

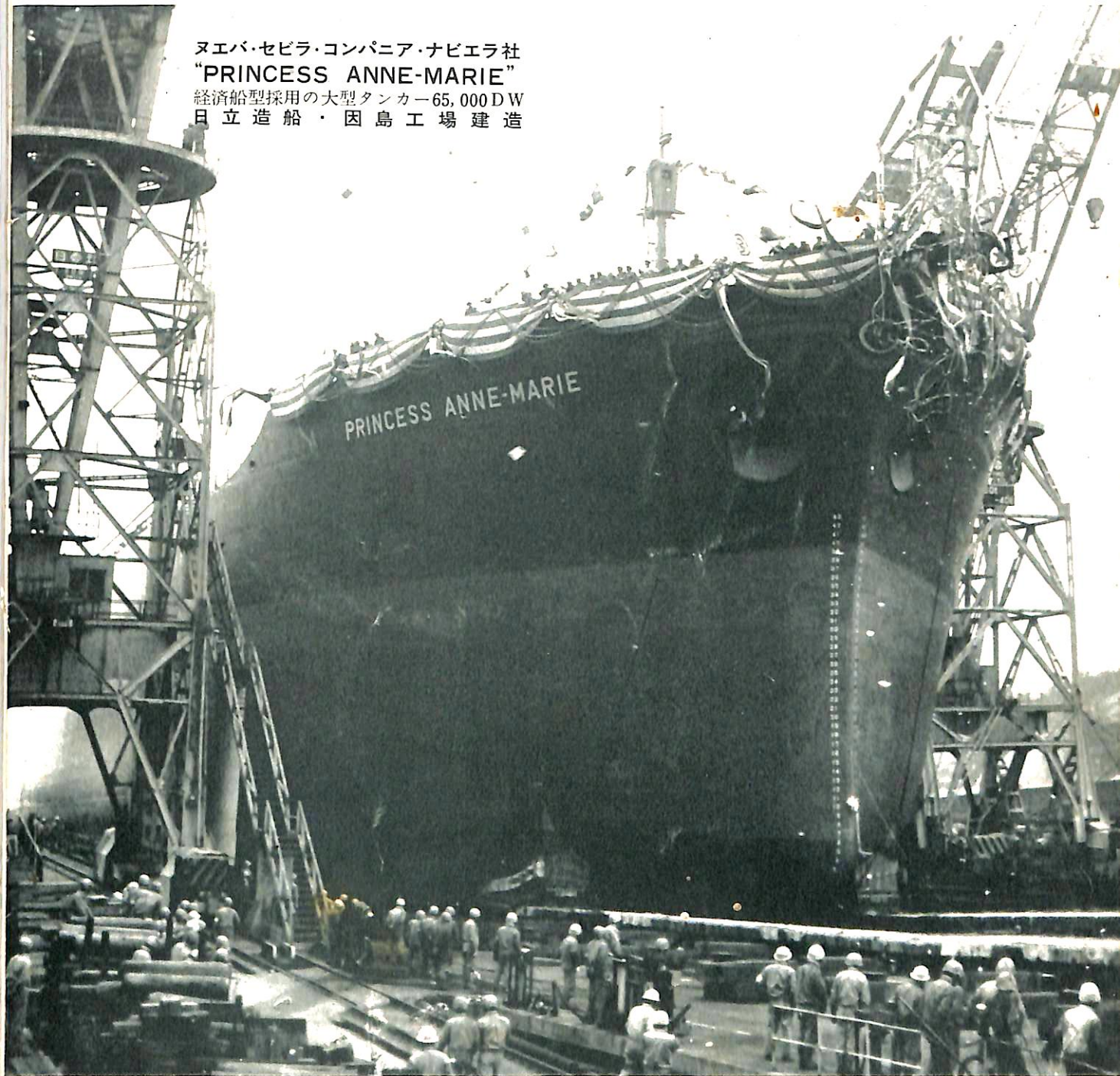
# 船の科学 4

1964

昭和39年4月5日印刷 昭和39年4月10日発行 第17巻 第4号 (毎月1回10日発行)  
昭和23年12月3日 第3種郵便物認可 昭和24年5月21日 日本国有鉄道特別授承認雑誌 第1156号

VOL.17 NO. 4

ヌエバ・セビラ・コンパニア・ナビエラ社  
"PRINCESS ANNE-MARIE"  
経済船型採用の大型タンカー65,000DW  
日立造船・因島工場建造



日立造船株式会社



ここにも **アクリライト** が……

神戸内海航路 観光旅客船 <くれいす号<アクリドーム>

青い空 星のきらめき アクリドームを通してあおぎみる大観……アクリライトの新しい用途です

アクリライトは優れた素材としてここにも輝きを添えています

- 特性 ●われない ●軽い●耐久性がある ●透明  
●加工が自由 ●美しい

用途 窓ガラス 照明 船内の仕切 名札

光と色のプラスチック

**アクリライト**®



三菱レイヨン株式会社

本社 東京都中央区京橋2-8 電(281)5551  
大阪支店 大阪市北区中之島2-22 電(202)2241  
名古屋支店 名古屋市中村区堀内町4-1 電(55)7131



三菱防蝕亜鉛

CATHODIC PROTECTION ZINC

鉄材の腐蝕を  
C P Zで防ぎましょう

**CPZ**

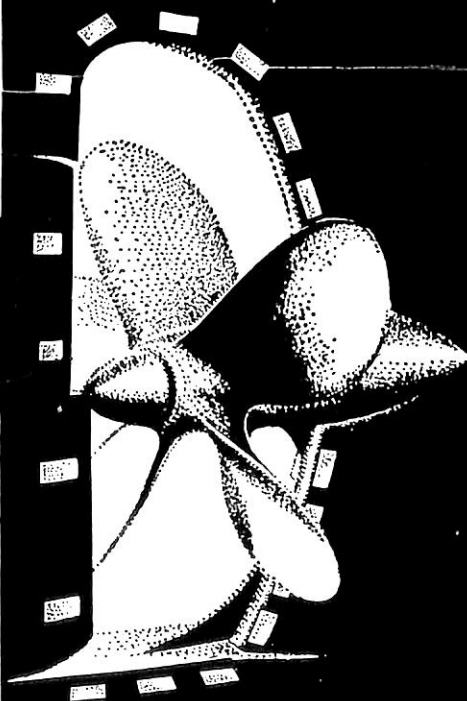
用途 船舶外板・スクリュー  
海水中の鉄構造物

三菱金属鉱業株式会社

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

総代理店 三菱商事株式会社  
電話 (281) 1021・1031・2021番

設計施工 日本防蝕工業株式会社  
電話 (431) 3795代表



Zenith Marine Chronometre, Switzerland



# ゼニット マリンクロノメーター

二日巻検定証付

瑞西ニューシャテル天文台コンクール六カ年間最高賞連続受領

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

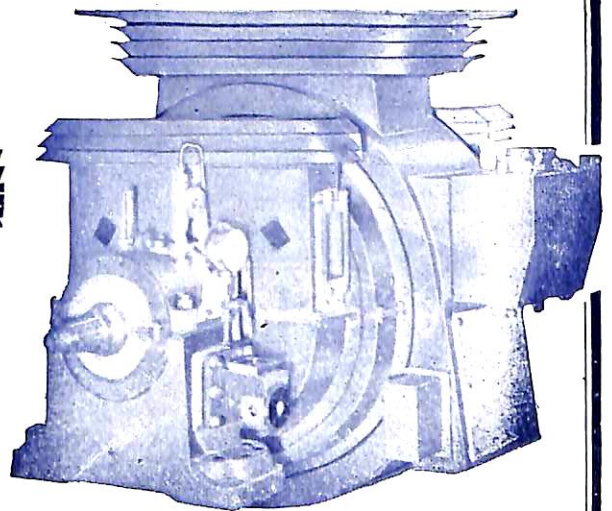
## ZENITH

輸入元 **K. K. 瑞西時計輸入商会**  
Tokyo Central P. O. Box 1355

**NSDK**

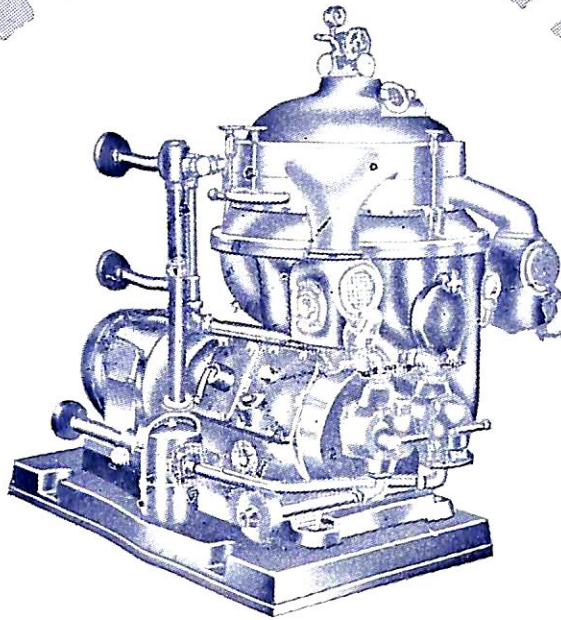
## 船用 自勵交流発電機

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



## 西芝電機株式会社

本社、工場 姫路市網干区浜田1000番地 TEL網干(72)1261(代表)  
東京営業所 東京都中央区銀座西8の6(第3秀和ビル) TEL東京(572)5351(代表)  
大阪営業所 大阪市北区曾根崎新地2の17(成晃ビル) TEL大阪(312)2158(代表)



セルフ・オープニング・セパレーター  
TYPE PX 309.00F

## 油清浄機

技術提携先

Aktiebolaget Separator  
Stockholm, Sweden

燃 料 油 清 浄 機  
          ディーゼル油用  
潤 滑 油 清 浄 機  
          バンカー油用  
          ディーゼル  
          及タービン用

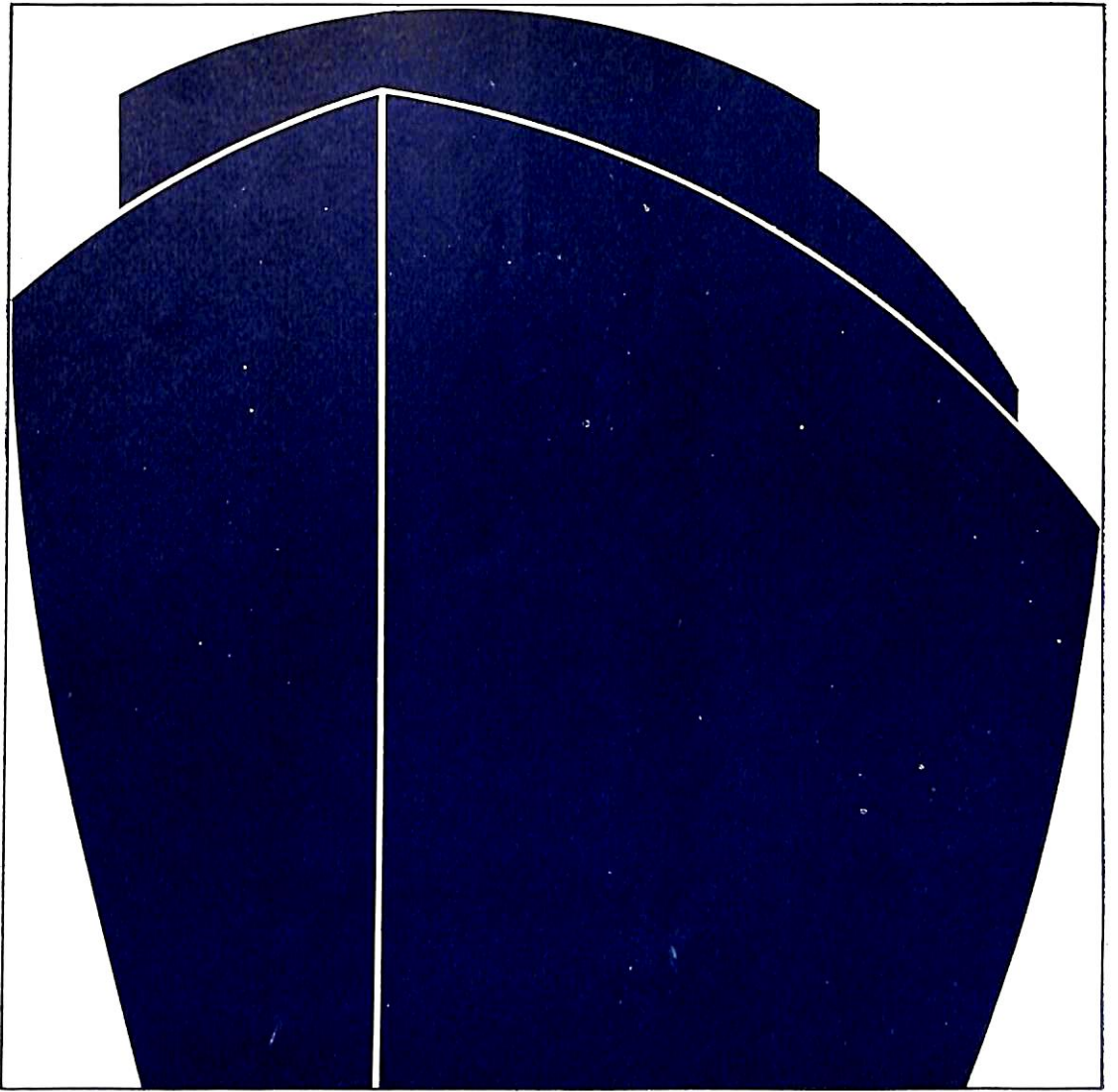
其他 各種 遠心分離機

瑞典セパレーター会社日本総代理店



## 長瀬産業株式会社機械部

本 社 大阪市西区立売堀南通 1 - 1 9 電 話 (541) 1121 大代表  
東京支店 東京都中央区日本橋小舟町 2 - 3 電 話 (860) 6211 大代表  
支 店 京 都・名 古 屋・福 山  
製作工場 京都機械株式会社分離機工場 / 京都市南区吉祥院船戸町 5 0



## 推進力を 潤滑する！

沿海漁船から超大型タンカーまで…  
あらゆる船舶を進める力を潤滑する  
もの——それがシェルです

耐摩耗性 防錆性が高く どんな  
荷重にも耐える潤滑油！

シェル タルパ オイル

シェル メリナ オイル

そして完全な技術提供…

シェル テクニカル サービス

これらの製品とサービスが

そろったとき

船舶の進むところには

見事な航海が約束されるのです

詳細はお近くのシェルへどうぞ

東京支店 (591) 4371-9

大阪支店 (202) 5251-1

札幌営業所 (2) 0141-4

東北営業所仙台 (3) 7147-9

名古屋営業所 (54) 1151-5

福岡営業所 (3) 2536-9



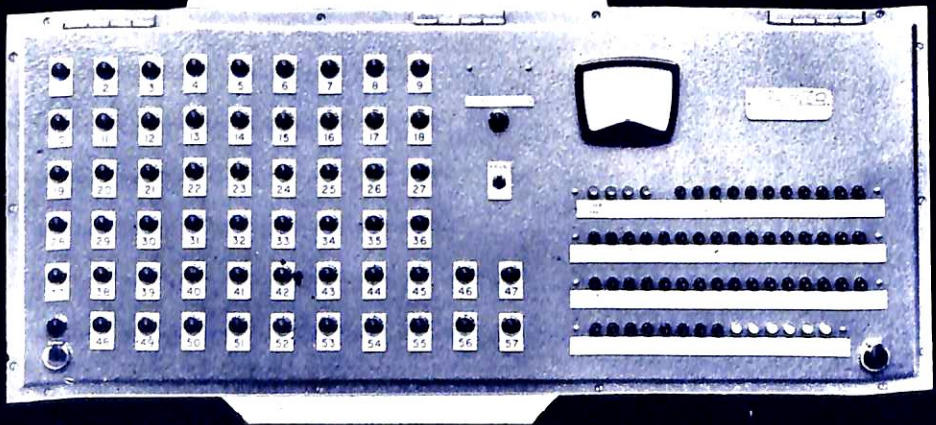
シェル石油

# GRAVINER

主機掃氣管  
火災警報裝置

主機閥綜合溫度  
計測並警報裝置

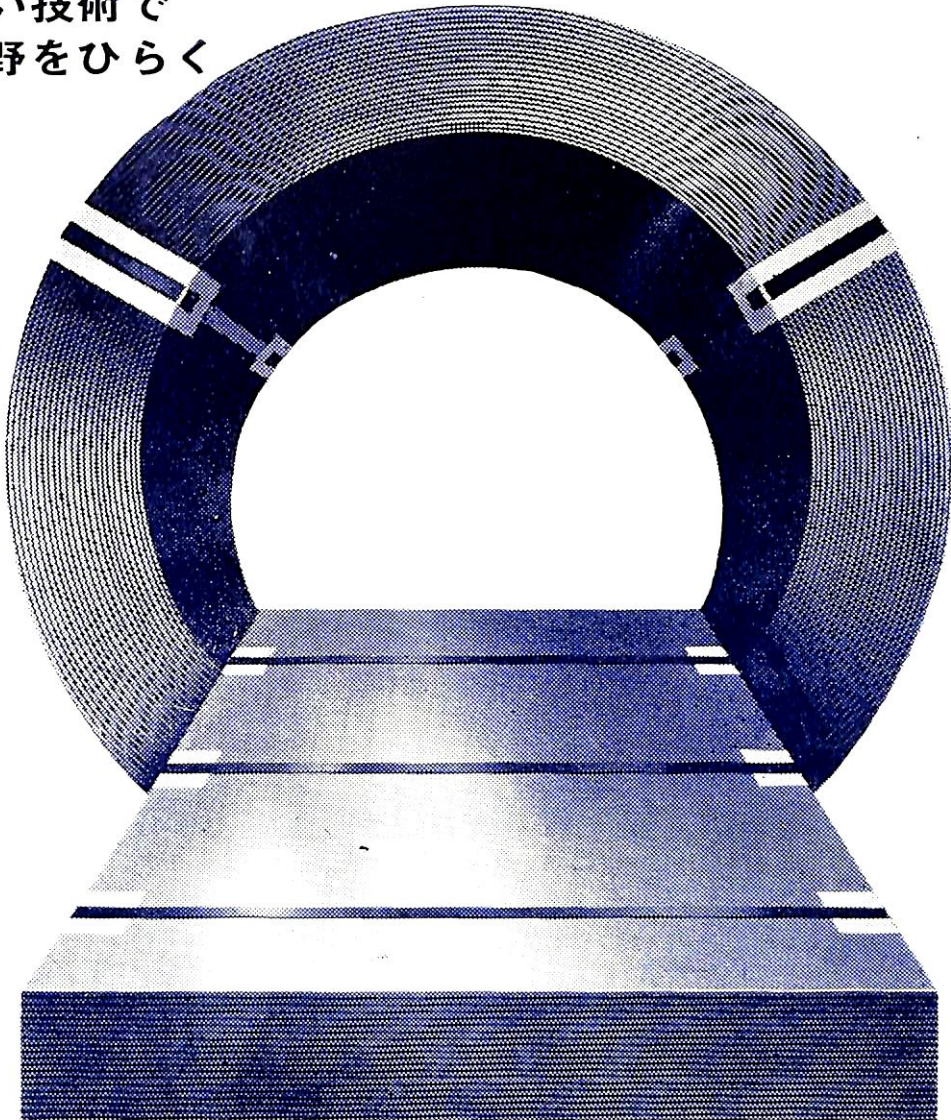
主機クランク、  
ケース内  
オイルミスト、  
検出装置



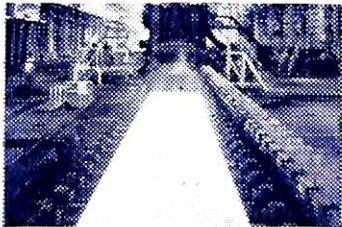
**GRAVINER MANUFACTURING CO LTD**

日本總代理店 原田産業株式会社 大阪市南区安堂寺橋通三丁目九番地  
電話 (261)3431-5 (251) 2228  
原田産業株式会社東京出張所 東京都千代田区丸ノ内一丁目六番地(東京海上ビル新館第1600号)  
電話 (281) 6486-6487  
原田産業株式会社名古屋出張所 名古屋市中区木挽町八丁目(佐久間ビル)  
電話 (23) 4 3 9 7

新しい技術で  
新分野をひらく



“鉄をつくり 未来をつくる” 住友金属



## 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

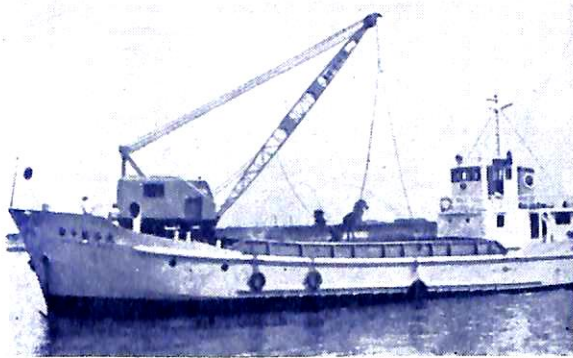
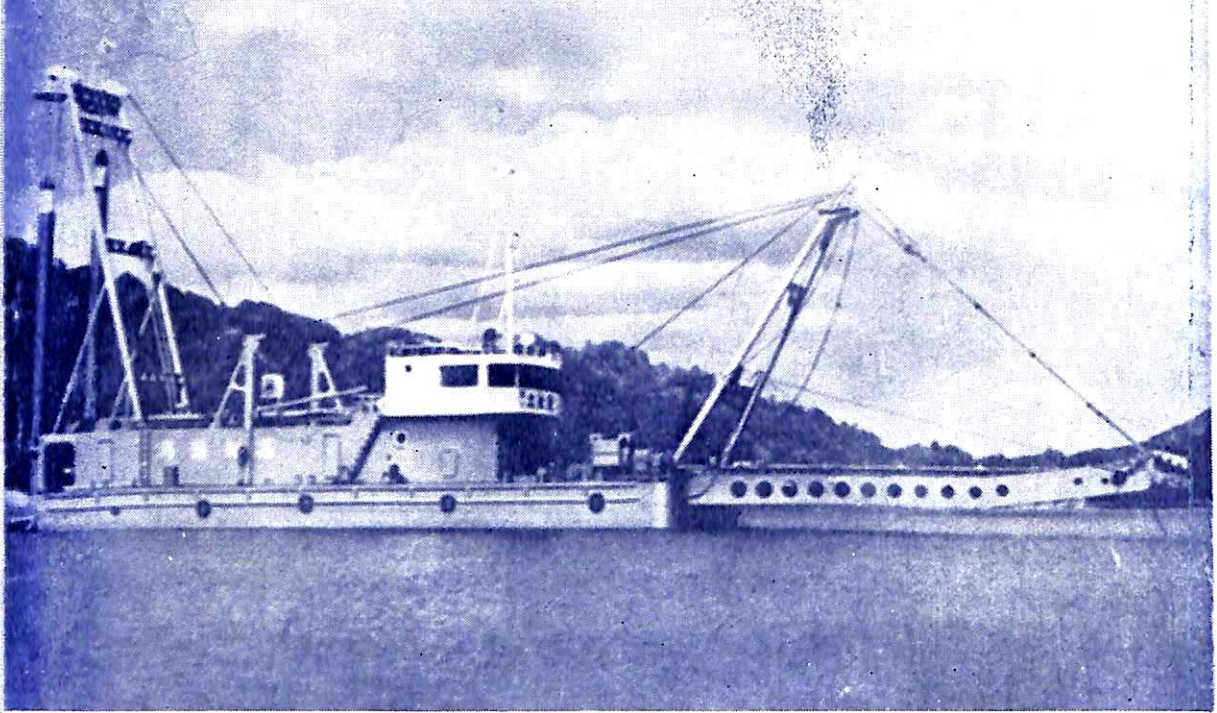
長い間の研究と技術の研さんが  
見事に開花—“住友の鋼板”が脚光  
をあびてデビューしました。新鋭  
圧延設備から ぞくぞく生まれる  
“新しい鋼板”——

■すぐれた寸法精度 ■申し分のな

い表面状況 ■JIS規格やNK規  
格にもパス ■最大巾 1830mm  
最大板厚12.7mm 最大重量15t  
までコイルにできます。

品質管理は厳格そのもの。充分信  
頼できる製品だけが出荷されます

# SKK 全旋回式起重機〔船舶用 各種〕の魅力!



## SKK-8型

常用最大吊上荷重..... 8 等  
 原 動 機..... ヤンマー4L DL 64 P. S / 900 r.p.m  
 巻上速度..... 50 m / min  
 旋 回 速 度..... 3 r.p.m  
 操 作 方 式..... 手 動  
 工場渡し価格 ¥5,800,000 (ハウス鉄板張)

## SKK-5型

常用吊最大荷重..... 5 等  
 原 動 機..... ヤンマー2L DL 32 P. S / 900 r.p.m  
 巻上速度..... 40 m / min  
 旋 回 速 度..... 3.5 r.p.m  
 操 作 方 式..... 手 動  
 工場渡し価格 ¥2,750,000 (ハウス骨組幌付)

斯界に誇る販売実績と本社最高技術員により  
 り各工事現場に直結した設計を致します。



## 四國建機株式会社

本社工場 高知市横浜 2 1 4  
 TEL 代 (4) 2 2 3 3  
 広島工場 広島市元宇品町 3 9 3  
 TEL (4) 1 9 5 7  
 大阪工場 大阪市港区東田中町 1 の 87  
 TEL (571) 3 1 1 0





## S F 空気調和装置で いつも快適…

### フラクトファブリケン空気調和装置

天候の如何にかかわらず S F 空気調和装置さえ装備していれば船客、乗組員の居住性は満点。熱帯の海上では涼しい風を、冬の海では適度に暖房された空気を送ります。スウェーデン S F 社では各種の船用暖房、換気、及び空気調和装置を提供、世界中の船に装備されてご好評を頂いております。

#### 主なる納入船

型式	装備造船所	重量トン	装備年度
REGOVENT 高速式	名古屋造船	19,800	1957
REGOVENT 高速式	石川島播磨重工業	33,000	1959
REGOVENT 高速式	日本鋼管(鶴見)	34,000	1960
REGOVENT 低速式	川崎重工業	39,023	1960
REGOVENT 低速式	新三菱重工業	20,000	1960
INDIVENT 高速式	三菱日本重工業(横浜)	40,000	1960
REGOVENT 高速式	三菱造船(広島)	35,000	1961
REGOVENT 高速式	日立造船	12,700	1961
REGOVENT 高速式	三菱造船(長崎)	32,250	1962
REGOVENT 高速式	藤永田造船	4,000m <sup>3</sup>	1962
REGOVENT 高速式	石川島播磨重工業(相生)	46,850	1963
REGOVENT 高速式	三菱造船(広島)	35,000	1964
REGOVENT 高速式	三菱日本重工業(横浜)	18,000	1964
REGOVENT 高速式	川崎重工業	67,000	1964
REGOVENT 高速式	三菱造船(広島)	21,000	1964

日本総代理店

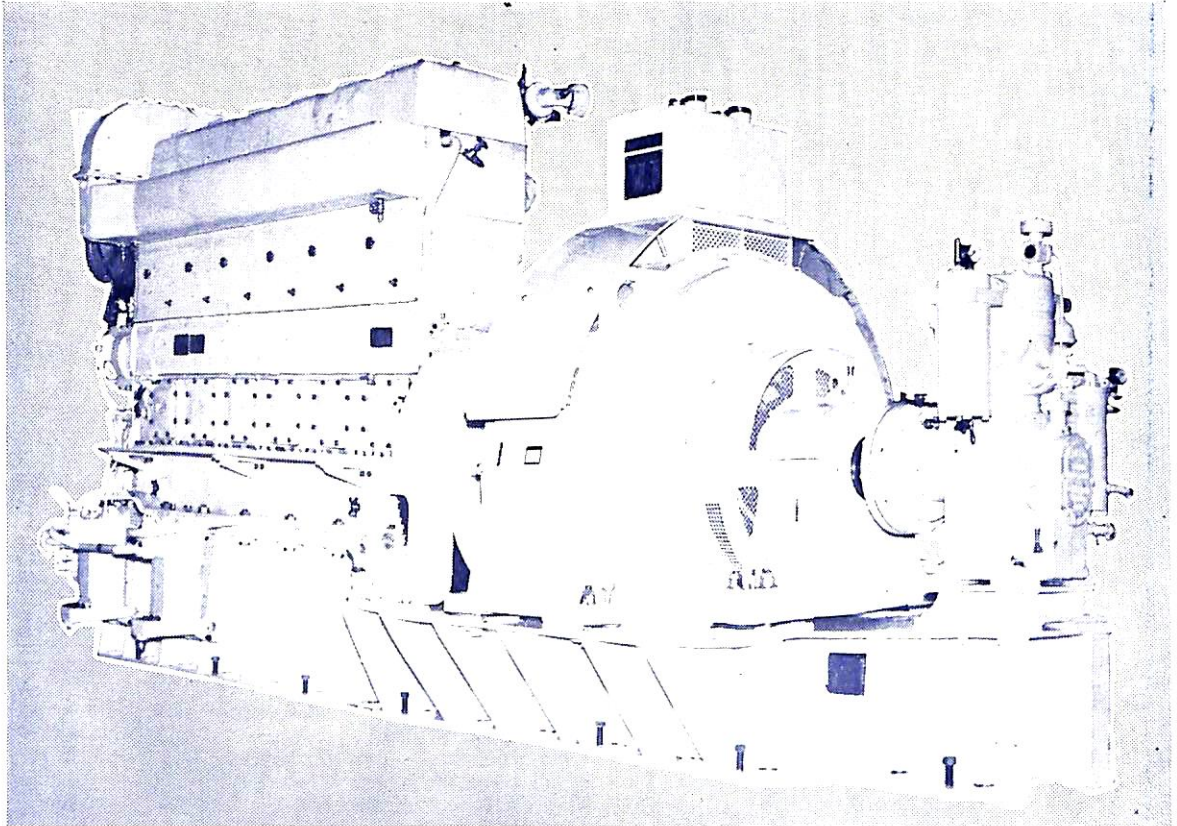


株式  
会社

**ガデリウス商会**

東京都港区赤坂伝馬町3-1-9 電話 408 2131-2141 代  
 神戸市生田区長花町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 2 2444-5606  
 札幌市北4条西4-1 ニュー札幌ビル 電話 5 3580 6634

- 自励・他励交流発電機
- 直流発電機
- 各種電動機及制御装置
- 船舶自動化装置
- 配電盤



永い経験と最新の技術を誇る

# 大洋の船用電気機器



## 大洋電機株式会社

本社 東京都千代田区神田司町2の7  
 電話 東京(231) 0361~8  
 下関出張所 下関市竹崎町399  
 電話 下関(22) 2820・3704  
 北海道出張所 札幌市北二条東二丁目 浜建ビル  
 電話 札幌(3) 8061・8261(5) 6347  
 工場 岐阜・伊勢崎

### 目次

3月のニュース解説	(編集部)	41
原子力船開発の現状	(日本原子力船開発事業団・坂井欣一)	44
[船用燃料・潤滑油・シリンダライナ腐食と摩耗・減摩剤関係特集]		
エンジン船用燃料と潤滑油の特質と実績	(エッソスタンダード石油・宮本武彦)	49
フリーピストンガス発生機用潤滑油に関する一考察	(出光興産・多原武)	52
スワラインUSD-570の特質と実績について	(丸善石油・潤滑油販売技術課)	54
シリンダ油開発分野における新しい船上実験方式	(モービル石油・今村弘人・半田徹夫)	59
船用トランクピストン型ディーゼル機関のシステム油の問題点	(日本石油・柳沢亘)	62
昭和石油の船用燃料とエンジンオイルの特質と実績	(昭和石油・販売技術課)	66
船舶用潤滑油について	(住本科学研究所・住本誠治)	69
低質重油によるディーゼル機関の腐食摩耗について	(船舶技術研究所・稲見信雄)	73
シリンダライナの電気防食について	(船舶技術研究所・加藤寛)	80
船用ディーゼル機関用シリンダライナの摩耗対策について	(理研ピストンリング工業・星靖)	84
船用内燃機関に使用するウイン減摩剤について	(三菱商事・石油第2部)	91
船舶エンジンの問題点と減摩剤メタルーブデザイン	(メタルーブ工業・技術部)	94
「溶接による生産性の向上」に対する反省と見解(3)	(松永和介・寺井清・上村郁夫)	95
建艦秘話(3) 戦艦大和(その1)	(庭田尚三)	101
[新製品紹介] ☆神鋼電機の船舶推進機に組み込まれた神鋼電磁クラッチ		106
☆神戸工業の超小型トランジスタレーダーMD-808型		107
[技術短信] ☆日本石油ボルネステストエンジン設置		100
☆日本鋼管・北辰電機で油槽船の完全自動荷役装置(AUT-O-CARGO)を開発		108
アメリカの新造貨客船SS SANTA MAGDALENA	(速水育三)	109
昭和38年度新造船建造許可実績(昭和39年3月分)		93
昭和38年度輸出船および国内船建造許可実績集計		105
[世界の客船] SS SANTA MAGDALENA(写真)	(速水育三)	23

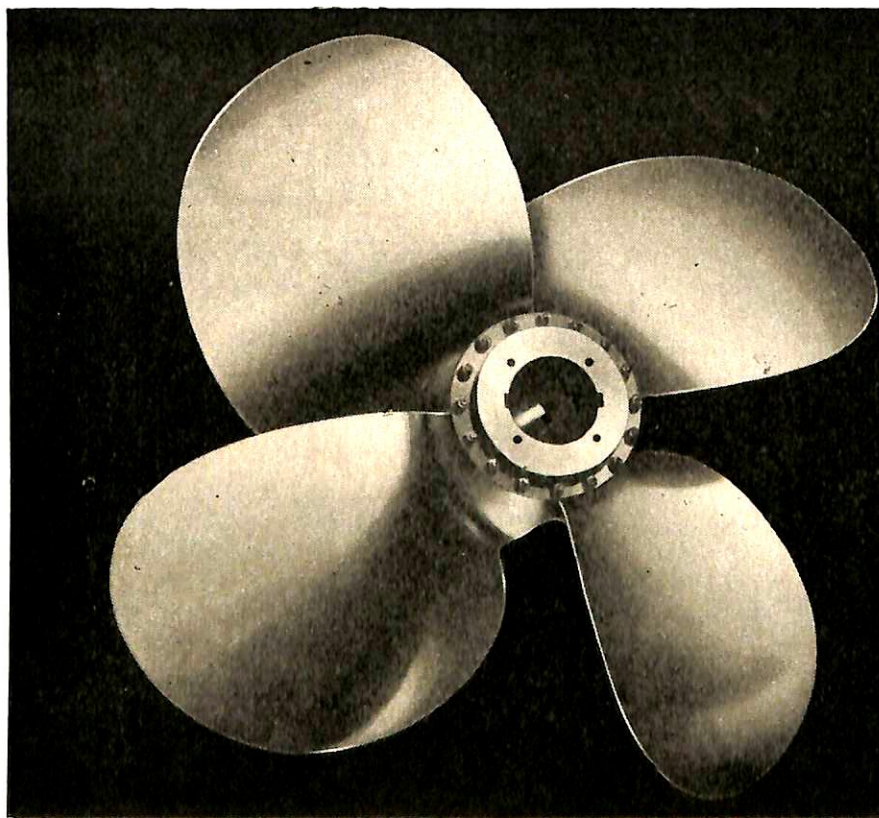
### 新造船写真集 (No. 186)

竣工船…津軽丸, 八洲川丸, 第三神戸丸, 菱光丸, おおすとらる, 雄冬丸, 加古川丸, 吉公丸, たいほく丸, 第七十六大洋丸, くまたか, 苦小牧丸, 第三くらかげ丸, 七富士丸, みどり丸, 第三十八星宝丸, 第二白神丸, 清風丸, 海洋, ちぶり, 豊川丸, 白竜丸, 雄邦丸, 海竜丸, 第二八熊丸, 長崎丸, 名城丸, まつゆき, LENINABAD, LUBNY, MEKATANI-01, PEELTAN

### 進水船…さくら丸, MOSKING

- ☆ 三菱造船・ウエストランド社とホバークラフト技術提携認可
- ☆ 三井造船・ビッカーズ・アームストロング社とホバークラフト技術提携認可
- ☆ 日立造船・堺工場の15万DWT建造船渠起工
- ☆ 日本鋼管・ノルウェー・ムンク社とガントリークレーン技術提携認可

[表紙写真] PRINCESS ANNE-MARIE 進水  
全長 235.45m 総吨数 約40,000T  
載貨重量 約 65,000Lt,  
主機 タービン 19,000 PS  
最大速力 16.75Kn 船価 約 22億円  
進水 39-3-11 竣工予定 39-6-末  
日立造船・因島工場建造



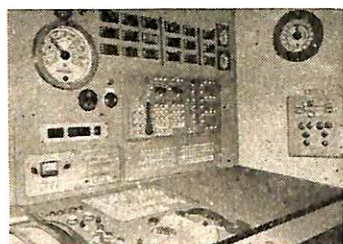
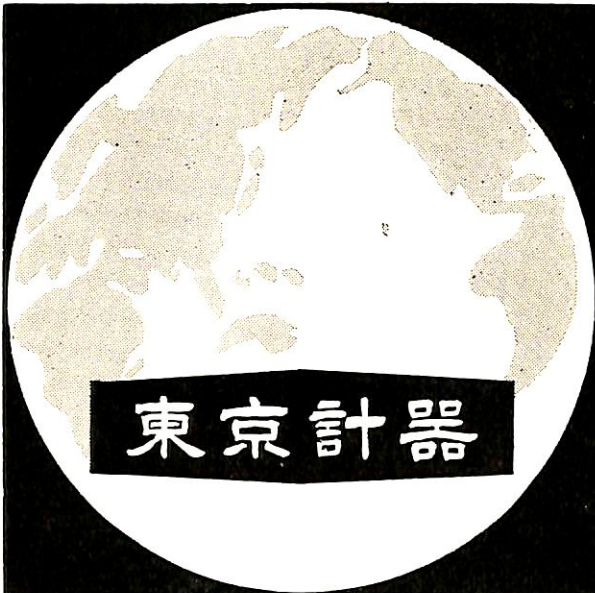
STONE-MANGANESE  
MARINE LIMITED

HELISTON, SCIMITAR

NOVOSTON & NIKALIUM

日本総代理店  
株式会社 井上商会  
井上正一

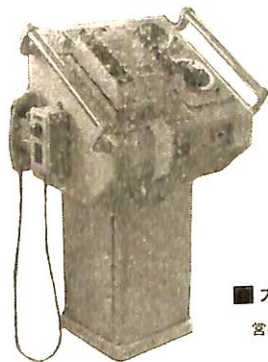
本社 横浜市中区尾上町5-80 TEL(68)4021-3 テレックス: 215-53 INOUYE YOK



**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・制御室いすれからでも遠隔操縦ができます。



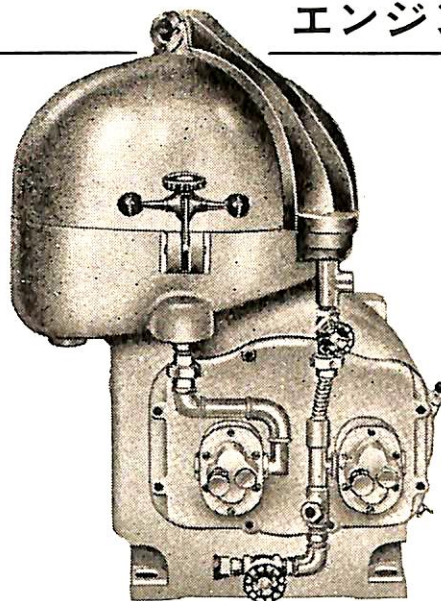
■カタログ進呈  
営業管理課 A12 係

**株式 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■

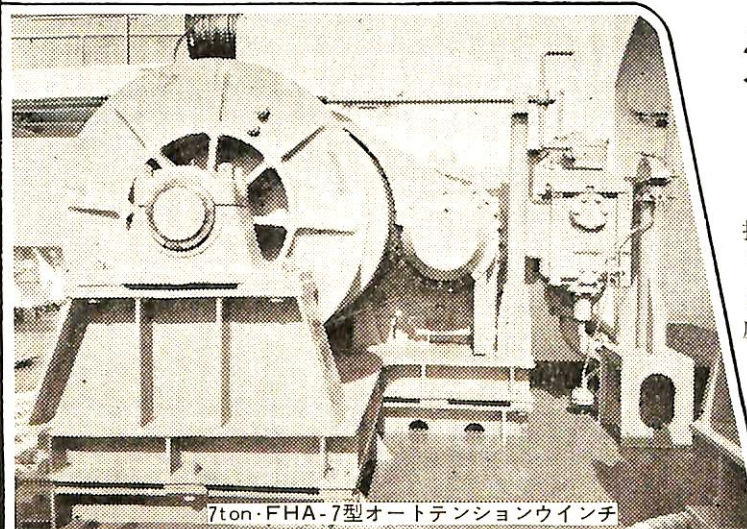
# Sharples Gravitrol Centrifuge

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)

●造船界にゆるがぬ信頼をいたゞく!



7ton・FHA-7型オートテンションウインチ

## 油圧駆動 甲板機械

揚貨機・揚錨機・繫船機・オートテンションウインチ・デッキクレーン・トロールウインチ・底曳用ウインチ・操舵機

**Fukushima**

株式 相島製作所

株式会社  
エクマン商会

東京・銀座7-1(銀座ヤマトビル) TEL(571)9246(代)

東京・有楽町(三信ビル)  
TEL(591)1206-8



津 軽 丸 日本国有鉄道  
 連絡船 (青森一函館間)

浦賀重工業株式会社浦賀工場建造 17,900m 型深 7.20m  
 垂線間長 123.00m 主軸 V8V 22/30mAL 型ディーゼル機関 8 基 (2 軸) (4 基 1 軸, マルティキョードディーゼル機関, フルカン継手, 減速装置付)  
 川崎MAN 4 サイクル V8V 22/30mAL 型ディーゼル機関 4 基 (2 軸) (4 基 1 軸, マルティキョードディーゼル機関, フルカン継手, 減速装置付)  
 出力 (定格) 1,600 PS×8 (750RPM) 推進器 菱川KAMEWA 可変ピッチプロペラ6,000PS 2 軸, 同ハラスラスター850L/S 装備  
 クレイトン RO 175 強制再循環式 2 台 発電機 AC 3 相 445V 6000kVA 3 基 同原動機 川崎MAN W8V 22/30 ディーゼル  
 840PS 3 基 電力 (試験運転最大) 21.51kn (満載航海) 18.2kn 乗組員 49名 旅客 1等330名 (夏台20椅子席指定・自由計216,  
 座席94) 2等870名 (椅子席324, 座席546) 搭載貨車 48 両 救命艇 2 隻 ゴムボート 25人乗 52 個, 脱出用滑り台 6 個,  
 レーター 2 台, 自動船位測定装置, 機関集中制御室設備。 自森一函館間運航 3 時間50分 (50分短縮)



鉾石専用船 八洲川丸 川崎汽船株式会社

YASUKAWA MARU

川崎重工業株式会社建造  
 全長 220.57m 垂線間長 210.00m 型幅 30.40m 起工 38-4-15 進水 39-1-17 竣工 39-3-24  
 総噸数 32,217.80T 純噸数 8,122.51T 載貨重量 52,258kt 型深 17.40m 満載吃水 11.823m  
 艀口数 11 燃料油艀 5,486m<sup>3</sup> 燃料消費量 45.5t/day 清水艀 1,817m<sup>3</sup> 貨物艀容積 (グリーン) 31,011.3m<sup>3</sup>  
 単動2サイクルクロスヘッド排ガスターボチャージドディーゼル機関 1基 主機械 川崎MANK9Z78/140D  
 (118RPM) (常用) 11,475PS (112RPM) 補機関 川崎パッケージドボイラ 1台, 川崎LA-MONT排ガス  
 ボイラ 1台 発電機 AC250kVA×3台 送信機 中波250W 短波800W 1式 短波800W 1式 補助50W 1式  
 受信機 全波2式 出力 (連続最大) 13,500PS 航統距離 36,300浬  
 速力 (試運転最大) 16.942kn (満載航海) 14.0kn  
 船級 NK 船型 艀首接付平甲板型 乗組員 32名 予備 5名 鉾石艀を全通の1区画とした。艀口蓋は油  
 圧による持上げエアモーターによる開閉駆動を行ないエアシールで水密を保っている。当社建造の高自動化船みし  
 っぴ丸に準じた大幅な自動化を採用している。

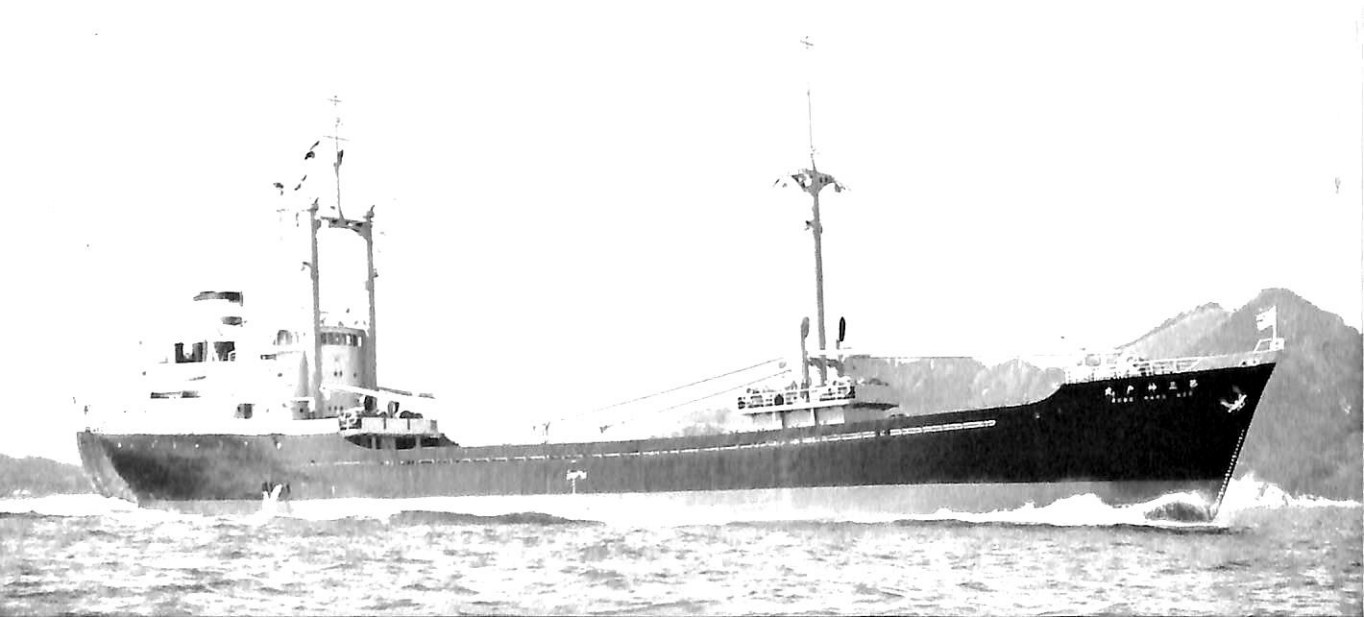
— 12 —

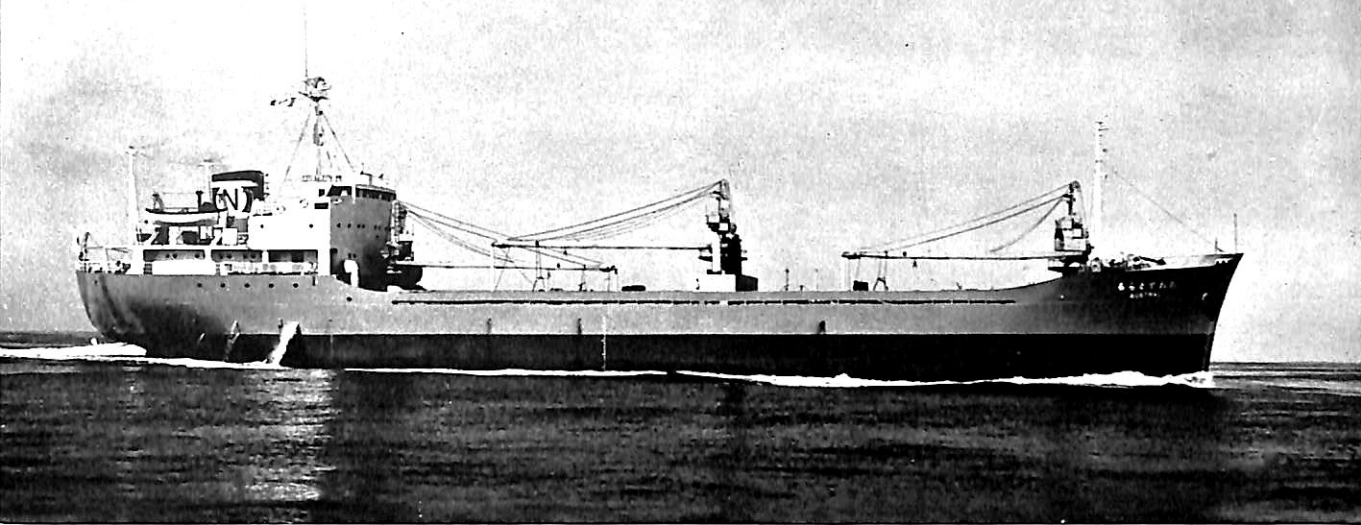
第三神戸丸

特定船舶整備公団  
 神戸船舶株式会社

KOBE MARU No.3

尾道造船株式会社建造  
 全長 83.10m 垂線間長 77.50m 型幅 12.00m 起工 38-9-4 進水 38-11-17 竣工 39-1-13  
 満載排水量 3,808.00kt 純噸数 1,585.90T 載貨重量 2,746.78kt 満載吃水 5.40m  
 貨物艀容積 (ベール) 2,862.85m<sup>3</sup> (グリーン) 3,176.66m<sup>3</sup> 艀口数 2 デリックブーム 10T×4  
 燃料油艀 173.64T 燃料消費量 6.34t/day 清水艀 116.14T 主機械 阪神内燃機工業製4サイクル  
 過給機付ディーゼルエンジン (Z6ZSH) 1基 出力 (連続最大) 1,650BHP (275RPM) (常用) 1,400BHP  
 (261RPM) 補汽缶 乾燃室型 10kg/cm<sup>2</sup> 1缶 発電機 AC 35kVA×225V×2台  
 送信機 (主) 250W×1台 (補) 75W×1台 受信機 全波 2台 速力 (試運転最大) 14.212kn  
 (満載航海) 11.70kn 航統距離 6,150浬 船級 NK: NS\* MNS\* 船型 凹甲板型 乗組員 26名  
 同型船 第二神戸丸



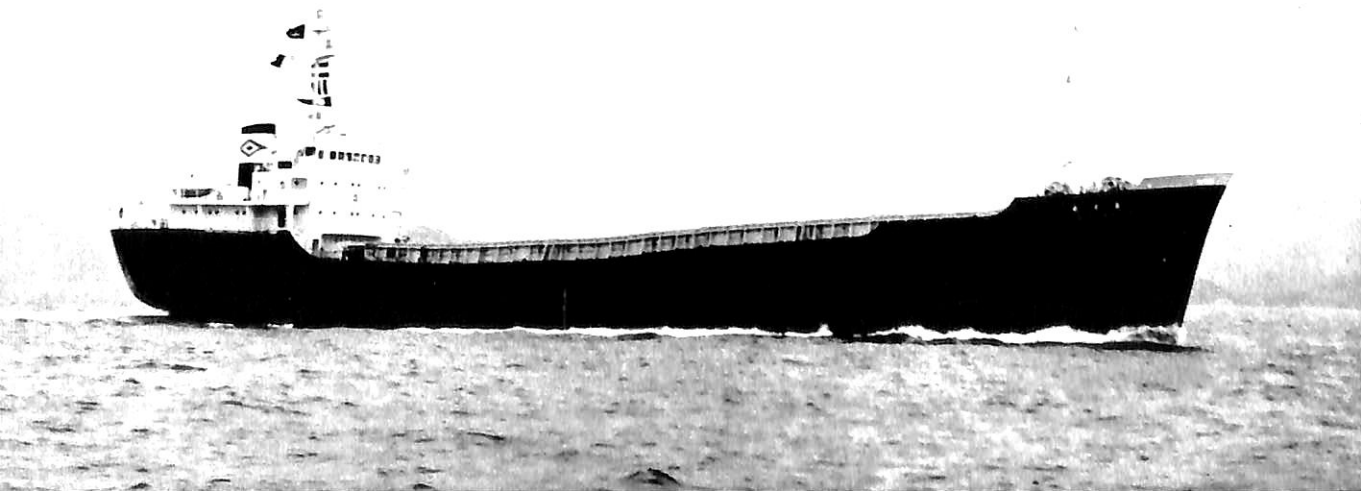


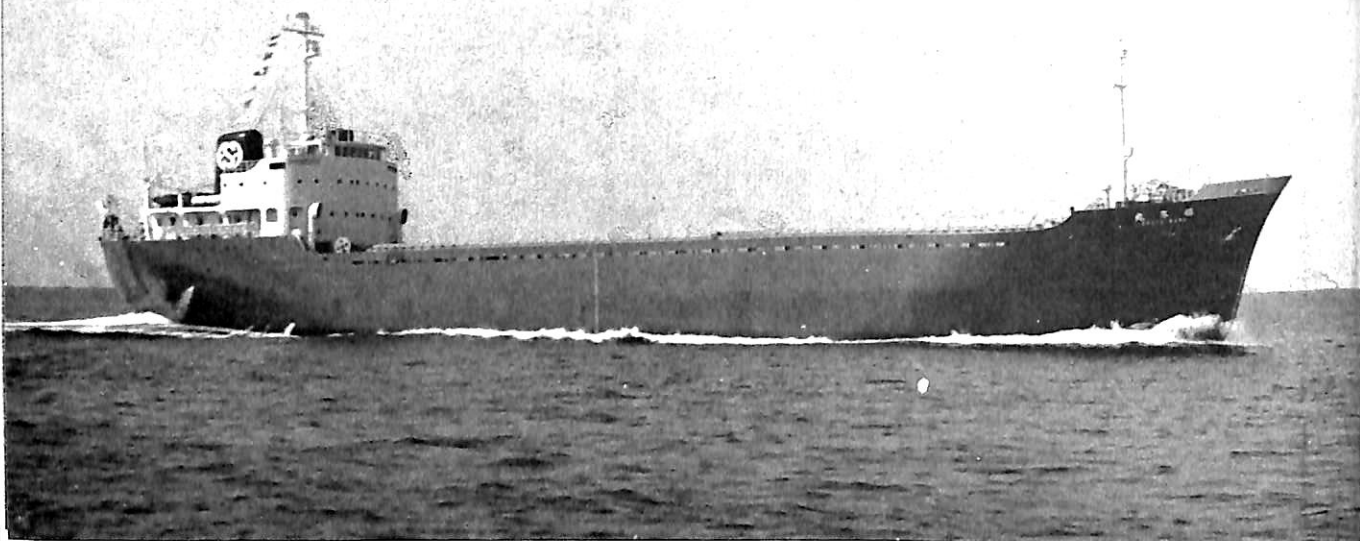
木材運搬船 **おおすとらる** 特定船舶整備公団  
AUSTRAL 七洋船舶株式会社

