊した結晶は分離破壊するまでに多量の塑性変形(多いときは数10%の order)を伴うのが一般である。したがって厳密な意味では、破壊した結晶は脆性ではない。しかし破壊した船体あるいは構造部材に対して全体的に考えると、破面が劈開形式のときは、部材を破壊させるに必要な仕事エネルギーは非常に小さい量であろうこと(すなわち船体や部材としては脆性破壊)が、理論的にも予想できるのである。

これに対して(b)のごとく、せん断応力(τ)によって結晶に多量のじりが起こり、やがてじり破壊するのがいわゆる延性破壊である。この場合すべての結晶の破面がτの方向と一致すれば、せん断破面である。しかし一般に多結晶体を構成する各結晶は、それぞれ結晶軸の方向が異なっているから、そのじり面の方向も at random である。もし、せん断破面のように各結晶の破面の方向を一定に強制されないならば、各結晶ごとのじり面の方向に、じり破壊しようとするであろう。そのような感じの at random なじり破壊をした結晶の集まりが、せんい状破面を構成する。せん断破面は、ほぼ最大せん断応力の方向(引張り荷重による破壊ならば、荷重と45°の方向)に一致し、滑らかで絹糸状の光沢を有する。一方、せんい状破面の方向は、破面全体としては最大直応力に垂直(例えば引張り荷重に垂直)だが、中にこまかい起伏がある。この小起伏が、各結晶のじり破面にはほぼ対応するものであろう。破面は灰色で、光沢はない。

## 3. 破壊条件

鋼にどのような応力と塑性変形を与えれば破壊するかを決めるものが、その破壊条件である。

鋼の破壊条件を研究するための理論には、転位論を適用した微視的な方法によるものと、Ludwikの提唱した破壊応力曲線の概念にもとづいた巨視的な方法によるものがある。両破壊理論の間の関係は現在のところまだ明確ではなく、したがって鋼の破壊条件が、本質的にどのようなものであるかについて、多くの問題が残されているといわざるを得ない。しかしすでに転位論的な破壊

理論によって、結晶がほとんど塑性変形を伴わないで劈開破壊するときの破壊機構は、ほぼ完全に説明することができるし、また破壊応力曲線にもとづく距視的な理論によれば、塑性変形を伴った脆性破壊時の応力を近似的に推定し得ることが知られている。一方、延性破壊条件に対しては、転位論的破壊論はまだ寄与することが少なく、また距視的な理論も明確な結論を下すことができない。脆性破壊を合理的に防止するためには、これら未解決を諸問題を明らかにして、その理論体系を確立することが必要なはいうまでもない。

以下の議論では、論点を主として破壊応力曲線の概念に絞り、理論の現状と問題の所在点を解説したい。

#### 4. 破壊応力曲線

鋼などの多結晶体における破壊条件を説明するために、Ludwikにより提唱された<sup>(1)</sup>破壊応力曲線(fracture stress curve)の概念は、その後多くの改訂を受け、現在では Fig. 2 のごとくあらわすことが多い。<sup>(2)</sup>

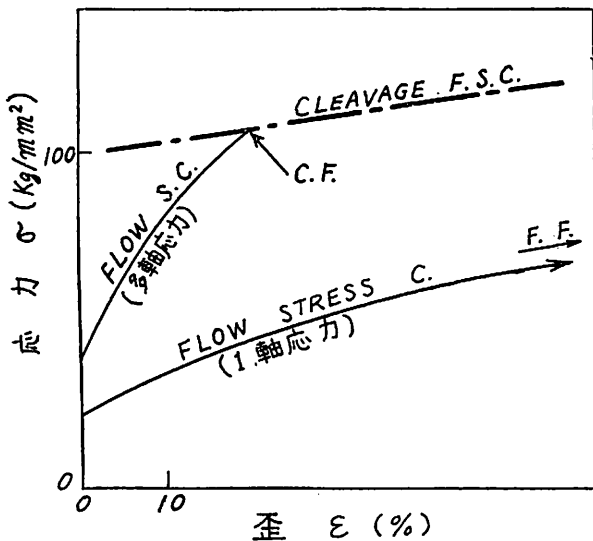


Fig. 2 破壊応力曲線

図中の cleavage f. s. c. は、破壊発生予定点の塑性直応力( $\sigma$ )と塑性歪( $\epsilon$ )が、この線上に到達したときに劈開破壊することを示す曲線である。縦軸を  $\sigma$ 、横軸を  $\epsilon$  であらわすと、cleavage f. s. c. はやや右上がりの曲線(ほとんど直線状の)となると信ぜられている。この考え方によれば、劈開破壊条件は、もし応力が多軸状態(3軸状態ともいう)であっても、3つの主応力のうち最大の  $\sigma$  の値のみによってほぼ定まり、破壊時の  $\epsilon$  によって若干影響されることとなる。いわば歪量の影響を若干考慮した、最大直応力説であるといえる。Cleavage

f. s. c. はこのように応力状態の影響を受けないのみならず、その物性論的な特性から、温度や歪速度などの影響をもあまり受けないであろうと考えられている。

これに対して図中の flow stress curve(塑性流動曲線)とは、丸棒などによる通常の引張り試験で求められる応力~歪曲線にほぼ等しい。ただし応力値は、引張り試験片の最小部断面積で、そのときの荷重を除いた値である。“ほぼ”という表現が必要なのは、引張り試験片が necking を起こすと、その部分はやや多軸応力状態となって、荷重方向の  $\sigma$  の平均値と最大の  $\sigma$  値、および  $\epsilon$  の平均値と中心部の  $\epsilon$  値とが、若干異なってくるからである。図中の下側の flow s. c. は、最後まで完全に1軸応力状態と考えたときの応力~歪曲線である。この flow s. c. の傾斜は余り急ではないので、cleavage f. s. c. と交わらないうちに、破壊が発生する。その時の破壊が fibrous f. s. c. である。このような場合も、破壊条件を規定する fibrous f. s. c.\* があるところであるが、Fig. 2 中にそれが画いてない理由については、後に触れる。

切欠などの存在のために、破壊発生予定点が多軸応力状態となると、その部の flow s. c. は出発点(降伏点)が高くなるのみでなく傾斜も急になって Fig. 2 中に示すように立ってくる。Flow s. c. の傾斜がどの程度急になるかは、塑性学的に推論することが可能で、Orowan によれば、切欠が鋭くかつ深くて切欠効果が非常にいちじるしい場合、flow s. c. の高さは単軸応力の flow s. c. に対して、ある程度の塑性変形を生じた後に、約3倍の order であるという<sup>(2)</sup>。このように flow s. c. の高さが高くなることによって、はじめて破壊発生予定点の応力値が、cleavage f. s. c. のレベルに達して、劈開破壊を発生させることが可能となる。

#### 5. Cleavage fracture stress curve

Fig. 2 に示した cleavage f. s. c. が実在することは、すでに Davidenkov・Hollomon・Zener および Mc Adam らによって、実験的に証明されている<sup>(3)</sup>。かれらの実験は次の要領で行なわれた。丸棒の引張り試験片にまず室温で、それぞれ異なった量の塑性予歪を与えておく。次にこれを液体空気などを使ってきわめて低温に冷してから、引張り荷重を与えると、このような低温では鋼はほとんど塑性変形を伴わずに劈開破壊するから、はじめに与えた予歪量を横軸にとり、低温での破壊応力を縦軸にとって実験点をプロットすると、結局 Fig. 2 のような cleavage f. s. c. が得られる。ただしこの曲

\* センズ破壊に対しては、6で述べる。

線は、液体空気程度の低温での破壊応力曲線である。しかし cleavage f. s. c. は前述のように、温度の影響を余り受けまいであろうと考えられるので、これをそのまま室温附近の脆性破壊に対して、近似的に流用する。もちろん鋼の種類によって cleavage f. s. c. の高さは若干違うが、大ざっぱに言えば、曲線の高さは約100kg/mm<sup>2</sup> の order である。

6. Ductile fracture stress curve

Cleavage f. s. c. に対しては、近似的にせよ曲線の形状が推定できているのに対して、fibrous f. s. c. の形状はまだほとんど知られていない。また、せん断破壊を規定する shear f. s. c. が fibrous f. s. c. と一致する曲線であるか、または本質的に異種のものであるかも、不明のまま残されている。Fibrous f. s. c. と shear f. s. c. とを一緒にして、ductile f. s. c. と呼ぶことにすると、ductile f. s. c. の特性は、遺憾ながらさぶる不明確であるといわざるを得ない。Fig. 2の中に ductile f. s. c. が画けないのも、そのためである。

Ductile f. s. c. を求めるための研究としては、Kuntze の古典的な実験<sup>4)</sup>が有名である。かれの解析方法と結論には誤りのあることが後に指摘されたので、Kuntze の曲線を ductile f. s. c. と認めることはできないが、使用された円周切欠試験片は有力な武器であって、ductile f. s. c. の特性を探究するに当っては、これ以上適当なものはないであろうとすら思われる。

Fig. 3 に示す円周切欠試験片において、Kuntze は先端半径 (r) が0.10~0.15mmの鋭い切欠を付け、切欠

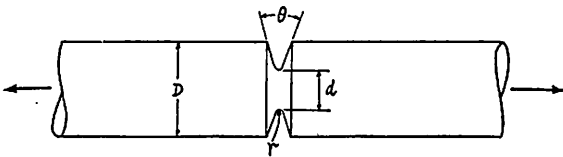


Fig. 3 円周切欠試験片

部の直径 (d) と試験片直径 (D) の比 (d/D) を種々に変化させた。また切欠の角度 (θ) をも変えたが、主として 60° の試験片を用いた。

まずこれらの試験片に引張り荷重を加えて、切欠部の弾性的挙動を測定した結果、切欠部の多軸応力度は次式により近似的にあらわすことができると、Kuntze は考えた。

$$\frac{\sigma_3}{\sigma_1} = \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right) \left(1 - \frac{\theta}{180}\right) \dots\dots\dots (1)$$

ここに  $\sigma_1$  は切欠部の最小断面における荷重方向の平均応力

$\sigma_3$  は 半径方向の平均応力で、同じく円周方向の平均応力 ( $\sigma_2$ ) に等しいと考える。

$\theta$  は度であらわした切欠角度

この式が正しいならば、 $\theta$  を zero とし  $d$  を zero に近づければ、 $\sigma_3$  ( $\sigma_2$  も) は  $\sigma_1$  に近づいて最高が多軸応力状態となり、鋼などの降伏現象に関する従来の定説から類推して、切欠部はほとんど塑性変形を伴わずに破壊するであろうことが期待される。

もし切欠試験片が劈開破壊しないならば、通常の丸棒試験片の場合と同様に荷重は一旦最大値に達し、次いで降下する。Kuntze の実験では、このような最大荷重の存在を明らかに示したのもののみを用いて解析したから、求めようとしたのは ductile f. s. c. であったと思われる。

Fig. 4 は実験結果の 1 例で、0.2% C の軟鋼に対するも

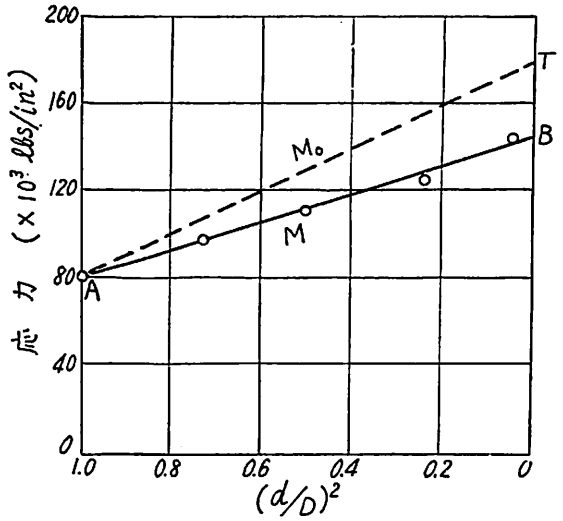


Fig. 4 Kuntze の実験 (0.2% C, 1.0% Mn 鋼)

のである。D はほぼ一定とし、 $d$  を 2~6 mm に変えて、 $d/D$  を図のように広く変化させた。線 M は最大荷重時の  $\sigma_1$  を結ぶもので、ほとんど直線である。直線 M の延長と、 $d/D=0$  に相当する縦軸との交点が B 点である。B 点は  $\theta$  が 60° のとき達し得る最高の値と考えられる。 $\theta$  が zero のときは、直線 M は  $M_0$  のように高くなるであろう。その最高点 T の高さは、B の A に対する高さの 180/(180-60) 倍、すなわち 3/2 倍にとる。この理由は、

切欠のない丸棒で  $\sigma_3=0$  のときの引張り強さが A 点で (1)式により  $\sigma_3 = \frac{2}{3}\sigma_1$  のときの引張り強さが B 点なのだから、引張り強さに対する多軸応力度の影響が比例的であると仮定すると、 $\sigma_3=\sigma_1$  のときの引張り強さは、そのようになるであろうと推定されるからである。T 点がこの鋼の示し得る最大の引張り強さで、Kuntze は technical cohesion limit と名付けた。

さて Fig. 4 は予歪をなんら与えない素材についての実験であるが、次に素材に種々な量の予歪を与えてから、Fig. 4 の要領で  $d/D$  を変えた系列の円周切欠試験片をそれぞれ削り出して、同様な実験と解析を行ない T 点を求めるのである。Kuntze の仮定が正しければ、T 点の強さを示すはずの試験片は、塑性変形をほとんど伴わずに破断するであろうから、予歪の量を横軸にとり、それに対応して求めた T 点の高さを縦軸にとって、実験点をプロットすれば、これが破壊応力曲線となる。Fig. 5 中の曲線はこの一例で、Kuntze は technical cohesive strength と呼んだ。

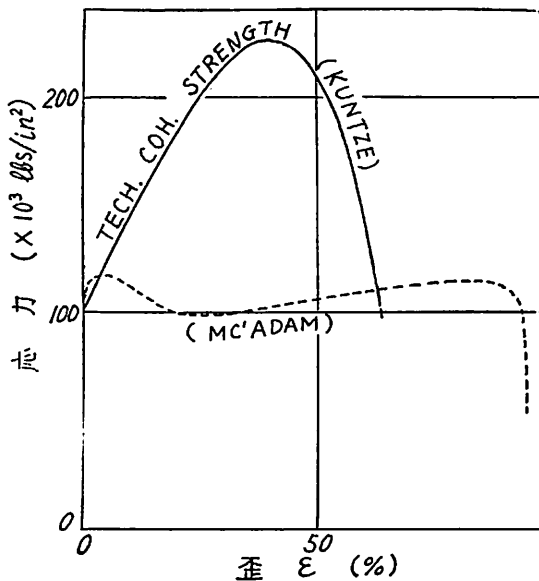


Fig. 5 Kuntze と Mc Adam の破壊応力曲線 (0.18% C 鋼)

Kuntze が ductile f. s. c. の形を求めようという困難な問題に取り組んだ業績は高く評価されるべきであるが、かれの用いた仮定には幾つかの本質的な難点が含まれている。

まず Orowan ら<sup>5)</sup>は、Kuntze が破壊応力であろうと考えた最大荷重点の  $\sigma_1$  値は切欠効果のために立った flow stress curve (Fig. 2 参照) 上の一点であって、

破壊応力ではないことを指摘した。材料の工業的な引張り強さは、習慣的に最大荷重点に対して求められているし、また材料が破壊しはじめるため荷重が減少して、最大荷重点があらわれるのだらうと、Kuntze は単純に考えたかも知れないが、これは Orowan らの意見が正しい。切欠試験片においても、最大荷重時の応力と破壊応力との間には大きなへだたりがあり、両者は別のものである。

さらに Mc Adam ら<sup>6)</sup>は、切欠形状の異なる円周切欠試験片を引張り破断すると、破断時の断面収縮量が異なる点に着目して、 $d/D$  比などを変えた多くの試験片を予歪なしの素材から削り出して実験を行ない、破断点の軌跡を求めて、Fig. 5 中に併せて示す曲線を得た。Kuntze と Mc Adam の曲線が全く一致しないのは、Kuntze の解析に上述の誤りがあった証拠であるとかれらは主張する。

Orowan は Fig. 6 のデータ<sup>5)</sup>を引用して、ductile f. s. c. は、cleavage f. s. c. のように、 $\sigma$  と  $\epsilon$  によっ

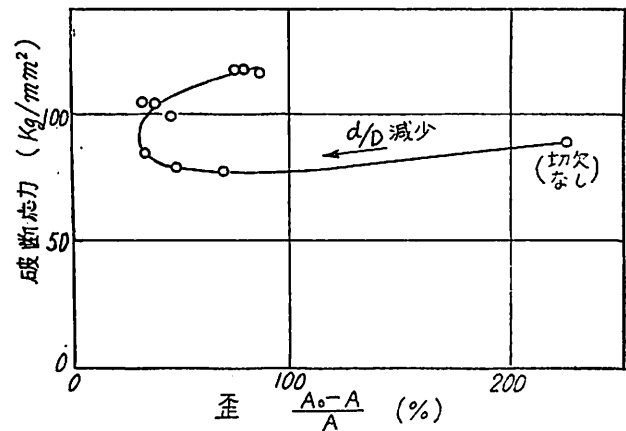


Fig. 6 Cu の破壊応力曲線 (Aは切欠部の断面積)

て一義的に決定されるものではあるまいと疑っている。この図は銅を用いた結果であるが、 $r$  は 0.1mm で  $\theta$  は zero とし、 $d/D$  を種々に変えて Mc Adam 流に実験した。破断時の歪が約 70% 以下のときは、ある破断歪に対して、破壊応力が 2 つ存在することが示されている。この不合理な現象は、ductile f. s. c. の存在を疑わせるものではないかと、Orowan は考えているようである。

Kuntze の方法における他の本質的な難点の一つについては、7. で述べる。



### 7. 円周切欠試験片の破壊特性

円周切欠試験片を用いたこれらの諸研究においては、  
 (a) 深い切欠を付けて  $d/D$  を小さくし、かつ  $r$  を小さくして切欠を鋭くすればするほど、切欠部の多軸応力度が高くなること  
 (b) 多軸応力度が高く、したがって塑性変形が拘束されて廻り難いところに破壊が発生すること  
 を、いずれもまず仮定している。そして多軸応力度がもっとも高いのは、切欠部断面の中心であるから、 $d/D$  と  $r$  を小さくした試験片に対しては、断面中心に center crack の発生することを期待していることになる。しかしこの期待が正しいか否かは、最近まで不明のまま残されてきた。

円周切欠試験片に発生する center crack を、直接確認しようとする試みは、昔から多くの研究者によって行われてきたが、いずれも失敗に終わった。その理由は、切欠試験片が最大荷重点を過ぎてしばらくすると、試験機と試験片との間の力の平衡が破れて不安定となり、もはや試験機を止めることができなくなるが、一般に試験機ではこの不安定点が、center crack の発生よりも早いためであろう。切欠を付けない通常の丸棒試験片では、不安定となる点はかなり遅いので、necking を起こした部分に発生した center crack が相当多く観察されているが、円周切欠試験片に関しては成果は皆無であった。

試験機が不安定となる点は、試験機の剛性が大きく rigid なものほど遅くなることは、理論的に予測されるので、筆者らは旧式の手廻し式小形試験機を選んで使用し、かつ最大荷重点後の荷重調節に細心の注意を払い、広範囲な切欠形状の試験片に対して入念な実験を行なうことによって、Fig. 7 に示すように、center crack の

発生をはじめて確認することができた<sup>(7)</sup>。この写真は、試験片が不安定点に達する直前に除荷して、その縦断面を機械削りして撮影したものである。試験片の破断直前の flow stress curve を検討すると、center crack の発生した試験片と、破壊が切欠の底部から生じたもの（すなわち contour crack の発生したもの）の間には、明らかに特性の相違があることが判ったので、この現象を利用して、 $D=10\text{mm}$  のとき center crack が発生する切欠形状の範囲を次のように明確にすることができた。すなわち center crack の発生を保証する切欠形状の範囲は、予想外に狭い。これ以外の切欠形状に対しては、center crack は発生せずに、contour crack が発生することも確認された。

$$\left. \begin{aligned} \theta=45^\circ, r=0.5\text{mm} のとき \quad d=3\sim 5\text{mm} \\ \theta=45^\circ, d=4\text{mm} のとき \quad r \geq 0.25\text{mm} \\ r=0.5\text{mm}, d=4\text{mm} のとき \quad \theta \leq 75^\circ \end{aligned} \right\} \dots(2)$$

この結果を参照すると、円周切欠試験片を利用した ductile f. s. e. に関する従来の研究は、致命的な誤りを犯していることが分かる。まず  $r$  については、これが鋭いほど center crack が発生しやすいだろうと考えて、Kuntze をはじめとして  $0.1\text{mm}$  位の鋭い切欠を使うことが多いが、それでは予期に反して contour から破壊が発生してしまう。これは  $r$  が鋭くなると、切欠先端部の  $\epsilon$  が中心部より極端に大きくなって、そのためたとえ 3 軸応力度は zero であっても、破壊の発生が中心部よりも先行するからであろう。筆者らの実験においては、center crack はせん断面であったのに対して、contour crack はせん断面であった。これらの経験から筆者らは、せん断形破壊とせん断状形破壊の発生条件は異質のものであろうと現在のところ予想している。

また  $d$  の影響については、切欠が浅く ( $d$  が大きく) には中心部の多軸応力度が高まらず、center crack が発生するに至らないのは当然であるが、 $d$  が小さすぎても center crack は予期に反して発生しない。これは  $d$  があまり小さいと、切欠底の表面の 2 軸応力状態の影響が隣接した中心部にまで及んでしまって、結局中心の 3 軸応力度が期待するほど高くないためであろう。Fig. 4 で  $(d/D)^2=0.04$  の試験片は、この点でも誤りを犯している。また Mc Adam の報告を検



Fig. 7 円周切欠試験片の center crack  
 ( $D=10\text{mm}$ ,  $d=4\text{mm}$ ,  $r=1\text{mm}$ ,  $\theta=0^\circ$ )

討すると、切欠が浅すぎて contour crack の発生が予想されるものが、数多く含まれている。さらに Orowan が引用した Fig. 6 の試験片は、 $r$  についても  $d$  についても contour crack の発生を予期させるものであるから、実験結果を center crack の発生に結びつけて議論すべきではない。

なおこれまでのすべての諸研究は、破断時の平均応力と平均歪にもとづいて、データを解析したものであることを最後に指摘しておきたい。破断箇所の応力と歪は、平均応力と平均歪の値とはもちろん異なっているから、そのような解析は近似解にしかすぎない。特に  $r$  が小さい試験片で contour crack が発生するときには、塑性歪は切欠先端部に集中するから、平均歪による解析は全く誤りである。円周切欠試験片の  $\sigma$  と  $\epsilon$  分布に関する塑性解には、かなり正確な計算法のあること<sup>(8)</sup>も知られているから、その成果を採り入れることが必要であろう。

### 8. む す び

われわれの遭遇する鋼の脆性破壊では、破面の一部に延性破面の共存することが多く(例えば停止部や shear lip など) また切欠靱性を判定するための小型試験片では、原則としてこれが共存するものであるから、脆性破壊現象を完全に理解するためには、鋼の延性破壊条件をも把握することが重要であろう。その方面の研究分野では、筆者らにより明らかにされた円周切欠試験片の破壊特性を勘案して、Kuntze 流の研究手法と、従来報告された諸研究の成果を再検討し、いま一度実験をやり直すべき時期が到達したものと考えられる。

Center crack の発生を保証する円周切欠試験片を用

いると、cleavage f. s. c. の特性に関してもかなりの成果を期待することができる。すなわち切欠を付けると、室温附近の低温で試験片は劈開破壊するであろうから、われわれが問題としたい温度に近い低温での、cleavage f. s. c. を確認し得ることがまず予期される。また溶接の結果、変質した鋼の破壊応力曲線を測定することなどの重要な問題を検討する際に、有力な手段となるであろうことも当然予期されるところである。

脆性破壊の研究としては、内外において、エネルギー条件を中心とした伝播現象に対する考察が主力である観を呈しているが、破壊応力曲線に関する研究もまた、われわれとしては重要な価値を有するであろうと筆者らは信じている。

### 文 献

- (1) P. Ludwik and R. Scheu : Stahl u. Eisen, 43, 1923, 999.
- (2) E. Orowan : Reports on Progress in Physics, VII, Physical Soc., 1949.
- (3) J. Lubahn : Fracturing of Metals, ASM, 1948, 90.
- (4) W. Kuntze : Arch. Eisenhüttenw., 2, 1928, 109.
- (5) E. Orowan, J. Nye and W. Cairns : Theoret. Res. Rep., 16/45, MOS, 1945.
- (6) D. Mc Adam : Jl. Applied Mech., 8, 1941, A-155.
- (7) 寺沢, 大谷, 吉田, 寺井 : 関西造船協会誌. 98, 1960, 17.
- (8) 植村 : 機械学会論文集, 127/23, 1957, 148.

## 商 船 基 本 設 計 の 一 考 察 (第 1 編)

元東京大学教授  
渡瀬正麿 著

本書は船の科学に14回にわたって掲載されたものに、新しく追加および訂正を施して第1編としてまとめたものです。造船・造機の設計並びに現場に関係する方々にとっては本書の豊富な資料は極めて得がたい参考となる

と存じます。価格も特に本書を各人のお手許において頂きたいため廉価にいたしました。既に大口に教科参考書としての御希望もあり、また各造船所よりも大量の御注文をうけております。内容目次は次の通りです。

- |                                 |                               |   |
|---------------------------------|-------------------------------|---|
| 1. 貨物船の重量感数と戦荷容積                | 11. 馬力の略算法                    | 21. Newport News Shipbuilding & Dry Dock Co. の重量区分法 |
| 2. 就役速力 ( $V_s$ 節)              | 12. 船舶の推進機関(単螺旋船の特色)          | 22. 鉸鉸船殻船と全溶接船との差異                                  |
| 3. 速長比 ( $V/\sqrt{L}$ )         | 13. 船の安定 (Stability)          | 23. 本邦客船設計について                                      |
| 4. 船舶の種類と速長比                    | 14. トリム (Trim)                | 24. 船体形状と抵抗理論                                       |
| 5. 船の長さ ( $L$ )                 | 15. 商船の船型とトリム                 | 25. Hollows and Humps of Cw-Curves                  |
| 6. 船の幅 ( $B$ ), 長幅比 ( $LBP/B$ ) | 16. 貨物船船型の標準化と諸注意             | 26. 船体形状論   |
| 7. 満載吃水 ( $d$ ), 幅吃水比 ( $B/d$ ) | 17. 定期貨物船の高速化(Mariner 型の進出対策) | 27. 航洋船舶の Power Estimation と新傾向                     |
| 8. 船の排水容積, 排水量および諸関係式           | 18. 大型客船の高速化と計画法              |   |
| 9. 船体形態の諸係数                     | 19. 船の重量予算                    |   |
| 10. その他の諸係数                     | 20. 船の重量と推進機関                 |   |

B 5 判 上質紙 128 頁 定 価 150 円 (〒 24 円)

船 舶 技 術 協 会

# 船体構造における塑性設計について

東京大学助教授

藤 田 讓

## 1. はしがき

塑性設計 (Plastic Design) という言葉がしばしば用いられるようになって久しいが、まだまだ Plastic Design を感違いしているむきもないではない。先日もある研究会での話だが、Plastic Design と Plastics の Design と間違えた人があったとかいうのは、あながち笑い話ではないかも知れない。塑性設計あるいは極限設計 (Limit Design) という言葉の適否は暫くおとして、それが構造物の設計計算法の一つであることを明確にしておこう。

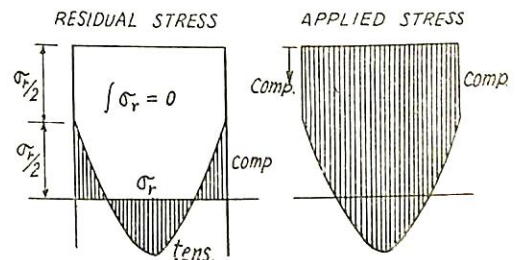
もともと、構造物を作るには、経験によるしり計算によるしり、その強さを考え破壊しないようにすることから始まるはずである。壊れないためにはどれだけの強度が必要であり、またどの位の荷重がその構造物に掛ってくるかを知らなければならない。このことは、換言すれば、強さを判定する基準と、それに対する安全率と外荷重を知ることと同じである。どのような設計法をとるにしても上記3つの事柄を決定しなければ計算が成り立たない。勿論設計法としては上記強さの外に、計算の簡便さと経済性 (材料節減) を目標としていることはいうまでもない。

さて、船体構造に目を移してみると、現在 AB, Lloyd, NK等の各船級協会の規則によって主要部分の構造寸法が規定されていることはご承知の通りである。これらの規則は多くの実績と貴重な経験の上に歴史的に形作られてきたものであり、複雑な計算をすることなしに一応安全な強度設計ができるという利点がある反面、時代と共に急速に進歩し発展する船体構造法、材料、工作法に取り残される危険も十分にあると思われる。この意味からもまた各種の損傷の発生対策のためにも各船級協会の構造規則は絶えず修正が行なわれて今日に至っているのである。しかしその多くが弾性計算による比較計算であったことは性質上やむをえなかった。最近になって、塑性設計による規則の検討が特にNKにおいて活発に行なわれ、規則の改正も着々と行なわれる模様である。

塑性設計の立場を簡単に説明してみよう。弾性設計(主

として梁理論)では、例えば両端支持集中荷重の均一断面梁では荷重直下の断面の Extreme fibre が降伏応力に達したときを基準にとりて部材寸法を決定している。ところが実際の梁は荷重直下の Extreme fibre が降伏してもまだまだ荷重増加に耐えられ、その最高荷重と降伏荷重との比は梁の断面形状によって幾何学的に決定されるのである。この比は矩形断面では 1.5, I 形断面では 1.12 程度である。このことは逆に言えば、梁の組える最高荷重を基準にとれば矩形断面では過当に高い安全率を採用していることになる。あるいは矩形断面ではもっと許容応力を増してもよいことになる。このほか、応力集中の問題もある。比較的局所的な応力集中まで考慮して弾性計算することは困難なことであり、かといってこれを無視しては弾性設計の Criterion からはずれることになる。溶接による残留応力、不等沈下による内部応力や熱応力などを厳密に弾性計算することは面倒である。第1図に示すような両端に圧縮、中央に引張の残留応力のある短柱を圧縮する場合を考えてみよう。このような残留応力の分布は溶接によって組立てられた I 形柱のフランジに表われる。外荷重による応力が  $-\frac{1}{2}\sigma_y$  に達すると外側から降伏がはじまる。厳密な意味での弾性計算ではこの荷重を設計の基準にしなければならない。さらに荷重が増大すると最終的には(全断面積 $\times\sigma_y$ )まで荷重が上がったときに全断面降伏する。すなわち断面内部で釣合っている残留応力は全断面降伏荷重には影響も及ぼさないことがわかる。

以上のような弾性計算のもっている不合理をなくし、構造物の耐える最終荷重を計算し、それを設計の基準



第 1 図

に採ろうとするのが塑性設計なのである<sup>(1)</sup>。この考えに立って最終荷重をできるだけ高めるように設計することにより、構造物の一部にできるだけ遅く降伏域の発生するように設計する弾性設計に比して安全率の意義も明瞭になると共に、より有効な部材配置により、材料節減も可能となってくるし、残留応力（挫屈の問題は除いて）、不等沈下等の影響も自動的に除去されるのである。この考えの底には勿論局部的な多少の塑性変形が構造物内部に発生するのは止むをえないという思想が流れている。しかしここで誤解されてならないことは、一般的にいつて塑性設計された構造物は使用状態では弾性域でのみ挙動することである。

元来、塑性設計は骨組構造物に掛かる荷重が比例的に増大して、所謂塑性関節（Plastic Hinge）を形成し、遂に構造物が不安定になるときをその構造物の崩壊と定義して出発したものであるから、これを板構造が主体である船体に応用するにはまだまだ多くの問題点がある。以下に最近の研究の動向とその問題点について述べることにしよう。

## 2. 水圧をうける板

船体構造を考える場合、まず問題となるのが外板であるが、これは等分布荷重をうける板として取扱われる。板の塑性設計は理論的には Drucker, Greenberg, Prager, Pell および Wood 等により研究が行なわれ、また Young<sup>(2)</sup> および Clarkson<sup>(3)</sup> 等によって、水圧をうける鋼板の膜応力まで考慮した理論並びに実験が発表されている。Young 等の実験からも明らかなように、鋼板の場合には撓みの増大と共に膜応力が発生し、荷重はどこまでも上昇して材料が膜応力により破断して終わる。すなわち骨組の場合の関節に相当する関節線（Hing Line）の形成が必ずしも重要な意義を持ち得ないところに問題の複雑さが存在するのである。

勿論上述の諸研究により骨組の場合と同様に上界および下界に属する解が見出されており、コンクリートスラブ等の場合には適用できることが示されている。

一般の鋼板構造物、例えば船底外板などの場合にはこれを周辺固定の板と考えれば板厚の数倍程度の撓みに達しても破断しない。このことから鋼板に対する設計基準としては関節線の形成される荷重よりも撓みのある特定の値で押えることが賢明であると考えられてきた。ところが最近の研究によると、骨つき板（防撓板）の場合には中立軸の位置が板表面附近にあるため骨に関節が形成されると補強板の撓みが急激に増大することが明らかとなってきた。従って補強板の骨が零に tend した極限と

しての鋼板の設計基準として膜力を考慮に入れた所謂塑性設計法の最終荷重（Hinge line により Mechanism が形成されたとき）を採用しようと筆者は考えている。

まず膜力を考慮しない場合、つまり骨組構造の考え方をそのまま板に拡張した場合について説明する。

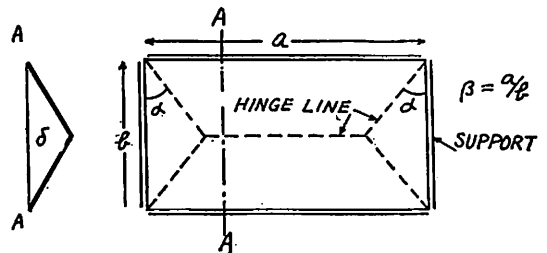
### Upper Bound による解法

- (1) 撓みは小さく、膜応力は無視する。
- (2) 崩壊は曲げによっておこり、剪断力は無視する。
- (3) 板の塑性モーメントは  $m_p = \frac{h^2}{4} \sigma_y$  でありすべての方向で一定である。

