

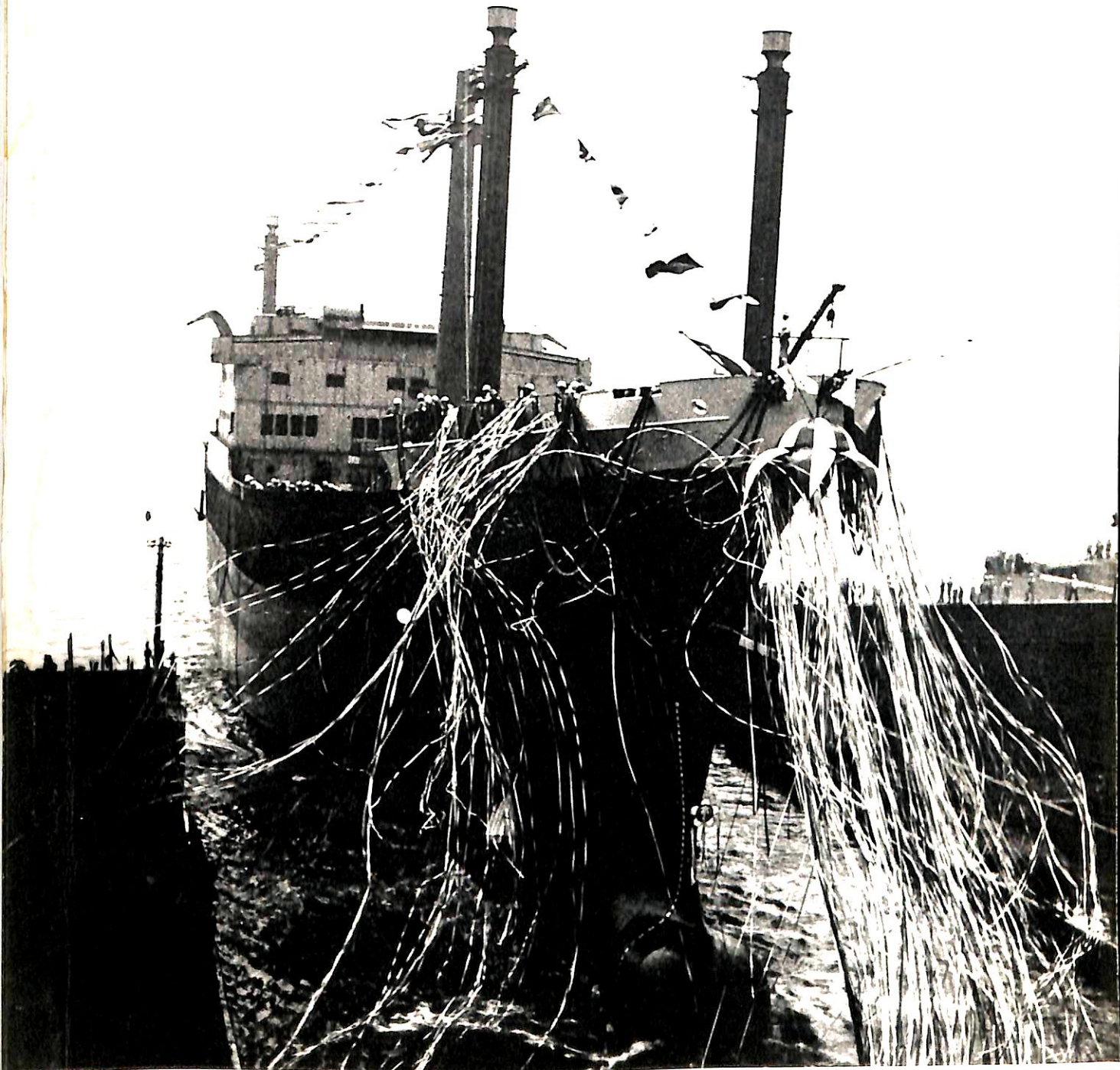
船の科学 7

1965

創刊200号突破記念特集号

昭和40年7月5日印刷 昭和40年7月10日発行 第18巻 第7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 日本国有鉄道特別授承認雑誌 第1156号

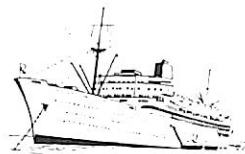
VOL. 18 NO. 7



日立造船株式会社

Royal Inter-ocean Lines (中略)
高速貨物船 STRAAT FUSHIMI
9,100GT, 進水 1965.6.17
日立造船・桜島工場建造

OIL BATH TYPE
STERN TUBE BEARING
OF CHUETSU METAL WORKS CO., LTD.



外国よりの導入技術
による生産態勢がで
きました。



中越合金鑄工株式会社

本社 東京都千代田区神田司町2-7(福祿ビル)TEL(292)4421代
大阪支店 大阪市西区北堀工上通1-33(岩井ビル)TEL(541)8855-7
工場 富山・(営業所) 名古屋・広島・新潟



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

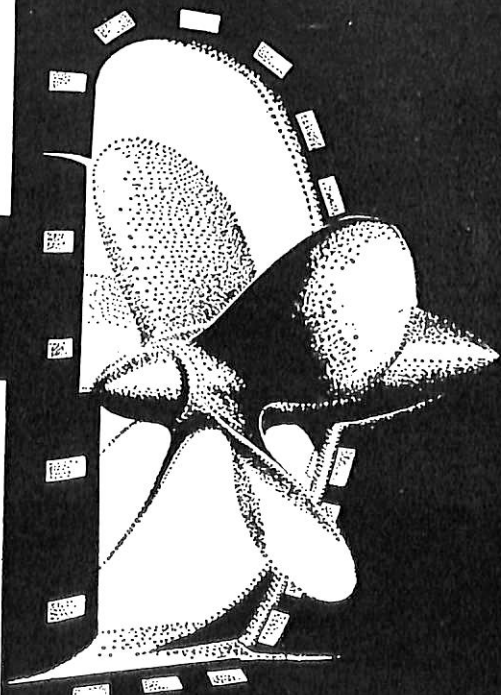
東京都千代田区大手町1丁目6番地(大手ビル)
電話 (231) 2431・3321・4311番

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

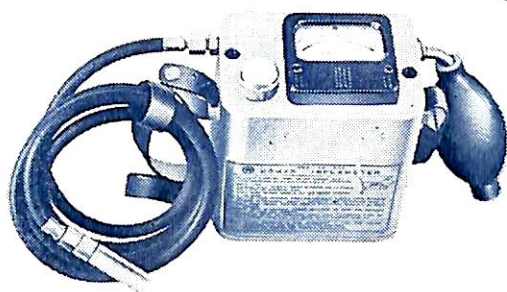
電話 (211) 5641 代表



油槽船ケミカルタンカーの安全に

光明可燃性ガス測定器

運輸省船舶技研検定品



光明可燃性ガス警報計

光明可燃性ガス警報装置

北川式迅速ガス検知器

カタログ・文献 謹呈

光明理化学工業株式会社

東京都目黒区唐ヶ崎603 TEL (711) 2176 (代)

NSDK

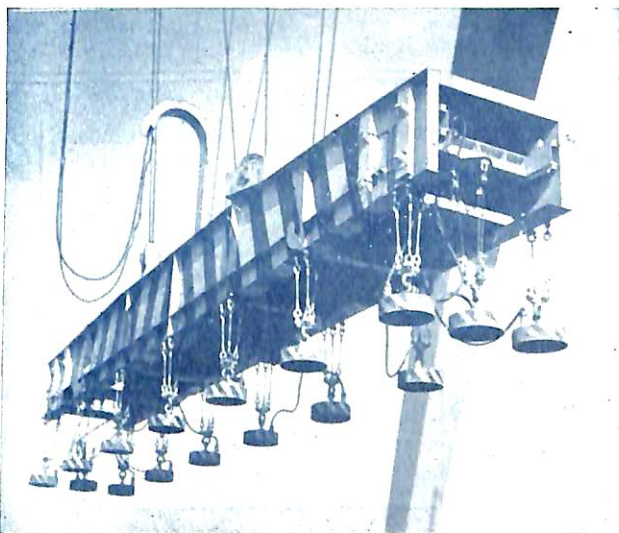
西芝小形マグネット

長尺鋼板が歪まずワンマンで運搬できる！

鋼板一枚づり専用
鋼板の貯蔵運搬管理に最適
確実な保護・簡便な操作

営業品目

ディーゼル発電機
船用電気機器
送風機・コンプレッサ



西芝電機株式会社

本社・工場 姫路市網干区浜田 1,000
電話網干72-1261(代表)

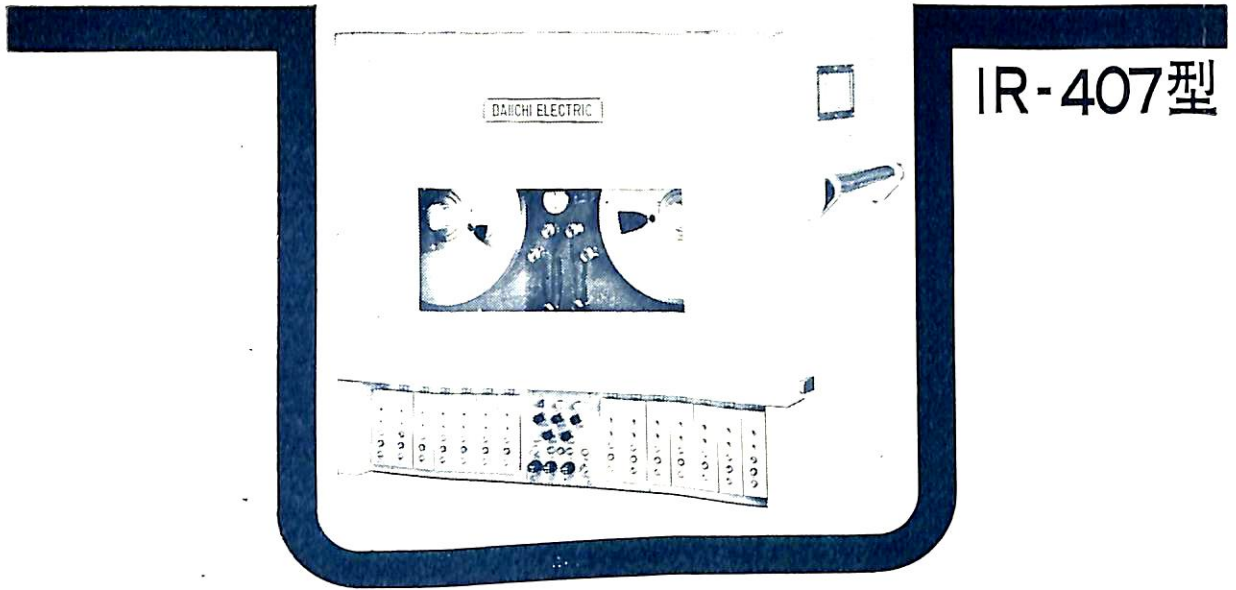
東京営業所・東京都中央区銀座西8-6 (第三秀和ビル)
電話東京 (572) 5351(代表)

大阪営業所・大阪市北区曾根崎新地2-17 (成晃ビル)
電話大阪 (312) 2158(代表)

データ処理のスピードアップに!!

FMデータレコーダ

IR-400*シリーズ

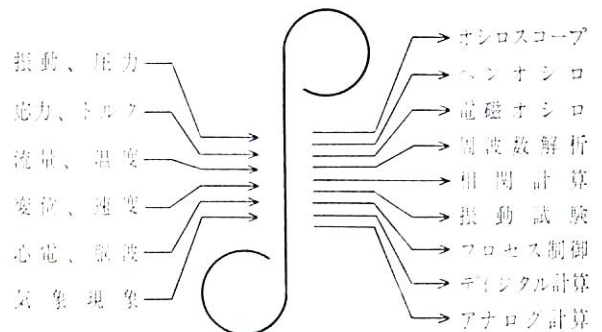


●可搬型《車積用》データ処理のSpeed up = IR-400シリーズ、FMデータ・レコーダは磁気テープを使用し、計測用、制御用または計算用として、7チャンネルまでのアナログデータの同時記録が可能となり、各分野に亘り広範囲に使用出来ます。また可搬型としてコンパクトにまとめられているため手軽に現地試験が出来、記録再生間のテープ速度変換を行うことにより、長時間に亘るデータ処理のスピードアップ及び高速度現象のスピードダウンをきわめて容易に行うことが出来ます。

●増巾器は全てプラグインユニット—本機は特に周波数変調記録方式(FM)を目的として製作されたものでありますが、8K C以上のデータを取扱う場合、直接記録方式(Direct)を使用することも出来ます。トランジスタ化されたプラグインユニットを挿しかえることにより即時に変換することが出来ます。

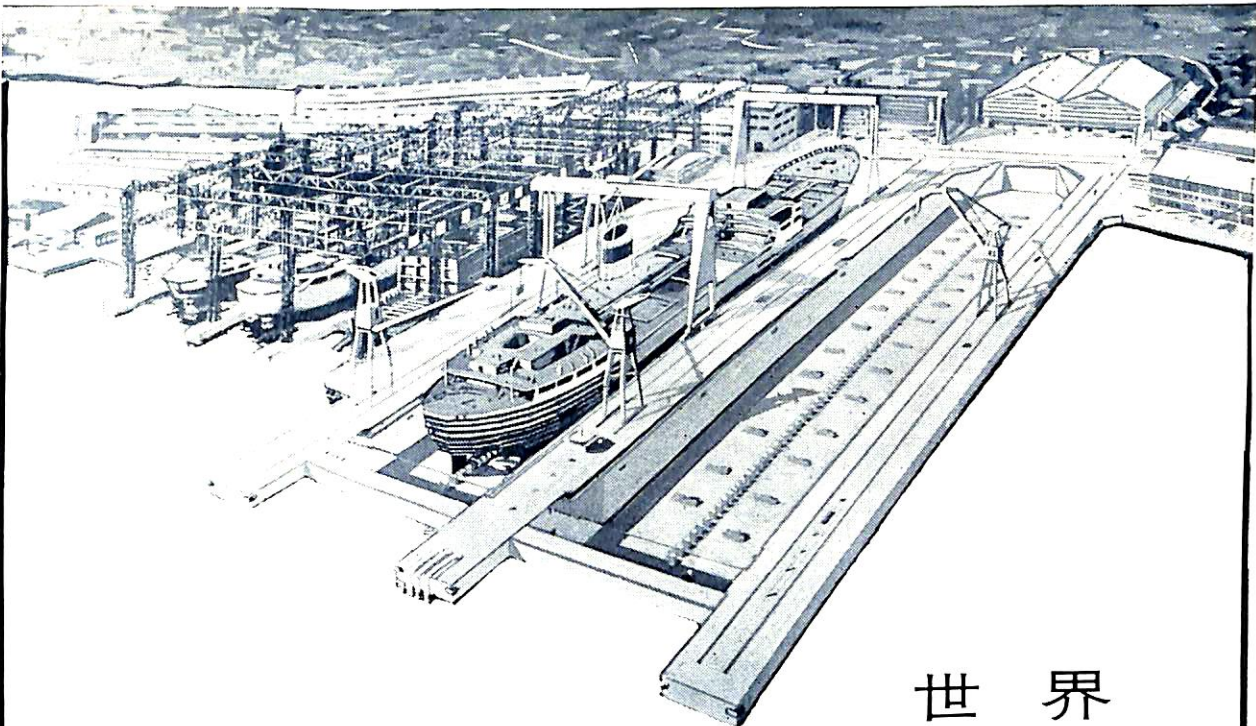
●周波数特性と記録時間=10^{1/2}吋径のリール・2500~3600呎巻を装架出来ますので、連続記録時間と周波数特性との関係は下記のようになります。

テープ速度 吋/秒	連続記録時間		周波数特性	
	2500呎巻	3600呎巻	周波数変調方式	直接記録方式
60	8分	12分	DC ~ 8K C	300% 80K C
30	16分	24分	DC ~ 4K C	200% 40K C
15	32分	48分	DC ~ 2K C	200% 20K C
7 ^{1/2}	64分	96分	DC ~ 1K C	200% 10K C
3 ^{3/4}	2時間8分	3時間12分	DC ~ 500	200% 5K C
1 ^{7/8}	4時間16分	6時間24分	DC ~ 250	200% 2.5K C



第一電気株式会社

東京都千代田区有楽町1丁目10番地 / 三信ビル7号室
電話 591-2813-2965



世界
最大

20万トンドック完成

三菱重工では船舶大型化に対処するため、長崎造船所に、38年8月以来20万トンドック2基の建設を進めていましたが、本年6月ビルディングドックが完成し(1基は修繕用ドックで本年9月完成予定)既に起工式をおえ第1船を建造中です。

この20万トンドックは、全長 350 m 幅56 m、深さ14 m 建造能力20万DWT という世界最大級のもので特に 300 トンゴライアスクレーン(吊上能力世界最高)2基による大型立体ブロック建造方式は世界の造船界、海運界の注目をあつめています。



三菱重工業株式会社

本社 東京都千代田区丸の内2の10 電話 東京 (212)3111(大) 造船所 長崎・神戸・下関・横浜・広島



S F 空気調和装置



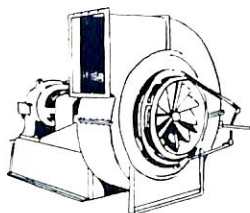
快適な
換気装置



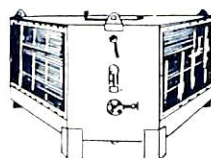
船倉
換気装置



強制通風扇と
空気予熱機



空気清浄機と
空気ろ過器



日本で進水させた船舶のうち、合わせて 3,094,225 重量トンの船が、S F 製品を装備しています

■詳細は弊社船舶機械部へお問合せ下さい。

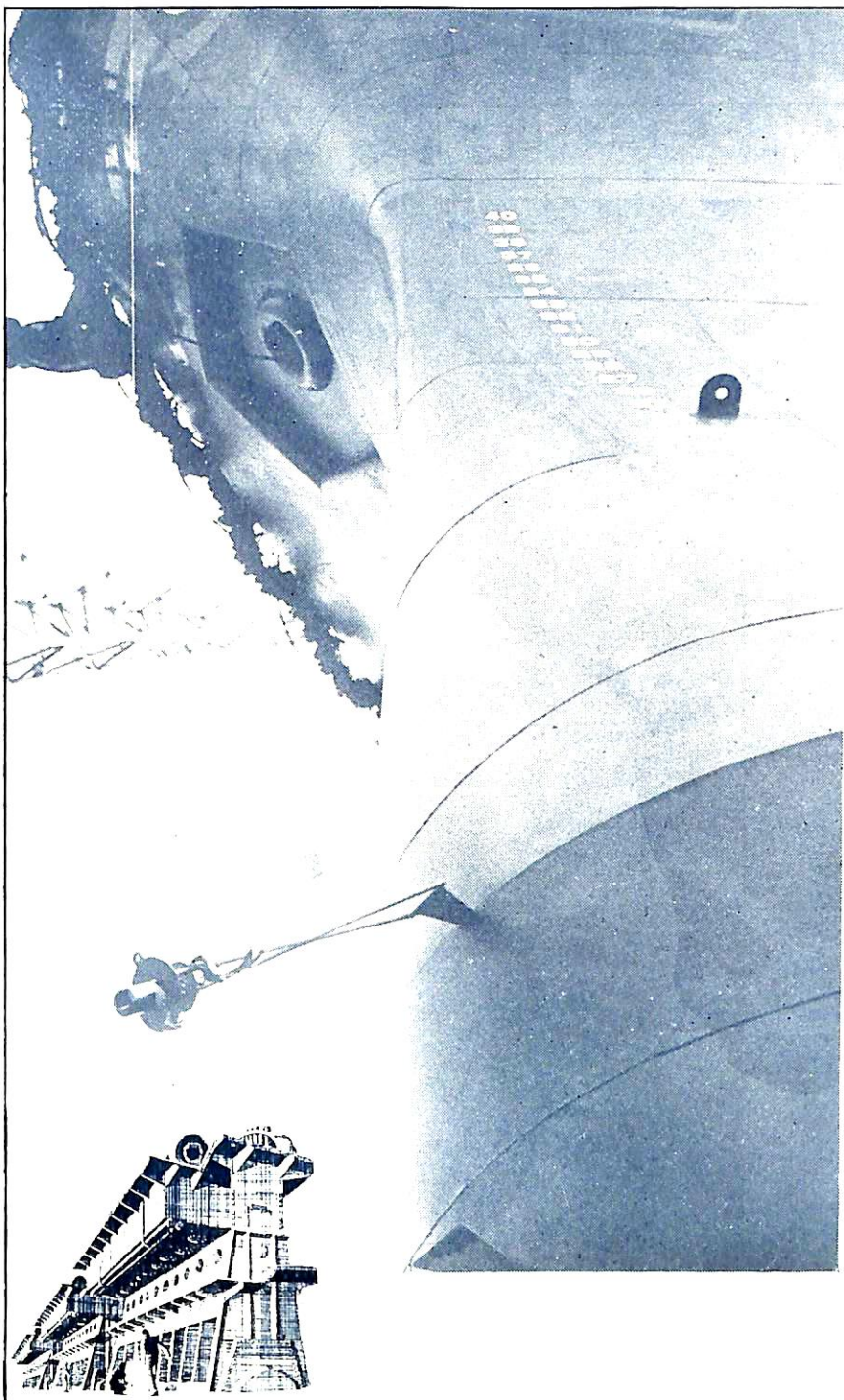
日本総代理店



株式
会社

ガデリウス商会

東京都港区赤坂佐馬町3-19 電話 403 2141 (大代)
 神戸市生田区浪花町27興銀ビル 電話 39 7251 (大代)
 福岡市下西町1 福岡第1ビル 電話 28 2444・5606
 札幌市北4条西4-1 ニュー札幌ビル 電話 25 3580・6634



船舶・艦艇新造修理
浦賀スルザー・ディーゼル機関
浦賀スタル・ラバル蒸気タービン

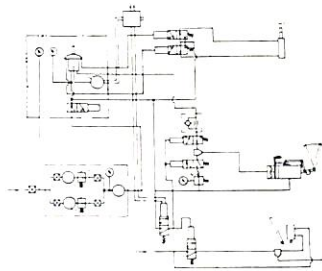
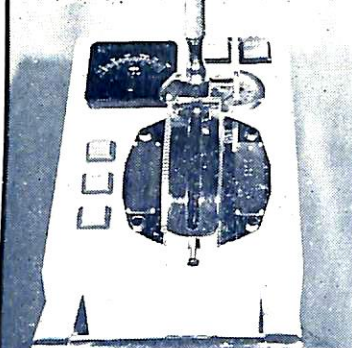


浦賀重五

東京・新大手町ビル (211) 1361

船舶の自動化・合理化にナブコの技術を!

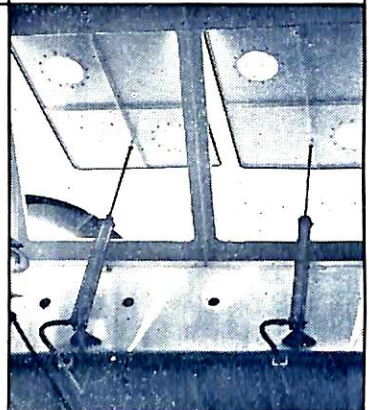
〈ディーゼルエンジンリモートコントロール〉



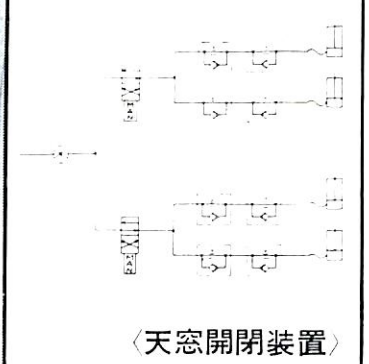
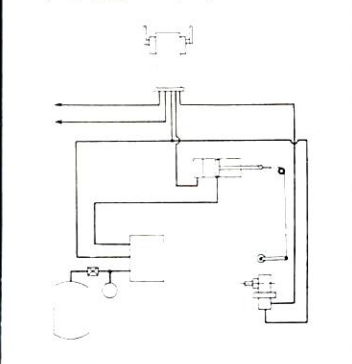
1つの
レバーで
安全・確実、
小型で
大きな力
取付容易!

●空気圧式の特長

- 1) 引火のおそれなく安全性が高い
- 2) 漏洩による汚れがありません
- 3) 作動空気は起動用の空気を7 kg/cm²に減圧して使用できます
- 4) 応答は敏速で、動作は円滑・確実です
- 5) 温度変化の影響を受けません
- 6) 使用機器は堅牢で分解も容易ですから、保守取扱いは簡単です
- 7) 耐腐蝕性の材質を使っています
- 8) 電気・油圧式に比して費用低廉です



〈可変ピッチプロペラリモートコントロール〉



〈天窗開閉装置〉

テ
カ
呈カタログ

日本エヤーブレーキ株式会社

機器事業部

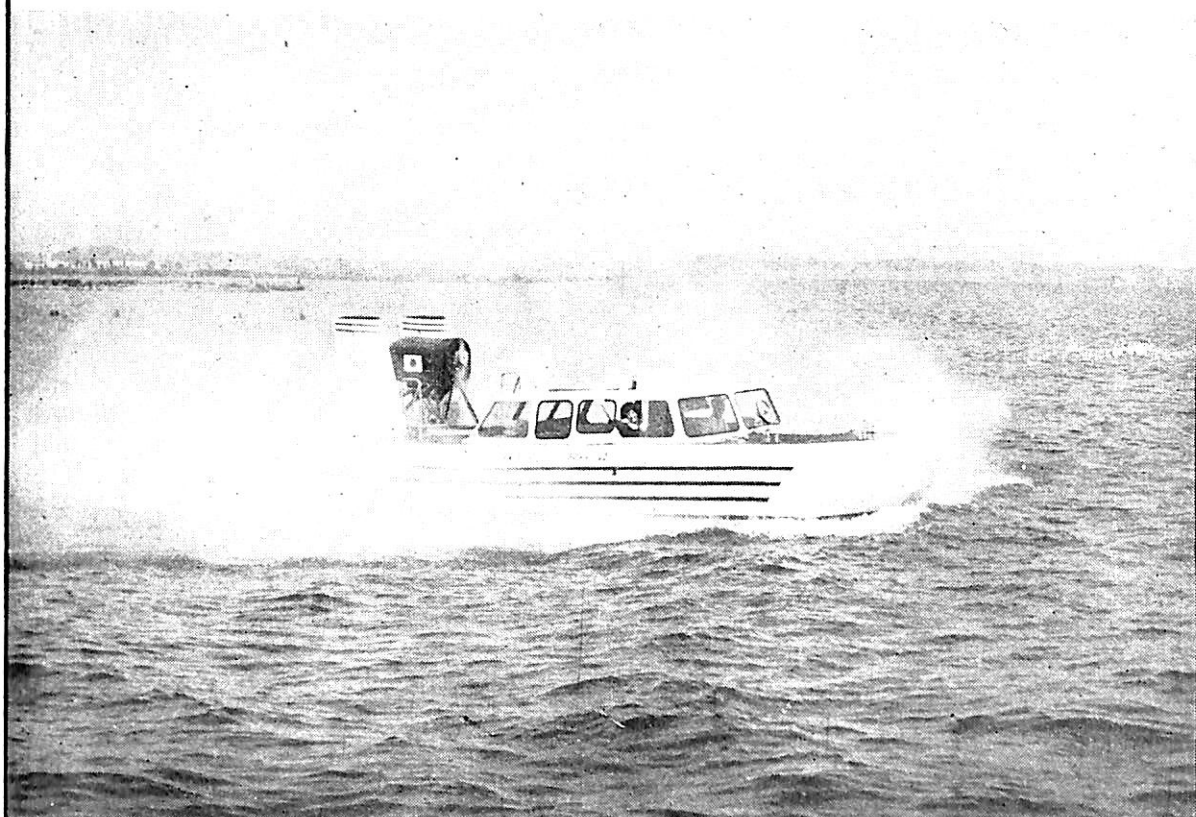
神戸販売課
東京販売課
名古屋事務所
小倉事務所

神戸市灘区岩屋中町1の38
東京都中央区日本橋通3の2
名古屋市中村区広井町3の98
北九州市小倉区京町10

TEL (87) 5 2 2 1
TEL (272) 6 3 5 1
TEL (58) 8 5 0 8
TEL (53) 5 4 7 0

もう“夢の乗物”ではありません

『三井・VA型ホーバークラフト』実用化



船と飛行機のあいの子のような乗物。

それが三井のホーバークラフトです。艇体と水面の間に空気のクッションをつくり、水上を飛走し地上からの発着も自由自在です。

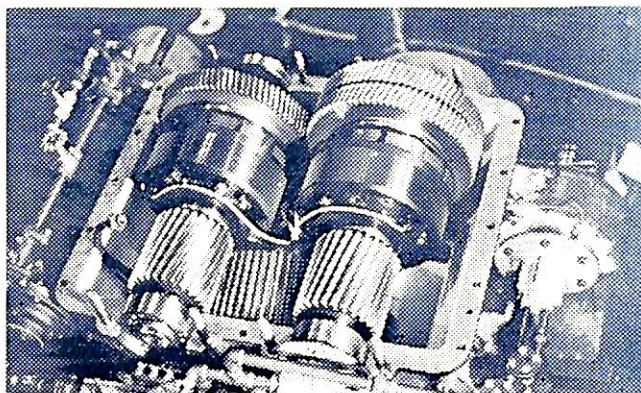
“夢の乗物”といわれたホーバークラフトもいろいろの性能試験を経ていよいよ実用化の段階になりました。

三井VA型ホーバークラフトは新しい交通乗物として今までの船では想像もつかない快スピードで走ります。



三井造船株式会社

本社・東京、日本橋、三井ビル TEL (279) 0 5 1 1
工場・岡山県玉野市、千葉県市原市、横浜鶴見



減速逆転機に組み込まれた電磁クラッチ

船舶の自動化と遠隔操作に！

神鋼 電磁クラッチ/ブレーキ

神鋼電磁クラッチ/ブレーキは船舶の自動化と遠隔操作のために減速逆転機・油圧ポンプ駆動用などに続々採用されています。

■遠隔操作が容易 スイッチのオン・オフでクラッチの着脱ができます。

■消費電力が少ない 消費電力が少ないので、電源はバッテリー（DC24V）または交流電源の場合は簡単な整流装置で十分です。

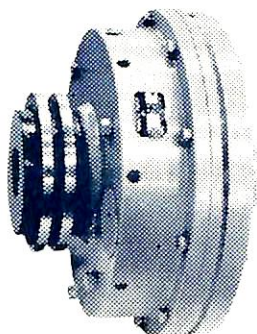
■応答性が早い 油圧式にくらべ応答速度が早

くしかも衝撃が少ない。

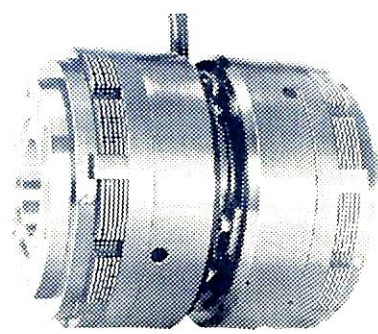
■付属品が少ない 油圧式にくらべ操作用の油圧配管などがいないため付属品が少なくすみません。

■スペースが小さい 寸法が小さいためにスペースが少なくすみません。

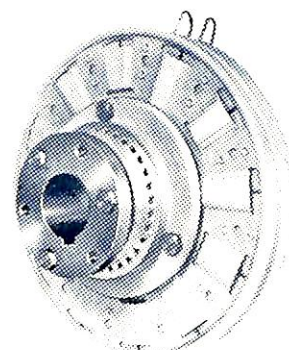
■信頼性が高い 構造が簡単でかつ堅牢ですから故障がありません。



MC形乾式単板電磁クラッチ



湿式多板ダブル形電磁クラッチ



ワーナー形乾式単板電磁クラッチ

神鋼電機
SHINKO ELECTRIC CO., LTD.



資料進呈 / 東京都中央区日本橋江戸橋3-5 朝日ビル 神鋼電機株式会社

年間船舶建造能力
建造可能最大船舶
年間修繕船能力

62万D.W.T.
16万D.W.T.
420万G.T.



緻密な巨人…！

秀れた技術と世界的な62万トンの建造設備…呉造船の高度の技術は業界から高く評価され年間建造能力62万トンという巨大な設備のすみずみまで行届いております。戦艦大和を生んだ精密優秀な技術と巨大な設備を合わせ持つ緻密な巨人…！日本が世界に誇りとするもの、その一つが呉造船です。

世界に誇る技術と伝統

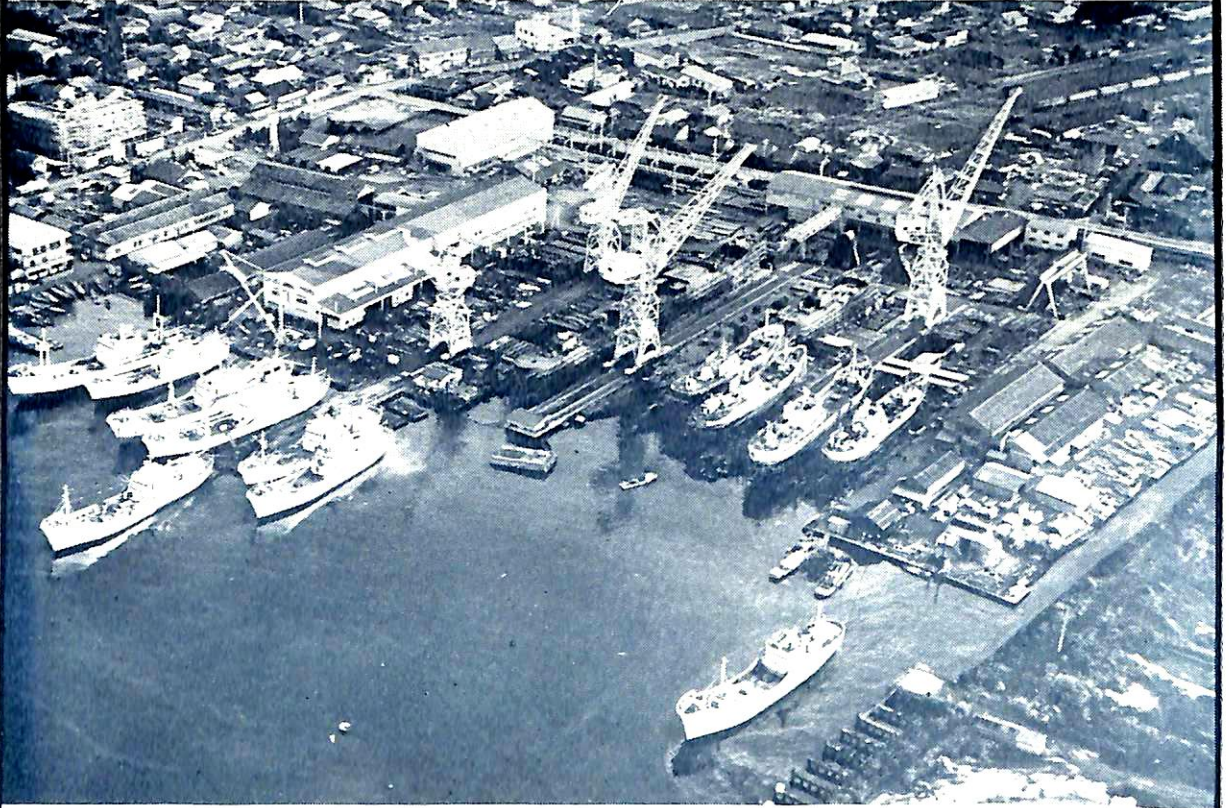


株式
会社

呉造船所

本社・東京都千代田区丸の内1の1（第一鉄鋼ビル内）／支社・大阪／営業所・名古屋
九州 仙台 新潟／事務所・ニューヨーク ロンドン／工場・呉 新宮（呉）

各種船舶の建造並びに修理



株式会社 三保造船所

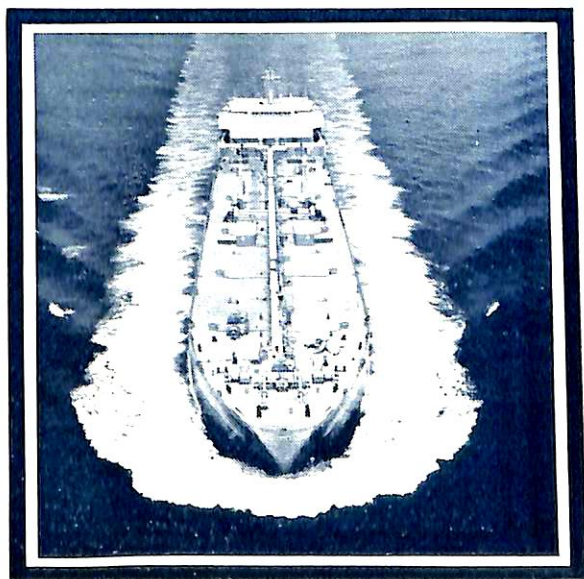
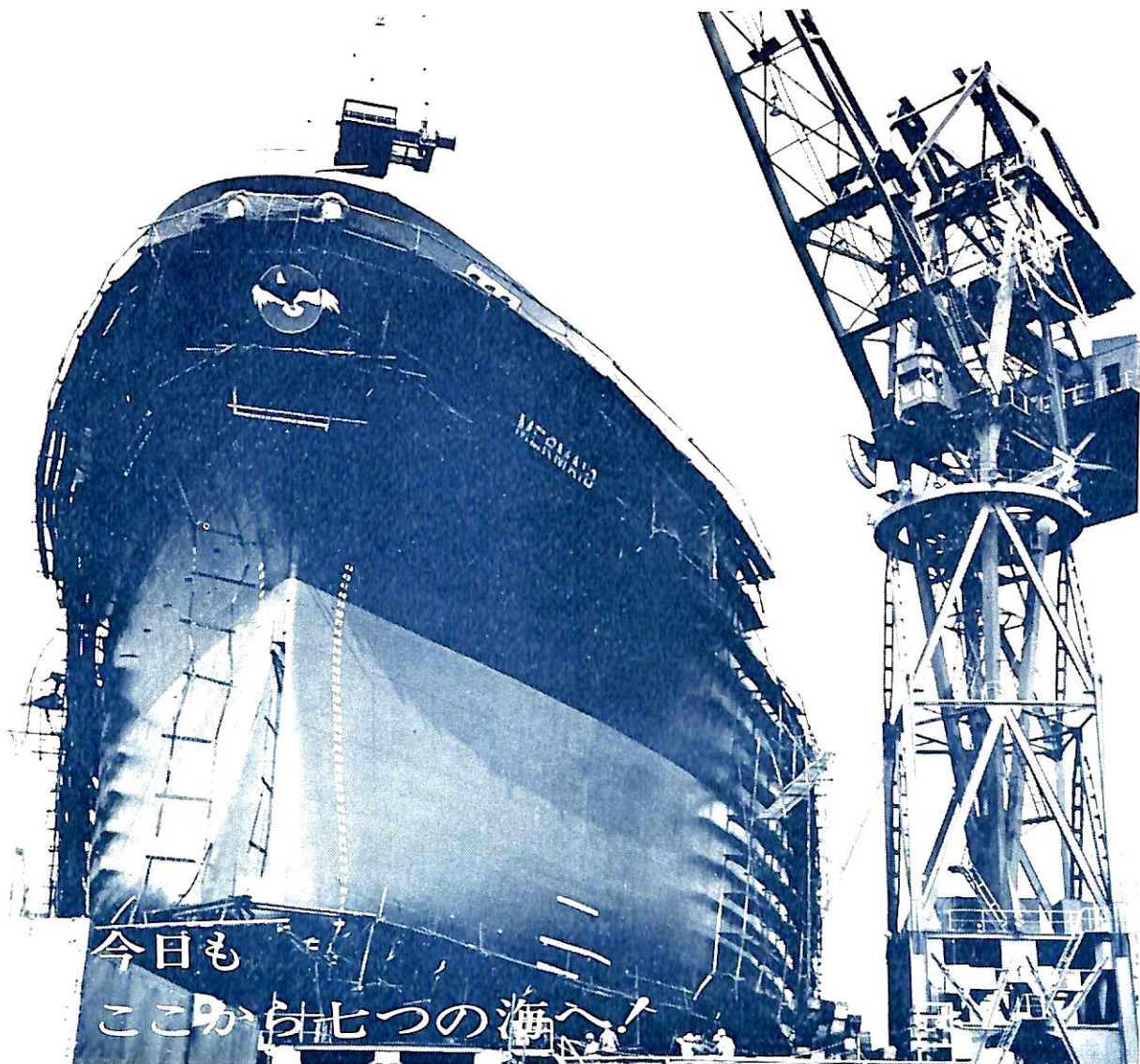
取締役社長 植田 朋八

本 社 工 場

静岡県清水市三保3797番地
TEL 清水 ③ 5 2 1 1 大代表

東 京 事 務 所

東京都中央区八重洲3の7
(東京建物ビル708号室)
TEL 東京 (281) 6 3 4 1 代表



83

川崎重工

本社	神戸市生田区東川崎町 2-14	電 (67) 5001
東京支店	東京都港区新橋 1丁目1-1	電 (503) 1311
名古屋営業所	名古屋市中区広小路通 4-8	電 (23) 7381
大阪営業所	大阪市北区堂島浜通 2-4	電 (363) 1271
福岡営業所	福岡市上呉服町 1	電 (28) 2028

わが国初の海洋双胴船

SEA PALACE



主 要 目

全 長	41.50m	垂線間長	38.00m
型 幅	12.80m	単胴幅(型)	3.60m
型 深	3.90m	満載吃水	2.50m
総噸数	410T	塔載乗用車	15台
主機ディーゼル機関	650PS×2台		
最大速力	15kn	航海速力	14kn
旅客特等	12人、1等 127人、2等 158人		

鉄の総合メーカーNKKの造船部門

船 舶 部	各種船舶の新造、改造、修理
プラント部	各種プラントのエンジニアリングと単体の製作
橋梁鉄構部	高速道路から標準橋梁および各種鉄構物の設計製作



日本鋼管

船 舶 部	東京・大手町(212) 7111
プラント部	東京・千代田(255) 7211
橋梁鉄構部	東京・千代田(255) 7211

目次

造船における最近の諸問題……………(運輸省船舶局長 芥川輝孝)…………71
 船舶検査実施80周年にあたって……………(運輸省船舶局検査制度課長 内田守)…………73
 6月のニュース解説……………(編集部)…………76
 石川島播磨重工業横浜新工場の1番船 Petros J. Goulandris
 ……………(石川島播磨重工業船舶事業部 横浜船舶設計部)…………80
 マグロ工船 LENINSKIJ LUCH について……………(日立造船株式会社船舶事業部設計)…………86
 2列船口船尾機関定期貨物船ろざりお丸……………(編集部)…………93
 ホーバークラフト試験艇 RH-4 について……………(三井造船・ホーバークラフト事業室)…………99
 高経済性船舶試設計について……………(運輸省船舶局 伊藤博美)…………108
 欧米諸国の造船助成政策……………(川崎周三郎)…………122
 造船における溶接技術管理(6)……………(大谷 碧・寺井 清)…………128
 肥大タンカー船型の操縦性について(進路安定性の向上)……………(川崎重工業造船設計部)…………142
 船の安全航行に関する二、三の問題……………(東京大学 田宮 真)…………149
 船に備える予備品と装置の信頼性……………(東京大学 平本文男)…………155
 船体構造に関する諸問題……………(船舶技術研究所船舶構造部長 安藤文隆)…………161
 タンカー改造工事に伴う船橋移設について……………(佐世保重工業佐世保造船所造船部)…………169
 木材専用船に装備したトムソン式デリックブームについて……………(山下新日本汽船
 宮崎敬一・伊達正)…………174
 K-7 荷役装置について……………(函館ドック函館造船所船舶設計部)…………179
 磁気ひずみ効果を利用した新しい伝動動力計……………(船舶技術研究所 堀 保広)…………182
 デーゼル機関用潤滑油の評価法と実験について……………(船舶技術研究所 稲見信雄)…………187
 クロムメッキライナ酸食防止潤滑油添加剤“セブンスター”について
 ……………(帝国ピストンリンク株式会社)…………196

【技術短信】
 ☆フランスから初の船舶受注(石川島播磨) ☆英国P&O社より高速貨物船3隻受注(三井造船)
 ☆ビールスティック機関国産1号機完成(石川島播磨) ☆日本郵船の超高速貨物船4隻建造(三菱重工)
 昭和39年度計画造船(第20次)建造41隻要目一覧表……………202
 昭和40年度新造船建造許可実績(昭和40年5月分)……………206

新造船写真集(No.201)

竣工船…ろざりお丸, 摩周丸, 天菱丸, 協弘丸,
 昭清丸, 神栄丸, プリマ丸, 松洋丸,
 菱陽丸, 第二佐多丸, すもと丸,
 第十五英裕丸, 七福丸, 旭洋丸,
 まつまえ, 阿州丸, 千葉丸,
 PETROS J. GOULANDRIS,
 MURRAYEVERETT, UTAE,
 OSWEGO LIBERTY, UTIN,
 WILLIAM LARIMER MELLON,
 OLYMPIC PEARL, PALOMA,
 EASTERN KIKU, KUNIKO,
 安台, 華東

改造船…TORREY CANYON (巨大化工事)

進水船…山寿丸, 丁抹丸, 和歌山丸,
 EUROS, SCENIC, THORSHAVN,
 WORLD CENTENARY,
 イラク向 4,000GT 浮ドック
 ☆世界最大の20万トンビルディングドック完成
 (三菱重工・長崎造船所)
 ☆船舶技術研究所 400m 水槽
 【外国船写真】☆イタリア客船 RAFFAELLO
 (速水有三氏) ☆Cunard の新船と Queen
 Elizabeth の改造
 ☆アメリカの自動化貨物船
 MORMACARGO

【表紙写真】 オランダ向高速貨物船
 STRAAT FUSHIMI 進水 日立造船・桜島工場建造

Dimetcote

ダイメットコート®

船齢を延ばす……………塗る亜鉛メッキ

ダイメットコート・サーフェス・トリートメント

従来のプライマーと異なり無機, 有機塗料のどちらの下塗りとしても使える無機珪酸亜鉛塗料です。鋼板をショット・ブラスト直后塗りますからサンド・ブラストの手間は殆んどはぶけます。

工事部

最新の設備と優秀な技術によりサンドブラスト処理からスプレイ塗装まで一貫した完全施工をしております。
 国内施工実績100万平方米。

米国アマコート会社 日本総代理店

本社：横浜市中区尾上町5の80
 電話：横浜 (68) 4021-3
 テレックス：215-53 INOUE YOK

株式会社

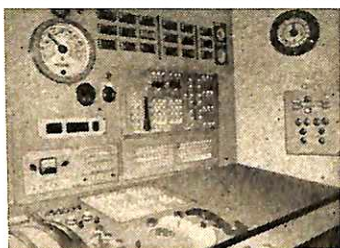
井上商会
 井上 正

工場：横浜市保土ヶ谷区今宿町
 電話 横浜 (92) 1661

LPGタンカーのバラスタング内主要部にダイメットコートNo.3を塗装12ヶ月経過したものです。(左の白色部が塗装した箇所)

船舶自動化機器

東京計器

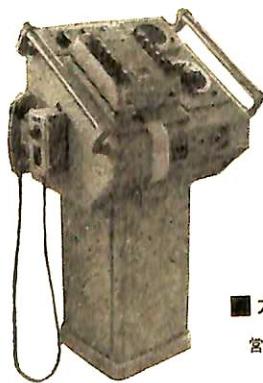


エンジンモニター

エンジンルーム関係の総合計測装置

エンジンリモート コントローラ

主機遠隔操縦装置・操舵室・制御室いずれからでも遠隔操縦ができます。



■カタログ進呈

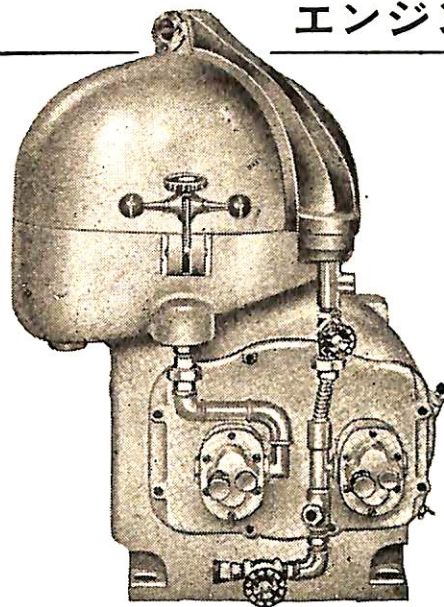
営業管理課 A12 係

株式会社 東京計器製造所

本社 東京都大田区南蒲田2の16 電(732)2111(大代)
営業所 神戸・大阪・名古屋・広島・北九州・長崎・函館

エンジン・ルーム自動化への一紀元!

完全自動式油清浄機の出現



■特許申請中■

Sharples Gravitrol Centrifuge

米国シャープレス・コーポレーション日本総代理店

巴工業株式会社

本社 東京都中央区日本橋江戸橋3ノ2(第二丸善ビル) 電話 東京(271)4051(大代表)
神戸出張所 神戸市生田区京町79(日本ビル) 電話 神戸(39)0288(代表)

Toyodenki

電気と機械の総合技術
海にも活躍……………

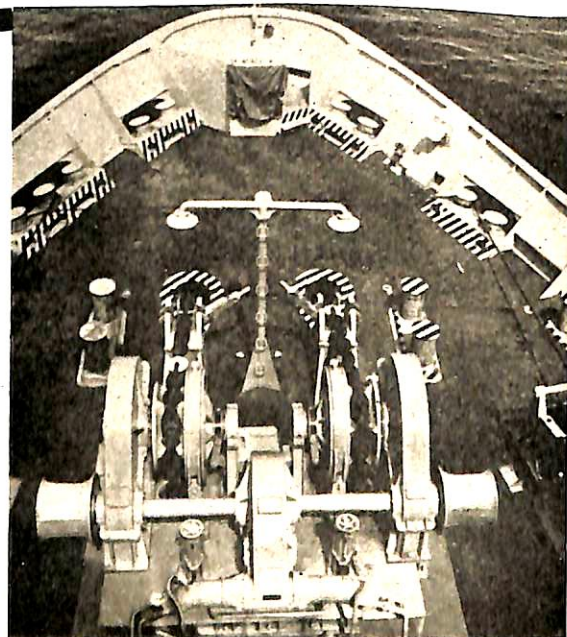
東洋

油圧ウインチ

営業品目

交流ウインチ 電動キャブスタン
電動ウインドラス 自励交流電動機
電動ムアリングウインチ

■東洋電機は独自の鋭技術により発・変電所用機器をはじめ、一般産業用各種電動機、車両用電気機器などを生産し産業界の躍進に大きく貢献しております。

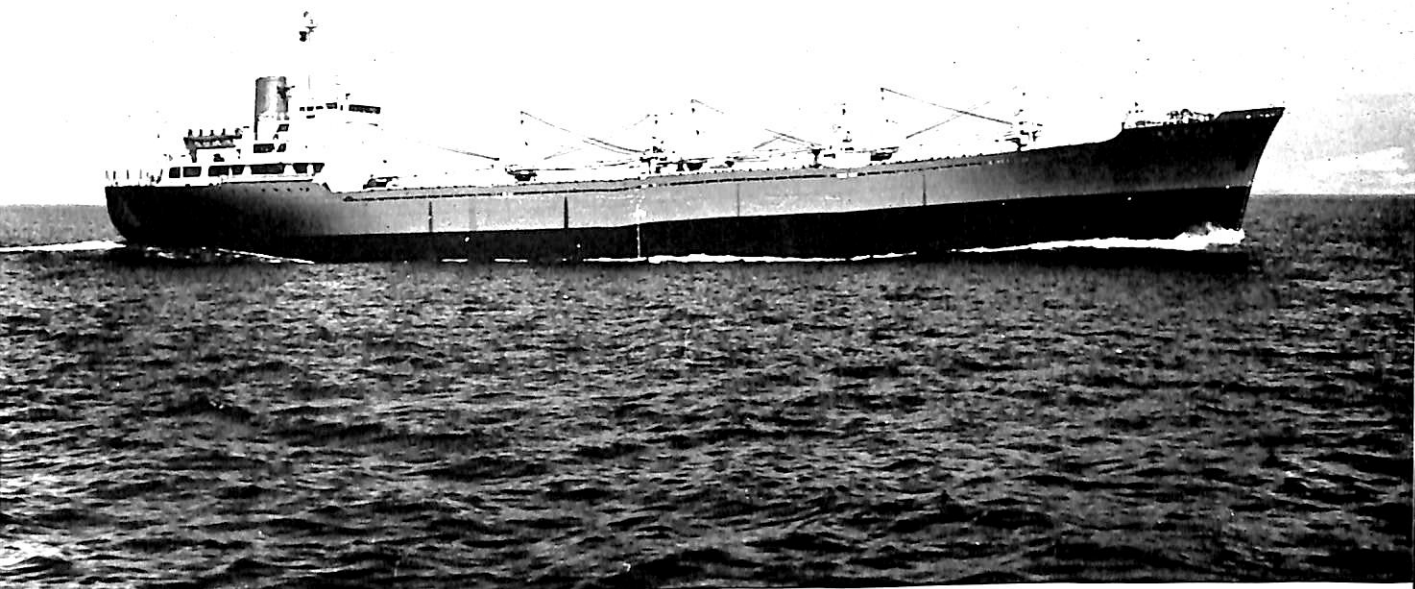


青函連絡船八甲田丸に搭載の油圧ウインドラス
性能巻込(出) 25ton×10m/min
12ton×20m/min ストール 37.5ton×0m×min



東洋電機製造株式会社

本社 東京都中央区京橋3の4 TEL(272)4211
営業所 大阪・名古屋・北九州・札幌

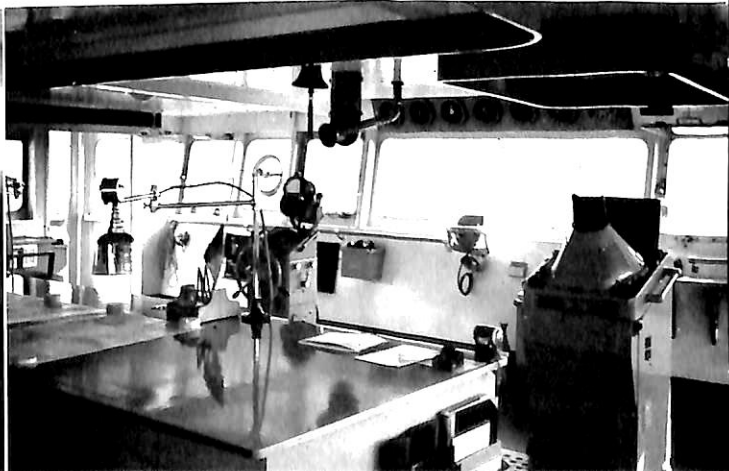


21次高速定期貨物船 ろざりお丸 大阪商船三井船舶株式会社
 ROSARIO MARU

佐野安船渠株式会社建造(第233番船) 起工 39-12-26 進水 40-2-18 竣工 40-5-4
 全長 139.95m 垂線間長 130.00m 型幅 19.00m 型深 11.50m 満載吃水 8.727m
 満載排水量 15,496kt 総噸数 7,822.86T 純噸数 4,926.24T 載貨重量 11,530kt
 貨物艙容積(ベール) 16,126m³ (グリーン) 15,161m³ 艙口数 2列×4, 1列×1 デッキクレーン(電動)
 5t×30m/min 4台 10/5t×15/30m/min 3台 燃料油艙 1,143.5m³ 燃料消費量 26.2t/day 清水艙 359m³
 主機械 三井 B&W 662VT2BF-140型ディーゼル機関 1基 出力(連続最大) 7,200PS (139RPM)
 (常用) 6,480PS (130RPM) 補汽缶 コ克蘭缶 1,200kg/h 1基 発電機 AC 445V 260kVA 3基
 送信機 短波 1kW 中波 500W 1台(補) 短波 75W 中波 50W 1台 受信機 全波, 中短波, 短波 3台
 (自動緊急受信機) 1組 速力(試運転最大) 18.24kn (満載航海) 15.4kn 航続距離 14,700浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板船尾機関型 乗組員 士官 13, 部員 23, 予備 4 計 40名
 同型船 りおでじゃねい丸 航海計器: レーダー (16"トルートラッキング付), ローラン, オートパイロット,
 コースレコーダー, ファクシミリ, 音響測深儀, 圧力式測程儀, 方位測程儀等装備。

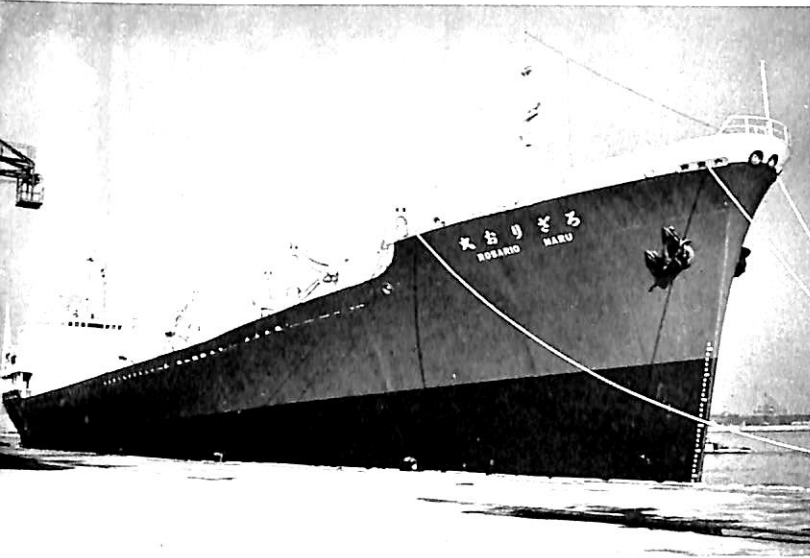


操舵室 (右側にブリッジコンソールがみえる)

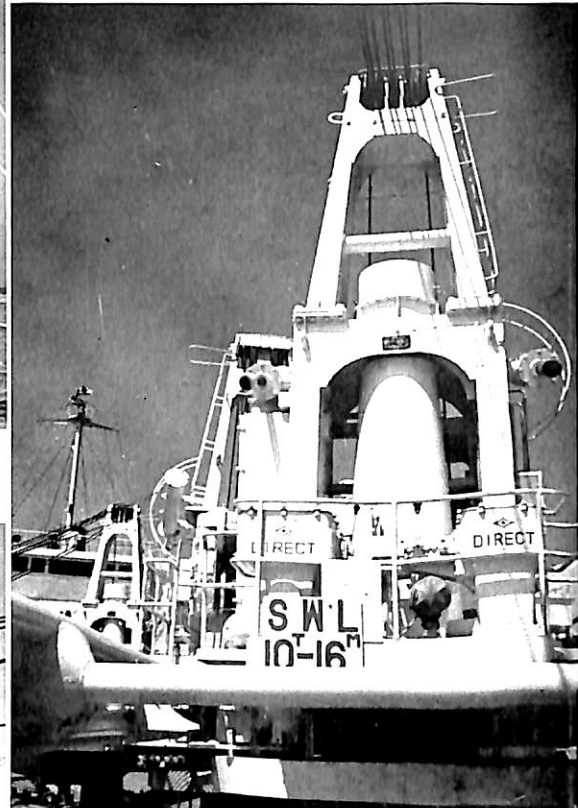


海図室からみた操舵室

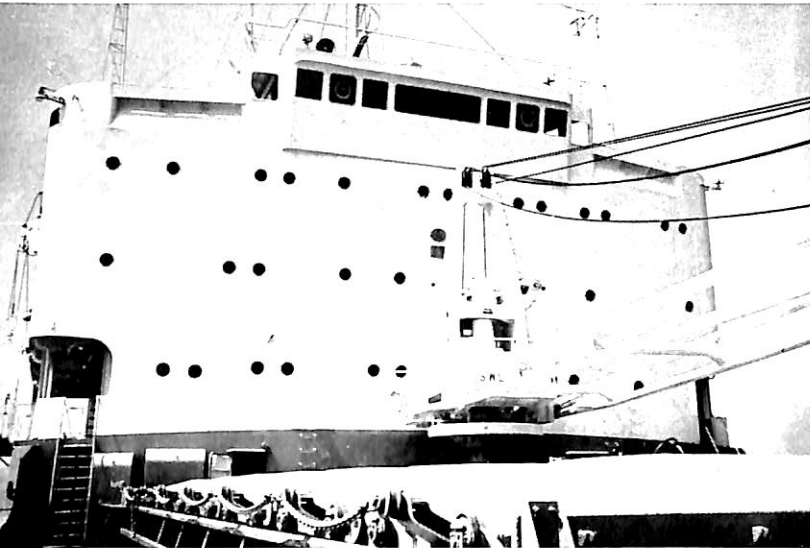
ろざりお丸



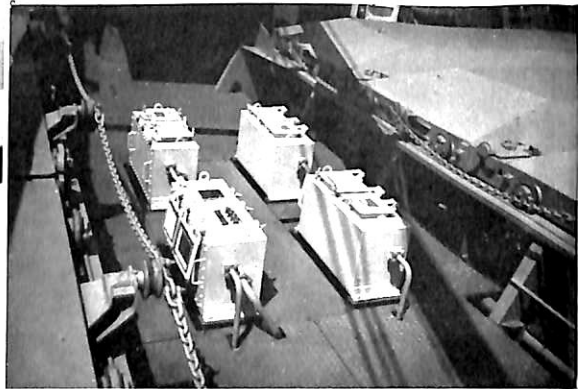
大阪港に係留中の ろざりお丸



10t デッキクレーン



船橋前面とデッキクレーン

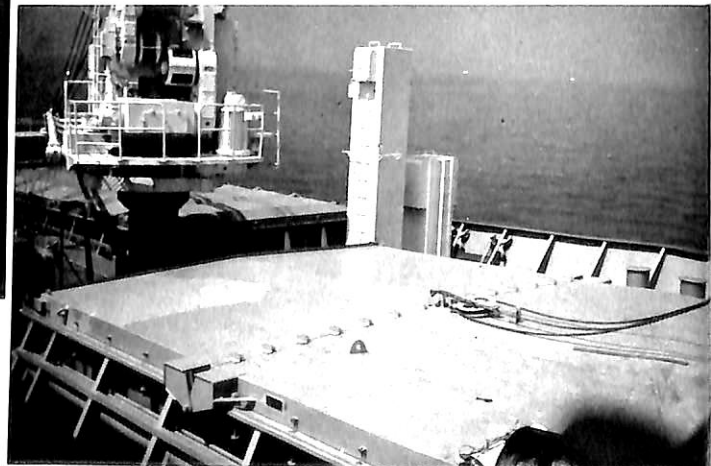


中, 下甲板艙口開閉遠隔操作箱



二列艙口とデッキクレーン群

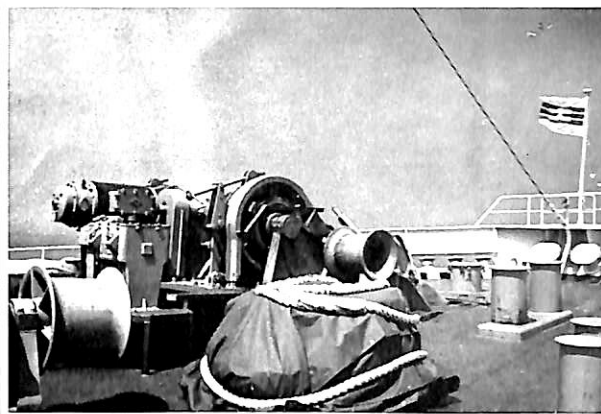
No.1 ホールトの Mege 式
ハッチカバー



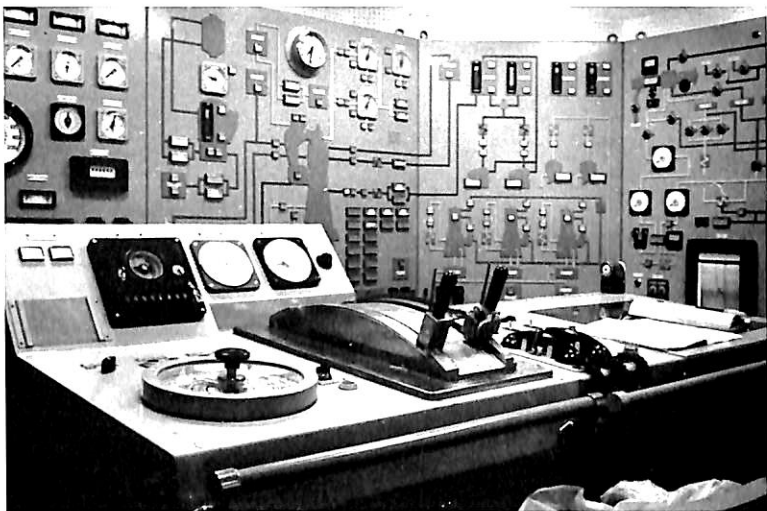
ろざりお丸



部員喫煙室

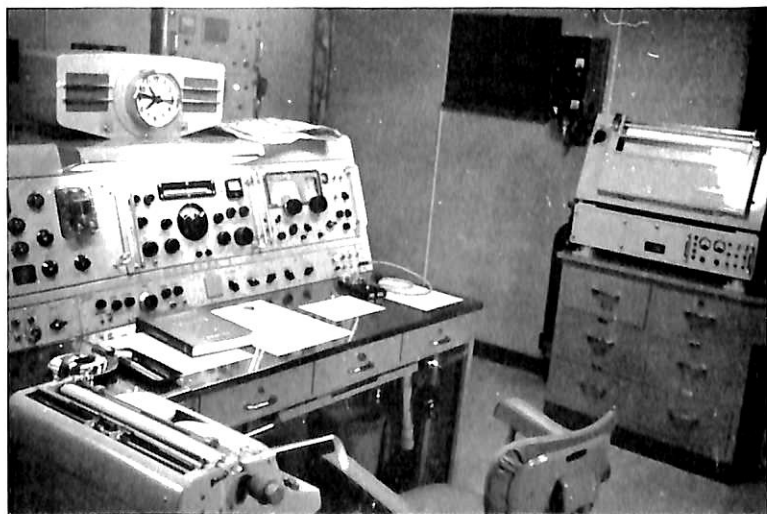
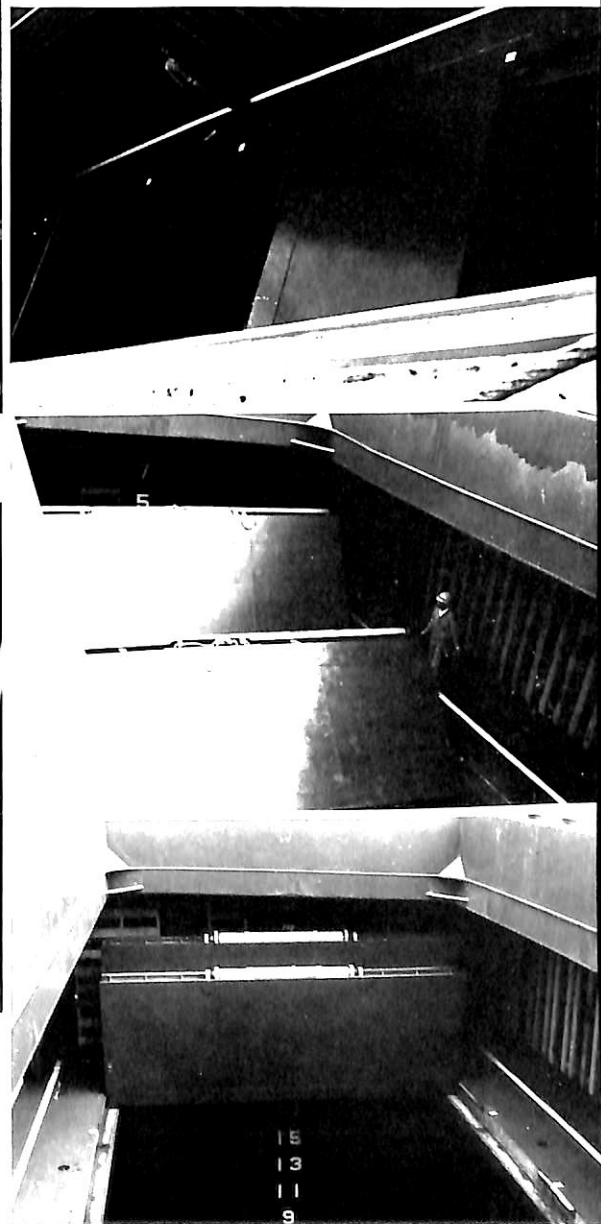


船首楼のウインドラス



機関制御室

壹場—ゲタフェルケン式の Hydraultorque Hinge 装備のハッチカバーの開く状況



無線室

佐野安船渠株式会社建造

りおでじゃね
いろ丸

株式会社名村造船所建造



船橋前面とデッキクレーン



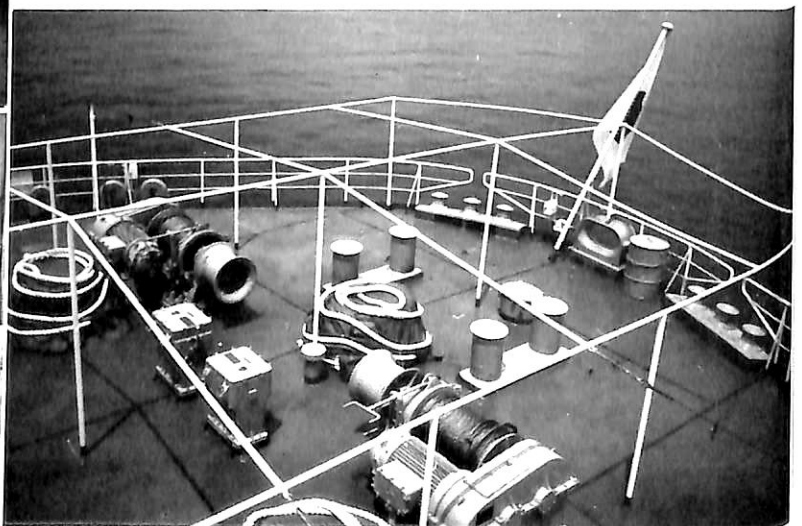
二列艙口とデッキクレーン



士官食堂



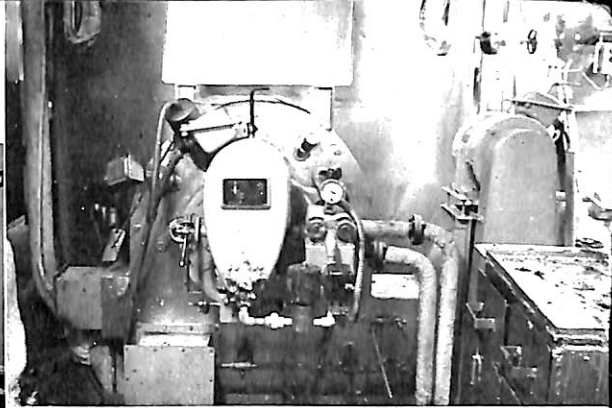
士官喫煙室



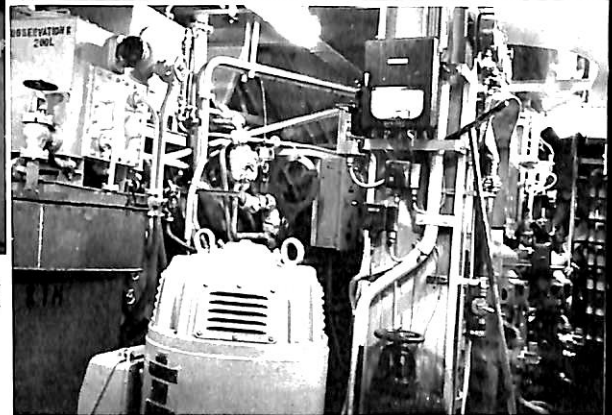
船尾楼の係船装置



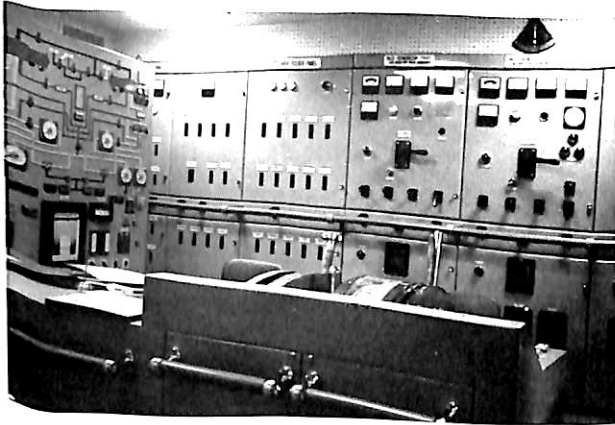
機関制御室の主機遠隔操縦台
(窓をとおして主機がみえる)



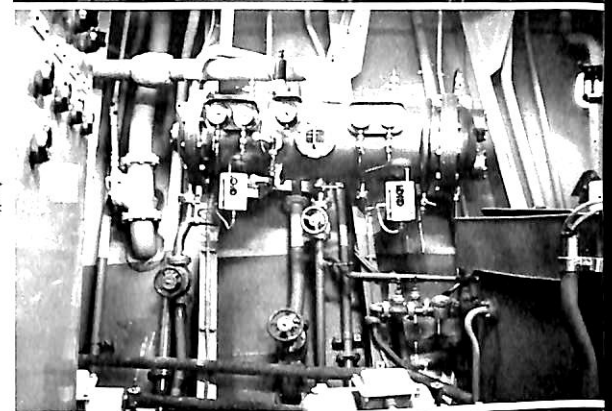
LO清浄装置



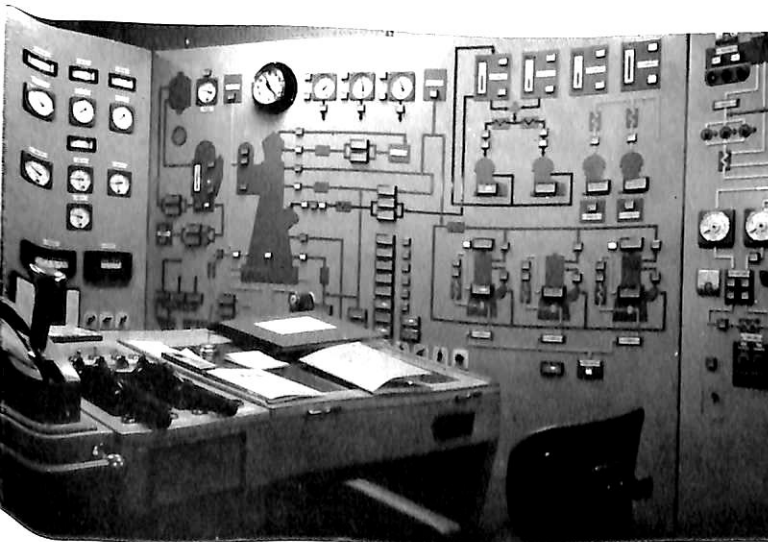
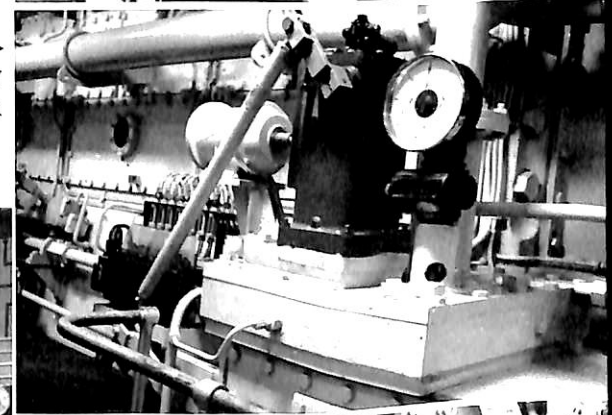
補助復水器



機関制御室の配電、給電盤

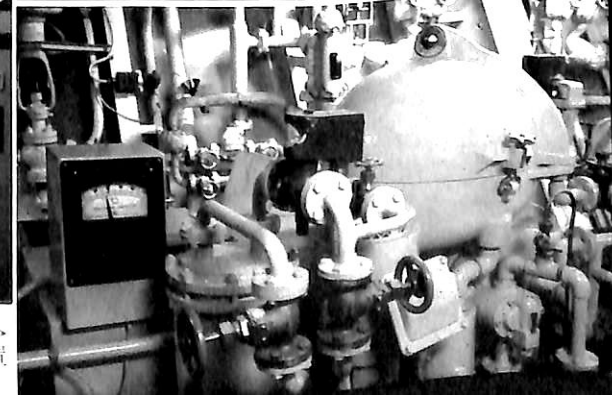


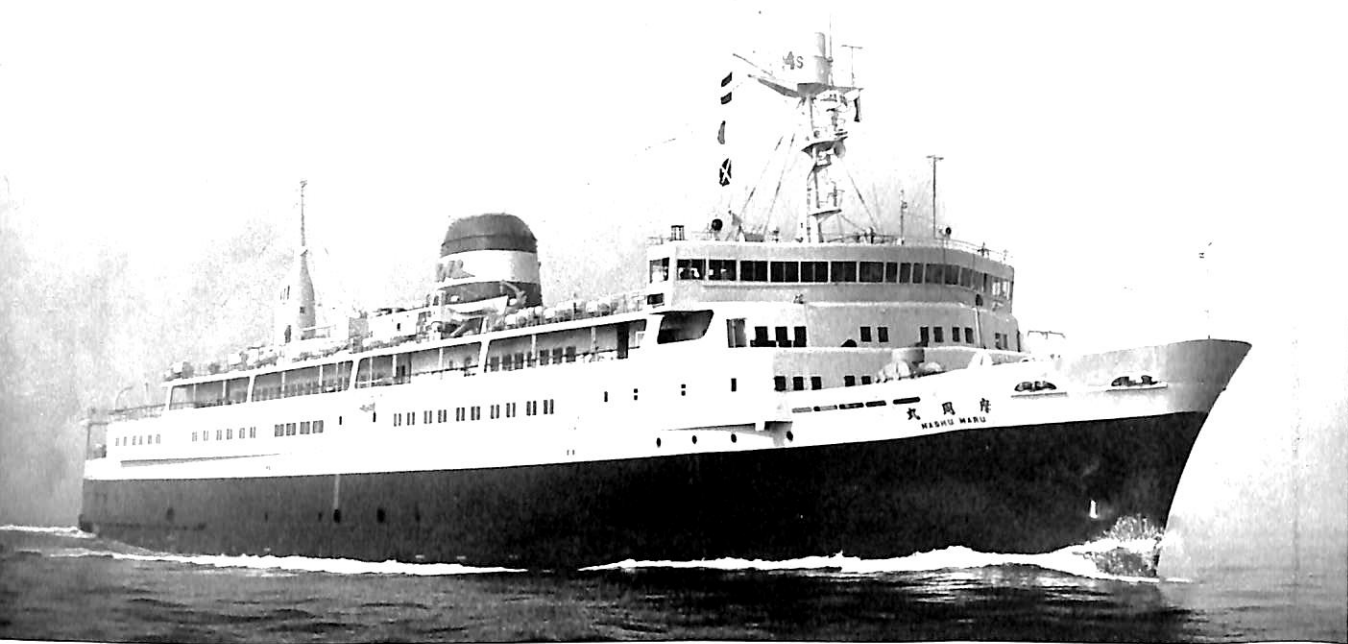
ウッドワード・ガバナー (制御室より遠隔制御)



機関制御室内の諸計器盤

FO加温清浄装置





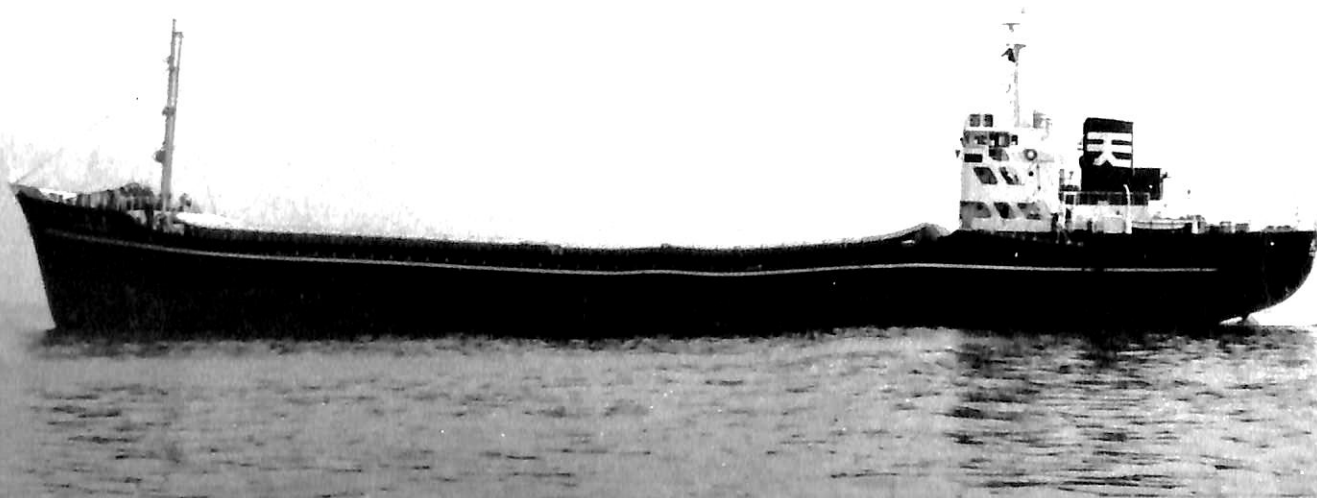
車両航送客船 摩 周 丸 日本国有鉄道
(青函連絡船) MASHU MARU

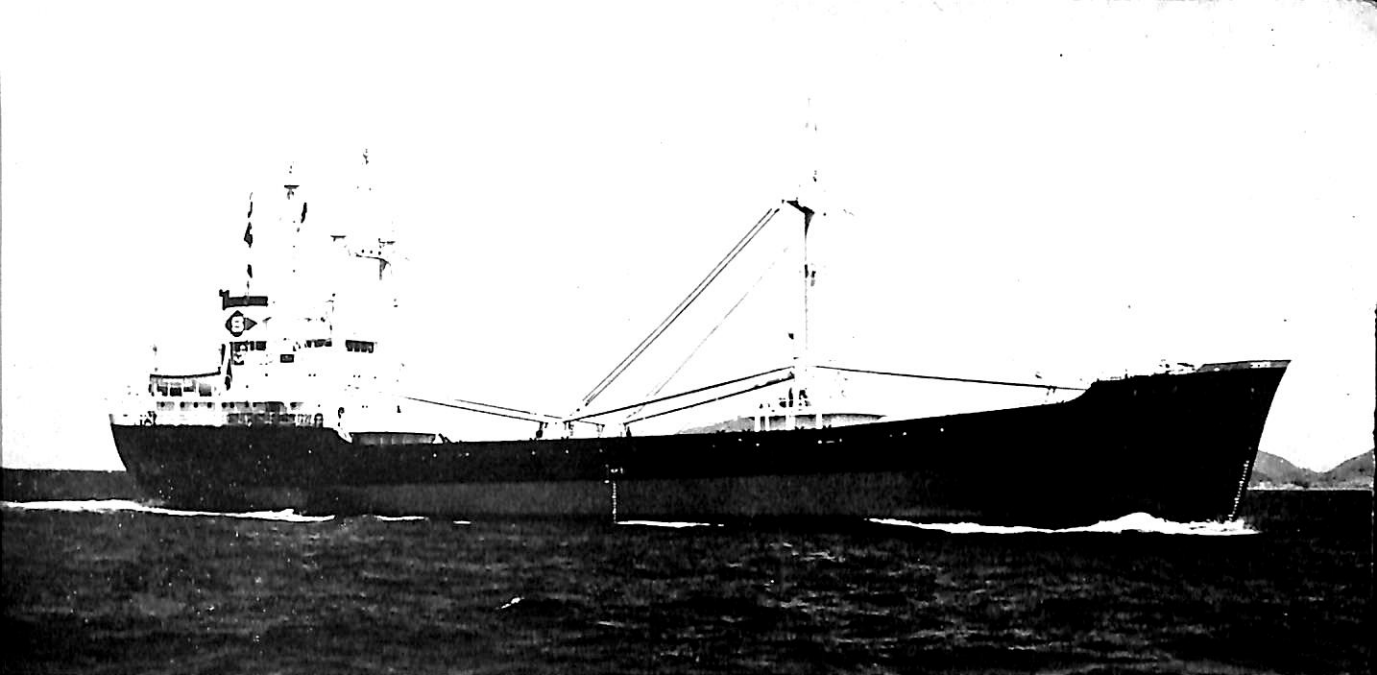
三菱重工業株式会社神戸造船所建造(第955番船) 起工 39-12-2 進水 40-3-18 竣工 40-6-15
 全長 132.00m 垂線間長 123.00m 型幅 17.90m 型深 7.20m 満載吃水 5.22m
 満載排水量 6,391kt 総噸数 8,327.71T 純噸数 4,329.51T 載貨重量 2,031kt 燃料油艙 162.8m³
 燃料消費量 50.7t/day 清水艙 178.2m³ 主機械 三井 B&W 1226 MTBF-40V ディーゼル機関 8基
 (2軸) (可変ピッチプロペラ装備) 出力 (連続最大) 1,600PS×8 (560/217.5RPM) 補汽缶 クレイ
 トン型 RO-175型強制再循環式單管ボイラ 2基 発電機 AC 445V 700kVA 3台 送信機 中波 200W
 1台 中波 50W 1台 受信機 全波 1台 中波(スポット) 4台 速力(試運転最大) 21.15kn
 (満載航海) 18.2kn 航続距離 1,130浬 船級・区域資格 JG 沿海 船型 全通船楼型 乗組員 40名
 旅客 1等寝台室 20名 椅子席 216名 座席 94名 2等 椅子席 324名 座席 546名 計 1200名 貨車 48両
 同型船 八甲田丸, 大雪丸につづく第5船 ヒーリング装置, ハウスラター装置, 水密戸開閉機(電動油圧)
 船尾扉装置(電動油圧), 食糧運搬装置(昇降, 走行型) オープンタイプ・スプリングラ装置, 自動膨脹式滑り台,
 主機等総括制御室で遠隔操作(空気電気式)

- 20 -

石炭専用船 天 菱 丸 特定船舶整備公団
TENRYO MARU 神原汽船株式会社

常石造船株式会社建造(第130番船) 起工 39-12-22 進水 40-3-18 竣工 40-5-8
 全長 92.03m 垂線間長 85.00m 型幅 14.50m 型深 7.00m 満載吃水 5.95m
 総噸数 2,488.88T 純噸数 1,487.05T 載貨重量 4,171.91kt 貨物艙容積(グリーン) 5,169m³
 艙口数 2 燃料油艙 46.48m³ 清水艙 39.59m³ 主機械 伊藤鉄工所製, 単動4サイクルディーゼル
 ル機関 1基 出力(連続最大) 2,400PS 速力(試運転最大) 14.68kn (満載航海) 12.2kn
 船級・区域資格 NK 沿海 船型 長船尾楼船尾機関 乗組員 18名 九州(高島ほか)-阪神・京浜地
 区間運航。





貨物船 協弘丸 協栄海運株式会社

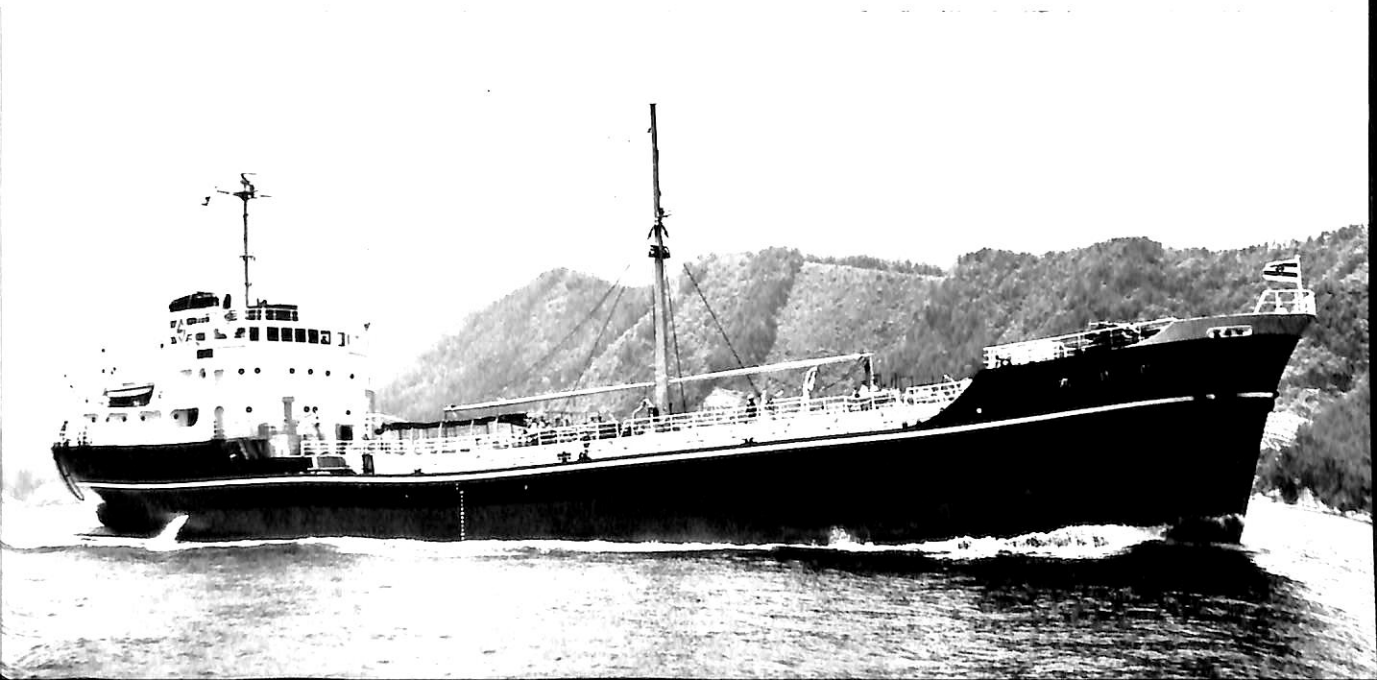
KYOKO MARU

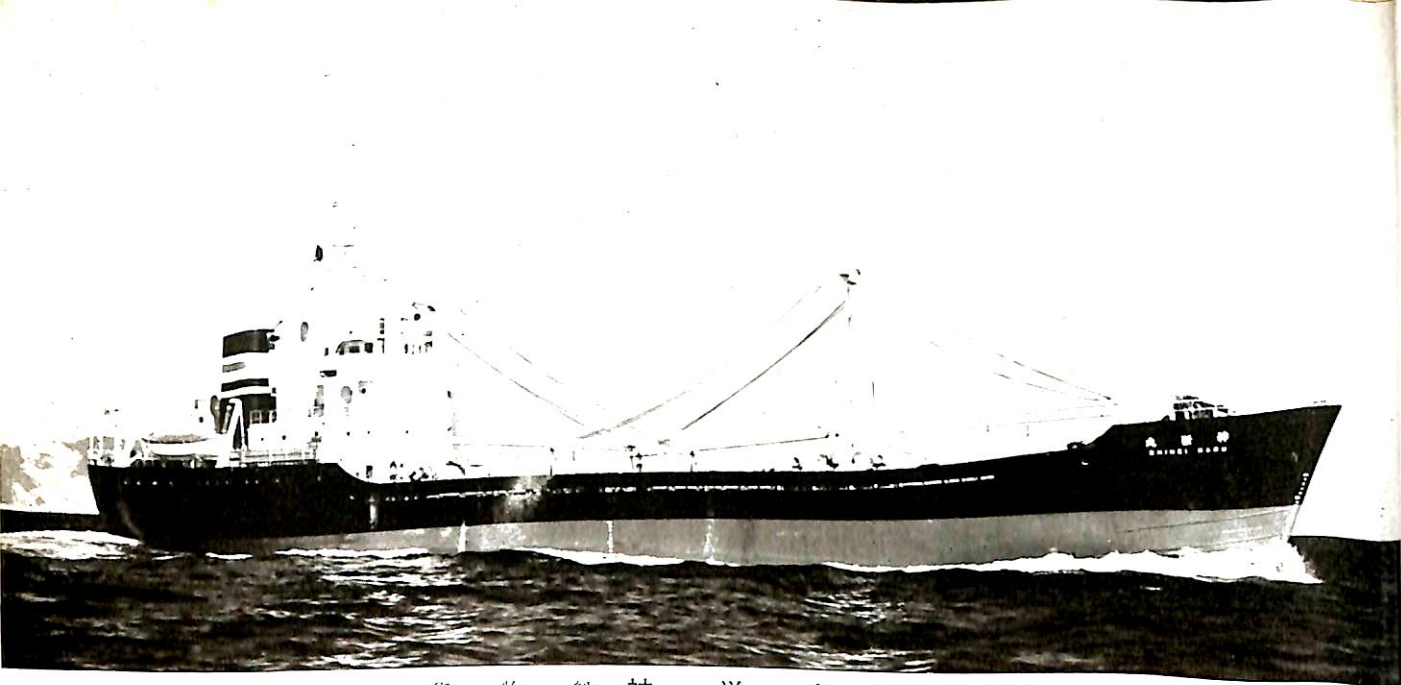
三菱重工業株式会社下関造船所建造(第616番船) 起工 39-12-22 進水 40-2-8
 竣工 40-4-13 全長 89.869m 垂線間長 83.00m 型幅 12.80m 型深 6.75m
 満載吃水 5.69m 満載排水量 4,546.25kt 総噸数 1,998.03T 純噸数 1,161.75T 載貨重量 3,351.70kt
 貨物艙容積 (バール) 3,945m³ (グリーン) 4,275m³ 艙口数 2 デリックブーム 20t×1, 10t×5
 燃料油艙 282kt 燃料消費量 164g/PS/h 清水艙 246kt 主機械 神戸発動機-三菱 6 UET39/65 型
 ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 2,200PS (260RPM) (常用) 1,870PS (246RPM)
 補汽缶 コクランコンポジット缶 400kg/h 1台 発電機 120kVA (165PS) 2台 送受機 (主) 300W×1
 (補) 50W×1 受信機 全波 2台 速力 (試運転最大) 15.29kn (満載航海) 12.1kn
 航続距離 9,500浬 船級・区域資格 NK 近海 船型 凹甲板型 乗組員 29名 同型船 協栄丸

油槽船 昭清丸 昭和油槽船株式会社

SHOSEI MARU

瀬戸田造船株式会社建造(第182番船) 起工 40-1-26 進水 40-4-28 竣工 40-6-8
 全長 80.15m 垂線間長 74.00m 型幅 11.40m 型深 5.85m 満載吃水 5.464m
 満載排水量 3,545.0kt 総噸数 1,599.41T 純噸数 812.63T 載貨重量 2,667.60kt
 貨物油艙容積 3,681.973m³ 主荷油ポンプ 横歯車式 500m³/h×70m 1台 燃料油艙 85.765m³
 燃料消費量 6.48t/day 清水艙 74.242m³ 主機械 タイハツ 8PSTb×26DF 型ディーゼル機関 2基 2軸式
 出力 (連続最大) 850PS×2 (670/313RPM) (常用) 722.5PS×2 (635/313RPM) 補汽缶 船用湿燃室重油
 専焼式 10kg/cm² 発電機 AC 225V 30kVA 2台 送信機 75W SSB 10W 受信機 11球 1台
 速力 (満載航海) 12.2kn 航続距離 2,330浬 船級・区域資格 NK沿海 (近海も可) 船型 凹甲板型
 乗組員 19名





貨物船 神 栄 丸 小谷汽船株式会社

SHINEI MARU

株式会社日杵鉄工所佐伯造船所建造(第1052番船) 起工 39-9-28 進水 39-12-7 竣工 40-1-26
 全長 70.51m 垂線間長 65.00m 型幅 10.40m 型深 5.40m 満載吃水 4.736m
 満載排水量 2,394.0kt 総噸数 1,096.69T 純噸数 582.89T 載貨重量 1,664.9kt
 貨物艙容積 (ベール) 1,887.93m³ (グレーン) 2,188.61m³ 艙口数 2 デリックブーム 10t(14.5m)×2,
 10t(14m)×2, 5t(14m)×2 燃料油艙 91.31m³ 燃料消費量 6.7m³/day 清水艙 134.91m³
 主機械 日本発動機製堅型単動4サイクルトラックピストン型 過給機付ディーゼル機関 1基 出力(連続最大)
 1,650PS (265RPM) (常用) 1,402PS (251RPM) 補汽缶 湿燃式船用円缶(7号) 1台 発電機 AC
 防滴型 230V 30kVA 2台 送信機 (第1) TEG-500HA 300W 1台 (第2) TEG-75HD 75W 1台
 受信機 中短波 1台 全波 1台 速力 (試運転最大) 13.533kn (満載航海) 11.70kn 航続距離 2,300浬
 船級・区域資格 NK 近海 船型 凹甲板型 乗組員 23名

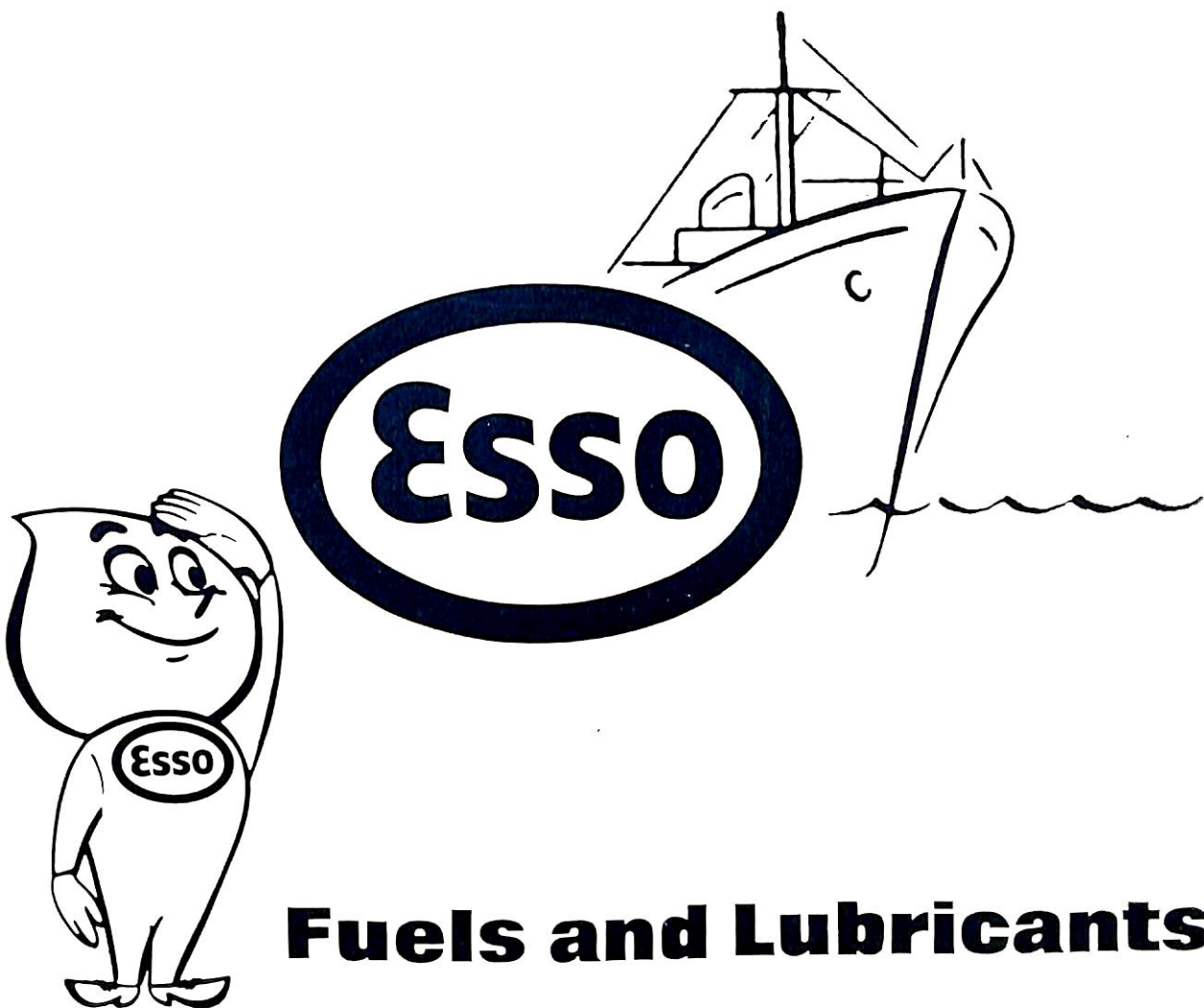
冷蔵運搬船 プリマ丸 新東海運株式会社

PRIMA MARU

函館ドック株式会社函館造船所建造(第370番船) 起工 39-11-5 進水 40-2-5
 竣工 40-6-10 全長 89.55m 垂線間長 82.80m 型幅 12.70m 型深 7.00m
 満載吃水 5.264m 満載排水量 3,878kt 総噸数 1,996.67T 純噸数 1,064.02T 載貨重量 2,645kt
 貨物艙容積 (ベール) 112,442ft³ 艙口数 3 デッキグレーン 3t×2 燃料油艙 501m³
 燃料消費量 10t/day 清水艙 151m³ 主機械 伊藤鉄工所 M477 LHS4 サイクル単動 排気ターボ過給
 機付ディーゼル機関 1基 出力(連続最大) 2,800PS (240RPM) (常用) 2,380PS (227.5RPM)
 補汽缶 堅水管缶 HD-150型 150kg/h×4kg/cm² 1基 発電機 AC 445V 170kVA 2台
 送信機 (主) HF 400W MF 150W 1台 (補) HF 75W MHF20W MF40W 1台 受信機 全波 2台
 速力 (試運転最大) 15.9kn (満載航海) 13.5kn 航続距離 13,600浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 凹甲板型 乗組員 27名



世界の海で活躍するこのマーク



Fuels and Lubricants

エッソの船用高級潤滑油は、エッソ・リサーチ社のすぐれた技術陣によって開発され、その優秀さは、世界じゅうのマリン・エンジニアに認められています。

タービンには

- Esso-Mar 52
- Esso-Mar 56
- Esso-Mar EP 56

ディーゼルには

- Tro-Mar 65
- Tro-Mar DX 90
- Tro-Mar HD 30

お問い合わせは下記へどうぞ

エッソ・スタンダード石油

本社 船用課 東京都港区赤坂一ツ木町36 TBS会館ビル

(584・6211) 大代表

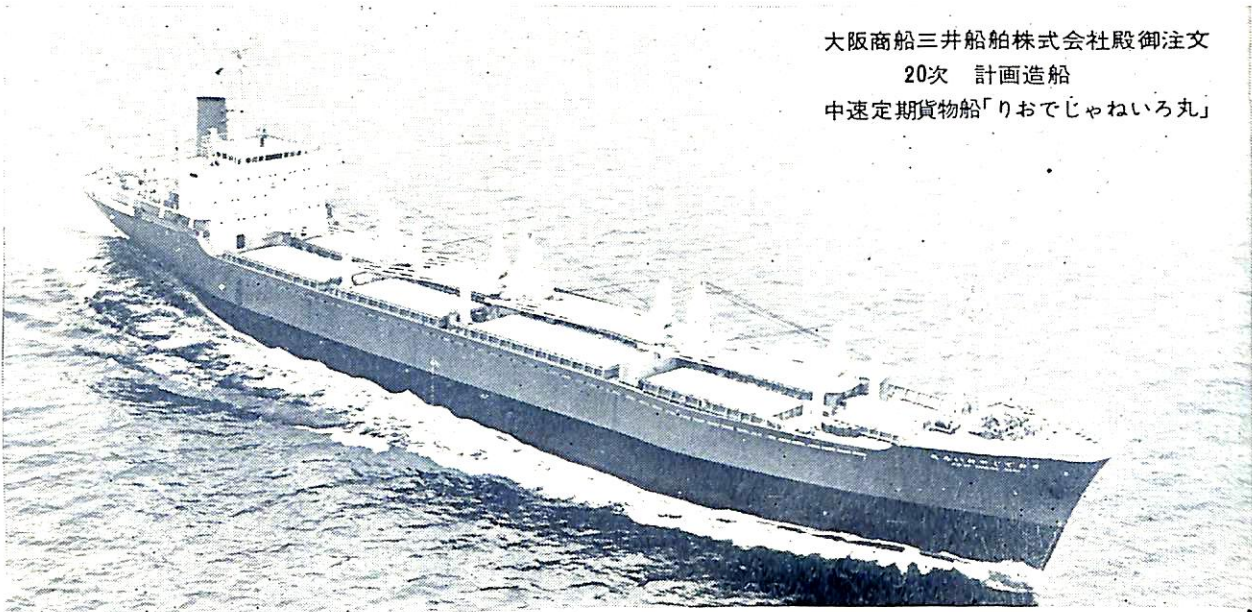
神戸船用事務所 神戸市葺合区雲井通り7-4 新聞会館

(22・7521・7529・6768)

九州船用事務所 福岡市中島町77 明治生命館

(28・1838・1839)

大阪商船三井船舶株式会社殿御注文
20次 計画造船
中速定期貨物船「りおでじゃねいろ丸」



株式会社 名村造船所

本社・工場 大阪市住吉区北加賀屋町4の5 電話大阪(672) 1121代
東京事務所 東京都中央区八重洲1の1の3(八重洲田村ビル)電話東京(271) 4707(代)
神戸事務所 神戸市生田区海岸通5 (商船ビル) 電話神戸(33) 4810



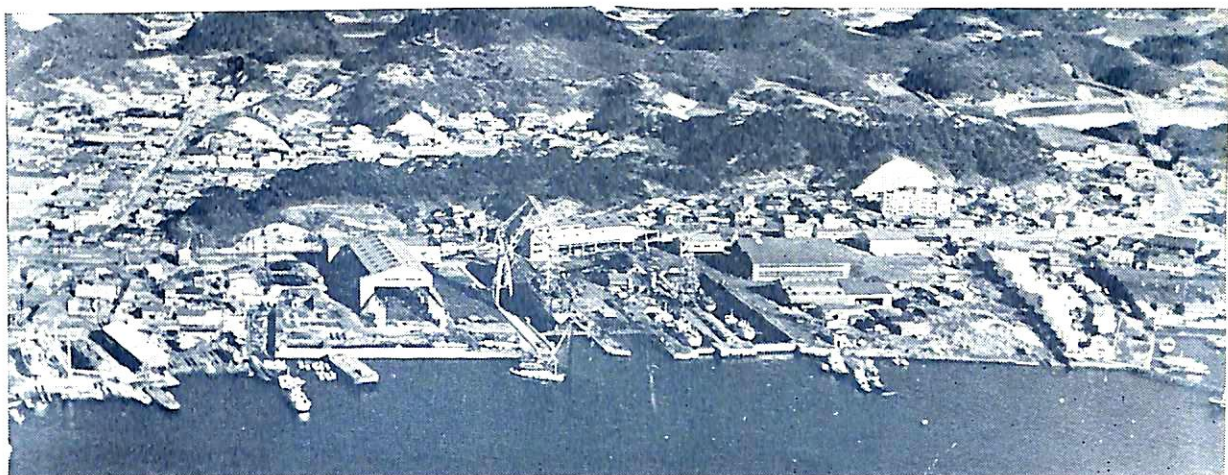
船舶・船用ディーゼル機関・陸機



佐伯造船所

株式会社 臼杵鐵工所

大分県臼杵市 電話臼杵代表 2121
東京事務所 東京都千代田区丸の内1丁目6 (東京海上ビル) 電話 東京(201) 1301~5
大阪事務所 大阪市北区堂島上2丁目40番地 (毎日産業ビル) 電話 北(341) 1743, 1946
臼杵工場 臼杵市板知屋 電話 臼杵代表 2121
佐伯造船所 佐伯市鶴谷区 電話 佐伯 1196~1199



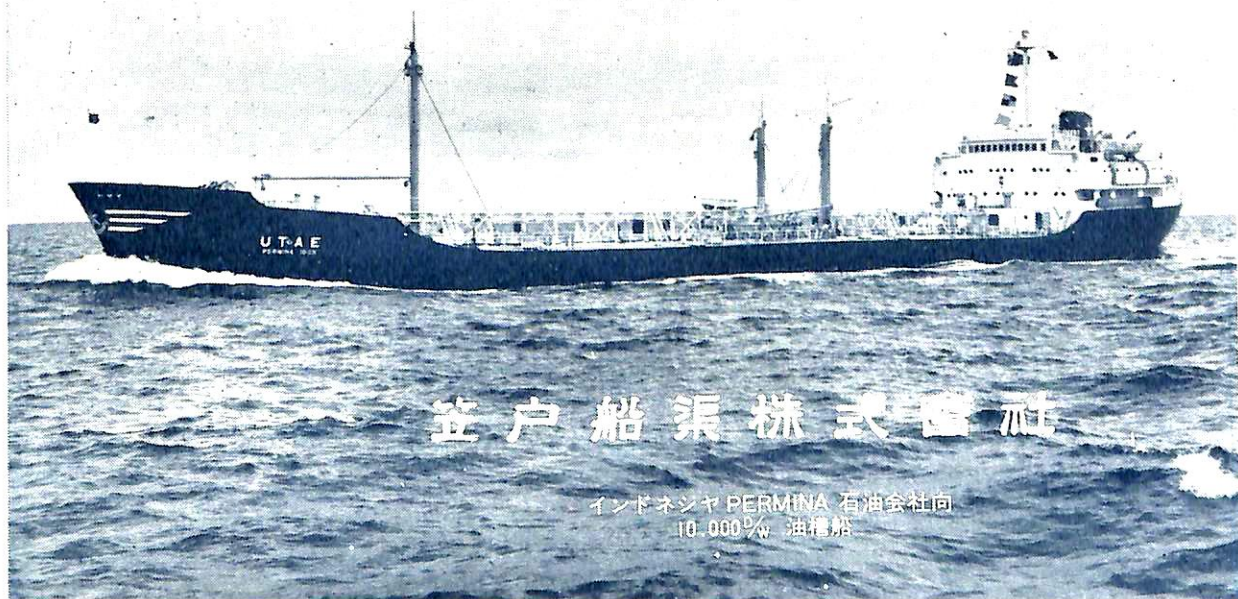
中小型船の近代化に
新分野をひらく



東北造船株式会社

取締役社長 豊福清民

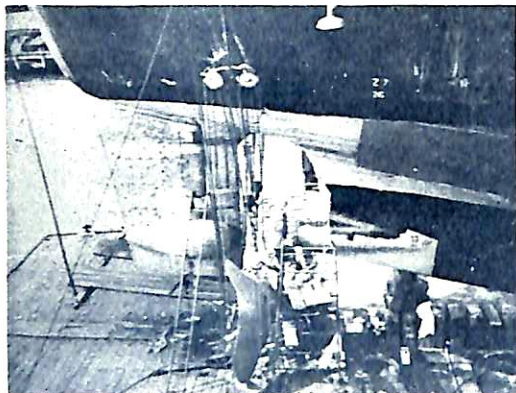
本社・塩釜造船所 宮城県塩釜市杉の入表72の4 電話(塩釜)(2)2111~7
東京事務所 東京都中央区日本橋通2の6(丸善ビル7階)電話(271)1907~9



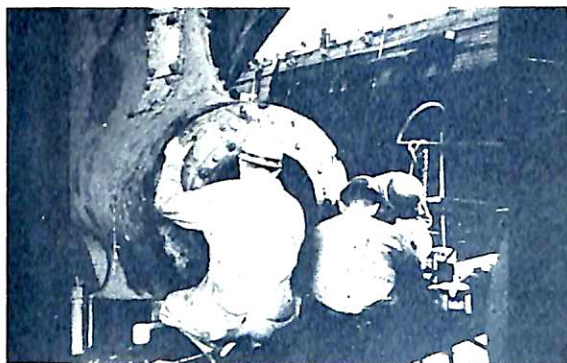
釜戸船渠株式会社

インドネシア PERMINA 石油会社向
10,000% 油槽船

DEVCON® を船舶修理に!!



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



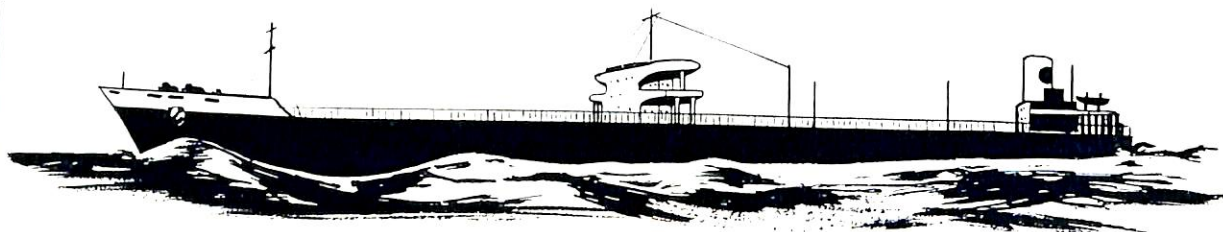
硬化が速い!
強い!
使い易い!