日本海重工業株式会社建造 起工 38-9-27 進水 38-12-11 竣工 39-3-19  
 全長 93.58m 垂線間長 86.80m 型幅 14.60m 型深 7.50m 満載吃水 6.632m  
 満載排水量 5,010.2kt 総噸数 2,893.65T 純噸数 1,654.59T 満載排水量 4,648.2kt  
 貨物艙容積 (ベール) 5,456.7m<sup>3</sup> (グレーン) 5,784.6m<sup>3</sup> 艙口数 2 燃料油艙 A39.36t, C327.41t  
 燃料消費量 8.87t/day 清水槽 194.2t 主機械 単動2サイクルトランクピストン型過給機及び空気冷却器付  
 ディーゼル機関 スルザー "6TAD48" 出力 (連続最大) 2,640PS (250RPM)  
 補汽缶 堅型横煙管式ボイラー 450kg/h 発電機 445V 162.5kVA 交流自己通風防滴構造自動式 2基  
 送受信機 中短波 500W・1 (補) 50W・1 レシーバーオールウェーブ 2基 速力 (試運転最大) 14.849kn  
 (満載航海) 85% 出力 15% SM 航続距離 10,000浬 船級 NS近海区域第1級 船型 凹甲板船尾機関型  
 乗組員 29名

石炭専用船 **菱 光 丸** 特定船舶整備公団  
RYOKO MARU 千代田汽船株式会社

三菱造船株式会社下関造船所建造 起工 38-12-5 進水 39-1-16 竣工 39-3-10  
 全長 101.92m 垂線間長 94.00m 型幅 14.40m 型深 8.40m 満載吃水 6.92m 満載排水量 7,145kt  
 総噸数 3,434.86T 純噸数 1,977.81T 載貨重量 5,596kt 貨物艙容積 (グレーン) 7,066m<sup>3</sup>  
 艙口数 3 燃料油艙 143m<sup>3</sup> 清水艙 78m<sup>3</sup> 主機械 伊藤過給機付4サイクルディーゼル機関 1台  
 (伊藤M477LHS) 出力 (連続最大) 2,800PS (240RPM) (常用) 2,380PS (228RPM)  
 補汽缶 コクランコンホジット型 発電機 125kVA A.C. 445V 2台 送受信機 SSB 10W  
 速力 (試運転最大) 15.09kn (満載航海) 12.29kn 航続距離 約 3,200浬 区域資格 沿海  
 船型 凹甲板船尾機関型 乗組員 20名 予備 4名 警備装置 オートテンションウインチ (油圧) 4台  
 艙口蓋 三菱式シングルプルタイプ 鋼製蓋 機関部 遠隔操縦装置並に 動制御装置採用





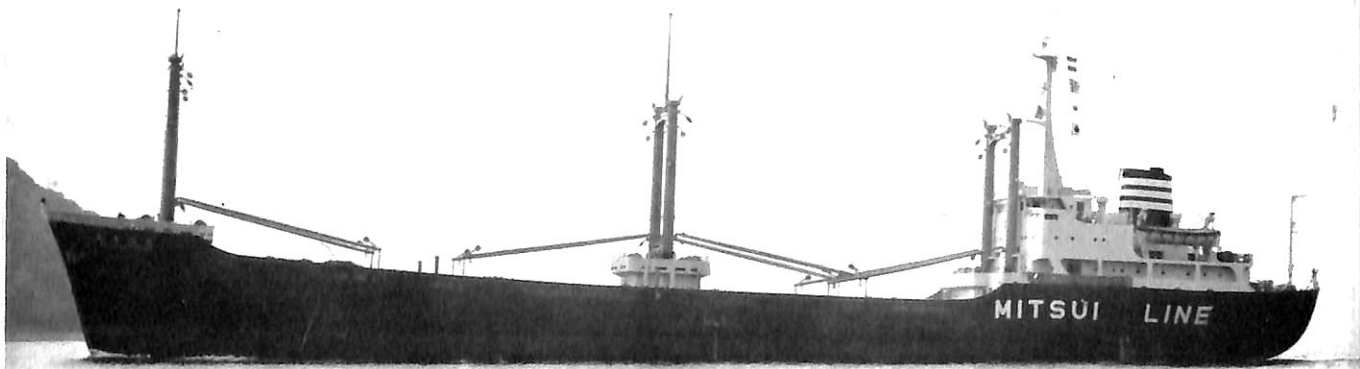
石炭運搬専用船 **雄 冬 丸** 特定船舶整備公団  
OFUYU MARU 京北海運株式会社

来島船渠株式会社建造  
 全長 94.00m 垂線間長 86.80m 型幅 14.00m 型深 7.90m 竣工 39-3-15  
 総噸数 2,860.33T 載貨重量 4,489.22kt 貨物艙容積 (グレーン) 5,531.70m<sup>3</sup> 主機械 三井B&W  
 出力 (連続最大) 2,700PS (248RPM) 速力 (試運転最大) 15.383kn (満載航海) 12.5kn 船級 NK  
 操舵室内の操縦盤の押ボタンで、主機の始動、停止、逆転、速度調整の操作が簡単にできる。機関室内に制御室を設  
 備、オートテンションウインチを4台装備、エルマン式スチールハッチカバーを採用し、油圧ウインチにより自動  
 開閉できる。

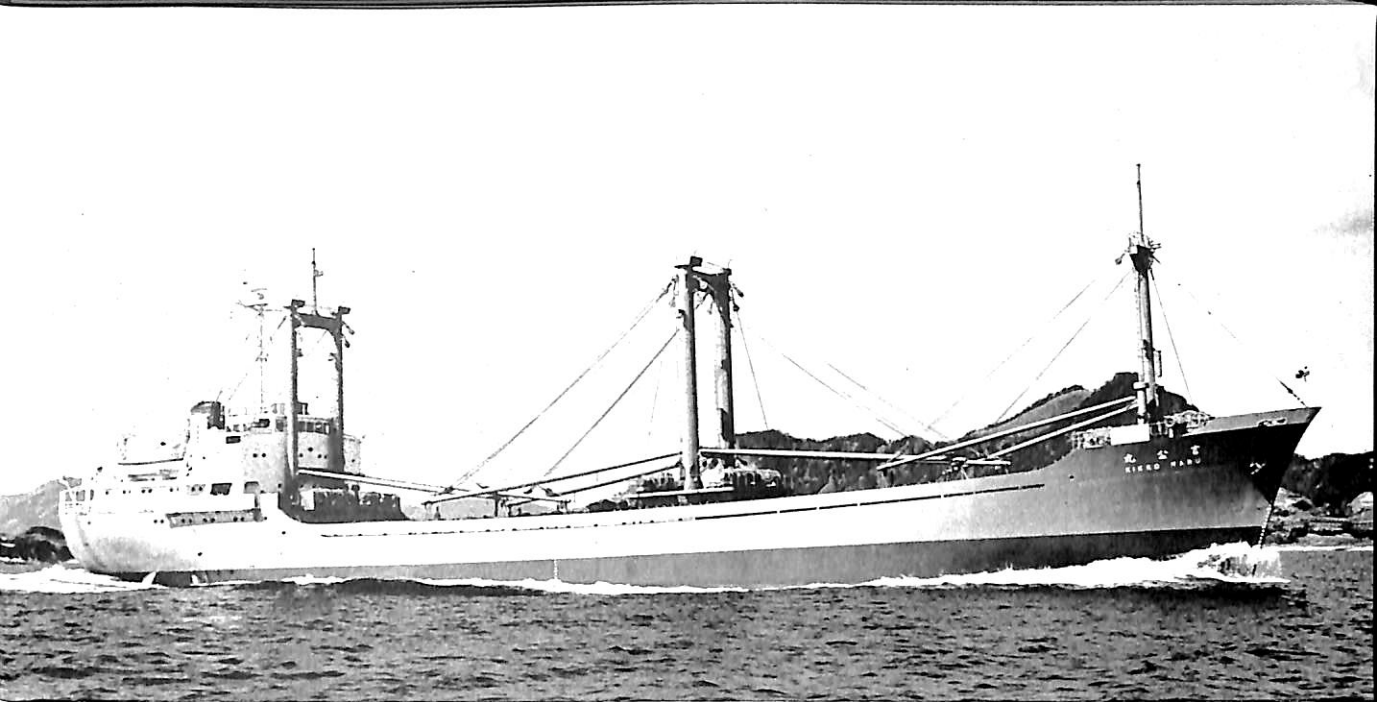
— 14 —

**加 古 川 丸** 東洋海運株式会社  
KAKOGAWA MARU

尾道造船株式会社建造  
 全長 109.92m 垂線間長 101.90m 型幅 15.60m 型深 8.10m 竣工 39-2-5  
 満載排水量 7,969.00kt 総噸数 3,793.04T 純噸数 2,279.73T 載貨重量 5,867.44kt  
 貨物艙容積 (ペール) 7,346.27m<sup>3</sup> (グレーン) 7,965.98m<sup>3</sup> 艙口数 3 デリックブーム 10t・6 15t・2  
 燃料油艙 375.08t 燃料消費量 10.9t/day 清水艙 548.40t 主機械 二衝程単動無気噴油クロスヘッド型  
 過給機付ディーゼル機関1基 (三井造船、650VTBF-110) 出力 (連続最大) 3,450BHP (170RPM)  
 主補汽缶 乾燃室型 (四号型) 発電機 A.C 125kVA・445V 2台 送信機 主 500W×1 補 50W・1  
 受信機 全波 1 短波 2 速力 (試運転最大) 16.292kn (満載航海) 13.75kn 航続距離 11,000哩  
 船級 NK 船型 凹甲板型 乗組員 37名 同型船 木曾川丸







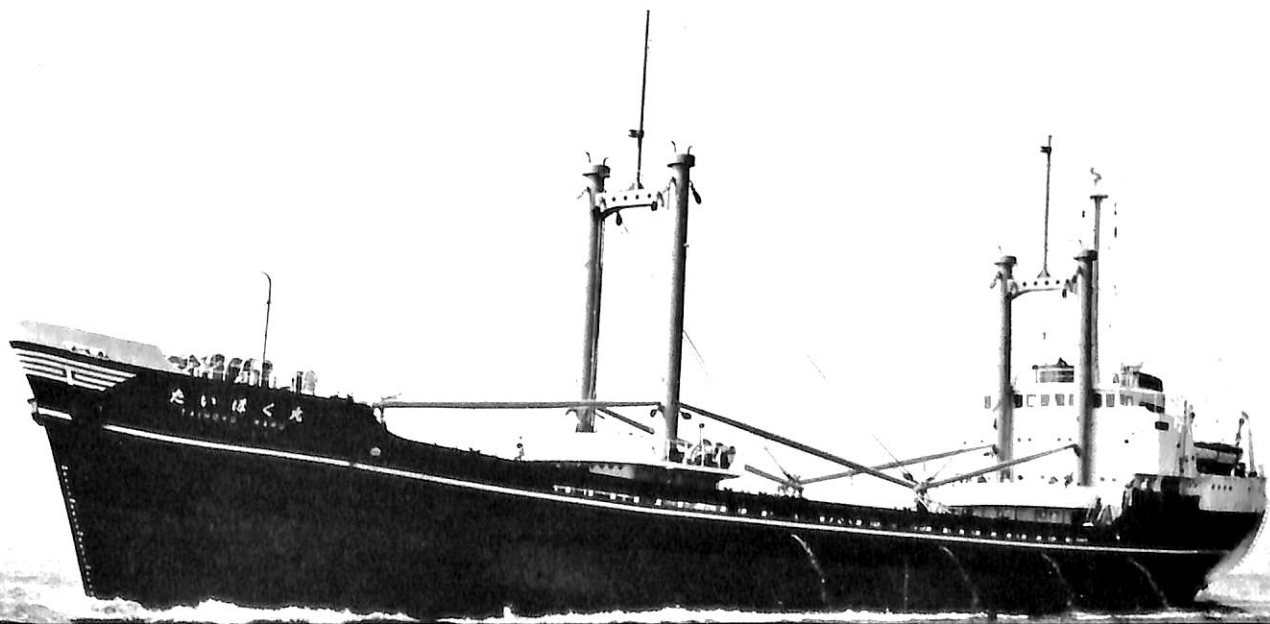
貨物船 吉 公 丸 特定船舶整備公団  
KIKKO MARU 佐藤国汽船株式会社

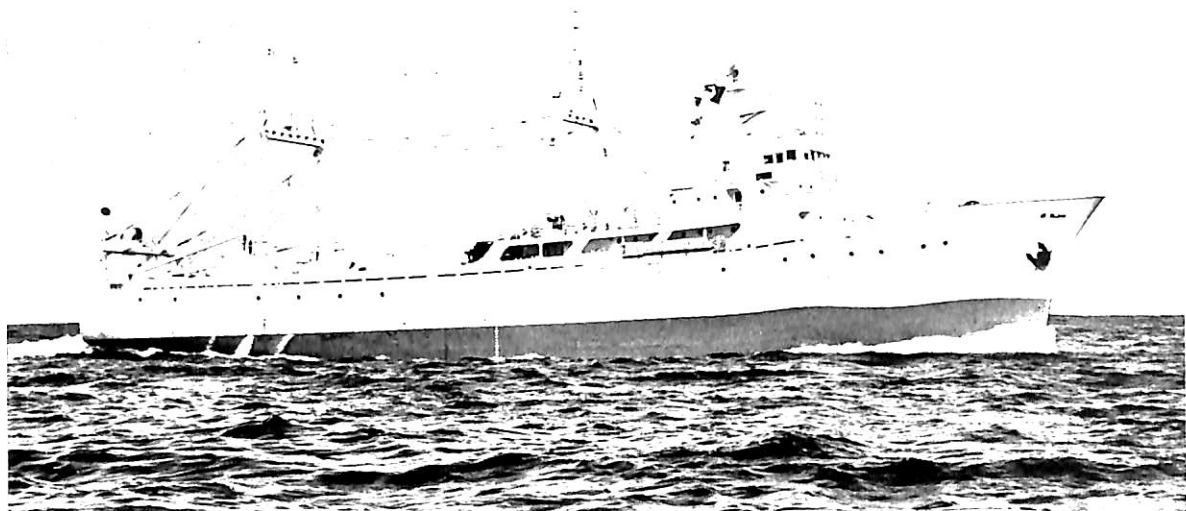
瀬戸田造船株式会社建造  
 全長 90.025m 垂線間長 82.500m 型幅 12.800m 進水 39-1-26 竣工 39-2-26  
 満載排水量 4,452.00T 総噸数 1,988.02T 純噸数 1,092.17T 満載吃水 5.534m  
 貨物艙容積 (ベール) 3,823.32m<sup>3</sup> (グリーン) 4,180.20m<sup>3</sup> 艙口数 2 デリックブーム 10t×2, 15t×2, 10t×2 載貨重量 3,133.76kt  
 燃料油艙 269.84m<sup>3</sup> 燃料消費量 1,617g/PS/h 清水艙 103.04m<sup>3</sup> 主機械 単動2サイクルトラック  
 ビストンターボチャージドディーゼルエンジン7UET 39/65 1基 出力 (連続最大) 2,350BPS (260RPM)  
 (常用) 1,997BPS (246RPM) 補汽缶 船用堅型コンポジットボイラー 発電機 AC445V 120kVA×2  
 送受信機 SSB 10W 速力 (試運転最大) 14.693kn (満載航海) 12.0kn 航続距離 8,110浬  
 船級 近海区域 船型 船尾機関型 乗組員 28名 甲板補機 油圧式

— 15 —

貨物船 たいほく丸 近藤海運株式会社  
TAIHOKU MARU

株式会社F1岸鉄工所建造  
 全長 83.17m 垂線間長 77.50m 型幅 12.00m 進水 39-1-17 竣工 39-3-1  
 満載排水量 3,592.00kt 総噸数 1,599.12T 純噸数 836.45T 満載吃水 5.15m  
 貨物艙容積 (ベール) 2,933.14m<sup>3</sup> (グリーン) 3,105.77m<sup>3</sup> 揚貨機 変油圧式 5t×36m/min×4, 3t×36m/min×2 載貨重量 2,538.76kt  
 艙口数 2 デリックブーム 10t×4, 5t×2 燃料油艙 219.44m<sup>3</sup> 燃料消費量 6.6t/day 清水艙 138.25m<sup>3</sup>  
 主機械 新潟鉄工所製堅型単動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) 2,000PS (320RPM) (常用) 1,700PS (307RPM) 主補汽缶 コ克蘭コンボジェット型 1基  
 1.500D×3.050H 400kg/H 発電機 三相交流防滴型 445V 10kVA×720rpm×2 原動機 4サイクルディーゼル 2台  
 120PS×720rpm 送信機 第一送信機 NSD-1,200×1,200W 第二送信機 NSC-1,075EP×1 50W  
 受信機 全波受信機 NRD-130E×2 速力 (試運転最大) 14.553kn (満載航海) 12.4kn 航続距離 6,000浬  
 船級 NK 近海第一級 船型 甲板型 1層 乗組員 26名 同型船 藤峯丸 (線図のみ) 主機 遠隔操縦  
 装置付 甲板補機 全部油圧を採用





トロール漁船 第七十六 大洋丸 大洋漁業株式会社  
TAIYO MARU No.76

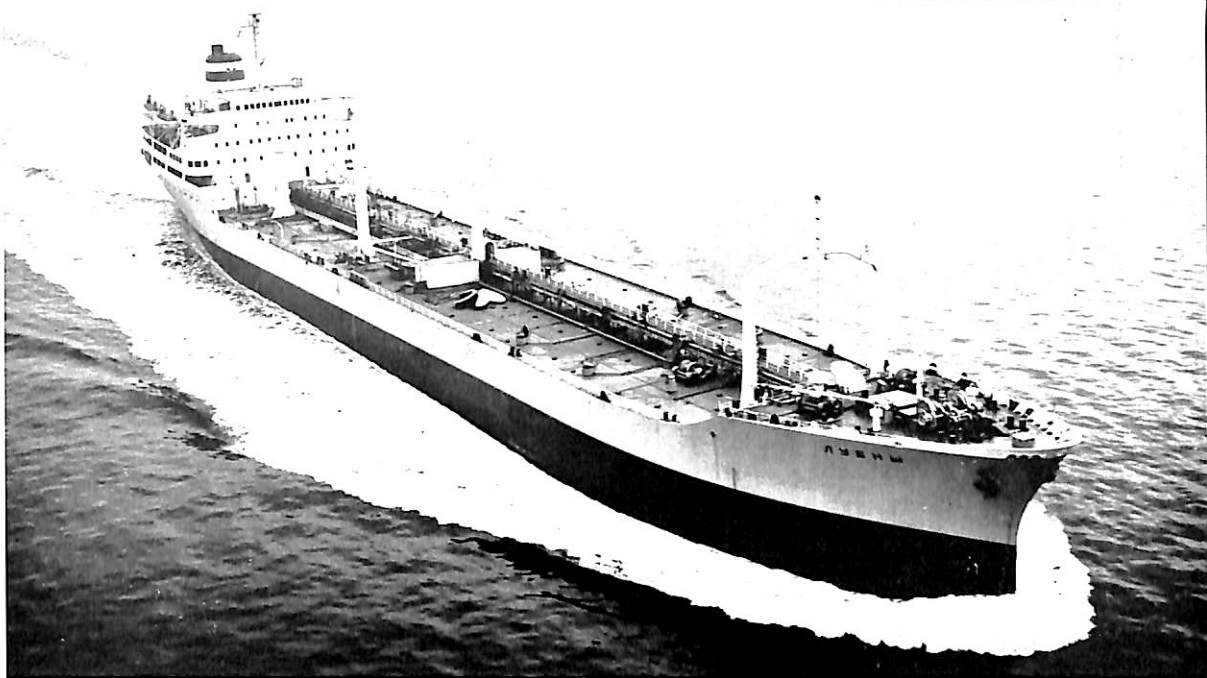
林兼造船株式会社建造 超工 38-7-6 進水 38-12-2 竣工 39-2-3  
 全長 79.90m 垂線間長 74.20m 型幅 12.80m 型深 8.65m 総噸数 2,165.59T 純噸数 1,164.97T  
 魚艙容積 1,772.17m<sup>3</sup> 冷蔵艙容積 529.90m<sup>3</sup> 燃料油艙 653.66m<sup>3</sup> 主機械 神戸発動機製 6UET 45/75 1基  
 出力 (連続最大) 2,700PS (225RPM) (常用) 2,300PS (213RPM) 発電機 300kVA×445V  
 交流60 $\sim$ 3台 発電機用原動機 380PS×900rpm 過給機付4サイクルディーゼル 送信機 主 500W  
 補 100W 各1台 1kW 短波 1台 受信機 短波, 全波, 非常用 各1台 速力 (試運転最大) 15.377kn  
 (満載航海) 12.75kn 航続距離 約19,000浬 乗組員 74名 同型船 第七十五大洋丸 冷凍機 SMC  
 12×100型 55.2R 440V 1800rpm 80kW 3台 トロールウインチ 13t×60m/min 油圧式 綱巻ウインチ  
 5t×48m/min 油圧式 2台 ネットゾンデ捲取装置 0 $\sim$ 70m/min 油圧式

— 16 —

甲型駆潜艇 くまたか 防衛庁  
KUMATAKA

株式会社藤永田造船所建造 起工 38-3-20 進水 38-10-21 竣工 39-3-25  
 長さ 60.00m 幅 7.10m 深さ 4.40m 吃水 2.40m 基準排水量 約 460t  
 主機械 三井パーマイスター型ディーゼル機関 2基 出力 (連続最大) 2,000PS×2 速力 約20kn  
 乗組員 80名 主要兵装 40耗連装機銃 1基, 魚雷発射管(3連装) 2基  
 爆雷投下機 1基, ヘッジホッグ 1基



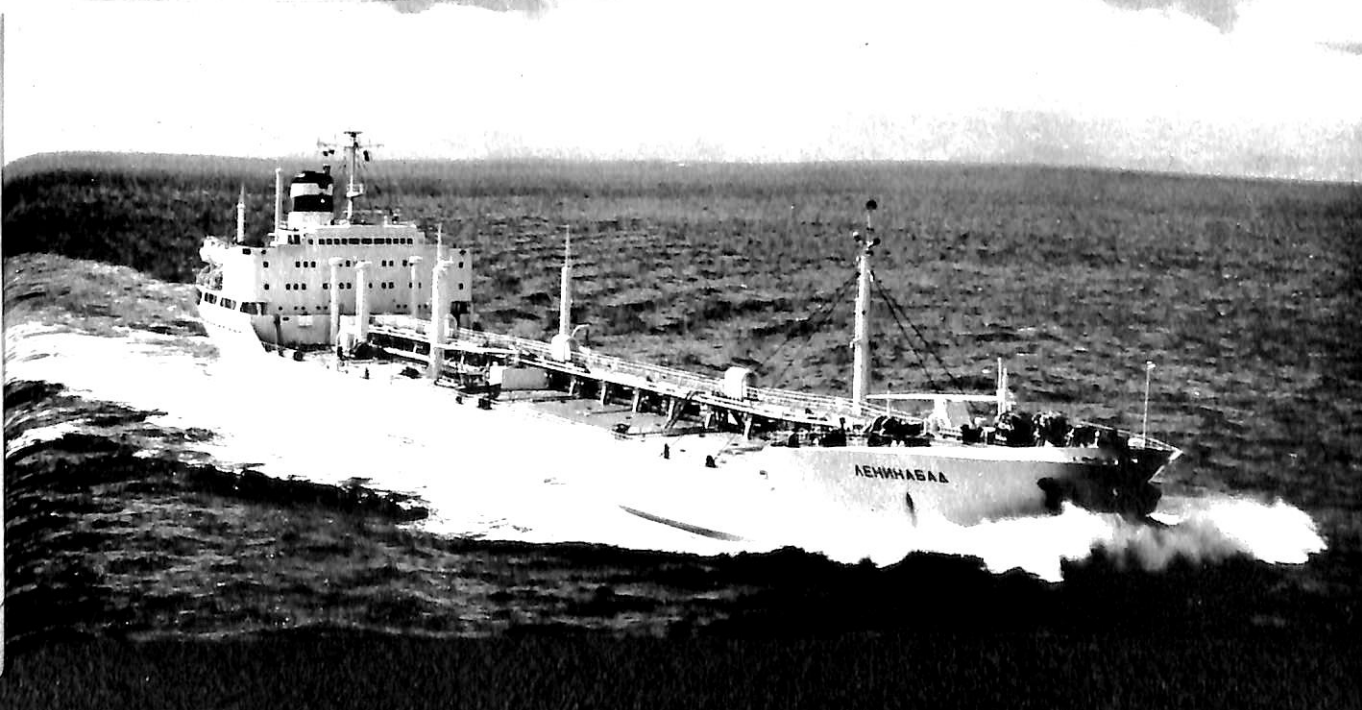


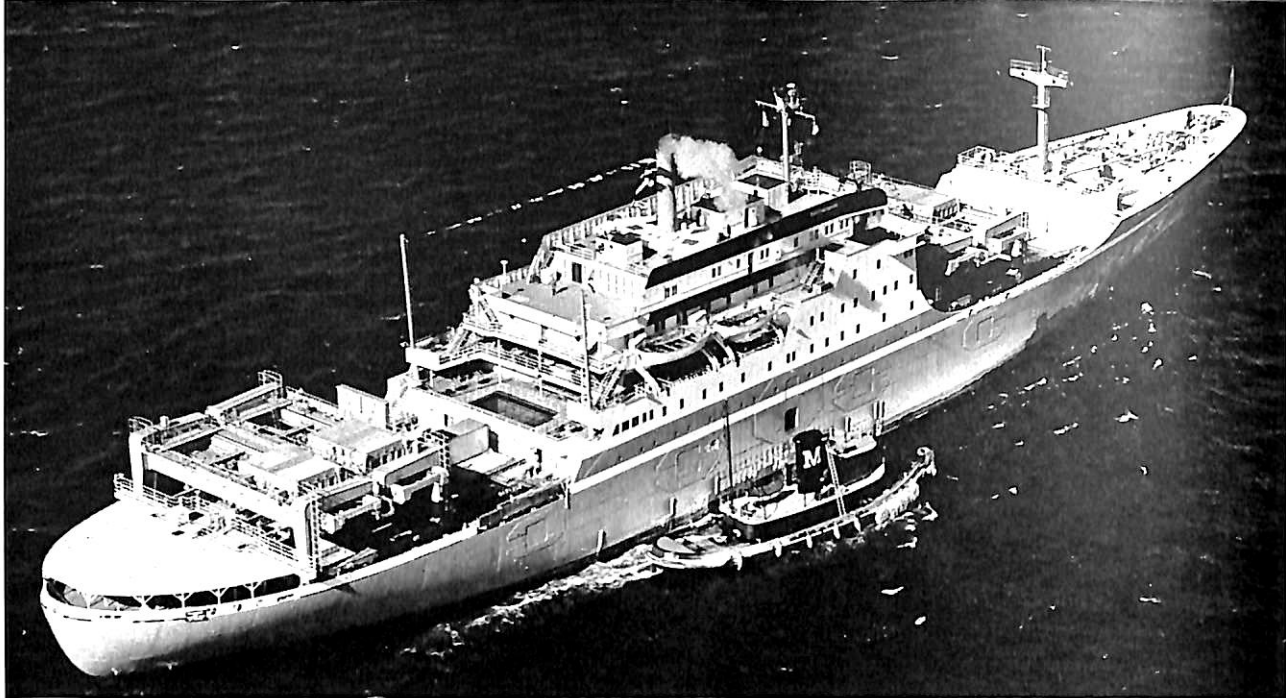
ルブニイ  
輸出油槽船 **LUBNY**

船主 V/O Sudoimport (U.S.S.R.)  
 三菱造船株式会社広島造船所建造 起工 38-9-12 進水 38-12-9 竣工 39-3-14  
 全長 207.00m 垂線間長 195.00m 型幅 27.00m 型深 14.25m 満載吃水 10.740m 満載排水量 45,724.40kt  
 総噸数 22,345.92T 純噸数 15,582.89T 載貨重量 35,205.0kt 貨物艙容積 (ベール) 699.12m<sup>3</sup>  
 (グリーン) 773.38m<sup>3</sup> 貨物油艙容積 46,427.0m<sup>3</sup> 主荷ポンプ 汽動横形渦巻 1,100m<sup>3</sup>/h×80m 3台  
 デリックブーム 4 燃料油艙 3,012.6m<sup>3</sup> 燃料消費量 59.9kt/day 清水艙 518.9m<sup>3</sup> 主機械 三菱広島  
 スルザースカベンジグ2サイクル単動排気ターボチャージャ付クロスヘッド形ディーゼル機関 1基  
 出力 (連続最大) 18,000PS (119RPM) (常用) 15,300PS (112.5RPM) 補汽缶 三菱広島間接蒸発式  
 水管形補助ボイラ 2基 発電機 (主) 三相AC50~自動式 3台 (非常用) 3 相AC50~自動式 1台  
 送信機 中波 250W 1台 短波 250W 1台 中波 50W 1台 受信機 全波スーパーヘテロダイン式 2台  
 補助 オートダイン式 1台 速力 (試運転最大) 17.90kn (満載航海) 17.2kn 航続距離 18,600浬 船級 遠洋LR  
 船型 船首楼および船尾楼を有する凹甲板船尾機関船型 乗組員 66名 同型船 LUGANSK, LEBEDIN, LIKHOSLAVL

レニナバード  
輸出油槽船 **LENINABAD**

船主 V/O Sudoimport (U.S.S.R.)  
 石川島播磨重工業株式会社相生第一工場建造 起工 38-9-21 進水 38-12-21  
 竣工 39-3-10 全長 207.03m 垂線間長 195.00m 型幅 27.00m 型深 14.40m  
 満載吃水 10.73m 総噸数 23,781.46T 純噸数 15,208.05T 載貨重量 35,221MT  
 貨物油艙容積 47,588.6m<sup>3</sup> 主荷油ポンプ 1,100<sup>3</sup>/h×85m 3台 デリックブーム 5t×2,3t×2  
 燃料油艙 2,373m<sup>3</sup> 燃料消費量 62.8t/day 清水艙 334.31m<sup>3</sup>  
 主機械 石川島播磨スルザー 9RD90 型ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 18,000PS (119RPM)  
 (常用) 16,200PS (115RPM) 補汽缶 2 胴水管缶 2基 発電機 AC 400V 350kVA 3台  
 受信機 中波 250W 短波 250W 各1台 送信機 全波 2台 長中波 1台 速力 (試運転最大)  
 17.815kn (満載航海) 17.0kn 航続距離 15,400浬 船級 LR 船型 凹甲板船尾船橋型  
 乗組員 士官 17名、船員 43名、パイロット 1名、見習 14名 同型船 LOZOVAYA, LISKI 同型船 6隻の  
 第3船で、機関室をはじめ全船に自動化を採用し、耐氷構造、消火設備の充実、居住区の高級化をはかっている。





メカタニー  
MEKATANI-OI

船主 The Government of the  
Republic of Indonesia

佐世保重工業株式会社佐世  
保造船所建造

起工 38-9-4

進水 38-12-3

竣工 39-3-25

全長 56.50m

垂線間長 52.00m

型幅 13.40m 型深 4.50m

満載吃水 1.517m

満載排水量 903.8kt

総噸数 1,016.37T

純噸数 586.40T

載貨重量 375.71kt

貨物艙容積 (ベール) 1,300m<sup>3</sup>

艙口数 1 デリックブーム 5t×2 燃料油艙 60m<sup>3</sup> 清水艙 110m<sup>3</sup>

主機械 ディーゼル 600PS 2 台 (三菱日本 MAN G6V 23.5/33 AL)

出力 (連続最大) 600BPS×2 (600RPM) (常用) 510BPS×2 (560RPM)

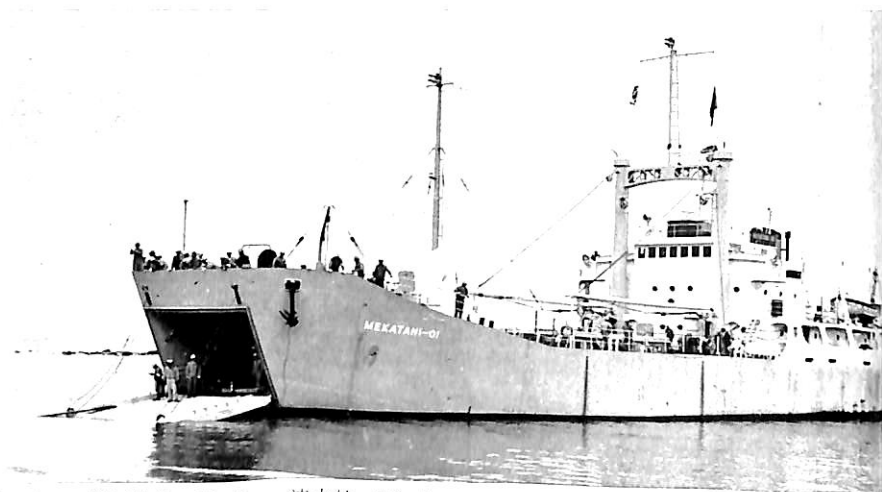
発電機 45kW D.C.230V 2 台 (原動機ディーゼル75BHP×900 RPM 2 台)

送信機 50W 中短波 1 台 受信機 全波 (スーパーヘテロダイン 1 台)

速力 (試運転最大) 12.12kn (満載航海) 9.5kn 船級 B.V. 沿海

船型 平甲板船 乗組員 15名 旅客 10名

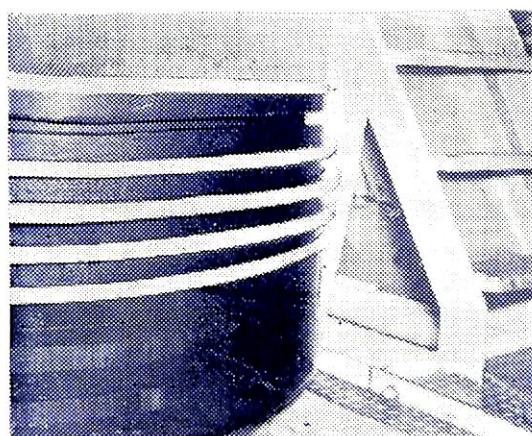
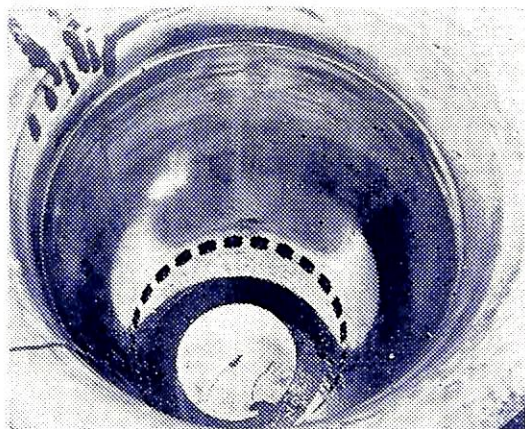
ランプゲートの開閉により艙艀へブルドーザー 8 台を積込み、格納装置あり。



# エッソの技術が開発した 船用高級潤滑油

## 画期的なシリンダー油 TRO-MAR DX-90

極圧グリースの研究から生まれた分散性型高アルカリ油です。一般の油溶性型油と比べて次のような特性があります。



- 1) 高荷重および極圧荷重下でもすぐれた潤滑性能を保ちます。
- 2) Complex Soap が金属表面に吸着して、ざらつき摩耗を防ぎます。
- 3) 堆積物が少なく柔わらかいので、リング膠着や排気系統のよごれがほとんどありません。
- 4) ライナー摩耗が低減し、少ない注油量で運転が可能です。

## 代表的システム油 TRO-MAR 65

油劣化防止のため酸化および腐蝕防止剤の添加剤を配合したものです。ディーゼル・エンジンのシステム油およびピストン冷却油として最高の性能を発揮します。その主な特性は、

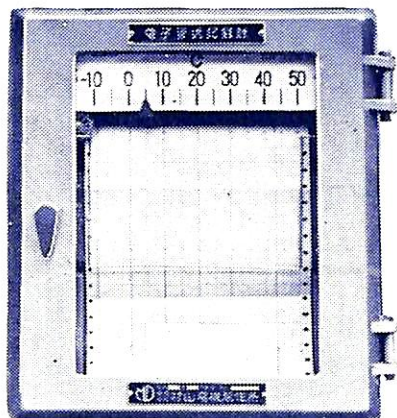
- 1) エンジン内のカーボン堆積がほとんどなく各部を常に清浄に保ちます。
- 2) 温度変化による油の粘度変化が少なく、高温運転時にも適正粘度を保ちます。
- 3) すぐれた酸化安定性により油の劣化を防ぎ長期間の使用が可能です。
- 4) 強いサビ止め性能をもち、海水の混入に対してもエンジン内部の発錆を防ぎます。



**エッソ・スタンダード石油**

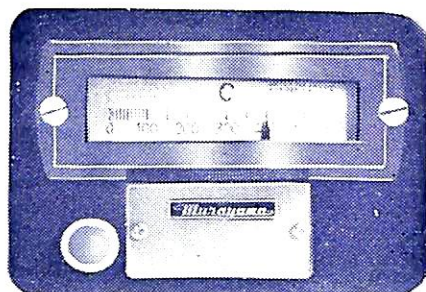
東京都中央区八重洲3丁目3番地  
船用課 (272) 1671

船舶の自動化・集中制御に *Muhayama*



M K 形 (記法)

排気・冷却水 電気温度計  
軸受・冷蔵館



C Q C 形 (警報)

指 示  
記 録  
警 報



株式会社 村山電機製作所

本 社 東京都目黒区中目黒3-1163

電 話 (711) 5-201 (代表) - 4

出張所 小 倉 ・ 名 古 屋

エ ン ジ ン  
〈無 解 放 時 代〉  
のピストンリング

**ユ-バロイ**  
**UBALLOY**  
PISTON RING

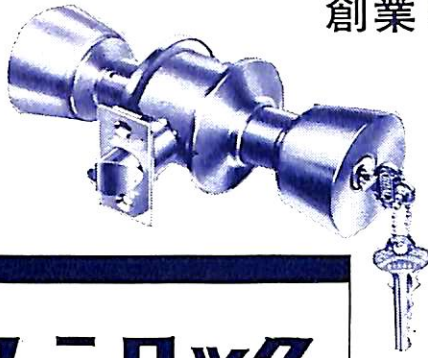
2年間(14,000時間)  
無開放運転に成功した  
日ピス・ユーバロイ・リング



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

創業50年



GOAL

# ユニロック

(T型・P型・M型)

## 〈種類〉

玄関・事務所用、廊下通路用、間仕切用、連接せる間仕切用、浴室、個室、便所用、倉庫用、学校教室用、出口専用。

## 〈材質〉

砲金・真鍮・硬質アルミ・ステンレス  
バックセット 51mm・57mm・64mm  
砲金・真鍮・硬質アルミ・ステンレス

# ユニ ロック



## 株式会社 谷山製作所

本社・工場 大阪市東淀川区三津屋北通4-44 電話 ⑥代1771-5  
東京営業所 東京都港区芝沙留1-3-5 電話 ⑥7344 ⑥3742  
名古屋営業所 名古屋市中区大池町3-6 電話 ⑥代9281-9744  
札幌営業所 札幌市南三条西6-3 電話 ④5241代表 内線21  
福岡営業所 福岡市中堅町3-5-1 電話 ③0796

# BREITLING

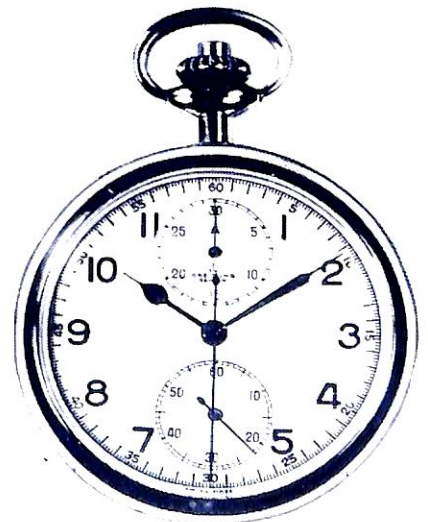
## ブライトリング ポケットクロノグラフ

スイスの世界的高級特殊時計メーカー ブライトリングの  
航海用補助経線儀。

高精度、完全なアフターサービスが誇り。  
放送、運輸、スポーツ関係にも使用されています。

- 17石 ブレケットヒゲゼンマイ使用。
- 高級ムーブメント組込。
- 18型クロムケース入 時表示 白ダイヤル。
- 国際保障付、ナルダン等各種取り揃えております。

カタログ贈呈、誌名ご記入の上お申し込み下さい。



輸入販売元 株式会社 大沢商会 精機販売課  
東京都中央区銀座2の4 銀富ビル (561) 7981-5

MOBIL  
MARINE  
LUBRICANTS  
&  
BUNKER  
FUELS

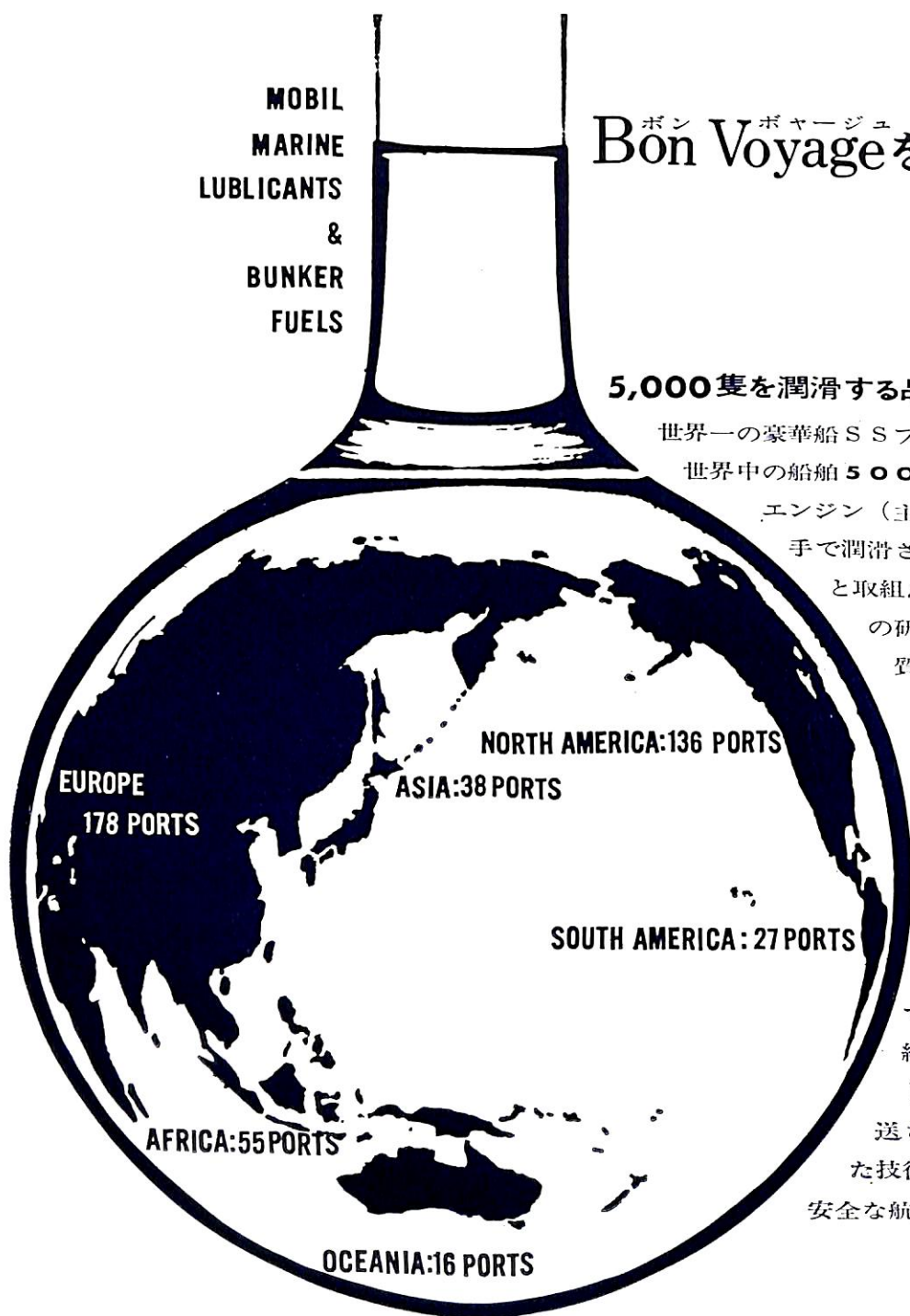
ボンボヤージュ  
Bon Voyageを約束する

5,000隻を潤滑する品質

世界一の豪華船SSフランス号をはじめ、  
世界中の船舶5000隻以上のメイン・  
エンジン（主機関）がモービルの  
手で潤滑されています。オイル  
と取組んで94年、世界有数  
の研究陣から生まれた品  
質が、彼女のボン・ボ  
ヤージュを約束して  
いるのです。

450港を結ぶ  
技術サービス網

世界中の港にはモー  
ビルの船舶部員が彼  
女の入港を待ち受け  
ています。入念な点検  
給油がすむと、レポ  
ートがつぎの寄港地に直  
送されます。この完備し  
た技術サービス網が彼女  
の安全な航海を約束するのです。



MOBIL WORLD WIDE MARINE SERVICE



モービル石油



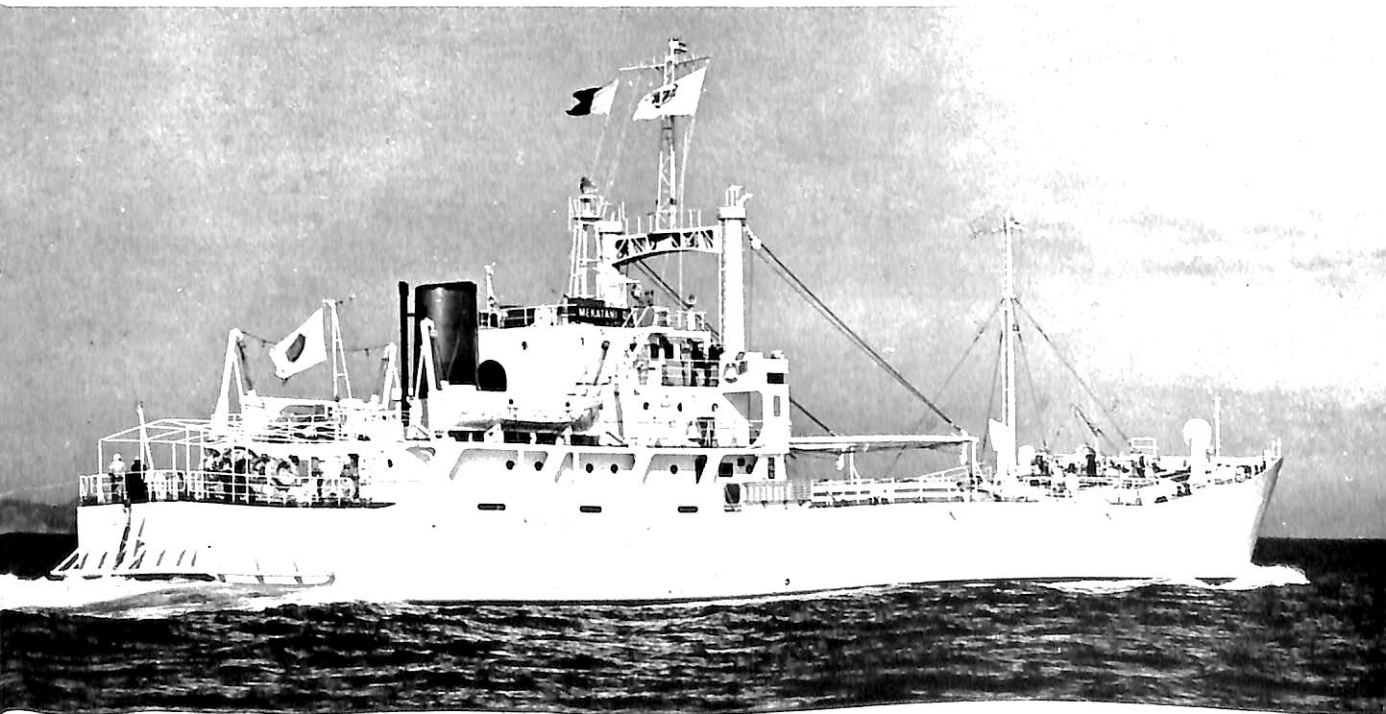


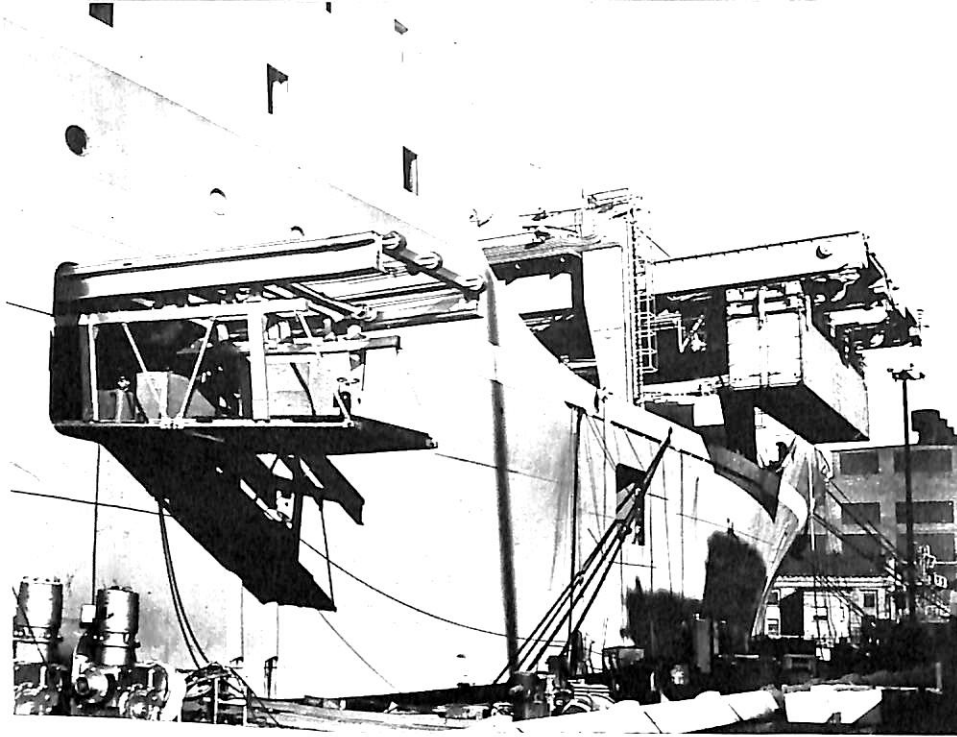
## SS SANTA MAGDALENA

船主 Grace Line,  
造船所 Sparrows Point Shipyard, Bethlehem Steel Company

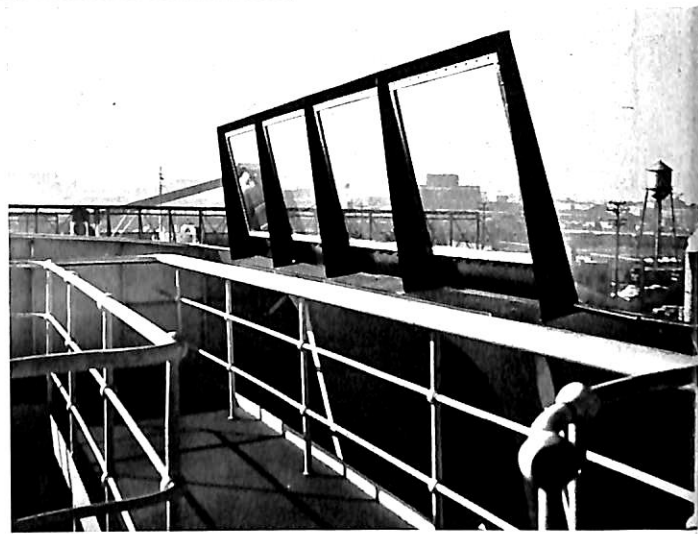
起工 1961-4-13 進水 1962-2-13 引渡 1963-2-4  
 処女航 1963-2-15  
 全長 546' 7<sup>8</sup>/<sub>16</sub>" (166.61m) 垂線間長 508' 6" (154.99m)  
 幅 79' (24.079m) 深さ (マーンザックまで) 48' 1" (14.655m)  
 吃水 27' (8.230m) 排水量 18,110tons 総噸数 14,443tons  
 純噸数 8,189tons 主機 GE式2段減速スチームタービン 1基  
 出力 19,800SHP 定航速力 20.6knots  
 主機 Eabcock & Wilcox式水管缶 2基  
 主発電機 GE式ターボジェネレーター 750kW × 3 計2,250kW