#### (a) Mechanism Method

1. 可能な変形機構を仮定し、
2. Virtual work で外部仕事と内部仕事を等しいとおき解をうる、
3. これらのうち最小のものが崩壊荷重である。

勿論、塑性条件の吟味は一般にはできない。これを行なうためには関節線で囲まれた各切片内の応力分布を知らなければならないからである。



第 2 図

第 2 図の矩形板に等分布荷重が掛かる場合には、図示のように関節線を仮定すれば中央の撓みを  $\delta$  として、

$$\text{内部仕事 } W_{int} = \left[ \frac{4}{b} \delta (a - b \tan \alpha) + \frac{2\delta}{b} \left( \sin \alpha + \frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha} \right) \frac{2b}{\cos \alpha} \right] m_p$$

$$\text{外部仕事 } W_{ext} = q \left[ (a - b \tan \alpha) b \cdot \frac{\delta}{2} + \frac{b^2}{2} \tan \alpha \cdot \frac{1}{3} \delta + \frac{b^2}{2} \tan \alpha \cdot \frac{1}{3} \delta \right]$$

となり、これを等置して  $\alpha$  につき minimize して崩壊荷重は、

$$q_p = 24 \frac{m_p}{b^2} \frac{\cot \alpha + \beta}{3\beta - \tan \alpha}$$

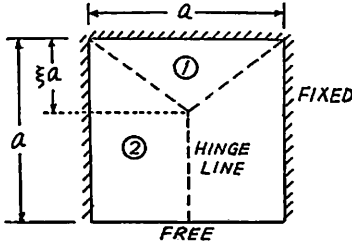
$$\text{但し } \beta = a/b, \quad \frac{\beta}{2} = \frac{\tan \alpha}{3 - \tan^2 \alpha}$$

$\beta = 1$  つまり正方形板では  $\alpha = 45^\circ$ 、 $\beta = \infty$  のときは  $\alpha = 60^\circ$  なることがわかる。

#### (b) Equilibrium Method

前述の方法と同様に関節線を仮定して板を切片に分解し、各切片の平衡を考えて解を求める。

第3図の場合。関節線を仮定して、



第 3 図

切片①の釣合いから、

$$2 m_p \cdot a = \frac{\xi a^2}{2} \cdot q \cdot \frac{1}{3} \xi a$$

切片②の釣合いから、

$$2 m_p \cdot a = \left\{ \frac{a + (1 - \xi)a}{2} \right\} \frac{a}{2} \cdot q \left\{ \frac{a/2}{3} \left( \frac{2(1 - \xi)a + a}{(1 - \xi)a + a} \right) \right\}$$

上の2式から  $\xi = \frac{\sqrt{13}-1}{4}$  となり、従って、

$$q_p = \frac{192 m_p}{(\sqrt{13}-1)^2 a^2}$$

同様にして、点荷重、線荷重の場合も荷重点近傍の塑性変形を無視すれば解くことができる。

**Lower Bound** による解法

(1) 平衡方程式

$$\frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 M_{xy}}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 M_y}{\partial y^2} = -p$$

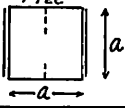





(2) 境界条件

(3) 塑性条件

$$|M_x| = \frac{1}{2} |M_x + M_y \pm \sqrt{(M_x - M_y)^2 + 4M_{xy}^2}| \leq M_p$$

この3条件を満足する解を見出すことは、一般には困難で、楠田<sup>(4)</sup>は  $M$  を適当な級数に展開して、平衡方程式に代入し、境界条件を用いて最大モーメントの位置を求めこの位置における各モーメントの値を再び平衡方程式に置き戻すことにより種々の境界条件に対する解を計算している。(第4図参照)

上述の方法は膜力を無視しているが、実際の構造物では膜力が重要である。

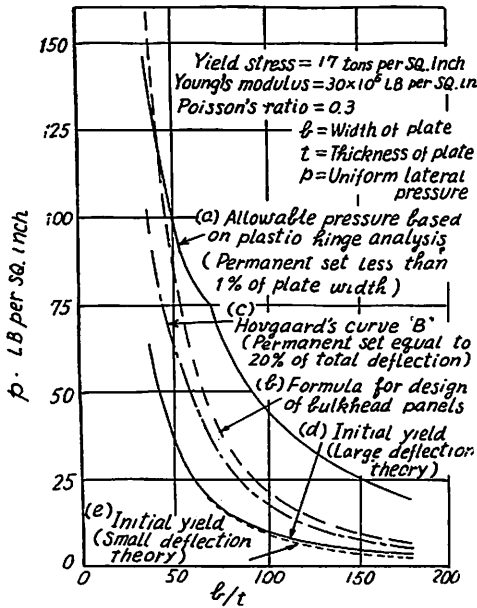
	Upper Bound	Lower Bound
Support  $a$	$M_p/a^2$ 8	$M_p/a^2$ 8
	14.14	10
	24	24
Fixed 	16	16
	28.2	18
	48	44.3

第 4 図

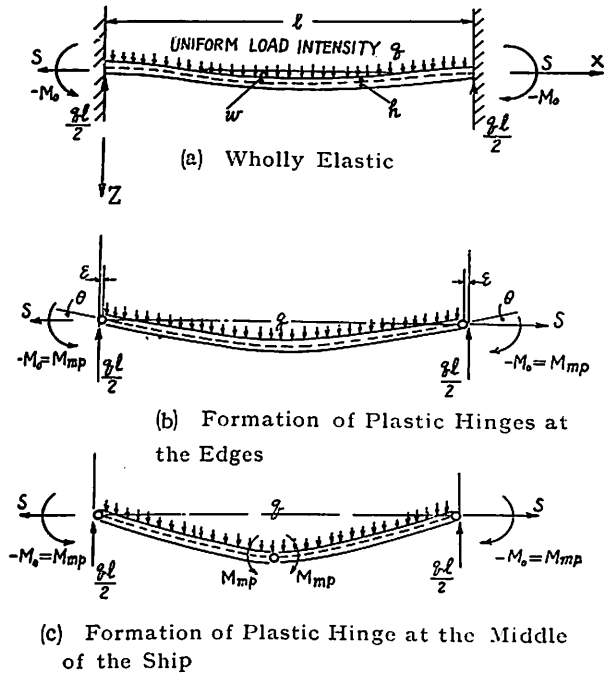
**3. 膜力を考慮した板の強度**

周辺固定の正方形板に水圧が掛かる場合、まず固定辺の中心が降伏し次第に角に向かって進展すると共に、正方形板の中央に降伏が始まり遂に対角線にそって関節線が形成される。さらに圧力が増大すれば全面膜状態となって破断する。Clarkson<sup>(3)</sup>は設計公式として膜力を考慮した崩壊荷重をとり、そのときの永久変形はスパンの長さの1%以内であることを示し、例えば無限に長い帯板が両端固定されたときの設計圧力を第5図のように与えている。

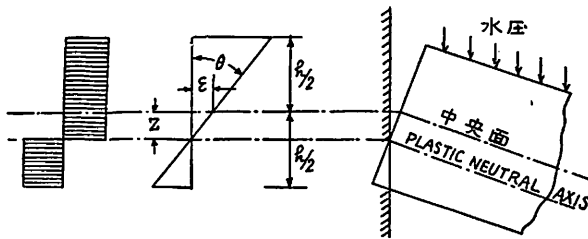
Young<sup>(2)</sup>はこのような鋼板の現象を説明するために Separation の考えを導入し、理論と実験結果を一致させることに成功した。問題を簡単にするため無限長帯板を考えれば塑性モーメントは  $M_p = \frac{h^2}{4} \sigma_y$ 、膜力のある場合には、 $M_{mp} = \frac{h^2}{4} \sigma_y \left[ 1 - \left( \frac{\sigma_m}{\sigma_y} \right)^2 \right]$  (ここには  $\sigma_m$  膜力) となる。塑性関節はまず固定端に現われる。このとき膜力のために塑性中立軸は圧力をうけない側に移動する。(第6図)このために板の中央面では固定壁との間に  $\epsilon$  だけの分離が発生する。この量  $\epsilon = \theta z = \theta \cdot \frac{h}{2} \cdot \frac{\sigma_m}{\sigma_y}$  を Young は Separation と呼んだ。これは端部以外でも膜力のある塑性関節には必ず発生することは明らかであ



第5図 Design pressures for long rectangular plates of mild steel with clamped edges under uniform normal pressure



第 7 図



第6図 Separation

らう。降伏応力としては平面応力場の Mises の条件を用いて

$$\sigma_p = \frac{\sigma_y}{\sqrt{1-\nu+\nu^2}} = 1.156\sigma_y \quad (\text{但し } \nu = \frac{1}{2})$$

を使用している。

さて、変形の段階は第7図の3段階に分かれる。(a)は端部に関節のできるまで Timoshenko 等により解かれている。(b)は端部に関節ができてから中共に関節のできるまで、この時端部では回転  $\theta$  と Separation  $\epsilon$  が生ずる。端部に関節が形成された後さらに荷重が増すと膜力の増大のため端部モーメントは減少し、撓みはますます増大し遂に中央に関節が形成される。(c)は中央に関節ができた以後でモーメントの釣合から  $S = \sigma_m h$  として、

$$q = \frac{8}{l^2} (SW_{max} + 2M_{mp})$$

となる。

$S=0$  のときは、

$$q_p = \frac{8}{l^2} (2M_p)$$

となり膜力のない場合の崩壊荷重を与える。

上の2式から

$$\frac{q}{q_p} = 1 - \left(\frac{\sigma_m}{\sigma_p}\right)^2 + 2\left(\frac{\sigma_m}{\sigma_p}\right)\left(\frac{W_{max}}{h}\right)$$

なる関係式が得られる。板の撓み形を膜のそれで近似して計算すると、

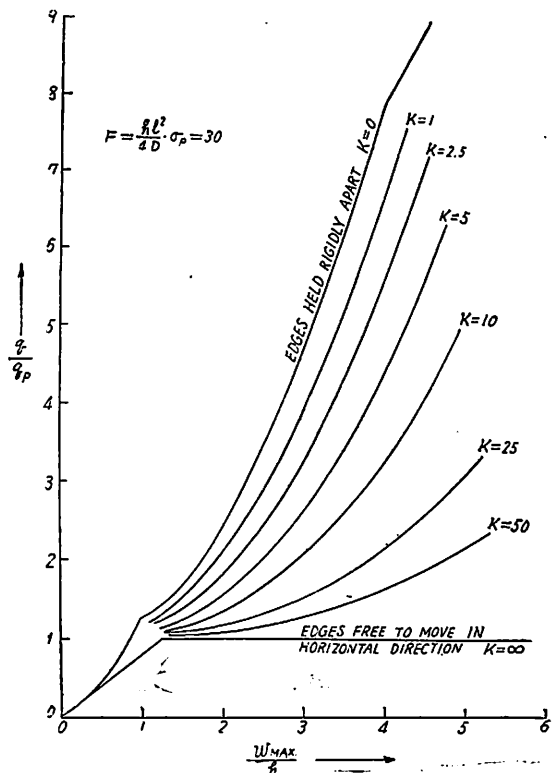
$$\frac{\sigma_m}{\sigma_p} = \frac{\delta \left(\frac{W_{max}}{h}\right)^2}{F + 24\left(\frac{W_{max}}{h}\right)}$$

が得られる。ここに  $F = 3(1-\nu^2)\left(-\frac{l}{h}\right)^2 \frac{\sigma_p}{E}$  で plate parameter といわれるものである。

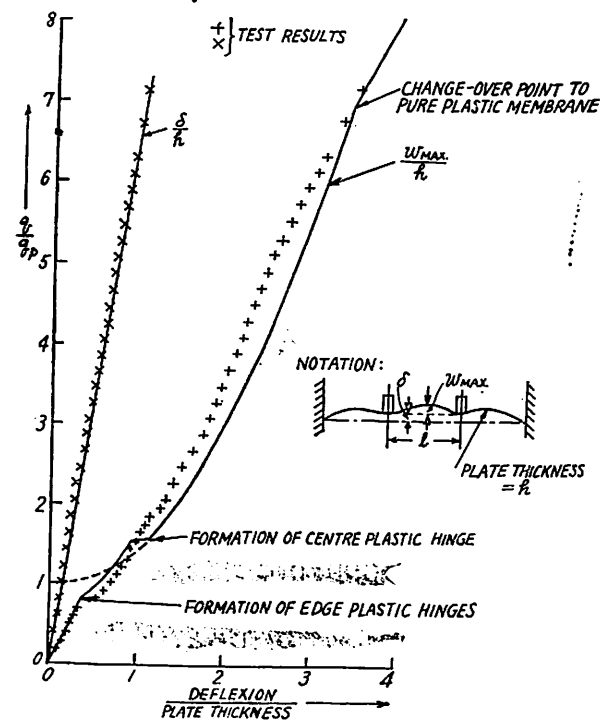
これらの式で  $\frac{\sigma_m}{\sigma_p} = 1$  とおけば、

$$\frac{W_{max}}{h} \geq 3 \quad \text{また} \quad \frac{q}{q_p} \geq 6,$$

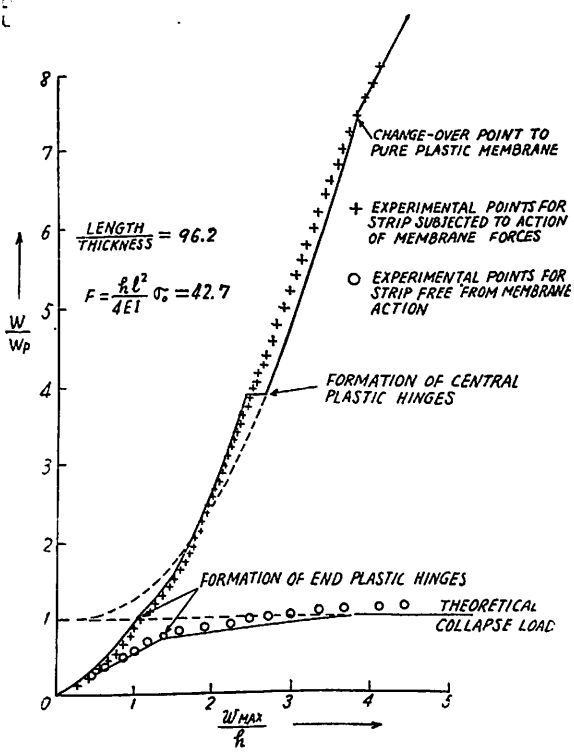
となる。すなわち全面塑性膜応力の状態になるには少なくとも板厚の3倍以上の撓み、また膜力のない場合の崩壊荷重の6倍以上の水圧の必要がわかる。



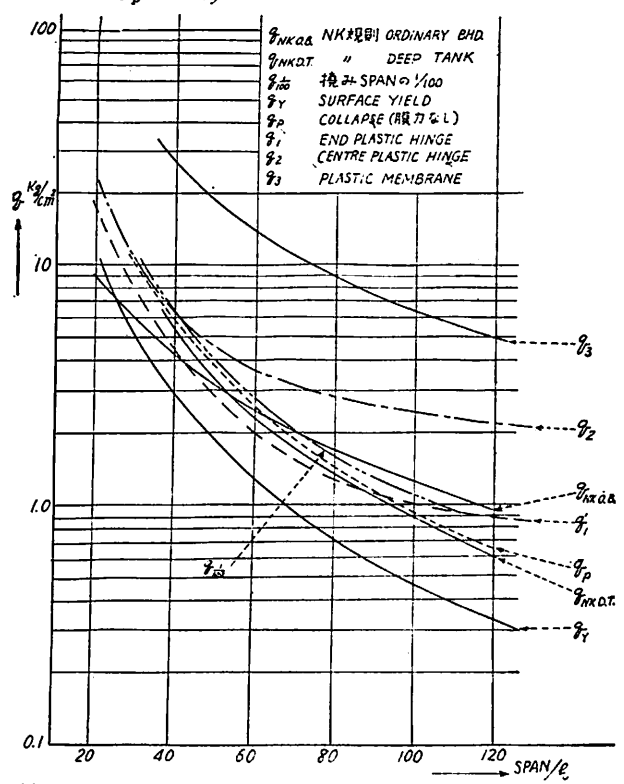
第8图 Load-deflection relation for uniformly-loaded long rectangular plate with edges built-in and held elastically apart



第10图 Load-deflection graphs for arrangement A (centre panel  $\frac{l}{h} = 57.1$ ,  $F = \frac{hl^2}{4D} \sigma_p = 12.0$ )



第9图 Load-deflection relation for 1/4 in. thick-ended strip



第11图 Comparison of design curves

端部が完全固定でないときには、端部での変位と中央面の弾性伸びとの比  $k$  を使って、

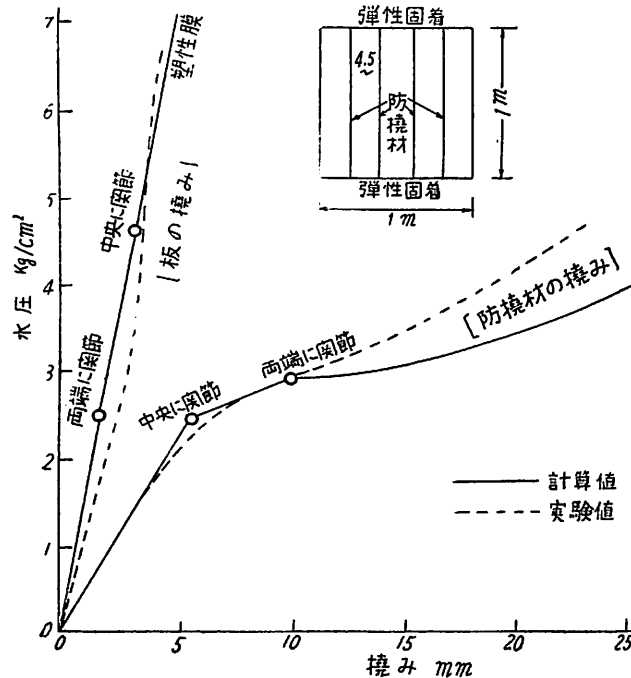
$$\frac{\sigma_m}{\sigma_p} = \frac{8 \left( \frac{W_{max}}{h} \right)^2}{F(1+k) + 24 \frac{W_{max}}{k}}$$

但し  $k = \frac{\text{端部での変位}}{\text{中央面の弾性伸び}}$

となる。この  $k$  を Parameter として、荷重と撓みの関係を描いたのが第8図である ( $F=30$ )。また第9図および第10図に実験値と計算値との比較がある。これらの図から Young の計算値と実験値が極めてよく一致すること、および端部条件が非常に大きく撓みに影響することが明瞭に読みとれると思う。

鶴田等<sup>5)</sup>は Young と同じ考え方で撓み形を仮定して近似解を求め、実験と比較し、各種の設計公式の比較検討を行なっている(第11図)この図で  $q_{NKDT}$  は NK 規則による Deep Tank の隔壁を表わすが、この曲線は軸力なしで端部に最初の関節の生じるときと、軸力ありで端部に関節の生じるときとの中間にあることが知られる。

また秋田等<sup>6)</sup>は水圧をうける一方向に防撓された防撓板が板は周辺固定、防撓材は軸方向に固定され回転に対して弾性固着(係数  $\approx 0.6$ )された場合を上述の方法をさらに簡略化して解析している。計算とアルミ補強板の実験例を図示すると第12図の通りである。この図からも



第 12 図

分かる通り比較的大きな防撓材の場合には防撓材のみの崩壊荷重に着目すれば設計上十分であり、将来の塑性設計の Criterion はこの辺に落着くものと推定される。

#### 4. 鋼船規則と塑性設計

日本海事協会では、先年来専門委員会を設けて塑性設計による外板板厚等の検討を行なってきたが、36年版から外板の板厚寸法を改正することに決定し、先日関西で催された塑性設計シンポジウムの席上渋谷技師によって詳細に発表された。それによれば、外板の設計には、外板を周辺固定の板と考え、水圧および Hog, Sag による軸力をうけるパネルの周縁にはじめて塑性関節のできる状態を基準に採用している。この考え方は上述来の説明からも首肯されるであろう。第1表に各外板に対する板厚の式を示してある。第1表中の安全係数は現行規則と略々等しい値を示すよう決定されたが、逆にいえば、各々の場所における安全係数が明瞭に指摘されたともいえよう。

第 1 表

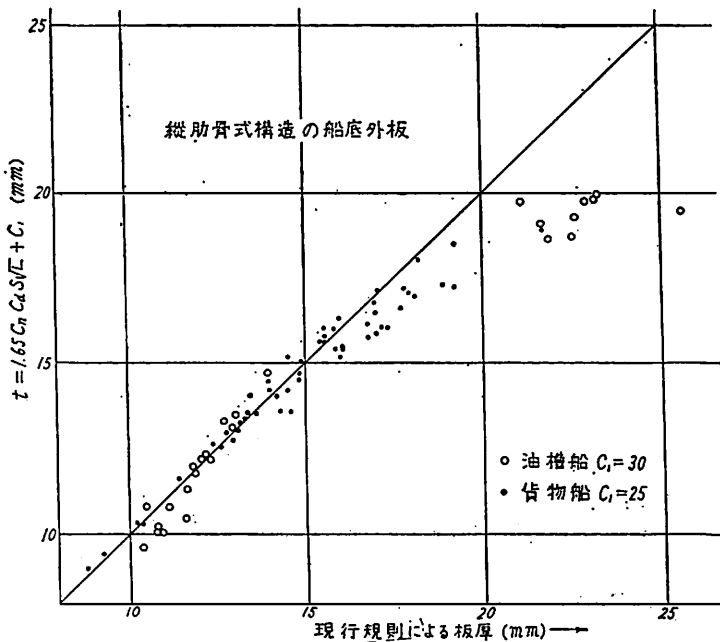
		水圧 head	安全係数	板厚算式 (mm)
船底外板	横肋骨式	$d+0.025L$	1.5	$1.53C_a S \sqrt{L} + C_1$
	縦肋骨式	$d+0.025L$	1.5	$1.65C_n C_a S \sqrt{L} + C_1$
船側外板	横肋骨式	$d+0.015L$	1.6	$1.44C_a S \sqrt{L} + C_1$
	縦肋骨式	$d+0.015L$	1.6	$1.34C_n C_a S \sqrt{L} + C_1$
船首部外板		$0.10 L$	1.2	$1.34 S \sqrt{L} + 2.5$
船尾部外板		$0.08 L$	1.2	$1.20 S \sqrt{L} + 2.5$
船首部船舷側外板		$0.075L$	1.2	$1.15 S \sqrt{L} + 2.0$
船尾部船舷側外板		$0.05 L$	1.2	$0.94 S \sqrt{L} + 2.0$

ここに  $C_n = \frac{8}{23-15n}$  (但し  $n = \frac{y'}{y} \leq 0.766$  のときは  $n=0.766$  とする、実際の規則では  $y/D$  の値に対して表として与えている)  
 $C_a = 1+7(d/L-0.06)$   
 $S =$  肋骨心距  
 $C_1 =$  腐れ代 (2.5mm が普通)

現行規則と改定規則との船底外板板厚の比較計算例を第13図に掲げる。板厚 20mm まではよく一致しているが、20mm 以上では改正規則の方が薄くなる。しかし、パネルの挫屈、船体縦強度の面から増厚する必要も生じうるので必ずしもこのままというわけにはゆかない。

外板のほか、船底縦通肋骨、隔壁板等についても現在検討中で近く実施されるものと期待される。このように船級協会の規則そのものが塑性設計的にあるいは塑性変形を含めた解析法により検討されることは非常に有意義



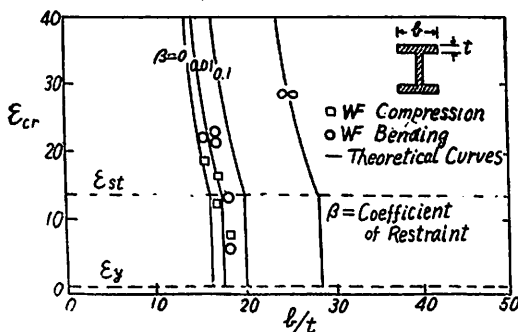


第 13 図

なことといわねばならない。

### 5. 圧縮強度および挫屈の問題

塑性設計における挫屈の問題の重要性をいまさら述べてようとは思わないが、とに角挫屈は塑性設計の前提条件である。一般の骨組構造（船体の縦通材、横強度等も含まれる）では特に局部強度が重要である。すなわち全体として構造物が崩壊するまえに局部的に挫屈が発生して、その局部挫屈によって構造物の最高荷重が決定されないようにする必要がある。端部結合の肘板の挫屈は致命的で、現存する船舶の肘板は、この意味ではほとんど落第であろう。これを防ぐためには歪硬化領域まで圧縮しても挫屈しないような形状寸法とすることが望ましく、実船の構造をこの面から検討することは大切であ



第 14 図

る。Haaijer<sup>7)</sup> は I 形鋼のフランジを一辺弾性支持、他辺自由な無限長帯板として取扱った。歪硬化域での材料の性質を異方性板のそれと考え、諸定数を実験的に決定して、歪硬化点まで挫屈することなしに圧縮される帯板の巾と板厚の比を I 形鋼のフランジにつき  $b/t \leq 17$  と求めた。因みに彼は軟鋼に対して下記の数値を採用した。

$$D_x = 3,000 \text{ ksi} = 2,100 \text{ kg/mm}^2$$

$$D_y = 32,800 \text{ ksi} = 23,000 \text{ kg/mm}^2$$

$$D_{xy} = D_{yx} = 8,100 \text{ ksi} = 5,700 \text{ kg/mm}^2$$

$$G_t = 2,400 \text{ ksi} = 1,700 \text{ kg/mm}^2$$

理論曲線と実験値とが第14図に示されている。この図から I 形鋼のウェブによるフランジの拘束度  $\approx 0.01$  である、この結果を参考として船舶においても縦通材のフランジ、または防撓材のフランジの巾と板厚の比を検討する必要がある。

しかし、板構造の場合には問題が異なってくる。例えば防撓板の軸圧縮の場合はたして歪硬化点までパネルが挫屈をおこさぬよう設計するという上述の局部挫屈の主張をそのまま拡張すべきであろうか。船舶のような比較的強い縦通材が板についている場合などは問題である。勿論縦通材のフランジやウェブが容易に挫屈しては困るけれども、骨さえ歪硬化点まで耐えれば板部はその前に挫屈しても構わないといえないであろうか。最終荷重のみを対象とする塑性設計の立場としては、構造物を破壊にいたらしめない程度の変形は許容しようと考えなければならない。もしこれが許されない場合には、別の Criterion 例えば Deflection criterion または弾性設計法を適用すべきであろう。この意味から塑性設計における挫屈の問題は、それが構造物としての崩壊に結びつくかどうかで大きく二つに分けられるといえる。

- (1) 構造物の崩壊に結びつく可能性の大きいもの。柱の挫屈、局部挫屈、横倒れ挫屈、骨組みの挫屈、
- (2) 構造物の崩壊に直接結びつかない場合の多いもの。余剰部材の挫屈、パネルの挫屈。

このように考えてみると、板および防撓板の挫屈は二次的な要素が強く、縦通材を関節線が横切の際の縦通材のフランジの局部挫屈のみを考慮すれば足りることがわかる。横荷重をうける防撓板の最高荷重の研究からも骨が Mechanism を形成するときの荷重で実用上十分防撓板の最高荷重を近似できることが知れており、このことは上述の議論に一つの根拠を与えるものであろう。

従って、補強板に関しては塑性域での有効巾の問題はあるにしても、従来から行なわれてきた各種の防撓板の最高荷重の式<sup>(8)</sup>が塑性設計の場合にも十分使用しようと考えられる。

他方上述のように断面の剛性を必要とする場合に反して、それほど剛性を必要としない場合には最小重量的な見地から骨と板とが一体となって歪硬化点に達して挫屈する、すなわち塑性域での  $\gamma_{min}$  の考え方に立脚して考えてみることも必要となろう。楠田は Haaijer のフランジの局部挫屈の考えを補強板に適用して、歪硬化域における補強板を歪硬化域の材料の性質をもった直交異方性板と考えて、歪硬化開始点まで挫屈しないための寸法の限界を計算した。歪硬化域の材料の諸定数には Haaijer のそれを使用し板のみの場合に丁度歪硬化点で挫屈するときの寸法として、

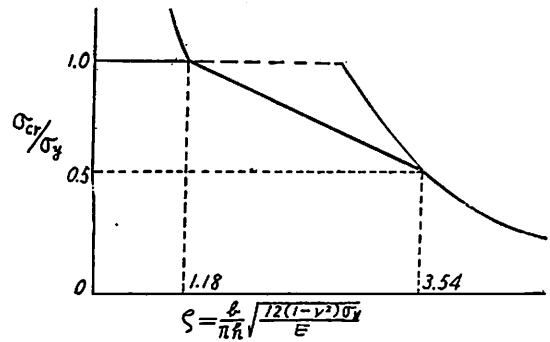
$$\zeta = \frac{b}{\pi h} \sqrt{\frac{12(1-\nu^2)\sigma_y}{E}} = 1.18$$

を軟鋼板に対して求めた。これは  $b/h=34$  (ここに  $b$  は荷重端の巾、 $h$  = 板厚) に相当する。縦または横防撓材のある場合には、これより  $\zeta$  の値は当然大きくなるので、 $\zeta=1.18$  を下限として第 15 図が提案されている。

このほか挫屈の問題に関しては、残留応力の影響<sup>(9)</sup>なども考えられるが、ここでは触れないことにする。

### 6. その他の問題

船体構造への塑性設計の応用はむしろ、マストとかデリックポストとか比較的独立した船体に取り付けられて



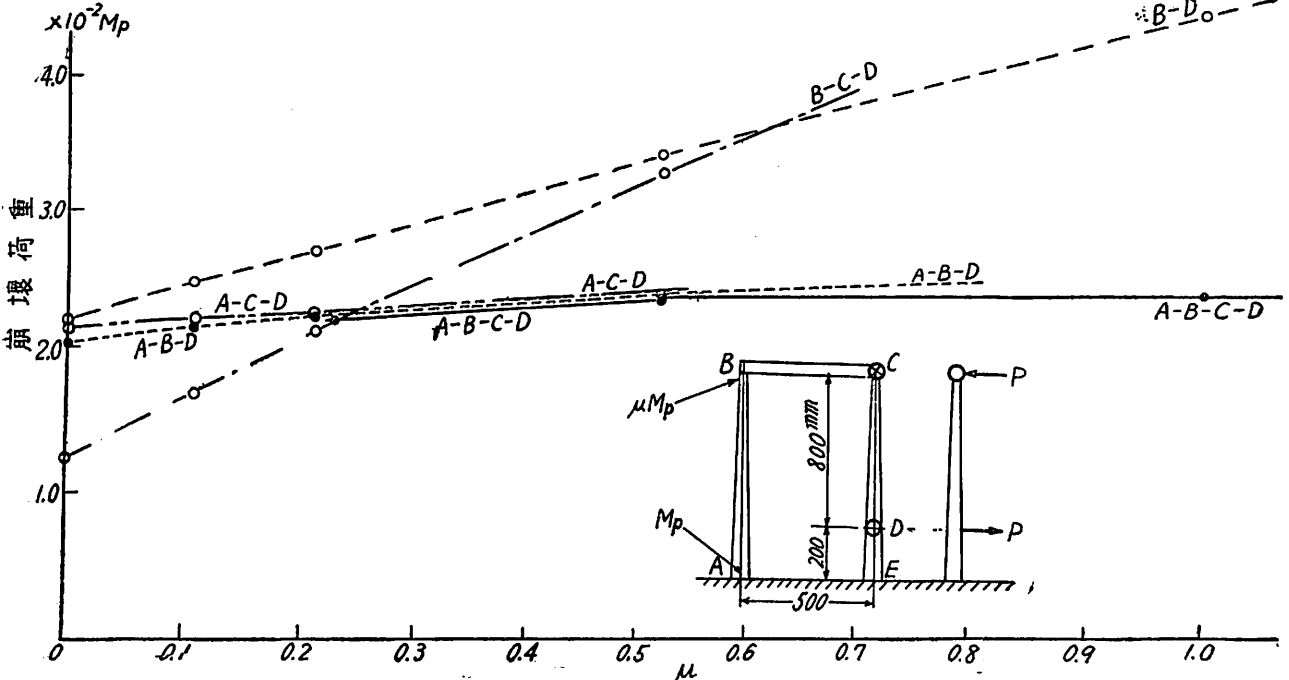
第 15 図

いるものから手掛けてゆくのも一つの方法である。特に規則によって制限されていない部分や、弾性計算が複雑な場合には、たとえそれが立体荷重<sup>(10)</sup>であっても塑性設計は偉力を発揮するものである。

一例として門型マストの計算例を示そう<sup>(11)</sup>。第 16 図の C 点と D 点に紙面と直角に大きさ等しく方向反対な外力を加えたときのマストの最終強度を計算してみる。立体荷重であるから、部材の各部には曲げと振りが共存するので、塑性関節の条件は、

$$M_p + \frac{12}{\pi^2} T^2 = M_p^2$$

(但し、 $M$  = モーメント、 $T$  = トルク、 $M_p$  = 断面の全塑性モーメント) の関係で決定され、やや複雑な計算となる。計算結果を各崩壊形式に対応する崩壊荷重と  $\mu$  と



第 16 図

の関係として第16図中に示してある。同図中のB-D等はB点およびD点が塑性関節となった崩壊形式を示すものである。従って塑性条件を満たす真の解はこれら曲線群の最小値を連ねた線上にある。この結果から、最も重量的に効率のよい $\mu$ の値として0.4が得られる。すなわちこのようなマストでは根元と頂上との塑性モーメントの比を0.4に取るのが最も経済的であることがわかる。