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

日本デブコン株式会社

東京都品川区五反田5丁目108岩田ビル
TEL (447) 4771 (代表) ~3
工場 東京都大田区南六郷2の4 TEL (738) 4038



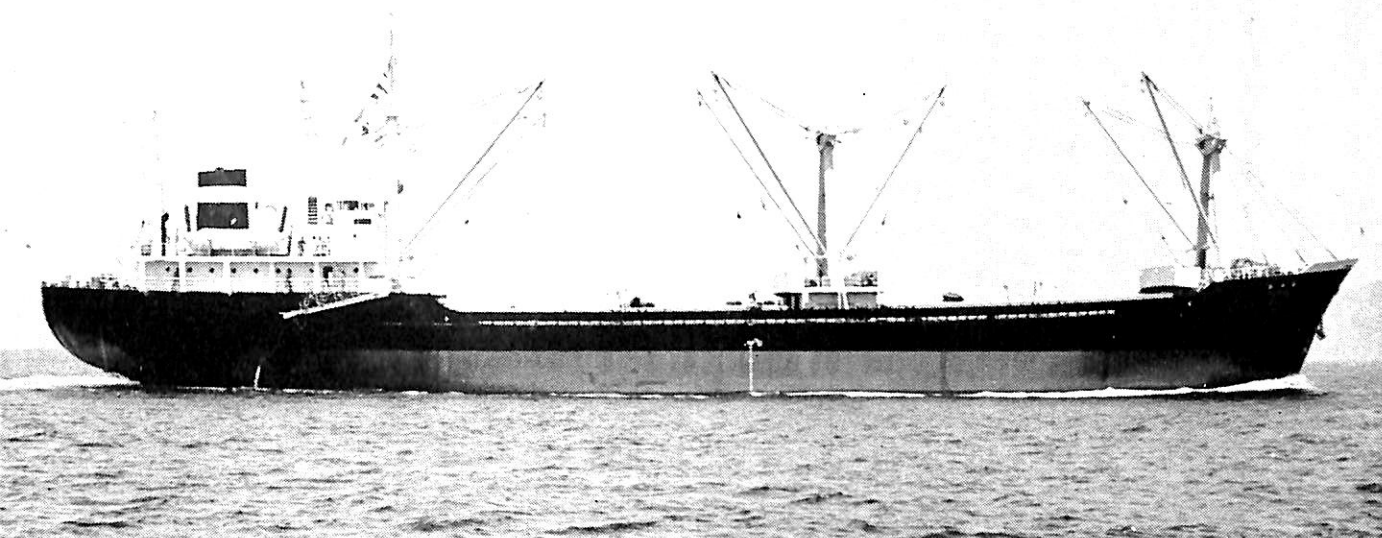
60余年の伝統と技術が保証する!

高田船底塗料

ニッサン 船舶用塗料各種

 **日本油脂**

本社 東京丸の内2の3 (東京ビル) 支社 大阪
支店 札幌・名古屋・福岡:出張所 仙台・静岡・神戸



貨物船 松 洋 丸 松南汽船株式会社

SHOYO MARU

波止浜造船株式会社建造 (第180番船) 起工 39-12-12 進水 40-2-18 竣工 40-4-16
 全長 97.70m 垂線間長 90.00m 型幅 14.90m 型深 7.65m 満載吃水 6.361m
 満載排水量 6,471.18kt 総噸数 2,948.11T 純噸数 1,647.80T 載貨重量 4,925.45kt
 貨物艙容積 (ベール) 5,900m³ (グリーン) 6,530m³ 艙口数 2 デリックブーム 10t×8
 燃料油艙 403.39m³ 燃料消費量 8.2t/day 清水艙 195.96m³ 主機械 阪神内燃機製 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) 2,700PS (255RPM) (常用) 2,025PS (232RPM)
 補汽缶 堅多管式 1台 発電機 AC 445V 130kVA 2台 送信機 250W×1台 50W×1台
 受信機 全波 2台 速力 (試運転最大) 15.123kn (満載航海) 12.0kn 航続距離 11,000浬
 船級・区域資格 NK 近海 船型 凹甲板型 乗組員 32名

— 27 —

石炭運搬船 菱 陽 丸 特定船舶整備公団
千代田汽船株式会社

RYOYO MARU

尾道造船株式会社建造 (第156番船) 起工 39-12-22 進水 40-3-20 竣工 40-6-3
 全長 103.50m 垂線間長 96.00m 型幅 14.80m 型深 8.40m 満載吃水 6.746m
 満載排水量 7,177kt 総噸数 3,361.19T 純噸数 2,010.96T 載貨重量 5,646.80kt
 貨物艙容積 (ベール) 6,751.96m³ (グリーン) 7,176.41m³ 艙口数 3 燃料油艙 114.56t
 燃料消費量 9.67t/day 清水艙 102.17t 主機械 神戸発動機 6UET 45/75ディーゼル機関1基 出力 (連続最大)
 3,000PS (240RPM) 補汽缶 コクラン缶 5kg/cm² 1台 発電機 AC 445V 125kVA 2台
 電話送受信装置 (SSB) 1台 速力 (試運転最大) 15.778kn (満載航海) 12.50kn 航続距離 3,000浬
 船級・区域資格 NK 沿海 船型 凹甲板型 乗組員 24名





輸出鉱石運搬船 **OSWEGO LIBERTY** 船主 Oswego Corporation (Liberia)

三菱重工業株式会社神戸造船所建造 (第951番船) 起工 39-10-24 進水 40-2-2 竣工 40-6-8
 全長 231.00m 垂線間長 220.00m 型幅 31.10m 型深 17.20m 満載吃水 11.59m
 満載排水量 65,584Lt 総噸数 27,977.39T 純噸数 18,602T 載貨重量 52,632Lt 貨物艙容積
 (グリーン) 62,093.0m³ 艙口数 9 燃料油艙 6,779.7m³ 燃料消費量 114t/day 清水艙 424.6m³
 主機械 三菱ウェスチングハウス船用タービン 1基 出力 (連続最大) 22,000PS (105RPM) (常用)
 20,000PS (102RPM) 主汽缶 三菱神戸 CE 2胴水管缶 2基 発電機 AC 950kVA 2台 送信機
 (主) 中波 A₁ 300W, A₂ 200W 短波 A₁ 500W, A₂ 250W 1台 (補) 40W 1台 受信機 全波 2台
 速力 (試運転最大) 17.6kn (満載航海) 16.75kn 航続距離 22,100浬 船級・区域資格 AB 遠洋
 船型 凹甲板船 乗組員 56名 同型船 #952, #953 (同型3隻の第1船) ① 陸上荷役設備利用の
 ため荷役設備をもたない。② エヤーモーター駆動のサイドローリング型ハッチカバーとしハッチを拡大にした。
 ③ 艙内形状を荷役に適した形とした。④ 満載で等吃水でパナマ運河通過できるような艙、タンク配置を計画した。
 リベリア-アメリカ・メリランド間鉱石輸送にあたる。

— 28 —

輸出油槽船 **WILLIAM LARIMER MELLON** 船主 Afran Transport Co., Ltd. (Liberia)

川崎重工業株式会社建造 (第1015番船) 起工 39-9-24 進水 40-1-20 竣工 40-5-24
 全長 229.59m 垂線間長 217.00m 型幅 31.00m 型深 15.50m 満載吃水 11.535m
 満載排水量 62,395Lt 総噸数 29,380T 純噸数 19,200T 載貨重量 48,847Lt 貨物油艙容積
 2,379,284ft³ 主荷油泵 1,590m³/h × 8.6kg/cm² G 4台 油艙数 20 燃料油艙 150,815ft³
 燃料消費量 88.3t/day 清水艙 9,143ft³ 主機械 川崎重工製 U-180型タービン 1基 出力
 (連続最大) 18,000PS (110RPM) (常用) 16,500PS (107RPM) 主汽缶 船用水管缶 (62kg/cm² G, 515°C)
 68t/h 2基 発電機 AC 450V 800kVA 2台, 450V 187.5kVA 1台 送信機 (主) 1台 (補) 1台
 受信機 2台 速力 (試運転最大) 17.737kn (満載航海) 16.5kn 航続距離 18,200浬 船級・区域資格
 LR 遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 33名 船主 2名 パイロット 2名 同型船 Ralph O. Rhoades,
 J.F. Drake 同型船 R.C. Rhoades の主機を高温高圧のUタービンに変更し燃料消費を減じた。





パトロス ジュー グーランドリス

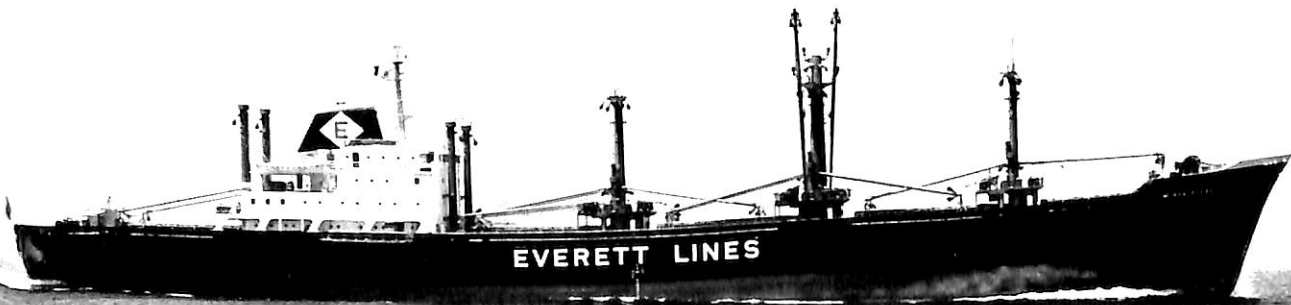
輸出油槽船 **PETROS J. GOULANDRIS** 船主 Pacific Oil Carriers Corp. (Liberia)

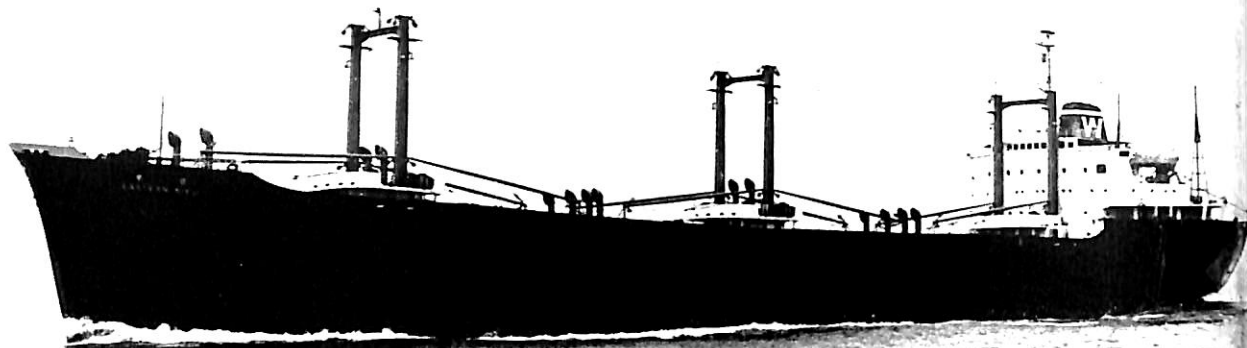
石川島播磨重工業株式会社横浜第二工場建造 (第876番船) 起工 39-10-22 進水 40-3-1 竣工 40-5-17
 全長 246.965m 垂線間長 235.00m 型幅 37.00m 型深 18.00m 満載吃水 (型) 13.087m
 総噸数 (リベリヤ) 39,494.17T 純噸数 31,126T 載貨重量 78,155Lt 貨物油艙容積 96,717.9m³
 バラスト専用艙容積 17,341.8m³ 主荷油ポンプ 2,000m³/h×100m 3台 浚油ポンプ 200m³/h×100m 2台
 貨油艙数 7 バラスト専用艙数 2 共通油艙数 2 燃料油艙 5,173.6m³ 清水艙 (養缶水を含む) 442.8m³
 主機械 石川島播磨製 2段減速蒸気タービン 1基 出力 (連続最大) 19,000PS (105RPM) (常用)
 17,100PS (101.5RPM) 主汽缶 石川島播磨 FW-D 型水管缶 2基 40,000kg/h 発電機 タービン駆動
 AC 450V 580kW 2台 (非) ディーゼル駆動 AC 450V 125kW 1台 速力 (試運転最大) 17.079kn
 (満載航海) 16.1kn 航続距離 21,000浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 船首楼付平甲板船尾船橋型
 乗組員 士官 12名 普通船員 32名 船主 1名 パイロット 1名 計 46名 同型船 #877 (詳細は本文参照)

マレイエバレット

輸出貨物船 **MURRAYEVERETT** 船主 Everett Orient Line, Inc. (Liberia)

佐世保重工業株式会社佐世保造船所建造 (第158番船) 起工 39-12-5 進水 40-3-19 竣工 40-6-15
 全長 139.44m 垂線間長 130.00m 型幅 18.60m 型深 11.20m 満載吃水 7.52m
 満載排水量 12,605Lt 総噸数 5,853.77T 純噸数 3,299T 載貨重量 8,485Lt 貨物艙容積
 (ベール) 513,307ft³ (グリーン) 551,394ft³ 艙口数 5 (第1, 第5艙は貨物油搭載可能) デリックブーム
 35t×1, 20t×1, 10t×6, 5t×10 燃料油艙 45,066ft³ 清水艙 15,762ft³ 主機械 三菱スルザー 6RD
 68型ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 6,600PS (135RPM) (常用) 5,900PS (104RPM)
 補汽缶 水管缶 1基 排ガスエコノマイザ 1基 発電機 AC 450V 300kVA 3台 送信機 MF 300/200W 1台
 HF 500W 1台 非常用 40W 1台 受信機 全波 2台 速力 (試運転最大) 18.41kn (満載航海) 16.0kn
 航続距離 13,600浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 オープンシェルター 乗組員 37名 船主 2
 パイロット 1 税関 2 同型船 HUGHEVERETT 船内は荷役スピードアップのため one-row pillar
 system を採用し、フォークリフトが使用できるよう甲板を補強した。車両、コンテナを有効に搭載するよう甲板
 間高さを大とし、ハッチエンドはボックスガーダーを採用し梁の深さを極小にした。





イースタン キク
輸出貨物船 EASTERN KIKU

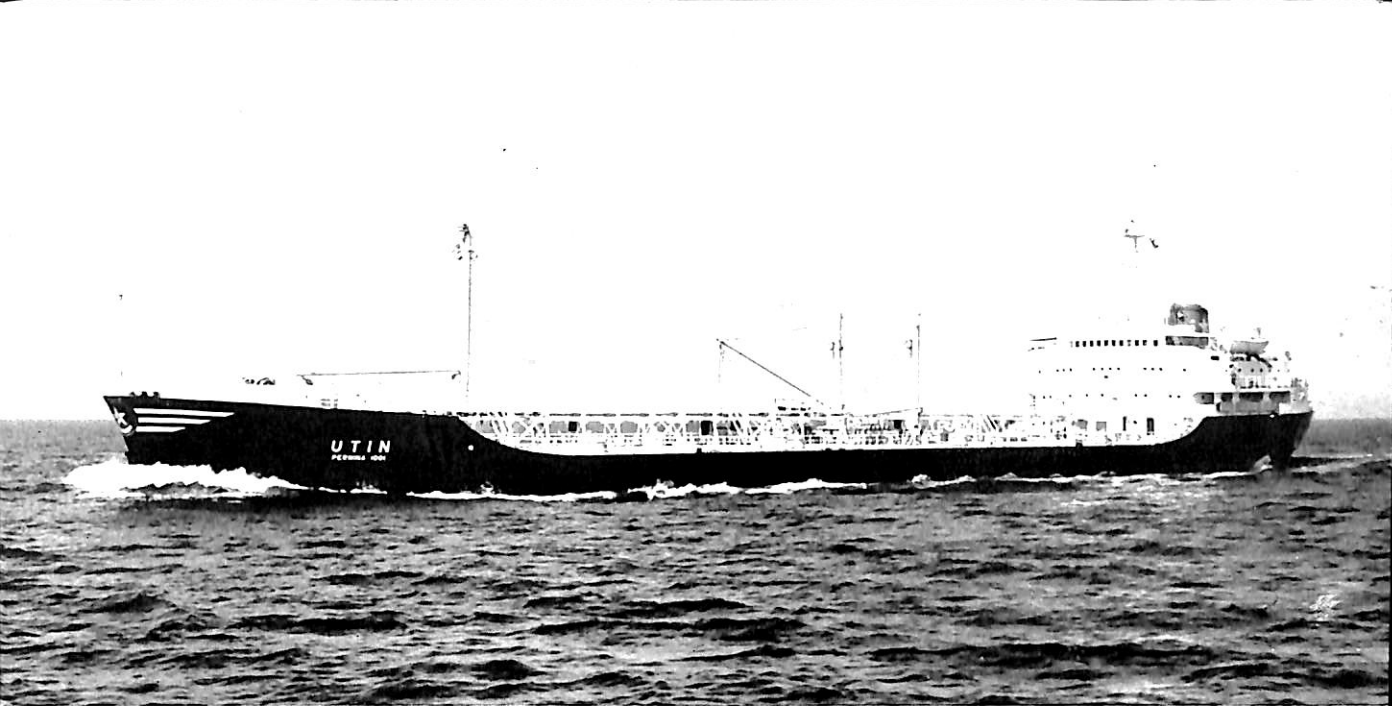
船主 The Windsor Shipping Co., Ltd. (Hongkong)
 函館フック株式会社函館造船所建造 (第361番船) 起工 39-10-2 進水 40-1-28 竣工 40-5-21
 全長 157.51m 垂線間長 148.00m 型幅 22.60m 型深 12.45m 満載吃水 夏期 9.373m
 木材 9.792m 満載排水量 夏期 23,620Lt 木材 24,754Lt 総噸数 12,229.25T 純噸数 7,085.26T
 載貨重量 夏期 18,382Lt 木材 19,516Lt 貨物艙容積 (ベール) 825,842ft³ (グレーン) 840,602ft³
 艙口数 5 デリックブーム 10t×10 燃料油艙 2,004m³ 燃料消費量 30t/day 清水艙 694m³
 主機械 石川島播磨スルザー 7RD 68型ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 8,400PS (135RPM)
 (常用) 7,560PS (130RPM) 補汽缶 JIS 2号船用丸ボイラ 9t/h 1基 発電機 AC 450V 375kVA 2台
 送信機 (主) HF 400W MHF 100W MF 275W 1台 (補) MF 25W 1台 受信機 (主) 1台
 (補) 1台 速力 (試運転最大) 17.7kn (満載航海) 14.4kn 航続距離 20,400哩 船級・区域資格
 LR 遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 57名

— 30 —

輸出貨物船 安 台
AN TAI

船主 新台海運股份有限公司
 常石造船株式会社建造 (第126番船) 起工 39-9-29 進水 39-12-18 竣工 40-3-28
 全長 111.88m 垂線間長 103.50m 型幅 16.50m 型深 8.60m 満載吃水 7.11m
 満載排水量 8,615kt 総噸数 4,424.65T 純噸数 2,514.12T 載貨重量 5,855.28kt 貨物艙容積
 (ベール) 6,923m³ 艙口数 3 デリックブーム 20t×1, 10t×8, 6t×2 燃料油艙 574.55m³
 燃料消費量 840t/h 清水艙 351.35m³ 主機械 神戸発動機製 2サイクル単動無気噴油トランクピストン
 型 9UET 45/75 ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 4,500PS (240RPM) (常用) 3,900PS (220RPM)
 補汽缶 コ克蘭缶 35m²×9.5kg/cm² 1台 発電機 AC 440V 300kVA 3台 送信機 500W×1 50W×1
 受信機 75W×1 速力 (試運転最大) 16.77kn (満載航海) 15.52kn 航続距離 10,000哩
 船級・区域資格 CR 船型 中央機関長船尾楼型準二層甲板船 乗組員 53名 旅客 12名



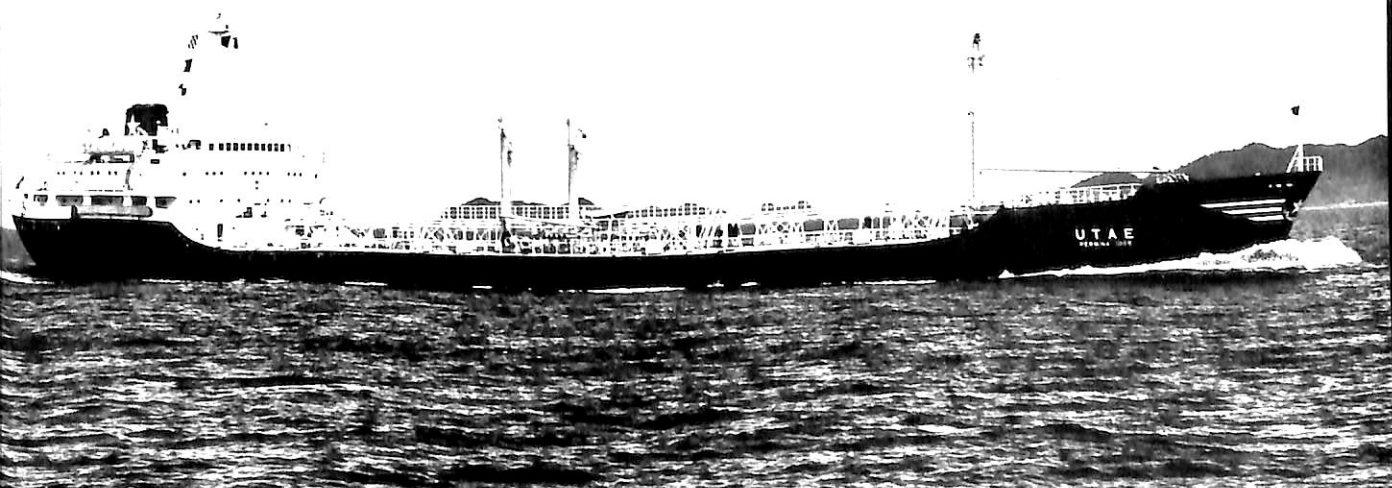


ウーチン
輸出油槽船 **U T I N**

船主 P. N. Pertambangan Minjak Nasional (PERMINA) (Indonesia)
 日立造船株式会社向島工場建造 (第4042番船) 起工 39-9-9 進水 40-2-6 竣工 40-5-28
 全長 135.00m 垂線間長 128.00m 型幅 19.40m 型深 9.15m 満載吃水 6.72m
 満載排水量 13,570Lt 総噸数 6,893.41T 純噸数 4,141.64T 載貨重量 10,605Lt 貨物油艙容積 14,288.6m³
 主荷油ポンプ 600m³/h×75m×2台 デリックブーム 3t×1, 5t×2
 燃料油艙 548.40m³ 燃料消費量 13t/day 清水艙 664.16m³ 主機械 三菱横浜 MAN G6Z 52/70
 型ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 3,500PS (225RPM) (常用) 3,150PM (218RPM) 補汽缶
 日立因島製船用丸缶 1基 発電機 AC 450V 212.5kVA 2台 送信機 HF 500W 1台 MF 300W,
 200W, 50W 1台 受信機 全波 2台 速力 (試運転最大) 13.017kn (満載航海) 12.0kn
 航続距離 8,600浬 船級・区域資格 LR 船型 船尾機関凹甲板型 乗組員 46名 旅客 2名
 同型船 URIKO, UTAKO, UMEKO インドネシア国管石油開発社 (PERMINA) 向同型 4隻の第1船。

ウタエ
輸出油槽船 **U T A E**

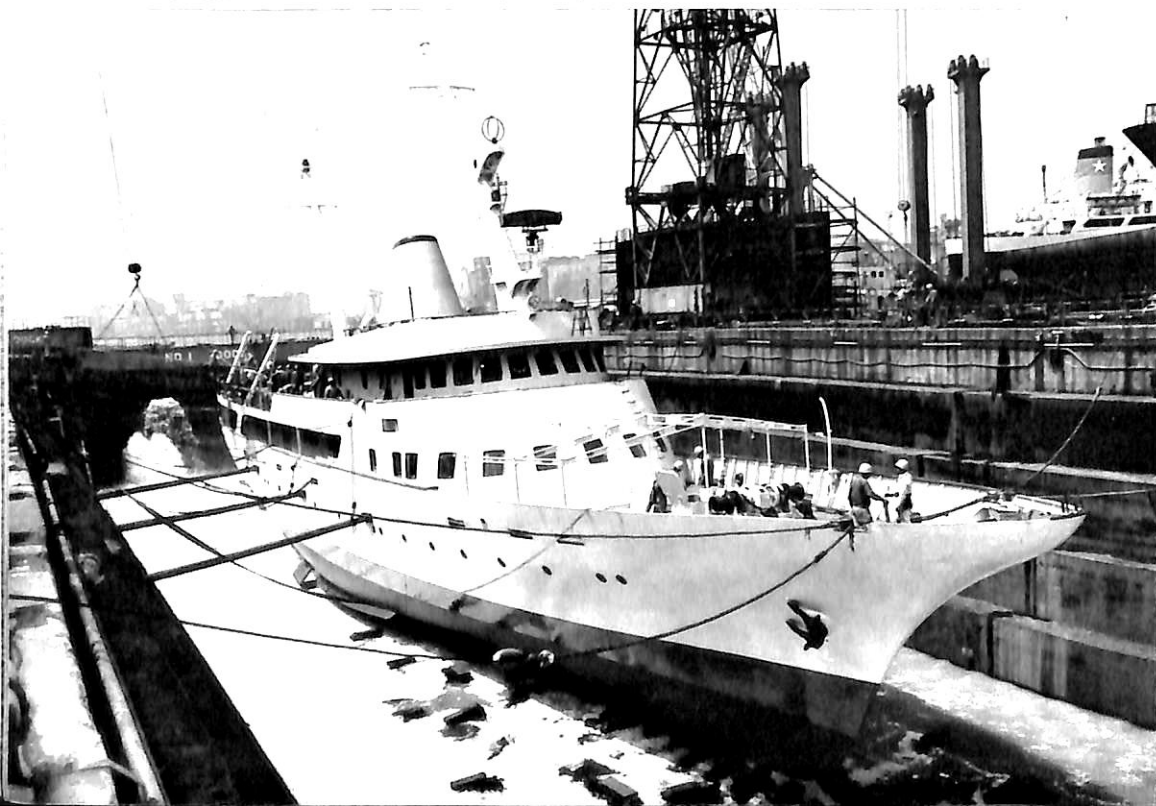
船主 P. N. Pertambangan Minjak Nasional. (Indonesia)
 笠戸船渠株式会社笠戸造船所建造 (第232番船) 起工 39-10-3 進水 40-4-1 竣工 40-7-1
 全長 135.00m 垂線間長 128.00m 型幅 19.40m 型深 9.15m 満載吃水 6.70m
 満載排水量 15,570kt 総噸数 6,939.35T 純噸数 4,292.55T 載貨重量 10,636kt 貨物油艙容積 14,228.6m³
 主荷油ポンプ 600m³/h×75m×2台 150m³/h×1台 デリックブーム 5t×2, 3t×1
 燃料油艙 435.24m³ 燃料消費量 12.2t/day 清水艙 632.56m³ 主機械 三菱横浜 MAN G6Z 52/70
 SC型ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 3,500PS (225RPM) (常用) 3,150PS (218RPM)
 補汽缶 乾燃式円缶 1台 発電機 AC 450V 212.5kVA 2台 送信機 HF 500W×1, MF 300W×1,
 200W×1, 50W×1 受信機 全波 2台 速力 (試運転最大) 13.295kn (満載航海) 12.0kn
 航続距離 8,600浬 船級・区域資格 LR 遠洋 乗組員 46名 旅客 2名 同型船 UTIN, URIKO



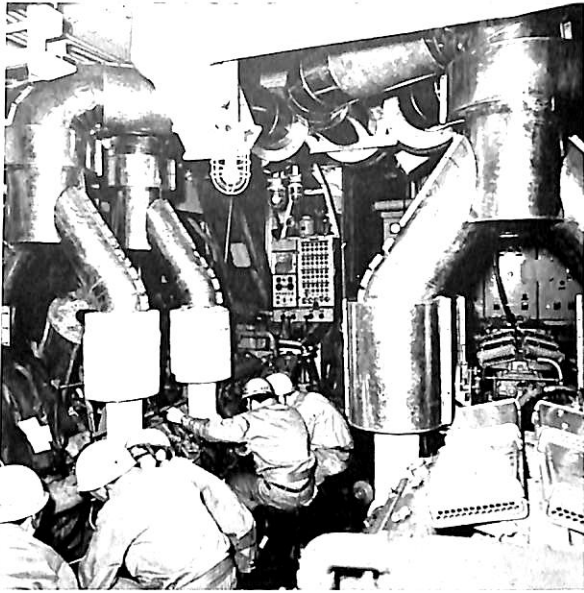


パ ロ マ
Pressure Yacht (客 船) PALOMA

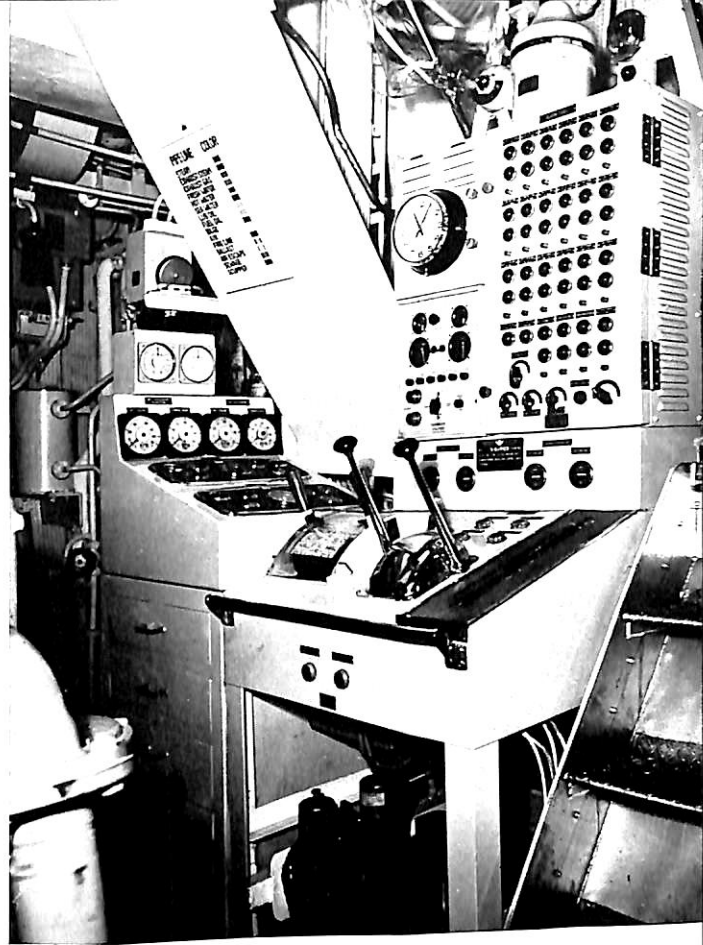
船主 Fairsail Navigation Corporation (Liberia)
 石川島播磨重工業株式会社東京第二工場建造 (第867番船) 起工 39-5-28 進水 40-1-20 竣工 40-6-23
 全長 60.10m 垂線間長 50.50m 型幅 8.85m 型深 4.75m 満載吃水 3.10m
 総噸数 646.45T 純噸数 288.0T 載貨重量 150Lt 燃料油艙 94.4m³ 燃料消費量 7.2t/day
 清水艙 49.7m³ 主機 "GM" Tandem-twin 12V-71型ディーゼル機関 2基 (ゼネラルモーターズ製)
 出力 (連続最大) 800PS×2 (2,000/400RPM) (常用) 685PS×2 (1,900RPM) 補汽缶 クレイトンパッケ
 ージ型缶 1基 発電機 AC 225V 60c/s 100kVA 2基 受信機 中短波 600W 1台 受信機 ス
 ーパーヘテロダイン 1台 速力 (試運転最大) 15.78kn (満載航海) 14.0kn 航続距離 3,360 浬
 船級・区域資格 AB "Yachting service" 船型 平甲板中央機関 乗組員 17名, メイド 2名
 船主および旅客 12名 空気調和装置 (客室区画) 搭載艇 23' モーターランチ (160PS×2) 1隻
 18' ランナバウト (225PS×1) 1隻 減揺装置 ホスパー式ロールダンピングフィン 20PS 1組 停泊時
 用蓄電池 DC 120V 1080AH×2組 (詳細は次号参照)



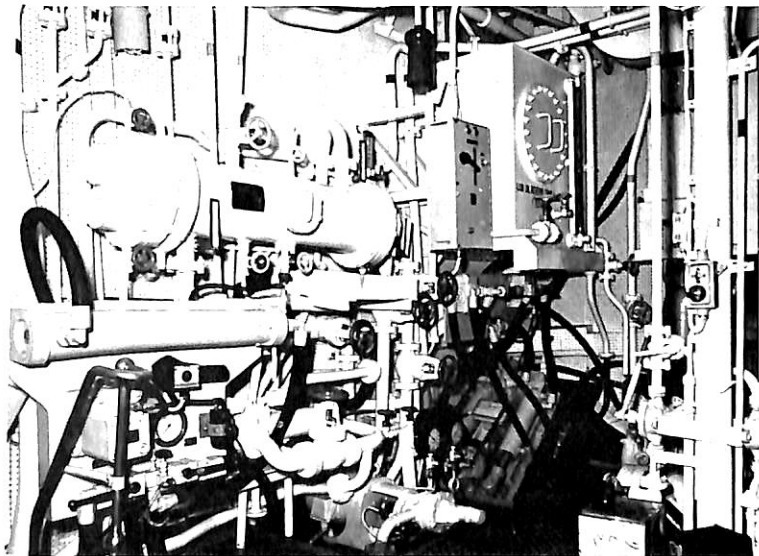
試運転を控えての
DOCKING (注
中)
スタビライザー・
フィンがビルジ
ールの後方に見
る。



主 機 関
GM製タンデム・ツイン (工事中)



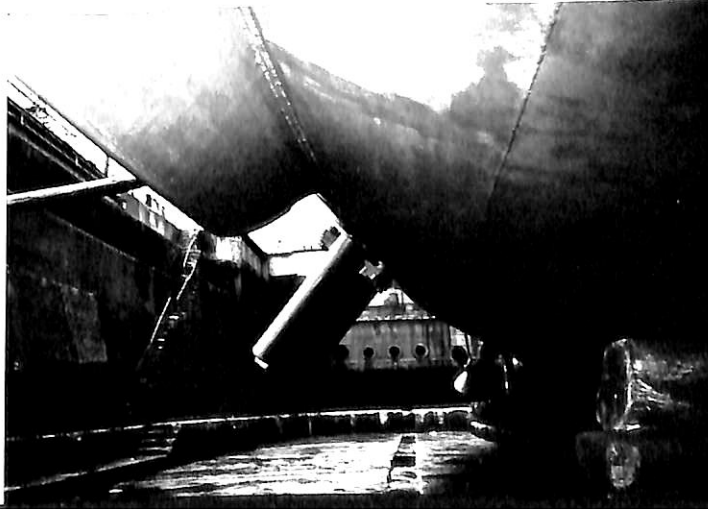
機関室内コントロールパネル
主機関、フィンスタビライザー、
操縦ハンドル、アラームパネルを
集約した。

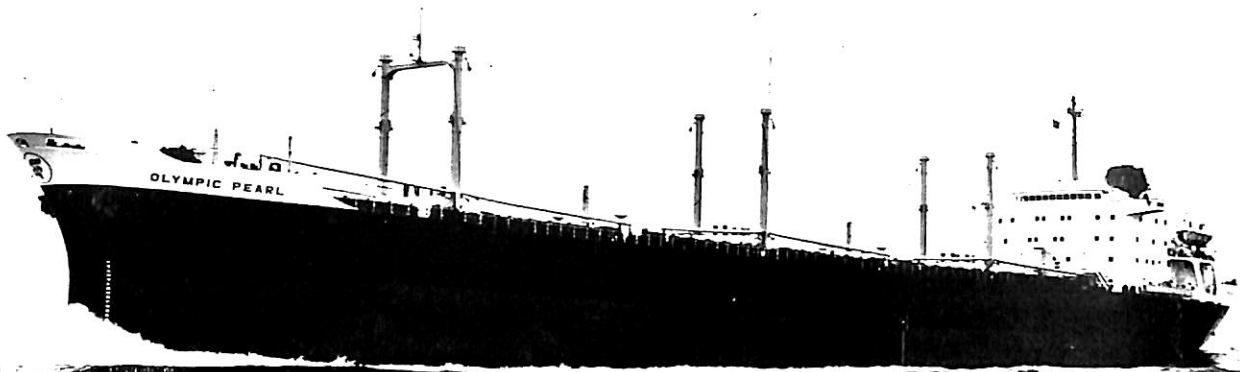


ボスパー式非引込みフィンスタビライザー
トッププレート、オイルクーラー等をコン
パクトに配置した。油圧配管は特殊ゴム製
ホースである。

フィンスタビライザー
船体ビルジ部取付状況
(入渠中)

(PALOMA の詳細は主として船内各部写真(次号へ))





オリムピック パール
 撒積貨物船 **OLYMPIC PEARL**

船主 Falmouth Marine Panama S.A. (Panama)
 日本鋼管株式会社清水造船所建造 (第224番船) 起工 39-11-26 進水 40-2-20 竣工 40-5-7
 全長 175.592m 垂線間長 164.592m 型幅 22.86m 型深 14.707m 満載吃水 9.728m
 満載排水量 31,055.09Lt 総噸数 13,923.06T 純噸数 9,023.99T 載貨重量 24,759.6Lt
 貨物艙容積 (グリーン) 30,678.4m³ 艙口数 6 デリックブーム 5t×12 燃消油艙 2,127m³
 燃料消費量 43.1Lt/day 清水艙 239m³ 主機械 石川島播磨スルザー 8RD 76型ディーゼル機関 1基
 出力 (連続最大) 12,000PS (119RPM) (常用) 10,800PS (115RPM) 補汽缶 Aalborg AQ 3型 1基
 発電機 AC 450V 437.5kVA 3台 送信機 500W 1台 50W 1台 受信機 全波 2台 速力
 (試運転最大) 17.973kn (満載航海) 15.75kn 航続距離 17,200 浬 船級・区域資格 LR 遠洋
 船型 船尾船橋凹甲板型 乗組員 40名 同型船 OLYMPIC PALM

— 34 —

クニコ
 輸出油槽船 **KUNIKO**

船主 Permina (P.N. Pertambangan Minjak Nasional) (Indonesia)
 三菱重工業株式会社下関造船所建造 (第607番船) 起工 39-12-12 進水 40-3-5 竣工 40-6-3
 全長 106.95m 垂線間長 98.00m 型幅 15.20m 型深 7.90m 満載吃水 6.25m
 満載排水量 7,009.67kt 総噸数 3,579.35T 純噸数 2,293.81T 載貨重量 5,113.42kt 貨物艙容積
 (グリーン) 215m³ 貨物油艙容積 6,709m³ 主荷油ポンプ 300t/h×2台 艙口数 1
 デリックブーム 5t×2, 1.5t×1 主機械 三菱横浜 MAN G5Z 52/72 SC型ディーゼル機関 1基 出力
 (連続最大) 2,350PS (205RPM) (常用) 2,100PS (199RPM) 補汽缶 5.6t/h 乾燃室式船用円缶 1基
 発電機 AC 450V 175kVA (140kW) 50c/s 2台 送信機 HF A₁ 300W, MF A₁ 200W A₂ 80W
 受信機 全波 1台 速力 (試運転最大) 12.76kn (満載航海) 11.6kn 航続距離 7,100 浬
 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 43名





自動車航送船 **第二佐多丸** 錦江湾フェリー株式会社
SATA MARU No. 2

三菱重工株式会社下関造船所建造(第606番船) 起工 39-12-10 進水 39-12-28 竣工 40-5-31
 全長 52.5m 垂線間長 44.00m 型幅 10.00m 型深 4.20m 満載吃水 3.00m
 満載排水量 824.9kt 総噸数 613.43T 純噸数 188.97T 燃料油艙 32.60t 清水艙 16.28t
 主機 阪神内燃機製 Z6VSH型4サイクル単動トランクピストン型過給機付ディーゼル機関 2基
 出力(連続最大) 800PS・2(360RPM) (常用) 680PS・2(341RPM) 発電機 62.5kVA(80PS×900rpm) 2台
 速力(試運転最大) 14.36kn (満載航海) 13kn 船級・区域資格 JG 沿海 船型 平甲板型
 乗組員 10名 旅客 503名 船首尾遮浪扉(油圧シリンダ式), 円型操舵室, 客室は楕円型にて椅子は放射状に配置。



客船 **すもと丸** 特定船舶整備公団
SUMOTO MARU 関西汽船株式会社

佐野安船渠株式会社建造(236番船) 起工 40-1-16 進水 40-3-2 竣工 40-5-22
 全長 54.47m 垂線間長 50.00m 型幅 8.60m 型深 3.50m 満載吃水 2.359m 総噸数 518.29T
 純噸数 257.22T 載貨重量 130.9kt 燃料消費量 5.4t/day 主機 赤阪鉄工製 6UET33 55型ディーゼル機関 1基 出力(連続最大) 1,500PS(320RPM) 発電機 AC 445V 80kVA 2台 SSB 10W 1台
 速力(試運転最大) 16.28kn (満載航海) 15.0kn 船級・区域資格 平水 船型 低船首楼型
 乗組員 士官 5, 部員 16 旅客 1等 48名, 2等 498名, デッキ 436名, 計 982名 同型船 あわじ丸
 球状船首を採用, 上構部にはアルミ, ポリエステル, アクリライト等を使用して重量軽減をはかる。膨脹型救命筏, サーモタンク式冷暖房設備。神戸 洲本間に就航。



客船 旭洋丸 特定船舶整備公団
フェリー KYOKUYO MARU 石崎汽船株式会社

株式会社神田造船所建造(第99番船)
起工 39-12-16 進水 40-2-21
竣工 40-4-26 全長 44.60m
垂線間長 40.50m 型幅 9.80m
型深 3.60m 満載吃水 2.45m
満載排水量 597.61kt
総噸数 453.51T 純噸数 219.14T
載貨重量 177.41kt
燃料油艙 16.94m³
燃料消費量 5.1m³/day
清水艙 14.33m³ 主機械 新潟鉄
工製 6MG25HSディーゼル機関 2基
出力 (連続最大)
650PS×2 (720/321RPM)
(常用) (682/304RPM)
発電機 AC 225V 50kVA 2台
速力 (試運転最大) 14.05kn
(満載航海) 12.5kn
船級・区域資格 JG 平水
船型 平甲板型 乗組員 17名
旅客 450名



貨客船 まつまえ 特定船舶整備公団
MATSUMAE 青森商船株式会社

東北造船株式会社建造(第65番船)
起工 39-12-16 進水 40-3-6
竣工 40-4-20 全長 43.62m
垂線間長 39.10m 型幅 8.80m
最大幅 10.4m 型深 3.10m
満載吃水 2.268m
満載排水量 437kt 総噸数 310.04T
純噸数 163.11T 載貨重量 119.88kt
燃料油艙 13.5m³
燃料消費量 2.12t/day
清水艙 9.56m³ 主機械 阪神内
燃機製 Z626S型ディーゼル機関 1基
出力 (連続最大)
500PS (600/335RPM)
発電機 AC 225V 35kVA 2台
SSB 10W 1台
速力 (試運転最大) 12.0kn
(満載航海) 10.6kn
航続距離 1,150哩
船級・区域資格 JG 沿海
乗組員 10名 旅客 138名

ラテックスタイプ デッキ舗床材

カタログ呈

tightex

タイテックス

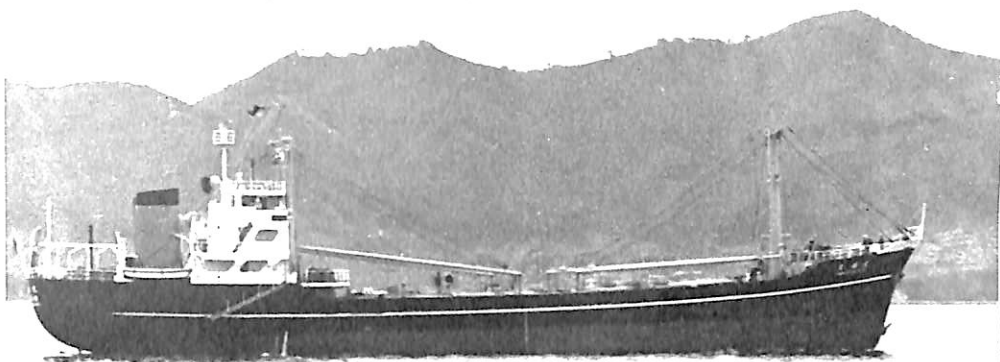
N・V 規格
F 項目承認
No. 31579
No. 32234

施行実績数百隻

太平工業株式会社

本社 京都市右京区三条通西大路西 電話(82)1101代
出張所 東京都千代田区神田錦町1の3 電話(291)8287
出張所 神戸・呉・長崎

常石造船株式会社建造(第125番船)
 起工 39-11-28 進水 40-1-8
 竣工 40-1-29 全長 59.27m
 垂線間長 58.50m 型幅 9.55m
 型深 5.00m 満載吃水 4.50m
 満載排水量 1,887.5kt
 総噸数 842.55T 純噸数 476.46T
 載貨重量 1,399.515kt
 貨物艙容積 (ベール) 1,371.20m³
 (グレーン) 1,504.66m³ 艙口数 1
 デリックブーム 7t×4
 燃料油艙 60.14t
 燃料消費量 350/h 清水艙 10.35t
 主機械 木下鉄工所製 車動4サイ
 クルディーゼル機関1基
 出力(連続最大)1,000PS(340RPM)
 (常用) 800PS(320RPM)
 発電機 115V 15kW 1台
 速力(試運転最大) 12.862kn
 (満載航海) 10.6kn
 船級・区域資格 沿海2級
 船型 船尾機関凹甲板型
 乗組員 15名



貨物船 七 福 丸 七福汽船株式会社
 SHICHIFUKU MARU

今井造船株式会社建造(第210番船)
 起工 39-11-14 進水 40-2-27
 竣工 40-3-26 全長 63.50m
 垂線間長 58.00m 型幅 9.60m
 型深 4.80m 満載吃水 4.35m
 満載排水量 1,693.50kt
 総噸数 840.24T 純噸数 481.14T
 載貨重量 1,300kt
 貨物油艙容積 1,669.258m³
 主荷ポンプ
 (ギヤー式) 400m³/h×50m(150PS)
 2台 主機械 日本発動機製
 HS6MV38 型ディーゼル機関1基
 出力(連続最大)1,200PS(325RPM)
 (常用) 960PS 補汽缶 630kg/h
 35m² 8.5kg/cm² 1台
 発電機 AC 10kVA, 5kVA 各1台
 無線電話 SSB 10W 1台
 速力(試運転最大) 13.94kn
 (満載航海) 10.5kn
 船級・区域資格 JG 沿海
 船型 船尾機関型 乗組員 16名



油槽船 第十五英祐丸 四国運輸株式会社
 EIYU MARU No. 15

重 油 炭 添 加 剤

PCC

Pat. NO 178013
 Pat. NO 192561
 Pat. NO 193509
 Pat. NO 238551
 Pat. NO 239552

営 業 品 目

PCC NO. 210	} 燃 料 油 添 加 剤	}	PCC NO.1000	エルマルジョンプレーカー
PCC NO. 220			PCC パウダー	ス ト 除 去 剤
PCC NO. 250			タンクリン	強 力 洗 滌 剤

日 本 添 加 剤 工 業 株 式 会 社

本 社 東 京 都 板 橋 区 前 野 町 1 - 2 1 電 話 (960) 8 6 2 1
 東 京 支 店 東 京 都 千 代 田 区 神 田 鎌 倉 町 1 7 電 話 (252) 3 8 8 1
 大 阪 支 店 大 阪 市 西 区 江 戸 堀 北 通 1 - 6 9 (日 々 会 館 ビル) 電 話 (443) 6 2 3 1
 出 張 所 名 古 屋 (5 7) 6 8 0 8 - 8 6 3 2



世界最大級の改造工事完成

TORREY CANYON 号 (油槽船)

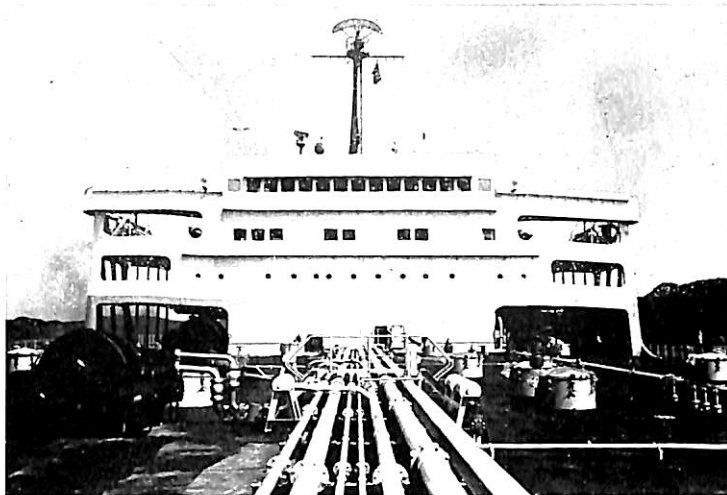
佐世保重工業株式会社佐世保造船所建造

船主 Barracuda Tanker Corporation (Liberia)

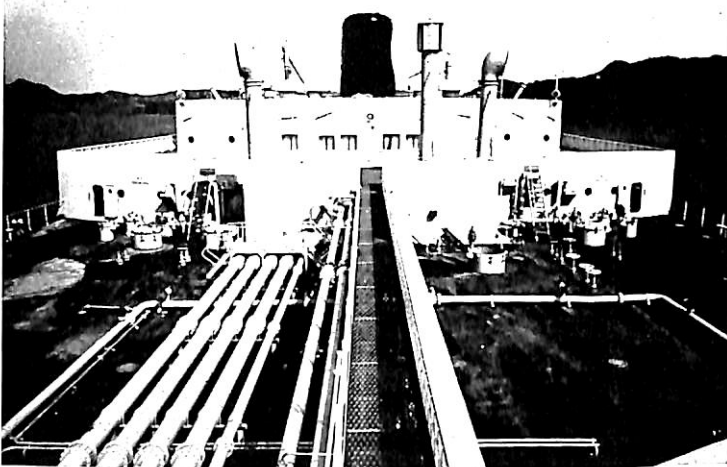
起工	1964-9-22	進水	1965-2-25	竣工	1965-3-30	全長	297.00m	垂線間長	285.40m
型幅	38.10m	型深	20.88m	満載吃水	15.685m	総噸数	61,263.93T	載貨重量	118,285Lt
貨物油艙容積	889,200bbl	主機械	蒸気タービン 1基	出力 (連続最大)	25,000PS (106RPM)				
速力 (最大)	17.2kn (満載航海)	16.75kn	船級	LR 遠洋					

改造工事前の旧船体全景



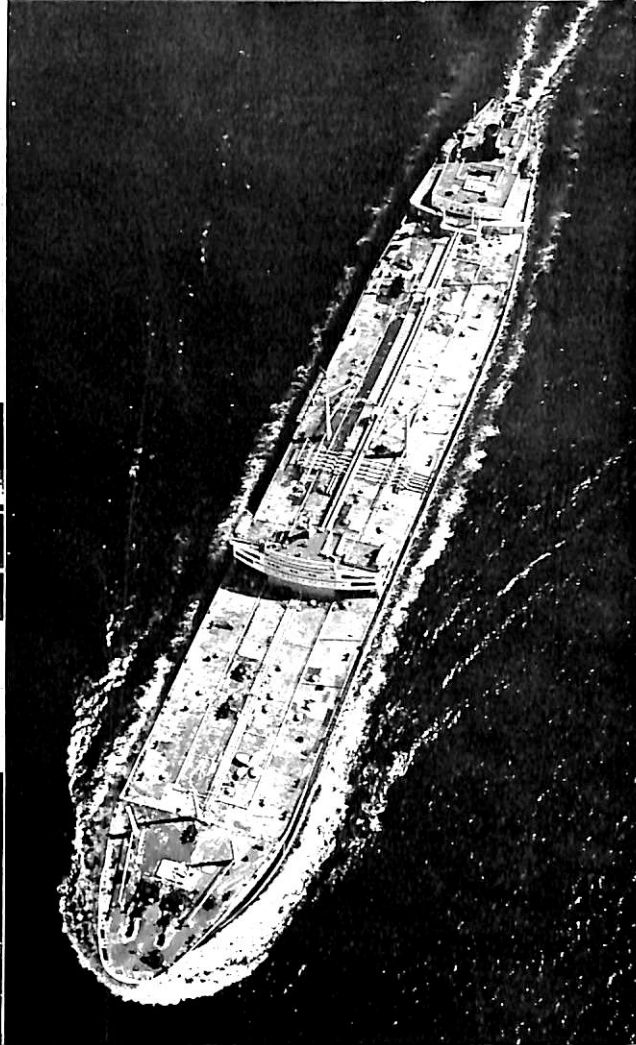


改造後の船橋の前面をみる（旧船橋を移設）



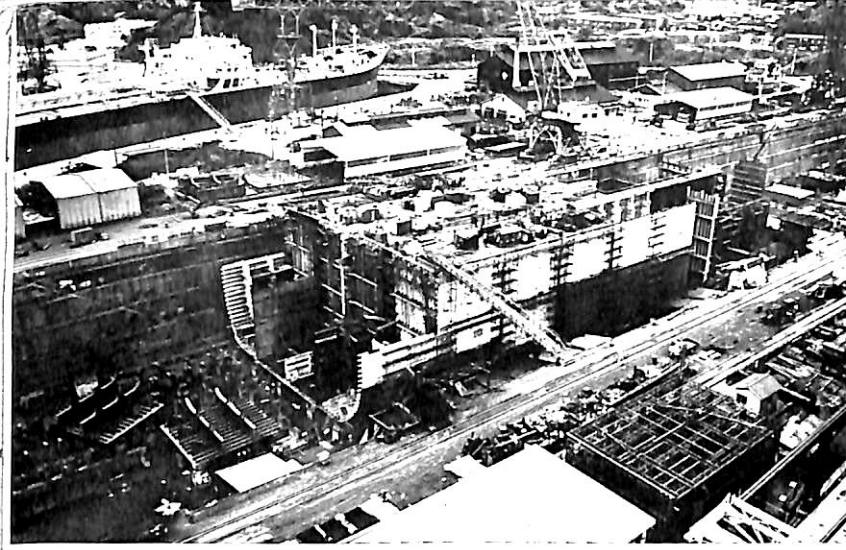
改造後の船尾の前面をみる

旧船体を切断するため入渠

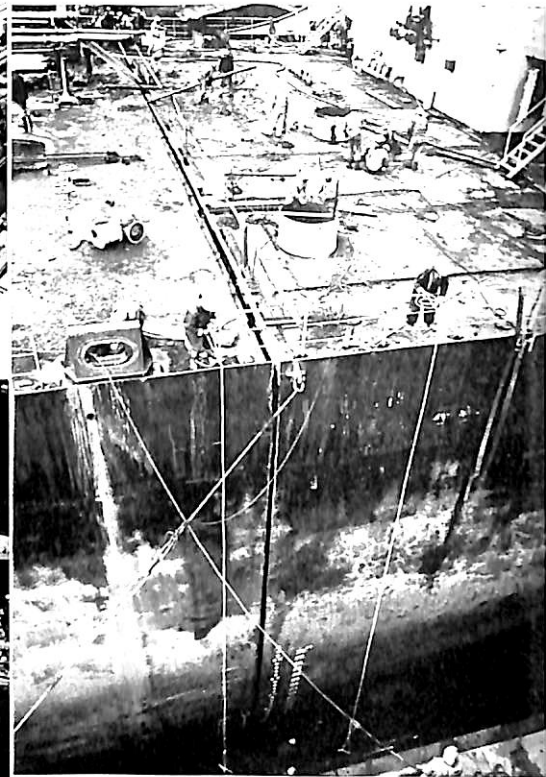


改造完成後の公試運転中の
TORREY CANYON号

TORREY CANYON



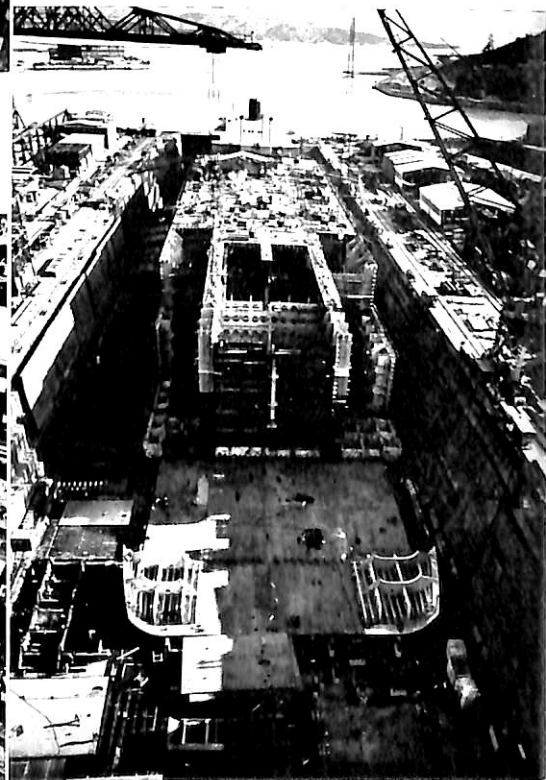
4ドックにて船首船体部を建造中（前方ドック内に旧船体）
(39-12-10)



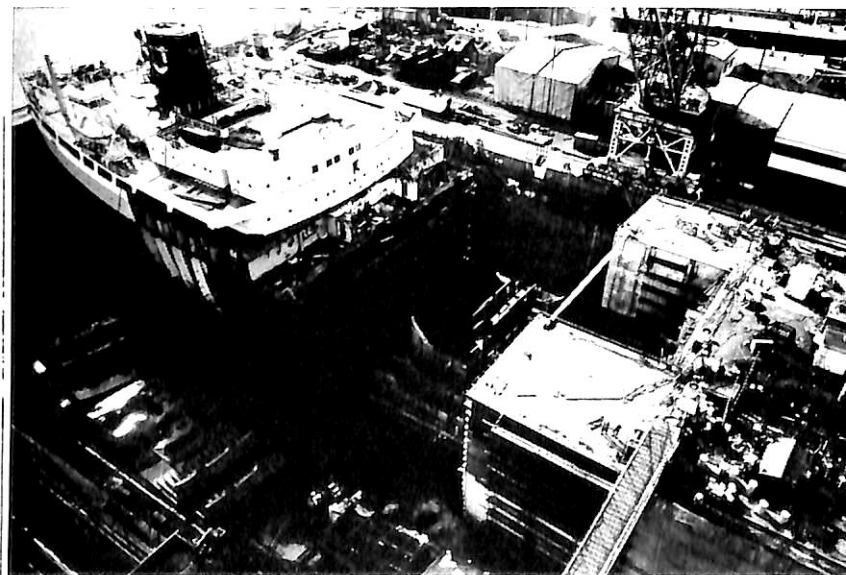
旧船体の船首尾切断工事 (39-12-17)



旧船尾部を新船体部建造中の4ドックへ入れるところ。
(上の船首部は旧船体) (39-12-18)



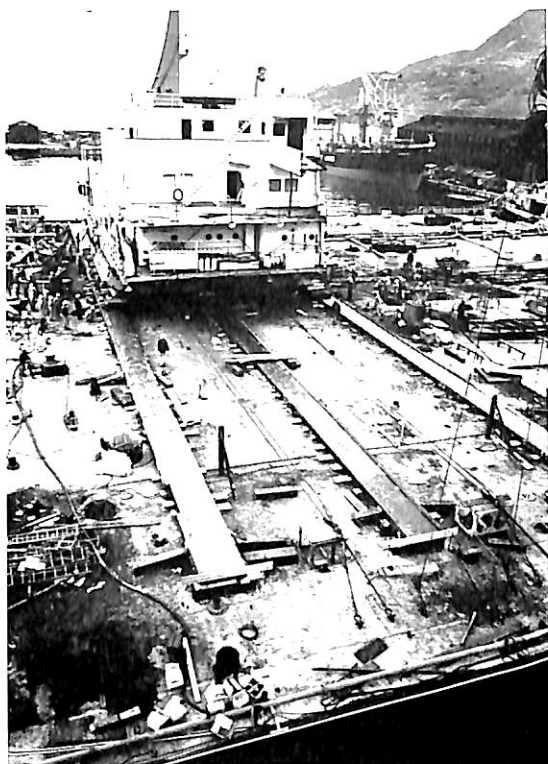
両船体の結合工事と並行して新船体部の建造をすすめる。(39-12-28)



新船体部と旧船体部を1ブロック離してセットし、ブロック
建造により両者を結合する。

CANYON 号の改造

佐世保重工業株式会社建造



三條にならんだ固定台上をブリッジは
手前の新船体上へ滑動する。
(40-3-2)

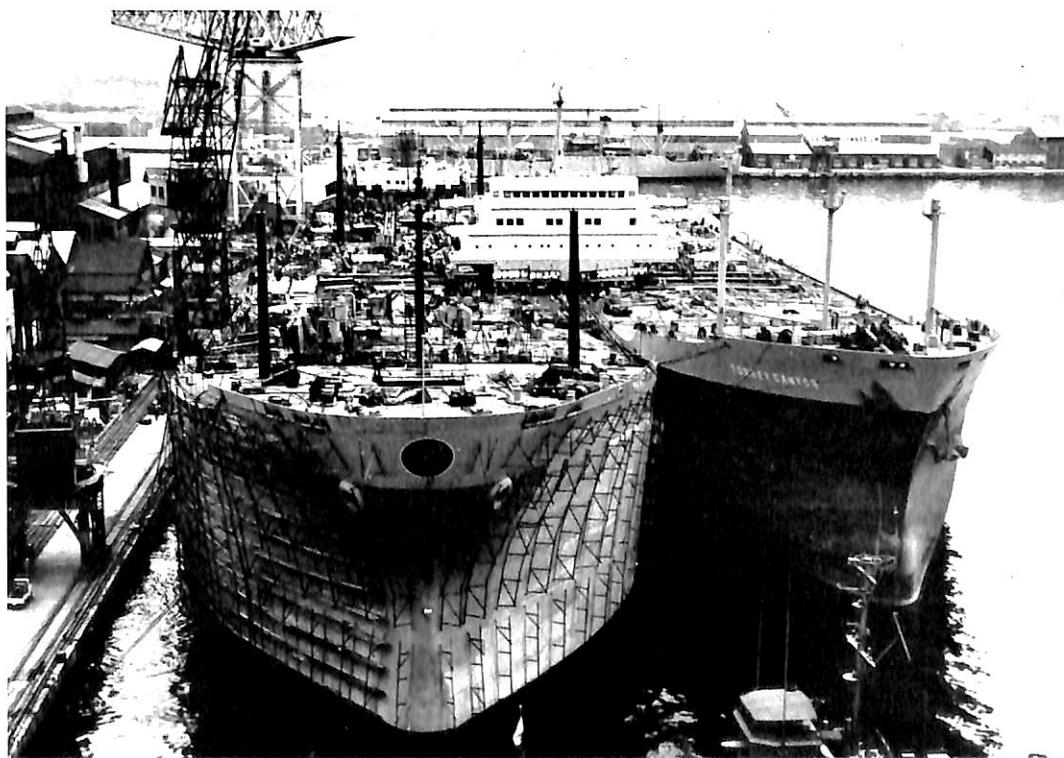


完成近い結合工事 (40-2-21)



ブリッジ移設工事。両船体はロープで結合してあるだけ。(40-3-2)

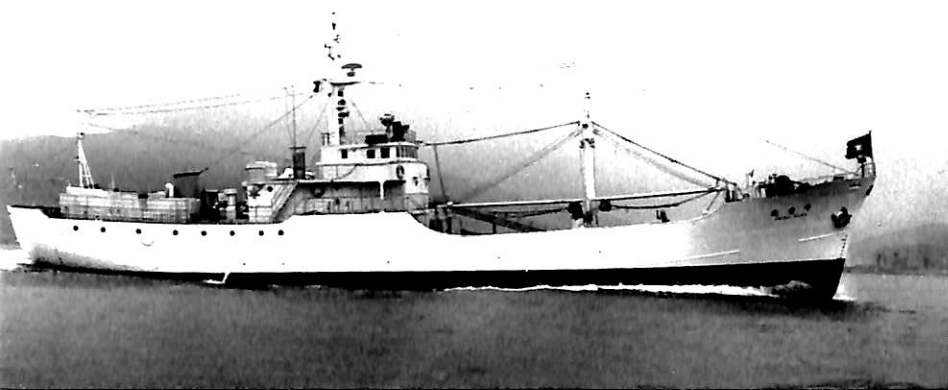
旧船体(右)より、新船体(左)
へブリッジの移設工事中の状
況。ブリッジ移動用動力は左
方中央のクレーンによる。
(40-3-2)





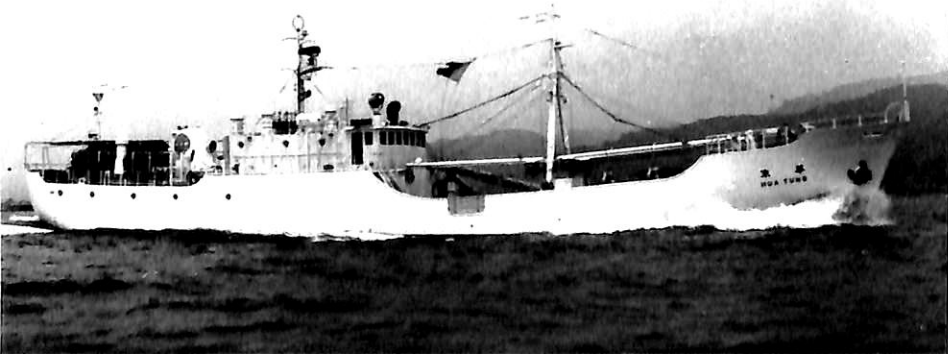
漁業練習船 阿 州 丸 徳島県教育委員会
ASHU MARU

株式会社金指造船所建造(第687番船)
起工 39-12-28 進水 40-3-3
竣工 40-4-3 全長 48.61m
垂線間長 42.50m 型幅 8.00m
型深 3.80m 満載吃水 3.40m
満載排水量 835kt 総噸数 399.24T
純噸数 204.18T 艀口数 3
デリックブーム 1t×2
魚艀容積(ベール) 241.8m³
凍結室および凍結準備室容積 57m³
魚獲量 161.02kt 燃料油艀 278.32m³
燃料消費量 162g/PS/h
清水艀 47.33m³ 主機械 阪神
内燃機製 T6WSH 型ディーゼル機関
1基(遠隔操縦装置)
出力(連続最大)1,000PS(330RPM)
(常用) 750PS(300RPM)
発電機 AC 225V 100kVA 2台
受信機(主) 505W 1台
(補) 125W 1台 SSB 50W 1台
受信機 トリプルスーパー 1台
ダブルスーパー 1台
速力(試運転最大) 13.174kn
(満載航海) 11.0kn
航続距離 18,750浬 船級 JG 遠洋
船型 凹甲板型 乗組員 22名 実習
生 25名 観測装置, 漁捞装置設備



漁業指導船 千 葉 丸 千 葉 県
CHIBA MARU

株式会社三保造船所建造(第555番船)
起工 39-12-10 進水 40-3-27
竣工 40-5-20 全長 50.80m
垂線間長 44.50m 型幅 8.30m
型深 4.00m 満載吃水 3.40m
満載排水量 767.60kt
総噸数 495.33T 純噸数 193.02T
艀口数 3 デリックブーム 1t×4
魚艀容積(ベール) 289.24m³
魚獲量 199.59t 燃料油艀 253.30m³
燃料消費量 162g/PS/h
清水艀 48.20m³ 主機械 新潟鉄
工製 6M33HS 型ディーゼル機関 1基
出力(連続最大)1,000PS(330RPM)
(常用) 750PS(300RPM)
発電機 AC180kVA, 125kVA 各 1台
送信機 NSD-1500RB 500W×1台
NSD-1125AD 125W×1台 受信機
NRD 143, NRD 1050F 各 1台
速力(試運転最大) 13.966kn
(満載航海) 12.0kn
航続距離 22,000浬 区域 遠洋
船型 凹甲板船尾機関 乗組員 35名
(調査員2名を含む) 操舵室および
魚艀内張りは日軽アルミ製アルミ
構造とす



鮪延縄漁船 華 東
HAU TUNG

船主 国華海洋企業股份有限公司
(China Sea-Products Development)
株式会社三保造船所建造(第537番船)
起工 40-3-24 進水 40-4-27
竣工 40-6-25 全長 47.80m
垂線間長 42.00m 型幅 7.70m
型深 3.45m 満載吃水 3.10m
総噸数 356.52T 純噸数 176.92T
艀口数 4 デリックブーム 1.0t×4
魚艀容積(ベール) 346.90m³
燃料油艀 196.93m³
燃料消費量 167g/PS/h
清水艀 22.70m³ 主機械 赤阪鉄工
製 TM-6SS 型ディーゼル機関 1基
出力(連続最大) 800PS(360RPM)
(常用) 680PS(341RPM)
発電機 AC 100kVA 2台
送信機 NSD-1253 250W NSD-1103
100W 受信機 NRD 1050K
ダブルスーパーメテロタイプ 2台
速力(試運転最大) 12.664kn
(満載航海) 11.20kn
航続距離 21,000浬
船級・区域資格 CR-100✳E
船型 凹甲板船尾機関型
乗組員 32名 同型船 華南, 忠
孝, 仁愛, 他 5隻

あなたの働きを楽しく 暮らしを豊かに 夢を育てる……鉄



マル イセ

八幡製鉄

本社 東京都千代田区丸の内1ノ1 (鉄鋼ビル)
電話・東京 212-4111 大代表

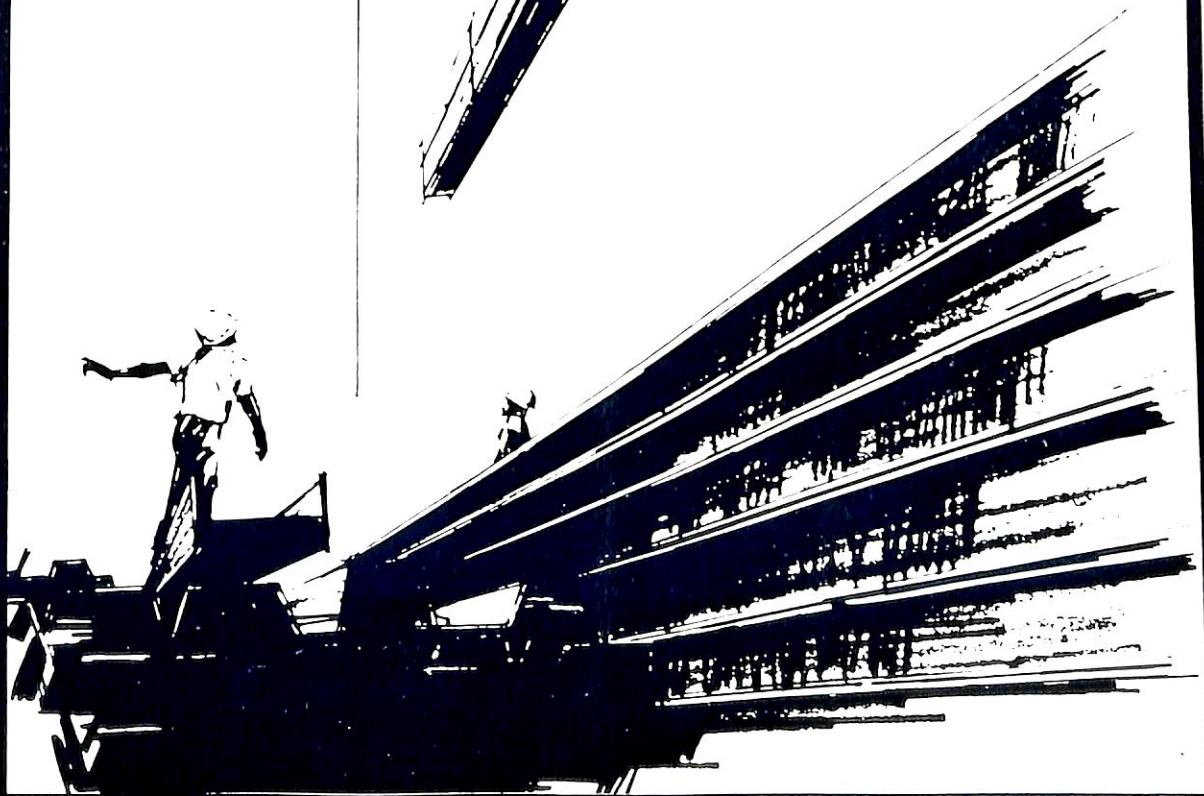
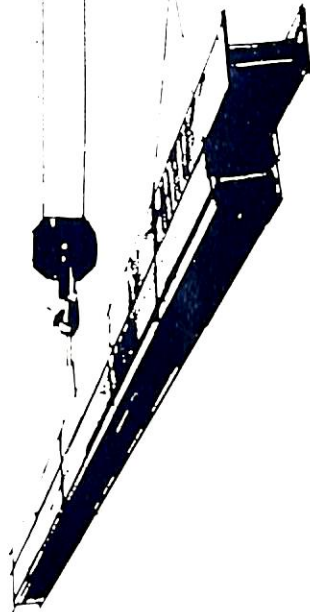
八幡の鉄が船出するとき

東南アジア、中近東、北米、南米……の産業が発展に向って身構えています。
八幡の38年度の輸出実績は102万トン。

国内市場の需要をまかなったほかに、1億2500万ドルもの外貨をかせぎ
鉄鋼業界ではじめて 輸出貢献企業として政府から表彰を受けました

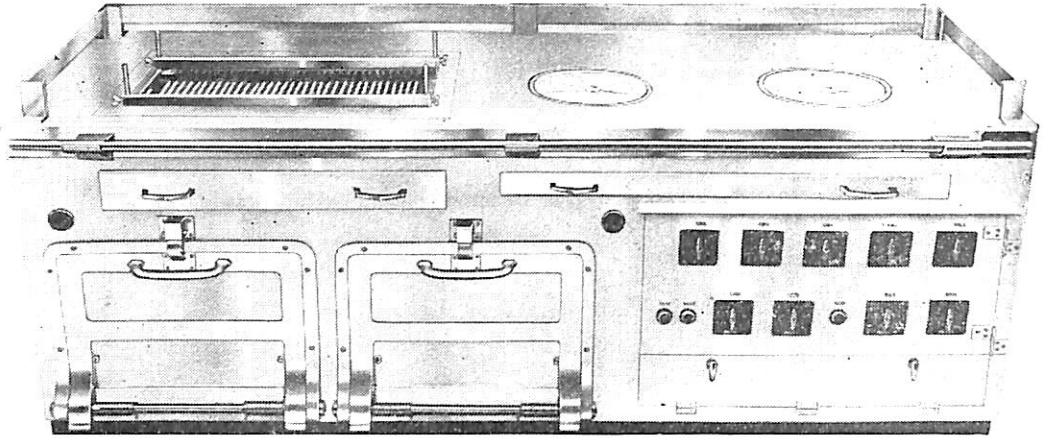
八幡の鉄が船出するとき、世界と日本の産業はさらに大きく発展するのです。

あなたの働きを楽しく 暮らしを豊かに 夢を育てる……鉄



船舶用電気厨房器

バーベキュー付電気レンジ



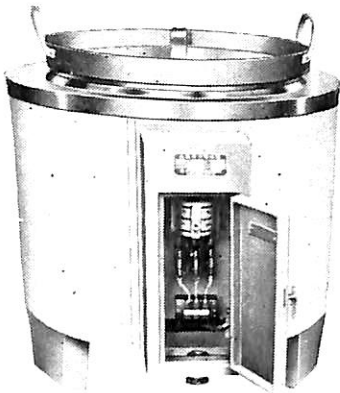
特長

- ① 無煙・無臭・無音，悪ガスの発生がなく，他の燃料源のうち最も衛生的である。
- ② スイッチ操作で必要な温度が容易に得られ，簡単な操作で最大の能率をあげる。
- ③ 防熱装置による構造は熱ロス、放熱皆無
- ④ 完璧な保温、均一な熱量と京電式独得の構造により、他の追随を許さぬ逸品。
- ⑤ 人員節減による合理化運営の王者。

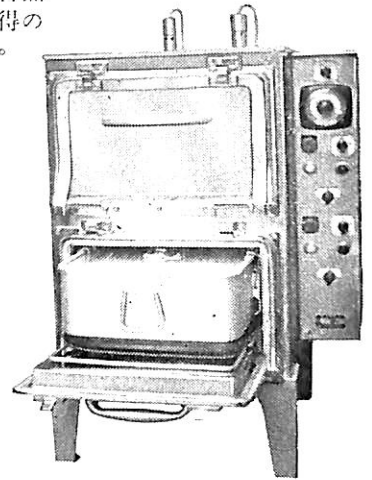
3P.A.C.440V60c s SKR-33型

電気容量・33 kW

全長2400W×800D×850H



AC 220V 3P 10kW
ケトル
(固定式)



AC 220V 3P 9kW
ライスクッカー
(自動式)

船舶用電気厨房器各種



京都電機株式会社

本社・工場	京都市南区東九条柳下町3	電話 (69) 5181-8
東京営業所	東京都港区青山南町6ノ50	アイサワビル1階
	電話 (408) 代 7291-8191	直通 4424, (402) 3227
名古屋営業所	名古屋市中区南瓦町47	電話 (25) 9010
広島営業所	広島市皆実町2丁目529ノ2	電話 (51) 0264
福岡営業所	福岡市大名町1ノ12	電話 (74) 2594

三菱重工業株式会社開発
本邦唯一の国産品

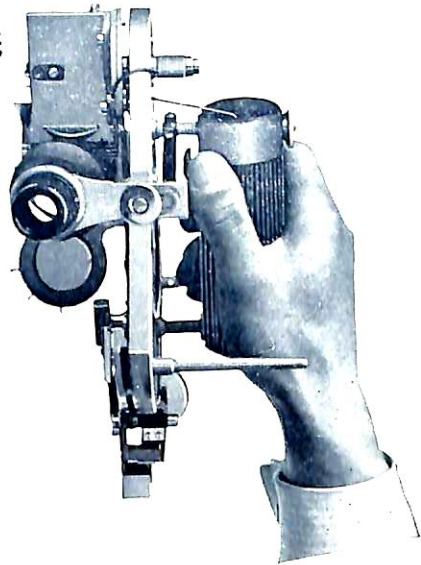
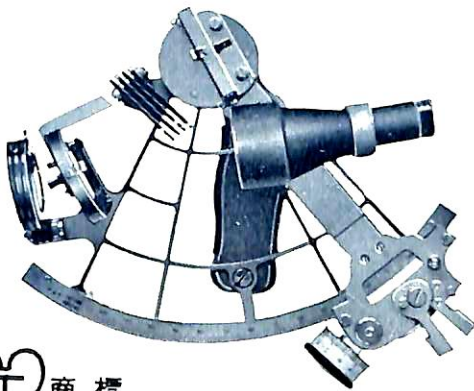
三菱式
スチールハッチカバー
設計・製作



日本ハッチカバー株式会社

東京都千代田区丸の内2-18 岸本ビル
電話 (281) 7870, 2578

持ちやすく安定感のある六分儀



登録 商標

株式会社

玉屋商店

本社 東京都中央区銀座4-4
電話(561)8711(代表)
支店 大阪市南区順慶町4-2
電話(251)3328・5121
工場 東京都大田区池上本町2-26
電話(752)3481・3482

◎天体観測の際ハンドルを握るときハンドルの位置が儀棒の中央から右側に傾けて取付けてあれば器械保持の重量感が減少するので、今後の製品は従来の製品のハンドルの位置から約10°右に傾けて製作されている。

◎ハンドルを握るとき拇指を望遠鏡のホルダーにかけるとさらに安定感が生ずるので今後の製品には指掛をつける。指掛に拇指をかけても儀棒に歪を生じないよう特別補強を施している。

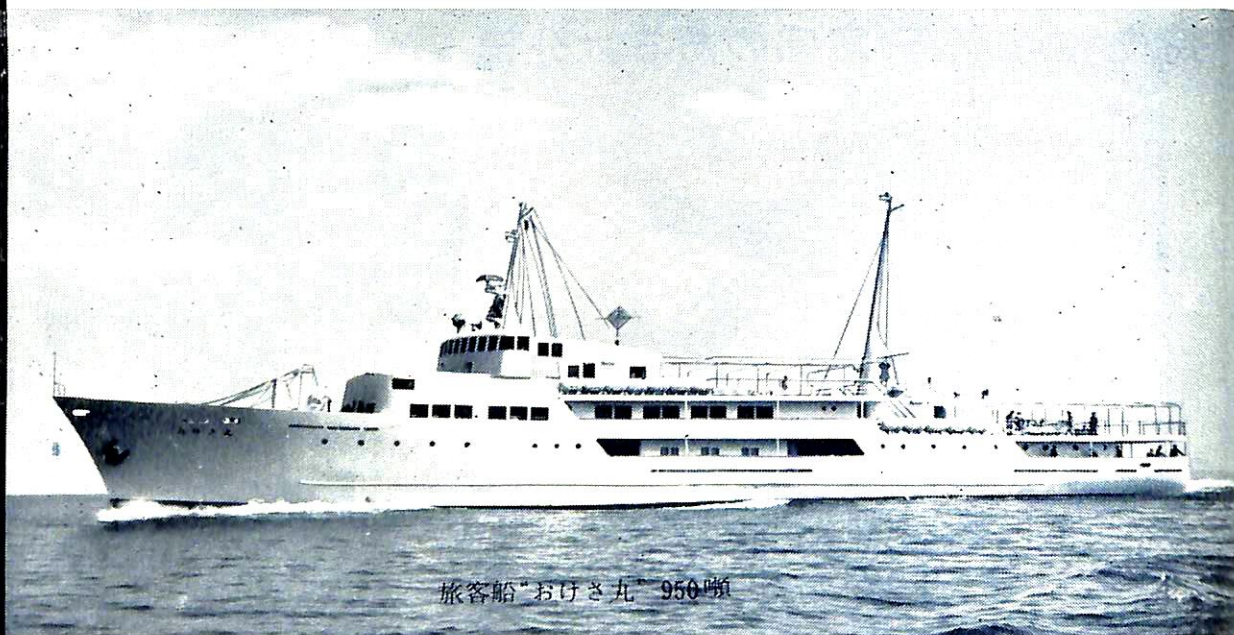
高い信頼・優れた性能

ニイガタの船舶

客船・貨客船・貨物船
漁船・巡視船・浚渫船
漁業調査船・特殊船

当社は明治38年に新潟港に造船工場を設立して以来60年の歴史を有し不断の研究による最新の技術により、古くから海運界、水産界のご好評をいただいております。
新潟地区に於ける最大の造船所である当社は、港に欠くことのできない修理施設の増強対策の一つとして、昭和36年9月3,500総噸入渠可能のドライ・ドックを設置し、広く修理改造にご利用いただいております。

当社は又、総合機械メーカーとしての強力な造機部門を有し、船用諸機械修理のご要望におこたえして、当社ドライ・ドック入渠可能船は勿論、当社所有岸壁、繋船修理工作船による沖修理等に広くご利用いただいております。



旅客船“おけさ丸” 950噸



株式會社 新潟鐵工所

本社 東京都台東区台東2-27-7 電話(833)3211(大代表)
支社 大阪・新潟 営業所 札幌・仙台・焼津・名古屋・広島・下関・福岡

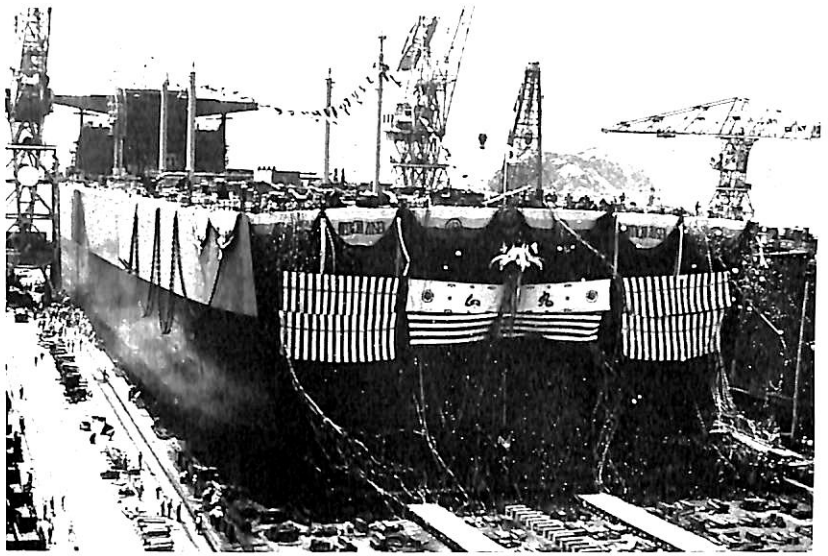
山寿丸 分割建造で進水

日立造船・因島工場 第3船台で建造

日立造船株式会社因島工場の第3船台にて建造していた山下新日本汽船向け20次超大型タンカー山寿丸(119,250DW)は6月15日に進水した。(写真参照)

同工場第3船台は長さ241m、幅45.1mで85,000DW(50,200GT)程度までしか建造できないが、分割建造方式により12万DW(74,000GT)位まで建造可能となる。山寿丸も分割建造方式が採用され、船首部(垂線間長にして約35m)がなく、長さ約230mの部分だけの進水となったわけである。船首部分は隣接の第2船台で建造されたが、荷重のバランスがとりにくいいため先端部を切り離して6月3日に進水を終えており、最近13万DW(79,000GT)までの船舶が入渠できるよう拡張した3号ドックで两部分の接合および船首先端部を取付けることになっており、9月下旬には竣工する。

本船は世界最大の日章丸(132,334DW)につぐ世界第2の大きさの船となる。本船の主な特長は、
(1)日立造船開発の経済船型を採用し、球状船首を装備して推進性能の向上をはかっている。
(2)日立造船開発のタワー・ブリッジ方式を採用し、(第2船目)乗組員の居住性の向上などをはかっている。
(3)日立・因島工場建造船は39年9月完工の山瑞丸 99,655DW)以来大型船がつづき、大井川丸、伊予春丸、山寿丸と10万DW時代突入の感がある。



全長 約278.00m 垂線間長 265.00m 型幅 44.20m
型深 21.50m 計画満載吃水(型) 15.00m 総噸数
約 71,000T 載貨重量 約119,250kt 貨物油艙容積

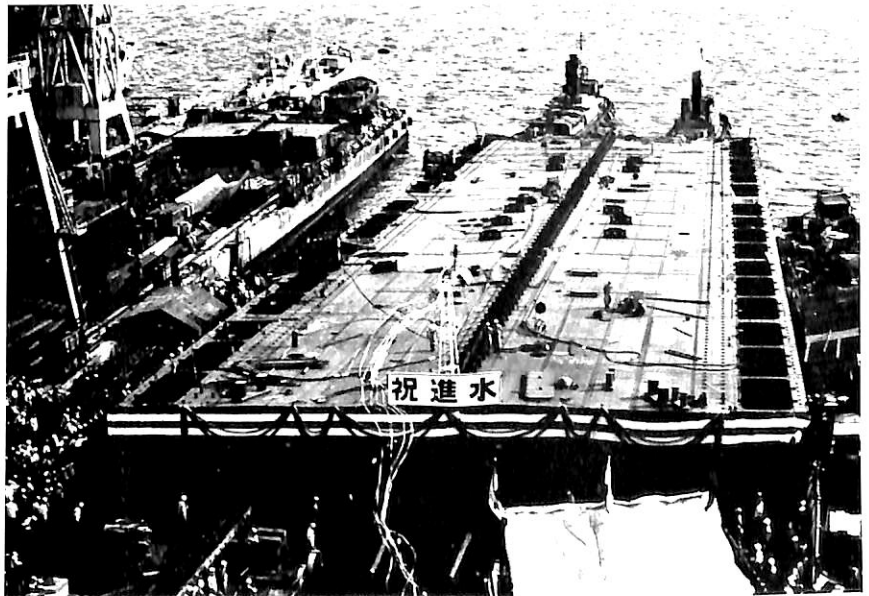
約148,410^m³ 主機械 日立B & W1284VT2BF 180型
ディーゼル機関1基 出力27,600PS 速力(試運転最大)
17.4kn (航海) 16kn

イラク港湾局向け 4,000GT型浮ドック進水

日本鋼管・清水造船所建造

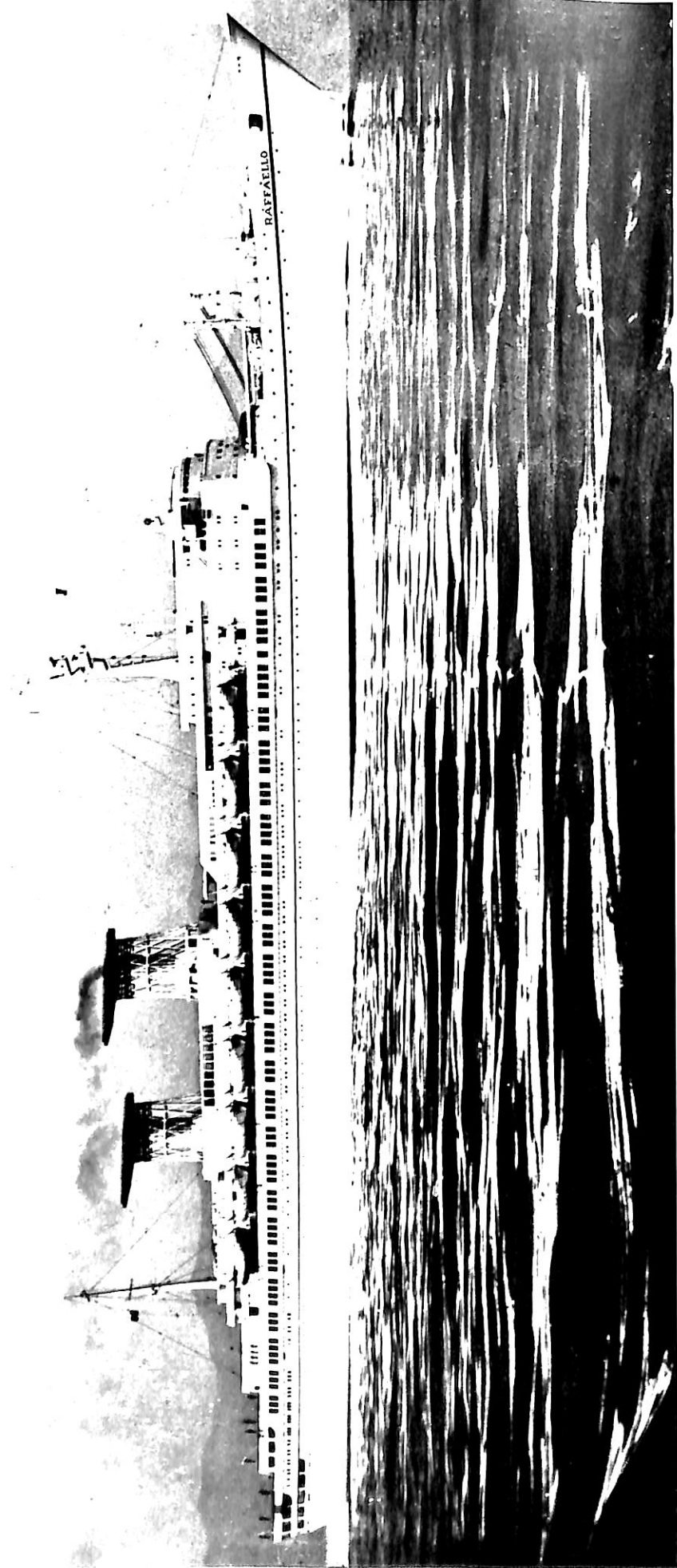
日本鋼管・清水造船所で建造していたイラクのバスラ港湾局向け4,000GT型浮ドックは去る6月13日に進水した。本ドックの進水式には、この浮ドック完成後の管理運営を行なうために昨年12月に来日し、日本鋼管で働きながら技術を学んでいる15名のイラク人留学生も出席して、イラク初の浮ドックの進水が行なわれた。

本浮ドックの建造工事日程は一般船舶の建造日程とはやや異なり、船台上での工事期間が約1カ月で進水を迎え、清水造船所での工事終了は約2カ月後の8月中旬の予定となっており、その後約1カ月にわたるテスト期間を経て、9月半ばに日本からイラクまでの曳航を開始し、11月半ばに到着し、現地据付を行なうため、12月半ばは引渡しが行なわれることになっている。



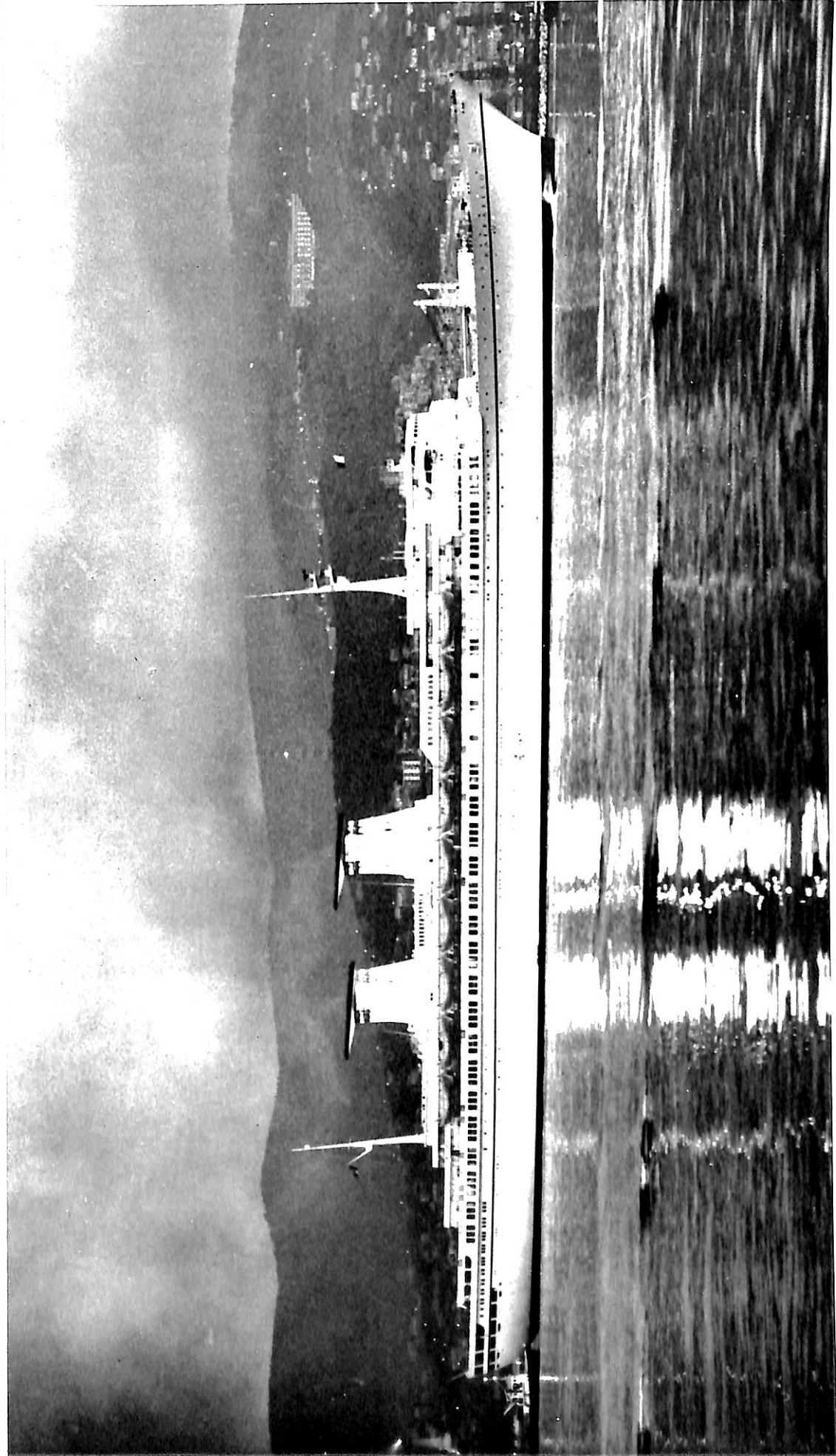
4,000GT型浮ドック主要目

全長 117.0m キール盤両端間の長さ 105.30m 幅(サイドタックル外
面間) 30.20m 幅(サイドタックル内面間) 24.20m 有効幅 23.00m
深さ 10.95m キール盤木上面までの水深(上時) 6.00m キール
盤木の高さ 1.20m 乾舷 1.00m 大型可能最大船舶 10,000DW 1万噸



S S RAFFAELLO (試運転時)

San Marco 造船所で建造



— 夜 景 —

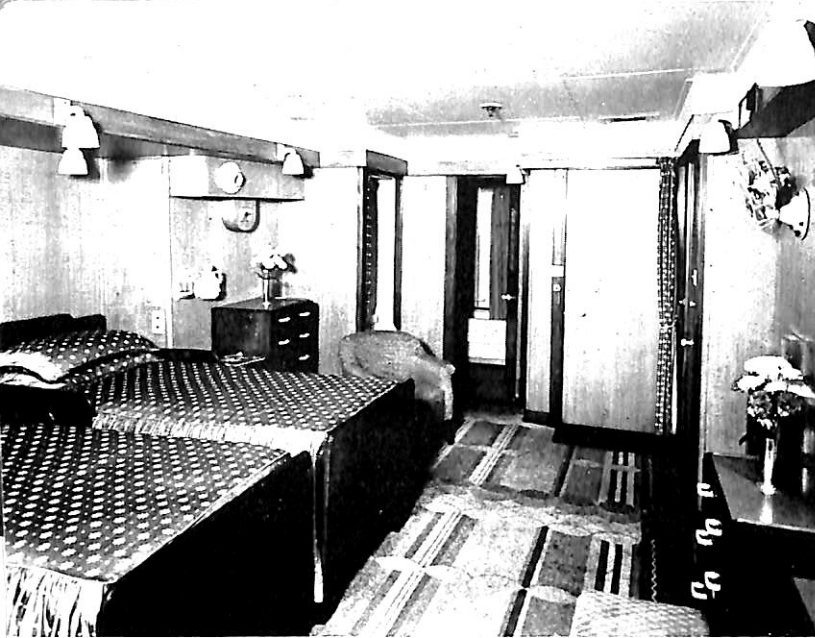
S S RAFFAELLO

(連水育三氏提供)

Cunard の新船と

QUEEN ELIZABETH の改造

速水育三



Cabin stateroom

Interchangeable 1st/cabin

本年はCunardの創立125周年に当るが、同社は第172号の社船として昨年末、John Brown造船所へ58,000 tons gross型超大型定期客船を正式に発注、1968年5月の就航を目標としている。地平線に躍り出たこの計画にはもはや逡巡や中止はない。ただ邁進あるのみである。

Cunardはさきに223ページの船体構造仕様書と300ページの主機および機械明細書、一般配置図、詳細図をJohn Brown; Swan Hunter & Wigham Richardson, Vickers Armstrong, Cammell Laird, Harland Wolff, Fairfieldの6大造船所に送達し、11月末までに見積書を提出するよう求めた。

各造船所の資料はCunardの主任設計技師と機関監督等の専門委員会でも照会した結果、最低の人札価格と船主の希望に添う引渡予定日を明示したJohn Brownに落ちついた。

もともとQUEEN MARYの代船については、FRANCEの立案にL'Atlantique造船所が大きく寄与したように、John Brownが熱心に協力してきたこと、並びに、LUSITANIA, AQUITANIA, QUEEN MARY,

QUEEN ELIZABETH, CARONIAとCunardの大型客船を建造した歴史的背景が高く買われたことも見逃せない要素であった。

しかし船価が一応Cunardの内定していた£22-million(220億円)を相当上廻ることは、すでに各造船所の応募価格を通じて予測されたのであったが、John Brown造船所との正式契約で£25,427,000(約254億円)と大幅に引上げられたのは、政府貸付の£17.6-million(176億円)を増額することが不可能であるだけに、同社としてはかなりの勇断であったといわねばならない。

これにはエスカレータ条項や建造中の臨時費が見越されている以外に、北大西洋の競争に臨む大客船としての厳しい条件にも一因がある。

Cunardは契約時に、産業金融会社の貸付金で全額を支払い、市中銀行より政府融資に見合う£17.6-million(176億円)を借入れて完成までに前記会社へ償還する。造船所よりの引渡と同時に、発効する商務省の融資案で銀行団との決済を行ない、国家出資金は10カ年以上の年賦で返済することになっている。



Cabin stateroom

新船の主汽笛は3倍、QUEEN ELIZABETHの12倍、QUEEN MARYの24倍に比して格段の進歩である。両船は4軸船であるから、前部と後部の機関室に分割してあるが、新船は2軸にすぎないので1区画に収められ、燃料消費量も均に押えられる。

QUEEN ELIZABETHは8週間の定期検査中に、1等のSalonをMidship barとし、2等にCocktail barを新設、年少者を対象とする2公室を増備したが、本年12月からJohn Brown造船所で4カ月間現代化の手術を受ける。昨年11月に竣工した150,000DWTのdry dockに入渠、エアーコンディショニングを全船内に取入れ、造水装置と発電能力の強化を計る。2等全部とツーリストの80%（計230室）はシャワーバスおよび便所付となり、さらに便所だけの50船室にはシャワーバスを取付け、ツーリストの船室を模様替して一杯にカーペットを敷く。船尾にLido deckを設け、加温装置のある屋外プールで巡遊時の快樂を助長する。

CARONIAも今冬Harland & Wolff造船所で若干の公室を拡大し、特別室を増設、屋外プールはより大型のプールと取替える等の改造工事が行なわれる。

写真のQUEEN ELIZABETH・Midship barは1等のボールルームであったSalonの代りに、親しみ易いキャバレー風としたもので、ドームを除く天井の高さは低くなり、ダンスフロアへの投光器がつけられ、バーカウンターはdark greenのhyde張り、壁はdark greenのsynileとyellowのsoft plastic、椅子被いはpink、dark green、gold、orange、カーテンはAntibes yellowとTanjong pink、室の前壁とバーの両側面にwhiteのシャッターがあり、coral pinkのカーペットのコントラストをよくしてある。

2等の150船室にはlime green、bottle green、greyのカーペットを使用し、カーテンとベッドかけは花等のプリントと改めた。

ツーリストの食堂はスペースを拡げ、52名の定員増とし、スポーツデッキのSquash racket courtは1等とツーリストのティーンエイジャー向きRoof-top clubとした。2等にもNeptune clubをつくり、ジュークボックス、フットボール・マシーン、飲料の自動販売器が備えられている。

長途のクルーズには、船客、乗組員が自由に利用できるロードリイが新設され、係員10名で世話する。

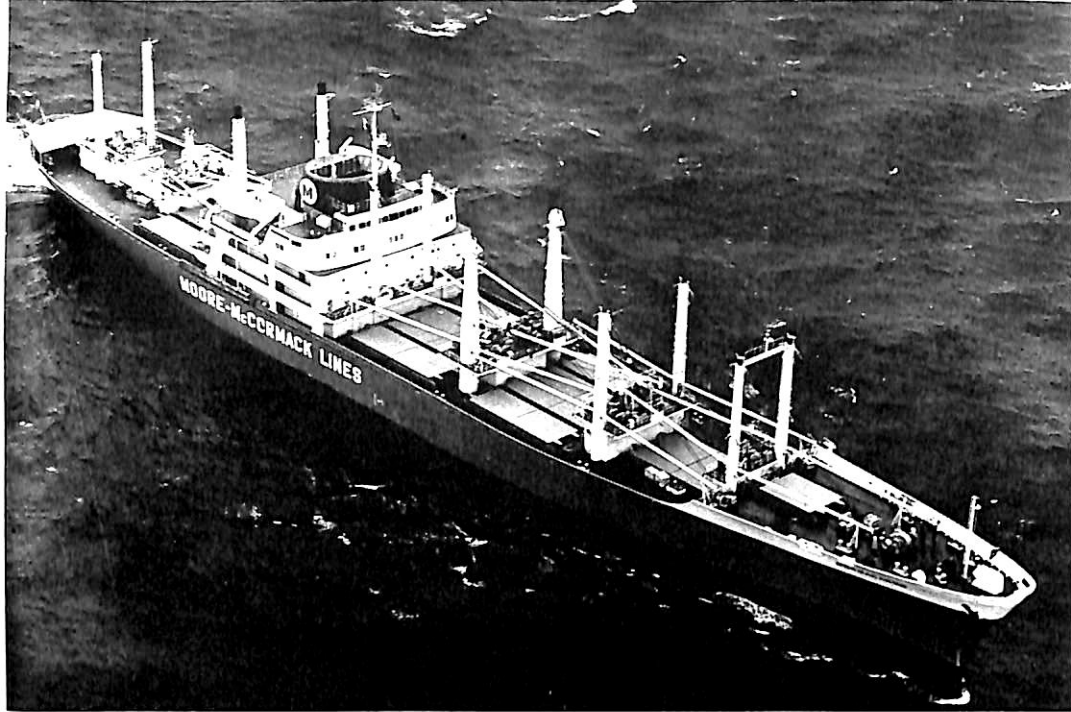
QUEEN MARYも7週間の年次検査中に一部を改装した。Long galleryはCocktail barとし、brownのカーペットはベリー、葉、果物を図案化したカーテンとともに秋を主題としている。家具はred、green、orangeの3種を配し、半円形のバーには18人分の椅子があり、中央には1等の小食堂に飾られていたサーカスの油彩が移された。ロイアルアカデミーの婦人会員、Laura Knightの作品である。

1等の遊歩甲板前端にあったObservation barと附近のプロミナードはツーリスト用に格下げされた。



Midship bar





SS
MORMACARGO

(モロコシカーゴ号)

起工 1963 4 23

進水 1964 1 25

船主 Moore-McCormack Lines, Inc. New York

造船所 Ingalls Shipbuilding Corporation (Division of Litton Industries), Pascagoula, Mississippi,

全長 550'9"
 幅 75'
 吃水 31'7"
 満載重量 12,100tons
 満載排水量 19,800tons
 主機 GE社2段減速スチームタービン
 出力 19,000SHP

主 機 CE社V2M-8型水管缶 (850lb/in² 950°F)
 汽 定 員 12名
 客 組 員 32名
 乗 組 員 32名
 貨物積容積 (バル) 665,300ft³
 冷蔵積容積 40,000ft³
 冷蔵積容積 40,000ft³
 船口数 6
 船口数 29



Officer's mess



Section of
officer's quarters

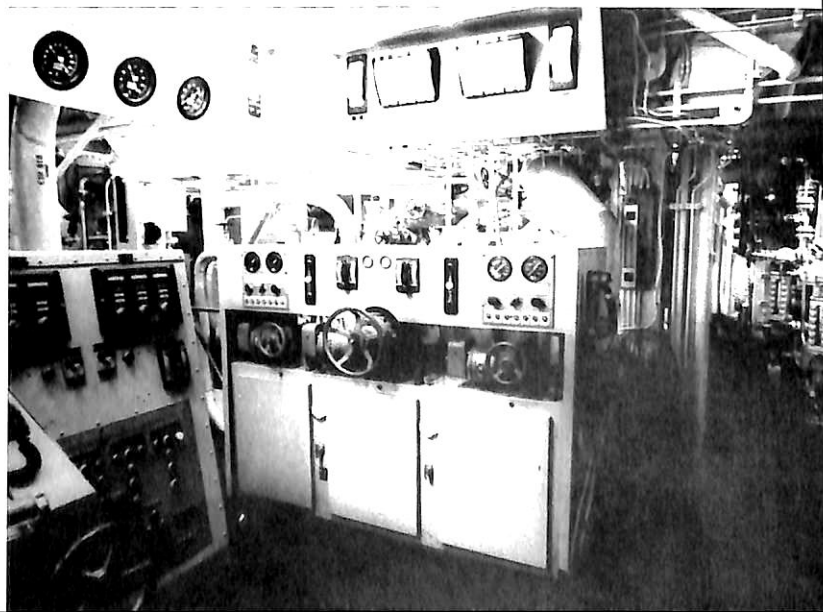
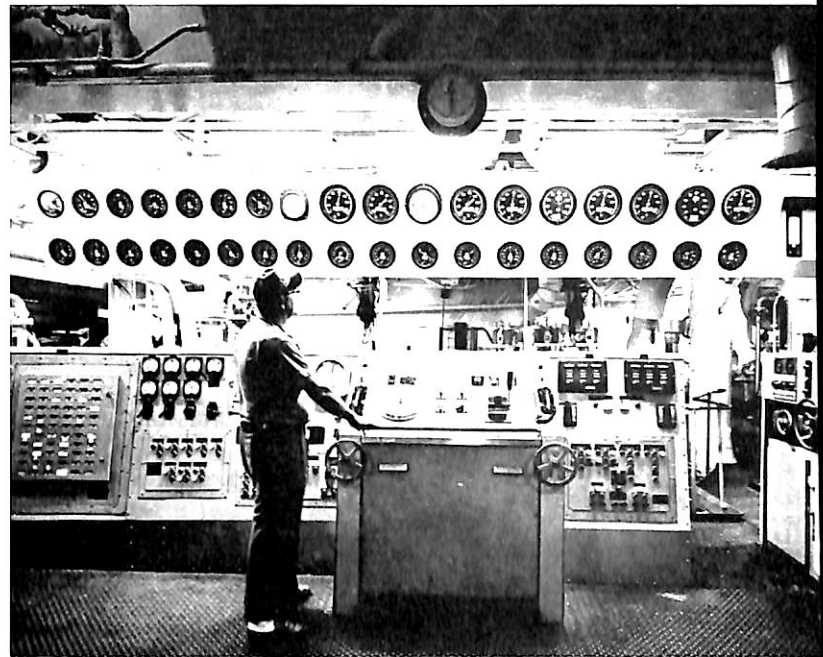
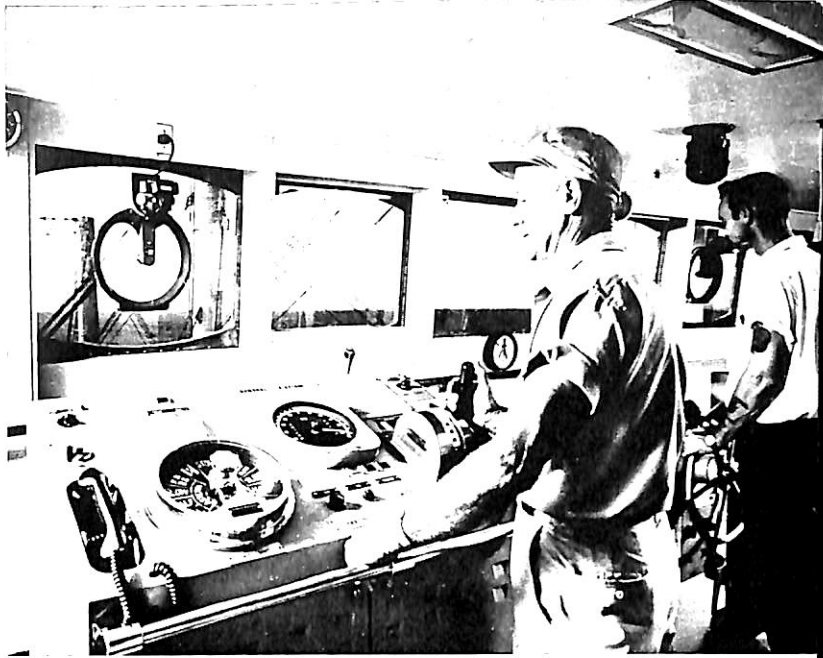
アメリカの自動化高速貨物船

速水育三

社名を簡約したMORMACの接頭語に星座または星の名称を組合せたMoore-McCormack LinesのConstellation級6隻は船用蒸気タービンの自動化に成功したアメリカ最初の貨物船で、New York・Amsterdam、Rotterdam、Oslo、Göteborg、Copenhagen間のルートに運航されている。

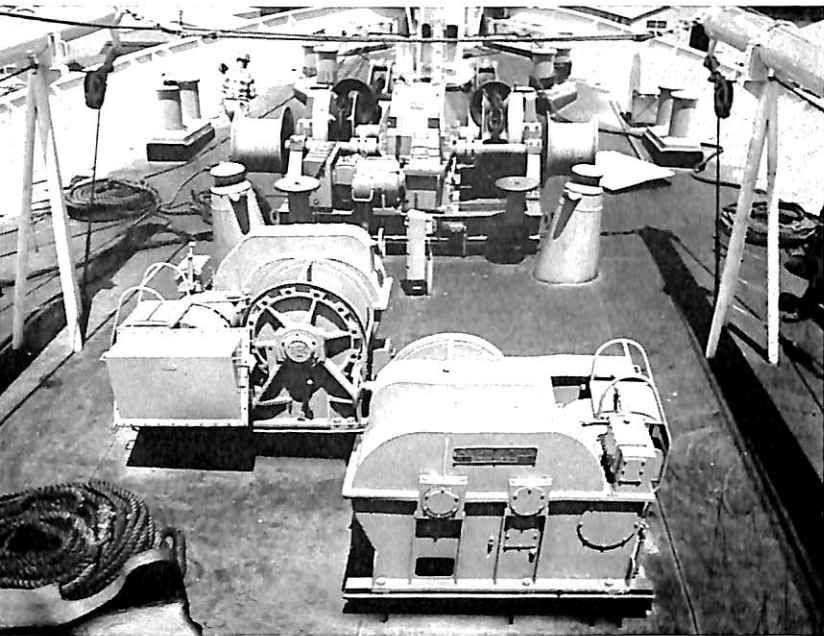
第2船のMORMACVEGAは本年5月13日の復航で、平均24.74knotsの横断記録を出し、2月に作った自船の24.33knotsを更新した。同船は5月13日21時Rotterdam出港、19日7時46分Ambrose灯船を通過、Bishops Rock-Ambrose lightship 2,864マイルを4日19時間45分で走破したが、平均速力が25.05knotsに達した日もあった。蒸気タービンを推進機関とする自動化貨物船のかがやかしい凱歌である。

バルバスの船首を有し、同社の客船BRASILおよびARGENTINA同様、短大の擬煙筒がある。乗組員を削減している関係から、人手の節約が第一に考慮されており内装材も殆んど手人不要を建前としている。Micarta、Marinite、metalの材料はenamel仕上げとし、壁面やセラミックの絵画は神話にちなんだ主題が選ばれている。Mellamine paperにmellamine inkで描いた原画をWestinghouseでMicartaに成型して壁装としたものや、高肉彫のceramic tileに着色して艶出ししたものもある。