船客定員 1等 125名 乗組員 114名  
 コンテナ積載数 20' × 175個 40' × 41個 20'または40'の混載 131個  
 冷蔵箱 20,000ft<sup>3</sup> Carrier Air Conditioning完備 Lidgewood  
 Stabilizer 装備  
 船体設計 George G. Sharp, Inc.  
 内装設計 Smyth, Urquhart & Marekwald, Inc.  
 姉妹船 SANTA MARIANA (1963-7)  
 " MARIA (1963-10)  
 " MERCEDES(1964-4)





Unique cargo-handling equipments  
(gantry cranes and underdeck crane)



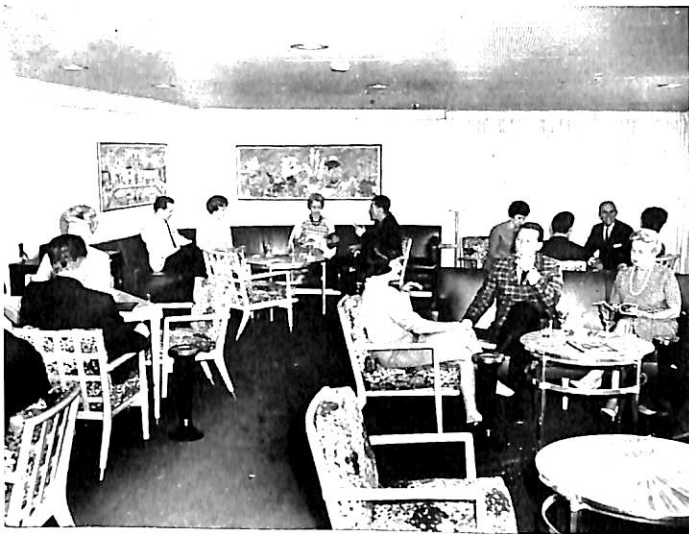
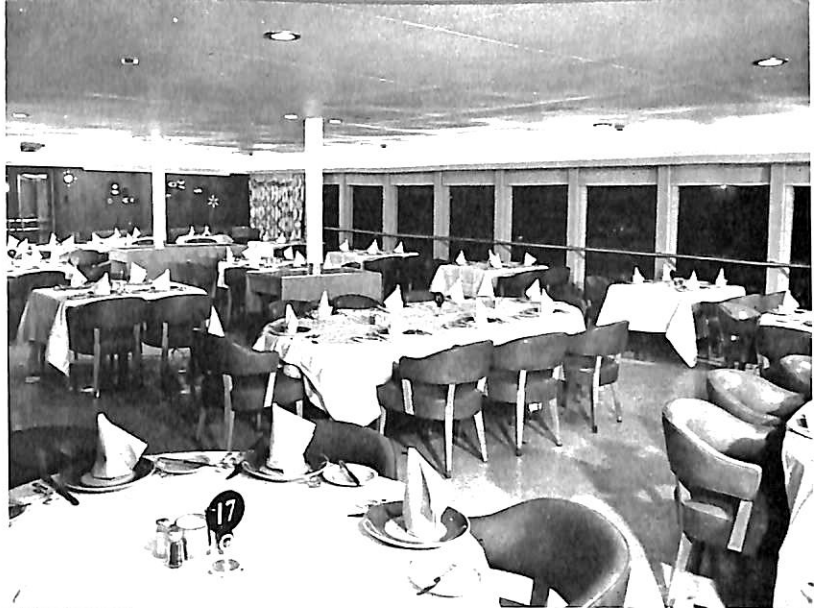
Observation platform and shield on "Top of the House"



Patio-Terrace arrangement of passenger decks overlooking pool

# MAGDALENA

Dining room



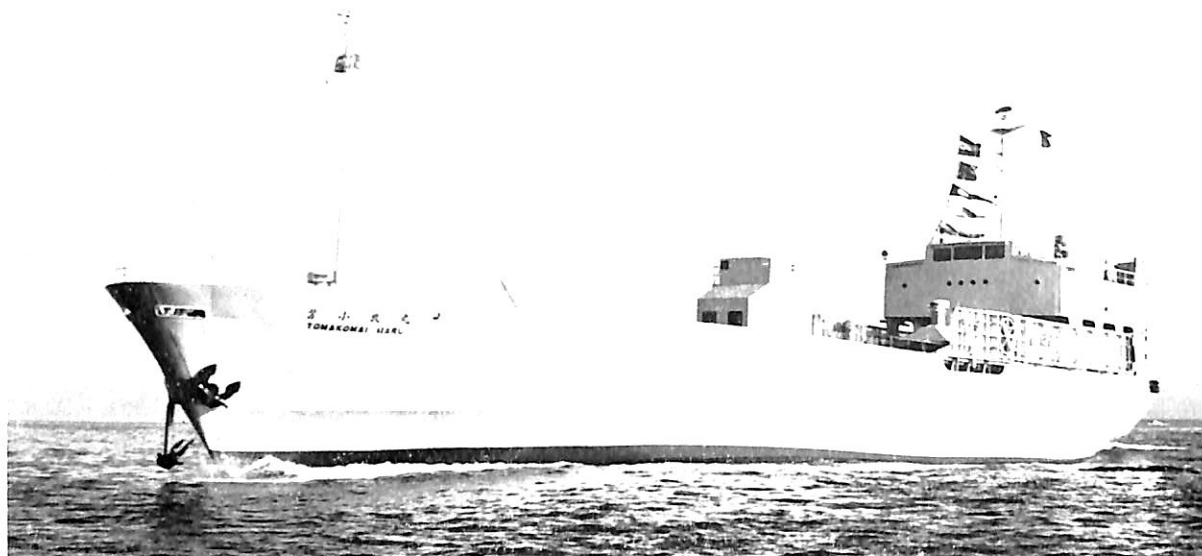
Skytop Boliver Lounge



Club Andes



Stateroom  
(first class)



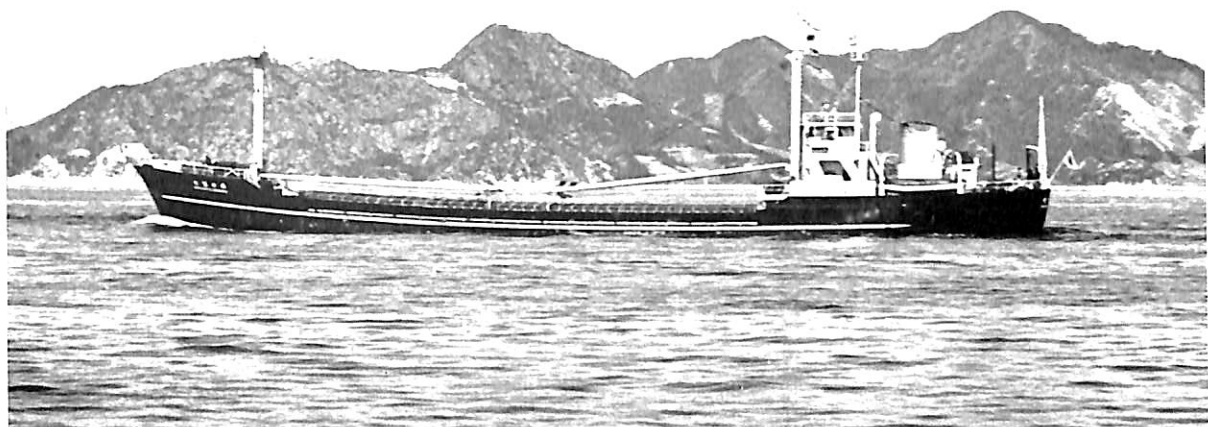
自動車運搬船 **苫小牧丸** 日東近海株式会社  
TOMAKOMAI MARU

名古屋造船株式会社建造	起工 38-9-23	進水 39-1-18	竣工 39-2-29
全長 86.00m	垂線間長 78.00m	型幅 12.20m	型深 7.50m
満載排水量 2,065.8kt	総噸數 2,113.17T	純噸數 1,624.35T	満載吃水 3.15m
燃料油艙 83.82m <sup>3</sup>	清水艙 72.65m <sup>3</sup>	主機機 伊藤鉄工所鉄M4361S型ディーゼル機関 1基	載貨重量 580kt
出力 (連続最大) 1,500PS (280RPM)	(常用) 1,275PS (265RPM)	発電機 AC225V 60~45kVA 60PS	
速力 (試運転最大) 14.116kn (満載航海) 12.0kn	航続距離 4,000浬	船級 沿海3級	
船型 平甲板船	乗組員 19名	自動車搭載數 256台	



双胴観光遊覧船 **第三くらかけ丸** 伊豆箱根鉄道株式会社  
KURAKAKE MARU No.3

日本鋼管株式会社清水造船所建造	起工 38-12-11	進水 39-1-30 (芦の湖にて)
竣工 39-3-6	全長 3.816m	垂線間長 (片舷船体) 22.00m
片舷船体の型幅 (上甲板) 3.60m	片舷船体の底部 2.60m	船体中心線間の距離 8.00m
満載排水量 177.97kt	総噸數 235.09T	純噸數 155.28T
燃料油艙 3.84m <sup>3</sup>	主機機 新潟6MG16	燃料油艙 3.84m <sup>3</sup>
4サイクル直転減速機付ディーゼル機関 2基	出力 (連続最大) 180PS×2 (1,200RPM)	(常用) 153PS×2 (1,140RPM)
発電機 (主) 7kW×1, 17PSディーゼル×1, (補) 3kW×1, 6PSディーゼル×1	航続距離 470浬	船級 平水区域 芦の湖
速力 (試運転最大) 11.60kn (満載航海) 10kn	船型 双胴型	
乗組員 6名	旅客 850名	同型船 第2くらかけ丸



貨物船 七富士丸 愛媛海運株式会社  
SHICHIFUJI MARU

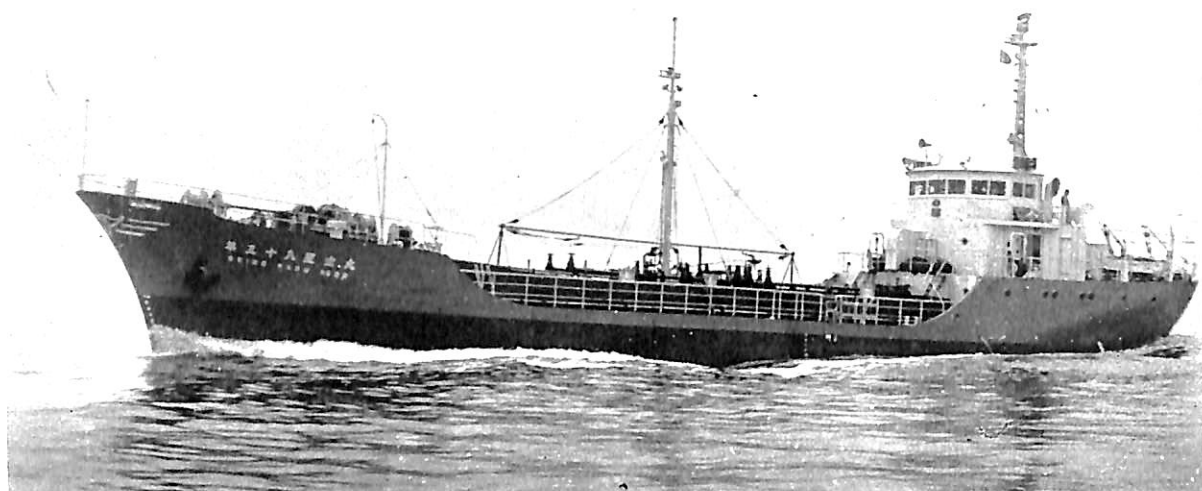
今治造船株式会社建造	進水 38-12-22	竣工 38-12-25
全長 66.020m 垂線間長 60.000m	型幅 10.000m	型深 5.200m
満載排水量 2,135.0kt	純噸数 611.60T	載貨重量 1,623.0kt
1,922.694m <sup>3</sup> (グリーン) 2,089.979m <sup>3</sup>	貨物艙容積 (ベール)	22.82m <sup>3</sup> × 1 15.13m <sup>3</sup> × 1 7.69m <sup>3</sup> × 1
主荷油泵 8m <sup>3</sup> /h × 15m	船口数 1	燃料油艙 45.64m <sup>3</sup>
燃料消費量 4.5t/day	清水艙 45.10m <sup>3</sup>	主機 植田鐵工所製 立型単動 4 サイクル無気噴油自己逆転過給機
付 DSH6-38型 1 基	出力 (連続最大) 1,200PS (320RPM) (常用) 960PS (297RPM)	自然通風蒸気噴霧式 發電機 直流防滴自己通風型 110V × 7.5kW × 2
補汽缶 堅型多管式汽缶 8.5kg/cm <sup>2</sup> × 20m <sup>2</sup>	送受信機 無線電話 TRSD-10CE 7 型	速力 (試運転最大) 13.191kn (満載航海) 12.460kn
航続距離 2,500浬	船級 JG沿海区域	船型 凹甲板型 乗組員 18名



琵琶湖観光船 みどり丸 特定船舶整備公団  
MIDORI MARU 琵琶湖汽船自動車株式会社

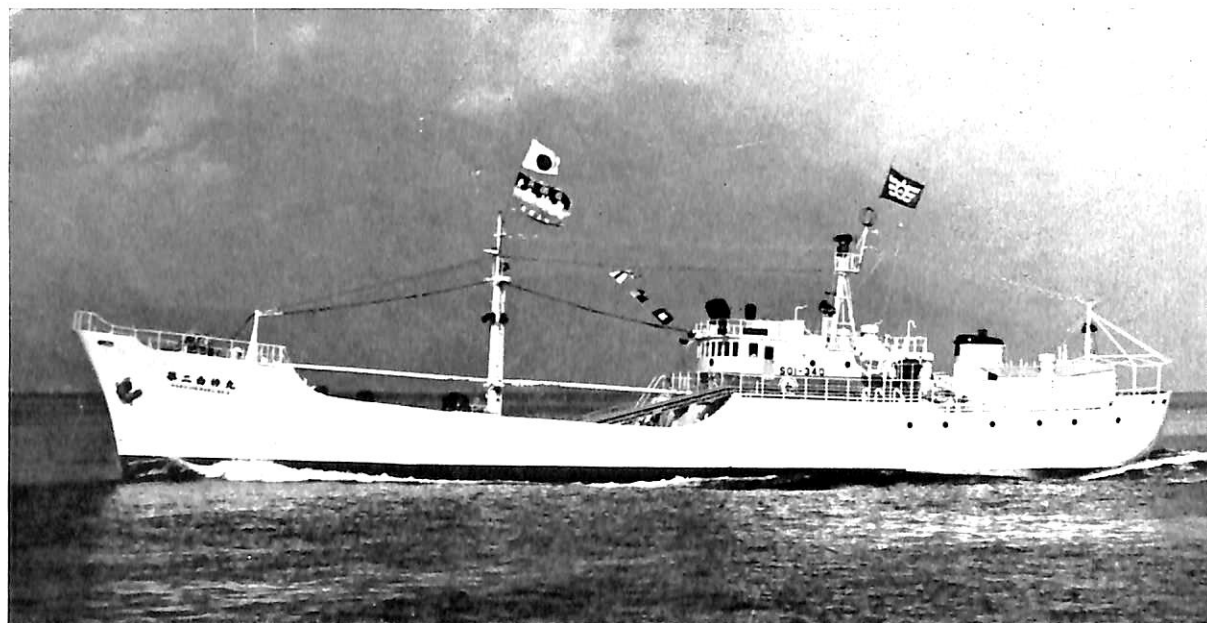
日立造船株式会社桜島工島建造	起工 38-12-11	進水 39-3-2	竣工 39-3-15
全長 37.50m 垂線間長 34.00m	型幅 7.60m	型深 (上甲板まで) 2.30m	
満載吃水 1.50m	総噸数 280T	主機 ディーゼル機関 900馬力 1 基	速力 12.5kn
船型 角型船尾	旅客 1 等 42名, 2 等 235名 甲板旅客 195名 合計 472名		

本船の船尾部は推進性能 (スピード) および復原性 (スタビリティ) より見て最良と考えられる角型船尾を採用してある。



油槽船 第三十八星宝丸 関西運油株式会社  
SEIHO MARU No.38

株式会社F1枠鉄工所佐伯造船所建造 起工 38-8-23 進水 39-1-17 竣工 39-2-7  
 全長 57.02m 垂線間長 52.00m 型幅 9.00m 型深 4.40m 満載吃水 4.00m 満載排水量 1,297.0kt  
 総噸数 630.97T 純噸数 338.78T 載貨重量 892.07kt 貨物油艙容積 1,161.64m<sup>3</sup>  
 主荷油ポンプ 横二段渦巻式 200φ×160φ 200m<sup>3</sup>/h×80m×1200rpm×2 艙口数 8 デリックブーム 0.3t×2  
 燃料油艙 46.40m<sup>3</sup> 燃料消費量 4.46t/day 清水艙 21.22m<sup>3</sup> 主機械 富士ディーゼル製8HD19H型×2  
 緊型単動4サイクル無気噴油式トランクピストン型過給機付高速ディーゼル機関1基 出力(連続最大) 550PS  
 (1,200RPM) (常用) 500PS (1,200RPM) 発電機 AC 50kVA×1,200rpm×1台  
 (補) AC25kVA×900rpm×1台 受信機 受信機 スーパーヘテロダイン方式  
 速力(試運転最大) 11.804kn (満載航海) 11.05kn 航続距離 2,500浬 船級 沿海第2級  
 船型 凹甲板型 乗組員 11名



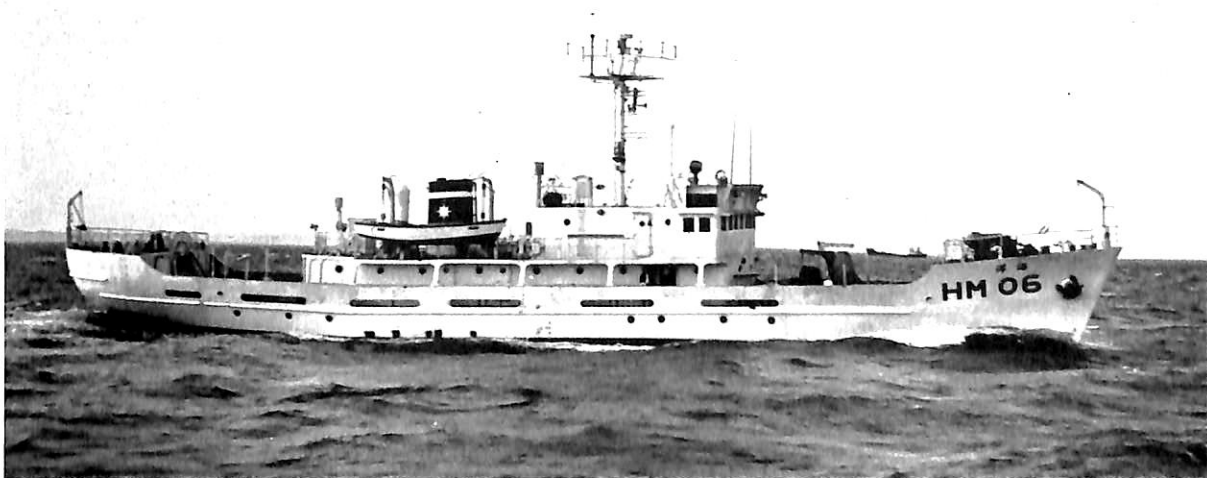
鮪延縄漁船 第二白神丸 白羽遠洋漁業協同組合  
HAKUJIN MARU No.2

株式会社金指造船所建造 起工 38-10-12 進水 38-12-23 竣工 39-2-21  
 全長 47.93m 垂線間長 42.58m 型幅 7.70m 型深 3.45m 満載吃水 3.00m 満載排水量 700kt  
 総噸数 342.69T 純噸数 169.91T 漁艙容積(ベール) 339m<sup>3</sup>(グリーン) 392m<sup>3</sup> 艙口数 5  
 デリックブーム 0.9t 150φ×8.0m×2本 0.9t×150φ×8.3m×2本 漁獲量 218t 燃料油艙 214m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 2.9t/day 清水艙 17m<sup>3</sup> 主機械 赤阪鉄工所製単動4サイクルSR6SS型過給機付ディーゼル機関1基  
 出力(連続最大) 900PS (330RPM) (常用) 675PS (300RPM) 補汽缶 単動4サイクルディーゼル機関  
 1,200PS×2台 発電機 三相交流自励式 100kVA×2台 送信機 250W 1台(補助) 85W 1台  
 受信機 下リプルスーパーSDH16球全波1台 ダブルスーパーDH8球全波1台 速力(試運転最大) 13.071kn  
 (満載航海) 11.0kn 航続距離 21,300浬 船級 JG 船型 凹甲板型 乗組員 30名  
 同型船 第28伊藤丸, 第18仲古丸, 第5高知丸



海洋気象観測船 清風丸 運輸省気象庁 (舞鶴海洋気象台配属)  
SEIFU MARU

石川島播磨重工業株式会社東京第二工場建造  
竣工 39-3-17 全長 48.50m 垂線間長 44.00m 型幅 7.80m 進水 38-11-12 型深 3.80m  
満載吃水 2.80m 満載排水量 568.6kt 総噸数 355.00T 純噸数 108.59T  
載貨重量 232.0kt 燃料油艙 111.67m<sup>3</sup> 燃料消費量 2.9t/day 清水艙 92.72m<sup>3</sup>  
主機械 富士ディーゼル製 6SD30H 型ディーゼル機関 1 基 出力 (連続最大) 650PS (360RPM)  
(常用) 552PS (342RPM) 補缶 (缶 強制循環全自動式 200kg/h 1 基 発電機 50kVA×225V 2 基  
4 サイクル・ディーゼル機関 70PS×900rpm 2 基 速力 (試運転最大) 11.96kn (満載航海) 11.0kn  
航続距離 8,400浬 船型 低船首楼付平甲板船 乗組員 船員 26名, 観測員 15名  
同社建造の長風丸 (昭和35年8月) 高風丸 (昭和38年3月) につづく第3船で高風丸と同型。耐候性, 復原性に十分留意され, 船尾に海水噴射装置を設け微速または停止中回頭, 位置保持を行なわせる。水温水深自動記録装置, 航走中潮流測定装置, 深海・浅海用音響測深器, 電動巻上機装備。



気象観測, 海洋測量船 海洋 海上保安庁

名古屋造船株式会社建造  
竣工 39-3-14 全長 44.560m 垂線間長 39.377m 最大幅 8.050m 型深 3.800m 常備吃水 2.950m  
常備排水量 377.63t 総噸数 約307T 燃料油艙 約35t 燃料消費量 約90l/h 清水艙 約73t  
主機械 住吉鉄工所製車動4サイクル過給機付ディーゼル機関 1 基 出力 (連続最大) 450PS (390RPM)  
発電機 A.C.45kVA×225V、2 台 D.C.20kW 1 台 送信機 250W 1 台 (MS-TMH無線電信, 中短波, 短波)  
送受信機 150W 1 台 (MS-CLM150A-SSB) 受信機 2 台 (MS-RA191A全波)  
速力 (試運転最大) 12.398kn 航続距離 約6,000浬 船級 近海 船型 平甲板 (船首楼, 船尾楼付)  
乗組員 21名 予備 1名 観測員 9名 5.5kW, 3.7kW 採水撈揚機, 2.2kWBT撈揚機, 深海音響測深儀,  
極浅音響測深儀, 測量用コラシ、GEK 電磁海流計, 自記水温計, サリノスター等測量器械装備その他主機可  
変ヒッチコラシ、操舵室における主機遠隔操縦装置装備

輸出起 重機船  
ヒールタン PEELTAN

船主 カラチ港湾局(パキスタン)

石川島播磨重工業 株式会社  
東京第二工場建造

起工 38-8-15

進水 38-10-15

竣工 39-3-17

全長 55.95m 垂線間長 54.86m

型幅 17.68m 型深 3.96m

吃水 2.13m 総噸数 1,322.49T

純噸数 448.69T

燃料油艙 1,100m<sup>3</sup>

清水艙 15m<sup>3</sup>

主機械 (発電機および推進軸  
駆動用原動機)三菱横浜  
MAN G6V23.5/33AL  
ディーゼル機関 2基

連続最大出力 488PS×2  
(575RPM)

補助発電機用原動機同上ディー  
ゼル機関 2基

発電機 DC300kW 4台

パウスラスタ ビッカーズ  
ームストロング製 1台

速力 (試運転最高) 9.96kn

(航海) 7.5kn

クレーン部 全旋回ジブクレー  
ン 主巻 60t 補巻 15t

主巻 ホイステイングモーター 60/30t×15/30ft/min 100PS 1台

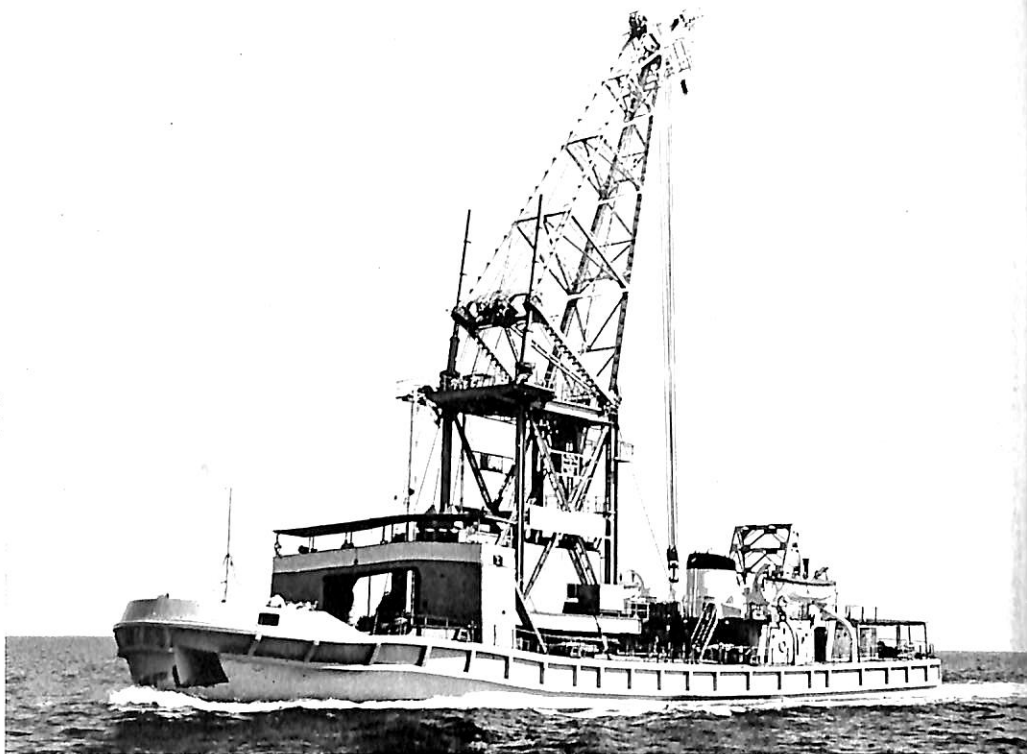
補巻同 15t×60ft/min 100PS 1台

旋回モーター 1/4 RPM 50PS 1台

引込モーター 10ft/min 75PS 1台 最大旋回半径 24m 水面上の揚程 27m

船級 LR 乗組員 23名 本船は箱型でなく一般商船と似た船型で、2軸2舵で船首にパウスラスターを設ける。操縦はすべて操縦室でワンマンコントロールされる。

488PSディーゼル機関4基を併列配置し、それぞれ300kW発電機を駆動、うち2基は減速機、リバーシングギヤを介して推進軸に連結される。船内動力はすべて電動とし、クレーン部ートのワードレオナード定出力制御はすべてクレーン上部に設けられた操縦室でワンマンコントロールされる。



中型掃海艇 ちぶり 防衛庁  
CHIBURI

日本鋼管株式会社鶴見造船所建造

起工 38-3-27 進水 38-11-29 竣工 39-3-25

長さ 45.70m 幅 8.60m 深さ 4.00m 吃水 2.30m

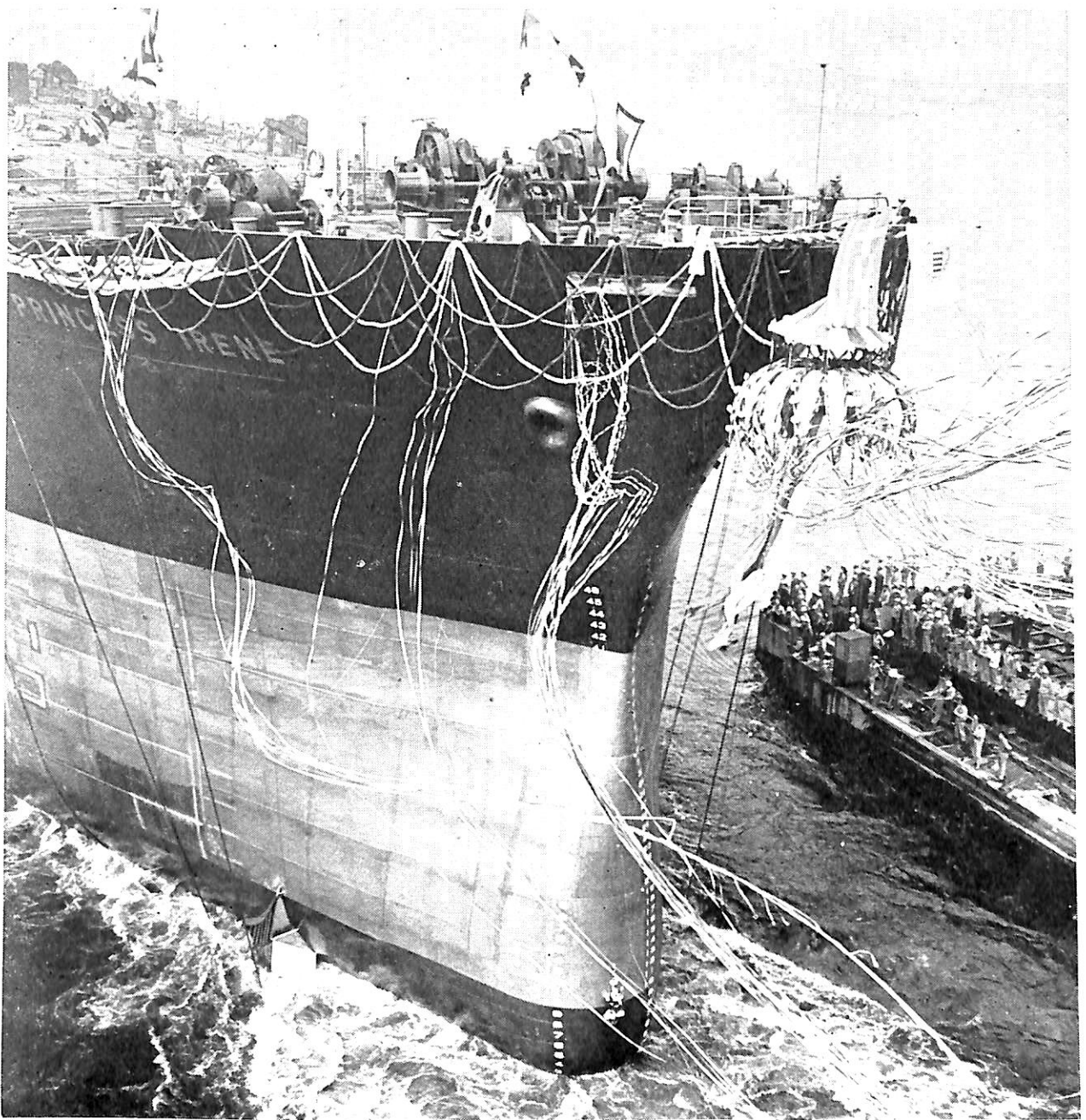
基準排水量 330t 主機械 三菱YV102型

ディーゼル機関 2基 出力 600PS×2 速力 13kn

兵装 20mm単装機銃 1基 掃海装置 1式

本艇は電波により浮遊および固定している機雷を探し、航路の安全をはかる。船殻、船橋ともに、たも材を使用し、全体的に非磁性となっている。舞鶴地方総監部に属される。

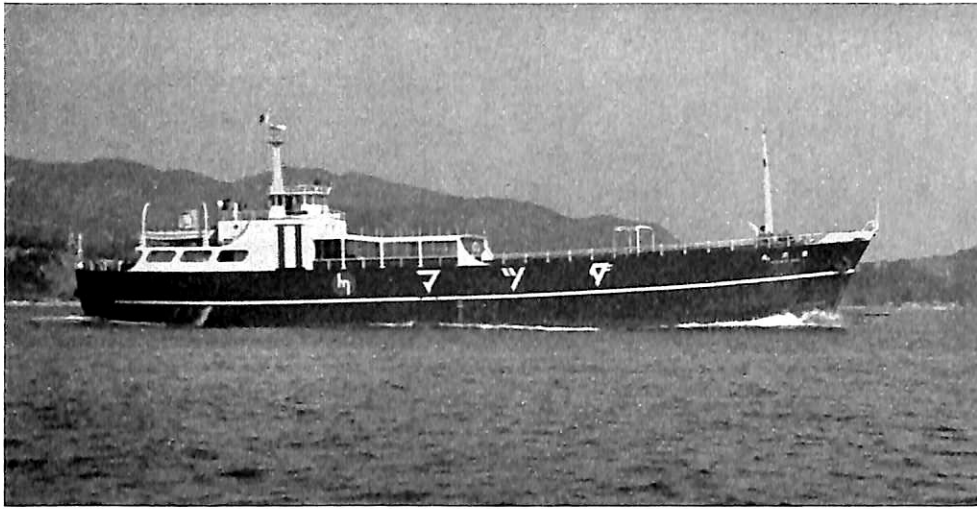




相生・東京工場に加えて、すでにブラジルに進出し、横浜根岸・シンガポールにも新鋭工場を建設中である。またアメリカに8カ所の造船工場をもつトッド・シップヤードと提携ならびにオスロのオーバースーズ・トレーディング・カンパニーとも代理店契約を結ぶなど修繕サービスの万全を期しております。

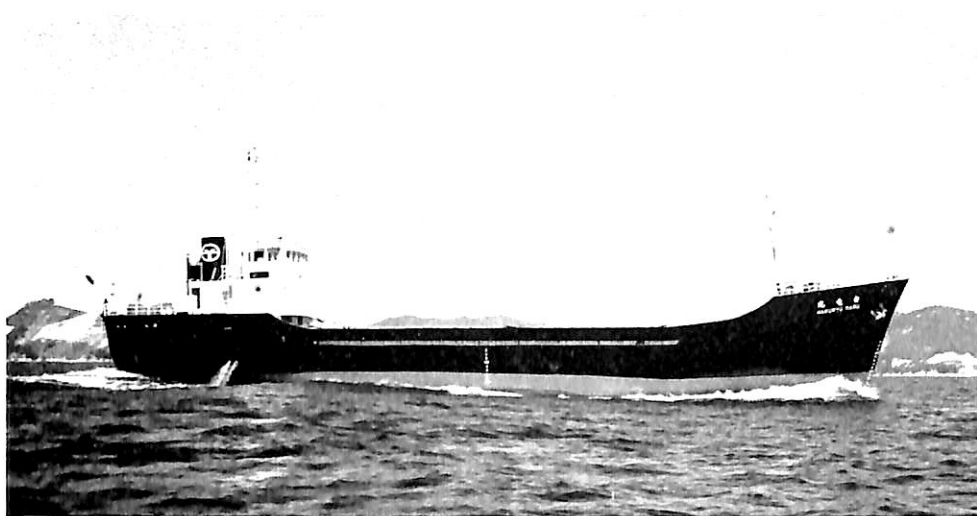
# IHI 石川島播磨重工業株式会社

船舶事業部	東京都千代田区大手町1の2	電話 (211) 2171 (代)
東京第二工場	東京都江東区豊洲2の6	電話 (531) 5111 (代)
相生第一工場	兵庫県相生市相生5292	電話 相生 14 (代)
海外事務所	ニューヨーク・サンフランシスコ・リオデジャネイロ・ロンドン・デトロイト トルフ・ホンコン・シンガポール・ニューデリー・カルカッタ・カラチ	



自動車運搬船 豊川丸 作利柳畔  
TOYOKAWA MARU

岸上造船株式会社建造  
起工 38-7-18  
進水 38-10-19  
竣工 38-11-16  
全長 58.35m 垂線間長 53.00m  
型幅 8.60m 型深 4.35m  
満載吃水 3.90m  
満載排水量 789.105kt  
総噸数 499.73T 純噸数 283.43T  
載貨重量 950kt 艙口数 1  
主機械 住吉鉄工所製 S6HS-720PS ディーゼル機関1基  
出力  
(連続最大) 792PS (351RPM)  
(常用) 720PS (340RPM)  
発電機 DC 110V 5kVA 1台  
速力 (試運最大) 12.35kn  
船級 沿海3級  
船型 船尾機関型 乗組員 13名



貨物船 白竜丸 八幡船舶輸送協同組合  
HAKURYŪ MARU

尾道造船株式会社建造  
起工 38-11-12  
進水 39-1-29  
竣工 39-3-9 全長 47.80m  
垂線間長 43.00m 型幅 8.00m  
型深 3.80m 満載吃水 3.51m  
満載排水量 886.5kt  
総噸数 405.59T 純噸数 233.31T  
載貨重量 633.31kt  
貨物艙容積 (ベール) 732.68m<sup>3</sup>  
(グリーン) 769.78m<sup>3</sup>  
艙口数 1  
デリックブーム 0.9t×1  
主機械 赤阪鉄工所製MA6SS型  
4 サイクルディーゼル機関1基  
出力 (連続最大) 600PS  
(390RPM)  
発電機 6kW×1台  
速力 (試運転最大) 12.58kn  
(満載航海) 10.75kn  
船級 J.G沿海2級  
船型 長船尾楼凹甲板型  
乗組員 9名

8

この  
船舶塗料

- C. R. マリーンペイント (ノンチョーキング型) (合成樹脂塗料)
- アクチブ プライマー (ウレタン・プライマー)
- 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)
- 槌印鉄船々底塗料 (鉄船々底塗料)
- 鉄船々底 O. F. 2号塗料 (有機毒物型・油性系) (並びにビニル)
- タイカリット (防火塗料)
- ボデラック (フタル酸樹脂塗料)

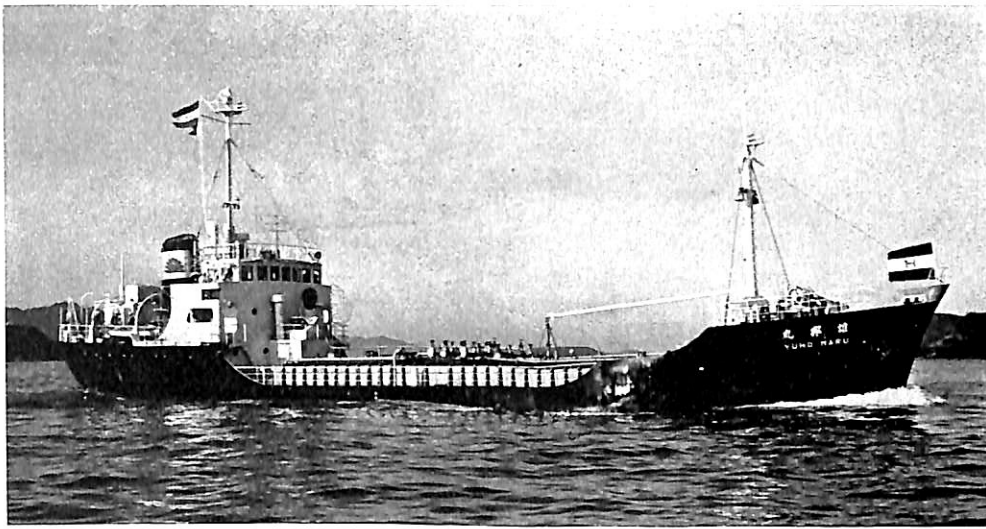
大阪市大淀区浦江北4  
東京都品川区南品川4



日本ペイント

瀬戸田造船株式会社建造  
 起工 38-10-9 進水 39-2-4  
 竣工 39-3-3 全長 47.90m  
 垂線間長 43.00m 型幅 9.20m  
 型深 4.00m 満載吃水 3.71m  
 満載排水量 1,062.5kt  
 総噸数 500.89T 純噸数 217.21T  
 載貨重量 703.28kt  
 貨物油艙容積 631.94m<sup>3</sup>  
 主荷油泵 200m<sup>3</sup>/h×50m×2  
 燃料油艙 29.64t  
 燃料消費量 90kg/h  
 清水艙 54.77m<sup>3</sup> 主機械 ダイ  
 ハツ 6PSTBM-26DF 単動4サ  
 イクル トランクピストンギヤ  
 ドディーゼル機関1基  
 出力(連続最大) 620PS  
 (650RPM)

(常用) 465PS (590RPM)  
 補汽缶 堅コクラン型 8K1台  
 発電機 DC115V×20kW×1  
 DC115V×7kW×1(主機駆動)  
 送受信機 SSB 無線電話 1式  
 速力(試運転最大) 10.726kn  
 (満載航海) 10.4kn  
 航続距離 6,815浬  
 船級 NK 沿海区域第3級船  
 船型 凹甲板船尾機関型  
 乗組員 12名



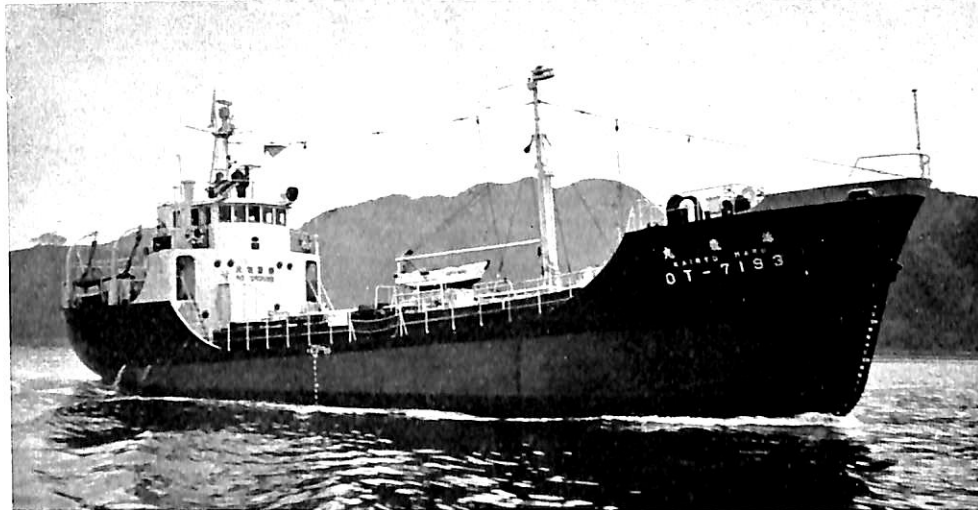
ケミカルタンカー 雄邦丸 邦洋海運株式会社  
YUHO MARU

株式会社臼杵鉄工所建造

起工 38-11-12  
 進水 38-12-16 全長 42.00m  
 竣工 39-2-7 垂線間長 38.00m 型幅 7.20m  
 型深 3.40m 満載吃水 3.21m  
 満載排水量 677.00kt  
 総噸数 329.64T 純噸数 152.72T  
 載貨重量 465.95kt  
 貨物油艙容積 552.05m<sup>3</sup>  
 主荷油泵 歯車式  
 100m<sup>3</sup>/h×60m×2台(主機駆動)  
 艙口数 6  
 デリックブーム 0.5t×1  
 燃料油艙 14.56m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 1.2t/day  
 主機械 臼杵鉄工所製堅型単動  
 4サイクル逆転機付ディーゼル機  
 関1基 出力(連続最大) 340PS  
 (400RPM)

(常用) 289PS (378RPM)  
 発電機 DC35V 直流防滴型  
 5kW×1,500rpm×1台  
 送信機 SSB 電話1(D.C. 24V 10W)  
 受信機 スーパーヘテロダイ  
 ン  
 送信機組込み  
 速力(試運転最大) 9.137kn  
 (満載航海) 8.59kn

航続距離 1,200浬  
 船級 近海第2級  
 船型 凹甲板型1層 乗組員10名



油槽船 海龍丸 琉球石油株式会社  
KAIRYU MARU

ラテックスタイプ デッキ舗床材

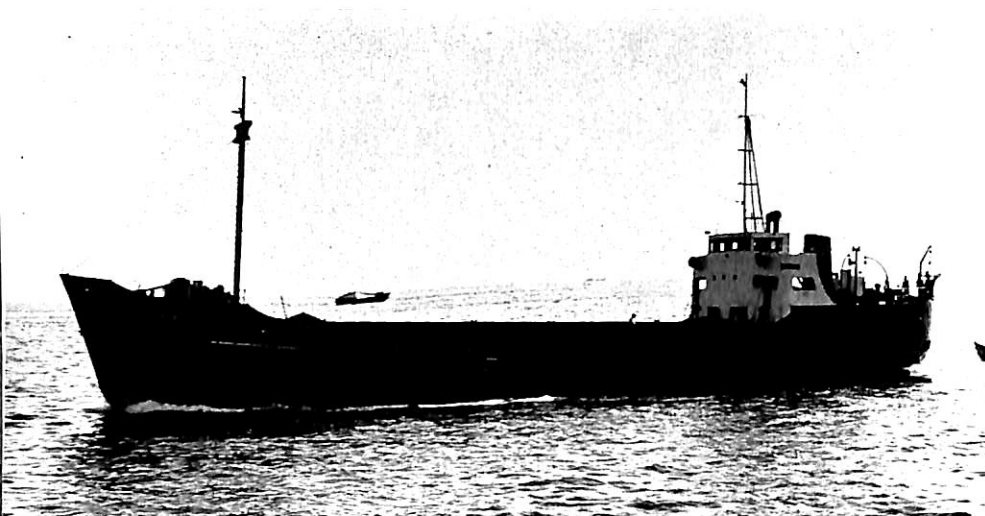
カタログ呈

**tightex**  
タイテックス

防水・防火  
 耐化学薬品  
 施工簡易  
 速硬・廉価

太平洋工業株式会社

本社 京都市三条西大路西 電話 82-1101 代表  
 出張所 東京都千代田区神田錦町1-7-3 電話 391-8287  
 出張所 神戸 長崎



土砂運搬船 **第二八熊丸** 株式会社寄神海事工業所  
YAKUMA MARU No.2

有限会社橋本造船所建造  
起工 38-10-1  
進水 38-12-28  
竣工 39-2-7 全長 49.500m  
垂線間長 46.000m 型幅 10.400m  
型深 4.000m 満載吃水 3.500m  
満載排水量 1,348kt  
総噸数 642.66T  
載貨重量 1,020kt  
貨物艙容積 (グレーン) 875.4m<sup>3</sup>  
艙口数 1 燃料油艙 24m<sup>3</sup>  
燃料消費量 121.2kg/h  
清水艙 27m<sup>3</sup> 主機械 日本発  
動機製 S6NV-325 型堅型単動  
4 サイクル無気噴油式ディー  
ゼル機関  
出力  
(連続最大) 700PS (350RPM)  
(常用) 525PS (318RPM)  
発電機 20kW×1台 5kW×1台  
速力 (試運転最大) 10.587kn  
(満載航海) 9.585kn  
航続距離 1,700浬  
船級 J.G 平水 3級  
船型 低船首楼船尾楼付凹甲板型  
乗組員 10名  
同型船 第一八熊丸



曳船名城丸 名古屋港管理組合  
MEIJO MARU

名古屋造船株式会社建造  
起工 38-10-12  
進水 38-12-14  
竣工 39-2-24 全長 30.784m  
垂線間長 30.00m 型幅 7.50m  
型深 3.40m 満載吃水 2.49m  
総噸数 179.38T 主機械 富士  
ディーゼル製 8MD27.5H ディー  
ゼル機関 2基  
出力  
(連続最大) 750PS×2(500RPM)  
推進器 富士フォイトシュナイダ  
ープロペラ 20E/125 型 2基  
発電機 AC225V×250kVA 自励  
式交流発電機 1台 送信機 20W  
SEM-2504A型無線電話 受信機  
40KC 2重スーパーヘテロダイ  
ン方式  
速力 (試運転最大) 14.242kn  
最大曳航力 (前進時) 14.2t  
平甲板船 乗組員 12名  
旅客 (臨時) 50名

## 我国で初めて完成!!

### コスト引下げに成功

アスベスト層を用いず木材チップを特殊薬品によって高度耐火処理を行ったパネルで、運輸省船舶技術研究所で SOLAS'60 の規定に基づく防火試験の結果、優秀な成績で合格しました。コストも従来品に比べ大巾に引下げられています。



日本ノボパン工業株式会社

### SOLAS'60 防火隔壁材適格品

# ノボパン"BX,,

厚み 25~26 mm  
寸法 910 mm×2420 mm  
910 mm×2730 mm 他

「カタログ・成績書進呈」

営業部 大阪府堺市築港南町4番地  
TEL. 堺 (3) 2121-1395  
本社 東京都中央区新川2丁目4番地  
TEL. 東京 (552) 0661~3

性能と技術を誇る



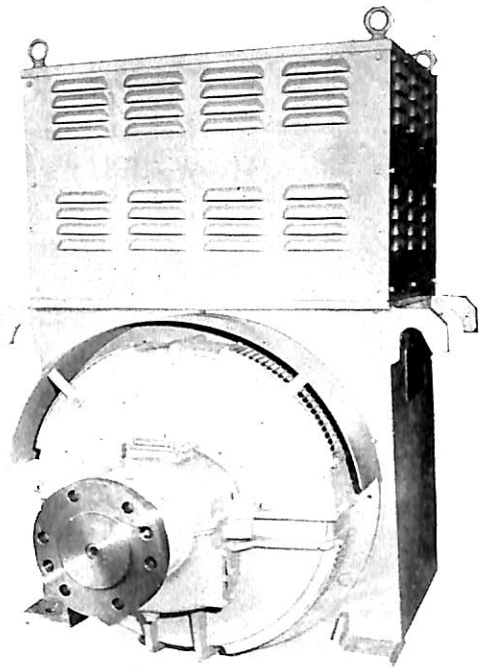
100 kw ~ 5000 kw

**東電製**

**船舶用電気機器**

主要営業品目

各種	交流	<b>発電機</b>	無線電源用電動発電機
各種	直流		配電盤
各種	交流	<b>電動機</b>	制御装置
各種	直流		各種電動ポンプ



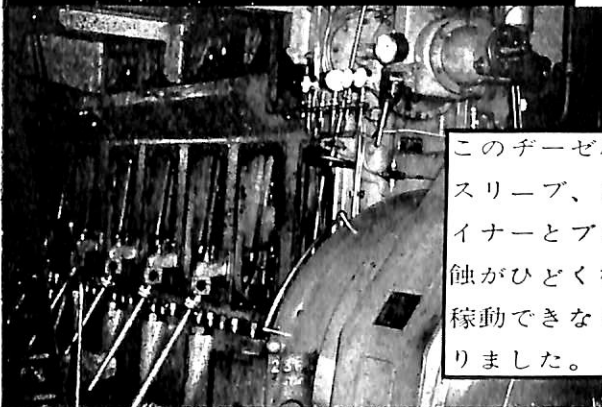
**東京電機製造株式会社**

本社工場 茨城県土浦市中高津950 電話土浦(2)5140(代)  
 営業所 東京都台東区御徒町3-50電話(832) 4261(代)  
 出張所 大阪市 / 下関市 / 石巻市

**デブコン** を

このディーゼル発電機の修理に使いました\*

(\*同様の修理はNYK浅間丸)



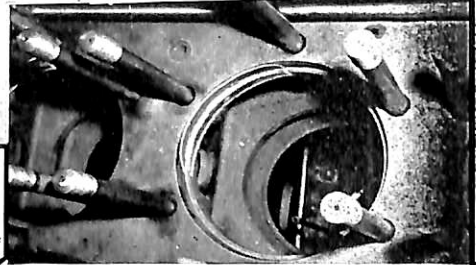
このディーゼル発電機は、スリーブ、シリンダーライナーとブロックとの腐蝕がひどくなり、稼働できなくなりました。

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

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



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




米海軍のアブルーシた(Mil Spec. MIL-C-15202)現在世界で最も強く頑丈で最も万能な永久修理用材料。

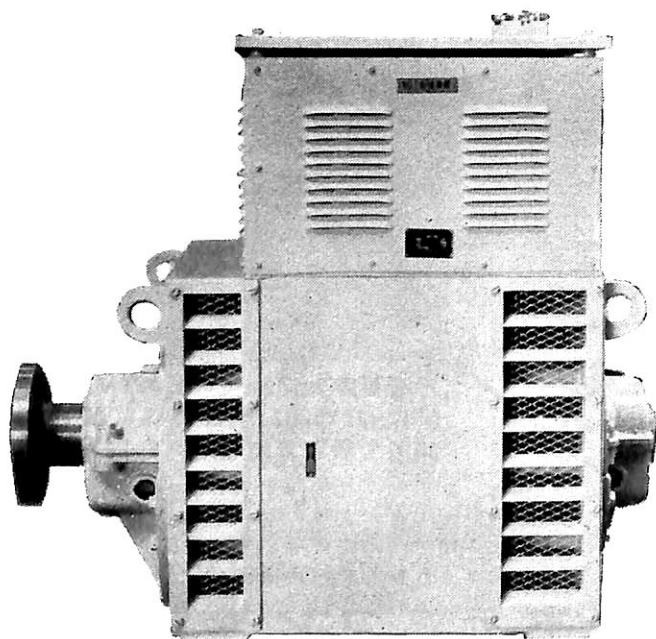
摩耗したポンプ・亀裂を生じた鋳鉄・各種配管・油圧系統・タンク等の漏れ・摩耗したバルブ・カム・ギアの変更等、送油・送水中にでも修理でき、しかも修理は永久的です。

**日本デブコン株式会社**

東京都品川区五反田5の108 岩田ビル4階  
 電話(442)5461・5608  
 工場 東京都大田区南六郷2の4電話(738)4038

石油 輸入 / 精製 / 販売

 出光興産



**神鋼**

**船用電気機器**

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



**神鋼電機**

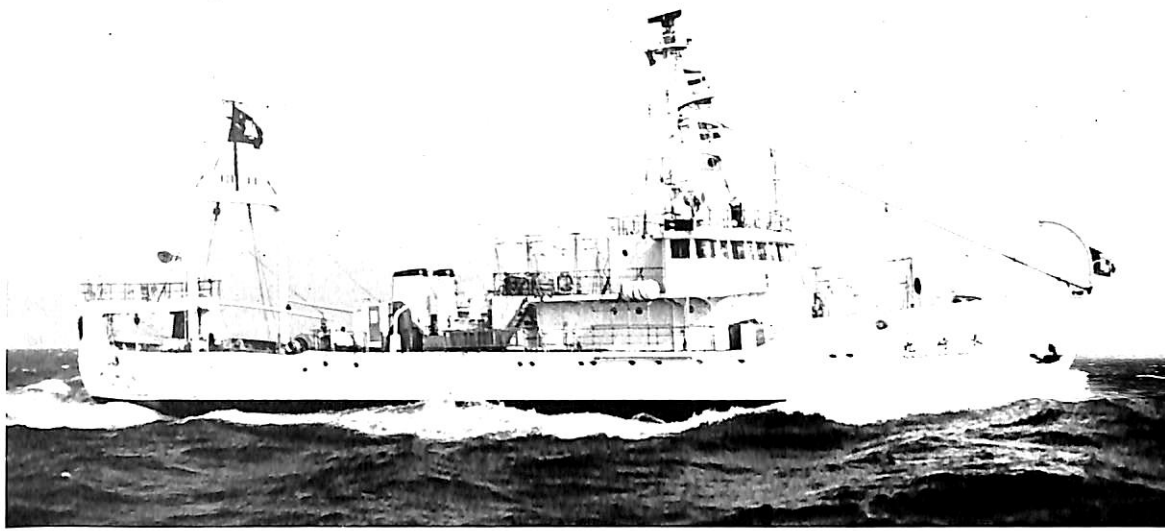
SHINKO ELECTRIC CO., LTD.