このほか、各種積装品およびその船体への取付け台の強度なども是非塑性設計による検討を加えてより合理的な設計となすべきであろう。

### 7. あとがき

以上船体構造における塑性設計の現状を述べてきたが、いまだその応用は緒についた許りであり、今後ますます広く適用される趨勢にあるといっても過言ではあるまい。今こそ塑性設計の特質を十分把握した上での活用が切に望まれているのである。但し、この小論が塑性設計とは何ものにも優る唯一無二の設計法であるかのごとき印象を与えたとしたら筆者の不明の致すところで、設計法は数多くあり、各設計法を適材適所に使い分けてこそ真に理想的な設計ができるといえよう。特に疲労、脆性破壊、クリープ、撓み、Shake down 等に関する考慮は十分払われなければならないことを附記して筆を置く。(36年3月)

### 参考文献

- (1) 藤田, 楠田, 川井, “塑性設計法” 森北出版(昭35年)
- (2) A. G. Young, “Ship Plating Loaded Beyond the Elastic Limit,” T. I. N. A. (1959)
- (3) J. Clarkson, “A New Approach to the Design of Plates to withstand Lateral Pressure,” T. I. N. A. (1956)
- (4) 楠田, “垂直荷重をうける板の塑性設計について”, 造船協会論文集第107号(昭35年)
- (5) 鶴田外, “水圧をうける平板の撓変”, 造船協会講演会にて発表予定(昭36年)
- (6) 秋田, 関, “水圧をうける矩形防撓板の塑性変形” 同上。
- (7) G. Haaijer, “Plate Buckling in the Stain-Hardning Range,” ASCE No. 1212 (1957)
- (8) 例えば, 吉識, 藤田, “圧縮力をうける補強板の最高荷重について”, 造船協会論文集第104号(昭34年)
- (9) 楠田, “圧縮力をうける補強板の塑性挫屈について”, 造船協会論文集第104号(昭34年)
- (10) 例えば, 藤田, “残留応力の不安定現象に及ぼす影響について”, 造船協会論文集第107号(昭35年)
- (11) J. Heyman, “The Limit Design of Space Frames,” J. of Applied Mechanics, June (1951)
- (12) 藤田外, “二脚マストの立体塑性計算法の研究”(発表予定)

— 解説付図書目録無料進呈 —

— 最新刊好評発売中 —

<p>天 気 図 と 気 象</p> <p>能沢源右衛門著 価四〇〇円</p>	<p>荷 役 実 務</p> <p>柴田 誠一著 価五五〇円</p> <p>碓泊期間と荷役能率の諸問題</p>	<p>潜 水 読 本</p> <p>山下弥三左衛門著 価六〇〇円</p>	<p>万 年 著</p> <p><b>燃料油と潤滑油</b></p> <p>Y850</p> <p>最新の資料(写真・図面・数表)にもとづき、しかも広範囲に、具体的に講述せるもの。船舶機関士・油取扱業者に推薦。</p>	<p>耕 原 著</p> <p><b>航海科受験問答</b></p> <p>Y850</p> <p>航海・運用・計器・気象・法規等と全科目を収録。甲種航海士には口述試験受験用、乙種航海士には筆記試験受験用として重宝な虎の巻である。</p>	<p>現在各種船舶に据付けられている交流発電機・電動機の理論・構造・取扱・修理・調整・関連装置・器具等と広範囲に亘り具体的に講述せるもの。</p> <p><b>船用交流電機</b></p> <p>東京商船大学助教 森田 豊共著 定価 七五〇円</p>	<p>長石 原 著</p> <p><b>船内工作法</b></p> <p>Y750</p> <p>大型船は勿論小型船・漁船の船内で必要な各種工具・材料・備品・工作機械の設備・性能・使い方・工作法等を船舶機関士・機装員・造船関係技術者の為に講述せる類書なき実務参考書。</p>
<p>航 海 図 説</p> <p>依田 啓二編 価五五〇円</p>	<p>海 難 の 処 置 と 処 理</p> <p>寺島 博愛著 価四〇〇円</p> <p>改正 海上運送法及び関係法令</p>	<p>日 本 海 運 と 船 員</p> <p>土井 智喜著 価三〇〇円</p> <p>運輸省海運局監修 価二〇〇円</p>				

東 京 社 東京都渋谷区代々木宮ヶ谷町1564 電話(467) 7967・振替東京 78174

**成山堂書店** 神戸出張所 神戸市生田区三宮センター街1丁目 流泉書房内 電話 三宮(3) 7390

# 芝浦タービン過給機について

石川島芝浦タービン株式会社

第1設計部第4設計課

主任 稲葉 興作  
相津 昭一

## 1. ま え が き

昭和28年、漁船用ディーゼル機関にわが国としては、はじめての排気タービン過給機が搭載されてから、まだ10年にもなっていないが、過給機関の発達、普及ぶりは目ざましいものがある。大は20,000PSを越える2サイクル機関から、小は70PS位の4サイクル高速機関まで、ディーゼル機関のあるところすべて過給機あり、といっても過言でないまでになってきている。また、過給率も初期は20~40%位のものであったが、現在では100%を越すもの、即ち無過給時の2倍以上の出力をもつ機関もそう珍しくはなくなっている。

当社でも昭和26年に第1号機を試作してから約10年を経た本年2月、過給機販売総台数は5,000台を越えるに至った。そして過給率の増大に対応して、いままで生産していたL形およびR形過給機のほかに、高過給用のいわゆるH形過給機と称する系列を新たに設計製作し、昨年秋から一部の機関に装着されて稼働しはじめている。

本文では、当社で製作している過給機のうち、主として船用として使われているL形、H形を中心にしてその特徴、構造、性能等を述べる。

## 2. 芝浦タービン過給機の主要目

当社ではL形、H形およびR形に大別される3系列の過給機を製作している。第1表にその種別、形式および主要目を示す。

L形は主として低、中過給の2サイクルおよび4サイクル機関用の過給機で、現在まで船用として各メーカーの機関に最も多く採用され、安定した性能を示している。

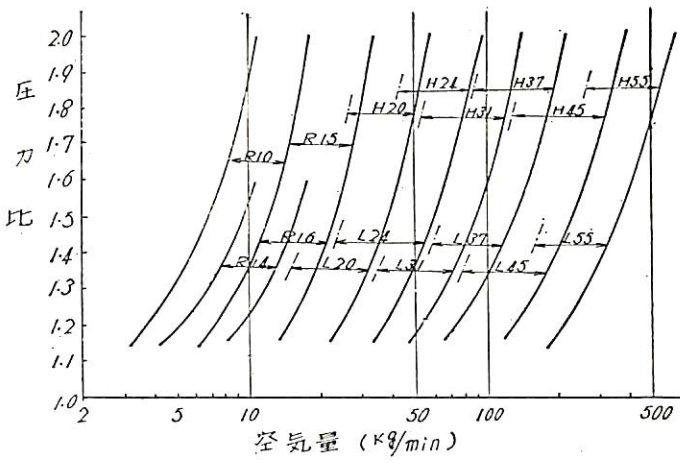
H形は高過給機関用として昨年から製作されたもので、原則として空気冷却器を併用する。近年、機関の過給率は非常に高くなり、軸平均有効圧力にして4サイクル機関で11kg/cm<sup>2</sup>、2サイクル機関では9kg/cm<sup>2</sup>を越える機関も数多く現われている。この種の機関を過給するには高い給気圧力と共に作動する各負荷で総合効率の高い優秀な過給機が要求される。H形は従来のL形の製作とサービスを通して得られた多くの貴重な経験を基に、これらの要求を満たすために新たに造られたものである。

R形は主として300PS（過給馬力）以下の小形高速機関用で、現在までにダンプカー、ブルドーザなどの建設

第1表 芝浦タービン過給機主要目

種別	形式	最大連続回転数 rpm	最高連続温度 °C	ブロー圧力比	機 関 出 力 PS			電 量 kg
					無過給の場合	過給の場合	クーラー付過給の場合	
L 形	L 20	23,000	600	1.5	180~ 230	270~ 340	360~ 460	140
	L 23	21,000			200~ 260	300~ 390	400~ 520	150
	L 24	19,000			210~ 360	390~ 540	420~ 720	210
	L 31	16,500			360~ 550	540~ 820	720~1,100	370
	L 37	13,500			550~ 900	820~1,350	1,100~1,800	610
	L 45	11,500			900~1,400	1,350~2,100	1,800~2,800	950
	L 55	9,000			1,400~2,000	2,100~3,000	2,800~4,000	1,500
H 形	H 20	28,000	650	2.0	200~ 300	300~ 450	400~ 600	150
	H 24	24,000			300~ 400	450~ 600	600~ 800	230
	H 31	20,000			400~ 600	600~ 900	800~1,200	440
	H 37	16,500			600~1,000	900~1,500	1,200~2,000	725
	H 45	13,500			1,000~1,500	1,500~2,250	2,000~3,000	1,000
	H 55	10,500			1,500~2,400	2,250~3,600	3,000~4,800	1,500
	R 形	R 10			50,000	650	2.0	80~ 120
R 14		40,000	1.6	120~ 200	180~ 300		240~ 400	30
R 16		33,000						42
R 15		41,000	2.0					29

(注) 各形式に適応した空気冷却器（インタークーラー）も申作している。



第1図 芝浦タービン過給機各形式の圧力空気量範囲

機械や、バス、鉄道車輛用機関に多く装備されている。この系列の過給機は輻流タービンを用い、特に小形、軽量、安価であることに重点をおいて製作されている。

3. L形過給機

3-1 特徴

給気圧力比 1.6 (0.62kg/cm<sup>2</sup>G) までを必要とする2サイクルおよび4サイクル機関用過給機である。容量に応じてL20形からL55形まで7形式がある。各形式別の圧力・風量範囲を第1図に、主要目を第1表に示す。

ブローワーは輻流形、タービンは軸流形である。ローターは玉軸受によって両軸端を支持され、軸受への給油は円板ポンプによる自己給油方式を採用している。過給機はその性質上高周速で回転するが、各部の熱膨脹や回転部の多少のアンバランス、外部からの衝撃などに対しても充分安全に回転するよう特殊な軸受支持を行なっている。また各形式毎に数種のブローワーディフューザ、タービン動翼、タービンノズル等を標準品として準備し、この組合せを変えることによって、機関の種類、過給率等に応じて最良のマッチングが得られるようにしている。

3-2 構造

第2図にL24形過給機の断面を示す。他の形式もほぼこれと同じ構造をもっているため、本図について主要部の構造の概略を述べる。

(1) タービン動翼

1段軸流形である。動翼の取付は第3図(a)のような球根式(亜鈴形)で、軸車にハマ込み後両端をカシメと

めてある。また、レーシングワイヤを翼中を通して振動に対しても充分安全であるようにしている。

材料は耐熱鋼鍛造品からの削り出し、または精密鋳造品を使用し、高温ガス中で充分の耐熱強度を持たせている。

(2) タービンノズル

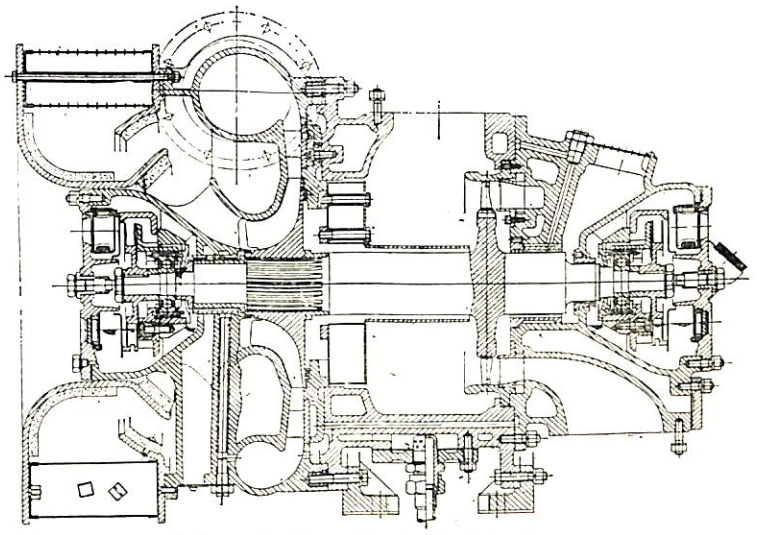
羽根をリングに植込んだ組立形である。

材料は羽根は耐熱鋼鍛造品からの削り出し、リングはステンレス鋼である。

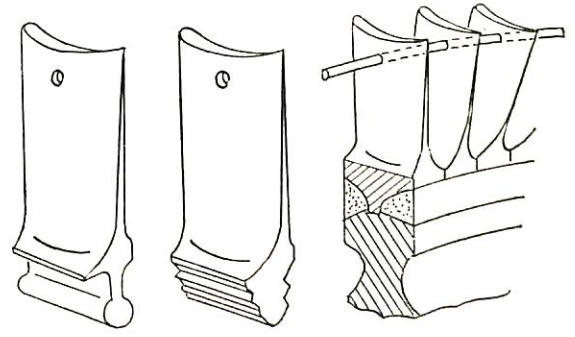
(3) ブローワー扇車

直線放射羽根をもった1段渦心式(輻流形)である。L37形以上は前翼車は別体になっている。軸との取付けはすべてスプライン式である。

材料は強力軽合金鍛造品からの削り出し、およ



第2図 L24形過給機断面図



(a)球根式 (b)クリスマス式 (c)溶接式  
(L形) (H形) (H形)

第3図 L形、H形の動翼取付法

び軽合金精密鋳造品を使用している。

(4) ディフューザ

L形では各形式とも原則として翼型を導翼に採用し、その種類もタービン部品と同じく各形式ごとに数種準備して機関作動線が常に効率のよいところを通過するようにしている。

材料は軽合金鋳造品を機械加工したもの、および導翼のみを別に製作して側板に溶接したものである。

(5) 軸受および給油装置

JIS 超精密級 (SP 級) の6300形に属する玉軸受を使用している。しかし、N (回転数, rpm) × D (軸直径 mm) の値が60万位になり、また運転中は潤滑油温度も60°C位になるので、内外輪とボールおよび保持器の間隙は過給機用として特別に設計されたものである。

軸受と軸受箱の間には特殊な板パネによる弾性支持法を採用している。また、回転中はブロー方向にスラスト荷重がかかるが、これはブロー側軸受部で支持し、タービン側はローターが軸方向に自由に動けるようになっている。これによって各部の熱膨脹、回転部の多少のアンバランス、外部からの振動などに対しても常に安全確実に回転を続けることができる。

給油方式は第2図でみられる通り、軸と同一回転する円板が油溜から潤滑油を汲みあげ、軸受箱中を通して軸受を給油し、再び油溜に戻る自己給油式になっている。このため潤滑油の消費が少なく、且つ汚れなどの心配も少ない。

玉軸受は現在のところ、34,000時間使用ごとに、油は500時間ごとに新品と交換するようになっているが、近く軸受交換時間を6,000時間以上にすることを検討中である。

(6) タービン車室

ガス入口車室、排気車室とも原則として水冷却形である。入口車室はもちろん、機関のサイクル、気筒数に応じてガス入口が1個のものから、4個あるものまで造られている。

船用機関は冷却水に海水を使用し、また比較的低質の重油を燃料として使う関

係上、タービン車室は海水およびガスによる侵食を受け易い。当社も初期においては、これらによる侵食、殊に海水による車室の孔あきで苦い経験をなめた。このため、防食には細心の注意と対策を行なっている。

また、各車室とも互いに30°ずつの角度をもって自由に組合わせることができるようになっている。

(7) その他

ブロー車室の空気吸込口付近は負圧になるので潤滑油を吸込まないように、またタービン側軸受部にガスが侵入しないようにローターと車室との間に2段のラビリンスを設け、さらに圧力の高い空気をこのラビリンス中央部に導いて吹出させ、遮蔽している。

3-3 性能

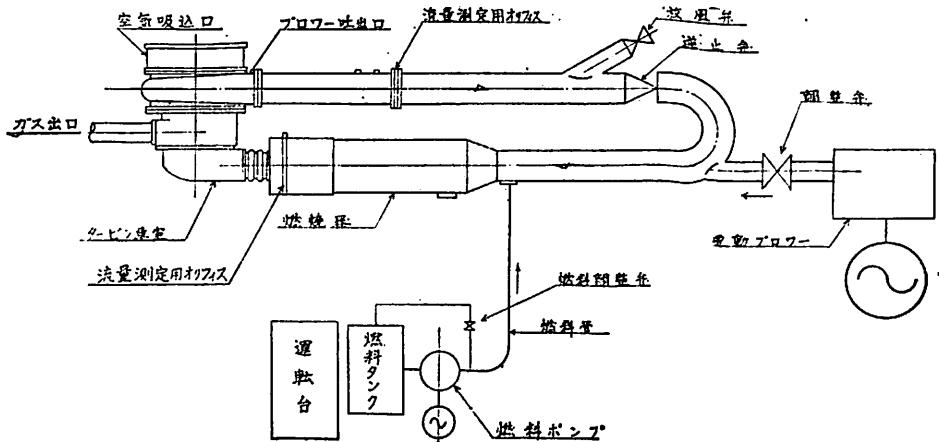
(1) 単独性能

第4図に過給機単独運転試験装置を示す。図の電動送風機から空気を送り、燃焼器で高温のガスにしてタービンへ供給する。この場合、ブローからの空気は放風弁から外へ逃がす。過給機をこの方法で運転し、放風弁の開度を変えてもブローが常に同一回転するようにして、ブロー側の特性曲線を測定した一例を第5図に示す。

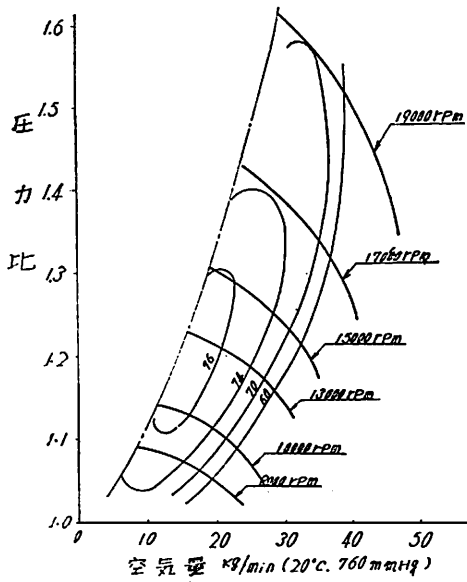
L形ではブローの最高温度効率約75~78%位で、その位置は圧力比1.2~1.4のサージ線附近にある。総合効率は約55~60%位である。

(2) 機関装着時の性能

無過給機との比較もする意味で第6図に途中で過給機付に改装した機関の性能曲線を示した。この機関は250PSの無過給機として約4年間使用し、シリンダボアリングに陸揚げした際にL24形過給機を装着して320PSにしたものである。従って、気筒径が3mm大きくなり、給排気管とカムを変えた他は無過給時と変わっていない。両者を比べると、シリンダ出口ガス温度、燃費



第4図 過給機単独運転装置



第5図 L24形過給機ブロー-特性曲線の一例

とも大巾に改善されていることがわかる。

次にL45形過給機とC45形空気冷却器をつけた高過給機関の性能を第7図に示す。これは軸平均有効圧力 10.4 kg/cm<sup>2</sup>、約100%過給の定格出力 2,100 PS の機関であるが、このような高過給機関用としても各負荷において優れた性能を示している。この機関の作動線をブロー-特性曲線上にのせると第8図のようになる。

#### 4. H形過給機

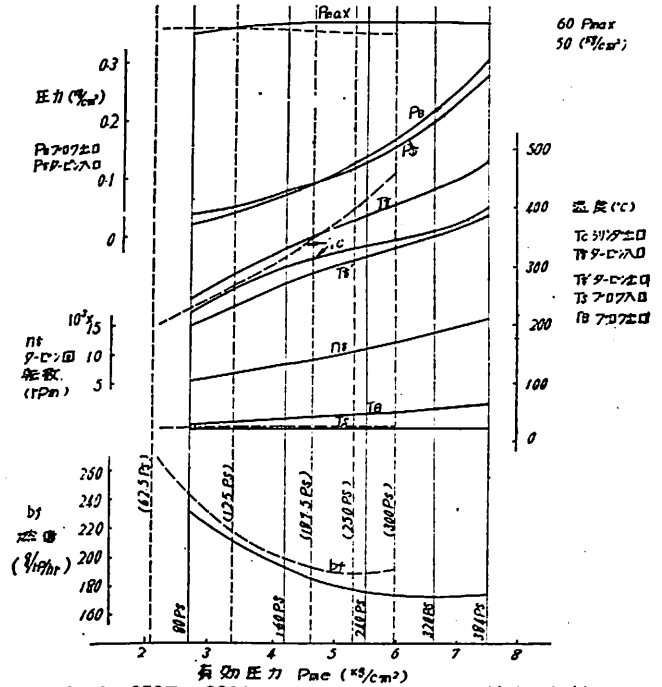
##### 4-1 特徴

給気圧力比 2.0 (1.03 kg/cm<sup>2</sup>G; 最高 2.3 まで可能) までを必要とする 2 サイクルならびに 4 サイクル機関に使用される。

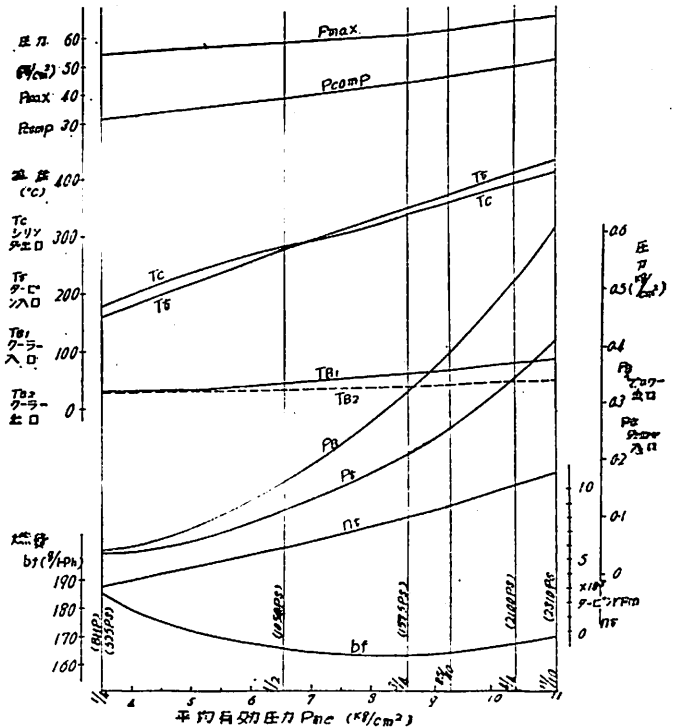
この系列には第1表および第1図に示す通り H20 形から H55 形まで 6 形式がある。原則として空気冷却器を装備した高過給機関に使用するが、もちろん低・中過給用としても優秀な性能を示している。第9図はH20形の外觀域写真ある。

基本的な構造はL形と同じであるが、主な相違点をあげると次のようになる。

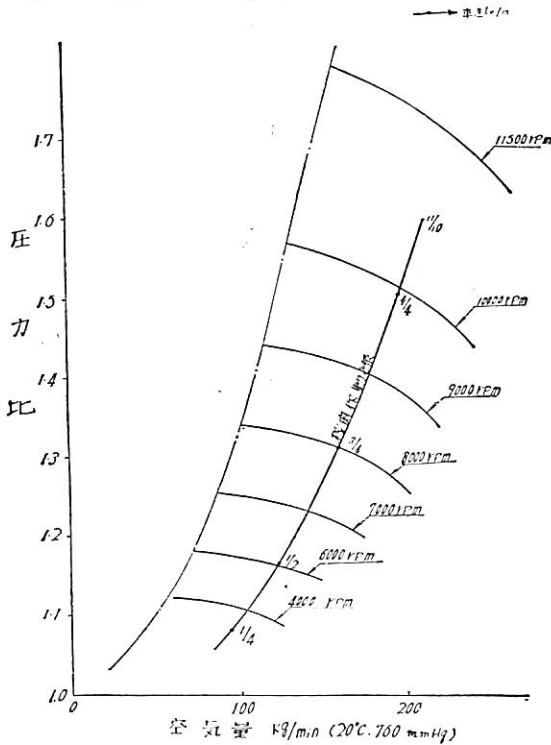
(1)タービン、ブロー-ともL形よりさらに高効率を得られるように新たな構想に基づいて設計を行なった。これによってL形に比べ4~5%の総合効率の上昇が実測されている。



機関 6cyl×250B×380S 380rpm 250BHP (無過給時)  
6cyl×253B×380S 380rpm 320BHP (過給時)  
芝浦タービンL2423形  
無過給時 過給時  
第6図 L24形過給機付機関性能曲線



機関 6cyl×470B×700S 250rpm 2,100BHP  
芝浦タービンL4522形  
芝浦タービンC-45B形  
第7図 L45形過給機付機関性能曲線



第8図 第7図の機関の作動線

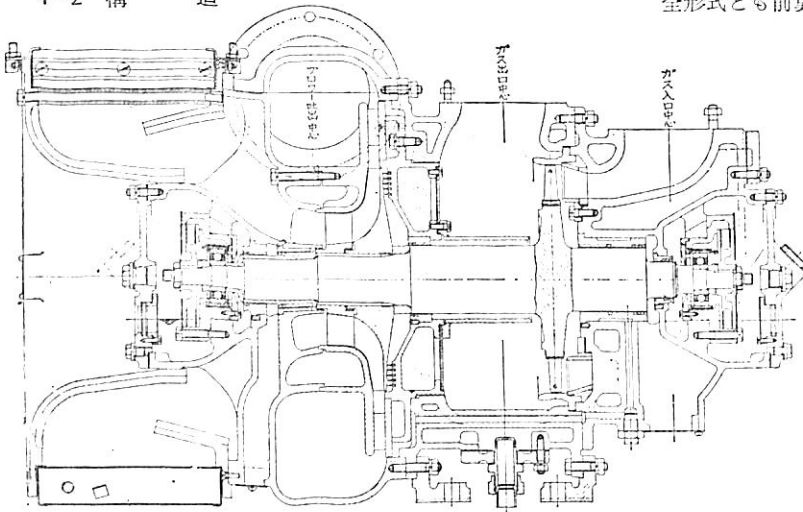
(2)高い圧力比のところではブロー効率が最高になるように設計されている。

(3)L形ではブロー扇車は1形式1種であるが、H形では各形式ごとに最少2種以上の標準品を準備し、風量範囲の増大をはかった。

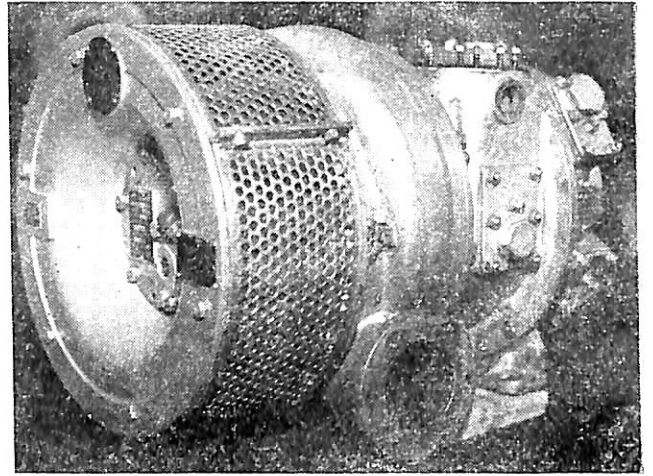
(4)高周速でも強度が充分であるようにタービン動翼の植込み方法を全面的に改めた。

(5)汚れ、騒音に対して特別の考慮を払った。

#### 4-2 構造



第10図 H24形過給機断面図



第9図 H20形過給機

第10図にH24形過給機の断面を示す。L形と相違する主な個処のみについて述べる。

#### (1)タービン動翼

特に流失速度損失、動翼損失などを最小にするよう新しく設計した。軸車への取付け方はL形の球根式をやめ、原則としてH24形以上は第3図(b)のクリスマスツリー式、H20形は(c)に示す溶接式として十分な強度が得られるようにしている。

材料は耐熱鋼鍛造品からの削り出し、軸は Cr-Mo 鋼である。

#### (2)タービンノズル

羽根形状を新に設計したほか構造、材質等はL形と同じである。

#### (3)ブロー扇車

全形式とも前翼車別体形にし、形状、羽根枚数なども根本的に検討し効率の上昇をはかった。また各形式について2種以上の扇車を準備し、機関の仕様に応じて常に最適の容量のものを使えるようにしている。

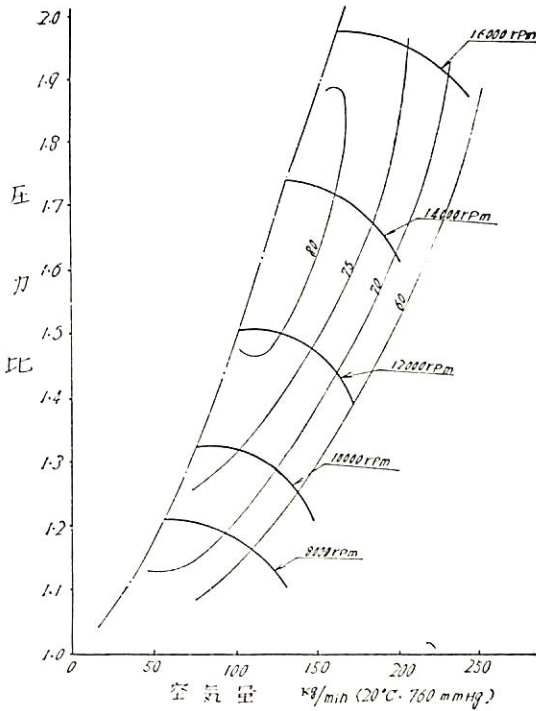
#### (4)ディフューザ

平行壁、直線多翼形を採用した。前述のブロー扇車と組合せることによって、L形に比べ相当大巾に効率良くブロー容量を変化させることができる。

#### (5)軸受および給油装置

ND値が80万位になる関係上、H形の実用に先立って特別に軸受試験機を造り、長期間軸受ならびに給油装置の





第11図 H37形過給機ブロー性能曲線の一例

研究を行なった。この結果、玉軸受はすべて外輪案内のものとし、軸受室の形状、容積、油面位置などに特別の考慮を払った。

(6)その他

汚れによる影響を極力少なくするようにブロー車室と排気車室間にラビリンスを設け、また従来の入り組み形ラビリンスをやめ特殊な構造のものにした。

騒音もブロー扇車、ディフューザ、消音器の新設計によってL形に比べ相当低下させることに成功した。

4-3 性能

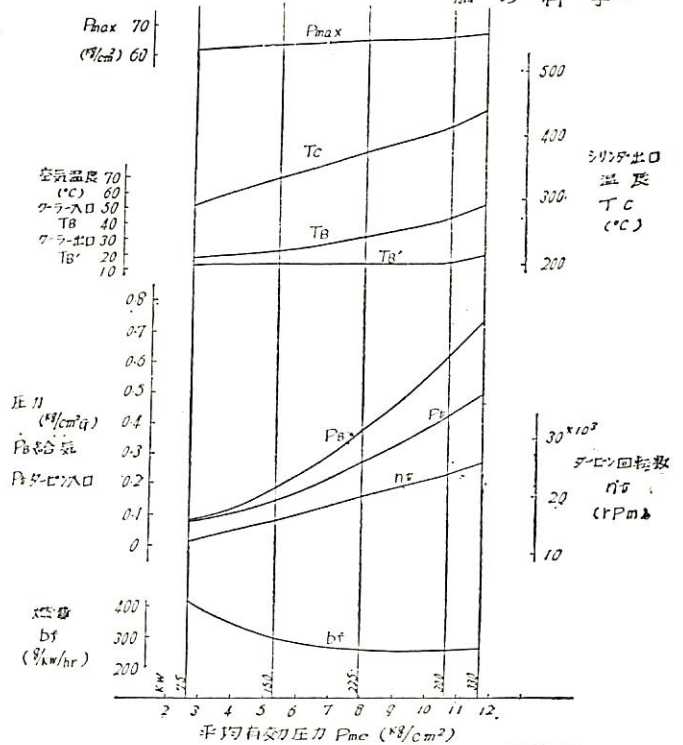
(1)単独性能

第11図にH37形のブロー特性曲線の1例を示す。本図からわかるように、最高効率は約80%、その位置は圧力比1.5~1.9にわたっている。

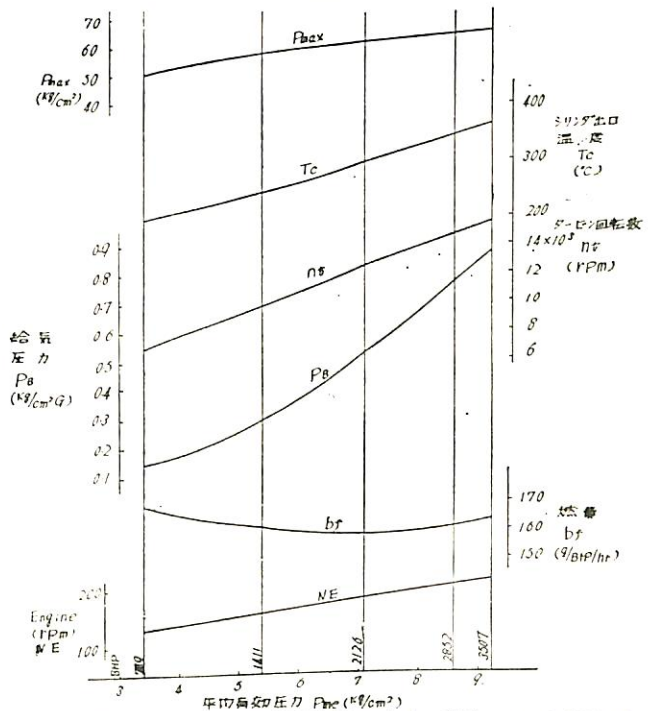
また、タービン効率もL形に比べ数%改善されている。

(2)機関装着時の性能

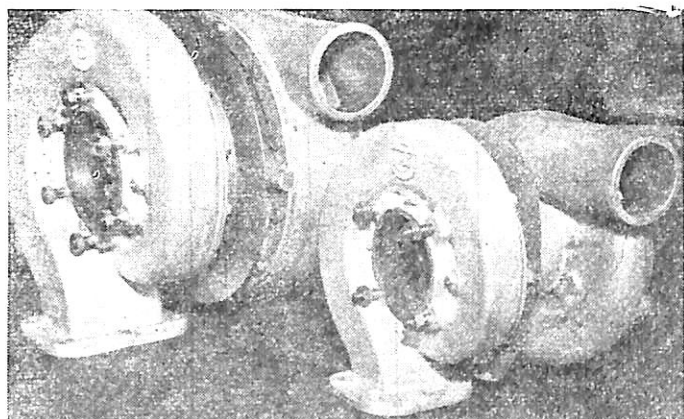
第12図に船内補機関（発電用）にH20形過給機およびC-20形空気冷却器をつけた性能を示す。この機関は軸平均有効圧力 10.6 kg/cm<sup>2</sup>、 $\frac{1}{4}$  負荷における給気圧力0.69kg/cm<sup>2</sup>G、シリンダ出口排温は約400°Cである。