〔写真説明〕

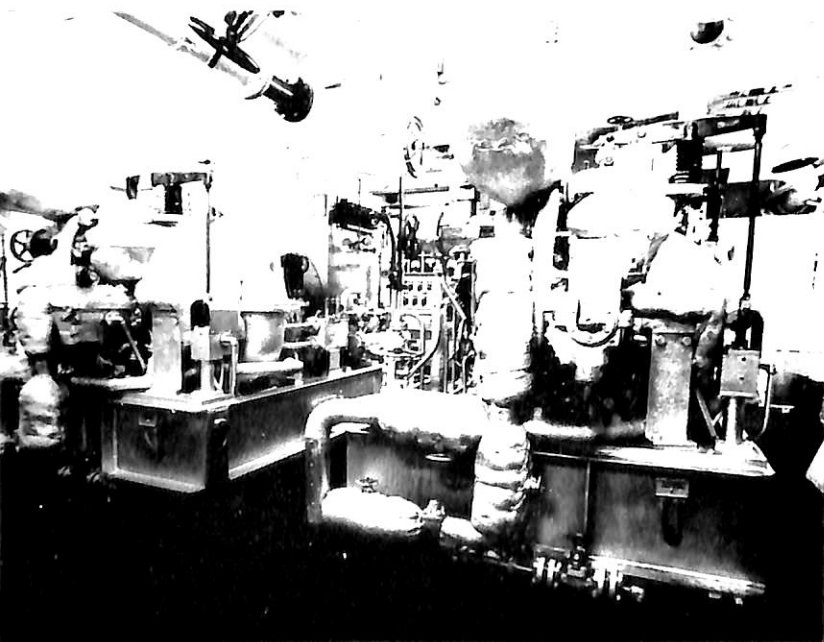
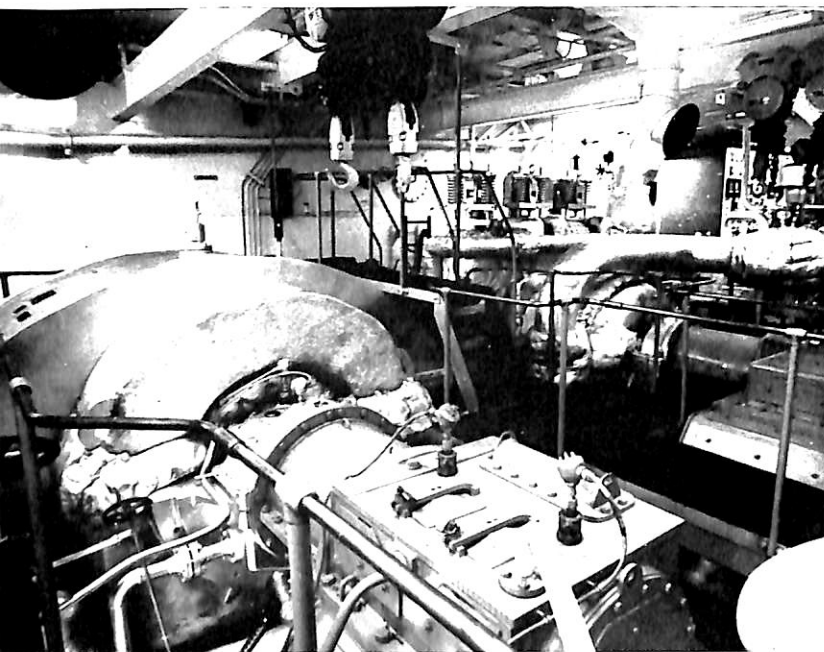
- 上…Automated bridge console
- 中…Automated engine console
- 下…Combustion control console



SS MORMACARGO

士官と普通船員の個室にある家具と備品は殆んど変わらず、シャワーバスと便所に専用か隣室共用という差別があるだけである。ラウンジは士官用と普通船員用に別れており、TV と長距離用のラジオ、スナックバーを備えている。船客用のラウンジはバーの外に、給仕が忙しいときにはいつでも取出せる酒棚が壁に嵌込んである。

食堂はラウンジのある甲板と4甲板も離れているので、エレベーターを使用する。料理室を中心に船客、士官、普通船員の各食堂があり、糧食庫、冷凍室、肉類処理室も付近に集めてあるので、流れ作業のように少人数で能率よく運べるようにしてある。12名の船客と乗組員の居住区はエアコンディショニングが行きとどいており、特別扱いで冷蔵する必要がない貨物もエアコンディショニングの室に格納する。

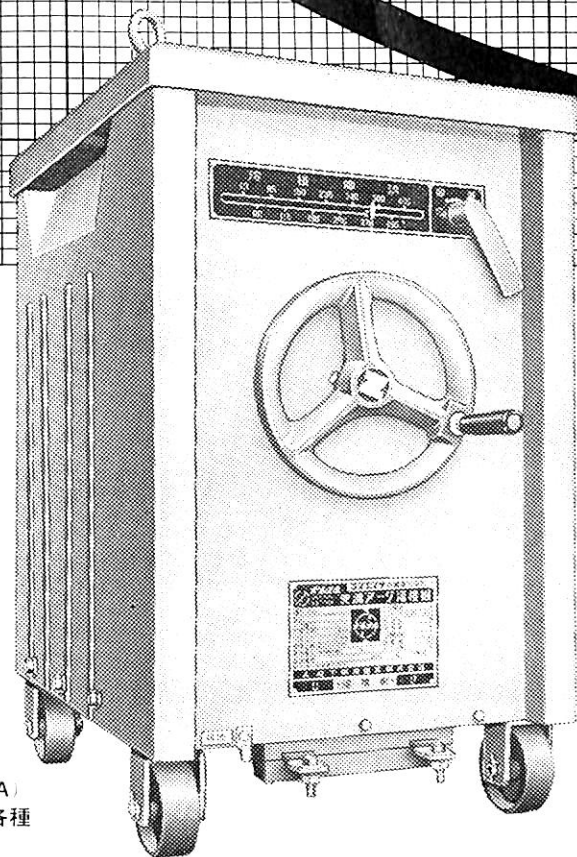


〔写真説明〕

上…Automated constant tension mooring winches

中…Main propulsion turbine, LP side on left, HP side on right

下…Turbo generator set



YK-506E (500A)
ほかに130Aから各種

進相コンデンサ内蔵… 経済的です！

ナショナル交流アーク溶接機は進相コンデンサを内蔵しているため、入力KVAが、大幅に減少し(たとえば、500Aの機種では、コンデンサ内蔵形の入力KVAは、約30%以上も減少します)契約電力基本料金は、たいへん安くなり、高い経済性を発揮します。

■電源電圧の変動が小さくなるため、アークが安定し作業能率が向上します。

■他にコンデンサを必要とせずそのため、取付工事費もありません。また、余分なスペースをとることなく、移動も簡単です



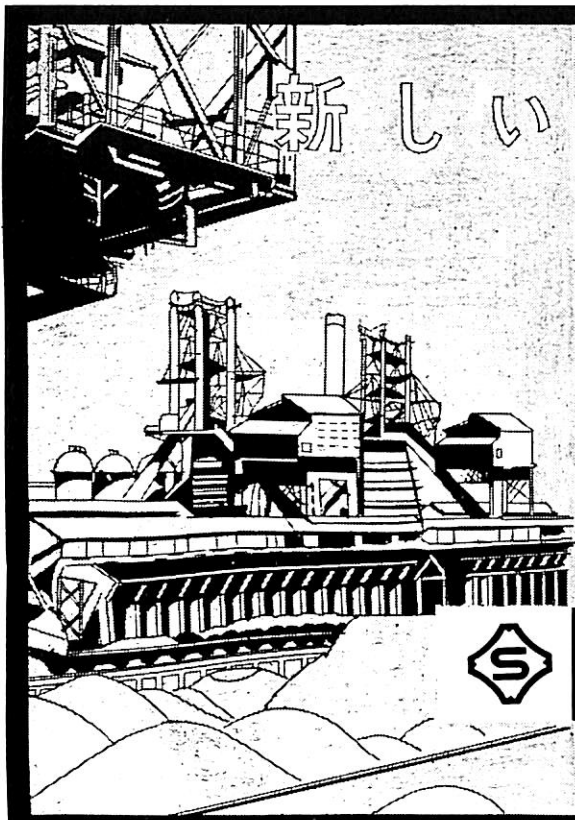
ナショナル 交流 アーク溶接機

■抵抗・交流・直流・炭酸ガスなど各種溶接機のご相談は……

北海道特機営業所 TEL. 札幌 24 9271
仙台特機営業所 TEL. 仙台 25 8111
東京特機営業所 TEL. 東京 56 8461
横浜特機出張所 TEL. 横浜 68 0743
北陸特機営業所 TEL. 富山 2 8561

新潟特機出張所 TEL. 新潟 5 0171
名古屋特機営業所 TEL. 名古屋 95 6211
静岡特機出張所 TEL. 静岡 54 1241
大阪特機営業所 TEL. 大阪 32 5151
広島特機営業所 TEL. 広島 41 5111

四国特機営業所 TEL. 高松 2 1194
九州特機営業所 TEL. 福岡 2 3331
北九州特機出張所 TEL. 小倉 53 5121
南九州特機出張所 TEL. 熊本 4 1101



文化をつくる 鉄鋼！

明るい豊かな生活、これを築くことは日本の鉄鋼業に与えられた使命です。富士製鉄は良い鉄鋼製品を大量に安く生産するために不断の研究と努力を続けております。

富士製鉄

本社 東京都千代田区丸ノ内
 営業所 大阪・名古屋・広島・札幌・仙台
 工場 室蘭・釜石・広畑・川崎

エンジン
 〈無解放時代〉
 のピストンリング

ユ-バロイ
UBALLOY
 PISTON RING

2年間（14,000時間）
 無開放運転に成功した
 日ピス・ユーバロイ・リング



日本ピストンリング株式会社

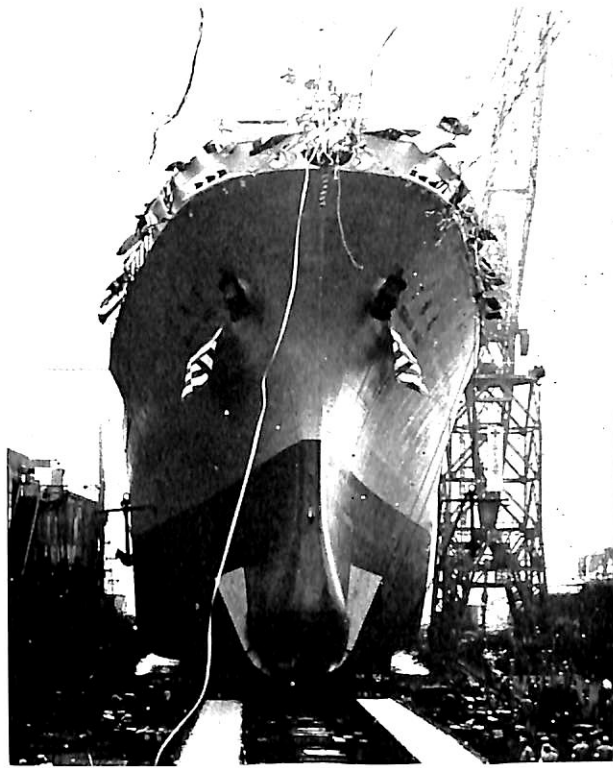
東京都千代田区内幸町2の16 電話 東京 (591) 7411-9

新船型高経済ライナー第1船進水

20次貨物船 丁 抹 丸 川崎汽船株式会社
DENMARK MARU
川崎重工業株式会社建造

川崎重工業株式会社ではかねてから高経済性ライナーについて新船型の研究開発を進めていたが、その新船型を採用した第1船川崎汽船20次貨物船丁抹丸が去る6月15日同社第5船台から進水した。本船の要目および概要は次のとおりである。

起工 40-2-18	進水 40-6-15	竣工 40-8-12
全長 約151.50m	垂線間長 140.00m	型幅 21.00m
型深 12.50m	満載吃水(型) 8.85m	総噸数 8,550T
載貨重量 10,500kt	載貨容積(冷蔵貨物艙およびディーブタンクを含む) (ペール) 15,200m ³ (グリーン) 16,500m ³	
主機関 川崎MAN K8Z 70/120C型2サイクル単動クロスヘッド型高過給型ディーゼル機関1基	連続最大出力 10,000PS(135rpm)	
常用出力 8,500PS (128rpm)	速力(試運転最大) 約 21kn	
(満載航海) 約17.5kn	発電機 ディーゼル駆動 AC 445V 375kVA 60c/s 720rpm 3台	
乗組員 38名	船級 NK	
予定航路 日本—西アフリカおよび豪州	船価 約 12億円	



1. 本船の計画概要

本船は一般貨物・雑貨・冷凍貨物等多種類の容積貨物運搬を目的として計画され、載貨重量はあまり必要とせず、むしろ載貨容積を大きくし、且つ特殊貨物のための貨物艙、たとえば冷凍貨物艙、ケミカルタンク等が必要である。そのため主要寸法が大きくなりがちであるが、船の経済性を高めるためできるだけ小さい寸法とした。

一般に速力を小馬力主機関で確保するためには船長を延ばすのが通常であるが、これも船価の面であり大型にすることは好ましくない。また載貨重量はあまり必要でないためやせ型にして速力の向上を図ることもできるが、貨物の積み易い船艙を確保するためにはあまりやせ型にすることはさけるべきである。

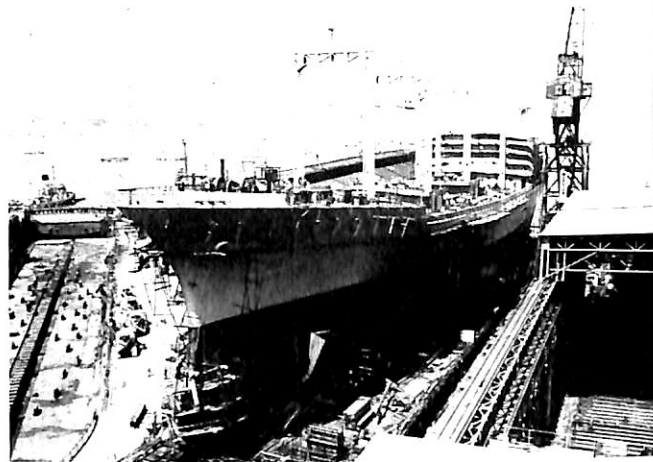
以上の諸要求を考慮に入れ、大容量の一般貨物艙、冷凍艙、ディーブタンクおよびケミカルタンクを使い易く配置し、しかも与えられた速力を確保できるよう本船の設計を行なった。

2. 船型について

本船の主要寸法および船型は前記諸要求を満たし、高経済性を発揮できるように決定された。そのためまず改良型船体線図の開発を行ない、数多くの模型水槽試験を行ない容積効率の悪い不当なやせ型船型を避け、Cbを0.6以上とした。従って本船は一部にみられるような極端なやせ型ではないが、それにも拘らず新船型の採用で従来船に比べ主機1気筒相当分(約10%)の馬力低減を実現することができた。また一般に高速貨物船では満載状況で航行する頻度が少ないので、本船の船型設計に際してはいたずらに試運転速力をあげることにこだわらず、最も航行頻度の多い状態で最もすぐれた推進性能を発揮できるように設計し、あわせて船首部にはスマートな球状船首を設けて船首全体として造波抵抗が所定の吃水、速力で最小となるようにした。また船尾は直径の大きいプロペラを納めるためにいわゆるマリナー型船尾を採用し、針路の安定性を向上させるために特殊な船尾形状とした。

3. 一般配置と諸設備

本格的なセミアフトブリッジを採用し、船体中央部を貨



第5船台で建造中の丁抹丸

物艙にあて、機関室は極力縮小し載貨容積を増大した。

甲板補機類は速度制御、保守点検容易な電動油圧式とし、甲板間貨物艙ハッチはNo.1第2甲板を除き油圧開閉式カバーを設け、船体中央部の最も広い場所に2,100m³の冷蔵貨物艙を設け特殊冷風冷却方式を採用した。No.1貨物艙下部にステンレスライニングのケミカルタンクおよび専用ポンプ室を設けた。係船作業を容易にするため係船索にはクレモナロープを使用し、電動ホーサーリールを設けた。居住区内諸設備は居住性の向上、安全衛生管理等の改善のため大幅な合理化をはかっている。

4. 機関関係

本船主機川崎MAN K8Z 70/120C型機関は従来8気筒9,000PSであったが、今回主機の一部にさらに合理的改良を加え過給度を増して8気筒で10,000PSの出力を得られるようにした。主機は機関室制御室より、起動・逆転・燃料の調節が行なえるよう遠隔操縦装置を設けている。また機関室機器類の自動化・遠隔監視、集中監視を行ない、機関部員の労力軽減をはかっている。

船舶の建造



および修繕



佐野安船渠株式会社

取締役会長 丹羽英夫

取締役社長 佐野川谷安太郎

本社・工場 大阪市西成区津守町西8丁目25番地

電話 大阪(661)1221 (大代表)

東京事務所 東京都千代田区丸の内1丁目1番地

(交通公社ビル)

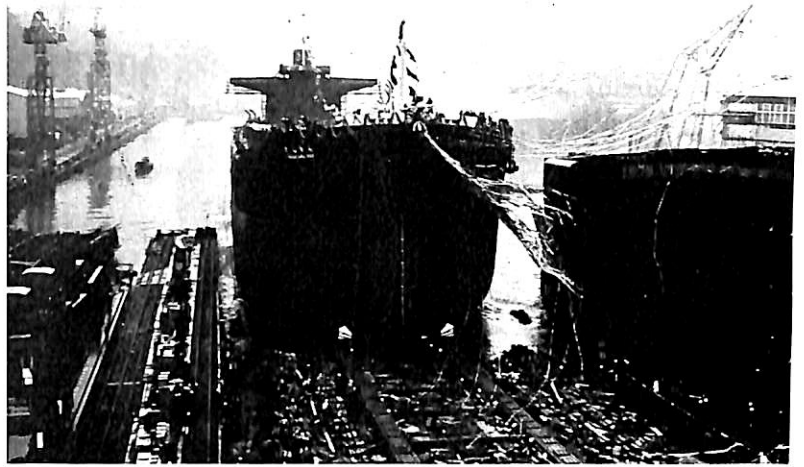
電話 東京(211)8447・8448

神戸事務所 神戸市生田区海岸通5番地(商船ビル)

電話 神戸(33)6300

20次石炭専用船 **和歌山丸** 第一中央汽船株式会社
WAKAYAMA MARU

浦賀重工業株式会社浦賀工場建造(第872番船)
起工 40-1-14 進水 40-6-14
竣工 40-7-末(予定) 垂線間長 189.00m
型幅 29.50m 型深 16.20m 満載吃水 10.97m
総噸数 約 24,800T 載貨重量 約 41,150kt
貨物艙容積(グリーン)52,000m³ 主機械
浦賀スルザ - 9 RD76型ディーゼル機関 1基
出力(連続最大) 14,400PS (119RPM)
速力(試運転最大)16.75kn
(満載航海) 14.9kn 航続距離 10,500浬
船級・区域資格 NK 遠洋乗組員 35名
船型 船首楼付平甲板型

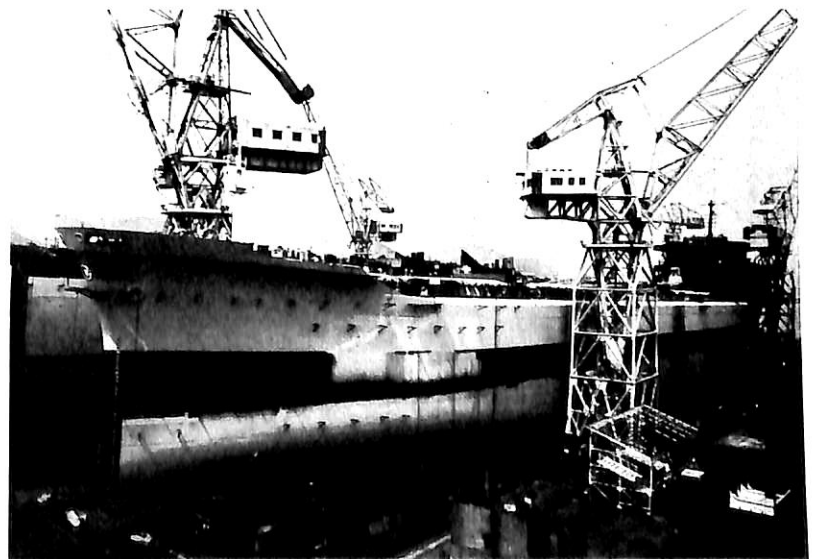


輸出油槽船 **ユーロス**
EUROS

船主 Campo Tankers, S. A. (Panama)
佐世保重工業株式会社佐世保造船所建造(第156番船) 起工 40-2-18 進水 40-5-31
竣工 40-8-31(予定) 全長 239.00m
垂線間長 229.00m 型幅 35.20m
型深 16.60m 満載吃水 12.00m
総噸数 約37,400T 載貨重量 約65,000Lt
主機械 石川島播磨製タービン1基
出力(連続最大) 19,000PS (105RPM)
(常用) 17,500PS (102RPM)
速力(試運転最大) 16.6kn
(満載航海) 15.9kn 船級 AB

トースハヴン
輸出撒積貨物船 **THORSHAVN**

船主 A/S Thor Dahl (Norway)
三井造船株式会社玉野造船所建造(第717番船)
起工 40-2-6 進水 40-6-12
竣工 40-9 垂線間長 183.00m
型幅 25.603m 型深 15.215m
満載吃水 10.516m 総噸数 約 20,800T
載貨重量 約 32,200Lt 主機械 三井 B&W
774-VT2BF-160型ディーゼル機関 1基
出力(連続最大) 11,500PS (119RPM)
(常用) 10,500PS
速力(満載航海) 15.5kn 船級 NV



潤滑油酸化防止添加剤

プリコア



- ☆潤滑油の老化防止
- ☆ストレートオイルでよい
- ☆ライナの酸食防止
- ☆リングライナの摩耗低減
- ☆主軸受の摩耗低減
- ☆機関の清浄
- ☆燃料及潤滑油の消費低減
- ☆機関の性能延長

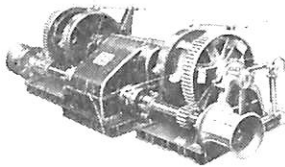
(カタログ贈呈)



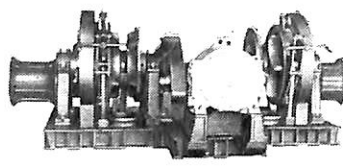
帝国ピストンリング株式会社

東京都中央区八重洲3の7 電話(272)1811(代)

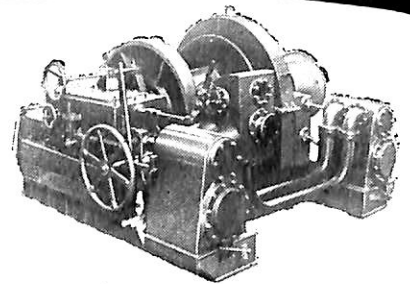
蒸気ウインドラス



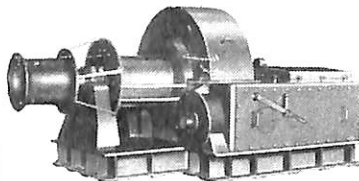
電動ウインドラス



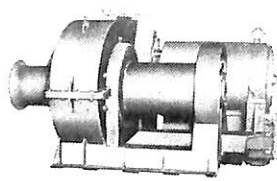
蒸気自動テンションウインチ



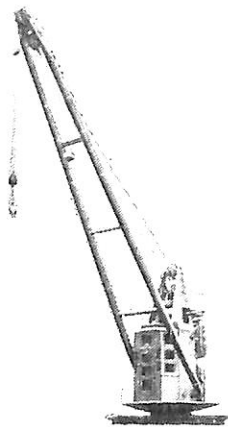
蒸気ウインチ (特許密閉型)



電動ウインチ (交流ポールチェンジ式)

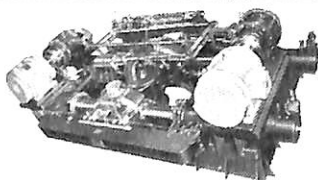


電動デッキクレン (交流ポールチェンジ式)

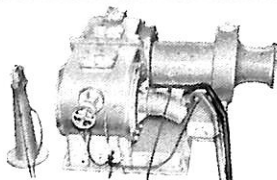


- 主要製品
- ウインドラス
 - ウインチ
 - デッキクレン
 - ムアリングウインチ
 - 舵取機
 - 操舵テレモーター
 - 浚渫機械
 - 鋳鋼
 - 鋳鉄
 - 銅合金鋳物
 - 高級鉄構工事

電動油圧舵取機



「東京ハイリック」ウインチ (油圧式)



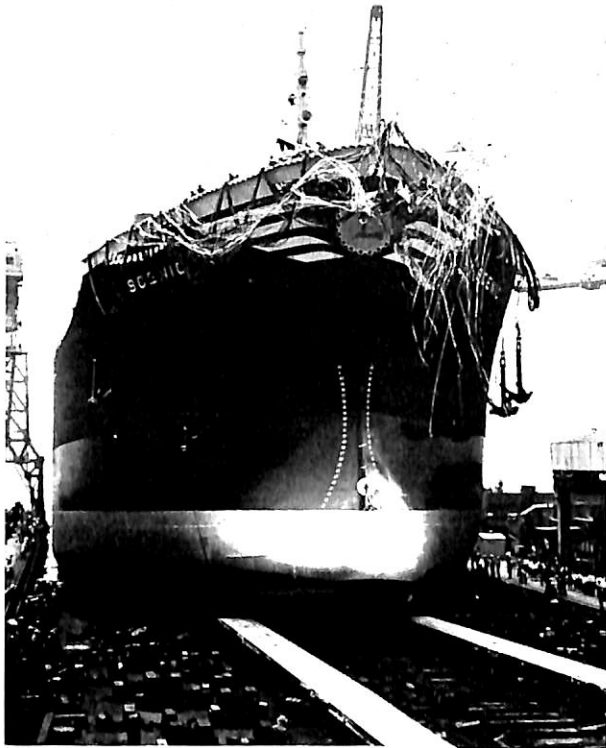
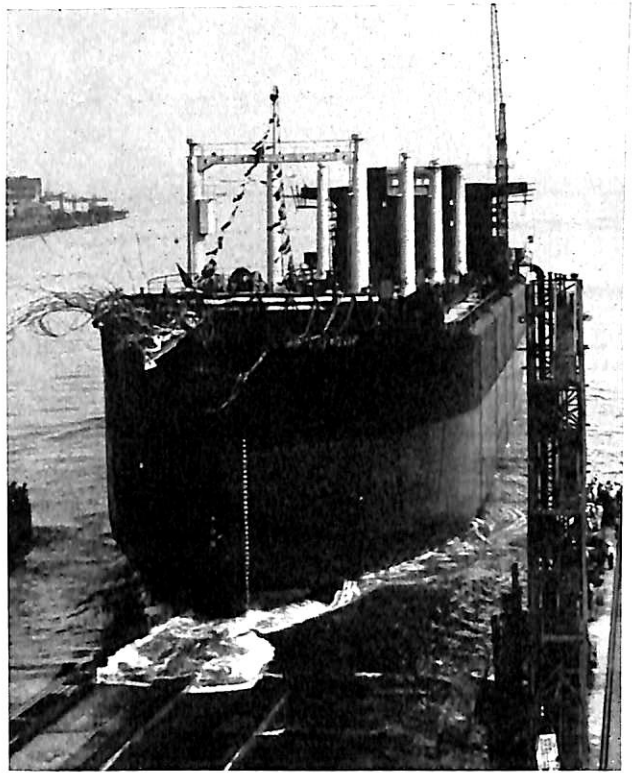
東京機械株式会社

社長 中村五平
東京都江東区亀戸町1-93 電話(681)代表1101-7
加入電信22-203 カメトキ

JIS 認可工場

ワールド センテナライ
輸出撒積貨物船 **WORLD CENTENARY**

船主 World Combination Carriers Ltd. (Hongkong)
日本鋼管株式会社鶴見造船所建造 (第812番船)
起工 40-3-10 進水 40-6-11 竣工 40-8
垂線間長 174.50m 型幅 25.90m 型深 15.24m
満載吃水 10.363m 総噸数 約 22,000T
載貨重量 約 31,100Lt 主機械 浦賀スルザー 7RD76 型ディーゼル機関 1 基 出力 (連続最大) 11,200PS (121RPM)
速力 (満載航海) 16.2kn 船級 NV 日本鋼管建造の標準船型採用の第 3 船。同社開発の錨爪反転装置(アンカーガイド)を装置する。



シーニック
輸出撒積・油槽兼用船 **SCENIC**

船主 Stardust Shipping Co., S. A. (Panama)
石川島播磨重工業株式会社相生第一工場建造(第636番船)
起工 40-3-22 進水 40-6-12 竣工 40-9-末(予定)
全長 241.10m 垂線間長 226.80m 型幅 31.70m
型深 17.38m 満載吃水 11.63m 総噸数 約 30,900T
載貨重量 約 54,200Lt 主機械 石川島播磨重工製蒸気タービン 1 基 出力 (連続最大) 20,250PS (107RPM)
(常用) 18,500PS (104RPM) 速力 (試運転最大) 16.5kn
(満載航海) 16.0kn 航続距離 20,000浬
船級・区域資格 AB 乗組員 46名 同型船 2 隻の第 1 船
コンビネーションキャリア建造第 1 船。貨物船のクリーニングを容易にするため横置隔壁もコルゲート形式とし 防撓材突出を皆無にしている。甲板上にガントリークレーンを搭載し、荷役およびハッチカバーの開閉に使用する。アンチローリングタンクを装備。

8

つの
船舶塗料

- ビニレックス (塩化ビニル樹脂塗料)
- L.Z.プライマー (鉄面用下塗塗料)
- C.R.マリーンペイント (ノンチヨウキク型 合成樹脂塗料)
- シアナミドヘルゴン (高度のさび止塗料)
- 植印船舶用調合ペイント (船舶用特殊塗料)
- 植印日本鉄船々底塗料 (鉄船々底塗料)
- O.P. 2 号塗料 (油性系・ビニル系)
- タイカリット (防火塗料)

大阪市大淀区大淀町北 2
東京都品川区南品川 4



日本ペイント

世界最 ドック

第1船 起工

新設ドック の全景

(40-5-11撮影)



三菱重工業株式会社が去る38年8月以來長崎造船所に建設を進めてきた、世界最大の超大型ビルディングドックは去る6月28日に完成した。このドックは全長350m、幅56m、深さ14m、建造能力20万DWトンという巨大なもので、現在稼動しているビルディングドックとしては世界最大のものである。

このドックに設置されたクレーンは吊り上げ能力世界最大の300トンゴライヤスクレーン2基および80トンジブクレーン3基で、特に300トンクレーン2基は同時に運転できるので共吊りにすれば600トンの大ブロックが運搬できるので、大型立体ブロック建造方式が採用される。ゴライヤスクレーンの高さは61mである。

ビルディングドックの容積は274,400m³で、平均潮高面までの灌水では198,940m³で、ドックのポンプ能力24,000t/h×3台であり、約2時間半で注排水ができる。

ドックの山側には専用総合組立ステージが設けられており、すでにこのドックで建造される第1船の組立工事が始められ、去る6月10日にはその起工式が行なわれ、目下鋭意建造中である。

この第1船はPacific Petroleum Carriers, Inc. (リベリア) 親会社はIsland Navigation Corp. 向け108,000DWタンカーであり、引続き下記の8隻の建造が予定されている。

なおこのビルディングドックに隣接して、現在修繕船用超大型ドックが建設されているが、ドックの寸法、能力はビルディングドックと同じである。本修繕用ドックは9月下旬には完工の予定で、すでに修繕第1船の予定がきまり11月に完成する。

20万トン建造ドックの使用により10万トン級タンカーについて比べると従来の船台での建造の場合、船台上3カ月、艀装2.5カ月、

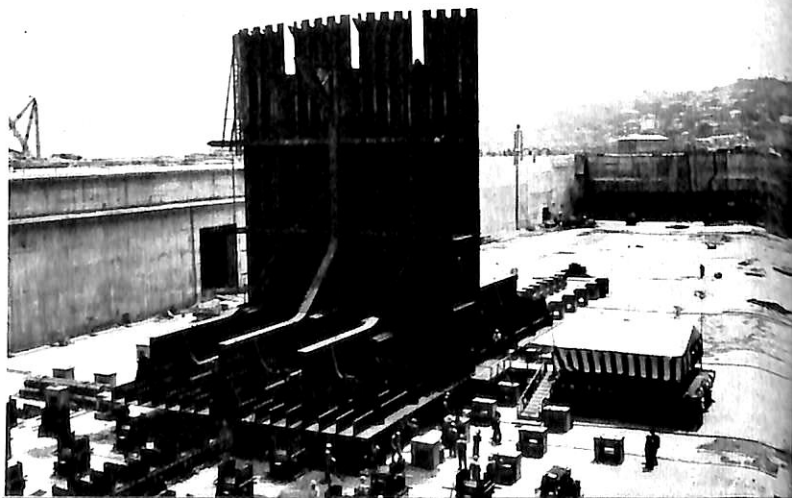
第1番船の起工式当日

計55カ月の工程が、ドック2カ月艀装1.5カ月、計35カ月と約2カ月も短縮される見込みである。これにより同造船所の年間建造能力は100万DWから万120DWと大幅に増大する。

今後本ドックで建造予定のタンカーは次のとおりである。

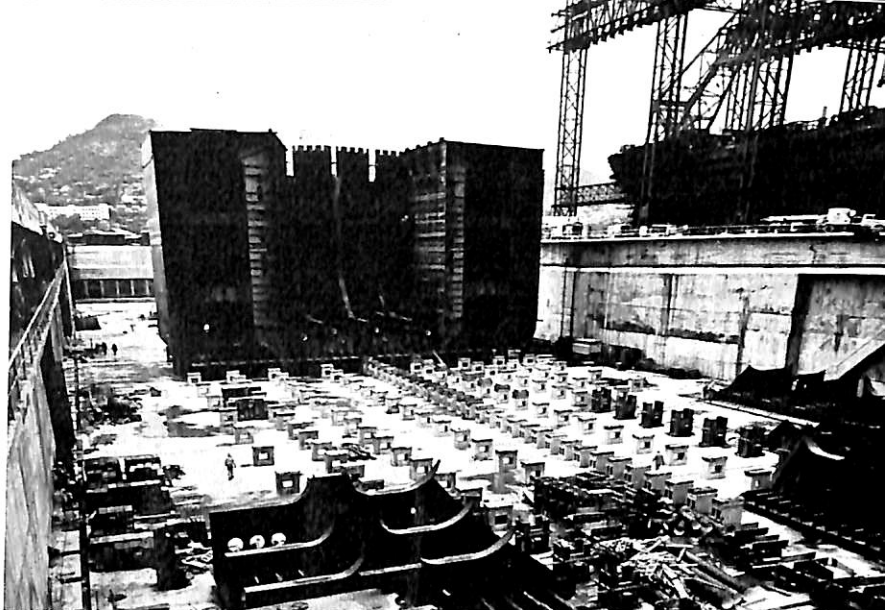
	G T	D W	L×B×D	主機
Bergessen	92,300	160,000	289×48.2×22.6	D 27,600
Shell Inter	—	169,000	—	—
日本郵船	69,000	122,600	256×42.5×22	T 24,000
〃	〃	〃	〃	〃
シエル船舶	64,300	110,900	256×42.5×20.6	〃
〃	〃	〃	〃	〃
ジャパン ライン	69,000	122,600	256×42.5×22	〃
日邦・昭和	〃	120,800	〃	〃

(注) 国内船は21次または22次予定で未許可船。



の超大型ビルディング 完成!

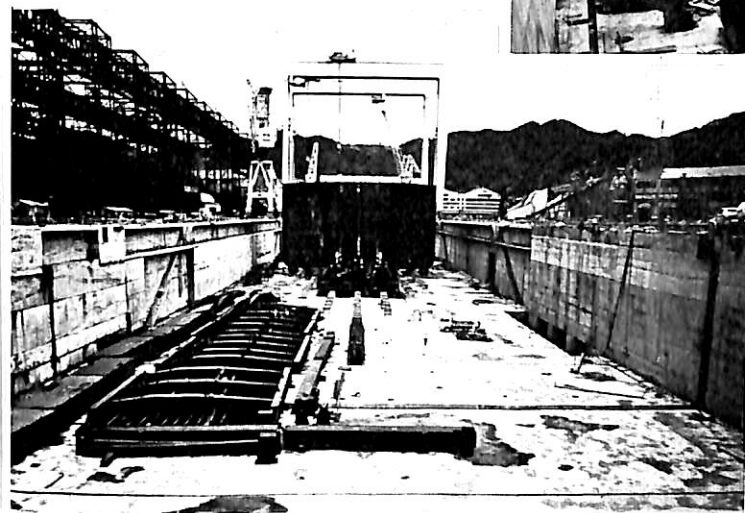
三菱重工業株式会社長崎造船所の
20万トンドック



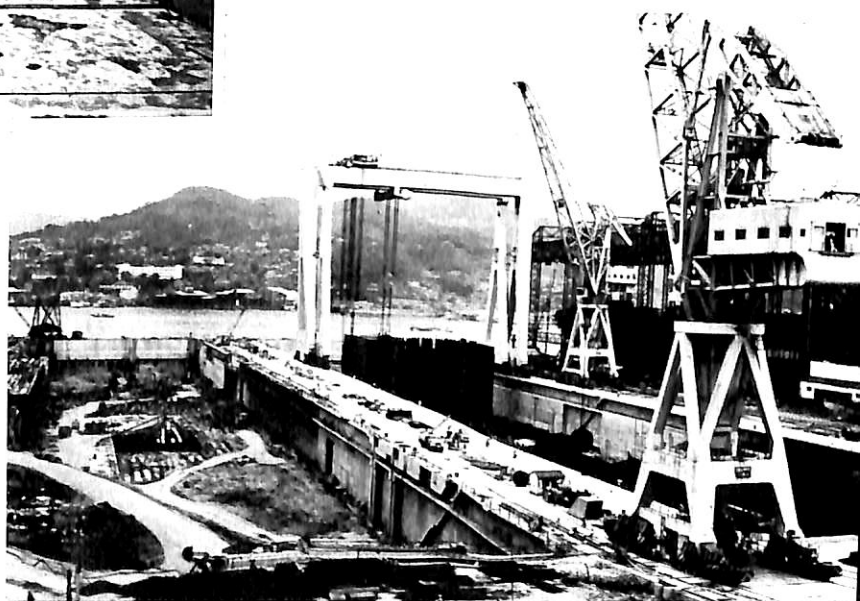
(40-6-21撮影)

20万トンドックで起工された第1番船。
ドックの広大さ、船の大きさが渠中の
人物と対比してよくわかる。

右側はガントリークレーンのある従来の船台



(40-6-21撮影)



(40-6-24撮影)

(40-6-24撮影)

300トンゴライヤスクレーン2基と
80トンジブクレーン3基が次々とブロック
を運んで建造をすすめてゆく。

左側は建設工事中の修繕ドック



船舶技術研究所全景と
 工事中の400m試験水槽

船舶技術研究所 400m 試験水槽は、同所三鷹地区に昭和38年に着工以来、順調に建設がすすめられてきたが、本年3月ようやく水槽本体、工場建屋および研究棟が完成し、水槽には注水がはじめられ、近く予定水深に達する状況である。また水槽用曳引車、レール、トロリー、造波装置、消波装置は41年3月完成予定で、計測設備、工場機械設備、水槽用解析設備および製図計算室は、40、41年度予算で完成されることになっている。

本水槽は長さでは世界第3、幅および断面積では世界第1の大型水槽で、最新式の諸試験設備とともに世界有数の試験水槽としてその活躍が期待されており、41年10月、日本で開催される国際試験水槽会議にはその全容が各国関係者に紹介される。以下に建設の概要を記す。

水槽建設予定地の地質調査を行なった結果、6mまでは地下水脈もなく、水深8mに相当する圧力が加わっても水槽底に支障をきたさないだけの地耐力のあることもわかったので、水槽本体は5.7mを地中に、2.8mは地表に出す構造がとられた。まず掘削は約3カ月半を費し掘削がほぼ完了したところで水槽側壁の基礎固めのために水槽底から砂礫層（地表下10m以下）に達する長さ4～7mのコンクリートパイプを片側4列、約1m間隔に全長にわたり計3,300本打込み側壁基礎が十分固定されるようにした（写真1）。水槽底全面に30cm厚の捨コンク

リートがうたれ、その上面に鉄筋入りの厚さ30cmの底盤コンクリートが敷かれた。中心線で左右2列、長さ20m（写真2）。高さ8.5mの水槽側壁（厚さ45cm）のコンクリート工事。高精度な直線性、平面性、平行度が要求されている（写真3）。アーチ形屋根の鉄骨。80mごとに伸縮継手を入れる（写真4）。水槽北端部の実験準備場、その右手に工場・研究棟がある（写真5）。天井内張り工事。水槽内は間接照明で内張りには有孔石綿板（写真6）。水槽完成後注水をはじめ、満水に近い状況。両側の側壁上にレールが敷かれトロリー、曳引車が設備される（写真7）。（写真は船舶技術研究所提供のもの）

400m水槽要目	
水槽本体	長さ400m, 幅18m, 深さ8m, 鉄筋コンクリート造り
水槽棟	長さ430m, 幅24m, 鉄骨造り, 11,800m ²
工場・研究棟	50m×30m, 一部2階建鉄筋コンクリート造り, 2,500m ²
曳引車	重量約50t, 長さ約16m, 幅約20m, 高さ約4.5m, 最高速度15m/sec, 4×210kW (60sec定格) D.C. 電動機, 自動速度制御装置付, ボギー台車方式, 空調室
レール	JNR 50Tレール, チェアー間隔80cm
トロリー	剛体トロリー17本
造波装置	電気油圧式フラップ型, 波長0.5m～15.0m,
消波装置	最大波高60cm
	水槽端部固定式および水槽側面可動式

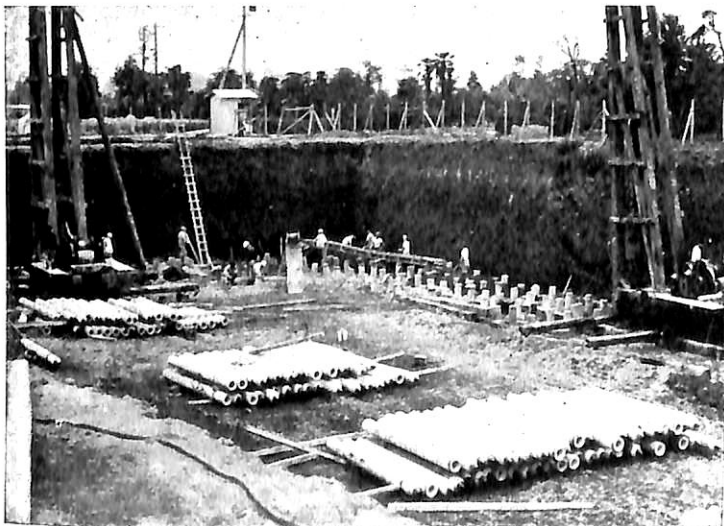


写真1



写真2

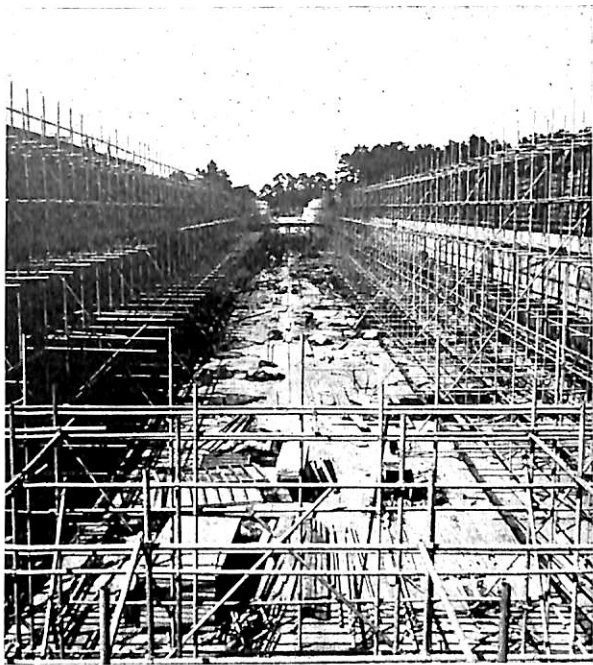
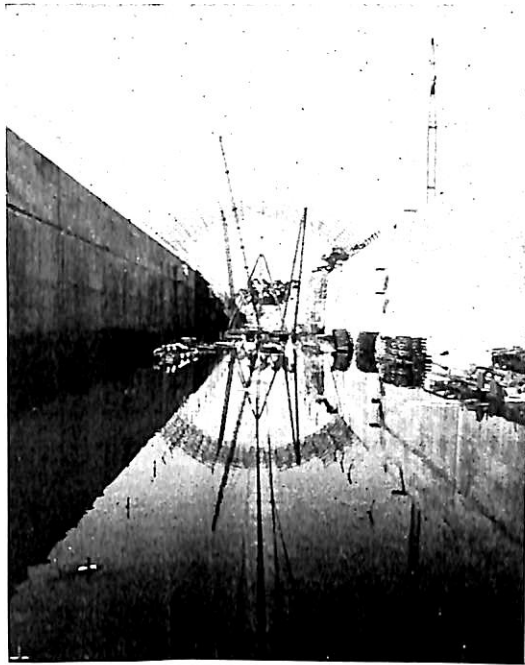
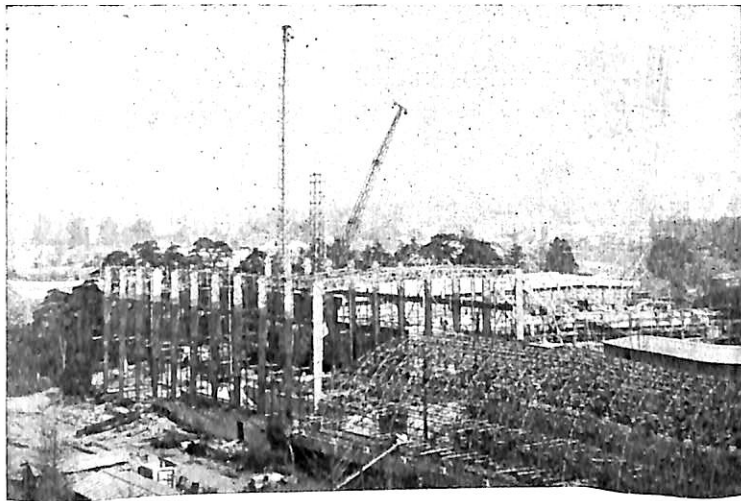


写真3



400m
試験水槽

写真4



水槽および建屋平面図

写真5



写真6

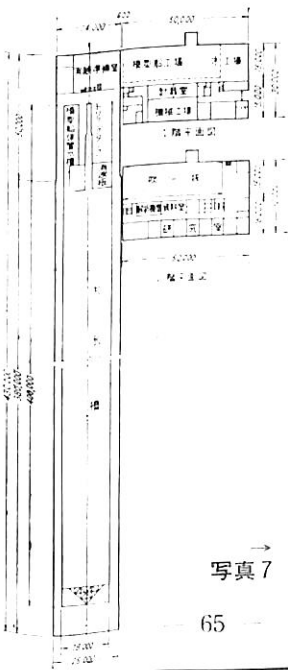
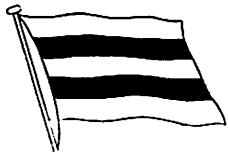


写真7



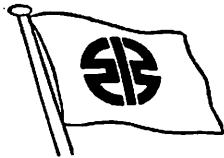


日 本 郵 船

N.Y.K. LINE

取締役会長 浅 尾 新 甫
 取締役社長 児 玉 忠 康

本 社 東 京 都 千 代 田 区 丸 ノ 内 2 ノ 2 0 ノ 1
 電 話 東 京 (2 1 2) 4 2 1 1(大代表)



川 崎 汽 船

“K” LINE

取締役社長 服 部 元 三

本 社 神 戸 市 生 田 区 海 岸 通 リ 八 番
 電 話 (39) 8 1 5 1 (代)
 支 社 東 京 都 千 代 田 区 丸 ノ 内 1 -- 6 東 京 海 上 ビ ル
 電 話 (216) 0 5 1 1



山 下 新 日 本 汽 船

YAMASHITA-SHINNIHON LINE

取締役会長 山 縣 勝 見
 取締役社長 山 下 三 郎

本 社 東 京 都 中 央 区 八 重 洲 1 の 2 大 和 証 券 ビ ル
 電 話 (231) 0 2 2 1
 東 京 都 千 代 田 区 丸 ノ 内 2 の 6 丸 ノ 内 八 重 洲 ビ ル
 電 話 (216) 0 4 1 1

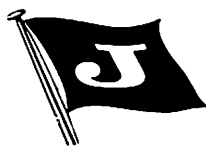


大阪商船三井船舶

Mitsui O.S.K. Lines.Ltd.

取締役会長 岡 田 俊 雄
取締役社長 進 藤 孝 二

本 社 大 阪 市 北 区 宗 是 町 1
本 部 東 京 都 港 区 赤 坂 一 ツ 木 町 3 6
東京支店 東 京 都 千 代 田 区 内 幸 町 2ノ1



ジャパンライン

Japan Line

取締役社長 竹 中 治

本 社 東 京 都 千 代 田 区 丸 ノ 内 2 の 18 岸 本 ビル
電 話 (211) 7 3 5 1
東 京 都 千 代 田 区 丸 ノ 内 1 の 2 永 楽 ビル
電 話 (212) 8 2 1 1



昭 和 海 運

SHOWA SHIPPING

取締役社長 荒 木 茂 久 二

本 社 東 京 都 千 代 田 区 丸 ノ 内 1 丁 目 1 番 地 (鉄 鋼 ビル)
別 館 東 京 都 中 央 区 八 重 洲 2 丁 目 1 番 地 (井 田 ビル)
電 話 東 京 (201) 7 1 7 1 (代 表)



新 和 海 運

代表取締役社長 渡 邊 一 良
 本 社 東京都中央区京橋 1 丁目 3 番地 (新八重洲ビル)
 電話東京 (567) 1 6 6 1 (大代表)・(201) 0 2 7 1 (代表)



森 田 汽 船

取締役社長 森 田 三 郎
 本 社 大阪市西区川口町 15 番地 電話 新町 (581) 1131 (代表)
 支 社 東京都中央区京橋 1 ノ 1 (ブリッ Johnstonビル)
 電 話 京 橋 (561) 8 8 6 6 (代表)



関 西 汽 船

取締役社長 友 貞 甚 輔
 本 社 大阪市北区宗是町 1 電話大阪 (441) 大代表 9161
 東京支社 東京都中央区八重洲 3 ノ 7 (東京建物ビル) 電話東京 (281) 2621・4176 (代表)



第 一 中 央 汽 船 株 式 會 社

取締役社長 土 金 孝 太 郎
 本 社 東京都中央区日本橋通 3 の 6 (第一中央ビル)
 電 話 東 京 (281) 0 8 2 1 (代表) 2 3 2 1 (代表)
 大阪支社 大阪 市 北 区 宗 是 町 (大ビル)
 電 話 大 阪 (443) 6 8 2 1 ~ 7



照 國 海 運

取締役社長 中 川 喜 次 郎
 本 社 東 京 都 中 央 区 八 重 洲 2 丁 目 3 ノ 5
 (仮事務所) 東 京 都 港 区 麻 布 市 兵 衛 町 2 ノ 4
 電 話 赤 坂 (583) 8 2 8 1



明 治 海 運 株 式 会 社

取締役会長 内 田 信 也
 代表取締役社長 内 田 勇 銓
 代表取締役専務 市 野 銓
 本 社 神 戸 市 生 田 区 明 石 町 3 2 電 話 神 戸 (3) 3 7 0 1 ~ 9
 東 京 出 張 所 東 京 都 中 央 区 日 本 橋 室 町 3 ノ 3 (三井ビル別館)
 電 話 日 本 橋 (241) 4 3 9 3 ・ 4 5 0 6 ・ 4 9 0 0



太 平 洋 海 運

代表取締役社長 山 地 三 平
 東 京 都 千 代 田 区 丸 ノ 内 2 ノ 2 ノ 1 (丸ビル)
 電 話 東 京 (201) 2 1 6 6



日 正 汽 船

取締役社長 高 柳 勝 二
 本 支 店 東 京 都 千 代 田 区 丸 ノ 内 2 ノ 1 8 東 京 (216) 1 0 7 1 (大代)
 支 店 所 大 名 古 阪 ・ 札 幌 ・ 若 松
 業 務 所 室 蘭 ・ 東 京 港 ・ 星 港 ・ 香 港
 出 張 所 釧 路

フェリーボート車輛甲板用
デッキカバリングとして実績を誇る

YATOMIX N.S FLOOR



耐摩耗性・耐油・超耐圧・
耐水性・耐薬品性・難燃性
鋼鉄面に密着し完全防錆に
役立、滑り止め効果がある。



株式会社 彌富商会

本社工場 横浜市西区南浅間町113

電話神奈川(44)3576・7858

電気防蝕

調査 設計 施工 管理

営業内容

船舶 関係
港湾 施設
地中海中鉄鋼施設
防蝕、防錆、器材、販売、施工

資料進呈

中川防蝕工業株式会社

東京都千代田区神田鍛冶町2の1 TEL. (252) 3171 (代表)
大阪 電話 (362) 5855 6 名古屋 電話 (82) 3296 福岡 電話(2)2563
札幌 電話 (24) 2633 広島 電話 (21) 5367 仙台 電話 (23) 7084

造船における最近の諸問題

運輸省船舶局長

芥川輝孝

「船の科学」の第1号が昭和23年11月に発刊されて以来、もう200号を超えた由で、本誌の果たされた驚異的な発展と、所謂「造船のPR」に対する絶大な貢献と、さらに関係者のたゆまざる真面目なご努力に対しては、私は深甚な敬意を表わすものであり、さらに今後とも本誌が従来にもまして順調に発展されることを心からお祈り申上げるものであります。またその記念号に対して、私にも寄稿の機会を与えられたことは誠に望外の喜びでもありますので、私はできるだけ率直且つ大胆に、最近の造船諸問題を皆様へ披瀝して、大方のご批判を仰ぎたいと考えます。しかし生来の不勉強に加えて、現在の職は、実は私が就任前に予想したより遙かに多忙でありますので、記述するところに対する基礎データの整理が行き届かず、いきおい独断に走る場合も多くあると思っておりますので予めお断りしておきます。

船舶建造トン数・隻数など

日本の船舶建造トン数は、現在遙かに第2位を引放して、断然世界第1位であり、たとえば昭和39年度における進水トン数は、全世界の進水量1,037万総トンに対し、日本421万総トン、英国104万総トン、スウェーデン101万総トンなどであります。(第1表)

昭和31年日本が英国を超越して、進水量において世界第1位を占めて以来、引続き過去9年間首位の栄光を誇り、今後も当分は日本の王座は揺がないのであります。第1表の通り日本の占める割合が、昭和39年度において急上昇している点は、日本における建造船舶が急速に大型化した証左とも見られるのであって、見逃してはならない特徴だと思えます。

第1表 (単位 万総トン、ロイド統計)

	昭35	昭36	昭37	昭38	昭39
日本	173	180	218	237	421
イギリス	133	119	107	93	104
スウェーデン	71	74	84	89	101
世界合計	836	794	837	854	1,037

日本の建造船舶の大きな部分は、輸出船によって占められているのであって、たとえば昭和39年度では、国内船対輸出船は大凡1:2であります。日本の造船業が輸出産業としてかくまで成長することを予想した人は、恐らく極めて少数ではなかったかと思えます。

昭和25年当時、経済政策の転換によって各方面に対する補助金の打切が大きく打出されたことがあります。

鉄鋼業もその影響をうけて造船用鋼材の価格の急上昇が予想されたのであります。これは造船業にとっては、死活の問題でしたので、船舶局では官民の関係者を集めて、昭和25年5月「造船用鋼材価格について」運輸省船舶局、というパンフレットを発表して各方面に対して、広く造船用鋼材価格の引下げ運動を展開しました。

このパンフレットの結論は、実は私が分担して書いたものでありますので、敢えてその一節をご披露しますと、「……………元来造船業は、国際経済に直結した産業であって、自国船とか輸出船とかの区別なく、常にその製品たる船舶の建造価格を、国際船価と同等もしくは、それ以下にすることが至上の要求なのである。造船用鋼材が、27,000円であるならば、造船業は欧州並の船価総トン当り73,000円で船舶を建造できる。……中略……この船価が実現すれば恐らく内外の注文は日本造船業に殺到するであろうし、日本造船業の殷盛は直ちに、これと密接の関係にある製鉄業をはじめ、多数の関連産業の活動を刺戟し、延いては日本経済の活潑化を促進する一大要因ともなるであろう。……………」

この中で特に論議の焦点となったところは、「……内外の注文が殺到するであろうし……」であって、各方面の識者達からこの部分を書き直せとの注文が、それこそ殺到した記憶があります。

日本の造船業は、輸出産業としての地歩を確立したことによってはじめて、それまでの日本海運業の従属産業としての立場から、独立産業としての形態を整えることができたのであると考えます。

昭和39年度の輸出実績は、鉄鋼業について第2位でしたが、過去においては第1位を占めたこともあります。

眼を世界の輸出船市場に転じますと、日本の輸出船の占める割合は、総トン数において遂に50%を超えたのであります(第2表)。これは日本の造船業が他国より早く超大型船の建造施設の整備を行なった成果であって、誠によるこぼしいところではありますが、他国においても現在施設整備に懸命の努力中でありますので、私はこの点を常に重視する必要があると考えています。

第2表 船舶建造実績(輸出船)(単位 万トン、隻)

	昭35	昭36	昭37	昭38	昭39
世界 総トン数	335	318	345	433	542
世界 隻数	530	495	459	432	526
日本 総トン数%	27.5	23.6	25.5	34.4	50.3
日本 隻数%	14.9	15.1	16.3	19.0	24.4

他国に大型船建造施設の少ない現在では、日本の輸出トン数が急進展するのは当然であって、輸出船市場における share を論ずる場合には、私はむしろ隻数で勘定することも忘れてはならないと思います（第2表）。そうすれば日本の share がトン数で計算した場合ほど、即ち常識的にいわれるほど、脅威的でないことが直ちに明瞭に分かると思います。

しかしながら、いずれで見ても日本の share はきわめて大きいのですから、日本の造船業はまず世界最大の造船業として、その一挙手一投足が他国の造船業に与える影響が甚大であることを深く認識し、その矜持と責任を十分自覚することが必要であると考えます。

船 型

船型の超大型化、所謂マンモス船型の出現は、海運の歴史を書きかえるものであるといわれていますが、私はマンモス船型の一般化は、広く世界経済の変貌の原動力になるものであると考えています。

超大型船の利点は、従来に比べて燃料費・船員費を殆んど増すことなく、従来と同様の速力で何倍もの大量の荷物を輸送できることにあります。従って荷物トン当りの輸送コストは従来に比べて、何分の一にも格段に下がります。石油、鉄鉱石、石炭などの原料物資は、超大型船を利用することによって、世界のどこからでも大量に安く日本に輸送できることになり、近隣諸国から従来船型によって輸送するのに比べて、かえて運賃は廉くなり、且つ良質のものを確保することが容易になりつつあります。資源貧困が通り相場であったわが国が、ある方面では、世界有数の資源国に転化しつつあるのも、超大型船型のおかげであります。

日本の鉄鋼生産の最近の伸長は等しく全世界の注視するところで、その原料である鉄鉱石は印度、豪州、南米西海岸、西阿等から大量に運ばれてきます。さらに最近ブラジルから鉄鉱石の大量輸送が計画され、その最適超大型船型が研究されています。

日本の鉄鋼業は現在 38 基の高炉を保有していますが、さらに 13 基の新鋭高炉の整備計画が着々進行しており、その進捗速度は当初計画より相当速められているように思われます。これは日本の鉄鋼業が、日本の特質に由来する所謂「海岸製鉄所」の利点を、あますところなく利用して、鉄鋼価格においても無理のない競争価格を形成することができ、さらに鉄鋼輸出の躍進に対して自信のできた証左であるともいえます。

鉄鋼があらゆる重工業成品の重要基礎資材であることは申すまでもありません。鉄鋼価格が下がってはじめて

これらの重工業成品の価格は安定するのであります。最近ディーゼルの価格が、ライセンサーのそれを下廻り単体輸出が可能となり、さらに加工度の低いクランク・シャフトさえ輸出されはじめたのは心強い限りです。

諸外国においても「海岸製鉄所」の有利性に着目して「海岸製鉄所」の整備計画が検討されている旨が伝えられています。私は今こそ日本の製鉄所の整備の促進を中心とする一連の重工業政策を強化して、底の浅いといわれる日本経済に、その弱点を克服できる好機を与えるべきものだと信じております。

去る5月、ロンドンで私は英国 Board of Trade の次官 Mr. Brown と面談しましたが、彼は早速私に「船はどの位まで大きくなると思うか」と尋ねました。この問題は巾の広い影響を伴う大問題でありますので、特に造船技術者は、卒先、広い視野から真剣に技術的検討を加えるべきものであると思います。

中村新運輸大臣は 20 万トン前後の船を、「巨大船」とでも名付けたらよからうといわれましたが、私たちはこの「巨大船」を抽出、採上げて、公式にその建造上の技術的問題点と対策を検討する用意をしております。

昭和 32 年造船技術審議会において、超大型船の建造上の問題点が巾広く種々検討されましたが、その重要事項の一つに、使用鋼板の板厚を 38 mm (1.5 inch) に制限すべきである、というのがありました。これは製鋼施設能力、溶接の信頼性等に基因したものであって、当時の設計者たちはもっと厚い板も使うべきことを希望していたと憶えています。

しかしその後の造船の研究の進展によって、超大型船型の必要とする強力は、従来船の延長として考えられるものよりは、余程少なくてすむことが判明し、板厚も現在では (38 mm ~ 40 mm) を限度として、実際にはセミ・キルドの限界である 30 mm 程度を基準として、設計されております。

広巾・長尺の鋼板を使用することが、工数の低減等船体建造上の合理化に著しく役立つのでありますが、現在では巾 3.6 m 長さ 18 m, plate 当り重量 (16 ~ 20 t) 程度のものを標準寸法として、超大型船型が纏められている模様です。

しかしこれらの数字は、単に船舶設計の基準であるに止まらず、一方においては超大型船建造施設の基準値となり、また他方においては新鋭鉄鋼圧延施設の基準値、たとえば、A製鉄所の roll 巾 3.6 m, B製鉄所 3.96 m, C製鉄所 4.1 m 等となっているのですから、鉄鋼、造船の二大重工業の新鋭施設は、上記の数字を強力な紐帯と
(以下 75 頁につづく)

船舶検査実施 80 周年にあたって

運輸省船舶局検査制度課長

内 田 守

はじめに

明治 17 年 12 月、わが国における船舶検査関係法規の嚆矢である西洋形船舶検査規則が農商務省により公布され、翌 18 年 (1885 年) 7 月 1 日に施行されて本格的な第一歩を踏み出してから本年はちょうど 80 年目にあたる。

この記念すべき 7 月 1 日、(a)船舶検査制度確立に寄与し、船舶検査業務の運営に尽された 18 名、(b)多年にわたり船舶検査業務に精励し、船舶の安全確保に寄与された 16 名、そして、(c)船舶検査の代行機関として船舶の安全確保に貢献された財団法人日本海事協会および社団法人日本海事検定協会が運輸大臣から表彰された。

この機会に幾多先輩諸兄の努力された足跡をたどってみることもまた意義あることであろう。

明治時代における船舶検査関係法規

安政時代における西洋造船術の習得によって建造された西洋形船舶は、海運業の著しい発達に伴って諸外国からの船舶の輸入と共に、国内においても明治 4 年最初の鉄船新潟丸 (総トン数 64 トン) の建造、5 年興讃丸 (121 トン)、6 年神戸丸 (251 トン) の建造と徐々に歩を固め、明治 10 年におけるわが国登録船舶数は、汽船 183 隻 (79,202 トン)、帆船 75 隻 (14,519 トン) となり、さらに明治 18 年においては、汽船 228 隻 (88,765 トン)、帆船 358 隻 (50,772 トン) となった。この頃に至って、ようやく船舶検査実施の機運熟し、西洋形船舶検査規則が制定され、国が本格的に検査を執行することとなったのである。

この規則は、海軍艦船と登録免状を有しない帆船を除く船舶に適用され、検査の期間 (船舶の現状により 6 箇月と 12 箇月)、検査証書の交付、義務に違反した場合の罰則等を詳細に定めた 21 条より成るものであった。

しかし、この規則以前においても船舶の安全取締に関する規則がないわけではなかった。

すなわち、危害物品船積法則が明治 6 年に制定されており、また明治 13 年には内務省達による小型旅客汽船取締心得書に基づいて、各府県によって小型旅客汽船取締規則が公布されている。

次いで、明治 27 年の日清戦争の後、海運拡張の世論となり、従来の外国船の購入・備船を排し国内造船の奨励を計るため、明治 29 年 3 月造船奨励法が公布された。

これと時を同じくして船舶検査法が公布され、翌 30 年 7 月 1 日から施行されるに伴ない、西洋形船舶検査規則は廃止された。またこの付属規則として船舶検査法施行細則および船舶検査規程があり、さらに、明治 33 年 12 月には、関連規則として鉄鋼船検査規程、機関検査規程、木船検査規程および外国船舶検査規程が公布された。

一方、造船奨励法に基づいて建造される船舶の基準として明治 29 年 9 月造船規程が公布された。これは、その範を英国ロイドの規程に採ったが、一面独自の見解をもって是正を加え、船体、機関の各部にわたる詳細にして、かつ、膨大な規則であった。

明治 35 年 9 月、特殊貨物の船舶による取締として火薬類船舶運送および貯蔵規程が公布され、42 年 10 月には、漁船の特殊性を考慮した漁船特殊規程が公布されている。

また、船用品の製造および販売に関する取締として、明治 9 年に公布された船燈製造および販売規則が 19 年公布の船燈信号器製造販売規則と変わり、さらに 28 年の船燈信号器救命具取締規則へと規制の範囲が救命器具にまでおよんだ。

明治時代における管海官庁

維新の大業成り、太政官の内国事務局に所掌されていた管船事務は、明治 6 年内務省の新設により駅逦寮船舶課としてその下に移管されるまで所属が転々と変わったが、明治 8 年 10 月内務省駅逦寮船舶課を管船課と改称するにおよんで、海事法規の制定、海運助成の方策等の管船事務はすべて管船課に統合された。(明治 10 年 1 月駅逦寮は駅逦局と改称された)

明治 14 年 4 月農商務省が新設され、管船課は、同省商務局の所属となったが、翌 15 年 4 月管船課を廃して管船局を設置するに至ってここに海事行政の体系が整った。そして、明治 16 年 11 月管船局内に船舶検査課が新設され、西洋形船舶検査規則の発行のために 18 年 4 月、東京、大阪、函館および神戸の 4 箇所に船舶検査所が設立された。

かくして、造船、海運の奨励策、日清・日露戦争の需要増と相俟って、管海官庁も次第に膨脹し、明治末期における通信局海事部となるまでには、次のような変遷があったのである。

- 明治18年12月 通信省設置
- 19年3月 船舶検査所を司検所と改称
- 20年4月 長崎司検所設置、8月神戸司検所廃止
- 24年8月 司検所を船舶司検所と改称
- 29年4月 新潟に船舶司検所支所新設、10月神戸に支所増設
- 30年6月 横浜、鳥羽、境、赤間関に支所増設
- 31年4月 石巻、鹿兒島、小樽に支所増設
- 32年6月 伏木、清水、多度津、高知、糸崎、若津に支所増設、司検所を海事局と改称、司検所支所を海務署と改称
- 33年3月 浦賀、半田、三津浜に海務署増設
- 43年3月 東京、大阪、函館、長崎の海事局、横浜、神戸、糸崎、新潟の海務署を通信局海事部と改称、他の海務署を海事部出張所と改称

大正時代における船舶検査関係法規

大正6年7月、造船奨励法は廃止され、これに関連して制定された造船規程は、鉄鋼船舶検査規程および機関検査規程に代わって船舶検査関係法規の一環として採用され、第1編船体部は、一般船舶に対して昭和15年まで、漁船に対しては昭和33年まで、第2編機関部は、昭和9年まで施行された。

大正10年3月、すでに先進国において採用されていた満載吃水制限をわが国においても採用することとなり、満載吃水線法が公布され、翌11年2月から施行された。また、無線電信の発達と相俟って、大正14年3月、船舶無線電信施設法が公布され、翌15年11月から施行された。

これより先、第一次大戦後の急増する船舶のため船用品の試験がきわめて多忙となったので、大正7年管船局内に船用品試験所が設置され、9年9月には錨鎖索試験規程、11年1月には舷窓試験規程が公布された。

大正時代における管海官庁

明治末期における8箇所の通信局海事部と14箇所の海事部出張所は、大正2年6月、地方通信官署官制の改正によって、東京、大阪、石巻、長崎および函館海事部の5箇所に減じ、他は海事部出張所とされた。その後、大正8年5月、広島および名古屋に通信局が増設される

に伴ない糸崎および名古屋に海事部が置かれた。

昭和時代における船舶検査関係法規

第一次世界大戦の後、各国の間に協調主義が台頭し、この結果、昭和4年(1929年)国際海上人命安全条約会議、昭和5年国際満載吃水線会議が開催された。わが国も両条約に加盟するため、船舶検査法、船舶満載吃水線法、船舶無線電信施設法等を統合することとなり、かくして昭和8年4月、船舶安全法が公布され、翌9年3月から施行されたのである。これに伴って関係省令として、船舶安全法施行規則、船舶安全法ヲ外国船舶ニ準用ノ件、木船構造規程、船舶機関規程、船舶設備規程、船舶満載吃水線規程、船舶区画規程、漁船特殊規則、同規程および危険物船舶運送および貯蔵規則が昭和9年2月に公布され、翌10年8月には、「海上ニ於ケル人命ノ安全ノ為ノ国際条約及ビ国際満載吃水線条約ニヨル証書ニ関スル件」、昭和15年4月、造船規程第1編に代わる鋼船構造規程が公布された。

一方、船用品関係としては、昭和2年、船用品試験機試験規程が公布され、また同年、通信省管船局の船用品検査所は、船舶試験所と改称され、船用品試験室が新設された。そして、昭和16年船舶試験所が管船局から分離して通信省の特設機関となるまでに、船燈試験規程等の規程、規則が公布されたのである。

昭和16年12月、わが国が第2次大戦に突入してからは、海上輸送力の増強対策として、船舶検査に関して戦時特別措置がとられた。まず、昭和17年12月、満載吃水線規程に対して乾舷減少の措置がとられ、また帯域についての取扱が緩和された。

同時に「船舶検査ニ関スル戦時特例」が公布され、検査期間の延長、検査方法のしんしゃく等の措置がとられた。

戦後、潰滅の状態にあったわが造船・海運界は、逐次復興に向い、また国際関係も回復しつつあった昭和23年「1948年海上における人命の安全のための国際条約」が締結され、わが国もこれに加盟して昭和27年11月に発効した。この条約に加盟するにあたり、船舶安全法を初めとして関係法規が改正され、特に船舶防火構造規程が公布され、また船舶区画規程が全文改正された。

一方、戦後、小型旅客船の海難事故が多発したので旅客船に対する規則が強化され、28年11月、小型船舶安全規則、30年12月には、被曳客船を加えた小型船舶等安全規則が公布された。また救命設備の規則を強化するため船舶設備規程が改正され、続いて船舶復原性規則が昭和31年12月に公布された。これは、旅客船の復原

性基準を定めた点において画期的なものであった。

船舶安全法関係法規は、制定後相当の年月を経過しており、不具合な点もあったので、逐次改正され、そしてまた昭和 39 年 9 月には「穀類その他の特殊貨物船舶運送規則」が制定された。

これよりさき昭和 35 年には、海上における人命の安全のための国際会議がロンドンにおいて開催され「1960 年の海上における人命の安全のための国際条約」が締結されたが、わが国もこれに加盟し、昭和 40 年 5 月 26 日に発効した。この条約に加盟するにあたり、船舶安全法をはじめ関係省令の全般にわたり改正されたが、特に救命設備および消防設備は、船舶設備規程から分離して船舶救命設備規則および船舶消防設備規則が新たに公布された。

昭和時代の管海官庁

昭和初頭の世界的不況をいち早く脱したわが国の造船海運界は、逐次上昇の一途をたどったが、それに伴って海事部出張所および分室も著しく拡充された。すなわち、下関分室（昭和 2 年）、撫養出張所（4 年）、玉出張所（8 年）、因島出張所（9 年）、釧路出張所、若松出張所、青森出張所および清水出張所（10 年）、相生出張所（11 年）、勝浦出張所（12 年）が増設され、また東京都市通信局の新設にあたり東京通信局の海事関係事務は、昭和 11 年に東京市通信局に移管された。

昭和 16 年に至って、通信省の外局として海務院が設置され、地方には 5 海務局と 25 支局が設置された。続いて 17 年には、長さ 50m 以上の鋼船の検査事務が海軍省に移管され、海軍管理工場に属さない工場に対しては、海務院および海務局が分掌した。

昭和 18 年、通信省は運輸通信省と改称され、中央に

おける検査事務は海運総局、地方においては海運局（小樽、塩釜、新潟、横浜、名古屋、大阪、神戸、門司、後に広島、松山）が所掌した。

戦雲急をつげる昭和 19 年、船舶検査業務が全般的に海軍省に移管されるや、海運局の関係職員は海軍職員に outward または兼務となり、そして 20 年 5 月には運輸通信省は運輸省と改称され、海運局の名称も、北海、東北、新潟、関東、東海、近畿、神戸、中国、四国および九州海運局と改称された。

戦い終わって運輸省の所管に還元されていた船舶検査業務は、昭和 24 年、GHQ の指示により海上保安庁（運輸省の外局として昭和 23 年 5 月創設）に移管されたが、昭和 27 年 8 月再び運輸省に還元された。

かくして中央においては、船舶局の首席船舶検査官および検査制度課、地方においては 10 箇所の海運局船舶部および 47 箇所の同支局が船舶検査事務を所掌し今日に至っている。また、船用品の試験研究は船舶技術研究所（昭和 25 年船舶試験所を改組して運輸技術研究所となり、さらに 38 年 4 月現行の組織となった）船舶機装部において行なわれる。

おわりに

以上のように船舶検査関係法規と管海官庁は、時代の推移、技術の進歩に伴って変遷し、この間の先輩諸兄の船舶の安全確保に払われたご努力は多大なものであった。

最近の経済の進展に伴う海上交通の複雑多様化により、船舶の安全性の一層の向上が必要とされており、船舶の検査の重要性も一段と要請されている。船舶検査実施 80 周年にあたって、関係各位の船舶検査に対するご理解とご支援をお願いする次第である。

造船には前記以外に重要問題が山積していますが、与えられた紙数もつきておりますので擱筆します。

「船の科学」創刊 200 号突破記念特集号

昭和 23 年 11 月創刊以来、この 7 月号をもって通巻第 201 号を発刊することになりました。この長い間にわたって「船の科学」に与えられた読者の方々や関係諸会社のご支援に対し、心から感謝いたします。ここに創刊 200 号突破記念特集号を刊行し、ますます日本の造船、海運のために微力ながらつくしたいと考えます。

船舶技術協会

造船における最近の諸問題（72頁より）

して固く結ばれてはじめて、最も有効に稼動するものであるといっても差支えないと思います。

これはほんの一例にすぎませんが、造船のように広い関連産業を基盤として成立つ工業においては、常にいち早く、この種の数字を技術的に研究し、把握し、さらに公表することによって、造船業自体の能率のよい発展を促進するのみならず、他の関連産業の進展の方向に対しても一つの標示燈を示すことが必要なのであります。特に私たちのように技術を基礎とした造船行政を担当しているものにとっては、重要な任務の一つではないかと、私は考えております。

6月のニュース解説

編集部

- 海運造船問題
- 一般政治経済

5月

- 31日(月)●日産自動車・プリンス自動車工業 41年末までに合併することになり、合併に関する覚書に調印す。
- 運輸省 21次計画造船の実施要領をきめ、開発銀行に通達す。
- 開発銀行 21次計画造船の建造資金貸付実施要領を発表す。

6月

- 1日(火)●輸出入信用状収支 5月は輸出6億900万ドル、輸入3億1,300万ドルで2億9,600万ドルの黒字となる。
- 福岡県山野炭鉱でガス爆発がおこり、死者237人、重軽傷者37人を出す。
- OECD執行委員会 造船不況対策を検討す。
- 2日(水)○運輸省首脳かわる。事務次官 若狭得治。海運局長 亀山信郎、船員局長 岡田良一の各氏就任す。
- 3日(木)●米国 2人乗り人間衛生“ジェミニ4号”を打ち上げ、乗員の宇宙遊泳に成功す。
- 佐藤内閣改造さる。運輸大臣は中村寅太氏。
- 運輸省 運輸省所管事業の40年度の設備投資動向報告を発表す。40年度の設備投資計画は海運業1,802億円、造船業344億円、造船関連工業73億円。
- 4日(金)●輸出入通関実績 5月は輸出7億194万ドル、輸入7億3,752万ドルで3,558万ドル入超となる。
- OECD理事会 造船不況対策を検討するため、工業委員会造船作業部会にかわって、新たに理事会直属の造船特別作業部会を設けることをきめる。
- 海技審議会 海技資格制度のあり方について、将来の海技資格の目標を①船長・船舶士の2種類とする。②船長・船舶士・機関管理士の3種類とする。の2案を並記して運輸大臣に答申す。
- 8日(火)○英国海運会議所の不定期船運賃指数 5月は130.5で4月より8.2上昇す。
- 9日(水)●運輸省 40年度科学技術試験研究補助金の交付対象をきめる。船舶関係は17件、3,580万円。
- 10日(木)●第7回参議員議員通常選挙 公示さる。投票日は7月4日。

○業界紙によれば、出光興産は19万DW油槽船の建造計画を固めた。

- 14日(月)●東京都議会 解散す。
- 経済団体連合会海運委員会 21次計画造船の建造規模を235万GTに拡大するよう中村運輸相に要望す。
- 15日(火)○公正取引委員会 日本—欧州定期航路運賃同盟の3重運賃制は独占禁止法に違反する旨の審決案を同盟側に表示す。
- 17日(木)○原子力船開発事業団 原子力第1船の建造について、原子力委員会に現在の予算額36億円では造船所と建造契約を結ぶことは困難で、41年度予算で60億円を計上する必要があると報告す。
- 18日(金)●政府 経済政策会議で当面の景気対策を検討し、財政・金融・輸出振興・企業収益改善の各面から景気対策を講ずることに意見一致す。
- 19日(土)●アルジェリアでクーデター 成功す。
- 21日(月)○運輸省船舶局 40年3月末の新造船工事状況をまとめる。手持工事量704万GTに達す。
- 22日(火)●日本・韓国 日韓基本条約および関係協定、議定書に調印す。
- 23日(水)●鉱工業生産指数 5月は季節変動修正指数で168.6で4月より2.0%低下す。
- 運輸省 巨大船建造上の技術的問題点およびその対策について、造船技術審議会に諮問することをきめる。7月8日に諮問。
- 25日(金)●外国為替収支 5月は経常収支で4,100万ドルの黒字、総合収支で3,600万ドルの赤字となる。
- 通商産業省 40年の通商白書を発表す。
- 日本銀行 景気回復のための刺戟策の一環として、26日から公定歩合を日歩1厘引き下げ、市中銀行の貸出増加額規制を撤廃することをきめる。
- 運輸省 内航海運の標準運賃について運輸審議会に諮問す。
- 26日(土)●第2回アジア・アフリカ会議 11月5日に延期さる。
- 29日(火)○運輸省 大蔵省に21次計画造船の建造規模を202万GTに増枠し、40年度の財政資金量を961億円に増額するよう要求す。
- 日本—欧州定期航路運賃同盟 公正取引委員会に3重運賃制に関する審決案について異議申し立てを行なう。

40年度の海運造船関係設備投資計画

運輸省の調査によると、同省所管事業 17 種の資本金 5,000 万円以上の法人企業 1,285 社の 40 年度の設備投資計画は、支払ベースで 6,028 億円で 39 年度の実績にくらべて 31% の増加になっている。

この 40 年度の設備投資計画のうち、海運業は 1,802 億円で 39 年度の実績 989 億円より 82% 増加しており、造船業は 344 億円、造船関連工業は 73 億円で、それぞれ 39 年度の実績 360 億円、77 億円より 4%、5% 減少している。

海運業の 40 年度の設備投資計画が 39 年度の実績を大幅に上回っているのは、海運関係国際収支改善のための外航船舶の大量拡充計画と、これにともなう荷主の協力およびこれに加えて海運市況の好調とによって、海運業界の外航船舶建造意欲が旺盛になったことによるものである。すなわち、外航船舶への投資計画は 1,603 億円と 39 年度の実績 793 億円より 102% の増加を示している。これを船種別にみると、定期船 204 億円、不定期船 36 億円、専用船 679 億円、油槽船 684 億円で、それぞれ 39 年度の実績より 269% 増、4% 減、169% 増、53% 増となっており、とくに定期船および専用船の増加率が大きいことが注目される。内航船舶への投資計画は 104 億円で 39 年度の実績 91 億円より 14% の増加で、貨物船 31 億円、専用船 45 億円、油槽船 12 億円、旅客船 16 億円と 39 年度の実績よりそれぞれ 26% 増、14% 増、38% 増、5% 減となっている。また、主要工事 1,769 億円のうち、新規工事は 1,215 億円を占め、継続工事は 554 億円となっている。資金調達計画は、内部資金 626 億円のほか外部資金として民間金融機関 628 億円、開発銀行 495 億円、特定船舶整備公団 27 億円、外資 11 億円などを期待しており、内部資金の比率は 35% と 39 年度の実績 52% より大幅に低下している。

造船業の 40 年度の設備投資計画が 39 年度の実績よりやや減少しているのは、超大型船造修施設の整備が 39 年度に本格化し投資が高水準に達したため、40 年度も高水準を維持しつつ横這いを示していることによるものである。投資計画を項目別にみると、船台設備 35 億円、船渠設備 24 億円、岸壁設備 16 億円、運搬設備 31 億円、船体部加工組立設備 60 億円、電源設備 16 億円、造機設備 31 億円、間接設備 58 億円、その他 73 億円で、39 年度の実績よりそれぞれ 17% 減、34% 減、41% 増、37% 減、4% 増、31% 増、12% 減、21% 増、8% 増となっている。また、主要工事 232 億円のうち、新規工事は 51 億円で、継続工事は 181 億円を占めている。資金調達計画は、内部資金 88 億円のほか、民間金融機関 145 億円、開発銀行 27 億円、増資 27 億円、社債 30 億円などを期待しており、内部資金の比率が 39 年度の実績 32% から 25% に低下していることが注目される。

造船関連工業の 40 年度の設備投資計画も造船業と同様 39 年度の実績よりやや減少しているが、これは設備投資の中心である機械設備の拡張が一段落し、合理化投資に絞られてきたことによるものと考えられる。項目別には機械設備 40 億円、鑄造設備 4 億円、試験設備 2 億円などで、それぞれ 39 年度の実績より 2% 減、28% 減、77% 増となっており、試験設備への投資の増加率が高いことが注目される。主要工事 58 億円のうち、新規工事は 32 億円、継続工事 26 億円である。資金調達計画は、内部資金 24 億円のほかに、民間金融機関 28 億円、開発銀行 14 億円、社債 6 億円などを期待しており、内部資金の比率は 33% と 39 年度の実績 20% より大幅に上昇している。

巨大船の建造技術についての諮問きまる

運輸省船舶局では最近の油槽船の巨大化傾向に対処して、これら巨大船の建造技術の開発についての研究体制の確立について検討していたが、6 月 23 日の省議で中村運輸相から造船技術審議会（委員長 山県昌夫日本海事協会会長）に“巨大船建造上の技術的問題点およびその対策”を諮問することになった。

諮問の趣旨は、

最近、専用船はますます大型化し、すでに 15 万 DW 型油槽船の建造も着手され、さらにより大型の船舶の出現も予想される状況に立ち至っている。

従来、わが国は世界にさきがけて超大型船を建造してきたが、今後の巨大船の建造においても世界造船界における指導的な立場を確保していく必要がある。

そのためには、従来の船舶においては予想しなかった巨大船建造上の技術的問題点および合理化を図るべき点について、早急にその解明と対策の確立を行なう必要がある。

本諮問は、造船技術の各部門にわたって巨大船建造上の技術的問題点を抽出するとともに、これらの問題点を解決するための対策に関する指針を求めようとするものである、

となつている。

わが国造船所における 10 万 DW 以上の巨大油槽船の建造状況をみると、34 年 1 月に Universe Apollo 10 万 3,000 DW、35 年 9 月に Universe Daphne 10 万 3,000 DW が NBC 呉造船所で、37 年 10 月に日章丸 13 万 2,300 DW が佐世保重工業で、39 年 12 月に大井川丸 10 万 800 DW が日立造船因島工場で竣工している。このほか 40 年 5 月末現在建造中または運輸省の建造許可を受けたものは、国内船 8 隻、92 万 DW、輸出船 7 隻、83 万 DW、計 15 隻、175 万 DW に達している。このうち、東京丸 15 万 2,400 DW

は石川島播磨重工業横浜工場で建造中であり、輸出船では16万DWの油槽船が三菱重工長崎造船所で建造されることになっている。さらに、16万5,000DWの輸出油槽船3隻の受注契約が進められ、出光興産により19万DW油槽船の建造計画が進められており、また外国船主にも同様の動きが見られている。

このような船舶の巨大化に対処して、わが国の大手造船所では20万DW前後の船舶の造修施設の整備を進めてきているが、建造技術上従来の技術をそのまま延長することでのよいのか、より合理化を図る余地はないのかなど多くの問題点が残されていると考えられている。また、超大型船においても技術的に必ずしも解決されたといえない問題点は、巨大船になればよりいっそう解決を迫られることであろう。

巨大船の建造技術上の問題点は今後造船技術審議会において摘出されるわけであるが、その範囲は、去る32年に運輸相から造船技術審議会に諮問した“超大型船の建造技術上の問題点とその対策”の場合と同様、船体・機関・補機・艤装・関連法規等広範にわたることが予想される。

運輸省船舶局では、巨大船の建造技術の開発研究には多額の研究投資と研究者の協力が必要であるので、41年度の重要施策として予算要求を行ない、船舶局、船舶技術研究所、造船研究協会等造船業界の共同研究として研究体制を整備して、研究の推進を図っていくこととしている。

景気回復策と21次計画造船の大量建造

政府は6月18日の経済政策会議で、当面の不況に対する景気回復のための刺激策として、財政、金融、輸出振興、企業収益改善の各方面からの景気対策をとることになった。

これらの景気対策として、大蔵省は6月23日に40年度の財政支出を公共事業費、住宅対策費、環境衛生対策費などを中心に約1,000億円の繰り上げ支出を実施することとし、日本銀行は6月25日に貿易手形関係を除く公定歩合を26日から日歩1厘引き下げるとともに、市中銀行の貸出増加額規制を撤廃することをきめた。また、通商産業省も輸出振興策として、外貨事情がよくないインドネシア、ブラジルなどの未開発諸国への延払い輸出を再開し、積極的に輸出承認を与えていく方針をとっている。

こうしたなかで、21次計画造船の大量建造の促進が注目をあつめてきた。21次計画造船の建造規模は40年度予算では150万GTと予定され、40年度の外航船舶建造のための財政資金量は20次計画造船の継続分257億円と21

次計画造船充当分304億円とをあわせた561億円であった。ところが、21次計画造船の建造希望量は定期船18万GT、一般貨物船13万GT、専用船101万GT、油槽船103万GT、計235万GTに達しており、しかもこの建造希望量は具体的な実需要の裏づけのあるものとなっている。このため、40年度の所要財政資金量も、予算規模150万GTを實際工程により実施するのに必要な追加額284億円と、85万GTの追加建造量を実施するのに必要な資金量200億円とをあわせた484億円の追加が必要になっている。すなわち、21次計画造船を建造希望量によって実施するためには、40年度の財政資金量を1,045億円に引き上げることが必要となっている。また、財政資金以外の資金をあわせた所要建造資金量は1,350億円程度に達するものと考えられる。

ところで、船舶投資の各産業への波及効果を35年の産業連関表によって計算すると、1,000億円の船舶投資は直接造船業の生産額1,000億円を生み出すばかりでなく、鉄鋼業812億円、一般機械工業198億円、電気機械工業64億円、商業63億円、製材業45億円等、合計して約3,000億円の生産額を誘発することになり、その産業界に与える効果は大きいものがある。したがって、21次計画造船を建造希望量によって実施すると、約4,000億円の波及効果がもたらされるわけである。

こうしたことから、経済団体連合会でも海運委員会でも21次計画造船の建造希望量235万GTについて検討し、その推進は景気回復策としても有効であるとして、建造枠の拡大を政府に要望している。

とくに、21次計画造船の建造希望量が実需要の裏づけをもっていることは、他の景気対策にまして効果が期待されるものといえよう。

さらに、最近の国際収支の動向は、資本収支が短期資本についてはわが国経済への不信が高まっているため流入の期待は薄く、長期資本についてもアメリカ、西ドイツからの借入れが困難になっている一方これまでの借入金の返済が増加しているなど、これまでになく環境がわるくなっている。したがって、今後の国際収支安定対策としては、経常収支の赤字を資本収支の黒字でカバーするというこれまでの借金政策から脱して、貿易および貿易外収支をあわせた経常収支の均衡をはかることが必要になってきている。

この面においても、21次計画造船の建造希望量による実施は、わが国海運の輸出入貨物の積取比率向上による海運関係国際収支改善策として効果が期待できるものである。

従来の計画造船は、好調期に大量建造、不況期に少量

建造が繰り返えされてきたのであるが、21次計画造船については不況期に大量建造が要望されているのであり、海運関係国際収支の改善策と景気回復の刺激策とをもった一石二鳥の効果をもって、その完全な実行が望まれる。

39年度の新造船工事状況

運輸省船舶局がまとめた39年度の新造船工事状況によると、39年度のわが国造船業は新規受注量では38年度にくらべて若干及ばなかったが、起工・進水・竣工の各工事実績および手持工事量ではこれまでの記録を更新した。

39年度の新造船建造許可実績は、国内船では計画造船が40隻、119万GT、698億円と38年度より総トン数で84%も増加し、計画造船以外のものも134隻、61万GT、483億円と38年度より総トン数で57%増加した結果、国内船全体では174隻、180万GT、1,181億円に達し、38年度より総トン数で74%増、契約金額で56%増の著しい増加となった。一方、輸出船は150隻、330万GT、2,279億円で、国内船にくらべると遥かに大量の受注実績をあげたが、38年度より総トン数で24%減、契約金額で19%減となった。この結果、国内船・輸出船をあわせた総受注量は324隻、511万GT、3,460億円となり、38年度より総トン数で6%減、契約金額で3%減とやや減少したものの、いぜん好調を継続した。

39年度の新造船工事状況を主要造船所27工場についてみると、受注量は485万GTで38年度より16%減少しており、これら造船所においては、国内船が160万GT、輸出船が325万GTと38年度よりそれぞれ80%増、26%減となっていることからわかるように、輸出船受注の減少が大きく影響している。また、起工量は433万GT、進水量は381万GT、竣工量は361万GTで、それぞれ38年度より44%、51%、76%の増加を示している。竣工量より進水量が多く、進水量より起工量が多くなっていることから、40年度の進水量および竣工量は39年度よりさらに増加し400万GT台を超えることが予想される。

さらに、40年3月末の新造船手持工事量は、国内船は140万GTと38年度より72%増加し、輸出船は564万GTと6%の増加に止まったため、国内船・輸出船をあわせた合計では704万GTと15%増加し、これまでの最高記録を更新した。また、手持工事量に占める国内船の割合は39年3月末の13%から、40年3月末には20%に増加している。

40年度の科学技術試験研究補助金の交付きまる

運輸省は6月9日の省議で、40年度の科学技術試験研

究補助金の交付先をきめた。40年度の研究補助金予算額は7,800万円で、39年度より650万円、9%増額したのであったが、10%の予算執行保留のため、とりあえず7,020万円について交付先が決定された。

この補助金予算額に対して補助金の交付申請は50件、研究費総額3億5,108万円、補助金申請額1億3,049万円であったが、このうち41件、研究費総額2億8,861億円について7,020万円の補助金が交付されることになった。補助率は24%である。

船舶関係の補助金の交付申請は造船研究協会による共同研究8件、研究費総額5,152万円、補助金申請額2,013万円、造船所または造船関連工業による単独研究11件、研究費総額8,893万円、補助金申請額3,159万円、計19件、研究費総額1億4,045万円、補助金申請額5,172万円であった。

40年度の研究補助金の交付対象となる研究課題のうち船舶関係は

- ① 輸送機関の事故防止および公害防止に関する研究。
- ② 高経済性船舶の建造に関する研究。
- ③ 人工衛生を利用した航行援助施設の開発に関する研究。
- ④ 新形式輸送機関の開発に関する研究。

となっており、審査に当っては以上の研究課題および運輸大臣の諮問第9号に対する答申にそった研究を中心に、造船技術審議会研究部会の検討をへて選別が行なわれた。

船舶関係の補助金交付先は、造船研究協会による共同研究8件、研究費総額5,152万円はすべて採択され、その補助金交付額は1,713万円、補助率33%となり、造船所および造船関連工業による単独研究は9件、研究費総額7,258万円が採択され、その補助金交付額は1,867万円、補助率26%となった。合計では17件、研究費総額1億2,410万に対して3,580万円の補助金が交付され、補助率は29%である。

船舶関係の補助金交付決定を運輸省全体にくらべると、件数で41%、研究費総額で43%、補助金交付額で51%となっており、船舶関係は他部門にくらべると補助率は高くなっている。

ところで、研究補助金の交付による研究の促進は、これまで造船技術の向上に多くの貢献をしてきたが、今後の造船技術の開発研究が広く多くの分野の協力による共同研究を必要とし、かつ研究投資額を多額に必要とするようになってきていることを考えると、補助金の交付についても具体的な研究開発プロジェクトを定め、共同研究を主体にして思い切った助成を行なうことが必要であらう。

石川島播磨重工業横浜新工場の第1番船 PETROS J. GOULANDRIS

石川島播磨重工業株式会社
船舶事業部 横浜船舶設計部

1. 緒 言

石川島播磨重工業株式会社船舶事業部の総力を結集して建設中であった新鋭の横浜第二工場は、そのビルディング・ドックにおいて、昭和39年10月22日第1番船 PETROS J. GOULANDRIS の起工を行ない、翌40年3月1日進水、同5月17日竣工をみた。本船はただちにベルンジャ湾へ向け処女航海の途につき、現在就航中である。

PETROS J. GOULANDRIS は Pacific Oil Carriers 社のご注文により、高度の運航採算性に特にデザイン・ポイントにおいて建造されたタービン・タンカーである。

以下、本船の概要について紹介する。

2. 主 要 目

(1) 船級および資格

船 型 船首楼付平甲板型
船 級 A. B. S.
✳A1E "OIL CARRIER"
✳AMS
資 格 遠洋1級

(2) 主要寸法、容積等

全 長	246.965m
垂 線 間 長	235.000m
型 幅	37.000m
型 深	18.000m
満 載 型 吃 水	13.087m
総 噸 数 (リベリヤ)	39,494.17T
載 貨 重 量 噸 数	78,155 Lt
貨 物 油 槽 容 積	96,717.9 m ³
燃 料 油 槽 容 積	5,173.6 m ³
清 水 槽 容 積 (養 缶 水 を 含 む)	442.8 m ³
パ ラ ス ト 専 用 槽 容 積	17,341.8 m ³

(3) 主機、ボイラ、発電機および推進器

主 機 械 石川島播磨製、2段減速蒸気タービン
1 基
最大出力 19,000 PS×105rpm

常用出力 17,100 PS×101.5rpm

蒸気条件 (タービン蒸気室入口)

圧力 41.1kg/cm²G

温度 451°C

主ボイラ 石川島播磨・FW D型水管ボイラ

2 基

蒸気条件 (過熱器出口)

圧力 42.2kg/cm²G

温度 454°C

最大蒸発量 40,000kg/h

発電機

主発電機 タービン駆動・三相交流自励式

580kW×450V AC 2 基

非常用発電機 ディーゼル駆動・三相交流ブラッ
レス方式

125kW×450V AC 1 基

推 進 器 5 翼一体型、ニッケルマンガン青銅製
直径 6,900mm

(4) 速力および航続距離 (吃水 11.58m にて)

試運転最高速力	17.08kn
満載航海速力	16.1 kn
航 続 距 離	21,000 哩

(5) 乗 組 員

	甲板部	機関部	その他	計
士 官	5	6	1	12
普 通 船 員	14	12	6	32
船 主				1
パイロット				1
			総計	46

3. 船 体 部

3-1 船体部の特色

(1) 貨油艙配置の合理化

第2貨物油槽および第4貨物油槽は中心槽と船側槽を共通槽として、各油槽長さの増大化、前部燃料油槽および前部ポンプ室の廃止とあわせて船殻重量の軽減と管艙装および外艙装品の減少をはかった。

(2) 合理的居住区配置および外観

船尾楼を廃止して甲板室とし、合理的な居住区配置を採用すると共に、アフト・ブリッジまわりのアピヤランスに対しても十分な配慮をした。

(3) 振動対策

船体振動に対しては、船尾部附近の形状および構造について十分検討すると共に、アフト・ブリッジの採用にともなう甲板室の高屈化に対処して、甲板室構造には特に考慮をはらって設計した。

(4) メンテナンス・コストの減少

(a) 航海船橋甲板両翼部の張出部分は、この個所の保守を容易にするために、銅甲板を廃止してスチール・グレーチングを張りつめた。

(b) 艀装品で腐食や摩耗を予想される部分品は、特に材質を吟味して採用した。

(5) 船体撓みの減少

第3船側槽はバラスト専用槽として、サギング・モーメントの減少をはかり、船体撓みによる実質的貨物油搭載量の減少を最少限におさえた。

3-2 船型および一般配置

本船は添付一般配置図に見られるごとく、船首楼を有する平甲板船型で、船尾には航海船橋、居住区および機関室を配置した。

貨物油槽区画は2条の縦通隔壁と4枚の横置隔壁により、3個の中心油槽、4個の船側油槽、2個の共通油槽および2個の船側バラスト専用槽にわけられている。貨物油槽区画の前方には船首空槽のみを配置し、後方にはコッファードム、主ポンプ室、側燃料油槽、燃料油澄槽、機関室および船尾水槽を設け、機関室二重底は潤滑油溜槽を配置し残部を空槽とした。

上甲板後部の6層の甲板室には操舵室を含む全居住区を配置した。

3-3 船殻構造

本船は機関室の一部および船尾部を除き、上甲板、船底外板、船側外板共すべて縦肋骨方式を採用している点は最近の大型タンカーと同じである。ブロック分割法については特に考慮を払い、加工工程の単純化に努めた。

(1) 貨物油槽構造

本船はラウンド・ガンネルを採用し、すべて溶接構造である。横置隔壁および縦通隔壁はプレーン・タイプとした。外板、横置隔壁および縦通隔壁はいずれも水平縦桁を一次強力部材とし、堅桁を二次強力部材とした。

(2) 機関室船底構造

全通のエンジン・フラットは1条として構造の合理化をはかったが、試運転において振動は少なく結果は良好であった。また、主機械下を三重底として、剛性を十分

に保つ構造とした。

(3) 前後部構造

船首槽は1条の水平桁を一次強力部材、堅桁を二次強力部材とし、船体中心線にビラーを設けて中心線制水板は設けていない。船尾水槽は横肋骨方式とし、振動防止を考慮した強固な構造とした。

(4) 甲板室構造

居住区の仕切鋼壁には、歪防止および重量軽減の見地から波型鋼板を大幅に採用した。

3-4 船体艀装

(1) 貨物油管装置

貨物油槽は独立の3グループにわけ、3グループの貨物油管を配管した。独立の汲油管は設けず、汲油支管を各貨物油支管から分岐させた。

主ポンプ室内ポンプの要目は次のとおりである。

主貨物油ポンプ	蒸気タービン駆動 横型渦巻式	
	2,000m ³ /h×100m	3台
汲油ポンプ	蒸気往復動式	
	200m ³ /h×100m	2台

なお第3船側バラスト専用槽は、船底の海水弁および上甲板上の消防主管より注水し、排水は上記の海水弁および各槽内に設けた200m³/hのエダクターによって行なう。

(2) 揚錨および係留装置

揚錨機	汽動式 各舷独立型	
	35 t × 9m/min	2台
係船機 (オート・テンション式)	汽動式	
	15 t × 15m/min	4台
船首楼甲板上および船尾部上甲板上に各2台設置した。		
係船機	汽動式	
	10 t × 20min	1台

前部上甲板上に設置した。

揚貨兼係船機	汽動式	
	10 t × 20m/min	1台
中央部上甲板上のローディング・ステーション後方に設置した。		

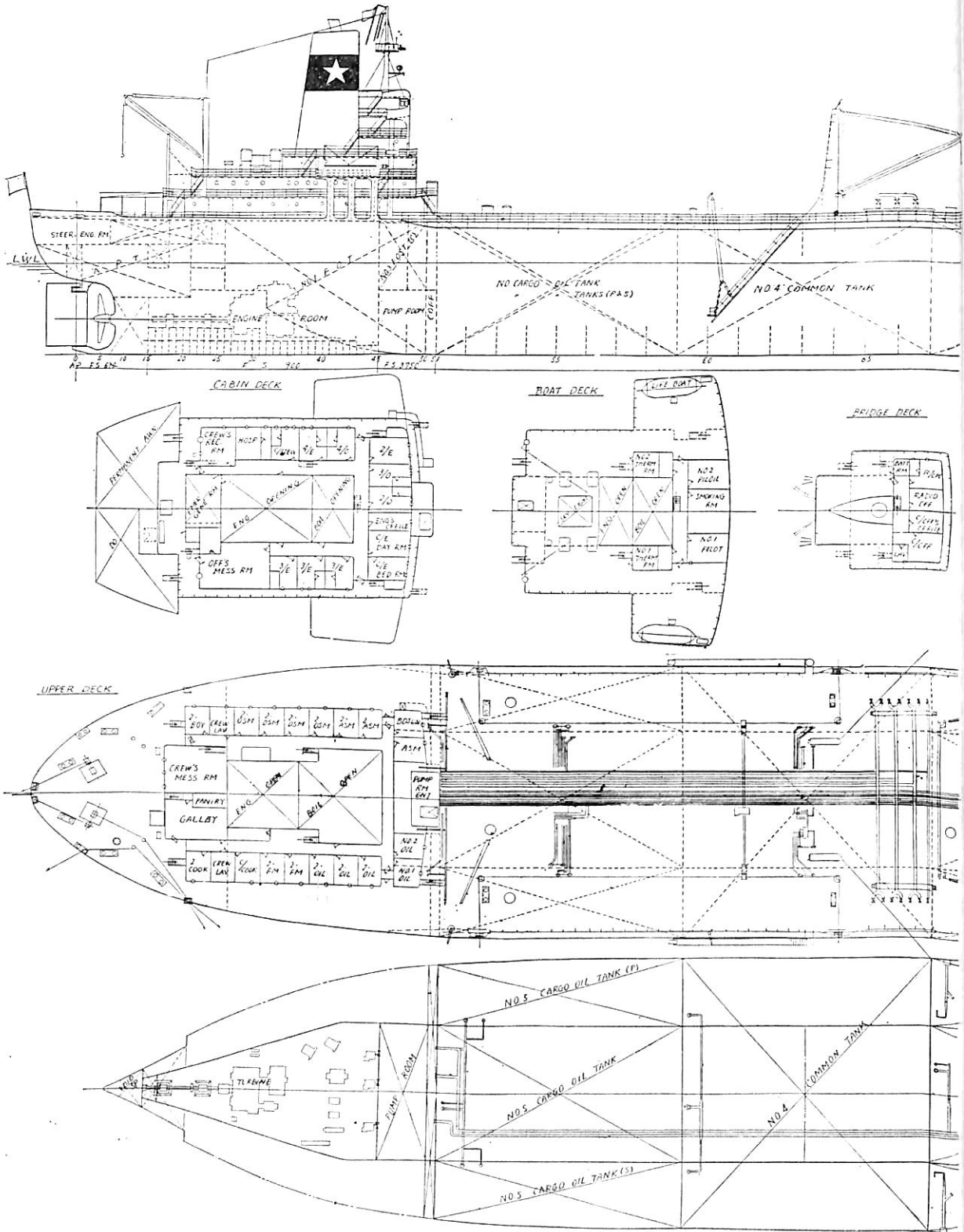
ユニバーサル・フェアリーダは TAYLOR PALLISTER 3型を採用した。

(3) 操舵装置

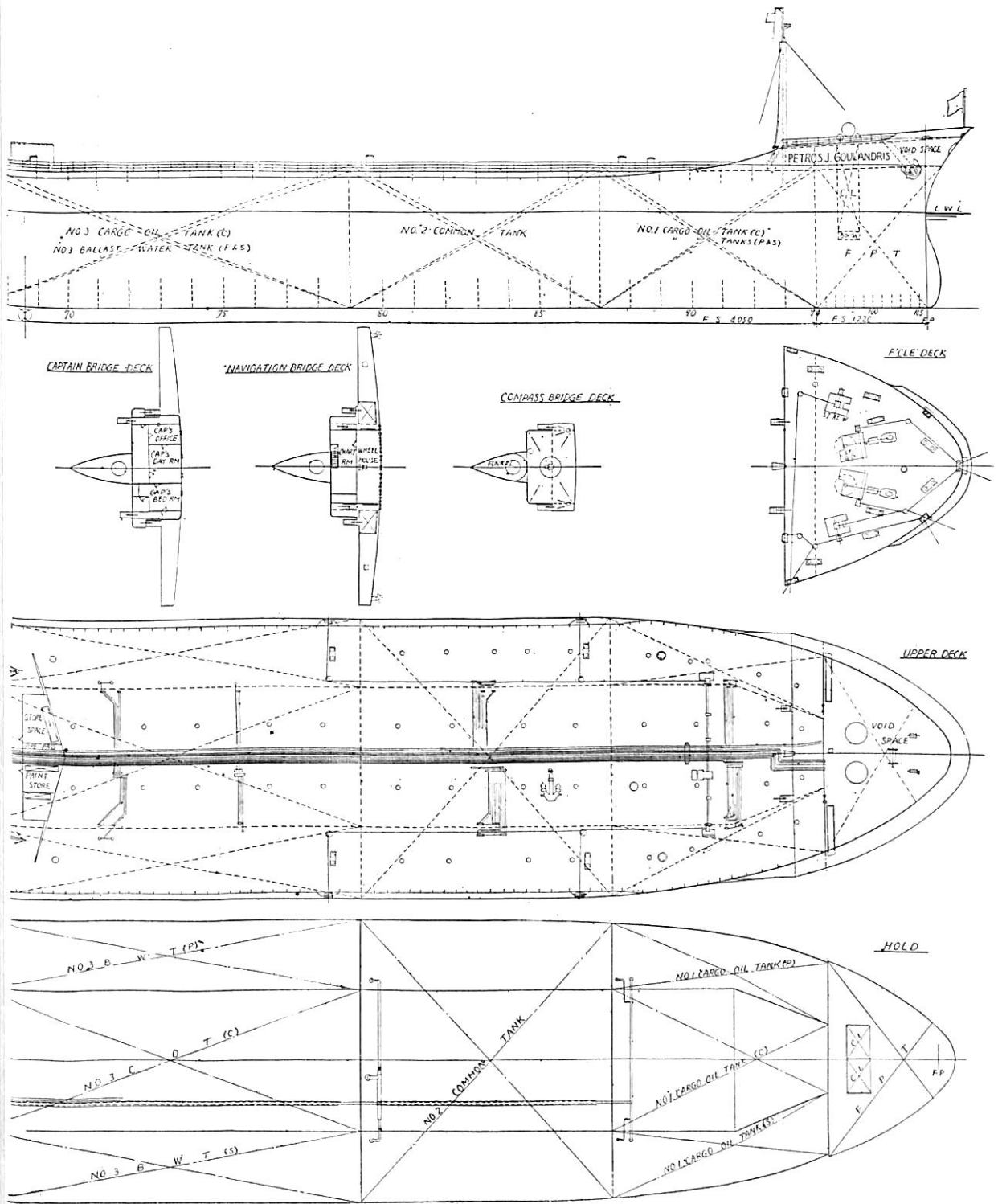
舵取機械は電動油圧式 122 t-m で JOHN-HASTIE 製である。

舵は Stream line balanced rudder で、面積比は70である。

操舵装置は Duplicate 式 Auto pilot である。



PETROS J. GOULANDRIS



一般配置図 (DW 78, 155 Lt)

(4) 荷役装置

中央部ローディング・ステーション後方に1対のデリック・ポストを設け、10tデリック・ブームを備えて、ホース・ハンドリング、舷梯およびワーフ・ラダーの揚卸した使用する。揚貨機は係船機と兼用で延長軸上の両側にアディショナル・ドラムを各1個設けた。力量は5t×20m/minである。

端艇甲板後部に1対のデリック・ポストを設け、2tデリック・ブームを備えて、食料品および機関部品の積込みに使用する。索は船尾部係船機のワーピング・ヘッドによって駆動される。

(5) 救命艇装置

石川島播磨製MWM型ディーゼル機関付鋼製救命艇2隻、および2個の膨張式救命筏を設備した。

(6) 消火装置

機関室、ボイラ室、主ポンプ室および貨物油槽に対して蒸気消火装置を設けた。

非常用消防ポンプは船尾水槽内の非常用消防ポンプ室に設けた。

(7) 居住区設備

居室は士官級以上はすべて個室で Private lavatory 付とした。通路壁は NOVOPAN-BX を採用した。上甲板上の各居室は下方の機関室および燃料油槽に対して、特に留意して十分な防熱工事を施工した。

(8) 給水装置

清水および飲料水はそれぞれ温水および冷水各1系統ずつ、計4系統を Hydrophore system により給水し、清水系統には Fresh water cooler を設けた。

(9) 通風装置

公室に対しては特に換気回数を高くするとともに、厨室等の熱源スペースに対しては強力な排気を考慮した。

(10) タンク防食

第1および第5船側貨物油槽はバラスト搭載槽として、第3船側バラスト専用槽とともにマグネシウム陽極による防食を施工した。

4. 機 関 部

4-1 機関部の特色

(1) 機器台数の削減

類似系統の統合と二重予備の排除によって、機器の台数を従来船より大幅に削減し、プラントの単純化を計った。

海水系統を例にとれば、補助循環水ポンプ、サニタリー・ポンプを廃止し、海水サービス・ポンプは1台のみとした。

(2) 船質の改善

メンテナンス・コストを少なくするために、実船のフィード・バックに基づく船質改善を積極的に行なった。特に防食と漏洩防止に重点をおき、海水系統には厚肉管を使用し、鈔鉄および鈔鋼弁の要部材質はステンレスとし、管用フランジはすべてASA規格とした。

(3) 新工場にマッチした機器配置

オペレーションおよびメンテナンスに支障をきたさない範囲で、機器のパッケージ化を強力に推進し、またブロック搭載を考慮して、あらかじめ船殻ブロック継手にかからぬように補機台の位置をきめた。外板の作業孔は工場配置上最適の位置にあげ、かつこれが有効に生かされるように附近の機器を配置した。

4-2 機関室配置

縦通隔壁を船尾部までのばして、機関室両舷を燃料油槽とし、上部甲板はストア・スペース以外全廃してオープンにすることにより、機関室スペースを単純な立方形にまとめ、かつ構造上強固なものとした。

主機はボイラ・フラットの下方に配置することにより主蒸気管を大幅に短縮することができ、かつ軸系はイーブン・キールに並べて据付工事を容易にすることができた。

通風トランクは単純化し、強力な開口を数少なく設けることにより、機関室全体の大きなエヤ・サーキュレーションによる換気効果を狙った。

4-3 機器の概要

主機は石川島播磨製衝動2シリンダ2段減速蒸気タービン1基で

連続最大出力 19,000PS×105rpm

常用出力 17,100PS×101.5rpm

である。

主コンデンサーは単流式で低圧タービンの下方に配置した。

主ボイラは石川島播磨 FOSTER-WHEELER・D型水管ボイラ2基で、各ボイラの最大蒸発量は40t/h、過熱器出口蒸気は42.2kg/cm²G、454°Cであって、TODDの圧力噴射式バーナー、GRのACC、COPESのFWR、三菱VULCANのエヤ式スートブロウ等を装備した。

エコノマイザ入口における給水温度は140°C、蒸気式エヤヒータ出口におけるエヤ温度は120°Cに計画した。

主発電機は東芝製580kW2基で、石川島播磨製背圧タービンによって駆動されており、その排気は給水ポンプ・タービン排気とともにディアレータとエヤヒータに送られる。

G.M.の非常用発電機、COFFINの給水ポンプ、LES-

LIE の調整弁など、補機器の一部には輸入品が使用されているが、その他の大半の一般機器および部品には国産品を使用した。

本船の船尾軸受には、GOODRICH の Cutless Rubber Bearing を採用しており、摩耗防止のため種々検討を重ねて、専用の冷却ポンプの装備、段違い水平ボーリングなどを行ない満足すべき結果を得た。

海上公試運転において、船速は 19,065PS, 105.6rpm にて 17.079kn を記録し、燃料消費量は 17,883PS, 高位発熱量 10,280kcal/kg にて 230.5g/PS/h となり、いづれも計画以上に良好な成績をおさめることができた。

機関室内の振動は満載、バラストのいずれの状態でも少なく、また通風効果も計画通り良好であった。

5. 電 気 部

(1) 電源装置

主発電機は東芝製タービン駆動自己通風自動式 (580kW, AC 450V, 3φ, 60 c/s, 1,800rpm) 2基を設け、非常用発電機は G. M. 製ディーゼル駆動自己通風ブラッシュレス式 (125kW, AC 450 V, 3φ, 60c/s, 1,800rpm) 1基を設けた。