本社 東京都中央区西八丁堀 1-4  
営業所 東京 大阪 名古屋 神戸 小倉  
広島 札幌 富山 仙台

長崎大学  
水産学部  
漁業練習船

長崎丸  
NAGASAKI  
MARU

株式会社  
藤永田造船所  
建造



起工 38-10-15 進水 39-1-28 竣工 39-3-20 全長 47.36m 垂線間長 43.00m  
 型幅 8.80m 型深 5.00m 満載吃水(型) 3.70m 満載排水量 889.5kt 総噸数 562.98T  
 純噸数 180.14T 冷蔵魚艙 27.96m<sup>3</sup> 燃料油艙 203.59m<sup>3</sup> 燃料消費量 4.8t/day 清水艙 128.46m<sup>3</sup>  
 デリックブーム 2t×1 主機械 阪神内燃機製 T6YBSH 型ディーゼル機関1基  
 出力(連続最大) 1,200PS (305RPM) (常用) 1,000PS (288RPM) 川崎重工製可変ピッチプロペラ 装備、発  
 電機 AC 445V 120kVA 2台 80kVA 1台 送信機(主) 1kW (第2) 150W (補) 75W、受信機、全  
 波 14球、10球 中短波 17球 各1台 速力(試運転最大) 12.70kn (航海) 11.0kn 航続距離 9,000浬  
 乗組員 職員 13名 部員 20名 学生 48名 漁撈装置 船尾トロール、まぐろ延縄漁業、トロール管制室、  
 トロールウインチ 72PS 高圧油圧式1台 冷凍装置 R-12 7.5kW、11kW 各1台 観測装置 電動測  
 深儀、電磁海流計、採水装置、レーダー、ローラン、方探、魚探、水晶時計装備。 船橋に主機遠隔操縦コンソール  
 デスク、機関室独立制御室、船内冷暖房装置

日立造船株式会社 神奈川工場建

造  
竣工 39-3-28 全長 21.00m  
巾 5.00m 深さ 2.60m

満載排水量 約 40t  
 総噸数 約 42.5T  
 主機関 池貝鉄工製メルセデス・  
 ベンツ MB 820Dbディーゼル機  
 関2基

出力 1,100PS×2 (1,400RPM)  
 速力(最高) 27.2kn

最大搭載人員 10名 本艇は骨  
 格はアルミ合金製、外板は木製と  
 いうアルミ合金骨木皮型構造を  
 採用。

本艇の船殻重量は約11tで、これ  
 を鋼製にすると約19t、木製にす  
 ると約15tとなり、本艇は重量が  
 軽いので同じ機関でも高速が得  
 られる。即ち同型鋼製艇に比し  
 約6kn、木製に比し約3kn早い。  
 アルミ合金骨木皮艇としては先  
 に10m型交通艇あゆ、大阪府の  
 45m型高速監視艇はごもにつ  
 いで第3番目である。船価約  
 6,400万円。



巡視艇 まつゆき 海上保安庁  
MATSUYUKI

# 船舶用ケーブル

JIS (N.K.)・AB・BV規格

特長

社内試験の徹底的励行  
 アフターサービスの充実  
 価格の需要家本位  
 納期の確実な励行

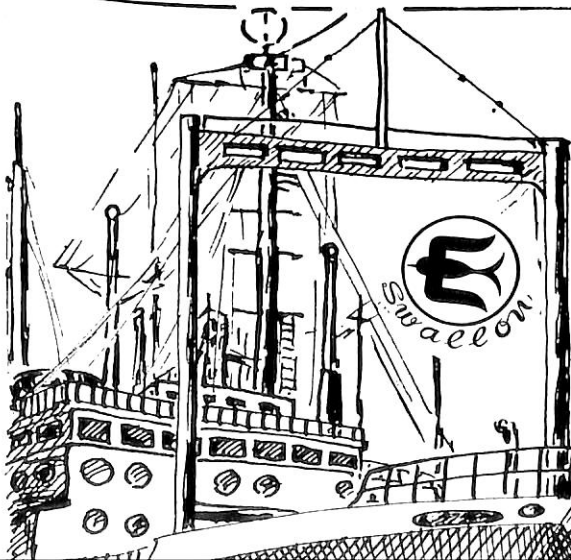
RV・ECX  
 配電盤用クロロプレーン  
 STW・STWP・DNP・DNP・FNP

販売方式 ORDER & SELL SYSTEM

## ヒエン電工株式会社

本社営業部 大阪市西区江戸堀北通2-3 新阪ビル  
 TEL 大阪(443) 2256 代

工場 堺・支店 東京・福岡



## 日立造船堺工場第1号船渠起工

日立造船堺工場で建設をすすめていた第1号船渠（建造用15万重量トン）は去る3月29日起工式を行なった。

堺工場の全敷地は約76万㎡で、造船部門は26万㎡を占め、第1号船渠は長さ400m巾54m深さ7.8mで次の特色を有しており、昭和41年6月より操業を開始し、新造船年間28万5千重量トンの生産能力を有している。

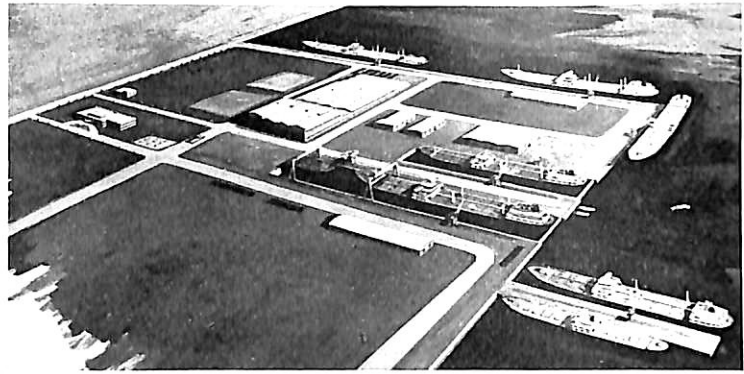
(1) 建造船渠にわが国初のセミタンデム方式を採用した。中間ゲートで仕切れられ同時に1隻半の建造ができる。

中間ゲートの渠口側に1隻を、反対側に船尾部を造り先の船が出渠すると次の船尾部を渠口側にずらして残部を建造するという方式である。

(2) 建造工程は直線流れ方式、即ち鋼材置場より部材加工、ブロック組立、船渠への搭載までコンベアシステムを大巾に採用して建造合理化をはかっている。

(3) 船渠搭載は200トン大ブロックまで可能で、そのため大部分屋内で作業し、船渠内の建造期間が短縮できる。

本船渠での建造第1船はノルウェーのベルゲッセン社より受注の12万トンタンカーで、40年9月起工、41年6月



日立造船堺工場完成予想図（手前が第1号船渠）

進水、同7月に完工予定で、船渠建設と平行して建造する。なお引続き修繕船渠（15万重量トンの第2号船渠）も41年2月より43年10月までに建設する。本船渠は長さ300m巾50m深さ8.3mで、修繕能力は年220万GT。

これら二つの船渠および附属設備を含めて造船部門の建設資金は約160億円（土地代を含む）を予定しており、また造船部門の従業員数は2,250人、下請を加えると2,880人を予定している。このため同社桜島工場の船舶部門を廃止して移動することになっている。

## 日本鋼管・ノルウェー・ムク社と船用 ガントリークレーン製作の技術提携認可

日本鋼管ではかねてノルウェーのムク・インターナショナル社から「船用ムクローリングガントリークレーン」（略称ムクローダー）に関する技術導入を申請中のところこの程認可を得、生産販売を行なうことになった。このムクローダーは船体甲板に敷設された軌条の上をガントリーが走行し、そのガーダーに取付けられた軌条に従ってクラブ（捲揚機）を有するトロ（捲揚および横行装置よりなる）が横行する。

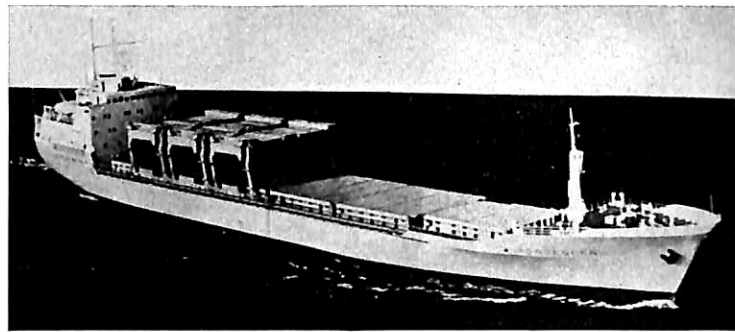
本機は次のような特徴を有している。

- (1) 構造はフレーム形状が密閉箱形でフレームの補助材料が不要で、中に収めた電線に塩害の恐れがない。ジブは引込式または上下、左右折たたみ式のいずれをも採用することができる。
- (2) 本体の走行はピニオンラック方式で、蛇行する欠陥を防ぐようにガイドローラー式となっている。
- (3) 操作は1本のレバーでガントリーおよびトロの発停ならびに速度制御ができる。
- (4) 所要人員は従来のデリッククレーンの1/4程度ですみ、しかも能率がよいので荷役費用が安い。
- (5) -25°Cから45°Cまでの耐候性があり、北洋、熱でも十分性能を発揮できる。
- (6) ガイドローラー方式のため船体への取付取外しは容易である。

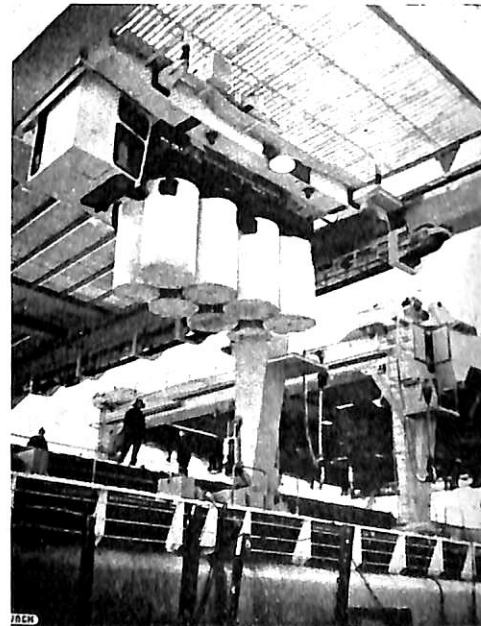
なお従来日本に導入されたガントリークレーン方式はコンテナ用と鉱石運搬用とに限られ、ガントリーが蛇行運動を行なうという致命的な欠陥のために安全確実な荷役が損われたり、サイクルタイムの減少という効果が不充分のためこれら欠陥をなくす技術開発が要求されていたものである。

本機の採用により、人員が節減でき、荷役のサイクルタイムの短縮化と荷役員の節減、運航採算の向上が計られる。荷役設備の不備な港湾では特に便利であり、海上荷役の場合は他機種より迅速正確に荷役ができ、労務条件および安全性の点ですぐれている。

本機は、(1)コンテナ船、(2)近距離大量輸送船あるいは専用船、(3)撒積貨物船、(4)漁業母船、工船、クラブ浚渫船、各種母艦、海上救難船等に用いられる。



RONDEGGEN号に設置された3基のムク・ローダー（1963—7月）



荷役作業中のムク・ローダー



## 三菱造船ウエストランド社(スイス)と ホバークラフトの技術提携認可さる

三菱造船ではスイスのウエストランド社\* および英国ホバークラフト開発会社\*\*と「英国ウエストランド航空機会社の製作する水陸両用および海上用ホバークラフト」の製作、販売に関する技術提携援助契約が3月10日正式に認可された。契約内容は三菱造船の製作、販売権、日本における独占製作、販売権、沖縄、南北朝鮮、台湾、フィリピンの独占販売権、タイ、カンボジア、ビルマ、ラオス、マラヤ、中国本土その他ライセンサーの同意を得た国における非独占販売権、期間は10カ年。

\* 英国ウエストランド航空機会社の独占、非独占実施権を許諾する権利を有する子会社

\*\* H. D. L. は英国国立研究開発会社の一機関、ホバークラフトの原理に関する特許を有している。

主要製作機種は次の5機種で、この他に英国政府の承認を得れば軍用艇 SR・N3 (全備重量37.5t, 乗員150名, 速力74kn) も製作可能である。

機種名	全備重量	乗員	速力	備考
SR・N1	7t	2名	60kn	実験艇
SR・N2	27	76	79	実用実験艇
SR・N2 MK2	37.5	150	74	商用艇
SR・N4	170	600	90	〃
SR・N5	7	20	73	〃

ホバークラフトは水の抵抗が全くないので在来船の数倍の速力が出せるし、大型化するほど経済性が向上する。単位トン数当りの載貨重量が航空機や水中翼船より大きい。港湾設備は簡単でよく、多島水域、沼沢地、氷雪地帯、潮の干満のはげしい地区でも自由に航行できる。

利用範囲は旅客、車両、貨物輸送、海難水害救助、河川沿岸警備、陸上輸送の困難な地域への貨物輸送、未整地への土木人員輸送、結氷時の海上河川輸送など非常に広い範囲に利用される。

## 三井造船・ビッカース・アームストロング社とのホバークラフト技術提携認可さる

三井造船がかねて英国ビッカース・アームストロング社とホバークラフトについて技術提携の認可申請中のところ、3月10日外資審議会にて認可された。

本認可による三井V・Aホバークラフトは水面または地面と艇体間の空気の層に乗って推進用プロペラで推進操縦される高速水上滑走機で、在来の船および水中翼船と飛行機の中間的な存在で、スピードも60~150kn、しかも水陸両用、港湾設備が不要で、どこにでもゆける機動性、しかも大型になればなるほど馬力当りの載貨量が増大できるなど、近代の要求に十分合致した画期的な乗物である。従って国内航路、近距離国外航路、観光航路はもとより、未開発地域等の交通機関、また軍用、油田あるいは土地造成地域の外、南極、アラスカ等の氷片上での物資運搬および交通機関としても最適でその用途は広範囲にわたっている。

## ウエストランド社の開発状況

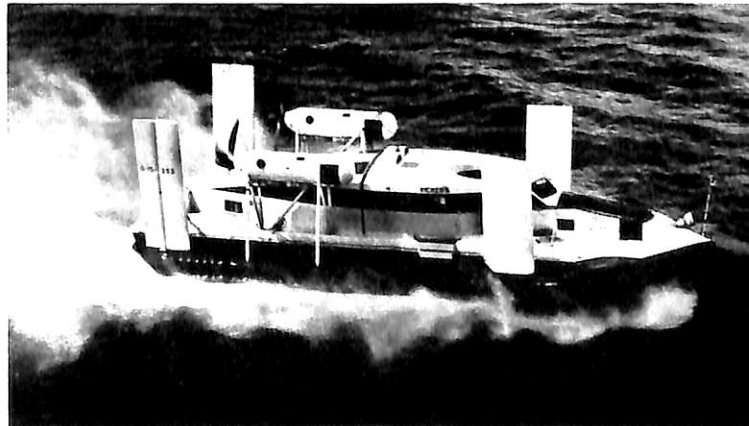
1953年英国のコッカレル氏が発明し、英国政府がその特許を買上げ、半官半民の開発会社 HDL を設立して開発研究を進めており、世界で最も進んでいる。最初の実験はサンダース・ロウ社 (現在ウエストランド航空機会社の一部門) が SR・N1 を完成、1958年にドーバー海峡の横断に成功している。現在同社は SR・N2, SR・N3 各1隻を建造し、SR・N3 は英国空軍省に納入、SR・N5 を10隻量産中であり、さらに SR・N2 MK2, SR・N4 は設計を完了し製作体制が完備している。

### SR・N2 型の特長

- 2基1組のガスタービン機関を2組装備し、各組から1本の軸が出、1軸は前方のファン・プロペラ、他の1軸が後方のファン・プロペラを駆動している。このため次の特長がある。
- (1) 空中プロペラのピッチを変えることによって浮揚力と推進馬力の配分を変えることができるので、全馬力を常に有効に使用できる。また4基の機関中3基が同時に故障してもポートとして航走可能である。
  - (2) フレキシブル・スカート (艇部周辺ノズルの下方にさらにゴム等の適当な弾力性のある材料でエア・ダクトを付けたもの。特許になっている) を有しているので、波浪中でも十分に安定を保ち40~50knで航行できる。
  - (3) 30knの速力で15度の斜面を登ることができる。
  - (4) 停止距離は通常70kn時で500m、緊急時で300mである。
  - (5) 旋回径は40knで220mである。
  - (6) 氷上で航走可能である。(昨年夏カナダで実証した)

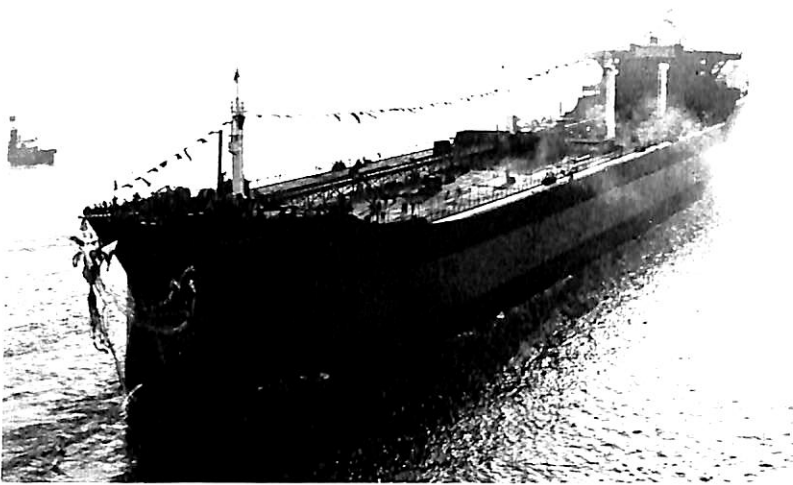


契約期間 10年間、独占販売地域、日本、南鮮、台湾、沖縄、フィリピン、その他は非独占的に販売可能、契約一時金17万5千ポンド、実施料5.5% 機種VA-1 (実験艇) VA-2 (2~10人乗) VA-3 (24人乗) VA-3B (100人乗) VA-4 (140t車両32台130人乗) VA-5 (300t) VA-6 (33t軍用) VA-7 (230人乗)



モスキング  
輸出油槽船 MOSKING

船主 A/S Mosvold Bulk Transport (Norway)  
 三菱造船株式会社長崎造船所建造  
 起工 38-12-16 進水 39-3-12  
 竣工 39-6-中旬 垂線間長 226.00m  
 型幅 36.00m 型深 16.50m  
 満載吃水(計画) 12.19m 総噸数 約40,700T  
 載貨重量 約 67,300Lt 主機械 三菱長崎エッ  
 シュウイス型蒸汽タービン1基  
 出力(連続最大) 20,000PS  
 主汽缶 三菱長崎2胴水管缶2基  
 速力(満載航海) 16.6kn 船級 NV 同型2隻  
 の第1船で、舵取装置に最新型「三菱AEG 舵取装置  
 RDCⅡ 630/100~143型」装備 オートテンションウ  
 インチ4基 装備



旅客船 さくら丸 東海汽船株式会社  
SAKURA MARU

三菱造船株式会社下関造船所建造  
 起工 39-1-17 進水 39-3-14  
 竣工 39-5-末 垂線間長 60.00m  
 型幅 10.20m 型深 4.30m  
 満載吃水(計画) 3.05m 総噸数 約 1,150T  
 載貨重量 約 250kt 主機械 神戸発動機製三菱  
 UEディーゼル機関 7UET 39/65型 1基  
 出力(連続最大)2,400PS 速力(試運転最大)16.6kn  
 (満載航海) 15.7kn 乗組員 42名 旅客(平水)  
 1,743名(沿海) 743名 本船は、1,200トン型旅客船  
 としてわが国では最高の航海速力16knの高速新鋭船  
 で船尾機関とし、煙突と後部マストは一体となり、  
 船橋とマストの間は 400m<sup>2</sup>の広いオープンデッキと  
 なっている。冷暖房設備を完備し夏は 25°C、冬は  
 21°C に調節される。航路は江の島一大島間。



フロントコート (バラストタンク用塗料)

バラストコート (バラストタンク用塗料)

SPマリンペイント (マリンペイント)

各種船底塗料

好評の船用塗料!



神東塗料

本社・尾崎市尾浜町1-1 支店・東京都東深川本場3-13

札幌・仙台・静岡・富山・名古屋・大阪・岡山・広島・福岡

## 3月のニュース解説

編集 部

○ 海運造船問題

● 一般政治経済

3月

2日(月)●39年度予算案 衆議院を通過す。

●輸出入信用状収支、2月は輸出3億9,000万ドル、輸入2億9,500万ドルで9,500万ドルの黒字となる。

3日(火)○港湾労働等対策審議会、港湾労働および運送事業の改善策について、池田首相に答申す。

○特定船舶整備公団、39年度前期共有旅客船建造申込船主を発表す。58事業者、86隻、1万5,920GT、建造費41億7,800万円

5日(木)○運輸省船舶局 造船技術の革新に対応し、造船技術開発体制を長期計画にそって総合的に推進するため、科学技術振興長期計画策定案をまとめる。

6日(金)●中共 最後の日本人戦犯3人を釈放す。

7日(土)●輸出入通関実績 2月は輸出4億5,500万ドル、輸入6億5,700万ドルで2億200万ドルの入超となる。

○英国海運会議所の不定期船運賃指数 2月は110.7で1月より17.9の大幅下落となる。

10日(火)●経済企画庁 38年度の「国民生活白書」を発表す。

○外資審議会、三菱造船および三井造船のホバークラフトの技術提携を認可す。

○運輸省海運局、43年度の内航鋼船船腹量を試算す。274万2,000GT。

11日(水)●IMF(国際通貨基金)理事会、日本が4月1日から25番目のIMF8条国に移行することを認める。

12日(木)○経済団体連合会海運委員会、海運国際収支改善対策案について、運輸省から説明を聞き、検討をはじめめる。

13日(金)○業界紙によれば、興業銀行はこのほど海運投資の国際収支改善効果に関する調査結果をまとめた。

16日(月)○運輸省 日本郵船・山下新日本汽船・昭和海運・ジャパンラインの4グループの集約を承認す。

17日(火)●日本銀行 国際収支の早期改善をはかるため、公定歩合を2厘引き上げ、18日から実施

することをきめる。

●政府、18日から輸入担保率を引き上げること

18日(水)○綾部運輸相 海運造船合理化審議会に「海運国際収支改善対策について」を諮問す。

○業界紙によれば、運輸省海運局は外航船腹の大量建造施策を推進するための長期運賃安定策として、運航会社の設置案を検討している。

19日(木)○運輸省船舶局 臨時船舶建造調整法の運用について、日本船と競合する輸出船の建造を規制する方針を明らかにす。

23日(月)●国際連合貿易開発会議 開かる。

○綾部運輸相 造船技術審議会に「造船技術向上の面からみてトン数測定方式は今後いかにあるべきか」、中小小型鋼船造船業における造船技術の向上のための基準はいかにあるべきかを諮問す。

24日(火)●ライシャワー米大使 暴漢に刺さる。

○海技審議会、部員の資質向上のための再教育について、綾部運輸相に答申す。

25日(水)●初の対米テレビ宇宙中継 成功す。

●運輸省 45年度の国内輸送需要見通しをきめる。

○船主協会、機構改革の大綱をきめる。

26日(木)○経済関係閣僚懇談会 国際収支改善対策を検討し、差し当り39年度の計画造船の規模を100万GTを目標に拡充するなど、海運収支改善策を積極的に進めることに意見一致す。

○石油業の自社船建造計画 40~43年度で12隻、123万5,000DWに達す。

27日(金)●鉱工業生産指数 2月は160.5で1月より8.7%(季節変動修正指数では0.8%)上昇す。

●外国為替収支 2月は経常収支で1億3,100万ドルの大幅赤字となり、総合収支も5,400万ドルの赤字となる。

●アラスカで大地震発生す。

○中小小型鋼船造船業合理化臨時措置法 3カ年の延長きまる。

31日(火)○運輸省 大阪商船三井船舶・川崎汽船の2グループの集約を承認す。

43年度の内航鋼船船腹量の見通し

運輸省海運局は、このほど43年度の内航鋼船船腹量を274万2,000GTと試算した。

これは、運輸省海運局が内航海運対策の一環として、内航船腹の需給を調整するため、小型船海運業法を改正して内航海運業法とする法案を国会に提出しており、この国会審議の資料として作成したものである。というのは、内航海運業法では、運輸大臣は内航海運業の用に供する船舶について、毎年度海運造船合理化審議会の意見をきいて、当該年度以降の5年間について各年度の適正な船腹量を、船種ごとに定めなければならないことになっているからである。

この試算によると、43年度の内航鋼船による貨物輸送量を一般貨物8,732万トン、油類6,600万トンと、37年度の一般貨物4,326万トン、油類2,258万トンのそれぞれ2倍、3倍に増加するものと見込んでいる。これに必要なとする船腹量は、32~37年度のGT当りの輸送トン数のうち最高の値をとって算出したもので、43年度の内航鋼船の適正船腹量は貨物船195万4,000GT、油槽船78万8,000GT、計274万2,000GTになるとしている。38年7月1日現在の内航鋼船船腹量は貨物船115万3,000GT、油槽船40万2,000GT、計155万5,000GTであるので、43年度までの5年間に貨物船80万1,000GT、油槽船38万6,000GT、計118万7,000GT、年平均23万7,000GTの内航鋼船の拡充が必要であることになる。

ところで、内航鋼船の建造が活潑に行なわれた近年の実績は、35年度20万9,000GT、36年度26万GT、37年度17万6,000GTで、年平均21万5,000GTとなっており今後5年間の所要拡充量がこれを上回るものとなっている点からみて、試算のような数値をもとにしてはたして内航船腹の需給の調整が実現されうるか疑問と思われる。

まず、所要船腹量の算出に当って、GT当りの輸送トン数を32~37年度の最高値をとっているが、この数値が船腹需給が適正であることを表現しうるものであるのかどうか十分検討する必要がある。32~37年度の期間に内航船腹がつねに過剰気味であったとすれば、GT当りの輸送トン数は実績の最高値より大きくとる必要があるのではなからうか。また、内航鋼船の船質の向上、専用船化の傾向、平均輸送距離の短縮の傾向等による輸送効率の向上も考慮する必要がある。

試算による43年度の内航鋼船の所要船腹量が、直接内航海運業法の適正船腹量につながるものとは思われないが、以上のような点を考慮すると実際の適正船腹量は試

算の所要船腹量よりかなり減少するものとなろう。

戦前・戦後の海運国際収支

従来、海運関係国際収支について、戦前は海運収支の大幅な黒字が貿易収支の赤字をカバーしていたが、戦後は海運収支の赤字が国際収支の足を引張っているといわれてきた。このことは海運について知識をもっている人達の間にも信じられている向きもあり、また戦後の船腹拡充の一時期にもその論拠とされることがあったようである。

ところで戦前・戦後の海運国際収支の構成を比較してみると、その立て方が全く異なっており、単純に収支尻を比較することができないことが明らかである。

戦前の海運収支は、受取りに日本船による輸出運賃・輸入運賃および三国間輸送運賃収入と港湾経費等の受取りを計上し、支払いには港湾経費等の支払いを計上しているだけである。つまり、貿易取引を輸出FOB、輸入CIF建に仕切って、貨物運賃収支が算出されている。

一方、戦後のIMF方式による海運収支は、貿易取引を輸出入ともFOB建に仕切って、貨物運賃収支が算出されており、受取りは日本船による輸出運賃および三国間輸送運賃収入と港湾経費等の受取りが計上され、支払いには外国船に対する輸入運賃支払いと港湾経費等の支払いが計上されることになっている。

海運国際収支を戦前方式によってみると、11年には受取りが貨物運賃2億7,900万円、港湾経費等5,600万円、計3億3,500万円、支払いが港湾経費等1億4,100万円で差し引き1億9,400万円の黒字になる。37年には受取りが貨物運賃6億9,000万ドル、港湾経費等9,000万ドル、計7億8,000万ドル、支払いが港湾経費等2億9,000万ドルで、差し引き4億9,000万ドルの黒字になる。つまり、戦前方式によれば、戦後でも海運国際収支は大幅な黒字を計上しているということが出来る。

これに対して、IMF方式によってみると、11年の海

	戦前方式		IMF方式	
	11年 100万円	37年 100万ドル	11年 100万円	37年 100万ドル
受				
取	335	780	215	328
貨物運賃	279	690	159	238
輸出運賃	89	189	89	189
輸入運賃	120	452	—	—
三国間運賃	70	49	70	49
港湾経費等	56	90	56	90
支				
払	141	290	213	710
輸入貨物運賃	—	—	72	420
港湾経費等	141	290	141	290
収				
支	194	490	2	382
貨物運賃	279	690	87	182
港湾経費等	△ 85	△ 200	△ 85	△ 200

運国際収支は受取りが貨物運賃 1 億 5,900 万円、港湾経費等 5,600 万円、計 2 億 1,500 万円、支払いが貨物運賃 7,200 万円、港湾経費等 1 億 4,100 万円、計 2 億 1,300 万円、差し引き 200 万円の黒字になる。37年には受取りが貨物運賃 2 億 3,800 万ドル、港湾経費等 9,000 万ドル、計 3 億 2,800 万ドル、支払いが貨物運賃 4 億 2,000 万ドル、港湾経費等 2 億 9,000 万ドル、計 7 億 1,000 万ドルで差し引き 3 億 8,200 万ドルの赤字になる。すなわち、IMF方式によれば、戦前の海運国際収支は若干の黒字であったが、戦後は大幅な赤字になっているわけである。

### 石油業の自社船建造計画

石油業界では、今後急激に増大する石油輸入量に対処して、石油の安定輸送の確保と運賃の安定化による石油企業の経営の長期安定化と国際収支への貢献のため、海運業者による油槽船の建造と同時に、直属油槽船会社の油槽船の建造についても財政資金が利用できるよう、昨年 8 月来政府関係方面に要望してきた。

石油連盟の調査によると、石油業直属油槽船会社の 40～43 年度の 4 年間の油槽船建造計画は、3 月 26 日現在 12 隻、123 万 5,000 DW、1 億 1,115 万ドルに達している。

40年度竣工		
出光タンカー	150,000 DW	13,500,000 ドル
朝日運油	65,000 "	5,850,000 "
東京タンカー	125,000 "	11,250,000 "
41年度竣工		
東燃タンカー	100,000 "	9,000,000 "
日正汽船	70,000 "	6,300,000 "
ゼネラル海運	85,000 "	7,650,000 "
42年度竣工		
出光タンカー	150,000 "	13,500,000 "
朝日運油	65,000 "	5,850,000 "
丸善海運	100,000 "	9,000,000 "
東京タンカー	125,000 "	11,250,000 "
43年度竣工		
東燃タンカー	100,000 "	9,000,000 "
日正汽船	100,000 "	9,000,000 "

これら油槽船の建造資金は、低利資金の調達のため当面提携先の外国石油会社からの借入れを考慮しているようであるが、この場合その金利として多額の外貨が流出することになる。このことは国際収支上好ましいことではないので、石油業直属油槽船会社としても国内で低利の資金が調達できるよう、財政資金の利用を要望しているものである。

海運国際収支改善のため外航船腹の大量建造計画がと

り上げられ、運輸省の試算によると 42 年度までに 538 万 GT、うち油槽船は 315 万 GT の拡充が必要であるとされている。この大量建造計画に対して、はたして集約化した 6 グループの海運業者だけでこれに応じうるかどうか疑問であると考えられるので、石油業直属油槽船会社に対してもある程度の財政資金の利用を認めてもよいのではなかろうか。

とくに、外国船主がわが国で船舶を建造する場合、造船所を通じて間接的にはあるが輸出入銀行の財政資金が利用しうるのに、海運業者でないからといって石油業直属油槽船会社が開発銀行の財政資金を利用することができないのは、海運造船政策として片手落ちであるといえることができる。

### 39 年度の計画造船 100 万 GT へ

国際収支の長期的な改善対策は、わが国経済の当面の最も重要な課題となっており、これに関連して海運国際収支の改善のための外航船腹の大量建造が大きくとりあげられ、3 月 26 日の経済関係閣僚懇談会で差し当り 39 年度の計画造船の規模を当初案の 64 万 2,000 GT から 100 万 GT を目標に拡充することになった。

経済企画庁のまとめた「国際収支の長期展望と問題点」によると、今後の経済の成長にともなって、貿易収支の黒字基調は維持される見通しであるが、貿易外収支の赤字幅が大幅に拡大する傾向がみられている。貿易外収支のなかでも海運収支以外の項目の赤字幅の拡大が大きく、これをカバーするためにはいっそうの輸出の振興が必要であるとされている。海運収支については、船腹を拡充して運賃収支を改善しても、港湾経費の赤字が増加するという事情もあって、海運収支を改善するにしても限度があり、国際収支全体の改善の決め手にはならず、現状維持が限度と考えられる。このためには年間 150 万 GT 程度の外航船腹の拡充が必要と考えられる。ただ問題は多額の財政資金を投入して海運収支を改善するか、または他により効果的な国際収支改善策があるか、さらに検討する必要があるとしている。

経済関係閣僚懇談会はこうした経済企画庁の説明をもとに、外航船の大量建造問題を討議し、「長期積み荷・運賃保証を条件としているから外航船の大量建造が進まない」という池田首相の裁断によって、39 年度の計画造船の規模を 100 万 GT に拡大することを目標にし、建造条件の緩和、石油業自社船建造問題等をあわせて、具体的な実施計画を検討する方針をきめたものである。

## 原子力船開発の現状

日本原子力船開発事業団  
造船部管理課長

坂井 欣 一

昨年末、日本原子力船開発事業団が行なった海外調査（特に米国）を参考に、内外における原子力船開発の現状について、その概要を紹介する。

### 1 米 国

米国では、サバナ号の建造運航により原子力船に関する広範囲な実際面の経験を得ている一方、数種の小型船用炉の開発に力を注いでおり、近い将来原子力船が海運に大きな役割を果たすであろうことを確信して努力を続けている。

#### (1) 小型船用炉の誕生

サバナ号の技術経験と一連の船用炉開発の努力から CNSG, UNIMOD, 630A（これらの一部は本誌昨年9月号に紹介）にみられるように原子炉装置の一体化、簡素化等の改良によってまさに画期的な小型船用炉が生まれ、現在その開発あるいは改良に力を注いでいる。

CNSG (The Consolidated Nuclear Steam Generator) は、Babcock & W 社がサバナ号の加圧水型原子炉の製作経験にもとづいてそれを発展改良させたものである。即ち貫流ボイラ型主蒸気発生器の圧力容器内配置、加圧器の省略、格納容器内海水による遮蔽重量軽減と圧力抑制対策、多領域炉心の採用、1次系圧力の大巾な低減等によって、原子炉プラントの一体化、簡素化（軽量小型化）、コストの低減化をはかっている。Combustion Engineering 社の UNIMOD (Unified Modular Plant) ではさらに進んで所要蒸気量の変動のみで出力応答が行なわれるよう自己制御式とし原子炉制御装置の簡素化を行なっている。General Electric 社の630A は高濃縮ウラン（約93%）を用いた軽水減速空気冷却炉であるが、AEC が1951年以来軍用航空機のために約3,600億円を投じてその開発を委託し、（この間1961年までは材料、熱除去、制御等に関する基礎研究およびプロトタイプ HTRE1~3 によるジェットエンジンをつけた運転テストを終わっている）1962年になってミサイル開発に重点をおく政策転換により航空機用としての開発を中止し、機密を解除すると共に、商船用原子炉としての開発を指示したものである。高濃縮酸化ウランをニッケルクロム合金中に分散したものをさらにニッケルクロム合金で被覆（従来は大体酸化ウランをステンレスまたはジルカロイで被覆）した板をリング状に重ねて作った各燃料要素の中心に制御棒を配置するというように思い切った設計をしている。またこの原子炉プラントの制御盤は僅か1m四方程度の大きさしかないとみても如何に航

空機用として小型化することに努力をしてきたが窺われる。1962年以降は船用としての630Aに対する各要素のテスト、臨界実験を完了し、GE社によれば今後プロトタイプを建設する計画であるが、これは乗員の訓練および、さらに改良を企てるためのものであって現在設計製作上の技術的問題は全部解決されているとのことである。

これらの原子炉プラント重量はサバナ号(22,000馬力)の約2,450トンに対しいずれも約500トン以下となっており、殆んど在来船のボイラの大きさに近づいていると云ってよい。

第1表 原子炉プラント重量（格納容器の径と高さ）

	3万馬力	2万馬力	1万馬力
CNSG III型	約580 t	510 t (20'×35')	約480 t
UNIMOD	430 t (16'×34')		
630A	400 t (18'×35')		312 t (15'×31')

AEC と海事局の原子力船開発合同グループのマネージャーである Mr. ROBB (最近転任)は、現時点で商業用として最も優れているプラントは CNSG であり、UNIMOD および 630A についてはもう少し実験ないし耐久テストを行ないたい意向を示しているが、特に 630A については今まで考えられたものの中で最も軽くコンパクトなプラントであることに注目し、将来ガスタービンと結びつけるガス—ガスサイクル方式プラントとして長期開発計画の対象とすることも検討したいと云っている。現在のミサイル開発で得られつつある技術の転用が将来起こることも予想すると、このガス—ガスサイクル方式船用炉の開発に十分期待できるものを感じられる。

#### (2) 原子力商船に対する期待

原子力商船は現段階ではまだ完全に商業ベースで運航し得るとはみていないが、近い将来海運の多くの分野で在来船より優れたものになり得ると考えている。経済上の理由および軍事目的から、船の高速、能率化に対する要求が高まってきたにも拘らず、米国商船隊はその多くが古船で構成されており、現在体質改善の時期が近づいているという背景、および前述の一連の小型船用炉の開発により米国海運業者は原子力船に関心を抱き始めている。

これに関連し、昨年 G. G. Sharp 社（サバナ号の船体部設計担当した設計会社で、たびたび政府の委託で原子力船の経済性を検討している）が行なった経済性の検討では、CNSG および 630A 搭載の大西洋および太平洋航路の高速貨物船群を対象にしているのは注目に値す

る。これは原子力船の特性はまず原材料を運ぶ大型船よりも、比較的小型の高速貨物船群により発揮されるとみているからに他ならない。この検討の概要について述べると、これには勿論計算上の仮定があるが、その結果(大西洋航路)のみをみると第2表のとおりである。

第2表 貨物船の貨物トン当り年間運送コストの比較(北大西洋航路)

種	類	速力 (kn)	DW (t)	年間 貨物	貨物トン当り 運送コスト (ドル)
①	C-2	15.5	8,000	460	6 33.4
②	換装船	21	7,100	〃	4 38.0
③	倉庫船	18	〃	〃	4 31.5
④	〃	20.5	〃	〃	4 33.0
⑤	〃	24	〃	〃	3 32.75
⑥	〃 (630 A)	20.5	〃	〃	4 36.9
⑦	{ 〃 (630 A) 〃 (CNSG)	24	〃	〃	3 35.4
⑧	倉庫船	30	7,100	428	2 38.9
⑨	〃 (630 A)	〃	〃	〃	2 38.3
⑩	〃 (CNSG)	〃	〃	〃	2 39
⑪	〃	〃	14,200	856	2 28.3
⑫	〃 (630 A)	〃	〃	〃	2 27.9
⑬	〃 (CNSG)	〃	〃	〃	2 28.2
⑭	〃	〃	21,300	1,284	2 25.4
⑮	〃 (630 A)	〃	〃	〃	2 24.8
⑯	〃 (CNSG)	〃	〃	〃	2 25.1

①～⑦は年間同量の貨物を運ぶ場合の比較である。①は現存のC-2型船、②はこれを21ノットに高速化した場合であるが、トン当り運送コストは資本費、運航費の増大により隻数は少なくとも増大する。さらに新しい型式の倉庫船(またはパレット船)にして建造費の削減と入港時間の短縮をはかったのが③④⑥である。つぎに30.5～24ノットの点で630AおよびCNSG 炉の搭載を考えたのが⑧⑦であるが、この原子力倉庫船隊は21ノットの在来船②に優る結果となっている。またこれらは積荷率を一率に64%と仮定しているが、高速船ほど集荷率が大きくなる傾向があるので原子力船⑦はさらに有利になるとしている。つぎに2主要港間を2隻の船隊で急行便として使うのに必要な最小の速度として選ばれた30ノットの貨物船を比較したのが⑧～⑯であり、さらに船型を大きくしたのが⑪～⑯である。30ノットにおいては18ノットの倉庫船③より23%高いが、21ノットの在来船②と余り変わらない。そして30ノットにおいては原子力船は在来船と完全に競合する。大西洋航路において原子力船と在来船のコスト曲線がクロスする点は約29ノットとしており、政府の助成を受ける場合あるいは航路の長い太平洋ではさらにこのクロス点が有利になる(28～27ノット)としている。(約2年前日本の原子力委員会原子力船専門部会で試算した太平洋航路の高速コンテナ船では、この点は約27ノットであった。)

米国における第2船目の建造は明かにされていないが、直接船会社によって行われることが期待されているようである。議会においては商船法を改正して原子力船建造者に必要な開発費、在来船との建造費差額、燃料経

費等を補助する権限を商務省に与えることを検討していると伝えられている。

(3) サパナ号の経緯

1962年5月引渡されたサパナ号は、ヨークタウン、ノーフォーク等で保守調整を行ない、パナマを経てシヤトル、ホノルル、ロス、サンジェゴ等国内11の港を訪れ、約3万海里航行し、34万人の訪問を受け、1,000人の旅客と若干の貨物を運んだ後、1963年2月予定されていた第1回定期検査と保修改装等のためテキサス州ガルベストンのTodd造船所へはいった。5月から航海を始める予定であったが、乗組員の労働問題が起こり、運航代理者がStates Marine社からAmerican Export社に移り、新しい乗員の訓練が始まった。この訓練が終わりコーストガードの年次検査を受けた後、本年5月再び航海を開始し、ニューヨークその他国内東海岸、ヨーロッパを訪問し、明年は極東地区、オーストラリア、インド、次いでアフリカ、中近東、南米と順次各国を訪問することを考えている。本年度は恐らく原子力船の国際航海が実現したという意味で意義のある年になることと思われる。サパナ号については、港での運航の安全に関するガイダンスがあり、実際の港をこれに従って評価した港湾安全解析レポートが既に米国内16港、ヨーロッパ6港について作成されている。

昨年5月以降サパナ号の炉は止められていたが、(機器の保守運転は継続)11月末に乗員の訓練のため起動し、現在年次検査および再航海のための各種テストやメキシコ湾での数回に亘る試運転を行ないつつある。

(4) サパナ号の経験および改良計画

サパナ号の建造運航は、将来のコマーシャル原子力船のためにあらゆる面における先駆者役割を果たしつつあると共に貴重な経験を与えつつある。

サパナ号の最終建造費は約155億円(船体47億円、原子炉108億円)であり、その他サービス施設、各機器テスト、乗員の訓練、保修改良、安全性の解析等現在までに要した経費は建造費を含め合計300億円近い額に上ると云われている。

サパナ号の建造費が増えた最大の理由は工事期間が延びたことであり、その原因は労働者の欠乏、造船所と炉メーカーの生産工程の喰い違い、度重なる設計変更にあったと云われる。また建造に当っては必ず主契約者をつにして関連分野がこれに十分な協力を行なう体制をとることが必要であり、各系統の機器はできるだけ炉メーカー側でテストを済ませて搬入し、工程に狂いの生じないように、さらに検査方法、手順についても予め充分検討しておくことが望ましいことを当事者達は強調している。

サパナ号の運航は昨年の労働争議が生ずるまで計画通りに行なわれた。最初は、プロペラハブにクラックが発見されたり、各力所に漏洩があったりしたが、基本的には技術上の点で申し分なかった。原子炉の運転は船の

運航に十分適合し得ることを明かにした。原子力船の安全性に対する信頼感を増大し、入出港基準、保修、燃料交換、廃棄物処理、乗員および訓練方法等を経験的に明確にし、今後米国の運航業者が不安なく原子力船を運航しうるための地固めを着々行なっているわけである。

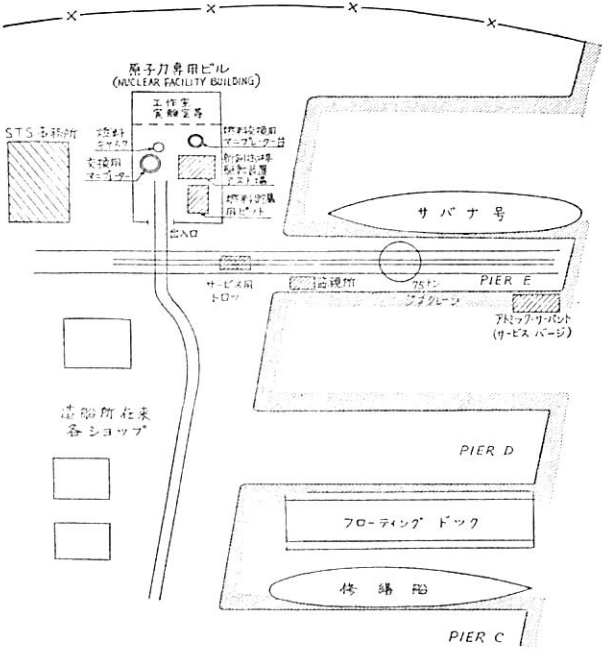
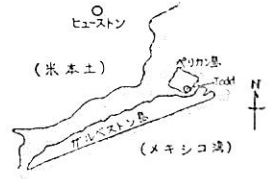
サバナ号は現在絶えず新技術の採用、簡素化、能率化といった新しい改良案を検討し、実施可能な箇所は順次計画的に施工しつつある。1963年に行なわれたものとしては、例えば炉室通風装置の改善簡略化、モニタリング系統の簡素化、船内通信系統の増設合理化、1次系デミネライザーの改善、2次系デミネライザーの新設、レットダウンクーラーおよび1次系安全弁の漏洩防止のための改善等々があり、さらに今後の計画としてはプラントをさらに簡素化すること、安全性を向上すること、保修コストを引き下げること、格納容器や炉室の通風テスト方法を改善すること、実験室等をコンソールの周りに集めると共にコンソールを小さく簡単にすること、現在テスト中の新しい制御棒駆動装置の採用、等々が1964年以降に、航海の間をぬって年次検査の機会に実施される予定である。

(5) 原子力船サービス施設

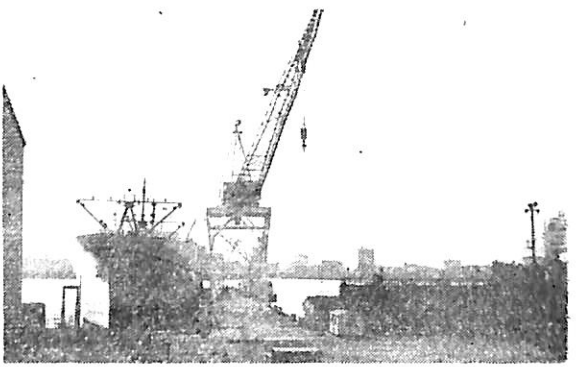
米国は原子力船サービス施設をガルベストンの Todd 造船所に完成し、Babcock & W 社と Todd 造船所の要員約 50 名で形成されるグループ STS (Savannah Technical Staff) を配し、サバナ号の保守、改装、乗員の訓練等に当らせている。この施設はサバナ号のみならず、

将来の米国および希望する外国の原子力船のサービスにも当らせる考えである。

ガルベストンはヒューストンの東南約 45 マイルにあり、Todd 造船所はガルベストン市の一部であるペリカン島(造船所以外殆んど何もない)の南側にある修繕専門の工場で、本土からガルベストン島を経てハイウェーがはり込んでいる。5つの棧橋と4つの浮ドックがあり常時1~2万トンの貨物船やタンカーが修繕にはいっており、サバナ号級の入渠保修を行ない得るメキシコ湾唯一の造船所である。ここに新設したサービス施設(図および写真参照)には、棧橋(Pier E)があり(補給、テスト用パイピング完備)、これに75トンの走行クレーンとその内側を走るサービストロッコ(上側ステンレス張り)を設け、この棧橋の傍にある原子力専用ビル(Nuclear Facility Building)に連繫している。原子力専用ビルは大きさ約60m×15m×高さ15mで、この中に75トン天井クレーン、燃料貯蔵用ピット(25'×15'×地中深さ35')、