機関 6cyl×200B×270S 750rpm 300kW  
 過給機 芝浦タービンH2021形  
 空気冷却器 芝浦タービンC 20D形  
 第12図 H20形過給機付機関性能曲線



機関 6cyl×420B×96'S (2cycle) 250rpm 2,850PS  
 過給機 芝浦タービンH3721形2台  
 第13図 H37形過給機付機関性能曲線



第14図 R 15形過給機(左)とR 10形過給機(右)

次にサイクル高速過給機関にH37形過給機を装着した例を第13図に示した。これは軸平均有効圧力 $8.6\text{kg/cm}^2$ 、掃気はユニフロー方式、過給はすべて排気タービンのみによるいわゆるフルターボ過給である。排温、燃費ともに従来の同形式中過給機関 ( $P_{me} 7\text{kg/cm}^2$ )よりも低下している。

### 5. R 形 過 給 機

主要目を第1表に、外観を第14図に示す。2.にも述べたように小形高速機関用として約2,000台が国内、国外で活躍している。船用としても少数ではあるが用いられているので簡単にその特徴、構造のみを述べる。

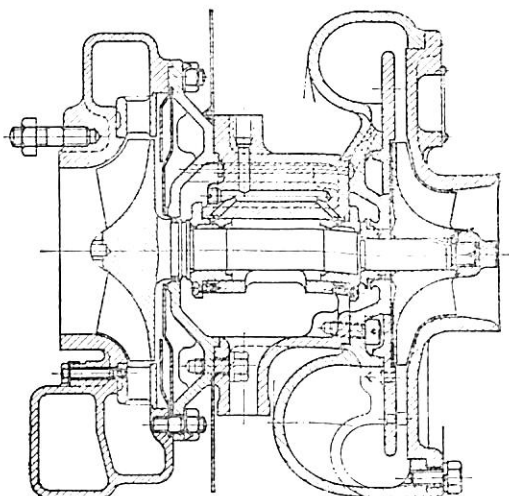
#### 5-1 特徴および構造

第15図にR10形の断面を示す。L形、H形に比べ次の特徴および構造をもっている。

(1)タービンは小形では軸流形よりもむしろ性能の優れた輻流形を採用している。

(2)軸受は平軸受を使用し、ローター中央部においた中央支持形式とし、給油は機関からの潤滑油を使用する外部給油形である。

(3)タービン車室は原則として空冷とし、水冷は行なわ



第15図 R 10 形 過 給 機 断 面 図

ない。

(4)ブローラ車、タービン車、ノズル等は精密鍛造とし、各車室はシエルモールドによって製作されている。

以上の特徴、構造を有するためL形、H形に比べ構造が簡単になり、部品点数も半以下にあることができた。このため、軽量、小形、安価で性能の良い過給機として、各種の小形高速機関に採用されて稼働を続けている。

### 6. む す び

当社の過給機のうち、船用機関に多く用いられているL形、H形を中心にしてその特徴、構造および性能の概略を述べた。

過給機関は今後ますます大形、小形の分野に範囲を拡げ且つ過給率も増大してゆくことと思われる。機関メーカー、使用者各位のご協力を得て性能の向上に不断的努力を続けてゆく覚悟である。

## 新 刊 船 舶 写 真 集 1960 年 版 発 売 ！

長らくおまたせしました。12月より発売しております。御希望の方は直接当会宛お申込み下さい。

最近2年間の新造船 273隻 144頁 アート紙印刷  
船船会社 249社の船名要目一覧表付、上製ケース入り  
定 価 600円

既 刊 船 舶 写 真 集	1952年版	96頁	350円
船 舶 写 真 集	1954年版	104頁	480円
船 舶 写 真 集	1956年版	112頁	500円
船 舶 写 真 集	1958年版	180頁	600円

船 舶 技 術 協 会

## 車両航送施設の計画要領(その4)

山 本 照

### 7. 車両渡船の主要寸法の選定(続)

#### 5. 渡船の幅と長さの決定(続)

##### (2) 自動車渡船

自動車渡船の場合も、自動車積み卸し方法と積載両数が決められて渡船上の車線の配置を考究する。

自動車渡船上の車線配置も大体列車渡船の方式と同じであるが、トレーラーのごときものを除いて車両は個々に移動し、かつ軌道の場合のような制限を受けないので、車両の積み卸し、船内の格納は相当自由にすることができる。

##### (i) 貫通車線式

この方式は列車渡船の場合と同様に、車が渡船の一端から乗って対岸で他端から上陸するものをいう。記号を列車渡船と同様にTにて表わすことにする。

河川または短距離の渡船は両頭船が多く、この種の船は貫通車線式である。

例：Hampton Roads号、また両頭船ではないが、車両甲板は船首尾同形であるPocahontas号やHeimdal号も貫通式である。

##### (ii) 頭端車線式

この方式も列車渡船と同様に、船のいずれかの端で積み卸しをするもので、筆者の知る範囲では船尾積み卸し为主で、この形式を表わす記号をSとする。船首より積み卸しする船はLSTの改造船TMT Georgia号(Marine Engineering/Log, Sept. 1956)ぐらいである。この種の船は距離が相当長い航路を航行するものが多く、船尾より入った車は片舷に沿って車庫の船首部に進み、そこで他舷側に転進して船尾出入口に到るのが普通である。従って、最初に乗船した車が一番先に下船することになる。このためこの種の船には中心線に沿う機関室隔壁の前部甲板面を車の転向に十分なるようにするか、または直径4.88m~6.1mのターンテーブルを設けて車体の転進を容易にしたものがある。

例：Princess Victoria号、Prinsessan Margaretha号とAbsalon号。

##### (iii) 舷側積み卸し式(記号Aにて示す)

列車渡船における孤立軌道式に相当するものは自動車渡船には少ない。なぜかという点、この方法は起重機のような荷役機械の手をかりなければならぬから、迅速を要する場合には間に合わない。ただし、以前から英国

海峡の連絡船は自動車旅行者のために、油を積載しない自家用車を少数、ウインチで積んで航送していた。また1931年、英国の南部鉄道がドーヴァーとカレー間に総トン数822トンの汽船の各甲板に起重機で積み卸しをするAutocarrier号を運航した。しかし、この方法では積み卸しに時間を多く要するから、交通量の多いところには適しない。また旅客輸送を主とする定期船で、少数の自動車をも航送する渡船がある。このような場合は、渡船への車両積み卸しは横向方法にし、片舷より船の中心線に直角に乗り入れ、対岸に着岸してそのまま上陸する。

例：目下建造中の国鉄大島航路船、上海市輪渡経航号。

自動車渡船で、河川の横断または近距離水路の連絡に連絡地点の地理的關係からこのような航路に便利な両頭船型を採用せず、横向積み卸し方法によることがある。

例：テムス河を横断するGravesend-Tilbury間の渡船Tessa号。

その他、距離の長い航路またはオープンシーを航海する自動車渡船に、列車渡船のように船尾から積み卸しせず、舷側から積み卸しをするものがかなりある。

これは、この種の船が列車渡船のようにレールを連結する問題がなく、また積み卸しに各車両の自己の動力によることをうるからである。

この種船の大型の船は大きな舷門があって、車庫は中心線に沿う機関室隔壁と舷側との間をこれに当て、あらかじめ出口を定めて、下船の場合に支障のないように車両を配置格納する。

車両が舷門を通過して車両甲板に乗下船するとき、大体舷側と直角に出入し、中心線に沿う機関室隔壁の両端ではほぼ直角に回転して出口に向う。この場合に自動車の通る所要道幅について、舗道幅の拡大に対する計算がTraffic Engineering Handbook(著者Henry K. Evans.—Institute of Traffic Engineers. New Haven, Conn. U.S.A. 発行)に掲載されている。

筆者はこれを採用した経験はないが、参考になりはしないかと思ってここに転載する。

その本に、私車道(Private Driveway)について、種々の曲率と軸距の違いに対する車道の幅は図—8と表—12に示すように勧告してある。渡船の車両甲板上も緩速度で操車するから、これに準じたものにしておけばよいと思う。

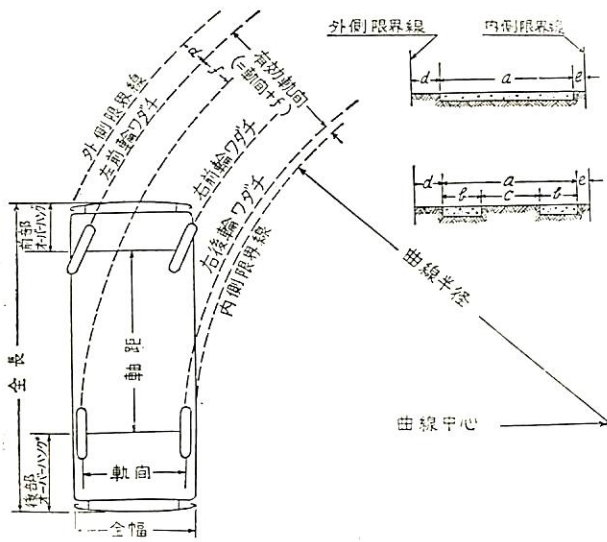


図-8

表-12 左折操作の時(1), 曲線と直線車道のワダチの帯状とスラップの所要幅 (T.E.H.より, 単位 mm)

軸距	前部オーバーハング約	回転半径	最小外側限界 a	オフセット距離 f	十分なる			最小限度		
					帯状幅(2) b	帯状間隔 c	スラップ全幅 a	帯状幅(2) b	帯状間隔 c	スラップ全幅 a
2,844	737	6,096	432	508	...	...	2,896	1,118	356	2,591
		9,144	356	381	...	...	2,768	991	483	2,463
		12,192	305	305	...	...	2,691	914	559	2,387
		15,240	279	229	1,143	330	2,615	838	635	2,310
		18,288	279	203	1,118	356	2,591	813	660	2,286
3,048	737	6,096	432	584	...	...	2,972	...	...	2,667
		9,144	381	432	...	...	2,819	1,041	432	2,515
		12,192	330	330	...	...	2,716	940	533	2,414
		15,240	305	279	...	...	2,667	889	584	2,362
		18,288	279	229	1,143	330	2,618	838	635	2,310
3,353	737	6,096	457	711	...	...	3,100	...	...	2,795
		9,144	381	508	...	...	2,896	1,118	356	2,591
		12,192	330	406	...	...	2,795	1,016	457	2,490
		15,240	305	330	...	...	2,716	940	533	2,414
		18,288	279	279	...	...	2,667	889	584	2,362
3,658	813	6,096	508	838	...	...	3,225	...	...	2,920
		9,144	432	610	...	...	2,996	...	...	2,691
		12,192	381	483	...	...	2,868	1,092	381	2,566
		15,240	330	406	...	...	2,795	1,016	457	2,490
		18,288	305	330	...	...	2,716	940	533	2,414
3,911	838	6,096	533	940	...	...	3,325	...	...	3,024
		9,144	457	711	...	...	3,072	...	...	2,795
		12,192	406	559	...	...	2,947	...	...	2,643
		15,240	356	457	...	...	2,844	1,067	406	2,539
		18,288	330	381	...	...	2,768	991	483	2,463
直線車道(3)										
...	...	...	152	...	762	711	2,234	457	1,016	1,930

(註) : 米国の車は右側通行である。

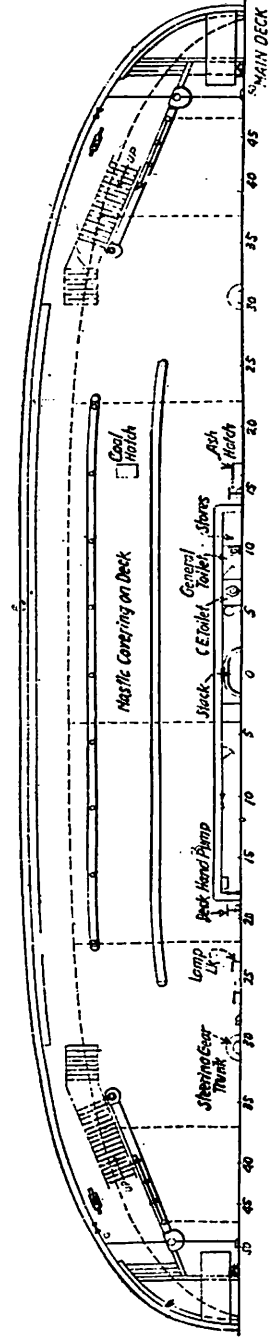
- (1)右折操作の場合は, 上記の左折操作の帯状およびスラップ幅に152 mmを加えること。大体自動車は曲線の内側(図-8, e)に約203 mmの空間を, また直線車道では少なくともその両側に203 mmの限界が必要である。
- (2)帯状ワダチの幅は1,168 mmが実際に建設しうる最広と考えられている。従って1,168 mmより広いものは掲げてない。
- (3)直線車道については軸距に関係がないから車の寸法が書いてない。

表-13は諸車渡船のいろいろの形式のものを年代順に羅列してその主要項目を示したものである。これらの船の中から, 車両甲板への出入口および同甲板上の諸配置の変わったものを選んで図-9(折込)に載せて置いた。

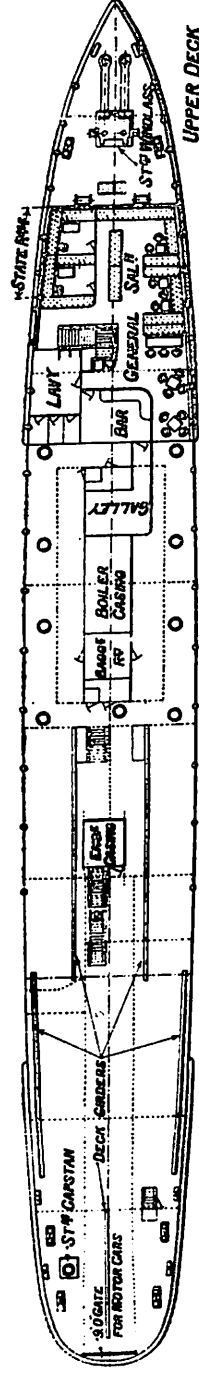
図中の番号(3, 16...等)は表-13中の同番号の船を示す。

図-9の中, 貫通式T型の船は6隻あって, 3は約36年前の渡船で, 車線と車線の間幅約300 mm, 高さ約150 mmのWheel guardを付けていたが, 1941年に建造された35は, 航路も外洋性のところを航行するにもかかわらずWheel guardは付けていない。航送自動車はブレーキをかけて置けば転倒するおそれはまずない。Wheel guardは日本の渡船のように各種型の車両を積み合わせる場合に非常にじゃまになることは筆者の経験で明らかである。

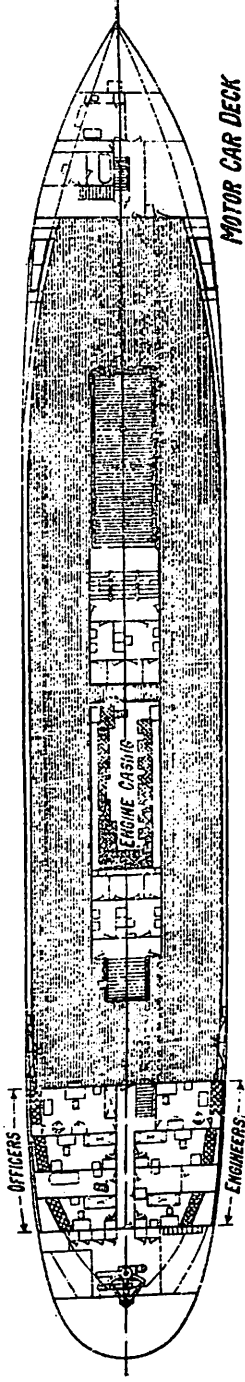
しかし舷側または囲壁に接するところはこのガードによって車体と船体の接触破損を避けることができる。



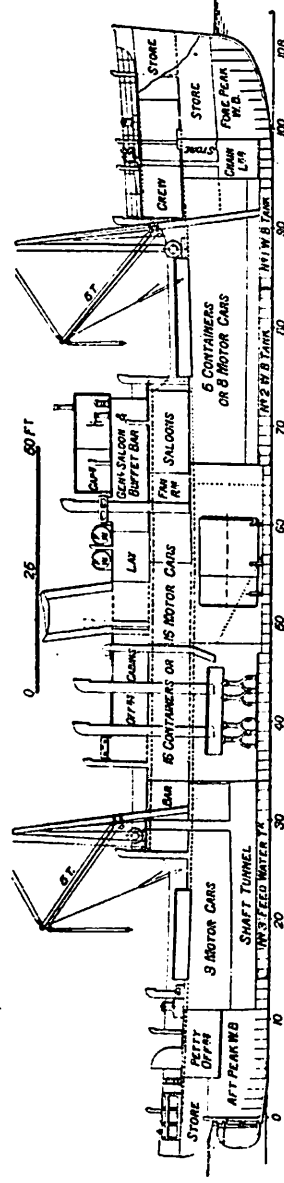
No. 8. T. 4



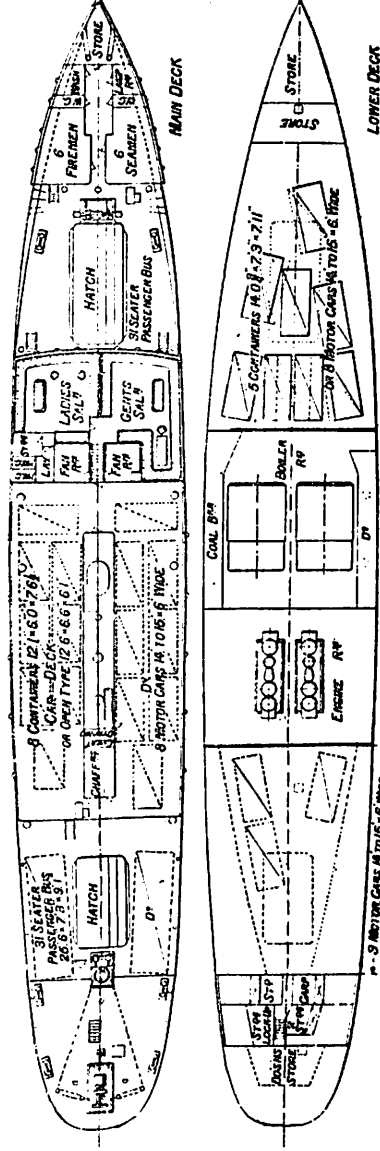
No. 16 S.



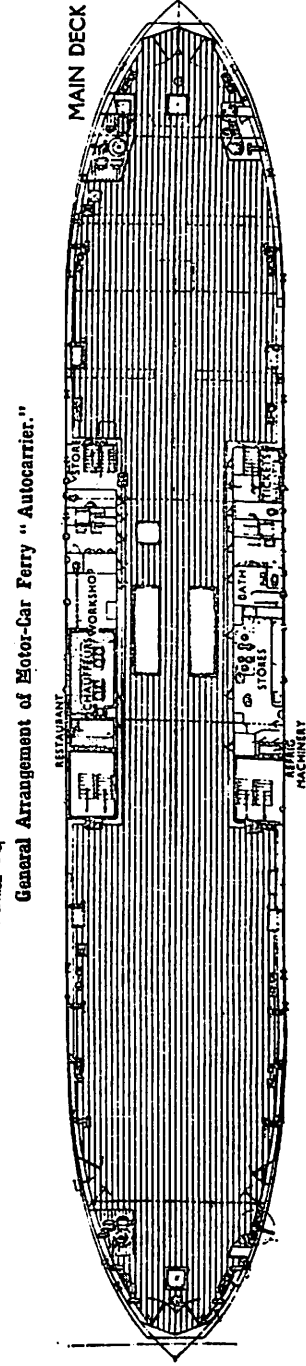
No. 18 A.



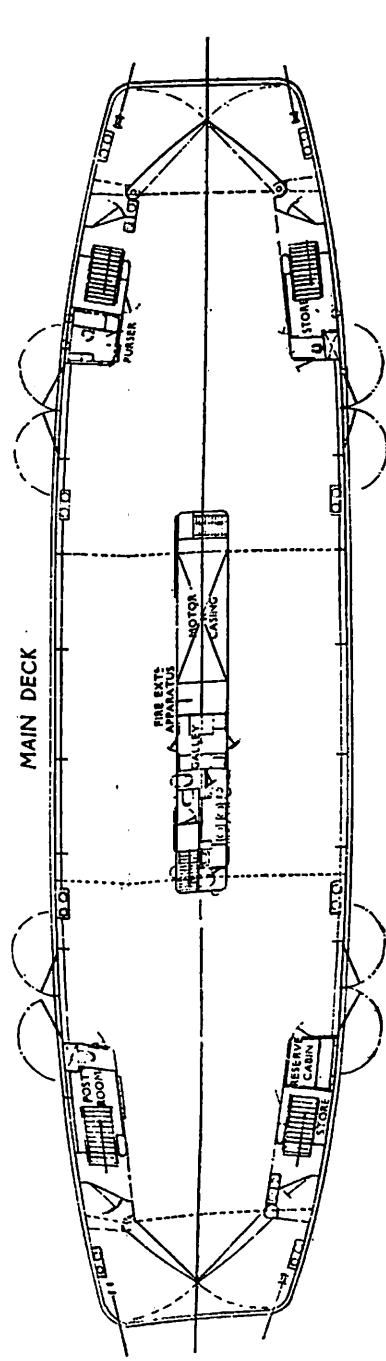
No. 19  
起重機式



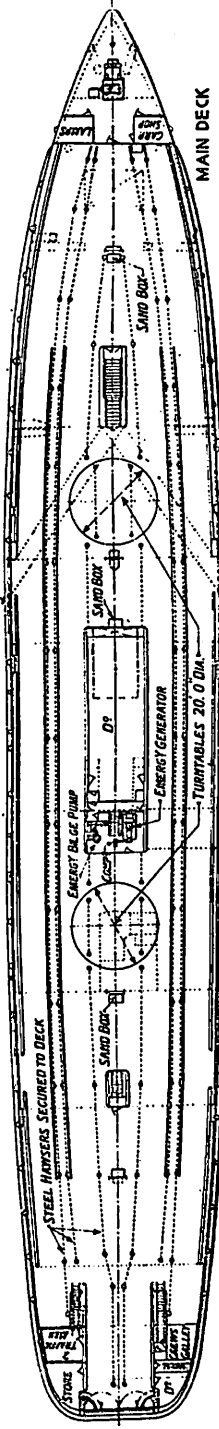
No. 20 T.



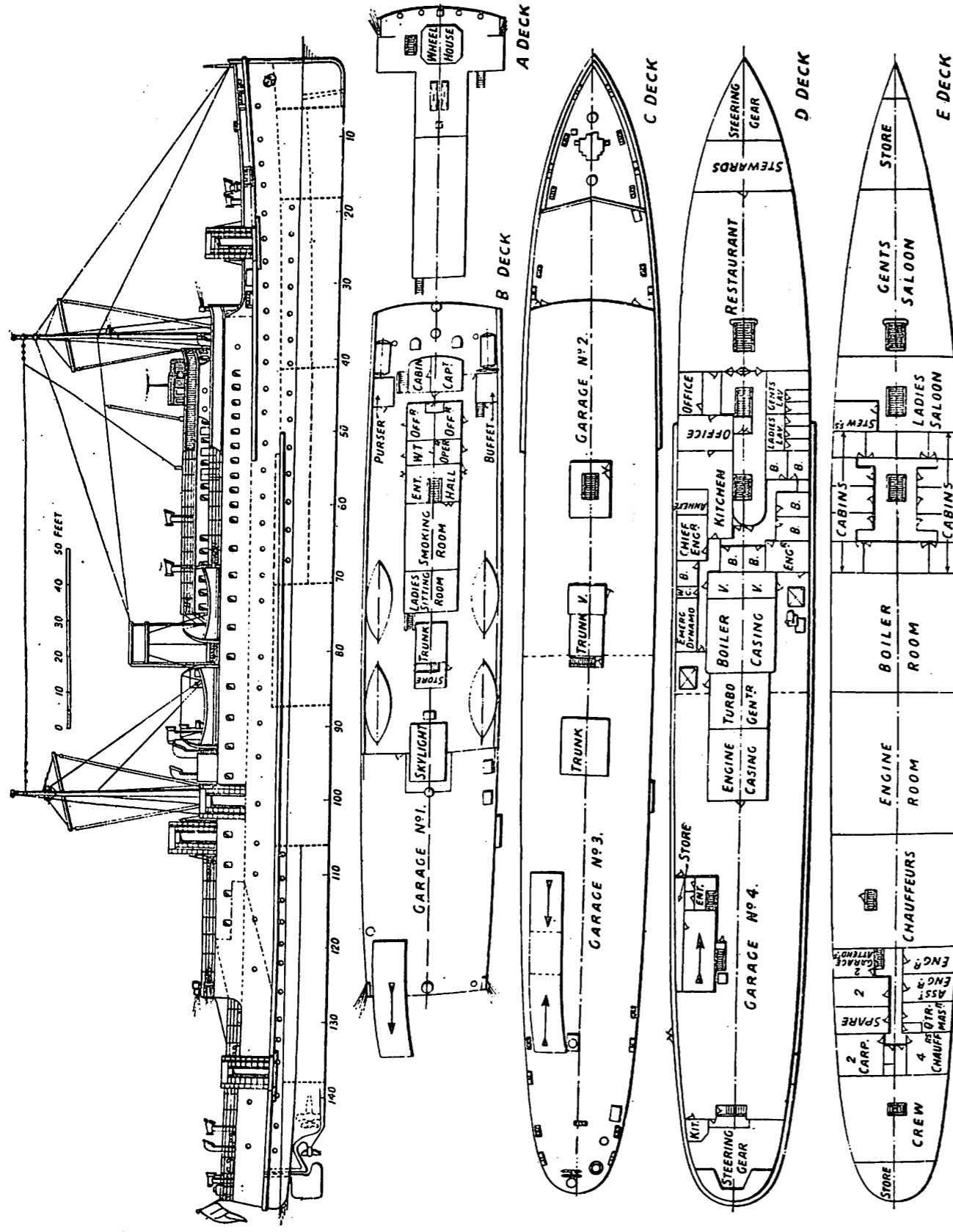
No. 21 T. A.



No. 33  
S. tt. 2

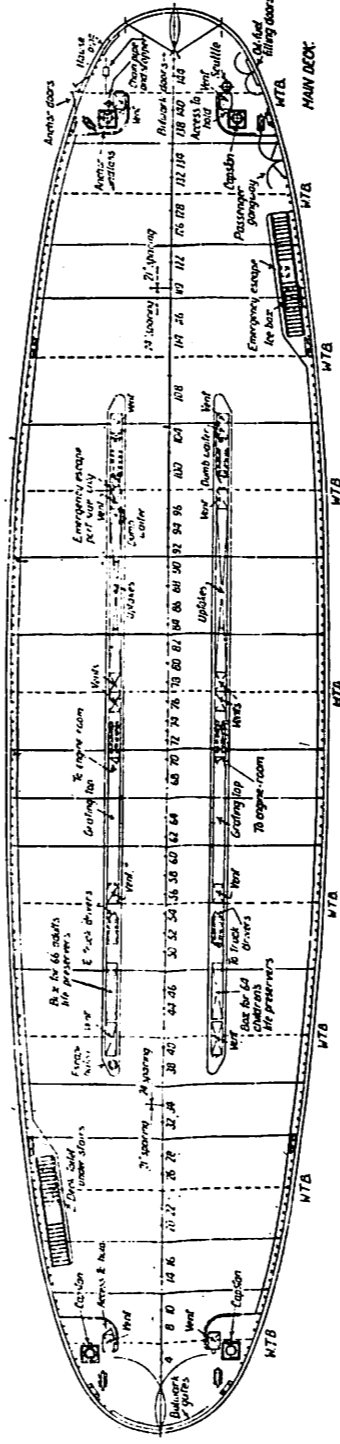


図一9 (その1) 各種車面航送船

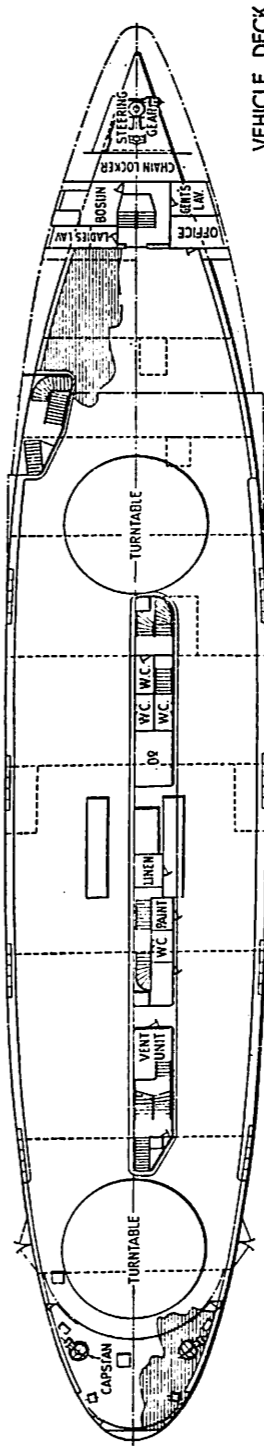


No. 25  
A 3 層

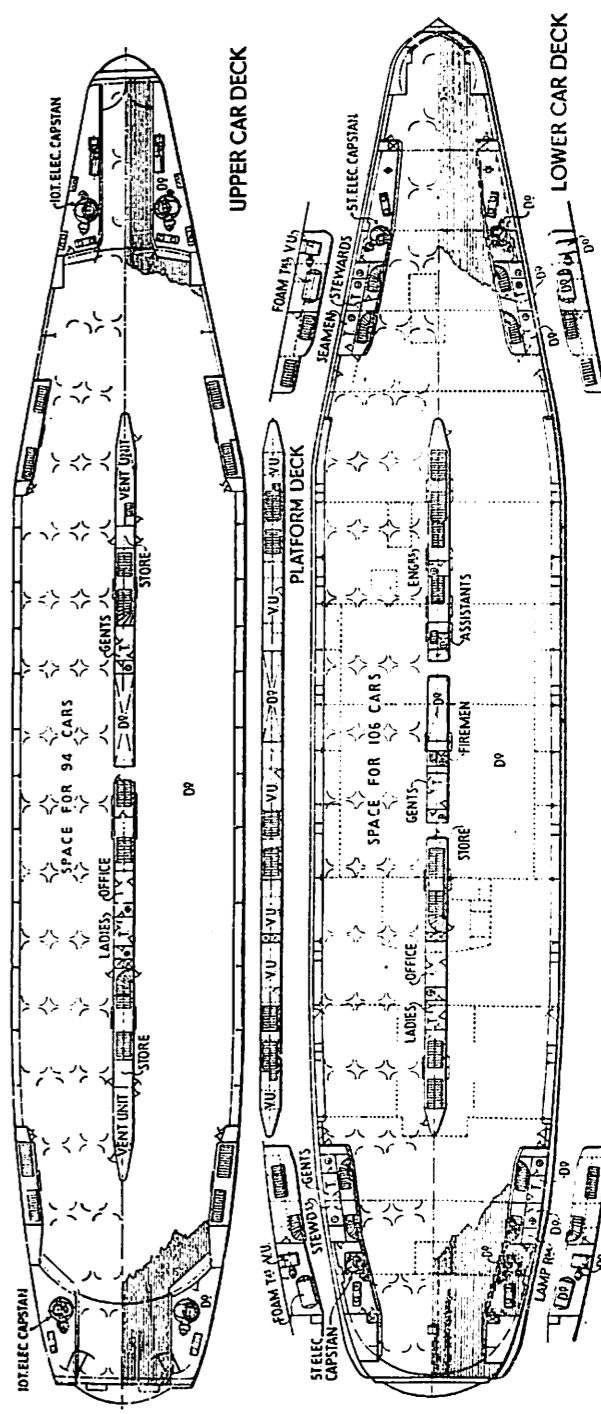
General arrangement of the Dover-Ostend motor-car ferry "London-Istanbul"



No. 35  
T 6



No. 40  
A. t. t. 2



No. 46  
T. 6. 2 層

図一9 (その2) 各種車両航送船

自動車渡船の車両積載容量の基準が一定していないから積載容量の比較に不便である。しばしば積載重量を示してあるが、車両を幾両積みうるか見当がつかない。筆者は、もっとも多く使用される乗用車を基準として、その搭載量をもってその船の車両積載容量とし、トラックやバスは基準乗用車に換算するようにするとよいと思う。

46の Halsskov 号の車両甲板の図をみると、寸法約7.62m×2.13m (約25'×7') の車両 (日本の7~7½トントラックに相当する) を上部車両甲板に79両、下部車両甲板に89両を配置してあるが、図中の説明に、上部に94両、下部に106両の収容力があるとしてあって、図示の車両数より19%増加している。もちろん図のように車両を実際に格納することは不可能であって、航行中は運転者は車に残留せず、ホールまたは食堂に行くから、通路を十分あけて置かねばならないから、説明通りの車数を収容するとせば、乗用車を収容