主電源は 580kW ターボ発電機 2基からなり、通常航海中は 1基を使用して船内の所要負荷に給電する。125kW ディーゼル発電機は電源として、主電源故障時に自動起動し、非常負荷に給電する。

給電方式は、主配電盤を機関室に、非常用配電盤を非常用発電機室に設け、主配電盤と非常用配電盤間はお互いにフィードバック用の給電回路を設けた。通常時に主電源で給電中は主配電盤から非常用配電盤へ給電し、主電源故障時には、非常用配電盤から主配電盤へ給電する。

重要補機、照明の一部、航海計器および無線装置用の電源は非常用配電盤から直接給電し、主電源故障時にもこれら重要負荷への給電を継続できる。

(2) 動力装置

補機用電動機はすべて籠型誘導電動機を使用し、それぞれ容量および用途に応じて、減圧起動または直入起動方式をとった。

舵取機械および L. O. ポンプは主配盤と非常用配電盤から分けて給電し、給電回路の途中で切換スイッチ箱を設けて、電動機と起動器ほどの

組み合わせでも使用できる。

本船では電気品のユニット化をはかり、造水装置、温水タンク等の電気品は本体に一体化して、電動機と起動器間の配線は陸上工事で行なった。

(3) 電灯照明装置

照明電灯は居住区、機関室とも、一般に白熱灯を使用しているが、機関室の主配電盤、缶用計器盤、主計器盤前および工作機械室には蛍光灯を使用して照明にアクセントをつけた。また機関室には投光器を使用して照明効果を上げることにより、電灯の数を減らした。

(4) 通信および航海装置

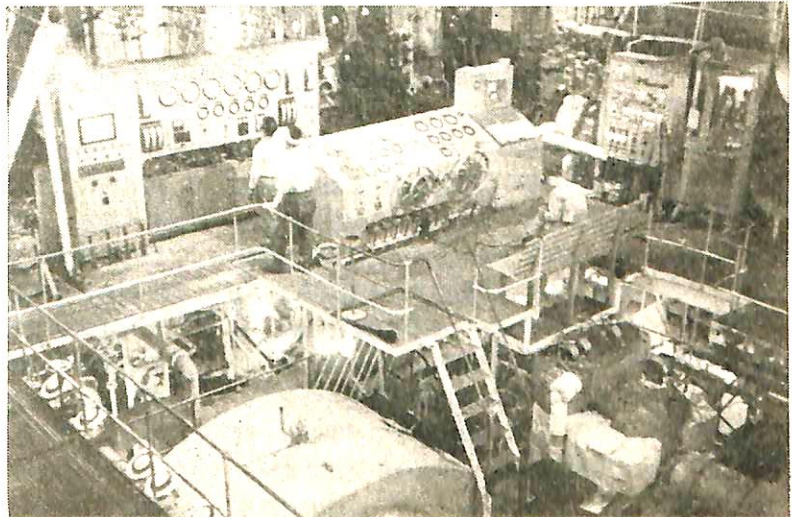
船内通信装置はシーメンス製無電池式電話機による一般通話系による外に、ベル、ブザーによる一般警報装置や機関士、ボーイの呼出装置を設けた。

航海装置として下記のを装備した。

ジャイロ・コンパス (ARMA-BROWN 社製)	1式
ジャイロ・パイロット (ARMA-BROWN 社製)	1式
コース・レコーダ (ARMA・BROWN社製)	1式
音響測深儀 (MARCONI 社製)	1式
無線方位測定装置 (MARCONI社製)	1式
レーダ (DECCA 社製)	1式

(5) 無線装置

SAIT 社製で主送信機は自動発振方式中波 250W, 水晶発振方式中短波 100W, 短波 250W の出力を有し、短波帯電話も可能である。なお非常用送信機として、自動発振方式中波 50W の出力のもの 1台を装備した。



機関室操縦ハンドル付近

マグロ工船 LENINSKIJ LUCH について

日立造船株式会社
船舶事業部(設計)

1. はしがき

本船はソ連船舶輸出入公団 (USSR SUDOIMPORT) より当社に発注された5隻のマグロ工船のうちの第1船であって搭載漁艇によりマグロの捕獲を行ない漁獲物を船内の工場設備によって缶詰をはじめとする各種製品に加工し、これを貯蔵運搬する最新式マグロ工船である。

本船は日立造船株式会社向島工場で建造され、実際に多量のマグロを使用して缶詰重量試験および工場設備関係の試験など各種試験を好成績をもって終了し、昭和39年9月無事引渡しを完了した。なお本船は印度洋方面における試験操業に従事し好成績を上げつつある。

2. 一般計画

本船は漁場に到着すれば直ちに船上に搭載している。6隻の漁艇をおろし、延縄漁法によってマグロを捕獲する。捕獲したマグロは本船上に移し、ここで処理した後、各種のマグロ缶詰に製品化し箱詰する。あるいは急速冷凍を行なって冷蔵品とし、また残滓(し)より魚油、肝油および魚粉を採取する。マグロの捕獲から製品化するまでの一貫作業をすべて本船において行なうよう計画しており、とくに工場設備のうち缶詰装置に主眼をおいている。すなわち、マグロ缶詰生産に要する作業員を極力節減し、かつ諸設備の据付面積などの縮小を計るために大幅に自動化を行なっている。また長期間の熱帯洋上での操業を考慮して作業員室は4人部屋ないし2人部屋の小人数の部屋割りとした。また居住区にはすべて空気調節装置を設けており、さらに作業時の環境を良くするため缶詰工場には冷風による通気も行なっている。また缶詰倉庫、魚粉貯蔵倉、魚油、肝油貯蔵倉にも冷房を行うなど十分な考慮をはらって計画した。本船はロイド船級✕100A1、耐氷構造クラスⅢ✕LMC✕RMCとして建造され、その他ソ連海事協会の居住区配置、サンタール消火ならびにスタビリティ・ルールのほか、1960年海上人命安条約による規則をすべて満足している。船形は平甲板形で船尾に機関を有したものである。上甲板上中央部にはマグロの予冷蓄積のためのアキュムレータールーム、製氷機室などを配し、その両側にはマグロの切断機など甲板

上処理関係の機器を設備して作業場としている。

上甲板下には船首より船首水倉、漁具倉、魚粉工場、魚粉倉、急速冷凍室、缶詰工場、作業員室、機械室、缶室、糧食庫、操舵機室を配置し、第二甲板下には船首より燃料油兼脚荷水倉、冷蔵倉、冷凍機械室、缶詰パッキング室、缶詰倉、深油倉、船尾水倉を設け、さらに二重底には図示のように燃料油倉、冷却水倉、養缶水倉、潤滑油倉を配置し、なお機関室より船首楼までダクトキールを設け、パイプパッセージとして利用している。

3. 搭載漁艇および格納装置

漁艇は要目表に示すようなもので、延縄250針によるマグロ漁業ができるよう計画した。操舵機室よりの主機の遠隔操縦、5人分の寝室、厨房、便所などを備え、居住設備、安全設備、本船との連絡のための電波機器にとくに考慮がはらわれている。本漁艇は本船への迅速な吊りあげ格納と云う必要性から6隻の漁艇に対し6組のダビットを設けた。このダビットは4個の巻きとりドラムと1個の41kWモーターよりなるウインチ2台を組み合わせて30トンの吊りあげ能力を有し、10m/minの速度で漁艇を格納場所より海面または海面より本船上に吊りあげがワンマンコントロールでできるようにした。

4. 工場および冷凍冷蔵設備

4.1 上甲板上マグロ処理装置

6隻の搭載漁艇の魚獲物は本船の4組のデリックによって本船の上甲板上へ荷揚げし上甲板上の処理工場に適宜処理して缶詰工場、急速冷凍室、ミール工場、肝油工場へ送る。この処理装置の内容は図1に示すもので、これらの作業をできるだけ小人数で、かつとどこおりにできるように十分考慮をはらってある。各処理工程は、ベルトコンベアーで連絡し、また魚獲量の多少が缶詰工場の処理能力に影響を与えぬよう98.4m³保持温度2°Cのアキュムレーター室と呼ぶ冷蔵室を上甲板上のほぼ中央に配置した。

図中の頭切断機、腹肉切断機、魚体立割機はマグロを処理するために新しく計画されたもので、帯鋸式の切断機構と魚体を切断目的に合わせてスムーズに運搬できる

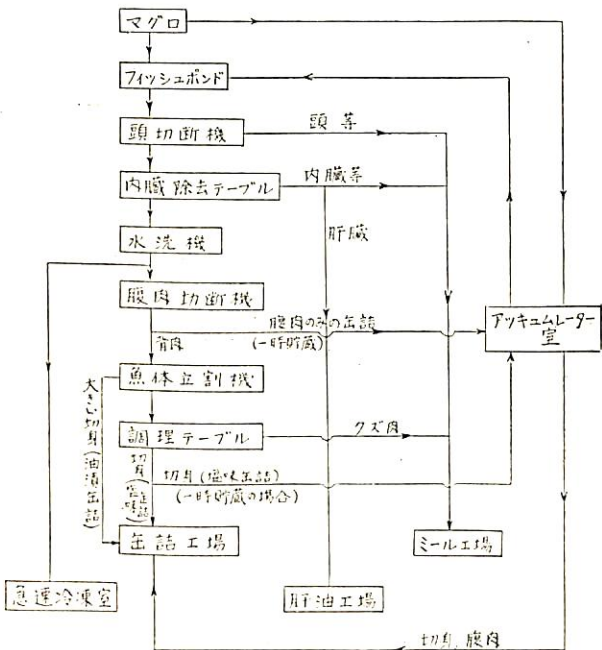


図1 マグロ処理工程

ようなスライド式のテーブルとを備えた機構である。

4.2 缶詰製造設備

本船の缶詰製造設備は次の4種類のマグロ缶詰をそれぞれ60缶/分のスピードで製造することができる。

マグロ缶詰の種類

6号缶生肉塩味缶詰、

6号缶、19号缶および22号缶煮熟肉油漬缶詰

これら4種類の缶詰はそれぞれ機械部品の取り換え、あるいはラインの使い分けによってそれぞれ製造される。缶詰製造の工程と設置機械を図2に示す。

これらの諸機械のうちとくに新規開発されたものについてその特長を説明する。

(1) クッカー

蒸気煮熟だけでなく海水煮熟も行なえるよう計画している。

(2) クーリングスペース

炎暑時のクーリングのためエアークーラーを設け、冷風冷却式とし、なお本スペース内でのクッカーの移動はすべて押しボタン操作による自動移動が可能である。

(3) ツナパッカー、オートフィーラー

大幅な作業員節減をはかるため手詰め作業を全廃し丸缶、だ円缶とも機械詰を採用した。

(4) レトルト

クーラーの搬入、搬出、レトルト扉の開閉作業を除く諸作業はすべてタイマーによるオートスケジュールコン

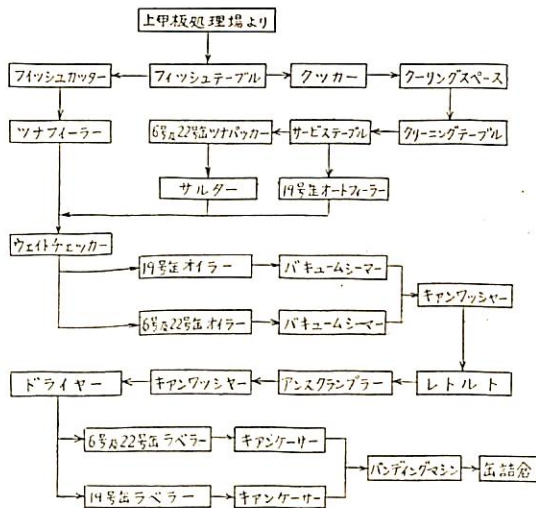


図2 缶詰製造工程

トロール式とし、完全自動化をはかった。

(5) アンス克蘭プラー

クーラーよりの缶詰取り出し手作業を機械化し、一斉取り出し装置とした。

(6) だ円缶カンケーサー

カートンケースへの詰め込み作業を機械化した。

以上のように従来では、手作業で行なっていたものを機械化または自動化とし、作業人員の大幅削減をはかることができた。

4.3 魚粉、魚油および肝油製造設備

デンマーク ATLAS 社製の 20t/day (原料) の魚粉、魚油製造設備および 2t/day (原料) の肝油製造設備を設けている。なおハッシングマシンは25馬力の大形とし、巨大なマグロ頭部の粉碎にも十分たえるよう計画した。

4.4 冷凍装置および機器目目

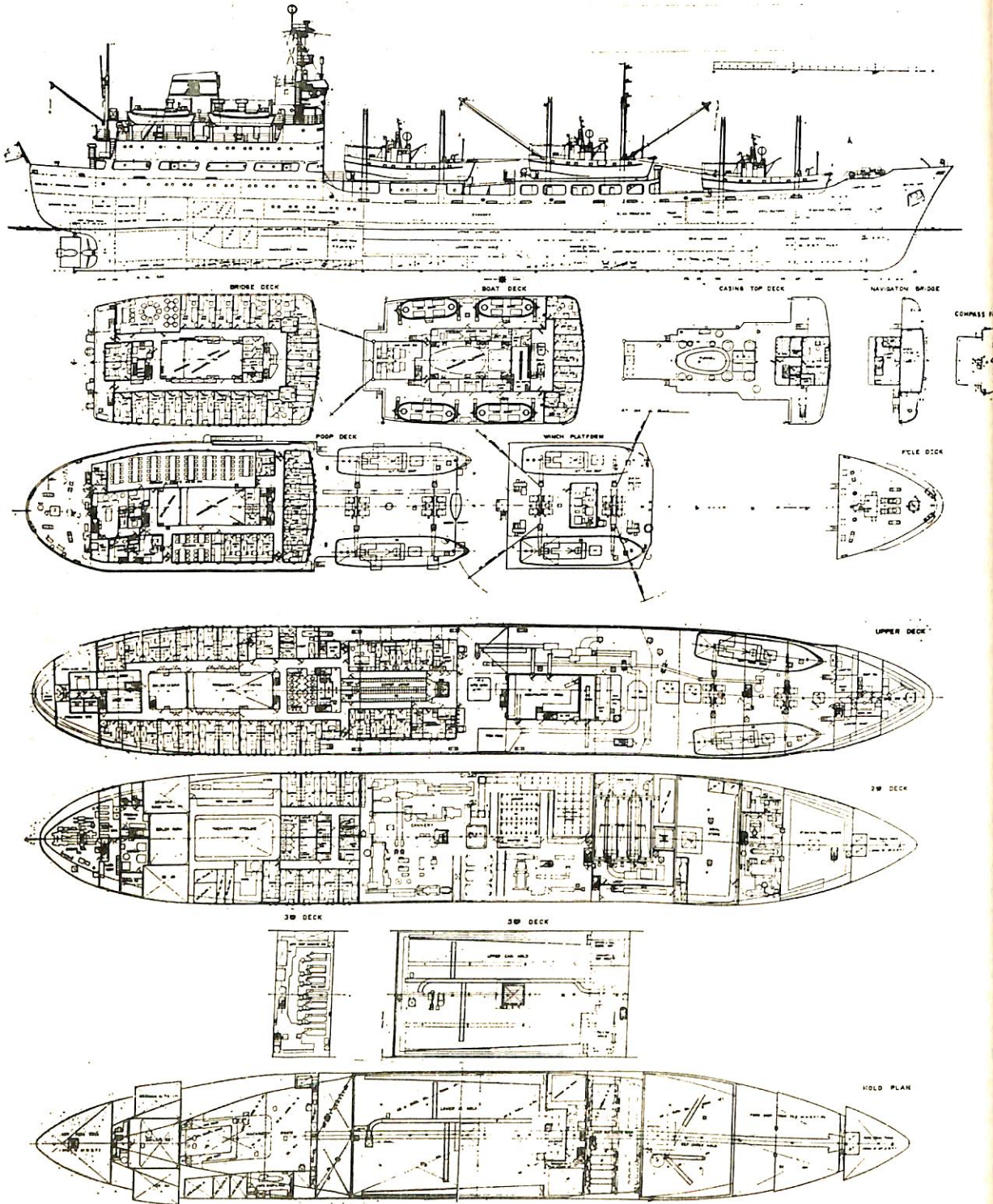
(1) 急速凍結、冷凍貨物倉および氷庫

3組の管棚および6台の空気循環送風機を備え、アンモニヤ液循環による10t/dayの急速凍結装置を設けた。なお空気循環の効果をあげるため循環空気の放散を防ぐよう管棚外側に巻きあげ式ゴムシャッターを設けた。またゴムシャッターは電熱線入りとし、結氷ができてこれを解氷離脱させ得るようにした。

- (a) アンモニヤ圧縮機、ロタスコ RL-300×720rpm
- (b) プラインポンプ 7.5kW×1台
- (c) アンモニヤ循環ポンプ 1.5kW×3台
- (d) 空気循環送風機 3.5kW×6台

(2) 製氷装置

デンマーク ATLAS 製のアンモニヤ直膨式製氷機を



LENINSKIJ LUCH 一般配置図

備えた。

(a) 製氷機 10t/day × 4 台

(b) アンモニヤ圧縮機, ロタスコ

RL-300 × 720rpm 95kW × 2 台

(3) 缶詰倉, 魚粉, アキュムレーター室, 煮熟肉冷却
缶詰倉, 魚粉倉, 煮熟肉冷却は空気冷却式, アキュム
レーター室はブライン冷却式とし, つぎの冷凍機を設け
た。

(a) アンモニヤ圧縮機, ロタスコ

RL-150 × 960rpm 60kW × 1 台

(b) ブラインポンプ 15kW × 1 台

(c) 空気冷却器用送風機

缶詰倉 11kW × 1 台

魚粉倉 2.2kW × 1 台

煮熟肉冷却 2.2kW × 1 台

(4) 船室空気調和, 魚粉冷却, 肝油冷却, 缶詰工場冷風
供給用としてつぎの冷凍機を設けた。

(a) アンモニヤ圧縮機, ロタスコ

RL-150 × 960rpm 60kW × 2 台

(b) ブラインポンプ 15kW × 2 台

(c) 空気冷却器用送風機

船室空気調和装置 15kW × 2 台

缶詰工場冷風供給 0.75kW × 2 台

本船の冷凍装置の特長はブライン流量調節による自動
温度保持を行なっているほか, ブラインクーラー, サー
ジドラムのアンモニヤ液面自動制御, 冷凍機械室外より
の全電動機の非常一斉停止, 非常排気装置などを設け,
とくに安全性の確保をはかった。

4.5 運搬装置

缶詰船倉, 冷凍貨物倉, ミール船倉には固定式または
持運び式コンベアーを配置し, 本船作業員の労力を極力
減少せしめるよう計画した。とくに本船の出港時には,
船倉に空缶のはいったカートンケースを満載し漁場にて
缶詰を製造するので, 船倉内を順次空缶入りのカートン
ケースから実缶入りのカートンケースにおきかえて行く
必要があり, 缶詰船倉にはこの荷繰りが可能なようにコ
ンベアーによる運搬装置を設備している。

5. 主要寸法など

全長	115.00m
長さ(垂線間)	105.00m
幅(型)	17.40m
深(型)	8.80m
計画満載吃水	5.55m
総トン数	5,272, 16T
載貨重量	3,005kt

船級 LR \times 100A1 \times LMC \times RMC
“Strengthened for Navigation
in Ice, class 3”

試運転最高速力 14.727kn

計画満載航海速力 13.83kn

出漁期間(往復30日, 操業90日) 約120日

船倉容積

冷凍貨物倉 511m³

缶詰船倉 1,450m³

魚粉船倉 286m³

燃料油倉 2,078m³

飲料清水倉 174m³

乗組員数 士官 18名

属員 32名

作業員 130名

合計 180名

6. 一般艙装設備

(1) 救命設備

アルミニウム製固定覆付 4 隻

膨脹形救命筏 4 組

(2) 荷役設備

デリックブーム 3 t 4 組

1 t 2 組

(3) 消火設備

CO₂ 消火装置 1 式

蒸気式消火装置 1 式

自動火災警報装置 1 式

(4) 通風設備

居室空気調和装置 1 式

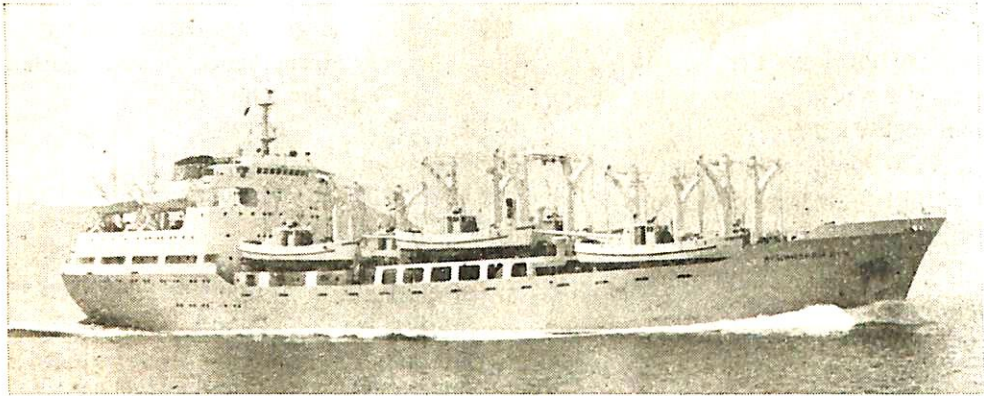
7. 16m形マグロ漁艇

(1) 主要要目

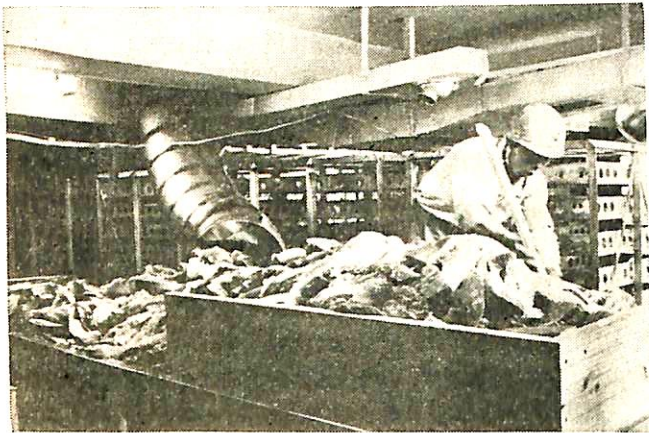
船体構造材料	銅製
長さ(甲板長)	16.0m
幅	4.0m
深	1.6m
満載吃水	1.0m
載貨重量	9.8kt
総トン数	22.00T
満載速力	6 kn
魚および氷倉容積	11.27m ³
燃料油倉	1.952 l
清水倉	400 l
乗組員数	9 名
主機械	90PS × 850rpm 1 台

(2) 主なる艙装品

油圧式ラインホーラー(泉井式3号) 1 台



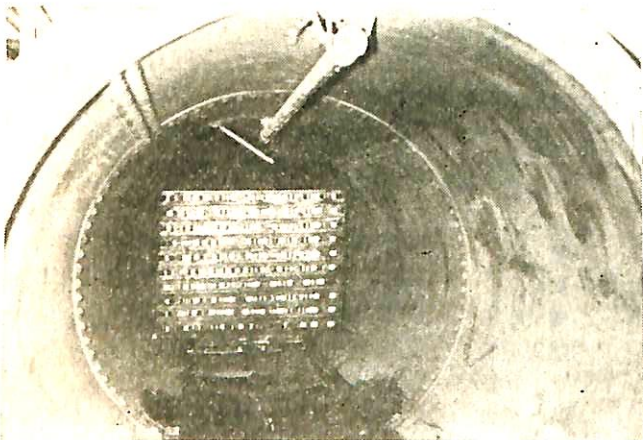
マグロ工船
LENINSKIJ
LUCH



Canning factory の fish pound。向うに見えるのは cooker 用の cooler。

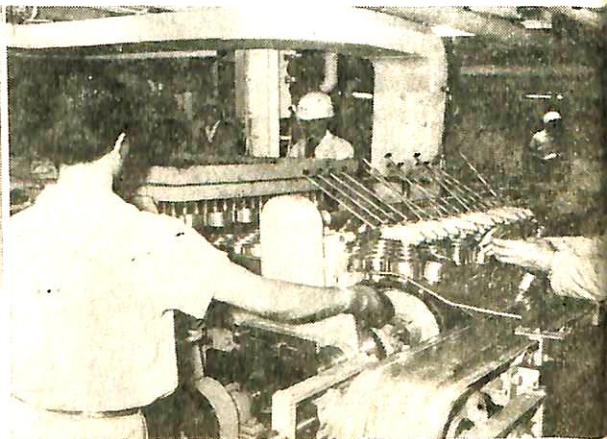


Retort の cooler に入れられた filled can。



Retort。

Filled can は cooler car にならべられ、transer car に乗せられてこの中へ送りこまれ、初めはスチームで一定時間(70分)蒸して殺菌し、そのあと海水を入れて冷やす。いわば蒸し風呂のようなもの。



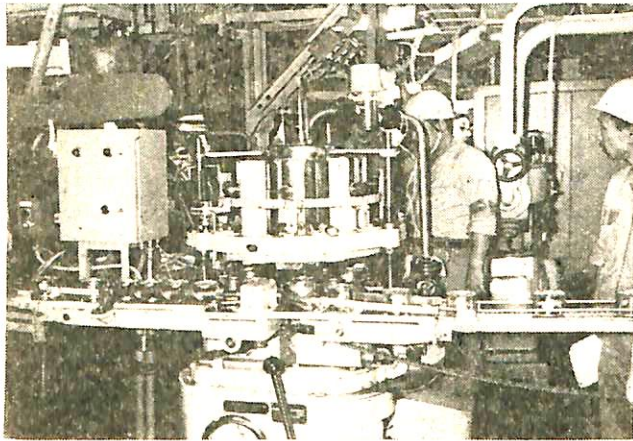
Can unscrambler。Retort で殺菌のため cooler car へ入れてあった can を次の工程へ送るために取り出す装置。

発電機 4kW	1台
膨脹形救命筏13人乗り	1個
非常用消火ポンプ 5m ³ /h×15m	1台
IMF ラジオ電話	1台
VHF ラジオ電話	1台
距離計	1台
方向探知器	1台
魚探	2台
トランシーバー	1台

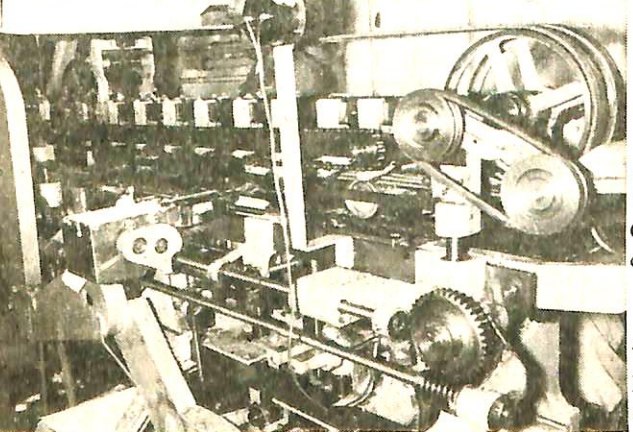
8. 機関部概要

8.1 主機械

主機械は日立 B&W650-VTBF-110 形立単動 2 サイクル過給式ディーゼル機関連続最大出力 3,400PS×720 rpm, 常用出力 3,100PS×164rpm 1台を装備しており, 中間軸, プロペラ軸を経て1個の4翼固定ピッチプロペラを駆動している。



Syruper。オートメーションの真髄のような機械。この各ノズルの下に缶がきたときのみ, そのノズルの上の oil chamber の oil (味つけ油) が缶の中へはいり, 缶がこないときは油がでないようになっている。



Canning factory から下のホールド内の labelling machine, packing machine のところへ送りこむシュート。

← Round can の labelling machine。Can がこの機械の中を転がるうちにラベルが張られる。

8.2 発電装置

航海時, 操業時および碇泊時の必要電力をまかなうためそれぞれつぎの発電装置を装備している。

- (1) 主発電機 500kVA(400kW), AC400V, 50%, 3台
同原動機 日立 B&W 725-MTB-40 形, ディーゼル機関 3台 595PS×500rpm
- (2) 碇泊用発電機, 200kVA(160kW), AC400V, 50%
1台 同原動機, 日立 B&W325-MTBH-40形, ディーゼル機関 1台 255PS×500rpm
- (3) 非常用発電機 (ポートデッキの非常用発電機室)
30kVA(24kW), AC400V, 50% 1台
同原動機 USSR 製, 4サイクル自動起動ラジエータ冷却式ディーゼル機関 40PS×1,500rpm

6.3 蒸気発生装置

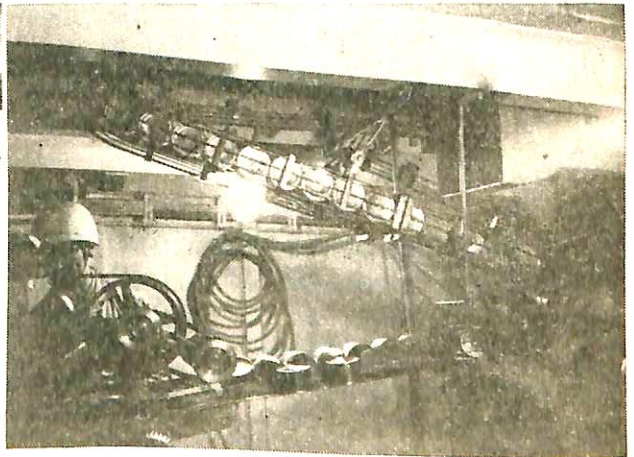
工場用蒸気および航海中に必要な燃料油加熱用および雑用蒸気供給用として, つぎの蒸気発生装置を装備している。

- (1) 日立造船フレミングボイラ7号, 立水管強圧通風重油専焼式 1台
蒸気圧力 7kg/cm²g 蒸発量 3,800kg/h
- (2) 日立造船式排気ボイラ 1台
蒸気圧力 7kg/cm²g 蒸発量 800kg/h
- (3) 蒸気分離器 1台

8.4 圧縮空気系統

主機械用, 発電機用および雑用に供給する空気系統としてそれぞれつぎの機器を装備している。

- (1) 主空気圧縮機 電動22kW 2台



- (2) 補助空気圧縮機ディーゼル機関駆動 (4 PS) 1 台
- (3) 主空気ダメ 2 個
- (4) 発電機関空空気ダメ 1 個
- (5) 雑用空気ダメ 1 個

8.5 機関室内補機

機関室内補機および機関室内一般補機は電動とし、とくに本船は USSR ルール適用のため、ビルジ消防系統は次のそのを装備している。

- (1) 雑用兼消防ポンプ 2 台
90/120 m³/h×50/23m, 26kW
- (2) ビルジ兼バラストポンプ 2 台
120/60 m³/h×35/23m, 26kW
- (3) 機関室ビルジポンプ 1 台
10m³/h×30m 2.2kW
- (4) ビルジセパレーター 1 台

また清掃機としては次のものを備えている。

- (1) LO ピュリファイア (デラバル PX-207 形) 2 台
 - (2) FO ピュリファイア () 2 台
- なお本船は航続距離が長く、また工場で多量の清水を必要とするためつぎの造水装置 1 式を装備している。

アトラス AFGU 5 形 20t/day×2 台
アトラス AFGU 2 形 5t/day×1 台

8.6 甲板機械

甲板機械としてつぎのそのを装備している。

- (1) 操舵機 (電動油圧式) 2 台 5.5kW×2 (1 台予備)
- (2) ウインドラス (横電動歯車ワードレオナード式) 1 台
12.5t×9m/min, 37kW
- (3) カーゴウインチ (横電動歯車式) 4 台
3t×16m/min, 22kW
- (4) ムアリングキャブスタン (立電動歯車式) 1 台
3t×16m/min, 12kW
- (5) ポートウインチ (横電動歯車式) 6 台
4.8t×40m/min, 41kW
- (6) アクティブラダー (電動) 1 台 175PS

8.7 機関室内機器の制御集中監視および警報装置

機関部乗組員の労力軽減のため機関室内主機械操縦装置の他、主機械、発電機、ボイラ、その他必要機器の計器、警報装置などが組込まれている。

その他下記の系統の自動化を計っている。

(1) 蒸気系統

補助ボイラの自動燃焼、自動給水、半自動ブロー装置 (レコーダ付)

補給水の自動化
余剰蒸気処理の自動化
蒸気分離器の自動化

(2) 冷却清海水の自動温度調整

(3) 潤滑油冷却および清浄系統の自動化

- (4) 燃料油、汲上、清浄、供給系統の自動化
- (5) 機関室内ビルジ排出の自動化
- (6) 雑用兼消防ポンプおよび関連主要バルブの遠隔操作
- (7) 主空気圧縮機の自動発停

9. 電気部概要

本船はマグロ工船であるため、その使命を十分発揮するためにいままでに装備されていない各種の電気機器を装備した。

発電機は主発電機 500kVA 3 台と補助発電機 200kVA 1 台計 4 台を自動同期投入装置による並列運転を行なうことができ、航海中、出入港および荷役時は 500kVA×2 台、漁業時 500kVA×3 台を使用する。主機、推進補機および発電機関係は集中制御方式を採用し、機関室に集合監視盤を設置している。また缶詰工場、魚粉工場および冷凍機等は集合起動器盤方式とし、遠隔発停用押しボタンを工場作業員の運転操作に便利な場所に取り付けており、そのほか缶詰工場には集中制御監視盤を設置し作業能率の合理化を計っている。

航海計器は本船が特長とする機器と装備しており、深海音響測深儀、各種魚探機、距離測定機 (母船とマグロボート間の測定用) モールステレタイプ送受信装置などがある。

主要目はずぎのとおりである。なお※は USSR 製を示す。

主発電機 3 台 500kVA AC400V, 3φ 50%
自励式

補助発電機 1 台 200kVA AC400V, 3φ 50%
自励式

※非常用発電機 1 台 30kVA AC400V, 3φ 50%
自励起動

※変圧器 1 式

※ジャイロコンパス 1 式 “KURS-4”

オートパイロット 1 台 デュアル式

※音響測深儀 1 台 “NEL-5”

深海用音響測深儀 1 台 10,000m

魚群探知機 1 台 3,000m 垂直方向

ク 1 台 5,000m 垂直および水平方向

※圧力式測定機 1 台 “MGL-25”

※レーダー (長距離) 1 台 “DON” “PALMA” 付

※ク (短距離) 1 台 “DONETS-2”

気象模写受信装置 1 台

ロラン受信機 1 台

デッカナビゲーター 1 台

距離測定機 7 台 60マイルレンジ

(母船×1、マグロボート×6)

2 列艙口 船尾機関 定期貨物船「ろざりお丸」

大阪商船三井船舶では企業合併後最初の計画造船たる第20次船として、西航南米東岸航路用準高速定期船を2隻建造した。その第1船「ろざりお丸」は昭和40年5月4日佐野安船渠にて竣工、翌5月5日大阪港より風薫る瀬戸内海を西へ、ベース・カーゴ積取りのため八幡向け処女航海に旅立った。第2船「りおでじゃねいろ丸」は5月22日名村造船にて引き渡し後、豪州航路に就航した。引続き同型船を同一造船所にて各々1隻ずつ計2隻を第21次船として建造の予定である。主要々目は別項口絵をご参照願いたい。本船の主なる特長および自動化の概要はつぎのとおりである。

1. 本船の主なる特長

1. 就航予定航路の Fittest Liner Boat

従来両航路の就航船は旧三井船舶の長尾山丸 (8,351 DW, 常用出力 5,250PS, 満載航海 15.05kn) を除いては主に紐育や欧州航路よりのドロップ船または備船が充たされ種々の不便が航路運営上生じていたが、今般適格船腹を投入し同一船を張りつけ運航することにより支障は一掃され能率向上と万全のサービスが期待される。

2. Port Speed の強化

先進諸外国では荷役人夫の不足、後進諸国では低能率が目立ち、あまつさえ最近わが国各港でも夜間や休日の荷役はおいおい不可能となり、荷役費の高騰は著しい現状である。特に南阿南米航路は寄港地が多く各港とも船混みがひどく、雑貨の切り積みが常時必要とされ、また豪州各港は荷役費の高いことは従来より世界一の定評がある。荷役をスピードアップし、ポートスピードを向上させることは緊要事である。この点より速力はスケジュールスピード 15kn 確保の準高速船にとどめ、その反面荷役能率を特に改善向上せしめ荷役費の節減と停泊時間の短縮を計り、運航採算の向上を計ることを第一とした。

3. 2 列艙口

定期貨物船の荷役サイクルを調査すると、全荷役時間の半分は船艙の奥に荷物を入れるかまたは引き出す横の運動に費されている。従って荷役能率向上のためにはウインチの速度を増加せしめても完全でなく、貨物の引き込み距離を短くする方が有効である。このため船艙の開放部を充分広くするため、わが国ではじめての2列艙口が採用された。(但し、第1艙は全部冷凍艙のため1列) 艙口の外側より外板内側まで1.9m、艙口間は3mにすぎ

ず、中間ピラーなく、デッキクレーンで荷役のため殆んど横おしを必要としない。

船艙口と船幅の比は従来40%程度であったが、本船では61%になっている。また長さも145mの高速船でも全長に対して46.8%であるが、本船は船尾機関のため50.6%となった。上甲板には格納場所を取らないマック製パンタイプのカバーを、中・下甲板には萱場工業の油圧ゲタフェルケンカバーを採用して艙口開閉時間の短縮に努めている。

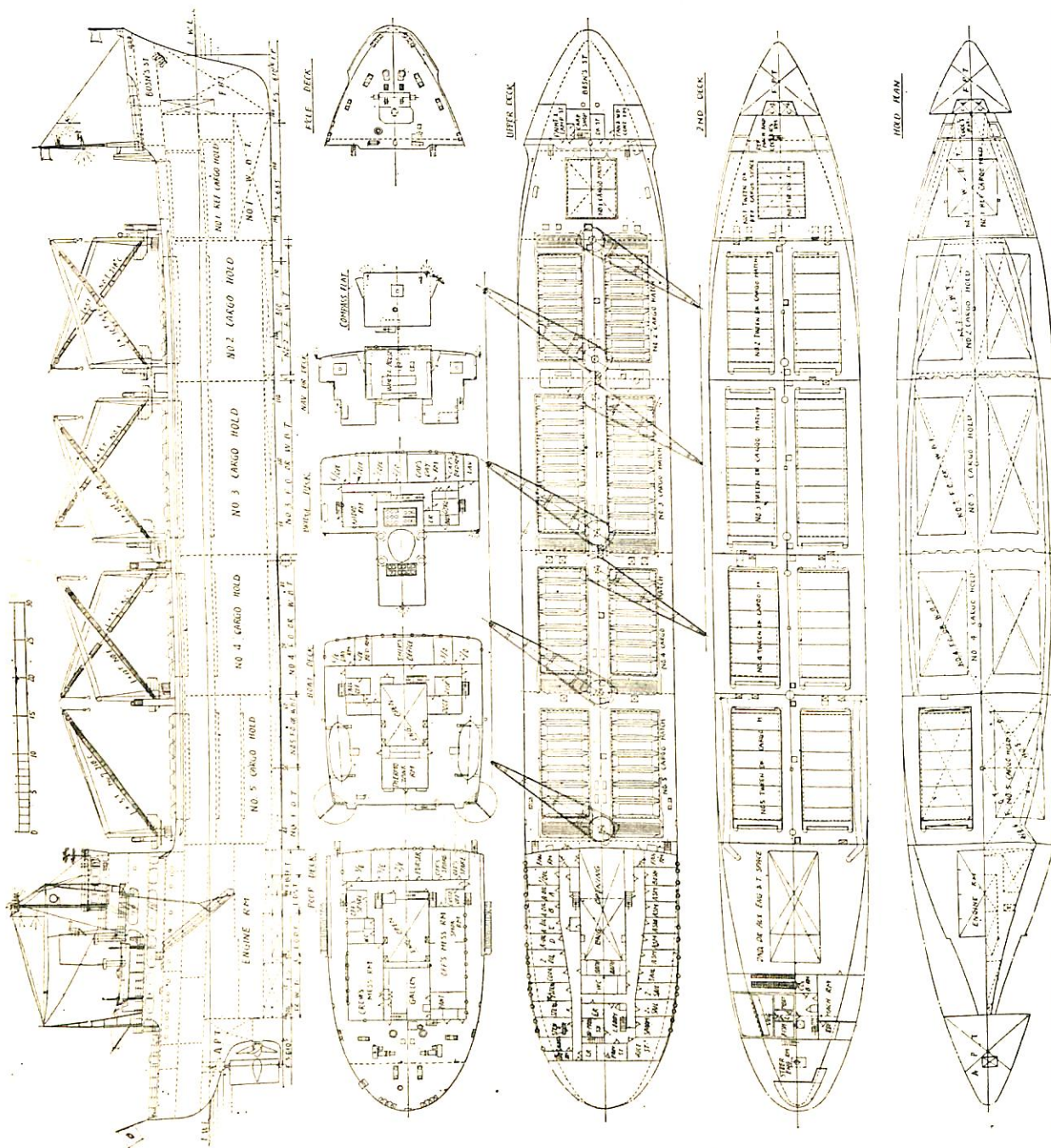
4. デッキ・クレーン

従来の定期貨物船に装備のブーム式デリックは全廃し、デッキ・クレーン7台を採用し (5t×30m/min-4台, 10/5t×15/30m/min-3台)、原動機は本船寄港地の天象および一日の延べ使用時間を考慮の結果、油圧式を避けポールチェーン式電動機とした。

ブーム式デリックは労働力の集積される入出港時に荷役開始準備および後始末としてワイヤの転開、ブームの格納等労力を要するが、クレーンではこれに類する作業は殆んどないから、少ない乗員で処理できる。デリックブーム式は使用船艙が1艙に限定されるが、クレーンは360°旋回可能なので、前後2艙いずれにも使用できる。またケンカ捲きではトッピングをセットすると運動は点またはその連続の線の範囲に限定され、それ以外の場所の荷物を揚げ卸しするにはその都度セットを組みかえしなければならない。クレーンの場合はアームのとどく面積内ならば艙内の任意の場所より他の任意の場所に簡単に荷物を移動させる能力——Spotting ability——を持っているので、本船のように艙口が広い船舶では特に有効である。

5. 中・下甲板の自動開閉

中・下甲板ハッチカバーはすべて鋼製で、開閉は上甲板にて遠隔操作を行ない、且つ部分開閉も可能である。ハッチカバーは6枚または8枚に分かれ、2枚ずつ one pair となる。ヒンジ部に全密閉の油圧シリンダとピン付蝶番の組合わせによる、萱場—Götaverken 製の Hydraultorque Hinge が装備され、これにより開閉される。この構造はすこぶる簡単で1本のシャフトと2本のピストンで構成される3つの摺動部分よりなる。ピストン内の直線運動を回転運動に変えて小さなトルクでカバーを開閉する。このトルクはデッキまたはハッチのコミングに伝わらない。一部のピンを抜き一部のピンをそのままにしておくことにより部分開閉が行なわれる。最高作



動圧力 150 kg/cm² の高圧式のため作動油も少量で、パイプも細くてすむ。すべての機構が一本の円筒状のシリンダに内蔵されていて突出した暴露部がないので塩分その他により作動部が侵されることなく保守の手間は不要である。極めて小さいので（最大トルク 10ton-m の場合、シリンダ外径 290mm、長さ 3,390mm）カバーの厚みの中に取りつけられるので、これのためのスペースは全然要らない。

6. 第 5 艦に 3rd Deck

第 5 艦のみは 3rd Deck を設け、Strong Room 的な要素を持たし、高価貨物の輸送に万全を期した。

7. 広大な冷凍船

第 1 艦は全艦冷凍船となし、上・下両甲板合せ 892m³ の容積を有し、(従来の N. Y. 急航船の約 2 倍) 高運賃貨物の積付を増加し、収益の向上を期す。ロタスコ型の 18,500kcal/h フレオン冷凍機 60kW × 2 台を備える。電動機はポールチェンジ式二段減速、50°/4° で 56 冷凍トン、40°/-27° で 13 冷凍トンの能力を有する。冷風循環により (ダクト式 side to side) いかなる生鮮物輸送も可能である。

機関制御室に冷凍機関係のグラフィックパネルを設け温度記録計・温度計・圧縮機圧力遠隔指示計をおくと共に船内の温度調整 (+50°C ~ -50°C) および CO₂ の調整 (ダンパーを電動機により開閉、角度を変え Fresh Air の注入量を加減) を遠隔制御する。

本艦に雑貨積付を考慮して船口は冷凍船としては広くしてある。ワイヤ引きのメージュ式のカバーを設けている。

8. 船尾機関

雑貨を主とするため重量より容積に重点をおき、11,000kt でベール 15,000m³ を予定したが、船尾に機関をおいたため同型中央機関室船より約 500m³ 増加した。この結果、5 艦が連続しており、合理的有効な荷役設備配置が可能となり就航後所期の目的達成が期待される。

9. その他

- (1) 操舵室と海図室を一室にする。前壁に逆傾斜を附す。諸計器・機器の配列を集中合理化する。
- (2) 船尾の 2 台の係船機には各独立した原動機を設ける。
- (3) 各艦は排気通風機 (5 回/時) および CO₂ 消火設備を設ける。
- (4) 公室および食堂・厨房を集中配置してセルフ・サービス方式とする。士官食堂はサロン、メスを一室とする。
- (5) 船内事務室を Boat Deck 前部に設ける。

- (6) 居住は予備員以外個室とする。
- (7) 各室の設備を簡素化し、ペンキ仕上げの壁は全廃して合板張りとする。規格統一の鋼製什器を採用する。
- (8) 食堂および船長室にはパッケージ型ユニットクーラを備え、その他の部屋にはセントラル方式による冷風を送り (外気 35°C・湿度 70% 時、室内では約 2° 温度低下の予定) 居住性を向上さす。
- (9) 時計は電気水晶式とする。
- (10) 20 回線自動交換電話器を設ける。
- (11) 陸上よりの受電盤 (440V・3P・200A 埋込遮断器、検相装置付) を設けた。

2. 機関部自動化

1. 制御室

機関室左舷、台甲板船首部に防音、防熱および冷暖房を施した独立制御室を設け、主機の遠隔操作をはじめ主機関、発電機関の主要正常値の確認、主要補機種の運転監視を可能ならしめ、充分なる警報装置を設けた。

防音は主機全出力運転時 80 フォーン以下となるよう遮蔽を設け、室内には主機、発電機監視盤、主機運転台、グラフィック化された主機、発電機、燃料清浄、冷凍機の運転表示盤を設けると共に、配電盤を設置した。

2. 主機関係

主機遠隔操縦

主機操縦は制御室より主機関の発停、逆転、増減速を行ない同時に機関の運転状態の監視を行なうものとする。そのために制御室には各種計器、アラーム等を備えた。

遠隔操縦方式は機側装備のものを制御室にメカニカル方式で延長し、機側には操縦座を廃した。機側に残した機器、計器は危急停止装置および積算付回転計である。操縦機構には各種インターロック装置を設け誤操作を防止する。

- (1) 主機遠隔操縦スタンドに下記のものを組込んだ
 1. 始動ハンドル
 2. 燃料ハンドル
 3. 負荷指示計
 4. テレグラフ並びにインターロック装置
 5. 主機起動空気槽電動弁開閉スイッチおよび開閉表示灯 (各 2)
 6. カム軸位置指示計
 7. 応信装置 (ランプ、ブザー付)
 8. 回転装置嵌脱表示ランプ
 9. 電気式主機回転積算計
 10. TELL TALE 方式回転方向指示器

11. 逆転完了表示装置
(2) 主機監視計器盤に下記のを組込んだ。

1. 圧力計

(1) ダイヤフラム式圧力計

ピストン冷却油, 主軸受潤滑油, 過給機潤滑油ポンプ出口, 燃料油入口, 燃料弁冷却油入口各 1

(2) ブルドン管式圧力計

シリンダ冷却清水入口, 掃気(主機入口), 海水主機入口, 起動空気各 1

2. 抵抗式 1 点指示温度計

潤滑油入口, 冷却清水入口, 掃気入口(溜), 過給機潤滑油入口, 燃料油入口, 燃料弁冷却油入口, 海水入口各々 1

3. 抵抗式切換温度計

ピストン冷却油出口 6, シリンダ冷却水出口 6, 空気冷却器(掃気出入口) 4, 同(清水入口) 1, 同(海水出口) 2, 過給機潤滑油出口 4, 燃料弁冷却油出口(共通管) 1, 過給機冷却水出口 4

4. 自動平衡式記録計(打点式)

温度記録

シリンダ出口排気 6, 過給機出入口排気 4

回転数記録

主機回転計 1

5. 2 点切換式過給機回転計 2

6. 主機回転計(タコメータ) 1

(3) 自動警報(グラフィックパネル組込)

1. 過給機 L.O. 重力タンク油面低下

2. 潤滑油入口温度上昇

3. 潤滑油軸受圧力低下

4. ピストン冷却油出口温度上昇

5. ジャケット冷却水入口圧力低下

6. ジャケット冷却水出口温度上昇

7. 過給機潤滑油出口温度上昇

8. 過給機冷却水出口温度上昇

9. 燃料油入口圧力低下

10. 燃料弁冷却油入口低力低下

11. 燃料弁冷却油出口温度上昇

12. 燃料油入口温度上昇

13. 燃料油入口温度低下

14. 掃気(主機入口) 温度上昇

(4) 主機シリンダ油供給の自動化

オーバーフロー循環式とし, 供給ポンプを設け船主要請のムンツ・フローインジケータ付とした。

(5) 主機燃料油入口温度制御装置

加熱器出口の燃料油温度を検出し加熱器蒸気の流量をパイロット式温度調節弁により調節して主機燃料油入口温度を設定温度に制御する。

(6) 主機潤滑油入口温度制御装置

主機入口における潤滑油の温度を検出し, 空気操作によって手動ハンドル付三方ダイヤフラム調節弁の開度を調節して潤滑油冷却器を通る L.O. の量とバイパスする L.O. の量の割合を調節し, 主機入口における潤滑油温度を設定温度に制御する。

(7) 主機冷却清水入口温度制御装置

主機(ジャケット)冷却水出口温度を検出し, 空気操作によって手動ハンドル付三方ダイヤフラム調節弁の開度を調節して清水冷却器を通る清水の量とバイパスする清水量の割合を調節して制御する。

(8) 主機燃料弁冷却油入口温度制御装置

主機燃料弁冷却油入口温度を検出し, 空気操作によって手動ハンドル付三方ダイヤフラム調節弁の開度を調節し, 油冷却器を通る燃料油の量とバイパスする燃料油の割合を調節して制御する。

(9) 保護装置

主機関は清水冷却水および潤滑油の入口圧力低下により機械的に自動停止する。

エンジンテレグラフの示す進行方向と異なる方向には起動できない機構が設けられてある。

3. 主発電機関係

(1) 自動停止および遠隔停止装置

機関の運転中故障発生時にはアラームするとともに自動的に機関を危急停止させる。

自動停止の対象は過速度, 潤滑油圧力低下のいずれかで, 電氣的に停止回路が構成されソレノイドリンク機構を介して燃料 cut により自動停止させる。

遠隔停止はスイッチを制御室日誌台に組込み遠隔操作により前記の機構を作動させる。

(2) 潤滑油入口温度制御装置

発電機付属の潤滑油冷却器出口に AMOT 温度調整弁を設け, 冷却器を通る油の量とバイパスする油の量の割合を調節し, 発電機入口における潤滑油の温度を設定温度に制御する。

(3) 冷却清水入口温度制御装置

主機冷却清水入口温度制御と同一の方式にて行なう。

(4) 潤滑油圧力自動制御装置

潤滑油入口に減圧弁式自動圧力調整弁を設置し, 一次側の圧力が変動しても二次側圧力は一定に保たれる。

(5) 発電機監視計器盤に下記のを組込んだ。

1. 空気式圧力計

潤滑油入口圧力

3

2. ブルドン管式圧力計

清水入口圧力

3

冷却海水圧力

1

3. 抵抗式 1 点指示温度計

潤滑油入口温度

3

冷却清水入口温度

1

4. 切換式温度計
 シリンダ出口排気 6
 過給機出口排気 1 } ×3=21
 5. 自動警報 (グラフィックパネル組込)
 潤滑油入口圧力低下 3
 // // 温度上昇 3
 ジャケット冷却水入口圧力低下 3
 // // 出口温度上昇 3

(6) 負荷選択自動遮断装置

発電機並列運転時、消費電力が所定負荷以上になればブレーカが作動してすべての電動機が停止するが、本船では主燃料ポンプ・燃料弁冷却油ポンプ等航海に必要な電動機は運転を続行し、通風機・雑用水用等の電動機のみ選択停止する。

4. ボイラ関係

(1) ボイラ自動燃焼装置

補助気罐の蒸気圧力により重油調整弁および圧力スイッチを作動させ、バーナへの燃料供給を調節および発停させる。

燃焼方式は強制通風完全自動化比例制御式で、蒸気圧は $4\sim 6\text{kg/cm}^2$ とし、 3kg/cm^2 に低下すれば自動着火、 6.5kg/cm^2 に上昇すれば自動消火の ON-OFF 式である。着火は予め軽油バーナに点火し、主バーナが着火すれば軽油バーナは自動的に消火する。

本装置には検焔装置、危険低水位安全装置、電気式温度調節器付油加熱器、加熱循環ポンプ等を付属し系統に不調箇所が発生するとアラームすると共に燃焼を停止する。給水自動調整は差圧伝送器により給水ポンプは自動発停するものとする。

自動燃焼装置は押ボタン式コントロールパネルに、次の各計器アラームはグラフィックパネルに組込まれている。

遠隔水面計、圧力計、燃焼表示灯、燃焼停止スイッチ、蒸気圧上昇アラーム

(2) 排気ガスボイラ余剰蒸気処理装置

排気ガスボイラ使用中蒸気圧が 6.5kg/cm^2 以上になれば自動的に空気作動式蒸気圧調節弁を経て減圧された後補助復水器に導かれる。

5. 圧縮空気関係

(1) 主空気圧縮機の遠隔発停および自動停止装置

本圧縮機は発電機用原動機に直結され、遠隔操作により電磁クラッチの嵌脱を行なうものとする。電磁クラッチは各圧縮機にそれぞれ装備され、空気槽内圧力が 25kg/cm^2 に達すれば圧力スイッチにより電磁クラッチが自動的に外れ停止する。

圧縮機体インタークーラ、アフタークーラのドレン弁は電磁弁とし圧縮機用圧力スイッチが通電すれば自動的に閉となり、圧力スイッチが切れると開となって自動的に

ドレンが排出される。

また、保護装置として圧縮機起動後一定時間内に冷却水圧が上がらない場合には圧縮機停止を行なうと共に運転中冷却水圧力低下の場合も同様停止する。

(2) 制御用空気圧縮機は特別に設けず、有効なパイロット式減圧弁と油分離器を経て制御用空気槽に送られる。

(3) 遠隔監視

- | | |
|------------------|---|
| 主空気槽圧力 | 2 |
| 圧縮機運転表示 | 2 |
| 制御用空気槽圧力 | 1 |
| 空気槽ドレン遠隔排出弁開閉表示灯 | 3 |

(4) 自動警報

- | | |
|------------|---|
| 主空気槽高低圧力 | 4 |
| 制御用空気槽高低圧力 | 2 |

(5) 空気槽ドレン排出装置

主空気槽および制御用空気槽ドレン排出用二重閉鎖弁の1組を電磁弁とし制御室より遠隔操作にて開閉させる。

6. 燃料関係

(1) 燃料油清浄機自動制御装置

シャープレスグラビトル燃料油清浄機2台を備える。2台ともにC重油の清浄に用い、うち1台はA重油も清浄可能なる配管を施した。

要処理油は清浄機直結の吸入ポンプで吸収され、吐出ポンプにて清浄油タンクに移送する。循環水および分離されたスラッジはリサイタルタンク内で分離され循環水はリサイタルポンプによりストレーナを通り回転筒内にはいる。スラッジキャッチタンクに集められたスラッジはクイックオープニングバルブを開いて排出する。

リサイタルタンクには温度調節器、異常警報装置、清水微量調節弁が装備されている。循環水系統に故障が生じたり温度調整を誤り循環水タンクに油が多量に排出されると警報タンクに油がスキムラインから流れ込みアラームを発すると同時に自動的に給油のソレノイドバルブを止める。

自動操作盤は2台で機側に設置、制御室グラフィックパネルに運転表示灯、故障停止(弁閉鎖)アラーム、処置油入口低温度アラームが設けられている。

(2) 燃料油加熱器温度制御装置

清浄機用油加熱器出口温度を検出し加熱蒸気の流量をパイロット式温度調節弁により調節して清浄機にはいる燃料油の温度を設定温度に制御する。

(3) C重油セトリングおよびサービスタンク油温自動調節装置

C重油サービスタンクの油温度を検出し加熱蒸気の流量をパイロット式温度調節弁により調節してタンク中の温度を設定温度に制御する。

(4) C重油サービスタンクの連続清浄装置

空気作動制御方式による、C重油サービスタンクの油面を一定とし変動を差圧発信器により検出し手動付三方ダイヤフラム弁を調節して、C重油セツトリングタンクから清浄機にもどる油を調節する。

- (5) C重油サービスタンク油面一定制御および遠隔油面計

C重油サービスタンクに差圧発信器を取付け空気作動により制御する。遠隔油面計は制御室グラフィックパネルに組込む。

- (6) A重油セツトリングおよびサービスタンク、C重油セツトリングタンク遠隔油面計

各タンクに差圧発信器を取付けて遠隔油面計をグラフィックパネルに組込む。

- (7) 燃料油サービスポンプ自動発停および遠隔停止装置

C重油セツトリングタンクにフロートスイッチを設け燃料油サービスポンプ(2m³/h)を自動発停せしめるため、制御室日誌台上的の遠隔停止押ボタンによりポンプを遠隔停止させる。燃料油移動ポンプ(30m³/h)はC重油パッファータンクの移送に使用される。

- (8) 燃料油移動ポンプ遠隔停止装置

燃料油移動ポンプ(5m³/h)はA重油セツトリングタンクの近くに遠隔停止用スイッチを設けた。

- (9) 燃料油統量計

直読積算型直目盛遠隔積算付流量計を主機用、発電機用各々1個を装備し、遠隔積算計はグラフィックパネルに組込んだ。ボイラ用は現場取付の正読式である。

7. 潤滑油関係

- (1) 電動遠心式清浄機を2台設け、主機、発電機を各々独立に清浄を行なう。なお運転表示灯、停止アラーム、潤滑油入口高温度アラームを付した。

- (2) 清浄機用潤滑油加熱器出口温度自動調節装置
(3) シリンダ油計量タンク油温自動調節装置
加熱蒸気量をパイロット式温度調節弁により加減して所要の温度調節を行なう。

8. 給水関係

カスケードタンク自動補給水タンク装置
カスケードタンク内の水面の変動により定水位弁が作動し、清水タンクより自動給水を行なう。補給水系統には直読式流量計を設けた。

9. 清水関係

清水ポンプ自動発停装置
飲料水圧力タンク内の変動により圧力スイッチが作動し、清水ポンプを自動発停す(2.1kg/cm² ON, 3.2kg/cm² OFF)

3. 海上試運転

昭和40年4月27日淡路沖にて速力試運転を行ない、次のとき成績をおさめた。

天候	晴	海上模様	平穏
吃水	船首 1.635m	船尾	5.770m
	平均		3.703m
排水量	5,843kt		
主機負荷	出力(BPS)	回転数(rpm)	速力(kn)
1/4	1,773	91.5	12.78
2/4	3,191	112.7	15.40
3/4	5,163	128.6	17.46
経済	5,705	133.2	17.85
4/4	6,707	140.0	18.42

日本郵船の超高速貨物船4隻などの建造内定

三菱重工業はこのほど日本郵船より21次船(一部22次子約船を含む)として超高速貨物船、超大型油槽船等、計8隻、422,000DW、総船価約165億を一括受注が内定した。

8隻の内訳は13,000DW型超高速貨物船4隻、12万DW型油槽船2隻並びに68,000DW、56,000DWの鉾石運搬船各1隻となっていて、超高速貨物船4隻は、さきに完成した山城丸船型をさらに発展せしめた高性能船型を採用しており、試運転時最大速力24.4knというわが国最高速力の貨物船であるのみならず、世界の現有超高速貨物船に比べて特に経済性にすぐれる最新鋭船である。

◎超高速貨物船の要目は次のとおり。(同型4隻)

総トン数 11,650T 載貨重量 13,100kt
L×B×D×d 160.0×23.0×13.3×9.3m

主機関 三菱 8UEC 85/160C型ディーゼル機関1基
出力 18,400PS 速力(最大) 24.4kn(航海)
20.65kn 建造所 三菱・神戸造船所
納期 第1船 41-5 第2船 41-7 第3船 41-10
第4船 41-12

◎12万DW油槽船の要目は次のとおり。(同型2隻)

総トン数 69,000T 載貨重量 122,600kt
L×B×D×d 256.0×42.5×22.5×15.8m
主機関 三菱船用蒸気タービンプラント MTP 1基
出力 24,000PS 速力(航海) 15.95kn
建造所 三菱・長崎造船所 納期 第1船 41-4, 第2船 41-11.

◎鉾石船の納期は68,000DW型 41-6(広島造船所), 56,000DW型は41-6(長崎造船所)。

ホーバークラフト試験艇 RH-4 について

三井造船株式会社
ホーバークラフト事業室

1. ま え が き

水上の高速交通機関として窮極の型式といわれ、しかも単に水面上だけでなく種々の地形上での広範な活動が可能な夢の乗り物『ホーバークラフト』は、各国で開発が進められ、その一部は商業運航がはじまるばかりとなってきた。

三井造船で試作のホーバークラフト・RH-4も、実用艇原型として開発が終わりに近づき、先頃の第6回東京国際見本市にも出品されて各方面の注目を集めた。そこでこの機会に RH-4 の開発の経過とその内容の要点について紹介したい。

ホーバークラフトの一般的概念、原理、特長、他種の船や乗物との比較などについてはすでに多くの文献が発表されており、本誌でも、すでにその呼び名のいわれの説明までを含め、ホーバークラフトについては一通り採上げられているので、ここでは焦点をできるだけ RH-4 に絞って述べることにする。

2. 開発の概要

2-1 開発の経過

三井 RH-4 ホーバークラフトは商品名 MV-PP 1 を予定されている実用艇の原型となるものであって、最初から、単なる試験艇に留まらず、多用途の実用艇とすることを目的として開発されたものである。

この目標に対し、計画の頭初に与えられた条件と重点事項は、

性能面では：

- 1) 積載能力人員 10名
- 2) 最大速度 40kn
- 3) ホーバー高さ 0.1~0.15m

構造的には：

- 4) 試験運航やデモンストレーションの実施などのために運搬する機会が多いと考えられるので、輸送の容易な構造ないし寸法のもの、具体的には鉄道輸送が可能な寸法に容易に分解され再組立が簡単であること。
- 5) 長期間にわたって使用できるように、海水に対しても十分な耐食性を持ち、保守・点検が容易な構造であ

ること。

6) 簡単な改装により観光、救命活動、連絡、あるいは機材輸送などの各種用途に応じ得るものとする。などであって、性能面と構造面の諸要求には相矛盾する要素を含んでいる上に、未知の分野に属することも多かったため、一次工事完了1年以内という目標期限は別としても、かなりの困難を予想されるものであった。

三井造船ではこの開発を主に玉野造船内に実働要員を保有していた研究部門が主体となって遂行することとなり、その具体的な計画の検討を始めたのは昭和38年5月のことであった。RH-4の計画に先立って研究部門の一部では4人乗り1.2tのRH-1にはじまりRH-3に至るホーバークラフトの空気力学的研究を主要内容としたプロジェクトが存在したが、RH-4の開発決定により、これらの研究も吸収されて内容的にも充実したものとして具体化されることとなった。

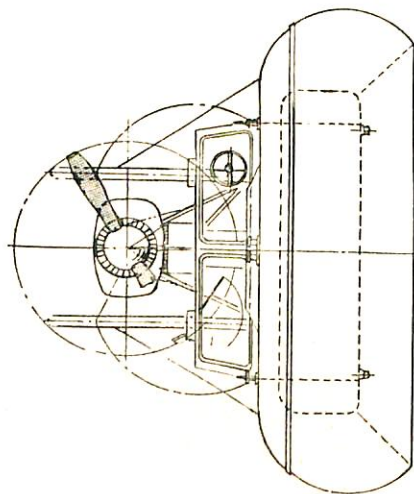
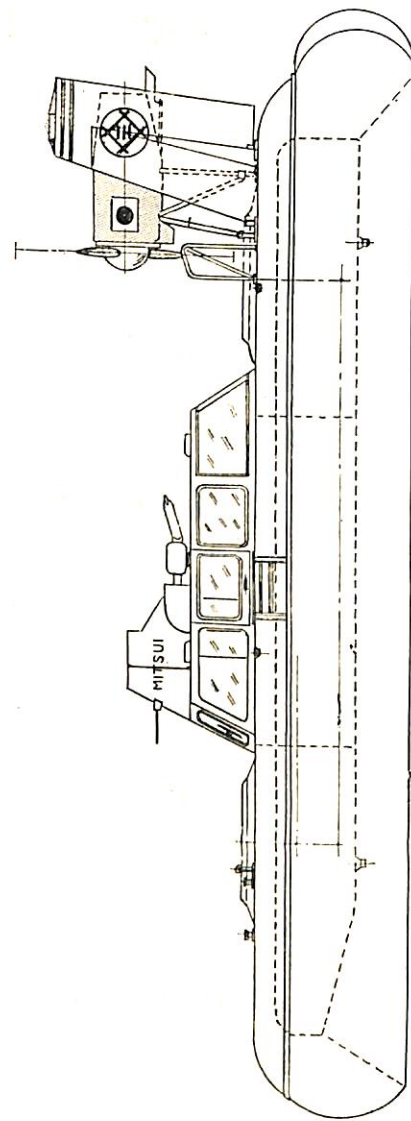
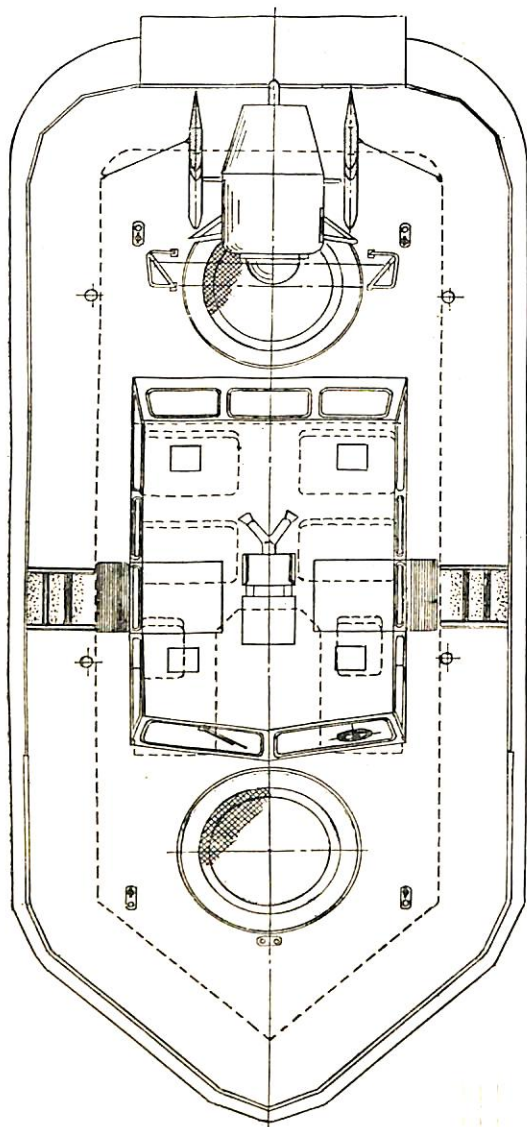
計画の第1段階は、いかなる主構造型式とするか、使用する原動機の種別と能力の選定、従って具体的銘柄は何にするか、浮揚ファンの型式を遠心式とするか軸流式とするかなどの検討にはじまり、さらに軸系や浮上空気の流れの問題、制御・操縦の方法、艀装の内容などの諸点について検討と打合わせが重ねられていった。

その後 YS-11 旅客機の生産担当会社でも知られた昭和飛行機工業㈱の参加を得、工事分担では

- 1) 主構造の決定と主要部の強度計算
- 2) 軸系、浮上ファンなどの設計・製作
- 3) 機関の選択とその主要付属品の製作
- 4) プロペラの主要寸法決定・浮上ファンの設計製作
- 5) 付帯する基礎試験の大部分
- 6) 艇体の細部設計
- 7) 艇体の製作
- 8) 艀装一般

などについては昭和飛行機工業㈱が当たるという態勢のもとに工事が進められた。

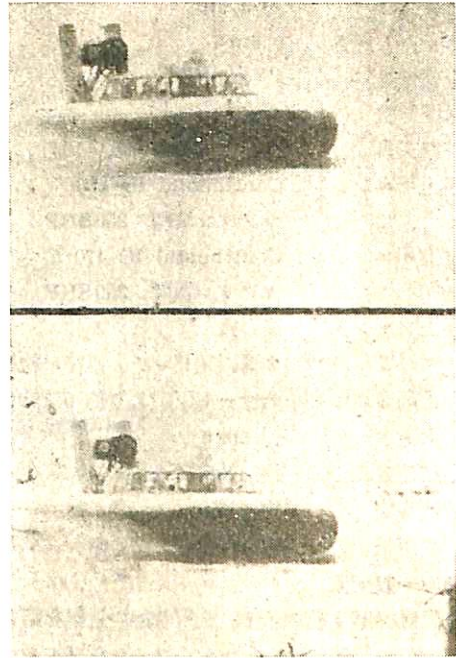
かくする間、39年3月には英 Vickers 社とのホーバークラフトに関する技術提携が許可され、また同年5月には専門開発部署としてのホーバークラフト事業室も発



三井造船 ホーバークラフト試験艇 RH-4 一般配置図

足したわけであるが、RH-4は着手後約1年を経た6月末には原型——フレキシブルスカートの装着されないもの——の製作を終わり、7月初旬から陸上運転を開始した。以後、不具合箇所の修正を済ませ8月中旬までの間、浮上状態での艇体性能あるいはファンおよびプロペラ性能の検証のために拘束状態の陸上諸試験を繰返した。この際、プロペラ推力の計画値と比べての不足など二、三の不具合点が認められたが、すべての機能はほぼ好調であって、水上試験に移ることが可能と判定された。8月下旬にいたり霞ヶ浦陸上自衛隊施設を基地として第1回の上水試験にはいったが、上記の推力あるいはトリム調整能力の不足のため、ある程度以上の水面状態では予定の上水速度に達することが困難であった。しかしそれまでの陸上・水上での諸試験資料から実用艇として具備すべき必要条件をほぼ確認することができ、特に計画当所から予定されていたフレキシブルスカートの装着工事を実施するため現寸スカートについて室内実験を開始し、同時にある程度の風浪状態下においても十分な速力を確保するためより強力な推進エンジンへの換装を準備することとなった。これに伴って性能面では最大速度 50 kn を目標とすることとなった。

スカートを装着した艇の航走試験は昭和 40 年の年初より当社千葉工場沖の海上で行なわれ、主としてスカートに関する数回の改良を重ねて、4月には標柱間速力は 50kn を越すことが明らかになった。本艇を4月16日開幕の東京国際見本市へ出品する都合で、それまでに十分な計測を終わる時間的余裕を持ち得なかったが、試走状況は映画に記録して見本市会場で公開されたのでご覧



高速飛走中の RH-4 (映画の2コマ)

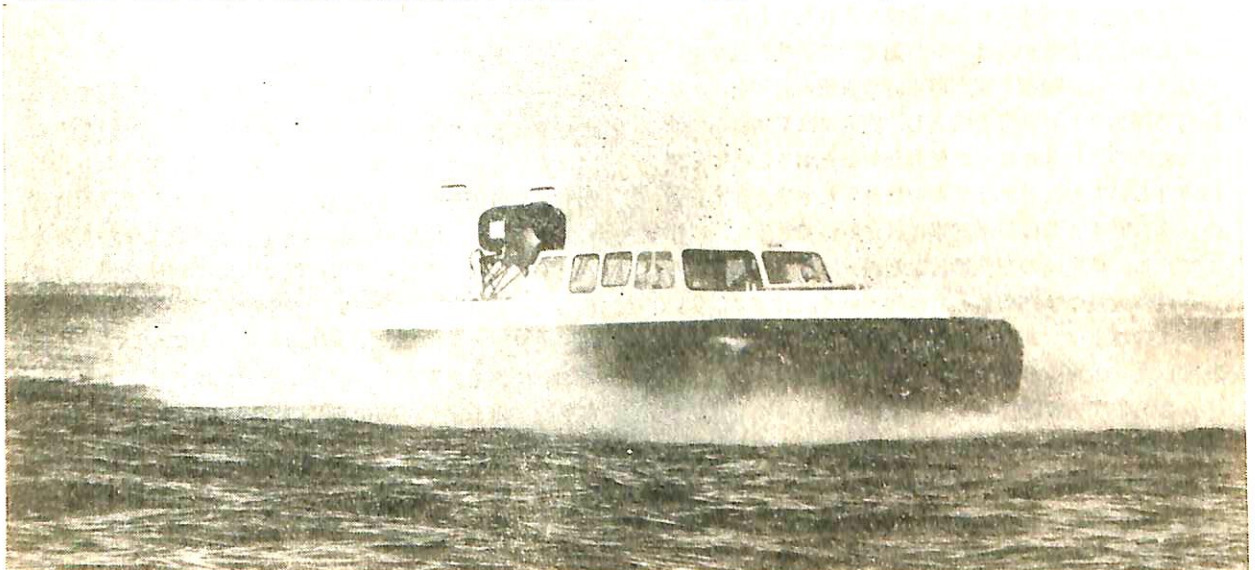
になったむきも多いことと思われる。

見本市終了後は本格的な性能試験に備えて、居住性の改善、操縦装置の改良、緊急状態での安全性の向上、あるいは公布を予定されている関係法規に即した種々の改造・改良を行なう工事を急いでいる現状である。

2-2 要 目

RH-4の現在の要目・公称性能は次のとおりである。

全長 約 10m



第2図 飛走中の三井 RH-4 ホーバークラフト

全幅	約 4.5m
スカート深さ	0.5m
全備重量	約 3.2 t
総トン数	4.9T
搭載人員	操縦者1名を含み 10名
浮上用エンジン	Continental IO-470 型 ガソリン機関 250 SHP
推進用エンジン	Continental IO-470 型 ガソリン機関 250 SHP
浮上ファン	遠心式
プロペラ	2翼固定ピッチ, 直径 約 2 m
浮上高さ	スカート下端より約 0.12m
最大速度	約 50kn
巡航速度	約 40kn
航続時間	約 2.5hr
航続距離	約 170km

2-3 一般配置

一般配置を第1図に示す。走行状態の近影を第2図に掲げたので参照願いたい。なお、フレキシブルスカート装着以前の走行中の姿は本誌39年10月号にあるので比較できよう。

さて、ホーバークラフトの底面形状は浮上馬力を最小にするという点では、周長に対し面積の割合が最大となる円形が最も望ましい。しかし航走時の空力・水力的抵抗が小さく、直進および旋回時の方向安定性が良く、そして建造・補修の容易なものという実用面を考慮すると円形では不都合となり長方形のものに利点が多くなる。RH-4では低建造費と製作の容易さに重点がおかれ、主構造は単純な平面の組合わせて構成された形となっている。しかし艇首部のみはハンプ速度での造波抵抗を少なくし、また波浪衝撃、緊急着水時の水圧の緩和をはかる目的で浮力タンク前部を尖らし、底面にはV角度がつけられている。艇体は輸送に便利なものとするために分割可能なものとし、外部デッキを取外した主構造体は普通の貨物自動車または鉄道貨車に積込みができる寸法に抑えてある。前進時の空気抵抗を軽減し、横方向に対する安定性増大のために艇体高さは極力低く設計されている。このことは、従来のホーバークラフトで一般に採られていたキャビンの床下にクッション空気の通路を置き、さらに下方に浮力タンクを設けるといった形式から離れ、浮力タンクとキャビンとを独立なものとして、浮力タンクの一部でキャビンを構成せしめることにより可能となっている。キャビンは乗員・積荷の変化による重心の移動を小さくするために艇体中央部に設けられている。艇主構造体およびその全周に接する浮力タンクの上面、

側面からクッション空気の通路分だけの距離を置いて、デッキとそれにつながるフレキシブルスカートが取り付けられる。このデッキと艇主構造体との結合はダクト損失を少なくするために円管を部材とするトラスにより行なわれている。底部には縦方向および横方向に安定ウォールとなるバックが十文字に設置されて底面を4区画に分けている。これは安定ジェットに代わるものであって、この方式を採用することにより艇体に強度上極めて不利なスリットを入れる必要がなくなった。

クッション用空気の供給源としては、その一様な分布と前後重量配分のバランス上の必要からキャビン前後に各1基の遠心ファンがある。このファンはキャビン前部の耐火区画内におかれた1台の浮上用エンジンにより駆動される。

艇体後部デッキ上にはプロペラを直結した推進エンジンがパイプ構造のマウント上に据付けられており、その後部両側に方向舵が設けられている。

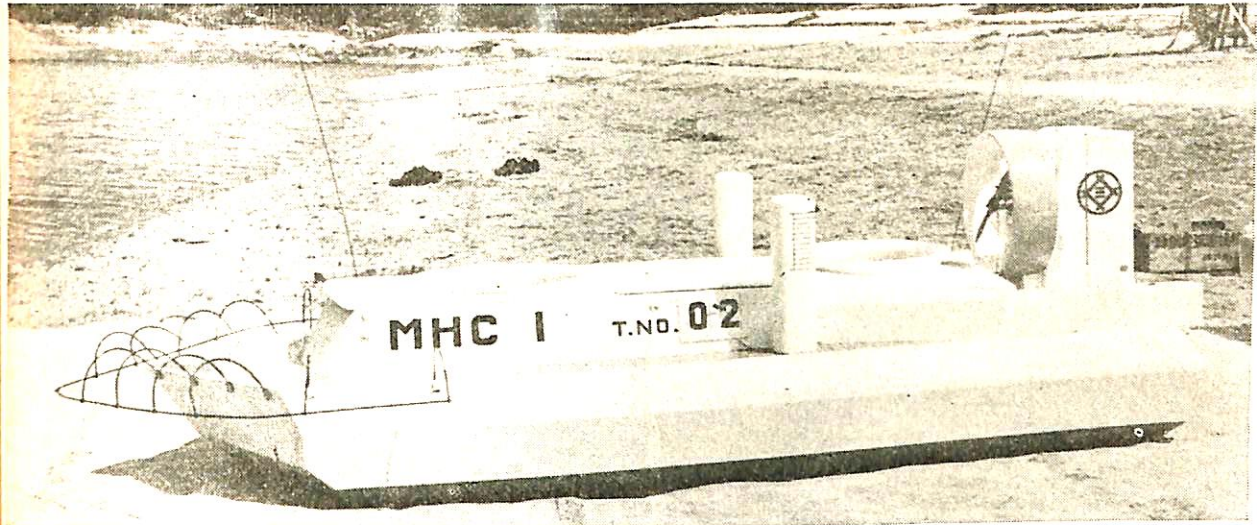
キャビン内の配置は前部中央に遮音遮熱用の内張り・外装を施したリフト用エンジンのケースがあり、その左舷側に操縦士席がある。乗客用の座席としてはエンジンケースの右舷側に1人掛け席が、またエンジンケースの後方左右両舷にはそれぞれ2列の2人掛け2席がある。キャビンへの出入りは両舷各1個の昇降口から行ない、この位置のキャビン側壁には折畳み式のステップが取付けられている。キャビンの窓はアクリル樹脂製で、側面両端の計4枚は可動であり、そのうち後端の窓は大型で非常口を兼ねている。

3. 基礎的あるいは予備的な研究

3-1 研究の概要

ホーバークラフトの原理そのものは比較的単純であり、またその要点であるエアカーテンとクッション圧力との関係もこれを2次元的問題として扱う限りでは余り複雑な考えや数式を要せずに整理できる。しかしこれが次元の問題となり、空気の流れから「理想的」な条件が外された複雑な形状をする実機の場合には問題は複雑となり、理論だけでは解決できない問題を含んでいる。これはホーバークラフトの運動や強度の解析などについてもいえることである。RH-4の開発に際してはこのような理論解析の不備を補うために多くの実験的解析が行なわれた。その内の主な項目についてはその概要を以下に述べるが、数値的詳細については別の機会に譲りたい。なお次に述べるもの他にも電子計算機による振動特性解析などの研究も行なわれた。

3-2 1/4 自走模型試験



第3図 1/4 縮尺 無線操縦模型

RH-4 原型に対する基本的形状、寸法が決まると、直ちにこれと幾何学的にはほぼ相似な縮尺の自走模型を製作した。しかしこれはエンジンや工作の都合で実艇での2基の遠心式リフトファンと1台のリフト用エンジンの組み合わせのかわりに、模型飛行機用プロペラを2台のエンジンそれぞれに直結した点で実艇と相違があり、また完全な力学的な相似を考えたものでもなかった。

操縦は20チャンネルの無線操縦装置によって行なわれ、

- 1) リフト用エンジンのスロットルの3段階制御
全開、半開、全閉
- 2) 推進用エンジンのスロットルの3段階制御
全開、半開、全閉
- 3) 方向舵位置の任意への設定

4) 旋回ロッドの任意位置への設定

の操作をそれぞれ独立にも同時にも行なえるものであった。旋回と速度の計測・記録は映画撮影の他に自製のコーストレーサによって行なった。これは陸上の100m間隔の2つの基点から同時に目標を追い、両方の照準器からの信号を合成して目標の動きを電氣的にトレーサの用紙上に記録する装置で、トレーサ線上にはタイムマークも記入されているから、これから速度も算出できるのである。

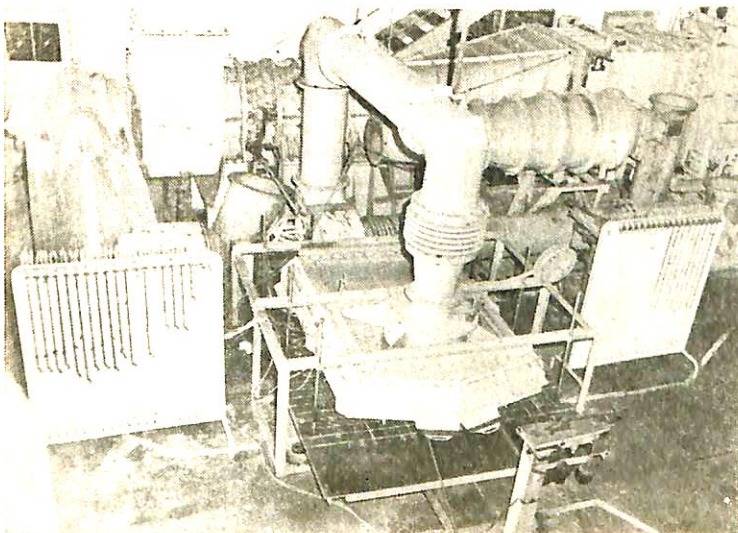
この試験から

- 1) 静的安定性——安定ジェットと安定ウォールの効果
- 2) 動的安定性——波浪に遭遇する場合の挙動
- 3) 旋回性——方向舵、旋回ロッド、バイパスジェットの

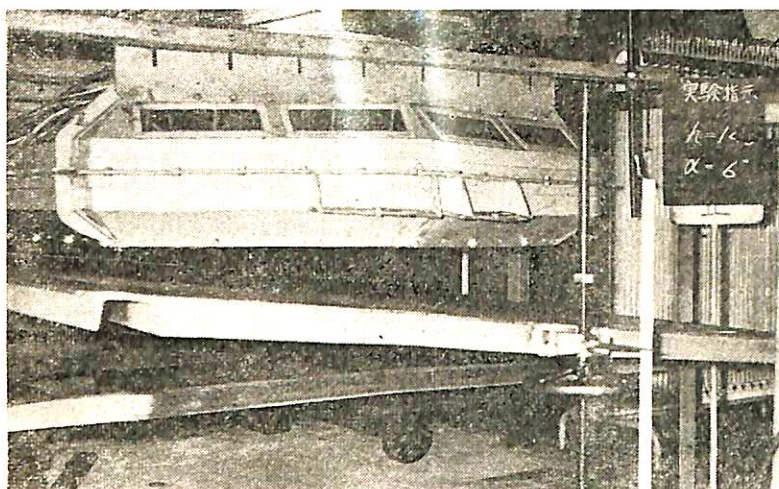
各方法の効果確認、旋回時の艇の動作などに関するデータが得られ、ホーバークラフトの挙動に対する具体的概念をつかむことができた。この模型を第3図に示す。この模型はその後推進プロペラの後流観察とか浮上ファンと推進プロペラの干渉状況の解析研究にも利用された。

3-3 1/2模型試験

前記の1/4模型は航走時の運動解析を主眼として構造や重量、寸法を定めたので、内部的なホーバークラフトの空気力学的な問題、すなわちクッション圧力の分布、ジェット気流の分布、ダクトの効率あるいは復原力などについては、その試験から実際に設計に使えるデータを得ることが不可能視されていたので、その調査については別に定量的な研究の行なえる試験装置が必要と



第4図 1/2模型試験装置全景



第5図 1/2模型試験装置要部

考えられた。一方、RH-4では、後で触れるように構造面の必要のためにリフト用空気の流れはその様相が複雑となり、前進速度に伴う動的な影響を無視しても、ジェットの流れ分布や空気クッションの圧力分布などが単純ではないと予想されていたことや、ダクト損失など計画の基礎値についてそれまでに集められたデータによる見積りでは不安であって、確認が必要と考えられた。

前進速度に伴う艇特性の2次的な変化の問題は別途に考慮するものとしてその問題は除外し、以上の必要を満たすため、できるだけ大型のものということで実艇の1/2の大きさの模型艇体を主体とする試験装置一式を作った。第4図はその全景である。ここでは浮上や前進の『運動』を行なう必要がないから艇体は薄銅板で作られ、その外板の一部には透明なアクリル板で空気ダクト部の流動が観察できるようになっていて、クッション空気は別置の送風機よりダミイ・リフト・ファンとして設けたノズルを通じて艇体に供給されるものであった。この試験に対比される状況では実艇の特性は艇の前後について、ほぼ完全な対称性があるとみなせるので、模型は前半分のみとし後半分のかわりには鏡像板を置いて縮尺率の割には小型の装置となるように工夫されている。

この試験から

- 1) クッション圧力の分布
 - 2) ジェット流速とジェット圧力の分布
 - 3) クッション用空気のダクト内での流動状況
 - 4) 傾斜時の艇の復元力
 - 5) 艇の傾きをコントロールするスポイラの効果
 - 6) 安定ジェットの代役をする安定ウォールの効果
- などについて多くのデータが得られ、これに基づいてク

ッション用空気の整流板や安定ウォールなどの最初の形状、位置、寸法が決められた。

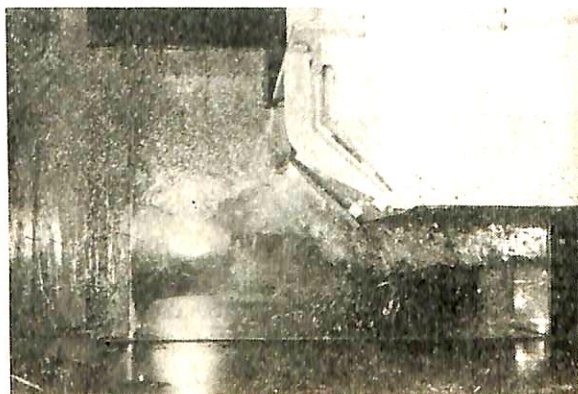
第5図はこの試験装置の要部を示すもので、この写真から、本装置では、艇体を傾ける代りに地面の役目をする『地面板』を傾ける構造になっていることがわかる。

また、水上航走の際には水の飛沫による障害が予想されたのでRH-4の原型の場合について抑止法を検討した。水によるこの障害は、高速前進中は問題にならないとしても、中・低速では少なくとも側面より発生する飛沫は問題となると考えられた。この理由と試験技術上の便宜とから模型の側面の一部を使って2次元的試験を行ない、実艇では原型にその結果を応用して効果を

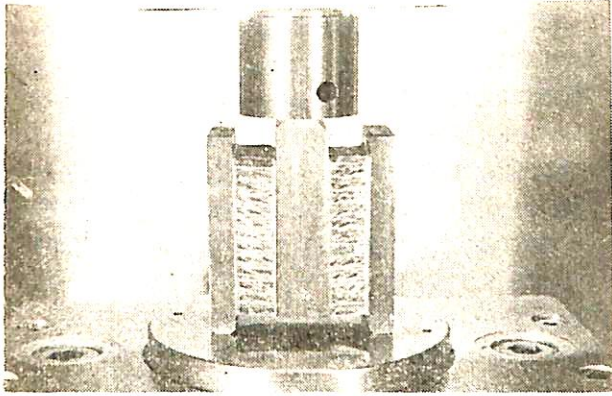
確かめることができた。第6図に実験状況の1コマを示す。

3-4 主構造材料—ハニカム材—の強度試験

RH-4型艇には構造合理化の手段として、YS11型旅客機や新幹線車両に、あるいは建築などに近頃広く使われはじめたハニカム材を主構造材に採り上げている。計画当時においてはまだ経験の比較的浅い材料であって、予想のとおり性能を発揮してRH-4の構造に適するものであるか否かについて幾分の疑問の余地があったので、その能力の確認と以後の設計に利用するデータの採取を目的として素片や組合わせ試験片について強度試験を行なった。試験項目はハニカム材単板の曲げ試験、剪断試験、剪断疲労試験、局部圧縮試験とハニカム材結合部の曲げ試験、剪断試験であって、第7、8図にその試験状況の例を示す。前者は単一板の剪断試験、後者は結合部の曲げ試験のものである。



第6図 水の飛沫抑止試験



第7図 ハニカム材単一剪断試験

3-5 1/2縮尺浮上用ファン性能試験

浮上ファンの効率に浮上性能を直接左右するものであるから、特に高性能のものでなくてはならない。要求される能力は遠心ファンとしては比較的低压で極度に大流量のもので、効率の点から産業用に一般に使われているファンの資料は利用できず、計画通りの性能の確保見込みや設計修正の必要の有無について早目に知る必要があった。この必要に応じて、現寸大では装置全体が巨大なものとなるので1/2縮尺のファンを含む試験装置を作った。縮尺することにより試験ファンの強度の余裕が大きくなり、鋼製主体に木材で肉付けをした羽根を持つ構造としてこの肉付けを修正して種々の改良研究を行なうことが可能となった。ファンの使用法が渦巻室を持つ通常のファンと異なるので、艇体内のダクトに相当する拡散室をつけ、ファンの出入口や拡散室の各部での状況を調査したから単なるファン性能の試験に比べかなり手数のかかる試験となった。

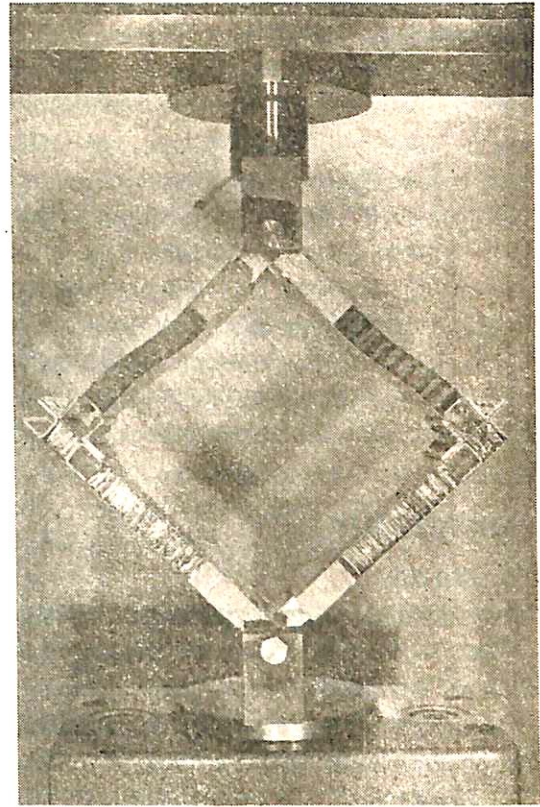
なお、試験結果から設計に修正を加える点はほとんどなかった。

3-6 軸系のベンチテスト

揚力ファンを駆動する中間軸やトランスミッション装置の現物は実艇に積込む前にファン現物と組合わせて、ベンチテストを行なった。これはこの系統の摺合せ運転と各種振動の研究を目的とし、電気動力計により駆動するものであった。

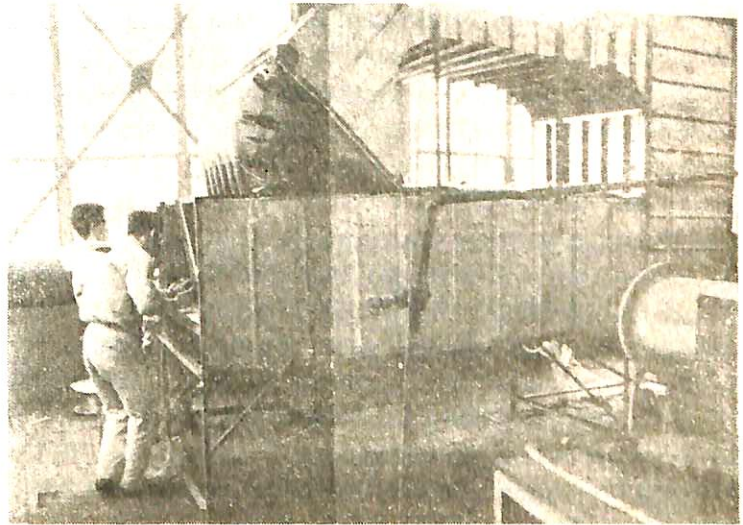
3-7 フレキシブルスカートの実験

ホーバークラフトの波浪中の航走あるいは障害物の飛越性能は、当然そのホーバー高さに左右され、もちろんこれが大なるほど性能的には良いわけであるが、一方所要浮上出力はほぼそのホーバー高さに比例す



第8図 ハニカム材結合試験片曲げ試験

る。フレキシブルスカートはその名の示すごとく艇底周囲より下方に装着され、ホーバー高さを増すことなくその柔軟性を利用して、波浪・障害物に対する抵抗力を減少させる効果をもつもので、その装備を欠くホーバーク



第9図 フレキシブルスカート研究情景

ラフトに対し提起されていた波浪中性能、あるいは経済性についての難問に対し起死回生の妙薬ともいわれたほどのものである。スカートはこのようにホーバークラフト今後の発展の鍵ともなるもので、そのより効果的なクッションエアのシール性能および柔軟性、あるいは製作の簡易さに重点を置かれた形状の研究はホーバークラフトに関する最も大きな課題の一つと考えられている。

RH-4 ではスカートのない原型の計画に平行して、スカートの具体的な調査研究を進め、原型の航走試験の終了後、それまでの研究結果を参考として、装備することになった。そして幾種類かの形状について基礎試験が行なわれたが、この実験は実艇に使用予定の材質を用いた実寸大のもので、第9図はこの種の試験の状況を示している。

4. 艇体構造と装備

4-1 艇体構造

艇体は、大別して、客室やリフト系を主とした機械装置を収容する本体とその周囲に配置された浮力タンクおよびスカート取付用張出し甲板とから成っている。

ホーバークラフトの艇体はそれをクッション空気に支えられてふんわり浮んだ状態で考える限りではいかなる乗物よりも強度上の条件が楽であろう。しかし実際問題としてはホーバークラフト不能の場合をも考えサッキング、ホッグソックの状態に対し一般船舶と同様の考え方に基づく強度を持たせなければならず、また高速飛走時の危急着水停止時を考えると、例えば魚雷艇等に要求される以上の艇首部強度が必要となる。

RH-4 の強度は英国におけるホーバークラフトの設計規準である“Provisional British Civil Aircushion Vehicle Safety Requirements”に準じているが、この基準では前述のようなこくな状態に耐える強度を要求している。この厳しい強度条件を満たし、しかも軽いという条件に対してまず材料が問題となるが、RH-4 の場合には実用艇の開発を目標としたので強度もさることながら、耐食性とか加工性にすぐれ、しかも安価で入手が容易であることが望まれ、耐食アルミ合金第1種が選ばれた。もちろん必要箇所には各種鋼材、高力アルミ合金、強化プラスチックあるいは発泡プラスチックも使われている。

この RH-4 の艇体構造における最大の特徴は、前にも述べたように、主構造中の主強力メンバーとして2枚の耐食アルミ合金表面材の間にアルミ製あるいは樹脂補強紙製のハニカムコア材を挿んで接着したハニカムサンドイッチ材を採用したことで、その狙いとして次

の諸点が挙げられる。

- 1) 薄板を縦通材で補強したいわゆるスキン・ストリンガ構造では外力に対する方向性が大きく、縦通材の入れ方によっては座屈を生じ易いものとなる。これに対しサンドイッチ構造ではその板面に沿った方向については強度はほぼ等方性で、しかも剛性の大きな構造体ができ、外力などについてのデータに乏しい試作工事に当っては設計の不備を補ってくれる要素として便利である。
- 2) 比剛性が大きく振動に対して有利である。
- 3) 補強用の縦通材を用いないので両面は滑らかなものとなるので空気抵抗が小さく、耐食性もよい。
- 4) 表面板が表裏2枚となるので外傷に対し水密性が高いものとなる。
- 5) 単位パネルの製作にはもちろん鋸打作業等はなくプレス加工で済み、その単位パネルは比較的大きなもの(例えば 1.5m × 3m)が1枚として製造できる。そして組立はこのパネルの結合で済むことになり、量産性も見込める。

初めて経験する材料ではあったが、この種材料の実用化を兼ねて、艇体に対し相当広範囲に採用した。結果は、製作時に手抜かりのあったとみられる一部を除き、今日までトラブルは皆無で、危急停止時の衝撃に対しても充分強いことが確認されている。また上部甲板もハニカム材であるため、はき物に注意すればその上に自由に歩いて保守点検の作業ができる利点がある。ただ、RH-4 での経験から、

- 1) 構造上割高な補助部品(例えば盲釘)を多数使用する必要のある箇所
 - 2) 多くの装備品を取付ける必要のある箇所
 - 3) 荷重の大きな機器を取付ける箇所
 - 4) 取替えの必要が起こる可能性の大なる箇所
- にはコスト面等も含めて必ずしも有利ではないと考えられる。その他の艇体主構造については特記すべきものはないが、強いていえばアルミニウム合金管を部材とするトラス支持構造を比較的多く使用して軽量化をはかっていることが挙げられよう。

材料の防錆については、ホーバークラフトの主たる使用域は海上であるとの判断の下に特に注意を払い、構造の主材には前記のごとく耐食アルミニウム合金1種を用い、高力アルミニウム合金の場合にはすべてクラッド板とし、鋼材は大部分ステンレス鋼種の中から選んでいる。しかもこれらに対してはすべてマリンペイント等の防錆塗装を施して万全を期した。

4-2 浮上用ファンとその駆動系統

浮上用ファンにはその形式や寸法について種々検討の結果、直径 1.5m の遠心ファンが採用された。ファンの形式には他に軸流も考えられ、この方面の用途にどちらがよいかという点は議論の余地があって、論文の独立テーマとなるほどの問題を含むが、RH-4 については結果的にも極めて妥当な選択ができたと信ずる。ファンは軽く仕上げるためボス中央の部品を除いてすべて耐食アルミ合金の板金構造とし、ごく少量の特種形式のものを含めた耐食アルミ鋳で組立てた。この種の加工は当社の玉野造船所ではじめての工事であったが、その仕上りは満足すべき出来であった。組立後は過速度試験とその前後における動的釣合試験とを含む仕上げ試験が行なわれた。

前後 2 基の浮上用ファンはエンジンとの間に流体継手を介して同時に駆動され、回転向きは互いに反対方向になるように設計されており、その回転はファン支持軸を大歯車軸とする減速装置で駆動軸の約 1/3 の速度に減速される。前後のファンを結ぶ第 2 駆動軸系は丁度乗用車のプロペラシャフトのように座席の中央部下面にあるトンネル内を走っている。なお、流体継手はエンジンと前部ファン支持軸を結ぶ第 1 中間軸系に含まれるが、このような容量のものを 3,000rpm に近い回転速度で用いた実績は国内には当時ほとんど見当なかった。これは軸系の強度などにも大きな影響があるので、不釣合の縮減には特に注意する必要があったが、メーカー側の努力により満足すべきものができた。

リフト用エンジンは前記の要目を持つ空冷機関で、リフト用空気の一部を導入して冷却する。このエンジンは現在軽飛行機用として広く使用されているもので、燃料は吸気弁へ直接に噴射する方式になっているから、気化器凍結の心配がないのでホーバークラフト用としても好適である。飛行機の場合との使用法の相違、というよりも改造を加えた点はアルミ製の潤滑油冷却器を別置の耐食性も容量もより大きなものに替えたことおよびサイレンサを設けたことである。

4・3 プロペラと推進エンジン系統

プロペラは現在のところは、適合した能力を持つ航空機用のジュラルミン製のものを大体そのまま利用している。しかしホーバークラフト用プロペラとして特に注意すべき点は、加速中などの低速での全力運転や荒天下の運航において大量の水飛沫中で作動するとき、プロペラ翼の前縁で周速度がある限度を越える部分にエロージョンを生じ、たちまちにして鋸歯状にむしばまれていくことである。その対策としてはいろいろ考えられ、飛行艇などにおいても研究されているようであるが、RH-4 での経験では合成樹脂類のコーティングは効果がなく、硬

質金属の「さや」を問題部分に被せる方法が適当である。推進用エンジンは艇速が航空機に比べて低いゆえ、ラム圧で冷却空気を取り込むことが期待できない。従ってプロペラに背負った形で専用冷却ファンを設けてあるが、それ以外は浮上用エンジンとその内容も同じで、特に指摘するような相違はない。

4-4 艦 装

4・4・1 一般艦装

客室には操縦者を含め 10 人の席が設けてあるが、その詳細は一般配置の項で前に述べたとおりである。

電源としては、エンジンの起動用電源を兼ねた蓄電池と浮上用エンジンにより駆動される 12V・50A の発電機があり、実用艇では電源容量がさらに強化される予定である。なお外部電源を取入れるためのリセプタクルもあるから基地での起動には外部電源を利用することができる。

操縦席周りの艦装品としては旋回窓またはワイパー、火災警報灯、操舵ハンドル、エンジンレバー、旋回ロッド操作ペダルがあり、計装としては速度計と燃料容量計を含む機関計器類が 1 枚の計器板の上にまとめられている。以上の他に救命、消火などの諸設備がある。

4・4・2 機関艦装

浮上用エンジンを納めたケースは排気管を収納し冷却空気を排出するダクトの開口と手動のシャッタを備えた吸気口以外にはほとんど開口や隙間がなく、これらシャッタやダクトを含めたエンジンケース一式はすべてステンレス鋼製であって、耐火性の完全な防火壁をなしている。この区画の中には火災警報器の検出部が置かれており、近く消火用ガスを放出する配管も装備されるはずである。

推進エンジンは吸気を処理するために特製の吸気フィルタ系を設けている以外に航空機の場合と変わりはない。

5. む す び

以上主として基礎的研究と構造、装備面とを取上げたため、操縦方法や試験実績、あるいは保守上の問題点などのようにして克服されたかなどの諸点についてはつくされていない。これら諸点については、研究の仕上げを急いでいるものもあって、近く結論が得られるはずであるが、詳細についてはいずれ稿を改めて紹介したい。

RH-4 は当社独自で開発が進められてきたので、実用艇としては純国産第 1 号ということになるが、現在までの開発段階において、官庁、大学、諸研究所あるいは関連メーカー、商社各位の多大のご援助、特別のご配慮を頂いてきた。ここに紙面をかりて厚くお礼申し上げます。

高経済性船舶試設計について

運輸省船舶局

伊藤博美

まえがき

技術革新の風は全世界を吹きまわり、比較的保守的であった海運、造船界もこの風潮の中にあつて、船舶の近代化、経済性向上について常に技術を開発して行かなければ世界に重要な地位を確保して行くことは困難となつてきつつある。

幸い、日本造船界はいち早く大型船建造技術並びに自動化に関する技術の開発につとめてきた。運輸省としても昭和32年1月26日諮問第7号「超大型船建造の技術的問題点およびその対策如何」という諮問をその附属機関である造船技術審議会に諮問し、同年3月29日、構造、建造法、材料関係およびディーゼル、タービン各主機等について詳細且つ有益な答申を得た。また自動化に関しては昭和39年3月19日附諮問第8号「船舶の自動操縦化の技術的問題点ならびにその対策」という諮問に対し、35年2月1日詳細な答申を得た。これらを中心にして官民一致総力をあげて共同研究開発につとめ、大型船建造および自動化に関しては世界に先鞭をつけ、世界一の造船量を維持している原動力となっている。

しかし、国際競争の激しい折、さらに技術開発を一層速やかにする手段として、運輸省は昭和37年度以降3カ年計画をもって高経済性船舶の試設計研究を行なうことに決め、昭和37年度は10,000GT型高速定期貨物船、昭和38年度は65,000DW型油槽船、昭和39年度は65,000DW型鉱石専用船と3カ年に亘り毎年1,455万円の予算をもって社団法人日本造船研究協会に委託して研究を行なった。

この計画は上述の大型船建造、自動化の際の研究を基とし、関係業界の技術の総力を結集して、考えられる主要な技術問題を検討し、それによりわが国の海運の進展と輸出貨の確保に役立てようとするものである。

3カ年間に亘り行なつた試設計の結果については、昭和37年度の試設計は「本誌37年7月号および38年4月号」、昭和38年度の試設計は「本誌38年8月号」に紹介しており、昭和39年度の試設計は後述することにするが、一括して主要目、基本検討事項(所謂“柱”)、経済性検討および今後の問題点の概要を示せば表1の通りである。即

ち3カ年で現在建造されている最も一般的な3つの船型をかりて経済性に及ぼす影響の多い事項で現在開発実用化されつつあり、もしくは開発実用化が要望されている技術を重複なく遺漏なく盛り込んでいるつもりである。

この計画を実行するに当っては、先に述べた造船技術審議会の総合部会に意見を求め、その実施についての基本方針を決定した。3カ年に共通する基本方針は次の通りである。

- 1 遠い将来の夢の船としてではなく、現在の技術水準を基にして極めて近い将来実現可能であつて経済性の高い船舶の試設計を行なう。
- 2 技術的に可能でしかも十分その経済的効果が期待できれば、たとえ現行法規または習慣などによりいま直ちにその実行に支障があつても、それが行政的または人為的に解決し得るものであれば今後これらの点を順次解決できるという前提で推進する。
- 3 いかなる設計方針、性能、設備等が経済性と関連があるか調査できるようにそれぞれのアイテムに対し数案作成し、将来のすうせいを勧案して総合的に検討する。
- 4 主機械は5,000~6,000時間、発電機および補機は3,000時間無開放可能を目標とし、機器、計器等については就航中日直者にて行ない得る簡単な保守以外は行なわないものとする。(37年度)
- 5 人員削減は機械化の検討と共に生活様式事務部門の合理化改善に依存する面も多いので、この分野の研究もあわせ行なう。(37年度)
- 6 前年度までの試設計で解明された結果はできるだけ利用し研究が重複しないようにする。(38, 39年度)

この基本方針に示すように、本試設計作業では、将来時点を考え、乗組員が減少せざるを得ないことを予測し、その事態がきても技術的に対処し得るように、ぎりぎり最少の乗組員数を仮定し、その少ない乗組員でもごく近い将来実船に応用できることを前提とし、また、運航採算に影響を及ぼす要素はできるだけ経済性を高からしめることを目標にし、差当つては現状の技術水準をもとにして船内諸設備の機械化自動化、船体構造の合理化、原油生だき等個々に開発してきた技術を3つの船を通して

表1 高経済性船舶試設計(3カ年)一覽

項目	昭和37年度	昭和38年度	昭和39年度
主要目	ディーゼル定期貨物船		タービン油槽船
	A案(長船首楼付平甲板型)	B案(セミコンテナ)	船首楼付平甲板型
船種	ディーゼル定期貨物船		鉄鉱石専用船
	船首楼付平甲板型		船首楼付平甲板型
L(垂線間)	150.0m	150.0m	212.0m
	20.8m	21.1m	32.0m
D(ク)	12.3m	12.5m	20.5m
d(ク)	8.3m	8.3m	13.8m
G.T	約 10,000T	約 9,500T	約 39,500T
D.W	約 10,000t	約 10,000t	約 66,300t
主機械	低速ディーゼル 1基	(コンテナ倉約10,700m ³)低速ディーゼル 1基	2段減速装置付船用蒸気タービン 1基
	15,300PS	15,000PS	18,000PS
常用主回転力	114rpm	115rpm	90rpm
	20kn	左	16.25kn
満航速	同	同	同
	20名(船長1 船舶士8)	同	19名(船長1 船舶士8 船舶員10)
乗組員	20名(船長1 船舶士8)	同	14名(船長1 船舶士6 船舶員7)
	乗組員 20名	乗組員 19名	乗組員 14名
基本検討事項	1. 乗組員の自動化(ディーゼル)	2. 船殻重量の軽減	2. 高張力鋼の合理的適用
	3. 荷役方式の合理化(コンテナ方式の一部採用)	3. 機関部の自動化(タービン)	3. マルティプルディーゼル機関の採用
経済性検討および今後の問題点	1. 経済性検討 本試設計船の経済性検討は主として自動化、合理化の諸設備に要した船価上昇分と船員費の節減額との比較検討を行なった。 その結果、乗組員数を40名から20名に減ずるための船価上昇許容限度は165,718千円となり、本試設計船の船価上昇額は上記許容限度をA案で171,382千円、B案で236,972千円超過することとなった。	1. 経済性検討 (1) 船殻重量の軽減 本試設計船は対象船に比し船殻重量を約1,100t軽減でき、その採算性におよぼす効果は10年間で約3億円の巨額におよんだ。 (2) 原油生だき 原油生だきは原油とC重油の価格差によってはかなり大きな経済性向上が期待され、一例としてサファニャ原油を使用した本試設計船では10年間で約1.5億円のメリットとなっている。 (3) 機関の自動化と荷役方式の合理化 設備投資としては対象船より約1.5億円多くかかるが、10年間で約0.2億円の収入増が見込まれる。 (4) その他設備の合理化と簡素化 10年間で約3.4億円のメリットとなっている。 以上本試設計船は船価において約0.6億円安くなり10年間で約8億円のメリットが見込まれることとなった。	1. 経済性検討 (1) 高張力鋼の合理的適用 高張力鋼の使用(甲板部60キロHT、船底部50キロHT)と防食法の採用による予備厚減等により船殻重量は1,390t軽減でき、採算性におよぼす利得としては10年間に約1.77億円の船費節減となった。 (2) マルティプル・ギヤード・ディーゼル機関と油圧補機の採用 過給式低速ディーゼル機関1基搭載した在来船平均仕様と比較して船価は約0.38億円高くなり、10年間の船費は約0.63億円増加することとなった。 (3) 自動化 乗組員14名とするため大巾に自動化し、船価は約1.7億円増となり、10年間における船費増加額は約2.79億円であるが、乗組員が大巾に減少したので10年間の船員費節減額が約2.86億円となり、差引船費は0.07億円の減額となった。 (4) その他の合理化、簡素化 居住設備、バラスト管、補助機械、煙路、煙突、機関室機装等の合理化、簡素化によって得られた経済的効果は約0.44億円に達した。 以上本試設計船は、10年間に船費において約1.65億円の節約が見込まれることとなった。
	2. 今後の問題点 (1) 自動化船としての必要にして十分な設備の徹底的な検討。 (2) 自動化設備の価格低減の促進。 (3) 関係法規、慣習、船務の陸上移管等における諸問題の総合的検討。 (4) 自動化船における機器の技術的信頼性の向上。 以上本試設計作業においては諸設備の自動化、合理化に関して、今後の進むべき方向を示唆したものである。	2. 今後の問題点 本試設計では新たに船殻構造関係が含まれているが、これは現行法規と異なる設計をも加味しているため、さらにこれらの検討が必要であり、原油生だきに原油とC重油との価格差により、経済性におよぼす影響が大きい、かりに実施するとしてもその安全性、修繕費、設備費については十分検討の要がある。 また装備機器については、その信頼性、安全性、耐久性等についてさらに向上を図ると共に乗組員19名に関連して現行法規、教育制度、慣習などについても問題点があるので留意する必要がある。	2. 今後の問題点 前記項目について、一応経済性検討を行なって予想以上の経済性が得られたが、本試設計の中には、いま直ちに適用できるもの、現行法規または習慣等によりいま直ちに実行するには支障があるもの、開発途上にあるもの、あるいはさらに実船実験による立証を要するもの等が含まれているので、今後ともなお一層の総合的検討が望まれる。

それぞれ船として総合的に結集し、さらに将来解決すべき問題点を探って行こうとしたものである。

この試設計の作業は、各船ともまず試設計の対象とする船舶の仕様概要をきめ、これに対し経済性に影響を及ぼす各要素をきめ、それらの設備、装置について第1次分担設計を行ない、その分担設計に基づいて、これを取纏め調整して一つの船舶として総合設計を行なう。次に該試設計船の経済性の検討を行なうという順序で行なわれた。

高経済性船舶試設計という表現をとったが、これはこの試設計船が現在考えられる最も経済的な標準船の設計というわけのものではなく、近い将来時点をベースとしての経済的船舶を目標として経済性に影響を及ぼす各要素について新しい構想のもとに研究する即ち経済性の高い船舶を追求するということが、現時点で見ればむしろ高合理化性、もしくは高近代化船舶という方が内容を現わすのにふさわしいかとも考えられる。

とにかく3カ年間の試設計検討過程において、それに参画した技術者数百名、それらを通して各造船所、船主の最高技術の交流が行なわれ、その検討の結果生じた新しい問題点を今後解決して行くとともに、成果として現われた各要素を船主、造船所が巧に実船に採り入れ世界に誇る高経済船舶を建造し、海運造船界の飛躍的向上の原動力となったことなど、いろいろな点でこの試設計が大きな役割を果たし、今後もその影響は深く永く続くことと確信している。

1. 鉄鉱石専用船試設計の概要

昭和39年度に行なわれた鉄鉱石専用の試設計船は、日本—ブラジル間に就航する載貨重量約 65,000t 型、航海速度約16ノットの専用船で、乗組員定員14名で運航することを大前提とし、高張力鋼の合理的適用、マルチプルディーゼル機関の採用、油圧補機の採用、倉口蓋等艤装の合理化、近代化を設計の主要目標としたものである。

設計作業の順序としては、基本計画、構造、機関、艤装、作業分析の5部門に分かれて、各部門別の研究を中心とした第1次分担設計と、これらの成果をまとめて1隻の船とする第2次総合設計と、その経済性検討ということで、昭和39年4月から昭和40年3月までの1年間で実施された。ここでは第2次総合設計を中心としてその概要を述べることにする。

1.1 基本計画関係 (図1 一般配置図参照)

(1) 主要寸法の決定

第1次分担設計では設計作業を進める上から、基本方針に基づき一応表2のとおり決めた。なおその際、最近

表2 主要寸法

項目	作業別	第1次分担設計	第2次総合設計
長さ(垂線間)	L	223.00m	213.00m
巾(型)	B	32.00	33.00
深さ(型)	D	19.70	19.40
計画満載吃水(型)	d	13.40	13.20
方型肥瘠係数	C _b	0.810	0.800
主機軸馬力	馬力	約 16,000PS	同 在

表3 船体主要寸法と船殻重量

船型	L (m)	B (m)	D (m)	d (m)	C _b	フリーボード	船殻重量差(t)
A	223.0	32.2	19.7	13.4	0.810	カーゴ	Base
A-1	〃	〃	19.1	〃	〃	タンカー	+300
A-2	〃	〃	18.5	〃	〃	〃	+255
B	218.5	33.0	19.7	〃	0.805	カーゴ	-218
B-1	〃	〃	19.1	〃	〃	タンカー	+25
B-2	〃	〃	18.5	〃	〃	〃	-5
C	214.0	33.8	19.7	〃	0.800	カーゴ	-415
C-1	〃	〃	19.1	〃	〃	タンカー	-165
C-2	〃	〃	18.5	〃	〃	〃	-205

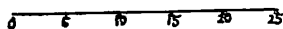
垂線間長を短くして船巾を広くとった経済船型の出現を勘案して主要寸法を変えた9船型について表3に示すように船殻重量の比較検討も行なった。その結果L/Bを小さくするほど船殻重量は軽減し、ウイングタンク長さに現行規則を適用しない場合は、Dの小さいほど重量減となる。

第2次総合設計においては、第1次分担設計の検討結果を勘案しつつ、次の基本方針によって表2のとおり主要寸法を決定した。

- (イ) 載貨重量約 65,000t、満載航海速度(常用シーマージン15%にて)約16ノット
- (ロ) 高張力鋼の合理的使用および船殻構造の合理化により船殻重量の軽減をはかる。
- (ハ) カーゴフリーボードを採用し、船首接付平甲板型、船尾船橋、船尾機関とする。
- (ニ) 船殻重量軽減および運航採算性向上の見地より、主要寸法比、肥瘠係数、主機出力を決める。
- (ホ) 計画満載吃水は、積地水深(ブラジルツパロン岬のビトリア新港)および満載状態出入港時トリムを考慮して13.2mとする。

(2) シーマージンのとり方

第1次分担設計において、前年度の油槽船試設計の際と同様の方式で、35,000~130,000DW 型24隻の過去1カ年に亘る実績を調査解析した。その結果表4のとおり35,000~52,000DW 型22隻の出渠後12カ月の平均シーマージン11.07%が得られた。(70,000DW および 130,000DW 型各1隻を加えた場合の平均シーマージンは 9.87%である)



PRINCIPAL PARTICULARS

LENGTH	O A	226'000
LENGTH	B P	213'000
BREADTH	MLD	33'000
DEPTH	MLD	19'400
DRAFT	MLD	13'200

COMPLEMENT

OFFICER	7
CREW	7
TOTAL PERSONS ON BOARD	14

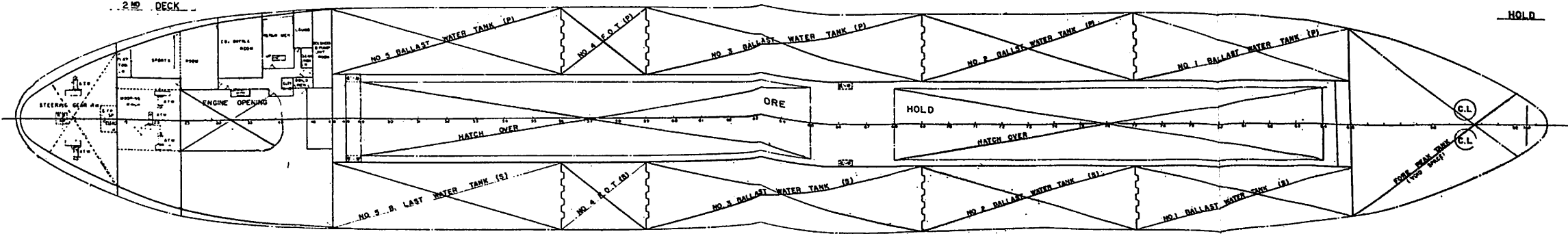
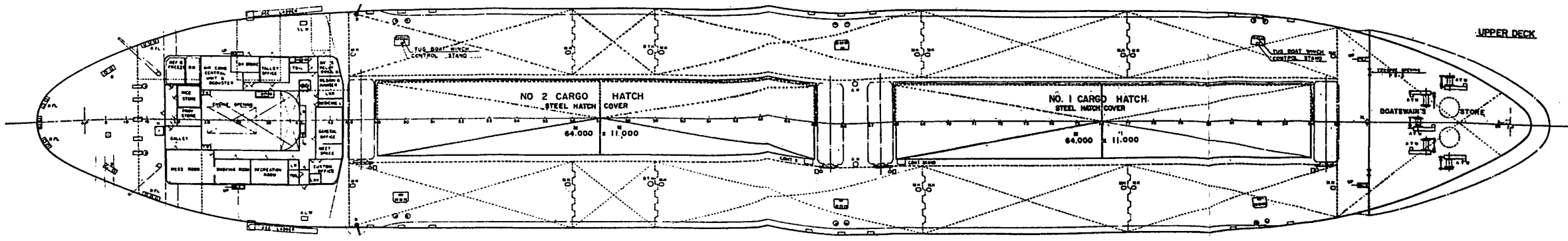
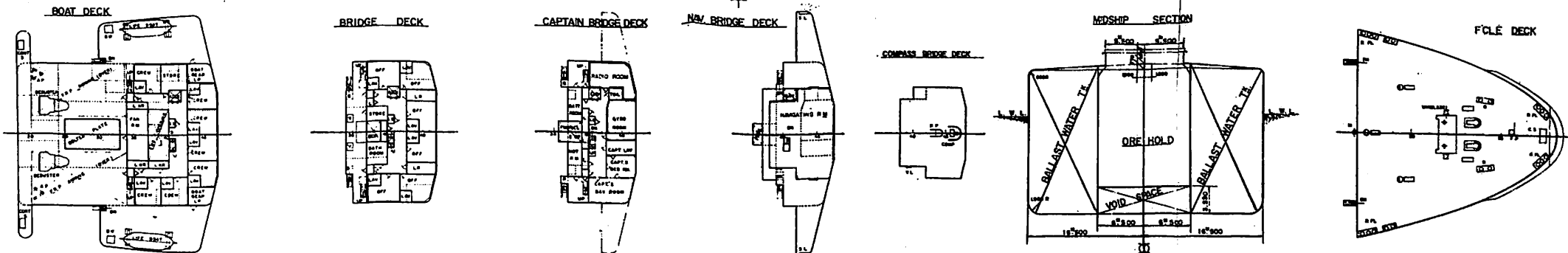
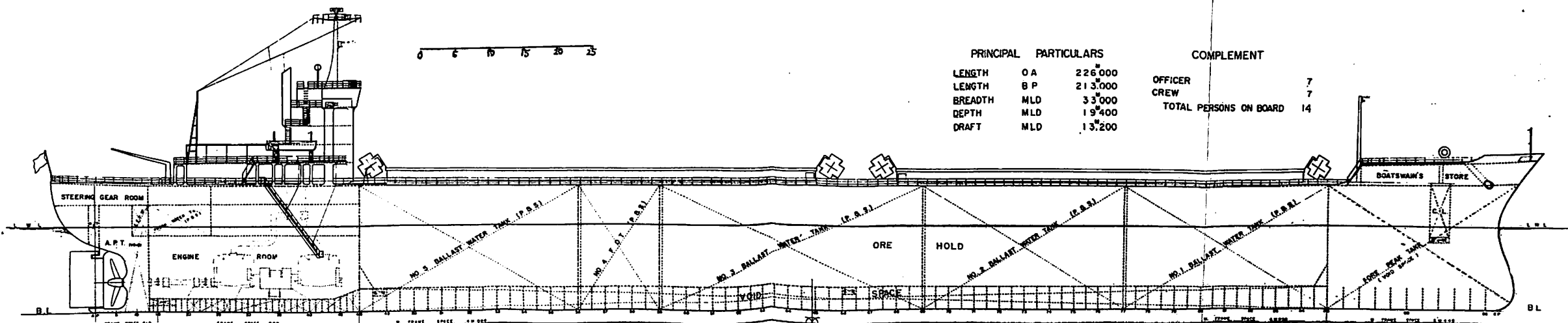
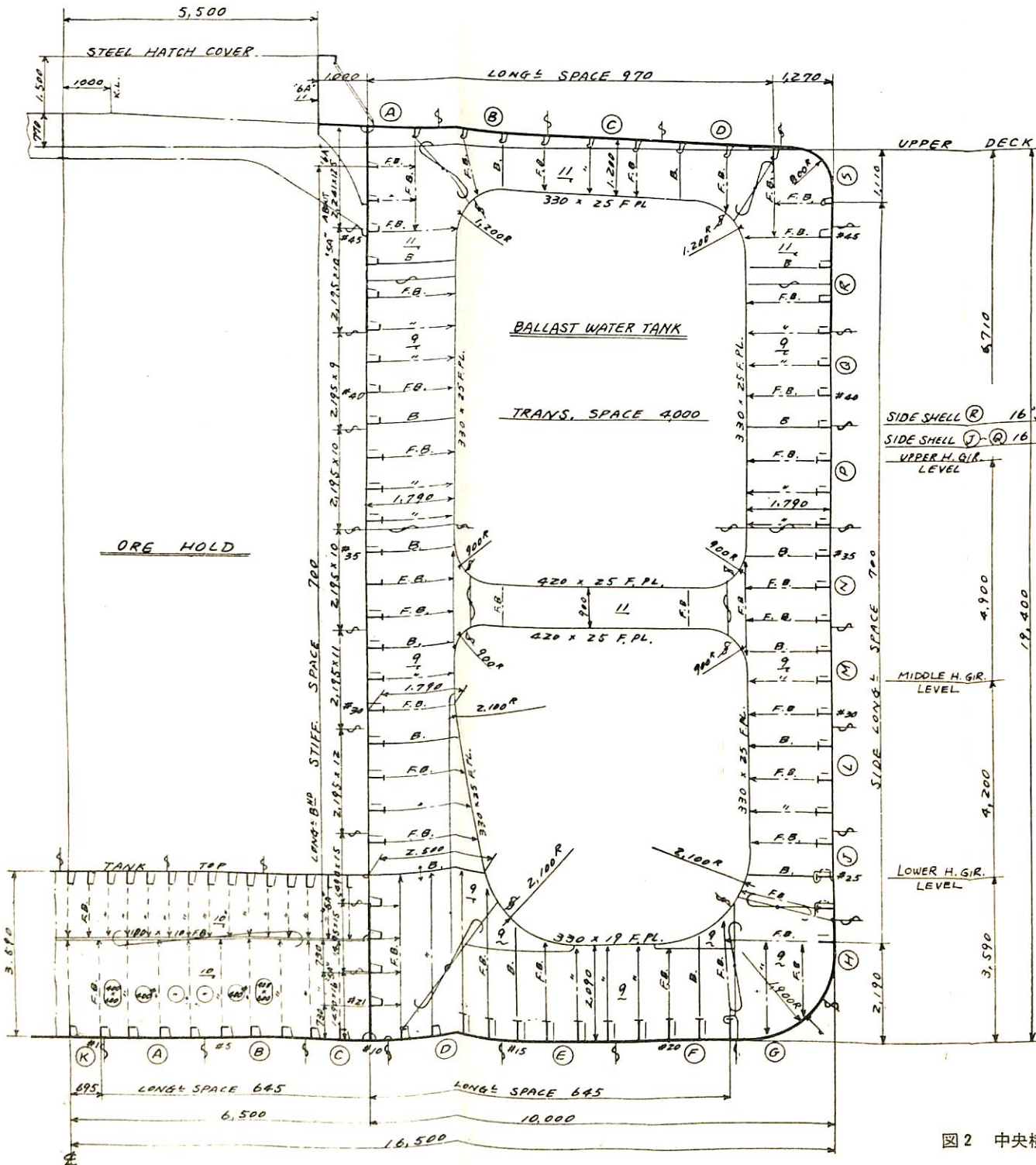


圖 1 65,000DW 型鉄石専用船一般配置圖

DECK & ROUND GANWALE PLATE	(A)~(D) 24 ⁶⁰ , (S) 24 ⁶⁶
DECK LONG±	200 x 17 ^{6A} FLAT PLATE

MANHOLE OPENINGS TO BE ELLIPTICAL FORM (WITHOUT COMPENSATION)



	LONG± B ND STIFF.		SIDE LONG±	
	WEB	F.P.L.	WEB	F.P.L.
#47	200x17 ^{6A}	—	—	—
46	200x17 ^{6A}	—	200x17 ^{6A}	—
45	200x90x ^{7/16}	—	250x90x ^{7/16}	—
44	"	—	"	—
43	200x90x ^{7/16}	—	250x90x ^{7/16}	—
42	250x90x ^{7/16}	—	250x90x ^{7/16}	—
41	"	—	"	—
40	"	—	"	—
39	250x90x ^{7/16}	—	250x90x ^{7/16}	—
38	300x8	150x11	300x8	150x11
37	"	"	"	"
36	300x8	150x11	300x8	150x11
35	300x8	150x12.7	300x8	150x12.7
34	300x8	150x12.7	300x8	150x12.7
33	300x8	150x16	300x8	150x16
32	300x8	150x16	300x8	150x16
31	300x8	150x19	300x8	150x19
30	"	"	300x8	150x19
29	300x8	150x19	300x8	150x22
28	300x8	150x22	300x9	150x22
27	300x8	150x22	350x8	150x19
26	350x9	150x19	"	"
25	—	—	350x9	150x19
24	250x90x ^{7/16}	—	350x9	150x22
23	"	—	420x9 ^{5A}	150x22
22	"	—	—	—
#21	250x90x ^{7/16}	—	—	—

PRINCIPAL DIMENSIONS

LENGTH (O.P.)	23.00
BREADTH (MLD)	33.00
DEPTH (MLD)	19.40
DRAFT (MLD DESIGNED)	13.20

NOTES:-

1. MATERIALS

MARKS AS FOLLOW

	MILD STEEL	HIGH TENSILE STEEL	
	41 ^{7/16} MM ² (6B)	50 ^{7/16} MM ² (6A)	60 ^{7/16} MM ² (6B)
GRADE A	NO MARK	"5A"	"6A"
" B	—	—	—
" D	—	"5D"	"6D"
GRADE E	—	"5E"	"6E"

2. THE CORROSION CONTROL SYSTEM INSTALLED IN WING BALLAST WATER TANKS.

KEEL PLATE	(K) 1,495 x 19 ^{5D}
BOTTOM & BILGE PLATE	(A)~(H) 16 ^{5A} (C) & (G) 16 ^{5D}
BOTTOM LONG±	E #1~#12 250x90x ^{7/16} 5A #13~#20 WEB 420x9 ^{5A} F.P.L. 150x22 ^{5A}

INTER MEDIATE FLOOR

FLOOR SPACE 2,000

TANK TOP PL. 17

TANK TOP LONG± 250x90x^{7/16}

FLOOR STIFF. 120 x 10 F.P.L.