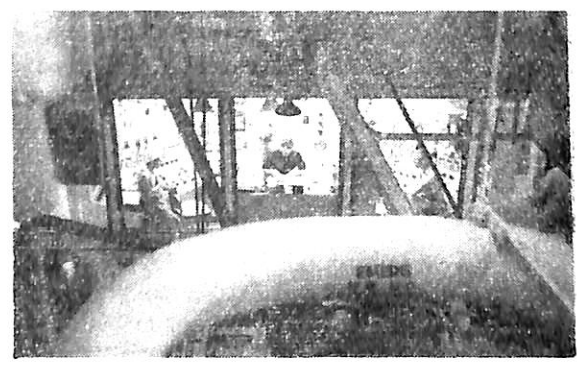


Todd 造船所原子力船サービス施設概略図



原子力船サービス施設

Todd 造船所E棧橋とサバナ号。左端原子力専用施設、手前サービストロッコ。中央の小屋は監視所。右は浮ドック、修繕船。対岸はガルベストン島埠頭および市街。



サバナ号制御室



燃料交換用マニプレーター（全装備重量約60トン）、燃料運搬用キャスク、関係実験室、工作室等が配置ないし保存されている。またこの近くに前述のSTSの事務所がある。なおこの施設には、出張サービス用のバージ、アトミックサーバント号も配属されている。ガルベストーン市が環境の汚染モニターを担当し（国、州が援助）空気、水について2カ所（炉運転中は4カ所）測定しており、サバナ号自身は所定の方式に従っていつでも緊急時対策がとれるようになっている。サバナ号繋船については住民の特別な反対はなかったし、造船所の通常業務に支障をきたしている様子はない。

#### （6）原子力船乗員の訓練

原子力船の乗員訓練はキングスポイントの U. S. Merchant Marine Academy にある訓練施設（サバナ号原子炉シュミレーター、原子力実験室等）で20週間に亘る基礎教育、ついでサバナ号での実地教育を中心として既成の船員の再訓練という形がとられている。サバナ号の新しい乗員構成では、命令系統の一元化が企てられ、できるだけ在来船員に原子力部門を受けもたせるように、訓練コースでもそれに対応した変更が加えられた。またサバナ号の新乗員に対しては新運航代理者である American Export 社の船員以外に予備要員として海事局やコーストガードの船員と一緒に訓練しているが、これは昨年の苦い経験である労働争議の場合に乗船させるためのものである。はじめからそういった性格の船員だけを乗船させればよいと考えられるのであるが、どうしても将来のために民間運航業者の手で動かさせたいらしく、争議が万一起こったら、他のスケジュールを乱さぬため止むを得ず予備要員を乗船させるということにしたいようである。サバナ号は当分乗員訓練用のスクールシップとしての役目も併せ持つようであり、陸上炉関係者や外国の乗員訓練にも解放する予定である。

## 2 ヨーロッパ諸国

### （1）英 国

英国では1955年頃より原子力船の研究を開始し、現在までに約30億円以上を投じたと言われる。その間、幾多の紆余曲折がみられたが、一貫していえることは無論、経済性のある原子力船の開発を第一義に考えることであり、このため経済的に有利な原子炉の開発に力を注ぐことにしており、現在は IBR およびベルギーと共同開発中の Vulcain の2つの炉型、特に Vulcain に主力をおいて研究をすすめているが（これら炉型については本誌昨年9月号に紹介）、米国の CNSG, UNIMOD, 630A 等にも強い関心を寄せている。

原子力船を実際に建造するかどうかについては、一部に原子力船の経済性に疑問を抱いている向きもあり、また造船海運界の経済的支持を得る見通しも得られず、経済的な炉が開発されるまで実船建造はしないという方針

のようであるが、日本や西独の計画に刺戟されて、近く建造するかも知れないと云ってみたり、政治問題にまでなっているところを見ると、まさしく迷いに迷っているのが実情のようである。

### （2）仏 国

仏国は現在原子力潜水艦の建造に全力を注いでおり、原子力商船の建造には経済的にも技術的にも余裕がなく、潜水艦によって得られた技術、情報は、商船の開発を行なうに当って大巾に活用できると考えている。

### （3）西 独

西独の第1船計画は実験目的を第1義として実施されている。将来の原子力商船の開発に役立つ最小限のものとして15,000DWのバルクキャリアー（11,000馬力）を選び昨日9月既に Howald 造船所で起工している。

搭載する原子炉については、Siemens 社の在来加圧水型、Babcock & W 社の CNSG 型および Interatom 社の有機材減速型について検討を続け、昨年11月 CNSG を採用することとし、Babcock & W 社にさらに詳細な設計を委託した。炉型の選定に当たっての基本的考え方としては、サバナ号よりも進歩したもので、充分安全性の信頼できるものということであったと云われる。燃料交換は船上で行なうので特別な港や場所は特に考えていないが、将来は欧州で共同の施設ができることを期待している。

## 3 日 本

### （1）日本原子力船開発事業団の発足

わが国における原子力船の研究は昭和30年頃より、原子力船調査会、ついで原子力船研究協会を中心に着々進められてきたが、今後の日本のあり方としては、これまでの研究を土台に実際の原子力船を建造運航して、具体的な問題を総合的に研究し、原子力船というものの性格を実地に則して経験体得し、将来の本格的原子力船の出現に備えるべきであるということになり、昨年8月、官民合同出資（初年度政府1億円、民間5,000万円、次年度以降民間1/4出資予定）の特殊法人日本原子力船開発事業団（同名の法律に基づく）が設立され、日本における第1船の建造運航にとりかかることになった。事業団の業務は主務大臣（内閣総理大臣および運輸大臣）の定めた原子力第1船開発基本計画に基づいて行なわねばならないこととなっているが、この基本計画によると、第1船は総噸数約6,000トン、主機出力約1万馬力で、搭載する原子炉は軽水冷却型とし、海洋観測および乗員の養成に利用できるものであり、関係研究機関および産業界の協力を求め、安全性の確保に万全を期し可能な限り国内技術によって建造運航し、実験航海約2年を含めて昭和46年度末までに全計画を完了しなければならないことになっている。

事業団の第1船開発業務計画は概略第3表のとおりで

第3表 原子力第1船開発業務計画

項目		年度	38	39	40	41	42	43	44	45	46
原子力船建造運航計画				(基本設計) 建造契約	船体竣工	進水	燃料製作	原子炉船頭 竣工	(慣熟運航)	(実験運航)	
											実験終了
付帯設備 設計計画	放射能監視設備等 特殊建造施設										
	燃料交換設備										
	停機施設・廃 棄物輸送施設										
研究開発計画											
乗員養成訓練計画											

- 11 1次冷却系は強制循環とし、ポンプ2基
- 12 1次系圧力約 105kg/cm<sup>2</sup>g, 温度278°C 前後。
- 13 主蒸気発生器は立円筒型2基, ただし压力容器内装備備流式について併行検討。
- 14 格納容器は漲水しない方式。
- 15 燃料交換設備は自船に搭載しない。

これは、日本原子力船研究協会が36年度に行なった原子力海洋観測船兼補給船の設計をモデルタイプとしたものである。炉についてはある程度海外における技術的進歩

あるが、全計画所要経費は現在のところ約37億円の建造費(ただしこの中には、観測船としての艦装や、自動化等の経費を含んでいない)を含めて約60億円強と見込まれている。事業団は現在、企画、総務、造船、原子炉の4部で組織され、特に造船、原子炉の両部は、造船所、炉メーカー、原子力研究所、船舶技術研究所等から出向した技術者(約25名)で構成されている。

(2) 原子力第1船基本設計の開始

事業団はまず第1船が将来海洋観測船として利用されるためには予めどのような問題を考慮して設計しておけばよいかを判断するため、海洋関係(海洋、気象、地質、化学、水産、電離層、天文、ロケット等)の専門家て構成される海洋観測懇談会を設け意見を聞いた。さらに別途事業団の諮問機関として関係専門家て構成される技術委員会(造船部会、原子炉部会、燃料部会、安全部会の下部機構を有する)や顧問会議を経て本年2月に大要次のような第1船基本設計方針を決定するに至った。

- 1 総屯数約6,000トン, 連続最大出力1万軸馬力, 蒸気タービン1基, 1軸推進。
- 2 航行区域は遠洋, ロイド Class I 相当の耐氷構造。
- 3 最大航海期間約6カ月。
- 4 乗員数総計110名。本船側乗員65名(うち20名は観測業務に対する本船側要員), 観測関係者45名(この居住区は実験員, 乗員訓練員の居住区としてあてる)。
- 5 非常用推進動力としてボイラを装備し, 平水中速力10ノットで3,000海里航行可能。
- 6 本船の完成時期考慮して各種機器はかなり高度の自動化装備。
- 7 サイドスラストおよび減潮水槽装備。
- 8 海洋観測懇談会要望による観測設備(省略)。
- 9 原子炉は軽水減速冷却間接サイクル方式の約35MW 1基
- 10 燃料は低濃縮ウランペレット, ステンレス鋼被覆。炉心は2領域, 燃料交換期間約2年, 負荷率60%。

を考慮している。これは第1船の建造が将来のための実験船であることを第1義目的としており、第1船開発基本計画に示されたように、安全性の確保に重点をおき、関係機関の協力を求め可能な限り国内技術によって所定の期間内に完成しなければならないために既述のような最新の原子炉は採用していない。

日本の原子力第1船はこのようにして目下事業団を中心に、造船所、炉メーカー、船舶技術研究所、その他関連専門技術者の協力を得て基本設計が行なわれつつある。今後の予定としては、本年7月頃までに基本設計を終わり、仕様書を作成、10月頃までにメーカーを選定して建造契約を行ない、原子力委員会の安全審査を受けた後、明年度へはいつて製作が開始されることになろう。

4 む す び

米国にてはサバナ号の建造運航による実際面の経験を得る一方、画期的な船用炉の開発を行なっている。ヨーロッパにおいては原子力艦艇を建造し、その技術を商船に利用し得る英国あるいは仏国と、そのできない西独との間に原子力船開発に対する考え方の相違がみられる。わが国と西独は大体同じ考えで進んでいると考えられる。即ち現在建造しようとしている原子力第1船は決して経済的に優れているから建造するのではなく将来のために早期に実際経験をしておきたいためのものである。

日本の第1船に搭載する原子炉は新しい型のものではないかも知れない。しかし安全第一に、可能な限り公開を原則とし、多くの関係者の参加協力により、できるだけ国内技術によって製作し、原子力船の建造運航に関する実際経験を早期に体得して、本当の意味で経済性のある船用炉が出現した時に対処できる土台を築いておくという点では十分その目的を達成することができよう。

しかし最終目標は優れた経済性を持つ原子力船の開発にあるのであるから、第1船によって原子力船の実際経験をj得る一方、絶えず最新の船用炉開発の動きに注目し研究を怠らないことが必要であると考えられる。

## ☆ 舶用燃料と潤滑油 特集 ☆

船舶の自動化、合理化がすすめられている一方、運航の経済性向上もきわめて重要な課題でありますので、最近の舶用燃料、潤滑油、シリンダライナの腐食・摩耗等に関する各方面の貴重な資料や論文を多数掲載することができました。なお今回の特集について近く再びこの分野の特集を予定していますのでご期待下さい。

### エッソ 舶用燃料と潤滑油の特質と実績

エッソ・スタンダード石油株式会社  
国際販売部 舶用課  
官 本 武 彦

弊社は昭和37年4月、エネルギーの新しいシンボルとして、わが国に ESSO のマークを掲げてお目見得したが、舶用製品については、弊社の前身であるスタンダード・バキューム石油会社時代にも、海外における燃料供給とか、輸出船に納入した潤滑油等から、海運、造船、造機関係のかたがたに知られてきた。

弊社の製品は、エッソの技術研究を受け持つ、エッソ・リサーチ・アンド・エンジニアリング会社の研究になるもので、しかも単に米国だけでなく、英国、ドイツ、フランスのエッソ研究陣と密接な連絡のもとに開発された国際石油会社の所産である。特に舶用の燃料油、潤滑油、特殊塗料に関して、海運国家群である西欧の動向も如実に反映していることは、世界600余港を包括する国際販売網と相まって、現在、燃料油では世界需要の約25%、潤滑油使用船名簿には約2,000隻が数えられる成果をあげている。日本においても営業開始以来、満2年を経過したにすぎないが、燃料油、潤滑油ともに多数の需要家にご愛用を頂きつつあるので、今回は国際販売網の舶用製品として、世界中どこの港で求められても、全く同品質の潤滑油と、需要者の要求される条件に適應する燃料油の2つについてご紹介したいと思う。

#### 1. 舶用燃料油

燃料油の規格、分類は各国および各石油会社で異なっているが、エッソ国際販売組織においては第1表のように分類している。

第1表中、Bunker Fuel とはタービン船用のボイラ重油、Intermediate Bunker Fuel は低質重油をディーゼル船用に使用するための粘度にもとづく分類であって、Redwood #1 @ 100°F の秒数の頭数字であらわす。例えば Intermediate Bunker Fuel No. 6 とは Redwood #1 @ 100°F で600秒のものを意味する。Fuel Oil にはボイラ用重油（通称 Heavy Fuel）と大型ディーゼル用重油（通称 Light Fuel）がある。

第2次大戦後、世界的に大型ディーゼル船に低質重油が使用され始め、わが国においても現在、大型ディーゼル船の殆んどは、A-951またはA-933程度の低質重油を使用している。エッソにおいては、1949年から1953年の4年間にわたり弊社自社タンカー Esso Little Rock 号（主機 Sun-Doxford 7,500BHP）で低質重油の実船試験を行なった。その結果第2表のごとき低質重油も十二分にディーゼル機関に使用し得ることが実証された。

#### 2. 舶用潤滑油

エッソ舶用潤滑油は14カ国より産出された原油の中よ

第 1 表

欧 米 地 域	アジア、アフリカ、オーストラリア	日 本	
		保 税 油	内 貨 油
Bunker Fuel	Fuel Oil	ボイラ用重油	
Intermediate Bunker Fuel		A - 951	Stanfuel C
Marine Diesel	Marine Diesel Light Diesel	A - 933	Stanfuel B
		Marine Diesel	Stanfuel A
Marine Diesel Medium	Gas Oil	Esso Diesel Oil	

第 2 表

比重 60/60°F	0.982max.	(註) 粘度が3500秒
流動点 °C	1.2max.	を超えても燃料油の
引火点 (P.M.) °C	66min.	価格は大きく安くな
粘度 R.W. #1 @ 100°F		らない。一方加熱温
	3,500	度の限界および清浄
灰分 wt. %	0.10	に要する費用が増加
硫黄分 wt. %	4	する。
水分(蒸留法) vol. %	0.50	
アスファルテン wt. %	10	

り撰択したものを、高度な技術、管理のもとで精製し、これに同系会社である Esso Chemical Co. の添加剤を加え製造されている。

1. ディーゼル機関用潤滑油

(a) 高アルカリシリンダ油

大型ディーゼル機関に低質重油の使用とともに高アルカリシリンダ油を使用することは今日常識となっている。市販されている高アルカリシリンダ油の種類としては、油溶性型 (Solution type) および水溶性型 (Emulsion type) があるが、弊社は、他社高アルカリ油と全く異なる懸濁型 (Suspension type) 油トロマー DX-130 (Tro-mar DX-130) を1956年に、分散型 (Dispersant type) 油であるトロマー DX-90 (Tro-mar DX-90) を1960年に発表し、現在2種類の高アルカリシリンダ油を販売している。トロマー DX はアルカリ添加剤を油中にコロイド状に分散し、安定化した高アルカリ油であるため、他社高アルカリ油と比較して次のような特性をそなえている。

(1) 高荷重および極圧荷重下においてすぐれた潤滑性

を維持する。

- (2) Complex Soap がシリンダライナ表面に吸着して、ざらつき摩耗を防止する。
- (3) 堆積物が少なく、かつやわらかいためリング膠着および掃排気口や排気系統が殆んどよごれない。
- (4) 注油量を増加する必要が生じた場合でもリング膠着、ライナの異常摩耗の心配は不要である。
- (5) 水溶性型油と異なり水を含まないため、貯蔵安定性は良好である。

上記の特性は最近のディーゼル機関の出力向上に際し要求されるシリンダ油の条件を満たし、またピストン抜きに際しては掃除を容易にすることが可能である。現在、トロマー DX-130 は Fiat 機関専用で使用されており、他の機関にはトロマー DX-90 が主として使用されており、その使用隻数は616隻に達し、わが国の船舶にも使用されている。

トロマー DX-90 の日本船における使用実績を第3表に示す。

主 機 : B&W884VT2BF 180, 16,800BHP

使用燃油 : Intermediate No. 10

給油量 : 13~16l/cyl./day (0.28g/BHP/h)

本船においても他船と同様、トロマー DX-90 使用により、リング膠着は全く起こらず、油溶性型油使用当時に比し、リング溝や排気弁等のスラッジの堆積が非常に少なく、また柔わらかくなりピストン抜きに際しても掃除の手間が省けると喜ばれている。またシリンダ下部が温度上昇した場合にも、トロマー DX-90 は油溶性型油に比し、より少ない給油量の増加で温度上昇を防いでい

第 3 表

		シリンダ No.	1	2	3	4	5	6	7	8
油溶性高アルカリ油	ライナ総使用時間 (h)		4,286	4,286	4,286	4,286	843	4,286	4,286	4,286
	同上に対する摩耗量 (1/100m/1000h)		11.89	13.18	17.24	14.58	26.1	12.59	10.85	14.34
	前回計測後使用時間 (h)		2,580	1,740	890	1,740	843	890	2,580	8.91
	同上に対する摩耗量 (1/100m/1000h)		9.30	16.68	14.56	10.70	26.1	9.64	8.72	7.84
	計 測 時 温 度 °C (ライナ表面/機室)		26/24	26/24	25/25	25/25	32/28	255/28	255/28	26/28
トロマー DX-90	ライナ総使用時間 (h)		11,153	9,362	8,513	8,926	4,636	11,153	9,798	9,365
	同上に対する摩耗量 (1/100mm/1000h)		12.28	9.83	15.50	12.43	15.21	7.98	7.45	9.83
	前回計測後使用時間 (h)		3,927	5,076	4,227	4,640	3,793	5,198	5,512	5,076
	同上に対する摩耗量 (1/100mm/1000h)		10.44	5.23	12.77	3.63	15.80	-1.73	3.65	5.23
	計 測 時 温 度 °C (ライナ表面/機室)		25/28	39/33	46/22	47/39	40/39	26.5/28	45/38	39/33

る。このことはトロマー DX-90 がすぐれた拡散性とシーリング性をも備えているからである。

(b) ディーゼル機関システム油

ディーゼル機関システム油としては、ナフテン系油とシトロマー65およびテロラ65, パラフィン系油としてエッソマー65を市販しているが、トロマー65を一般に使用している。本油は14年間継続使用にかかわらず良好な性状を維持されていることが“*The Motor Ship*”にも紹介されている。しかし機関の型式および潤滑油の受ける汚染度等の条件が千差万別であるため、通常の船内浄争法のみでは潤滑油を良好な状態に維持困難な場合も起こり得る。こうした場合、弊社ではエッソ・リサーチ (Esso Research & Engineering Co.) で開発された第三燐酸ソーダ処理を実施することを推せんする。

(c) トランクタイプ型小型ディーゼル機関用潤滑油

清浄分散剤を含んだディタージェント油として、トロマーHDシリーズ (DMに相当), トロマーD-3シリーズ (DSに相当) の潤滑油がある。ディタージェント油は燃料油燃焼に起因するカーボン、潤滑油の不溶性酸化生成物を通常0.1ミクロン、大きなものでも10ミクロンの粒子で油中に懸垂さす特性があり、ピストンおよびクランクケース内を清浄な状態に維持可能である。

2. その他船用潤滑油

今日わが国船舶の殆んどはディーゼル船であるが、一方大型輸出船の多くはタービン船である。弊社タービン機関用潤滑油としては、エッソマー52, 65と極圧添加剤 (燐酸塩) を含んだエッソマー EP56 を市販しているが、エッソマー EP56 は1945年に開発され、現在 EP load-carrying 潤滑油として1,000隻以上の船舶に使用されている。

最近の船舶装備の油圧機械に対処するため、弊社では本年3月1日より6種類の Nuto Hシリーズと Esso

AFT とで 船用油圧作動油を系列化した。元来弊社は流動点が  $-60 \sim -80^{\circ}\text{F}$ , 粘度指数が  $150 \sim 220$  という油圧作動油があり、船舶に使用されていた。

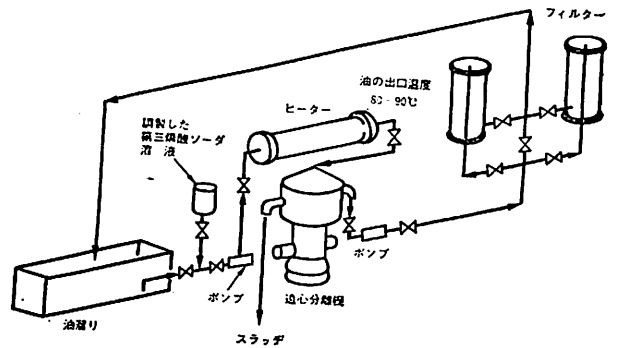
船用冷凍機用潤滑油についても従来市販していた製品よりさらにフロック・ポイントが低いゼロマー R44, 48 を  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , Freon を媒体とする冷凍機用潤滑油として新たに市販することになった。

3. システム油劣化防止法 (第三燐酸ソーダ処理法)

前記2.(b)項で少しふれた第三燐酸ソーダ処理法については、第1図のごとく工事としては主機システム油用遠心分離機の近くに設置し、これを遠心分離機の送油ポンプ吸入側に連結し、第三燐酸ソーダ溶液注入量を調節するニードル・バルブまたはコックを取付けるだけでよい。

システム油劣化防止方法として、第三燐酸ソーダ処理法を弊社が推薦する理由は、

- (1) 特にとりたてた装置が不要であるため、必要な場合容易に処理が行なえる。



第1図 システム油の船内処理法 (バイパス回路式)

第 4 表

船名	主機	処 理 前				処 理 後			
		pH	全酸価	全アルカリ価	強酸価	pH	全酸価	全アルカリ価	強酸価
Mimer	B & W	2.9	0.77	None	0.06	8.8	0.56	1.69	None
Ragunda	B & W	2.8	2.2	〃	0.12	6.0	1.37	0.40	〃
Bomi Hills	Doxford	3.3	1.24	〃	0.11	7.2	0.11	0.06	〃
Monte Brasil	Sulzer	3.4	1.10	〃	0.06	7.8	1.09	0.56	〃
Crispin	Sulzer	2.4	0.62	〃	0.06	7.2	0.28	0.30	〃
Bianca C	Sulzer	2.7	1.35	〃	0.06	6.7	0.96	0.69	〃
Tagaytay	B & W	3.0	2.19	〃	0.06	8.4	0.80	0.44	〃
Guanabara	B & W	3.3	0.55	〃	0.05	—	0.42	—	〃
Trantel	B & W	2.1	1.33	〃	0.06	6.1	1.04	0.11	〃
Concordia Taleb	Götaverken	4.6	0.26	0.03	Nil	6.6	0.45	0.07	Nil

- (2) 処理経費が安く、第三リン酸ソーダの入手が容易である。
- (3) 機関を停止することなく処理が可能である。
- (4) 劣化油の無機酸、有機酸をその適度に応じて中和する。
- (5) 第三リン酸ソーダは緩衝性があるため、処理操作上の誤りがない。
- (6) またこの緩衝性があるため、洗滌後の潤滑油は酸を中和する余力をもっている。
- (7) 酸中和の結果生ずる  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  も水溶であるため、油中に残留しスラッジとなり、軸受摩耗を起こす懸

念は皆無である。

次に第三リン酸ソーダ処理効果の実績を第4表に示す。最近わが国の船舶でも第三リン酸ソーダ処理を実施してその効果を十分に発揮している。

以上簡単に弊社船用製品について述べたが、“エッソは常に顧客と共に在る”のがモットーであって、特に世界屈指の海運造船国である日本の需要者各位のご要望は、国際販売組織を通じて、エッソの研究陣に繋り、製品の改良開発が行なわれる機構であるので、読者諸氏の忌憚なきご意見を期待している。

## フリーピストンガス発生機用潤滑油に関する一考察

出 光 興 産 株 式 会 社  
潤 滑 油 部 潤 滑 技 術 課  
名 原 武

### はじめに

大型船用ディーゼル機関に重質重油が使用されるようになり、急速に脚光をあびた高アルカリ型シリンダオイルはシリンダライナ、リング摩耗の低減に顕著な効果を示した。弊社製のダフニーシーマスターもライナおよびリング材質、エンジン工作精度の向上並びにエンジン取扱いの優秀さ等に助けられ、現在では平均ライナ摩耗率5~15mm/100/1000h、リング摩耗率は0.50~0.70mm/1000hの成績をおさめ、且つ既に数隻の船舶で無開放運転がなされている。しかしこの種のシリンダオイルについてもなお研究されねばならない問題は残されている。

本文では船用大型ディーゼル機関と同様、またはそれ以上の重質重油が使用され、且つ同種のシリンダオイルが使用されているフリーピストンガス発生機用潤滑油について述べる。本機が国産されるようになって比較的年月が浅く、現在までに国内では数隻の浚渫船とタグポートおよび数カ所における発電機用として使用されているに過ぎず、潤滑油についても船舶におけるほど検討されていないため、充分な検討に基づく資料でないことをあらかじめお断りして置く。

### 1. ガス発生機用シリンダオイルについて

#### (1) シリンダオイルの使用現況

使用燃料はRed. No. 1 @ 100°Cで3,000秒までの重油で且つ硫黄分が3.5wt%以下の重油であれば充分使用

できるとのメーカーの意向があるため、浚渫船においてはRed No. 1 @ 50°C 500秒程度の重油、発電用ではRed No. 1 @ 50°C 1000秒程度の重油が使用されている。

従ってシリンダオイルは大型船用ディーゼル機関と同様、高アルカリ型のシリンダオイルが現在使用されている。

ただディーゼル機関用シリンダオイルとしてはSAE 40相当の粘度のオイルが使用される例が多いのに比し、本機関は内部温度が高いため、現在稼働中の全発生機用のシリンダオイルとしてSAE 50が使用されている。

#### (2) GS34型ガス発生機ディーゼルシリンダ摩耗の一例

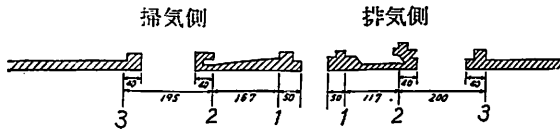
本機はピストンの運動がクランクによって規制されないばかりか、行程の長さ、位置も調節可能である。そのためかディーゼルの場合ほどピストン終点にいちじるしい段がつかず、比較的滑らかな摩耗状態を示しているようである。第1表に示す通り、A方向（上下方向）の摩耗がB方向（横方向）の摩耗に比し大きく、やや偏摩耗の傾向はうかがえる。とはいえまだディーゼルのシリンダ摩耗に比し特に大きな値ではない。

第1表 某浚渫船のディーゼルシリンダ摩耗データ

#### (1) 運転時間と使用潤滑油

試運転~1000h	種々のオイル使用 (ストレートと高アルカリ型をミックスし使用)
1000h~4000h	某社高アルカリ型シリンダオイル (アルカリ価40mg KOH/g)
4000h~5900h	ダフニーシーマスター A50

- (2) シリンダ注油量 1.8~1.9g/HP/h
- (3) 使用燃料 Red. No. 1 @ 50°C 500秒 S分 3.3%
- (4) 計測位置



- (5) データ 単位1/100mm, ( )内は1/100mm/1,000h

CYL. NO.	NO.1 CYL.			NO.2 CYL.			NO.3 CYL.			NO.4 CYL.		
計測位置	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
掃気側	27 (9)	7 (2)	3 (1)	48 (16)	37 (12)	13 (4)	31 (10)	16 (5)	12 (4)	23 (8)	18 (6)	15 (5)
排気側	6 (2)	3 (1)	4 (1)	24 (8)	14 (5)	16 (5)	4 (1)	3 (1)	3 (1)	4 (1)	4 (1)	7 (2)
掃気側	42 (14)	33 (11)	5 (2)	45 (15)	50 (17)	16 (5)	17 (6)	11 (4)	11 (4)	28 (9)	22 (7)	10 (3)
排気側	27 (9)	24 (8)	9 (3)	10 (3)	5 (2)	8 (3)	4 (1)	6 (2)	3 (1)	3 (1)	4 (1)	7 (2)

左記のデータは 1,000h ~ 4,000 h の 3,000h の 摩耗量と摩耗率 (括弧内) を示す。

CYL. NO.	NO.1 CYL.			NO.2 CYL.			NO.3 CYL.			NO.4 CYL.		
計測位置	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
掃気側	2 (1)	5 (3)	4 (2)	7 (3)	7 (3)	6 (3)	7 (3)	5 (3)	5 (3)	0 (0)	4 (2)	4 (2)
排気側	2 (1)	2 (1)	0 (0)	5 (3)	-1 (-)	-2 (-)	2 (1)	0 (0)	-1 (-)	-2 (-)	3 (1)	-2 (-)
掃気側	1 (0.5)	1 (0.5)	-2 (-)	23 (7)	3 (1)	0 (0)	25 (7)	13 (4)	2 (1)	9 (3)	4 (1)	2 (1)
排気側	-2 (-)	-3 (-)	-1 (-)	2 (1)	-2 (-)	-1 (-)	7 (3)	-2 (-)	-4 (-)	-2 (-)	-1 (-)	-2 (-)

左記のデータは 4,000h ~ 5,900 h の 1,900h の 摩耗量と摩耗率 (括弧内) を示す。

(3) シリンダオイルの問題点

前記データの通り摩耗は特に大きな問題はないように考えられる。しかるに本機が発電に使用される場合、シリンダオイル費が発電コストの8%をしめると云われる。(但し消費量を 2.0 g/kW・h、価格を 140円/kl と仮定した場合)。発電コスト低減のためにはシリンダオイル費の低減が極めて大きく響くこととなる。このためにはオイル自体の原価を下げるか注油量を絞るかのいずれかとなるが、適正注油量の問題については、注油孔の数、注油溝の形状等々がからみ種々の検討がなされねばならぬため、ここではオイルの原価低減にのみふれることとする。

原価低減を考える前にあらためてシリンダオイルの具備すべき諸特性を列記してみる。

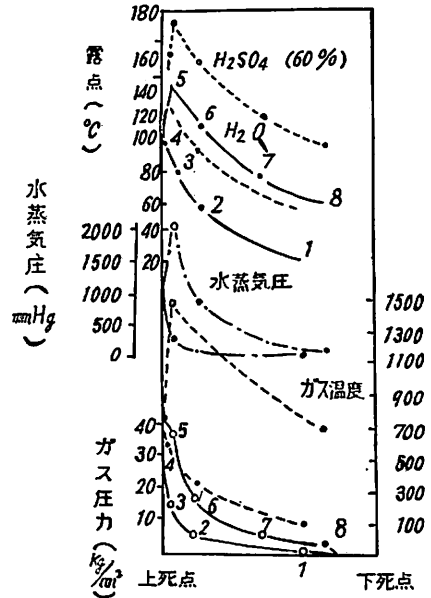
- (イ) 適性粘度を有すること。
- (ロ) 燃焼生成酸を充分中和する能力を有すること。
- (ハ) 清浄能力が優れていること。
- (ニ) カーボン生成傾向が少なく、且つできるカーボンは軟く、剥落性に富むこと。
- (ホ) 油膜強度が大きく、油性が良いこと。
- (ヘ) 分布性、分散性に富むこと。

等々があげられよう。

上記要求特性の通り「燃焼生成酸を中和するに充分な能力」を有することは極めて必要なことであるが、現在

使用されているアルカリ価 35~40mg KOH/g のシリンダオイルは燃焼生成酸を中和するに必要以上のアルカリ価であると考えられる。即ち他の要求特性をすべて満たし、アルカリ価の比較的低いオイルでも充分であり、またその方が好ましいと考える。

第1図は温度 20°C、相対湿度 90% の空気を吸入した場合の2サイクル機関におけるガス圧力、温度および露点の関係を示したものである。



第1図 2サイクル機関における圧力と露点の関係図

第1図よりガス圧力が上昇すれば露点も上昇し、硫酸含有量が多ければなお露点も上昇することがうなずける。大型ディーゼル機関では最高圧力が 60kg/cm<sup>2</sup> 以上となるため、露点も上がり燃焼生成酸による腐食が行なわれ得ることは推察できる。また実際に高アルカリ型シリンダオイルの使用によってライナ摩耗が減少したことからもうなずける。しかるにガス発生機とディーゼル機関とでは第2表に示す通り機関各部の温度をはなはだ異なる。

第2表 ガス発生機と大型ディーゼル機関各部温度比較

温度比較部	ガス発生機	ディーゼル機関
掃気ガス温度 °C	40 ~ 50	200 ~ 230
排気ガス温度 °C	350 ~ 400 (スーパーチャージャー入口)	450 ~ 500 (タービン入口)
上死点および内死点時におけるトップリング部の温度 °C	190 ~ 210	270 ~ 330 (推定)

大型ディーゼル機関と略同一の最高ガス圧力を示すガス発生機 (最高90kg/cm<sup>2</sup>まで) において、内死点部分の

温度以上に露点上がるか否かが問題となる。

第1図は2サイクルディーゼル機関における研究結果であるが、フリーピストンガス発生機も一種の2サイクル機関であるので、本データを基礎に推定することに大きな誤りはないと思われる。

本データから推定するにガス発生機のディーゼルシリンダの壁温以上に露点上昇することは少なく、またそれも短時間であると考ええる。

そのうえ腐食には時間のファクターがはいるが、ガス発生機のピストン速度がディーゼルに比し大きいことをあわせ考えれば、本機は大型ディーゼル機関ほどの燃焼生成酸の影響を受けないといえる。即ちアルカリ価の大きなシリンダオイルは要求されないと考えられる。

もしこれが当たっているとすれば、現在は必要以上の中和能力を高価な添加剤によってあたえ、そのうえ余分な

添加剤によってリングランド、ポートおよびピストンヘッド等に硬質の付着物を作る原因さえあたえているといえる。余分な添加剤を除くことによってカーボンは少なくなり、且つ原価の低減も可能となる。

#### (4) 中和効果の推定

現使用油でどの程度中和作用が行なわれているかを推定するためにリング溝およびポート等のカーボン分析をすることも無駄ではないと考える。

第3表は Sulzer 7SD72 型機関で弊社製ダフニーシーマスターとダフニーマリンオイルを使い分けた場合の排気孔に附着したカーボンを分析した結果である。この結果高アルカリ型シリンダオイルの効果を裏付けるものと考えられる。本機に附着したカーボンを分析してみれば、ある程度必要アルカリ価を推定できるものと考え紹介した。

第3表 カーボン分析の一例

項目 油名	反応	酸価 (mg KOH/g)		油分 %	灰分 %	遊離硫酸	硫酸鉄%	硫酸カルシウム%	硫酸第二鉄 %
		有機	無機						
Dn A-50 使用カーボン	中性	5.1	痕跡	3.9	26.94	痕跡	1.03	9.59	0.74
Dn SS-50 使用カーボン	酸性	5.6	11.2	17.6	16.36	0.98	6.10	1.72	2.58

## 2. ピストンクーリング用潤滑油について

現在ほとんどの場合ピストンクーリング油とガスタービンの軸受油に同一油が使用されている。幸にしてタービンのメタル黒化やスラッジがメタル部に附着した等の事故は聞いていないが、高温にさらされるピストンクーリングを実施した油でタービン軸受も潤滑することには無理があるように考えられる。元来添加タービンは低温で使用されることを想定して製造されているため、テレスコチューブあるいはピストンクラウン内面にスラッジが附着する等の現象は本システムからではある程度避け

られないことと思われる。(タンク容量が小さいことも原因と考えられる。)

従ってピストンクーリングとタービン軸受油を別系統とし、且つピストンクーリング油がテレスコチューブより洩れる率はディーゼルに比し極めて少ないことから水冷却にする方が好ましいと考える。

こうすることによる機械的弊害が無ければ、冷却用の潤滑油費は不用となり、比熱は約倍となり、諸チューブおよびピストンクラウン内面の汚れは少なくなり、タービン軸受も劣化油によって潤滑されることがなくなると素人目に見える。

## スワイン USD-570 の特質と実績について

丸善石油株式会社販売部  
潤滑油販売技術課

### 1. はしがき

かって本誌<sup>1)</sup>で紹介された高アルカリ型シリンダ油は、その普及が驚くほど速く、当今では、船用ディーゼルエンジンの摩耗の低減のために、この種シリンダ油の

使用は常識とさえなっている。

しかしながら最近海運合理化の一環による機関の長期無開放、劣質高含硫燃料の使用、さらにクロムメッキライナの採用により、この高アルカリ価シリンダ油に要求される条件も一段と苛酷になってきた。



弊社の高アルカリ価シリンダ油は、これまでスワライン USD-50 という名称で広く船用界に親しまれてきたが、前記のような時代の要求に応じるため、さらにアルカリ価の高い試作油を L-1112 という名称で実船試験を続けてきた。その結果、本油の成績が非常に良好であったので、38年10月、これを銘柄化し、スワライン USD-570 なる正式名称のもとに自信をもって販売にふみ切った。それで、本編では、このスワライン USD-570 (70 シリーズ) について、若干の説明とその実績について紹介する。

## 2. シリンダ油の変遷

船用シリンダ油の品質を歴史的にみると、第1表のような経過をたどってきている。

第 1 表

1	ストレート油
2	HD油
3	HD油 (シリーズⅡ)
4	エマルジョン油
5	サスペンド油
6	油溶型高アルカリ油

これはとりもなおさず燃焼時の硫酸との戦いの歴史であるといえることができる。

燃料油として軽油が使われていた頃は、殆んど問題にならず、シリンダ油としてもストレート油が用いられていたが、戦後、低質重油、特に high sulfur fuel を使用するようになり、リングスティック、異常摩耗、ポート閉塞が増大してきた。そこで当時4サイクル機関ですばらしい成績をおさめていた、いわゆるピー・デューティ油の試用がなされたが、殆んど見るべき効果が表われなかった。

そこでさらにトラクターなどの重車両のごとく最も苛酷な diesel service に属するものに指定されていたキャタピラーシリーズⅡ油の試験が米国の石油会社によってなされ、イオウ分3.5%の燃料を使ったところ、リングゾーンの汚れはややよかったが、摩耗の低下は期待されたほどでなく、せいぜい30%低下にすぎなかったという報告がなされている。

これは給油方式による差異によるもので、大型2サイクルエンジンでは限られた少量の油が潤滑面を薄膜となって、うるおす程度であり、小型4サイクルエンジンでみられるデータジェントオイルのフラッシング効果は期待できないという結論がなされるものと思われる。このような経過を背景として考られたことは結局  $H_2SO_4$  を化学的に速かに中和するに足るだけのアルカリを油にも

たせるということで、その結果高アルカリ価のエマルジョン油、サスペンド油が生まれ、ついで油溶型の高アルカリ価シリンダ油が誕生したことはよく知られておりである。

## 3. イオウ分の影響

一般に重油を燃焼すると大量の水が生成されるほか、イオウ分は90~95%が  $SO_2$  (無水亜硫酸) となり、そのうち5~10%は  $SO_3$  (無水硫酸) となるといわれている。 $SO_2$  に露点が低く、シリンダ壁温度をあげることにより凝縮を防ぐことができるので、実害は殆んどないが、 $SO_3$  は露点がきわめて高いので、普通のシリンダ壁温では殆んど凝縮して  $H_2SO_4$  (硫酸) となり、腐食を促進するばかりでなく、 $SO_3$  はガス状でも腐食をおこし、特に激しく潤滑油をおかして油膜を破断する。従ってこの  $SO_3$ こそ腐食の元凶といえる。

この他、腐食を促進する二次的要因として、燃料中の灰分特に NaCl (塩化ナトリウム)、MgCl (塩化マグネシウム) などがある。これらは  $H_2SO_4$  と反応して HCl になるからである。

さらに燃料中のバナジウムも  $SO_2$  が  $SO_3$  になる場合の触媒として作用するので、燃料中の灰分の除去のために、水洗滌も効果的であるといわれている。

## 4. スワラインUSD-570の検討経過

海運界の合理化にともない、できるだけ労力を減らす目的からも、ピストンの開放期間の延長が行われている。ピストンの長期無開放の場合、ピストンリングの摩耗と同時に、リンググループフィリングが問題となってくる。ピストンリングが摩耗すると圧縮圧力が低下し、燃焼状態は悪くなり、吹き抜けが多くなってくることは当然であるが、その他にリンググループの閉塞がひどくなることも無視できない。とくに、使用する燃料油が粗悪化すると、不完全燃焼分の量の増大と相まって、イオウの影響によりピストンの汚損度は急激に増加する。衆知のごとくピストンリングはガスの気密作用ばかりではなく、他にシリンダオイルのひろがりにも一役かっている。すなわちシリンダオイルの注油孔の位置は機種によって異なるが、全般的にみて、相当下部の位置にあり、そこから上方への油のひろがりにはピストンリングの背面によるポンプ作用によって行なわれるから、リンググループの閉塞がおこるとこのポンプ作用が不十分となり、ただでさえ潤滑のむずかしい上死点附近はますます潤滑状態が悪化してくることになる。

さらに燃料油の影響についてはよく議論されるところ

であり、一般に燃料が悪化し、特にイオウ含有量が増加すれば当然摩擦も増加してくる可能性があり、シリンダ油としてのアルカリ価も高くする必要があるのでないかと考えられるのは極く当然のことである。

そこでこの燃料油、特にイオウ分とシリンダ油のアルカリ価、ライナ摩耗との関係について実船における一例を示せば第2表のとおりである。勿論、エンジンの材質、運転条件、特に負荷率、シリンダ油給油量によっても異なるが、このように燃料油のイオウ分が3.0%を超えてくるような場合には、やはり相当高いアルカリ価が必要となってくるものと考えられる。

第2表 ライナ摩耗におよぼす燃料油の影響

使用シリンダ油	スワライン USD-40 (N)	スワライン USD-40 (N)
抽出水 pH	3.2	4.1
水溶性鉄分 wt. %	0.56	0.21
全鉄分 wt. %	2.02	1.2
1,000時間当りのライナ摩耗 mm	0.25	0.10
エンジン型式 (出力)	K9Z84/160C (16,500PS)	K9Z78/140C (11,500PS)
シリンダ油給油量	200l/day	135l/day
燃料油のイオウ分 (wt. %)	3.0 ~ 3.3	2.2 ~ 2.5
サンプル	トップリンググループカーボン	トップリンググループカーボン

われわれはこのような“清浄性”という項目を評価するためエンジン試験を実施した。テストエンジンとしては、大型船用ディーゼル機関のほとんどすべてが2サイクル方式であることから、とくにポート掃排方式を備えた小型の2サイクルエンジンを選んだ。そのうえこのテストエンジンの潤滑方式は全損式シリンダ給油方式となっているので、4サイクル機関などのオイルパン方式のものでのテストよりも一層実状に近いという特色を有している。

なお燃料油としては合成増硫剤によりイオウ分を3.0%とした軽油を用いて実験している。

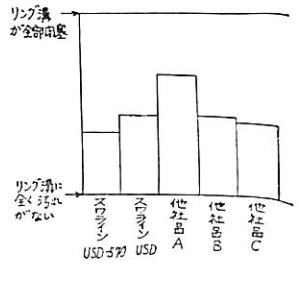
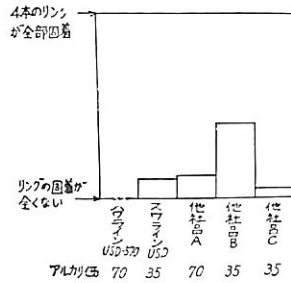
エンジン諸元および試験条件は次のとおりである。

(1) 諸元

第 3 表

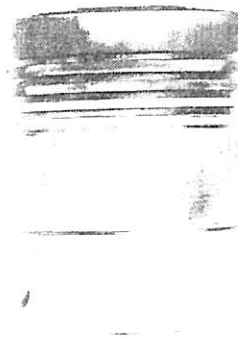
項目	油種 アルカリ価 ※	スワライン	スワライン	他社品A	他社品B	他社品C
		USD-570 70	USD-50 36	70	36	36
リング固着	0-10	0	1.0	1.2	4.0	0.5
クラウンランド(1)	0-10	3.3	4.8	6.2	4.1	3.9
リングランド (2)	0-10	2.4	3.8	8.7	5.5	4.9
リング溝 (3)	0-10	3.4	4.3	6.6	4.3	4.1
ピストンスカート(4)	0-10	1.1	1.0	3.2	1.3	0.6
(1) ~ (4) (合計)	0-40	10.2	13.9	24.7	15.2	13.5

※ 評点 汚れ 0=clean  
リング固着 0=free 10=4本とも360°固着

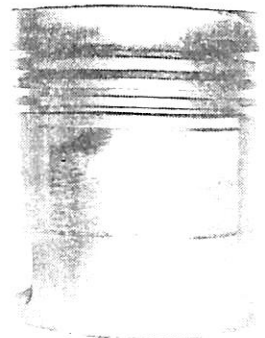


第1図 リングの固着

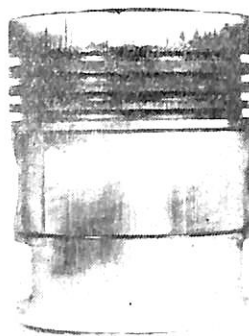
第2図 リング溝の閉塞



スワライン USD-570



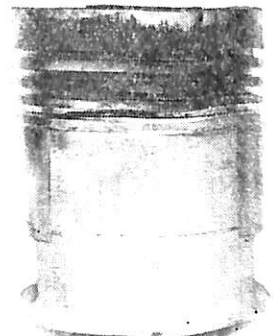
スワライン USD-50



他社品 A



他社品 B



他社品 C

写真-1 ベンチエンジンテスト結果

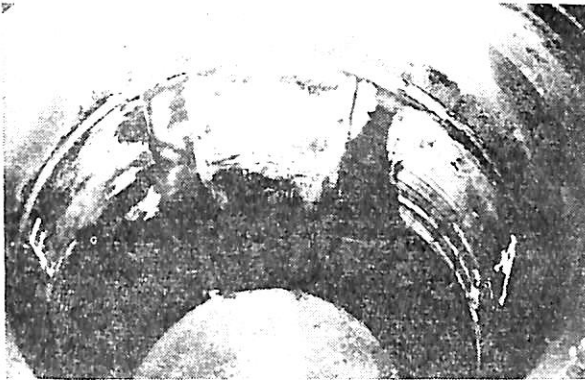


写真2 ミルキースポット発生例  
(アルカリ価35の油で給油量の少なすぎた場合)

エンジン型式	K社 VC-2型
標記出力	10PS
標記回転数	1,700rpm
最大出力	13PS
シリンダ数	1
シリンダ内径×行程	95×110mm
燃焼室形式	直接噴射式
掃気方式	ループ掃気式
冷却方式	水冷
潤滑方式	全損式メカニカルポンプ給油

(2) 試験条件

試験時間	48h
試験時のジャケット温度	100°C 平衡

結果は第3表、第1,2図、写真1に示されるように、スワライン USD-570 の優秀性が視われる。

さらにピストンの汚れなどに関する潤滑油の炭化傾向を調べる方法として、一般にコーキングテストが行なわれるが、市場で好評を得ている数種のオイルについて、この方法による評価も行なっている。試験条件としては、近年の船用エンジンが高出力化にともない平均有効圧力が上昇しており、そのためピストン温度がさらに上昇している状況に鑑み、熱板温度を一段上げ350°Cとしている。

結果に第4表に示されるとおり、スワライン USD-570 は好評を得ている他社優秀品にくらべなら遜色のない成績を示している。とくに同一アルカリ価レベルのオイルAにくらべ格段の優秀性が認められる。

ただし、このコーキングテストのデータはあくまで潤滑油の一面を示す意味しかなく、勿論すべてをこれに頼ることは危険である。

一方、クロムメッキライナに対する影響について述べると、すでにご承知のとおり次のことがいえる。

摩耗の救世主として登場したクロムメッキライナはなるほど耐摩耗性には非常にすぐれているが、酸腐食に対

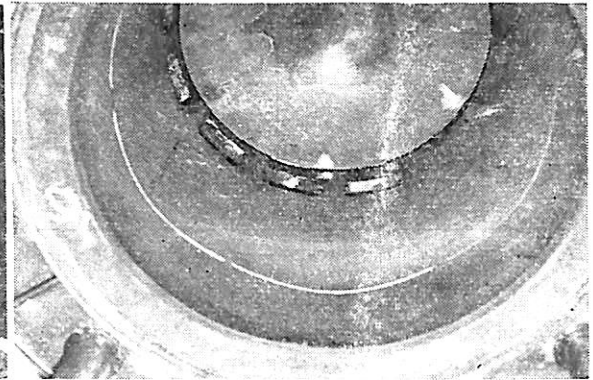


写真3 ミルキースポット発生せず  
(スワライン USD-570 使用)

第4表 パネルコーキングテスト結果

シリンダ油名	アルカリ価	コーキング量 (mg)
スワライン USD-570	70	270
他社品 A	70	1,240
他社品 B	35	130
他社品 C	35	230

試験法 Federal test method No. 791 3462T に準拠

試験条件

パネル温度	350°C
試験時間	7時間
はねかけ棒回転数	1,000rpm
回転時間	15s/60s

して極めて弱いという欠点があり、よく白斑（ミルキースポット）と呼ばれる酸腐食が発生して問題となる。これはシリンダ油の給油量の増大によってもある程度カバーはできるが、高価なクロムメッキライナの威力を十分に発揮させるためには、さらに高いアルカリ価をもつシリンダ油を使用する必要がある。(写真2,3参照)

5. スワライン USD-570 の実績

実績の一例を示せば第5表、写真-4のとおりである。

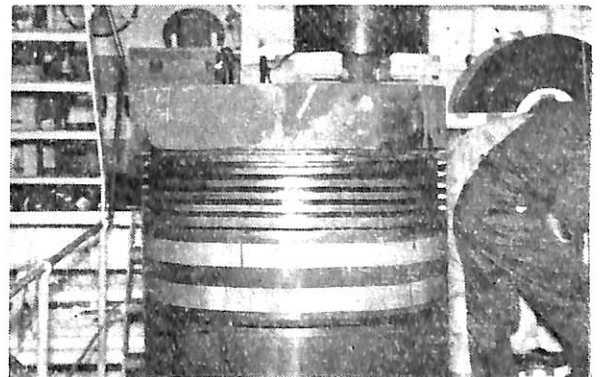


写真-4 C丸 4,500時間使用後

第5表 スワライン USD-570 の使用実績 (ライナ摩耗単位  $1/100\text{mm}$ )

船 別	主 機 型 式	ラ イ ナ	シリンダ注油量 g/BHP/h	ピ ス ト ン 抜 間 隔 (時 間)	ライナ摩耗率 (千時間当り)	使 用 燃 料
A 丸	7RSAD76	鋳 鉄	0.79	2,500	5	A-9 3 3
B 丸	8RD90	"	0.76	3,000	10	A-9 3 3
C 丸	K9Z70/120C	"	0.85	4,500	6	A-9 5 1
		ポーラス クロムメッキ	1.05	4,500	2	

シリンダ油の給油量も密接な関係がある。給油量が少なすぎ、アルカリの量が不足すると硫酸腐食により、ライナ摩耗が大きくなっていくことは勿論であるが、その他汚れにも深い関係がある。すなわち最近のような高アルカリ価シリンダ油は酸性雰囲気中でアルカリが中和され、酸性側になると清浄分散性が非常に弱くなり、ピントンの汚れや、ポートの閉塞が急激に増加してくることが実験室データや、実船のデータから判明している。従ってスワライン USD-570 はアルカリ価が高いからといってすぐ給油量を減少することは上手な使い方とはいえない。最初はむしろ多い目にして、その後徐々に状況によって減少してゆくことをおすすめする。

#### 6. スワライン USD-570 と USD-50 の使い分け

スワライン USD-570 は冒頭に記載したような時代の要求によって生まれしてきたシリンダ油で、とくにイオウ分の多い粗悪重油(A-951)を焚焼される船や、ピストンの長期無開放を希望される場合、またはクロムメッキライナを装備されている場合にはすばらしい威力を発揮する。

しかしだからといって、スワライン USD-50 を全部 USD-570 に切りかえる必要はなく、これに関しては次のように考えている。

一般にイオウ含有量が高ければ、できる硫酸の量が多くなり、シリンダ油としての必要アルカリ価が高くなっていくように思われるが、一方、同じ燃料油を用いても、その摩耗量はエンジンの型式、材質、燃焼状態、運転条件、特にジャケット冷却水温度などによっても大巾に異なってくるので、一概に高アルカリ価のものを使用せねばならぬとは限らない。ただし従来にくらべ、イオウ分の高い燃料油を用いて急に摩耗が増加したような場合や、クロムメッキライナを装備されている場合には、スワライン USD-70 シリーズをご使用いただきたい。し

かしかなる場合にもアルカリ価は高いほど良いということではない。不必要に高いアルカリ価のものをを用いることは経済的な面ばかりでなく、灰分の増加によるマイナス面をもともなうので、この点充分な注意が必要である。当社の実績によると第2表の右にも一例を示したように、アルカリ価35のスワライン USD でも一般には殆んどの場合に満足すべき結果を得ている。