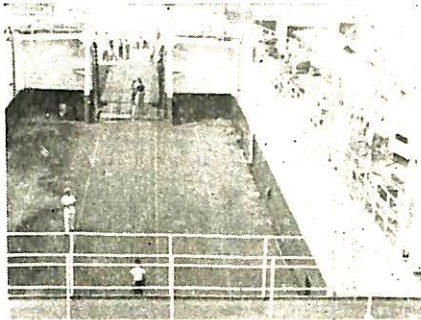
するとして算出したものと思われる。

33をみると各車線の片側に沿ってワイヤーロープが甲板に張られていて、航送車をこのロープに結びつけて車の転動を防ぐためであったが、近來はこの種船で外洋航行の船も特に自動車の緊締装置は施していないが、万全を期するためならリングプレートやラッシングピットよりも、丈夫なワイヤーロープを縦に張った方がよいと思う。

写真-1は44の車両甲板で自動車が船内で方向転換をしているところ、写真-2は自動車が上陸するところを示し、写真-3は46の自動車積載の状況を示す。

なお、ついでながら注意を喚起しておきたいことは、車庫内の防火と換気についてである。防火については揮発性の油を搭載している車をたくさん積載し、しかも車庫内は防火隔壁を設けることが実際に困難であるから41のように車庫を4分し、3箇所に同庫の全幅にわたりウォーター・スプレー・カーテンをつくりうる装置を施したのものもある。そのほか、天井、周囲の囲壁、扉に防熱装置を十分行なっている。

換気については、下船開始時をもっとも自動車による廃気の充満するときであるから、強力な通風装置を施しておかねばならない。ことに客載車両渡船で、客室に隣



←写真-1 シティ・オブ・ハバナ号の車両庫

本船は米軍が小型上陸舟艇を洋上運搬に用いた Landing Ship Dock であった船を改造したものである。



(写真は井上彰氏提供)

写真-2  
シティ・オブ・ハバナ  
↓号の車両出入口

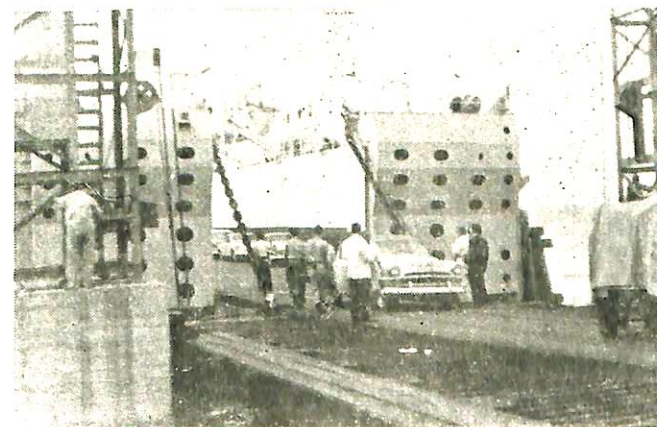


写真-3 Halsskov 号の自動車積載状況

表-13 (1)

番号	船名	建造年	航路	船名	型	船体主要寸法				吃水 満載	
						長		幅			深型
						全長	運搬間	最大	型		
1	South Jacksonville	1913	Jacksonville-South J. V. Fla.	両頭.	2層甲板, 木船	46.63	39.62	12.80		3.73	2.44
2	Lieutenant Flaherty	1921	Boston Harbour	〃	〃	53.04	44.65	17.37	12.19	4.67	3.05
3	濟航	〃	上海	〃	〃	27.43	26.42		7.01	2.59	
4	経航	〃	〃	〃	〃	15.24	14.3		5.49	1.98	
5	Poughkeepsie	1922	Poughkeepsie N.Y.	両頭.	Hullfin. 砕氷	42.67		15.85			3.05
6	Tessa	1924	Tilbury-Gravesend(E)	〃	〃		41.15	12.19	9.14	3.51	1.68
7	Algiers	1925	New Orleans-Algiers	〃	〃	45.87	43.89	20.73	2×5.49	2.9	1.68
8	Hampton Roads	〃	Norfolk-Newport News.	両頭.	〃	60.05	50.47	18.19	14.22	4.64	2.82
9	Frank A. Cunningham	〃	East River in New York City	〃	〃	46.03	45.11	16.15	11.43	4.34	2.52
10	Fishers Island	1926	New London Conn.- Fishers Island	普通.	〃	48.46	45.72	12.19	9.45	4.72	3.06
11	Philadelphia	〃	Philadelphia-Camden	両頭.	〃	60.96	60.35	16.92	10.67	4.88	3.20
12	Fishbourne	1927	Portsmouth- Fishbourne (E)	〃	〃	39.93			7.62		1.37
13	Louisiana	〃	Baton Rouge-Port Allen	〃	〃	45.72	44.04	19.51	2×5.49	2.83	1.47
14	Wootton	1928	Portsmouth-Fishbourne(E)	両頭.	〃	39.93	35.97		7.62	2.44	1.37
15	Monroe County	〃	Key West-Homestead	普通.	木船		33.53		7.32	2.13	
16	Forde	1930	Dover-Calais(E)	〃	〃	70.41	67.06		8.69	4.98	2.67
17	Jersey Shore	1931	New Castle, Del.- Pennsville, N. J.	両頭.	〃	62.79	53.13	17.68	13.11	4.72	2.9
18	Kalundborg	〃	Kalundborg-Aarhus(Den)	普通.	〃	82.85	78.33		12.12	7.6	3.99
19	Autocarrier	〃	Dover-Calais(E)	〃	〃	70.10		10.87		4.57	3.51
20	Heimdale	〃	Korsor-Nyborg(Den)	〃	〃	104.52	73.46	11.70			3.51
21	Prinses Juliana	1932	Flushing-Breskens(Hol.)	両頭.	〃		64.92		12.19	4.04	
22	Saltash Ferry	1933	Saltash(E)	〃	網渡	43.89	21.34	12.19	9.14	2.06	
23	第八わかと丸	1934	若松市-戸畑市	〃	〃	17.33	13.41	6.42	6.10	2.44	1.61
24	Cowes Floating Bridge	1936	Dover in Isle of Wight(E)	〃	網渡	32.61	16.00	12.13	11.81	1.79	
25	London-Istanbul	〃	Dover-Ostend(E-Bel.)	普通.	3層甲板		95.40		11.74	6.93	
26	Kronprinsesse Ingrid	〃	Gothenburg- Frederikshavn(Den)	〃	〃	64.00	58.35		10.85	4.41	3.25
27	Gold Star Mother	1937	Manhattan-Staten Island	両頭.	〃	81.38		20.12	14.55	6.02	3.81
28	Westside	1938	New Orleans-Algiers	〃	〃	45.42		20.12	16.46	2.29	1.07
29	Governor Harry W. Nice	〃	Annapolis-Matapeake	両頭.	〃	63.25	58.47	18.9	12.19	4.42	2.67
30	Lymington	〃	Lymington-Yarmouth(E)	〃	〃	45.11			7.73		1.73
31	Vehicular Ferryboat No. 4.	〃	Govan-Partick(E)	〃	昇降甲板	24.99			13.41	3.58	2.82
32	Palmelense	〃	Lisbon	普通.	後部機関		46.94		10.68	3.35	2.06
33	Princess Victoria	1939	Stranraer-Larne(E)	〃	〃		92.73		14.63	5.03	4.27
34	Milwaukee Clipper	1941	Milwaukee-Muskogon	〃	3層甲板, 後部機関	111.71	103.63		13.72	8.53	3.85
35	Pocahontas	〃	Cape Charles-Little Creek	〃	〃	91.44	85.95	19.81	14.1	6.1	3.20
36	若潮丸	1953	福良-鳴門	両頭.	〃	40.70	36.95		8.4	3.0	2.00
37	あさぎり丸	〃	明石-岩屋	〃	〃	40.70	56.95		8.4	3.0	2.18
38	Cameron	1954	Luling-Destrahlan La.	〃	V型船体	27.43	24.99		12.80	2.74	1.68
39	Evergreen State	1955	Puget Sound	〃	〃	94.54	87.48	22.30	16.31	7.24	4.57
40	Prinsessan Margaretha	〃	Gothenburg-Fredrikshavn	普通.	〃	84.4	74.00		14.50	6.00	4.0
41	Princess of Vancouver	〃	Vancouver-Nanaimo. V.I.	〃	列車, 自動車渡船	126.79	118.26	20.12	19.20	5.94	4.51
42	William Carson	〃	N. Sydney, N. S.-Portaus Basques N. F.	〃	〃	106.93	99.66		20.73	10.59	5.87
43	Bluenose	〃	Bar Harbour, Me.- Yarmouth, N. S.	〃	〃	105.16			19.81	5.05	
44	City of Havana	1956	Havana-Key West, Fa.	〃	L.S.Dの改造		143.87		21.95		5.49
45	Absalon	〃	Copenhagen-MalmÖ	〃	〃	70.51			13.01	5.79	3.7
46	Halsskov	〃	Halsskov-Knudshoved	〃	〃	108.50	105.00	17.70	17.21	7.1	4.5
47	有明丸	1958	多比良-長瀬	〃	〃	44.35	41.00		11.00	3.40	2.10
48	第二有明丸	1959	〃	〃	〃	44.30	41.00		11.00	3.40	2.21
49	厚岸丸	〃	真龍-奔流, 厚岸湖	〃	〃	28			7.0	2.5	
50	くりはま丸	1960	久里浜-金谷 11.5km	普通.	〃	48.30	42.50	12.50	10.50	3.70	2.30

(記号, 略語は次頁を参照のこと, 番号○印は図-9と対照のこと)



表—13 (2)

番号	総噸数	車道 車線幅 mm	積載容量 旅客車両 人 両	主 機			速力 km	備考, 参考文献
				種 数	寸 法 mm	馬力 H.P.		
1		T.2層上2下4		C	457×508	400	19.31	I.M.E.12.1913
2		T.4. lw 2,667		C-2	381×762/559			M.E.A.11.1921
3		T.		10 D		125 B	14.60	上海市輪渡
4		A.		2 "		50 B	10.95	"
5		T.4	190 S	DE-2	6-191×279	125 B	14.48	吃水3 mは碎氷時. M.E.A. 3.1923
6		A.	250	C-2	279×610/457			S.S.R.11.16.1924
7		A.	500	75				M.E.A. 5.1925
8		T.		60 C-2	432×864/610	1.150 I	22.53	" 9. "
9		T.3 lw 3,048		"	305×660/457		20.92	" 2.1926
10		A.		R.T.-1	432×635× 1092/762			" 10. "
11		T.2.		C-2	432×864/610		22.53	" 6. "
12		T.		16 D-2		240 B	14.60	S.S.R. 7.28.1927
13		A. gw 4,877			432×2134			M.E.A. 2.1927
14		T. gw 3,200		20 O.E.-2		240 B	15.88	S.S.R. 9.13.1928
15		A. 3-gw	125	21 D-2		200 B	18.51	M.E.A. 5 "
16	829	S.	273	26 R.T.-2	337×540× 864/711		27.38	S.S.R. 4.17.1930
17		T.6		75 D	8-457×610		21.90	M.E.A.10.1931
18		A		D	6-550×900	2,850 I	27.38	S.S.R. 8.27.1931
19	822	起重機式	140	バス 3 R.T.-2	381×635× 737/533		27.38	" 3.19. "
20		T	500	50 D-2		1,500 I	23.73	M.S. 1. "
21		T	3,200	60 D.E.			22.45	" 3.1932
22		T gw 4,724		C. 綱渡	254×508/508			S.S.R. 4.20.1933
23	43	T a 43.5m <sup>2</sup>		D	2-220×340	63 B	12.78	日立造船
24		T				40		S.S.R. 9.24.1936
25	2,800	A. Ramps	200	Turb.		8,500 S	38.33	" 8. 6. "
26		A	700	30 D-2		2,720 I	29.20	" 7.23. "
27		T.2. lw 3,175	1,685	30 C		4,500 I	24.14	" 10.20.1938
28		A		70 D.E.		700		M.E.A. 1. "
29		T.6.	730	65 D		1,400 B	19.31	※吃水2,667の B
30	275	T	400	20 D-2.V.S.P		400 B	20.08	S.S.R. 4.14.1938
31	275	T.3. iw 2,286		6 D.E.	12-240×305	500 B		M.E.A.11. "
32		A	155	D-2		500 B	21.17	S.S.R.12.15.1938
33	2,197	S.tt-2.-6,096. gw 3,028	1,500	80 D-2		5,000 B	34.68	" 7.13.1937
34	4,272	A.昇降機. 3層車庫	1,000	170 Q	559×800×11 43×151/1067		28.16	※ex. Junita,1905. M.E.A. 7.1941
35	2,542	T.6. lw 5,486	1,400	110 Unif.-2	4-521×508	3,600 S	25.75	" 6. "
36	228	T.2.	210	10 D-2		540 B	20.08	三菱造船下関造船所
37	228	T.2.	132	10 D-2		598 B	20.49	新三菱重工, 神戸造船所
38		T.2.		15		300 B	16.09	S.S.R. 7. 1.1954
39	1,495	T.7.	1,200	D.E.		2,250 S	25.55	" 7. 7.1955
40	2,272	A.tt-2.-7,920	1,000	75 D-2	10-500×700	4,000 B	31.03	" 6. 9. "
41	5,554	S	1,200	115 D.G.-4	7-432×546	5,600 B	19.20	" 5.19. "
42	8,273		262	O.E.-6	12-210×254	12,000 B	27.38	S.M.11. "
43	6,419	A	500	150 O.E.G-6	12-206×254		33.76	S.S.R.10.27. "
44	3,431	A	500	125 Turb.-2			32.85	West India Fruits & Steamship Co.
45	1,682	A.tt	1,200	10 D-2	7-350×620	3,940 I	31.03	S.S.R. 8.25.1955
46	3,195	T.2層甲板	800	200 Gas Turb	6-500×900	7,450 I	32.85	※.w.l.にて
47	429	T.2.	300	バス 8+2 D-2		700 B	21.17	有明海自動車航送組合
48	451	T.2.	375	"		700	22.61	"
49	140	T.	100	3 D-2		143 B	15.51	日本道路公団
50	535	T.2.	355	D-2		1,100 B	21.90	東亜海運

記号と略語：車道配型と車両積卸方式，T—貫通式，S—船尾積卸式，A—船側積卸式，lw—車線幅，gw—舷門の幅，a—車両甲板面積，tt—ターンテーブル，それに次ぐ数字はその基数と直径，車両積載容量は特に明記なきものは乗用車数にて文献に掲載の数字を掲ぐ。

主機の種類と略語はC—二段膨脹，R.T.—三段膨脹，Q—四段膨脹機関，D—ディーゼル機関，D.E.—ディーゼル電気推進，O.E.—油内燃機関，G—減速歯車付，Turb.—タービン機，V.S.P.—ホイット・シュナイダー・プロペラ付。

航路はE—英本國，Den.—デンマーク國，Hol.—オランダ國，Bel.—ベルギー國，米合衆國はU.S.Aを略す。

米國の州名略語は一般による。N.—North，N.S.—Nova Scotia，N.F.—New Foundland.

参考文献の略号：I.M.E.—International Marine Engineering，M.E.A.—Marine Engineering & Shipping Age，S.S.R.—Shipbuilding & Shipping Record，M.S.—Moter Ship，S.M.—Shipbuilder and Marine Engine-Builder.

接して自動車庫を設けた場合は、廃気が客用諸室の空気を汚染せぬように十分注意をする必要がある（「車両航送」第12章第5節P.349参照）。

自動車渡船の主要寸法は要請される車種と積載両数によって決定されることはいうまでもないが、列車渡船の場合と同様にまず車両の積み卸し方法、従って航送場の設備方式が決定され、しかる後に車両甲板上の車線の配置が検討される。

特殊の車両を取り扱う場合は別として、公道交通に当る自動車渡船は道路運送車両の保安基準による最大限の寸法によって一応設計するとよい。

渡船の中央部における所要幅は、2.5 m×車線数に、片側の隣接車両ならびに上下甲板室への階段出入口を有するケーシングとの間に通路として600 mmの間隔をとった合計に、機関室囲壁の幅と船側構造物の幅を加えた総計である。

渡船の長さ、ことに車両甲板の長さは要請された積載車両の占有する総面積に、各車両相互間並びにケーシングおよび種々の施設との間隔を考慮しなければならないから、図面上の配置を行なって一次的に長さを決定することになる。

## 8. 車両渡船の一考案

近來、コンテナ式輸送法が、陸に海に著しい発展をしてきたことはわれわれの生活と直結して喜ばしく、また当然の帰結と思われる。貨車航送はこの方式を早くから採用したもので、この方式を航洋に用いたのはシートレーン（「車両航送」第10章第5節）である。

Pan Atlantic社は、コンテナを船艙内に6～7層も積み、さらにハッチ上に1～2層積むと報じている。また同社のいうところでは、コンテナ船の荷役費用は、同一寸法の船に従来の方法で荷役する場合のほぼ1/20であって、荷役時間は1/2.5ですむということである。

最近、ターミナル・チャージがあがってきて、とかく問題を起こしているから、こんごコンテナ船は非常に発展するものと予測される。

この将来の発展を思うとき、貨車航送も従来の通り、一つの車両甲板一層にのみ貨車を積載しては、たとえ貨車の積み卸しが迅速に行なわれると云って、積載容量の少ない在来の型を固持しては、コンテナ船に劣るようになることもあえて遠からずと推測される。

1959年8月に呉造船所で建造したシティ・オブ・ニュー・オールリーンズ号は、ハバナに関係をもつ West India Fruit & Steamship Co., Inc. が発注したもので、航

路距離も長く、特殊貨物の輸送を目的としたものであるが、同港に寄港するシートレーン型の影響をうけて、車両甲板の下部船艙に大型リフトを設けて、貨車13両を収めるようにしたものと考えられる。しかしシートレーンの場合には貨車1両の荷役に5～6分を要するというのであるから、鉄道連絡のごとき短距離の航路には適しない。

筆者はコンテナ船の発展にかんがみ、ここにわが国の鉄道連絡船として貨車積載量を増大する一考案を提示する。

従来の鉄道貨車渡船の積載量は、陸上の貨物輸送量にほぼつり合っているが、さらに積載両数を増そうとしても、貨車を搭載する甲板が1層であって、これを拡大するにも限度がある。また復原性の点からも、車両庫をさらに上層に積層することは望ましくない。そこで次のような船型と設備を考案した。

(1)船型を双胴船型 (Catamaran, twinhulled ship) とする。

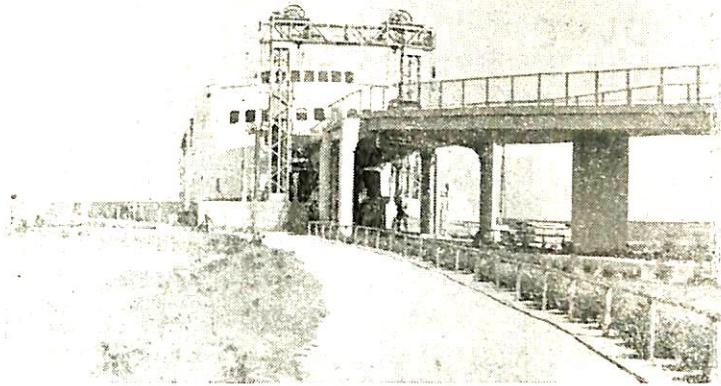
この双胴船は、昔から渡船に使用されていて、ミシシッピ河では、1925年 New Orleans・Algiers 間に、1927年には Baton Rouge・Allen 間に Louisiana 号という諸車渡船が就航していた (M. E. A. Feb. 1927)。以上は河船であるが、英国海峡にも Calais-Douvres 号という双胴船の連絡船が運航したと文献 (S. S. R. Sept. 2, 1926) に載っている。

この型の船は両船体間にわたって甲板を張りつめて、広い甲板面をうることができる。車両渡船では、車両甲板下の空所は利用しえないから、船体は載貨重量が十分に、推進機関を格納しうる容積と排水量があればよい。

両船殻間の距離を適当にとり、水密区画を十分にすれば初期復原力を大にしうるとともに安全性を確保しうる。

(2)上記の安全性の確保の上に立って、在来の車両甲板の上部にさらに車両甲板を設けた多層車両甲板船とする。

(3)従って可動橋は上層車両甲板用と下層車両甲板用と二重にする。このような設備はまだ列車航送には実施されていないが、自動車渡しには1906年頃、米国フロリダ州のジャクソンビルで、セント・ジョンズ河を横断する自動車渡船が行なった (I. M. E. 12. 1913, M. E. 7. 1920)。また近年、デンマークのコルソウ・ニボル間の列車渡船に自動車客が殺到するので、最近、旧列車航送航路にほぼ平行して、ハルスコブ (Halsskov) とクヌーズホベズ (Knudshoved) 間に自動車専用の渡船が運航し、その航送場の可動橋が上記と同様である (S. S.



写真—4 ハルスコップの二層可動橋 (井上彰氏提供)

R. 8. 2. 1956)。写真—4はこれを示す。

(4)この型の船は、初期復原力が大きいから、貨車積み卸し時の横傾斜は小さいが、可動橋上の軌道は複線とし、船上の軌道配置は、S・4とし、中心線にそう2線は、可動橋上の軌道の直線延長とし、陸上または可動橋上に分岐器を置いて、両舷側の軌道に達するようにし常に入換機2両を同時に使用して、中心線にまた舷側線

に積み卸しするものとす。これによって、船の横傾斜を少なくする。

(5)航送場の設備は上部可動橋に達するため、構内に押し上げ取付けを築造しなければならない。またこの取付けは入換機2両の同時作業に差し支えない配線とし、かつ構内の操車配線もこれに應ずるものとする要がある。

(6) 速力と構造

カタマラン型の推進効率については、まだよい文献を見出しえないが、運輸技術研究所報告(第3巻第3号)の「双胴船について」によれば、長さ吃水が同一で、幅の量が同一の普通型船と双胴船の間では、極く僅かな速力の範囲で、まず両船型とも同一であると報ぜられている。

両船殻を固着する構造が問題であって、両船殻を水線下の水圧に対して常に平行に保つことが第一に必要で、次は両船殻の浮力の差によって生ずる、上部構造のラッキングに耐えうる構造としなければならない。

以上、6項にわたって私案を披露したが、いずれも実行可能な案で、車両渡船の発展に寄与するものと信ずる。(おわり)

## 昭和35年度新造船建造許可実績

国内船

昭和36年3月分(運輸省船舶局造船課)

造船所	船(国籍)	主用途	船級	G.T.	D.W.	航海速力	主機械	L×B×D×d(m)	竣工予定	許可月日	
三菱	日本	東邦海運	海船	25,100	40,300	16.1	横浜D 16,500	204.40×28.80×14.70	37—3—末	3—7	
塩山	船重工	三崎汽船	汽船	2,450	3,800	12.25	赤坂D 2,400	86.50×13.60×6.95	36—9—下	3—9	
川崎	重工業	報日	汽船	13,500	21,000	13.5	川崎D 7,500	164.00×22.60×12.50	36—10—中	3—18	
川崎	重工業	報日	汽船	1,500	1,840	12.0	赤坂D 2,100	72.80×12.80×5.70	36—7—下	〃	
四国	下ック	金尾	汽船	5,500	7,150	13.5	川崎D 4,500	122.63×18.00×11.00	36—11—下	3—24	
大阪	造船	北星	汽船	2,150	3,300	11.5	新潟D 2,000	82.00×12.60×6.60	36—8—末	3—27	
尾道	造船	北新	汽船	2,990	4,530	13.0	三井D 3,150	95.00×14.50×7.65	36—10—中	〃	
佐世	造船	北新	汽船	3,850	5,580	12.4	三井D 3,000	101.60×15.40×8.30	36—9—末	〃	
名古屋	造船	相互	汽船	2,840	4,350	12.0	伊藤D 2,400	90.00×14.00×7.40	36—8—上	3—28	
林兼	造船	相室	汽船	3,350	5,180	12.25	神発D 2,700	98.00×15.00×7.70	36—8—下	〃	
名古屋	造船	扶桑	汽船	3,650	5,300	12.5	〃	96.00×14.60×8.20	37—1—末	〃	
林兼	造船	扶桑	汽船	3,390	5,200	12.0	林兼三長D 3,150	98.47×15.20×7.80	36—7—末	〃	
名古屋	造船	東和	汽船	4,200	6,500	12.9	日立D 3,450	106.00×16.00×8.30	36—10—末	3—31	
輸 出 船											
石播	東京	ウルクアイ共和国防省(ウルクアイ)	油	LR	17,500	28,267	16.0	石播T 12,500	179.00×25.70×13.70	37—2—下	3—4
藤永田	造船	南アフリカ連邦政府(南阿連邦)	*貨	〃	1,550	1,555(1,350)	11.5	石播D 1,560	62.00×12.80×6.50	36—11—下	3—24
笠戸	船渠	China Merchants Steam Navigation Co., Ltd (中華民国)	貨	LR CR	3,100	3,600	13.5	三井D 2,900	91.00×14.20×8.00	37—5—中	3—27

注 輸出船中の藤永田造船\*貨は貨物船兼南極探検船、カッコ内は探検船の場合

## 拡大式自動罫書（切断）機

# Remotograph について

川崎重工業株式会社

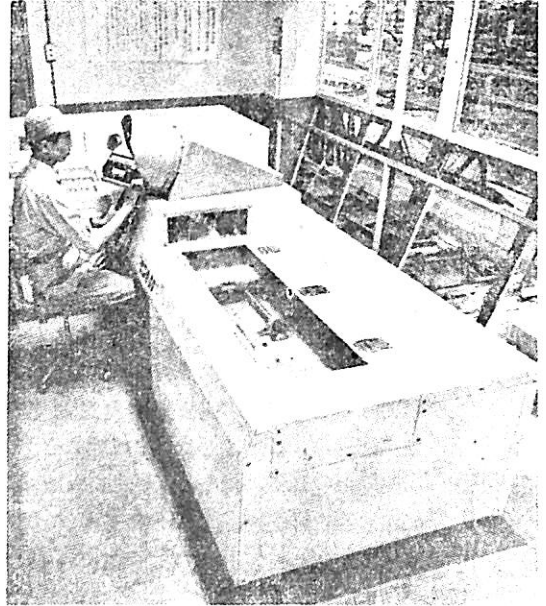
工学博士 言 田 俊 夫  
水 津 寛 一

### 1. まえがき

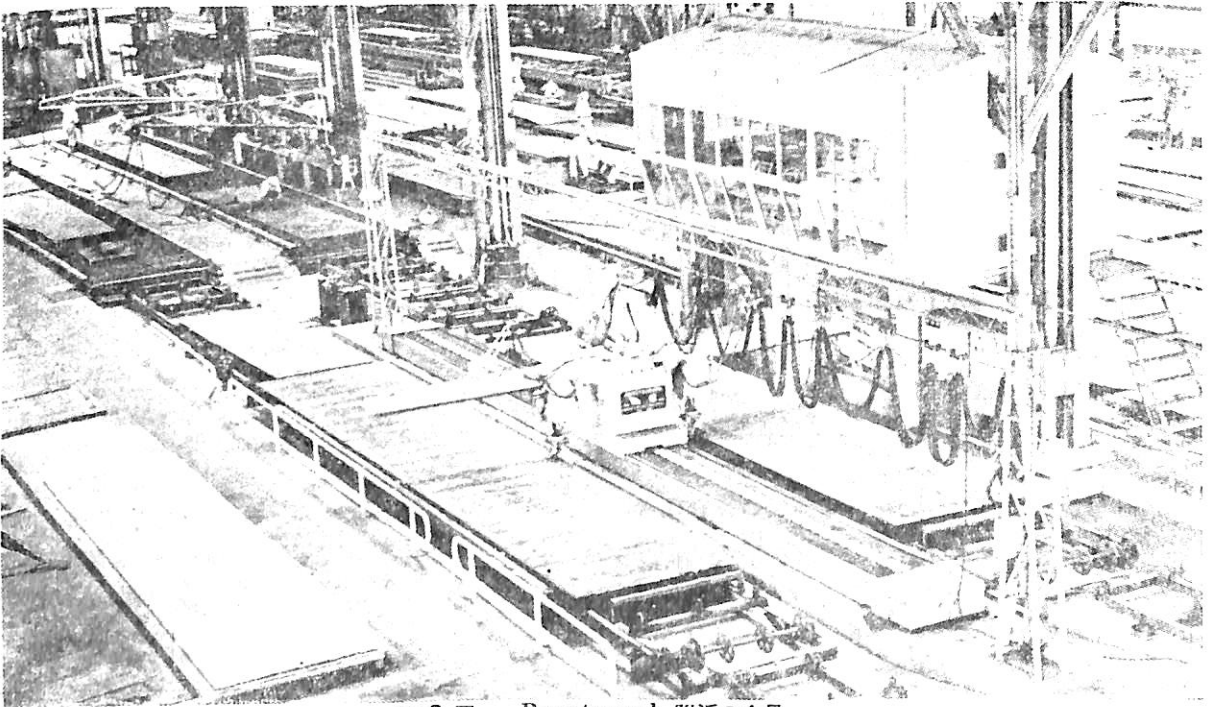
ここ数年にわたる造船所の船殻内業合理化は、いずれも縮尺現図をもとにした拡大投影による罫書（Photomarking）と Monopol, Sicomat, Uni-graph などの拡大切断機による切断の二つの方式によって進められてきた。特に切断を主体とした後者の方式は非常に勢いで普及してきた。勿論著者らも、これらの方式について無関心であったわけではないが、これらの拡大切断機の採用にともなうつぎの問題に対し検討された。即ち

(1) ガス切断速度が現状において極限に近く、これ以上の高速化は現在のガス切断法では望めない。したがって拡大切断機を主体として合理化をはかる場合は、多数の機械を設置する必要があるため広大な工場面積と高額の設備投資を必要とする。

(2) 所要量の拡大切断機が得られないままに中途半端な設備をするときは、現図作業の二元化をはじめとして内業工程のあらゆる面において新旧二方式が併用される



第1図 パイロット・マシン



第2図 Remotograph 附近の全景

ことになり、むしろ工数の増加を生じて合理化に逆行する結果となる。

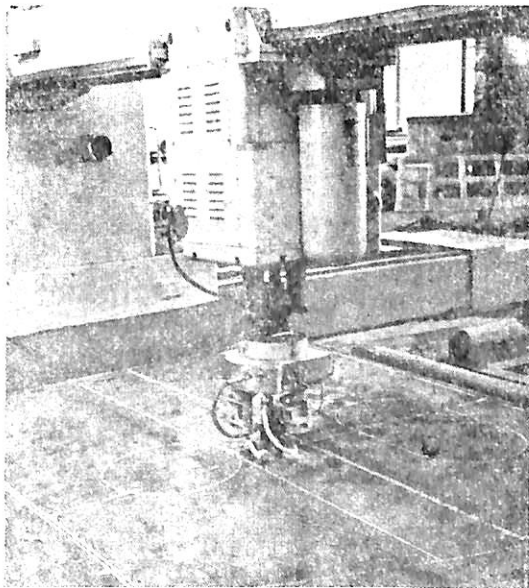
著者らは罫書作業がガス切断のごとき速度の制限のないことに着目し、昭和32年頃より神戸工業との協同研究によって高速拡大罫書切断機“Remotograph”の試作を行ない、昭和35年4月その1号機の据付を了え、次いで2号機の製作を行なっている。われわれは本機を2～3台設備することによって縮尺現図—自動罫書を行ない、比較的少額の設備投資と現状の工場配置を変更することなく合理化の効果をあげるものと確信している。

## 2. Remotograph の概要

Remotograph は縮尺 1/10 の精密製図をもとにして遠隔制御により現寸大に罫書あるいは切断を行なう機械であって、第1～2図に示すごとく、制御部であるパイロットマシンと罫書切断を行なうワーキングマシンよりなっており、相互の連絡はすべて電気的に行なわれる。本機の機能・性能上で特筆されるものは次の点である。

(1) 制御部と作業部が完全に分離している。

現在、わが国の造船所で使用している Monopol などはその拡大機構が機械的であるため制御部と作業部とが直結されている。したがって、高精度を必要とする制御部の曲線追尾機構を保護するために、機械全体を巨大な防護覆で覆う必要を生じている。本機は、速度分解機構、拡大機構がともに電気的であるため、制御部と作業部を完全に分離することができたので、パイロット・マシンのみを温度調節可能な防塵室におさめて保護するこ



第3図 マーキング・チップ

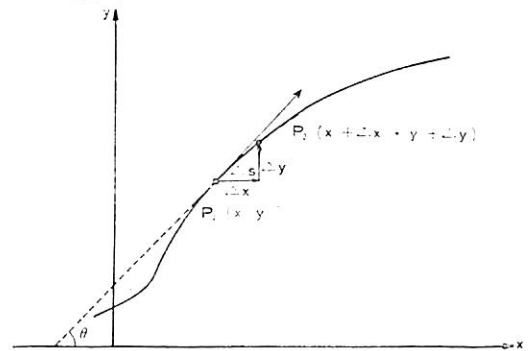
とにした。また簡単な切換により、任意のワーキング・マシンを選択し1台のパイロット・マシンで2台以上のワーキング・マシンを作動することが可能である。

(2) 罫書を主目的とした高速機械である。

ガス切断を主体とする拡大機は低速機械であるのに反し、罫書速度は機械的手段によっていくらかでも高速にしうる点に着目し、本機をガス切断速度の数倍乃至十数倍の速度をもった高速罫書機とした。第3図は本機のマーキング・チップを示すものである。

## 3. 原理機構

### 3.1 曲線追従の原理



第4図 曲線の分解

第4図に示すごとく追尾すべき曲線を板の長手方向  $x$  軸と幅方向  $y$  軸の直交座標上で考え、曲線上の点  $P(x, y)$  より曲線に沿い微小距離  $\Delta s$  だけ離れた曲線上の点  $P_2(x + \Delta x, y + \Delta y)$  に移ったとすれば、

$$\lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta s} = \frac{dx}{ds} = \cos \theta$$

$$\lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta s} = \frac{dy}{ds} = \sin \theta$$

但し、 $\theta$  は  $P_1$  点におけるこの曲線の切線が  $x$  軸となす角度

追尾速度  $V$  に対する  $x, y$  方向の分速度  $V_x, V_y$  は、

$$V_x = \frac{dx}{dt} = \frac{dx}{ds} \cdot \frac{ds}{dt} = V \cos \theta$$

$$V_y = \frac{dy}{dt} = \frac{dy}{ds} \cdot \frac{ds}{dt} = V \sin \theta$$

但し  $V = \frac{ds}{dt}$  となる。

即ち、平面内の曲線上のすべての点において  $x, y$  方向の移動速度は、曲線の切線が  $x$  軸となす角度の  $\cos \cdot \sin$  のみ比例しながら時々刻々変化する。この変化の検出は、Monopol, Unigraphのごとく球や円盤等によって機械的に求める方法もあるが、Remotograph においてはインダクション・レゾルバーにより  $x, y$  軸方向の