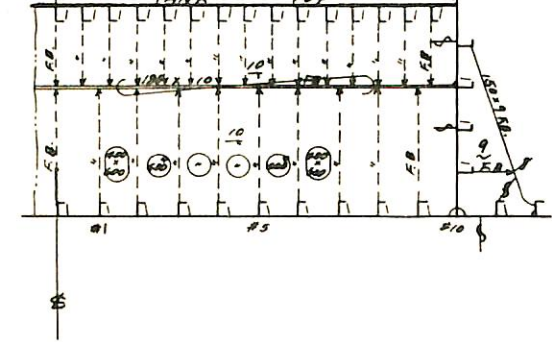


图 2 中央横截面图

表4 調査船平均シーマージン(%)

船型	出渠後月数	0~3カ月	3~6カ月	0~6カ月	6~9カ月	0~9カ月	9~12カ月	0~12カ月
35,000 t 型 (4 隻)		5.8	9.6	7.7	19.0	11.46	18.5	13.23
40,000 t 型 (4 隻)		8.4	9.0	8.7	7.5	8.3	18.5	10.85
48,000 t 型 (8 隻)		9.0	8.7	8.85	13.7	10.47	16.3	11.92
52,000 t 型 (6 隻)		5.2	5.2	5.2	11.3	7.23	11.3	8.25
以上22隻の平均		7.1	8.13	7.62	12.88	9.37	16.16	11.07
70,000 t 型 (1 隻)		10.0	10.7	10.35	—	—	—	—
130,000 t 型 (1 隻)		4.8	5.2	5.0	1.2	3.72	4.0	3.8
以上24隻の平均		7.2	8.07	7.64	10.54	8.59	13.72	9.87

(注) 出渠後通算シーマージンは、各3カ月平均シーマージンの和の平均をとる。

船のシーマージンをこの 11.07%の数値と前年度油槽船の調査結果求められた平均17.4%、および調査方法等を考慮して、試設計船のシーマージンとしては一応15%を採用することが適当であると考えた。

ただ今回の調査結果から見ても、大型船ほどシーマージンを少なくし得るような傾向がうかがわれる。

(3) 機関室位置

第1次分担設計においては、マルチプル・ギヤード・ディーゼル推進方式とマルチプル・ディーゼル電気推進方式の2案について検討し、第2次総合設計では、前者を採用することとしたが、船体中央部に機関室を設けた場合は、長大な軸路室が必要となり、船殻重量および軸系重量の増加構造の複雑化、荷役作業の不便等から不利であり、船尾機関室配置とした。

(4) 鉱石倉および諸タンク容積

本試設計船の積荷は、見掛比容積12立方呎/英噸程度の南米イタビラ鉄鉱(鉄分68~69%の高品位)に限定されるので、在来船より載貨係数を小さくとり、鉱石搭載重量約 63,400t に対し、載貨係数約 195 立方呎/英噸とした。

バラスト航海時バラスト量は載貨重量の45%以上とすることを目標とし、一方荷役時バラスト量は載貨重量の約47%を必要とするが、これはウイングタンクのみで確保できるので、鉱石倉下二重底および船首尾槽はボイドスペースとした。

燃料油および清水は、日本の揚荷港において往復航海分を積込むものとしてタンク容積を決めた。

(5) バラストポンプ力量

バラスト量は、ローダ・アンローダ高さとの関係から倉蓋形式によりこととなり、またローダ・アンローダ能力によりバラストポンプ力量が左右される。倉口蓋については、巻取り型とサイドローリング型の2形式について

比較検討したが、前者を採用した方がバラストポンプ力量が小さくて済み、価格の面からも有利と考えられた。ポンプ容量は 1,500m³/h × 2 台と決定した。

(6) トリム計算

本船のトリム状態は表5のとおりである。

表5 トリム状態集計表

項目	状態	満載		揚荷役完了時	バラスト航海時	積荷役開始前
		出航時	入港時			
燃料	{ C重油 t	2,200	150	4,150	4,150	2,200
	{ A重油 t	45	30	65	58	50
清水	搭載量 t	200	50	350	350	200
鉱石	ク t	63,417	63,417	—	—	—
バラスト	ク t	—	—	31,000	31,000	31,000
排水	量 t	76,382	74,165	46,087	46,087	43,970
吃水	前部 m	12.50	12.56	8.20	6.38	7.87
	後部 m	13.89	13.10	8.20	10.14	7.90
	平均 m	13.20	12.83	8.20	8.26	7.89
トリム(アフト)	m	13.90	0.54	0.01	3.76	0.03
プロペラ浸水率		179%	168%	—	127%	—
横揺周期	sec	約10.6	約10.75	—	約12.1	—

1.2 船殻構造関係図 (図2中央横断面図参照)

(1) 設計方針

(イ) 船体の許容断面係数は、航路、船令の面からは現在のところ、NK規則(昭和39年度版)より切り下げの可能性はあまり期待できないので、同規則に準拠した。

(ロ) 高張力鋼の採用については、第1次分担設計における材料仕様、鋼種の適用基準および使用範囲に関する検討結果を適用し、上甲板部には60キロ H. T. を、船底部には50キロ H. T. を使用した。

(ハ) バラストタンク内の防食は上甲板下面およびその下方 0.15D 間の縦通隔壁、横置隔壁、内部材等にはタールエポキシ塗料による塗装を行ない、またタンク内には Al 陽極による防食法を行なうこととし、腐食予備厚を減ずることとし、場所別にその量を定めて設計を行ない使用鋼材量の減少をはかった。

(イ) ウイングタンク内の構造方式としては、堅桁を主桁とするいわゆるパチカルメイン方式とし支材は各トランス・バース・リングに1本設ける構造とした。またタンク内には制水隔壁は設けないこととし、水密隔壁には波型を採用し、タンクの長さは最大40mとした。

(ロ) 鉱石倉二重底では、肋板心巨を細かくし、中心線桁板を廃止した。

(ハ) 倉口間の甲板では、レイズドデッキの採用も考えられるが、その端部における応力集中や過去の損傷例等を考慮して、これを採用せず、上甲板と同一レベルに設けることとした。またその数について、第1次分担設計では船体の縦曲げおよび横荷重による倉口の開閉量を許容変形以下におさえるためには、少なくとも2カ所設ける必要があるとの結論であったが、第2次総合設計で再検討を加え、1カ所とし、強力な横強度をもたせる構造とした。それは1カ所とすれば倉口の開閉量が6mm程度になることが予想されるが、倉口蓋の方で対策が立てられるという考え方である。

(ニ) 塑性設計を船殻構造に適用するためには、さらに塑性挫屈に対するステフナの効果、板の塑性域での有効巾の評価、深い梁および梁の結合部の強度と回転容量、船体の剛性の制限に対する考慮、塑性関節の位置の決定、ウェブにステフナのない型鋼による構造の検討、梁の局部挫屈後の挙動、組み合わせ応力に対する許容応力の検討等多くの問題点を解明する必要があるので採用に至らなかった。

(2) 船体の断面係数 (Z)

一般に許容断面係数は、NK規則の Z_3 (疲労強度) できまると有利である。本試設計船において、NSの場合のZは次のようになった。

$$Z_1 \text{ (破壊強度 ホグ)} = 13.68 \times 10^6 \text{ cm}^3$$

$$Z_2 \text{ (ク サグ)} = 23.10 \times 10^6 \text{ cm}^3$$

$$Z_3 \text{ (疲労強度)} = 22.55 \times 10^6 \text{ cm}^3$$

これに対して、上甲板部には60キロH.T、船底部には50キロH.Tを使用しているので、 Z_1 および Z_2 に対しては降伏点ベース、 Z_3 に対しては抗張力ベースとして上記の値を修正すると次のようになる。

$$Z_{D1} = \frac{23}{46} \times Z_1$$

$$= 6.84 \times 10^6 \text{ cm}^3$$

$$Z_{D2} = \frac{23}{46} \times Z_2$$

$$= 11.55 \times 10^6 \text{ cm}^3$$

$$Z_{D3} = \frac{41}{60} \times Z_3$$

$$= 15.40 \times 10^6 \text{ cm}^3$$

$$Z_{B1} = 1.03 \times \frac{23}{30} \times Z_1$$

$$= 10.80 \times 10^6 \text{ cm}^3$$

$$Z_{B2} = 1.03 \times \frac{23}{30} \times Z_2$$

$$= 18.24 \times 10^6 \text{ cm}^3$$

$$Z_{B3} = 1.03 \times \frac{41}{50} \times Z_3$$

$$= 19.05 \times 10^6 \text{ cm}^3$$

(添字Dは甲板側、Bは船底側を示す)

所要値としては、各グループの大きいものを採用し、 Z_3 で決まることとなり、次の数値となった。

$$Z_D = 15.40 \times 10^6 \text{ cm}^3 \text{ (60キロ H.T.)}$$

$$Z_B = 19.05 \times 10^6 \text{ cm}^3 \text{ (50キロ H.T.)}$$

(3) 船殻重量の軽減

本試設計船の船殻重量を検討することは極めて重要であり、後述する経済性検討の際に設定した比較対象船と比較した。この船の寸法は

$$L \times B \times D \times d = 219.00\text{m} \times 32.20\text{m} \times 19.45\text{m} \times 23.20\text{m}$$

$$C_b = 0.817$$

で、載貨重量、船速を同一とし、従来の普通の設計がなされているものと想定した。この船にNK規則(昭和39年度版)を適用するものとし、最近の同程度の船の資料をもとにして、船殻重量を推定すると約9,490tとなった。

これと比較し本試設計船の船殻重量の軽減は下記のとおりとなった。

(イ) 主要寸法の差によるもの(両者MSとして) 400t

(ロ) 高張力鋼使用によるもの 500t

(ハ) 船側外板の板厚減少によるもの 50t

(ニ) 船側バラストタンク内の制水隔壁の省略および横置隔壁に堅波型を使用したことによるもの 50t

(ホ) 防食法を採用して腐食予備厚を減らしたことによるもの 240t

(ヘ) 鉱石倉二重底の合理化によるもの 30t

(ト) 鉱石倉内隔壁1枚減少によるもの 50t

(チ) 船首尾倉の制水隔壁を省略したことによるもの 30t

(リ) 上部構造物の減少 40t

合計 1,390t

即ち、試設計船の船殻重量は、比較対象船に比し1,390t軽くなり、8,100tとなる。このうち(イ)を除いた合計990tは構造および配置の合理化による直接効果であり、(イ)の400tは経済船型採用による効果である。

1.3 船体機装関係

船体機装は乗組員定員14名の全補機油圧化鉄鉱石専用船として、係船装置、大型倉口蓋装置、バラストおよびビルジ管装置、居住装置の4項目を主体に第2次総合設計を行なった。

(1) 係船装置

第1次分担設計では本船の係船装置を極力合理化する本船係船設備方式と、係船作業の大部分を陸側に移管する陸上係船設備方式の2方式について検討したが、第2次総合設計では、後者は将来の姿を示唆する一案であるが、現在では時期尚早ということと、前者の方が一般性があるということにより、本船係船設備方式を採用した。

第1次分担設計では、基本条件として頻度の高い風速10m/sまでを常用の装置とし、10~15m/sでは増取り、それ以上は港外待避として考え、その結果、15t ウィン

チ6台で常用係船索は10本(化繊索65φ, 鋼索38φ)増取り索は6~12本であった。それに対し、実際問題として増取りに手間がかかるということ、化繊索は最近100φ程度まで製造可能になってきているので、大径の化繊索を使用して索本数の減少をはかり、増取りを止める方式を第2次総合設計で検討した。その結果 35/20/9~0t×10/18/40m/min のオートテンションウインチ10台、100φナイロン索10本となり、係船機の最大負荷は増えたが、増取りを止めることを達成した。また、係船機は機関室の主機駆動油圧ポンプにより駆動する高圧油圧ウインチで、すべて露甲板下に格納し、シフターと索繰出装置を備え、船首尾のコントロールスタンドによりグループ制御することにした。係船索は現行法規にかかわらず、係船に必要な長さ止め、第1索は120m、その他は90mのショートレンクスとした。接岸時には曳船を使用することとし、曳船との索取り作業を軽減するため、曳船専用ウインチを上甲板上に各舷3台設けた。また、係船附属装置としては、圧縮空気式ポータブル・ヒービング・ライン・シュートガン2台を設け、舷梯は電動自動格納式とし、舷門附近には工業用テレビを設け、パイロットラダーは移動式電動巻取り型とした。なお大錨の予備は廃止した。

(2) 倉口蓋装置

本船は舷石倉が1区画であり、荷役設備はすべて陸側施設のため、それに適した大型ハッチカバーとし、荷役の合理化をはかると共に、定員14名で極めて少ないため、その開閉締付操作の自動化をはかり、さらに防塵対策についても検討した。

第2次総合設計において、最終的には巻取り式とサイドローリング式倉口蓋の2形式について比較検討し、巻取り式の方が、カバー重量が軽く、一方駆動トルクは大きくコーミング高さは高いけれども、総合すると巻取り式の方が割安になった。また、この両者は開閉の機構上陸上荷役機械との関係を考えると、本試設計船ではサイドローリング式の方が荷役時の吃水を深くとる必要があり、したがって、バラストポンプの容量も大きくなり、サイドローリング式は不利である。

ハッチサイズは長さ64m、巾11mのロングハッチ2個とし、ハッチカバーは長さ32mの2枚開きとし、ハッチの前後に巻取ることとした。

ハッチカバーの開閉および締付は油圧式とし、各ハッチ毎に、コーミングに設けた油圧コントローラにより操作することにした。

防塵対策としては、カバー格納状態で荷役作業中最もたまり易いカバー上部のヒンジ部に、防塵用のプロテクターを取付けた。また、ハッチコーミング上面の除塵対策としては、カバー先端に防塵用フラップおよびブラシを取付ける外ハッチサイドの要所にはコンプレッド・エ

ヤ・ノズルを設けた。

(3) バラストおよびビルジ管装置

バラストポンプ容量は、陸側荷役設備の能力、荷役およびバラスト時間、所要吃水、バラスト量等から1,500m³/h×2台とし、揚程は25mとした。

弁および管系統は合理化をはかり、弁はバタフライ弁、バラストラインはシングルメインとしてストリップは兼用、ビルジラインはシングルメインで洗浄管付とした。

液面および吃水の遠隔指示は可聴音波式とし、デジタルおよびアナログ標示とした。

バラスト排出は水位約700mmまではバラストポンプで700~100mmまでは消防雑用ポンプおよび消防ビルジバラストポンプで、それ以下はエダクタで行なうことにした。弁の操作はすべて遠隔操作とし、バラストポンプの自動停止は高低水位で作動するものとし、可聴音波式液面計により高低水位を検出し、警報を鳴らすとともにバラストポンプを停止させる。

ビルジはフロート式液面計により高低水位を検出し、消防雑用ポンプ、消防ビルジバラストポンプおよび弁を自動的に作動させ、エダクターにより自動排出するようにした。

遠隔制御盤は、定員14名であるのでその配員の都合上、操船室内に設けた。

(4) 居住装置

居住区の層数は、上甲板上5層とし、甲板間高さは艀装工作の容易をはかるため2.8mとした。これにより操船室からの見透し角度は約2.5°となった。

5層目航海船橋は操船室、4層目船橋は船長室、ジャイロルーム、無線室等、3層目は船舶士個室、2層目は船舶員個室、上甲板は主として公室区画で、後部から右舷前部にかけて食糧庫、賄室、食堂、喫煙室、娯楽室を設け、前部には税関事務室、総合事務室、左舷には空気調和機室、倉庫、荷役事務室等を設けた。第2甲板には左舷に電磁弁およびポンプユニット室、洗濯室、修理作業員室、炭酸ガスポットルルーム、スポーツルーム等を設けた。

操船室から居住区を通り、機関室に至るエレベータを左舷側に設けた。

操船室は本船の運航、機関室の監視と制御、バラスト制御などを通常航海時2名の当直員のみですべて集中的に行なうため、人間工学を適用して合理的な配置とした。

賄室は2名の司厨員が能率よく作業できるよう近代的な厨設備とし、食堂は食生活を合理化する一方、うるおいを持たせるようセルフサービスのみでなくカウンター方式による会食も行なえるよう配慮した。

1.4 機関部設計

(1) 設計方針

第2次総合設計においては、次の点に重点をおいて行なった。

(イ) 乗組員定員14名（機関担当4名）で運航し得るような装置とする。

(ロ) マルティプル・ギヤード・ディーゼル推進方式を採用し、補機を油圧駆動とする。

(ハ) 低質重油使用可能な装置とする。

(ニ) 船価の低減と運航費の節減に有効な仕様の合理化と簡素化をはかる。

(2) 主要々目

主機械…単動中速無気噴油トランクピストンV形自己逆転排気ターボ過給機，空気冷却器付ディーゼル機関 4基

制動出力（常用出力＝連続最大出力）；

4,270PS×約500rpm

直結付属ポンプ；清水冷却水ポンプ，潤滑油ポンプ，燃料プースタポンプ

使用燃料； 低質重油

軸数および軸出力……1軸， 16,000PS×90rpm

排ガス利用蒸気発生装置…

最大蒸発量 6,000kg/h 1基

蒸気条件 8 kg/cm²G飽和

発電機………325kVA 1基，蒸気タービン駆動

300kVA 2基，ラジエータ付高速ディーゼル機関駆動

動力用油圧ポンプ……745l/m×150kg/cm²G 6基

主機駆動アキシャルピルトン容量可変形

(3) マルティプル・ギヤード・ディーゼル推進方式

本試設計船は航行の安全と機関室無人化が，比較的容易に行なえるとの考えから，マルティプル・ギヤード・ディーゼル推進方式を採用することとし，その主機嵌脱装置の形式は流体継手とした。第1次分担設計においては，マルティプル・ディーゼル電気推進方式として，交流同期電動機，交流誘導電動機，直流電動機の3方式について，台数，回転数などの組合せによるいくつかの方法を能率，重量，価格などから検討した。しかし，その最良の方式であっても，マルティプル・ギヤード・ディーゼル推進方式に比べて，経済性では，価格，重量，燃料消費のいずれも増加して，本試設計船には不利であることがわかった。

(4) 補機の油圧駆動

主機械として中速ディーゼル機械を採用したので，主機直結の発電機，油圧ポンプが考えられる。しかし主機械の回転数の制肘を受けず，その上コストの低廉な油圧駆動装置を採用することとした。ここで問題になるのは，荷役中約500PSの油圧ポンプを約4,000PSの主機でA重油を使用し，定格回転することにより，主機の信頼性，耐久性に与える影響である。これはテストを試みる必要があり，場合によっては副燃料ノズルの採用も考慮しなければならない。

油圧ポンプは高圧のアキシャルピストン容量可変形と

表6

項 目	許 容 値
粘 度 CST 100°F	<250SEC
比 重 15/4°C	<0.985
硫 黄 (重量比) %	<3.0
水 分	<0.5
残留炭素	<10
灰 分	<0.1

し，油圧回路はパラレル回路を採用した。

油圧駆動機としては，海水冷却ポンプ，流体継手および減速装置用給油ポンプ，排ガス利用蒸気発生装置用給水ポンプ，同循環ポンプ，消防雑用ポンプ，消防ビルジバラストポンプ，バラストポンプ，揚錨機，係船機，曳船用ウインチ，倉口蓋開閉装置で，所要電力が在来船に比べて半減し，発電機容量を小さくすることができた。

(5) 低質重油の使用

中速ディーゼル機械を，低質重油を使用して，1年間無開放という前提条件で，その低質重油の許容性状を表6のように推定した。

燃料油清浄は連続二段遠心清浄方式を，潤滑油清浄は化学洗浄方式と遠心清浄方式とを併用し，連続清浄とした。

(6) 機関部の自動化

乗組員定員14名（機関担当4名）で運航可能とするため機関室を無人化し，機関担当者は昼間それぞれの担当機器の保全に専念し，従来のような当直監視作業を行なわないこととした。従って機関部の操縦監視は航海担当者が行なうため，高度の自動化，集中監視化を行なった。

操船室内には操船盤，機関部監視盤，機関部操作盤液面計盤，データ処理装置，プログラム制御監視盤，テレビ受像機等の諸装置を設けた。

主機械の発停，増減速，前後進切換の操作は，操船盤で操船者が行なうものとし，操船盤には機関関係として単機操縦ダイヤル，総合操縦ダイヤル，主軸回転計，主機回転計，主機応急出力低減表示灯および警報，非常停止表示灯および警報操縦切換灯（機側操縦との切換灯）を設けた

(7) 機関部の合理化

機関部の合理化としては，プラント出力マージンの除去，固定ピッチプロペラの採用，発電機ディーゼルの小型高速化，発電機タービンの簡素化，油焚きボイラおよび造水装置の廃止等を行なった。また蒸気系統は圧力8 kg/cm²Gの1種類とし，各種補機を系統毎に集約化して，配管重量および艤装工数の節減をはかった。

1.5 作業分析関係

(1) 乗組員職能

本試設計船においてはその基本構想として次のとおり仮定した。

表7

名 称	担 当	名 称	担 当	名 称	担 当
船 長	全般	船 舶 士	整備 (機関)	船 舶 員	整備 (機関)
船舶士	当直 (甲板)	〃	無線	〃	〃
	〃	船 舶 員	当直 (甲板)	〃	司 厨
	〃	〃	〃	〃	〃
	〃	〃	〃	計	14名
	整備 (機関)	〃	〃		

(イ) 理想的な船舶士、船舶員を前提とすることは、現時点では時期尚早である。

(ロ) 従って、過渡的処置として前年度油槽船試設計と同様船舶士、船舶員ともその専門別に分けて考えてもよいようにする。

(ハ) ただし、将来理想的な船舶士、船舶員への傾向に留意し、特に船舶員についてはできるだけ専門化をさせられるようにする。

(2) 乗組員構成

乗組員定員14名の配置を表7のとおり決めた。

(3) 人員配置

(イ) 通常航海時……通常航海時の主作業は航海当直、無線部当直保守、整備、司厨関係作業と考えられる。船長、無線担当船舶士1名、司厨担当船舶員2名は別として、船舶士5名と船舶員5名をもって航海当直および整備作業を担当することになる。この中航海当直はその性質上1直最低2名は必要であると考えられる。乗組員が極めて少ないので機関部担当は従来のように当直制配置とするよりむしろ整備要員とした方がより合理的であると考えた。また1直3時間4直制についても検討したが従来どおり1直4時間3直制とした。

(ロ) 狭水道通過時……狭水道通過時は見張りの強化および緊急時に備えて機関の監視を嚴重にする必要があり、通常航海時の当直員の外に、船長（船橋において全般指揮）整備担当船舶士（船橋において機器監視）船舶員（船首において見張りおよび錨鎖準備）の3名を加えた配置とした。幸い本船の予定航路では狭水道の通過の機会が少なく、また非常に狭い箇所はごく一部のみで且つ短時間で通過できるので上記の配置でよいと考えた。

(ハ) 出入港時……前年度油槽船試設計と同様、第1索係留時、パイロット乗船まで、曳船接続時、出港時の4段階に分けて検討したが紙数の関係で省略する。

(ニ) 停泊荷役時……本試設計船では単に荷役のみでなく特に内地帰着時には各機器の整備、船用品、燃料油、食糧等の補給作業が陸上よりの支援をうけて行なわれる。従って停泊中の人員配置についても、整備補給作業を考慮に入れてできる限り当直要員を少なくする必要があると考えられるので、当直要員としては荷役当直をも併わ

せて1直につき船舶士1名、船舶員1名の計2名、総計6名を配置し他の船舶士・員は上記整備補給作業を担当させることとした。

2. 経済性検討の概要

本試設計船の船舶経費、運航経費等の経済性を検討するため、試設計船と同一載貨重量、同一航海速力を有する在来船型を想定し、これと比較する方法をとった。

(1) 比較対象船の仕様

この比較対象船の要目および仕様は次の方針によって決定したものである。

(イ) 就航航路、載貨重量、満載航海速力、船型、船橋および機関室位置ならびに計画満載吃水は試設計船に合致させる。

(ロ) 高張力鋼は使用しない。

(ハ) 主要な法比、肥瘠係数は在来船並とする。

(ニ) 主機関は大型低速過給機付ディーゼル機関1基とし常用出力は連続最大出力の85%とする。

(ホ) 鉱石倉は2倉とする。

(ヘ) 乗組員定員は33名とする。

(ト) 適用する船級規則はNK規則年1964年版とする。

(チ) 主要寸法は下記の表8のとおりである。

表8

項 目	試 設 計 船	比 較 対 象 船
長 さ (垂線間) m	213.00	219.00
巾 (型) m	33.00	32.20
深 さ (型) m	19.40	19.45
計画満載吃水 (型) m	13.20	13.20
肥 瘠 係 数	0.800	0.817

(2) 船価および軽貨重量の比較

本試設計船と対象船との船価および軽貨重量の比較を表9および表10に示す。

表9

項 目	船 価 の 差 (試設計船—対象船)
船 殻 重 量 の 軽 減 マルチプル・ディーゼル、油圧 補機の採用	⊖ 107,000千円 ⊕ 38,000
自 動 化	⊕ 169,200
その他の合理化および簡素化	⊖ 26,700
合 計	⊕ 73,500

表10

区 分	試設計船 (B)	対 象 船 (A)	差 (B)-(A)
船 殻 構 造 重 量 t	8,100	9,490	⊖ 1,390
船 体 艤 装 重 量 t	1,200	1,300	⊖ 100
機 関 部 重 量 t	990	1,460	⊖ 470
軽 荷 重 量 t	10,290	12,250	⊖ 1,960

すなわち、本試設計船は対象船より船価において約70,000千円高くなり、軽荷重量においては1,960t 軽くなる。

(3) 経済性比較

経済性を比較するに当っては、試設計の基本構想に基づく4項目、すなわち、船殻重量の軽減、マルチプル・ギヤード・ディーゼル機関と油圧補機の採用、自動化、その他の合理化および簡素化を中心としてその採算性を検討した。

採算比較は、最近の計画造船建造で行なわれている日本開発銀行の受付基準(第20次船)によることとした。したがって、投下された資本が完成後10年間に完全に回収されることとして、その場合の投資効果を比較する方法をとった。その総合結果は表11のとおりである。

表11

項 目	船費増⊕ (千円)	船費減⊖ (千円)
船殻重量の軽減 マルチプル・ギヤード・ディーゼル、油圧補機採用 自動化(船員費節減額 285,950千円を含む) その他の合理化および簡素化	62,700	176,550 6,770 44,055
船費差額(千円)	⊖	164,675

すなわち、試設計船は対象船に比べ10年間に船費において約165,000千円の節約が見込まれる。

運賃収入、運航経費が同一であるから試設計船の方が経済性において優れているといえることができる。

3. 鉄鉱石専用船試設計結果と今後の問題点

本試設計の4基本項目について今後の問題点を述べる。

(1) 船殻重量の軽減

本試設計船では船殻重量の軽減により10年間に約177,000千円の船費節減をすることができたが、これらの中には主要寸法差による軽減のように、船殻構造のみでなく船型あるいは機関部、甲板積装の軽量化の総合結果として得られたもの、また高張力鋼の使用のように今直ちに実船にできるものもあるが、防食法採用による予備厚減のように規則の改正をまたねばならないものもある。

しかしながら、これらの重量軽減が将来の修繕費、あるいは運航費に及ぼす結果をもたらすか、つまり軽量化の限界と本船の経済性のバランスをいかにすることが最も有効であるか今後検討を要する問題である。特に防食法の研究と鋼材の腐食性および船舶の耐用年数との関連は、船舶の経済性にとってきわめて重要な問題であり充分の検討が望まれる。

(2) マルティプル・ギヤード・ディーゼル機関と油圧補機の採用

マルチプル・ギヤード・ディーゼル機関については、低速ディーゼル機関に比べ価格は約50,000千円高いことになっているが、これは現在開発途上にあるため価格は勿論、維持費修繕費等についても未詳の点があるので、本結果だけからはその経済性の優劣は断定できない。しかしながら、本機関については重量の軽いこと、占有すべき容積が小さいこと、高さが低いこと、多基式であるため特に機関室無人化の容易なこと、船として安全度が高くなること、補機原動力として利用し易いこと等の利得が考えられるので、本鉄鉱石専用船のみならず広範囲の船舶に適用性があることを考えると、その将来は充分注目すべきである。従って今後、低質重油の使用、耐久性、製造価格、維持費、修繕費等について実績による立証の要がある。

また油圧補機についてもその取扱いが容易なこと、維持費修繕費が少ないこと、また価格的にも期待しうることが予想されるので、速かに船用補機としての総合的検討がまたれる。

(3) 自動化(表12「自動化設備価格概算表」参照)

本試設計船の最大の特徴である乗組員14名を前提とした自動化による経済的効果は10年間に船費節減が約7,000千円となったが、定員14名とすることは法規上、習慣上および機器の信頼性、陸上移管業務の内容、採算性に及ぼす影響等多くの問題がある。機器の信頼性と陸上移管の問題については本船乗組員14名中特に機関部4名として、昼間整備のみを行ない、当直を廃止した点に関連してさらに検討が必要である。因みに最近わが国で建造され昨年4月2日就航したデンマーク船55,750DWタンカー「セルマ・ダンク」は、低速ディーゼル機関を主機とし、最近わが国で建造される船と同程度の遠隔監視、遠隔操縦、自動装置を装備しているのみであるが、機関部10名による昼間整備作業を行ない、機関室当直を廃止し今日まで無事運航を続けている現状からみて、将来、機関室夜間無当直制が大いに研究されるべき問題である。しかし本試設計船のように4名の整備能力でいいか否かはここに断定することはできない。

本試設計船の目的を実現するためには、多くの諸問題を権威ある方法で行ない、関係各方面の納得のゆく実績を積み重ねてゆくことが、最も有効な方法と考える。

(4) その他の合理化および簡素化

その他の合理化、簡素化によって得られた経済的効果は約44,000千円に達した。これらのうち機関部補助機械の整理簡素化については、将来の船舶としては是非とも実施すべきことであり、速かに実船における調査を基として検討する必要がある。また機器等のパッケージ化についても、建造工程上および乗組員作業上からも有効な方法であり、今後の検討を期待したい。

表12 自動化設備価格概算表

作業分析部会において自動化設備として試設計船に設置することを要求または要望された諸設備のうち、未開発のため価格不明なものを除く諸設備についてその設備価格を次表に示した。(採否欄は試設計船での採否を示す)

区分	番号	設備内容	採否	概算価格(千円)	区分	番号	設備内容	採否	概算価格(千円)
甲	1	ミリ波レーダ	○	5,200	機	35	主機遠隔操縦装置(プログラム方式によるワンタッチ・コントロール)	○	10,500
	2	衝突予防レーダ	×	—		36	主機異状警報および非常停止装置(L.O.C.W チャージャ L.O 圧力低下, 排気温度上昇)	○	600
	3	ノフトビジョン	×	—		37	主機クランクケース, オイルミスト増加警報および出力低減装置	○	1,150
	4	VHF無線電話	○	1,000		38	主機エアトランク着火警報および出力低減装置	○	600
	5	機器非常警報装置(詳細機関関係参照)	△	—		39	主機 L.O. F.V. C.W. 等圧力温度自動制御装置	○	2,800
	6	重要機器異状警報装置	△	—		40	主機シリンダオイル自動補油装置	○	1,700
	7	重要機器応急自動切替装置	△	—		41	主機各部温度圧力計測デジタルロガ	○	10,000
	8	遠隔吃水計	○	6,500		42	発電機遠隔操縦装置	○	1,700
	9	各タンク積高指示計	○	5,000		43	自動切替負荷自動分担装置	○	3,500
	10	ビルジ遠隔指示および自動排水装置	○	—		44	温度圧力自動制御装置	○	1,100
	11	気象観測デジタルロガ(温度, 風向, 風速, 気圧, 海象)	×	—		45	動弁加圧注油装置	○	1,200
	12	重要機器運転記録デジタルロガ(詳細機関関係参照)	△	—		46	運転記録デジタルロガ	○	(41)に含む
	13	船位速力等記録デジタルロガ	×	—		47	ディーゼルターボ両発電機の自動切替装置	○	1,700
	14	係船機械集中制御装置(船首, 船尾)	○	14,700		48	排ガス利用蒸気発生装置, 余剰蒸気自動処理装置	○	600
板	15	オートテンション機構を有するホーサリールまたはホーサ用オートテンションウインチ	○	(17)に含む	49	自動制御装置	○	350	
	16	大径索または超強力索の開発	○	0	50	燃料油, タンク液面自動制御(サービスタンクコンスタントセットリングタンク自動補給)	○	350	
	17	大径索用ホーサリールまたはオートテンションウインチ	○	47,800	51	移送ポンプ遠隔操縦	○	400	
	18	ホーサの自動くりだし装置	○	10,000	52	自動清浄装置一式	○	8,000	
	19	絞揚揚卸装置の動力化	○	400	53	A-C 重油切替自動装置	○	900	
	20	パイロットラダーの動力化	○	600	54	自動清浄型ストレーナ	○	1,400	
	21	ヒービングライン シュートガン(より高性能のもの)	○	300	55	L.O. 系統移送ポンプ遠隔操縦装置	○	1,150	
	22	バラスト系統漲排水のプログラムによる自動化(ポンプ, ストリッピングポンプ, バルブ開閉, 測深を含む)	×	—	56	自動清浄装置一式	○	8,000	
	23	倉口蓋開閉の自動化	○	6,150	57	ポンプ自動切替装置	○	200	
	24	倉口蓋締付の自動化	○	3,250	58	ドレンタンク自動補給装置	○	600	
	25	倉口蓋用防塵および自動清掃装置	○	1,500	59	冷却水ポンプ遠隔発停装置	○	(35)に含む	
	26	燃料油清水等自動受入装置	×	—	60	バラストポンプ遠隔発停装置	○	150	
	27	燃料清水補給量自記装置	×	—	61	G.S. ポンプ遠隔発停装置	○	150	
	28	係船荷役補給用連絡通信装置(無線電話)	○	700	62	サニタリーポンプ自動発停または遠隔発停装置	○	200	
	29	電気時計利用による定時告知装置(交代員呼び起し等に利用)	×	—	63	雑用清水ポンプ自動発停	○	200	
	30	定時ニュース等自動受信装置(含ファクシミリ受画装置)	○	7,400	64	飲料清水ポンプ自動発停	○	150	
	31	蓄電池自動充電装置	○	500	65	空気圧縮機(主制御用共)自動発停	○	300	
	32	船内自動交換電話(全室に装備)	○	1,400	66	助燃剤自動投入装置	○	300	
	33	舷門用工業用テレビおよび電話	○	700	67	機関室早期火災発見並びに消火装置	○	1,800	
	34	全自動受信装置	×	—	68	監視用工業用テレビ	○	3,800	
				69	整備要員非常連絡用通信装置	○	300		
				70	エレベータの設置(船橋一居住区一機関室)	○	9,000		

備考 1) 試設計船での採否の項

○……………採用

×……………不採用

△……………対象船にも装備したもの

2) 本表の価格と経済性比較に使用した価格と同一 Base であるが, 本表が各項目毎にて記載してあることおよび経済性比較では対象船と比較による差額のみ算入してある等の理由で総和は必ずしも一致しない。

欧米諸国の造船助成政策

川崎 周 三 郎

1. まえがき

わが国の造船業界は、その建造能力に比し十分とはいえないけれども、莫大な受注量（1965年3月末約720万総トン）を持ち世界の驚異的となっているが、収益性は低く利益なき繁忙の状態に置かれている。

多くの受注を得たことは、政府の保護および助成が、多少貢献はしているにしても

1. 戦前は国内船および海軍艦艇に依存していたが、戦後は艦艇がなく、ただ国内船のみに依存することは、企業として成立しないことを認識し、積極的に外国船受注の体制をとったこと。
2. 将来における造船界の競争および海運界の動向を察知し、早期に設備の近代化、合理化、および大型船建造設備の建設に着手したこと。
3. 船舶の建造方式を合理化することによる材料、工数の節減を図ったこと。
4. 適正な工程管理を行なったこと。
5. 船舶の艤装（機関をも含めて）の近代化を図ったこと。

等を造船業界が、互に協力して推進したためである。

欧米造船国においては、わが国の低船価による受注が、政府の手厚い助成と労務費の低廉であるためと揣摩臆測していたようであるが、政府関係者および造船業者の来訪視察、OECDの工業委員会等を経て、全く判断の誤りであったことを認識し、あらためて自国の造船業界の競争力育成に着手したようである。新聞報道によれば、EEC（欧州共同市場）執行委員会は日本造船業の国際進出を抑制するための措置として、造船業に1967年から最低10%のなんらかの名目の補助金を支給するよう勧告したとのことである。

かかる際に、現在欧米諸国が造船業に対しいかなる保護、助成策をとっているかを明らかにしておくことは無駄ではないだろう。

助成策としては、造船設備に対するものと、企業活動を円滑に遂行可能にするもの2つが考えられる。前者は勿論造船業者に直接補助され、後者は造船者に直接のもの、船主を通じての間接的なものとある。船主に対する助成は、海運の競争力の強化を主目的として行なわれるので、受ける利益は、船主が主であって、自国造船

所で建造される場合のみ造船業者に恩恵を与え、外国へ発注される場合は、自国造船所に対してなんら貢献しない。

造船助成の目的は、

1. 造船業者の企業努力によっては、どうしても下げることのできない船価の一部を補充し、外国と同一レベルで競争し得るようにすること。
2. 国防上あるいは軍事上の必要により、造船能力を維持すること。
3. 国際収支を改善し、国民経済の安定を図ること。
4. 国の就業労働力を維持すること。
5. 産業構造の変更を図ること。

等であり、造船についての新興国には、国の保護は絶対必要であるといわれている。新興国は別として、助成策は、世界造船界の正常な競争力を歪め、有害であり、またはその国の造船業者に安易の念をいだかせ企業努力を減退せしめ、さらには技術、設備を陳腐化するおそれがあり、採るべき良策ではないとの説もある。害よりも利が優る観点で、各国とも種々の助成策を採っているのが実状である。

2. 造船融資による助成

融資による政府助成には、造船業者または船主に特に有利であるという明確な方法がとられないことがあるので、はたして助成になるかどうかを明確にすることは、困難な場合がある。

一般に資金は、政府、地方公共団体、あるいはこれらの特殊機関によって供給されるので、融資期間、金利、返還の方法等の融資条件が、一般の金融機関等の融資よりも有利である。

政府等の融資の危険負担は、それぞれの機関で直接保証、または再保険の方法で行なわれるのが普通で、あるものについては、一般金融機関等の融資についても政府等の融資と同様の方法がとられる。危険負担の最も一般的なもの、輸出信用保険制度である。

造船融資には、前述のとおり、造船設備に対するものと、造船業務を遂行するために必要な資金に対するものがある。

(1) 造船設備に対する融資

一般に造船設備に対する融資は、その規模が小さいと

きは、世界造船界に強力な圧迫を与えないが、設備の高度の合理化、造船所の拡張に対して融資が行なわれると造船能力の拡大となり、造船市場の圧迫原因となる。

造船設備に対し特別な融資をしている国はないが、数国が一般工業設備に融資をしているので、造船設備に対しても同一の基準で融資を行なっている。

イギリス：開発地域における就業の促進に関する法律（Local Employment Act 1960年、1963年）により開発地域にある造船業（英国の造船能力の90～95%が開発地域にある）は、他の工業と同様に、融資を受けられる。

政府（Board of Trade）は、建物の建設、改造にはその価格の25%、設備、機械についてはそれに要する費用の10%を補助金として交付する。残余の資金は、限度額がなく、期間10～12年、年利5～6%（融資時の金利によって決定される）で融資を受けることができるようになっている。現在までに実際に融資を受けた造船所は数少ないようである。

デンマーク：工業振興法によって、小型沿岸就航船の建造工場および漁船工場の設備資金について、一般商業銀行と協議の上、政府が融資する義務を負わされているが、ここ数年間、この融資を受けた造船所はない。

ベルギー：工業の振興および新工業の開発に関する法律および地方産業振興法により、造船所はその必要資金全額の融資を受けられるようになっていて、数造船所がすでにこの適用を受けている。

フランス：造船所は、法によって政府機関の要請により、銀行から長期融資を受けられることになっているが、現在まで造船所にこの要請がなされた例はない。

（2） 転換工場に対する融資

前述の“造船設備に対する融資”が、融資対象造船所の設備の改善、拡張による競争力の付与であるのに対し、転換工場に対する融資は、その対象造船所の能力を減少せしめ、残余の造船所の競争力を強化せんがため採られる措置である。従って、造船に関して恩恵を蒙る造船所は、融資の対象とならない特別なケースである。

西ドイツ：1961年法律によって、転換工場に対する“クレジット”基金が設定され、造船所も転換するとき、融資を受けられることとなった。条件は、期間12年、年利5%である。3造船所が申込んだが、未だ許可されていない。

フランス：西ドイツと同様に転換工場に対する融資制度がある。その目的は、多少西ドイツと異なる。すなわち、フランスの多くの地方で、造船業のために他の主要工場の労務不足があらわれたので、造船業の集中生産を行ない、余剰労働力を他産業へ振向ける強力な措置をと

ることとなった。この目的によって、造船業者が、新規事業にその設備の一部を転換し、新規開発事業の生産高が、造船生産高の減少高以上になった場合に、残余の造船設備を再配置するのに要する資金を融資される。その方法は、政府機関の要請により銀行は長期融資をするし、その他期間20年、年利5%の政府特別融資である。

（3） 輸出船に対する融資

政府の融資による助成は、他の造船国の融資条件より、よりよい条件を造船業者に与えることを目的としている。融資限度額を引き上げること、融資期間（返還期間）を延長すること、および金利を低くすることは、その国の造船業者の競争力を増大するための重大な事柄である。政府の融資助成は、特に資本が少ないとき、または緊縮財政政策の場合には、受注するのに非常に重大なことである。

金利は、造船業者が政府の助成なしで一般金融機関等から金融を受けるより低いものでなければならない。輸出船に対する少しばかりの金利に対する助成は、建造船価の低下に大いに役立つのである。金利に対する政府助成が、特に他の国より有利であるときは、造船業者は大きな競争力を得ることになる。たとえば、輸出船に対する融資が、契約船価の80%で、融資期間10年、半年ごとの償還（最初の返還は引渡し後6カ月後）とした場合、金利1%の低下は、返還金が5.25%少なくなることになり、これは契約船価の4.2%となる。従ってもし金利を7%から5%に引き下げた場合には、契約船価の8.4%を直接補助したことになる。その国の船価が、競争国より5%高くとも、金利が%開きがあれば、十分競争可能になる。

西ドイツ：KFW（Kreditaustalt Fur Wiederaufbau 復興金融公庫）は、政府から一定金額の枠内で信用の供与が許されているので、市中で債券（発行条件、5年据置、15年償還、年利6%）を発行して、資金を調達し、これを船舶抵当銀行に廻す。船舶抵当銀行は、EEC（欧州共同市場）加盟国以外の国へ輸出する船舶を建造する造船所に対し融資する。融資の条件は次のとおりである。

年度	限度額	期間	年利	基金総額
契約船価の				
1961～62	60%	8～10年	5%	4億D.M.(1億ドル)
62～63	50%	8～10年	5.5%	1.7億D.M.(4,300万ドル)
63～64	50%	8～10年	5.5%	2.3億D.M.(5,750万ドル)

KFWの資金コストは、約6.5%とみられるので、金利差1～1.5%が政府の補助となる。

デンマーク：金利が他国より高いので、造船業が困難に直面しているのを緩和する目的で、輸出船に対し融資

を有利にするために、船舶クレジット基金財団（民間団体）にデンマーク国立銀行の保証のもとに債券を発行する権限を与えた。同財団は、6%利付債券を発行して資金を調達し、これを造船所に融資する。その条件は、本船に第1順位抵当権を設定することにより、契約船価の50%、期間7年、年利7%で造船業者が外国船主に延払いを申出ることが可能なようになっている。なお商務省の許可があれば、添担保することにより、80%、15年まで条件は緩和される。

オランダ：政府は輸出船に対する融資のために特別の措置はしていないが、復興銀行（Reconstruction Bank）を通して、輸出品（船舶をも含めて）に対し融資する民間会社の輸出金融会社（Export Financing Corporation）に出資している。この会社は、コンマージナル・ベースで運営されており、政府はなんらの支援もしていない。

スペイン：造船業者は、輸出船のために、一般銀行からクレジット協会の証明により契約船価の80%、期間5年、年利5%の条件で融資を受けることができる。（金利は普通の場合6.5%であるが、この場合は4.5%でそれに銀行手数料を加算し5%となる）

（4） 自国船建造に対する融資

自国船建造に対する融資は、一般に船主に対し行なわれ、造船業者が直接受けることはないようである。この融資が自国造船所で建造するように制限がつけられている場合は、造船所は受注量の確保ができ、間接的に恩恵を蒙る。しかしながらなんら条件がなく、外国で建造される場合は、造船業の助成とはならない。後述の英国の例のように、臨時的の措置がとられると、国内造船所の活動に刺激を与え、一時的にせよ造船所は繁忙となり、その他の例のように、恒久的であれば、国内造船所は安定もするが、長期間にわたり国際造船市場の圧迫の原因となる傾向がある。

イギリス：1963年6月から1年間、低利造船融資制度が臨時に採用された。自国船主が、自国造船所で建造する場合、船価の80%、期間10年 金利4½%～5¾%の条件で、船主に融資するというものである。（金利には手数料として%が加算される）政府は、これに要する資金として6月に3,000万ポンド、7月に6,000万ポンドに増額、10月にさらに7,500万ポンドに増額して用意し、期間中に約90万総トンの発注が行なわれた。

西ドイツ：一部の地方機関（ハンブルグ、ブレーメン、シュレツ・ホルシュタイン）により商船の建造資金の低利融資が行なわれ、さらに中央政府の予算による融資の資金が用意されている。またこの予算資金とは別に、

船主に、船価の50%、期間8年、金利5.5%の条件で融資するクレジット基金3,000万 D.M.（約750万ドル）が設けられている。

フランス：商船建造に対する融資の金利を4.5%に引き下げる措置をとっている。

ベルギー：外国で建造されてもベルギー国籍を取得する商船は、建造融資の対象となる。

イタリア：融資制度はあるが、金利は一般の金利で（7～8%）特別の助成はない。

スペイン：自国造船所で建造する場合に限り船主は、建設銀行（Construction Bank）から船価の80%、期間10年、金利4%の条件で融資を受けることができる。

（5） 危険負担のための助成

危険負担のために、政府保証または輸出信用保険の方法をとることは、非常に有効な助成策であり、多くの国で採用されている。一般に政府の支払保証は、特殊機関に基金を設定することにより、クレジット協会または造船業者に包括的になされ、輸出信用保険は、政府自ら、または保険団体の保険に再保険することにより、個々の建造船について適用される。

船舶の注文量の減少にともない、造船国の競争は熾烈をきわめ、各国は競って他の競争国より受注が有利になるよう保証期間の延長、保険料の引下げ等を行ない、受注の確保を図らんとしている。この受注競争のために、船主は、海運需要がないにもかかわらず、低船価、延払条件の有利等の理由でこれまた船腹の拡充競争を行なっている現況である。

造船金融の保証期間は、一般取引の場合より長期なのが、普通である。政府の保証があることは、特に、金融引締の時期にあっては、造船業者が保証者を探す手間を省くことができ、また注文者に対し、同じ条件で延払を承諾し得る便宜がある。

各国の保証または保険期間は下記のとおりである。

イギリス 10年（最近まで7年だった）

西ドイツ 10年以上

スウェーデン 7～8年

オランダ 10年（保険）

イタリア 7年（保険）

フランス 10年

ノルウェー 10年

デンマーク 7～8年（保証または保険）

ベルギー 7年（1回だけ10年のことがあった）

この期間は、次第に延長される傾向にあり、現在まで7～8年であったものも、10年が標準となってきている。（新興国に対しては、その他の国に対するものより条件

が有利にされる)

造船業者は、船舶の技術的要素、船価、納期により競争すべきであって、政府保証による延払の長短で競争を行なうべきではないし、また船舶建造に過剰な便宜を与え、海運の健康的回復を遅らせる措置はとるべきではないと非難する向きもあるが、政府の保証供与は長い将来のことはいざしらず、現在においては、造船業者に利益を与えているのである。

ノルウェー：船舶に第2順位抵当権を設定することによって、造船業者が、建造する船主のために、融資を受けられるように、政府の支援のもとに抵当基金が作られた。船主は、船価の50%は、第1順位抵当権設定により市中銀行あるいはその他の金融機関から金融を受けることができる。1963年までは、前述の抵当基金から、船価の20%を5～8年、金利6.75～7.5%で融資を受けていたが、1963年に、30%、5～10年6～6.75%にそれぞれ改定され、船価の80%が本船抵当で融資を受けることが可能になった。しかし1965年にさらに前に戻り20%に引き下げられる予定である。

政府は、抵当基金に1,000万ノルウェークローネ(約140万ドル)を、金利5%で融資し、また同基金の債券について保証することによって助成を行なっている。基金を通じての政府助成は、政府みずから支払保証するのと全く同じ効果がある。

スウェーデン：政府は1963年当初に、1962年末までに造船業者が船舶建造のために借り入れた資金に対し、4億スウェーデンクローネ(約7,500万ドル)を限度として政府の支払保証を行ない、さらに1.3億スウェーデンクローネ(約2,400万ドル)を、同国最大の造船業者に対し支払保証を行なった。この5.3億スウェーデンクローネの政府支払保証によって、造船業者は、なお残っていた新造船に対する資金を得ることが可能となった。

西ドイツ：一部地方機関が、商船建造資金に対し、支払保証を行なっている。

3. 建造船価の差額補助

建造船価が外国に比し高い場合には、輸出船の受注ができないばかりでなく、自国船主も外国へ発注することになり、造船所は危機に直面し、操業の維持が困難になる。かかる場合、造船業を必要とする国はなんらかの措置をとらなければならないが、その最も簡単な方法が、船価の差額の補助政策である。またこの政策は、その国の社会政策の一端として採用されることもある。

アメリカ：海運業および造船業は、軍事上、国防上国の安全を確保するため、必要欠くべからざる産業とされ

ている。

建造船価の差額補助は、直接には船主であって、造船業者は間接に恩恵を受けることとなる。船主は、米国海運助成院(U. S. Maritime Subsidy Board)と補助に関する契約を締結する。その補助額は、個々の船によって異なるが、同型船を外国で建造する場合の船価を計算し、それと自国で建造する実際の船価との差額が補助される。平均的にみて、貨物船では船価の55%、旅客船では60%にも達する。この補助を受けて建造された船舶は、25年間政府の統制下に置かれる。

現在補助対象船舶は、自国の外航旅客船および外国貿易の定期貨物船に限られているが、これを不定期貨物船にも拡張すべきであるという声が上がっている模様である。

アメリカのこの補助は、労務費の高いことに起因する高船価の船舶が、海運の国際競争に耐えるためにとられた措置で、造船業の対外競争を目的としたものではない。

カナダ：外国と競争する目的ではなく、この補助により、造船業の操業を安定させ、造船所の休止に伴う失業問題を排除しようとするものである。

自国船主のために、自国で建造する100総トン以上の船舶を対象として、政府で承認した船価の40%が、造船所に直接補助される。

フランス：関税、税制、その他経済的に社会的に負担する費用が過大なために、船価が諸外国より高いので、これを埋めあわそうというのが、その目的で始められた。しかし、1960年に造船業の集中生産、労働力の再配分政策が採用され、これを円滑に遂行するために、この補助政策が利用されることとなった。

この対象となる船舶は、自国造船所で建造される50総トン以上の外航船で、国内船、輸出船を問わない。

補助額は、個々の船舶について、一定基準により計算の上決定され、この基準は定期的に経済指数等を考慮し変更決定される。最近の実績は平均して契約船価の約17%に相当している。

イタリア：TAMBRONI LAW(1954年)により、外航鋼船の建造価格および修繕価格を競争国と同一水準にする目的で、造船所に直接補助される。

補助額は、船舶の型と受注量とにより決められる係数を用い、決定されるが、最近の実績は、契約船価の約15%相当となっている。

スペイン：国内船に対しては、建造価格の9%(ただし輸入推進機関使用の場合は6%に減額)の補助金を交付している。輸出船については、1960年までは、契約船価の6%が交付されていたが、1960年に輸出船について

は間接税が8%払戻される制度ができたので、従来の6%の補助はされないこととなった。

4. 税による保護および助成

直接税については、造船業は他の産業と同一に取扱われ、特恵的取扱いをしている国はないようである。関税、取引高税等については、各国で多少の相違はあるが、免税あるいは払戻しの方法により造船業を助成している。

イギリス、スエーデン：外航船の建造に要するすべての輸入品について、関税（輸入税）を免除している。

西ドイツ：関税の免除についてはイギリスと全く同様である。国内建造船および外国建造船（例は殆んどないが）について、あらかじめ納入された取引高税が船価の7%払戻される。船舶の完成までに納入を要する取引高税は、船価の7~7.5%に達するので、払戻しをすることは、この税を免除していることと同一効果である。

オランダ：輸入材料等についての関税は全額免除される。建造用材料、船用品、修繕船に対する取引高税もまた免除される。

イタリア：材料等の輸入税は全額免除。輸出船の建造中に支払われた取引高税は、船価の5%払戻される。

フランス：輸出船用の材料についてのみ輸入税を免除。

ノルウェー：輸入税は納入はするが、税関は、建造船についてはその価格の6%、修繕船では4%を払戻す。

デンマーク：建造船および修繕船に使用されたことが明確にされた分だけが払戻しの対象額とされている。粗材料および重機械についての取引高税は免除されている。

スペイン：輸出船用材料について輸入税免除。国内船建造の場合、通常建造原価の7.5~8%の附加価値税を納入しなければならないのにその中2.5%だけが免除されることになっている。輸出船については、すでに納入した取引高税から契約船価の8%が払戻される。

船舶の輸入制限のために、船価の20%におよぶ輸入税を課している。この輸入禁止とまで考えられる措置により、造船所は国内船の建造を確保できる。しかしながらこの措置により船主は、高船価船を保有することになるおそれがあり、世界海運市場での競争力を持つことが困難となり、やむを得ず外国に置籍したり、便宜置籍船とするようになる。好ましい保護政策ではないようである。

カナダ：国内で生産されない材料等のみについて輸入税を免除する。従ってこの措置は造船関連産業に恩恵を与える。

5. その他の助成

(1) 建造量確保のための措置

アメリカの国内航路に就航する船舶および沿岸貿易船は、自国造船所で建造しなければならない旨法律によって規定されている。かかる義務を課しているのは、金融または税制について政府は強い補助政策をとっている。

不経済船を解撤し新船を建造する政策をとっているのは、アメリカ、イタリアである。アメリカでは、不経済船を政府が買上げている。

船舶の輸入制限は、国内造船業の建造量の確保に貢献する。スペインにおいては10年以上の船舶は輸入禁止（これは造船業には関係がない）それより新しい船舶は政府の許可を要するが、申請しても許可になる見込みはないようである。フランスでは輸入許可を要するが最近では緩和され許可は得やすくなっている。イタリアでは許可制をとっており、自国貨自国船主義の国および日本を除く他の国からの輸入については、船令、船価を考慮のうえ許可されている。

政府所属船の民間造船所への発注は、造船所の仕事量確保に重大な影響をおよぼすことがある。膨大な海軍艦艇を所有する国にあっては、その建造および修理の発注量の多寡が民間造船所の活動に多大の影響をおよぼすのであるが、最近はこの発注量は各国とも減少しているようである。海軍艦艇の占める割合を労働力または生産額からみた場合、アメリカ55%、イギリス12%、カナダ50%、デンマーク15%、西ドイツ4~5%、フランス3%と報ぜられている。

(2) 政府機関の造船業への投資

政府あるいは政府特殊機関が造船業へ全額または一部出資することは、金融を受けるのに有利であり、政府所属船の受注を確保でき、または損失があった場合できるだけ援助を与え再建可能とすることができる。

西ドイツ：Howaldtwerke A. G. (Hamburg) と Kieler Howaldtwerke A. G. (Kiel) 2社の全株を政府が所有しているが、民間造船所と全く同一の企業活動を行なっている。（政府は経営に直接干渉しない）

スエーデン：深刻な労働問題を解決するため、Uddevallavarvet A/B (Sörvik) の株の50%を政府が保有している。

イタリア：Ansaldo S/A (Genoa) と Cantieri Riuniti dell'Adriatico (Monfalcone) 2社は、イタリア産業復興公社所有の造船特殊会社 (Fincantieri Co.) に支配されている。

スペイン：政府は開発公社 (National Development Institute) を介して、地方の労働力を開発するため、造船所を数箇所に建設した。これらは軍工場と商船工場とあるが、いずれも商船の建造を行ない、前者は商船全生

産高の約10%、後者は25%を占めている。工場はすべて民間企業と同等に運営されている。

(3) 研究機関

アメリカは国の機関により、イギリスは、国の機関と政府補助の民間研究機関、イタリーは特殊造船会社、オランダ、ベルギーは政府補助の民間機関によって造船技術の研究、実験が行なわれている。ドイツは研究項目ごとに委託研究が実施されている。各国とも、研究には多額の資金を投入し、造船業界のために貢献している。

(4) 転換政策

国内の余剰能力を除去することにより、残余の造船業者が健全な経営を行ない、さらには外国と十分競争ができるようにするために、一部造船所の閉鎖あるいは他産業への転換の措置をとっている。消極的ではあるが、造船能力の拡大を防止するため、設備拡張、造船所の新設等に強力な統制を行なっている国もある。

フランス：造船業のために他の主要産業が労務不足となったので、造船の集中生産を行ない余剰労働力を他産業に転出させる政策が採用された。14造船所のうち6造船所は、3,000総トン以上の船舶を建造しても一切の補助金、または助成を行なわないこととして実質的に能力を低下させることとした。また造船所が規模を縮小して、一部を他産業に振り向ける場合に、新規開発事業の生産高が、造船生産高の減少高より大となるよう設備投資をするときは、その投資に対し15.2%の配当を与えることとした。また残余の造船設備の再編成を促進するため必要な資金を、経済・社会開発基金から期間20年、年利5%で融資する措置をとった。この政策により、労働者を解雇することなしに、他産業への移転を容易にした。

イタリー：造船補助は、1961年に操業していた造船所のみを対象として、それ以後操業する造船業者には一切の補助を行なわない。また Taranto にある造船所と

Pietra Ligure にある造船所 2 工場を閉鎖し、Leghorn にある造船所を小型船建造と修理のみに従事させることとした。

6. むすび

以上述べてきたとおり、各国とも造船業の置かれている環境に応じ、各種の助成策を採用している。(別表参照) 受注競争が熾烈になるに従い、助成も次第に強化され、競争国より一歩でも有利にせんがため政府資金は増加を続けている状況である。関係各国の協調のもとに、助成を一定基準までに下げることが理想的であるが、各国の事情の複雑なこともあり、この一定基準を発見することは不可能であろう。

従って今後は助成策は従来の政策を強化するとともに、表面に出ない助成策が案出されてくることになるであろう。

別表

国名	事項					3	4	5					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)			(1)	(2)	(3)	(4)		
ベルギー	○				○	○							
カナダ	○				○	○							
デンマーク	○		○		○	○		○					
フランス	○	○		○	○	○		○					○
西ドイツ		○		○	○	○		○			○		○
イタリー					○	○		○					
オランダ					○	○		○					
ノルウェー					○	○		○					
スウェーデン			○		○	○		○		○			
スイス					○	○		○					
イギリス	○			○	○	○		○					
アメリカ					○	○		○					

(註)、事項欄の数字は本文の助成の項目番号を示す。
(例) 2—(1)造船設備に対する融資、3 建造船価の差額補助

1964年版 船舶写真集 発行

永らくお待たせいたしました。1964年版船舶写真集が発刊いたしました。昭和37年9月頃以降、昭和39年8月頃までに竣工した新造船のうち、代表的なもの、特殊なものをあつめ、国内船 206隻、輸出船 57 隻を掲載集録しました。附表には昭和39年9月現在の主要船舶会社の所有船腹一覧表と各船名要目一覧表をあらたに調査して掲載いたしました。

船舶写真集は1952年より隔年発行しており、重複せず継続して新造船が集録してありますので、記録、保存、調査に便です。

B5判 特アート使用 写真頁 144頁
 附表一覧表 約 40 頁 上製本 ケース入り
 定価 1,000円 (送料 120円, 都内のみ 50円)

船舶写真集

1952年版 400円
 1954年版 560円
 1956年版 600円
 1958年版 700円
 1960年版 700円
 1962年版 800円

〒 120 円 (都内 50 円)
 船舶技術協会

肥大タンカー船型の操縦性について (進路安定性の向上)

川崎重工業株式会社造船設計部

1. まえがき

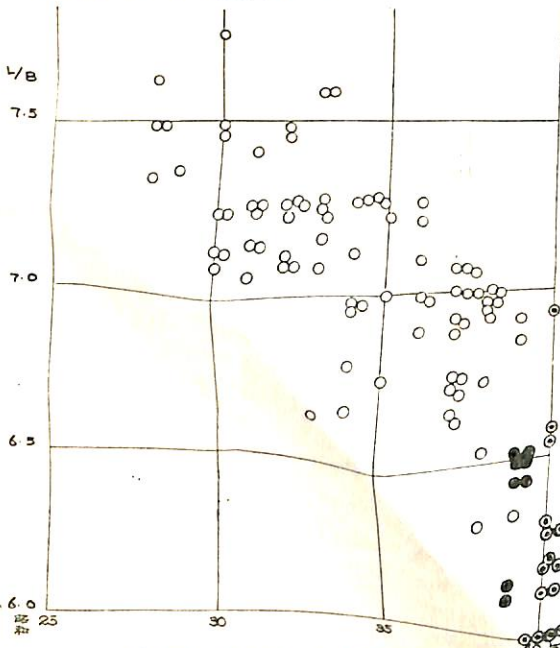
肥大タンカー船型の操縦性能，特にその進路安定性を向上させる方法について，以下若干の実験例を中心に述べるが，その前にこの問題の boundary について考えてみたい。

操縦性を支配する第一の要素はいうまでもなく船型主要目であるが，最近におけるその変遷を辿ってみると第1，2図のとおりである。これは最近進水した船および計画造船における申請船の操縦性に最も影響の大きいと考えられる L/B ， C_b を記したものである。

同図によれば，smaller L/B ，larger C_b の傾向を明らかにすることができる。計画条件または建造造船所の事情など理由はいろいろあろうが，一般的に，smaller L/B ，larger C_b を目指しているように見える。

操縦性能は，(1)旋回性，(2)進路安定性の2つに分けて考え得るとされているが，これを前記の主要寸法の傾向とあわせ考えてみると，

smaller L/B } 旋回性向上 (A)
larger C_b } 進路安定性



第1図 タンカー L/B 傾向図

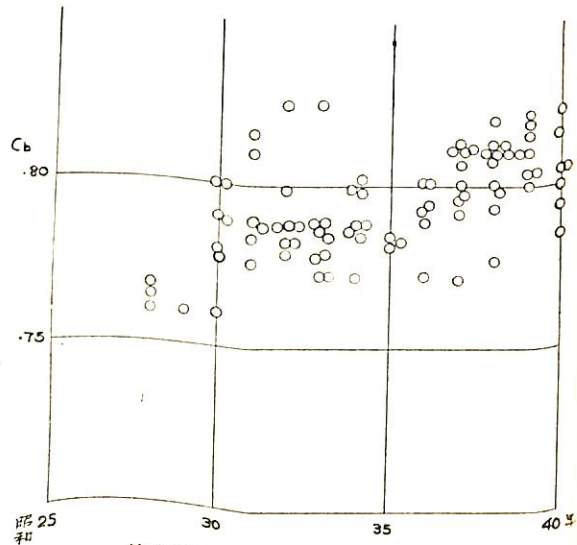
のごとく対応するのも良く知られた傾向である。

建造船価，運航経済あるいはタンカーの総合的経済性の観点より smaller L/B ，larger C_b (以下肥大船) が有利であればあるほど操縦性の問題は推進性能と共に重要な要素であるといわねばならない。この問題についてはすでに幾つかの研究成果¹⁾²⁾³⁾ が発表されており，さらに現在日本造船研究協会第61部会 (SR-61) にて広範囲な研究が行なわれている。肥大船においては (A) の傾向があるので，進路安定性を向上させることが第一の問題となろう。

進路安定性の劣る船は風浪等の外乱の影響により蛇航する可能性が高いが，SR-61 資料によればある程度の蛇航により10%程度の馬力増加となることが示されている。

経済性の観点より進路安定性の量的影響度を算定すること，もしくは進路安定性の下限を押えることはむずかしいことであるので，今はこれに触れず，その進路安定性向上策について考えることとする。

操縦性の一般的性質としては，旋回性と進路安定性は傾向的に背反であり，進路安定性の向上をはかれば旋回性の低下を招くが，肥大船においては元來旋回性は設計条件により一概にいえないにしても現状で十分であり，



第2図 タンカー C_b 傾向図

強いてこの点を採り上げる必要はなからう。

因みに簡単な考察により L/B , C_b の旋回性 (旋回半径/船長) におよぼす影響を見ると大略次のごとくである。

L/B	6.0	6.5	7.0	7.5
ρ/L	1.30	1.46	1.64	1.84

ρ : 旋回半径, L : 船長

舵面積 = $L \cdot d/65$ $C_b = 0.825$

操縦性—進路安定性向上のためには舵の性能向上並びに Auto—Pilot の適当な設計⁴⁾ が問題となるが、後者はしばらく措くとして、舵のみについていえば、まず舵面積の増大が挙げられる。しかしこれとても問題がないわけでない。それは、一般に面積を大とするとその舵高さに制限があるため高さを一定として巾のみを大とする結果となり、舵取機馬力の増大に拘らず舵性能はさして改善されない傾向の難点がある。しかし進路安定性向上について、まず舵そのものの性能向上を検討する場合、このような面積の大小のみにとらわれず、もっと自由な、積極的な方向が試みられてもよいのではなからうか。川崎重工業においては肥大船の経済性向上の研究の一環として操縦性の問題を追求しているが、進路安定性向上についての最近の成果の一端を模型試験を中心に記しご参考に供したいと思う。この研究は未完成であり、今後さらに追試、再検討を要する点を含んでいるが、この問題に対する一つの提示としたい。

模型試験は大阪大学実験池、広島大学回流水槽にて行なったもので、前者は所謂自航模型による Z test, Spiral test, 後者は Propeller+Rudder test を行なった。

試験のうちその効果を確めた水平フィン付舵は当社10万トンタンカーに採用された。(写真1参照)

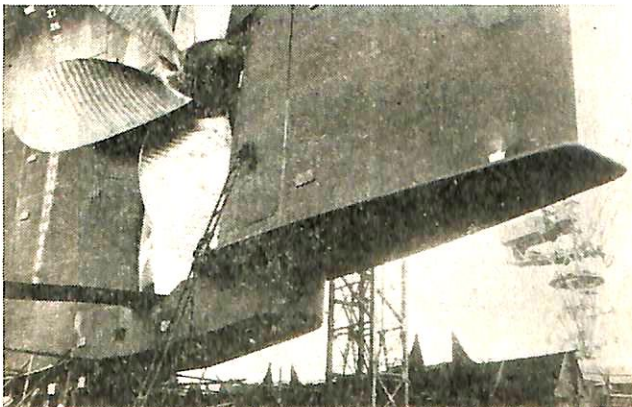


写真1

2. 操縦性模型試験および考察

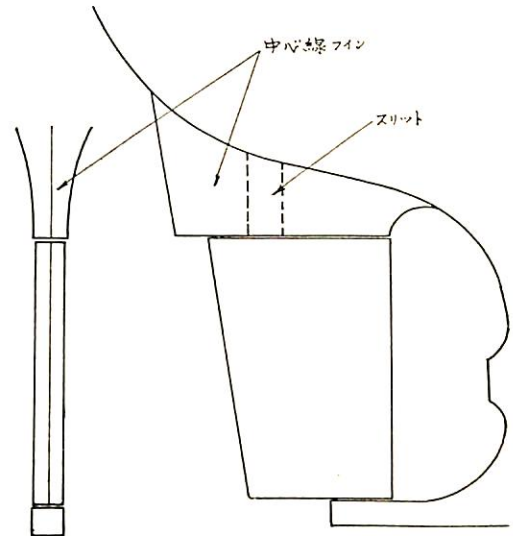
実験は種々の舵およびフィンを装備した場合、通常舵装備と比較してどの程度進路安定性が向上するか検討し得るように計画された。

(1) 進路安定性改良要素

改良要素としては次の三点を採った。

i) 船尾フィン

船体に働く流体力学的力の圧力中心ができるだけ後方にある方が安定性が良くなるということから、第3図に示すように船尾 over hang 下にフィンを装着した。またこのフィンには中央にスリットを設けてスリットの効



第3図

果を調べた。

ii) 舵面積

基準舵面積比を $Ld/65$ とし、これの約 1.5 倍の面積比を有する $Ld/45$ を追加した。

iii) 特殊舵 (写真2, 3参照)

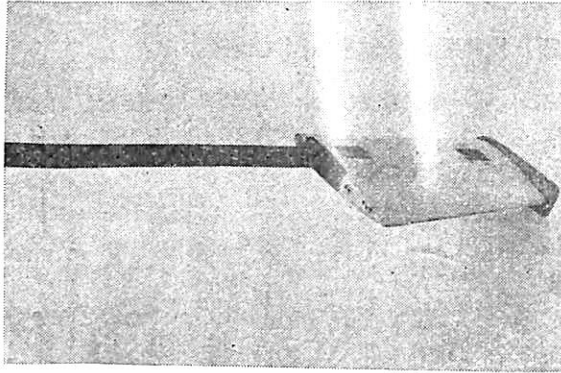
2枚舵, 3枚舵, 水平フィン付舵。

模型舵要目表

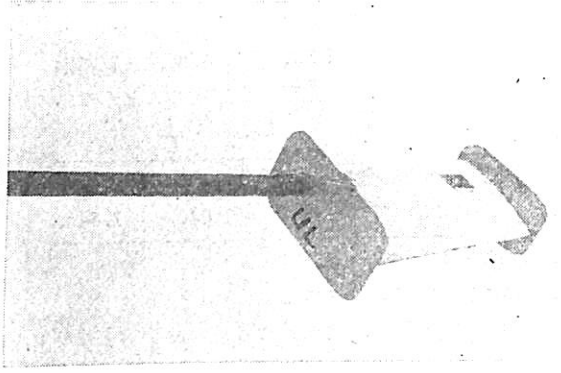
	高 さ	細 長 比	舵面積 (m ²)
1/65舵	159.2	1.65	0.0148
1/45舵	〃	1.19	0.0213
2枚舵	〃	2.99	0.0084 × 2
3枚舵	〃	1.65	0.0148
	(89.0)		(0.0030 × 2)

1/65舵用下端水平フィン要目

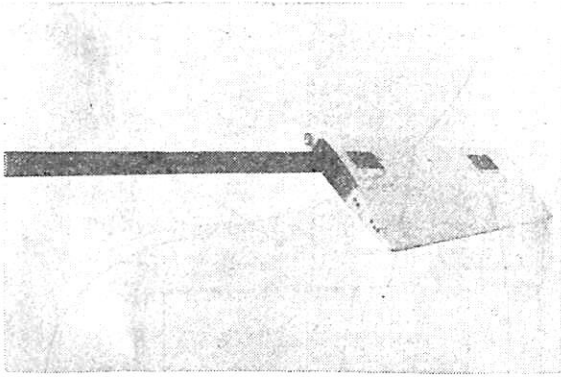
$L \times B$ 89 × 26



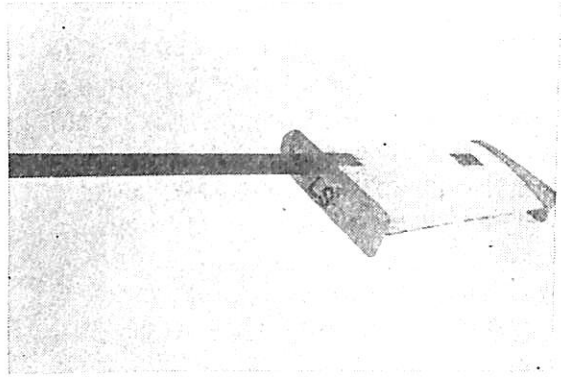
(N-S) 型



(U-L) L型

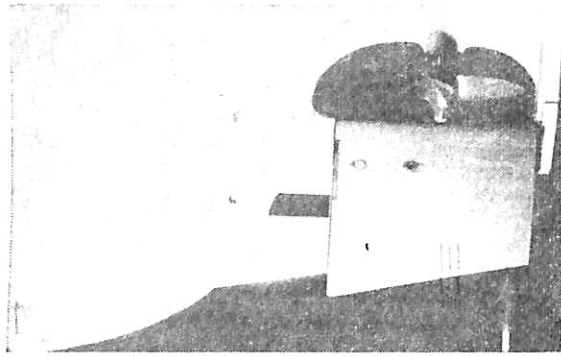


(N-N) 型普通舵

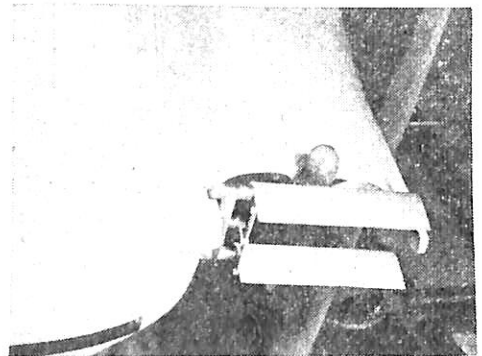


(US-S) 型

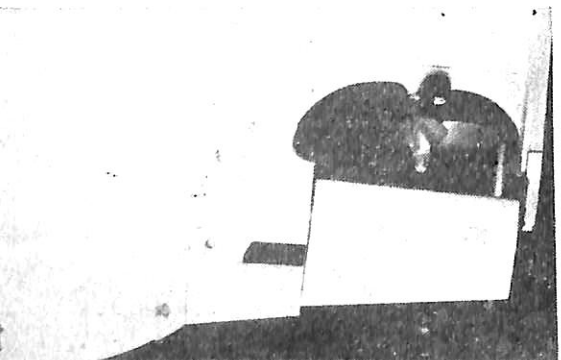
写真3 水平フィン付舵



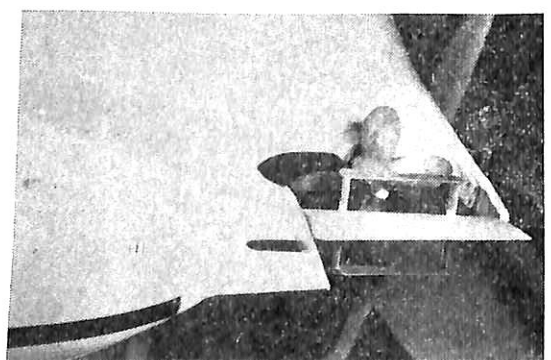
1/45舵



2枚舵

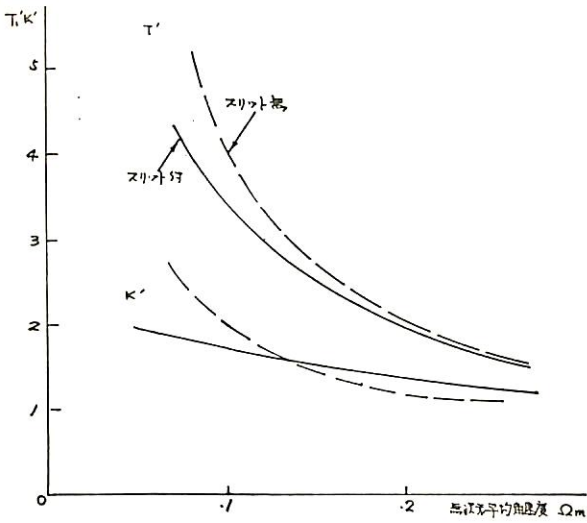


1/65舵

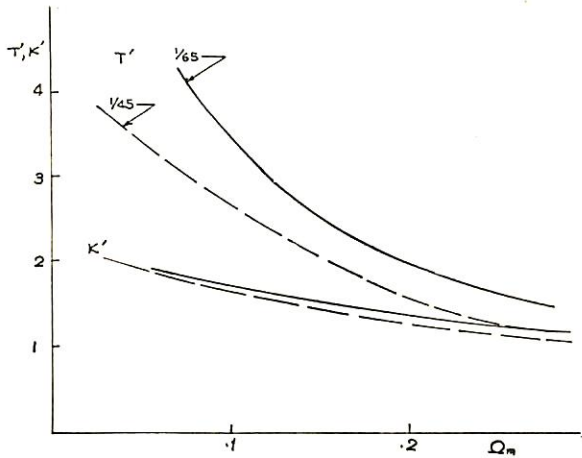


3枚舵

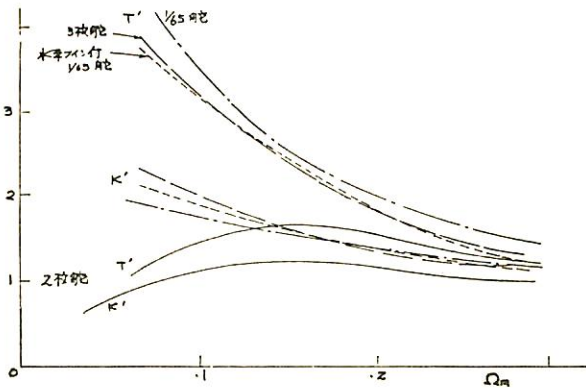
写真2 特殊舵



第 4 a 図 Z 試験結果 (スリット効果)



第 4 b 図 Z 試験結果 (舵面積効果)



第 4 c 図 Z 試験結果 (特殊舵効果)

模型舵要目

Lpp	4.500m
B	0.727m
d	0.263m
Cs	0.825
L/B	6.19
B/d	2.763
プロペラ	PNO. 429
Z	4
d	134.7
p	0.975
b	0.182
a	0.403
BTF	0.052
rake	0°

(注) プロペラ回転方向: 左

(2) 実験状態

舵種	A _R /L _d	C. L. フィン	実験方法
1 枚舵	1/65	無	Z 試験, 旋回
〃	〃	有	〃 〃
〃	〃	有, スリット付	〃 〃
〃	1/45	〃 〃	〃 〃
2 枚舵	1/65	無	〃 〃
3 枚舵	1/55	有, スリット付	〃 〃
1 枚舵	水平フィン付	〃 〃	〃 〃

(3) 実験結果

Z 試験および旋回試験結果を野本助教授の操縦性指数表現法 (T', K') で第 4 図および第 5 図に示す。

i) 中心線フィンスリット効果 (第 4 a 図)

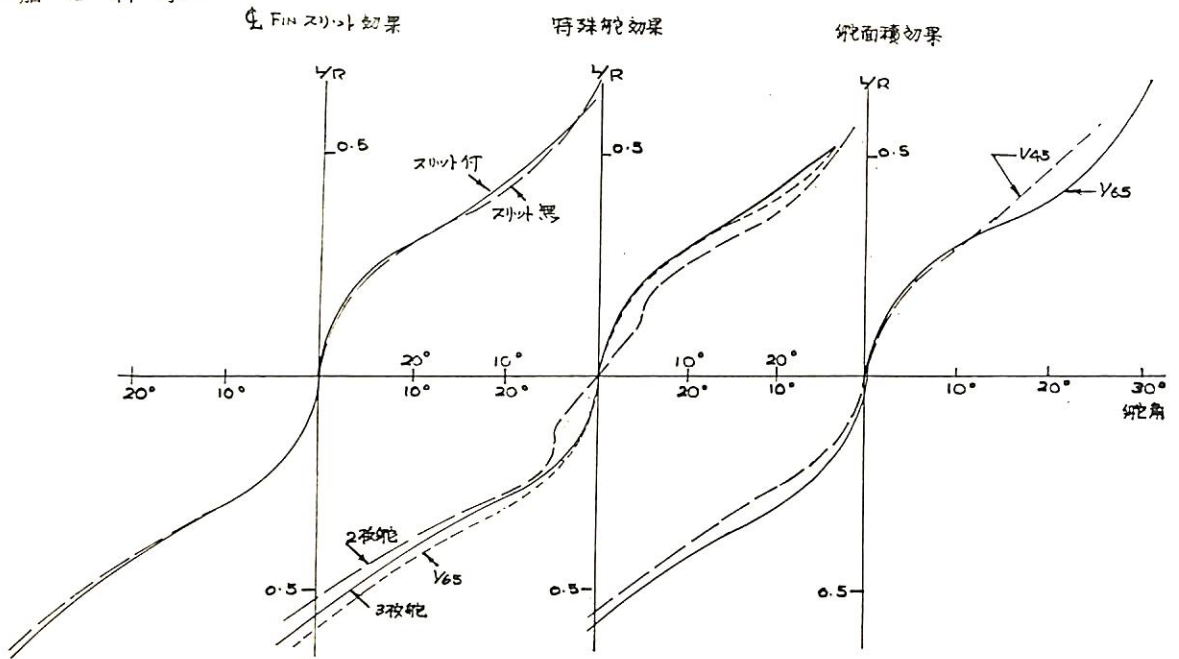
第 4 a 図によれば、旋回運動 (Ω_m) の比較的ゆるやかな範囲において、スリット付の方が T' が小となり、の範囲にて安定性のすぐれていることを示している。しかし、Ω_m が大となると差が小さくなっている。

ii) 舵面積効果 (第 4 b 図)

1/65 舵結果と 1/45 舵結果を比較すると、旋回性 (K') は殆んど変わらないが、安定性は相当改善されていることがわかる。

iii) 特殊舵効果 (第 4 c 図)

2 枚舵実験結果では Z 試験、旋回試験ともに小舵角で、T', K' が小さくなるという結果が得られた。これは異常現象と通常いわれているもので Re 数の小さい模型船特有の現象で、その原因は船尾剥離であると考えられ、船尾剥離によって旋回抵抗モーメントが生ずると推論されているものである。従って Re 数の大きい実船では現



第5図 旋回試験結果

在のところで確められておらず、この結果もまたそのまま比較の対象としがたいが、大舵角における曲線の形状から実験の方法さえうまく行なえば他の舵種装備の場合よりも十分有益な効果が期待し得ると考えられる。なお本実験では舵間隔はプロペラ直径の55%にとっているが、進路安定性からいえばさらに舵間隔を広げ、プロペラ後流外へ出す方が有利と考えられ、これらを考え合わせてさらに検討が必要であろう。

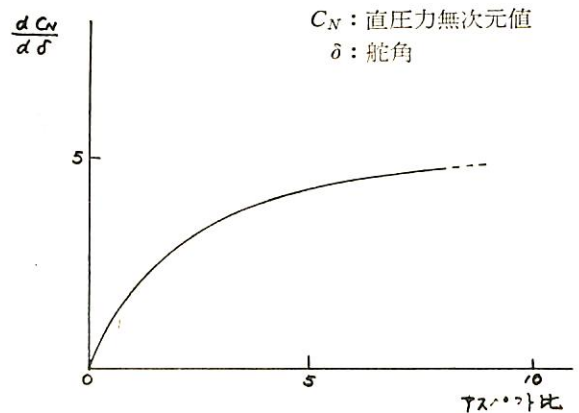
3枚舵結果はZ試験、旋回試験ともにその効果は少ない。これは舵間隔による舵相互の干渉により三枚の翼が十分にその効果を発揮できないこと等によるのであろう。この場合も2枚舵のようにさらに舵相互間の間隔を広げてその効果を確かめたいが、構造上の制限もあって余り期待できない。

水平フィン付舵は1/65 舵下端に水平にフィンを取りつけて、下端における循環損失を防ぐことにより見掛のアスペクト比を増加させ、舵揚力の増大を期待したものである。この実験は旋回試験を行わず、Z試験のみによっているためやや物足りない感があるが、結果によると3枚舵以上の効果があり、且つ実用面での活用も比較的容易であり有望といえる。本実験では下端のみに取付けたが、さらには上端装備やフィンの大小による効果も確かめたいと思っている。

3. 舵単独および推進器後試験

以上に述べた特殊舵のうち水平フィンを舵下端につけ

た水平フィン付1/65 舵については、これが最も実用化容易であり、且つ操縦性模型試験でも進路安定性改善にかなり有効と考えられたので、特にこの種舵について単独および推進器後試験を行なった。もう一度フィンの効果を考えると三次元翼では翼端における循環損失による揚力減少は必然的なものであり、舵というようなアスペクト比の小さい翼に対しては当然損失の比率は大きく(第6図)、これを防ぐためにはできるだけ二次元翼に近い状態にしてやる必要がある。即ち無限にアスペクト比の大きな翼を考えれば、相対的に二次元翼とみなし得ることは明らかである。しかしこれは理論上の取扱い方法であって、もとより実用面で不可能なことは明白であ



第6図 直圧力係数とアスペクト比の関係

る。アスペクト比無限の効果を与えるもう一つの方法は、翼を二つの平行な壁ではさんでやる方法である。この2枚の壁による影響を除けば、流体中に渦が逃げることなく、正しく二次元翼そのものとして取扱える。翼型に対する風洞実験等で用いられる方法である。勿論、この場合でも単なる実験は別として、これを実用化するとすると両端における壁の大きさ等より船の舵には実用不可能ではあるが実用範囲のフィンを装備してもある程度は揚力の増加を期待し得るであろうと考えられる。

この一連の舵実験で用いたフィンは、フィン大小、取付け位置一前後方向、および上下、の影響を知るべく約9状態について単独試験を行ない、うち3状態に対し推進器後試験を行なった。ここでは紙面の都合で操縦性実験に用いた下端のみのフィン(S型)およびこれに上端にも取付けたもの(U-S型)、と実験した最大のフィン(U-L型)についてその結果を述べたい。

(1) フィン要目(写真3参照)

名 称	長さ (mm)	巾 (mm)	巾/舵厚
S	89	26	1.595
US	115	32	1.963
L	91	50	3.067
UL	116	60	3.681

U : 上端フィンを指す。

(2) 使用舵およびプロペラ

2. の操縦性実験に使用したものと同じ。

(3) 舵実験

実験方法は通常この種実験に用いられるストレンゲージを貼付したパイプを舵軸上部に直結して直圧力およびトルクを計測した。

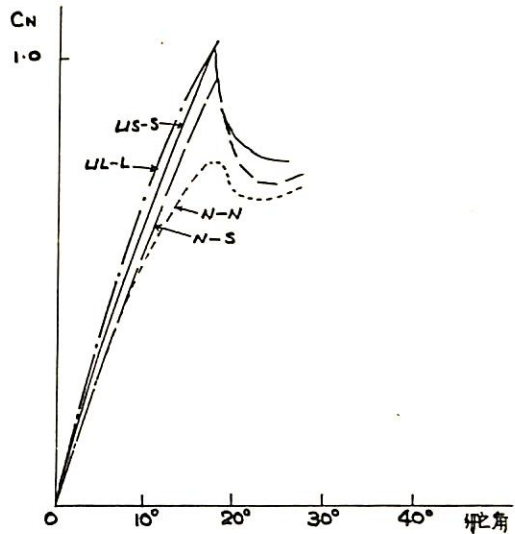
(1) 単独試験結果

実験状態

- (i) N-N型(上下フィンなし)
- (ii) N-S型(下端S型フィン)
- (iii) US-S型(上下端S型フィン)
- (iv) UL-L型(上下端L型フィン)

結果を第7図に示す。

第7図によると次のことが容易にわかる。すなわち、フィンの装備によって無次元直圧力 C_N は増加するが、小さいフィンS型を下端のみに取付けた場合には根本的な直圧力勾配の増加は殆んどないが、舵角が7~8°になる頃からフィンなし(N-N型)ではストールを起こしはじめ、 C_N の増加割合が減少するに比し(N-S)型ではこれが舵角14°付近まで認められない。明らかにフィンによる効果が出ていると認められる。舵角10°



第7図 フィン付舵単独試験結果

までの C_N の平均勾配で直圧力の増加割合を示すと(N-S)型フィンでは約5%の増加が認められる。さらに上下端にフィンを装備したもの、すなわち(UL-L)型および(US-S)型結果をみても、この場合には明らかに小舵角より C_N の増加が歴然としており、この種舵による舵性能の向上が十分有望であると言える。

(N-S)型と同様な表現方法で直圧力の増加を表わすと、(US-S)型で15%、(UL-L)型で27%と非常な好成绩が得られた。因みにこれを舵面積のみを増加させたと考えても(但しアスペクト比の減少は考えない)、(N-N)型 1/65 に対して、

- (N-N)型 1/65
- (N-S)型 1/61.9
- (US-S)型 1/56.5
- (UL-L)型 1/51.2

となる。

またこれをアスペクト比の増加と見做すと、(N-N)型のアスペクト比 1.65 に対し

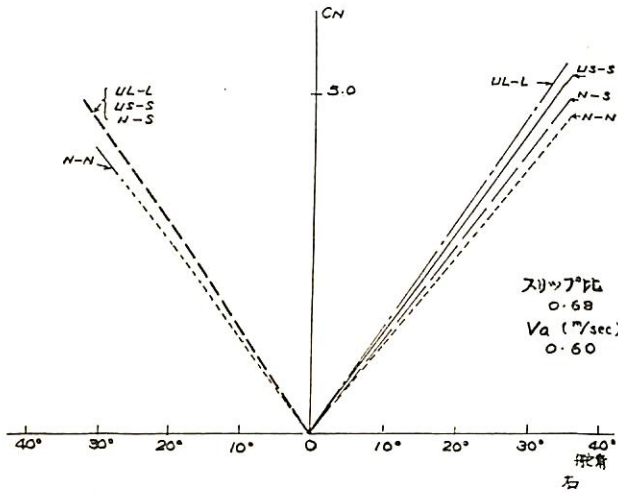
- (N-S)型 1.75
- (US-S)型 2.10
- (UL-L)型 2.70

となる。

(2) 推進器後試験結果(第9図参照)

推進器後試験結果を簡単に要約すると、

- i) 推進器後流のため左右の相違がかなり大きくなる。
- ii) 単独試験に比しやや利得が減る。
- iii) C_N 勾配増加割合は、左右平均して以下のとおりで



第 8 図 フィン付舵プロペラ後試験
(スリップ比 0.68 ; Va 0.60m/sec)

ある。

- (N-S) 型 8%
- (US-S) 型 12%
- (UL-L) 型 15%

(3) トルク

本実験では舵軸に働くトルクについて同様に計測を行ったが、フィン付舵については (UL-L) 型を除いて、トルクは殆んど増加せず、フィン無しと同一かあるいはやや少な目となる結果が得られ、実用上さらに有利な点が明らかになった。また (UL-L) 型に対しても舵軸位置を考慮することによってはトルクを通常舵にまで減少させることもできると思われる。

4. 結 論

肥大船型進路安定性改善について 2 および 3 に述べた実験結果より結論として、

- (1) 船尾中心線フィンにおいて、中心線にスリットを設

- けることは幾分か進路安定性に役立つ方向にある。
- (2) 舵面積を 1/45 に大きくするとかなり安定性は良くなる。
- (3) 2 枚舵は非常に有効な可能性が十分にある。
- (4) 3 枚舵は余り効果がない。
- (5) 水平フィン付舵は進路安定性改善に役立ち、且つ実用面でも簡便であることより最も有望視される。
- (6) 水平フィン付舵は単独試験でフィンの大小により約 5~27% の直圧力の増加が得られ、
- (7) また、推進器後試験でも約 8~15% の直圧力増加を得られフィンの有効性が証明された。
- (8) トルクはフィンを取付けることによって殆んど増加しない。

以上、肥大船における操縦性、特に進路安定性の向上策につき、模型実験を中心に試案を述べた。模型実験によればいくつかの特殊舵は確かに効果があることがわかったが、今後さらに効果の解析的研究と模型実験相関につき検討する必要がある。

本実験研究に当っては、大阪大学野本助教授、広島大学仲渡講師をはじめ大学の関係各位の好意あるご助力を頂いたことを記し感謝する次第である。

(なお本文に記した特殊舵については、特許申請中である)

参 考 文 献

- 1) 野本謙作—船の操縦性について(2), 造船協会論文集第 101 号,
- 2) 野本謙作—大型油槽船の操縦性に関する模型試験, 造船協会論文集第 103 号,
- 3) 志波久光外 3 名—模型船による最適舵面積の研究, 造船協会論文集第 105 号,
- 4) 元良誠三他 1 名—自動操縦による操縦性向上について, 造船協会論文第 116 号

波 紋 写 真 集

Wave Patterns and Hull Forms of Ships

東京大学教授 乾 崇 夫 著

この数年、東京大学水槽で研究された高速貨物船、青函連絡船、ウェーブレス船型、複雑船型などの波紋写真を系統的に集録したものです。船の波をみることによって船型の良否の微妙な差がわかる、いわば目でみる船型試験の結果といえます。

模型 12 船型について、それぞれの波紋写真 52 枚を掲載し、また波の等高線図 6 図も波紋写真と対照してわ

かのように収録してあります。

B 5 判 特アート 56 頁 上製本

頒価 400 円 (〒40 円)

本書は部書を限定しておりますので、ご希望の方は代価をそえて早目に当協会宛お申込み下さい。

船 舶 技 術 協 会

造船における溶接技術管理 (6)

大谷 碧・寺井 清

第4章 半自動溶接法の導入と適用 (続)

3. 技術開発に関する本質的問題点

一般に技術とは「道具を使って物を造る行為」を指すということが古くからいわれる。しかしこの定義は技術のみならず生産という語の説明にもそのままあてはまらなくはない。したがって技術ということばを正確に表現するためには以上に加えて「技術とは生産の過程に生きる手段または諸手段の概念である」との定義が必要とされる。この点についてかつてゴットルとならんで技術論確立のドイツ的の双壁の1人とされたゾンバルト教授 (Werner Sombart) は、その著書 *Technik und Kultur* (技術と文化) ならびに *Zähmung des Technik* (技術の統制) において、広義の技術を「操作または操作様式」あるいは「目的を達するに適当な手段の体系」とし、技術一般を操作すなわち手段と概念している。そしてこれを目的と手段の2つの観点から (物質的な) 器具技術と (活力的、形式的な) 器官技術の2者に分類し、前者の「1次的な」生産技術に対し後者を2次的、3次的という次元により階序することにより、技術とは単に物的な器具 (実際には道具から機械までのすべてを含む) の生産のみならず、これを操作 (使用) する行為の重要性を述べている。

またある技術論の一節を引用すればこの考えかたはさらに明白となろう。すなわち「技術は明らかに科学と生産の中間項である。科学の適用なくして技術を考えることはできぬし、生産的行為からはなれて技術を考えることはできない。そして科学と生産との対決においては、科学と技術との差別を考えるかぎりにおいては、科学と結びついて意味をもつのである。すなわち前段では生産的な手段として、後段では科学的な応用として考えられ、この対立する両側面の統一されるところに位置するものが技術」であり、また「生産における手段概念が、その可能的契機における適用概念を通じて、適用される法則性を、さらにこの法則性の認識たる科学を媒介してするのである。Appliance は手段 (道具) であるとともに、適用をも意味しつつ application に通ずる概念であり、かかるものが生産的手段の概念であり、すなわち技術の

概念でなければならぬ」とされるのである (相川春喜; 技術論入門)。

以上の技術論の結果から技術というものには生産手段となるところの機械器具をつくる1次的なもの、これを適用するという2次的なもの2者があることが明らかにされるが、いまここではこれらについて哲学的な考察に立ちいることはさておき、単にこれらによる技術の定義内容を借りるとともに、「技術」における「適用」の概念の重要性を認識する程度にとどめておこう。まず以上の技術の定義の点であるが、いまこれらを相対的にわれわれの立場からながめた場合、前者には溶接機、溶接棒などのいわゆるメーカー側の技術が多く含まれるのであり、後者には主として造船所側ととるべきユーザー側の技術が含まれるとしてよいであろう。

さてここで溶接法なり溶接棒なり、とにかく溶接に関してあるひとつの新しい技術を開発して、それを造船所の現場に実用化をこころみる場合を想定してみよう。この場合当然その過程において多くの問題点が発生することが考えられるが、かりにこの技術がすでに外国のメーカーにより成功裡に開発されているもので1次的技術面では単に機器、資材の国産化だけが問題となるようなものであっても、従来の経験から相当多くの議論の余地があると考えられる。ましてこれが外国製の1次的技術にあきたらず溶接法の原理だけは学んでも技術面は第1歩から開発しなければならぬ場合や、またはまったく根本から新しい溶接方法を開拓するという場合においてはその労苦ははかりしれないものとなろう。なぜならばわが国の溶接資器材工業においては同種製品に多企業が併存するがそのひとつひとつの企業 (実質上の企業体) は比較的小規模で、またその営業品目も溶接棒のみ、あるいは溶接機のみというのが多く、外国のようにこれらの両者を1社内で生産し、研究機関もこれらを総合して溶接法の段階から手がけるといった強力な会社 (たとえばこの例をみると米国ではリンデ、リンカーン両社、ベルギーのアークコス社、スウェーデンのエサブ、アセア両社、スイス・BBC社、フランス・エアリキッド社、オランダ・フィリップ社、英国のブリティッシン・オキシジェン社、ド