#### 7. スワライン USD-570 の代表性状

当社の船用シリンダ油スワライン USD-570 は SAE50 番手であり、他に SAE40 番手の USD-470 も用意している。いずれもアルカリ価は 70 あるので“USD-70”シリーズと略称している。これらは USD-50 よりもさらに高いアルカリ価と清浄性を有し、基油としては高精度の Medium V. I. 油を使用している。代表性状を第7表に示す。

第 7 表 性 状

SAE. Number	スワライン USD-470 40	スワライン USD-570 50
反 応 比 重 15/4°C	アルカリ 0.950	アルカリ 0.952
引 火 点 °C	220	230
粘度 38.8°C CS (SUS)	198.6(924)	269.6(1245)
粘度 98.9°C CS (SUS)	14.82(77.2)	17.83(89.4)
粘度指数	75.5	75.0
流 動 点 °C	-15.0	-12.5
腐 食 試 験	合 格	合 格
アルカリ価 (丸善法)	70	70

なおアルカリ価については、JIS 法では、高アルカリ油の場合非常にバラツキが多いため、特に丸善法を採用した。本法は過剰の硫酸を加え水酸化カリにより逆滴定を行ない、その量からアルカリ価を算出しようとするものである。この特長としては従来、中和する酸として塩酸を用いていたが、シリンダ内でできる酸の殆んどが硫酸であるので、より実状に近く、さらに逆滴定を行なうので滴定の判定が容易なうえ、高い再現性を示す。

# シリンダ油開発分野における新しい船上実験方式

モービル石油株式会社本社技術部

今村 弘人・半田 徹夫

## まえがき

低質重油を燃焼する船用ディーゼルのシリンダ油を開発する過程において、必ず要求される段階は実船使用実験であり、この段階には従来かなりの期間と費用を必要とし、しかも多くの場合、摩耗に関与する各種因子の影響をそれぞれ分類計測評価することは困難であった。

近年、ラジオアイソトープの利用によってこの期間を短縮し、各因子についての考究もかなり容易となったが、この場合にも試験船の入港予定の各国の許可を得ねばならず、実施上の困難はまぬがれない。

ここに紹介する方法は、新しく考案された化学的方法であり、放射能による各種障害もなく、しかもかなり正確にシリンダ油を評価できる方法で、上記の不便を一応解消できるものと考えられる。

## 1. テスト装置と実験船

この実船テストに使用した船舶は1960年に竣工したスエーデン船サバネホルム号で、その要目は第1表に示す。

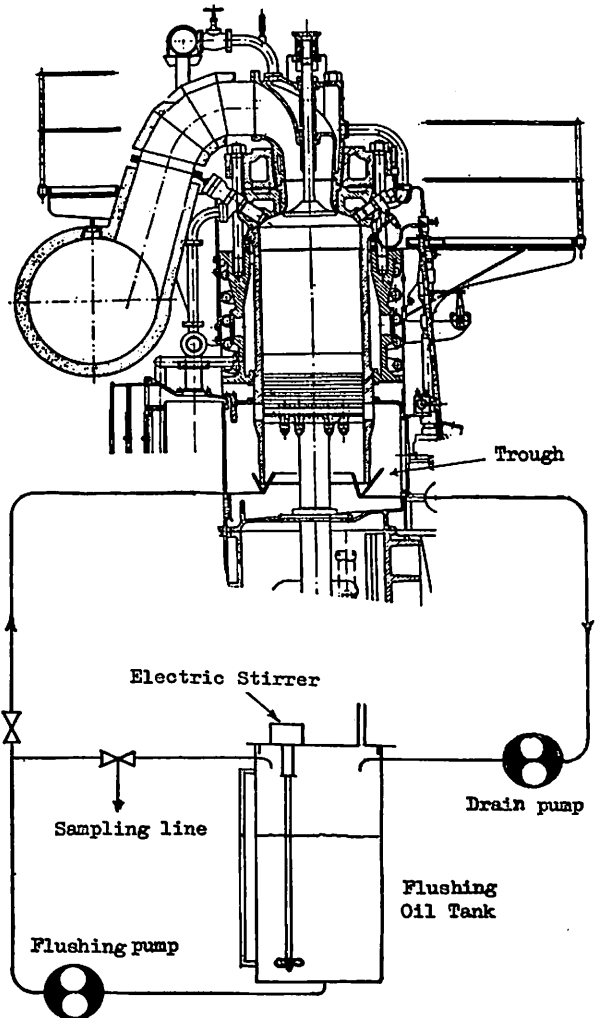
第1表 実験船サバネホルム号要目

船体部要目			
全長	159.40m	型幅	18.90m
夏期吃水	7.85m	総トン数	5,788 T
純トン数	3,065 T	載貨重量	10,950 t
機関部要目			
主機	Götaverken 760×1,500 VG-6U		
	2サイクル単動過給機付		
シリンダ数	6	シリンダ口径	760mm
ストローク	1,500mm	馬力	7,300BHP

シリンダ壁およびピストンリングの摩耗粉は2つの経路をへてシリンダの外へ排出される。つまり排気と共に排気管へ持ち去られるものと、スクレープ油と共にシリンダ下部へ運ばれるものに分けられる。

このテストを行なう前に行なった放射能リングを使用した予備テストおよび実船での予備テストの結果、両経路へ排出される摩耗鉄粉の割合は同一の型式、回転数および発生馬力のもとでは大体一定割合と見ることができ、この機関では全摩耗鉄粉のうち約60%がスクレープ油と共にシリンダ下部に運ばれるものと推定された。しかしこの割合は同一型式の機関でもその運転状態によって変化する。

この主機の No. 5 シリンダが摩耗計測用シリンダとして使用された。装置は第1図に示すごとくであり、樋がシリンダ下部全周にわたって取り付けられ、スクレープ油の流れを良くするため樋は傾けられており、これをフラッシング油循環系統に接続してある。この系統内にドレインポンプを取付けた目的は樋からフラッシング油ドレインパイプ系へ掃気が侵入して来るのを防止するためである。機関運転中樋に滴下したスクレープ油はフラッシング油と共にタンクに帰り、このタンク内で鉄濃度を均一



第1図 装置概略

に保つよう電動攪拌器によって混合される。

油の試料は定期的に採取され、船上で化学的方法で鉄含有量を計測する。

なお回転数の変化による誤差を避けるため、摩耗率は6,000回転ごとの鉄のmg数で表わされた。

## 2. テスト結果の一部

ここでは機関の摩耗に関する諸因子の影響に関する結果のみのべる。

われわれはこの因子の一部として燃油の粘度と硫黄含有量、機関回転数、シリンダ油の給油量とアルカリ価、シリンダ冷却水温度およびスクレープ油の強酸価を選んだ。

### (1) シリンダ内最高圧力と摩耗率

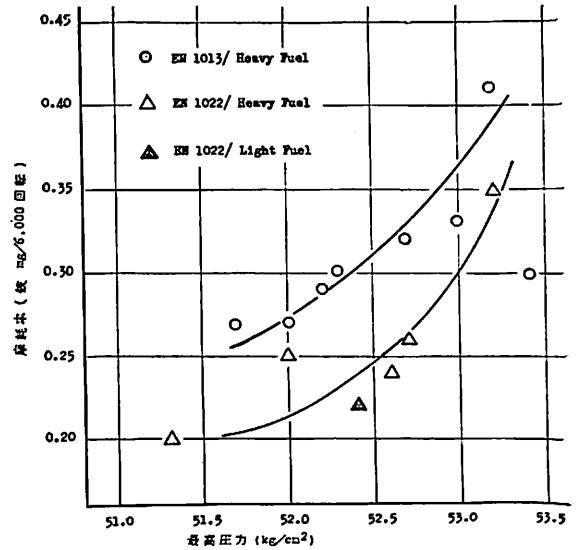
第2表はEN1022およびEN1013の2種のシリンダ油(いずれも全アルカリ価40)を用いて行なわれた試験の結果を示す。この試験では1回を除いて硫黄分2.5%の燃油が使用され、シリンダ油給油量および冷却水温度は一定に保たれた。この結果シリンダ内最高圧力をファクターとしてまとめれば第2図のように摩耗率はシリンダ内最高圧力の増加と共に増加することが知られる。

この結果は高アルカリ性シリンダ油を使用している際には摩耗の主要部分が機械的摩耗にあることを示していると考えられる。

またこの試験終了後の計測で、最大摩耗発生箇所が給油孔より最も離れた位置にあることが確かめられたが、最高圧力の増加に伴ってこの位置では油膜破損による機械的摩耗の発生頻度が大きくなるためと考えられる。

### (2) シリンダ油の全アルカリ価と冷却水温度の影響

現在船用高級アルカリ性シリンダ油としては全アルカ



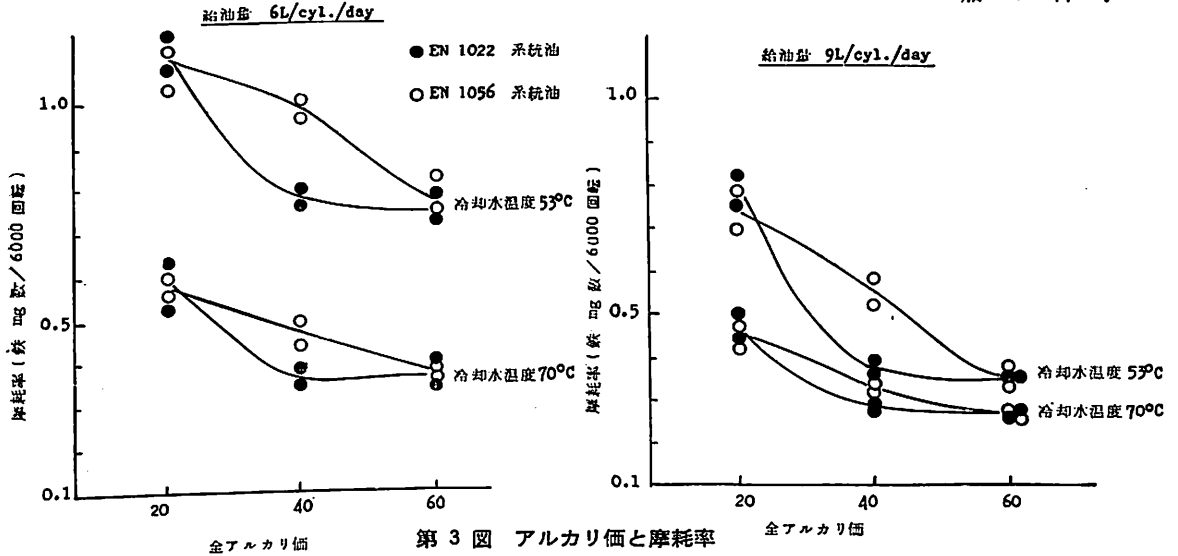
第2図 アルカリ価と摩耗率

リ価が40前後のもの、60前後のもの2系統が市販されている。このアルカリ価における差異は使用添加剤のタイプによるものであるが、一部では全アルカリ価が60のものは40のものより中和能力が優れているがごとき印象を持っていたようである。本試験では規定アルカリ価がそれぞれ40および60のシリンダ油EN1022およびEN1056の2系統の油を対象に添加剤の濃度のみを変え、全アルカリ価を20、40および60として比較試験を行なった。この結果は第3図に示す。

冷却水温度は清水クーラー出口にて53°Cおよび70°C、給油量は6l/cyl./dayおよび9l/cyl./dayとして摩耗率に対しての影響を明らかにした。なお使用燃油は硫黄分

第2表 試験結果

運転番号	シリンダ油名	給油量 (l/cyl./day)	回転数	燃油消費量 (kg/h)	燃油中の硫黄分	最高圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )	スクレープ油中の強酸価	摩耗率 (鉄mg/6000回転)
1204	EN 1022	6	107.1	165	2.5%	52.0	11.9	0.25
1205	EN 1022	6	107.1	165	2.5%	52.7	13.6	0.26
1206	EN 1013	6	106.2	164	2.5%	52.7	12.5	0.32
1228	EN 1013	6	108.7	171	2.5%	52.0	9.3	0.27
1229	EN 1013	6	109.7	173	2.5%	53.2	10.3	0.41
1230	EN 1013	6	104.7	165	2.5%	52.3	14.1	0.30
1231	EN 1022	6	106.7	168	2.5%	52.6	18.7	0.24
0103	EN 1013	6	110.5	176	2.5%	53.0	14.1	0.33
0104	EN 1022	6	110.5	178	2.5%	53.2	16.2	0.35
0105	EN 1022	6	109.0	177	0.8%	52.4	4.9	0.22
0107	EN 1022	6	107.0	166	2.5%	51.3	10.8	0.20
0301	EN 1013	6	107.5	167	2.5%	52.2	11.3	0.29
0302	EN 1013	6	107.3	166	2.5%	51.7	9.8	0.26



第 3 図 アルカリ価と摩耗率

2.5の低質油を用いた。

EN1022 および EN1056 の系統試験油はいずれもアルカリ価の上昇と共に摩耗率は減少することを示し、冷却水温度と給油量が高い場合は摩耗率の変化度は少ない。これは低冷却水温度においては腐食摩耗発生の度合いが大きく、また給油量の大きい範囲では腐食摩耗発生機会が少ないことを示している。

特に注意すべきは両シリンダ油の全アルカリ価に対しての摩耗率変化の様相であり、EN 1022 系統のものは全アルカリ価が20と40では摩耗率に大きな差があるが、40と60では殆んど摩耗率の上に差が見られず、これに反し、EN 1056 系統のものは全アルカリ価が20と40における差よりも40から60への変化による摩耗率の差が著しい。これにより、全アルカリ価によって摩耗防止性能を判断できないこと、および各種添加剤にはそれぞれ最少必要添加量があることが知られる。たとえば EN1022 の系統のものでは全アルカリ価40で、また EN1056 系統のものでは40では不足であり、60ではじめて有効となる。

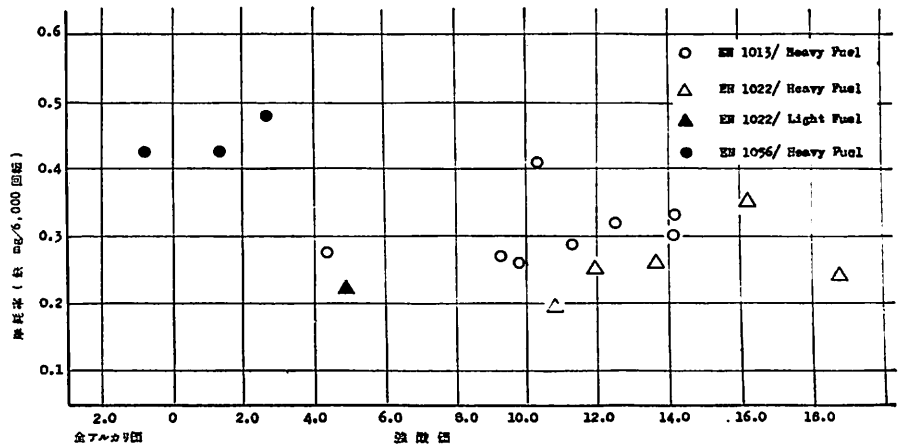
すなわち全アルカリ価は試験室での計測上の数字であり、実際のシリンダ内での酸中和能力や摩耗防止能力を正しく評価できる尺度でなく、使用添加剤を決定すれば必然的に必要最低添加量がきまり、附随的にアルカリ価が決まると考えるべきである。またこの試験の範囲では給油量

増加にともなって摩耗率が減少しているが、各種機関についてはそれぞれ最適給油量があり、過多給油で悪影響のあることもあるのを忘れてはならない。

冷却水温度の摩耗に与える影響もかなり大きく、機関製造者の許す範囲で冷却水温度は高く維持すれば腐食摩耗もある程度防止できよう。

(3) スクレープ油の強酸価と摩耗率

一般的にスクレープ油中の強酸価と摩耗率はかなりの関連性を持つと思われる、スクレープ油中の強酸価で給油量の増減を行っていた場合もある。この機関の No. 5 シリンダで前述の方法で摩耗率の計測を行ないつつ、これと同じ運転状態を持つ No. 2 シリンダをスクレープ油採取シリンダとし、ここで得たスクレープの強酸価と No. 5 シリンダの摩耗率との関係を示したものが第 4 図である。これによると油中の強酸価と摩耗率とは無関係であり、また全アルカリ価が残存する場合にも高い摩耗



第 4 図 スクレープ油の強酸価と摩耗率

率のあることが判明した。また運転中数回は低硫黄燃油（硫黄分0.8%）で行なわれたが、強酸価の大巾の減少にもかかわらず期待されるほどの摩耗率の減少はない。

## 結 び

ここで紹介した実験結果から、最近のアルカリ性シリンダ油を使用している際には、発生するシリンダ摩耗の大部分が腐食摩耗よりむしろ機械的摩耗にあることが推測でき、また負荷の増加と共に機械的摩耗の増大することが定量的にたしかめられた。

しかし機械的摩耗の増大と恐れるあまり負荷を減少させることは実際上はあり得べきことではなく、今後、過給度の増加、機関の単位容積の減少と共にシリンダ負荷の増加は避けられぬ傾向にあり、機械的摩耗に対処できるシリンダ油の開発と同時に給油法も再検討すべきであろう。

摩耗に関する諸因子追求と同時に、シリンダ油の評価、改良給油法の評価等を船上で短期間に確かめてゆく上に、ここで紹介した新しい方式はかなり有効なものと考えられる。

# 船用トランクピストン型ディーゼル機関のシステム油の問題点

— MDL OIL UX および DX の使用について —

日本石油株式会社販売部技術課

柳 沢 亘

## 1. ま え が き

船用ディーゼル機関に残渣重油が使用されるようになって以来、エンジンの潤滑関係の関心が一段と高まると同時に、陸上の高速エンジンの潤滑油と異なる新しいタイプの潤滑油が次々と開発されてきた。その最も典型的なものは高アルカリシリンダ油で、今日では低質重油を使用する船用ディーゼル機関では、そのシリンダ潤滑に高アルカリシリンダ油を使用することは常識化されている。

一方システム油に関しては広く受け入れられるような統一された選定基準がいまなお見出されていない。すなわちクロスヘッド型機関では添加剤の全く含まぬストレート油を使用しているもの、また酸化腐食防止剤、サビ止め剤を含むいわゆるプレミアム型エンジン油を使用しているものもあり、トランクピストン型機関ではストレート油およびプレミアム型油のほかに清浄分散性、酸中和性を向上したHD (Heavy Duty) 型エンジン油を使用するものもある。このように同一または類似した使用条件の機関にタイプの異なるエンジン油が選定され、使用されていることは経済性の面での検討が十分になされていないこともあるが、基本的には油の品質、性能の面での特長が明確にされていないことによるものと考えられる。

最近、機関の構造変更やまた使用者の潤滑管理面の認識向上などにもよるが、本邦の指導的な船舶会社や機関

メーカーでは、クロスヘッド型機関ではストレート油よりプレミアム型油の方が機関保守上、また経済性の面でも好ましいとの見解がもたれてきた。

トランクピストン型機関はクロスヘッド型機関に比し、潤滑条件がかなり異なり、むずかしい問題が多くある。しかし機関の高出力化、使用燃料油の粗悪化また広く、船舶機関の自動化、機関部員の削減等の一連の海運界の合理化の問題点と関連し、トランクピストン型機関のシステム油としてHD型エンジン油を使用することに関心がもたれてきた。そこで本稿では特にこの問題点について説明し、同時に日本石油の船用HD型エンジン油MDL OIL UX およびDXのこの面の使用実績と使用法について解説したい。

## 2. HD型エンジン油の必要性

トランクピストン型機関のシステム油としてHD型エンジン油を使用する理由はいまさら述べるまでのことではないが、トランクピストン型機関ではクロスヘッド型機関と異なり、燃焼室からのガスの吹き洩れやピストンの往復運動によって、燃料やシリンダ油の燃焼生成物（燃焼ガス、カーボン、灰分など）、未燃焼の燃料や潤滑油、土砂、金属粉などがクランクケース内に混入することは避けられない。従ってこれら混入物（シリンダ・ドリップ）はシステム油を著しく汚損させると同時にシステム油自体の劣化、変質をも促進させる。このような汚染物質はクランクケースのみならず、潤滑油循環系統へ



累積し、例えばピストン油冷却方式の機関ではピストン冷却面（クラウン裏側）に著しくカーボンが堆積し、冷却効果を低下させ、ひいてはクラウン面の亀裂事故を引き起こす原因になりやすい。また汚染物質にはほとんど例外なく燃料中のイオウ分の燃焼生成物である硫酸をかなり含有している。また冷却水として使用している海水や海水を含むビルジが漏洩や作業の不便によってシステム油に混入した場合には海水中の塩分と硫酸が反応し硫酸よりもさらに腐食性の強い塩酸を生成する。このような硫酸や塩酸がシステム油に混在した状態では、クランクジャーナル、軸受メタルなどの機関の主要な金属面を腐食させ、さらに軸受メタルやピストンピン裏金の焼損等の重大な事故を招来することがある。

そこで、このようにシステム油中に混入してくるシリンダ・ドリップ中の汚染物質により惹起されるこれらのトラブルを防ぎ、さらにトランクピストン型機関ではシステム油がシリンダ壁に跳ね上がってシリンダ潤滑も行なうことになるので、シリンダ潤滑油としての性能をもち合わせたエンジン油が必要とされる。

このような意味でトランクピストン型機関のシステム油としては、清浄分散性、酸中和性、酸化腐食防止性、およびサビ止め性などの性能がすぐれたいわゆる HD 型エンジン油の使用が要求されるわけである。

### 3. 船用 HD 型エンジン油の開発

このような理由によって HD 型エンジン油はトランクピストン型機関のシステム油として古くから使用されてきたが、わが国では比較的馬力の小さい漁船機関（約 1,000 馬力以下）が主体で、出力の大きい一般商船ではおおよそ採用されるには至らなかった。その主な理由は

- (1) HD 型油はストレート油やプレミアム型油に比し価格が高い。
- (2) HD 型油を使用しても、その特長である清浄分散性や、酸中和性などの性能が、燃焼室からの汚染物質の混入によって比較的短期間で失われてしまう。
- (3) HD 型油は船内における遠心浄油処理の効果が低く、ストレート油やプレミアム型油に比し、スラッジや水などの除去がしがたい。また特に HD 型油の多くは水分離性が悪い。
- (4) 船内における化学薬品処理の採用によって、HD 型油はその浄油効果が悪く、またその使用の意義がない。
- (5) 多くのエンジンメーカーでは HD 型油の使用に対する効果を十分に確認されず、その使用に対し強いリコメンドをしていない。

これらの理由を一口にいえば“HD 型油は経済的でない”という印象にもとづくものといえよう。確かに従来、船用機関に使用されてきた HD 型エンジン油は上述の理由にも指摘した通り、実用上の多くの問題点がある。その根本原因はこれら船舶関係に販売されてきた HD 型油の多くは、ほとんど陸上の高速ディーゼル機関用潤滑油とほとんど同一の評価試験で開発された製品であり、機関の特性や使用条件の異なる船用ディーゼル機関に使用して必ずしも満足できぬのも当然と思われる。

日本石油の技術陣はこれらの事実に着目し、いち早く問題点の究明に乗り出し、ディーゼル機関用潤滑油の分類としてよく知られている API 分類 (DG・DM・DS) の基準とは異なった観点から新しいタイプの HD 型エンジン油すなわち船用 HD 型エンジン油の開発を行ない、その結果、昭和 34 年春発売して以来好評を博している MDL OIL UX および MDL OIL DX を誕生させた。

MDL OIL UX および DX と市販 DM 級および DS 級の陸上ディーゼルエンジン油との二、三の特性の比較を下表に示したが、MDL OIL UX および DX は重油を使用する船用ディーゼル機関の使用条件を考慮して開発されたものであるため、この表に示しきれぬ性能上の違いがあることは申すまでもない。

MDL OIL DX および UX と DM 級および DS 級陸上ディーゼルエンジン油との性能比較

	MDL OIL DX	MDL OIL UX	市販 DM 級エンジン油	市販 DS 級エンジン油
酸中和性	良	優秀	僅少	良
清浄分散性	良	良	良	優秀
酸化安定性	優秀	優秀	優秀	優秀
サビ止め性 (海水)	優秀	優秀	良	良
水分離性	良	良	悪	悪

### 4. MDL OIL UX および DX の使用実績

MDL OIL UX および DX は単独にシリンダ油として使用している船舶も数多くあるが、今日トランクピストン型機関のシリンダ潤滑と共にシステム油として使用するケースが多くなってきている。現在のところ主として水産関係の船舶であるが、最近では商船においてもそのようなケースが増加している。水産関係の船舶に多いのは、これら船舶がひんばんな発停進や過負荷あるいは低負荷運転をくり返す苛酷な運転条件であり、従って潤滑条件もかなり苛酷となるので、この種の高性能エンジン油を要求するからである。現にその代表的なものといえる捕鯨船（キャッチャーボート）の多くに MDL OIL UX が使用され満足すべき成績を収めている。す

なわち主機関 3,000 馬力以上の捕鯨船では大洋漁業(株)で15次南鯨(昭和35年末)より8隻、日本水産(株)では16次南鯨より14隻に MDL OIL UX が使用されているが、MDL OIL UX を使用してから機関の保守および潤滑管理面で特に改善された点は次の通りである。

- (1) ピストンリングの膠着、折損が著しく少なくなり、またピストン冷却面(クラウン裏側)のカーボン沈積がなくなった。従来、南氷洋の洋上で1気筒平均1回は実施してきたピストン抜きを帰国まで行なわなくてよく、さらに南鯨(日本を発つてから帰国するまで主機総運転時間約3,000時間余)帰国後、直ちに北洋捕鯨に出漁する船では南氷洋、北洋を通じての年間約5,000時間はピストン抜きを行なわなくてよくなった。
- (2) シリンダライナおよびピストンリングの摩耗が少なくなった。
- (3) システム油は二、三の船では洋上に一部抜取り、新油の補給を行なっているが、多くの船では遠心分離機の処理容量の増大や浄油管理の改善により、帰国時まで油の切換えを行なう必要がなくなった。また引続き北洋へ出漁する船ではそのまま使用し、5,000時間以上の使用が可能であることが認められた。

これらの成果は単に潤滑油の品質の優秀性に起因するものではなく、それ以外の要素たとえば機関員の関心とその取扱い法、浄油設備の改善、燃焼管理などの点が大いに影響していることはいうまでもない。

MDL OIL UX および DX はこのような捕鯨船のみならず主機関 1,000 ~ 3,000 馬力程度の遠洋トローラー、冷凍運搬船から小馬力の小型漁船に至るまで日本全国の多数の漁船に使用され、すぐれた成績を収めている。それらの使用実績を詳細に紹介したいが、残念ながら紙面の都合でそれが許されず、次の機会に発表したい。

## 5. 浄油管理と有効寿命

すでに述べた通りトランクピストン型機関では燃焼室からの吹洩れガスやシリンダ・ドリップの混入によってシステム油の汚損はひどく、特にライナが著しく偏摩耗している機関ではその傾向は顕著である。

このような汚染物質の混入に対して、たとえすぐれた品質のエンジン油を使用しても、それに応じた管理をしなければ、短期間でエンジン油のもつ性能は消失してしまう。このようにHD型エンジン油の性能を全く失ったものをさらに連続使用することは、HD型エンジン油の使用目的にも反し、良い成績を挙げられない場合が生ずるのも無理からぬことである。

そこでエンジン油の有効寿命を延長させ、長期間の使用に十分耐えるためには、適切な浄油管理以外はないと考える。しかし、その浄油管理は漁船はもとより一般商船でも同じであるが、その実施のため多くの労力や経費また専門的な知識や経験を必要とするような管理方式を探り入れることは望ましくない。特に船舶の自動化、機関部員削減の方向に進んでいる今日ではそのような管理方式は全くそれに逆行するものである。

MDL OIL UX および DX が長年、各方面のトランクピストン型機関のシステム油として使用されてきたが、それらの実績や経験によると、油の有効寿命を延長させるための最も適切な船内浄油方式とその管理法は次のように要約される。

### 1. 遠心浄油

従来 of HD 型エンジン油は遠心清浄機による浄油効果はよくないが、MDL OIL UX および DX はきわめて水分やスラッジの除去に効果がある。またHD型エンジン油では絶対避けねばならぬと考えられていた注水清浄処理も MDL OIL UX および DX は可能であり、むしろその実施は、スラッジの除去に有効であり、その上油の酸中和性能や清浄分散性能などの添加剤の活性を延長させる。但し注水清浄処理は注水量は通油量の1% Max. とし、温水の使用が望ましい。

遠心清浄機の容量(処理能力)と稼働時間は極めて重要な要素である。容量の決定は張込油量(循環油量)にもよるが、容量の大きいものが望ましいことはいうまでもない。経験的にも、3,000馬力の機関で従来の1kl/h容量の清浄機から2kl/h容量の高性能清浄機に代えたところ、油の寿命が1.5~2倍に延長された例もある。潤滑油供給者側の立場からみて、最近建造される一部の船舶を除き、一般に潤滑油清浄機容量を十分にもった船舶が少ないのは残念に思う。これは現在のように残渣燃料油を使用しなかった時代の容量基準をそのまま今日まで引継いでいるのではないかとすら憶測されるが、是非改めたことである。

遠心清浄機の稼働時間はby-pass方式で連続浄油が望ましい。わずか700トン前後の大きさで南氷洋や北洋の荒海にもまれる捕鯨船でも清浄機は連続運転され、その多くは清浄機の稼働時間が主機関の運転時間と同等またはそれ以上の数字を示している。

このように清浄機の十分な容量と稼働によって、油はきわめて良好な状態を保ち続けることができる。

### 2. フィルター

ここ数年の間に脚光をあびているのが、カートリッジ型の fine filter である。船舶関係にはすでに数社の製

品が採用されているが、スラッジの除去効果の面ではこれらのフィルターは遠心清浄機以上の効果を上げる。しかしフィルター使用上の問題点は申すまでもなくフィルターエレメントにある。すなわち現在市販されている fine filter はミクロン単位の粒子まで捕集できるとされているが、それだけに油の浄油効果はすぐれているので、逆にフィルターのつまりが早く、フィルターエレメントは比較的短期間で交換する必要がある。その意味でこのフィルターを単独に使用することは必ずしも得策と考えられず、理想的な使い方として上述の遠心清浄機と併用することが望ましい。

### 3. メーキャップ

すでに述べてきた通り、船内における遠心清浄機やフィルターなどによる適切な浄油管理を行なうことにより、油の有効寿命を一段と延長させることができるが、MDL OIL UX および DX が有している清浄分散性や酸中和性などの性能はいずれは消失し、最終的には油を交換せねばならぬ時期が到来する。漲込油量が比較的少ない機関では油の新換は容易であり、経済的にもさほど問題にはならぬが、漲込油量の多いものでは、一度に多量の油を新換することは作業上また経済的にも大きな問題となろう。

MDL OIL UX および DX の使用にあたってのこのような問題を解決するために、添加剤コンセントレーション（濃縮油）的な働きをする MDL OIL CX が準備されている。すなわち、MDL OIL UX および DX を使用し、その船用 HD 型エンジン油としての性能を失った際に、その使用油を遠心清浄機やフィルターによって十分にスラッジ、水分などを除去し、（できれば陸揚げ再生をする）これに MDL OIL CX の所定量を混入させることによって、再び MDL OIL UX および DX 本来の性能に回復させるものである。

MDL OIL CX は現在、一般市販はしていないが、特定需要家の要望に応じて販売している。国際見本市船として知られる“さくら丸”（大阪商船運航）の補機ディーゼル機関には、タンクスペースの関係で、主機関システム油として使用する MDL OIL 30（船用プレミアム型エンジン油）に MDL OIL CX 30 を混ぜ、MDL OIL DX 同等性能品として使用され、好成績を収めて

いるが、このような使用法も今後の新しい傾向であろう。

### 4. スポットテスト

船用 HD 型エンジン油をシステム油に使用し、その適切な管理を実施するにあたっては、使用中に油が現在どのような状態であるかを把握することが是非とも必要である。船内に各種の試験設備を設ければよいわけであるが、それには多額の費用、労力、時間がかかり、それを望むことは無理である。その点、MDL OIL DX および UX の使用にあたっては、油の状態を把握する簡便な方法としてスポットテストの使用をすすめている。スポットテストはアルカリ度とスラッジ分散性の 2 点を知る簡単な試験であるが、捕鯨船をはじめ多くの船舶に使用し、このスポットテストはかなり有効に使用できることが報告されている。

### 6. むすび

船用トランクピストン型ディーゼル機関のシステム油としての HD 型エンジン油の使用に関し、日本石油の本格的な船用 HD 型エンジン油 MDL OIL UX および DX の使用実績と使用法について、水産関係の船舶における経験を中心に述べてきたが、近き将来、トランクピストン型機関もますます高過給化され、また使用燃料油も粗悪化の傾向にすすみ、従って機関の潤滑条件はより過酷になって行く。さらに船舶の自動化、機関部員の削減等の船舶の合理化の波とともに、一般商船においても広く、この種の船用 HD 型エンジン油がシステム油として使用されることになろう。現に最近、三井造船(株)をはじめ本邦の指導的な船用エンジンメーカーで大型トランクピストン型機関のシステム油としてこの種のエンジン油の使用を取扱い説明書に記載し、強くリコメンドしていることは注目されると共に、大いに親迎するところである。

一方、日本石油では新しいタイプの船用 HD 型エンジン油 MDL OIL UX および DX を発売してすでに 5 年を経過したが、さらに現在これら製品の改良研究を続けており、一段と高性能となった改良品を発表できるのも間近いことをお知らせし、この小文を終わりたい。

# 昭和石油の船用燃料とエンジンオイルの特質と実績

昭和石油株式会社  
販売部 販売技術課

## 1. 燃料油について

中、大型ディーゼル船が燃料費節減のためA重油(Diesel fuel)の使用を止めて、B, C重油(Light fuel)を使用するようになって、早や約十数年経過し、今日では重質燃料の使用は一般的なこととなった。

この間、ライナやリングの摩耗、掃排気孔のつまり、カーボンフラワーの付着や燃焼性の不良等が問題になったが、造船、海運、石油等各会社の技術者による研究改良により逐一解決されつつある。

不完全燃焼やカーボンフラワー付着の原因については、重油中のイオウ分、スラッジ、水分、バナジウム、ナトリウムの他、軽質油分と重質油分のバランスや、組成・セタン価の不足等々いわれているが、機械的因子もからまり、未だ決定的原因をつかめず、いろいろな方法で実験研究をしている。機械的には、エンジンの整備はもとより、清浄機による燃料の清浄、ノズルチップまで完全に冷却できる方式のノズルの使用等によりかなり燃焼状態を改善でき、カーボンフラワー付着防止に役立った例が多々あった。

わが国各石油会社は原油の大半を中東地区より輸入しており、必然的にかなりイオウ分の多い重油も供給されている。

昭和石油では、海上用として、第1表のような性状の重油を市販している。

第1表 昭和石油製重油の性状例

項目	銘柄				
	富士A重油	富士A重油	富士B重油	富士C重油	富士C重油 1000秒 皿油
粘度 (50°Cセンチ ストークス)	2.3	3.6	27	123	245
イオウ分 wt%	0.7	0.8	2.5	2.8	3.8
残留炭素分 wt%	0.3	0.2	6.2	8.0	10
灰分 wt%	痕跡	0.003	0.02	0.03	0.04
セタン指数	45	40			
備考	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

- (1) 小型高速ディーゼルエンジン用
- (2) 小・中型、高・中速ディーゼルエンジン用、大型エンジンのスタンバイ時用
- (3) 中・大型ディーゼルエンジン用、焼玉エンジン用ボイラ用
- (4) 大型ディーゼルエンジン用、ボイラ用
- (5) 蒸気タービン船用

漁船等の小型高速ディーゼルエンジンでは、セタン価が問題となり、低速エンジンよりも燃料の質に敏感なため、ボイラ用とは別にその面での特別な注意が払われている。

## 2. 船用エンジンオイルの特質と性状

昭和石油の船用エンジンオイルとしては、ディーゼルエンジン用に「フジルプマリンシリーズ」、タービン用に「フジルプJ-H」がある。フジルプマリンシリーズはかつて富士船用ディーゼルエンジン油や富士船用シリンダ油として市販していた油を、整理総合して昭和37年4月に改名したもので、その後さらに品質改良を重ねている。

### (1) フジルプマリン30

溶剤精製法によるパラフィン系高級潤滑油で、使用中にスラッジの生成が少なく、化学洗浄にも耐える。大型ディーゼル船のシステムオイルに適す。

### (2) フジルプマリン I-30

十数年以前より今日まで、MAN, SULZER, B&W等各種の大型エンジンのシステムオイルとして使用されている実績がある。酸化防止性、防錆性、抗乳化性に優れており、ピストン冷却が油冷、水冷にかかわらず、優秀な性能を発揮する。大型ディーゼル船のシステムオイルとして最適である。

### (3) フジルプマリン I-40

#### フジルプマリン I-50

中型トランクピストンタイプディーゼルエンジンのシステム、シリンダ共用潤滑油に適す。

### (4) フジルプマリン HD-30

#### フジルプマリン HD-40

中型、高・中速トランクピストンタイプディーゼルエンジン用に最適な、高アルカリ価ヘビーデューティエンジンオイルである。酸中和性、清浄性、防錆性、酸化安定性、抗乳化性に優れている万能型の高級潤滑油で、エンジン内部を清浄に保ち、リングこう着、ライナの腐食摩耗を防ぎ、潤滑油の清浄設備があれば、注水清浄も可能で、長期間使用できる。

### (5) フジルプマリン SHA-40

非常に高度な清浄性、耐摩耗性を持った高アルカリ価

表-4 複動機関におけるフジルブマリン I 使用油試験結果

MAN D7Z 72/120P 7,800PS

使用時間	0	2,367	6,750	9,819	12,018	15,204	17,977	20,195	22,300	28,591	31,016	33,147	35,268
比重 15/4°C	0.895	0.893	0.899	0.897	0.898	0.898	0.899	0.901	0.900	0.893	0.893	0.888	0.891
粘度 15/4°C	238	249	12.3	234	240	291	294	289	310	13.2	12.1	12.2	12.8
全酸価 KOH mg/g	0.71	0.71	0.78	0.71	0.75	0.64	0.89	0.95	0.77	0.78	0.73	0.60	0.78
水分 %	0	痕跡	0.1以下	0.1以下	痕跡	痕跡	0	0.1以下	0.1以下	0.1以下	痕跡	0	0
n-ヘプタン不溶分 %	0	0.36	0.48	0.25	0.49	0.47	0.51	0.58	0.56	0.46	0.28	0.47	0.51
ベンゼン不溶分 %	0	0.28	0.23	0.19	0.41	0.41	0.45	0.53	0.50	0.33	0.21	0.27	0.41
補油量 (合計) l		5,000	15,200	20,200	24,000	30,600	37,900	44,000	48,400	60,500	66,000	71,000	78,500

潤滑油管理の状況

NY航路でドレンタンクを2回切换え。主セトリングタンクへ揚げた油は75°Cに加熱し2~3日セトルし、ドレン切り後、無注水清浄。セブオールタンク油も適宜同様に清浄し主機の補給用とする。

表-5 クロスヘッド機関におけるフジルブマリン I-30 使用油試験結果

MAN K6Z 60/105C 4,500PS

使用時間	0	500	1,000	4,219	9,822	16,248	18,412	19,767
比重 15/4°C	0.894	0.893	0.892	0.893	0.893	0.893	0.887	0.889
粘度 98.9°C	11.9	11.9	12.0	12.2	11.9	12.0	11.3	11.7
全酸価 KOH mg/g	0.71	0.51	0.45	0.34	0.29	0.46	0.17	0.32
水分 %	0	0.0	0	0	0	0	0	0
n-ヘプタン不溶分 %	0	0.55	0.54	0.34	0.36	0.23	0.20	0.17
ベンゼン不溶分 %	0	0	0	0	0.11	0.12	0.15	0.15
補油量 (合計) l	0	1,150	2,650	不明	25,540	49,000	63,930	67,510

潤滑油管理の状況

航海中は1日8時間測流清浄する。1航海(3カ月)に2回一括清浄、上澄の4/5は注水清浄、残りのタンク底は化学洗浄する。

表-6 トランクピストン機関におけるフジルブマリン I-30 使用油の試験結果

伊藤 M476 HS 2,100PS

使用時間	0	380	670	1,050	1,315	1,669	1,982	2,885	3,860
比重 15/4°C	0.887	0.887	0.888	0.891	0.889	0.889	0.890	0.894	0.895
粘度 98.9°C	11.4	11.4	11.6	11.9	11.7	11.8	12.0	12.2	12.6
全酸価 KOH mg/g	0.20	0.36	0.39	0.49	0.79	0.36	0.65	0.57	0.55
水分 %	0	0	0	0	痕跡	0.01	0.03	0.01	0.0
n-ヘプタン不溶分 %	0	0.19	0.30	0.38	0.28	0.10	0.15	0.10	0.09
ベンゼン不溶分 %	0	0.10	0.24	0.18	0.21	0.09	0.06	0.05	0.01
補油量 (合計) l	0	1,910	2,510	4,030	7,500	8,100	9,740	10,740	16,800

潤滑油管理の状況

航海水ドレンタンクボトムより抜いて注水清浄(注水量2~3%)し、補助タンクを経てドレンタンクへ戻す。

表-7 フジルブマリン HD-40 使用油試験結果

新瀨 16V 33X

3,400PS

使用燃料B重油

使用時間	0	50	185	298	640	1,086	1,300	1,728	1,872
比重 15/4°C	0.896	0.898	0.900	0.899	0.900	0.900	0.900	0.904	0.893
粘度 98.9°C	14.8	14.7	14.8	14.9	13.4	13.1	13.9	14.5	15.1
アルカリ価 KOH mg/g	9.6	9.5	8.85	8.21	5.56	4.27	1.00	1.80	1.36
水分 %	0	0.02	0.04	0.03	0.08	0.05	0.200	0.04	0.05
n-ヘプタン不溶分 %	0	0.11	0.21	0.40	2.97	1.81	2.35	2.07	2.51
ベンゼン不溶分 %	0	0.07	0.14	0.17	1.27	1.21	1.88	1.74	2.14
補油量 (合計) l	0	0	2,000	2,000	2,745	2,745	2,745	3,740	3,740

潤滑油管理の状況

時間の許すかぎり側流清浄(1日2~3時間位)配管に不備があり、効果はあまり期待できない。

表-8 シリンダライナ摩耗表

機関型式	出力 (PS)	ライナ使用時間 (h)	摩耗率 1/100mm/1000h	シリンダオイル名 (フジルブマリン)	注油量 g/PS/h
MAN K9Z 84/160C	16,000	12,345	5.4 ~ 3.9	SHA-40	0.75
MAN K12Z 78/140C	15,000	13,247	13.0 ~ 3.5	SHA-40	0.79
MAN K9Z 78/140C	11,500	28,468	14.8 ~ 6.5	SHA-40	0.74
MAN K9Z 78/140C	11,500	22,073	11.8 ~ 4.0	SHA-40	0.75
MAN K9Z 78/140C	11,500	9,566	9.5 ~ 7.1	SHA-40	0.68
MAN K6Z 78/140C	7,500	9,333	16.1 ~ 10.0	SHA-40	0.72
MAN K5Z 78/140C	5,400	9,447	9.2 ~ 1.3	SHA-40	0.70
MAN K6Z 70/140C	5,500	15,253	12.9 ~ 6.5	SHA-40	0.68
MAN K6Z 70/120C	5,200	12,961	12.4 ~ 8.5	SHA-40	0.66
MAN K6Z 70/120C	5,200	4,549	9.7 ~ 4.5	SHA-40	0.69
MAN K6V 45/66HA	2,800	12,485	2.1 ~ 1.4*1	SHA-40	1.1
B&W 750VTBF110	4,050	7,038	17.7 ~ 9.3	SHA-40	0.47
B&W 650VTBF110	3,450	8,216	14.3 ~ 5.4	SHA-40	0.53
B&W 650VTBF110	3,450	3,272	11.4 ~ 2.8	SHA-40	0.50
B&W 650VTBF110	3,450	11,255	11.2 ~ 1.6	SHA-40	0.46
Sulzer 6RD 68	6,600	6,245	15.9 ~ 5.5	SHA-40	0.75
Sulzer 6SAD 60	4,000	9,533	15.3 ~ 5.5	SHA-40	0.65
Sulzer 6SAD 60	3,900	16,105	17.2 ~ 6.2	SHA-40	0.63
新瀨 M6T54S	3,200	5,081	15.0 ~ 3.5	SHA-40	0.81
新瀨 16V33X	3,400	1,872	10.6 ~ 4.8*2	HD-40	システムシリンダ共用
伊藤 M466HS	1,800	13,000	0.11 ~ 0.09	SHA-40	0.40

\*1 クロムメッキライナ

\*2 初期摩耗期

シリンダオイルで、基油もシリンダ潤滑専用油として研究した油を使用している。重質重油を使う大型ディーゼルエンジンに使用して、ライナ、ピストンリングの摩耗、リンググループの汚れ、掃排気孔の閉塞等を防ぎ、長期間無開放運転を可能にしている。

第2表 フジルブマリンシリーズの性状

項目 銘柄	粘度(センチ ストークス 98.9°C)	全酸価 KOH	アルカリ 価 mg/g	SAE 番号相当
30	11.3	0.01	なし	30
I-30	11.3	0.18	なし	30
I-40	15.2	0.20	なし	40
I-50	18.0	0.20	なし	50
HD-30	11.4	2.4	9	30
HD-40	15.3	2.4	9	40
S H A -40	16.0	0.8	41	40

(6) フジルブ J-H 1060

フジルブ J-H 1075

フジルブ J-H 1090

フジルブ J-H 1060 は電気推進式タービンの潤滑に、またフジルブ J-H 1075 とフジルブ J-H 1090 はギヤードタービンの潤滑に最適である。酸化安定性、防錆性、抗乳化性に優れ、5万時間以上使用の船がある。

第3表 フジルブ J-H の性状例

項目 銘柄	粘度 50°C		全酸価 KOH mg/g	通称
	センチ ストークス	レッド ウッド秒		
フジ ル ブ J-H1060	34.0	140	0.08	特140}ター 特180}ビン 特200}油
J-H1075	44.0	180	0.08	
J-H1090	48.8	200	0.08	

### 3. フジルブマリンシリーズの実績

各界技術者の研究、機関製作および取り扱い技術の向上と、高アルカリ価シリンダオイルの使用により、ライナの摩耗がA重油使用時代程度まで軽減した今日では、労務管理上より、機関の長期無開放運転が当面の目標となっており、弊社製品ご使用の各船においても着々と成果を上げている。例えば川崎汽船ねばだ丸(川崎 MAN K9Z78/140C 11,500PS)が昭和37年6月にMAN型で世界最初の5,600時間無開放運転に成功したのをはじめ、MAN, B&W, SULZER等の各機種で5,000時間~8,000時間(約1年間)の長期無開放を目標とした運転が行なわれ、人員と経費の節減、さらに自動化船の誕生に寄与している。

一方、システムオイルでは、精製技術の進歩、各種添加剤の使用により、クロスヘッドタイプエンジンでは数万時間も使用されている。しかし清浄方法が不適当だと、燃焼により生成したスラッジや硫酸が油中に蓄積され、クランクピンやゴーズワイヤを腐食することもあ

る。トランクピストン型エンジンでは、多量のスラッジが混入しやすく、ストレートオイルやプレミアムオイルを使用している場合は数十時間で油に強酸が検出されるような酷い例もあった。システムオイルの汚損は、機関運転中の連続側流清浄の実施、洩れ油やランタンオイルの処理方法如何でかなり防げるし、一括清浄によりきれいに再生される。タンクボトム、洩れ油、ランタンオイル等汚れの酷い油には化学洗浄も効果があるが、汚れの酷い油の再生油(清浄油)は主機システムオイルに補給用として混合しない方がよい。

最近の傾向として、機関部の自動化、定員削減等により、いわゆる手数のかからぬ油が要求されており、トランクピストンタイプエンジンでは、ヘビーデューティエンジンオイルが多く使われるようになった。クロムメッキライナ使用でシステム、シリンダ潤滑共用の場合には特に高アルカリ価ヘビーデューティオイルの使用が推奨されており、燃料の質にもよるが、アルカリ価は常時3~5位以上に保つ必要があろう。トランクピストンタイプエンジンにはアルカリ価15以上のヘビーデューティオイルを必要とするとの説もある<sup>(1)</sup>。ヘビーデューティオイルは、従来自動車等陸上エンジン用として発展したため、一般に清浄分散性に重きを置いているのでスラッジがこまかく分散されすぎ、水が混ざると乳化しやすく清浄機でも分離しきれない欠点があり、この面からの改良が強く要望されてきた。最近ではヘビーデューティオイルでも、水で乳化しにくい性質のものが開発されて、注水清浄可能な高アルカリ価ヘビーデューティオイルとし注目されている。この種の新型油として、昭和石油では業界にさきがけ、フジルブマリンHDを発表した。

システムオイルの劣化状況、シリンダの摩耗状況をまとめ第4表~第8表に示した。

### 4. 結 語

昭和石油の船用燃料と潤滑油について大略を述べさせていただいたが、現在の使用実績では一部を除き、ほぼ満足すべき結果を示している。今後、自動化への努力は大型船から小型船へと野火のごとく波及して行くものであり、重油の品質向上が殆んど期待されぬ以上、エンジンが要求する潤滑油の性能は、一段と高度なものになる。昭和石油では、これらに対処するため、日夜研究陣を動員して研究に努力しており、時代の要求にマッチするものを販売する所存である。

#### 引用文献

- (1) 第6回世界石油会議論文集 Section 6, paper 8  
A. Towle: The development of crankcase and transmission additive to meet the European market.