速度成分に比例した電圧によって検出し、2個の独立したサーボ機構によって制御する複合サーボ機構を用いた。拡大は、図面を追尾する速度と作業する速度の比をギヤーにより設定することによって得られる。Remotographにおける拡大率は縮尺現図の容易さより10倍で計画した。

3.2 構造原理

Remotographの構造原理は、一般の自動ガス切断機と同様な着想によって作られている。即ち、本機の重要な設計要素は、

- (1) トレーサーとトーチの運動の結合方法
- (2) トレーサーの型式
- (3) トレーサーとチップの運動を一定の比率で拡大する方法

の3点である。

第1表 拡大野番切断機の機構決定

Carriage Tracer	Pantograph type	Arm type	Dual carriage type	備 考
Manual tracer	×	×	×	精度不十分
Lightcross tracer	×	×	○	
Electronic eye tracer	×	×	○	
Spindle tracer	×	×	×	トレーサの駆動モータを大馬力にする事が出来ないため大型の機械には不適当である。
Strip tracer	×	×	×	
Magnet tracer	×	×	×	
備 考	拡大する事が出来ない			

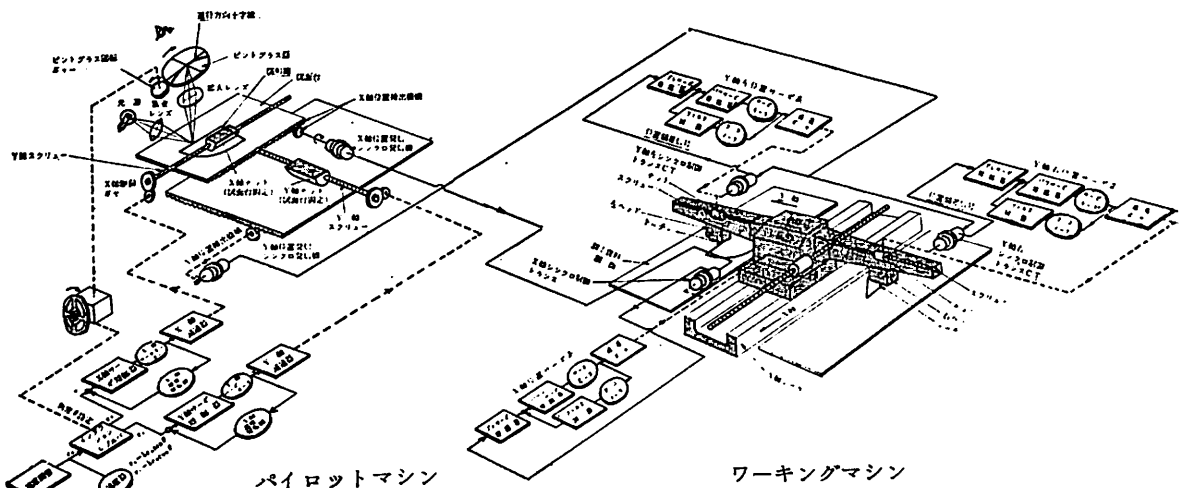
第1表に示すごとく型切断機の形式は、アームタイプ、パンタグラフタイプ、ダブルキャリジタイプの3種に大別されるが、拡大の条件を満たすためにはダブルキャリジ以外はトレース装置とトーチがバーなどによって

直結されているため不適当である。トレーサーの方より考えると、造船用の大きなプレートの野番切断を目的とした大型の機械は重量が大きく、トレーサーの駆動輪と摩擦力のみで動かすことは不可能である。したがって、Remotographのごとき大型のしかも高速マーキングを行なう機械では、駆動は直接機体の部分で行なうことのできる形式のトレース装置を選定しなければならない。この目的には手動トレーサー、スピンドルトレーサー、ストリップトレーサー、マグネットトレーサーなどは失格し、ライトクロストレーサーとこれを自動化した光電アイトレーサーのみが残される。1号機は、計画時適当な光電アイがなかったため、ライトクロス方式によっているが、これは近く光電アイに改造されることになっている。

4. 構造

4.1 動作の概略

第5図は Remotograph の原理図であって、図形の追従とその拡大遠隔伝達機構を示すものである。作業の基礎となる1/10縮尺現図は縦行、横行の二重台車の図面台に取付けられる。図面の一部は光学的に10倍に拡大(現寸大)されて、直交する十字線のはいった投影機のピントガラス上に写し出される。追尾すべき曲線は常にこの投影面のライトクロスの交点を通り、かつ進行方向を示す十字線の一つが常に曲線の切線となるように手動操縦される。ピントガラスとインダクションレゾルバーは操縦ハンドルを介して直結してあり、ハンドルを廻らすと速度に比例するレゾルバーの入力電力  $e_0$  が進行方向  $\theta$  ( $x$ 軸に対して) に対応してそれぞれ  $x$  軸、 $y$  軸にベクト



第5図 Remotographの原理図

ル分解され、 $e_0 \cos \theta$ ,  $e_0 \sin \theta$  の電圧が別々の出力端子に現われる、分解された電圧はつぎの  $x$  速度サーボ装置および  $y$  速度サーボ装置に与えられ、サーボモーターは入力電圧に比例した速度で回転し、図面台を設定速度で前後左右に移動させる。サーボモーターの駆動軸に直結された速度発電機は速度に比例して電圧をフィードバックし、レゾルバーの電圧と互に打ち消し合い両者が平衡する速度で回転を続けることになる。投影ライトクロス装置および光学装置は固定され図形の方が動くのであるが、ピントガラス面を見ている作業者はあたかも線の上を動きながら追跡しているような錯覚をもつ。作業者は自動車の運転のごとく絶えず曲線を注目し、ライトクロスの交点である基準点が線よりずれないように操縦する必要がある。このようにして移動した距離は  $x$ ,  $y$  軸でシンクロロータの回転角に変換しワーキングマシンに伝達される。

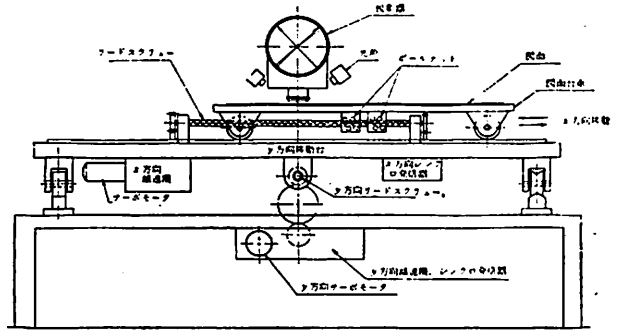
ワーキングマシンには、台車をレールに沿わせて縦方向に移動させる  $x$  軸位置サーボ装置と、これに直角にヘッドを移動せしめる 2 組の  $y$  軸位置サーボ装置が設置されている。パイロットマシン側のシンクロ発信機が回転をはじめるとワーキングマシン側のシンクロトランスに電圧が誘起し、サーボアンプで増幅されシンクロトランスの電圧が 0 になるまで回転さす。勿論 Remote-graph のごとき殆んど連続的に追従する場合は、シンクロはゲインによって決まる“遅れ”を生じながら追従することになる。ワーキングマシンのサーボ系のタコメーターによるフィードバックはシンクロの応答が振動的にならないためのものである。パイロットマシンの図形をワーキングマシンで拡大するのは減速ギヤ比を変えればよく、本機の場合は拡大率を 1:10 で計画している。なお Remotograph には位置伝達機構の外に、罫書または切断チップの高さのコントロールおよびこれらをたえず進行方向に連続的に旋回させる装置、各種信号、通信、ガストーチの点火、罫書の制御などを行なう装置が設備され、ワーキングマシンとパイロットマシンの間は電氣的に結合されている。

#### 4.2 構造

本機の設計上、罫書、切断の精度を高めるため機構上十分精度を得るように留意するとともに、サーボ系に良好な特性をもたせるため機械的負荷と変動を少なくすることに重点がおかれている。まず可動部は、軽合金材料あるいはプレートワークの採用が望まれ、この装置では構造は高力アルミ合金

鋳物を用い、回転部はすべてボールベアリングを採用している。パイロットマシン、ワーキングマシンとも駆動装置の回転運動から直線運動への変換はボールナット・スクリューを採用し、90%以上の効率を得ることができた。切断速度とマーキング速度比は 1:10 になるので、低速時には良効な特性を得るため、速度は両レンジ切換えとし、電磁クラッチを用いてそれを行なっている。

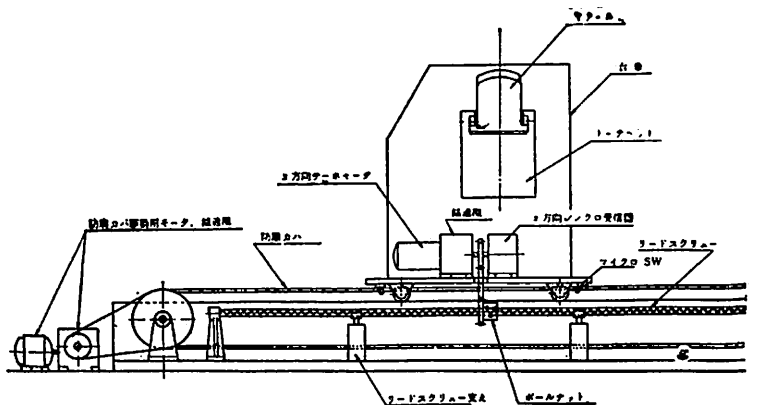
#### (1) パイロットマシンの機構



第6図 パイロット・マシンの構造

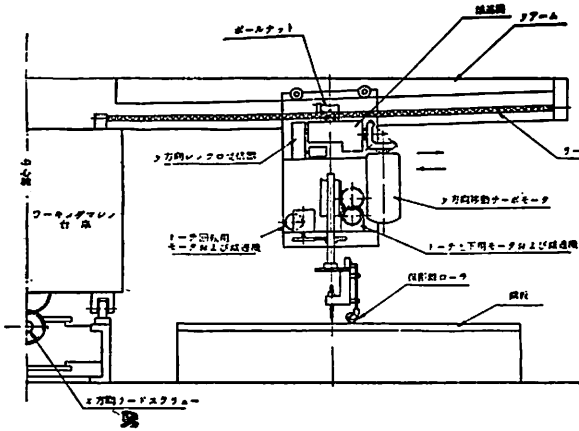
第6図はパイロットマシンの概略構造図である。切断あるいはマーキングの精度は根本的にはパイロットマシンの精度によってきめられ、さらに、パイロットマシンの誤差は10倍に拡大され実際の作業面に表われるから、 $x$ ,  $y$  軸のレール、スクリューの直角度、スクリューのピッチ、ナットのバックラッシュなどに細心の注意が払われている。精度は実測によればスクリューピッチ誤差 0.02 mm 以下、集積誤差  $\pm 0.1$  mm/1,500mm、レールの平行度  $\pm 0.01$  mm/1,500mm 以下を得ている。

#### (2) ワーキングマシンの構造



第7図 ワーキング・マシンの構造

ワーキングマシンの概略構造図を第7, 8図に示す。ワーキングマシンは現寸大で作業をし、要求精度から考えた場合それほど問題ではないが、サーボ系はリードス



第8図 ワーキング・マシン Y方向方向移動トーチヘッド

クリューの位置でフィードバックしているのので、そのピッチ誤差、さらに x, y 軸の直角度などは重要になってくる。ワーキングマシンのスクリーウの精度は、ピッチ誤差  $\pm 0.02\text{mm}$  以下、集積誤差  $\pm 2\text{mm}/15,000\text{mm}$  以下、また x, y 軸の直角度は約  $2'$  ( $2,500\text{mm}$ の両端で  $\pm 1.5\text{mm}$  の誤差となる) が得られる。しかしながら、なにぶん重量が大きく移動速度も速く、急激な起動停止

もしばしば起こるので、負荷の軽減、均一化、振動の減衰性などパイロットマシンより技術的に解決しなければならない問題が多かった。

## 5. 性能データ

### 5.1 パイロット・マシンのデータ

#### (1) 角度誤差

$10^\circ$  ずつ分割した放射線パターン用を用いて角度誤差を実測したのが第9図である。

速度は低速レンジ  $0.7\text{m}/\text{min} \approx 12\text{mm}/\text{sec}$  で測定した。高速レンジになるとこの値より約30%悪くなる。

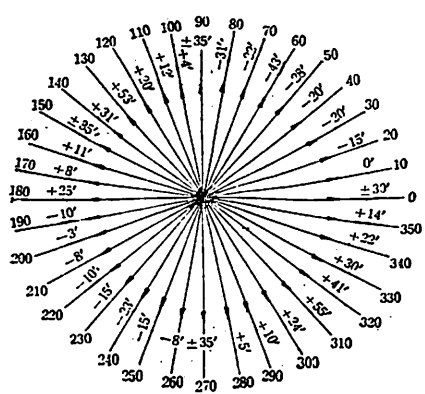
#### (2) 速度誤差

レゾルバーの一次電圧と基準距離を示すパターンより較正して速度を表示するのであるから、絶対置を云々することは意味がないが、数時間連続運転したときのドリフトは、だいたい指示置に対し  $2 \sim 3\%$  ぐらいである。

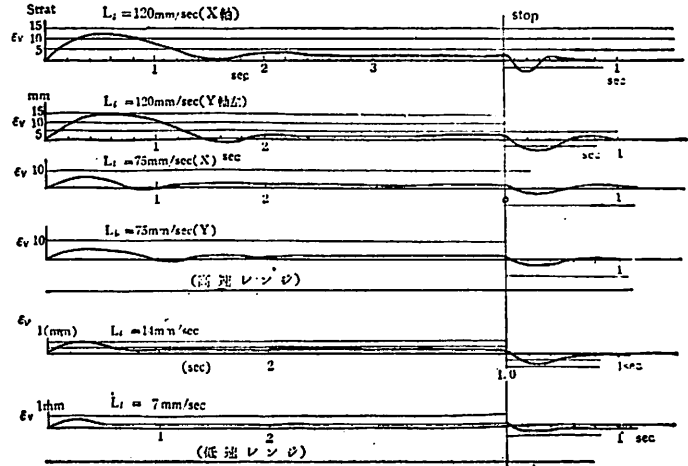
### 5.2 ワーキング・マシンのデータ

第2表にパイロットマシンより規定の速度で起動させ、定常状態に達した後停止させたときの追従特性を示す。第10図に代表的な速度誤差の実測データを示す。

### 5.3 総合性能



第9図 パイロット・マシン角度誤差実測データ



第10図 速度制御系ループゲイン

第2表 ワーキング・マシン性能表

軸	速度レンジ	最高速度 Vm (mm/sec)	最追従速度 Vom (mm/sec)	位置誤差 Es (mm)	速度		120 mm/sec		低速時 12 mm/sec	
					定速度誤差 Ev (mm)	速度誤差定数 Kv (sec <sup>-1</sup> )	起動時の最大偏差 ε+s (mm)	起動時に過渡状態の現われる時間 Tot (sec)	停止時のオーバーシュート εto (mm)	停止時に振動の続く時間 Tot (sec)
x	高 速	170	130	0.3~0.5	2	60	10	3	6	0.5
		200	170	0.5~0.7	2.5	48	15	1.5	8	0.8
y	右 (マ+)	200	170	0.4~0.6	2	60	18	1.5	7	0.6
		200	170	0.4~0.6	2	60	18	1.5	7	0.6
x	低 速	17	13	0.2	0.5	24	1.0	0.3	0.8	0.2
		20	17	0.3	0.4	30	0.8	0.3	0.7	0.2
y	右 (切 断)	20	17	0.3	0.4	30	0.7	0.4	0.7	0.2
		20	17	0.3	0.4	30	0.7	0.4	0.7	0.2



第3表 リモートグラフ性能表

1	作業面積	作業長	パイロット 1350mm,	ワーキング 12500mm	
		作業幅	" 350mm,	" 2500mm×2	
2	作業速度	切断	" 30~70mm/min,	" 300~700mm/min	
		マーキング	" 400~700mm/min,	" 4000~7000mm/min	
3	原図縮尺	1/10			
4	精度	速度誤差	指示値に対し ±2.5%		
		機械的精度	x軸直線度	パイロット ±0.01mm ワーキング ±0.02mm	
			y軸直線度	" ±0.01mm " ±0.025mm	
			x・y直角度	" ±2' " ±3'	
		拡大率	1000mmにつき ±0.5mm		
		真円度	直径 300mm, 切断 ±0.5mm,	マーキング ±1.0mm	
		90°コーナ	x・y軸平行角 切断 ±0.5mm	マーキング ±2mm	
		45°斜行線	起動時 切断 ±0.3mm	マーキング ±1.5mm	
		位置誤差	1000mmごとに移動し 0.3以下		
		トーチ火口位置	銅板面より ±30mmの範囲で 9mm ±2mm		
トーチ回転精度	不感角度 ±3° 1/4r.p.s で追従				
パイロット角度誤差	切断 ±1°以下	マーキング ±1°30'以下			
5	表示連絡	速度計	1.5級 MR-4型		
		ランプ	作業準備完了	指令・応答	
			マーキング作業	" "	
			切断作業	" "	
			緊急停止	赤表示	
			安全リミット	表示	
インターホーン	リレストーク方式	1式			
6	ガス制御	作業積算計	切断 最小指示 1m, マーキング 最小指示 10m		
		予熱酸素	5kg/cm <sup>2</sup> レギュレータ付, 電磁バルブ操作		
		予熱アセチレン	2kg/cm <sup>2</sup> "		
		切断酸素	10kg/cm <sup>2</sup> "		
7	マーキング	圧縮空気	10kg/cm <sup>2</sup> "		
		マーキングチップ	幅 1mm 以下白色 バイット 吹きつけ		

(注) 精度測定条件切断時 700 mm/min, マーキング時 4000 mm/min

第3表に Remotograph のおもな性能表を示す。

また切断速度 13mm/sec でパイロットマシンからワーキングマシンを操作して 45°斜行線と 90°コーナ線を追従したときのデータを第11図に、同じくマーキング速度 125mm/sec で追従したデータを第12図に示しておく。

### 6. Remotograph における問題点と今後の対策

#### 6.1 最高駆動速度に対する検討

Remotograph の経済的効果は高速マーキングを行なうことにあり、われわれが最も苦心し危惧したところであった。一般にワーキングマシンに用いている追従サーボ系の性質として、誤差は入力速度に比例し、また入力の急な変化に対しては出力がある時間振動的な追従を示す。前者、すなわち定常的な誤差はサーボ系のループゲイン(感度)に逆比例するが、後者の振動応答はゲインをあげるとかえって大きくなる傾向にある。

正確な図形を追従させるには誤差のできるだけ小さいことを望むのは当然であるが、図形に悪影響を与えるのは振動的な誤差と x, y 軸の定常的な誤差の相違であるから、極力これを抑えるようにしなければならない。

以上のことから許容される図形誤差とサーボ系の性能によって追従速度の最高はきまってくる。サーボ系の性能は構成要素のもつ時定数、機構部分のバックラッシュによってきまるといってよく、なかでも他の部分の数倍の時定数をもつサーボモーターの応答性が重要となってくる。サーボモーターの時定数は負荷を接続した場合次のように表わされる。

$$\tau_m = \frac{J_m + J_G + \frac{1}{n^2} J_L}{\frac{T_m}{N_s}} \dots \dots \dots (A)$$

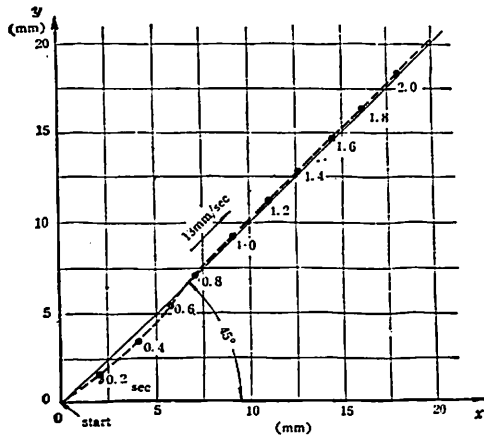
ここで

- $J_m$ : モータータイナーシャ
- $J_G$ : 減速ギヤ列イナーシャ
- $J_L$ : 負荷のイナーシャ
- $T_m$ : モーターのトルク
- $N_s$ : モーターの無負荷回転数
- $n$ : 減速比

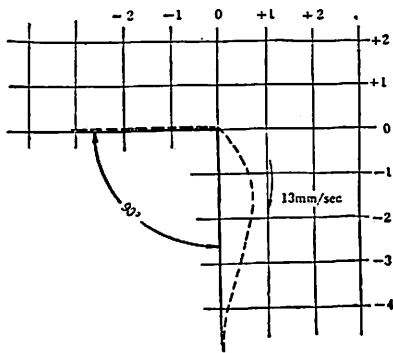
(A)式から明らかなように、イナーシャをできるだけ小さくしトルクを大きくとれば、 $\tau_m$  を小さくするの

に役立つことが分かる。しかし  $T_m$  を増すためにモーターの出力を大きくすると  $J_m$  も大きくなり、それほど  $\tau_m$  の減少にならないこともある。ワーキングマシンは切断およびマーキング装置を要求する機械的精度を保ちながら移動させるため、思い切った軽量構造をとっても相当な重量になる。そのため  $J_L$  の影響を無視できなくなり、減速比  $n$  の値は重要になってくる。移動する部分の重量がきまり、これにあう経済的な出力をもつサーボモーターが選定されたなら、前にも述べたごとくきめられた誤差内で追従できる速度はおのずから決まってくる。サーボ系の性能を示す一つの定数である速度誤差定数  $K_v$  は、入力速度と追従のおくれの比として表わされ、現在のところ、このようなパワーサーボ系では 6J (sec<sup>-1</sup>) が限度であり、またこれぐらいのループゲインをもつ系のオーバーシュートは少なくとも 10% は現われるので、±2mm の誤差にはいる速度は 120mm/sec 以下となってくる。その他機械的なバックラッシュ、不動帯などの影響も無視できず、それらはすべて系の特性の低下をきたすので野奔時における追従速度は、性能表に示した値がこの方式を採用するかぎり最高のものと考えている。

#### 6.2 光電アイトレーサーによる完全自動制御化



(1)



(2)

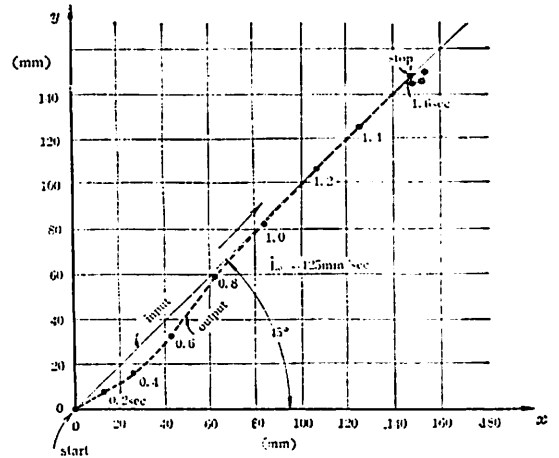
第11図 切断速度の図形追従データ

前述のごとく1号機は現在光電アイトレーサーが装備されていないが、

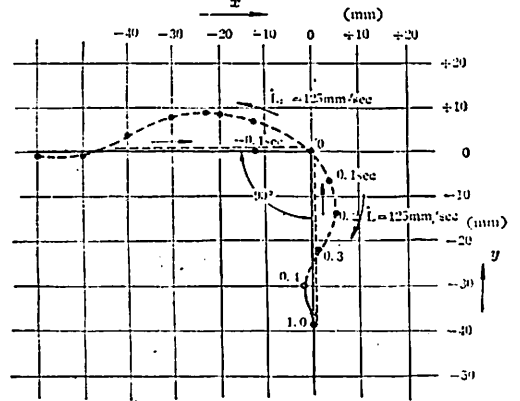
- (1) 人的な誤差を少なくする
- (2) 複雑な追尾動作 即ち、
  - (a) コーナー部分のオーバーシュートを減少するため、コーナーにおいて一定時間(2~3秒)低速追尾する。
  - (b) 一筆書きによって余裕時間を短縮するため、線の選択およびマーキングの on, off コントロールを行なう。

など単なる曲線の追従以外に人間の判断を必要とする動作があり、これらが作業能率を低下させるおそれがある。

- (3) 疲労、嫌怠などによる能率低下を防止する。などのためには、Remotographの機能の中から人間を完全に駆逐することが望まれる。第2号機以降のRemotographは、勿論光電アイトレーサーによる追尾を行なうべく計画され、1号機についても改造が予定されてい



(1)



(2)

第12図 マーキング速度の図形追従データ

る。しかしながら光電アイトレーサーについても完全に問題が解決されているわけではなく、追尾速度と追従精度の関係、あるいは曲線の追従以外の作業要素、例えば追従速度の昇降、交叉線のとびこえ、動作の発停、現行では人間の判断にまかされている部分の完全な自動化については今後研究開発されねばならない。特に追尾速度については3.5 m/min以上のものが計画されたことがないので、Remotograph 2号機については光電アイの追尾速度が問題の中心となっている。

### 6.3 数値制御

一般に工作機分野における数値制御の発展は驚くばかりであるが、造船に対するこの種機械の導入については多少の難点を示している。即ち

- (1) 船体の構造部材には共通部材が少なく、しかも非常に多様である。

- (2) 構成する曲線は数式や頭の中で得られるものは少なく、大半は現寸または縮尺で展開することが数値化の前提となる。したがって数値制御方式を採用することは

計算機等の設備費を無視するとしても、Remotographのごときアナログ制御のものに比べ、プログラミングの工程が増えるために工数の面でむしろ不利である。しかしながら、数値制御はアナログ制御に比し非常に高い精度が得られる利点と磁気テープの送り速度を加減することにより速度を変えることができるので、例えばRemotographのごとき機械に対しパイロットマシンの方では、光電アイの許容する速度で追従しながら両軸のサーボモーターの回転数をパルスに交換して磁気テープに吹き込み、これはワーキングマシンでテープ速度をはやくしながら再成して作業を行なうアナログ方式とデジタル方式を併用した方法を採用すれば、光電アイの追従速度の数倍の作業速度を發揮させることが可能であろう。

### 7. むすび

以上は Remotograph の原理、機構並びに試作機の性能について述べたものであるが、Remotograph を中心とした内業合理化は着々と実行に移されつつあり、近き将来に最後の現寸現図が姿を消す手筈となっている。本機製作に当って神戸工業株式会社技術陣の全幅の協力を得た。紙上を借りて深謝する次第である。なお、本計画実施に先立ち、Photo-marking に関して三井造船、Monopol に関して新三菱重工業、石川島播磨重工業、日立造船・因島工場、Unigraph に関し石川島播磨重工業の各社をくわしく見学させていただいた。併せて関係のかたがたに対して謝意を表する次第である。

## 造船用設備新設等処分状況月報

本省報 (36年2月分 4工場 4件 457,516千円)

運輸省船舶局監理課 (工事費単位千円)

造船所	工事内容	工事費	調達区分	完了予定	許可月日	
三菱・長崎	1. クレーンの増設 (第1機械および組立工場に壁走行クレーン10t1基, 天井走行クレーン20t3基, 40t2基, 50t3基, 70t1基, 150t1基, 製罐工場に天井走行クレーン10t, 15t, 50t, 200t各1基)	418,078	自 己	37-7	2-11	
	2. クレーン軌条の増設 (第1機械および組立工場に壁走行クレーン軌条10t用121.45m, 天井走行クレーン軌条7t用24m×2, 20t用24m×2, 50t用24m×2, 186.94m×2, 100t用278.38m×2, 40t用147.7m×2, 150t用121.45m×2, 製罐工場に天井走行クレーン軌条10t用15m×2, 15t用28m×2, 50t用64.6m×2, 200t用92.1m×2)					
鋼管・鶴見	1. 船台の拡張 (第5船台の頭部34m延長 31,000GT~45,000GT)	25,000	自 己	36-9	2-15	
	2. クレーン軌条の拡張 (第5船台東側の50tクレーン軌条30m延長)	4,500				
四国ドック	船台の増設 (第8船台 600GT)	111	自 己	36-3	2-16	
日本造船	施設の新設 (船台1,000GT, 5t走行クレーン2基, 同クレーン軌条320m, 組立定盤1,130m <sup>2</sup> , 受電設備能力 499kW等)	9,827	自 借	己 入	36-4	2-24

地方海運局報 (36年2月分 12工場 13件 631,060千円)

海運局	造船所	工事内容	工事費	調達区分	完了予定	許可月日	
北海道	函館ドック 鋼管・浅野	クレーンの増設 (8tモビールクレーン1台)	8,700	自 借	己 入	36-3	2-2
		クレーン軌条の拡張 (機械工場20t天井走行クレーン軌条15m延長)	4,600			36-3	2-1
東海	三保造船 〃	工期変更承認 (対東海監設計第35-8号)	570	自 己	36-6-30	2-7	
		定盤の増設 (第3船台西側に 9m×30m=270m <sup>2</sup> および 20m×30m=600m <sup>2</sup> , 南側に 19m×70m=1,330m <sup>2</sup> - (35m×3m=105m <sup>2</sup> )=1,225m <sup>2</sup> 計2,095m <sup>2</sup> )				2-7	
〃	下田船渠	工期変更承認 (対東海監設計第35-3号および東海監設計第35-14号)			36-3-10	2-8	
〃	鋼管・清水	加工機械の増設 (歪取りローラー1基, フェーシングマシン1基, フレームプレーナー1基)	56,000	借 入	37-1	2-23	
近畿	日立・築港 佐野安船渠	クレーンの増設 (6tホイールクレーン1基)	7,980	自 己	36-6	2-11	
		工期変更承認 (対船監計第424号)				36-4-30	2-27
中国	三井・玉野	クレーンの拡張および同軌条の増設 (溶接第2工場用5t天井クレーンを10tに改造および同軌条42.62m新設)	1,100	自 己	36-6-30	2-10	
		クレーン軌条の拡張 (1.2号ドック間12号5tラッピングクレーン軌条7.5m延長)	484			36-3	2-21
四国	四国ドック 波止浜造船	クレーンの拡張 (船渠用5tデリックを15tに改造)	550	自 自	己 己	36-3	2-10
		受電設備の増設 (275KVA から 2,105KVA に)	5,965			2-22	
九州	三菱・長崎	加工機械の増設 (製罐工場に 6,000t油圧プレス新設)	545,111	自 己	36-12	2-27	

三 浪人の寝言 三

仲 春 雑 話

つ い む こ じ

新造船の速力試験で計画よりも遙かに大きな速力が出たという話をよく耳にする。はなはだしいものになると、6ノット位の船で1ノットを相当越すようなものもあるということだ。そんなに越せば計画より7%以上も余計に速力が出たことになる。これは驚くべきことだといえよう。浪人が速力試験に立ち合ったのは古いことで、計画速力30数ノットという軍艦が主であったけれど、せいぜい小数点以下の小さい数字の増加に止まっていたものである。またデッド・ウェイトも計画より相当量増すものもあるという話だ。ある外国船の註文ではデッド・ウェイトの増加に対して制限を附し、それ以上の増加に対して重量噸当りのペナルティーを要求したという例もあったと聞いている。これは発註のはじめにおける要求としてなかなか合理的だともいえよう。速力が出過ぎたりデッドウェイトが大きくなり過ぎるのは、基本設計のどこかに誤りがあったに違いないと思う。船がどんどん大きくなってきたものの、それらに対する設計資料その他が少なかったり、欠けていることなどが原因であるかも知れない。

速力試験に立ち合う人々も、その船の速力が計画よりも大きくなることに期待を持っているのが普通のようなのである。そして試験結果が同型船よりいくらかでも大きかったら大いに喜んでいる光景は随所に見られるところであろう。しかしこれもおかしな話で、むしろ計画速力に近ければ近いほど、基本設計が精確であったとして賞むべきではないだろうか。何となく速力の大きいことをもってよしとする風潮は、勢い設計者をして計画速力の算定にあたり、いろいろの点に余裕を持たせ勝ちに追いやるのではなからうか。

同じようなデッド・ウェイト、同じような速力の船であるにも拘らず、造船所によってその使用鋼材量にはなはだしく差のあるものがある。これは基本設計においてスカントリングの定め方に相違があったからであろう。船が同じ要求を満足しているにしても、長さが他に比して長くなれば、それだけ所要鋼材の量が多くなるのはわかりきったことである。そしてそれだけ材料費が余計に要することもわかりきったことである。船価を廉くするために現場が今までに払った工数引き下げ努力はほんとうに大きい。今では能率も大いに上がってきたし、各種の

管理も次第に本格的になってきている。しかし工費が船価の中で占めている額は少ない。勿論とことんまでやらなくてはならないことだけれど、現場能率だけをいくらやかましくいっても、そこから浮く利益額は知れたものといっても差支えあるまい。大きな額を占めているものは材料費である。極小な材料を用いて所要目的を達するような設計ができれば、船価は大いに引き下がるに違いなからう。基本設計では船主の要求するデッド・ウェイトなり速力なりを最低限度に満足させるような設計を、真剣になすべきである。そうすれば材料費が少なくて船ができて上がるから、そこから浮き出てくる利益の大きなことはいわずもがなである。良き基本設計者は決して経済を無視しておらぬにもかかわらず、一般に案外この点がおろそかにされているようなのは、いかにも不思議に思えてならない。今までにない大きな船を造るところに困難があるとは思うけれど、設計者はもっと経済問題に勉強するところなくてはならない。