イツ・エリン社など枚挙にいとまはないほどである)はほとんどみあたらない。したがって日本では溶接機と溶接材料の両者の製造を目的として溶接法の段階から1社単独で技術開発を行なうこと自体非常にむずかしいし、また実施できたとしても企業間の提携をしないでこれを行なうことは多くの出血を強要されることになる。ましてこれらの実施にあたって機密裡にことを運ぶというのはさらに困難な問題であろう。したがって開発研究は関連会社と提携してある程度 open の状態(少なくともなにをやっているかぐらいはわかる状態)となりやすいが、その場合当然溶接機、溶接材料のそれぞれは分業的に研究されることになる。あるいはこれに総合的に溶接法という問題があればこれについても第3者(中立研究機関もしくはユーザー側)がはいる機会もあり、したがって分業度はますます大きくなる可能性が大きい。このようになるとひとつの開発研究は自社内の分野だけの成功ではものにならないわけであるから、企業の底の浅い会社、とまでいかずとも総じて要領よく研究しててっとりばやく企業化してもらうという態度のものが多い日本ではよほどのことがないかぎりついていけない。かつて(昭和38年10月)吉田兎四郎氏(工博, 三菱重工)は「溶接の自動化に関するシンポジウム」の席上「自動化の概論」について論じられたが、そのおりに外国のメーカーには道楽にちかい態度で研究を行なう人が多い。そしてそれが成功するときには企業はいちだんと強力になり繁栄する。ひるがえって日本ではこの「道楽」をする人がほとんどみあたらない。今後われわれは百年の大計をたててもっとこの「道楽」をしようではないかという主旨の意見を述べられている。筆者はこの意見にまったく賛成ではあるが、わが国の以上の実状をながめるとき、技術面での着想あるいは実力のレベルの点では外国に1歩のひけをもとらないわが国の溶接技術界も企業における事情の点でこの「道楽」には多くの問題があると考えざるを得ない。

上述の分業的開発の第2の欠陥は内容の総合的なとりまとめ能力に欠けるということである。たとえば溶接材料のほうは完全に解決した場合で溶接機器にわずかな未解決点があっても、前者のメーカーの発言力が大きい場合(このなかには、たとえば出血度が大きいわりに利益の少ないような、すなわち義理的、サービスのやっている場合も含まれる)には全体の立場から後者も製品化にふみきることであろうし、またこの反対の場合もでてこないともかぎらない。このような弊害をもっとも大きい実害としてうけるのは2次的技術を施行するユーザー側すなわち造船所側であろう。そして事実われわれは過去においていくたびかこの種のものについてにかい経験をも

っているだけに、ややもすれば1次的技術の分野に容喙せざるを得ず、なかには1次的技術に不信感をもった結果、みずからさがけてこの分野にふみ込んだ2次的技術者も少なくない。この風潮は少なくとも1次的技術のlevel up には大いに貢献して功績があった。しかしこのような例が一再ならずつづくと、その結果が成功的であればあるほど、造船所の溶接技術者は造船所本来の2次的技術の分野からしだいに遠ざかり、ついにはその職場から遊離した存在ともなりかねない危険さを実は内蔵しているのである。そしてこれらの一連の行為の結果われわれは技術というものがあたかも1次的技術(さらにゾンバルトの表現を借りれば、物的な器具技術)にのみ技術本来の目的があるかのような錯誤にとらわれたいともかぎらない。この点について前述の相川氏による技術論において引用したごとく技術の内容を「appliance は手段(道具)であるとともに適用をも意味しつつ application に通ずる概念」という一節からよみとって、結局技術を科学と生産の両側面を統一して考えるには、1次と2次の両技術をつねに総合的に駆使する心がまえ、すなわち片手で1次的技術(メーカー側の生産技術)の弱点をカバーすると同時にもういっぽうの手で2次的技術(ユーザー側の適用)を強力に推進しなければならない。すなわちここにおいて前述したゾンバルト、相川両氏の技術論にみられるところの適用の概念の認識と確立の必要性が強調されることになるのである。

要するに現代のわが国の造船所においては溶接技術者たるものは1次的技術の限界をよく認識してこれに対してlevel up の助力をすると同時に、このような1次的技術側ではユーザーとしての造船所の内容を調べる余裕もないことであろうし、また2次的技術本来の限界をもあわせ考えて造船所の環境、作業条件をメーカー側に対し合理的に啓蒙し、さらに以上に加えてつねに2次的技術の意義と内容について反省し熟考するのに欠けるところがあってはならないことを筆者は訴えたいと考える。

4. 半自動溶接法の導入(1次的技術の方位づけ)

4.1 溶接法の選定

技術は日進月歩であるということが一般にいわれる。近代工作技術の先端をいくものとして溶接技術もこの例にもれない。しかしだからといってこのことは毎日連続して1次的技術の分野において新しい溶接法が生みだされているというわけのものではない。もちろんときには画期的な新法の誕生もみられることであろうが、これらはむしろ1年にせいぜい数回程度みられる例外的なものにすぎないのであって、上述の日進月歩というのは日

々絶えざる改良がなされつつある状態が主としていわれるのであろう。たとえばサブマージ法だとか CO₂ ガスアーク法だとかいう溶接法は10年に1度くらいしかでないような大発明であろうが、これらに用いる溶接材料の改善となると多いときには月に1再ならず改良品がだされていることからもうなずける。

またさらにこの日進月歩の技術の内容について付言すれば、溶接の場合技術改善の主因が物的生産手段たる1次的技術に求められる傾向が多分につよい。

したがって以上の2点からもしわれわれ造船所側にたつ2次的技術者がこのようなみかたにひきずられて、溶接材料の質的改善のような minor change はいざしらず、革新ともいふべき大きな技術的变化は1年ないしは数年に1度くらいしかこないものだった気分になることがあるとすれば、これは技術の適用面における重大な認識不足といわねばならぬ。なぜならばそもそも前節に論じたごとく、技術というものはその次元の異なりによってその意義、内容が大きく変化するものだからである。たとえば航空機を評価するにしても操縦士が民間会社のものか、あるいは空軍関係のものかによってその結果にひらきのできるのとおなじ理屈であって、またこの場合機体もしくは機関におけるある種の性能改善もその操縦士にとって活用程度に大差がでて当然と考えられるときはその1例といえよう。

これについてはいまのところ、造船における溶接という分野では決定的な活用例がでていない点もあって実証することはむずかしいのであるが(ただし造船における溶接では他部門に使用できるものでも実用化が不可能だという negative な事例は多くある)、今後われわれがさらに細分化された分野でより高度に専用化の方向に向かって技術改善を行なう場合には、以上の基本的な思考態度をしっかりと身につけておくことが必要となろう。

いま本論にかえて半自動溶接についてながめるとき、この思考態度は欠かすことのできない重要な前提条件をもたらす。すなわち前節2においてわれわれは造船における半自動溶接としてオープンアーク法を使用することを想定してその適用範囲ならびに工事量について述べたが、これは同方法においてはたまたま従来造船用としての使用上の欠陥の程度が他法にくらべて低いことから選んだまでにすぎないのであって、これが決定的な方法であると論じたわけではない。またさらに、なるほどこの方法はいわゆる半自動溶接法という形体(鈴木春義氏、理工博、最新溶接ハンドブックによれば半自動溶接の定義として「溶接棒の送給が自動的にできるような装置を用い、手で揮棒する溶接方法」とされる)をとっているなかでは

現時点として造船用としての適用性にもっとも富んでいる。しかし造船所における2次的技術者が半自動溶接を必要とするのはあくまで突合せ継手に対する自動溶接(サブマージ法)の補助手段としてであって、なにがなんでもまずこれを使用するといった態度のものでないことはすでにくりかえし論じたところである。いま前節2に述べた自動溶接の適用不可能な分野、すなわちこのオープンアーク法を活用できると想定した継手をもういちどふりかえてながめてみよう。これには①内業工程の場合には短小継手(たとえば単位継手長が1m以下というようなもの)に対しては現在の自動溶接機はそのヘッドの重量が過大にすぎため(ふつう心線を装填せずに最低でも100kg ちかい)、作業管理上好ましくないから半自動化するというもので、つぎに②地上工程では曲り外板の継手には勾配があるためまず第1に現在のサブマージ法では一般にせいぜい縦に7°、横に3°くらいの傾斜しか溶接できない、そして第2に現在の自動溶接機ではこの限界を超えると登はん能力にかけるといった两点から半自動化を望むとされており、また③船台工程では底部外板ではフレーム側から溶接するため縦横部材に邪魔されて現在の自動溶接機では身動きできないからの半自動化というわけである。

したがってこれらの①から④までをながめるとき「溶接の半自動化」の必要性は、みかたをかえればむしろ「自動溶接機の小型軽量化」によっておきかえられる可能性がつよい。またこのことは半自動溶接が過去においてきらわれた理由は、理屈はつねにもっともと思われる器具技術の欠陥についてつけられているが、結局は使いにくいという器官技術面での要素に大きく支配されていることをも推察して、実際にはできればむしろこの後者の小型軽量化という手段によるほうが好ましいと考えられるのである。ただし、この場合には②のように厳密には直線かつ水平でない継手が問題となるし、また現実には小型軽量機の開発より半自動機のそれのほうが安価でつとりばやいと考えられるから、結局必要なのは「半自動溶接」であり「オープンアーク法」となるのである。

したがってこれらの諸点を考えるとき、対傾斜性の向上という造船以外の他の部門ではみのがされるようなサブマージ用溶接材料のわずかな改善も、造船部門においては画期的な革新をもたらす可能性があるわけで(前節2によればオープンアーク法を造船へ適用した場合、工数節減効果は上述②の点のみで全体の過半を占めている)、この点からも前述した技術改善に際してはまずこれに対する基本的思考態度が必要であると考えられると同時に、半自動溶接という1点のみの開発でひとかまお

こそうというような既述の態度の根本的あやまり（これが半自動溶接法の開発に専従する1次的技術者にみとめられるのは当然としても、ひろく各方法をくらべ総合的立場から取捨選択しなければならぬ2次的技術者にみられる場合をいう）がある。

本章で論題となる半自動溶接法もしたがってこれの溶接法としてなにをえらぶかを決定する際には、単に半自動方式という枠内での選択のみならず同時に自動ないしは軽自動溶接法と比較することも必要であるし、また場合によってはもちろん鉄粉の添加などにより高性能化しつつある手溶接棒ともくらべなければならぬのである。このようにみれば方法としてなにが best であるかという絶対的なものは存在しないかにも見えるかもしれない。しかし半自動溶接法としてはとにかく現場への適用性と溶接速度の2点において現在のところオープンアーク法が best と考えられることは既述のとおりであるので、この機器に対し上述の考えかたである種の工夫(後述)を加えて、以下この態度で実用化の方針をすすめた。

4.2 溶接材料に必要な因子

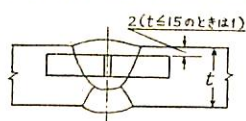

オープンアーク溶接用材料としては現在フラックスを心線の内部に内蔵した複合心線型とフラックスを用いることなしに心線の化学成分を調整して脱酸反応などの冶金反応を行なうようにした solid 心線型の2種類がある。前者の複合心線型はリンカーン社のインナーシールド法をはじめとして、国内の2,3の溶接棒メーカーで市販している心線にみられる。いっぽう後者の solid 型の心線は数年まえにソ連がこの種の心線を実用化していることを公表して以来、いち躍注目的となったものであるが、わが国においても東北大学の小林教授がこの solid 型の

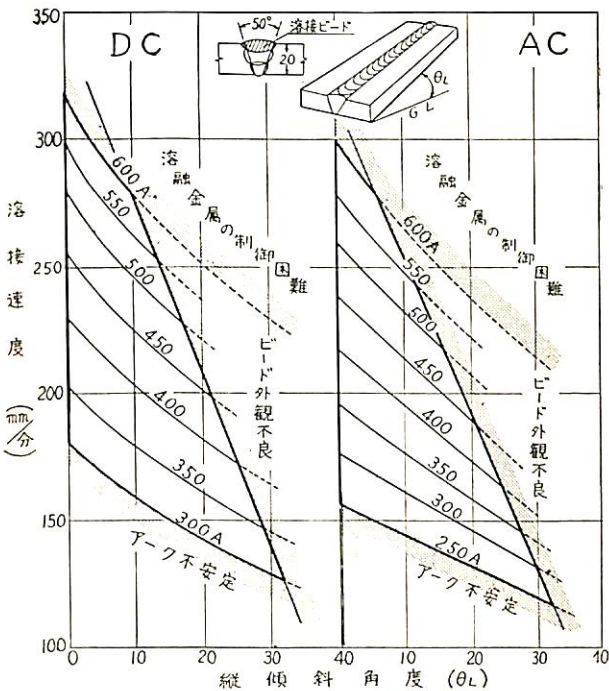
心線の開発にすでに成功しており、現在市販されるまでにいたっていることは周知のとおりである。しかしながらこの solid 型の心線は使用電流が現在のところ 160~180amp. までであるため、板厚約 10mm 以上のものではどうしても手溶接と同程度もしくはそれ以上の層数が必要となる結果、溶接能率の点で手溶接と比較して利点が少なく、この点から厚板を多く使用する工作部門においては実用価値に劣るものと考えられる。したがって造船所のごとく比較的厚板(板厚範囲は10ないし35mmのものが多い)を多量に使用するところでは現状では後者の solid 型心線よりも使用電流値が大きく、高能率の溶接が可能なる前者の複合心線のほうが実用価値が大きいといえよう。したがってここではオープンアーク溶接用心線としては複合型のものについて述べることにする。

(1) 外来的制約条件による必要因子

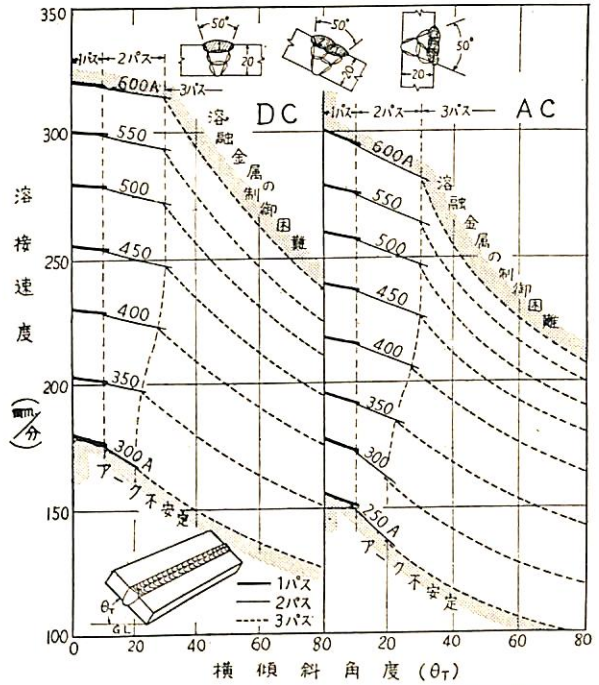
さてオープンアーク溶接の造船における適用分野であるが、これは第2節で記したように自動溶接が困難な船台上現場における底部外板の突合せ継手あるいは曲り外板の板継ぎ溶接など下向姿勢の突合せ継手が主要な対象となると考えられる。したがってオープンアーク用の心線は各船級協会が規定している溶接材料の諸性能を満足するものでなければならないが、たとえば日本海事協会の鋼船規則ではこの溶着金属の性能(抗張力は軟鋼の場合 41~57kg/mm², また伸び率は22%以上が要求される)を規定しているが、とくに衝撃値に対しては4-9表に示すように被溶接体である鋼材の種類, 級別および縦縁および横縁継手別に詳細に規定している(最近各国の主要船級協会の船体用鋼材に関する規則が統一されつつあるため、衝撃値についても LR, AB, NV など規

4-9表 鋼船規則による衝撃値の規格値

鋼材	項目 継手の種類	試験温度	手溶接	自動溶接	試験片採取位置
軟鋼	KE鋼の横縁継手	-10°C	6.2kg-m 以上	4.5kg-m 以上	① 1層盛りまたは2層盛りの場合 
	KB, KC, KD 鋼の横縁継手	0°C	4.8kg-m 以上	3.5kg-m 以上	② 3層盛り以上の場合 
鋼	上記以外の軟鋼の継手	20°C	4.8kg-m 以上	3.5kg-m 以上	



4—10図 オープンアーク溶接における縦傾斜角度と作業性の関係



4—11図 オープンアーク溶接における横傾斜角度と作業性の関係

定値は大體これと大差ないと考えてよい)。ただしこの場合半自動溶接は手溶接と自動溶接のいずれにより規定されるかが問題となるが、この際にはやはり半自動法という手でトーチを操作するものには手溶接の、また台車にのせて前述の軽自動法として使用する場合には自動溶接の規定値がそれぞれ適用されるべきであるというのが同協会の公式見解とされる。

(2) 内生的制約条件による必要因子

内生的制約条件による必要因子のうちまず第1にあげべきものは使用電源の問題であろう。もっともこれについては溶接機の問題で触れるのが順当かもしれないが、技術上の難易について考えるとき neck point はこの心線に集約されることになるため(これに反して経済上の問題は後述のごとく主として溶接機設備に根源する)とくにここに記すことにした。さてこの点についてはオープンアーク法としてすでに実用化の領域にある、そして同時にわが国でこの種溶接法の嚆矢を放ったリンカーン社のインナーシールド法では周知のごとく(これが同社の製品の特長でもあるのだが)その使用電源を直流としている。しかし半自動溶接というものを造船所において真に有効に使用しようとするれば、その対象のひとつである下向姿勢の短小突合せ継手は各工程のあらゆる場所に分散して存在するであろうから、この一事からして

も、溶接電源として交流を使用するわが国の場合、少なくとも将来は一般の溶接機、もしくはこれに電磁開閉スイッチなどのかんたんな付属部品を付したかたちのものに電源を求めることができれば技術、経済の両面において得るところは非常に大となろう。

ところがオープンアーク用心線(ここで扱っている複合心線型のもの)では周知のごとくアークの保護は主として心線内部に含有されるわずかな量のフラックスのみで行なわれることになるため、フラックス量が豊かなサブマージ法はいうにおよばず、手溶接棒にくらべてもいきおいアークの発生状況は、荒れた感じのものとなりやすい。そしてこれは必然的にスパッタの量やひいてはビード外観などにも影響してくることになる。そしてこれを制御するのは上述のかぎられた量のフラックスでなされねばならず、しかもこのフラックスはこの他ある程度ビードの脱窒、脱酸剤をも含むことをも考えなければならぬのであるから、結局これらのあらゆる因子を考えると、上述の電源の種類により(すなわち交流か直流かにより)すこしでもアークの安定性について、助力してもらえるとするればその必要度は他法にくらべて格段に大きいこととなろうし、また以上の点からあらゆる作業性に関する問題が終局的にはこの電源の種類選択に帰一される結果となってくるのである。4—10, 11図は

最近実用化された国産のこの種の心線を用いてその溶接速度を求めた結果である。この場合溶接速度はすべてビードの外観に重点をおいて判定を行なうため、継手の最終層部（すなわち余り部分）のみにおいて測定されている。またすべての実験はこの心線の対傾斜性（4—10図は縦傾斜，4—11図は横傾斜について）の調査をかねて施工されたものである。さてここに示す心線は一応交直両用のものとされているが，それでもこれらの結果から判定すれば大電流側では直流の作業性がすぐれており，直流は交流に比べ溶接速度においてまさっているにもかかわらず，同電流値においてそのアークははるかに「おとなしい」感じのするものである。このことは単に溶接速度という経済性においてのみならず半自動溶接の実用化に大きな影響をもたらす。というのは既述のごとく半自動法の実用化ではそのトーチの使いやすさが重要な問題となっているが，この使いやすさのなかにはトーチの重量およびこれにトーチ・ケーブルを考慮したバランスの2点からくる機械的な面での問題以外に，高電流で使用する際のアークに付ずして発生する熱量の問題をも含められるからである。したがってこの点については結局おなじ溶接速度を得るのにより高電流を必要とする交流に歩がわるいのは当然であろう。

この他内生的制約条件による必要因子として重要なものにスラグの剝離性（とくに開先内の初層ビードにおける場合）の問題がある。これは直流用と指定された前記インナーシールド用心線では比較的良好ではあるけれども，この場合もやはり交直両用という条件をはじめとする各種の作業性の因子によって，またときにはこれに衝撃値という外来的制約条件からくる因子が加わって微妙な変化があり，またある種のものにあってはこれに2次的技術の分野に属する問題，たとえば仮付溶接棒の種類選択というような因子によっても影響されることがあるかもしれないのである。

4.3 溶接機に求められる適用性

(1) 適用上問題となる因子

半自動溶接機の造船への適用性のうちまず最初に問題となるのは(a)その重量であろう。なぜならば造船所以外の工場ではたとえば4—3図にみられるような工夫でたとえその重量が人間1人で可搬の限界を超えたとしても実用上あまり不便な思いをしないですむ。ところが造船所では従来とまったく構想を新たにしたコンベア・システムの工場を設置しないかぎり，絶えず頭上をクレーンがおおるためこの種の装置の使用は困難であるし，かといってせいぜい重量が100kg程度にすぎない溶接ヘッドの移動に大容量のクレーンを使用するのはたとえ溶

**NEW FROM
AUTO ARC**

**Portable
Production
Wire Feeder**

*Now... Economical Fine Wire
Welding With AUTO ARC'S
New Compact Wire Feeder*

Quality manufactured and completely
field-tested... offers repeatable speed
regulation from 50 to 800 inches per
minute... feeds wires from .025" to
.047" at weld currents from 40 to 300
amps... maintains constant wire feed
speed under varying friction loads...
has exclusive Solid State Electronic
Plug-in control.

- ▶ Weighs Just 37 lbs.
- ▶ Will Pass thru 18" Manhole
- ▶ High Performance, Low Cost
- ▶ Write for Catalog Sheet or
Ask Your Distributor



Model
4220

AUTO ARC
WELD MANUFACTURING CO.
9617 Meach Ave., Cleveland, Ohio 44105

"The Wire Feeder People"

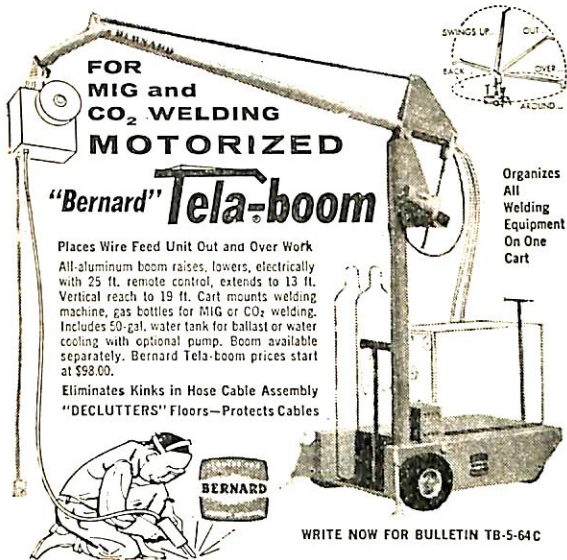
For details, circle No. 42 on Reader Information Card

334 | APRIL 1965

4—12図 CO₂ ガスアーク溶接機用ワイヤフィーダーの可搬性を強調した外国製品の広告の1例 宣伝文句には重量はわずか37ポンド（約17kg）で直径18"（約90cm）のマンホールをとおすことができるということが強調されている（Welding Journal 誌より）

接の能率が上昇してもその効果は運搬の能率低下で相殺されることになりかねない。これはなにも造船所のみにかぎられたことではなく，一般の大型鋼構造物の製作にある程度あてはまる共通の問題点といえよう。

この点外国の溶接機メーカーではその重要性を一応認識はしており，このことは各半自動溶接機の広告やカタログにその可搬性（portability）を示すものとして，たとえば4—12図に示すように重量や寸法を記入するとか，あるいは4—13図に示すような移動用治具を宣伝していることからもうかがい知ることができる。しかしひるがえってわが国のメーカーの場合はどうかということ，この点に対する無関心さ（なにも半自動溶接機にかぎったものではないことは第1章において記したことからも明らかである）は相当なもので，こころみに各メーカーの宣伝パンフレット類をみてもそのヘッドの重量を示したもののすら10台に1台くらいしかない。ましてこれに対する重量軽減の努力なんてものはほとんどみあたらないと思っただけではない（ただしわが国における唯一の例外として某メーカーの半自動型 CO₂ ガスアーク溶接機に対し，三菱神戸造船所がこれの指導を行なってその心線送給装置を分離させた結果，ヘッドの可搬範囲を事実上拡大したという実績のみが光っている）。しかし関心の有



BERNARD WELDING EQUIPMENT COMPANY • BEECHER, ILLINOIS

For details, circle No. 10 on Reader Information Card

4-13図 CO₂ ガスアーク溶接機の機動性を高めるための工夫を物語る広告の1例 (Welding Journal 誌より)

無を別とすれば、わが国でも外国でもこの半自動溶接機の重量の点からする実用性においてはあまり大差なく、たとえばさきに4-12図で示した半自動溶接ヘッドも実際にはCO₂ガス発生装置その他付属装置の1式を含めると決して造船所むきのものとはいえないのである。またこのことはオープンアーク溶接としてわが国ではじめて市販されたリンカーン社のインナーシールド型半自動溶接機(ヘッドはワイヤフィーダーと制御部を含み重量は130kg)についてもいえることで、この点同機の溶接トーチのもつ適用性が格段にすぐれているだけに造船所用としては惜しまれるべき欠点とされよう。つぎに第2の問題点は(b)ヘッドもしくは電源のもつ寸法であるが、これについても大体(a)の点と同様のことがいえる。第3の問題点は(c)溶接機のもつ用途の多様性にある。大体半自動溶接機としては(a)に述べた重量軽減の点からぜい肉はたとえそれがわずかのものでも除去されなければならないものである。ところが実際に市販されているものでももちろんCO₂ガスアーク法なりオープンアーク法なりに専用化されたものでも、重量的に機動的に、造船所用として適用性に欠けるものが多いのに、さらにこれらを兼用して多目的に使用できることをねらったものが間々みうけられる。かりにこれが1台何百万円もする高価な機械の場合ならある程度いたしかたないとしても、実際にはヘッド1台がせいぜい数十万円程度のもの

において行なわれているのである。これでは1工場で1台しか持たないことを前提としたことになり、結局相手がた(ユーザー側)にせいぜい実験用として買ってもらうか、もしくは相手を単なる町工場くらいにみているのか、いずれかであるとへんに勘ぐられてもしかたないことになる。第4ばんめの問題点は(d)使用電源の問題であり、また第5の問題点は(e)軽自動溶接機として転用できるかどうかの可能性であるが、これらについては本節ですでに述べたのでここでは省略しよう。問題点の最後のは(f)心線との関連作業性である。複合型の心線では心線断面中央部にフラックスのやわらかい部分がくるためとくに心線製造時のまきの固さにムラがあったり、またまき終わったあとのシーム継目が1直線になっていないと使用に際して問題が生じやすい。なぜなら心線の送給用モーターからトーチまでは4mから5m程度の長さがあるが、ふつうsolid型の心線でもこの程度が限界であるのに万一固さにムラがあれば送りローラーのところでスリップしてしまったり、またもしシーム継目が1直線にとおっていないと送りに際して心線にねじれが生じ、これがトーチ先端からでたとたんアークの発生方向に微妙なちがいを生じさせて、運棒中の手先を狂わせるからである。この他心線に関連して実用化の途上には溶接機に種々の小さな問題点が生じるが、個々のそれは小さくとも、つもりつもって実用化を不能にするような弊害をもたらさないとみかぎらない。この点を考慮して溶接機メーカーは当然その実用化の過程において心線メーカーと協同する必要性が生じ、結局前節3に述べた1種の企業全体におよぶ大きな問題にまでなりかねないのである。

(2) 1次の技術の方位づけ

まず前述(a)のヘッドの重量(心線ならびにトーチ・ケーブルを含めないもの)の点であるが、いまこれを最大で18kg以下を目的とする。もしこれが可能であれば心線の単位コイルの重量をいま10kg程度にするとトーチ・ケーブル(長さ約4m)とトーチで大体6kgくらいであるから全重量は約34kgとなる。したがって運距離を運搬するときには、ヘッドから心線コイルならびにトーチのユニットを分離して別々にすれば1人で2回に分けていけばよく、作業中の逐次的な短距離内の移動程度なら全部をいちどに1人で運ぶことも楽にできる。ただ問題はヘッド重量を20kg内におさめ得るかどうかである。

とかがいっぼう現在市販の半自動溶接機なるものにおいて、そのヘッド重量は4-10表に示すごとくで最低にも50kgちかい。したがってこれを上述の重量に押えるには結局すべて1/2以下にする必要がある。しかし造船

4-10表 造船所への適用性の面からみた

区分	No.	項目	溶接法	CO ₂ ガスアーク溶接法			
			サブマージドアーク溶接法	A (米)	B (日)	C (日)	D (欧)
溶接電源	1	種類	DC (MG)	DC	DC	DC	
	2	出力特性	垂下特性	定電圧特性	定電圧特性	定電圧特性	
	3	容量	750A (100%)	500A (70%)	500A (100%)	400A (100%)	
	4	重量	520kg	250kg	400kg	装置全体で 545kg	
	5	外側寸法	915×1.250×510	900×460×600	1.100×500×765	装置全体を含み 1.480m×960×1.320m	
溶接ケーブル	1	長さ(電源・コントローラ間)	≥12m	≥10m	≥8m	不明	
	2	本数(ク) (ホースの場合は供給装置・コントローラ間)	2本	ケーブル: 2本 (ホース: 3本)	ケーブル: 3本 (ホース: 4本)	ケーブル: 2本 (ホース: 1本)	
コントラ	1	型式	集合型	メインコントローラ (15kg) リモコンに分離	メインコントローラとガバナに分離	分離型	
	2	設置位置	ワイヤフィードに合体	独立 ※ (寸法: 300×160×492)	メインコントローラはワイヤフィードに合体	一部は溶接電源、一部はワイヤフィードに合体	
溶接ケーブル	3	長さ(コントローラ・ワイヤフィード間)	—	25m*	—	—	
	4	本数(ク)	—	3本(リモコン用を含む)(ホース: 4本)	—	—	
ワイヤフィード	1	位置、型式	フラックス装置およびコントローラに合体	独立	メインコントローラに合体	コントローラに合体	
	2	重量、可搬性	130kg, 運搬にはクレーンが必要	17kg 1人で運搬可能	メインコントローラ } 38kg ワイヤフィード } ガバナ12kg(分離)	不明*	
	3	寸法	1m×570×970	245×250×530	660×380×540	不明*	
	4	ワイヤリールの型式	スピンドル型	スピンドル型 (カートリッジ式)	スピンドル型 (プラスチックカバー付)	スポーク型	
	5	心線内蔵容量	心線: 27kg (フラックス: 45kg)	不明*	25kg*	25.5kg	
	6	プロテクタ	6面体のうち3面に防壁	なし	なし	なし	
溶接トーチ	1	トーチ・ケーブルの長さ	4.5m	3m*	3m	不明*	
	2	重量	トーチ: 2kg程度*	トーチ: 0.8kg* ケーブル, ホース: 3.5kg	不明*	不明*	
	3	作業性	支点1コのためやや不安定揺動には軽すぎる	微動操作困難	微動操作困難	不明	
	4	冷却機構	なし	水冷式	水冷式	なし	
	5	付属部品	トラベル用モータおよび揺動用車輪	防熱用プロテクタ	なし	防熱用プロテクタ	
付属装置	1	種類	フラックス装置 (圧縮空気機構を含む)	CO ₂ ガスポンベ装置一式、水タンクと循環装置	CO ₂ ガス、酸素ポンベ装置一式、冷却水循環装置	CO ₂ ガスポンベ (2本) と供給装置一式	
	2	位置、型式	ワイヤフィードおよびコントローラに合体	CO ₂ ガスポンベは独立、他はコントローラと合体	ガス、酸素ポンベは独立、他はコントローラ、フィードと合体	溶接電源に合体	
	3	可搬性	平定盤上では手押可能、その他はクレーン必要	短距離は手押可能、その他はクレーンが必要	運搬にはクレーンが必要	運搬にはクレーンが必要	
入力機構	1	入力用スイッチの位置	コントローラと電源	コントローラと電源	コントローラと電源	コントローラと電源	
	2	コンタクトスイッチの有無	あり	あり	あり	あり	

注 1) * 印を付した項はカタログに記載されていないことを示す, 2) Fは CO₂ ガスアーク溶接用としても使用で

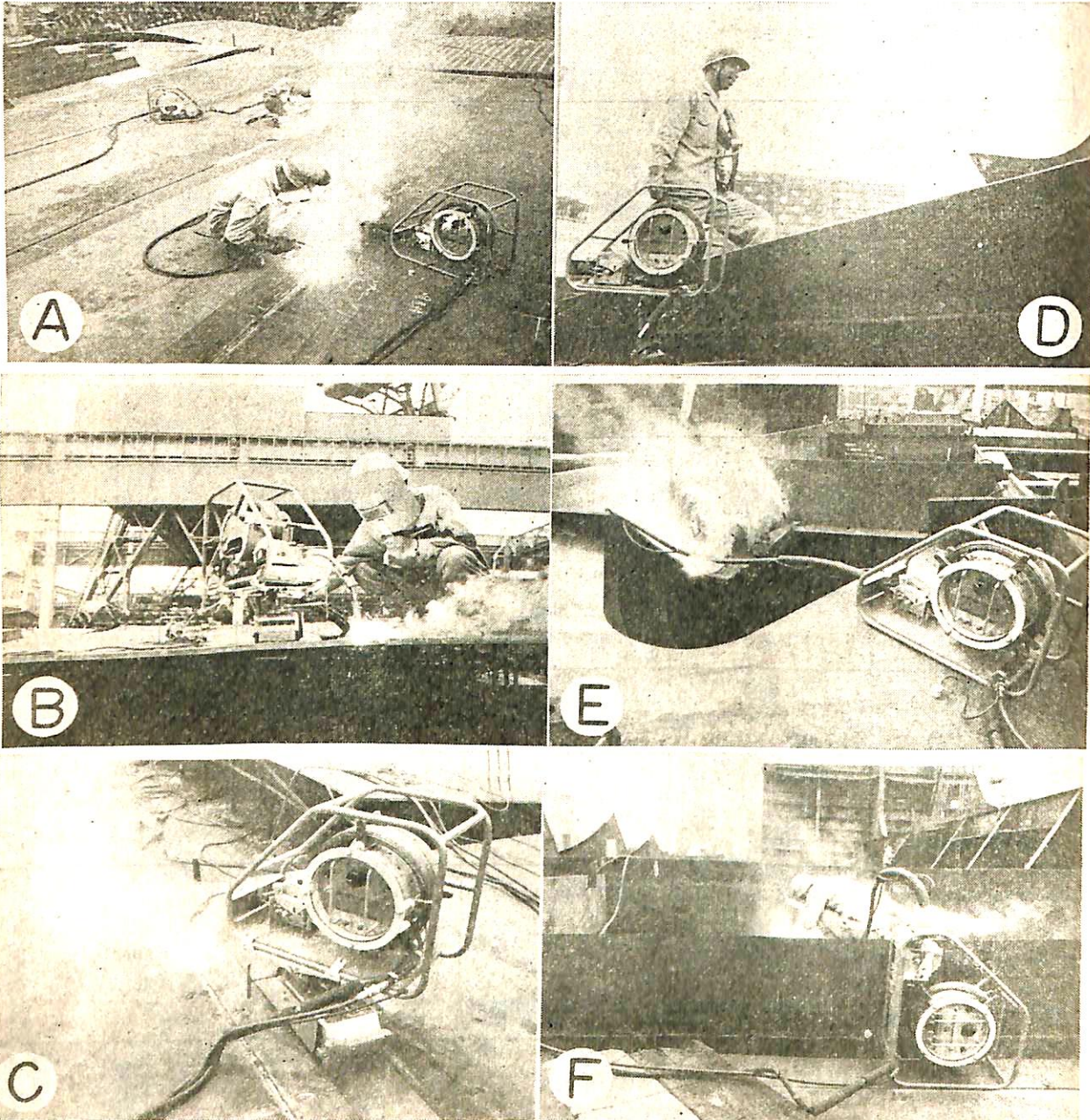
内外各種半自動溶接装置の比較一覧表

CO ₂ ガスアーク溶接法 オープンアーク溶接法 } 両用			オープンアーク溶接法	
E (日)	F (日)	G (米)	H (米)	I (日) (HANDY-AUTO)
DC, AC 特に規定せず* 500A 特に規定せず* 〃 *	DC, AC 特に規定せず* 600A 特に規定せず* 〃 *	特に規定せず 〃 〃	DC (MG) 上昇特性 600A (80%) 520kg 915×1.250m×510	DC, AC 定電圧特性 (DC) 600A(80%) 500A(100%) DC : 不明 AC : 特に規定せず* 1.180m×590×710(DC)
不明* (ケーブル1:本 CO ₂ ガス使用の場合) ホース:1本追加)	〃 * (ケーブル:1本 CO ₂ ガス使用の場合) ホース:1本追加)	不明* (ケーブル:1本 CO ₂ ガス使用の場合) ホース:1本追加)	23m 2本	40~60m 2本
集合型 ワイヤフィードに合 体	集合型 ワイヤフィードに合 体	集合型 ワイヤフィードに合 体	集合型 ワイヤフィードに合体	集合型 ワイヤリールに内蔵
— —	— —	— —	— —	— —
コントローラに合体 約50kg, 短距離なら 2人で運搬可能 590×400×625 スピンドル型 25kg* なし	コントローラに合体 47kg, 短距離なら* 2人で運搬可能 (も ちにくい) 670×300×650* スピンドル型 25kg 6面体のうち5面に 防壁	コントローラに合体 44kg, 2人で運搬可 能 (もちにくい) 590×420×760 スピンドル型 29.5kg 6面体のうち5面に 防壁	コントローラに合体 96kg, 短距離は手押可 能, 他はクレーンによる 980×510×635 スピンドル型 23kg 鋼製ケースに内蔵	コントローラに合体 18kg 1人で運搬可能 475×245×630 マガジン・スポーク混合 型 12.5kg, コントローラはマガジン 内部, 全体はパイプ支構内
4 m 不明* 微動操作困難 なし 防熱用プロテクタ	4.5m* トーチ, ケーブル合 計7kg* 微動操作困難 なし ノーガスワイヤ用ト ーチ, 潜弧溶接用ガ ン, プロテクタなし	不明* 不明* 不明 なし なし	4.5m トーチ: 0.5kg以内* トーチ, ケーブル: 7.1kg 微動操作容易 なし 防熱用プロテクタ	4.5m トーチ: 0.5kg以内 トーチ, ケーブル: 6.5kg 微動操作容易 なし 防熱用プロテクタ
CO ₂ ガス使用の場合: CO ₂ ガスボンベおよび供給装置一式			—	} 台車を付して軽自動 機 (30kg) として使 用可能
〃	: ガスボンベのみ独立, 他はコントローラに合 体	—	—	
〃	: ボンベ運搬に手押車または人員2名が必要	—	—	
— —	— —	— —	コントローラと電源 あり	電 源 あり

きる, 3) 容量の () 値は定格使用率を示す, 4) 寸法はすべて高さ×巾×奥行を示す。

所で半自動溶接機を使用する場合そのとり扱いかたは相当荒いことを考えねばならないから、以上の重量軽減を部材寸法、板厚などの減少で求めることは好ましくないし、これらはむしろ強化することこそそのぞまれるものである。しからばこの 18kg という重量はどのようにして求められるであろうか。

筆者はこの点についてあるメーカー側にこの条件のみを宿題として半自動溶接用ヘッドをつくらせたところ、どうやら形のみはできたができあがりのものは強度的に不足したものとなり、電気回路部分以外は全然実用に堪えるものではなかった。この事実からやはりふつうの常識的な設計ではとうていこの 18kg という軽量は求めら

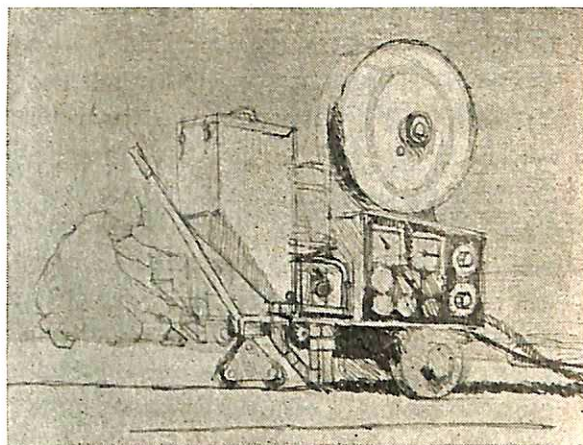


4-14図 筆者の方位づけにもとづいて製作された半自動溶接用ヘッド (Handy-Auto) の使用状況 (Aは自動溶接用シーリングビードの溶接, B, Cは台車を併用して軽自動化して曲り外板を溶接しているところ, Dは船台上を運搬中の状況, E, Fは船台工程における溶接を示す)

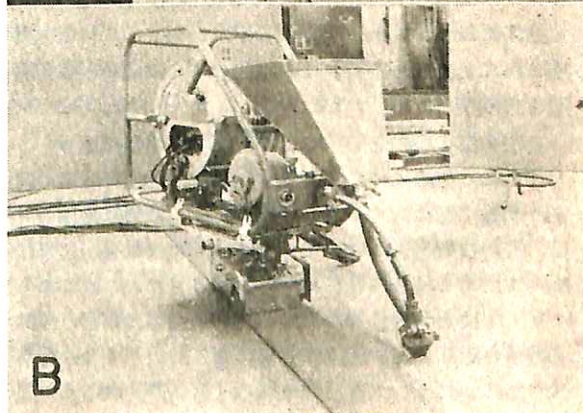
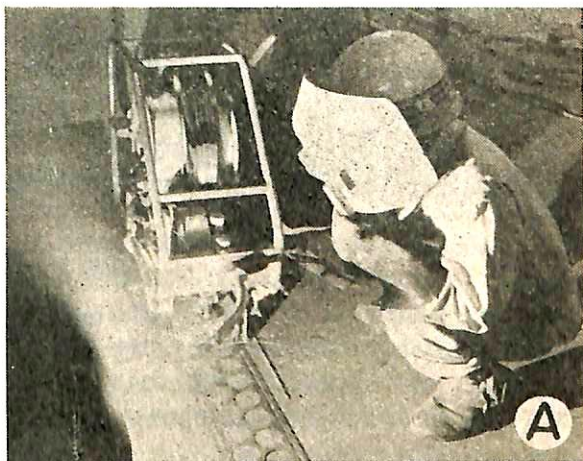
れないことを悟り、結局筆者はメーカー側の1次的技術に対しヘッド重量の軽減を目的として大要つぎの指針を示し、メーカー側は爾後この線に沿って技術改善をすすめた結果、はじめて初期の計画が達成されたのである。

- ④ 溶接機はオープンアーク法専用のものとする（これは前述(c)の項に対する答となる）。これにより回路内のリレーその他の不要部分が省かれる。
- ⑤ 溶接機の電源部分はふつう鋼製カバーでおおわれているが、これを小さくするため、電気部品を弱電（制御回路）と強電（送給モーター）の部分に分け、カバーは構造的に弱い弱電部分のみにかぎる。
- ⑥ ワイヤリールはスピンドル型を採用し、その内部に上述の弱電部分をはめこみ、このようにして上述のカバーをも省略する。またこのようにして全体の寸法を小にし、この点からも重量軽減を計る（前述(b)項に対する対策のひとつとなる）。
- ⑦ ただしヘッド全体に強度を与えるため鋼製パイプの支構枠をつくり、ヘッドはその内部に定置させる。
- ⑧ 心線の単位コイル重量を 10kg ないし 12.5kg（一般市販品の半分程度）とし、これによりワイヤリールの構造を小にする（前述(b)項に関連）。ただし心線の装填を容易にできるようにし、この点で作業員をおっくうがらせないよう工夫する。
- ⑨ ただし使用電源は交直両用とする（前述(d)項に関連）。
- ⑩ 必要なときには台車にのせて軽自動化（オープンアーク法）できるよう工夫する（前述(e)項に関連）。

以上の筆者の示した指針に対し溶接機メーカーの側で試作品をつくり、これを造船所側で試験を行なって批判検討し、これにしたがってメーカー側は欠点を修正するという手順をくりかえしたのち、結局 4—14図に示す型式のヘッドを完成することができた。このヘッドは18kgという軽量のため写真に示すとおり船台上でも手がるにもちはこびでき、また CO₂ ガスアーク法とちがってポンベ、ホース類はすべて不必要であるし、ヘッドから電源まではふつうの手溶接のキャブタイヤケーブル（40m～60m）を使用すればよいから、可搬性という点ではいっさいこと欠かないですむ。また少しでも軽自動化する余地があれば写真に示すように台車にのせてかんたんにこれを行なうことができる。この際台車の重量は付属部品を含め12kgにすぎないから結局全重量30kgのオープンアーク式自動溶接機が出現することになる。この程度の軽量さをもつ自動溶接機はもちろん国産ではこれをおいてないが、外国製品ではこれとほぼ同重量のものに Hägglunds社(ノルウェー)の Hand-portable tractor HSA



4—15図 Hägglunds社(ノルウェー)の製品である HSA80T型自動溶接機 溶接電流は最大 800 amp. までの制限があるが、そのかわりヘッドの全重量は70ポンド(約 32kg)といたって軽い(British Welding Journal 誌より)



4—16図 Handy-Auto型溶接機の多用途化 (Aは水平自動溶接を施工中のところ、Bはサブマージ式に転用したところを示す)

80T型溶接機(重量70ポンドすなわち約32kg)がある。しかし同機は4—15図より明らかなごとくサブマージ式でかつ下向専用であるのにくらべ、筆者の方位づけにもとづいたもの(筆者はこれの愛称として“Handy-Auto” welderという名まえをつけている)では4—16図に示すごとくノズルの角度を変えることによりかんたんに水平溶接も可能となるし(A図), またこの Handy-Auto はフラックス・ホッパーその他の部品の追加により一般のサブマージ法にも転用可能となり(B図), かつこの際には心線径は $1/8$ " ϕ で使用電流も最大で850~1000amp. まで流し得るように設計されており, 20~25mm程度までの板厚のものに対し each side one pass で溶接できるから, これらの諸点を総合すると軽自動溶接機としても目下のところ, もっとも実用性に富んだものと考えてよいであろう。

5. 半自動溶接法の適用(2次的技術の意義づけ)

筆者は従来2次的技術者として適用という行為の重要性についてくりかえし述べてきた。では造船所において実際に溶接技術の適用に際しいかなる手法がとられるべきであろうか。これについては筆者はすでに前章(立向下進溶接棒の適用方法)において新しい溶接技術の適用方法について見解を述べたので, ここでも一応これに準拠するものとしよう。ただし正直なところ新しい技術といってもその種類によって問題点のありかたがそれぞれちがっているので, その実施にあたっては適用の重点が多少なりとも異なってくるものである。したがって前章に示した適用方法は项目的にはよいとしても, その内容については当然ある程度の修正が必要と考えられるのであるが, いまこれについて触れるまえにまず前章の方法をかんとんに記してみよう。

適用には大きくわけて3つの段階があり, これらを実施順序にしたがってそれぞれ適用の第1段階から第3段階まで階序づける。

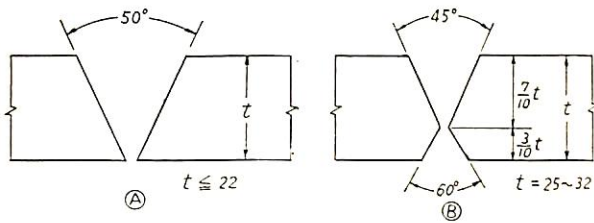
適用の第1段階というのはいわば計画準備であり, このなかにはさらに4つの行為すなわち, ①施工基準の確立, ②施工法に対する承認の取得, ③工数節減効果の計算, ④新技術導入についての foreman の教育が含まれる。また第2段階は局部試用の段階とされ, これにはやはり, ⑤技術改善教育の実施, ⑥適用定盤の設定, ⑦試用範囲の局部限定, ⑧施工基準の修正という4つの行為が含まれる。そして適用の最後の(第3の)段階は全面適用の段階で, これがふつう一般にいわゆる表面的な実用化の段階とされ, これには⑨逐次適用法の採用, ⑩適用範囲の拡大の2行為が含まれるとした。ここに示した

①から⑩までの各項目に含まれる用語の定義もしくはその意義についてはすでに前章に詳述したので, ここでは省略する。

さて上述の適用方法は適用という行為を手順化(ルーティン化)するには都合のよいものにちがいないが, これの内容については上述のごとく実施しようとする技術改善の特性によりある程度の修正が必要と考えられる。したがっていま上述の見地からこの溶接法の適用上の問題点について以下に補足し, かつこれを適用法に反映させた結果につき示そう。まず最初に①の施工基準の確立の点についてであるが, ここではオープンアーク法というものを論じる際つねに表題の半自動溶接法のひとつとしてとり扱ってきている。しかし従来も指摘したようにこのオープンアーク法は半自動法という前提条件がなければつねに best のものであるとはかぎらないのである。たとえばこの溶接法の実用化の問題を単に1次的技術者の手のみにより解決されたとき, その結果は現在市販のものにみられるような汎用型半自動溶接機, すなわちこの機械を使用するとオープンアーク法のみならずCO₂ガスアーク法の, また場合によってはある種の付属部品の併用によりサブマージ法の半自動溶接ができる(すなわち溶接機の型式は一定とし溶接法を多様化する)という型のものの製作によって示されるであろうが, おなじこの問題の解決が2次的技術者の方位づけ(第1次技術に対するもの)のもとに行なわれた場合には, その結果は Handy-Auto に示されるように汎用型オープンアーク溶接機, すなわち, この機械を使用するとオープンアーク法の半自動ならびに自動溶接ができ(すなわち溶接法を一定とし, 溶接機の型式を多様化する), かつ自動溶接という条件のもとではサブマージ法も施工可能という型のものの製作となって示されることになる。

すなわち「半自動溶接法としてはなにが best なのか」という疑問はつねに誰もが抱いてきたものであろうが, 一見単純そうなこの問題が, 実は導入と適用のいかんにより, 施工法の段階に大きなちがいをもたらすことになりかねないのである。したがって筆者の方針によれば, もちろん半自動溶接は手溶接継手に使用されて効果を上げるものではあるが, 同時にこれの継手は自動溶接(サブマージ法を含む)への転用をもつねに念頭においたものが好ましいということである。

つぎに③の工数節減効果の点であるが, 本章第2節に示した計算結果はある時点においてはたしかに正しい。しかしこの場合比較の対象となる開先形状は各造船所により異なるであろうから, これが絶対的なものとするのは妥当でない。とくにオープンアーク法を使用する以

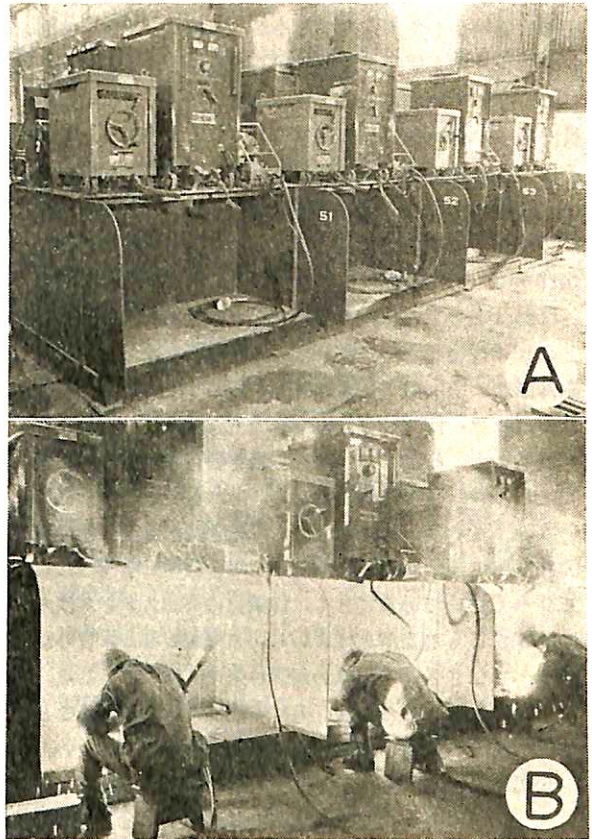


4—17図 川崎重工において使用している半自動溶接用開先形状の1例 (Aは大組立工程における曲り外板の継手, Bは船台工程における底部外板の継手)

前の開先形状(もちろん手溶接用)にいかなるものを想定したかは結果に大きな差をもたらすであろう。そしてこの結果,たとえば4—6表に示す節減効果のごときは数倍の order のものともなりかねない。さらに工数節減効果では第2節で扱わなかったものもある。たとえば船台工程における適用の対象はなにも4—6表に示す底部外板(母板)の erection butt にかぎることではないのであって,下向突合せ継手はこの他にも多くの短小継手においてみいだすことができるし,またこれらに対する工数節減の効果については4—6表以外にもそれほどははじかれていないのである。またさらに上述のごとく施工法の決定の段階においても問題があり,その継手長,板厚,継手の湾曲度などの大小によりこの溶接機(Handy-Auto)をどの形式で使用するのをもっとも得策かということは,原則は別として,現場の細部についていちいちこまかく規定できるものではないし,またしたがってこれらにおける工数節減の効果もそのときどきで変わってくるであろう。

以上の点から結局適用の段階においてこの溶接法をいかに効果的に使用できるのかのきぎをにぎるものは,各工程の工事を担当する責任者すなわち溶接の foreman の手にゆだねられることになる。すなわち,このような複雑な使用方法を必要とする溶接法の実用化においては彼らの積極的な意欲がとくに必要と考えられるのである。したがってこれらの点から④に示す新技術導入についての foreman の教育にはとくに念を入れることが重要であり,筆者の場合この教育を終了したのちもあらかじめ適用の第2段階(⑤, ⑥, ⑦, ⑧)をすべて foreman みずからの手で行なわせ,みずから判断させ,かつその意見をとり入れて各点の改善を行ない,これらの一連の行為を時間をかけて慎重にくり返したのちにはじめて一般作業員に対し第2段階にはいることを許しているのである。

適用上の最後の問題点は⑥に示す技術改善教育についてである。この場合も前章で述べたごとくまず教育場の整備が必要であるが,これでは溶接電源,ヘッドが特殊



4—18図 オープンアーク式半自動溶接法に対する技術改善教育場(Aは全景, Bは教育を実施中の状況)

であることから一般の教育設備は使用できないので,4—18図に示すような設備を新設してこれによりいちどに8人ずつ教育できるようにした。

ただしこの際各組の作業員の教育については原則として foreman の自主性に任せ,筆者としてはいっさい干渉しないことにした。そして要は各担当者が与えられた計画工数の範囲内で船をつくる(溶接する)ことであり,その方法にはいづれをとろうとかまわないとした。ただし foreman に溶接法の選択の自由を与えるからには,そのいづれをも使用できるという可能性を筆者は提供する義務があるのでそれを果すにすぎないという立場をとったわけである。そしてこのように彼らの自主性に任せると,教育はすべて彼らの手持時間内において行なうことにした。すなわち理屈からいえば10人の組で1人を教育にだすことは,のこりの9人に $\frac{10}{9}$ の能力を求めることになる。しかしこれは決して月々みな労働強化という概念につながるものではない。

なぜならばいったい配員の調整というのはいかに細かく行なっても結局1日とか2日という短期間でみれば余

裕のである場合があるものであるが、逆にこのくらいの期間なら少々の人手不足も全員がふだん以上の能力をだしてのりきることでもあるのである。したがって一見一定人員内で constant に仕事を遂行しているようにみえても、その実作業員は繁閑相呼応してみずから、あるいは foreman の指示によりこれを調節しているにすぎない。ここに述べる教育要員の派遣はこういった仕事の谷を考慮して foreman から自主的に、かつ以上の理由から不定期に行なわせるのである。ただしなんといっても繁忙時のあとの idle 捻出であってみればこれを無下に、たとえ工数節減のためというような目先の点とり主義のために行なうことは、作業員全体の今後の士気にもかかわることとなる。ところがここではこの教育要員の派遣という事実上の idle 捻出は教育のため、それも技術改善教育というふつうの若いものなら好んで行きたがるような合理的な変化の源がある。このような場合経営工学*においてひろく認めているごとく、作業員のレジスタンスは大巾に減ずるものと考えてよいし、またもともと教育のためすべてをささげるのはわが国古来の美風**でもある。

* レジスタンスの心理 人は本能的に強制されることを好まない。脅されても人は変化するものではない。変化したように見えたとしてもそれは表面の現象であって内部は噴火直前の活火山のごとき不安定な状態であることが多い。ピータードラッカーが彼の名著「現代の経営」の中でつぎのごとき意味のことを述べている。すなわち、人間性は変化を好まないという主張は誤りであって、創造物のなかで人間ほど新しがりやはいない。ただここで留意すべきことは人間が喜んでみずから変化し、また変化をうけいれるためにはいくつかの前提条件を必要とする。その条件とはつぎのごときものである。

- (1) 変化を合理的なものと感じることができる。人間というものはきわめて非合理的な変化をするときでも自分の意識のなかで、かならずそれを合理化するものである。
- (2) 変化は進歩として受けとらねばならぬ。しかしかに重要な進歩とはいえ、労働者がこれまで安住してきた心理的世界の境界線を一度に吹きとばしてしまうほど急激なものであってはならない。心理的世界とは仕事に対する概念、同僚との関係、特定の職務に関する技能や社会的威信を含む。

さらに彼は、人間の心理的安定感を明白かつ具体的に強めるものでなかったら、変化はかならず強い抵抗を受けるものであり、従業員に対して変化する能力を要求する前に、企業は従業員がそうした能力を持つこ

とのできる前提条件を積極的にくりだす必要があるとしている(野田信夫編; 経営工学総論第1巻, 経営工学講座より)。

** 維新の戦いのあとで窮乏のどん底に追いこまれた越後の長岡藩のなかに「人物をつくれ」という叫びをあげた家老小林虎三郎の不屈の努力はかつて山本有三のすぐれた戯曲「米・百俵」によりひろく世界に紹介され多くの人々に感銘を与えた。小林虎三郎は佐久間象山の門下で松蔭吉田寅次郎とともに両虎とよばれた俊才であるが、その卓抜した意見がときの大老の忌避にふれ越後にしりぞき、のち健康にめぐまれないなかにあつてききんにあえぐ人々をはげましつつ他藩より見舞として贈られた米百俵を売りはらってその金で学校をおこし、将来その門下に多くのいつ材をだした。たまたまこのような地味な努力と維新に際し幕軍側であったためその名はひろく世にでなかったが、その教育による人物育成の精神はこの種の日本の美風の粹と考えてよい。

さらにまたこの方法は投資と利益回収という資本主義精神の縮図ともいうべきものを造船における溶接という小さな世界にもたらしたかっこうとなつて、作業員全員に単なる技量教育では律しきれない自主自立の精神をうえつける結果ともなる。しかしこの方法は単に上述の精神的なものに終始しているのではないことは、その実施面でも多くの半自動溶接機を準備し、かつ教育設備を充実することなどによって作業員はもとより関係者にひろくよみとられるであろう。

筆者はこのように工数の統制をみずから考慮しながら行なう技術改善教育をとくに自己統制法もしくは自制教育法とよび、これを前章に示した一般的手法ときりはなして扱っている。思うに一般的方法は適用定盤の設定ならびに逐次適用法などである程度、上からすでに計画統制されたものを示し、この自己統制法とは上からこのような統制はなんら示されずに foreman をはじめ作業員全員が技術改善教育を通じて自主的に行なう技術改善の適用法を指すものとしてよいであろう。なお本章はいまだ第3段階にはいったばかりの時点での状況であつて、これらがかならずしも唯一無二の良法だということではない。またこれらが全面的に効果のある方法だとの実証的うらづけはなにもないのである。しかしここに述べてきたほとんどすべては、造船における半自動溶接法の適用のため事前にえがかれたひとつの設計図であることを想起して、造船における溶接技術の改善の複雑さ、困難さを知るよすがとしていただくとともに、同時にここに述べた一貫の手法がこの種の技術改善の推進を成功させるてだてのひとつとなることをねがいつつ筆をおこう。

船の安全航行に関する二、三の問題

東京大学生産技術研究所

田 宮 真

船の安全航海を確保するために定められた船舶安全法は、満載喫水線や区画に関する問題から火災予防、救命設備、居住設備等船舶およびその乗員、旅客、積荷の安全に関する事項を包含したすこぶる広汎な法規であるが、ここでは主として船舶の運動力学的な安全に関係深い二、三の問題点について研究の現状と、筆者の意見をのべようと思う。海難事故防止については、陸上における災害防止に世論の高まりがみられ、また船舶安全法関係の諸規程が改訂、新設される機運とあいまって、従前にまして関心が深くなっているが、人おのおのの立場によって、意見が相違する例は筆者も見聞している。本小文は一学究としての私見であり、船舶運航の实情に直接ふれたこともない筆者としては、見当ちがいの空論も間々あると思う。大方のご批判を仰げれば幸である。

1. 非損傷特復原性

1950年代にわが国をはじめ、米、ソ、東独等があいついで復原性基準を設けた。この基準は日、米は旅客船を、他は全船舶を対象としている。わが国の基準については、その基礎となる造船学、海上気象学的資料とともに山県博士によって英国造船学会に発表され、多大の注目をあびたが、学術の進歩とともに復原性判定に対する考え方も進展し、SR23、SR43部会等においても、種々の研究討議が行なわれた。たとえばSR43部会の報告において山内博士は現行のわが国の基準が思想的に一貫していないことを指摘し、外洋におけるもっとも重要な外力（波浪および風）の作用については、統計的な取扱いを行なうことによって、洋上の船の運動状態の確率事象としての把握がより一層忠実に可能となり、これにもとづいて復原性判定の可能性があることをのべている。ただし海上風の正確な観測ははなはだ少なく、時間的、空間的変動についての資料は皆無に近い現状であるため、これを定量的に計算方式に具体化するにはいたっていない。

1.1 風圧モーメント

風圧モーメントについては多くの場合、定常風による定傾斜と、突風による動的傾斜が考えられているが、山内博士は突風による動揺運動を、平均風速 U と瞬間風速 $U+u(t)$ との偏差（変動風速） $u(t)$ のパワースペクト

ルにむすびつけて推定することを提唱している。波浪についてのおつかいと全く同様にこのことが行なえるとすれば、洋上の風の変動に関するスペクトル解析と、不規則な風に対する船体（複素）応答関数をするることによって突風の作用に、現在のような artificial（または ambiguous）な取扱をしないですむであろう。筆者もこの考え方に賛成するもので、かねてから洋上の風速変動について、一、二専門家の教を乞うたが、資料がない、との答しかえられなかった。結局船に作用する風圧力を念頭において海洋風をしらべるのは、やはり造船関係者が卒先実行するほかないと考え、適当なウキに Froude 型の細長い支柱を支持し、これに応答速度が速く、かつ海面近くでも安心して使用できる風速（風圧）計を数個とりつけ、定点観測船、海洋観測船等を利用して実測を行なうことを数年前から考えているが、他の仕事におわれて実行にうつしていない。ただし実験室内においては造船関係内でも、大阪府立大学で波浪上に風を送ることを試みられたので、菱田教授に依頼して、波浪上面鉛直方向風速分布を調査して頂き、また昨年筆者の研究室でも、この種の計測が可能となったので、本年度内にはいくつかの資料がえられると思う。ここで注意したいのは、波による風の遮蔽作用であって、現行基準に考えている風速のもとで十分に（あるいは若干不完全に）発達した波の高さは、船の風圧面積の上下方向の拡がりに対し、同程度の大きさを持ち、しばしば水面上船体主要部高さより高くなるから、船が波の山にあるか、谷にあるかで瞬間風速に相当の相異をきたすとともに、変動風速 $u(t)$ のスペクトルには、波浪の卓越周期に対応した周波数成分に相当のピークを生ずるのではないかと予想されることである。規則波上に送風機で風を送ると、波面近くではたしかに、波周期に一致した周期で、風速が変動するのがみられる。ただしこの変動が、たとえば波高を単位として、時々刻々の水面上1附近で最大となるか、0.5附近で最大になるか、またその大きさは平均風速に對しどの位かなどはまだ不明であり、結果的には大して影響をもたないことになるかもしれない。

次に風速から、風圧モーメントを算定するには、普通風洞試験等で実測し、このモーメントが水平方向の風圧

力のみでおこされるとして見かけの風圧中心を求め、風圧力に対応する水抵抗中心は、浮力中心と仮定して計算してきた。これに対し前記菱田教授は水槽中で船を水平力のみをはたらかせて横にうごかし、みかけの水圧中心を求めた所、その水面からの深さは船形、横漂流速度、傾斜角によって大巾に変化することを見出した。しかし一般にこの際水圧中心は横傾斜とともに上昇する傾向を示し、従来の便宜的仮定は安全側にあること、また水圧中心位置の変動を考慮して風圧モーメントを算定しても、判定の基準値をかえることによって、合格、不合格の範囲はほとんどかわらないことから、復原性基準を定性的に変える必要はないとされている。筆者は菱田教授の実験に深い興味をもち、その後波浪上における風圧モーメントに関する同教授の実験研究にも敬意と謝意を表すものであるが、若干の疑問を現在でも抱いている。前記水圧中心に関する実験においては、船体に作用する力は事実上、模型船のマストに水平に加えられた横力と、静水圧、動水圧および重力のみである。実際には船体空中部分には漂流速度とは order の異なる空気流があってこれが水平力、揚力、空力モーメントを生じているはずで、空気流による水面攪乱を無視して平水中定常横流れと仮定しても、等しい水平力のみが船体上部に作用している場合とは、水圧分布が異なる可能性が存在する。傾斜角の小さい時には、揚力によるモーメントは小さいと想像されるが、傾斜がますますつれて、このモーメント成分は無視できなくなるであろう。このことを風洞内の2次元模型による力の計測、圧力分布の計測から調査しようとしたが、計測装置が不十分で目的を果たさなかった。風路付水槽で風速分布、船体傾斜、漂流速度を計測すれば、この問題に関する解決が可能であると考えている。しかし定常風による静的傾斜角は一般に小さく、復原性判定にこれを省略している国もあり、いわゆる突風による傾斜モーメントを直接見出すことが重要と思われるが、実験的にこれを求めるには、容器内の高圧空気の噴流を利用するか、遮風板を周期的に上下するとかの工夫が必要であろう。

1.2 打込海水

甲板上に打込んだ海水が復原性能を著しく劣化させることは十分認識されており、加藤博士はこれを定量的に判定法にとりいれる試みるを発表した。しかし加藤博士の方法は海水打込に関する限り、かなり大胆な仮定と省略が行われており、実験的裏づけも十分とはいえないように思われる。前節に引用した山内博士の考え方においては、船舶技術研究所において行なわれた横波中の実験から、打込海水の頻度については、波浪状況と、船体の上

下揺れ、横揺れの応答特性をもとにして、統計的予測が可能であることをのべているが、打込海水の量や、その傾斜モーメントについては推定が困難であるとのべている。打込海水の作用が複雑であることは、甲板上に船口その他の構造物が存在し、これらのために流れが複雑になること、舷壁をこえて流入するためたとえ平滑な面を流れても、強い渦動を含んだ流れとなること、船体が多様な動揺運動をしていること、海水打込によって船体運動が変化すること、海水打込は前進速度を有する場合、斜前方からも起こり、また追波による海水打込も重大な結果をひきおこす例があること等によるもので、事ごらの重要性にもかかわらず、その作用の定量的推定の基礎となるような実験研究もはなはだ少ない。東大元良教授、横浜大吉岡教授はそれぞれ打込海水のある場合の船体運動について観測を行ない、筆者は若干の理論計算を発表し、甲板上に滞水するときの自由横揺を計測したことがある。漁船研究室土屋技官は横波中で横揺れしている船に人為的に上方から海水を落下させて船体安定性を研究した。元良教授の実験では、風圧に相当する定常モーメントをあたえておくと、風下側に打込海水が滞留し、ついには風下側に顛覆する。また相当風圧モーメントが小さい時には打込が風上側におこり、風上側に転覆する例もある。土屋技官の実験においては風圧モーメントは考慮されていない。

その結果打込が風上側におこると、風上側に大傾斜するが、その傾斜角（この例では約 45° ）を中心として安定横揺を行なう。風下側に打込むと、舷壁が高く舷壁頂部が没水する場合はすべて風下側に傾斜がまして顛覆し、舷壁が低いときは風下側に顛覆するときもあるが、多くは漸次傾斜が減じ、さらに風上側に大傾斜してつりあいの状態になっている。最近筆者の研究室で観測した一例についても風のないときは船は大體風上側に傾斜する傾向を有し、風を加えると、この傾向が阻止されるようである。土屋技官の一連の実験研究においては、打込海水の排出に関する計測も行なわれていて、波浪中で動揺している場合には、打込海水は主として舷壁頂部をこえて溢出され、放水口の作用は大きくないことも見出されている。これらを通じてまず打込海水の作用は打込直後をのぞき、定常風圧モーメントと同じ程度ということが推定される。また波浪中では、簡易化された横揺れの運動方程式にあらわれる波の強制モーメントについて、再検討の必要があると考えられる。元良教授は船体を鉛直にたもち、横揺のみを拘束して波の強制モーメント ($= W \cdot GM([\theta - \gamma\theta_w])$) を実測したが、船体を傾斜させた場合にまでこれを拡張することは興味深い結果をあたえるの

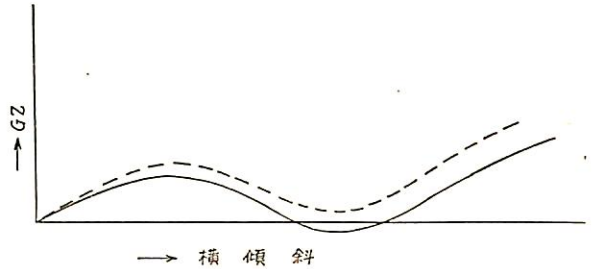
ではなかろうか。

油槽船は普通舷壁をもたず、しかも普通貨物船より小さい乾舷で航海しているが、格別顕著事故が多いとは聞かない。また上記諸実験から判断して舷壁高さはむしろ低い方が安全のようである。即ち舷壁は大量の打込海水がなくても放水口を通じて流入した海水は甲板上に滞留して、復原性能を多少とも悪化し、万一大量の打込があったときはその悪影響は著増し、舷壁が水没するに到ると、見かけの慣性モーメント、抵抗係数等をも大巾に変化させ、たとえ静水中で計算された GZ が正であっても大傾斜角を釣合角としての非対称横揺れをおこし、上部構造その他からの浸水、荷物移動を誘発して重大海難の因となるのである。舷壁の高さはおのずから上下限を有し、船の大きさには無関係といえるから、小型船では舷壁の作用は善悪いずれも大きく影響する。しかも小型船の乾舷は相対的に小さいから海水打込は小型船において致命的な影響をあたえる場合が多い。できうれば荒天時には舷壁を取りはずすか、甲板上に倒すかして、大量の海水が滞留することを防ぐのが先決であるように思われる。もし現在の舷壁構造がそのまま残される場合には、打込海水の傾斜モーメントは、初期衝撃（甲板、甲板上構造物、舷壁にくわむ）と、その後の滞留水によるものを考慮する必要があるであろう。これによって舷壁頂部がすくなくとも没水しないことが、復原性確保のための最低の要件となる。また山内博士の実験ならびに理論と、土屋技官の実験結果（極端に低い舷壁では、次々と海水が打込んで大傾斜をおこす）とから、舷壁を有する船では、打込の頻度のある値（たとえば $\frac{1}{3}$ ）以下におさえることも必要であろう。打込海水の量については、山内博士の方法を推進してある程度の推定が可能であると思われるが、この際船の前進速度を考慮するか否かは、実際問題（規制上の）としてかなり判定困難な事柄と考える。

1.3 大傾斜時の船体運動

復原性確保の見地からすると、現在における現象把握の程度から考えて、船体の横傾斜角はかなり小さい範囲に局限されることが望ましいが、漁船にあっては、 30° 、 40° といった大傾斜を保ったまま、数時間も風波にたえ、結局復原したという事例を聞く。前記の筆者の実験観測でもこのことが事実認められた。このような状態ははなはだ危険であって、放置してはならないが、大傾斜しても結局は復原したという“経験”は、乗員に誤った自信をあたえたり、法的規制に対する反論の材料とされることも考えられ、このような現象に関する研究がもっと重要視されてよいと思われる。筆者はこの現象には第1図に実線で示すような GZ 曲線が対応するものであろう

と予想していたが、最近の実験および土屋技官の話によると、同図点線のように GZ 曲線に正の極小値のある場合にもこの現象が発生するようである。



第1図 大傾斜発生時の GZ 曲線

この場合舷壁はきわめて大きい役目をもっていることは前節にも記したとおりであって、舷壁のない船では、第1図点線の GZ に対して、大傾斜がおこりうる可能性が非常に少ないと予想せられる。舷壁を巨大なビルジキールと考えると、まずこれによる横揺抵抗の著増がおこり、動揺振巾は減少するであろう。つぎに没水部形状が左右非対称となり、横揺れに対し、左右揺れのみでなく、上下揺れも無視できない連成作用を生ずるであろう。さらに波浪中においては波の強制モーメントが直立状態を中心とする横揺れの時と大巾にかわることも考えられる。既述のようにここでは波の強制モーメントとして、角速度、角加速度がともにないときに船体に作用する全水圧分布によるモーメントを考えている。これを静水中でのいわゆる静復原力と、動水圧によるものとのわけるとは、便宜的な取扱いで、将来理論が進めばもっと合理的な区分が可能となるであろう。現在では船側における波浪の圧力については近似的計算がある程度可能であるが、甲板上的動的圧力分布については、ほとんど手がかりとすべき理論の根拠がない、これは舷壁がなくても同じである。順序として、2次元模型により、横揺れ、上下揺れ、左右揺れ等の一つを拘束し、船体にかかる力、モーメントを波浪中において実測する必要があるであろう。その際圧力分布をも計測し、写真撮影を併用すればなお有益な資料がえられるであろう。2次元問題とし、変位を微小と仮定すれば、田才教授の方法で理論的な追求も可能であろうが、等角写像の手法が数値計算に最も適しているか否かは検討の余地がある。なおこのような大傾斜時には、大きな渦領域が発生し、これの理論的取扱いには実験観察の結果をまたねばならないことは、カルマン渦による抵抗算式と類似の事例であると思われる。

2. 損傷時復原性

損傷時復原性については、1948年 SOLAS 条約改訂時より1960年の改訂をへて、ひきつづき問題点としてとりあげられ、IMCO を通じ各国から提案や討議が行なわれている。衝突による沈水を考えた場合、一般貨物船においては、一区画可浸が長さ約 120 m以上の船について可能であるが、それ以下の船は安定性以前の浮力喪失で沈没に至る場合も多々あるという現状である。従って貨物船に関しては損傷時復原性は、およそ 5,000GT 以上の大型船が主対象となる。他方橋技師によると旅客船にあっては約 500GT 以下の小型船では浮力喪失と、縦安定が決定的要素となることが多く、横安定性は、浸水部分がバラストとして作用し、静的考察では比較的安全である。また総噸数 1,000~2,000 にあっては、一区画可浸は比較的容易であるが、高い二重底を有するようになり、また第 2 甲板が水面下に設けられることもあって、衝突による開口の状況次第では、横安定上危険な場合が予測せられるということである。SOLAS 条約では浸水後の GM が正なること、また静的横傾斜は普通 7° 以下と規制されている。この規制はいずれも平水時の最終状態について適用せられるもので、動力学的な考えは採り入れていない。衝突事故の 90% は風力階級 3~4 以下で起こり、また漁船をのぞいて約 80% は距岸 3 哩以内で起こっていること、および実際に損傷時の横揺れについての定量的推定計算がはなはだしく複雑困難と予想されることからやむを得ない措置であろう。非損傷時においても、甲板縁が常時出沒する大角度動揺については、予測が困難であることを考えると、船内の構造の複雑性に加えて、積荷、機関、諸管類の配置や、破口状況の多様性を含んだ損傷時の横安定に、動力学的な検討を行なうにはよほどの勇氣がある。筆者はわずかな Bilge circle をのぞき完全に箱型の模型船について、浸水過渡状態の実験を平水中で行なったが、船内に縦置した 2 本の防撓板の有無が、過渡状態の横傾斜を完全に逆転する例を観測した。もっともこの防撓板は、船の中の約 1/30 の高さをもっていたから、実船ではセンターガーダに近い大きさであるが。

上記の困難はあるにしても、衝突が常に平水無風時におこるわけではなく、ある程度の風波を考えに入れておくことは合理的であり、また場合によっては、静的考察のみによる規制に内蔵される矛盾を見出すこともないとはいえない。米国からは具体的に風波の作用を一応とり入れた提案が出されている。この提案では損傷時復原性に対しても、動的安定性の判定には非損傷復原性の場合と同様な考え方が成立つものとしているが、かりに現行運輸省復原性基準を基本的思想としてとりいれるとすると、同調横揺角の計算が必要となり、たとえ同調時の仮

定をすてるにしても、破口を有し、甲板縁が出沒するような状態を扱わなければならない。ここで思いきって破口の状況を見出し、船内に浸水があることだけを考慮すると、どのような影響があらわれるであろうか。筆者が前記箱船を使って行なった実験結果を示すと次のようになる。

- (1) 箱船主要目 長さ 1.53m, 幅 0.222m, 深さ 0.185m
 I) 喫水 0.100m のとき $KG=8.05\text{cm}$, $GM=1.04\text{cm}$
 II) \times 0.060m のとき $KG=8.45\text{cm}$, $GM=1.42\text{cm}$
 (2) 浸水時状態
 浸水長さ 約 0.270m 船体中央部
 I) 喫水 0.120m $GM=1.25\text{cm}$
 II) \times 0.072m $GM=0.81\text{cm}$
 (排水量は非損傷時の値をとる)

浸水完了の状態では浸水区画の船側、船底から 4.5cm の高さを中心をもつ円形破孔を開いたままとし、この破孔直径を 0, 13, 18, 25, 35, 50mm と変化させて、自由横揺を行なわせた。破孔直径 0 のときは、内外の水の流通がない。動揺記録を解析して次の結論がえられた。

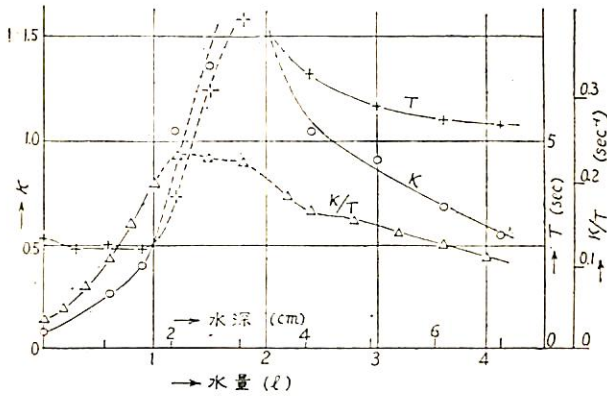
- (1) 抵抗係数、横揺周期とも、この範囲の破孔径の変化では、ほとんど変化しない。
 (2) 非損傷時に比し、抵抗係数は大巾に増大する。
 (3) 横揺周期は GM の平方根に反比例して変化する。上記 I) では周期が減じ、II) では増加する。
 (4) 実測値は次のようになる。

	非損傷時		損傷時	
	I)	II)	I)	II)
対数減衰率	0.058	0.079	0.088	0.100
周期 (sec)	1.72	1.69	1.57	2.29
周期 $\times \sqrt{GM}(\text{sec} \cdot \text{cm}^{\frac{1}{2}})$	1.75	2.01	1.76	2.06

次に浸水完了時と喫水、GM を等しくした非損傷状態の自由動揺を計測したところ、I) に対し、対数減衰率 0.060, 周期 1.57sec, II) に対しそれぞれ 0.082, 2.17 を得た。従って

- (5) 抵抗増大はほとんど内部水の存在によることがわかった。箱船の内部には前記船底防撓板の他に破孔付近、隔壁付近に若干の突起があり、これが抵抗増大に寄与していると思われる。

なお破孔面積 0 であっても現象にほとんど差のないことを利用し、破孔をとじて、船体内区画に注水する量を種々に加えて自由横揺実験を行なうと、負の GM となって、静的計算による傾斜が最大になる附近の水量で、対数減衰率および、これを横揺周期で除した値がともに著しく増大し、以後水量をますますつれて減少して前記の数値に



第 2 図 区画内水量による抵抗等の変化

T : 横揺周期 κ : 対数減衰率

近づくことが判明した。(第 2 図)これらの現象をさらによく理解するためには、強制動揺法によるのが適当と思われる、抵抗増大の原因等は今後の研究にまつ必要がある。

しかしこの実験は簡単な単底構造の箱船についてえられた結論であり、浸水率はほとんど 100% である。また破口は水面下にある円形のものに限られていた。実船において起こりうると予測される衝突時の状態をどのように決定するかという問題にも、非損傷時に比しはるかにむずかしい点が多々生じてくるであろう。

なお浸水によって縦安定性が劣化し、縦 GM が激減することは、縦揺れ周期の増大を意味し、これが動力的にも悪影響をおよぼすことを、十分注意すべきである。

他の交通輸送機関において、衝突時にもなおその安全を保証されるものは見当らない。区画規程はタイタニック号の冰山による大惨事に端を発したというが、他船との衝突は、互に制御可能な運動体の間におこる事故であるから、乗揚げや冰山との接触とは性質を異にするものとみることもでき、これに対する方策も別の考え方ができるのではないかとも思われる。

3. 沿海の気象、海象

陸岸から十分はなれた海上におこる波浪については、近似的に太平洋の波も、大西洋、印度洋の波も本質的にかわる所はないと推測される。波浪の状況をほぼ決定する因子は、風の吹続時間、吹送距離のみで、陸地、水底の影響はほぼ無視できる。しかし陸岸近くにあつては、地形、水深、潮流、島等の影響を複雑にうけて、局地的に特異な風、波が発生する。これらの局地的に特異な現象は、風波の基礎的な力学的構造の研究は別として、各国、各地域で独自に調査考究すべき問題であつて、安易に外国で発表された資料を利用することは危険である。

これをわが国沿海に限って論ずるとして、古来海の難所としておそれられた海域には、おそらく上述の特異現象が頻発するのであろう。その海域に特定の季節に卓越する強風の方角、風速、吹続時間、頻度、またこれに随伴する波浪の大きさ、風および波の発達速度等の長年にわたる統計的調査、波浪に影響する潮流、水深、島、半島、水温気温の差等に関する調査研究が海難防止上、格別の重要性をもつものとする。このような海域では、風向、水深、潮流、渦流の強い影響をうけて、船の操縦性も種々の制限をうけ、乗揚げ、衝突、顛覆、浸水等の事故に発展する公算が増すものと思われる。

すでに造船関係者の一部には、みずからの手で、沿海気象、海象の調査を行なっておられる方々もあるが、このような問題は全国的規模で、相当思切った予算を投入し、気象、海洋関係者、造船、土木関係者、航海、漁業関係者等の協力のもとに、長期計画で徹底した調査と、統計解析が必要である。研究成果は、沿海気象海象チャートとして、広く一般に利用せられる形にまとめあげる必要があるであろう。このような作業は、技術的に相当困難な問題点を含むうえに、月ロケットや原子力利用と異なり、きわめて地味な事業であるから、実現には大きな努力が必要であるが、海上交通の様相の複雑化をあわせ考えて、一日もゆるがせにできない問題であると信ずる。

4. 海上交通管理

ここ数年における船舶の大型化は目をみはるばかりである。また水中翼船、ホーバー艇等小型超高速船も実用の段階にはいった。工業生産の世界的な上昇に伴い船舶隻数も増加している。海上においても陸上や空港と同様の交通管理が焦眉の急である。勿論識者の間においてこのことは夙に真剣に研究せられていると思うが、経費、技術、人員等に制約をうけて実現がおくれているのであろう。陸上交通との差については、海上に特定の航路を設定し、交通信号器を設備することの困難と、立体交差や機械的な遮断機をおくことの不可能が考えられる。航空機の場合と比較すると、特殊の例を除いて、航空機は特定の空港においてのみ離着陸し、飛行中も陸上と常に連絡がとられているし、航空路はほぼ限定されているとはいへ、海面にくらべるとはるかに広大である。また航空機的设计製作と、その運航についての人的、物的水準は、残念ながら小型船におけるそれに比しかなり高級であり、いまだに正確な図面によらない船体が航行したり、無資格者の運航が発見されたりする海上交通とは大きな差異がある。大型船は苛酷な外洋の条件にたえなければ

ならないが、それぞれに種々、構造、性能に関するきびしい規制をうけ、建造中、完成後も詳細な検査によって保護されるのに反し、小型船はほとんど野放しであると極言することもできる。この状態は陸上建築と酷似して、結局は経済力の相異によるものであろう。

しかし、特に船舶の輻輳する特定海面においては、早急に交通力学的検討にもとづいて海上交通の管理を行ない、大型トレーラー、スポーツカー、乗用車から自転車、乳母車までが一つの道路を右往左往する現況を改善しなければならぬ。このためには

- 1) 現在および将来における特定海面の通航状態を正確に把握すること。
- 2) すべての船舶について、その操縦性をあきらかにし、特に洩水、低速、載荷状態の変化、風等による操縦性能変化を解明し、操船者に徹底すること。
- 3) 小型高速艇の場合は、たとえば操舵に対する船の応答時間は人間の応答時間に近づいてくるから、自動車工学と類似の方法で、人間—船舶系の総合応答特性をあきらかにし、航海士の適性についてもこの観点から人間工学の成果をとり入れること。
- 4) 人間にたとえれば、運動機能は小児に劣り、図体は力士にまさる超大型船の運動性能の積極的な改善をはかること。
- 5) 前章に既述した沿海気象海象チャート作成作業を急ぐこと。
- 6) 上記諸項を基盤として、大型船、小型船、特殊高速船に対し、航路を個別に設定すること。
- 7) 航路標識を能動化し、指定船路を逸脱する船舶に

は警告を発し、また関係機関に自動的に通報する能力をあたえること。(通航船舶にもこれに対応して受信設備が強制されるかもしれない)

等が必要とされよう。

わが国はこの方面に対する船舶工学的研究において、設備、人材ともに世界第1級であり、他面小型船隻数の多いこと、大洋に面した海岸線の長いこと、沿岸工業地区の多いことなどの環境をもつことは、見ようによっては、研究推進上好適な条件をあたえられているとも言える。東京都が絶望的な過密都市と化した愚を、海上交通管制においてくりかえさないよう切に希望するものである。

5. むすび

安全航海の一面についてのべてきたが、問題点の解決には、卓抜な独創的理論の開拓と、実験施設、装置、方法の進歩が相伴はなければならない。九州大学に追尾式送風装置をもつ水槽が新設され、筆者の研究室も、風路つきの水槽をもつことができたが、潮流を実現しうる水槽は、わが国にその具体案が提案されるまでに、他国に実現した。土木工学における港湾実験の手法をもとり入れた新しい構想の試験水槽が実現してもよいと考える。

山県博士が相似則の研究に用いた完全粗面模型船の活用も再検討の価値があるように思われる。また、現在船舶(造船)工学科の学生に課せられている工場実習に、航海実習の期間を加えることができれば、安全航海の確保のみならず、造船技術一般の発展にも資する所大であると確信する。

= 技術短信 =

フランスから初の船舶受注

石川島播磨重工では7月2日、フランスの Société Le Nickel 社から15,300重量トンのニッケル鉱運搬船2隻を受注し、パリで契約が行なわれた。

本船は日本がフランスから受注する最初の船舶で、現在欧州で造船業の振興が叫ばれている折から注目されている。船価は1隻当り210万ドル、納期は第1船が41年8月末、第2船は、42年1月末。名古屋造船で建造する。

全長 約147.00m 垂線間長 137.00m
型幅 20.50m 型深 11.40m 吃水 8.20m
載貨重量 15,300kt 主機 スルザー 6RD56 型ディーゼル機関 出力(連続最大) 5,000PS (170rpm)
(常用) 4,500PS (164rpm) 船級 BV

英国 P&O 社より高速貨物船3隻受注

英国 P&O 社の 14,000GT 型高速貨物船3隻の入札(世界21社参加)の結果、6月25日三井造船が受注と決定した。同社が本年3月 P&O 社より受注したコンバインドキャリアー(62,000DW)1隻につぐものである。本船は竣工後は欧州および極東航路に就航する。

垂線間長 160.020m 型幅 24.079m 型深 14.173m 吃水(closed) 9.144m (open) 8.001m 載貨重量(c) 12,540Lt (o) 9,450Lt 総トン数(c) 約14,000T 主機 三井 B&W 984-VT2BF-180型ディーゼル機関 1基 出力(連続最大) 20,700PS (114rpm) (常用) 18,900PS (110rpm) 航海速力 約21kn 船級 LR 納期 第1船 42-2, 第2船 42-3, 第3船 42-6

船に備える予備品と装置の信頼性

東京大学教授 平 本 文 男

まえがき

設計とは、その段階では漠然としか分かっていない（そして最終的には厳密に評価される）目的に到達するために、はっきりとは規定されていない制約等のもとで、適用範囲等が正確には定まっていない準法則を使用して決定をくだしていくことであるといわれている。¹⁾ この意味で設計は臨床医学、政治学等と同様に非精密科学であり、予測・決定に対するロジックも精密科学とは異なってくる。²⁾ たとえば、電子計算機による診断と名医の診断とが異なっていたとき、患者はいずれの決定を価値ありと認めるであろうか。この意味で学生に対する商船設計の講義の中にも、決定にあたっての物の考えかた、不明確性の処理法などに一部の時間をさくのが当然であると考え、できるだけ船舶工学に身近な例をとりながら、OR (Operation Research) その他の考えかたおよび手法の手引を加えてみた。

信頼性、在庫、取替えの問題もその1章であり、講義終了後の試験に次のような問題を出題してみた。

ある船会社で、同一航路に配船する5隻の同型大型油槽船を建造することにした。この場合、最初の2隻と最後の1隻に対しては1体型の予備プロペラを装備し、残り2隻に対しては装備しないことにした。この決定の妥当性を論ぜよ。

学生の答は必ずしも満足すべきものではなかったが、ここに再び同じ設問をかかげ、船に装備する予備品の範囲と数量に対する考えかたに対し、読者諸兄のご批判を仰ぎたい。

1. 故障あるいは破損の種類

図1は人間の死亡率曲線の1例である。2~3才までの幼児の高死亡率および30才以後の死亡率の漸増がみられるが、その中間は1,000人に対し2名以下に安定している。各種装置の部品あるいは要素の故障の起こりかたもこれと良く似ており、図2に示すような一般的な傾向をもっている。すなわち、第1期は潜在的不良あるいは製造の欠陥による高い故障率を示し、第3期は長時間の使用による損耗、あるいは性能の枯渇による高い故障率を示している。その中間は、いわゆるBathtub曲線の底の部分で、故障率はほぼ一定の低率で、Random failure portionとも呼ばれている部分である。

第1期の故障（初期破損）は上記のように、ある成分（Element）がはじめて用いられるときに、すでに内蔵されている欠陥によって起こる。これは一般に製造、運搬、取付け等のとき生じた原因によるもので、適当なテスト（試運転）により実際の実運用に入り込むことをある程度防止することができ、また製造中の検査、品質管理、あるいは運搬、取付け時の保護等により故障率を少なくすることもできる。初期破損の寿命曲線（オペレーション時間に対する残存確率——故障していない確率——曲線）は平均値の小さい指数型曲線である。（図3）したがって、この故障は適当な試運転、ならし運転により、実際の実運用に混入することを防ぐことができる。しかしながら、現実には十分な試運転を行なうことが困難な場合が多く、実際の実運用でもあらわれることは、東海道新幹線の例をみても明らかであるし、新しい自動化機器の採用などの場合はこれに対する対策が必要である。

第3期の故障（磨滅破損）は成分のある性質が枯渇す

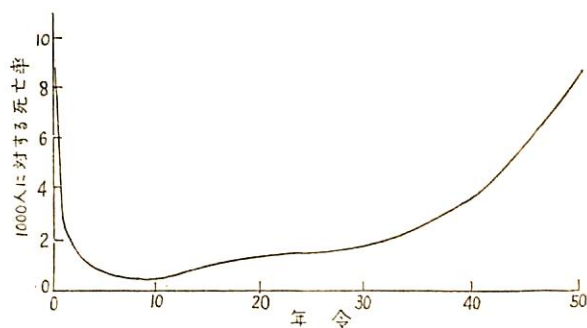


図 1

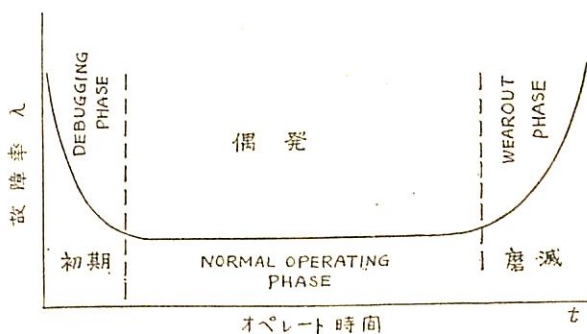


図 2

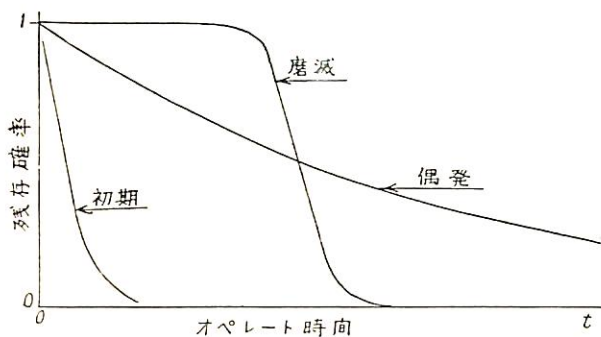


図 3

ることから起こる。例えば、軸受けの磨滅、さび、電球フィラメントの蒸発、乾電池の衰耗などその例である。無くなる時期が大体予想できる消耗品、常備品の品切れ、結婚のため退職する女子職員の退職などもこの部類の故障であろう。この型の破損の特色は、ある程度までその破損が予想できることであり、同じように使用された一群の同一成分の寿命は、平均値のまわりに殆んど正規分布をする(図3)。したがって、故障の重要さの程度に応じて、故障が起こる前に部品交換を行なうとか、補充計画を練っておくとかによって、かなりの程度まで重大な故障を予防することができる。また、起こりかけている衰耗現象を、検査とか、他の現象(たとえば機械の音が大きくなる、温度が上昇する、振動が大きくなる等)をとらえて早期発見する技術を展開することもできる。ただし衰耗故障予防のため行なうオーバーホールの期間が適当でないと、初期故障が増大し、結局故障の減少という目的に沿わない場合も生ずるので注意を要する。器材の整備システムの完備している国鉄等でこのことが問題にされている部分もあるようである。

第2期の故障(偶発的破損)とは耐用キロ数以前のタイヤのパンク、フェーズの溶融、真空管の故障、交通事故による死亡、キーパンチャーのミス・パンチなどのように、一般に温湿度、衝撃、振動、その他の環境と呼ばれるものが故障条件を規定はするが、同一環境のもとでは破損の危険はオペレート時間に関係なく殆んど一定である。偶発的故障に対しては、それが Normal operating phase にある限り、新しい部品でも、古い部品でもいずれが先に破損するかの相異は全くない。一定の時間間隔内に起こる偶発的破損の度数はポアソン分布をし、信頼度(残存確率)曲線はオペレート時間に対し指数関数的に変化する(図3)。この故障は磨滅破損、初期破損のような方法で予知したり予防したりすることはできない。また、破損率を左右している環境因子についても、

知られていることは微々たるもので、対策としても、安全率を大きくとるとか、防振を考えると、通風を良くするとかいてもそれらの効果を数量的に把握し、効果ある対策を見極めることはかなりむずかしい。したがって、装置全体の信頼性、故障に対する予備品・予備装置の決定等の問題において、最も大切な型の故障である。

故障の型の判定。故障の例が多数(例えば50例以上)あれば適当な検定法を使用して寿命曲線が指数型とみなしうるか、正規型とみなすべきかの検定を行なうことができる。また検出法によっては10例程度でもある程度のこと的数量的にいえる場合もある。⁴⁾しかしながら、電子工業、航空機工業等と異なり、船舶工学の分野でこの問題を定量的に扱おうとする試みの歴史は浅く、また故障データの収集組織も整備されていない。したがって、母集団のはっきりしたデータを得ようとすればサンプルの大きさが小さくなり、サンプルの大きさを増そうとすれば同じ母集団であるという保証はなくなる。船用機械の信頼性を論じた Riddik の論文⁵⁾をみても、いかに信頼すべきデータが得にくいかが分かるであろう。なお、故障実績のないデータについては、故障の可能性があるものなら1回あるいは0.5回の故障があったものとして扱う必要がある。

いずれにせよ、信頼性あるいはまれな需要に対する予備品決定の場合、第1近似として積極的に否定できない、一応妥当と考えられる仮定は肯定して先へ進むことが必要である。例えば、船のプロペラの故障にしても、他の物体との衝突による故障は偶発的破損とみなし、キャビテーション等による破損は摩擦破損と考え、新しい可変ピッチプロペラの作動機構の一部の故障などは初期故障かも知れないと考える等現象からの類推の上でデータを考えることが必要である。

2. 予備品

予備シャフト、予備プロペラをはじめ、ロープ、ブロック、丸窓のガラス、電球など船で備えている予備品の品目(Range)数量(Depth)はきわめて多く、潜水艦のような倉庫容積に関する制限の強いものでも、持ち過ぎているのではないかという疑問が持たれている⁶⁾。

予備(Spare)あるいは2重装置(Redundancy)というものは、システムに故障が起こったとき、それを保有し利用することにより、大きな損害をまぬがれるためのものであり、システムの信頼性あるいは稼働性を高める手段の一つである。最近のミサイルがうまく飛ぶのも、人工衛星が飛行中その役目を果たしているのも、信頼性、二重装置の組み込みかたの進歩に負うところが非常に大

きい。また米国が全世界に拡がっている軍事基地を限られた費用で維持していけるのも、不確定な需要をもつ軍需品、予備品の貯蔵・供給機構の進歩、すなわち Reliability, Inventory Control, Logistics⁷⁾ 等の進歩に負うところが大きいといわれている。

いずれにせよ、予備品は使用されることを期待して持たれる。しかも、その品目・数量は効用が最大になるように決定されるべきである。したがって、判定の基準（決定に対する考えかた）とともに故障（需要の発生）に関する情報、予備品を保有することにより免れるであろう損失（品切れ費用 Shortage Cost）、予備品を保有するがために必要となる費用（保持費用 Holding Cost）等に対する考えかたをまとめて置かなければならない。自動車は予備タイヤを持ち、自転車が持っていないのは両コストの比の相違が大きく、飛行機が予備タイヤを持っていないのは、そんなものは持っていないのも何の役にも立たない——品切れ費用ゼロ——からである。また、船の乗組員あるいは現場責任者がより多くの予備品を求めるのはコスト評価の差とともに、判定基準の相違にもよるのであろう。

以下、簡単にするため、効用はコストであらわされるものとし、判定基準は期待値（平均値）の大小で定められるものと考えよう。

3. 簡単な例題

丸窓のガラスは波浪、漂流物等の衝撃、停泊中他物との接触等により割れるかも知れない。このため、船には何枚かの予備ガラスを具えておきたい。丸窓のガラスが破損した過去の例を調べたところ、取付位置、したがって丸窓の級別によっては破損の確率に差があるが、呼び径、船の大小、航路によっては有意差は認められなかった。このため、同じ級別の各種丸窓に関する何隻かのデータをまとめて需要予測を行なうことができた。

表 1

必要とされる予備ガラス数 r	左記破損個数の生ずる確率の推定値 $P(r)$
0	0.90
1	0.05
2	0.02
3	0.01
4	0.01
5	0.01
6以上	0
合計	1.00

船に積んでいる予備品は航海、あるいはそれらの補給港から補給港までの期間に対して考えるべきで、次航海以後の予備品は使用しただけ毎回補充すべきである。フリート全体に対する陸上の予備品は入手期間（リードタイム）を考慮して別に全体的に考えるべきである。いわんや、この際ついでにクなどという考え方は、ついでクの利益ははっきり把握されない限り行なうべきではない。

ある厚さ、ある呼び径のガラスの1航海の需要量を予測して表1の値がえられたと考える。過去の資料の中には衝突等により10個以上破損した例もあったが、この場合はたとえ予備ガラスがあっても何の役にも立たないケースであるので当然除外した。また実際のデータは例数が少ないため多少の凸凹はあったが、これも累積分布曲線がフェアになるように修正した。

予備ガラスの価格、金利、償却、倉庫の保管費等を考慮して、予備ガラス1枚の保持費用 C_1 は100円と推定された。予備ガラスの必要を生じたとき、倉庫に手持ちがない場合の損害の評価は次のようになされた。丸窓のガラスが破れた場合には室内に水がはいり濡れ損を生ずるかも知れない。しかしこれは予備ガラスの保有に直接の関係はない。（破損したときに濡れるのは同じであるし、その後の処置は内蓋をしめれば良い）。結局、予備ガラスがないと補充するまで丸窓の機能が著しくそこなわれることにある。その額は客室、船員室、倉庫等によって異なり、不便をしのぶ期間にもよるが、品切れ費用 C_2 は平均2,000円と仮定しよう。

4. 問題の解きかた

はじめの在庫量を S とし、 r 個の需要を生じその予備品が使用されたとしよう。 S と r との大小により次の2つの場合が生じうる。

a) $r \leq S$ ならば、 r 個の予備品は役立ち（したがってこの場合を基準にとると損益なし）、 $S-r$ 個は使われなかった。したがって、 S 個の予備品を持っていたための損失（費用）は $C_1(S-r)$ 。

b) $r \geq S$ ならば、 S 個の予備品は全部役立ったが、 $r-S$ 個のケースについては1個につき C_2 円なる代償が支払われなければならない。したがって費用は $C_2(r-S)$ 。

特定の航海で r がどうなるかを定めることはできないが、特定の r の値が生ずる確率 $P(r)$ を用いれば、 r の特定値に対する費用の期待値は次のようになる。

$$r \leq S \text{ のとき } P(r)(S-r)C_1$$

$$r > S \text{ のとき } P(r)(r-S)C_2$$

ゆえに S 単位の予備をもっている場合の総費用の期待値 $TEC(S)$ は次のようになる

$$TEC(s) = C_1 \sum_{r=0}^s P(r)(S-r) + C_2 \sum_{r=s+1}^{\infty} P(r)(r-S) \quad \dots\dots\dots(1)$$

この式の右辺はすべて与えられているので、 $TEC(S)$ は容易に計算できる。例えば $S=3$ とすれば

$$TEC(3) = 100[0.9((3-0)+0.05(3-1)+0.02(3-2)] + 2000[0.01(4-3)+0.01(5-3)] = 342円$$

同様にして表 2 が求まり、総期待費用を最小にする予備品数 $S_0=2$ であり $TEC(S_0)=305$ 円がえられる。

一般に在庫モデルの公式として次の結果が求められている⁸⁾

TEC を最小にする S の値は次の条件をみたす S_0 である。

$$P(r \leq S_0 - 1) < \frac{C_2}{C_1 + C_2} < P(r \leq S_0) \quad \dots\dots(2)$$

但し $P(r \leq S_0) = \sum_{r=0}^{S_0} P(r)$

この例では $C_2/(C_1+C_2)=0.952$ であるから表 1 を書き直した表 3 の最後の列とこの値から $S_0=2$ が直ちにえられる。

表 2

S	TEC(S)
0	420 円
1	310
2	305
3	342
4	400
5	479

在庫水準 r が連続量るときは、予備品の需要が S_0 以下である確率を次のようにおけば、 S_0 が最適値である条件

$$\int_0^{S_0} f(r) dr \equiv E(S_0)$$

は(2)式に対応して(3)式がえられる。

$$F(S_0) = \frac{C_2}{C_1 + C_2} \quad \dots\dots(3)$$

表 3

r	$P(r)$	S	$P(r \leq S)$
0	0.90	0	0.90
1	0.05	1	0.95
2	0.02	2	0.97 ← 0.952
3	0.01	3	0.98 ← $S_0=2$
4	0.01	4	0.99
5	0.01	5	1.00
6以上	0	6以上	1.00

5. 偶発的故障に対する予備品の量

偶発的故障に対する予備品の平均需要量(故障の平均発生回数)を M とすれば、その期間に r 回の需要の起こる確率 $P(r)$ は平均値が M であるポアソン分布、すなわち次のようになる。

$$P(r) = \frac{M^r e^{-M}}{r!} \quad \dots\dots\dots(4)$$

したがって総期待費用を最小にする予備品の量 S_0 は(2)式により次の関係が成立する。

$$\sum_{r=0}^{S_0-1} \frac{M^r e^{-M}}{r!} < \frac{C_2}{C_1 + C_2} < \sum_{r=0}^{S_0} \frac{M^r e^{-M}}{r!} \quad (5)$$

あるいは、最適値が S_0 と S_0+1 の境界値は、

$$\sum_{r=0}^{S_0} \frac{M^r e^{-M}}{r!} = \frac{C_2}{C_1 + C_2} \quad \dots\dots\dots(6)$$

さらに $p = C_2/C_1$ とおけば

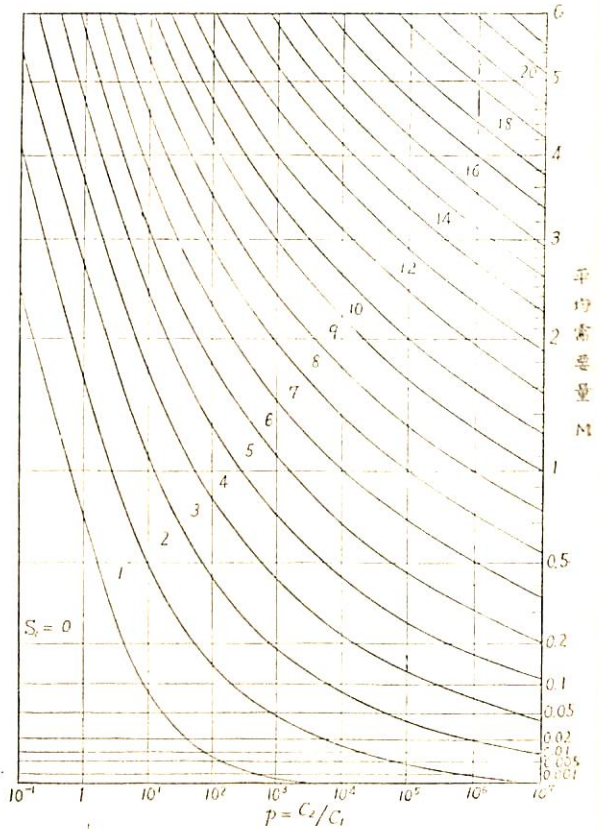


図 4 需要がポアソン分布とみなされる場合の最適在庫量

$$f(M, S_0, p) = \sum_{r=0}^{S_0} \frac{M^r e^{-M}}{r!} - \frac{p}{1+p} = 0 \quad \dots\dots(6)'$$

(6)' の第1項はポアソン分布表に必要な精度で示されているので境界線上の p の値は直ちに求められる。 S_0 の小さい値に対する計算結果を図4に示す。平均需要 M が非常に小さい値に対しては、むしろ縦軸も対数目盛りにしたほうが良いかも知れない。

図4の縦軸は平方根目盛り、横軸は対数目盛りで、境界線はほぼ等間隔に並んでいる。したがって、次のような一般原則が成立する。

- a) p = 品切れ費用 / 保持費用が一定ならば、適正予備品量(適正在庫量)は平均需要の平方根と大体直線関係にある。これを Square root law と称する。
- b) 平均需要量が一定ならば適正在庫量は p の対数とほぼ直線関係にある。

適正在庫量 S_0 が 0, 1, 2 等の範囲は相当に広く、平均需要量 M あるいは品切れ費用と保持費用との比 p に 2~3 桁の相異がないと適正在庫量を変える必要を生じないことが知られる。品切れ費用の非常に大きな、したがって p の非常に大きな、しかしながら需要の生ずることは非常にまれな軍需予備品は世界各地に分散しているアメリカの各航空隊あるいは補給廠に持たせることなく、所管部隊をただ 1~2 に限っておくことが適当であるという理由もここにある。

6. 船の予備品

船には十分な予備品を格納しておく場所があり、また昔から安全ということを重視している。このため、さきにも述べたように潜水艦のような重量・容積に関する制限の強い船でも、12隻4年間の実績を調査したところ、約75%は1回も使用されず、使用された25%についても、その70%以上(全体の18%)は4年間にただ1回だけ使用されたに過ぎなかった。また、1隻の船で毎年1回以上使用された品目は全体のわずか1%に過ぎないことが明らかにされた。⁶⁾ さらに追試の結果はこのような数字は決して例外的なものでないことがわかり、Allowance list の検討という問題が表面化された。

予備品、殊に軍事上の予備品の需要は過去の資料からの推定がむずかしい。過去何年もの間、1回の需要もないものでも、戦闘力維持に非常に役立つと考えられるものは優先的に所持すべきであろう。しかしながら、いかに軍事的に重要なものでも、技術的に艦内で使用できないものは積み込んでおいてもいたしかたない。むしろ陸

上の修理基地に置くべき性質の予備品も多い。参考文献6にその検討のとりまとめが報告されている。また、文献9に軍事上の価値に加えて各資材の使用データ、格納容積、倉庫容積などの基礎データを利用して、前記の Square root law その他いくつかの方針のもとに Allowance list を作り、使用実績を使ってシミュレーションを行ない、各装備方針の評価を行なった報告がのせられている。

先年日本造船研究協会で行なわれた救命設備の研究報告において、発動機付救命艇の予備品を救命艇に搭載すべきもの、本船に搭載すべきもの、陸上で準備しておくべきものとに区分し、救命艇内に置くべき機関部予備品は若干の点火栓、スパナ等きわめて一部に限定したのも、その予備品がどのように使用されるかの点を検討した結果の結論であった。救命、予備操舵、防火、消火等をはじめ、考えかたによれば水密隔壁、乾舷も非常の場合の予備設備かも知れない。これらの諸設備が単に「予備品の範囲と数量」という観点だけで決定されるもので無いことは明らかであるが、信頼性・安全性を経済的に増大させる予備品としての検討も意味のないことではあるまい。

7. 予備プロペラ

予備プロペラは何のために装備されるのであろう。プロペラの交換を必要とする事故が起こっても、船独力で直ちにその作業が行なえるものではない。また独力で修理地に向うにせよ、曳航されるにせよ、この段階での差はない。結局、プロペラ製作期間による停船日数の増加を防ぎうるものが品切れ費用 C_2 を決定する最大の要素であろう。また、保持費用 C_1 としては予備プロペラ製作のための資本費の金利および償却と、船内に格納する場合は載貨重量の減少が大きな要素であろう。こう考えると、 $p = C_2 / C_1$ はプロペラ製作期間の長い大型タンカーで 10^3 のオーダー、製作期間の短い小型船で 10^2 以下であろう。さきにも述べたように予備プロペラの対象となる故障は偶発的故障であって、キャビテーション等ではない。そうすると、図4から適正在庫量が読みとりうる。この場合、平均需要量は10隻の船のうち1隻が一生のうちにそのような事故を経験すると考えれば、1航海に対し $1/1000$ のオーダーである。したがって、大型タンカーでは $S_0 = 0$ と $S_0 = 1$ との境界線付近の値をとり、 $S_0 = 1$ という考えかたに妥当性をもってくる。これに対し小型船では明らかに $S_0 = 0$ の領域にあり予備プロペラは装備すべきではない。

一般論として、Square root law が成立する。した

がって、 $\sqrt{1}=1$ に 1 個の予備プロペラを装備すれば、 $\sqrt{2}=1.4$ にもさらに 1 個、 $\sqrt{5}=2.2$ に 3 個目を装備するのも合理的であるように考えられるが、図 4 で見るとおり、5 隻の同型船をグループとして考えれば $S_0=1$ の範囲を出るものではない。石油積出し港の現状を考えれば、修理はいずれ日本の基地で行なわれるとすれば、むしろ、1 隻目に対し予備プロペラ 1 個を注文し、これは陸上に置き、2 隻目以降の同型船も同じ予備品を共通に使用することが最も合理的と考えられる。もし、日本以外に修理基地がさらにあれば、2 個までは許容しうるであろう。

以上は単に個人的意見であり、さらにこの例で使用した数字は全く推定値であって、その結果、最終的判定に誤りがあるかも知れないことを附言し諸彦のご教示をまつものである。

引用文献

1) Evans, J. Harvey: Basic Design Concepts, A. S. N. E. Journal, Nov. 1959.
 2) Encyclopedia Britanica, "Design"

3) Helmer, Olaf and Resher, N.: On the Epistemology of the Inexact Sciences, Management Science, Vol. 6 No 1, 1959.
 4) Epstein, B: Tests for the Validity of the Assumption that the Underlying Distribution of Life is Exponential, Technometrics 2[1,2] Feb. & May 1960
 5) Riddick, R. P.: The Application of Reliability Engineering to the Integrated Steam Power Plant, 抄録 造船協会誌 第414号, 昭39・2
 6) Denicoff, M., Fennel, J. P., and Solomon, H. : Summary of a Method for Determining the Military Worth of Spare Parts, Naval Research Logistics Quarterly Vol. 7, No.3, 1960, pp. 221.
 7) Marlow, W. H. : Some Accomplishments of Logistics Research, Naval Research Logistics Quarterly Vol.7, No.4. 1960, pp. 299
 8) 在庫模型の教科書参照。例えばオペレーションズ・リサーチ入門第 8 章注 3 (森口繁一監訳, 紀伊国屋書店 1958)
 9) Solomon, H. and Denicoff, M. : Simulations of Alternative Allowance List Policies, Nav. Res. Log. Quart. Vol.7, No.2 pp. 137.