# 船舶用潤滑油について

株式会社住本科学研究所

取締役社長 住本 誠 治

## 1. 船舶用潤滑油はレギュラー型に限る

舶用内燃機関の専門家の多くは、設計工作材料組立等、機械的な条件さえ充分揃っているならば、それに使用せられる潤滑油は、JIS, ASTM, API 等権威ある規格に合格しているものならばなら問題は無いとしているようである。これは精製業者が大規模な研究所を経営し、多数の学者を動員して日夜研究した成果が、その品質に反映しているはずであると信じているからに外ならないわけである。船舶関係者も、機関関係者の上記の意見をそのまま無批判に取り入れているようであるが、それでよろしいだろうか。規格のあり方と船の実情を検討してみる必要がある。

船の燃料はどうなっているだろうか。昔は蒸溜して溜出した部分を、ディーゼル油として使用された。現在でも高速ディーゼル機関には例外なく、この種のディーゼル油が使用せられているが、低速中速の舶用ディーゼル機関に対しては、釜残重油、クラッキングの残渣重油等、昔はボイラ用にしか使用できなかった燃料を適当に軽質油で薄めて、粘度その他を適当に合わせて、舶用燃料が作られている。これは勿論経済的理由によるものであるが、このような劣質重油は溜出油と違い、分子の大きさが極めて不揃いで燃焼に要する時間は長短さまざまのものの広い混合物で、その性質が極めて複雑であって、取扱いに際しては問題点が多々あるものであるから、ただ昔の溜出油に対して行なってきたような考え方では、完全燃焼をさすことができ難いものである。事実、だんだんと不完全燃焼の程度が甚しくなっていて、これが種々の機械故障の原因となっているわけであるが、製油技術が進んで、また石油化学工業が発展すればするほど、燃料油の性質はだんだん難燃性になり、硫黄分その他の不純物の含有量がますます増加して劣化して行くという笑えぬ事実が、今日われわれが直面している現実の姿である。

燃料の劣化により、不完全燃焼の程度が進むと、発生する煤の量が絶対的に多くなり、それは潤滑油に混入してきて、潤滑油を汚染し劣化する速さを増大することになる。混入する煤の量と現実に使用中の潤滑油の量との相互関係で、潤滑油の汚れる早さがきまるわけである。

使用する潤滑油の量が少ない時は、極めて速かにまず真黒になり、次いでスラッジが分離沈積して機関内部を汚し、甚しい場合には油の途を細め、あるいは閉塞することさえある。あるいは油冷却機に附着して冷却能力を低下し、気筒内ではカーボンの附着となり、リングの膠着、パルプの膠着をきたし、あるいは飛び散って吸気管、吸気孔等に附着して吸入空気の通過量を減少させ、あるいは、排気系統に附着して種々の故障の原因となる。

汚れた潤滑油と接している部分は腐食をきたすことが往々あり、汚れた油で潤滑していると摩擦面での摩耗がはなはだしい。

これらの事実から、真黒に汚れた潤滑油では機関故障の原因になり易いというので、昔から船舶内では、使用中に潤滑油の一部を遠心分離機にかけて、あるいは濾過機を通して積極的に煤を主とする異物を除去することが実行せられてきた。あるいは停泊時に潤滑油を静置槽に移して加熱静置して、異物除去を実施するのが普通であった。初めのうちはこれらの処置が相当効を奏し、異物が除去されて透明な潤滑油が得られたが、汚染がある程度以上進行すると、これらの遠心分離や静置でも早や回復しなくなってきたので、止むなく全油取換が行なわれた。

汚れた潤滑油を遠心分離しても、加熱静置しても異物を除去できなくなる理由はなぜかということの研究した結果、これは潤滑油がコロイドのゲル状になっているために、ゲル塊に支えられて煤の粉が浮遊しているのであって、ゲルをゾル状態にすること——これはゲルを形成している煤の中の重合物質、縮合物質等の高分子化合物一般に樹脂質と呼ばれるものが、有機酸の存在で油の中に溶けてコロイドとなるのであるが、その量が多過ぎてゲル化するのであるから、樹脂質をコロイドにする有機酸を取り除けば、樹脂質は析出して分離するため、ゲルがなくなりゾル状になる——によって静置すれば沈澱し、遠心分離すれば分離筒の中に集結して取除かれるという理窟が明らかとなり、その上ゲルになっている分は極く僅かで、有機酸、樹脂質、煤の部分に合わせて数%取除けば元の新しい油と同等に使えることが判ってきたので、油の中の有機酸を取り除くという間接的な方法で

油の中のスラッジが、比較的簡単な取扱い方法で船の中で、機関部員の手で取り除けるようになり、このために使用する S. R 薬品がわれわれの手で発明され、それが船内で使用せられ、潤滑油の汚れは船内で化学洗滌してゾル状に保ち、遠心分離も静置も利くような油にして使用することが、ここ10年ばかり前から日本の主として外航船舶で実施せられ、システム油は補給だけで全換しないことになってきているのが実情である。但し、この場合は使用潤滑油はレギュラー型の油であった。この事実を知らない人々も多いのである。

しかるに航空機その他の高速機関の潤滑油の研究から、潤滑油の汚れるのは不完全燃焼の生成物よりも潤滑油自体の酸化変質に大きく影響されるものであるとし、そのため潤滑油自身の酸化防止剤を潤滑油に添加することが広く行なわれるようになった。また煤ができてそれが混入しても、それをスラッジとして沈積させず油中に浮かせておくために、清浄剤の添加が試みられるようになった。

航空機や高速車両のように、軽量小型で大出力があり、整備の機関が充実し、使用する燃料油はその性状は理想的に作られるものであり、そのうえ使用潤滑油量が少なく、比較的短時間で潤滑油を全換えすることを立前とする機関においては、酸化防止剤や清浄剤の力を借りて使用可能時間を数%より数10%延長することは非常に意義があると考えられるから、添加剤の効力も認められるが、現在の船用機関のように整備は必ずしも充分でなく、船の手で実施を余儀なくされる実情であり、使用燃料油は劣質で相当手を加えなければそのまゝ使用困難であり、燃焼は不完全で煤の発生は高速機関に比ぶべくもないほど多く、潤滑油の劣化は潤滑油の酸化による劣化よりも煤の混入による劣化が圧倒的に大きい場合には、潤滑油自身の酸化を防止しても、あるいは煤を油中に浮遊させても大した意義を持たず、潤滑油の劣化は極めて速かで、早晚、遠心分離も静置も利かず、スラッジは潤滑油内に集結し、故障の原因となるに至ることは必至である。

特に問題とすべきは、酸化防止剤も清浄剤もいずれもコロイド物質で、これらの酸化防止剤のみ、あるいは酸化防止剤と清浄剤の添加された潤滑油は、いずれもゲル状態であるため、初めから遠心分離や加熱静置の効果が殆んどないという事実である。酸化防止剤や清浄剤入りの潤滑油を使うのならば、高速機関の場合のごとく燃料油を吟味し、潤滑油が汚れ切らぬうちに全換し、常に整備しなければならないものである。そんなことはできようわけもなく、およそ船の実情と縁遠い話である。

しかるに、現在船舶用潤滑油として使用を推せられているものは、大会社の製品になる銘柄のやかましい潤滑油で、酸化防止剤や清浄剤の添加してあるプレミアム級ヘビーデューティ級の潤滑油である。会社によってはレギュラー型の潤滑油を販売しない場合すらある。無添加の潤滑油も勿論使用せられているが、これは実際使用者が経験の上から特に要望して使用しているのであって、むしろ例外の観さえある。添加剤入りの潤滑油の方が高価で、且つレギュラーの名に対しプレミアム、ヘビーデューティの名は、素人目を引く上に机上の実験結果を並べて説明されるので、現実には船の中での使用状況に対する研究も批判せず、高価なもの即ち高級なもの、良質のものと速断することにより使用されるに至るのであると思われる。重ねて謂うが、船舶の潤滑油は、燃料油を現在の劣質重油を使い長時間連続使用しなければならぬ限り、煤の混入はさけ切れず、さすれば混入する煤を時々刻々に取り除きながら運転することが必要であり、そのためには、遠心分離機が利く程度に油の性質をゾル状に保つことが必要で、使用潤滑油は無添加の潤滑油でなければならない。無批判に初めからゲル状の潤滑油を使用することは、全く理窟に合わない話なのである。

## 2. 船の潤滑油はレギュラー型でさえあれば良いのか

船は就航後20年も30年も働かなければならない。働く間は機関はいつも公試の時に示した以上の成績で、航海を続けなければならない。

しかるに多くの船では、就航後数年ならずして性能が低下するのが見られる。この原因は種々あるが、(1)シリンダライナやリングの摩耗、(2)故障、(3)ボルトナットの化学的腐食による痺せとガタツキ、(4)溶接箇所での化学的腐食による弱化和滲洩、(5)エンジンベッドの腐食によるガタツキ等が主なもので、一般には(1)シリンダライナやリングの摩耗が大きく取り上げられ易いが、船舶運営上から言えば、(2)(3)(4)(5)等の問題が致命的な大問題である。

(3)(4)(5)等の問題は常に潤滑油に触れているところで起こるので、この原因は特に潤滑油がスラッジを持ち、スラッジが附着している下の部分が侵され易いのである。これはスラッジの本質が煤であって、煤の中には硫酸や有機酸が含まれているが、そのまゝなら大した害もないが、水が入り込んでくると稀硫酸となって、あるいは有機酸の水溶液として抽出され、それで金属を溶解するために起こる現象である。

軸受の摩耗の原因は(1)化学的摩耗、(2)砂摺による機械



摩擦および(3)不完全潤滑による摩擦が考えられる。

一番大切なことは、(3)不完全潤滑による摩擦の問題である。摩擦面は如何に手を尽しても、分子的な大きさを考える場合には、幾何学的な平滑面になり得ない。油を入れて潤滑する場合、 $0.1\mu$ 程度の超仕上げ面と $1\mu$ 程度の研磨面とでは、全く油が別物であるかのごとく感じられる位に摩擦が異なる。この事実は実験的にも実際の機関においても確かめられている。 $0.1\mu$ の面では油の種類による摩擦係数の大小の差は余り現われないが、 $1\mu$ 以上の荒さの場合には、油の種類によって相当の摩擦係数の差が認められる。古くから油性といわれた現象は、 $1\mu$ 以上の荒い面における摩擦の場合に認められる。

この事実を説明するために住本は生物化学、コロイド化学の経験から、摩擦両面間に這入り込んで積極的に持ち上げの働きをするものはコロイド粒子、潤滑油の中に自然に這入っているコロイド粒子であるとした。コロイド粒子は $0.1\sim 0.001\mu$ 程度の粒子であるから、凸凹が $0.1\mu$ の間隙に這入り込んで押し合い、ボールベアリングの球をつめて動くごとくに作用すると考えたわけである。 $1\mu$ 以上の面というのは、決して $1\mu$ 許りが揃った面をいうのでなく、最大が $1\mu$ の凸凹という意味であって、 $1\mu$ のところも僅かながら必ず存在するから、この $0.1\mu$ の部分のみで荷重を支えるため、嚙り付きが大きく摩擦が大きくなる。また、 $1\mu$ 以上の荒さの場合には、 $0.1\mu$ の荒さの部分摩擦面を作るという操作により、略同じ程度できると考えれば説明がつくわけである。

コロイド粒子を積極的に加えるようにすれば、荒い面では役立つのは $0.1\mu$ 許りでなく、恐らくは $0.2\mu$ の部分もコロイド粒子の集合で押し上げの役を果たせるからと考えられる。摩擦面が $1\mu$ 以上の場合でも、その面に存在する $0.1\mu$ の面で支え切れる程度の荷重で運転すると、 $0.1\mu$ の面での真実接触部分が凝着と切り離しのため、 $0.01\mu$ 程度の粒となって取れて来る。これを $1\mu$ だけ摩擦させば、全体の面が $0.1\mu$ の荒さの面になる。これが摺合せの解釈である。同時にできた摩擦粉はコロイドの大きさで、光学顕微鏡の程度では認められないが、電子顕微鏡下では古い使い慣れた油の中には豊富に認められる。このことは、新しい油よりも使い慣れた油の方が、油性に関する限り優秀であることを示すもので、古い油を廃物として廃棄することは、誠に悪い話である。

摩擦面では如何に超仕上げの面であっても、必ず凝着、切り離しが行なわれるため、必ず発熱を伴う。この発熱は真実接触部分において起こり、 $800\sim 1,000^{\circ}\text{C}$ にも及ぶ。この熱を潤滑油が刻々に取り去らなければ、熱は蓄

積し、真実接触点に連なる部分を加熱し、結晶粒子の結合を弱めて、遂には結晶粒子の掘起しが生起する。ストレーナの網にかかる金属の粒は、一般に摩擦粉といわれているが、肉眼的にも平滑な摩擦面から、指先で判るような大きな粒が単なる摩擦で取れるはずのないことがわかると思う。

潤滑油としては、繰返し摩擦面で速かに熱を伝導して取り散らすものでなければならない。さもなければ、結晶の掘起しが生起し、これが起これば大きく面が荒れるからである。面が荒れると、同じ荷重を受けても摩擦は大となり発熱もまた大となるから、ますます荒れるわけである。

摺合わせと摺荒らしは丁度反対の現象で、その時の面の荒さ、荷重、潤滑油の油性と熱の伝導性の良否で、摺合わせにも摺荒らしにもなるから、機関士はいつもこの関係を頭に入れて、常に摺合わせになるように運転を計画すべきである。かくすれば、船の機関は使えば使うほどよくなって来る。今まで不良だった成績も、見違える位によくすることができる。この例は枚挙にいとまない位ある。

船の潤滑油を今まで調べた結果、使用の立場から規格すれば、曾田式振り型試験器で標準法で測定して、摩擦係数の値が $0.13$ 以下が望ましい。 $0.15$ 以上になると油性不足で、なかなか摺合わせに這入り切れない。熱伝導性は、麦島、住本の方法で測定して $400$ 秒以下、全酸価は $0.01$ 程度のものが望ましい、JIS、ASTMは製造規格であって使用の規格ではないから、全酸価の規定すらない。製造業者の都合のよいように作られている。しかし、真実使用する側から考えるならば、頼りにできるものは皆無の状況である。使用者側の研究が望まれる次第であり、進んでは使用者側からの規格を提示して、それに向くように製造すべきものであると信ずるものである。

使用規格に合った潤滑油を初めから使用し、常に清浄して酸価を $0.1$ 以下に保ち、透明なように管理して使用するならば、船のベアリングは4年目の定期検査になっても $1/100\text{mm}$ を尺度とするような程度では摩擦は認められず、従って調整の必要もなく軽く動き、海上公試以上の成績をいつまでも続け得られる。

レギュラーの油で熱伝導性の悪い油が相当出まわっているから、注意を要する。この種の油は、30番の粘度で比重が $0.91$ 以上のものである。熱伝導性は油の組成の問題であるから、比重のみが目安にはならない。が一応注意を要する。

新造の場合はもとより、すでに就航している船でも、

ベアリングの当り面が理想的な超仕上げになっていることは考えられない。せいぜい摺合わせ運転を心がけて、まず摩擦面の良化をはかるべきである。新造の場合は約200時間位必要な様子である。面さえ一度作り上げて置けば、後の摩擦面の維持は案外簡単に実施可能である。面が荒いまま使用することは、摺合わせ条件と摺荒らし条件とが大きく交わることになる。

船舶は荒天に際会することを覚悟せねばならない。平素から最良の条件に会うように準備しておかぬと、いざという場合に思わぬ不覚を取るようになる。

### 3. シリンダ油について

船用のシリンダ油は、ベアリング油よりも粘度の高い油が使用せられるのが慣例のようであるが、シリンダ内では不完全潤滑が主として行なわれる故、液体潤滑に必要な粘度は必ずしも重視する必要なく、当然、油性の良好なこと、熱伝導性の良好なこと、およびゾル状態であることの3条件さえ満足されれば、よい状態になることが考えられる。良質の潤滑油は一般市販で求め難いが——現在はわれわれはこの種の油を製造している——もしシステム油を酸価低く保つように手入れしながら運転しているならば、その使い慣れたシステム油こそ、正常摩擦粉の混入によって油性の良化した潤滑油である。

この使用中油を計測して、その数値が摩擦係数 $<0.13$ 、熱伝導性 $<400$ 秒、酸価 $<0.1$ の範囲にはいるなら、そのまゝシリンダ油に使用して良好な成績を挙げ得べきものである。もし、摩擦係数、熱伝導性が不足する場合には、中性の高級脂肪酸の低級アルコールエステルを2~3%添加すれば、摩擦係数、熱伝導性とも理想的数値になるようにすることができる。多くの船舶にて、システム油を原料として船内でシリンダ油を作って使用しているので、これをシステムシリンダ油と称して愛用している。

システム油を管理し、システムシリンダ油を使用している船舶では、補充するのはシステム油ばかりであって、油種が減少して、管理保存が容易になり喜ばれている。

システムシリンダ油を使用すれば、気筒内は摺合わせにより全くの鏡面となり、摩擦は少なく、燃料の消費量の減少に役立つ。ピストン抜き、掃除、バルブ摺合わせ等の従来教えられてきた機関の手入れは長時間不必要で、年一度のドック入渠時に実施する程度で充分である。最高の記録は23,774時間、進水より定検まで4年間使用し、検査のため解放の結果はさらに数年連続使用の可能性を証明した松戸山丸の3号補機で、ライノウエヤ

も1,000時間当り0.5/100mmという値を示していた。

10,000トン級の主機についても実験が重ねられているが、この場合シリンダ注油の方法の適否が大きく成績を左右する様子である。タイムリー注油の時期が完全に正常で、注油孔が最底部でない限り、理論通り1,000時間当り10/100mm以下の値を保ち得るが、システムシリンダ油は粘度が低く、サラサラしているから、ピストンの運動中に必ずリングに到達するような機構であることが必要で、潤滑以前の注油の問題がただ形だけでなく、実際いかなる状態において行なわれているか、調べる必要がある。

世間では高硫黄含有量の劣質燃料を使用する故、燃焼により硫酸が生成して、それが硫酸の露点以下のシリンダ壁に附着するから、摩擦が大きくなる。シリンダ油としては、高アルカリ性のものを使用して硫酸を中和する必要ありとして、高アルカリのシリンダ油の使用が賞用せられている。

燃料は燃焼すれば硫黄は主として $SO_2$ の形で大気中に放出せられ、極く一部分が硫酸となるが、これはその場に存在する煤に取られ、ライナ壁に附着する量は問題外と考えられる。その証明としては、入出港時のごとき硫黄分の少ないA重油を使用して低速運転した場合のシリンダ油のドレンと、高速で重油使用中のドレンと比較検討すると、一般の予想に反し、入出港時の低速運転時の方が、酸の含有量が遙かに高いことが証明せられている。低速運転時は不完全燃焼の度が大で、煤の発生が大なる結果である。エンジンをそのまま停止すれば、シリンダ壁には硫酸水の露が附着するが、停止前にエアーランを実施すれば露は附着しない。この操作を怠れば確かに硫酸による腐食は存在する。

システムシリンダ油を正しく使用した成績を見ると、高アルカリのシリンダ油は必要欠くべからざるものとは考えられない。高アルカリのシリンダ油は、ゲル性の油であるため、煤を握むと粘い半固体となり、シリンダ内のカーボン生成、バルブ類の膠着、弁座の損傷の外、吸気系に飛び込んで吸気系を細め、また排気系ではターボ故障、エコノマイザのパイプ焼損等思わぬ害を引き起こす懸念もある。システムシリンダ油の場合は、かかる心配は一切なく、運転中の労務は軽減せられる。その代わり潤滑油の管理に頭を使わねばならない。バルブの損傷や空気孔の閉塞を一方に考えながらの合理化、次いで自動化は納得のゆかぬものがある。将来潤滑油の管理が自動的に行なわれるようになれば、全機関自動化も本当の意味において可能になる。その日のために、多くの同志の機関士諸士と共に、努力を続ける次第である。

# 低質重油によるディーゼル機関の腐食摩耗について

船舶技術研究所機関性能部

稲見 信 雄

## 1. まえがき

船舶用大形ディーゼル機関の燃料に使用される低質重油中には、硫黄分、重質アスファルテン、バナジウムおよび夾雑物等の含有が多く、機関の腐食摩耗や擦過摩耗を増大させる因子となっている。シリンダライナの摩耗増大は燃焼室の密封を悪くし、燃焼状態を不良にして燃料消費量を増加させるとともに燃焼ガスの漏えいで潤滑油の劣化を早めるなど、機関の性能を低下させ、ひいては事故の原因となることもある。それゆえこの腐食摩耗を防止させるため、シリンダライナの材質および処理法の研究、燃焼生成物の研究、潤滑油添加剤の研究等、種々の角度より研究が進められている。

一方船舶は大形化されたため、機関の出力増大が要求され、シリンダ径が大きくなり、過給度は上昇し、シリンダ当りの出力は2,300PS、常用正味平均圧力 $P_e$ も9~10kg/cm<sup>2</sup>に達している。そのうえ船舶も合理化するための自動化の促進とともに、機関の無開放運転時間を1,000時間に延長するよう研究されている。このように機関出力の増大や無開放運転時間の延長は機関の摩耗と

密接な関係があり、従来にも増して船用ディーゼル機関の摩耗防上の問題は一層重要になってきた。

## 2. 低質重油中の硫黄分の影響

低質重油中にはディーゼル機関の腐食摩耗の原因となる硫黄分などの成分が多量に含有されており、機関に悪影響を与える。その現象はいろいろあるが、その二、三について記述する。

### 2.1 機関の摩耗状況

ディーゼル機関の摩耗には

- (i)燃焼中の硫黄分、バナジウム、塩類等による腐食摩耗
- (ii)燃料および潤滑油の燃焼生成物等による擦過摩耗
- (iii)潤滑油の油膜破断による金属接触摩耗

があり、三者が錯綜して摩耗増加の原因となっている。そのうちでも低質重油を使用した場合には腐食摩耗の増大、ピストンリングの膠着、燃焼堆積物による吸排気孔の閉塞および潤滑油の早期劣化等の弊害が増加する。それゆえ、常に低質重油の性状には十分注意し、使用に際しては適当な対策が必要である。表1に最近の世界各地で供給されている低質重油の性状<sup>(1)</sup>を示す。

表1 世界各地における低質重油の性状

地域名	油名	比重 (15°/4°C)	粘度 R.W. #1 (50°C)	引火点 P. M. (°C)	流動点 (°C)	水分 (%)	水水分 (%)	残炭分 (%)	灰分 (%)	イオウ分 (%)
日本	横浜 横浜 A-933	0.932	184	90	12.5	0.1	0.1	7.24	0.03	2.68
	A-951	0.943	457	118	2.5	Trace	0.1以下	7.94	0.02	3.12
東シ 南ア ア	Singapore Marine Fuel Oil	0.961	366	124	20.0	Trace	0.3	8.36	0.05	3.10
	Tarakan Fuel Oil	0.941	251	94	7.5	Trace	0.2	6.83	0.02	2.30
	Balikpapan Fuel Oil	0.953	358	147	25	0.05	0.1	7.13	0.08	1.62
	Djakarta Marine Fuel Oil	0.946	322	90	17.5	0.15	0.5	7.56	0.03	2.60
オース トラ リア	Melbourne Marine Fuel Oil	0.957	275	99	12.5	Trace	0.1	7.86	0.03	3.00
	Adelaide "	0.952	128	91	7.5	0.2	0.2	6.42	0.02	2.64
中東	Aden Marine Fuel Oil	0.938	295	88	10.0	0.15	0.15	7.76	0.02	3.59
	Ahamadi "	0.955	357	74	2.5	Trace	0.15	8.56	0.09	3.59
	Abadan "	0.934	251	94	7.5	Trace	0.2	6.83	0.02	2.30
欧 州	Liver pool Medium Marine F.O.	0.963	484	107	15.0	Trace	0.5	11.35	0.07	2.56
	Hamburg Thin Fuel Oil	0.951	503	115	0	Trace	0.1	8.80	0.07	2.20
	Rotterdam Fuel Oil 1,000	0.963	448	82	2.5	Trace	0.2	8.82	0.03	3.10
	London Medium Marine Fuel	0.953	457	105	2.5	0.05	0.1	8.24	0.05	3.24
北リ アカ メ	Los Angeles MV-650	0.968	216	106	-10以下	0.1	0.1以下	8.11	0.03	1.73
	" Light Fuel	0.966	250	96	-10	Trace	0.2	8.51	0.05	1.82
	" PS-300	0.983	257	88	-10	0.1	0.15	8.47	0.02	1.56
	New York Intermediate #8	0.955	415	81	-10以下	0.4	0.4	8.34	0.05	1.98
南リ アカ メ	Cristobal Intermediate #6	0.958	304	84	-10以下	0.1	0.3	11.61	0.09	2.16
	Curacao F. O. #6	0.947	310	94	-10	Trace	0.5	8.46	0.04	2.26
アリ ファ	Djibouti Marine F. O.	0.936	278	110	22.5	Trace	0.2	6.52	0.03	2.18
	Port Sudan "	0.943	294	81	20.0	0.05	0.2	6.89	0.03	1.60
	Casablanca Fuel Oil	0.944	355	108	12.5	0.15	0.3	7.09	0.05	2.06

2.2 硫黄分の燃焼と腐食摩耗

石油中の硫黄分は高沸点化合物が多く、石油製品中では蒸留温度の高い低質重油に片寄って含有される。1例を図1示す。硫黄分は燃焼によりSO<sub>2</sub>となり、過剰空気

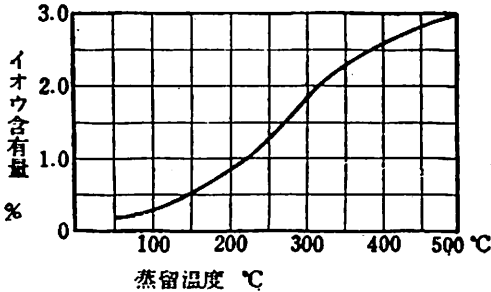
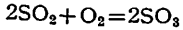
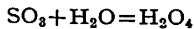


図1 石油の蒸留温度とイオウ含有量

によりSO<sub>2</sub>となる。両者には次の関係があり、この関係は可逆性で温度により変化する。



すなわち燃焼ガスの温度が高いほどSO<sub>2</sub>は多く900~1,000°C以上ではSO<sub>3</sub>は存在しない。また400~450°C以下では完全にSO<sub>3</sub>のみとなるが、酸化鉄などの触媒があれば500~600°CにおいてもSO<sub>3</sub>に相当変化する。SO<sub>3</sub>は燃焼室から排出されるまえに露点以下の温度に曝されると燃焼によってできた水分によって



に変化し、接触する金属を腐食するか、または潤滑油を劣化させてレジンを作り、これがピストンの周辺にラッカーとなって付着して摩耗を増大させる。ディーゼル機関のピストン行程とシリンダ壁温および硫酸露点の関係の1例は図2に示す通りで、これよりシリンダライナ

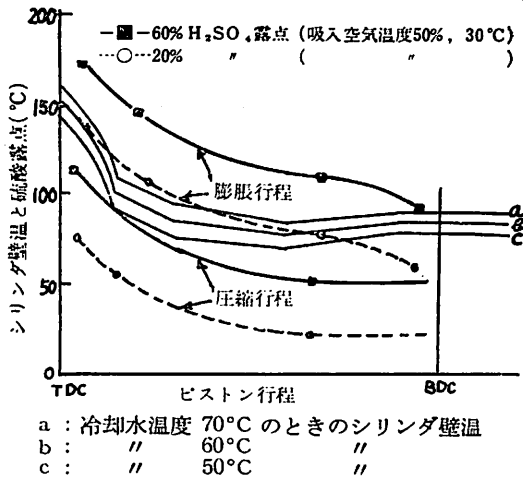


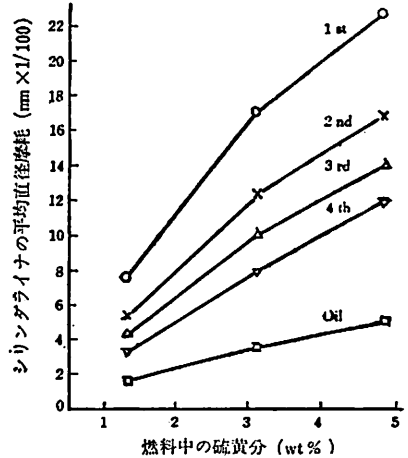
図2 シリンダ壁温と硫酸露点の関係

の腐食がうかがえる。腐食されたライナ面は組織が弱められ脆い皮膜を作る。ピストンの作動により機械的に剝離し金属面を現わすが、酸によって再び腐食する。この

ような現象が時間の経過とともに連続的に繰返されるので腐食摩耗は増大する。

2.3 シリンダライナの腐食摩耗

低質重油を使用した大形ディーゼル機関のシリンダライナ摩耗は1,000時間当り約0.4~0.7mm(non-additive oil)である。摩耗に及ぼす影響はライナおよびピストンリングの材質、加工、仕上、燃焼状況、運転条件、燃料油の性状などがあり、実船はこれらの影響の錯綜したものが現われている。そのため燃料油中の硫黄分がどの程度影響するかを正確に知り得ない。そこでわれわれは同一燃料油に増硫剤(ditertiary butyl disulfide)を添加して硫黄分のみを1.32%、3.10%および4.8%に変化させた3種の燃料油を試作し、小形ディーゼル機関4PS×750rpmを用いて同一運転条件で硫黄分の影響<sup>3)</sup>を調査した。図3は硫黄と腐食摩耗の関係を示したもので、第1リング位置と比較すると硫黄分1.32%の摩耗量を1と



燃料中の硫黄分 (wt%)  
運転条件 750rpm×4PS×200 (7h 断続)  
潤滑油 LO-A

図3 燃料中の硫黄分とシリンダライナ摩耗

すれば硫黄分3.10%および4.8%は2.35倍、3.54倍であり、摩耗量の増加はそれぞれ2.25倍、3.07倍となって大体硫黄分の増加に比例していることがいえる。

2.4 ピストンの汚れ

ピストンの汚れは燃料中の硫黄分の燃焼によってできた酸が潤滑油に混合して劣化を早めレジンを作り、ピストン摺動面にラッカーとなって付着し、またスラッジとなってリンググループに付着してリングの作動を阻害し摩耗を増加させる。表2、3はわれわれが試験<sup>4)</sup>を行なった時のピストンリングの評価とリンググループの汚れ状況を示した。結果は硫黄分の増加とともにスラッジの付着量が増加し、リングの動きも悪くなり、ピストン摺動面および裏面も汚れが増加している。このことは間接的に摩耗を増加させる原因となる。

2.5 燃焼堆積物について

燃料中の硫黄分の増加は、燃焼堆積物中に硫酸根となって混入し、付着した金属面を弱め、酸化鉄や硫酸鉄を

表2 ピストンリングの評価  
潤滑油 LO-A 運転時間 200h

リング	試料	FO-A (S: 1.32%)	FO-B (S: 3.1%)	FO-C <sub>1</sub> (S: 4.8%)
1st.		B	C	C
2nd.		A	C	C
3rd.		A	C	C
4th.		A	B	B
Oil		A	A	A

A: Free ring B: Sluggish ring C: Pinched ring

表3 ピストンリンググループの汚れ  
潤滑油 LO-A 運転時間 200h

リング	試料	FO-A (S: 1.32%)	FO-B (S: 3.1%)	FO-C <sub>1</sub> (S: 4.8%)
1st.		B	D	D
2nd.		A	C	D
3rd.		A	C	C
4th.		A	B	B
Oil		A	A	A

A: 清浄  
B: 一部に薄いカーボンが付着した状態  
C: 1/2以下にカーボンが付着した状態  
D: 全周にカーボンが付着した状態

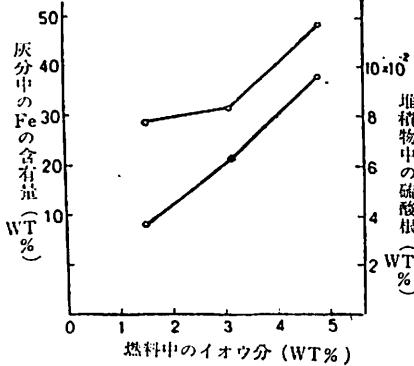


図4 燃料中のイオウ分と燃焼堆積物の分析

作る働きをする。われわれの実験<sup>5)</sup>では図4に示すごとく硫黄分の増加とともに直線的に増加し、堆積物の灰分はFeが大半であり、その他はSi, Cu, Ca, V, NiおよびSnであった。なお堆積物は非常に硬く摩耗の原因となる。G. McConnell<sup>6)</sup>も実用機関で試験を行ない次のように述べている。すなわち、硫黄分を含んだ燃料の燃焼により生成した硫酸は炭素粒子によってシリンダライナやピストンリングの表面に付着し、金属表面を弱め酸化鉄や硫酸鉄を作る。これらが燃焼ガスによって加熱されてできた酸化鉄は非常に硬く、500~600VPN(ピッカース・ピラミットナンバ)で、さらに高温になると900VPN以上の硬さとなり、研磨作用を生じ摩耗速度を早める。しかし摩耗はあくまでも酸の腐食作用であるが、その酸を運ぶ炭素粒子、すなわち燃焼堆積物の量の影響も大であるといえよう。

### 2.6 クランクケース油の劣化

クロスヘッド形ディーゼル機関ではシリンダの潤滑が

軸受部の潤滑と別になっているので、燃焼生成物がクランクケースの潤滑油中に混入することが少なく、したがってシステム油の劣化は少ない。しかし中形容船、貨物船および漁船には大形トランクピストン形ディーゼル機関を使っていて、低質重油がかなり使用されている場合もある。また最近では中形中速トランクピストン形ディーゼル機関にも低質重油の使用が考えられはじめた。トランクピストン形機関の場合にはシリンダを潤滑した汚損の多いシリンダ油がシステム油中に混入するのでシステム油の汚損および劣化が激しくなる。普通システム油の洗浄は注水洗浄または化学洗浄を行ない清浄しているが、シリンダ油のごとき注水洗浄の不適当なものが混入するので管理法がむずかしくなる。図5は小形トランク

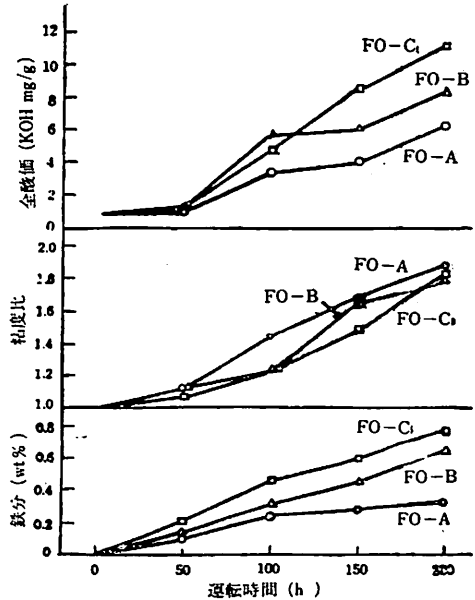


図5 燃料中の硫黄分と潤滑油の劣化

ピストン形に低質重油(硫黄分の1.32%, 3.10%, 4.80%のもの)を使用し潤滑油の劣化<sup>7)</sup>を調査したものである。傾向は硫黄分の多い燃料を使用した場合ほど、燃焼によって生じた酸化物の混入により、全酸価および油中に累積される鉄分も増加している。また鉄分は触媒となり潤滑油の劣化を早めることになる。

### 3. 腐食摩耗防止について

ディーゼル機関に低質重油を使用した場合、低質重油中に含まれている硫黄分の燃焼生成物により腐食摩耗は増大し、その量は硫黄分の含有量に大体比例する。また残留炭素分、バナジウム等の含有によっては、それらが触媒となってさらに腐食摩耗は著しくなる。このように腐食摩耗が増大した場合には、機関は長期間にわたり正常な状態に保つことができなくなるばかりか、機関故障

の原因ともなるので、船用ディーゼル機関のように長期無開放運転が要求されている今日においては、関係者として従来にも増して腐食摩耗防止の問題を十分に考慮し、機関の管理保全に注意を払う必要がある。機関の腐食摩耗防止法についてはいろいろあるが、その代表的のも二、三について記述する。

### 3.1 シリンダライナの材質および処理

低質重油を使用した場合のシリンダライナの摩耗は、前記図3に示すごとく硫黄分による腐食がライナの摩耗に重要な関係がある。そのためライナの材質として耐摩耗性の大きなものが必要となる。各社で種々改良研究を行なった結果、一応P、Vの成分を添加したものが耐摩耗性のあることが立証された。表4はディーゼル機関のメーカーが使用しているシリンダライナの材質<sup>(9)</sup>を示す。また最近のように機関の出力が増大してきたので、ライナの機械的強度の増加とともに高温における熱応力にも耐えるような靱性のある材質が要求される。耐摩耗性の増加には、P、Vの添加は有効であるが、組織的に硬い成分を分散させるので強度的に逆になり、好ましいものではなく両者を満足させるような改良が行なわれている。一方シリンダライナの腐食摩耗をさらに減少させるため、クロムメッキライナについての研究も行なわれている。クロムメッキの性質は高硬度、高融点で熱伝導性にも優れ、摩擦が少なく、耐摩耗性でその上、耐食性が優秀である。伊藤氏<sup>(9)</sup>等は大形シリンダライナのクロムメッキ方法を確立し、実船実験により効果を確めている。結果の1例は図6に示す通りであり、試験全体のクロムメッキライナの平均最大摩耗率は0.01~0.03mm/1000hで、平均して铸铁ライナの約1/3であったと述べている。しかしこの試験途中で一部に強い酸食が見られている。また清水氏<sup>(10)</sup>が昭和32年にクロムメッキライナの試験を行なった某商船会社所有の主機関でも発見されている。この現象についてはJ. M. A. Van der Horst<sup>(11)</sup>は燃烧生成物の硫酸によってクロムメッキライナと铸铁ピストンリング間に、Cr-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Feの電気化学的腐食が発生したものであると述べている。このような酸食を防止するには潤滑油の量、注油法の改善および酸中和性のアル

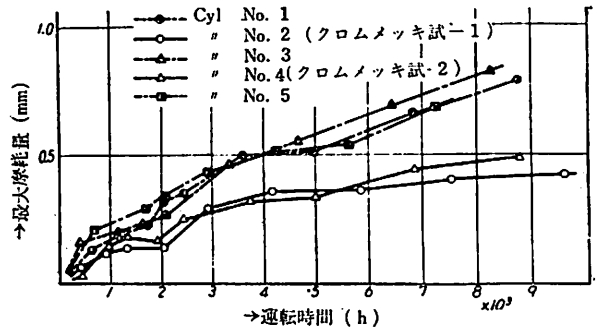


図6 A船のシリンダライナの最大摩耗量と運転時間の関係

カリ性潤滑油の使用が必要である。

### 3.2 潤滑油の注油効果

シリンダライナの腐食摩耗は潤滑油の注油方法(油皿、注油孔の改善)によっても多少減少させることもできる。シリンダライナに注油された時にまずライナ表面を油で完全にシールすることが必要である。冷却水温度はライナ表面温度に関係があり、そのライナ表面温度が適度に高いことは潤滑油の拡り効果を助け、また腐食性ガスからの酸の生成が少なくなり、腐食摩耗を減少させることもできる。一方注油孔の位置および注油タイミングも油の拡りに関係があるので、これらを適正に行なう注油条件も摩耗を減少させる一手段である。表5に各種機関の注油条件を示す。表中\*印のように改造も見られるので今後の研究によっては、さらに改善することもできると考える。

### 3.3 ピストンリングの調整

最近ピストンリングのR面取りによりシリンダライナおよびピストンリングの摩耗を減少させることができるという説もある。和栗氏<sup>(12)</sup>はリングの摺動面に丸味を付けて、ストロークの両死点において起こる Edge Loading を防止する実験を行なった。結果その摩耗量は通常の1/10に減少している。また明田氏<sup>(13)</sup>はスルザー7SD 72, 5,000PS 機関で実験を行ない次のように述べている。すなわち第1, 第2リングは下部を3Rの面取りし、第3~第6リングは上部、下部とも3Rの面取りをして

表4 各社大形機関シリンダライナの性質

製造会社名	化 学 成 分 %							引 張 強 さ kg/mm <sup>2</sup>		実体かたさ H <sub>B</sub>
	TC	Si	Mn	P	S	V	Ti	保証強度	平均強度	
MAN	3.1~3.3	1.0~1.1	0.7~0.8	>0.5	<0.1	—	—	—	32?	200~230
B & W	3.0~3.2	0.6~1.3	0.8~1.0	0.2~0.6	//	0.2~0.3	0.05~0.07	—	—	180~200
Sulzer	3.4	0.6	0.9	0.4	//	0.18	0.05	20	24	>180
Fiat	3.0	1.6	0.9	0.6~1.0	//	—	Cr. 0.25	—	—	190~200
UEC	3.0~3.3	0.8~1.3	0.6~0.8	0.2~0.4	//	0.1~0.2	0.05	25	27	180~200

表 5 各 機 関 種 別 の 注 油 条 件

機関種別	注油量 g/PS/h		注油タイミン	注 油 孔			注油孔の位置 ライナ頂点よりスト ロークに対し下へ
	エンジン メーカー	実績		シリンダ 径型式別	数	油 ミ ゾ	
B&W	0.3	0.25 ~0.5	あり	50 型	4	あり	3 4 掃気孔の直上
				62 "	4		
				74 "	6		
				84 "	6		
				(VT2BF も 同 じ)			
MAN	0.6	0.5 ~0.8	なし	70 "	6	あり	1 5
				78 "	6.8		
				84 "	12		
UEC	0.3 *(0.5)	0.3 ~0.5	なし	65 "	6	旧...あり 新...なし P C ライナ あり	1 3
				75 "	8		
				85 "	8		
Sulzer	旧 0.7 新 0.6	0.5 ~0.8	なし	SD72	6	旧...なし 新...あり あり	1 3
				RS(A)D76	8		
	RD76			8			
	RD90			8			
					*(10)		

(註) UEC.....\*(0.5) : ライナ 摩耗量に  
Sulzer .....\*(10) : 船主側の要求による。

実験した。その結果シリンダライナ摩耗は平均11.2mm/100/1000h, ピストンリング摩耗は平均 0.9mm/1,000h であって、潤滑油の拡りがよくなり、注油量を減らしても摩耗は少なくなったと報告している。このことも前記の注油方法の改善とともに摩耗防止のための今後の問題である。

3.4 潤滑油添加剤の効果

低質重油を使用する船用ディーゼル機関の腐食摩耗防止には潤滑油添加剤の役割は非常に大きい。はじめ1948年頃欧州の船用エンジンメーカーが潤滑油中にアルカリ物質であるアニリンを添加し、ライナの摩耗を減少させたことにより、注目された。その後1951~1956年の研究

合のディーゼル機関の摩耗は、腐食摩耗が支配的であると考えられ、腐食の原因である生成硫酸等を中和させる添加剤のアルカリ価が腐食摩耗を減少させる尺度のように考えられがちである。しかしそれは同一添加剤の使用にかぎり添加量の大小によって、ある程度まで摩耗を減少させることができるが適量以上を添加しても効果はない。図7はわれわれが小形船用ディーゼル機関4PS×750rpm に硫黄分5%の重油を用いて実験した結果<sup>10)</sup>であり、供試のアルカリ性潤滑油ではアルカリ価5.7 KOH mg/g までは摩耗の減少が顕著であったが、これ以上アルカリ価を高くしても効果は少なかった。またCCL(カルテックス中央研究所)で2サイクルクロスヘッド形

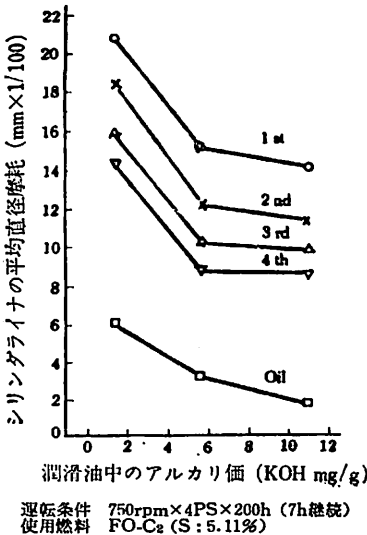


図7 潤滑油のアルカリ価とシリンダライナの摩耗

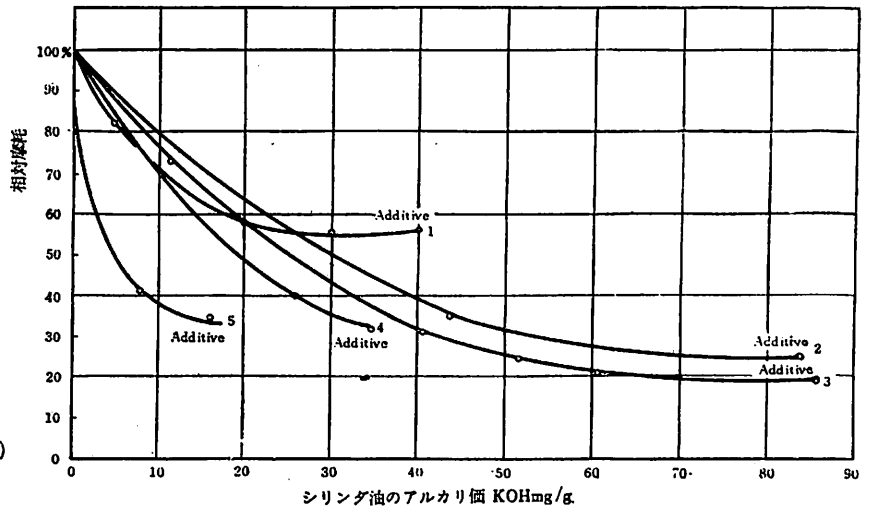


図8 アルカリ価と摩耗の関係

ディーゼル機関“Bolnes Engine”を供試機関として各種添加剤の効力試験を行なって、添加量とライナ摩耗の関係<sup>9</sup>を求めている。結果は図8に示すごとく添加剤の種類により最適となるアルカリ価の値が相違している。また同一添加剤において筆者等の実験と同様に添加量を増してアルカリ価を適量以上高くしても効果は少ないことを示している。このようにアルカリ価のみで腐食摩耗減少の尺度とすることは無理である。それゆえアルカリ性シリンダ油を採用する場合には十分に検討し、みだりに高アルカリ価の製品を採用せず、シリンダライナの新換費用との間の経済性を考慮して決定することが必要である。また最近の船用ディーゼル機関は出力が増大しているので腐食摩耗の低減とともに油膜の耐圧性能も大きく要求されてきた。この点、現在の高アルカリ性シリンダ油は各社製品とも図9に示すごとく良好な結果を示して

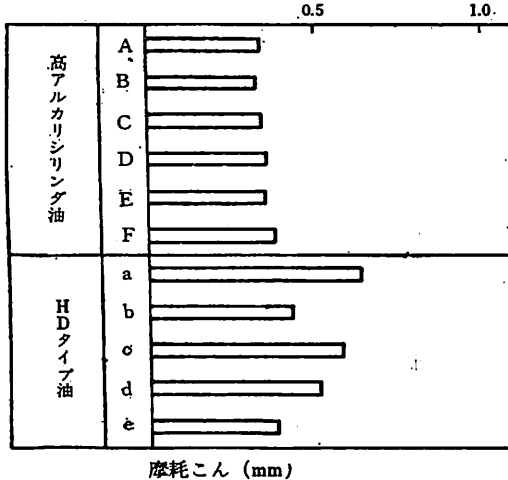


図9 各社船用シリンダ油の高速4球試験 (30kg×2h×1,500rpm)

いるが、将来はさらに機関出力の増大とあいまって耐圧性能が問題になろう。なお現在の添加剤は金属塩のものが多く、したがって灰分が多くなり、機関の排気孔および排気タービンの翼列に付着したり、ならし運転中に過大摩耗を生じたりして悪影響を示していることも聞いている。最近ではそれらを防止するものとして Ashless

detergent type の添加剤が研究されているので、近い将来にはこの方面の添加剤が開発されると考える。

### 3.5 潤滑油の清浄について

低質重油を使用した場合には潤滑油の劣化速度も早く、スラッジや鉄分の増加があり、これらが潤滑部分に達して摩耗を増大させることがしばしば見られる。これらを防止するには潤滑油の適性浄化を行なう必要がある。通常潤滑油の清浄には清浄機をピュリファイヤとして使用している。東氏<sup>10</sup>の実験によればピュリファイヤでは油中の水分を主として分離するだけであり、クラリファイヤで行なった場合にはスラッジの分離効果が大きい結果を示している。表6はその結果を示す。このように劣化潤滑油を清浄する場合には油中のスラッジを取り除くことが摩耗を防止する一手段であるから、清浄機の使い分けも必要である。

### 3.6 燃料油の添加剤について

低質重油は高沸点留分が多いため燃焼をむずかしく、燃焼堆積物の増加も考慮せねばならない。その堆積物に硫黄分の燃焼により生成して硫酸が混入した場合、硬い堆積物となってシリンダライナの擦過摩耗を増加させることは前述したが、この場合堆積物を減少させるため燃焼を促進させる添加剤の使用も一考である。佐賀井氏等<sup>11</sup>は重油の燃焼を促進させる添加剤としてナフテン酸金属塩と陰イオン界面活性剤を混合したものを燃焼試験器と実用機関により実験を行なっている。その結果図10に示すごとく重質油には金属塩に富んだものがよく、軽質油には活性剤に富んだものの方がよいと述べている。また燃焼試験器による燃焼促進率と実用機関の燃費減少率との関係を図11で示し大体ある巾をもって比例的な関係があることを示しており、この結果は機関の燃焼室内における燃焼性が添加剤によって改善されたためであると説明している。

## 4. あとがき

低質重油によるディーゼル機関の腐食摩耗とその防止について述べたが、そのうち腐食摩耗の防止には潤滑油

表6 潤滑油清浄法により分離スラッジの比較

試料	水分 %	油分 %	樹脂分 %	無機分 %	酸価
油温 70°C, 通油率 900l/h 清浄機 70h 運転, スラッジ 350g	4.38	25.91	2.89	66.82	—
同上	3.12	27.97	0.58	68.33	4.49
油温 70°C, 通油率900l/hクラリファイヤ60h運転, スラッジ700g	1.95	38.82	11.50	47.73	—
同上	3.05	42.97	6.35	47.63	7.90
油温 75°C, 通油率 1550l/h 清浄機 47h, スラッジ 200g	5.15	22.33	7.10	65.42	—
油温 75°C, 通油率 1550l/h クラリファイヤ 47h スラッジ 600g	1.85	39.61	11.36	47.18	—



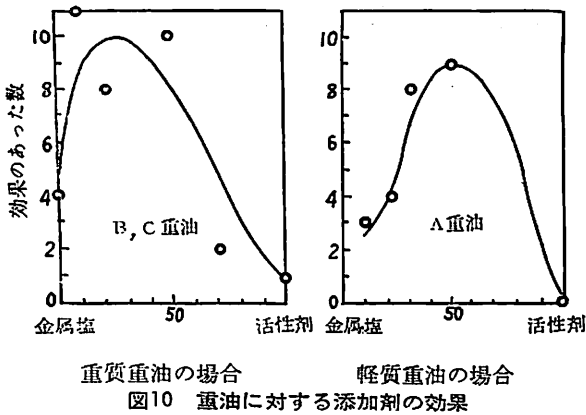


図10 重油に対する添加剤の効果

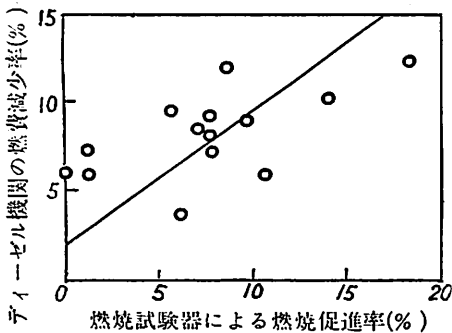


図11 燃焼速度促進率とディーゼル燃費減少率との関係

添加剤の占める役割は非常に大きい。その他の方法でも今後の研究によっては効果が期待できる。潤滑油添加剤については ashless detergent type でよいものが開発されれば、添加剤の灰分による悪影響は少なくなり、機関の腐食摩耗はさらに減少させることができ、船用ディーゼル機関で要求している10,000時間無開放運転も可能になる。

参考文献

- (1) 世界の石油展望 石油学会 Vol. 5, No. 7, July 62'
- (2) 佐藤 大形船用ディーゼル機関におけるシリンダライナの摩耗について 東京商船大学研究報告 No. 13, Sept. 62'
- (3)(4)(5)(7)(14) 稲見, 井ノ内, 大竹 ディーゼル機関の腐食摩耗に及ぼす燃料中の硫黄分について 防蝕技術 Vol. 12, No. 4 April 63'
- (6) G. McConnell & W. S. Nathan A Wear Theory for Low Speed Diesel Engines Burning Residual Fuel, Wear 5 No. 1 Sept. 62'
- (8) 木下 造船工業における鋳造品の発展とその問題点 機械学会誌 Vol. 66, No. 529, Feb. 63'
- (9) 伊藤, 紙野, 大形シリンダライナのクロムメッキとその実船試験に関する研究 日立造船技報 Vol. 23, No. 3 Aug. 62'
- (10) 清水, 草間 ディーゼル機関の潤滑油添加剤の開発について 機械学会誌 Vol. 66 No. 531, April 63'
- (11) J. M. A. Van der Horst, W. A. Schultze; Electrochemical Cylinder Corrosion, Trans. ASME Journal of Engineering for Power, Paper No. 61-OGP-3 61'
- (12) 和栗 船用機関ピストンリングの過大摩耗 機械学会誌 Vol. 66, No. 538 Nov. 63'
- (13) 明田 M丸主機シリンダライナ摩耗に対する考察とピストンリング調整について 船舶機関士協会誌 No. 10 Nov. 63'
- (15) 柳沢 船用高アルカリシリンダ油について 日石レビュー Vol. 5, No. 3 Jun. 63'
- (16) 東 システム油の側流清浄効果について 船舶機関士協会誌 No. 10, Nov. 63'
- (17) 佐賀井, 立田, 藤田 重油の燃焼速度および添加剤の影響 日本添加剤工業研究部 Dec. 58'

〔改新版〕 船舶の電気防食 発売!