× × ×

本誌本年2月号で最近つくる浚渫船が大きくなったことに触れた。そしたらその後これに関連した記事が眼についた。それは通産省が広島に本社のある資本金5億円の水野組から、スエズ運河改修工事の入札参加に先きだし、わが国最大の浚渫船をアラブ連合向けに、無為替輸出の申請を出されたのに対し、この3月2日検討の結果これを認可する異例の方針を決めたということである。この為替輸出が異例とされているのは、すでに工事の受託契約がまとまって必要機械を無為替輸出する通常の場合と異なり、まだ現地の入札が行なわれておられないのに認可したことにあるようだ。これには直接の監督官庁である運輸省が、日本の浚渫技術の優秀性を世界的規模の入札を通じて宣伝することは有意義であるとしているとともに、水野組の技術を信用して無為替輸出を認めてほしい旨の要請を通産省に対し行なったためだそう。水野組というのは浚渫界でなかなかの老舗であり、先代は多額納税議員として終戦時まで長らく貴族院に席を占めていたし、戦後戦災を受けた呉市の市長としても活躍したのであった。終戦後における水野組の浚渫業績については浪人の審かにするところでないが、こういう異例の措置を受けたのは、恐らく立派な業績を上げたため

あろう。何にしてもスエズ運河改修工事にたずさわることは壮挙というべきであり、今後のためにも落札のうえ立派な成果を挙げることを望んで止まない。

このスエズ運河改修工事に協力する問題は、昨年4月国際建設業協会がアラブ連合へ建設業者による視察団を派遣したことがきっかけとなり、アラブ連合スエズ運河局総裁から日本の業界へ技術協力を要請した形となって表面化したものであり、先方ではその日本側の積極的な参加と、技術者の交流を含む技術協力を求めてきたものだ。そして今回のことはその技術協力の一環となるものということだ。ところで水野組がスエズに派遣することになっている浚渫船“SUEZ”は、石川島播磨重工の相生工場で建造されたものであり、長さ88.4m、幅16m、深さ4.3m、機関はタービンで5,000馬力、4,500馬力の浚渫ポンプを持ち、浚渫能力は土砂を含んだ水1時間7,300m<sup>3</sup>だそうだ。

ちなみに、N. B. C. 呉造船部が建造した世界最大の浚渫船イコア号は長さ490呎、幅95呎、深さ40呎、浚渫ポンプはディーゼル駆動3,250馬力4台でその能力は1時間4万トンということだ。この船は南米ベネゼラのオリノコ川の鉾石船航路啓開に用いられるもので、その特徴とするところは旋回装置を持っているパイプ・ブーム構造であることだ。そしてサクシオン・パイプの到達距離は船側から328呎という巨大なものである。旋回装置は直径80呎のターン・テーブルであってその構造は砲塔旋回装置と同じ型式であり、回転重量は1,800噸、主要パイプにT-1鋼2H鋼を使っているのも特長といえるだろう。

× × ×

いまだに改型などという戦時標準船をとときどき見かける。これらの所謂戦標船は潜水艦の被害が予想より非常に大きく、船腹が隈に見えるように減るのを補うため、質より量を別途として急速建造を行ない、急いで船腹をふやそうとしたときの所産なのであるから、全く粗製濫造の見本ともいえるべきものであり、船の寿命のことなどははじめから考えられてもおらなかったしろものなのである。しかもこれらに用いられている鋼材のごときには、かなりいかがわしいものが含まれていたのである。そんなことで建造の途上においても、船主などからいろいろと批判されたものだが、これらの船がスクラップ化もされずに残っているのを見ると、船というものは随分長く使えるものだとむしろ感心せざるを得ない。浪人はさきに内航船のおろそかにすべきでないことを述べ、戦標船のごとき低能率のものはスクラップして代替建造をなすべきだと寝言を並べたことがあるが、運輸省では所

得倍増計画における輸送分野において内航海運の占める比率が高いことから、外航海運と並行して今後は内航海運の整備にも力を入れる方針を固め、その具体策の本格的検討をはじめることになったそうだ。結構なことではあるが、浪人としては遅すぎたという感じがする。

さて運輸省では最近「内航海運と陸上輸送機関との輸送比較について」という資料をまとめた。これによると34年度の国内輸送実績では内航海運の運輸量を取りあげると、全体の6.7%ときわめて低いようだけれど、量に輸送距離を乗じたトン・キロ数では海運43.3%、鉄道42.6%、自動車14.2%となり、海運が1位となっているのである。とくに基幹産業の主要原料である石炭、鉄鋼、石油などは鉄道に比べて、海運が高い輸送比率を示している。それに穀類、木材、鉍石などの大量貨物は、将来ますます海運に依存する度合いが強まると見られる結果、内航海運の輸送量は大きいに増大するだろうと期待されているのである。現に所得倍増計画における内航海運の輸送需要量は45年度308億トン・キロと基準年次の33年度の約2.2倍となっている。この輸送量をみただけに必要な船腹量は45年度に308万総噸と見込まれているが、このためには今後鋼船103万総噸の新造が必要になってくる。また現有の内航鋼船のうち、44%にあたる45万総噸は低能率非経済的な戦標船と戦前船なのであるから、これらを代替建造すると10年間に合計約150万総噸の整備が必要になってくるというのである。

この整備を行なうとすればこれからしばらくの間、年間平均15万総噸の内航船舶を新造しなければならない。これは相当大きな数量だといっても差支えない。これらの船は船価を安くするため、規格を統一して数種の合理的な標準船とすべきであるとともに、その建造を中小造船所にまかすべきだと思う。すなわち小型船は小型船としての専門メーカーを育成して置く方が、ほどほどの良い船ができ上がるだろうし、また船価をさらに安くすることができるかと浪人は信じている。小造船所が自分のところの施設の程度を全くかえりみもせず、背のびをして大きな船に手を出した例を見ないでもないが、これには賛成できない。次第に発展して行くことに異存はないけれど、それに順序があると思う。大造船所はまた小船などに手を出すのを遠慮して、おのずから大小の分野をつくるのが造船界のためだろうと思う。ただ大小の造船所間では技術に格段の差があることは否み難い。この際小造船所の技術を本格的に向上せしむることがもっとも必要であろう。

× × ×

リンデ社のユニオンメルト潜弧溶接がわが国にはいつ

てきてからかなりの年月をけみした。はじめの頃日本のサルファー・バンドの多いリムド鋼にフラックスが合わず、ブロー・ホールがむやみに出たので一時使用を見合わせたこともあったけれど、わが要請によりリンデ社で研究の結果、そういった鋼にはほぼ適合する新しいフラックスが合成されたため、それ以来いろいろの方面に広く用いられるようになったのである。しかしリンデ方式のフラックスでは、その溶着鋼の衝撃値がいかに低いという点、何といっても欠点だといえは欠点である。ところで切欠脆性の問題がやかましくなり、鋼材に対しては衝撃値の随分高いものが世界的に要求されるようになったのに、潜弧溶接の溶着鋼だけがいつまでも低くてよいという理屈はあるまい。今まで随分いろいろの溶接にユニオンメルトが用いられているけれど、別にこれという問題を起こしていないから、何もいまさらその衝撃値を云々する要はあるまいとする論者もあったが、浪人はそうは決して思っていない。そして衝撃値の高い鋼には、溶着鋼の衝撃値が高くなるような潜弧溶接の出現をあくまで望むべきだとしていた。

浪人はユニオンメルト溶着鋼の衝撃値の低いことがいかに気にかかるので、4、5年前であったカリンデ社からきた技師に言ったこともあるし、また大阪変圧器を通じリンデ社に、溶着鋼の衝撃値を高める工夫をして貰いたいと申し込んだことがある。その後リンデ社ではいろいろとやっているとは聞いたけれど、いまだに成果を得ていないようだ。大阪変圧器でも溶接機に対する工夫やら、溶接法の研究で衝撃値を高めようという試みだけれど、所期の目的を達しないため実用的にはならなかった。浪人はフラックスなり心線なり変化を与える必要があるのではないかと思っていた。

リンデ社は日本で潜弧溶接に対する方法特許を取っていた。そのため潜弧溶接そのものの研究には表向き誰も手をつけていなかった。ところがこの特許は昨年の半ばで期限が切れたのである。そこで潜弧溶接に関心を持っていた2、3の会社は早速新しいフラックスなり心線の製造に取りかかっていたが、このほど大体高衝撃値の溶着鋼を得られるフラックスの製造に対する目鼻をつけたらしい。最近のA.B.Sサーベヤーから聞いたところでは、零度における溶着鋼のVノッチ・シャルピー値に毎平方センチ15キログラム・メートル前後出るフラックスが川崎製鉄千葉工場でき上がり、その認定をすましたということだ。またある造船所が実用に迫られて行なったこのフラックスの実用試験では、 $-40^{\circ}\text{C}$ 以上でなかなか良い衝撃値を出したということだから、このものは低温に対しても相当の頑張りを示すものと見てよいだろ

う。なおこのフラックスはリンカーン系の焼成したものであり、それに工夫を加えたものだけということだが、その他の衝撃値の違うフラックスも数種類千葉工場できていると聞いている。いずれ他の社からもこれに負けない高衝撃値を出すフラックスが製造されて出ることだろうが、何はともあれわれわれの望んでいたものが早く世に出たことは喜ばしい限りであるとともに、潜弧溶接利用の途もまた一段と広がるだろうと思う。

話はちよいとわき道にそれるが、防衛庁の艦艇に高張力鋼を使用しているものがある。これに潜弧溶接使用の可否が論ぜられたことがあったけれど、浪人は今までのような低衝撃値のものは、耐弾を考えなければならない軍艦のごときに使用すべきでないとしていた。しかし高衝撃値のものが出てきたのだから、話はすっかり変わってしまったことを付け加えて置きたい。

リンデ社とリンカーン社とはフラックスの製法が違っていたのである。終戦直後、川崎重工はリンカーン社のものを購入したと思っているが、その頃の記憶でははじめからこの方の衝撃値は幾分良かったように覚えている。その後リンデン社とリンカーン社とは激しい特許争いが起こり、大審院にまでいって争ったけれど、リンカーン社が遂に敗訴になってしまったのだ、この解決には大いに政治的のものがあつたといわれているが、いずれにしてもこの影響を日本も受け、このものの研究が停顿したわけである。方法特許などという漠然たるものの弊害とでもいうべきか。

× × ×

手溶接棒からできる溶着鋼の常温における衝撃値はどの種類でも、大体においてかなり高いものだ。しかしその遷位温度となると案外それの高いのに驚く。常温における衝撃値が高いからとて油断がならない。従って低遷位温度の鋼材を溶接するには、現在普通に市販されている手溶棒は不適格だといえよう。寒冷地に就航する船の船殻の溶接とか、ひどい低温に曝される構造物の溶接には鋼材の選択ばかりでなく、溶接棒の選択に対しても特別な考慮を払わなければ首尾は一貫しないだろう。こんな点が案外盲点になっているようなのはむしろ解せないところである。棒メーカーの中には低水素系の溶接棒に対し低遷位温度になるような研究をしているところもあり、そのできる可能性もあると聞いた。潜弧溶接に高い衝撃値を要求するばかりが能ではない。手近かな手溶接棒に低遷位温度のもののできるよう、使用者側から声を大にして要求すべきだろう。(36-3-24)

新造船の要目 (No. 70)

貨物船 (ニッケル鉱運搬船) **白 水 丸** 白水汽船株式会社 日本鋼管株式会社鶴見造船所建造

起工	昭和35年7月19日	定船速力	17.12kn	首席通一	2通一	3通一	計 12
進水	昭和35年10月3日	航海速力	14.3 kn	船医一	事務長一	司厨長一	
竣工	昭和35年12月15日	航続距離	14,800S. M.	調理員一	司厨員一	四	計 12
主要寸法		燃料消費量 (航海時)	20.53t/day	旅客一	予備一	總計	55
全長	136.500m	船 級	NK NS* MNS*	<b>甲板機械等</b>			
垂線間長	128.000m	資格区域	遠洋区域	揚 錨 機			
登録長	129.550m	タンク容量	m <sup>3</sup>	複筒横型汽動	18t×9m/min	1台	
型幅	18.000m	燃料油艙	863.8	揚 貨 機			
型深	11.400m	潤滑油艙	44.0	蒸 汽 式 密 閉 型	2.5/5t×60/30m/min	14台	
満載吃水 (型)	8.500m	船首水艙	420.6	緊 締 機			
〃 (ext.)	8.520m	船尾水艙	280.2	複筒横型汽動	3/6t×40/20m/min	1台	
満載排水量	15,034.9kt	脚荷水艙	3,534.4	操 舵 機			
同上 CB	0.746	養 糞 水 艙	83.5	電 動 油 圧 式	15HP	1台	
軽荷吃水 (型)	2.405m	清 水 艙	700.8	冷 凍 機			
軽荷排水量	3,663.6kt	冷却清水艙	1.3	直 接 膨 脹 式	2台		
夏季乾舷	2.916m	日用清水艙	3.3	暖房装置			
甲板層数	1	日用衛生海水艙	2.2	サーモタンク方式			
隔 壁 数	6	有効貨物重量	10,930.3kt	消火装置			
船 型	四甲板型船尾機関	貨物艙容積	グレーンm <sup>3</sup>	貨物艙	蒸気消火装置		
甲板間高さ等 (船体中心にて)		No. 1 C. H.	2,249.4	機関室	手動遠隔操作式消火装置		
上甲板一船首樓甲板		No. 2	3,895.1	居住区	兼甲板洗滌管		
後 端	2.400m	No. 3	3,971.2	<b>救命艇等</b>			
前部垂線	3.000m	No. 4	3,842.3	救命艇	木製8.7×2.85×1.15m	定員55名	
隆起甲板一マストテーブル頂面	2.200m	合 計	13,958.0	2隻 (内1隻は人力による機械推進装置付)			
上甲板一船尾樓甲板	2.500m	各種倉庫容積	m <sup>3</sup>	同上用ダビット	動力型ダビット	2組	
船尾樓甲板一遊歩甲板	2.500m	乾 物 庫	33.0	手動ウインチ	各1台		55
遊歩甲板一端縦甲板	2.500m	湿 物 庫	31.0	救命胸衣	8		
端縦甲板一航海船橋	2.500m	米 庫	24.8	救命浮環	6		
航海船橋一羅針甲板	2.500m	冷 藏 庫	計 135.4	救 命 筏	1		
二重底高さ 全通	1.390m	(野菜庫 21.4 肉庫・魚庫 17.2)		救命索投射銃	1		
機関室	2.090m	(ロビー 8.0)		<b>資 備 品</b>			
舷橋の高さ	1.200m	艙口寸法およびデリック能力		蟻 裝 敷	NK	3,911	
機関室の長さ	23.300m	No. 1	9.59×6.56m	無錐大錨	3,505kg	2個	
肋骨心距 (中央部)	0.750m	No. 2	16.00×8.20m	予備大錨	3,505kg	1個	
舷 弧		No. 3	16.00×8.20m	主 錨 鎖	52mm×550m		
F. P. にて	1.200m	No. 4	16.00×8.20m	挽索 (鋼索)	40mm×240m	1本	
A. P. にて	0.800m						
梁 矢							
上甲板及船首樓甲板	0.380m	乗 組 員		航海計器			
船尾樓甲板	0.250m	甲板部		転輪羅針儀	北辰製レベーター		
船橋樓甲板以上	0.250m	船長一	1航一	2航一	5ヶ	1組	
総 噸 数		3航一	見習一	甲板長一	磁気羅針儀	カード径 165φ	1組
(パナマ運河)	7,929.44T	船匠一	甲板庫手一	操舵手一	舵角指示器	セルシン式	1組
(スエズ運河)	7,944.46T	甲板員一	8	計 20	音響測深儀		
純 噸 数		機 関 部			海上電気製マリングラフ	1組	
(パナマ運河)	4,881.93T	機関長一	1機一	2機一	自動操舵機	北辰・中村式	1組
(スエズ運河)	5,958.20T	3機一	4機一	5機一	電気測程器	東航式	1組
甲板下噸数		見習一	操機長一	機関庫手一	機関室伝令器	セルシン式	1組
(パナマ運河)	6,738.70T	操機手一	3	操機手一	汽 笛	蒸気10吋	ホイッスル,
(スエズ運河)	6,726.07T	火夫一	4	事務部	空 氣	100 スーパー	
載貨重量 (夏季)	11,371.3kt						
速力・航続距離・燃料消費量							
試運転成績							
吃水 (前部)	2.13m (中央)	3.82m (後部)	5.55m (平均)	3.83m			
トリム (アフト)	3.42m	排水量	6,106t	プロペラ深度率	I/D 49%		
1/4 Max.	14.01	速力 (kn)	出力 (BHP)	巨転数 (RPM)	Cadm.		
3/4 Max.	15.60		3,165	104.9	290		
N. S.	16.52		4,600	119.6	276		
M. C.	17.12		5,660	127.7	266		
			6,315	132.9	265		
無線装置							
短波送信機 A <sub>1</sub> 1,000W 1台							
中波送信機 A <sub>2</sub> 500W 2台							
非常用送信機 A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> 40W 2台,							
A <sub>3</sub> 30W 1台							
受 信 機 短波, 長中波, 全波,							
非常用, 各1台							
緊急信号自動電鍵装置一式							
救命艇用携帯無線電信装置一式							
レーダー 9375±30MC 40 kW							
方位測定機 1台							

白水丸 (機関部)

<b>主機</b> 型式 B&W662VT2BF-140 (三井玉野) 連続最大 常用 BHP 6,000 5,100 RPM 128 121 燃料消費量g/BHP/h 161g/BHP/h (10,000kcal/kg低位発熱量) シリンダ数 6 シリンダ直径 620 ピストンストローク 1,400 主機付回転装置 ELEC&HAND 7kW×900RPM×1 主機重量 248ton		1,200RPM 1.5kW ボルカノ 燃料油移動ポンプ 堅 Duplex 50m <sup>3</sup> /h×3k×1台 帝國機械 A重油燃料移送ポンプ 堅歯車 5m <sup>3</sup> /h×2.5k×1台 新興金属 燃料弁冷却油ポンプ 横歯車 2.5m <sup>3</sup> /h×3k×2台 新興金属 雑用ポンプ 1,200RPM 0.75kW 〃 堅 Duplex 70/200m <sup>3</sup> /h×60/20m×1台 〃 ビルジポンプ 堅ピストン 20m <sup>3</sup> /h×25m×1台 〃 1,200RPM 3kW 〃 パラストポンプ 堅 Duplex 70/200m <sup>3</sup> /h×60/20m×1台 〃 サニタリーポンプ 横遠心 10m <sup>3</sup> /h×30m×1台 〃 3,600RPM 3kW 帝國機械 清水ポンプ 堅ピストン 15m <sup>3</sup> /h×30m×1台 〃 1,200RPM 3kW 新興金属 冷凍機用冷却水ポンプ 横遠心 4m <sup>3</sup> /h×20m×2台 〃 3,600RPM 1.1kW 三鈴産業 給水ポンプ 堅 Simplex 10m <sup>3</sup> /h×13k×2台 新興金属	
<b>軸系</b> 直径mm×長さmm×数 クランク軸 520 推力軸 500 中間軸 390 × 5,740 × 1 推進軸 420 × 7,150 × 1 プロペラ (権業プロペラ製) 型式 5選一体型 材質 マンガンブロンズ 直径×ピッチ 5,050mmφ×3,650mm (at 0.7R Actual 3,644mm) ボス径×長さ 850mmφ×900mm/ 面積 全円 20.029m <sup>2</sup> 展開 9.013m <sup>2</sup> 射影 7.980m <sup>2</sup> 展開面積比 0.450 重量 9,858kg 補助罐 (鶴見造船所製) 型式 乾燃室付油焚き船用円罐 受熱面積 210m <sup>2</sup> (conduction) +98m <sup>2</sup> (air heater)		補助離水強引循環ポンプ 横遠心 15m <sup>3</sup> /h×2.7k×2台 3,600RPM 3.7kW 〃 燃料油清浄機ポンプ 横歯車 3m <sup>3</sup> /h×2k×2台 〃 1,200RPM 0.75kW 〃 燃料油清浄機 AS-18V-1-3W-23C-73 歯車 2,100/h×2台 3,600RPM 2.6kW 潤滑油清浄機 AS-16V-11-3W 歯車 1,700/h×1台 3,600RPM 2.2kW 清浄装置用排気ファン 密閉閉軸流60m <sup>3</sup> /min×30mmAq×1台 1,800RPM 0.75kW 日本電気 補助離用強圧送風機 横遠心 200m <sup>3</sup> /min×100mmAq×1台 1,200RPM 7.5kW 〃 機械室通風機 密閉閉軸流 450m <sup>3</sup> /min×30mmAq×1台 1,800RPM 0.75kW 〃 潤滑油清浄機ポンプ 横歯車 2.5m <sup>3</sup> /h×2k×1台 〃 1,200RPM 0.75kW 新興金属 主機解放装置 吊上 3t×1台×3.7kW 縦走行 ×1.5kW	
蒸気圧力×温度 10kg/cm <sup>2</sup> (sat.) 蒸発量×給水温度 Max. 7,300kg/h×110°C 重量 (本体) 24.1ton 〃 (離水) 19.4ton 排気ガスエコノマイザ (鶴見造船所製) 型式 排気ガス加熱型強制循環式 受熱面積 49m <sup>2</sup> 蒸気圧力×温度 10kg/cm <sup>2</sup> (sat.) 蒸発量×給水温度 600kg/h×110°C 重量 (本体) 4,500kg 〃 (水) 360kg 発電機関係 主発電機 自励式 AC 150kW×450V×2 日立製作所 原動機 6PST-18D 240PS×720RPM×2 ダイハツ		熱交換器 清水冷却器 横表面 180m <sup>2</sup> ×1 笹倉機械 潤滑油冷却器 〃 180m <sup>2</sup> ×1 〃 燃料弁冷却油冷却器 〃 4.4m <sup>2</sup> ×1 三井造船 主機用燃料油加熱器 〃 3m <sup>2</sup> ×2 〃 清浄機用燃料油加熱器 C重油用 H.S.3m <sup>2</sup> ×2 栗田船舶 〃 潤滑油加熱器 横表面 1m <sup>2</sup> ×1 大阪重工 補助離用給水加熱器 〃 8m <sup>2</sup> ×1 栗田船舶 〃 燃料油加熱器 堅ボルカノ 1m <sup>2</sup> ×2 〃 補助復水器 横大気圧表面冷却 80m <sup>2</sup> ×1 笹倉機械 ドレンクーラー (タンク加熱用) 横表面 1.5m <sup>2</sup> ×1 栗田船舶 ターボチャージャ用潤滑油冷却器 横表面 3m <sup>2</sup> ×1 栗田船舶	
補機類 主空気圧縮機 HC-274 150m <sup>3</sup> /h×25k×2台 田辺空気 同上原動機 発電機械駆動 240PS 非常用空気圧縮機 SS4×C4 10.5m <sup>3</sup> /h×25k×1台 ヤンマー 同上原動機 4HPディーゼル駆動 海水冷却水ポンプ 横遠心 180m <sup>3</sup> /h×20m×1,800RPM×1台 19kW 帝國機械 海水冷却水ポンプ 〃 〃 〃 〃 〃 〃 発電機械用冷却海水ポンプ 〃 〃 〃 〃 〃 〃 10m <sup>3</sup> /h×15m×1台 1,800RPM 1.5kW 〃 予備冷却海水及清水ポンプ 〃 〃 〃 〃 〃 〃 180m <sup>3</sup> /h×20m×1台 1,800RPM 19kW 〃 補助循環水ポンプ 堅 Duplex 70/200m <sup>3</sup> /h×60/20m×1台 新興金属 潤滑油ポンプ 堅スクリュ 180m <sup>3</sup> /h×3.5k×2台 1,200RPM 30kW 小坂研究 ターボチャージャ用潤滑油ポンプ 横歯車3m <sup>3</sup> /h×2k×2台 1,200RPM 0.75kW 新興金属 潤滑油移送ポンプ 〃 〃 〃 〃 〃 〃 5m <sup>3</sup> /h×2.5k×1台 1,200RPM 1.5kW 〃 燃料供給ポンプ 〃 〃 〃 〃 〃 〃 1m <sup>3</sup> /h×14k×2台		諸タンク 主機用起動空気槽 (主) 5.5m <sup>3</sup> ×25k×2 鶴見造船所 発電機用 〃 125L×25k×1 ダイハツ C重油澄タンク 9m <sup>3</sup> ×2 鶴見造船所 C重油常用タンク 9m <sup>3</sup> ×2 〃 A重油澄タンク 5m <sup>3</sup> ×1 〃 A重油常用タンク 5m <sup>3</sup> ×1 〃 潤滑油澄タンク 4m <sup>3</sup> ×2 〃 潤滑油貯蔵タンク 23.6m <sup>3</sup> ×1 〃 雑 万能工作機 2GB×1×2.2kW 大日金属 電動研磨盤 径 250mm×1 〃 電気溶接機 JIS 300A×1 大阪変圧機 ガス切断機 アセチレンガス1 〃 燃料弁ラッピング機械 1台 三井造船	



技 術 短 信

三菱 UE ディーゼル機関  
宇部興産と技術提携

三菱造船では去る3月25日、宇部興産の要請に基づき三菱 UE ディーゼル機関 UE C 65/135型の製造・販売に関する技術提携の契約調印が行なわれた。

今回の技術提携はすでに提携している神戸発動機、林兼造船、赤坂鉄工所などの 5,700PS 以下の中小型機関提携に対し、大型に属する 65/135型の初めての提携であり、出力が 6,600~10,000PS となっている。(製造場所は宇部市宇部鉄工場)

さらに 65/135型は従来の 65/125型の改良、新設計型として今後の性能が期待されている。

なお同社のこれまでの UE ディーゼルの年間平均は約 44,000PS であったが、この実績は生産態勢が藍わず需要に応じられなかったためであるが、今後生産態勢拡充と技術提携先を増して純国産機の普及をはかる方針である。昭和40年には大型、中小型、特殊型のおおの20万PS、合計60万PSに拡大の計画である。

UE 65/135型要目

- シリンダ径 650mm 行程 1,350mm
- 毎分回転数 135rpm
- 正味平均有効圧力 8.19kg/cm<sup>2</sup>
- 定格出力 6—6,600, 7—7,700, 8—9,000,  
9—10,000PS

三菱造船大型水中翼船年内に完成

三菱造船長崎造船所では、このほど81~88人乗りの大型水中翼船(実用船)を6月頃着工、12月末着水完成すると発表した。同船は3号船(MH-30)として長崎造船所で現在設計中であるが、主機械は自社製の1,500馬力を採用する予定である。船体は神戸製鋼の全軽合金製である。さきに三菱造船下関造船所で1号船(MH-1)を完成、この4月10日には2号船(MH-3)を進水する。

なお3号船(MH-30)および2号船(MH-3)の主要目は次の通りである。

MH-30

- 全長 21.00m
- 全幅 5.30m
- 深さ 3.50m
- 全備重量 約 32t
- 主機械 1,500PS
- 速力 40Kn
- 最大搭載人員 80~88人

MH-3

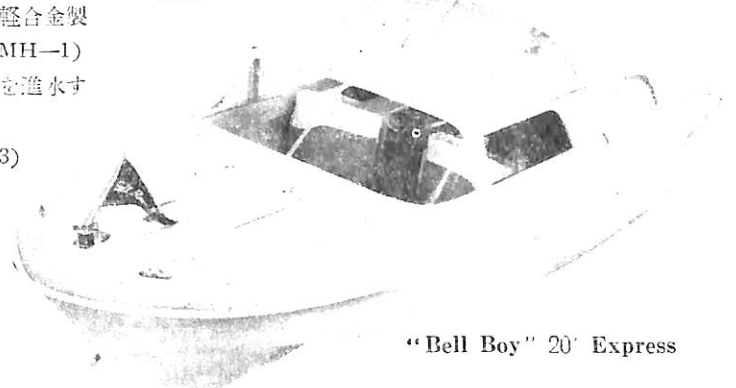
- 全長 8.00m
- 全幅 2.20m
- 深さ 1.10m
- 吃水 (静止状態) 1.50m
- (浮上航走時) 0.60m
- 全備重量 約 3t
- 主機械 クライスラー 177PS
- 速力 35Kn
- 最大搭載人員 10~12人

日東紡の輸出向プレジャーボート  
“Bell Boy”

日東紡績株式会社では、去る3月28日東京・赤坂プリンスホテルで同社のプラスチック製品を展示した。中でも注目を浴びたのは硝子繊維で強化したプラスチック製のプレジャーボート“Bell Boy” 20' Express, 17' Express, 14' Ballerina の3隻であった。これらのボートは米国の Bell Boy 社から同社が受注して建造したものであるが、設計は Bell Boy 社によるもので、今年中に各種型 1,200隻を輸出する。

レジャータイムはボート遊びで……これが今日米国民の合言葉のようになり、空前のボートブームを巻起している。米国でのボートの保有数は800万隻、そのうち特にハイ・スピードのアウトボート・モーターボート(船外機型)が喜ばれている。船体は硝子繊維で強化したプラスチック(FRP)が最も好適で、特長は軽量で丈夫、漸新なデザインのものを比較的容易に作れ、色の剥げ落ちがなく水を吸わず維持が簡単なこと等である。

“Bell Boy” 20' Express は全長6.00m (20'-0")、巾2.40m (95 1/2"), 深さ1.08m (43"), 重量820kg、搭載馬力40HP×1基~80HP×2基、最大速力63km/hで、ベットシート、ストーブ、流し、トイレ、ロッカー等を備えている。



“Bell Boy” 20' Express

## 原子力船のページ

### 原子力開発利用長期計画の改訂

●日本原子力委員会は現行の原子力開発利用計画を改訂してこのほど発表したの、そのなかから一般的問題と原子力船の研究開発に関する部分を要約すれば次のごとくである。

今回の改訂は、原子力開発利用のための現行の長期計画が昭和31年9月に策定されて、わが国の原子力利用の目標と方針を明らかにされ、さらに引続いて発電用原子炉開発のための長期計画、核燃料開発に対する考え方が策定されたが、最近2、3年来の情勢の変化を考慮し、今後の開発をより合理的ならしめるため、当初の長期計画をある程度修正することが適当と考えられるにいたったので、昭和36年2月、あらためて長期計画が策定されたものである。新長期計画はわが国の原子力開発利用の全般を網羅する長文のもので、第1部：計画改訂の背景、第2部：原子力発電、原子力船、核燃料および放射線利用の4部門における長期見通し、第3部：この見通し実現のために実施されねばならない研究開発計画、第4部：これら研究開発計画および見通し実現のために必要な促進方策、の4部分から構成されている。

長期計画の改訂を促した情勢の変化のうち主なものは原子力を実用化するために克服すべき技術的問題が複雑で、その解決に予想以上の期間を必要とすること、世界の石油供給力が伸長し、かつ原子力が石油に対して未だ経済的競争力を有していないことである。しかし長期にわたりエネルギーの供給源を安定化すること、アイソトープおよび放射線を工業その他の分野へ利用すること、原子力開発にともないわが国の産業経済に与える二次的効果の大きいことなどを考慮するとき、原子力開発の必要性は大きくその意義を過小評価するようなことがあってはならない。

新長期計画は、対象期間を1961年から1980年までの20年間とし、これを前期約10年の開発段階、後期約10年の発展段階に2分して、前期の計画は具体的に、後期のそれは展望的にとりまとめている。

●原子力船については経済の伸長による貿易量の増加にともなって船腹の需要が増大するものと考えられ、この需要を満たすために船舶の大型化、高速化をすすめることも望ましく、この点からみて大型高速船として有利な原子力船が将来重要な役割を占めるものと期待される。また造船業が重要輸産業となっているため、この地位を保持するためには原子力船の建造技術を培養しておくことが必要でこれらの点に原子力船開発の意義が存する。

原子力船が商船として経済性を確保し得るためには、原子炉の性能向上、放射線遮蔽構造の合理化、建造費および燃料費の低減を実現することが必要で、これらの技

術の開発とともに、原子力船の建造技術は前期の10年間に著しく進歩するものと期待される。原子力船の経済性については、大型船、高速船等においては10～15年後には在来船と競争しうるものと考えられる。

このため前期10年間においては、原子力船1隻を建造し、運航せしめる計画としているが、これは将来に備えて、原子力船建造技術の確立、運航技術の習熟、技術者および乗員の養成訓練に資するためである。従って、原子力第1船は技術開発に適した船型であって、使用される原子炉は軽水冷却型が考えられ、1968～70年に竣工することを目標としている。なお放射線の遮蔽や原子炉自体の研究には、日本原子力研究所に設置される遮蔽研究炉、動力試験炉による研究を活用することとされている。

研究開発の具体的課題としては次の諸点を列挙している。すなわち、(1)設計研究を行なう。すでに現在までに船の運動による外力、船の負荷変動、振動等が船用原子炉およびその特性に及ぼす影響について研究を実施してきたが、さらに必要な研究を加えて原子力船およびその推進装置に対する設計基準を作成し、原子力船の技術的、経済的な評価を行なうために詳細な設計研究および解析を行なう。(2)設計研究の結果により第1船の仕様を定めて建造を行なう。建造の過程において、建造工程、工作法、コンテナの組立、遮蔽施行法、機器の積装法、燃料の装置方法、検査、試験についての経験を得る。(3)運航を含む各種試験を実施し、設計と実際とを比較して検討を行なう。(4)遮蔽の研究を重視する。原子炉の遮蔽は現在大きな安全率をもっている。このため遮蔽重量が大きく、船の機関部重量の半分以上を占め、在来機関の積載燃料の重量にも匹敵すると見積られるので、その重量を減らすことは原子力船性能の向上に資する。(5)新形式原子力船の開発を行なう。その要点は原子炉の資本費を切り下げること、効率の高い原子力プラントの開発を行なうこと、大型高速船・潜水船等原子力の特色を生かした船型の研究を行なうことである。

新長期計画における原子力船の開発計画のしめくりとして、第1船の構造に必要な資金の確保について国として十分努力するものとしている。

●なお新長期計画における核燃料特に濃縮ウランに関する考え方を附言すると、前期10年においては米国、国際原子力機関等から供給を受けることを期待し、後期10年においてはプルトニウム燃料の実用化、濃縮ウランの一部国産化を目標に研究開発をすすめることとしている。