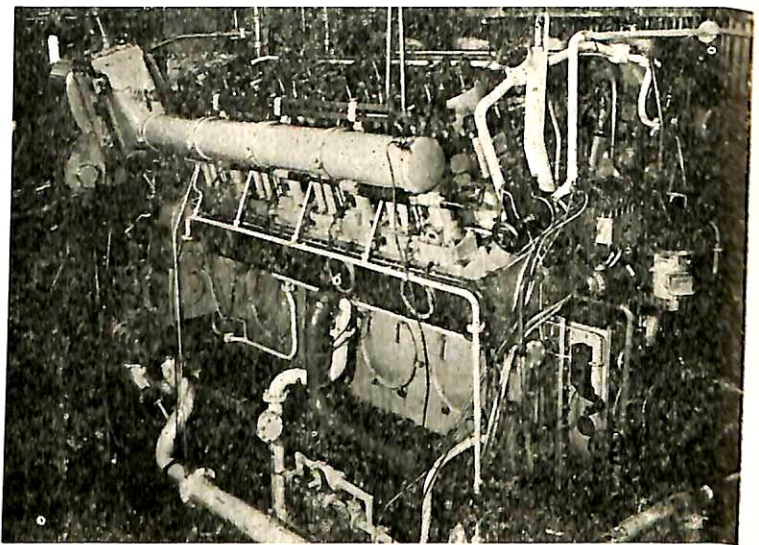
ピールスティック機関
 国産 1 号機完成

石川島播磨重工業ではこのほど相生第二工場においてピールスティック機関の第 1 号機を完成、現在試運転を続けている。

このピールスティック機関は昨年 7 月、石川島播磨重工、日本鋼管、富士ディーゼルの 3 社がフランスの設計会社 S. E. M. T. 社と技術提携を結び、国産化にはいったもので本機がその国産 1 号機である。

本機関の特長は C 重油の使用できる世界唯一の中速トランクピストン型ディーゼル機関であるという一大特長のほか、燃料消費率 156g/PS/h で非常によく、重量も 9~10kg/PS で 4 サイクルエンジン中では一番軽く外形寸法が一番小さいという多くの特長をもっている。

今回完成した国産 1 号機は、型式 8 PC 2 V 型 (連続最大出力 2,560 PS × 330 rpm) で、目下金指造船所で建造中のジャパン近海向け 2,000GT 自動車運搬船に搭載されることになっている。本船は本機関を搭載することにより機関室を縮小し、在来機関の場合より 13 台多い 306 台の車が搭載できる利点がある。



試運転中のピールスティック機関 1 号機

本機の主要目は次のとおり。

型式	単動 4 サイクルトランクピストン V 型機関
出力	連続最大 2,560 PS
回転数	330 rpm
シリンダ径	400mm
ストローク	460mm
シリンダ数	8
機関全高	3,222mm
同全長	4,905mm
同全幅	3,280mm
同重量	38ton

船体構造に関する諸問題

船舶技術研究所船体構造部長

安 藤 文 隆

何か船体構造に関する問題について書けとのことでこのような標題を頂戴してしまったが、突然なのでどうもまとまったことも書けそうにない。しかも私自身、直接船体構造設計に携っているわけでないで、これから書くことも構造設計上から見て多分にピント外れの内容になるかも知れない。ただ国内の船体構造に関する各種の研究委員会や、国際船体構造会議を通じての各国におけるこの方面の動静を多少なりとも知っているものとして、研究者や設計者の間で話題になり、或は実際に研究が行なわれているいくつかの問題についてごく平易に述べて見ることにしよう。

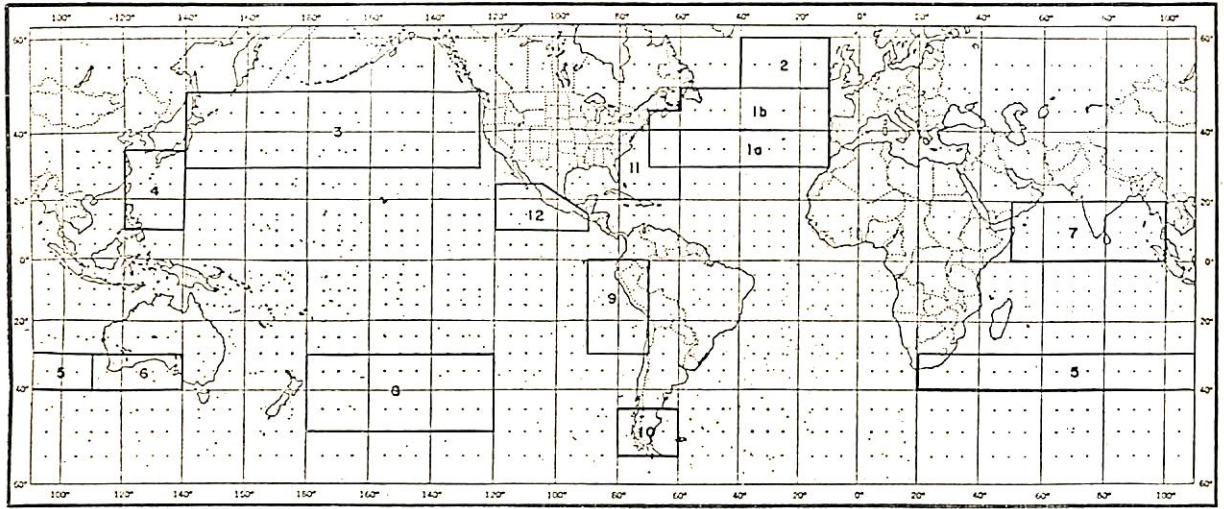
1. 海象気象および波浪外力

船体構造について述べようというのに、このような項目を持って来るのは一見奇異な感じもするが、船といえども使用中に外力をうけ、それに十分耐えるように造られた一般の構造物とならば変わらないものであり、より軽量に、より経済的に造るためには、その第一の前提としてそれが受ける外力が分からないことには構造の決めようがないはずである。ところでここでいう外力とは大部分が荒天中の波浪によるものであるが、この構造設計の基本条件である外力については最近まで殆んど全く未開未知の分野であった。それというのも現象があまりにも複雑でこれをどう捕えてよいか分からなかったことと、一方では適当な計測機器や計測法がなかったためでもあった。もっとも今まではこれでも船は立派に設計され、支障なく航行していたわけであるが、だいたい船を新しく設計する場合の考え方として殆んどが従来の実績とか経験によっている限り、このような面倒な問題にムキになって取組む必要もなかったし、たとえその一部の資料が得られた所で恐らく設計には役立たなかったであろう。

しかるに現在の立場は大分様子が変わってきた。最近の社会経済機構の移り変わりや、極度の高経済性の要請などの要因で、最近の造船で目立つのは超大型タンカーやバラ積船 (bulk carrier)、鉱石運搬船 (ore carrier) 等の大型専用船の建造が盛んなことである。なかでもタンカーの巨大化はますます顕著になり、10万トン級は勿論、15万トンを越えるものも出現しようとしている。これら

の船は構造上から見ても従来の実績、経験を遙かに越えるもので、強いて実績の延長という線から設計すれば、場所によっては非常に大きな安全率をもたせたムダな、またあるいは危険な箇所をもつ不合理な構造物となるのは明らかであろう。外力の問題も同様で、なんらかの形でその実体を掴まえなければならない情勢となってきた。幸にして最近の計測機器の進歩と計測法の向上は目覚ましく、荒天中の実船での実験や、波を起した水槽に模型船を浮かべての研究が盛んに行なわれるようになった。しかもこの複雑な現象を最近発展を遂げた統計理論を巧みに導入して、一つ一つのデータでなしに統計的処理をすることにより設計にすぐ役立つような形でとり上げられるようになったのは、従来の歴史から見ると全く画期的なことと言ってよい。

さて船が航行中にどの位の外力をどんな頻度でうけるかということは、第一に船体の波に対する応答、つまり基本的な波に対して曲げモーメントや振りモーメント等がどうなるか (勿論動的な影響も含めて) ということと、第二にその航路ではどんな波がどんな頻度で生じているかということ、この二つが分かれば統計理論的に推定できることになっている。そしてこの第一の点は最近理論的にも実験的にも盛んに研究が行なわれて、大体その全貌が明らかになってきた。ところで第二の点は全く海象、気象問題といってよい。波浪は主として風によって起こるものであり、その関係等についての理論もあるが、地球上のどの海域でどんな風が、またどんな波が実際に起こっているかの実体を掴むのがまず先決問題である。専用船というのは構造上から見てだけでなく、その航路も一般に特定水域となる場合が多いので、世界中の水域を適当に分けて考えるのは大きな意味がある。国際船体構造会議でも特にこの問題を取り上げ、世界の主要海面を第1図のように12の海域に分け、各国でそれぞれ分担してその海域の各季節ごとの波高、周期、風向、波の方向などの統計的資料を作った。(わが国はこのうち③と④を受け持っている) このように国際間の協力により次第に海象状況は明らかになってきたが、航路別特性等をはっきり設計の段階に入れるほどには至っていない。この複雑な現象を解明するにはまだ多くの努力が必要である



第 1 図

う。全般的に見て船体にかかる外力という命題はやっとその方向が見出されて、縦強度上の問題点がいくつか分りかけてきたという所である。その他に関してはまだまだこれからというのが実状であろう。

2. 船体断面係数に関する問題

船を水に浮んだ梁として考えた場合、一番重要なことは曲げに対して安全なためにはこの断面係数はどれだけ必要かということである。梁理論から明らかなように断面係数の所要量 Z_a は

$$Z_a = \frac{M}{\sigma_a}$$

ここで M は船体にかかる曲げモーメントで、 σ_a は許容応力である。ところでかんじんな M も σ_a も今まで何も分っていなかったのが実状で、従って殆んど実績に頼っていたわけである。ルール上も一般に

$$Z_a = fBd$$

B : 船の巾, d : 吃水, f : 船の長さに関係する係数
 というような式によってその断面係数を定めてあった。しかし船が大きくなって長さが 200m を越えるようになるともはや実績もなく、ここで前節で述べた統計理論をもとにした外力の評価が、大型船の場合非常に重要な課題として脚光を浴びたわけである。

現在の考え方は、船体のうける曲げモーメントを静水中のものと波浪によって生ずるものとに分けて考え、この両者の和の最大値によって船体が折れて曲がらない限界と、波浪による繰返しによって疲労的に壊れない限界との二つの方面から断面係数を規制しようとしている。

船殻設計に携っている方なら先刻ご存知のことであるが、例えば NK の最近の規則は所要断面係数として、 Z_1 , Z_2 , Z_3 という量を算出し、そのうちの最も大きなもの以上を要求している。このうち Z_1 と Z_2 はそれぞれホギングおよびサギングのモーメントの最大値に対応するものであり、 Z_3 は波浪のみによる繰返しのモーメントに対応するものである。これらの算式が導かれた根拠はごく簡単に言えば、船が普通遭遇する荒天中で 100 回に 1 回起こる曲げモーメントの最大期待値を基準にとって疲労強度の概念を加えたのが Z_3 であり、この曲げモーメントの 50% 増しを最大曲げモーメントであると仮定し、これでも塑性ヒンジが生じないように定めたのが Z_1 および Z_2 である。ところで荒天中で 100 回に 1 回ということは大体船の一生中 (船の寿命を 25 年とすれば) 3,000 回程度繰返されるものである。軟鋼の疲労実験によるとこの程度の繰返し数に対する疲労強度は 36kg/mm^2 程度であり、船体構造上の応力集中等を 3 程度と考えると 12kg/mm^2 がこの場合の許容応力ということになる。
 (Z_3 はこのようにして求められている)

さてここでこのような考え方に対して今少し考察して見よう。 Z_3 つまり疲労に対するものは (数量的論議を別にすれば) とに角一応合理的な考え方として異論はなからう。しかるに Z_1 や Z_2 、つまり最大曲げモーメントで船が折れる場合を考えて見る。船体のような薄肉中空梁 (たとえ超大型船で外板が 40 ミリを越えるようになって薄肉には違いない) を曲げた場合、どのようにして折れ曲がるかといえば、常識からすぐ分かるように甲板あるいは船底が座屈を起こして最終時破壊となるであ

ろう。実際の船をドックの中などで曲げ荷重をかけて壊した実験が方々で行なわれたことがあったが、このときの模様も明らかに座屈によって船は壊れている。そしてこれは決して普通の意味の塑性ヒンジではない。

つまり船体の曲げによる最終強度は度屈により決定する。

ところで次のような考え方もあることに注意しなければならない。船体のたとえば甲板部分に不連続部があったり応力が集中しているとする。その集中係数が4だとすると一般部の応力の倍だけの応力が生ずることは確かである。しからばこの船の断面係数を4倍にするだろうか。理窟はそうだが構造設計の立場からいえば全く実際のでない。このような場合は許容応力の中に収まるようにその構造を考えるのが本筋である。今考えた座屈崩壊の場合も全く同様な考え方が成り立つ。つまり船体の曲げ強度をまず規制し、それに対応するような座屈強度をもつように甲板や船底の構造様式を定めるというわけである。

いずれにせよ船の縦強度、つまり断面係数のきめ方はあくまで一つの便法であり、船底や甲板の座屈強度との関連を考えねば最後のきめ手は掴めないことを銘記する必要がある。現に大型船の船底構造などを検討する場合はいつもこの問題がからんできて、水圧と縦曲げによる圧縮を受ける部材の座屈上の検討が非常に重要な研究課題となっており、船底のウェブフレームの間隔とか、スラブ縦通材使用の可能性などの検討もこの面から行なわれている。

いずれにせよ従来の fBd 式の単なる経験式から比べると、統計理論をうまく利用しての最近の考え方は確かに大きな飛躍である。勿論前述の航路特性とか、低サイクル疲労とか最も重要な点で未解決な問題も数多いが、今後の学問の進歩に伴って明らかになったものを盛り込める容器（思想体系）が一応整えられたことは大きな前進と言ってよいだろう。

3. 大型タンカーの横強度

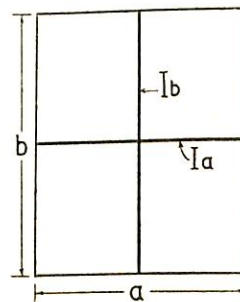
普通、船体を構造強度の面から考えるとき、縦強度、横強度、局部強度と三つに大きく分けてそれぞれ独立にその構造法を論ずることが多い。勿論最終的には船体は一つの立体的な構造物として存在するものだから、このような分け方はあくまで便宜的なものであるが、船体の構成されている各構造要素が外力に対して働らく機能を考えると、この分け方も一理あるものと言える。

さてこのように分けた場合、それぞれに未解決の問題がたくさん含ままされているが、そのうち横強度ほどその本質が明らかになっていないものはなかった。これも

また言いわけのようになるが、これほど横強度の分野が後れていたのは、確かに外力が分らなかつたり、立体計算法が複雑だつたりということもあるが、最も大きな理由はその必要性を現実的にあまり感じなかつたというのが本当ではなからうか。つまり従来の船体構造は、横強度的に考える限り強度は十分であり、ごく特殊の場合を除けば何のトラブルもなかつたことを、経験上知っていたからである。そのようなときに、従来の経験から完全にはみ出すような超大型船や大型専用船の出現となれば、当然ならぬ合理的な検討を迫られてきたわけである。

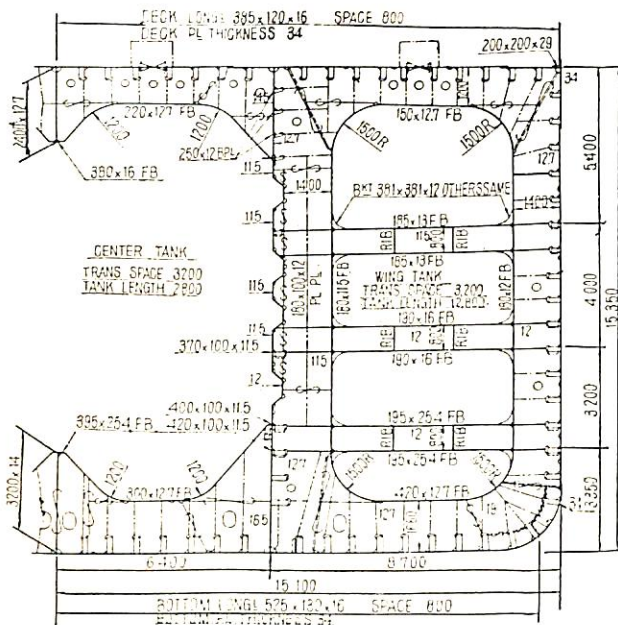
大型油槽船出現当時、横強度上から見て最も大きな特徴は、タンクの長さ（つまり横隔壁の間隔）が貨物油の運動等のため無制限に長くできないにかかわらず、他の寸法が非常に大きくなるため、各部の寸法比が変わり、それに従って各部材の効きの様子が全く変わってしまうということであった。このタンクの長さの制限の問題は、その後の研究や経験によって最近は大分情勢は変わってきてはいるが、各所の寸法比が従来のものと大巾に変わるといふ事情には変わりはない。

一番簡単な例として第2図のように $a \times b$ なる辺をもつパネルを I_a , I_b なるスチフナで補強する場合を考える。外からかかる荷重は a と b の大小によって I_a と I_b へのかかり方が変わってくる。 I_a と I_b の曲げ剛性が等しいとき $a < b$ なら I_a が I_b より多くの荷重を分担しその割合は $(b/a)^3$ で効く。（曲げ剛性が I_a , I_b なら $(I_a/I_b)(b/a)^3$ となる）だから b/a が2位にもなったら I_a ばかり効いて I_b の方は遊んでいる。だからなるべく構造重量を軽くするためには I_b を弱く、 I_a を強くするのが良策であることは大体予想がつく。いま a をタンクの長さ、 b を船の深さと考えれば、 I_a は水平桁であり I_b は特設肋骨を代表する。船が大きくなるほど b が a に比べて大きくなる傾向にあるから、水平桁を強化した水平方式 (horizontal stringer system) の方が、逆の堅方式 (vertical web system) より有利になることも容易に想像できる。しかし実際の構造は第3図に見る



第2図

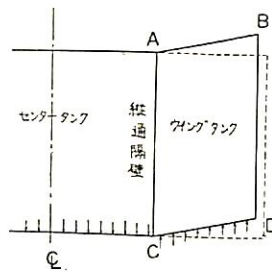
ようにストラットがはいっていたり、ビルジ部や船底、甲板構造によってその境界条件が複雑だつたり、あるいは I_a や I_b が実際の構造では単純な梁理論が成り立たなかつたりで、こんな簡単な考察だけでは勿論不十分ではあるが、このような根本的原理は超大型船のように従来のものとす



第3図 大型タンカーの構造例

法比がいろいろ変わる場合に構造上の重要なポイントとなる。

さてここで前に一寸触れたようにタンクの長さについて考えておく必要がある。今までのタンカーでタンクの長さをきめる要因は強度的にみれば実績経験以外何もなかった。あまり長くすると中に積んだ油が船体の運動に従って暴れて危険だろうという程度の考えから、一応の長さの基準が定められていた。そしてそれほど大きくない船では別に何の不都合もなかったわけである。ところで船が大きくなって、8万トンだ10万トンだということになった場合にもこのままのタンク長さを固執すれば、まるでタンクは深い井戸のようになり、簡単にいえば船は竹の節ばかり密になったような構造になってしまう。このような場合の構造法として前述の水平方式の合理性が研究はされたが、それにしても全体から見て、いかにも不経済な構造である。この点からタンクの長さを長くした場合の影響についていろいろと研究も行なわれ、原理的には油の運動と船の運動との同調を避けさえすれば（これはタンクの長さの絶対値を押えることではない）殆んど問題がないことや、隔壁の間に油の運動を制限する簡単な仕切り（swash bulkhead という）で非常に効果のあること等が明らかになってきた。最近のルールでもこの仕切りやその他若干の条件の下に、タンクの長さも大体船の長さ按比例して長くしていいように変わってきている。しかし原理的には大体の傾向は掴めても、船



第4図 ウィングタンクの変形

の運動そのものが非常に複雑であり、また現に隔壁のガード等にこの貨物油の運動によると思われる損傷が多数出ていることから、タンク長さに関連した実際の構造に関してまだ問題が多く、現在も大規模な研究が続けられている。

一方タンクの長さが長くなればなつたでまた問題も起こってくる。第3図で分かるようにタンクは縦通隔壁によってセンタータンクとウィングタンクに分けられているが、油の積み方と吃水や波の状況次第でウィングタンクは第4図のように剪断変形をする。勿論場合によればこの図と逆にウィングタンクが垂れ下つたような変形もする。タンクの長さが短く、横隔壁が密にはいってれば、横隔壁の剛性がしっかりしている限りまず問題ないが、タンクの長さが非常に長くなれば当然問題になり、このためにウェブフレームのような横強度部材に大きな応力が生ずるおそれが出てくる。大体ウェブフレームの隅部（第4図のA、B、C、Dの点）には相当大きな応力が生ずることが実験的にも分かっており、また実際の船でもこのような部分に損傷が多い（もっとも多分に工作上的無理が直接原因の場合が多いが）ことから考えても、このようなウィングタンクの剪断変形は隅部にさらに大きな負担をかけ、タンクが長くなるにつれてますます横強度上重要な問題となってくる可能性があることに注意しなければならない。

以上は主としてタンクの長さという点から代表的なことをのみ述べたが、その他にもまだ構造上の問題は非常に多い。さらに船が大型になった場合、縦通隔壁の枚数や配置法、ウィングタンクの構造法、ストラットの配置法、隔壁の剪断剛性、無射板構造の可能性等々、またそれらの基礎となる準塑性屈服や剪断変形の影響の研究などがある。またタンカー以外のバラ積船や鉱石運搬船等についても、その構造の特質を考慮に入れた横強度の計算法や合理的な設計法、さらに進めて最少重量設計法も研究されつつある。

横強度上の問題は確かに以前に比べれば大分いろいろなことが行なわれてきた。相当精密な立体計算法が開発され、さらにその基礎となるべき射板結合部の強度やスパンポイントの問題もある程度明らかになっている。しかしまだまだ船の横強度の実体は掴んでいないような気がする。いくら計算をした所で、実際に航行している船の応力で非常識な値が飛び出してくる限り、あくまで架

空の話である。一体実際の船で航行中どんな値が出ているのかということをもっとよく掘って、外力なり計算法なりをじっくりはじめから考えるべきではないかと思う。船の縦強度の解明に統計理論が大きな貢献をしたことを考えると、たとえさらに複雑なものであろうと、横強度もこのような新しい見方で根本的に見直すことは決して不可能ではなからうと思われる。

4. 二重底構造

普通、船底構造は船の横強度の中に入れてこの面から考察している場合が多いが、専用船の二重底について項を別にしてここで一寸触れて見よう。

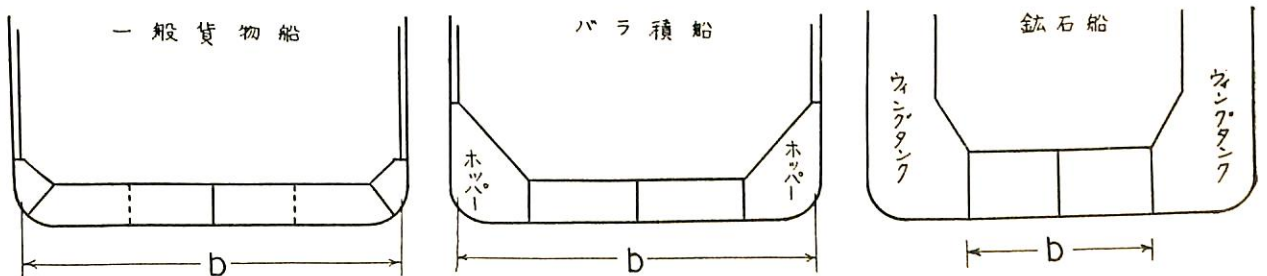
一般にタンカーは二重底構造にしないから、二重底構造の代表例は一般貨物船、バラ積船、鉦石運搬船である。各船の断面の代表的な構造を模型的に書くと第5図のようになる。バラ積船は両側に比較的大きなホッパーがあり、鉦石船は両側が剛なウィングタンクになっている。そこで二重底側から考えると一般貨物船は両端単純支持、バラ積船は弾性支持、鉦石船は固定と見ることができる。このうち一番構造上複雑で、またそれだけにいろいろな問題を含んでいるのがバラ積船である。まず大きな特徴は両側のホッパーであるが、これは荷重によって振られたり曲げられたりするので、この大きさや寸法によって二重底の強度がいろいろに変化する。これは二重底の弾性支持の性質がホッパーの振り剛性によって大きく左右されることと、二重底のスパンが変わることのためである。一方、二重底の船の前後方向の境界は横隔壁であるが、ここでの条件は貨物を各ホールド一杯に積むか、一つおきに積むかとか（あるいはその中間もあるし、特殊な場合として鉦石とバラ積貨物一つおきに積む船もある）波の状況によってもいちいち変わり、あるときには固定に、あるときには単純支持に近くなるわけである。このようにバラ積船の二重底の境界の条件は非常に複雑であるが一応考えられる各種の場合を整理して二重底の強度計算をやってみると、どうも納得の行かない値が現

われることがある。フロアやガーダの端部で剪断応力が常識で考えられる許容値より遙か高く出てきたりするのはその一例である。実際の船ではフロアやガーダには相当大きな開口があり、しかも大部分の船が別に支障なく航行していることを考えると、横強度で述べたと同じように、二重底構造に関してもまだその実体を掘っていないように思われる。これもやはり他の場合と同じように、船体にかかる荷重がまだよく分からないことと、計算法の不備の両方に原因があるわけであるが、二重底自身の計算法の欠陥について思いつくことを一寸述べて見よう。

船底構造を解析する場合に、縦と横で弾性的性質の異なる板の理論（直交異方性板理論という）を用いると、全体を一枚の矩形板として扱うことができ、撓みや曲げ応力、剪断応力が荷重や境界条件に応じて理論的に算出できるのでよく利用されている。二重底構造の場合は、特殊の場合を除くと普通の等方性板理論で近似できるので略率的にこれを用いることもある。

ところでこの板理論は普通使われているものは、単純な梁理論を基にしたものであり、剪断撓みの影響とか曲がった後の断面の湾曲性などは一切考慮されていない。そして大きな開口をもった縦横の桁をウェブとして成り立っている二重底構造が、果たしてこの梁理論に従うかどうかは極めて疑わしい。確かに二重底の主構造部材としては船底外板と内底板で固められていて全体としては板理論に近いものとはなるだろうが、（撓みなどは計算と実際は比較的良好であろう）フロアや縦桁自身の応力、特に剪断応力はこのような単純な計算——たとえ直交異方性板理論のような精密巧緻な計算であろうと基本的には単純な原理——で本当の値はまず期待できないのではあるまいか。

以上のことは一つの例ではあるが、いずれにせよ二重底構造にはまだいろいろな問題が残されていることを忘れるわけには行かない。しかし一方から考えれば現在までの知識でも全体の傾向的なことはある程度知り得るわけで、より合理的な構造法を求めているいろいろの研究が行な



第5図 船種別の構造の特徴（模型図）

われている。バラ積船の重量を軽くするためには二重底の高さをできるだけ低くし、ホールドの長さをなるべく長くした方がよいというような研究も最近発表されている。

5. 高張力鋼の利用

船体に高張力鋼を使用してその重量軽減を計るということは、構造設計者にとっては甚だ魅力のあるテーマである。一般の構造物の場合でも使用材料を少なく、その重量を軽くするのはいろいろな面で有利にきまっているが、特に船のように水に浮んで荷物を運ぶというものは、構造自体が軽くなるのはそれだけ余計に貨物が運ぶことができ、またたとえ容積上からあまり積荷の量が増えなくとも速力の増大、あるいは燃料消費量の減少など、その利益は船の一生の間には莫大なものになることは容易に想像できる。しかも最近では各種の優秀な高張力鋼が生産され、陸上構造物でも相当広範に使用されつつある現在、船体にも大巾に採用されるのは当然と考えられよう。

ところで造船における現在の状況は船艇を除くと高張力鋼を使った例は意外と少ない。その理由は簡単に言えば高張力鋼は軟鋼に比べて材料費および工費が高くつくので船体のような複雑な、また極めて荷酷な条件にさらされるものに効果的、経済的に使用するのがなかなか難かしいためである。いい材料だから高いのは当然かも知

れないが、軟鋼に比べて50キロ級で約30%、60キロ級で約50%程度高価であり、80キロ級になれば軟鋼の3倍近くにもなる。だから普通の船体に勝手に使ったら重量軽減分のもうけなど簡単に吹飛んでしまう。そこでこの高価ではあるが強度の高い材料を船体の各部構造の機能に従っていかに上手に使わせるかということが結局きめ手になるわけである。以下高張力鋼使用の場合の問題点を少し考えることにしよう。

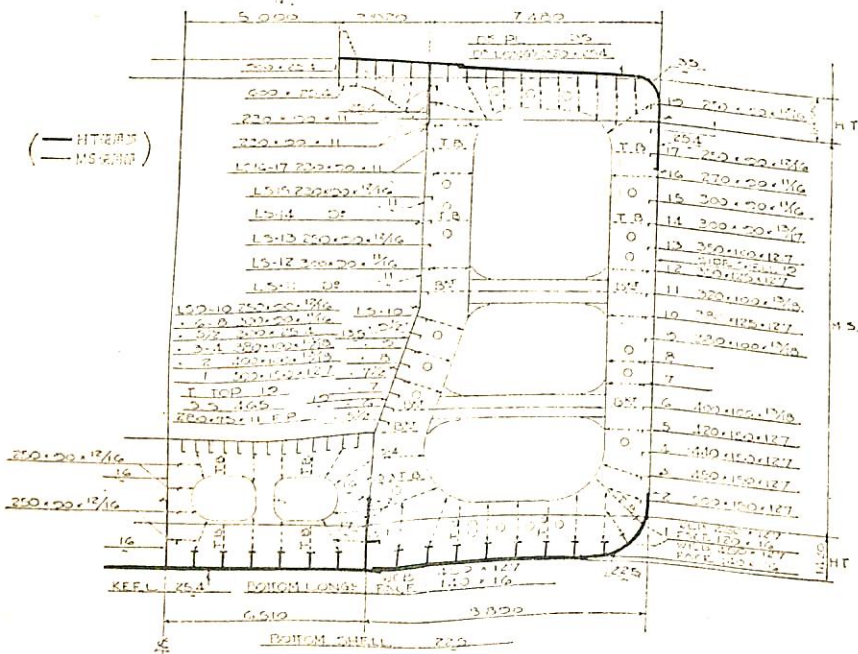
(1) 抗張力、降伏点が高いこと

高張力鋼としては当然のことではあるが、大きな応力が生ずるところ、縦応力であれば甲板部や船底部には使える可能性が十分考えられる。縦通隔壁や船側構造などのように上下に通っている部材などでは、甲板や船底側からどの位の範囲まで使えるかということは、いろいろな条件により左右されるので簡単ではないが研究に値する問題である。(第6図に使用の例を掲げた。)また個々の部材についても、高張力鋼と軟鋼とを使い分けて最も有利な構造にすることも検討の価値がある。たとえば曲げをうける梁に、ウェブに軟鋼を、フランジに高張力鋼を用いた場合の強度等も研究されている。

ここで考えねばならないのは高張力鋼を用いるとき、その許容応力は抗張力を基準にすべきか降伏点を基準にすべきかの問題である。従来の軟鋼の場合の許容応力は勿論多分に経験的なものであったにせよ、抗張力のある安全率で割ったものと考えられてきた。このままの考え

を高張力鋼使用の場合にも通せば、板厚は抗張力の比だけ減少するわけである。ところが前述のように現在では60キロ級以下に限ってみても、(単価)÷(抗張力)は軟鋼と大体同じ程度であるから、工費の増加(高張力鋼の溶接工作は軟鋼よりいろいろ手数がかかり勝ちであるし、溶接棒等の材料費も高いから重量軽減分を差し引いても割り高になる)や腐食予備厚を見込めばまず大体建造費は軟鋼のみの場合より高くつくのが普通である。あとこれが積荷量の増加による利益とどのように打消し合うかによって高張力鋼使用の経済性がきまってくる。

ところで船体各部の構造力学的機能はそれぞれ異なっており、



第6図 高張力鋼使用例 (鉾石運搬船)

そのすべてに抗張力を基準にした値をとること自体、多分に問題を含んでいる。疲労とか、引き裂く力による破壊は一応、抗張力の基準でもうなずけるけれど、曲げや塑性座屈による崩壊などの場合は、抗張力よりも降伏点のものをいうことは間違いない。

一方、高張力鋼の大きな特徴は、降伏点の上昇の割合が抗張力の比以上に高いことである。そこでもし高張力鋼を用いたとき、降伏点を基準にして許容応力が与えられるならば鋼材使用量はさらに減少し建造費のみで軟鋼使用の場合より安くなる可能性が出てくる。この考え方によって9万DWトン程度のタンカーで60キロ級の高張力鋼を適当に使い、2,000トン以上の軽量化と、材料費のみで3,000万円以上の低下が得られた試設計の例も報告されている。現在各国の船級協会のルールではこの問題に対しては、抗張力ベースと降伏点ベースの両方を考えた形になっているが比較的抗張力ベースに近い。(ソ連では降伏点ベースに近いものを用いているようである)。しかしこの問題は各構造部材に対応してさらに検討を要すべき事項であろう。

(四) 剛性の問題

軟鋼と同じ強度という観点から、高張力鋼使用の場合板厚その他の寸法が減ったわけであるが、高張力鋼も軟鋼もヤング率は同じだからこの場合は当然剛性が低下している。そして剛性が直接影響を及ぼすのは撓みと振動の問題である。まず撓みについて考えて見よう。撓みの量を実際の船で計算して見ると大部分が船の長さの1/1,000以下であり、それより大きいものもあるが、まず1/500以上というのは殆んどない。しかしそれだからといって撓みそれ自体はどうも本質的な重要性を持っているとは思われない。極端なことを言えば、どんなに撓んでも壊れさえしなければ一向に差支えないとも言える。勿論撓みの大きい船は積荷のときのサギングモーメントによって船体中央にある吃水マークが早く沈んでしまい、予定の荷物が積めないという実際上の問題はあがるが、これは単なる規定の不備からくる事柄でありその対策も考えられるわけで、少なくとも構造自体の問題とは関係ない。そこで強いて構造上から見て撓みが問題になりそうな所を探せば、上部構造の取りつけ部、特にその端部に大きな上下方向の力が生ずる可能性があること位であろう。しかし一般の貨物船ならとも角、これから高張力鋼が使われそうな大型専用船ではまず問題とならないだろう。

いずれにせよ高張力鋼の使用による撓み増加は問題とするに当たらないと思われるが、現実には船級協会によって撓みが規制され、そのため船体重量の軽減が押えられる結果となっている。次に振動に関しては、一般に剛性

が低下すると固有振動数は低下し、普通の強制振動の場合、振巾が増加するいわゆる揺れ易い構造となる。また船が波浪中を航行するときうける船首底衝撃(スラミング)に伴って、船体全体の振動(ホイッピング)も一応考えておく必要がある。剛性が低下すれば当然ホイッピングによる振巾や加速度も大きくなるわけであるが、船体が細長くてフレアの大きい艦艇を別にすれば、大型船のように太くて短い、かつ速度も早くない船ではあまり問題にならないのではないかと考えられる。

(五) 疲労の問題

船体が疲労によって壊れるようなことがあるかどうかはまだ多分に議論のあるところである。機関室とかその他直接に振動をうける部を除くと、普通の意味での疲労はまず考えられない。しかし船体には各種の切欠や不連続部があり、しかも常に波浪の中で繰返し荷重をうけていることを考えると、比較的繰返し数の少ない、しかし応力の高い疲労——低サイクル疲労——による破壊の可能性は十分考慮する必要がある。たとえ疲労だけで破壊に至らなくとも、ある程度のクラックが成長すれば切欠剛性に対して非常な悪影響をおよぼすことは明らかである。ところでこの肝心な低サイクル疲労に関してはまだ研究が行なわれるようになってから日が浅く、二三の重要な特性については多少分かってきたがまだその全貌は明らかになっていない。しかし大体の傾向から考えると、切欠きのない平滑材でしかも荷重が一定になるような繰返しをうけた場合でたかだか抗張力比程度の強度であり、(勿論はつきりした保障はない)その他の場合、特に歪が一定になるような繰返しとか、腐食疲労のような場合は高張力鋼も軟鋼と同程度、時によるとかえって悪く出るようなことすらあるようである。このようなことが問題である以上、高張力鋼を使った場合は単なる静的な考察から得られた利得を、ある程度返上しなければならなくなっても止むを得ない。勿論これは船体構造の場所別、部材別によってその挙動に応じていろいろ細かく考察すべき問題であるが、そのためにも実際の構造に則した低サイクル疲労強度の一層の研究が待望されている。

(六) 腐食

船体は腐食に対して非常に条件の悪い構造物である。外面は常時海水に没り、内側は水が溜り易かったり貨物油を積んだり、また機関室のように高温にさらされたりするので建造時に腐食予備厚(corrosion margin)を必ず考えておかなければならない。ルールでも例えば一般部で2.5mm、貨物油タンク内の部材で3.5mmというような量が要求されている。ところで実際に腐食量がどの位なのかということは、いろいろ実験も行なわれ調

査もされているが、条件が非常に多いのでデータがまちまちではっきり数量的に掴み難いが、大体的見当は船底で1年当り0.1mm 船側で0.13mm程度となるようである。一方、高張力鋼では実際の資料は殆んどないが、浸水試験片などの結果では軟鋼と大体同じか若干多く出ている。つまり高張力鋼使用の場合にも軟鋼のときと同程度の腐食予備量をつけなければならないから、この点から考えると割損になり、高張力鋼使用による利益をここでまた食われる結果となる。しかし大型船になるほど必要部材板厚が大きくなるから、絶対量で要求される腐食予備厚の割合は減少して行く。逆に予備厚の割合の大きい小型船では、このためにも高張力鋼使用の余地は殆んどなくなって行くことも確かである。最近、腐食防止 (corrosion control) に関する関心が高まっており、電気防食や防食ペイントの研究が盛んである。また積極的に耐食性高張力鋼の開発も進められている。一方では経済機構変動のテンポの速さに対応して船の寿命を短くし腐食予備厚を思い切って切りつめようという考え方も出てきている。いずれにせよこの腐食の問題は高張力鋼使用に当って考慮すべき大きな問題であることを忘れてはならない。

(6) 船の大型化と高張力鋼使用の必然性

前に述べたようにタンカーを初めとして専用船はますます大型化している。中でもタンカーは巨大化の一方である。一般の貨物船と違って岸壁での荷役を考えなくてよいから、経済上から言えば5万トンの船を2隻造って運ぶより10万トン1隻で運んだ方が有利なのは当然である。あとは理窟上はペルシャ湾にはいれて、マラッカ海峡が通れさえすればもっと大きな船の要求も出てくるはずである。勿論建造施設がそれに伴う必要はあるが、経済的に成立てばいずれその方向に向うだろう。また構造的にも今まで述べたようにいろいろ問題はあるにしても

不可能とは考えられない。

さてこのように大きな船になると使用する外板も非常に厚くなるのは当然で、50mmを越えるものすら出てくるだろう。こうなってきたとき材質の均一性が保てるか、切欠脆性は、鉸接は、など考えてくるともはや在来の軟鋼ではとても処理できなくなってくるであろう。これは単なる軟鋼と高張力鋼との経済性を云々する以前の問題である。また強いて軟鋼で超厚板を使うのを避ける意味で二重張構造にする位だったら明らかに経済的に不利であろう。腐食予備厚の面からも前述のように高張力鋼使用の不利は船が大きくなるほど小さな問題となる。

以上のような意味から今後大型船にはますます高張力鋼の利用度は高まるであろうし、最も問題のある低サイクル疲労の問題も、実際の構造別にさらに研究が進めばその不利もさらに小さくすることが可能となって行くであろう。

6. その他の諸問題 (むすびに替えて)

以上主として大型専用船に関する問題を思いつくままに書いてきたが、その他わが国で最近盛んに研究されている塑性設計の船体構造への応用とか、実際面で一番問題のある振動とかについてもいろいろ書こうと思ったが、すでに予定の紙数も超過したので次の機会に譲りたい。塑性設計については国際船体構造会議でもわが国の主張と実力が認められ、次回の大きな議題として採用されて現在活潑に研究が行なわれていることを一言付け加えておく。

最後にここで述べたことは雑然と問題をならべただけなので、研究内容とか考え方などについても研究当事者の名前は一切挙げずに、しかも具体的な了解も得ずに書き綴った。ここで関係のかたがたにご了承をお願いしたいと思う。

タンカー改造工事に伴う船橋移設について

(173 頁より)

(7) 作業要員の決定

総指揮者のもとにバラスト主任と移動主任を置き、作業員としてバラスト員10名、木工具6名、運搬員7名、合計26名を予定したが、新しい試みであり、研究の意味もあって40名で行なうことにした。

4. 結 言

バラスト移動方式による船橋の移設工事はすべて計画どおりに完了することができた。その結果、この方法は

- (1) きわめて安全性に富んだ方法である。
- (2) 船橋諸室を全然損傷しない。
- (3) 特別な資材を必要とせず、いままでの方法に比べて経費もはるかに少なくてすむ。

ことが確認できた。

しかしクレーンの揚程に制限があり、作業の途中で横引きワイヤーの掛け替えを数回行なったのと、注水用海水ホースが破損したので、予定より長時間かかったが、以上の時間を除けば30分で完了した。今後ウインチを使用すれば作業員20名、所要時間も20分程度でできるものと考えられる。

タンカー改造工事に伴う船橋移設について

佐世保重工業株式会社造船部

1. 緒言

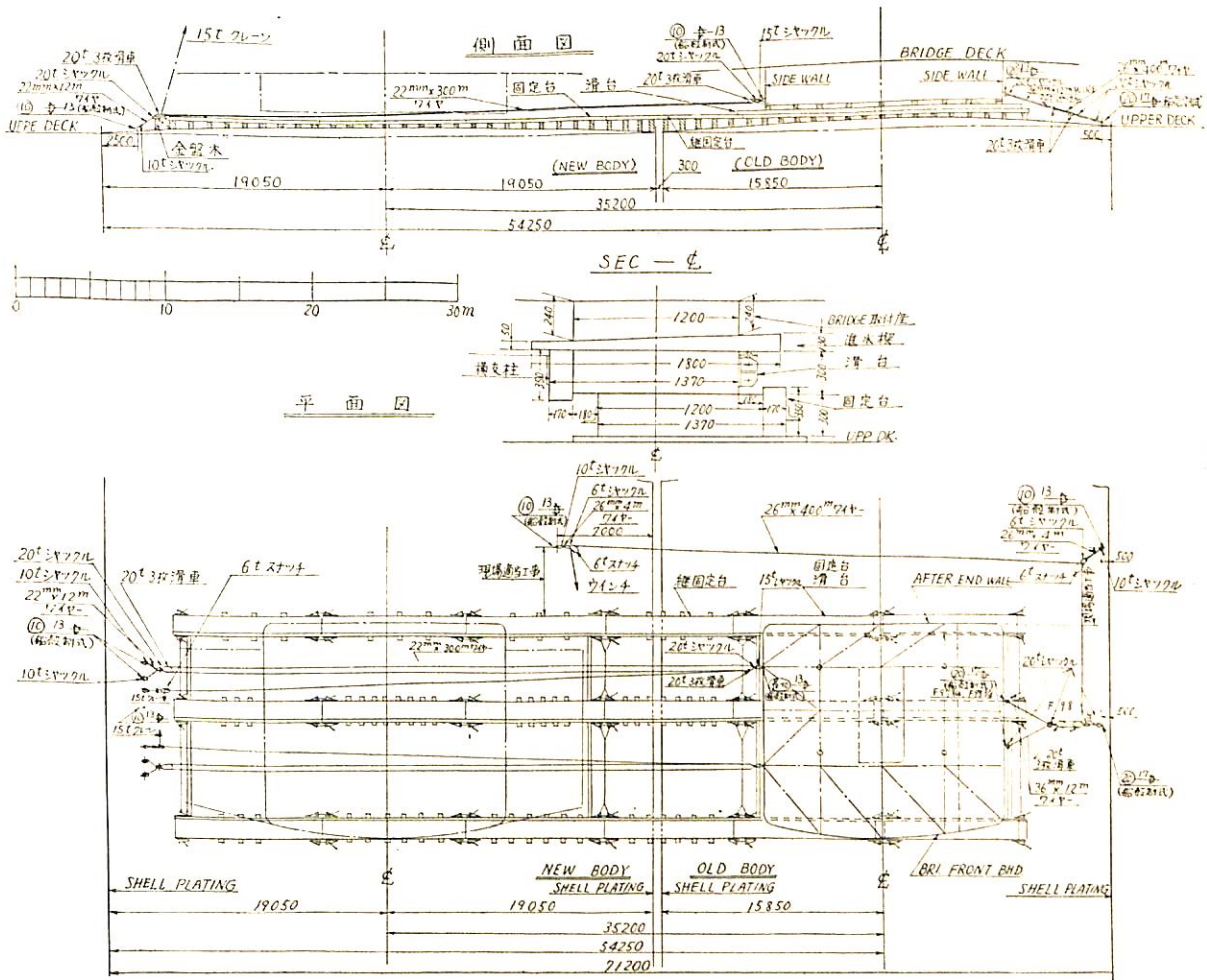
タンカーのあらゆる意味での経済性から、その巨体改造工事が年とともに増加している。

佐世保重工業ではリベリヤ国バラキューダタンカー社 (Barracuda Tanker Co.) より受注した 67,000 重量トンタンカー「トレイ・キャニオン」(Torrey Canyon) 号を 117,000 重量トンに巨体改造する工事を、昨年 9 月 22 日佐世保造船所第 4 ドックで起工し、本年 3 月完成させたが、本改造工事では、機関室を含む後部船体をなるべく生かし、主ポンプ室から前部を新しく建造してつな

ぎ合わせるのが主要工事になるが、その際、旧船橋を新船体に移設することも重要な作業の一つである。

船橋移設工事にあたって、従来最も多く行なわれていた方法は、クレーンで吊上げる方法であるが、クレーンの能力、吊上げ方法、補強、船橋内諸室の切断復旧工事などで多額の経費と危険性を伴っていた。

最近になって、新旧両船体を並べて係留し、船橋を横すべりさせる方法がとられ、1~2の造船所で実施されたが、これは新旧両船体を相互に固定し、陸上での横引きとほとんど変わらない条件に行なわれたものである。しかし両船体を固定するのにかなりの補強を必要とし、



第1図 船橋移設要領図

必ずしも低廉な方法であるとはいえない。

そこで新たな方法として両船体を並べて保留し、船橋重量の移動に従って荷油艙内の海水を移水注排水し、たえず両船体上の船橋移動台上面を水平に保って、船橋を移動するという「バラスト移動方式による船橋移設」を考えた。

以下本船改造における新方式の船橋移設工事の概要を紹介する。

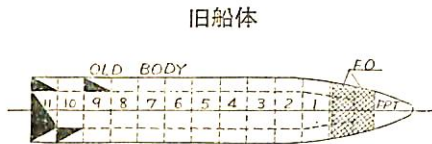
2. Torrey Canyon 号改造前後の要目

	改造前	改造後
L	770'	936'-4"
B	104'	125'-0"
D	60'	68'-7½"
d	45'-1⅝"	51'-5½"
G T	38,562.25T	61,263.93T
DW	66,883Lt	118,285Lt
Speed	16.0kn	17.2kn

3. 船橋移設の方法

(1) 移動台の設定

第2図 船橋移設作業時の水バラスト配置 (注、下記以外の諸タンクは全部空とす)



タンク名称	移設前(t)	移設後
F P T	0	0
No.1 COWT (P/S)	0	0
No.2	0	0
No.3	0	0
No.4	0	0
No.5	0	0
No.6	0	0
No.7	0	0
No.8	0	0
No.9	460	348
〃	0	112
No.10	0	112
〃	509	397
No.11	1,860	1,860
No.1 COCT (C)	0	0
No.5	0	512
No.11	1,990	1,990
計	4,819	5,331
排水量	19,562	20,074
吃水		
前部	4.23	
後部	4.23	
平均	4.23	
トリム	0	

タンク名称	移設前(t)	移設後
F P T	0	0
No.1 COWT (P/S)	0	0
No.2	0	0
No.3 BT	0	0
No.4 COWT (P)	7,321	7,180
〃	4,509	4,650
No.5	4,740	4,881
〃	F 7,552	7,411
No.6	0	0
No.1 COWT (C)	0	0
No.2	0	0
No.3 BT	0	0
No.4	0	0
No.5	0	0
No.6	0	0
No.1 DeepT (P/S)	4,479	4,479
No.2	F 2,924	F 2,924
〃	F 3,065	3,005
計		
排水量	60,100	59,805
吃水		
前部	6.85	
後部	6.85	
平均	6.85	
トリム	0	

* 1 横傾斜修正用 * 2 注水用

* 1 横傾斜修正用 * 2 トリム修正用 F: Full

横傾斜の修正は左右ウイングタンクの水位差を利用して移水することにし、縦傾斜の修正は同じく水位差で補助ポンプルームから船底へ逃がすとともに、岸壁の海水管からもセンタータンクへ注水することにした。

なお(1)項に関連して、新船体の上甲板の高さは、旧船体のそれより10mm低くなるようにバラストを決定しておく。

以上のことを考慮してバラスト第2図のように決定した。

(3) 船体係留

新旧両船体は第3図に示すように、係船岸壁に並べて係留し、両船体間には厚さ300mmの木製フェンダーを3箇所配置し、両船体は相互にワイヤーで固縛した

(4) 両船体間の固定台

係留後、両船体にまたがる3台の固定台を設置する。このときアンカーボルトはゆるめた状態にしておき、船橋の重量がかかり始めてから調整し、船橋が新船体に移ってから、旧船体側のアンカーボルトをゆるめ、つなぎの固定台に無理がこないようにとくに注意する必要がある。

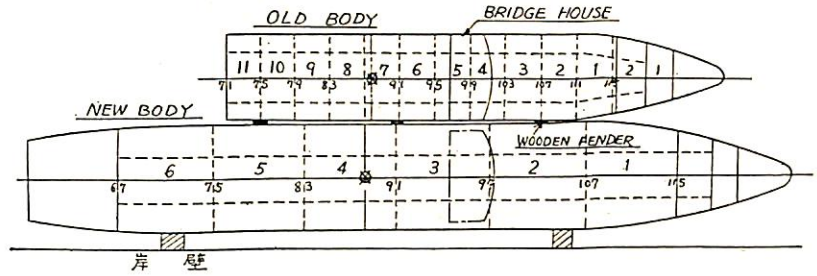
(5) 船橋横引き装置

船橋移設時の横傾斜は、バラストの調整さえうまくゆけば0°であるが、仮に全然バラストを移動しないとしても、第4図に示すように新旧両船体の最大横傾斜モーメントはそれぞれ3,856t-m, 2,721t-mであり、新旧船体の1° heel moment 9,270t-m, 3,270t-m(第1表参照)から考えると、1°以下である。

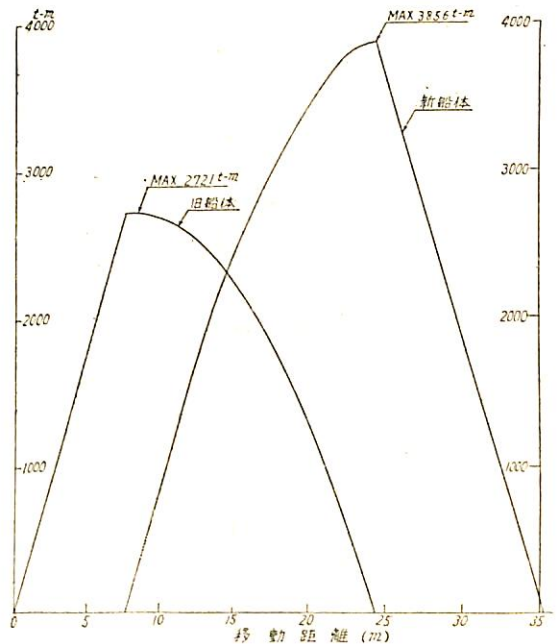
第1表

	旧船体	新船体
Dispt	19,562 kt (19,254 Lt)	60,100 kt (59,154Lt)
GM	9.58m	8.84m
TPC	48.86 t	92.70 t
MTC	579 t-m	1,610 t-m
1°Heel Mt	3,270 t-m	9,270 t-m
Draft For'd	4.230m	6.85m
Aft	4.230m	6.85m
Mean	4.230m	6.85m

従って船橋の重量350トン、移動台の摩擦係数を0.03とすれば、引張る力は約10.5トンであるから15トンあれば充分であると考えた。



第3図 新旧両船体の係留



第4図 船橋移動による横傾斜(ヒール)モーメント曲線

横引きには岸壁の15トンクレーンを使用することにし、船橋の移動速度はバラストの調整能力を考慮して、1.5 m/minにした。そのため船橋移設要領図に示すように3枚滑車を使用した。

また4トンインチを3枚滑車を使って行き止め装置にした。

(6) 移水要領表

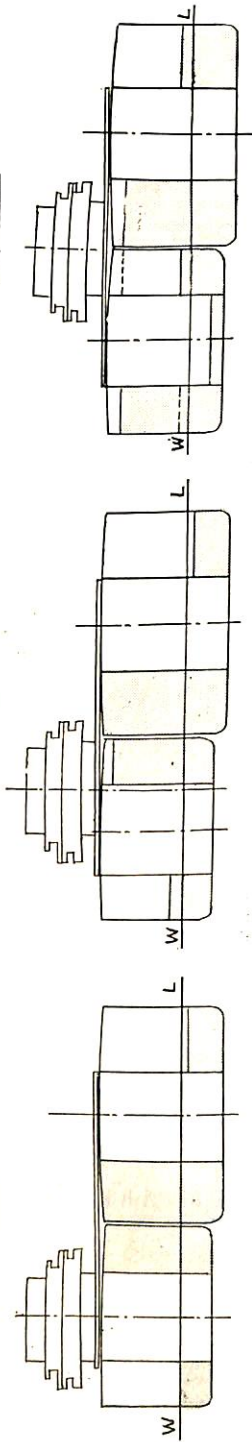
この作業をするにあたって最も重要な点は、船橋移動中のバラスト調整を順調に、かつ正確に行なうことである。そのために第2表および第5図に示すように移水要領表を作製して船橋の移動距離1mごとにバラスト移水量を明示し、移設作業に際しては、船橋の移動距離を知らせるだけで、すべての作業が自動的にされるようにした。(以下本文は168頁につづく)

第 2 表 船橋移設作業時のバラスト注水および移水要領表

移設前

① の 状 態

② の 状 態

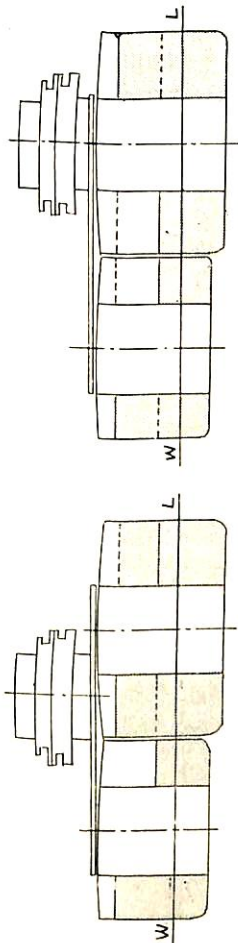


状 態	移設前	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16.00	17	18	19	20	21	22	23	24
旧																									
移動距離 (m)	0	0.156m	0.157	0.156	0.157	0.156	0.157	0.156	0.098	7.620							16.00								
NO.10 WING TANK		(0.313)	(0.484)	(0.676)	(0.782)	(0.939)	(1.055)	(1.193)																	
右舷→左舷(移水)		14.70t	14.70	14.70	14.70	14.70	14.70	14.70	9.10	112.0t															
NO.9 WING TANK										0.011m	0.018	0.031	0.037	0.046	0.061	0.071									
左舷→右舷(移水)										1.00t	1.68	2.87	3.51	4.32	5.74	6.61									
NO.5 CENTER TANK										0.198m	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143									
(注水)										(0.840)	(0.882)	(0.927)	(0.970)	(1.013)	(1.050)	(1.177)									
吃前部 (m)										42.23t	30.55	30.55	30.55	30.55	30.55	30.55									
吃後部 (m)																									
水平均 (m)										4.230							4.240								
NO.4 WING TANK																									
左舷→右舷(移水)										0.053m	0.037	0.035	0.033	0.031	0.029	0.026									
NO.2 DEEP TANK										14.8t	13.4	12.7	11.9	11.1	10.3	9.5	8.8								
CENTER (排水)										-0.04m	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010									
NO.3 WING TANK										-5.0t	-3.6	-3.6	-3.6	-3.6	-3.6	-3.6									
右舷→左舷(移水)																									
吃前部 (m)																									
吃後部 (m)																									
水平均 (m)										6.850							6.866								
水										6.850							6.866								
記 事										6.850							6.866								

(1) 旧船体横傾角(セ-ロ)修正用移水量は移水距離に比例する。
 (2) " " 縦 " (トリム) " " 比例する。
 (3) 新船体横傾角(セ-ロ) " " 比例する。
 (4) " " 縦 " (トリム) " " 比例する。
 (5) 旧船体の注水量は " " 比例する。

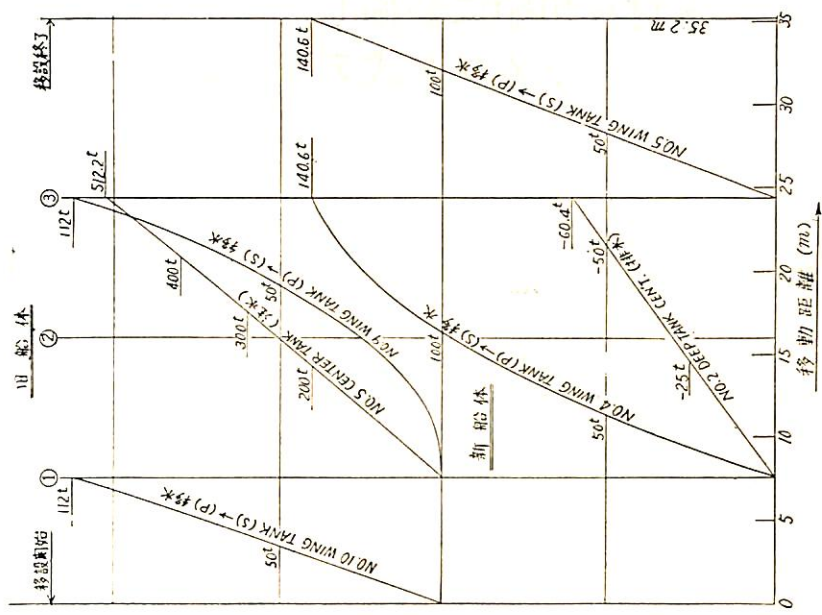
③の状態

移設後



③	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	移設後
24,380												35,200
(1,193) ^m												
112.0t												
(2,396) ^m												
512.2t												
4,250												4,250
4,272												4,272
4,261												4,261
(0.390)												
140.6t												
(-0.176) ^m												
-60.4t												
	0.022 ^m	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.008
	(0.058)	(0.094)	(0.130)	(0.166)	(0.202)	(0.238)	(0.274)	(0.310)	(0.346)	(0.382)	(0.418)	(0.390)
	8.0t	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	2.6	140.6
	6.882											6.882
	6.882											6.882
	6.882											6.882

(1) 新船体傾斜(ヒール)修正用移水量は移動距離に比例する。
 (2) 吃水は西船体とも変化なし。



第5図 船橋移設作業時のバラスト注水および移水量曲線

木材専用船に装備した トムソン式デリックブームについて

山下新日本汽船株式会社

宮 崎 敬 一
伊 達 正

1. まえがき

山下新日本汽船では第 19 次計画造船の製材専用船山忠丸に本邦で最初のトムソンデリック（8 トン）4 基を装備し、すでに 4 航海を終えたが、非常な好成績を納めたので、第 21 次計画造船の北米材専用船にも 15 トン用 4 基を装備するように準備中で、その設計計画もすでに完了した。

トムソンデリックは英国のトムソン・シッパス・クレーン社の技術を導入し、ジャバントムソン株式会社が改良を加えて実用化した 1 本デリックで、日立造船のご協力を得て山忠丸にその第 1 番基を装備したが、使用実績から充分その優秀性を確認し得たので、以下その概略を述べる。

2. トムソンデリック装備船舶の概要

1. 山 忠 丸

垂線間長	129.00m
型幅	20.00m
型深	11.10m
夏期満載吃水(竜骨下面)	8.335m
載貨重量	12,399kt
総 屯 数	8,218.80T
主 機 関	日立B&W 562 VT 2 BF 140
連続最大出力	6,000 PS

常用出力	5,100 PS
航海速度	14kn
貨物船容積(ベール)	15,706.61 m ³

山忠丸の特長

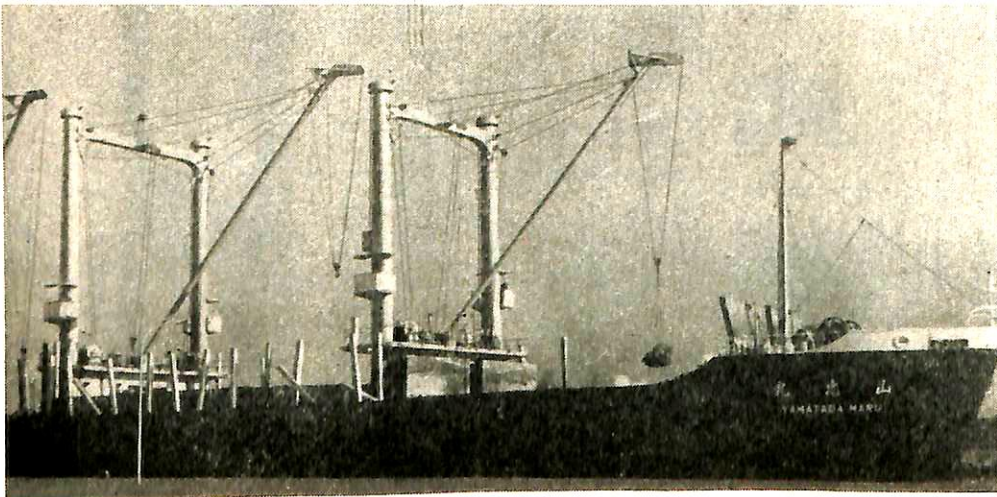
(a) 二列艙口、二重船殻(double hull)構造を本邦で最初に採用したもので、サイドタンクをバラストタンクとして利用し充分なるバラスト量を確保すると同時に、艙内の「くりこみ」を極力少なくした。

(b) 折畳式スチールハッチカバーを木材船に初めて採用したもので、その格納場所を極力小さくして、甲板積み貨物のスペース増加を計ると同時に、ハッチ開閉の時間短縮、労力軽減を計った。

(c) ウインチテーブルを 4m の高さとし、甲板積み木材によるウインチ類の損傷防止にとめた。

2. 第 21 次北米材専用船(舞鶴重工建造予定)

垂線間長	134.00m
型幅	21.60m
型深	11.55m
夏期満載吃水	8.58m
載貨重量	14,700kt
総 屯 数	9,450T
主機関	舞鶴スルザー 6 RD 68 ディーゼル機関
連続最大出力	7,200 PS
常用出力	6,120 PS
航海速度	14.3kn
貨物船容積(ベール)	18,200 m ³



山忠丸に装備したトムソン式デリックブーム

本船の特長

- (a) 広大な一列艀口。ハッチ幅は船幅の 60%。
- (b) ポンツーン式鋼製ハッチカバーの採用。
- (c) トップサイドタンクとホッパータンクを採用して、バラスト量を確保した。
- (d) ウインチテーブルの高さは 5.00m とした。

3. トムソンデリックの効果

1. 山忠丸の例 (8 トン×4 基)

(a) 荷姿の改良

山忠丸はアラスカパルプ(株)の積荷保証によって、ランゲルおよびケチカンの工場より製材を内地まで運搬する専用船である。アラスカパルプの製材は「アラスカひのき」(スプルース)や「米母」(ヘムロック)でその寸法は下記のとおりである。

厚さ 6吋(一定)

幅 6吋より 18 吋まで(2時間隔)

長さ 12 呎より 26 呎まで(2時間隔)

従来これらの製材輸送は、在来船のデリックで喧嘩捲をし、製材数本をバラ積みにして艀内にいれ、それから 1 本ずつ手積みをしてきた。山忠丸は専用船として荷役時間の短縮、ステベ賃の減少を目的として種々計画されたが、一方荷主も荷姿を改良してご協力下さった。すなわち鋼製バンドで製材数本を 4 呎角にバンドルし、1 単位の最高重量を約 7 トンとされた。

(b) スポットローディング

この比較的整然とした荷姿のものを、トムソンデリックの特長であるスポットローディングにより「くりこみ」の少ない艀内へ 1 動作で自由自在に積みつける。また内地でもバンドルのまま岸壁のトラックや舁に揚げる。

(c) 横揺防止(Anti-Pendulum)装置

1 本デリックの欠点といわれる荷物の横揺れも、この装置によって減衰が非常に早く、従って荷役時間も短縮できる。例えば日本の岸壁ではトラックに直接積むことがあるが、トラックの狭い荷物台の上にも横揺れが極めて少なく安定しているので、あふれるほどの製材でもキチンと短時間に積むことが容易である。

(d) 荷役労働力の減少

在来船と山忠丸のギャング構成人員実績を比較すると下記のとおりである。

	在来船	山忠丸
ハッチボス	1 名	1 名
シグナルマン	1 名	(1 名)
ウインチマン	2 名	1 名
スリングマン(陸上)	2 名	2 名
ホールドマン(艀内)	8 名	4 名
計	14 名	8 名~(9 名)

(e) 荷役時間の減少

処女航海以後次第に能率も上がり、第 3 次航では 2 岸壁積みで従来の 10 日以上も要した所を、5 日と数時間で出帆している。(下記の計画荷役サイクルと実績の比較表を参照のこと)

計画荷役サイクルと実績との比較(積荷時の計測結果)

作業時間	計測	Case 1 (sec)	Case 2 (sec)	Case 3 (sec)	Case 4 (sec)	Case 5 (sec)	Average (sec)
A 海面上筏から艀内積込みまで荷重 4.0~5.0t		48.1	53.7	52.8	57.2	47.3	51.8
B 艀内から筏まで戻す無荷重		67.2	57.9	57.4	52.9	42.9	55.6
C A+B: フックおよびブームの稼動時間 Running time		115.3	111.6	110.2	110.2	90.2	107.4
D 筏上にてスリングを掛けるまで	Bに含まれる。 α		17.7	40.5	46.8	14.3	29.9
E 艀内にて積付場所に収めてスリングを外すまで		80.2	80.8	52.4	72.3	68.2	68.4
F D+E: スリング掛外し、艀内積付け時間 Detention time		80.2+ α	98.5	92.9	119.1	82.5	98.3
G Total time		195.5+ α	210.1	203.1	229.3	172.7	205.7

- (註) 1) 第 1 次航アラスカにおける積荷中、ストップウォッチによる Time Study の計測値である。
 2) 各 case とも 15~20 サイクルの平均値を示す。
 3) Light Hook で戻す場合の方が、Loadon Hook のときより時間がかかっているのは、筏止にて Sling 掛けしているため、途中で待っているためと考えられる。
 4) 岸壁上でなく、筏上の作業のため、Sling を掛ける時間に各 case かなりバラツキがみられる。
 5) 艀内の収納時間は大体一定しているのは、荷物が安定しているため、ダンブルマンの作業がスムーズに行なわれるためと考えられる。

	計画	実績
岸壁から艀内積込(8 屯荷重)	約 70sec	51.8sec
艀内から岸壁への戻し(無荷重)	約 40 〳	55.6 〳
計	110 〳	107.4 〳
スリング掛けおよび艀内積付、スリング外し時間	約 100 〳	98.0 〳
計	210sec	205.4sec

(f) テレコンントローラによる無線操縦荷役

トッピング、スルーイング、カーゴイングの3台ウインチをワンマンコントロールし、死角もなく、視界広く自由自在にトムソンドリックを駆使して荷役ができればシグナルマン（合図者）1名が不必要になり、また木材船の場合、長大で且つ重い荷物から受ける危険や、コントロールスタンドの損傷を防ぐためテレコンントローラを採用した。すなわちウインチマンは約4.5kgの重さの送信機を肩にかけ任意の場所に移動して、3台ウインチを遠隔操縦できる。従ってウインチマンは舷側へ行って舳や岸壁の状況も見られるし、またハッチ側へ行って船内も見ることができる。当初送信機が重く、1日中荷役するのではステベから苦情も出るだろうと心配したが、全然問題にならず、むしろ非常に喜ばれている。無線コンントローラはVHF(超短波)のFM方式の送信機によって約100m以内なら少々邪魔物にも影響されない。また微弱電波(100mの距離で電界強度15 μ V/m以下)を使用しているので郵政省の免許を必要としない。第1次航のアラスカは連日の猛雨で、送信機に故障を生じたが、その後水密構造を改良して、目下完全な状態にある。

受信装置はウインチテーブル内に設置され、暴露部にはただ1本の取外式アンテナがあるだけで、船用として充分使用できることを確認し得た。

制御方式は信頼度の高いトーン選択方式でNo.1ブーム用は142.75MC, No.2ブーム用は142.85MC, No.3ブーム用は143.45MC, No.4ブーム用は143.70MCの搬送波に乗って、占有信号と指令信号が同時に到来した時のみ作動する2重安全方式となっており、完全なインターロック回路とともに誤動作がない。

テレコンントローラの微弱電波によって直接3台ウインチのハンドルを操作することはできないので中間に油圧サーボ機構を設けた。無線関係に故障を生じた時は、予備装置として有線送信機を用い、さらに各ウインチの機側でも操作ができる。またポータブルの油圧遠隔操縦装置1台も持っている。

2. 第21次木材専用船の例(15トン×4基)

(a) 荷役方法

本船は北米材(丸太)をバラ積みするもので、山忠丸とは荷姿も荷役方法も大部違っている。積地では長さ40呎程度の丸太数本を1回のスリングで約15トンを単位として船内に積みこむ。広大な船口、「くりこみ」の少ない船艙、スポットローディングのできるトムソンドリックを用いて荷役ができるのでトリミングウインチは全部取止めた。揚地ではカーゴウインチをギヤーチェンジして2倍のフックスピードを得られるようにした。

(b) ハッチ開閉時間の短縮

ハッチ幅が広いのでポンツーンカバーの1枚が約9トン位になり、これを従来の2本ドリックで開閉することは大変な労力と時間を要するが、トムソンドリックを用いて簡単に処理できる。

(c) 木材スタンプションの設置容易

約120本程度の木材スタンプションを荷役前毎回所定の位置に設置することも、トムソンドリックを使えば極めて容易にできる。

(d) 蒸気ウインチとワンマンコントロール

本船のウインチはすべて蒸気駆動で、遠隔操作のワンマンコントロールも採用している。

4. トムソンドリックの概要

(a) 配置およびワイヤリングの1例(8トンブームの時)

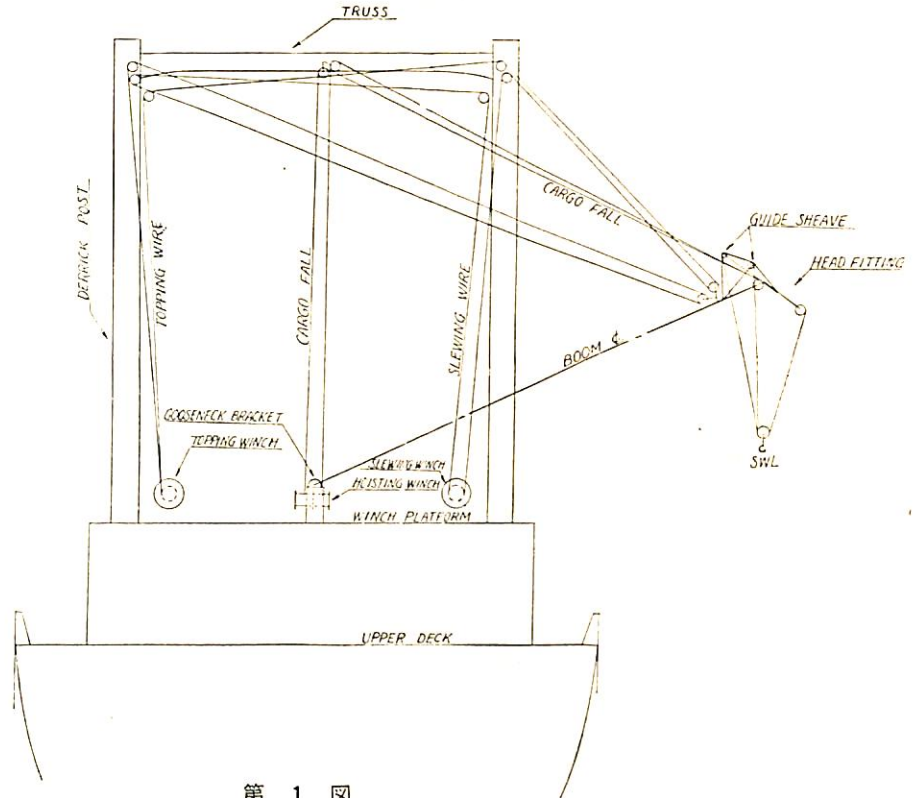
第1表 第21次木材専用船ウインチ要目表

Item	Name	Hoisting Winch	Topping Winch	Slewing Winch
Pull load (tons)		10.0/5.0	7.5/3.0	7.5/3.0
Pull speed (m/min)		17.5/35	23/53	23/53
Winch		汽動 8.5kg/cm ²	Do	Do
Drum		500 ϕ ×350L ×2 with de- clatch- able war- ping drum	500 ϕ ×350L ×2	500 ϕ ×350L ×2
Wire		24 ϕ (6×24) SWR	22 ϕ (6×24) SWR	22 ϕ (6×24) SWR
Boom & Hook speed		9.5m/min	125sec 15°→75° top up	20sec 0°(CL)→ 65°swing

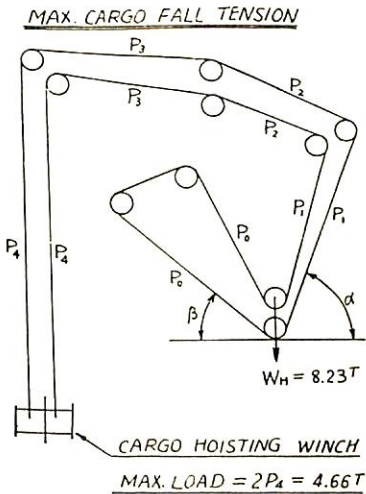
第2表 第19次製材専用船山忠丸ウインチ要目表

Pull load (tons)	5.5	8.0	7.0
Pull speed (m/min)	33	15.5	27
Electric Motor	53kW	61kW	
Electric source	AC440V 3 ϕ 60c/s	Do	Do
Drum	440 ϕ ×600L ×2	550 ϕ ×360L ×2	550 ϕ ×360L ×2
Wire	20 ϕ (6×24) SWR	24 ϕ (6×24) SWR	24 ϕ (6×24) SWR
Boom & Hook speed	15.5m/min	90sec 15°→75° top up	25sec 0°(CL)→ 65°swing

(註) Pull loadおよびPull speedはDouble gear/Single gearを示す。



第 1 図



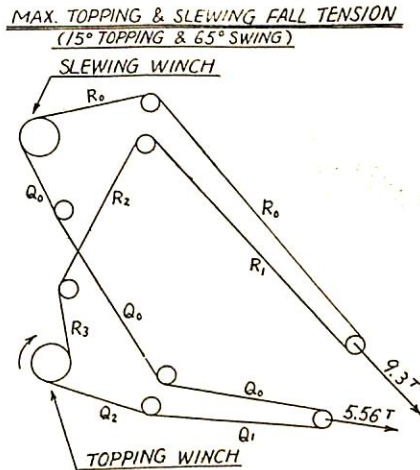
$$2P_1 \sin \alpha + \frac{1}{\epsilon} \sin \beta = W_H$$

$$P_1 = 2.20T$$

$$P_4 = \epsilon^3 P_1 = 2.33T$$

BREAKING LOAD OF
20#(6x24)SWR = 18.5T

$$\text{SAFETY FACTOR} = 7.94$$



$$R_3 = 9.3 \frac{\epsilon^3}{1+\epsilon} = 4.88T$$

BREAKING LOAD OF 24#(6x24)SWR = 18.5T

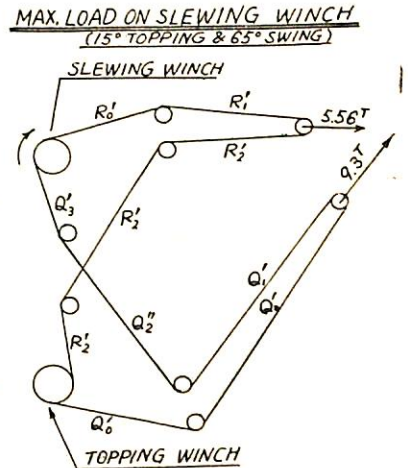
SAFETY FACTOR = 5.49

LOAD OF TOPPING WINCH

$$Q_2 + R_3 = 5.56 \frac{\epsilon^3}{1+\epsilon} + 9.3 \frac{\epsilon^3}{1+\epsilon}$$

$$= 7.74T$$

第 2 図



$$Q_3' - R_0' = 9.3 \frac{\epsilon^3}{1+\epsilon} - 5.56 \frac{1}{1+\epsilon}$$

$$= 4.88 - 2.70$$

$$= 2.18T$$

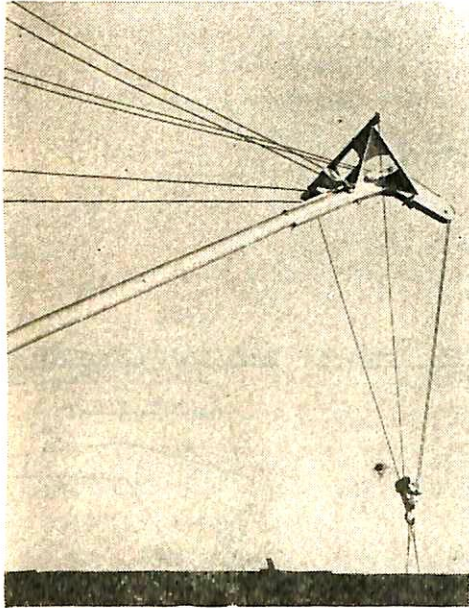
2本のデリックポストとそれらを結ぶトラスに対して1本ブームを図示のように配置する。(第1図参照)

ブームは本体、頭部構造物、基部金物よりできている。ワイヤリングはカーゴ系統1本とトッピング、スルーイング兼用系統1本よりなる。ブーム仰角は最低15度最高75度、また振出し角は65度とし、その各点でリミットスイッチを設け、警報ベルを取付けている。ウインチは勿論電動油圧でも蒸気でも電動でもよい。(第1表、第2表参照)

(b) 8トンブームの時の各ワイヤの tension 計算例。(第2図参照)

(c) 頭部構造 (Head Fitting)

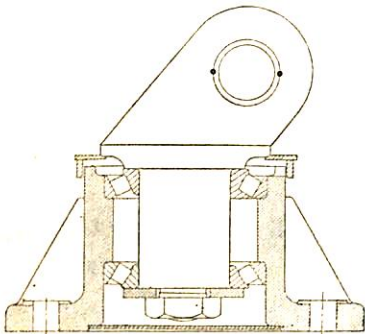
特殊な頭部構造を用い、カーゴフックを3方より吊り上げて、Anti-Pendulum の機能を果たしている。(第



第 3 図

3図写真参照)

(d) グースネック構造



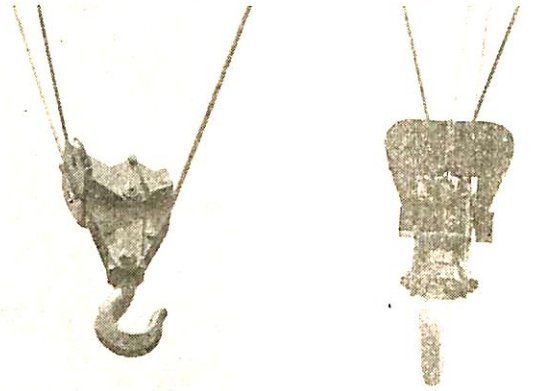
第 4 図

けもつような構造となっている。(第4図参照)

(e) 特殊カーゴブロック

図示のようにローラベアリング2段に取付け、Boomから受ける Tension と Compression による軸方向および半径方向荷重をそれぞれ受

Anti-Pendulum 作用のためカーゴブロックのところではワイヤ方向が三方にわかれるので、特殊なブロックを採用している。山忠丸の実績上は全然故障もなく作動している。(第5図写真参照)



第 5 図

5. む す び

2本デリックのいわゆる喧嘩捲きでは荷重に制限があり、ガイに不測の張力がかかり、また1本デリックの振り廻し式では、カーゴフォールの振揺のため荷役速度も遅く、操作人員も多く必要とする。360度旋回可能なデッキクレーンは可動範囲が広いが、木材専用船として、荷重15トン、長さ22m以上のものが普通であり、ラフハンドリング、若干の振り込み等木材荷役の特殊事情から、その構造上無理がある。その点トムソン式デリックでは1本のブームの欠点である荷物の前後左右の振揺を防止し安定懸垂性能を有する特殊な Anti-Pendulum 装置を備えているので、重い荷重の特に長いブームを能率よく操作するのに有効である。山忠丸の積荷時のタイム・スタディによる実績の示すとおり、岸壁(または水面の筏)から船内積込までの時間(荷重状態)、船内から岸壁(または水面)へ戻す時間(無荷重)、は計画サイクルに収まっている。また玉掛けおよび外しの時間は、実際計画し難い要素を含んでいるが、モデル的考えで約100秒と考えていたが、実測の結果(勿論測定値はバラツキがあるが、平均値として)玉掛け約30秒、スリングを外して船内の所定位置に整然とセットするまでで約70秒弱という値を得ている。荷役能率はただデリックまたはクレーンの性能によるものではなく船体構造、船口配置、船艙構造、ステベの技術、能力、荷姿、港湾設備等とあいまってその機能が発揮されるものであるが、トムソン式クレーンの有するスポッティング・アビリティは1本デリックとして計画機能を十分に発揮している。

SEVEN K-7 荷役装置について

函館ドック株式会社函館造船所
船舶設計部造船設計課

1. まえがき

貨物船がその運航費を削減するため乗組員の費用と荷役に要する費用を節約する方法が船主および造船所などによって研究されてきた。前者は機器の自動化によって比較的急テンポにその目的が達成されつつあるのに、荷役費用に関してはコンテナの使用、デッキクレーンの採用、特殊デリック装置の開発等その進歩はきわめておそい。

このような状況下にあって、昨年 11 月に当所で建造した共同海運株式会社ご発注の神正丸に、あたらしく開発した 1 本ブーム荷役装置を採用、予期した成果を納めることができたのでその概要を発表することとした。

2. K-7 荷役装置

2.1 採用経過

デッキクレーンは、その取付用コラムと船体との固着部の関連構造に若干の注意を払えば比較的容易に装備することができる。またスポットアビリティという点から見れば、荷役装置としてはこれに優るものはないといえよう。しかし残念なことに許容荷重が軽荷重のものより開発されていないので、10ton、15ton というような荷重の荷役に対しては不向きである。そこでこれにかわるものとして 1 本ブームを採用することになったのである。

1 本ブームとしては外国の発明開発になるもののほか、わが国では、KS 式がある。これらをいちいち比較検討するのが目的でないから省略するけれども、それぞれ一長一短があって採用の可否について断を下すことが困難であった。

そこで栗林商船株式会社社長栗林定友氏が独創的な 1 本ブーム荷役装置を考案、神正丸に採用することにしたわけである。これを製作するに当たってまず縮尺物の模型を製作して基礎理論の解明につとめ、さらに実物模型を製作して 10ton 荷重実験を行ない、実用に供し得るか否かを再確認するとともに細部設計の基礎資料を得た。

2.2 本装置の説明

本装置には、A-system と B-system の 2 system がある。A-system はおもに荷重が 5 ton を超える荷役用として、また B-system は荷重が 5 ton 以下のものに適するよう開発設計したものである。A-system と

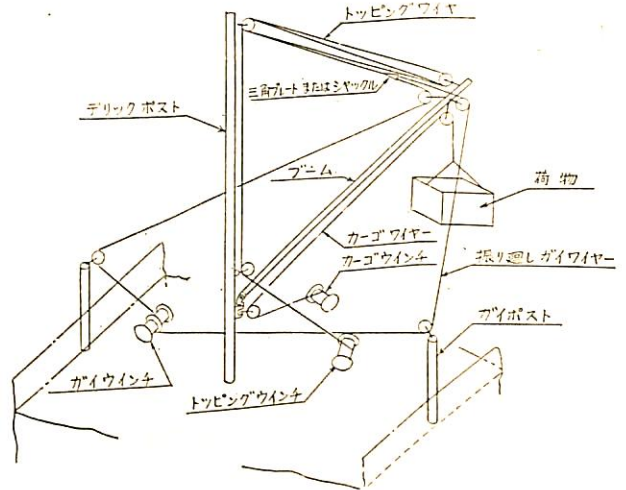


Fig. 1 A-system

B-system はトッピングワイヤとワイヤの接続方法が異なるのみで、基本的な考えかたは同じものである。

2.2.1 A-system

本 system は、船体中心線上にグースネックを有する 1 本デリックブームを、カーゴウインチ、トッピングウインチおよびワイヤウインチの 3 台を用いて左右舷いずれの振り廻し荷役にも応じられるようにしたものである。

すなわち Fig. 1 に示すごとく、トッピングワイヤのブームヘッド側の端部を△プレートまたはシャックルを用いて 2 本に分離し、それぞれブームヘッドの左右の滑車を通して船側のワイヤウインチに導き、揚貨機甲板のワイヤウインチドラムに巻きつける。このワイヤウインチのドラムは中央部にフランジを設けて左右にわけ、そのいずれかのワイヤを巻き込めば反対舷のワイヤが繰り出されるようにワイヤロープを巻きつけておき、ドラムを回転させることによってブームを右または左に自在に旋回するようにしてある。

このような装置にした場合、図で明らかなごとくブームのトッピング巻きおよびワイヤの効果からいって、左右のワイヤとブームが同一平面上にあり、かつワイヤウインチの滑車およびグースネックが一直線上にあることが必要条件となる。

そのほかのワイヤのとりかたは普通の荷役装置と基本

的に変わらない。

2.2.2 ガイワイヤの長さの変化

本装置では、ブームの旋回運動と俯仰運動時におけるガイワイヤの長さの変動はつぎのごとく考えられる。

すなわち、ブームを左右に振り廻すときはブーム先端の軌跡は、グースネックを中心としブームの長さを半径とする円となる。ガイウインチドラムの一方から繰り出されるガイワイヤと他方から巻き込むガイワイヤの長さが完全に等しいとすると、ブーム先端の軌跡がガイポストを焦点としブームの長さを短径の2分の1とする楕円になった場合にガイワイヤの長さはブームがどの位置にあってもたるみが生じないことになる。

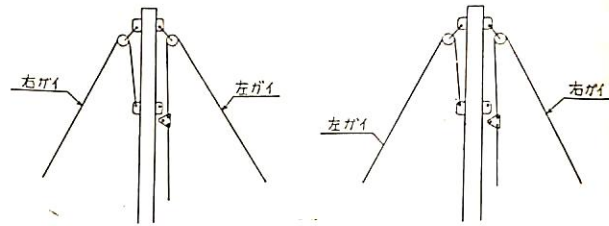
しかし現実にはガイワイヤは前述のごとくブーム先端の円運動によって拘束されるのでブームが船体中心にあるとき、アウトリーチーばいにあるときでは当然その長さに差異を生ずる。すなわちブームを右または左に振り出したときはガイワイヤがたるむことになるのでこの分だけトッピングワイヤのほうに移行する。この移行する量はトッピングワイヤの本数が一般には本装置の場合3～5本になるのでブームの俯仰角度におよぼす影響はきわめて少ない。したがって実用的にこの差は無視してよいと考えられる。

2.2.2 B-system

A-system においてはトッピングワイヤとガイワイヤが連続しているのでトッピングワイヤ1本分の張力が左右のガイワイヤにそのガイのブームとのなす角によって按分され、それらの反力によって釣り合いを保つ。またガイ張力は吊り下げる荷重の大小ならびにブーム仰角の大小によって変化し、荷重が小さくかつブーム仰角が大きいき最小となる。このようなガイ張力が小さい状態でブームをアウトリーチーばいに振り廻したとき、ガイワイヤが弛緩していることも加わってブームが流れようとする傾向が生じ、かつブームがふらついて不安定性が増す。

B-system は、このような軽荷重時におけるブームの振出角の安定性をたかめるために考えたもので、振り出し側のガイワイヤをトッピングワイヤに接続しておき、船内側のガイワイヤを普通のデリックブームのようにブームヘッドに固着しておけばこの目的に沿うことになる。(Fig. 2)。

これはトッピングワイヤとガイワイヤの接続部の△プレートもしくはシャックル部の直下の部分のブームにアイプレートをとりつけておき、左舷荷役の場合は右のガイワイヤのシャックルを、右舷荷役の場合は左のガイワイヤのシャックルをトッピングワイヤ接続部から外して



右に振り廻すとき 左に振り廻すとき
Fig. 2 B-system

このブームのアイプレートにつけかえればよい。実績では右舷荷役にワイヤを接続しておいたものを左舷荷役にワイヤを接続し直すのに3分もあれば十分できるのでA-systemからB-systemへの切換え、またはB-systemの右舷荷役から左舷荷役等の切換えは従来の荷役装置に比較すれば問題にならぬほどの手数よりかからない。

また軽荷重のものはどうしても各ウインチの速度を高くして操作しがちであるので、B-systemが適するといふことは以上のことから容易に判断することができよう。実物大の模型による荷重テストおよび就航後の実績から、5 ton以下のものはB-systemに、5 tonを超えるものはA-systemに適することが判明している。

2.2.3 トリムおよびヒールの影響

グースネックとトッピング金物を鉛直線上に配置すると、船体のトリムおよびヒールが重なった場合、ブームを舷側に振り廻そうとするモーメントが発生する。この傾向はとくに船首向きのブームにいちじるしい。これはあらかじめトッピング金物をグースネックの鉛直線よりこの分に相応するだけ突出させておき、余分な振り廻しモーメントが発生しないようにできる。このようにしておいても、トリムやヒールがないときには船体中心側にブームを振り込もうとするモーメントが発生するので1本ブームとしてはむしろ安全側になる。

あらかじめグースネックよりトッピング金物を突出させておく量はつぎのようにして決定できる。

Fig. 3-aで明らかのように、グースネックとトッピング金物が鉛直線上にあって船尾にトリムした場合のトッピング金物は点Aから点Bに移動するから、あらかじめ金物をこれに相応する距離 d_1 だけ点Cまで突出させておけば、船尾トリムした場合でも点Cから点Aに移動することになって振り廻しモーメント M_1 を生じない。またトリムがない場合は、安全側のモーメント M_2 が生じるので問題がない。

左舷にヒールした場合 (Fig. 3-b) は、トッピング金

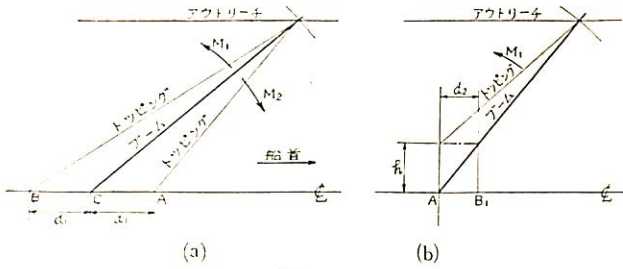


Fig. 3

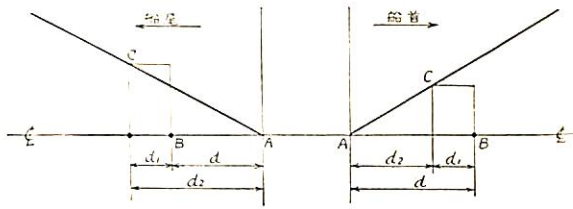


Fig. 4

物は点Aからhだけ移動して点Bにいたる。よって振り廻しモーメント M_1 を生じさせぬためにはトッピング金物が、点Bを通り船体中心線に平行な直線BCとブームの交点Cにあればよい。すなわちトッピング金物をあらかじめグースネックより d_2 だけ突出した点 B_1 におけばよい。

トリムとヒールが同時に加わった場合は、上述の説明でわかるように Fig. 4 のとおりになる。すなわち船首向きのブームでは

$$d = d_1 + d_2$$

船尾向きのブームでは

$$d = d_2 - d_1$$

だけあらかじめ突出させておけばよい。

2.2.4 グースネックの特殊構造

一般に1本ブームにおいてはブームの仰角が大きくなると振り廻し時にワイヤを巻いてもグースネックピンが回転せず、グースネックのアイおよびブームのフォークを真横から引張る傾向が生じ、アイやフォークを折損したりすることがある。これは荷役装置の安全管理上致命的な欠陥の一つになる。

これは、グースネックを自在継手式のものにするか、さもなければブームがその軸を中心として回転するような構造のものにしておけば防止できる。しかしこのような構造のものでは実用的な点ではまだかなり研究の余地があるので、本船の場合はグースネックピンの下端にスラストベアリングを挿入した結果、ブーム仰角を約80°にしてワイヤを真横に引張っても、十分グースネックピンが回転することが確認できた。しかしアイやフォークを真横から引張るといことは元来好ましくないこと

であるので、この仰角の限界は75°位にすべきであろう。

3. K-7 荷役装置の特長

3.1 荷役準備時間の短縮および人員の削減

これまでの荷役装置は振り廻し荷役およびケンカ荷役いずれの場合もその準備と時間に手間どり、これに要する費用ははかり知れぬものがあった。とくに寒冷地域を航行する船舶の乗組員の労苦は並大抵のものではない。K-7 式においては荷役準備に要する時間も人員もまず要しないといっても過言ではない。労働条件が大巾に改善されるということが第一にあげられよう。

3.2 スポットティングアビリティの卓越

貨物船におけるスポットティングアビリティが荷役能率の増進上、非常に重要な問題であることは周知の事実である。K-7 式におけるスポットティングアビリティはブーム仰角75°程度から制限角度の範囲ならば100%と見てよい。これはデッキクレーンにも匹敵するものである。

3.3 軽荷重、重荷重いずれにも適する

一般の荷役装置のごとく3 ton 以下はケンカ荷役、大荷重に対しては振り廻し荷役といったような煩雑さはない。シャックルの簡単なつかけによって、A-system および B-system の切り換えが可能である。

どちらかといえば大荷重荷役のほうが優れている。

3.4 3台のウインチで操作できる

普通の荷役装置のように、4台またはそれ以上のウインチを用いる必要がない。

3.5 ワンマンコントロールが可能

神正丸では高圧油圧式のウインチを採用し、3台のウインチを1人で操作できるようにしてある。したがって1-gang に対し1人の作業員で十分である。

荷振れは懸念されたものの一つであったが、普通の荷役作業員なら一、二度の経験で熟練することができる。

3.6 建造船価が低減する

当然建造船価は安くなる。本装置の特質上例えば、10 ton ブームの場合は普通装置の15 ton 程度に相当するブーム、15 ton ブームなら普通の20 ton ブーム程度のものになる。

しかし、ワイヤロープ、滑車、デリックポストが数の上では半減するので当然それだけ船価が安くなる。

4. あとがき

K-7 式荷役装置は発明後日が浅いのでまだ将来の改良は考えられる。しかしもし改良されるとしても部分的な箇所であって基本的な点ではほぼ完成に近いといえよう。われわれはこの画期的ともいべき本装置が栗林定友氏の明敏な頭脳から生まれたことをよるこぶと共に、函館ドックにその実現を托されたことについて深く感謝するものである。

(渡辺敬夫記)

磁気ひずみ効果を利用した新しい伝動動力計

船舶技術研究所機関性能部

堀 保 広

1. 緒言

軸馬力はトルクと回転速度を測定して、その積として求められるが、往々にしてその値が不正確であるのは、トルクの測定が困難であることによる。トルクの測定を困難にする原因は、測定の対象である軸が動くことにある。軸が動揺する、トルク変動や振り振動が大きい、推力や曲げが存在する、周速度が大きい、計器の取付場所に制限があるなどによって、困難は増加する。現状では、どんな軸の状態でも満足を与える万能的な計器は現われていないので、場合に応じて適当なものが選ばれている。

私は以前から高速回転する軸のトルクを測定したいと考えていたが、ベルトハイム効果という磁気ひずみ効果を利用して、目的を達することを思い付いた。この方法はいろいろな特徴を有し、応用範囲も広いと思われるので、研究の概要を述べてご参考に供したい。

2. 展望

原動機がどれだけの出力を発生しているか、ある機械がどれだけの入力を得て運転しているかを知るためには、伝動動力計が必要であり、このために多くの人によって各種の形式のものが考案されている⁽¹⁾。この設計には多くの原理が利用されているが、その殆んどは伝動軸の振れを利用するものであって、基本的に2つの方式に分けることができる。第1の方式は、軸の2断面の振れによる相対的変位を検出するものである。この変位は小さいので、なんらかの方法で拡大しなければならない。この拡大を機械的か、光学的か、電気的に行なうかによって、多くの形式のものが生まれる。例えば船用軸馬力計には、光学式のものとして、光てこで拡大する研野式、ホプキンソン・スリング式があり、電気式には、インダクタンス変化を利用するジューメンス式、日立造船式、東芝式があり、ピアノ線の張力変化によるその固有振動数の変化を利用するマイハーク式がある。第2の方式は、応力またはひずみを検出する方法で、場所を多く必要としない長所を持つ。これには、電気抵抗線ひずみ計と磁気ひずみ計を利用する2つの形式があり、電気抵抗線ひずみ計を利用するものは、スリップリングとブラシを使用するフ

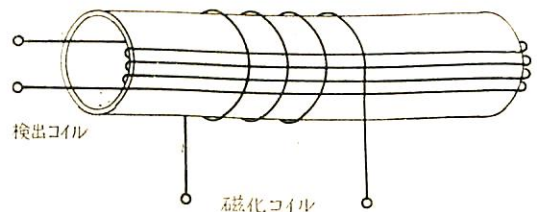
イリップス式と電源、発振器、送信器を軸に載せてFM遠隔測定をするプリモ式で代表される。磁気ひずみを利用するものとしては、リング・トルダクタの商品名で市販されているものがある⁽²⁾。

これらの計器によって、どの程度の精度で計測されているかについては、船用主機馬力計測の実態調査があるが⁽³⁾、これによれば、同時に使用した2計器間の測定値に、場合によってはかなり大きな差を生ずることが報告されている。例えば、2計器間の差の2計器の平均に対する比率を求めてみると、タービン船の場合には、標本全数の75%は1.5%内にはいるのに対し、ディーゼル船の場合には、1/4負荷時に6.5%以上の差を生ずるものが25%もあり、1/2負荷時で5.5%、Normal, MCRで4.5%以上の差のものが25%ある。これらのデータを見ると、計器自体に検討すべき点があるように考えられる。

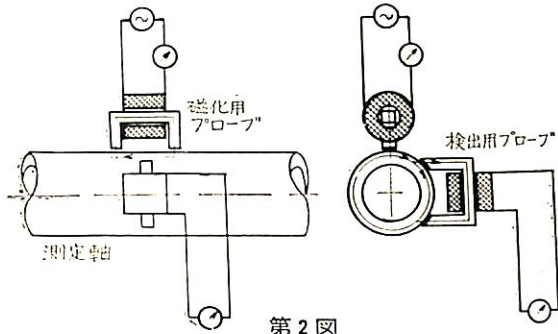
伝動動力計には、海上試運転における主機馬力計測という用途の外に、主機の監視用として、また2軸船あるいはマルチプル・ディーゼル船においては、出力のバランスを監視するために常用することが考えられる。この場合には、現在のものより安定性と耐久性の優れた計器の出現が望まれる。

3. 原理

ベルトハイム効果とは、軸方向に磁化した棒に振りを与えると、円周方向に磁化を生ずるという現象で、第1図に示すとき磁気コイルによって軸方向に交流磁化し、振りによって円周方向に生じた磁化を検出コイルで取出すことによって、振りを電圧に変換できる。この方法はトルク、力、ひずみなどの測定に利用され実用されている⁽⁴⁾。



第1図



第2図

しかし、この方法でトルクの測定を行なう場合には、軸を中空にして検出コイルを捲く必要があり、また検出コイルに誘起した電圧を外部に取出すために、スリップリングとブラシを必要とする不便がある。この不便を除くために、私は上述のコイルのかわりに、第2図のようなプローブを使うことを考えた。この面において、磁化用プローブによって強磁性の回転軸を軸方向に交流磁化し、軸に振りを与えると円周方向に磁化を生ずるが、キルヒホッフの理論によれば、その大きさは、鉄心直下の軸の中の半径 r の点においては、次式で表わされる。

$$I_c = -\frac{1}{2}K''r\theta H \quad (1)$$

ただし、 θ : 軸方向単位長さ当りの振り角

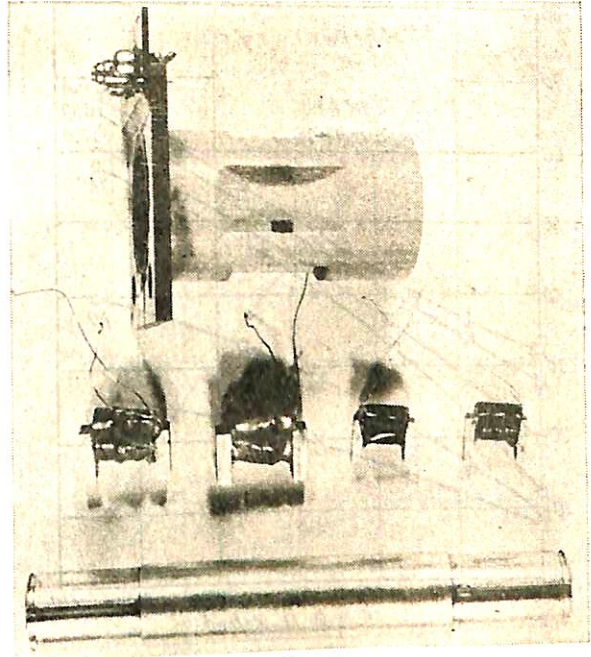
H : 軸方向磁場の強さ

K'' : キルヒホッフの定数で長さの変化が磁化の強さにおよぼす影響を表わす係数

この円周方向磁化によって生ずる交番磁束は、表皮効果のために軸の外側で密度が高く、軸の周囲を一周する。したがって、検出用プローブを図の位置におくと、円周方向に生じた磁束の一部はこの鉄心に分流し、鉄心に捲かれたコイルには、トルクに対応した交番電圧を生じ、この電圧を読み取ることによってトルクの測定を行なうことができる。この両プローブは回転軸に接触せしめる必要はないので、回転軸に接触することなくトルクの測定ができる。

4. 静的な振り試験

振りによって生ずる円周方向磁化に影響を与える因子は、(1)式の右辺で示される。ここに、 K'' は帯磁率と同様に真の定数でなく H の関数である。 H の大きさは感度ばかりでなく履歴、直線性に大きな影響を持つが、その周波数も同様に影響する。軸の成分が異なるとその磁気的性質も違うのは当然であるが、同じ成分の材料であっても、その粒度、組織によって違った性質を示す。プローブと軸との隙間が大きくなると、この部分の磁気抵抗が大きくなるために、軸の磁化が弱くなり、また感度も



第3図

下がる。そこで、静的な振り試験によって、含有炭素量を異にする4種の炭素鋼および黄銅に磁性材料の薄板を捲いて接着した2種類の軸について、これらの影響をしらべた。実験に使用した軸およびプローブとプローブの取付枠の写真を第3図に示した。これが動力計の構成要素である。軸の寸法は外径28mm大きなプローブが磁化用である。2組のプローブを軸心に対し対称の位置に配置し、直列につないで使用した。検出用プローブの誘起電圧は、真空管電圧計で読んだ。

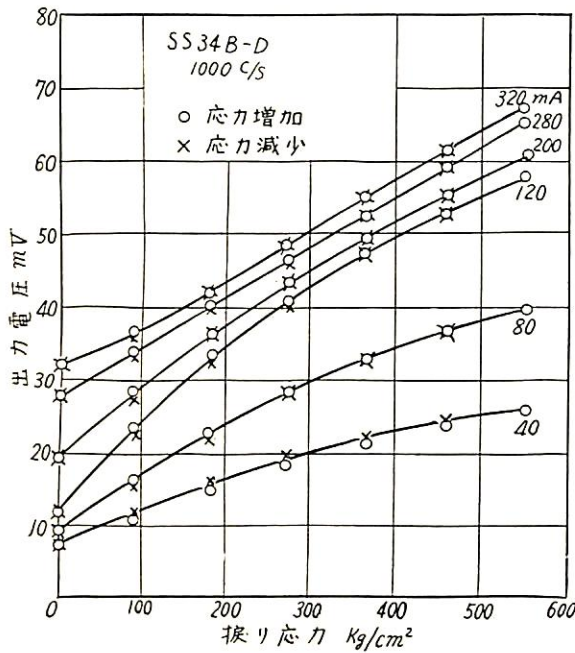
(1) 炭素鋼

(磁場の強さの影響)

第4図に軟鋼 SS34B-D の振り応力と誘起電圧との関係を示した。磁化用プローブのコイルを流れる電流がパラメータである。これは炭素鋼を代表する特性で、つぎの点が注意を引く。ある磁場(図では280mA)でよい直線関係が得られる。ある磁場(図では80mA)で履歴が小さくなり、その前後の磁場で履歴の傾向が反転する。磁場を増すと履歴は再び小さくなる。

(磁化の周波数の影響)

感度は周波数に比例して増加するが、含有炭素量が多い炭素鋼においては、強い磁場において感度の増加は小さくなる。履歴と周波数との関係は、材料によりまた磁場の大きさにより、様相および程度を異にし複雑であるが、炭素鋼においては、周波数の増加は履歴を小さくする傾向がみられる。しかし、低い磁場においては、ある

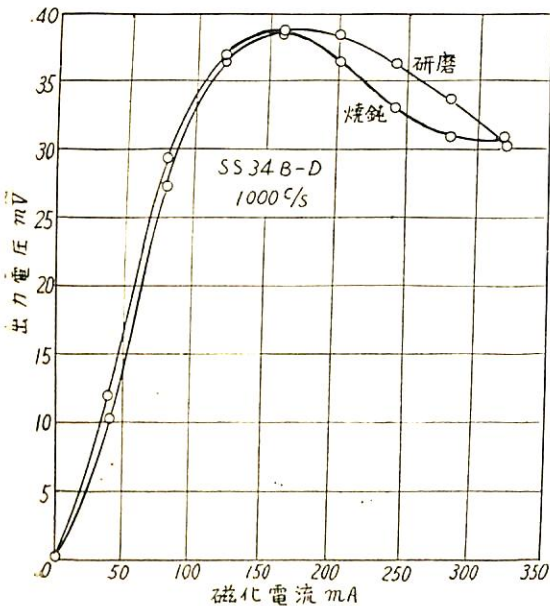


第 4 図

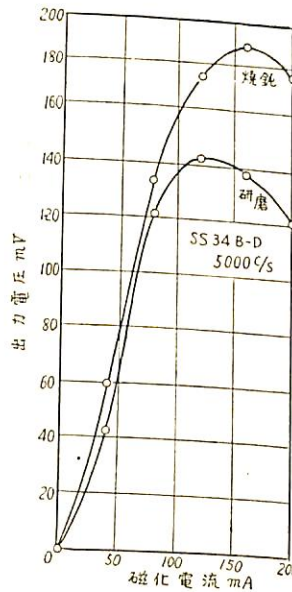
種の材料は周波数を増加すると、履歴もまた一度増加しその後減少する。つぎに、周波数を増すと低い磁場での直線性がよくなる。したがって磁化電流の周波数と大きさを適当に選ぶと、直線性がよく履歴も小さい較正曲線が得られる。

(熱処理の影響)

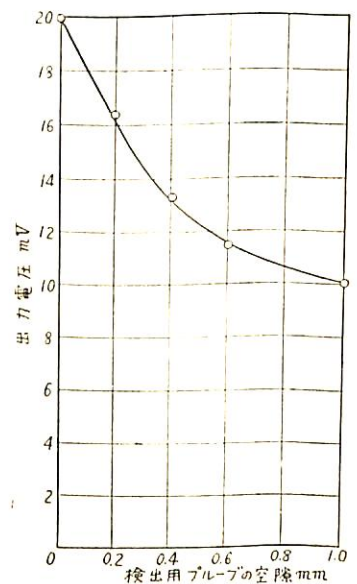
同じ成分であっても粒度、組織によって材料の磁氣的



第 5 図



第 6 図



第 7 図

性質は違ってくる。研磨したままのものと 1,000°Cで1時間の焼鈍を行なったものについての比較を行なった。第 5 図と第 6 図、出力と磁化電流との関係を、1,000%と 5,000%の場合について示した。この図は周波数の高い場合には、焼鈍材が感度的に勝れていることを示している。また、焼鈍を行なうと、較正曲線の直線性は少し悪くなるが履歴は小さくなる効果がある。

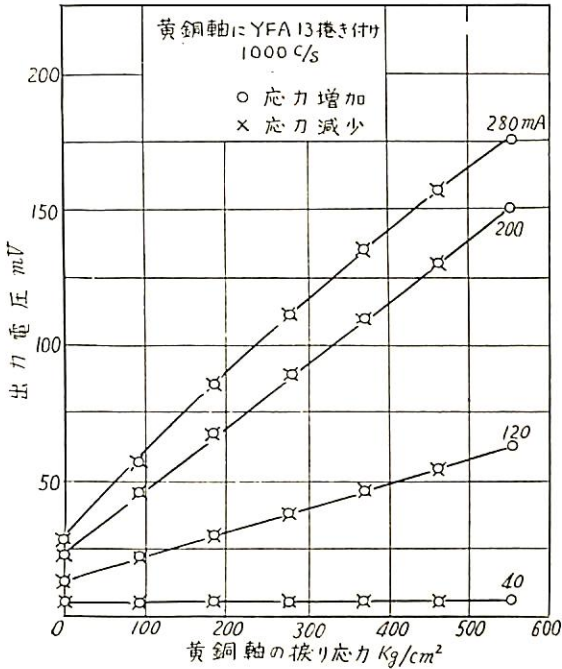
(プローブと軸との隙間の影響)

第 7 図に検出用プローブと軸との隙間が出力におよぼす影響を示した。1 mmの隙間を設けても、なお密着した場合の50%の出力が得られることがわかる。磁化用プローブと軸との隙間を大きくする場合には、それに応じて磁化電流を増せば、同じ結果が得られる。

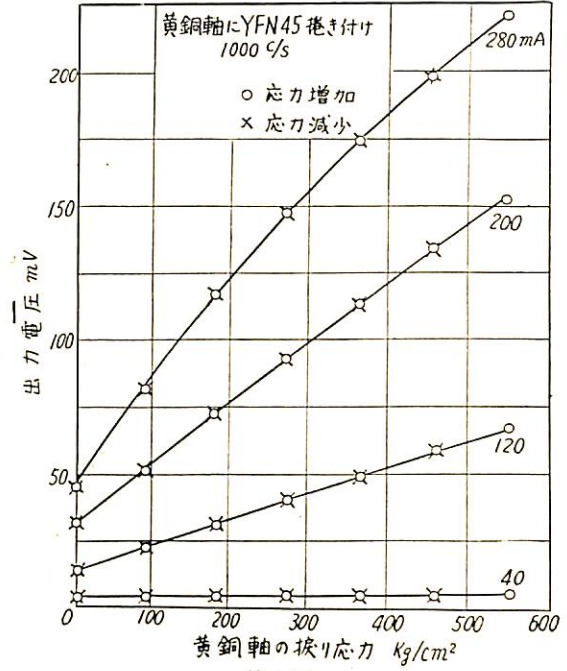
(2) 磁性材料の薄板を巻きつけた軸

表面にアルフェル13あるいは45パーマロイの幅50mm厚さ0.1 mmの板を巻いて、アラルダイトで接着した黄銅の軸について、振りと誘起電圧との関係をしらべた。黄銅の軸を用いたのは、非磁性であるこの軸において良い結果が得られるならば、他の材料に対しても容易に応用できると考えたからである。第 8 図と第 9 図に結果を示した。炭素鋼の場合と同様に、ある大きさの磁場で直線性のよい較正曲線が得られ、履歴は小さく出力が大きい。

以上各種材料の特性を第 1 表にまとめて示した。



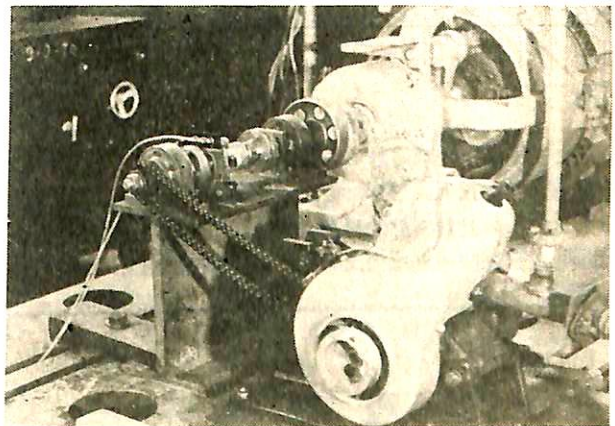
第 8 図



第 9 図

5. 動的な振り試験

つぎに、実際に軸を回転しトルクをかけて、動的な較正曲線が静的なものとは一致するかどうかを調べた。装置の写真を第10図に示した。伝動動力計は小型のガソリン機関でチェーンにより駆動され、動力は直流電気動力計で吸収した。トルクは電気動力計の天秤を使用して較正した。第11図はこの計器に使用した電気回路のブロック線図である。磁化電流は、1,000%の発振器よりの出力を増巾して供給されるが、電流が一定になるように制御回路が設けてある。計器よりの出力は、波形を整えるために低域濾波器を通した後交流増幅される。交流増幅され