### 原子力年報(昭和34～35年版)発表さる

日本原子力委員会では、本年2月、原子力白書ともいうべき原子力年報(昭和34～35年版)を作成発表した。

この年報は14章約270頁に及ぶもので、最近の原子力事情が広くかつ詳細に述べられている。そのうち船舶の面から見て興味ある部分を極めて手短かに要約しよう。

わが国の原子力開発の歴史は昭和29年以来5年余を経て、原子力平和利用の黎明期から発展の基礎確立の時期となってきた。原子力を平和的に利用する方法は、核分裂反応にともなう放射性アイソトープを医学、農業、工業面等へ利用することと、同じく熱エネルギーを動力源として利用することの二分野に大別することができる。

放射性アイソトープの利用は、一言にしていえばこの5年間に着実に発展・普及しているものといえる。熱エネルギーを動力源として利用することについては、原子力発電と船舶推進とがある。原子力発電はすでに実用規模のものが、英国、米国などでかなり多数建設されており、原子力船についても、米国において多数の潜水艦その他の軍艦が建造されたのをはじめとして、ソ連の原子力砕氷船レーニン号、アメリカ原子力商船サバンナ号等も建造され、英国その他の国においても商船あるいは潜水艦の建造計画がすすめられている。それにもかかわらず原子力の動力への利用を一口に評するならば、黎明期における盛大な利用計画は最近にいたり世界的にスローダウンされているといえる。

その原因の主なるものは、原子力発電のみならず原子力船においても同様であるが、石油資源が新たに発見されてその供給力が増大していること、生産量も増加して価格が低下する傾向にあること、火力プラントの技術進歩により性能が向上したことなどによって、原子力は火力に対して未だ経済的競争力を有していないこと、および原子力プラントの高価な建設費を低廉ならしめ、かつ安全性を確保するためになお改良を要する技術上の問題が残されていることである。

このように実際の原子力利用計画は欧州に端を発してスローダウンされた傾向が見られるが、しかしわが国における原子力の研究開発計画は、一例を原子力予算の増加にみられるごとく発展しているものといえる。即ちその予算規模は次に見られるごとく推移となっている。

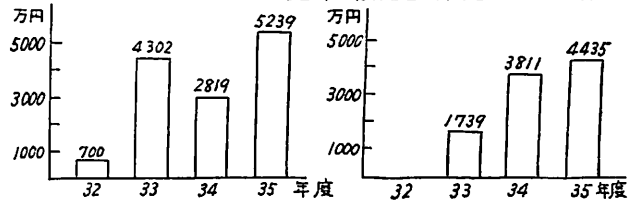
年度	29	30	31	32	33	34	35
予算額(億円)	2.5	2.0	20	60	78	74	77

わが国における原子力研究開発は残念ながら欧米の先進諸国に比してかなり遅れている。すべての可能な炉

型式の研究開発を併行的に進めることは経済的に困難であるので、原子力委員会では比較的近い将来に実用化が予想される軽水炉、有機減速冷却炉、重水減速炉、高温ガス冷却炉の4型式が発展の可能性が大きいので注目することとしている。このような背景のもとにわが国で運転中、建設中、計画中の研究用および実用の原子炉は下の一覧表のごとくである。

これらの原子炉に使用される核燃料はほとんどすべて輸入によっているが、JRR-3(一覧表参照)の取替え燃料用に使用される金属ウラン約4トンが原子燃料公社によってはじめて国産された。

原子力船についてはまだ何と云っても各国とも実験段階にあり、真に在来船と経済的に競争可能となるのはまだかなり先であると思われているが、欧米の実情を知るために34年10月から約2ヶ月にわたり原子力船調査団が派遣された。将来における原子力船の建造および運航に備えるため、政府は研究開発を促進することとし、運輸技術研究所にて研究を開始し、昭和32年度からは予算化され、一方民間における研究もその一部は原子力平和利用研究委託費または補助金によって助成された。(附図参照)また日本原子力研究所に設置を計画されている動



運輸技術研究所原子力予算 原子力平和利用研究委託費 力試験炉や遮蔽研究炉によって、原子炉の船内負荷を模擬した実験や遮蔽の研究の実施が考慮されている。

原子力船の運航に当っては、その災害に対する考慮が必要で、このため昭和35年5月に開かれた海上人命安全条約改訂会議において原子力船の安全問題が取上げられ、わが国からも代表が出席した。

なお参考までに原子力白書の目次を示せば次の通り。

- 第1章原子力のあゆみ、第2章原子炉、第3章核燃料
- 第4章原子力船、第5章核融合、第6章放射線の利用
- 第7章原子力関連機器、第8章原子炉用材料、第9章基礎的研究、第10章放射線障害防止および廃棄物処理
- 第11章放射能調査、第12章災害補償、第13章科学者技術者の養成、第14章国際関係。

原子炉一覧表(運転中、建設中、計画中)

設置者	設置場所	原子炉名称	目的	完成年月日	最大熱出力	核燃料	減速材	冷却材
日本原子力研究所	東海村	JRR-1(WB型)	基礎研究および訓練	53・8	50kW	20%UO <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> aq.	軽水	軽水
"	"	JRR-2(CP-5型)	基礎研究および材料試験	36・10	10MW	20%U+Al+Si(板)	重水	1次重水 2次軽水
"	"	JRR-3(天然ウラン重水型)	アイソトープ生産工学試験	(36)	10MW	天然ウラン(中束棒)	重水	重水
"	"	JPDR(BWR型)	運転保守の経験、開発研究	(37)	46.7MW (電熱出力 12.5MW)	2.6%~2.4%UO <sub>2</sub> ペレット	軽水	軽水
日本原子力発電	"	コルダーホール改良型	発電	(39)	595MW (電熱出力 166MW)	天然ウラン(中束棒)	黒鉛	炭酸ガス
立教大学	横浜製市	TRIGA-II	研究および教育	(36・11)	100kW	20%U+Zr+H(棒)	水素化ジルコニウム	軽水
五島育英会	川崎市	"	"	(36)	100kW	"	"	"
日立製作所	"	SP型	研究炉製造技術および研究	(36)	100kW	10%UO <sub>2</sub> ペレット	軽水	"
東京芝浦電気	"	"	"	(36)	100kW	20%U+Al(板)	軽水	"
近畿大学	布施市	UTR型	研究および教育	(36)	0.1W	90%U+Al(板)	軽水	"

# 新造船工事月報

(運輸省船舶局造船課)

## 造船所工事中船舶(鋼船)および建造実績

(昭和35年12月末現在)

造船所	用途	貨物船 (客船, 貨客船)	油槽船 (鉄道連絡船)	漁船 (雑)	船	輸出船	合計	35年1~12月	35年1~12月				
								進水船 (GT)	竣工船 (GT)				
藤永田	造船	3	11,730	—	—	—	3	11,730	5	27,410	3	20,880	
函館	造船	—	—	—	2	1,700	3	11,400	7	13,200	16	14,025	
日立	造船	—	—	—	2	1,850	2	18,550	4	23,950	8	33,495	
日立	造船	—	1	4,900	1	9,300	3	37,370	6	88,970	7	95,250	
日立	造船	1	4,450	—	2	2,199	—	—	1	4,450	5	11,750	
日立	造船	—	—	—	2	2,199	—	—	2	2,199	14	8,644	
林波	造船	1	250	3	2,978	—	—	—	5	3,478	21	12,083	
石波	造船	1	14,200	—	—	—	8	36,850	9	51,050	12	48,010	
石波	造船	—	—	1	28,800	1	10,300	3	42,250	14	39,910	16	106,480
飯川	造船	—	—	—	—	1	10,900	1	10,900	4	43,150	7	101,470
崎	造船	2	17,300	—	—	1	3	79,900	8	106,050	13	147,630	
崎	造船	2	22,100	—	—	—	1	460	3	22,560	8	39,520	
呉	造船	—	—	—	8	2,701	—	—	8	2,701	38	11,776	
金	造船	2	7,450	—	—	—	2	7,450	3	4,903	5	5,843	
等	造船	3	2,740	—	—	—	3	2,740	2	2,670	1	970	
九	造船	6	4,834	1	585	(雑3 879)	—	—	10	6,298	27	13,865	
来	造船	—	—	—	—	(雑1 2,500)	1	41,000	2	43,500	5	71,600	
三	造船	2	4,450	2	58,500	—	2	31,950	6	94,900	9	109,150	
三	造船	1	9,520	1	29,300	2	186	6	160,800	10	199,806	15	173,529
三	造船	2	17,200	—	—	—	1	7,100	3	24,300	3	52,600	
三	造船	1	3,700	—	—	—	—	—	4	5,700	10	5,836	
三	造船	—	—	—	—	1	1,450	—	6	1,818	27	8,519	
鋼	造船	—	—	—	—	(雑1 250)	2	21,100	3	21,350	6	60,850	
鋼	造船	—	—	—	—	(雑1 480)	1	13,800	4	14,615	11	16,385	
名	造船	—	—	—	—	(雑1 150)	—	—	—	7	28,790	10	47,290
古	造船	2	4,090	—	—	—	2	36,750	2	36,750	5	19,140	
名	造船	—	—	—	—	(雑1 650)	2	9,400	3	10,050	2	88,890	
N	造船	—	—	—	—	(雑1 280)	—	—	3	1,395	6	6,475	
日	造船	(客船1 800)	—	—	—	(雑1 315)	—	—	3	1,395	13	7,730	
新	造船	1	2,550	—	—	(雑3 750)	—	—	4	3,300	19	26,905	
大	造船	4	5,486	1	690	—	—	—	5	6,176	13	9,993	
尾	造船	1	9,350	(連絡1 1,700)	—	—	3	49,300	6	60,770	10	48,500	
新	造船	(客船1 420)	—	—	—	—	1	2,320	2	3,310	3	42,100	
佐	造船	—	—	—	—	(雑1 460)	3	6,560	8	26,080	10	34,610	
佐	造船	1	3,300	1	2,800	—	—	—	3	6,068	4	11,599	
瀬	造船	2	4,570	1	1,498	—	—	—	3	6,068	8	5,858	
塩	造船	—	—	1	2,370	(雑3 102)	—	—	4	2,472	8	5,858	
四	造船	1	990	3	1,555	—	2	2,000	7	4,715	102	18,580	
大	造船	(客船1 170)	—	—	—	—	2	170	13	5,567	52	9,843	
浦	造船	4	4,820	—	—	(雑3 1,500)	4	41,800	9	59,300	11	93,150	
日	造船	2	16,000	—	—	—	4	2,320	23	8,660	56	13,702	
臼	造船	(客船1 65)	2	405	13	1,985	—	—	—	—	—	—	
杵	造船	(客船1 89)	28,422	—	—	(雑1 72)	—	—	—	—	—	—	
その他	造船	(客, 貨客16 1,123)	87	23,367	—	(雑120 12,254)	8	1,421	392	73,472	—	—	
計		136	203,341	109	201,213	117	37,761	63	626,961	595	1,038,728	—	
		(客, 貨客21 2,821)	(連絡1 1,700)	(雑148 24,924)							海上自衛隊艇 隻5 5,760		

起工船 142隻 167,432総噸(うち110G T未満の船 25隻1,354G T省略)(昭和35年12月末までに報告のもの)

造船所	船番	船名	主	総トン数	主機	用途	起工月日
浦賀	797	東海	連運	6,000	D	貨(セメント船)	35-12-20
新三井	319	向大阪	海商	990	〃	貨物船	12-5
三井	921	大松	海商	9,350	〃	〃	12-19
三井	657	松島	海商	3,000	〃	貨物船(石炭)	12-8
三井	53	松島	海商	9,000	〃	貨物船	12-22
三井	153	大日	海商	13,600	〃	貨物船(鉍石)	12-8
三井	1560	大日	海商	9,520	〃	貨物船	12-22
三井	12	志和	海商	120	〃	〃	12-24
三井	87	志和	海商	1,999	〃	〃	12-27
三井	175	志和	海商	200	不	明	12-24
三井	77	志和	海商	430	D	〃	12-16
三井	13	志和	海商	190	〃	〃	12-18



— 船の科学 —

幸山	陽西	船造	渠船	171	雲尾	備形	商金	船一	60	不	明	客	船	船	11-26
山東	造	造	船	385	日太	近洋	海漁	餉業	84	D	340	漁	船	(船)	11-15
関井	造	造	船	537	和仙	田	捕商	店市	250	//	650	船	(網)	(明)	11-26
東沢	造	造	船	181	甘昭	槽産	台業	汽	59	//	310	船	(船)	(網)	11-15
古村	船	工	業	23	マイ	悦	業	汽	26	//	60x2	船	(船)	(理)	11-10
呉本	船	鐵	工	5	平中	ン	ネ	シ	145	不	明	船	(船)	(運)	11-15
四本	造	造	船	26	中山	ド	ラ	ア	110	//	420	船	(船)	(船)	11-1
神國	造	造	船	56	筑	ア	ネ	シ	165	不	1,500	船	(船)	(貨)	11-5
鶴市	造	造	船	566~7	川	岡	泰	八	469	D	400	船	(船)	(貨)	11-22
村井	造	造	船	46	本	大	岩	海	250	//	160	船	(船)	(貨)	11-9
井四	造	造	船	229	筑	川	丸	二	170	//	250	船	(船)	(船)	10-24
山本	造	造	船	1195	川	本	丸	二	175	//	250	船	(船)	(船)	10-22
竹原	造	造	船	55	筑	本	丸	二	250	//	350	船	(船)	(船)	10-9
丸尾	造	造	船	333~4	港	橋	丸	石	20x2	//	120	船	(船)	(網)	10-18,22
松尾	造	造	船	577	金	泉	海	海	150x2	//	明	船	(船)	(船)	10-27
本原	造	造	船	118~9	丸	新	海	政	180	D	250	船	(船)	(船)	9-10
尾鐵	工	工	船	151	大	興	海	政	420	//	420	船	(船)	(船)	9-10
尾鐵	工	工	船	124	木	島	海	政	140	//	明	船	(船)	(船)	9-22
鋼管	造	造	船	503	加	藤	海	政	20	D	450	船	(船)	(船)	9-26
淺野	造	造	船	125	中	島	海	政	150	不	明	船	(船)	(船)	9-10
				123	東	港	工	業	150	不	明	船	(船)	(船)	8-16
				47	東	港	工	業	940	不	明	船	(船)	(船)	8-10

進水船 117隻 112,553総噸 (うち竣工欄※印船50隻7,352G Tは進水と重複につき省略)

造	所	船番	船名	主	總噸數	主	機	用途	進水月日
藤名大	三	79	えいび	丸九	630	D	650	貨(LPG船)	35-12-24
永村	阪	317	東	丸九	3,100	//	3,500	貨物船	12-24
田造	造	169	嶺	丸九	2,550	//	2,550	貨(石炭)	12-9
田造	造	656	州	丸九	1,450	//	1,680	貨(セメント)	12-5
永村	阪	54	吉	丸九	13,100	//	7,000	貨(鉄石)	20-20
戸造	造	101	峰	丸九	3,300	//	2,760	貨物船	12-18
戸陽	輪	166	洋	丸九	499	//	650	//	12-18
止	上	123	菱	丸九	290	//	320	//	12-17
島	輪	201	伸	丸九	240	//	270	//	12-7
止	上	161	辰	丸九	700	//	1,000	//	12-10
波	上	107	祥	丸九	250	//	320	//	12-5
來	島	109	洋	丸九	380	//	550	//	12-11
九	州	68	海	丸九	430	//	530	//	12-8
鋼	管	240	日	丸九	1,700	//	1,500	油槽船	12-2
鶴	見	185	港	丸九	175	不	明	油	12-2
市	川	229	日	丸九	170	D	160	//	12-30
橋	洲	1193	港	丸九	650	//	750	//	12-18
竹	本	5	大	丸九	220	//	250	//	12-16
尾	造	82	威	丸九	690	//	950	//	12-17
竹	工	153	盛	丸九	230	//	270	//	12-24
太	造	62	大	丸九	230	//	320	//	12-18
松	工	118	友	丸九	100	//	130	//	12-5
常	造	57	大	丸九	930	//	1,000	//	12-8
波	鐵	108	友	丸九	999	//	1,000	//	12-30
來	石	66	年	丸九	585	//	650	//	12-18
四	下	576	海	丸九	350	//	500	//	12-10
三	濱	573	樂	丸九	215	//	250	//	12-17
愛	造	45	長	丸九	190	//	270	//	12-11
新	鐵	13	和	丸九	350	//	530	漁船(鮪)	12-17
金	造	316	住	丸九	280	//	700	//	12-27
西	造	391	吉	丸九	247	//	650	//	12-2
日	造	261	比	丸九	240	//	550	//	12-8
林	造	52	神	丸九	310	//	650	//	12-18
大	造	353	久	丸九	90x2	//	各360	// (不明)	12-24
浦	造	951	喜	丸九	1,800	//	2,000	// (トロール)	12-2
名	造	271~2	明	丸九	90x2	//	各310	// (底曳)	12-14
大	造	800	東	丸九	500	//	4,000	雜船(渡)	12-14
浦	造	174	海	丸九	160	//	1,760	// (曳)	12-10
大	造	318	光	丸九	150	//	800x2	// (巡視)	12-14
浦	造	174	土	丸九	350	//	700x2	// (渡)	12-24
中	造	311	陽	丸九	40	不	明	//	12-21
東	造	20	山	丸九	1,000	D	30	// (砂利)	12-20
浦	造	6	隆	丸九	19	不	明	// (渡)	12-21
	造	786	吉	丸九	650	不	明	// (渡)	12-8



東内高白	林大	橋東浦鋼	安	大渡石立	中山塩大南	日寺沢	寺山橋家四	白飯日鶴幸	今関鋼三	宇	大鋼鋼東	石信井東	大井	
田知杵	兼洋	崎北賀管	藤	田辺船	原山辰進	田村	岡根造	本島国	許立野	本見陽井	管菱和	洋管管京	原船船	井
田知杵	兼洋	崎北賀管	藤	田辺船	原山辰進	田村	岡根造	本島国	許立野	本見陽井	管菱和	洋管管京	原船船	井
田知杵	兼洋	崎北賀管	藤	田辺船	原山辰進	田村	岡根造	本島国	許立野	本見陽井	管菱和	洋管管京	原船船	井

予約購読案内 種々の御都合で市販は極く少数に限られますので、本誌確保  
御希望の方は直接協定宛お申込み下さい。バックナンバーも備えてあります。

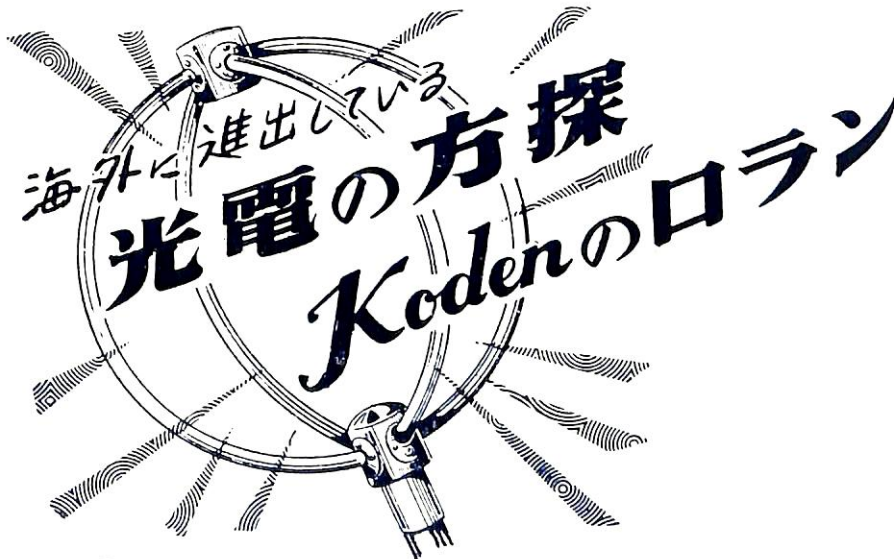
昭和36年 4月 5日 印刷 (昭和23年12月3日)  
 昭和36年 4月 10日 発行 (第三種郵便物認可)

禁転載 第14卷 第4号(No. 150) 特別号定価 190円 (〒16円)

発行所 船舶技術協会 編集兼発行人 朝永信雄  
 東 京 都 港 区 東 山 町 3丁目 7番 4号 印 刷 人 三光印刷株式会社  
 東 京 都 豊 島 区 高 田 南 町 3の 734



A	尼崎製鉄株式会社	7	日本ペイント株式会社	18
	浅野物産株式会社	表 3	日本冷蔵株式会社	34
D	ダイアボンド工業株式会社	148	西芝電機株式会社	1
	ダイハツ工業株式会社	31	日結株式会社	2
	大日本塗料株式会社	33	O 株式会社大沢商会	表 3
F	富士電機株式会社	44	小野田セメント株式会社	149
G	株式会社ガデリウス商会	148	R リーベルマン株式会社	4
H	ヒエン電工株式会社	35	理化電機工業株式会社	149
	日立造船株式会社	表 1	環研ヒストンリング工業株式会社	19
I	有限会社井上商会	9	S 株式会社成山堂書店	107
	株式会社石原製作所	32	神鋼電機株式会社	21
	石川島芝浦タービン株式会社	20	新光機械工業株式会社	7
K	海上電機株式会社	32	神東塗料株式会社	43
	株式会社海文章	44	昭和石油株式会社	22
	株式会社小林武雄商店	8	株式会社暹西時計輸入商会	1
	株式会社光電製作所	147	ソニー株式会社	150
	栗田化学工業株式会社	19	T 太平工業株式会社	41
M	三菱金属鋳業株式会社	表 2	大興物産株式会社	10
N	新潟ウエシントン株式会社	31	大洋電機株式会社	表 2
	日本ビテイ株式会社	8	田島応用化工株式会社	表 4
	日本ノボパン工業株式会社	42	株式会社玉屋商店	37
	日本ダンロップ護謨株式会社	5	東京電機製造株式会社	21
	日本ヘルメチック株式会社	9	株式会社東京計器製造所	10
	日本アイ・イー・シー株式会社	37	東京計装株式会社	150
	日本無線株式会社	6	巴工業株式会社	10
	日本ヒストンリング株式会社	20	Y ヤマハ発動機株式会社	3



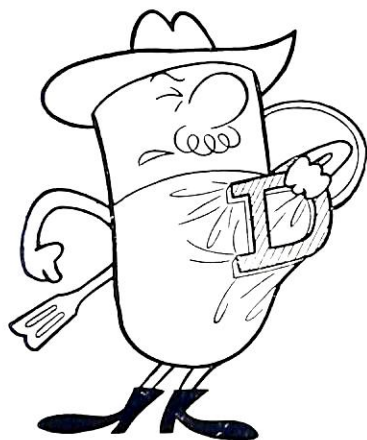
株式  
會社

探の方の電光  
Kodenのロラン

本社 東京都品川区上大崎長者丸284  
電話 (441) 1131(代表)  
神戸出張所 神戸市生田区西町35 三井ビル  
電話 (39) 0535 ~ 6

なに なに なん  
何から何まで何でもクツク接着剤!

船舶用ほか150余种



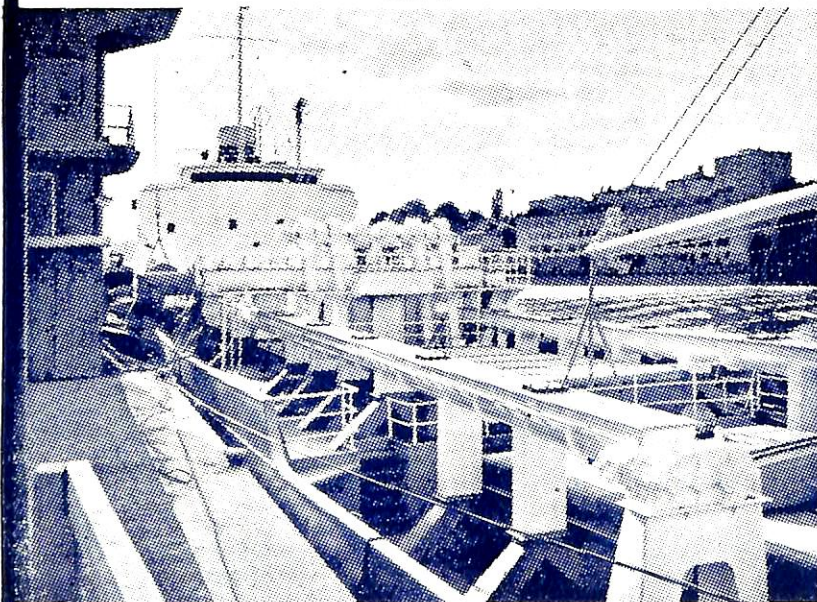
高性能接着剤

**ダイアボンド**

**ダイアボンド工業株式会社**

本社 東京都中央区日本橋本町4の6 電話(661)0844  
工場 東京都葛飾区本田原町3 電話(697)1157

## 鉚石・石炭・セメント用自動荷揚げ装置



バルク キャリアに朗報!  
鉚石荷役の革命!

無駄な荷役時間を無くす  
特に荷役設備のない港湾に出入する船舶には最適です

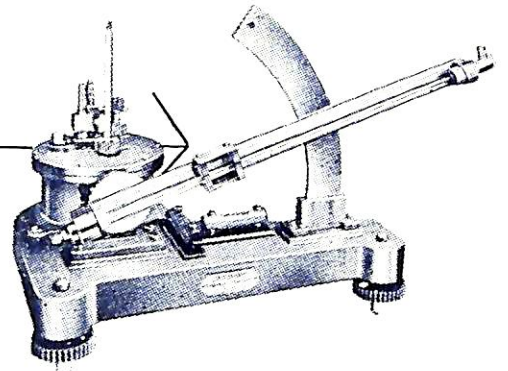
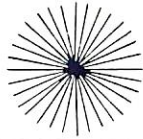
Bulk Carrierの計画をなさる方は  
弊社迄御連絡下さい



日本総代理店  
株式会社 **ガデリウス商会**

東京都港区赤坂伝馬町3-19 (408) 代表2131・2141  
神戸市生田区京町67モーションビル (39) 代表 0701  
福岡市上辻ノ堂町25ナショナルビル(3) 代表 4134

# RSK



RIKASEIKI KOGYO CO.

〔製造品目〕

## F-209 精密傾斜微圧計

各種ピトー管、ピトー管移動装置  
 ロータリーコック(ピトー管6点用切換コック)  
 ベッツ型マンノメーター 壁掛型V字マンノメーター  
 チャトック型マンノメーター 単管式マンノメーター  
 アスカニヤ型マンノメーター 多管式マンノメーター  
 ゲッチンゲン型マンノメーター

本器は最も利用価値の多いマンノメーターで  
 傾斜角度は4段に切換出来る。  
 最大測定範囲は水柱圧 150mm迄である。  
 最高精度は傾斜角度 $\frac{1}{10}$ の場合 $\frac{1}{100}$ mmである。

### 理化精機工業株式会社

東京都千代田区神田鎌倉町15 TEL (251) 6679

## 川野田



普通 ポルトランドセメント  
 早強 ポルトランドセメント  
 ダム用 ポルトランドセメント  
 高級 シリカセメント  
 高炉 セメント  
 白色 セメント

# 川野田セメント株式会社

社長 安藤豊祿

本部・東京都千代田区丸の内1の1鉄鋼ビル

# Bondmaster

# G527



## 不燃性の造船用接着剤!

ポリエーテル及びポリウレタンフォームの接着  
 金属、プラスチック、木材などあらゆる硬質  
 半硬質の材料の接着にボンドマスター-G527  
 ボンドマスターはアメリカの工業用接着剤専門メーカー  
 ラバー・エンド・アスベスト社の接着剤で、あらゆる用  
 途に数百種の製品があります。

その他の造船用接着剤

ボンドマスター-G458、459	ポリスチレンフォーム用
ボンドマスター-G360	天然ゴム / スチル
ボンドマスター-G596	コルク / 鉄板 不燃性



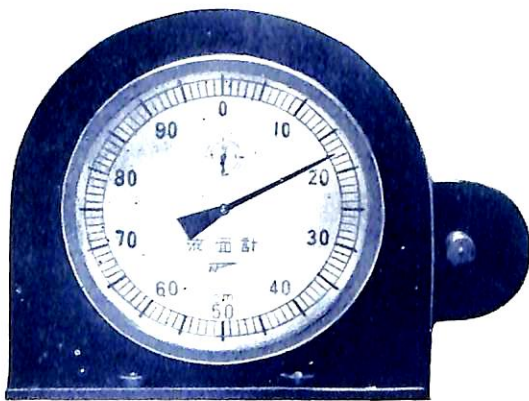
ラバー・エンド・アスベスト社日本総代理店

ソニー株式会社 東京都品川区北品川6の351  
 Tel.大代表(442) 5111

# SONY

## 液面計

# 船舶用液面計



L S 型... 密閉型で、フロートによって液面変位を滑車式で測定し、ウエイトおよびスプリングによってバランスを取り、テープ目盛により深さを計る。

L M 型... 上記と同一方法であるが、磁気結合式で測定するものである。

L A 型... 開放式で空気をバージして、背圧により測定するものである。

L P G 用... フロートによる測定方法であるが、特殊型に液化ガス用に設計されたものである

その他各種液面計

## 東京計装株式会社

本社 東京都港区芝田村町6-10(創和ビル)  
 電話 東京(501)7414・(431)8947  
 営業所 大阪市北区西扇町17(日扇ビル)電話(36)7462  
 工場 横浜・日里



〜 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  
浦賀電動油圧舵取装置(型各種)  
全密閉型汽動揚貨機  
揚錨機、揚貨機、繫船機  
(各汽動及電動)  
(テンションウインチ)
- ◇岡野バルブ製造株式会社製品  
船用一高温、高圧バルブ
- ◇品川機械株式会社製品  
テラバル型船用油清浄機
- ◇北辰電機株式会社製品  
船用氣象模写受信装置
- ◇日本ヴィクトリック株式会社製品  
ヴィクトリックジョイント各種
- ◇株式会社御法川工場製品  
船用自動石炭燃焼機  
船用重油噴燃装置
- ◇東京・北辰協同製作  
北辰中村式オートパイロット  
テレモーター



**津野物産株式会社 機械部**

東京都丸の内一丁目六番地の一 東京海上ビル新館8階  
電話 東京281局(代表)4521, 4531, 4541(直通)9103-5  
大阪・名古屋・門司・仙台・札幌・横浜・高松・広島・長崎・四日市

# HAMILTON

## CHRONOMETER WATCHES



2 日 捲  
2 1 石  
特殊エリンバヒゲゼンマイ付  
高級仕上げムーブメント

### ハミルトン マリナーロムター

総代理店 **株式会社 大澤商會**

産業機械部 東京都中央区銀座西2の1 山田ビル2階 TEL (535)3271-4

昭和三十六年四月五日印刷  
昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

船の科学

定価 一九〇円

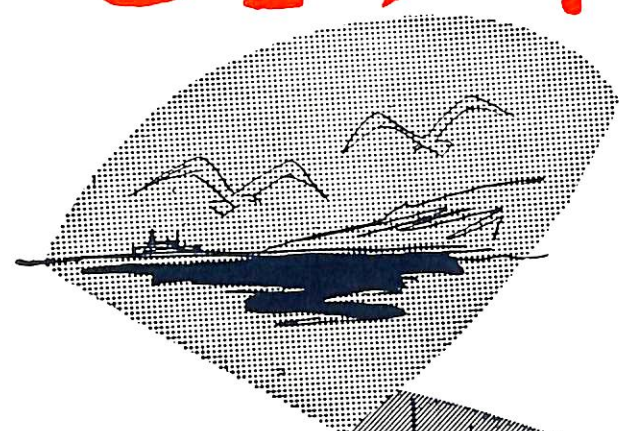
東京都港区麻布笈町七九  
船舶技術協会  
電話 青山 三九九四番



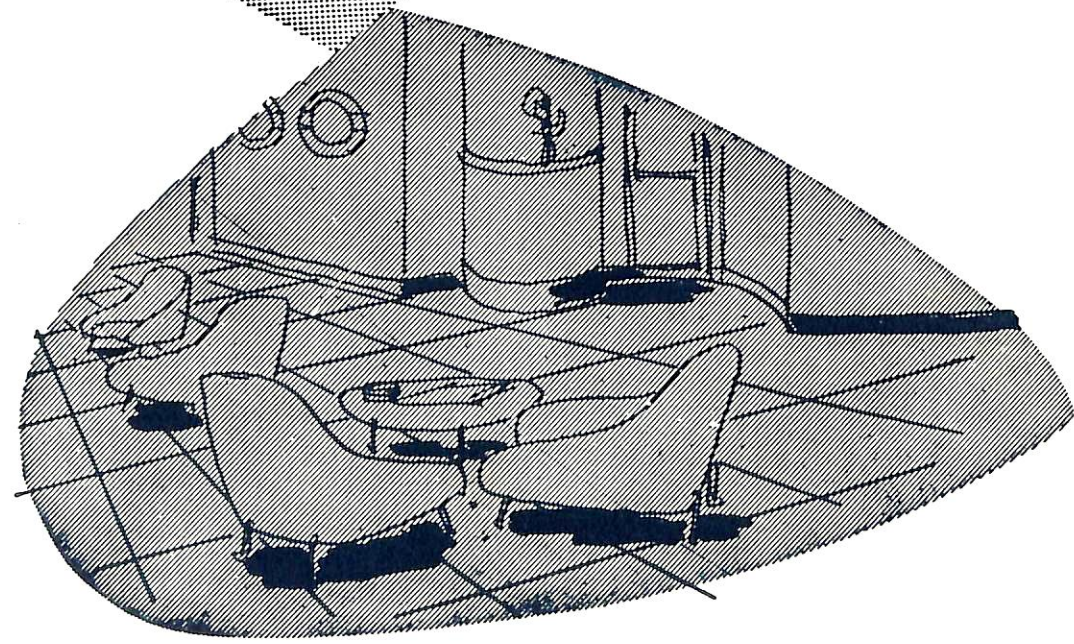
# 快適な船旅にソフトな床材

高級弾性床タイル

# 三星ソフトタイル



三星ソフトタイルは柔軟で、弾性に富み感触が非常によく美しい色調が16種以上用意してあります。  
磨擦に強く褪色せず他の床材の何れよりも水持ちします。



三星ルーフィングの **田島応用化工株式会社**

東京・東京都千代田区神田岩本町13 TEL 浜町(866)代6148  
大阪・大阪市西区京町堀上通 1-14 TEL 大阪(44)代5951

IBM 7739