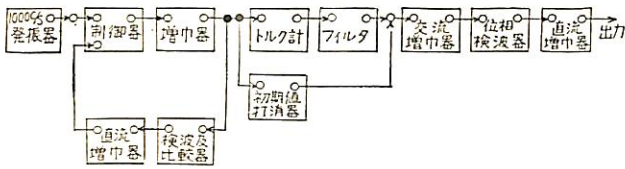
第10図

第 1 表

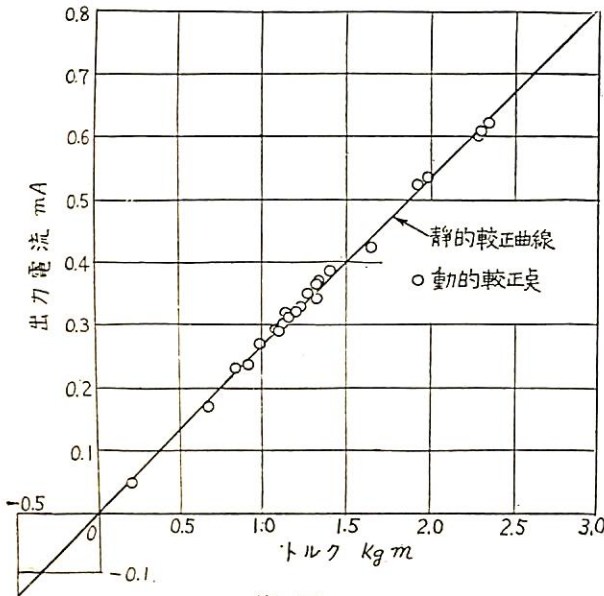
資 料	材 質	成 分	直線性%	履 歴 %	感 度 mV/kg/cm ²	磁化電流 mA
炭 素 鋼	S S 34 B-D	0.20% C 以下*1	2.1 (0.50)	1.3 (0.50)	6.8 × 10 ⁻² (28 × 10 ⁻²)	280 (200)
	S S 41 B-D	0.15~0.25 以下*1	1.1	0.53	7.0 × 10 ⁻²	280
	S S 50 B-D	0.25~0.45 以下*1	2.3 (0.88)	1.2 (0)	6.1 × 10 ⁻² (22 × 10 ⁻²)	280 (200)
	S S 50 B-D	0.45~0.60 以下*1	0.22	0.22	8.3 × 10 ⁻²	200
薄 板	YFN 45*2	45% Ni 残 Fe	0.87	0	11 × 10 ⁻² *3	200
	YFA 13*2	13% Al 残 Fe	0.78	0.39	12 × 10 ⁻² *3	200

(注) 軸とプローブとの隙間は約 0.8mm。磁化電流の周波数は 1,000%、ただし括弧内の数字は 5,000%

※ 1 JIS による ※ 2 日本楽器製品 ※ 3 概略値



第11図



第12図

る前で初期値は打消される。つきに、振り方向を区別するために、位相検波をした後、直流増幅して電流計で指示した。この計器の静的および動的の較正曲線を第12図に示した。試験速度は 2,400rpm までであるが、この

範囲内での両者の一致は良好である。この計器は、温度補償を行っていないが、常温附近では0.1%/℃の温度効果があるにすぎない。

6. 結言

磁気ひずみ効果を利用し、軸方向の磁化と振りによって生じた円周方向の磁化の検出を、それぞれ、ヨーク形鉄心とこれに捲いたコイルからなるプローブを使用して行ない、トルクを測定することができることを示した。この方法によると、回転軸に接触する部分がないので、周速度の高い軸においても測定が可能であり、かつ丈夫である。また、ひずみを検出する方法をとっているため、測定に場所をとらず、部品が少なく構造が簡単である。動力の伝達軸をそのまま測定軸として使用でき、特殊の材料の軸を用いたり、直径に変更を加えたりする必要がない。また、軸の振れが電流量に変換されるので、遠隔指示が容易であるなどの長所を持っている。振り応力が 500kg/cm² 以内において、直線性および履歴 1% 以下の較正曲線が得られ、温度効果は補償しないで 0.1%/℃ 以下である。

各方面への応用が考えられるが、船の場合には機関の監視用計器として、長期間使用するのに適していると思われる。

文献

- (1) 伊丹, 商船大学報告 3号A
- (2) O. Dahle, ASEA Journal 33 (1960)
- (3) 石谷 外, 関西造船協会誌 108号 37年12月
- (4) 安積, 磁わい計測とその応用

近刊予告

建艦秘話

元海軍技術中将

庭田尚三 述

本誌に去る39年2月から連載してきた“建艦秘話”を一冊にまとめ、補填して刊行することにいたしました。技術者としての長年の貴重な体験、経験を、うもれぬうちにまとめて後世にのこすことは、この著にかぎらず、もっと多く出なければならぬと思います。本書もその意味で一冊にまとめて読者のご参考になれば幸甚です。

9月中旬に発刊の予定です。ご期待下さい。

B5判 130頁 上製 予定定価 500円(送料別)

コンテナ船

日本造船研究協会編

A5判150頁上製 450円(〒70円)

[改新版] 船舶の電気防食

船舶技術研究所機関性能部長 工学博士 瀬尾正雄著

A5判 上製 146頁 定価 400円(〒70円)

船の科学ファイル (80cm判)

従来のもより綴厚さを増してゆったり合本ができる80cm判を作りました。保存にたえるようクロスを使用した丈夫な装幀です。

定価 200円(送料別)

船舶技術協会

ディーゼル機関用潤滑油の評価法と実験について

船船技術研究所

稲見 信 雄

1 ま え が き

船舶用ディーゼル機関に使用する潤滑油の特性に対する要求は非常に多い。例えば、粘性、酸化、極圧性および清浄分散等の問題があり、古くから多くの開発研究が行なわれている。潤滑油の歴史をかえり見ると 1934 年頃に溶剤精製法が用いられてより品質は向上してきた。しかしその頃は現在のように潤滑油添加剤の使用がなく、ディーゼル機関のリング固着の問題で相当悩まされた。その解決策にキャタピラ社がナフテン酸アルミニウムを使用して効果をあげてから急速に添加剤の研究が行なわれるようになった。一方船舶用ディーゼル機関でも経済性の点で低質重油を使用しはじめてより、燃料中の硫黄分によりシリンダライナの腐食摩耗の問題が生じた。

その対策として 1954 年頃に酢酸カルシウム、Ca フェネートを用いた水溶性および油溶性形の潤滑油が現われた。またその後 1956 年頃高塩基性フェネートを用いたアルカリ価 35 程度のシリンダ油、1960 年頃に超塩基性フェネート、スルホネートを用いたアルカリ価 70 程度のシリンダ油が開発されている。これらの出現により腐食摩耗の問題はある程度解決され、現在では船用大形低速ディーゼル機関に低質重油を使用することが常識となった。このように潤滑油添加剤は日進月歩の発達を遂てきたが、船用ディーゼル機関もさらに出力増大の研究が進み、大形機関では 1 基出力 30,000PS、中高速機関では過給度の向上から、 $Pe=16\text{kg/cm}^2$ 程度の機関が開発されているので、潤滑油に対する要求もますます苛酷になる。そのうち中高速機関を数基組合わせたマルチプルエンジン方式が大形機関の領域に進出されたので、使用燃料も経済性を考慮して現在使用されている燃料より低質のものが用いられようとしている。その場合中高速機関はトランクピストン形のため機構上、システム油中に燃焼残渣物摩耗粉および強アルカリシリンダ油等が混入するので油の劣化および軸受の腐食等悪影響が考えられる。以上のごとく船用ディーゼル機関用の潤滑油は今後これらに適した特性をもつことが必要となる。ここに潤滑油の特性と評価法ならびに実用試験について述べる。

2 潤滑油の品質

ディーゼル機関のすべての運動部分には潤滑油が用いられ、摩擦、摩耗および焼付を防ぎ、作動を円滑にしている。そのうえシリンダライナ、ピストン間に油膜を構成し、燃焼ガスの漏えいの防止、運動部分の摩擦熱の冷却および摺動面の汚損、摩耗粉、燃焼生成物の清浄等多くの特性が必要となる。それらは機関の種類および使用条件により差があるので、潤滑油もそれぞれに適した品質のものが製品化されている。その分類には二つあり、一つは SAE (Society of Automotive Engineering) で粘度をもとにして分類したもの、他の一つは API (American Petroleum Institute) で使用の苛酷度によって分類したものであり、国内の石油メーカーも両分類を用い表示している。SAE 分類、API サービス分類を表 1、表 2 に示す。

3 潤滑油の特性

ディーゼル機関用潤滑油としての必要な特性は、主として粘度、酸化安定性、極圧性および清浄分散性である。粘度は機関の摩擦抵抗、密封等、機関性能に影響する。また機関の始動および運転中の温度変化に対して粘度変化の少ないものが望ましく、これには E. W. Dean, G. H. B. Davis¹⁾が提唱した粘度指数 (VI) をもって一般に判定している。一例を示す図 1²⁾、図 2³⁾のとおりで始動は粘度が高くなると始動可能温度は高くなるが、同一粘度では粘度指数の高いものが始動可能温度は低くなっている。またオイル消費量との関係は、同一粘度の場合は粘度指数の高いものが消費量が少なく、同一粘度指数の場合は粘度の高いものほど消費量は少ない。

酸化安定性は機関に使用し高熱を受けた場合の耐酸化性である。酸化速度は温度の上昇により増加し、ワニスおよびレジンが生成して機関の潤滑部分に悪影響を与える。この現象をできるだけ抑えるため酸化防止剤が用いられる。それには硫黄化合物、燐化合物および硫黄燐化合物等が使用されていたが、最近では酸化防止性能と極圧性能をそなえるジアルキルジチオリン酸亜鉛⁴⁾が多く用いられている。

表-1 SAE分類

油 種	SAE NO	粘 度 SSU	
		@ 0°F	@210°F
ク ス ラ ン ク ケ ー	5W	4,000 以下 (a) 6,000~12,000 (b)12,000~48,000	39以上
	10W		
	20W	—	45~58
	20		58~70
	30		70~85
	40		85~110
50	—	—	
ギ ャ 油	75	15,000 @ 0°F 以下 15,000~100,000 @0°F 800~1,500 @ 100°F 120~200 @ 210°F 200 @ 210°F 以上	—
	80(c)		—
	90(d)		—
	140(e)		—
	250		—

(註) (a) 210°Fの粘度SSU40以上の場合 0°Fの粘度は規定以下にても可
 (b) 210°Fの粘度SSU45以上の場合 0°Fの粘度は規定以下にても可
 (c) -20°Fで使用中チャンネルしてはいけない
 (d) 0°Fで 〃
 (e) 35°Fで 〃

極圧性は油膜が高負荷に耐えるための性質で、船用ディーゼル機関のように出力が増大している現在では油自身の油膜強度だけでは不足のため極圧剤が添加されている。しかし機関出力は今後さらに増大される傾向があるので、極圧添加剤も従来より高性能の開発研究が必要となる。

清浄分散性は船用機関のごとく低質重油を用いるものでは特に重要な性質である。機関の運転によって生ずる燃焼生成物、未燃焼物および潤滑油の酸化生成物等が潤滑部に付着することを抑え、油中に分散させる能力をい

表-2 APIサービス分類

サービ ス分類	定 義	油 種 例
ML	火花着火機関が軽荷重で好ましい運転条件で特別な潤滑上の問題がなく、機関設計上からも堆積物を生ずる傾向のない場合	レギュラー
MM	火花着火機関が中程度の苛酷度で運転され温度が高くなると堆積物、軸受腐食との抑制の要のあるような場合	プレミアム
MS	火花着火機関が好ましくない苛酷な運転条件で使用され機関の設計、運転条件、使用燃料などから堆積物、摩耗、軸受腐食の多い場合	ヘビーデューティ MIL-L-104B MIL-L-2104A サプリメント1
DG	圧縮着火機関で一定荷重で出力の変化が少なく特にエンジン堆積物、摩耗の抑制を必要としない場合	MIL-L-2104A サプリメント1
DM	圧縮着火機関で中程度の苛酷な運転で使用され燃料硫黄などで堆積物、摩耗のおそれある場合	MIL-L-2104A サプリメント1 キャタピランシリーズ2
DS	圧縮着火機関で苛酷な条件で使用され、劣質燃料油、使用条件などで堆積物、摩耗腐食の抑制の要のある場合	キャタピランシリーズ3

う。これによってピストンおよびリンググループは定着され、リングのスティックを防止し、正常な運転が行なわれる。このため船用ディーゼル機関用の潤滑油にはほとんど清浄剤が使用されている。清浄剤には分散作用、可溶化作用および酸中和作用があり、主として金属系のものが使用されているが、最近では無灰清浄剤の開発も行なわれている。その他に潤滑油の油性向上、さび止、あわ発生防止等の問題があるが、それぞれ対策が行なわれ

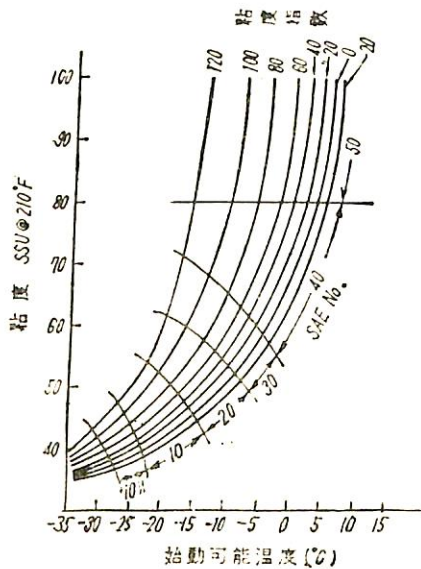
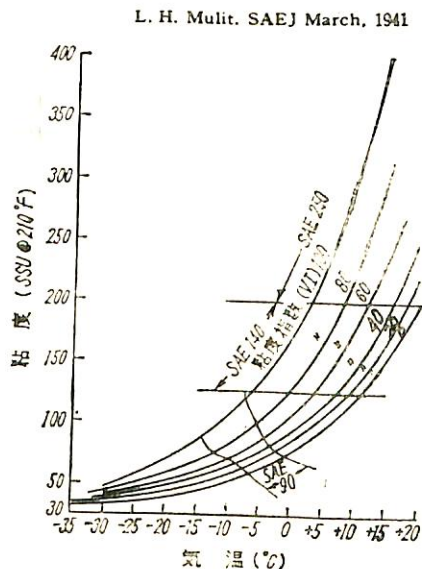


図1 SAE. No. 粘度指数と始動可能温度



L. H. Mulit. SAEJ March, 1941

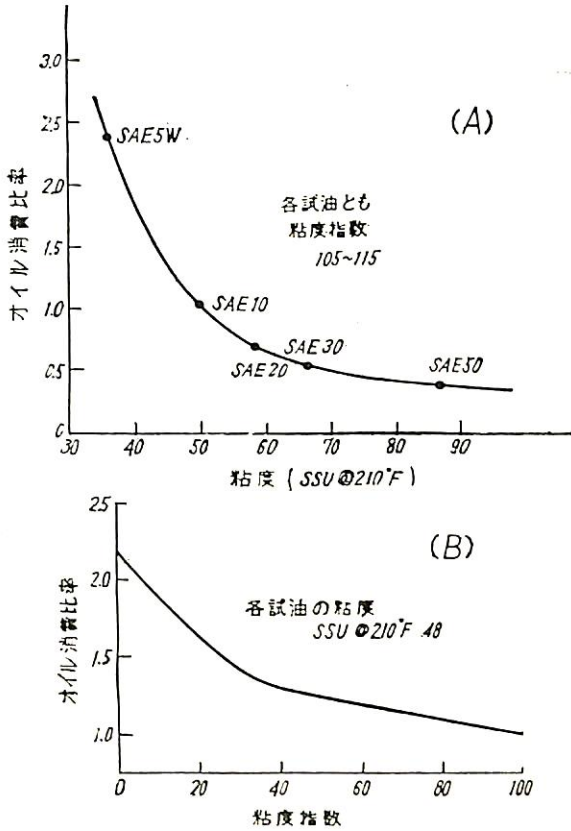


図2 粘度、粘度指数とオイル消費比率

ている。

4 潤滑油の評価

現在、大半の船用ディーゼル機関潤滑油は各種添加剤が使用されている。そのため品質の評価も一般の性状試験では困難であり、実用性能におもきをおき、実験室における評価試験、機械的評価試験、テストエンジンによる評価試験および実船試験等が積極的に行なわれている。

4.1 実験室における評価

潤滑油の実用性能を評価する場合、まず重要な項目は酸化安定性であろう。油の酸化は温度、触媒、時間およびその他の条件で異なった傾向を示すので目的に応じた評価試験が行なわれている。表-3はその代表的なものであるが、各石油メーカーは、なお独自に実際的な評価が行なえるような開発研究を進めている。

次は清浄性である。この試験法は公式に確立されたものはないが、研究的には次のような評価⁹⁾が行なわれている。

1) スポット・テスト

潤滑油の新油および使用法をロ紙またはプロッター紙上に滴下し、指示薬の併用で発色状態から分散性および劣化を判定する。

2) Centrifugal Detergency Test

150°C×2h, 250°C×2h または 300°C×20min で試験油を酸化させ、遠心分離機でスラッジを分離し、Iso-Pentane 不溶分を重量%で表示する。

3) Infrared Detergency Test

9700A赤外線を使用して新油と酸化油の光透過度を比

表-3 各種潤滑油酸化試験法

試験条件	Indiana	Modified Indiana	Indiana Stirring	Aluminium Block Heating	Continental	Mckee Thin Film Strip	Mac Coull	Sohio	Silver Strip
試料採取量	300cc	20cc	250cc	200g	160cc	150g	125cc	100cc	任意
反応温度	172°C	172°C	330°F	300°F	341°F	250±2°C	350, 375, 400°F	325°F	300°F
条件	空気 10l/h	空気 650cc/h	定条件で かきまぜ	Al Block Heater で加熱	空気 10l/h	加熱銅板面に 7±2g/minの 油循環	定条件で かきまぜ	空気 70l/h 定条件で かきまぜ	銀片と銅片の腐食測定
触媒	—	—	Cu32.26in ² Fe64.52in ²	—	鉄線	—	銅板軸受材料	銅鉛合金軸受材料 3cm ² , 600g	
測定時間	毎50h	任意	毎24, 48, 72h	100h	72h	12h	2h	—	
結果の報告	ナフサ不溶分 100mg/10g となった時間	ナフサ不溶分 10mg/1g となった時間を Oxidation Index または Sludging Time とする	粘度スラッジ 酸価パーニッシュの変化	210°Fの粘度変化	粘度 残留炭素 ナフサ不溶分	残留油の酸価 エステルカーボニル 鋼板の重量変化	軸受材料の腐食 重量減	軸受材料の腐食 重量減	

その他 Dipping Light Test, General Motor Seal Test, General Motor Heating Test, Simplified Oxidation Test, Slizb Oxidation Test 等。

表-4 機械的評価試験法

試験法	4球式試験機 曾田式		チムケン 試験機	SAE 試験機	アルメン 試験機	ファレックス 試験機
試験片形状						
試験片	3/4" 銅球 点接触	1/2" 銅球 点接触	銅片—銅環 線接触	銅環—銅環 線接触	円筒棒—銅片 線接触	円筒棒—銅片 線接触
材質	Cr鋼		NiMo鋼(米) Cr鋼(英)	NiMo鋼	SAE 2315鋼	SAE 3135鋼 SAE 2320鋼
運動の種類	滑り	滑り	滑り	滑りところがり	滑り	滑り
軸回転 rpm	200	1,500	800	1,000	600	300
摩擦速度 cm/sec	11.4	56	200	232	20	9.8
負荷方法	0.5kg/cm ²	同一負荷	同一負荷	83.5lb/sec	2lb/10sec	
給油法	浸漬	浸漬	滴下	スプレイ	浸漬	
おもな試験項目	油膜強度 摩擦係数	油膜強度 摩擦係数	油膜強度 摩擦係数	油膜強度 摩擦係数	油膜強度 摩擦係数	油膜強度 摩擦係数

較する。

4) Wood River Detergency Test

試料 20g を規定量のベンゼンに溶かし、これに20mg のアスファルテンを溶解させ、150°Cで10hr 加熱後、石綿グレーツボで濾過して、次式により清浄性を表わす。
清浄性 (%) = 100 ×

$$\left(1 - \frac{\text{ルツボ中のアスファルテンの重量}}{\text{添加したアスファルテンの重量}}\right)$$

5) Chromatographic Detergency Test

試料 10g に規定のカーボンブラックを 20mg 添加し、かきまぜた後内径 7~8mm、長さ 38cm のガラス管に、15~150μ の砂を濾紙で 12 層に仕切って詰めた上から流入させて、下から 60~67.5cmHg の減圧で 16~20 時間吸引した後、黒変した層の高さを読んで表示する。

4・2 機械的評価試験

4・1項の試験は物理化学的のもので、ほかに機械を使用した動的試験法がある。試験は摩擦、摩耗、油膜強度等を比較するものと、機械的な運動条件を加味した油の劣化を比較するものとある。表-4 は前者の代表的試験法であり、後者の試験には 1948 年米国連邦規格の Federal Test Standard No.791, Method 345-1-1 として採用された Work Factor Test がある。H.A. Ambrose 等⁹⁾ は内燃機関のバルブリフタの摩耗と機械的試験を比較してして図-3 のとおり発表している。すなわち 4 球式試験法はかなり相関性があることを示している。

4・3 テストエンジンによる試験

潤滑油の評価は物理化学的試験および機械的試験の他にテストエンジンによる試験を行ない総合的に判定されている。その起こりは 1937 年 Caterpillar Tractor Co. で単筒のディーゼル機関で行なった 1 A 法である。その後 1 D 法、1 G 法等種々の改訂が行なわれたが、1

A 法が米国、英国の規格に採用された。表-5 にその試験法および試験条件を示す。その後米国の石油メーカー、自動車メーカーの共同研究機関(Co-ordinate Research Council) で CRC-L-1-545 として規格化され世界的に広く用いられるようになった。その他 CLR エンジン試験、ASTM, G. IV 試験、ローソンエンジン試験等があり、それぞれ潤滑油の評価項目(酸化安定性、腐食、低高汚損、清浄性等の試験)により評価試験が行なわれている。評価はそれぞれの試験法できめているが、表6~8 に一例を示す。以上は自動車用ディーゼル機関およびガソリン機関を用いた潤滑油評価法であり、国内の石油メーカーも広く採用している。一方、船用ディーゼル機関

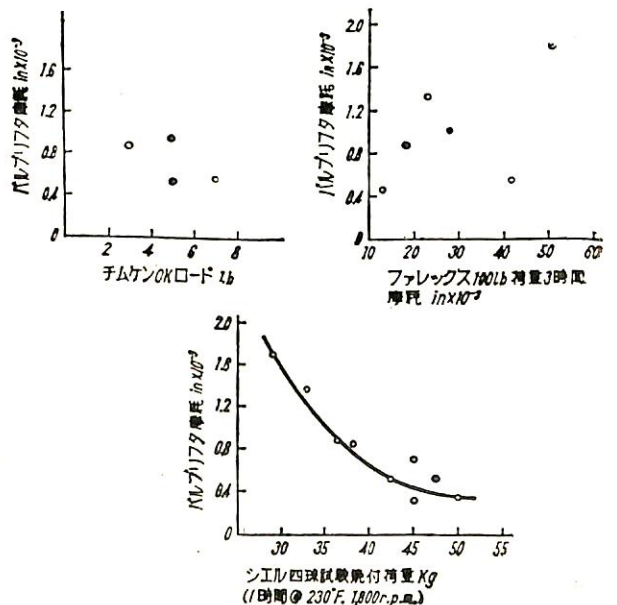


図3 機械的試験と内燃機関の摩耗

表-5 キャタピラエンジン試験の種類

試験過酷度 Caterpillar 社試験番号 C R C 試験法番号 連邦政府試験法番号 適用米軍規格 適用 Caterpillar 規格	低い←	—	1-H	1-D	→高い
	1-A L-1-545 VV-L-791,332-T MIL-L-2104A*	Modified L-1 Supplement 1	— — MIL-L-2104B	— — MIL-L-45199 Series 2, 3	1-G — VV-L-791,341-T MIL-L-45199 Series 3
エンジン仕様 シリンダ内径×行程, in 正味平均有効圧力, psi ピストン番号 シリンダヘッド番号	5¾×8 76 I Y 7288 I Y 7641	5¾×8 76 I Y 7288 I Y 7641	5½×6½ 110 I Y 32 I Y 7943	5¾×8 135 I Y 7828 I Y 7676	5½×6½ 140 I Y 32 I Y 7943
試験条件 試験時間, hr 油交換期間, hr 回転数, rpm 燃料入熱量, BTU/min 軸出力, BHP 水温出口, °F 油温, °F 吸気温度, °F 吸気圧力, inHg 油圧, psi 燃料中のイオウ, %	480 120 1000±10 2950±50 20 175~180 145~150 70~90 29.9 30±1 0.35min	480 120 1000±10 2950±50 20 130±2 145±2 70~90 29.9 30±1 1.0±0.05	480 120 1800±10 4950±50 — 160±5 180±5 170±5 40±0.3 — 0.35~0.45	480 120 1200±10 5600±50 42~45 200±5 175±5 200±5 44~45 30±1 0.95~1.05	480 120 1800±10 5850±50 42~45 190±5 205±5 255±5 52.7~53.3 30±1 0.35min

* この規格は廃止されて、MIL-L-2104B になるであろう。

表-6 キャタピラエンジン清浄性評点法

(イ) トップリンググループの堆積 2%ごとに1点減点	(ロ) ランド堆積 清 浄 10.0 薄いラッカー 9.0 茶色 7.0 黒色 4.0 多量黒色 2.0 黒色ラッカーと痕跡カーボン 1.0 わずかの 0.0
(ロ) その他グループのカーボン堆積 清 浄 10.0 1個所に痕跡 9.0 2個所に痕跡 8.0 または1個所わずか堆積 8.0 4個所に痕跡 6.0 または1個所に中程度の堆積 6.0 8個所に痕跡 6.0 または1個所に多量の堆積 0.0	(ハ) リングサイドの堆積 清 浄 10.0 淡いスラッジ 9.0 黒色 8.5 または淡いラッカー 7.0 茶色 6.0 黒色 4.0 多量のスラッジとラッカー 0.0
(ハ) グループのラッカー 清 浄 10.0 痕跡 9.0 薄いラッカー 8.0 淡茶色 7.0 茶褐色 6.0 濃茶褐色 4.0 濃 黒 2.0 黒 0.0	(ニ) グローブサイドの堆積 清 浄 10.0 薄いラッカー 9.0 茶色 8.0 点在する黒色ラッカー 7.0 黒色ラッカー 4.0 とカーボン 0.0

(註) 清浄を 100 点最悪を 0 点とする。

各項で採点後下記で計算して合計点とする。

$$\text{合計点} = (\text{イ}) \times 2 + (\text{ロ}) \times 3 + (\text{ハ}) \times 3 + (\text{ニ}) \times 1 + (\text{ハ}) \times 1 - (\text{イ})$$

表-7 キャタピラエンジン G. D.
No. および P. D. No.

G. D. No. (Groove Deposit No.)	
1. 堆積物の厚さ	
淡茶~茶色のラッカー	0.5
濃茶~濃黒色	1.0
グループの裏まで堆積	10.0
2. 堆積物の広さ	
グループの 1/4	0.25
1/2	9.50
3/4	0.75
全面	1.00
3. 周囲の長さ	
全周の 1/10	1.0
1/4	2.5
1/2	5.0
3/4	7.5
全面	10.0
P. D. No. (Piston Discoloration No.)	
清 浄	0
淡 茶 色	2
茶 色	4
濃 茶 色	6
黒 色	8

1. G. D. No. は (1)×(2)×(3) で評価し、最良を 0 最悪を 100 とする減点である。

2. P. D. No. は上記係数を汚損面積%に乗じて表わし 800 を最悪とす

表-8 ローソンエンジン汚損評価法

評 価 場 所		析出物性状差減点 (A)	析出物被覆面積差減点 (B)	析出物幅減点 (C)	
1	第1リンググループ	清 浄 0.0	0~36° 1	1/4 0.25	
	第2リンググループ	淡 黄 色 0.1	0~90° 2.5	1/2 0.50	
	オイルリンググループ	黄褐色 (粉状炭素)	0.3	0~180° 5.0	3/4 0.75
		褐色 (剝離炭素)	0.7	0~270° 7.5	4/4 1.00
		暗褐色 (厚ラッカー)	0.8	0~360° 10.0	
2	第1リングランド	黒色 (硬質炭素)	1.0		
3	ピストンスカート	清 浄 0.0	面積 0% 0.0		
	スラスト側	0.1	25% 2.5		
	アンチスラスト側	0.25	50% 5.0		
	フライホイール側	0.5	75% 7.5		
	ファン側	褐 色 0.75	100% 10.0		
		暗 黒 色 1.0			
4	オイルリングフィリング		0% 0.0 100% 10.0		
5	第1リング膠着 第2リング膠着 第3リング膠着	フリー 0.0 : スラギッシュ 0.5 : ピンチ 5.0 : スタック 10.0			

註 1. 各測定箇所につき $A \times B \times C$ とし, 1, 2, 3, の各項内個所は算術平均とし, 清浄は 0.0, 最悪を10.0とする。
 2. $(1) \times 0.5 + (2) \times 0.5 + \{(3) + (4) + (5)\} \times 1 =$ 総評価とし, 清浄は 0.0, 最悪を 40 とする。

表-9 ボルネスエンジンによる試験条件

研 究 所	カルテック ス	エッソ	ルブリゾー ル
正規運転条件			
回転数, rpm	448	430	430
軸馬力, bhp	80	75	75
燃料予熱温度, °C	90 ± 3	71	不明
ジャケット冷却水 温, °C	68 ± 1.8	49 ± 1.8	60
油 温, °C	57 ± 1.8	54.4 ± 1.1	不明
給油量, gr/bhp/hr	0.6	1.0	1.0
試験法の区別			
I. ふるい分け試験			
試験時間, hr	24	50	—
評価方法	滴下油中の鉄含量を求めて比較する	左と同様	—
II. 短期評価試験			
試験時間, hr	70	—	100~200
評価方法	鉄含量, ライナー計測 ピストン清浄性の評価	—	鉄含量, ライナー計測 ピストン清浄性の評価
III. 長期評価試験			
試験時間, hr	1000	500	500以上
評価方法	鉄含量, ライナー計測 リング摩耗量, ピストン清浄性の評価。	鉄含量, ライナー計測 清浄性の評価。	IIと同様

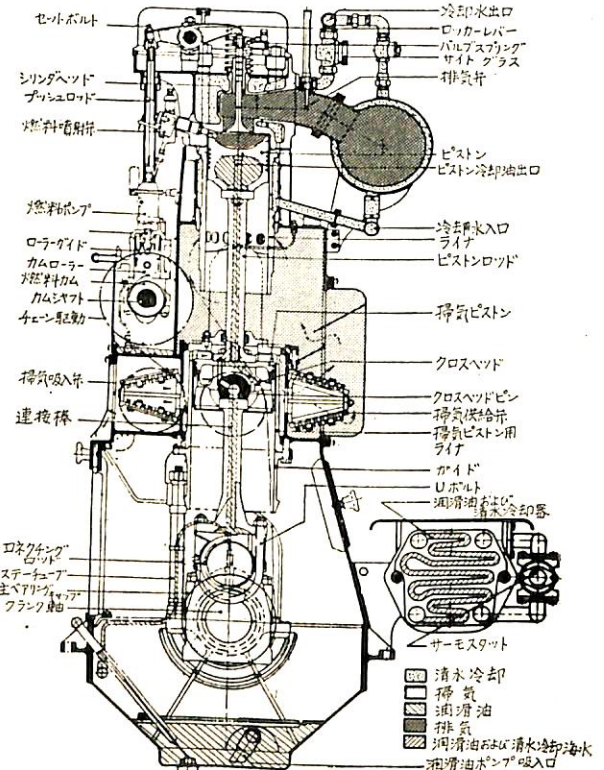


図4 ボルネステストエンジンの概要

表-10 供試燃料の性状

比重	引火点	粘度		硫黄分	残留炭素分	灰分
15/4°C	°C	at 50°C	at 98.9°C	w t %	w t %	w t %
0.8468	71	2.458	1.246	5.11	0.98	0.00

表-11 供試潤滑油の性状

油名	LO-C	LO-E	LO-G	LO-K	LO-L	LO-U
比重 15/4°C	0.8914	0.8957	0.9027	0.9152	0.9347	0.9049
引火点 °C	235	242	240	228	222	250
粘 at 37.8°C cSt	131.2	113.8	127.6	141.9	117.1	115.1
粘 at 98.9°C cSt	11.91	11.08	11.92	12.48	11.36	11.33
粘度指数	85	89	89	85	90	88
残留炭素分 wt%	0.49	1.2	2.4	4.3	7.5	—
灰分 %	0.25	0.92	2.02	2.27	4.5	—
全酸価 KOHmg/g	0.41	0.87	1.80	0.73	0.99	3.2
アルカリ価	1.4	5.7	11.0	30	62	0.00
添加剤の別	I			II	III	IV

のように低質重油を使用する場合、シリンダ油とシステム油の2種類が同時に用いられるので、評価試験はさらにむずかしくなる。従来は実用大形機関の台上試験および実船試験で評価していたが、台上試験では試験機関が大形のため経費に難点があり、実船試験では運転条件が統一できない欠点があって詳細な評価にはむりがあった。最近、カルテックス、エッソ、ルブリゾール等がオランダのボルネス社製で図4に示すような船用ディーゼル機関（2サイクル、クロスヘッド式 2×190mm×350mm×430rpm=100PS）をテストエンジンとし、表9に示す試験条件でシリンダ油の開発研究を行なっている。わが国でも日本石油および三菱石油の研究所は同種のエンジンを設置し研究が開始されているので近く研究成果が発表されることになる。このように実験室で実用に近い試験が行なわれることは潤滑油の系統的な評価が可能となり開発研究が容易となる。なお現状では表9の試験条件に各社の差がみられるので、国内だけでも実用状態に適した試験法の確立を望みたい。これには石油メーカー、エンジンメーカーの協力が必要と考える。

5 潤滑油の実用試験

潤滑油の製品化については、メーカーで種々の評価試験が行なわれている。しかし実際には機関の種類や使用条件が多く、これらに適した潤滑油を求めたり、潤滑油の適正使用条件を求めめるためには多くの実用試験が必要である。また各種の添加剤が単体で市販されているので、その性能を評価する試験も必要になる。ここに筆者等が行なった実用試験の二、三を示す。

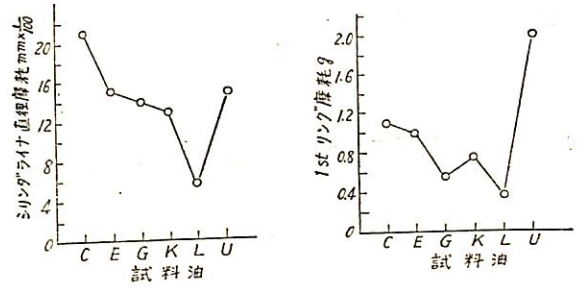


図5 潤滑油と機関磨耗（使用時間 200hr.）

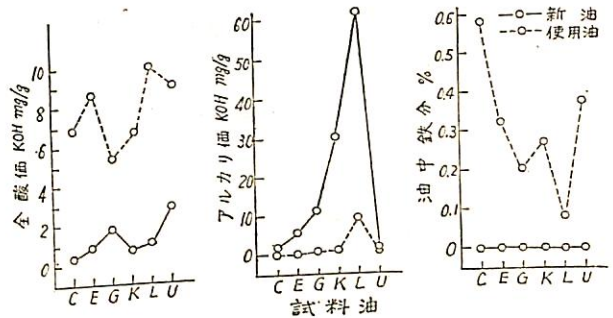


図6 潤滑油の劣化（使用時間 200hr.）

5.1 腐食摩耗防止比較試験

船用ディーゼル機関における低質重油の使用は大形低速機関には常識であるが、最近ではマルチプルエンジン方式の開発から、それに使用される中速トランクピストン形機関までも経済性を考え低質重油を使用する研究が進められている。この種機関は構造上、燃焼ガスの漏えい、未燃油、金属摩耗粉およびシリンダ油の混入等によりシステム油汚損の増加が予想される。そのうえ混入物質中に腐食性成分が含有するので軸受等の腐食も考えられる。この問題の解決にはシステム油にも強力な酸中和性、および清浄分散性をもつHDタイプの潤滑油が必要となり、数種の潤滑油を供試油として試験を行なった。

試験機関には小形予燃焼式ディーゼル機関（ヤンマーSS4, 4PS×750rpm）を使用して200時間の試験を行ない、機関の腐食摩耗と潤滑油の劣化を調査した。燃料油はA重油に増硫剤を添加し、硫黄分5%とした表10のものを使用した。供試潤滑油は同一添加剤で添加量を変えたもの（LO-C～LO-G）、添加剤の異なるものを用いた。その性状は表11に示す。なおLO-Uは防食被膜を作るもので、他は酸中和性および清浄分散性をもつものである。試験結果は図5および図6に示す。機関の腐食摩耗は同一添加剤のもの（LO-C～LO-G）

Engine; SS4 (750rpm × 4PS)
 Fuel; Light fuel
 Condition; 750rpm × 4PS × 200hr.

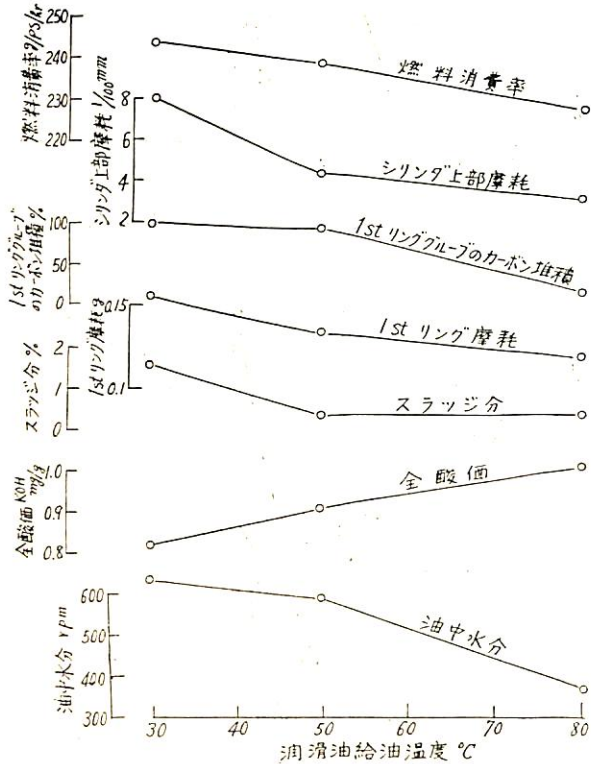


図7 潤滑油給油温度による機関性能と潤滑油劣化

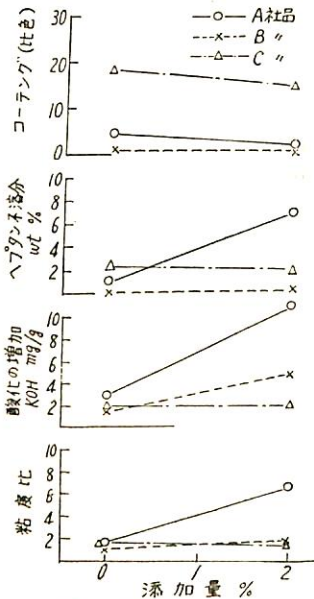


図8 酸化安定試験

(インデアナスターリング試験 170°C × 24hr)

ではアルカリ価の増加にともない、シリンダおよびリング摩耗は減少し、ピストン、リング溝等の清浄性も良好になっている。しかし効力の度合には限度が見られるようである。また添加剤の種類による差異は LO-G, LO-K および LO-L の比較でわかるようにシリンダ、ピストンリングの摩耗および油中の鉄分から考え、かならずしもアルカリ価の高いものが良い結果を示していない。これらについては柳沢氏⁹⁾も同じことを認めている。LO-U は試作品であるが、シリンダ等の摩耗、リング溝の汚れおよび油の劣化からみて、防食被膜の効果はない。その他軸受等の腐食は LO-L の場合強アルカリ価のため多少変色が見られた。

5・2 潤滑油給油温度の影響

ディーゼル機関に潤滑油を使用する場合、かなり高温の場合が多い。そのため添加剤も高温でも効力を失わないものでなければならない。これについて市販の添加潤滑油の使用温度が性能におよぼす影響を調査した。

試験は潤滑油の給油温度を 30, 50 および 80°C とし、200 時間運転を行ない、機関の性能と摩耗および潤滑油の劣化を調査した。また試験終了後の潤滑油を軸受試験機に用い、一定条件の運転で軸受の焼付試験を行なって使用温度の差による潤滑油の油膜強度の変化を比較した。なお試験機関は 5・1 で使用したものと同様の小形予燃焼式ディーゼル機関を使用した。試験結果は図7に示す通りで、給油温度の上昇にしたがって機関性能(燃費率)、機関の摩耗および汚れは少なくなっており、潤滑油の劣化も酸価は増加するが油中のスラッジおよび水分は少ない。これは添加剤の効果が高温で表われたものと思う。なお軸受焼付試験による油膜強度は新油の場合よ

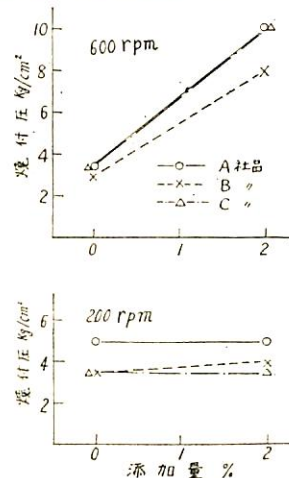


図9 耐圧試験

(増田式4球試験機)

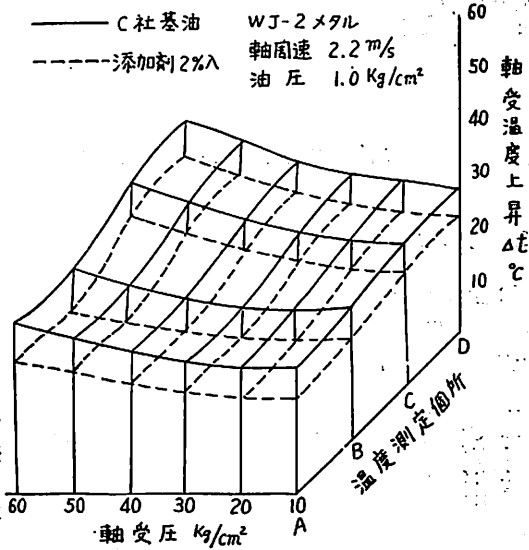


図10 軸受試験機による性能試験

りいずれの油も強くなっていた。以上から供試潤滑油のような油はある程度高温で使用するほうが良好な結果が得られる場合もある。

5.3 市販添加剤の効力試験

潤滑油の添加剤は石油メーカーが自社の潤滑油に適したものを種々の実験により求めて添加しているものと、添加剤メーカーにより、単体で市販されているものがある。後者の場合、市販潤滑油のいずれにも適するかどうかは添加剤により多少疑問がある。なぜならば市販潤滑油は各社により基油および製法が相異しているからである。また添加剤の特長もかなり過大に説明されているものが見られる。そのため市販添加剤の性能試験を行なったことがあるので一例を示す。供試添加剤の特性は減摩効果が主体であり、耐酸化性および清浄性があるエンジン用として使用できると説明されているものであった。試験は基油、製法の異なる3社の潤滑油に添加し、酸化安定試験、耐圧性試験、軸受性能試験および機関性能試験を行なった。試験結果の一例は図8、図9および図10に示す通りで、予想したとおり基油の影響がでた。すなわち酸化安定性は図8に示すとおりそれぞれの基油単体の差は少ないが、添加剤の添加による影響には大差があった。耐圧性は増田式4球試験機で測定したが、200rpmでは効果なく、600rpmでは焼付圧8~10kg/cm²で効果を示したが、やはり基油の影響がでていた。軸受性能試験はC社製品で行なったが図10のごとく添加した場合の方が軸受温上昇が低く顕著な差を示していた。他

社油については4球試験の結果からC社と同様効果を示すものと考えたので行なっていない。機関性能試験には酸化安定性および耐圧性等とも良好であったC社品で比較した。その結果添加油は効率で0.7程度よくなっていた。これは減摩効果があったものと思う。しかし試験後機関の清浄性を調べたところ、基油の場合よりピストンの汚れおよびリング溝のデポジットも多くなっていたことからして清浄効果は少ないと考えた。総合して考えると供試添加剤は減摩効果のみあり、他の耐酸化性および清浄性は少なくエンジン油に添加するには多少問題があることがわかった。なお添加剤の主成分はナフテン酸鉛であった。

6 あとがき

以上潤滑油の評価法と二、三の実験について述べたが、現在、潤滑油の評価法は著しく進歩し実用性能をかなり把握できるようになってきた。しかし船用ディーゼル機関のほうは、さらに高過給、高出力の研究が行なわれているし、低質重油も中速ディーゼル機関にまで使用されるようとしているので、潤滑油の使用条件が今後さらに苛酷になることが予想される。この場合、その評価試験も一段と高度化されたものが要求されることになるので評価法の開発研究も重要な問題となる。この達成には石油会社、エンジンメーカー、船会社および添加剤メーカーの連系した協力が必要であることを終りに述べ小筆をおく。

参考文献

- 1) Deam & Davis; Chem. Met. Eng., 36, 318, (1929)
- 2) L. H. Mulit; SAE. J March (1941)
- 3) C. W. Georgi; Petr, Refiner. 28, 100 (1949)
- 4) 片山; 潤滑油添加剤の進歩 日石レビュー・第4巻第6号 (1962)
- 5) 小幡; 内燃機関潤滑油 山海堂 (1962)
- 6) H. A. Ambrose & J. E. Tayler; SAE National Passenger Car Body of Materials Meeting, Detroit, March (1954)
- 7) 稲見, 他; ディーゼル機関の腐食摩耗に及ぼす燃料中の硫黄分の影響について, 防蝕技術 第12巻第4号 (1963) および一部未発表
- 8) 柳沢; 船用高アルカリシリンダ油について 日石レビュー・第5巻 第3号 (1963)

クロムメッキライナ酸食防止潤滑油添加剤 “セブンスターについて”

帝国ピストンリング株式会社

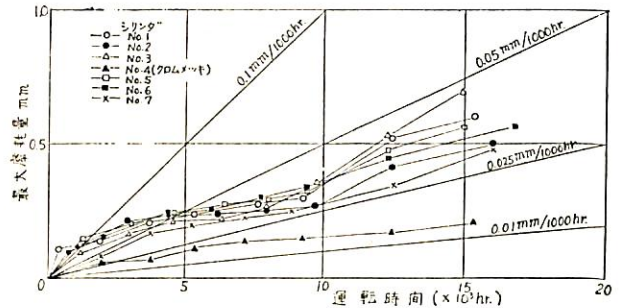
1. はしがき

低質重油を燃料とするクロスヘッド型、大型船用ディーゼル機関でシリンダライナやピストンリングの摩耗を軽減して機関の保守に要す費用を軽減し、また長期間の無開放運転を可能ならしめて自動化による合理化の実を挙げるためにポーラスクロムメッキをおこなったシリンダライナを多数の船で採用して顕著な効果が実証されている。

クロムメッキライナを使用する大型クロスヘッド型機関でクロムメッキライナの真価を発揮させるためには、適当なシリンダオイルの選択と適正な注油量を与えることが肝要であることは一般によく知られている。クロムメッキライナを最も経済的に使用すると共に、潤滑油のコストを軽減する手段として弊社の添加剤“セブンスター”を加えた乳化型潤滑油について紹介したい。

2. クロムメッキライナの特徴

第1図に示されるごとくクロムメッキライナの摩耗量はC重油使用のユニフロー式2サイクル・クロスヘッド型機関において Ti-V-P 系高級鋳鉄ライナの摩耗量の



第1図 シリンダライナの摩耗状態
(B&W 762-VT 2 BF-140, 7,600BPS/135rpm)

CYL. No.	RING No.	5	10	15	20	リング取換本数
1	1	1.68 (0.375)	2.6 (0.37)	▲	▲	4
	2	1.25 (0.173)				
	3	0.87 (0.066)				
	4	0.72 (0.05)				
	5	1.12 (0.097)				
2	1	4.3 (0.345)	▲	▲	3	
	2	2.36 (0.238)				
	3	1.95 (0.163)				
	4	1.20 (0.097)				
	5	1.37 (0.112)				
3	1	4.37 (0.356)	▲	▲	3	
	2	2.87 (0.234)				
	3	1.20 (0.139)				
	4	1.02 (0.083)				
	5	1.85 (0.058)				
4 (Cr)	1	1.92 (0.154)	▲	▲	2	
	2	1.71 (0.094)				
	3	0.70 (0.056)				
	4	0.48 (0.039)				
	5	0.32 (0.022)				
5	1	3.44 (0.75)	3.24 (0.422)	▲	▲	11
	2	2.50 (0.345)				
	3	2.48 (0.579)				
	4	2.22 (0.436)				
	5	2.53 (0.35)				
6	1	5.11 (0.417)	▲	▲	3	
	2	2.37 (0.234)				
	3	1.86 (0.152)				
	4	0.94 (0.079)				
	5	2.07 (0.184)				
7	1	3.05 (0.345)	▲	▲	3	
	2	2.25 (0.22)				
	3	1.58 (0.147)				
	4	0.83 (0.082)				
	5	0.78 (0.062)				

備考：線上の数字は最大摩耗量mm 同()内は平均最大摩耗率mm/1,000h

第2図 ピストンリングの摩耗状態 (機関は第1図に同じ)

1/2〜1/3であり、またピストンリングの摩耗量もライナの摩耗量とおおむね比例的な関係にあって、第2図のごとく約1/2〜1/3である。

第2図において最初のピストンリングの交換を要するまでの運航時間は就航後12,500時間であり、約16,000時間の運転期間中にクロムメッキライナでのリングの交換数はわずかに2本に過ぎなかったに比べ、同一機関の他の鋳鉄ライナでは最高11本、平均4.5本の交換を要した。

上記は一例を挙げたに過ぎず、この他にも同様な実績を得ている例は多数ある。年間無開放運転を容易にかつ確実に可能とする手段としてクロムメッキライナを使用することは極めて有効である。

3. クロムメッキライナの腐食摩耗

一般に船用大型機関のシリンダライナの摩耗は、

- (1) リングとライナとの摺動による機械的な摩耗（正常摩耗）
 - (2) いおう分等の燃料重油中の不純物の燃焼によって生じる硫酸等の腐食による摩耗
 - (3) 燃料中の残留炭素・灰分等から生じる煤や、上記(2)項の腐食生成物である金属塩等の固体粒子によるざらつき摩耗
 - (4) 異常な条件で無潤滑の状態ではリングとライナが直接すりあいを行なうために生ずる融着摩耗
- の4種類の摩耗で構成されていることはすでに定説になっている。
- クロムは、硬度が極めて高い、摩擦係数が低い、融点が高い、ポーラスのため潤滑油の拡散性と保持性が優れている等の特性により、上記の(1)、(3)および(4)による摩耗の受け方が鋳鉄よりはるかに小さい。クロムメッキライナの摩耗を支配するものは腐食摩耗である。クロムメ

ッキライナで摩耗が比較的多いときは必ず摺動面に酸食痕が見出され、酸食痕の大きさと摩耗量は比例的関係にあることからこのことは証明される。もちろん腐食によって酸食痕が発生するような状態では機械的摩耗しざらつき摩耗も促進され共存すると考えるのが至当であろう。

本来クロムは不動体化し易くて化学的には硫酸に対してかなりの耐食性を示すが、ディーゼル機関で運転中にライナ表面のクロムとこれに接するピストンリングの異種金属間に燃焼生成物たる硫酸を電解質として局部電池を形成し、クロムが陽極的に腐食されることが実験的に証明されている¹⁾。

腐食摩耗を抑えてクロムメッキライナの特徴を生かすためには、運転中燃料の燃焼によって生じシリンダ壁に凝縮付着する腐食性の酸を中和して無害化し、またこの酸が凝縮する温床となるスラッジをシリンダ壁に付着せしめておかないように除去清浄する能力を有する潤滑油の適量の注油が最も効果的である。

第3図はクロスヘッド型機関におけるクロムメッキライナの酸食が発生する位置や形状を示す典型的な一例であるが、酸食は必ず注油孔から最も遠い位置、すなわち潤滑油の供給され難い位置に発生する。シリンダ内の潤滑油が均一に分布されるように注油孔の位置や数が設計され、また潤滑油拡散リング (Oil distributing ring) の使用等かような観点からの改善が切望されるが現状の実用機関では高アルカリ高清浄性の良質シリンダ油を給油して、最も供給され難い位置にも必要最低量の油が供給されるに必要な給油量を与えることが腐食摩耗を防止する上に要求される。

シリンダ潤滑油の質と量がライナやリングの摩耗と密接な関係にあることはクロムメッキライナだけに限られ



写真1 酸食発生初期の状態

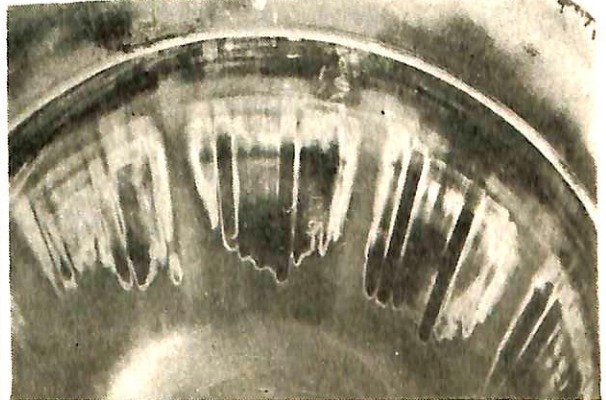
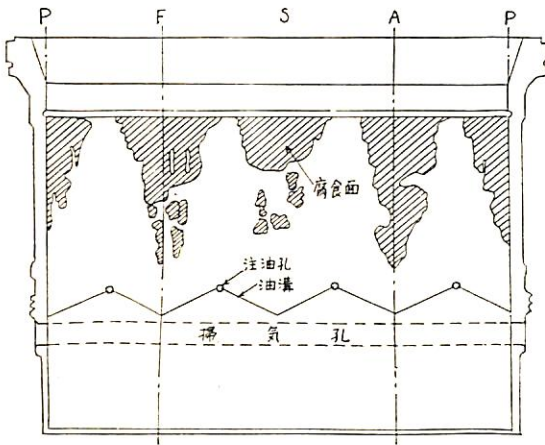


写真2 酸食が進行したときの状態
(黒色カーボンが付着したものでかなり腐食が進行)



第3図 クロムメッキライナの酸食状態展開図

たことではなくて、鋳鉄ライナでも同様な傾向であるが、クロムメッキライナでは正常な状態において機械的な摩耗が殆んど無視し得る程度に軽微であって全体の摩耗を支配するのはもっぱら腐食によるものであり、また酸食痕の存在は鋳鉄ライナでは肉眼で識別し得ないけれどもクロムメッキライナでは明らかであるから必然的にシリンダ油の選択と注油量の調節が適正に行なわれなければならない。

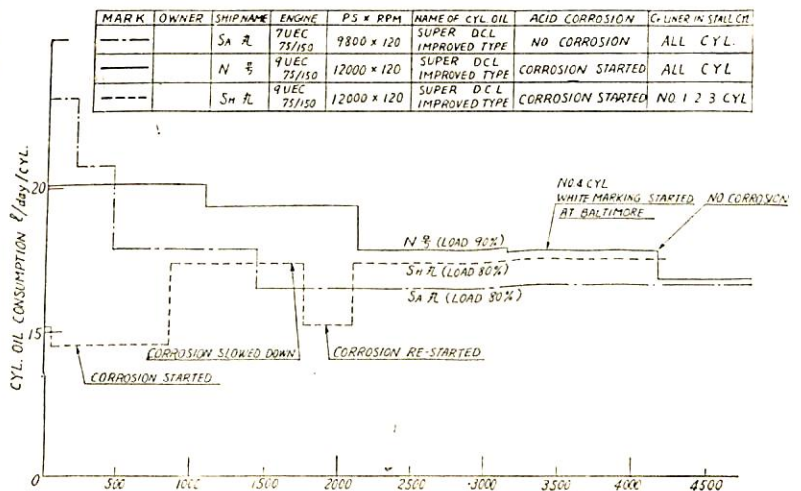
クロムメッキライナの酸食を完全に阻止するためには従来標準とされていた注油量よりも精々多い目に注油する必要があった。どの程度増量すべきかは機関の型式やライナのなじみの程度によって必ずしも一定でないが、運転初期において30~60%、酸食痕の発生なしに4,000~5,000時間経過したものでは20~40%前後の増量が一般的である。就航の初期に急激に注油量が減少すると酸食が発生し易く、一度酸食痕ができると完全に阻止するために酸食痕が消滅するまで長期間にわたって注油量をかなり増量しなければならない。これに対して初期にやや多い目に注油し運転時間の経過とともに漸減したものでは従来のいわゆる標準注油量と大差ない量の注油で全然酸食の発生なしに運転されている例も多い。かような事情により機関の型式によっては完全に酸食の発生を防止するためにかなりの注油量の増加を余儀なくされたり、また運転初期に適正な給油がなされなかったため発生した酸食痕が消滅するまでかなり長期にわたって比較的多量の給油を行なわざるを得

なかったものも少なくない。このためクロムメッキライナではシリンダ油の消費が多いから運航経費が増加してクロムメッキライナの使用によって得られるメリットが相殺されてしまうので必ずしも有利でないという批判も一部に生じている。(第4図参照)

4. シリンダ油について

クロムメッキライナであると鋳鉄ライナであるとを問わず本来シリンダ油の銘柄の選択と注油量の決定を如何になすべきかは技術的よりもむしろより多く経済的な見地より検討さるべき問題であろう。極端な場合を除き一般常識的な範囲では高アルカリ型のグレードの高いシリンダ油を適量給油すれば、ライナの種類の如何にかかわらずライナやリングの摩耗が顕著に軽減されて部品交換に要する機関保守費が節減される。融着摩耗をおこさない程度にシリンダ油のコストを絞れば長期間ではかなり運航費が節減できるであろうが保守に要する費用が高み、部品交換のための労務、船種によっては船の稼働率の問題、さらにシリンダ直径の増大による燃料消費の増加等反作用が生まれてくる。かように相反する要素のバランスする点を選ぶのが最も有利だといえるが、単にクロムメッキライナのライフとコストに対してシリンダ油のコストを比較計算するだけでは正しい判断と言えず、かなり長期間にわたる関連するすべてのコスト要素を総合して判断さるべきではなからうか。

しかしながら現在では低質重油を燃料とするクロスヘッド型機関のシリンダ油は、往年の“潤滑油”と呼称された当時に要求された潤滑性能よりもむしろ高い中性性と清浄性の方がより強く要求されるようになり、従って



第4図 シリンダ注油量と酸食との関係

全アルカリ価 (TBN) 30ないし70mg KOH/g の高アルカリ性高級シリンダ油が多数市販され、また殆んど大部分の船で使用されている。これらの高級シリンダ油に添加されるアルカリ性添加剤が高価なため価格もかなり高価である。

弊社ではかねてより酸食の発生機構と防止対策について研究調査を重ね、より安価な潤滑油の費用でクロムメッキライナの特徴が有効に活用されるような手段の開発に努力した結果、トランクピストン型機関用には先に“プリコア”を発売して成功を取めたが、技術提携先 Van der Horst 社で開発した特許製品“セブンスター” (乳化型シリンダ油添加剤) を使用すると比較的安価な経費で極めて効果的に酸食を防止し、クロスヘッド型機関でクロムメッキライナの真価を十二分に発揮せしめ得る確信を得るに至った。

5. “セブンスター”乳化型シリンダ油

“セブンスター”はクロム酸塩を主成分とする水溶液でストレートオイルと少量の乳化剤と共に第5図の略図および写真3に示される混合攪拌装置を使用して、毎日必要量船内で乳化油にしてシリンダ油として注油用に供するものである。

“セブンスター”がクロムメッキライナの硫酸による腐食を有効に防止してライナやリングの摩耗を最少に抑えシリンダ内部を清浄に保つ機構は、

- (1) 基油に対して所定のアルカリ価を与える。
- (2) クロム酸塩がクロム表面を常に不働態化してクロ

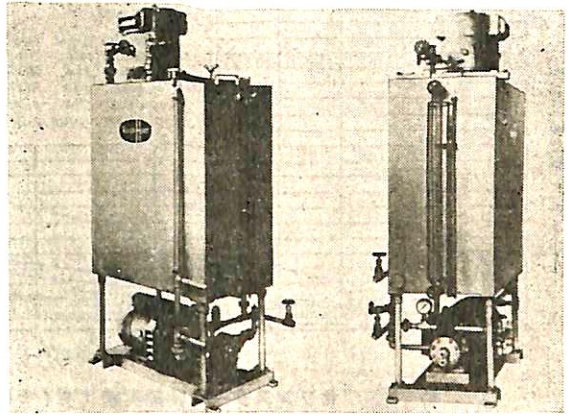


写真3 “セブンスター”混合攪拌装置

ムの陽極的溶解を抑制する。

(3) 添加物中の金属イオンの中和によって生じた塩が硫酸クロムの溶解に対してインヒビターとして作用する。

(4) 乳化剤と水溶液が極めて効果的な清浄剤として働き、異物を除去洗滌するからシリンダ内を清浄に保つことができる 等によるものである。

“セブンスター”を添加した乳化油は

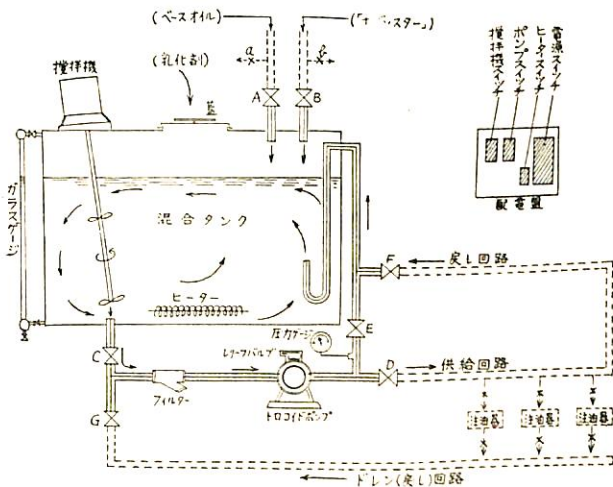
(1) 弊社で製造し供給できるので6項で述べるように安価で、完全な注油をしても市販高級シリンダ油よりも安価である。

(2) SAE 20, 30 および40の粘度の市販のストレートオイルと任意の混合比で乳化油を作ることができる。

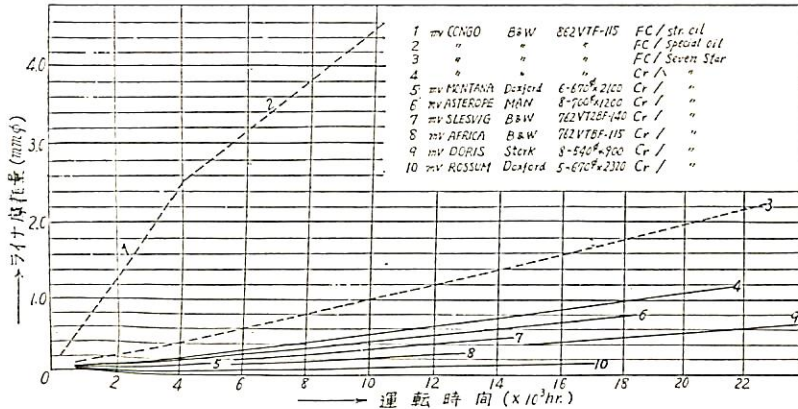
(3) 在来市販された乳化油型シリンダオイルの欠点であった乳化油の不安定性が完全に解決されている。“セブンスター”乳化油はS社の乳化油型シリンダ油よりも耐熱性と長時間にわたる安定性を有することが確認された。乳化油は長期間の航海中に油層と水相に分離し易いものであるが、“セブンスター”は毎日必要量だけ乳化油を作って常に新鮮な乳化油として給油できる。サービスタンクを兼ねる混合攪拌装置中に残留する油は随時攪拌し直すことができる。また機関停止時に注油器や送油管中に残っている分も混合攪拌装置にリターンさせて再攪拌し得るから従来の乳化油型シリンダ油で折々経験された乳化油の分離による弊害が全くない。

(4) 欧州においてはすでに1959年以降第1表に示されるように多数の船で長期間にわたって使用され優れた耐摩性能が実証されている。これらのうち4船は本邦に入港するつど定期的に弊社製“セブンスター”を船積みしている。

(5) “セブンスター”は本来クロムメッキライナの酸食



第5図 “セブンスター”混合攪拌装置 (当社で供給)



第6図 “セブンスター” 実船実績 (ライナ摩耗)

防止を目的として開発された添加剤であるが、鑄鉄ライナに使用してもクロムメッキライナに得られると同様な効果がある。

第6図に示すごとく同一船(機関)で
 曲線1は鑄鉄ライナとストレート油
 曲線2は鑄鉄ライナと高級シリンダ油

曲線3は鑄鉄ライナと“セブンスター”

曲線4はクロムメッキライナと“セブンスター”

の組合せにおけるライナの摩耗量の差が明らかであり、“セブンスター”乳化シリンダ油が優れた減摩性をもち、特にクロムメッキライナとの組合せが魅力的なものであることを明瞭に物語っている。

6. “セブンスター”とクロムメッキライナの経済性

一例として、

A: 鑄鉄ライナと市販高級シリンダ油

B: クロムメッキライナ(メッキ厚サ 0.4mm)と“セブンスター”乳化シリンダ油

につき下記機関について、運転条件を一般的な数値を用

第1表 「セブンスター」の実船実績表〔抜粋〕(Van der Horst 社, 1963年)

(下記の船にはすべて全気筒、あるいは一部分にクロムメッキライナが装着されている)

船名	機関	諸元	「セブンスター」使用開始時	クロムメッキライナ最大摩耗速度 (mmφ/1,000hr)	運転時間 (hr)
Afrika	B&W-VTBF	7×62×115	Jan. 1959	0.025	15,000
Arizona	〃	〃	Feb. 1960	0.04	3,200
Athos	〃	6×50×110	Jan. 1962		
Bräli	Götarecken	9×76×150	Aug. 1961		
Brazza	Doxford	4×67×232	Dec. 1961		
Belgien	B&W-VTF	8×62×115	June. 1959		
Castor	Stork	6×75×160	July. 1963		
Centaurus	〃	〃	Jan. 1962		
Canopuf	〃	〃	June. 1961		
Congo	B&W-VTF	8×62×115	July. 1959	0.02	8,000
Doris	Stork	7×54×90	May. 1959	0.055	21,600
Freesia	B&W-VTBF	6×50×110	May. 1961	0.027	29,200
Grönlanb	〃	〃	Sept. 1961		
Holland	B&W-VT2BF	6×62×140	Sept. 1961	0.025	5,700
Lichtenfels	MAN	2×6×45×66	March. 1963		
Lorraine	Doxford	6×75×250	June. 1963		
Minnesota	B&W-VTBF	7×62×115	Nov. 1959	0.032	9,700
Mayumbe	〃	〃	Sept. 1961		
Montana	Doxford	6×67×210	Dec. 1960	0.026	5,000
Neidenfels	MAN	2×6×45×66	Jan. 1963		
Neuenfels	〃	〃	May. 1962		
Prometheus	B&W-VTF	6×74×140	July. 1960		
Pennsylvania	B&W-VTBF	7×62×115	May. 1959	0.03	14,550
Rossum	Doxford	5×67×232	March. 1959	0.01	17,000
Slesvig	B&W-VT2BF	7×62×140	Nov. 1959	0.03	20,000
Spreestin	MAN	6×70×120	March. 1963		
Stentor	Stork	7×54×90	Sept. 1961		
Vinland	B&W-VT2BF	7×62×140	Jan. 1960	0.029	18,200
Wesermünde	MAN	7×78×140	July. 1960		
Yugala	B&W-VTBF	9×62×115	Nov. 1962		

第2表 セブンスターとクロムメッキライナの経済性

シリンダライナ (FC, 850mmφ)	@700千円/cyl.	6,300千円(9cyl.)	6,300千円(9cyl.)
クロムメッキライナ (メッキ厚0.4mm)	@500千円/cyl.	—	4,500千円(9cyl.)
燃 料 油 (C重油)	@ 6千円/kl	636,000千円(106,000kl)	636,000千円(106,000kl)
シリンダ油 (市販高級シリンダ油)	@110千円/kl	28,650千円(260kl)	—
シリンダ油 (セブンスター乳化シリンダ油)	@ 60千円/kl	—	19,500千円(325kl)
小 計		670,950千円	666,300千円
利 得 (5年間)			4,650千円
〃 (1年間)			930千円
〃 (1年間, シリンダ)			約103千円
ピストン抜き (検査, 掃除)	@ 80千円/cyl.	3,040千円(36cyl.)	2,160千円(27cyl.)
ピストンリング取替	@ 5千円/本	540千円(108本)	135千円(27本)
燃費の増加分	@ 6千円/kl	7,020千円(1.1%1,170kl)	1,920千円(0.3%320kl)
合 計		681,550千円	670,515千円
利 得 (5年間)			11,035千円
〃 (1年間)			2,207千円
〃 (1年間, 1シリンダ)			約 245千円

いて下表のごとく設定して、それぞれの経済性を試算すると第2表のごとくである。

対象となる機関：

9cyl. × 850mmφ × 1,600stroke

運転条件	A	B
使用燃料	C重油(S=3.0%)	C重油(S=3.0%)
燃 費	155g/PS. hr	155g/PS. hr
シリンダ注油量	0.4g/PS. hr	0.5g/PS. hr
ライナの摩耗率	0.075mmφ/1,000hr	0.025mmφ/1,000hr
ピストン抜き期間	7,000hr	10,500hr
ピストン抜きの際の1cyl当りのリング交換数	3本	1本

(連続最大) 20,700PS/(常用) 17,600PS

ユニフロー型単動式2サイクル・タロスヘッド型

対象期間：

クロムメッキが摩滅する時期、すなわち 35,000hr (約5年間) とする。

ライナの摩耗に伴う燃費の増加率：

Armour Research Foundation の実験式²⁾による。

すなわち、

$$Y = 3,678(e^{1.710X} - 1)$$

Y = 燃費の増加率 (%)

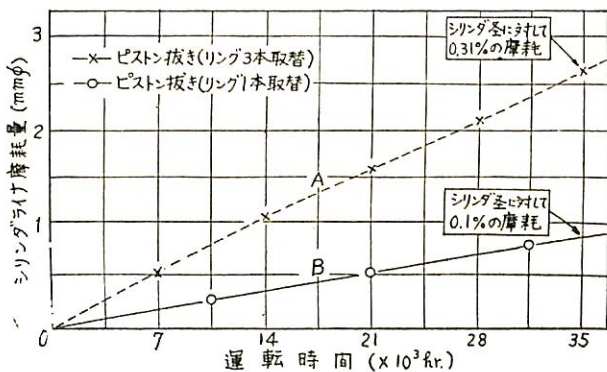
X = ライナの摩耗量 (%)

なお上記の条件からライナの摩耗とピストン抜きの時期を図示すると第7図のようになる。

第2表に示される試算によれば対象期間約5年間(運転時間 35,000hr)の間に“セブンスター”乳化油を標準注油量に対して平均25%増量して使用してもライナのクロムメッキのコスト増がペイされ、ピストン抜き費用とリング交換に要する費用がクロムメッキライナの方が有利となり、これに燃費の増加分を加算すれば断然クロムメッキライナが有利であることを明らかにしている。

参 考 文 献

- 1) W. A. Schultze : A Contribution to the Problem of Cylinder Wear in Marine Diesel Engine, International Shipbuilding Progress, 5-52 (1958)
- 2) Armour Research Foundation, Project No. 1-229.



第7図 シリンダライナ摩耗と機関保守の想定図

昭和39年度計画(第20次)新造船41隻建造一覧表(1) 40-4 編集部調

種別	船主	造船所	船型	G.T.	D.W.	L×B×D×d (m)	満載排水量 C ₁	満載最大速力	試運転時最大速力	積載能力		貨油積積 m ³	貨油積積 m ³	船隻数	デッキクレーン (tC)×本数	デッキクレーン (t)またはクレーン (tC)×本数	予定航路
										積載能力	積載能力						
定期貨物	日本郵船	三菱神戸	長船首楼 船尾楼付 四甲板型	10,000	12,500	145.00×21.80×13.25×9.45	17,610	21.0	18.2	18,600	—	830	6	6t×16	10t×2	西廻り世界一周	
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.573	19.3	15,600	*470	—	〃	〃	〃	〃	〃	
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	〃	〃	〃	〃	〃	
〃	大阪商船 三井船船	名村造船 名村造船	船首楼付 長尾楼型	7,900	11,000	130.00×19.00×11.50×8.70	15,450	17.6	15.4	15,160	16,040	1,077	5	5tC×4	10tC×3	南米—日本	
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.700	16.15	14,100	*875	—	〃	〃	〃	〃	〃	
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	14,800	*900	16,020	1,015t	—	〃	〃	〃	
〃	川崎汽船	川崎重工	船首楼付 平甲板型	9,000	11,500	145.00×19.40×12.20×8.70	17,020	20	17.3	16,010	17,230	1,105	6	5t×6	10t×10	西阿・豪州—日本	
〃	〃	〃	〃	8,550	10,500	140.00×21.00×12.50×8.85	0.675	18.5	12,500	*1,700	—	〃	〃	〃	〃	〃	
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	15,970	21	17.5	15,210	—	510	5	5t×6	10t×8	〃	
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.595	19.0	16,400	*2,090	16,460	1,255	5	25t×2	25t×2	〃	
木材	日本郵船	鋼管清水	傾斜船型	9,000	13,900	132.00×23.00×11.80×8.52	17,800	16.0	13.9	17,800	19,000	980	4	15t×2	15t×2	北米—日本	
〃	ジャパン ライン	〃	傾斜船型	9,000	13,850	132.00×19.50×11.80×8.92	0.700	14.8	13,000	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
〃	大阪商船 三井船船	藤永田	四甲板型	10,200	14,732	138.00×22.00×11.80×9.00	17,900	17.0	14.5	19,200	19,500	973t	〃	15t×1	15tC×3	〃	
〃	〃	〃	〃	8,700	13,200	132.00×20.50×11.40×8.20	0.724	17.5	14.9	16,800	—	1,161t	〃	7.5tC×1	15tC×3	〃	
〃	第一中央	佐野安	〃	〃	〃	〃	19,412	16.1	10,000	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
〃	〃	〃	〃	8,200	13,300	130.00×20.00×11.00×8.30	17,000	17.0	14.5	17,000	—	〃	〃	〃	〃	〃	
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	16,760	16.2	13.5	16,600	17,220	815	〃	10t×2	15t×6	〃	
〃	〃	〃	〃	9,200	14,400	136.00×21.60×11.50×8.70	0.754	14.2	12,400	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	18,420	17.0	14.4	18,200	19,500	1,070	〃	10t×4	15t×10	〃	
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.730	15.5	12,800	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
ニッケル	太平洋船	石播相生	四甲板型	10,200	15,450	137.00×20.50×11.40×8.20	19,110	16.4	13.75	—	15,780	1,180	3	5t×10	10t×2	ニカラドニア —日本	
自動車	大阪商船 三井船船	日立松島	全通一層 甲板型	10,800	15,900	142.50×21.60×12.50×9.00	21,580	16.6	14.3	14,713,000	—	1,026t	4	5tC×6	15tC×1	北米・欧州・東南ア ジア・豪州—日本	
ペレット	第一中央	三菱横浜	船首楼付 一層甲板	36,000	55,800	210.00×32.00×17.80×12.00	67,400	17.2	15.5	—	33,000	3,946	2	—	—	北米・南米・西阿 —日本	
〃	〃	〃	〃	34,500	56,100	211.00×31.80×17.50×11.70	66,600	16.5	14.7	—	33,100	4,070	3	—	—	ロングビーチ—日 本	
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.824	15.8	12,900	—	〃	〃	〃	〃	〃	北米・南米—日本	
鉄鋼	ジャパン ライオン	三菱神戸	船首楼付 平甲板型	32,400	54,200	211.00×31.80×17.50×11.50	65,210	16.9	15.0	—	67,000	4,200	6	—	—	三国内	
撤貨	〃	〃	〃	〃	54,300	〃	〃	16.1	12,870	—	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
〃	〃	〃	〃	35,200	54,300	213.00×31.70×17.30×11.50	0.820	16.0	20,000	—	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	65,650	15.9	14.8	—	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.8218	15.9	20,900	—	〃	〃	〃	〃	〃	〃	

昭和海運	鋼管鶴見	◇	34,500	55,000	216.40 × 31.70 × 17.30 × 11.50	66,300 0.821	16.8	15.0	—	70,000	—	—	7	—	三國間
新和海運	石播東京	◇	35,500	58,600	213.00 × 31.70 × 17.60 × 11.80	67,470 0.823	17.2	14.9	—	33,000	—	—	1	—	南米・北米—日本
山新	下日本	全通一層甲板型	20,400	34,000	176.00 × 27.20 × 15.50 × 10.50	42,400 0.819	16.75	14.4	—	43,570	—	—	5	—	ポートケンブラ—戸畑
川崎汽船	川崎重工	船首楼付平甲板型	23,000	35,750	180.00 × 27.80 × 16.5 × 10.645	43,790 0.799	16.8	14.9	—	45,550	—	—	4	—	豪州・北米—日本
第一中央	浦賀重工	平甲板型	24,800	41,150	189.00 × 29.50 × 16.20 × 10.97	50,660 0.805	16.75	14.9	—	52,000	—	—	11	—	ポートケンブラ—和歌山
山新	下日本	船首楼付全通一層甲板型	71,000	119,250	265.00 × 44.20 × 21.50 × 15.00	142,850 0.790	17.4	16.0	—	148,410	—	—	12	—	ペルシヤ湾—日本
川崎汽船	大洋海運	全通一層甲板型	60,200	100,800	246.00 × 40.20 × 21.80 × 15.00	121,570 0.796	16.8	15.4	—	280	—	—	10	—	カーグラ—日本
山新	◇	船首楼付平甲板型	◇	◇	◇	◇	◇	15.4	28,480	320t	—	12	—	中東—日本	
日本郵船	石播相生	◇	59,000	102,100	245.00 × 39.00 × 21.50 × 15.00	119,570 0.811	17.2	16.2	—	26,000	—	—	9	—	ペルシヤ湾—日本
昭和海運	鋼管鶴見	◇	60,000	103,500	252.00 × 38.00 × 21.80 × 15.00	122,100 0.825	17.4	16.5	—	24,355	—	—	11	—	◇
飯野海運	日立因島	船首楼付全通一層甲板型	48,600	85,700	234.00 × 37.20 × 19.80 × 14.50	102,970 0.797	17.2	15.8	—	20,777	—	—	14	—	◇
共栄	石播東京	船首楼付平甲板型	45,600	74,000	230.00 × 35.30 × 19.50 × 13.00	88,490 0.814	16.9	15.6	—	23,200	—	—	10	—	◇
照国海運	呉造	四甲板型	46,500	73,200	236.00 × 38.00 × 17.20 × 12.00	89,750 0.810	16.7	15.6	—	13,400	—	—	11	—	◇
日本郵船	三菱長崎	船首楼付平甲板型	43,000	73,150	223.00 × 37.20 × 17.80 × 12.19	86,920 0.818	16.1	15.0	—	15,660	—	—	12	—	中東—日本
◇	◇	◇	◇	◇	◇	84,550 0.816	16.2	15.1	—	21,500	—	—	10	—	◇
大平洋	三菱長崎	船首楼付平甲板型	40,000	68,900	226.00 × 36.00 × 16.50 × 12.19	83,320 0.820	16.1	15.1	—	14,300	—	—	12	—	◇
日本郵船	旭海運	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	12,800	595t	—	12	—	◇	
ザンバイ	石播東京	四甲板型	44,000	67,400	230.00 × 35.30 × 18.00 × 12.20	82,600 0.8105	16.2	15.2	—	15,000	—	—	10	—	ペルシヤ湾—日本
昭和海運	川崎重工	船首楼付平甲板型	36,900	61,370	223.00 × 33.20 × 17.80 × 11.97	73,350 0.804	16.75	15.5	—	12,200	—	—	11	—	◇
L P G 運	石古屋	平甲板型	28,800	35,000	190.00 × 29.00 × 19.40 × 11.00	47,750 0.765	17.3	15.4	—	13,800	—	—	8	—	クエイト—日本

(注) L 垂線間長, B 型幅(傾斜船型は上段に最大幅を示す), D 型深, d 計画満載吃水(型)(木材運搬船は下段に木材乾舷の吃水を示す), 満載排水量 キロトン, 速力ノット, 航続距離は海, 船級はすべてNK,

定期貨物船 7 隻(63,950 GT), 不定期貨物船 8 隻(75,340 GT)(木材 6 隻, ニッケル鉱 1 隻, 自動車運搬(後航は石炭・穀類搭載)1 隻), 鉄鉱原料専用船 11 隻(343,200 GT)(ベレット 3 隻, 撒貨 2 隻, 鉄鉱石 1 隻, 石炭 3 隻), 定期貨物船にのみ冷凍貨物船 * 印(ベール m³), シルクルーム, 日本郵船 3 隻のみ 250m³, 特殊貨物船は日本郵船 3 隻 290m³, 川崎汽船 1 船 225m³, 2 船 255m³, ケミカルタンク 205m³ あり. 油槽船 14 隻にはデリックの代りに HC(ヒーロー)有無, 荷役ポンプ力量 m³/h × 台数, 載貨容量欄に脚荷水艙および清水艙(m³)を記載.

昭和39年度計画(第20次)新造船41隻建造一覽表(2)

船主	揚貨機 型式×數量× 揚力量×數	鋼製艙口	揚錨機 型式×力量	警船機 型式×力量	無線機(主) 型式×出力	搭載人員 乘組總數	主機 メーカー型式	機械 最大出力×回転數 機軸重量×総重量	ボイラー 型式×數	発電機 AC V×kVA(kW) No. 原動機 PS ×RPM×No.	主空圧縮機 型式×出力 機軸重量×圧力	推進器 材質×翼數 ×直徑m
日本郵船	E 3×36×18 E 5×24×2	三菱式	E 22×10×1	E 6×25×1 E 5×15×2	S&M 1000/500×2	40 2 46	三菱MAN K6Z 78/140D	10,000×122 392.5×155	1 D	450×562.5×2 D 720×600×2	D160×25×2	Mn 黄銅 4翼 5.5
商船三井	クレーン	①Mege ②~⑥ Mac	E 17×9×1	E 10×15×3	S&M1000×1	36 4 40	三菱Sulzer GRD 68	7,200×135 241×157	1 D	445×265×3 340×720×3	D195×25×2	高力黄銅 4翼 5.05
川崎汽船	EH 3×36×6 EH5×36×12	①Mege ②~⑥ Mac	EH 21×9×1	EH10×20×1 E0.2×50×8	S&M 800/500×1	38 1 41	三井B&W 662VT2BF-180 川崎MAN K9Z 70/120C	7,200×139 241×157 11,250×135 —×157	1 D	445×260×3 340×720×3 445×375×3 450×720×3	D135×25×2	高力黄銅 4翼 4.95 MnAl 青銅 4翼 5.3
日本郵船	S7.5×23×8 S 5×27×4	—	S 20×9×1	EH10×20×1 E0.2×60×6	S&M 400/500×2	33 3 36	川崎MAN K8Z 70/120C	10,000×135 358×158	1	450×215.5×2 D 290×720×2	D110×25×2	MnAl 青銅 4翼 5.1
ジャパソ ライオン	S7.5×23×8 S 5×27×6	—	S 20×9×1	S&M 800/500×1	S&M 800/500×1	34 4 38	三菱MAN K6Z 70/120C	6,600×128 —×155	1 D	450×215.5×2 D 290×720×2	D138×25×2	高力黄銅 4組 5.1
商船三井	EH 7.5×23×1	P 型	EH 20×9×1	EH10×16×1	S&M 800×1	32	三井B&W 762VT2BF-140	8,400×139 285×159	1 D	445×280×3 340×720×3	M180×25×2 M 45×7×1	Mn 青銅 4翼 5.1
第一中央 山下	クレーン S 5×20×2	—	EH 18.5×9×1	EH 7×20×1	S 500×1	32	川崎MAN	7,200×135 252×158	1 D	445×165×3 200×720×3	D138×25×2	高力黄銅 4翼 5.0
新日本	S7.5×20×6 S 4×35×4	—	S 18×9×1	S 8×15×1	S&M 800×2	33 2 37	三菱MAN K6Z 70/120C	5,500×165 188×158	1 D	445×225×2 300×720×2	D138×25×2	高力黄銅 4翼 4.97
新和海运	S 5×25×4 S7.5×25×10	—	S 19×9×1	S 8×17×1	S&M 800×2	33 2 37	川崎MAN K6Z 70/120C	7,200×135 252×158	1 D	445×280×3 340×720×3	D110×25×2	Mn 黄銅 4組 5.1
太平洋 汽船	S 5×25×12	ER 型	S 19×9×1	S 9×30×1	S&M 500×1	30 2 36	石川Sulzer GRD 68	7,200×135 257×158	1 D	445×230×2 300×720×2	D140×25×2	Mn 黄銅 4翼 5.1
商船三井	—	FD 型	E 21×9×1	E 10×15×2	S 1000×1	33	日立B&W 662VT2BF-140	7,200×139 252×159	1 D	445×350×3 450×600×3	D210×25×2	—
第一中央	—	ER 型	S 40×9×1	ATW S 9×30×6	S&M 800×1	34 2 36	三菱MAN K8Z 86/160C	17,000×119 665×155	1 D	445×475×2 600×600×2	D200×30×2	Mn 黄銅 5翼 6.2
日本郵船	—	S.R 式	S 10×20×2	S 10×20×4 S 10×20×2	S&M1000×2	32 34	三菱Sulzer GRD 90	13,800×119 517.2×155	1 D	450×450×2 600×600×2	D250×25×2	高力黄銅 5翼 6.0
—	—	—	S 25×9×2	S 10×20×6 S 10×20×2	S 1000×2 500×2	32 34	—	15,000×122 517.2×155	1	—	PS RPM D65×600×2	—
ジャパソ ライオン	—	—	S 38×9×1	S 10×20×6 S 1000×1	S 1000×1 S&M 500×1	35 3 42	—	15,000×122 520×155	1 D	450×437.5×2 540×600×2	D250×25×2	NiAl 青銅 5翼 6.0
—	—	—	S 38×9×1	—	—	—	—	—	1	—	—	—
—	—	ER 型	EH 38×9×1	EH12×15×6 S 1000×1 S&M 500×1	S 1000×1 S&M 500×1	—	石川Sulzer GRD 90	15,000×125 510×153	1 D	450×(400)×2 720×600×2	—	—

昭和海运		S 40×9×1	ATW S 9×30×8	S 1000×1 S&M(600/500)×1	32 1 36	3浦賀Sulzer 6RD 90	15,000×122 2 胴水管1 494.5×156 排ガス 1 D	450×450×2 625×600×2	〃	高力黄銅 5翼 6.0
新和海运		ER 型	EH 38×9×1	EH12×15×6 S&M 1000×2	31 6 39	2石播Sulzer 6RD 90	15,000×125 ヨクラン1 495×153 排ガス 1 D	450×(400)×2 720×600×2	D 320×25×2	〃
山下		〃	EH 16×9×1	6×20×2 S 10×15×3 S&M 500×1	33 3 38	2日立B&W 774V T2BF-160	11,500×119 立水管1 460×159 排ガス 1 D	450×450×2 550×720×2	D 230×25×2	Mn 青銅 4翼 6.17
新日本		S.R 式	EH 32×9×1	EH10×20×2 S&M 15×20×1 800/500×1	34 1 35	川崎MAN K7Z 78/140D	11,500×121 並胴水管1 430×158 排ガス 1 D	445×250×3 300×720×3	D 135×25×2	MnAl 青銅 5翼 5.85
第一中央		〃	EH 33×9×1	ATW S 9×15×2 EH10×20×1 M 500×1	33 2 35	浦賀Sulzer 9RD 76	14,400×119 C T 1 520×155 排ガス 1 D	445×400×2 600×600×2	D 200×25×2	Mn 青銅 5翼 6.0
山下		—	S 35×9×2	23×20×2 S 9×30×6 S&M 800×1	37 2 42	日立B&W 126V T7BF-100	27,600×114 2 胴水管1 950×159 排ガス 1 D	(T)450×850×1 (D)450×425×2	D 590×25×2	NiAl 青銅 5翼 7.0
新日本		—	S 30×9×2	9×30×3 S 18×20×1 S&M 500×1	33 3 35	日立B&W 106V T7BF-100	23,000×114 815×159	(T)450×800×1 (D)450×350×2	D 480×25×2	MnAl 青銅 6翼 6.9
川崎汽船		—	S 30×9×2	18×20×2 S 9×30×5 S&M 500×1	35 3 38	〃	〃	(T)450×750×1 (D)450×375×2	D 490×25×2	NiAl 青銅 5翼 6.8
新日本		—	S 38×9×2	14×30×6 S&M 1000×2	34 2 36	IHI タービン	23,500×90 (主) 230×90 2 胴水管2	(T)450×(600)×2 (D)450×(150)×1	M 150×9×1	AI 青銅 5翼 7.8
日本郵船		—	S 54×9×1	14×20×2 S 10×20×9 S&M(600/500)×1	31 5 36	川崎タービン	27,300×100 (主) 170×— 2 胴水管2	(T)450×(70)×2 M (D)450×(700)×1	150×8.5×2	6翼 7.5
昭和海运		—	S 26×9×2	9×30×2 S&M 1000×2	40 1 41	日立B&W 98V T2BF-180	20,700×114 2 胴水管1 710×159 排ガス 1 D	(T)450×725×1 (D)450×387.5×1	D 390×25×2	AI 青銅 5翼 6.62
飯野海运		—	S 45×9×1	10×20×1 S 9×30×4 M 400×1	33 5 38	石播Sulzer 9RD 90	20,700×119 780×153	(T)450×(540)×1 (D)450×(540)×1	D 400×25×1	AI 青銅 5翼 6.5
共栄 タンカー		—	S 55×9×1	17.5×20×5 S 15×20×1 S&M 500×1	36 4 43	石播Sulzer 9RD 90	20,700×119 727×153	(T)450×700×1 (D)450×700×1 M	D 430×25×1	Mn 青銅 5翼 6.65
照国海运		—	S 43×9×1	15×20×4 S&M 1000×2	34 2 36	三菱UE 8UEC 85/160C	17,600×125 二重蒸発2 660×155 排ガス 1 D	(T)450×688×1 (D)450×688×1	M 280×25×2	NiAl 青銅 5翼 6.1
日本郵船		—	S 43×9×1	15×20×4 S&M 1000×2	34 2 36	〃	〃	(T)450×625×1 M 70 kW (D)450×625×1 320×30×2	M 70 kW	〃
〃		—	S 45×9×1	15×20×6 S 9×30×1 S&M 500×1	32 4 38	三菱UE 9UEC 85/160C	18,000×120 715×155	(T)450×625×1 M 70 kW (D)450×625×1 320×30×2	M 70 kW	AI 青銅 5翼 6.3
太平洋 海运		—	〃	15×20×6 9×30×1	33 6 39	〃	〃	(T)450×625×1 (D)450×625×1	〃	〃
海		—	〃	S 10×20×6 M 500×1	35 5 40	石播Sulzer 8RD 90	17,600×119 2 胴水管1 670×155 排ガス 1 D	450×(400)×2 720×600×2	D 400×25×2	〃
日本郵船		—	S 30×9×2	10×20×7 S&M 800×1	31 5 36	川崎タービン	16,000×110 (主) 203×215 2 胴水管2	(T)445×650×2 M 15 kW×2 (D)450×187.5×1	M 15 kW×2 100×9×2	Mn 青銅 5翼 6.4
旭海運		—	EH 32×9×1	12×15×4 S&M 800×2	35 3 40	石播Sulzer 8RD 76	12,000×119 ヨクラン1 473×156 (排ガス兼用) D	450×(500)×3 730×600×3	D 250×25×2	Mn 黄銅 5翼 5.8
ジャパン バイロン		—	—	—	—	—	—	—	—	—
昭和海运		—	—	—	—	—	—	—	—	—
新和海运		—	—	—	—	—	—	—	—	—

(註) 揚貨機、揚船機、緊船機……E(電動), S(汽動), EH(電動油圧), ATM(オートテロジションウイング), 力量トン数(t)×速度(m/min), 鋼製船口 Mege
メージュ式, Mac マックダグレゴリー式, P ポンプ型, ER エルマン型, FD フェルマン型, S.R サイドローリング型, 無線機……送信機を示し
補助は省略, S(短波), S&M(中短波), M(中波), 出力 W×台数, 燃費 g/PS/h, ボイラはタービン船は(主), それ以外は補助ボイラ, 発電機はすべてAC
(交流), 上欄発電容量, 下欄Dは原動機タービン出力, 油槽船の現は(T)タービン駆動, (D)タービン駆動でいずれも発電機容量を示し, 原動機出力は
省略す。空気圧縮機……原動力Dはタービン, Mはモーター, 容量 m³/h, 吐出圧力 kg/cm², 推進器……4組は4翼組立式, それ以外は一体式, MnAl
青銅はいずれも高マンガンアルミニウム青銅とす。

国内船 昭和40年度新造船建造許可実績 運輸省船舶局造船課 (昭和40年5月分)

船番	造船所	船主	用途	船級	G.T	D.W.	航速	主機関	L×B×D×d (m)	竣工予定	許可
140	今治造船	公団/北条	S&B石炭	NK	2,480	3,950	12.0	阪神D 2,400	66.00×13.50×7.40×6.20	40-8-末	5-6
1619	三菱・長崎	協同海運	21次油	〃	43,000	73,000	15.6	三菱D20,700	223.00×37.20×17.80×12.50	40-12-末	5-7
1625	〃	〃	21次油	〃	〃	〃	〃	〃	〃	41-3-末	〃
1620	〃	日本郵船	21次貨	〃	10,500	12,800	19.5	三横D13,000	150.00×23.00×12.80×9.32	40-12-中	〃
4103	日立・桜島	昭和海運	21次貨	〃	10,800	15,000	14.3	日立D 7,200	142.50×21.60×12.50×9.00	41-2-末	5-8
333	来島船渠	宇和島商船	自動貨	〃	2,900	4,600	13.5	伊藤D 2,400	90.00×15.00×7.40×6.15	41-2-中	5-14
187	波止浜造船	永井海運	糖化薬	〃	2,100	3,200	12.5	赤阪D 2,800	84.00×13.00×6.30×5.50	40-10-上	5-19
822	鍋管・鶴見	日本郵船	21次貨	〃	34,500	55,000	15.1	浦賀D15,000	216.40×31.70×17.30×11.50	40-12-下	5-24
735	三井・玉野	昭和海運	石炭	〃	24,300	36,000	14.3	三井D11,500	160.00×28.00×16.20×10.50	41-1-末	〃

輸出船 (船主名・国籍は下記番号と対照のこと)

377	函館ドック	1	鉾石運	LR	6,300	9,100	13.0	三井D 3,850	118.00×17.60×10.20×7.50	41-3-下	5-12
378	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	41-9-下	〃
379	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	41-12-下	〃
380	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	42-3-下	〃
381	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	42-6-下	〃
1072	川崎重工	2	撒貨	NV	16,200	22,300	15.1	川崎D10,500	168.00×22.80×14.10×9.77	41-4-末	〃
382	函館ドック	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	41-7-末	〃
383	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	41-10-下	〃
4104	日立・因島	3	撒貨/鉾石	LR	44,700	62,000	15.0	日立D20,700	244.00×31.70×19.05×12.16	41-12-末	〃
4105	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	42-3-末	〃
737	三井・玉野	〃	〃	〃	43,000	62,000	16.0	三井D20,700	242.62×31.70×18.65×12.19	41-10-末	〃
4111	日立・向島	4	撒/鉾	NV	13,700	19,000	14.5	日立D 8,400	150.65×22.80×13.60×8.80	42-2-中	5-21
4112	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	42-9-末	〃
4113	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	43-1-中	〃
4114	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	43-4-末	〃

[船主] 1. The Bulgarian United Co. of Shipbuilding & Shipping (ブルガリア) 2. Leif Høegh & Co., A/S (ノルウェー) 3. Charter Shipping Co., Ltd. (英国バーミューダ) 4. A/S Havfiske (ノルウェー)

新刊 商船基本設計の一考察

長崎造船大学学長
渡瀬正磨著

かねて発刊していましたが「商船基本設計の一考察」の第1編に下に掲げた新編約50頁を追加して、ここに新装上製のものを出刊いたしました。既に本書は数版をかさねてご好評を得ており、この新刊をもって渡瀬先生の長崎造船大学学長ご就任をかざりたいと思います。

◎大西洋超大型客船と太平洋客船の選定

◎排水量長比と速長比

◎超高速船舶と Supercavitating Propellers

◎H. B. Cantor's Proposed Liner の基本設計について

◎Destroyer Form ($\frac{V}{\sqrt{L_{WL}}}=2.0\sim 2.5$)

◎Twin Skeg Stern

◎大西洋客船 Queens の代船

◎本邦の太平洋大型客船

◎総噸数 120,000 トン大西洋大型客船考察

◎貨物船の超高速化と積載容積

B5判 180頁 上質紙 上製本

定価 500円 (送料 100円, 都内 50円)

昭和40年4月15日発売

予約購読案内 種々の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会宛お申込み下さい。バックナンバーも備えてあります。 予約金 6ヵ月分 1300円 (送料共) 1ヵ年分 2600円

運輸省船舶局監修 造船海運総合技術雑誌 船の科学 (創刊200号突破記念特集号)

昭和40年7月5日印刷 (昭和23年12月3日) 昭和40年7月10日発行 (第三種郵便物認可)

禁転載 第18巻 第7号 (No.201)

定価 400円 (〒30円)

発行所 船舶技術協会

編集兼発行人 朝永信雄

東京都港区麻布笄町79
振替口座東京 70438
電話 青山 (401) 3994

印刷人 三松堂印刷株式会社
東京都千代田区西神田2の19



海技受験生が
必読する新聞

海技試験通信

一カ年
一カ月
¥五〇〇
¥五〇
〒共

成山堂

船舶設備関係法令

運輸省船舶局監修・5月26日から新省令が施行されています。本書は船舶救命設備規則・船舶消防設備規則・船舶設備規程・漁船特殊規程の4省令を収録。また付録「施行に伴う具体的な経過規程一覧表」を併載。 **A5 ¥300**

船舶安全法及び関係法令

運輸省船舶局監修 5月26日より改正の諸法令を収録……船舶安全法・船舶安全法施行規則・船舶防火構造規程・船舶区画規程・船舶満載吃水線規程・危険物船舶運送及び貯蔵規則・穀類その他の特殊貨物船舶運送規則・船用品検査試験規則及び船用品型式承認規則など。 **予価 500**

機関図説

運輸省船舶局関連工業課監修・佐藤邦男編 各種船用機関の外観・断面図・構造を豊富な写真図説入りで詳説……機関の用途・発達・作動原理・分類・性能構造など設計・技術・実務とも座右書。 **B5・箱入美装・¥1,500**

船舶の居住性能

人間工学的研究

神田寛著 作業場と住居を共にする船員にとって船の居住性は切実な課題です。どうすれば健康と能率は向上するか。船員と船との関係を探究し海運・水産・造船の各業者と労務・衛生管理者に明示。好評発売中。 **A5・¥1,200**

東京都渋谷区富ヶ谷 1-13
TEL (467) 7476-9
振替口座東京78174

営業品目

◇東京機械株式会社製品

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

◇東京機械・北辰電機協同製作

北辰中村式オートパイロット
テレモーター

◇株式会社御法川工場製品

船舶用全自動ロータリーオイル
バーナー

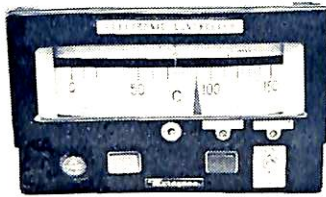


東通株式会社船舶機械課

本社 東京都千代田区神田須田町1丁目23番地2
電話 (255) 6 1 1 1 (大代表)
支店 大阪・名古屋・北九州・広島・長崎

船舶の自動化・集中制御に *Murayama*

排気・冷却水 電気温度計 軸受・冷蔵艙

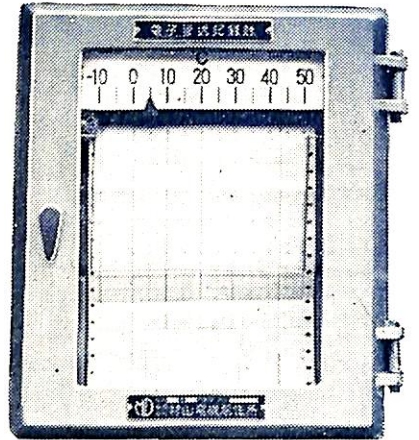


EC形 (調節)



EQC形 (警報)

指示
記録
警報
調節



MK形 (記録)



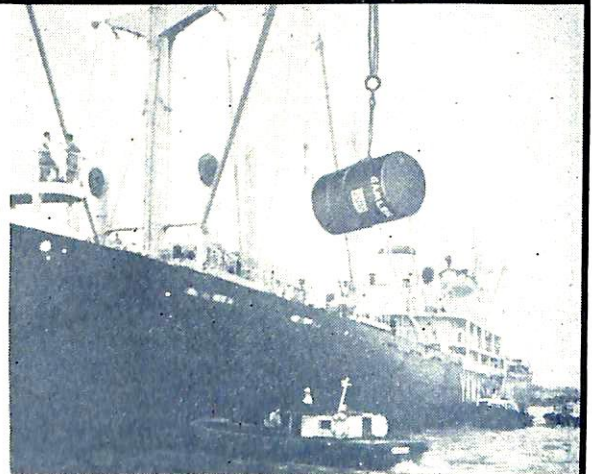
株式会社 村山電機製作所

本社 東京都日黒区中目黒3-1163

電話 (711) 5201 (代表) - 5

出張所 小倉・名古屋

GAMLEN



山水商事株式会社

東京都中央区日本橋通2の6
 室蘭市海岸町 産業会館ビル
 新潟市下新島161の2
 横浜市中区山下町254 テスコビル
 焼津市焼津721
 名古屋市中村区西広小路通2の26
 神戸市生田区東町116
 広島市石見屋町51上野ビル
 北九州市門司区西海岸通2関忠ビル

電話 (271) 5751 (代表)
 電話 室蘭 7151
 電話 (4) 7474
 電話 (64) 4788・4798
 電話 焼津 2807
 電話 (55) 2800
 電話 (39) 1911~3
 電話 (21) 1361
 電話 (32) 1305

THOUGHTS

on cargo handling

automatically

lead

to

MacGREGOR

極東マック・グレゴリー株式会社

本社
久里浜工場
神戸出張所

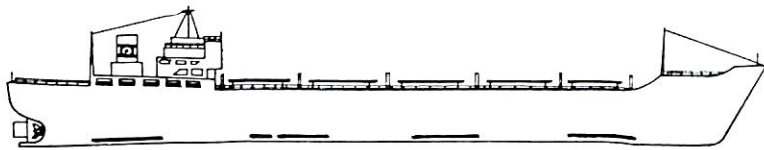
東京都千代田区神田司町2-13
横須賀市内川新田1150
神戸市生田区海岸通2-33(朝日ビル)

電話 東京 (292)1811(代)
電話 浦賀 1275番
電話 三宮 (33)7532・3781

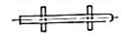
電気防蝕用 AI 陽極

ALANODE は二重の防蝕をする。

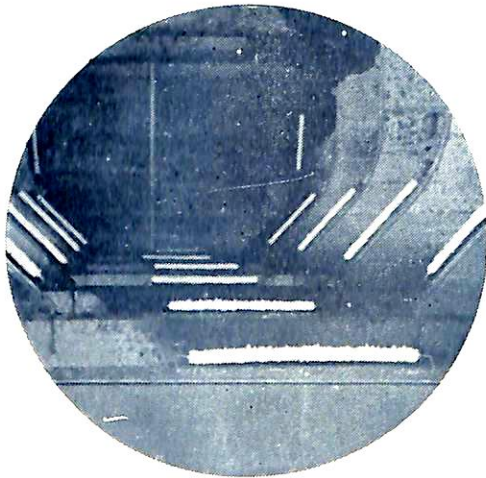
アラノードは、鉄面に取付けたとき、電流を流出して鉄面を電気防蝕する。その際にアラノードはイオンとなって鉄面にて放電し Al 水酸化物となり鉄面を覆う。このため周りの海水は PH7~8 に保持されアラノードは電気防蝕と共に二重の防蝕をする。




アラノード

は船体外板の防蝕に……………

ビルジ キール線に熔接し取付けられる。また特に船尾附近は腐蝕が激しいため、プロペラの周りに平板型のアラノードを取りつけられる。



アラノード

はバラスタンの防蝕に……………

バラスタタンクは、往航時に海水を積み、帰航時に原油を積むため腐蝕が発生しやすいが、アラノードを取付けることにより完全に防蝕ができる。

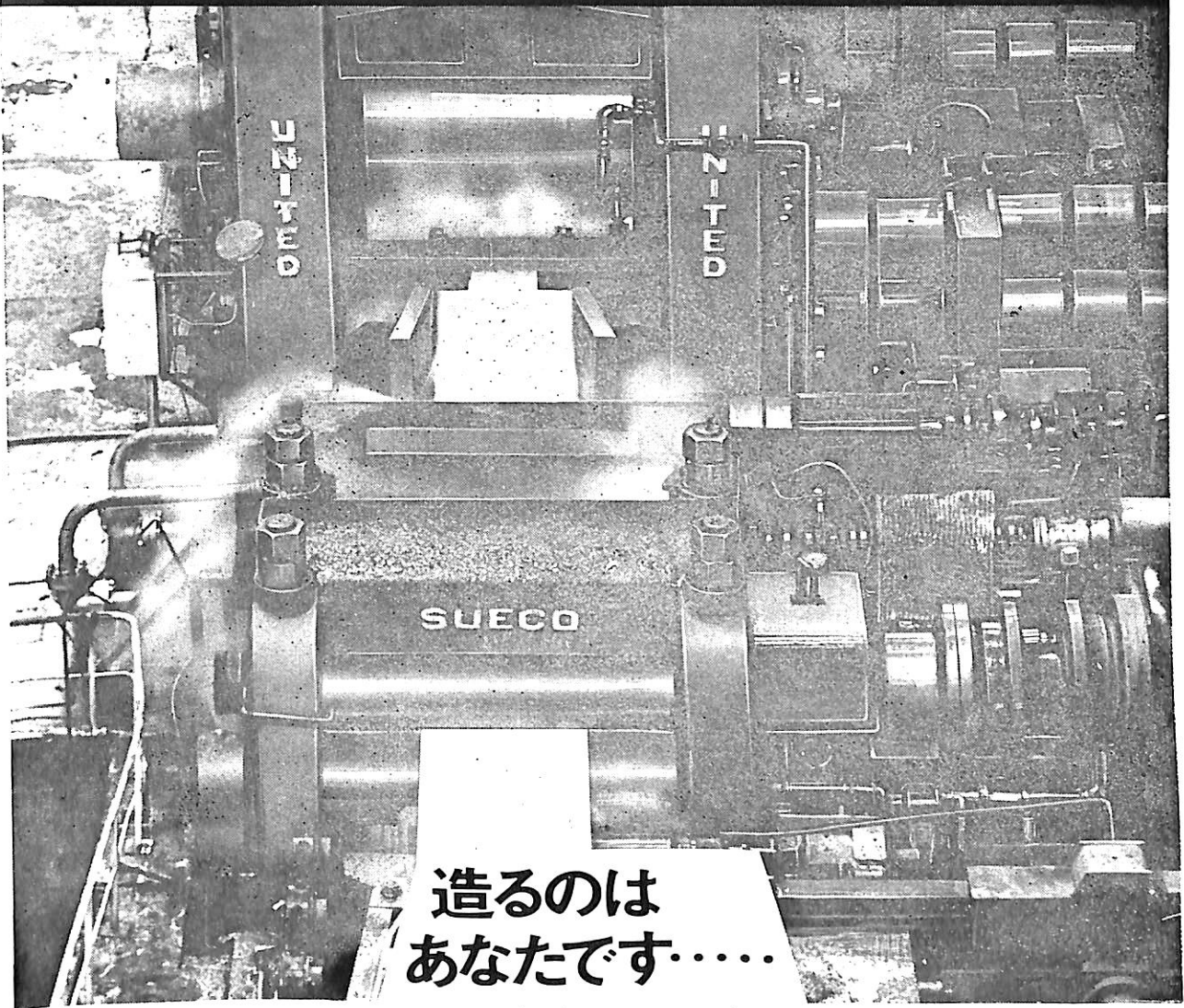


電気防蝕のパイオニア……

日本防蝕工業株式会社

東京都千代田区丸の内 1 丁目 1 番地
日本交通公社ビル 電話 (211) 5641 代表
大阪事務所 大阪市北区老松町 3 の 23 (新老松ビル)
電話 (361) 6919

“鉄をつくり 未来をつくる”住友金属



造るのは
あなたです……

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ 11 ■ ■ ■ ■ 1 1 ■ ■ ■ ■ ■ ■

2 ■ ■ 2 ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ 22 ■ ■ ■ ■ 2 ■ ■

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ 3 ■ ■ ■ ■ ■ ■ 3 ■ ■ 3

住友のホット・ストリップ・ミルは カード・プログラム
コントロール・システムを導入。分塊から仕上げ圧延まで
温度・圧下力・電流・スピードなどは すべて自動的に
コントロール。機械を操作するのは ご注文なさるあなた
です。住友の鋼板は 幅・厚み・材質などすべて あなたの
ご要望に100パーセント忠実に造られるのです。X線や
赤外線による品質検査が製造過程で同時に行なわれるので
寸法精度・表面状況が とくにすぐれています。

住友の鋼板

住友金属

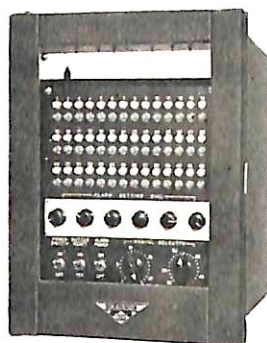
住友金属工業株式会社

本社/大阪市東区北浜5の15(新住友ビル)
支社/東京都千代田区丸の内1の8(新住友ビル)
営業所/福岡・広島・高松・名古屋・新潟・仙台・札幌

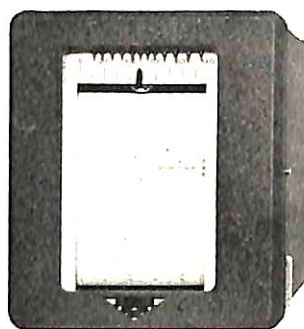
昭和四十七年七月五日印刷
昭和四十年七月十日発行
昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

船舶自動化に 理化電機工業の オートメーション計器

温度計（抵抗・熱電式）
〔指示・記録・調節〕
検温計（水質計）
〔指示・記録・調節〕
その他各種自動制御装置



PBC型



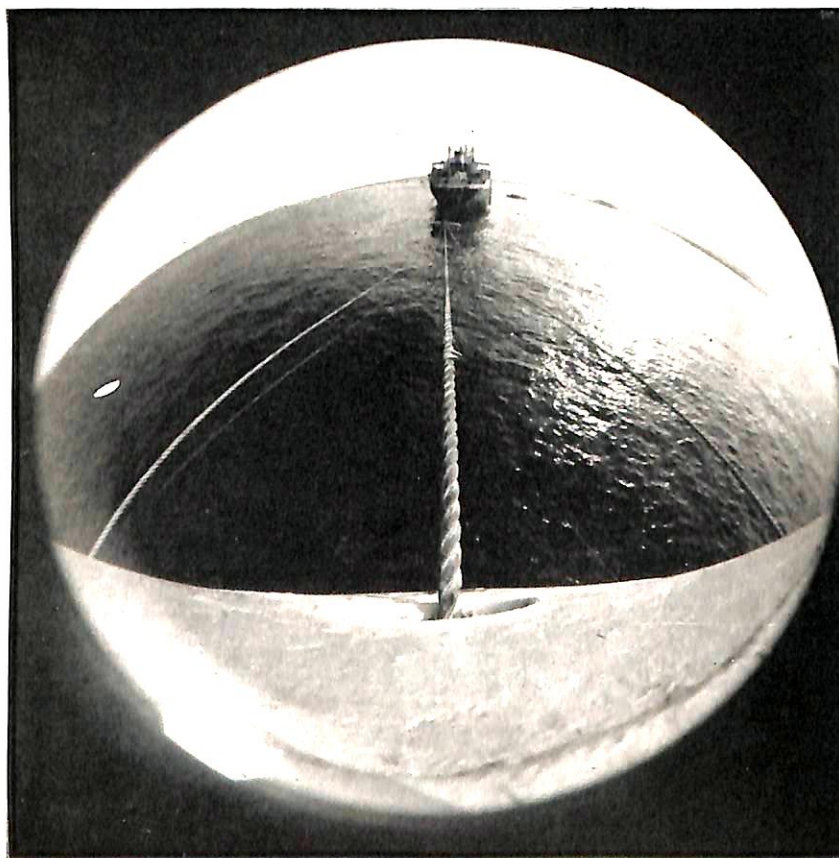
PBR型



理化電機工業株式会社

本社・工場・東京都目黒区唐ヶ崎625番地
出張所・小倉・札幌
電話 東京(712)3171 (代表)

船の科学 創刊二〇〇号突破記念特集号 特価 四〇〇円



船の安全をささえる 12年の実績と信頼

海へ乗り出した合成繊維〈クラレビニロンクレモナ〉ホーサーからハッチカバーまで、もう12年間も海の男の信頼を受けて活躍し、いちばん大量に使われています。強い・軽い・腐らない・扱いやすいなどの特性は、荒仕事の多い船に最適。安全性と能率をグンとたかめています。



ホーサー・ハッチカバー

ホーサー、タグローブ、ガイローブ、もやい綱、鎖綱、命綱、フラグライン、ポートホール、タラップホール、アンテナホール、ヒービングライン、雑用ローブ、ハッチカバー、ポートカバーなど。

倉敷レイヨン株式会社

テレビ=大空真子・林真智子の「あしたのお嬢さん」
毎週日曜日夜9時-9時半東京テレビ他

東京船渠区麻布新町七番
船舶技術協会
電話 青山(四)三九九四番