船舶の電気防食は最近では大小船舶に拘らず必要欠くべからざるものとなり、その関心は極めて高くなっております。初版の「船舶の電気防食」発刊以来すでに5年余を経た今日、電気防食について大きな進歩と変化があ

船舶技術研究所機関性能部長 工学博士 瀬尾正雄 著

り、材料としての Al の採用、小型船では水中翼船の開発、さらに機関の防食について、新しい研究や資料を豊富にとり入れて初版より40数頁増して、ここに〔改新版〕として発行いたしました。

A 5 判 上製 146 頁 定価 400 円 (〒 70 円)  
船 舶 技 術 協 会

# シリンダライナの電気防食について

船舶技術研究所機関性能部

加 藤 寛

## 1. 緒 言

シリンダライナの水側に激しい腐食を生じた例は数多く、いろいろな報告が発表されている。それらの報告より腐食状況を考察すると次の通りである。

(1) 腐食を発生する場所は特殊な場合を除いては、シリンダのスラスト側でやや下部が最も多く、次にその180°反対側である。また冷却水入口の反対側に発生した例もかなり多い。

(2) 発生した腐食の状態はまちまちで、同種類のエンジンにおいても違いがあり、また一つのエンジンでもシリンダごとになかなか相違した腐食の発生を見ることがある。これは同一条件で運転しているもので、冷却水の状態の相違よりむしろライナの僅かな振動の相違が、ライナ表面の付着物の生成状況等に相違を生ずることに起因することも考えられる。

(3) 腐食の形態としては著しい孔食を生ずる場合が多く、腐食減量等は全面腐食と大差ないが、深さの進行には大差があり、一例では3 in/year に達したこともある。このように発生した腐食の進行はかなりはげしく異状である。

以上の状況によりシリンダライナの腐食原因を推定すると、キャビテーション現象に起因し、冷却水の流速分布、温度、含有酸素量等、種々因子による局部電池作用が腐食を促進していると考えられる。

なおキャビテーションによる金属の破壊機構については機械的な現象（エロージョン）と、化学的な現象（コロージョン）があって、両者が同時に作用し、相互に加速され腐食が促進されるものである。その場合キャビテーションの強い領域においては前者が、弱い領域においては後者が優位に作用することは一般に認められている。

一方キャビテーション損傷の防止については、現在まで種々の研究が行なわれ、次のような方法が実施されている。1) 設計の改良、2) クロム酸塩等インヒビターの添加(循環系)、3) アルミブロンズ、18—8 ステンレス鋼等の耐キャビテーション材料の使用、4) 電気防食等である。

しかしいずれも完全に防止するものはなく、実状に応じ適当な組合せで効果を上げている。

シリンダライナのキャビテーション防止の対策としても上記方法が当然考えられるが、特に設計上の問題については限度があり、材料の点についても技術的、経済的に、またインヒビターについても濃度の管理等、使用上の繁雑さにおいてそれぞれ問題があるように考えられる。それに比べ電気防食法は経費も安価で取扱いも簡単であり、さらに最近の報告によるとキャビテーションエロージョンに対しても Coating の附着、水素ガスのクッション作用等によりある程度の効果が確認されている。従ってコロージョンの防止と相まって、シリンダライナの防食にはかなり期待できるものとする。しかし現状においては、大型機関の一部を除いてはあまり実用されず、実用されても十分な効果を上げていない。これは使用方法が適当でなかったために電気防食が完全に実施されなかったことによるものと考えられる。そのためそれらの点を十分考慮し、特に今までの欠点と考えられる取付方法、亜鉛板の性能等に重点をおき、数年来この問題になやまされていた曳船の主機に使用して実験を行なった。その結果は良好で腐食を完全に防止することができた。以下実船の経過、防食対策等についてその概況をのべる。

## 2. 実 船 の 経 過

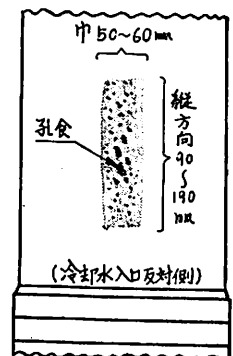
実験に使用した曳船塩浜丸の主機は G5 V30/42 で 300PS, 320rpm で、昭和29年

1月に就航して2年目(稼働約1,500時間)にシリンダライナを抜き出し、調査したところ腐食の状況は次の通りであった。

(1) 全シリンダライナとも冷却水入口の反対側(スラスト側)に第1図に示すように縦方向に長さ90~190mm、幅50~60mmの範囲に腐食を生じ、そのうち1本は内側に貫通しており、他は15~20mmの深さの孔食であった。

(2) No.1 と No.5 シリンダジャケットにはライナの腐食部の対面に深さ7mm程度の腐食が発生していた。

(3) 冷却水入口部に取付けてあった亜鉛板の消耗は少



第1図 シリンダライナの孔食

なく、厚さ 3 mm 程度の付着物で覆われていた。

以上の調査の結果、腐食を防止するため次のような対策が講じられたが、効果がなかったため依頼されて船研で防食試験を行なうことになった。

(i) 冷却水入口部に方向性をもった導管を取付け冷却水の流れを良好にした。

(ii) ライナに環状亜鉛板を取付けた。

(iii) 気泡の吸込みを少なくするため冷却水取入口を 150mm 深くし、さらに同じ目的でバラストとして約 4 屯の銹鉄を積んだ。

(iv) ライナにプラスチック塗料の赤外線焼付けを行ない、マグネシウム陽極（純マグネシウム）を冷却水入口の亜鉛板に代えて取付けた。

### 3. 防 食 対 策

#### 3-1 試験前の調査

調査の結果は次の通りであった。

##### (a) 腐食状況

ライナには環状亜鉛板が取付けてあったので、腐食は比較的少なかった。しかし 5 シリンダのうちでは No. 4 と No. 5 のシリンダライナの腐食が多かった。またライナには白色のプラスチック系塗料が焼付け塗装されていたが剥離が甚しく、半分程度しか残っていなかった。塗料も剥離するとその部分にピッチングを起こすおそれがある。しかし今回は亜鉛板が取付けてあったから、ピッチングは生じていなかった。

##### (b) 亜鉛板

環状亜鉛板の消耗は少なく、ほとんど原形のままであった。亜鉛板は取付方法が不良になり被防食体との接続抵抗が増大した場合、性能におよぼす影響はかなり大きい。そのため亜鉛板とライナの接続抵抗を計測したところ第 1 表の通りで、腐食の多い No. 4 と No. 5 の抵抗は大きかった。なお亜鉛板はライナに環状に取付けてあるものの外に架構上部にも小型のものが取付けてあった。これら亜鉛板より試料を取り性能の調査および分析試験

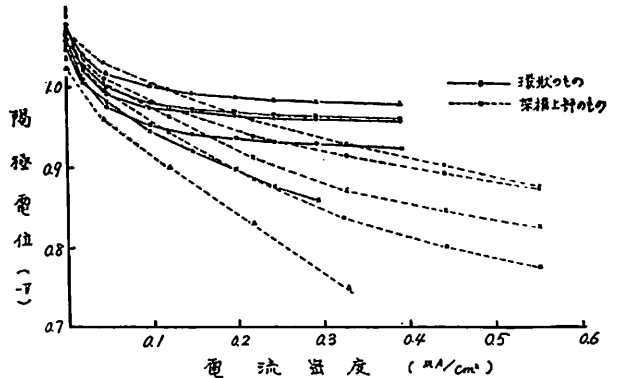
第 1 表 環状亜鉛板の接続抵抗

シリンダライナ No.	1	2	3	4	5
接 続 抵 抗 ( $\Omega$ )	0.1	2.3	0.7	8.5	8.2

第 2 表 亜鉛板の成分

シリンダ No.	形状	成 分 (%)				
		Fe	Cu	Cd	Pb	Zn
1	環状	0.0004	0.003	0.001	0.008	99.987
4	//	0.0000x	0.001	0.000x	0.002	99.997
1	角状	0.006	0.002	0.05	0.17	99.772

を行なった。試験の結果は第 2 図および第 2 表の通りで、環状のものは高純度亜鉛であるが、中級のもので性能のパラツキがやゝ大きかった。架構上部のものは不純物の多い低質のものであった。



第 2 図 亜鉛板の性能

##### (c) その他

冷却水入口附近に小型のマグネシウム陽極が取付けてあったが、これは純マグネシウムのため自己腐食が多く、消耗が著しく早いから寿命は 1~2 カ月であったものと思われる。また冷却水入口に取付けた導管の効果は見ただけではわからないが、流速を一様にし、温度の差を少なくする効果はあったものと考えられる。

#### 3-2 防食方法

調査の結果、本船に生じた腐食は、緒言にも述べたようにキャビテーションに起因しており、即ちキャビテーションによってきずいた部分と他の部分とに生ずる電位差により、かなりの腐食電流が流れたためであると推定し、電気防食を完全実施すれば十分な効果を上げるものと考え次のような対策をたてた。

(1) 電気防食法には亜鉛板やアルミニウムやマグネシウム等を使用する流電陽極法と、外部から直流電流を流す外部電源法があるが、今回のように所要電流が少ない場合は前者が適している。また陽極材料としては安価で寿命が長く、性能の点からも亜鉛およびアルミの合金が適当であると考えたが、当時の状況から亜鉛合金の陽極を採用した。

(2) 今まで環状の亜鉛板が取付けられていたにもかかわらず防食効果が十分でなかったのは、取付方法が不良で、しかも性能が良好でなかったためである。そのため写真 1 に示すような可撓くし形の亜鉛板を試作した。これは薄い鉄板の心金に小形の亜鉛板を一定間隔に取付けたもので、心金を機関の一部に固定すれば完全に接続できる。また亜鉛板の高さを冷却水口の径に合わせて鑄造すれば取換えは冷却水口から簡単にでき、ライナを抜き出す必要がない。

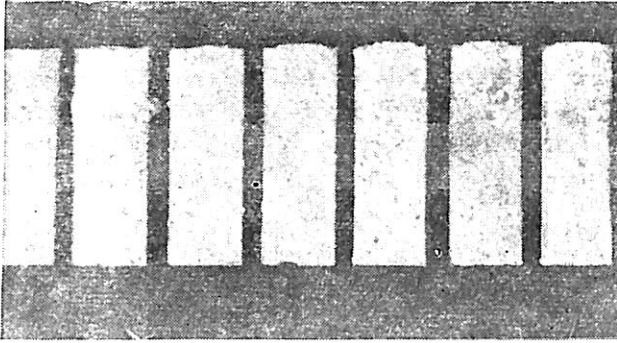


写真1 可撓くし形亜鉛板

(3) 亜鉛板の取付量は、所要防食電流密度をどの程度にとるかによって決まる。シリンダライナの場合過防食は支障がないのでやゝ多くとり、塗装しないライナの部分で約  $150\text{mA/m}^2$ 、シリンダジャケットは塗装するものとして約  $50\text{mA/m}^2$  程度でよいであろう。従って本船の場合被防食面積が大体  $1.5\text{m}^2$  であり、ライナとジャケットの面積比を考慮して計算すると約  $150\text{mA}$  となり、亜鉛板の表面積は大体  $200\text{cm}^2$  程度となる。しかし本船は腐食がはなはだしかったこと、シリンダライナは船体外板等の防食とちがい過防食による悪影響はない等を考え、かなり増加して取付けた。

(4) 所要防食電流を少なくするため、シリンダジャケットに  $4/c$  塗料(高田BM4/c)を塗装した。ただしNo.2のシリンダジャケットのみは比較のため塗装しなかった。なおシリンダライナに塗装することは冷却効果を防げるばかりでなく高温で振動があるため剝離しやすいと考えて中止した。

### 3—3 試験成績

試験の結果は次の通りである。

#### (a) 碇泊中の電位

電気防食の効果を調査するためシリンダライナの電位を計測した。しかし直接に測定用電極を挿入することがむずかしいので細いビニール管で塩橋を作り計測した。その結果は第3表に示す通りで、初期においてライナ上部が防食電位 ( $-770\text{mV}$ , V.SCE) よりやゝ高かったが、大体防食電位以下に保たれた。特に今までピッチングを生じた下部付近は  $-1,000\text{mV}$  前後の低い値を示していた。なおシリンダジャケットを塗装しなかったNo.2は他のシリンダに比べ上部の電位が初期に少し高かった。

#### (b) 航走時の電位

碇泊中の電位は良好であったが、機関を運転した場合電位も変化する可能性があるので、航走中の電位を計測した。計測はNo.1シリンダの下部と、No.2およびNo.4シリンダの上部で行なった。その結果は第4表の通りで、エンジン運転の影響はほとんど見られなかつ

た。なおNo.2とNo.4シリンダではかなり差があったので、ライナの上下方向の電位分布を計測したところ第3図のようになり、下部付近ではほとんど差がないが、上部では電位分布の差があった。

#### (c) シリンダライナの状態

試験開始後3カ月目と、終了時の7カ月目にシリンダライナを抜きだし、その状況を調査した。3カ月目の状態は全シリンダライナとも良好で、ライナの下部には一様な薄い電解被覆が付着し、発錆の兆候はなかった。7カ月目も前回と同様ライナの下部 $2/3$ は全然腐食はなかったが、上部はやや厚い付着物と錆が入りまじった状態になっていた。この付着物を取り、分析したところ第5表の通りで、電解被覆の成分と酸化鉄であった。これは本船の場合冷却水ポンプを停止すると水位が下がり、それゆえライナ上部は防食されていない状態になるため、これを防止するためには冷却水を溜めて、碇泊中にも常にライナが海水中に浸った状態にしておく必要がある。

#### (d) 亜鉛板

亜鉛板は冷却水入口側の減量は少なく、先端部すなわち反対側(スラスト側)附近のものが多かった。各シリンダライナについて亜鉛板の減量から発生電流および防食電流を計算すると第6表の通りで、防食電流は塗装しなかったNo.2が最も多く  $82.4\text{mA}$  で、No.5シリンダライナが最も少なく  $54.7\text{mA}$  であった。No.2以外のシリンダジャケットは塗装したため、塗装しなかったNo.2の防食電流の約75%となった。また今回の試験ではシリンダライナ等の付着物を除去したが、良好な被覆が付着している場合にはその必要はないから、さらに所要電流は少なくなるであろう。

## 4. 結 論

本船はシリンダライナの腐食に悩まされ、数年来種々の防食対策を講じてきたが、効果が少なかったため、改装して清水冷却に切替える計画であった。しかし今回の実験の結果腐食の傾向は全然認められず、良好であったので清水冷却への改装は中止された。以後1年目ごとに2回調査した時も完全に良好な状態に保たれていた。以下実験の結果をまとめると次の通りである。

(1) 腐食を発生した原因は機関の構造(たとえば腐食のはげしかったスラスト側のライナとジャケットの間げきは著しく狭く、特に腐食電流が流れやすい)、キャビテーションの発生、局部電池作用等によるものであろう。

(2) 腐食の防止には電気防食法は有効で、ライナに発生していたピッチングを完全に防止できた。

(3) 亜鉛板は今まで取付けたような環状のものでも、今回使用した可撓くし形のものでもよいが、前者は、(i)

第3表 碇泊中の電位

測定 月日	計測 位置	シリンダライナ別測定値 (-mV V.SCE)					備考
		1	2	3	4	5	
2-28	上下	710 950	690 960	730 940	730 950	740 940	前10°C
	上下	770 970	680 990	760 940	710 940	730 950	
3-28	上下	850 1010	880 970	880 1005	860 990	900 1020	後25°C ⊗
	上下	790 995	750 980	800 995	830 1010	865 1015	
4-6	上下	770 1005	790 1015	740 1030	765 1030	840 1015	後28°C ⊗
	上下	750 1015	775 1020	740 1040	765 1030	840 1020	
4-25	上下	850 1035	820 1035	885 1040	940 1040	890 1035	前20°C
	上下	760 990	770 995	770 980	820 980	800 985	
6-1	上下	875 990	855 985	880 1000	865 1010	875 1005	後32°C
	上下	845 990	835 985	870 995	840 995	865 1005	
8-16	上下	870 990	880 990	890 1000	850 1000	860 980	前28°C
	上下	830 960	850 980	840 980	790 990	790 980	

(註) (1) 備考中後としたのは、主機停止後、冷却水を船外に出さず運転中使用した冷却水で計測し、前としたのは新たにポンプで海水を送り測定したものの、温度は冷却水温度で⊗印は異なる計器を使用した場合である。  
(2) 計測位置の上はシリンダライナの比較的上部で上端より約1/3である。

接続方法がむずかしい。(iii)取付けに工数がかかる上ライナを抜き出さなければならない。(iv)機関ごとに特殊なものを作る必要がある。(v)使用中亜鉛板の消耗や振動等によりライナとの接続が不良となり性能が低下する。従って大きい亜鉛板を使用するにせよ長期間の使用は期待できない、等の欠点がある。後者はこれらの欠点はほとんど全部改善されており取付け、取換えも容易であり、性能の調査もできる。

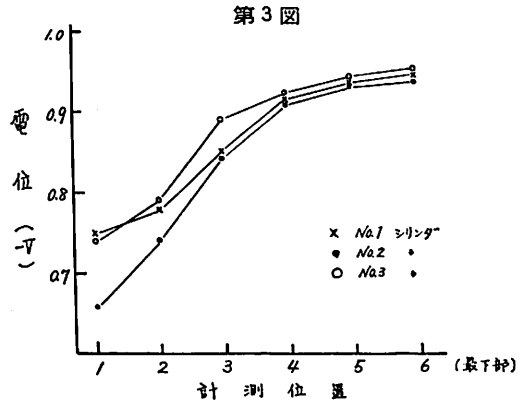
(4) 防食に要した電流は比較的少なく、ジャケットを塗装したシリンダで約60mA、塗装しないもので約80mAであった。今回の試験では十分な亜鉛板を使用してあったから、比較的短時間にライナ上に電解被覆を生じ、これがキャビテーションにより発生する腐食の防止にも役立ち、同時に所要防食電流を減少させる結果となったようである。

(5) ライナのプラスチック焼付け塗料は効果はなかった。今後この方面に対してはなお研究の余地はあるが、極小部分の剝離もピッチングの原因となるおそれがあるから留意を要する。シリンダジャケットの塗装は腐食電流や防食電流を減少させる効果があり有効である。

第4表 航走試験時の電位

時刻	機関の状態	電位 (-mV)		
		No. 1 下	No. 2 上	No. 4 上
15. 32	stop	900	670	795
15. 40	“(ポンプ起動)”	890	650	800
15. 47	full	980	640	792
15. 52	stop	985	635	780
16. 00	“(ポンプ起動)”	988	635	780
16. 05	“(ポンプ起動)”	987	635	775
16. 10	full	990	640	775
16. 15	“(ポンプ起動)”	990	635	774
16. 20	“(ポンプ起動)”	990	640	772
16. 25	“(ポンプ起動)”	990	645	772
16. 27	stop	984	650	774
16. 30	“(ポンプ起動)”	980	655	775
16. 35	“(ポンプ起動)”	980	664	785
16. 40	“(ポンプ起動)”	980	665	785

(註) No. はシリンダ番号で、上は上部、下は下部である。



第5表 ライナ付着物の成分

成分	(%)	成分	(%)
SiO <sub>2</sub>	3.7	MgO	13.6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.4	CO <sub>2</sub>	21.2
CaO	24.0		

第6表 亜鉛板の減量および発生電流

シリンダ ライナ No.	亜鉛板重量 (g)				発生 電気量 (Ah)	防食 電流 (mA)
	No.	試験前	試験後	減量		
1	1	3,090	2,800	290	363	70.7
	2	3,660	3,460	200		
2	3	2,970	2,660	310	429	82.4
	4	3,690	3,420	270		
3	5	3,040	2,800	240	296	57.6
	6	3,630	3,520	160		
4	7	3,010	2,780	230	289	56.2
	8	3,720	3,560	160		
5	9	3,050	2,800	250	281	54.7
	10	3,690	3,560	130		

# 船用ディーゼル機関用シリンダライナの 摩耗対策について

理研ピストンリング工業株式会社

星 靖

## 1. 緒 言

シリンダライナは他の部品と共に、燃焼室を形成するもので、ディーゼル機関の部品として最も重要なものの一つである。このライナの摩耗は機関の性能に影響する。即ち燃焼性能、始動性能、潤滑油消費、およびブローバイ発生に甚しく悪影響を及ぼすため、その耐久性が重視される。最近船用ディーゼル機関が急速な進歩をとげ、出力増大が要求され高過給化の傾向にある。そのためライナは熱的条件が苛酷となり潤滑状態が損われ、耐久性が劣化する。また一方、機関の経済的操業の見地から低質燃料の使用が一般化され、経費節減では効果的であるが、その反面、燃焼生成物による摩耗増加が激しく、特に近年、石油精製における分解残渣に灯、軽油を混合した劣質混合油が利用されるに到って、一層シリンダ内の潤滑状態を悪化させている。このような傾向下において他面では機関の自動化から長期無開放運転が要求され、従来にも増してライナの摩耗対策が強く要望されている。しかし実船におけるライナの摩耗は、ライナおよびピストンリング材質、加工仕上程度、燃料油の性状、燃焼状態、運転状態など数多くの因子があり、一概にその対策を論じ切れないが、本稿ではその摩耗現象と材質面からの対策概要について考察してみた。

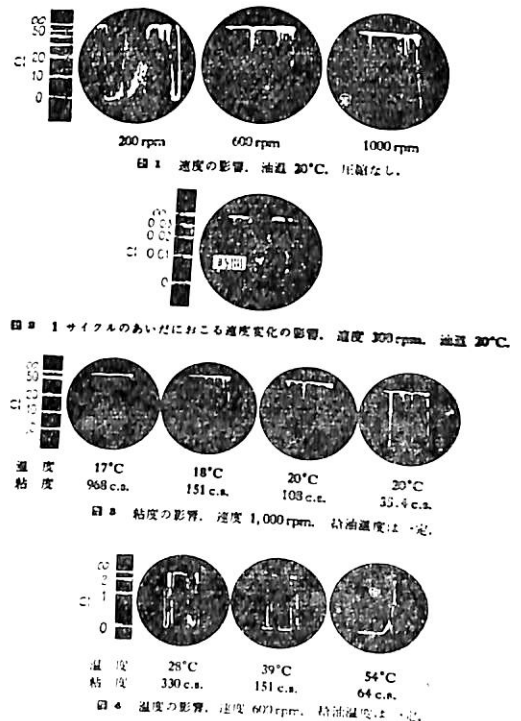
## 2. シリンダライナ摩耗の一般的傾向

ライナの摩耗は主として次の外的要因によって支配されると言われている。即ち、(a)潤滑部の作動状態、(b)ライナおよびピストンリングの材質、形状、(c)使用燃料油潤滑油の種類、(d)ライナ面の仕上状態等である。これを摩耗現象から考察すれば、(a)正常摩耗 (Normal wear) (b)融着摩耗 (Scuffing)、(c)異物摩耗 (Abrasive wear) および(d)腐食摩耗 (Corrosion wear) のいずれか、または複合されて起こっている。これらの外的要因に関連させてライナ摩耗の現象概要につき以下記述する。

### (1) ライナ摺動面の潤滑状態

ライナの潤滑状態はライナ摩耗の決定的因子の一つとして重要である。Courtney-Pratt と Pudor は小型単気筒機関で運転中のライナとピストンリング間の電気抵

抗を測定して摺動面の潤滑状態を推定した。この測定法においては、接触抵抗が例えば 100 オームを越えている時は、二面が潤滑膜によって完全に分離され摩耗が殆んど起こらない。また接触抵抗が 1 オームよりかなり小さいことは、緊密な金属接触をしているか、あるいは境界潤滑状態にあって、摩耗が促進することを示すもので、その測定結果を第 1 図に示す。この実験から次のごとき結論を出している。



第 1 図 ライナ摺動面の潤滑状態 (Courtney-Pratt-Pudor)

(a) 摩擦速度が大きくなるにつれて潤滑膜の破断が少なくなる。

(b) 1 サイクル中の速度変化に応じて電気抵抗は零から無限大まで連続的に変化し、特に上死点、下死点位置では極めて明瞭に潤滑膜の破断が起こる。

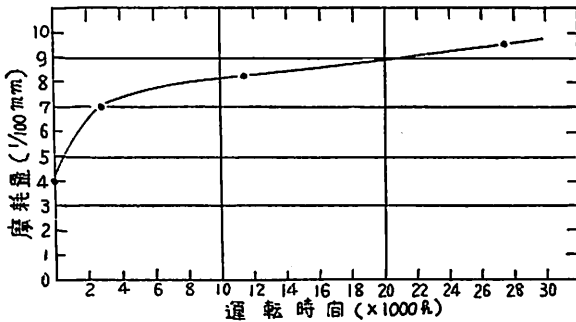
(c) 油の粘度が低下するに従って液体力学的潤滑部分が增大する。

(d) 油の温度が高くなると潤滑膜の破断が著しくなる。これは温度上昇による油の粘度低下によってだけでなく、高温では境界潤滑膜の破断が起こり易いためであると考えられている。

この実験からライナの潤滑状態の変化が明らかになり、摺動面の潤滑状態が摩耗を支配する重要な因子であることがわかる。従って耐摩耗性の優れた材料は優れた油膜保持性が条件である。

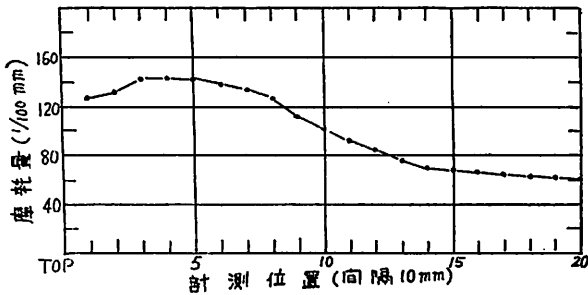
(2) ライナ摩耗の進行とその形状

ライナの摩耗は一般にその初期においてかなり大きい。しかしある時期から安定して定常値を示すことが多い。この比較的初期の大きい摩耗を初期摩耗、安定化した摩耗を定常摩耗と言っている。この摩耗進行状態を第2図に示す。また初期摩耗はライナ面の凹凸が大きい



第2図 ライナ摩耗の進行状況(足田) (シリンダ内径260φ, ストローク400mm, 回転数390rpm)

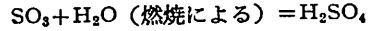
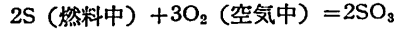
時期の現象で、面の凹凸が減少するにつれ次第に定常摩耗に移行すると考えられている。ライナの摩耗形状は一般にピストンの上死点における第1, 2リング位置附近(時とし第2, 3リング附近の場合もある)が最も多く、下部に向かって半鼓状に減少する。この摩耗形状は第3図に示す通りである。この上部の摩耗原因は単にリングの背圧が大きく摩擦圧力が大きいのみでなく、(1)における潤滑膜の破断が起こり易いためと考えられる。



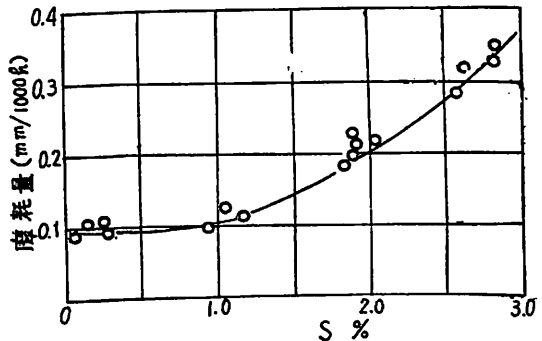
第3図 ライナ摩耗の形状(足田) (シリンダ内径260φ, ストローク380mm, 回転数380rpm, 運転時間12,000時間)

(3) 腐食摩耗

ディーゼル機関におけるライナ摩耗の重要な因子の一つとして腐食摩耗がある。これは燃料中に含有する硫黄が燃焼してSO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>になり、SO<sub>3</sub>がシリンダ内に析出した水と反応して硫酸が生成されるために起因する。



生成した硫酸が気相状態である限りは排気とともにシリンダ外に排出され殆んど無害であるが、圧力および温度条件によってライナ壁面に凝縮し、潤滑油膜の効果を減退させ金属面を浸食する。これは、化学的浸食のため機関停止中でも促進し、摺動面を阻害し、次の作動開始時の摩耗を増大させる結果となる。それ故、ライナの温度を高め腐食摩耗を減少させれば潤滑油膜の破壊が起こり易くなり、機械的摩耗が増大したり、さらには融着摩耗、焼着の原因となるので冷却水の調整には充分に注意せねばならない。同一機関で燃料中の硫黄量とライナ摩耗との関係を求めた結果を第4図に示す。この関係からわかるごとく腐食摩耗がライナ摩耗に影響するのが理解できる。従ってライナ材の選定に耐食性が考慮されるべきである。



第4図 燃料油中の硫黄量とライナ摩耗

また潤滑油のアルカリ価の問題も当然考え腐食作用を抑制すべきであるし、燃料管理を考慮すべきである。

(4) 融着摩耗と焼着

ライナ摩耗は前述の潤滑状態と腐食摩耗で殆んど決定されるが、運転初期に時として融着摩耗や焼着が起こることがある。これが起こると摩耗量が異常に増加して機関の性能を甚しく損うので注意を要する。この現象はライナ面の潤滑状態が苛酷になり、部分的に潤滑膜が破断され金属接触を生じ、その部分で粘着や融着を起こすため、接触部が激しく塑性変形されむしり取られるのである。このようにし、発生した金属粉や硬化面の摩擦はさらに局部的に発熱量を増大して潤滑条件をますます悪化させ、ついに焼着現象に到達する。また一旦この現象を

発生した摩耗面は硬質で脆い不規則な金属面となり、摩擦や潤滑の諸条件が改善されても正常な摩擦面に回復するまで相当な時間が必要である。融着摩耗を防止するためには潤滑状態が正常に維持できるようにシリンダおよびピストンリングの材料面はもとよりピストンリングの形状や潤滑油の種類および燃料管理面でも充分な配慮が必要である。

### 3. シリンダライナの摩耗対策

ライナ摩耗の主要現象は前項に述べた通りで、摺動面の潤滑状態から起こる機械的摩耗と燃料による腐食性生成物による腐食作用、即ち化学的摩耗であってその進行はこれらの相互作用によるとされている。この主要現象に基づき、一般にはライナの材質検討と運転環境の改善に大別し対策を施されている。しかしここではライナの材質面についてのみ言及することとする。

#### (1) シリンダライナの材質検討

ライナの材質としてはその摩耗機構から推定して優れた潤滑特性が要求され、普通には鋳鉄が使用されている。鋳鉄の耐摩耗性は未だ解明されない点が多く、一般に化学成分(C, Si, P, etc.), 機械的性質よりも、それに影響する黒鉛(Graphite)の形状、分布およびその量、基地(Matrix)の組織が支配的因子と考えられている。黒鉛はそれ自身、固体潤滑剤として作用し金属相互の融

着をも防止するが、それにもましてその脱落孔が潤滑油溜りとなって、潤滑性を持つ表面組織が最も有効な働きをするとしてされている。これが鋳鉄の潤滑特性であり、黒鉛組織が機械的性質への影響のみでなく耐摩耗性への重要な因子に上げられる理由である。

La Belle はディーゼル機関を使用して第5図に示す、A. S. T. M. の分類による黒鉛分布、形状およびサイズの融着抵抗を比較した。その結果を第1表に示し、次の

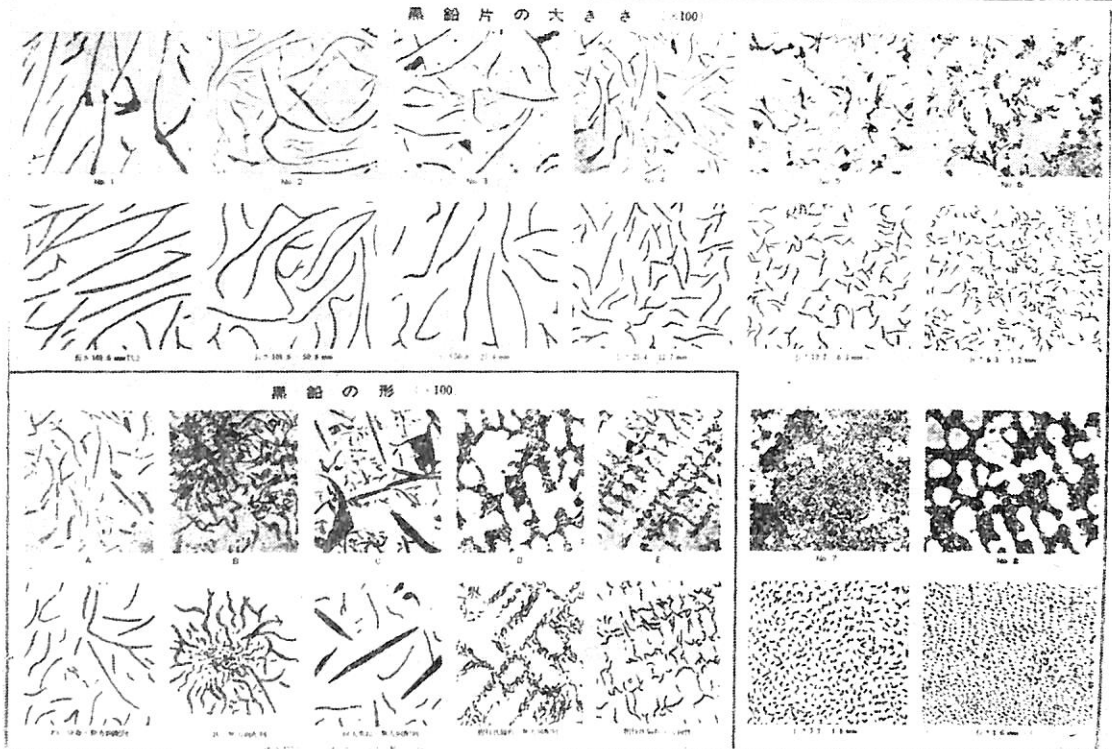
第1表 融着抵抗に対する組織の影響 (La Belle)

#### (1) 黒鉛組織の影響

番号	黒鉛形状	全炭素量	融着抵抗
1	無	5150銅	< 1
2	100% D型 (遠心鑄造)	3.25	1.11
3	寸法4~6 A型 部分的にB型 (遠心鑄造)	3.28	1.33
4	3と同じ (砂型鑄造)	3.35	1.30
5	寸法3~4 A型 部分的にC型 (砂型鑄造)	4.0	> 1.45

#### (2) 基地組織の影響

番号	基地組織	硬さ	融着抵抗
1	D型黒鉛 パーライト, フェライト	196~227 (HB)	L 1
2	マルテンサイト・焼戻し 400°F	53~56 (HRC)	1.06
3	// 800°F	44~47	1.22
4	// 950°F	39~41	1.39



第5図 黒鉛組織 (A. S. T. M. 分類)



ような結論を与えている。

(a) 黒鉛形状がA型またはC型で黒鉛が大きいものの方が融着を起こし難い。黒鉛寸法が同一でA型が主でB型を含む遠心鑄造品は砂型鑄造のものと同様の融着抵抗を示す。

(b) フェライトを含むD型黒鉛のものは融着摩擦を起こし易い。

(c) 硬さの高いものおよび非常に低いものは融着摩擦を起こし易い。

以上は融着抵抗についてであるが、正常摩擦の場合には異なる。第2表は正常摩擦との関連を示すもので、この実験から次のことが言える。

第2表 摩擦に対する黒鉛の影響 (La Belle)

番号	黒鉛形状	全炭素量	融着抵抗	ライナ摩擦 (in/1000h)	リング摩擦 (1000h当りのギヤツプ増)
1	100% D型	3.1~3.4	1.11	0.003	0.020
2	寸法4~6 A型 部分的にD型	3.25 ~3.5	1.30	0.002	0.027
3	寸法3~4 A型 部分的にC型	4.00	1.45	0.0035	0.085

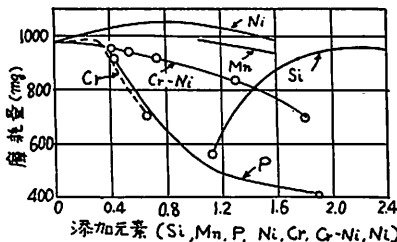
(a) D型黒鉛のものは融着摩擦を起こし易いのみでなく、正常摩擦も大きい。

(b) 炭素量がやや高いA型黒鉛のものは正常摩擦が最も小さい。

(c) 炭素量を増すと融着摩擦に対する抵抗を増すが、必要以上に量とサイズが大きくなると、正常摩擦が増加する。またリングの摩擦も増加する。

(d) 基地組織は熱処理して焼戻しマルテンサイトにしたものが最も小さく、粗いパーライトよりは微細なパーライトの方が優れている。

当社でもライナ材を摩擦試験で検討しほぼ同一傾向の結果を得た。特に(b), (c)の項については炭素量を黒鉛面積比率に置換して確認をしている。以上の結果からライナ材は均一分布で適切な量、サイズのA型黒鉛で緻密なパーライト基地組織が適正である。しかしさらに正常摩擦を向上させるためには基地組織の改善並びに金属間化合物の析出が効果的である。即ち、添加元素を加えて摩擦抵抗が向上される。その関連は第6図に示す。また三



第6図 摩擦に及ぼす添加元素の影響 (Knittel)

菱造船における検討では  $Cr+P+V-\frac{1}{2}Si$  値が大きくなるにつれ摩擦量は減少する。(第7図参照のこと)

これは板状ステダイトの晶出による影響で、この晶出はCr, P, V含有量が高くSi量が低いほど生成され易いと報じている。またステダイトの硬さは普通のものでHv 800~900, 板状ステダイトでHv 900~1,000といわれている。最近のように低質燃料の使用が一般化され、潤滑状態を阻害し融着を起こして摩擦が増加するのみでなく、金属間化合物の脱落が生じライナ、リングの異常摩擦となるので、一般には黒鉛組織を考慮したパーライト鑄鉄材が使用される。特に摩擦の多い機関あるいは腐食摩擦が起こる運転条件のものには高磷鑄鉄か、バナジウム-磷鑄鉄材が使用され効果を上げているのが現状である。

因に、各国の代表的な船用ディーゼル機関用ライナ材の化学成分を第3表に示す。

第3表 船用ディーゼル機関用シリンダライナ材の化学成分 (藤田)

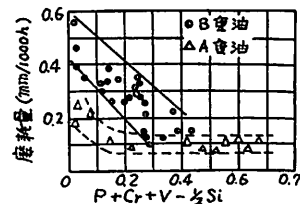
機関名	T. C	Si	Mn	P	V	Ti	Cr
MAN	3.1 ~3.3	1.0 ~1.1	0.7 ~0.8	~0.5	—	—	—
B & W	3.0 ~3.2	0.6 ~1.3	0.8 ~1.0	0.2 ~0.6	0.2 ~0.3	0.05 ~0.07	—
Sulzer	3.4	0.6	0.9	0.4	0.18	0.05	—
Fiat	3.0	1.6	0.9	0.6 ~1.0	—	—	0.25
UE	3.0 ~3.3	0.8 ~1.3	0.6 ~0.8	0.25 ~0.4	0.15 ~0.20	—	—

(2) シリンダライナの表面処理

ライナ摩擦対策として表面焼入れ、窒化、渗硫処理等があるが、船用ディーゼル機関用ライナに利用されて効果を上げているのはポーラスクロムである。従って表面処理はポーラスクロムに限定して述べる。

(a) 電着クロムの特性

電着クロムは金属クロムとしての本来の性質に電着物特有の性質を合わせ持つため、鑄鉄を遙かにしのぐ摩擦抵抗を示す。(i)硬さが高い…電着条件によって一定しないが一般にピッカース硬さ(Hv) 800~1,050で、普通鑄鉄の200~250に比較して相当な高値である。(ii)熔融点が



第7図 ライナ成分と摩擦量 (藤田)

高い…電解析出するため高純度で熔融点が高値を示し約1,900°C以上である。鑄鉄のそれに比して相当な高値である。③熱伝導性が良好である。…クロムの熱伝導率は25°Cにおいて0.165 (Cal/cm/°C/sec) であって鑄鉄に比較して約40%良好である。④摩擦係数が小さい…有用金属中で最も小さい値を示す。即ち動摩擦係数(油の存在)が鑄鉄同志で0.13, 鑄鉄クロムメッキの組合せで0.06である。⑤耐食性が良い…酸化雰囲気では白金程度の耐食性を示す。しかし還元性雰囲気では耐食性が極めて劣化する。

以上の特性から電着クロムは鑄鉄に比較して摩擦抵抗がいかに大きいかが推定できる。

(b) ポーラスクロムの種類と性状

電着クロムの表面は平滑で緻密なため潤滑油との親和性に欠け摺動面で金属接触を起こして融着乃至焼着に到る。これを改善する目的で電着クロムの緻密な面に無数の小溝,あるいは一様な分布で微細な小孔を作り,潤滑油の保有性を与えてポーラスクロムとする。一般に硬質クロム面を多孔性を与えたものをポーラスクロムと定義している。ポーラスクロムはその多孔性の与える方法およびその形状によって分類し下記の2種に大別している。

(i) メカニカル・タイプ

(ii) ファンデルホルスト・タイプ

メカニカル・タイプはメッキ前に素地金属面を物理方法で凹凸を与えて多孔性とし,その表面にメッキしたもので,この代表的な型はナーリング・タイプである。これは予め素地金属に角錐または円錐の歯を圧入して凹部を造りその摺動面に硬質クロムを施す方法である。

ファンデルホルスト・タイプは電着後逆電腐食によってメッキ表面に小溝および小孔を与える方法である。このタイプはさらにその多孔性で3種に分類している。

(i) チャンネル・タイプ

(ii) インターメディアット・タイプ

(iii) ピンポイント・タイプ



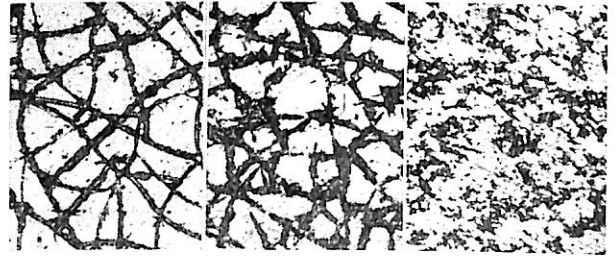
ナーリング・チャンネル併用タイプ (×60)

ナーリング・タイプ (×40)

第8図 ナーリング・タイプの表面写真

チャンネル・タイプは表面が網目状の小溝を呈するポーラス組織のもの,ピンポイント・タイプはコークス

状に無数の微細な小孔を有するポーラス組織のもの,インターメディアット・タイプはその中間組織を示すものである。



チャンネル・タイプ (×100) インターメディアット・タイプ (×100) ピンポイント・タイプ (×100)

第9図 ファンデルホルスト・タイプの表面写真

以上の他に種々のタイプがあるが,いずれも上二者の併用または折衷型である。それぞれのタイプの特徴を生かして機関に装着するわけであるが,ポーラスクロムの寿命は潤滑性にある。以下潤滑性を規定する要因につき述べる。

(i) ポーラス組織

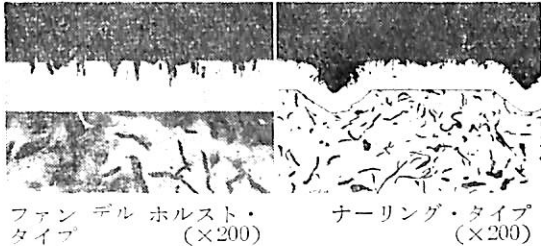
潤滑性油とポーラス組織には関連性がある。即ち,メカニカル・タイプは機械加工によるため,いかに微細な孔にしようとしてもかなりの間隔となる。従って保持された潤滑油が表面に滲出,拡散され難い。またその孔も比較的に大きいため燃焼ガスにさらされ焼失し,消費量を増す傾向である。しかしこのタイプは素地より孔があるため,多孔性の持続性が優り,特にチャンネル・タイプ併用した場合は優れた耐摩耗性を示す。これに比較してファンデルホルスト・タイプは電気化学的方法で多孔性を与えるためその組織は微細で,表面への潤滑油滲出,拡散に優り,且つ小孔,小溝のため燃焼ガスによる焼失がされ難く,ナーリング・タイプに比較して潤滑油消費が少ないとされている。

(ii) 多孔性

多孔性を表示するのは溝および孔の面積との比率で多孔度として表示する。多孔度がポーラスクロムの潤滑性に最も影響する。即ち,多孔度が小さくなれば潤滑性が劣り融着が起こって焼付が発生する。また逆に大きくなれば潤滑性が良くなるが,反面多孔質による脆弱化で摩擦が増し油消費も多くなる。最も安定した摩擦を示すのは一般に15~35%の多孔度であるとされている。しかしこれもポーラス組織と同様,使用される機関の形式,特性によって異なり,その安定範囲は各機関ごとに求められるべきである。またナーリング・タイプと併用するのが一般的である。

(iii) 多孔性の深さ

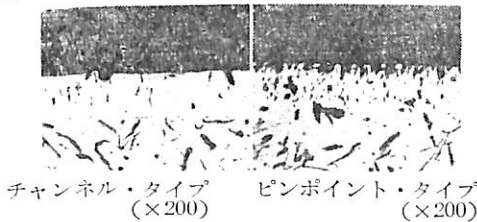
孔の深さはポーラスクロムのタイプの相異によって定まるもので、ファンデルホルスト・タイプは逆電着食で多孔性を与えるため、平均に浅く0.03~0.05mm程度で意識的に行なっても最高0.1mm程度である。



第10図 ポーラスクロムの断面写真

ナーリング・タイプは素地金属面に刻みを入れるため相当深く、またある程度自由に調整できる。孔の深さは多孔度と共に潤滑性に影響し、その持続性とも関係する。

従って使用メッキ厚さによってもポーラス・タイプの選択をすべきである。第10図は多孔性の深さを示す。また第11図は多層ポーラスで、これはファンデルホルストタイプの多孔性を持続できるよう改善したもので、小型ディーゼル機関(船用)にて実用試験した結果、好成績を納めたものである。(当社特許)



第11図 多層ポーラスクロム

(b) メッキ層の厚さ

メッキ層の厚さはシリンダの要求耐用命数によって決定されるもので、一般にはシリンダの許容最大摩耗値(シリンダ内径寸法の0.7~1.0%)、クロムメッキと鋳鉄の摩耗率の比率等を考慮して鋳鉄シリンダの耐用命数の3~5倍と設定すればメッキ層の厚さはシリンダ内径寸法の0.08~0.1%となる。この耐用命数も運転条件および機関の形式、種類によって一定しないが、上記の換算値で算定している。

(c) ポーラスクロムの効果

ポーラスクロムが鋳鉄ライナに比較して摩耗抵抗が極めて大きいことは電着クロムの特性から見ても容易に推定できるが、これが実際面にどのような効果を示すだろうか。

(i) ポーラスクロム面は硬く、シリンダ内に存在する摩耗性物質を摺動中に砕かれ消失し、またそのうえ表面が平滑であるため摩耗性物質が附着することが少なく、

異物による研摩耗が非常に軽減される。

(ii) 機関作動中に燃焼生成物として硫酸、硫化水素、硝酸、水酸化アンモン等が生成し腐食摩耗の原因となるが、ポーラスクロムを施したシリンダはこれらの生成物に耐え腐食摩耗を軽減する。

(iii) クロムの熔点が1,900°C以上と言われ著しく高く、摺動面での融着が起り難い。また熱伝導性が良好で、摩擦係数が小さいなど局部融着に充分な抵抗を示し、融着摩耗を軽減する。以上の点から使用条件が苛酷であれば一層その効果が現われる。

水産庁漁船研究室において小型ディーゼル機関の陸上および実船試験を行ない、普通鋳鉄、バナジウム鋳鉄およびポーラスクロムの耐久性を比較した。その結果は第4表に示すように普通鋳鉄の $1/10 \sim 1/15$ 、バナジウム鋳鉄の $1/6$ 位の摩耗量であって極めて優れた摩耗抵抗を示す。また実船に装着し試験した結果では、第5、6表に示すように鋳鉄ライナの摩耗値0.1~0.2mmであるのに対し、ポーラスクロムは0.01~0.03mmで船用ディーゼル機関用ライナの摩耗対策として有効な手段であると言える。

第4表 小型ディーゼル機関によるライナ摩耗 (漁船研究技報第12号別冊)

(1) 陸上試験

シリンダ・ライナの材質	摩 耗 量 (100時間当り)
ファンデルホルスト・タイプ (チャンネル)	0.004~0.006mm
メカニカル・タイプ (ナーリング)	0.008
普通 鋳 鉄	0.075
Ti-V 鋳鉄およびノジュラ鋳鉄	0.04

(2) 実船試験

シリンダライナの摩耗	燃料	多孔度 (%)	運転時間 (h)	摩 耗 率 (mm/1000h)
チャンネル・タイプ	軽油		7,060	0.002
"	重油	10	9,351	0.028
"	"	15	6,477	0.012
"	"	35	6,477	0.017
"	"	45	2,828	0.051
モノクロム社 ポーラス・クロム	"	6.5	6,428	0.035
普通 鋳 鉄	"		約 2,900	0.305

第5表 漁船(中型機関)におけるライナ摩耗 シリンダ内径300φ 燃料B重油 運転時間10,800h ポーラスタイプ チャンネル・ナーリング併用 摩耗率 mm/1,000h

Cyl. No.	1	2	3	4	5	6
X	0.028	0.021	0.032	0.035	0.028	0.026
Y	0.025	0.030	0.028	0.031	0.030	0.028

第7表 大型機関における運転環境の比較 (三横・狩野)  
MAN K10Z 72/130P 型機関 (油槽船主機)

シリンダ油の種類	アルカリ価のないシリンダ油使用の場合			高アルカリ価のシリンダ油使用の場合					
	7,860時間			3,230時間			第1回試験 7,160時間		第2回試験, 第1回試験終了後クロムメッキライナ1本を除き全ライナ新替, 運転時間11,000~15,000時間
シリンダライナの種類	高磷铸铁	合金铸铁	ポーラスクロム	高磷铸铁	合金铸铁	ポーラスクロム	高磷铸铁	合金铸铁	ポーラスクロム
シリンダライナの摩耗 mm/1000h	0.39	0.4~0.53	0.35	0.07~0.12	0.06~0.15	0.08~0.11	0.1~0.16	0.08~0.16	0.05~0.08
使用燃料油	ラストヌラC重油 比重 15/4°C 0.94~0.95 粘度 50°C Redwood No.1 Sec 400~500 残留炭素 (%) 6.21~8.83 アスファルト (%) 5.92~7.64 硫黄 (%) 2.04~2.97			ラストヌラC重油 比重 15/4°C 0.939 粘度 50°C Redwood No.1 Sec 307 残留炭素 (%) 7.78 アスファルト (%) 3.18 硫黄 (%) 3.61			ラストヌラC重油 比重 15/4°C 0.939 粘度 50°C Redwood No.1 Sec 330 残留炭素 (%) 9.02 アスファルト (%) 4.40 硫黄 (%) 3.57		
	備考 クロムメッキの主要目 メッキの厚さ 0.7mm 表面処理 表面をポーラス処理后, 表面に直径約2mm 深さ約0.4mmの凹みを水玉模様につける。メッキ表面硬さ ショア 75~90								

第6表 中型機関 (漁船用) のライナ摩耗

(1) パーライト铸铁材 シリンダ内径260φ 回転数380rpm 運転時間12,000h 摩耗率 mm/1,000h (B重油)

Cyl. No.	1	2	3	4	5	6
X	0.131	0.156	0.112	0.094	0.140	0.090
Y	0.222	0.197	0.172	0.165	0.142	0.180

(2) パーライト铸铁材(磷添加) シリンダ内径275φ 回転数380rpm 運転時間12,000h (B重油)

Cyl. No.	1	2	3	4	5	6
X	0.093	0.115	0.117	0.095	0.117	0.110
Y	0.141	0.151	0.155	0.146	0.155	0.129

4. 結 び

以上は船用ディーゼル機関用ライナの摩耗現象と材質面の対策について概略的に記述したが、これらの対策効果を発揮させるには運転環境の改善が必要である。即ち比較的良質燃料を使用した場合にはクロムメッキライ

ナ、合金铸铁ライナの摩耗抵抗は注目に価するが、第7表に示すごとく粗悪燃料使用においては殆んど効果がなく、腐食摩耗を抑制する目的で中和価の高い潤滑油の使用によってその効果をわずかに維持できる。従って今後はこれら材質検討と相同道して運転環境の改善に努力して行かねばならないと考える

参考文献

1. E. P. Bowden & D. Tabor; "The Friction and Lubrication of Solids" Oxford. (1914) (曾田訳)
2. 藤田; 鑄物 34 (1962) 6. 491
3. 狩野; 船の科学 12 (1959) 10. 50
4. 和栗; 潤滑 8 (1963) 6. 381
5. 小幡; 内燃機関潤滑油 山海堂 (1962)
6. 伊藤, 疋田; 内燃機関 2 (1963) 1. 79
7. T. M. A. Van der Horst; 内燃機関 2 (1963) 6. 9
8. 曾田; 摩擦と潤滑 岩波全書 (1956)

商船基本設計の一考察 (第1編)

元東大教授 渡瀬 正 磨 著

B 5 判 128 頁 240 円

船の科学ファイル (80cm判)

従来のもより緩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丈夫な装幀です。定価 200 円

発刊 船舶写真集 1962年版

「船舶写真集」1962年版を発行いたしました。これはさきに発行した1960年版につづくもので、昭和35年7月以後、37年9月頃までの国内船約200隻、輸出船約80隻の写真と要目、ならびに日本船主一覧、所有船腹および各船要目一覧表、日本造船所一覧等を集録しております。1952年版以来引つづき発行しておりますもので何卒御高覧をお願いします。

B 5 判 特アート写真約150頁、附録表約40頁  
美装ケース入 定価800円 120円 (都内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

# 船用内燃機関に使用するウイン減摩剤について

三菱商事株式会社石油第二部

## 1. まえがき

近時船用ディーゼル機関の進歩発達は著しいものがあり、特にエンジン少容積においての高出力化への努力、開発が意欲的に行なわれており、今後とも機関出力増加への努力は着実に絶えまなく続けられるものと予想される。それにはエンジンそのものの設計面、資材面等あらゆる面における技術的な研究並びに努力が必要とされるわけであるが、反面エンジンに使用される潤滑油並びに添加剤類についても、よりエンジンに適合したものを研究開発する努力が石油業界並びに添加剤業界に負わされた使命と痛感する次第である。

## 2. ウイン減摩剤の使用経過

ウイン減摩剤は弊社が昭和30年に米国ウイン社からはじめて輸入し、国内に紹介してから約10年間の実績を持つ製品であるが、船用ディーゼル機関にも当初より数多く使用されてきた。特にA重油を燃料とする中、小型漁船主機（所謂トランクピストン式ディーゼル機関）の減摩剤としてその優れた減摩効果は当初より脚光をあび、現在では全国漁船数の約半数近くに使用されている現状である。

（第1表は昭和38年度北洋出漁独航船の中小型漁船主機におけるウイン減摩剤の使用効果について各船機関長並びにオーナーからレポートされたものを集約し、所謂グループ的データとして集録したものである。調査船は369隻中ウイン減摩剤を使用した308隻にアンケートを依頼した結果、293隻から回答を得たものを記録集計したもので、清浄効果、減摩効果、経済効果、その他など各調査項目について効果のあったもののみを収録したのではなく、良否が公平に報告できるような様式をとった。）

しかしながら一方、大型船用ディーゼル機関には当初より燃料油中の硫黄分によるシリンダライナの腐食摩耗の解決が大きなテーマとなっており、フリクションによる摩耗防止を主眼とする従来のウイン減摩剤では残念ながら試用の対称とはならず、僅かに大型船舶の発電機用ディーゼル原動機等補機類並びに中間軸、船尾軸の軸受等に使用されるに止まっており、大型船用ディーゼル機関に効果的な減摩剤を開発することが減摩剤業界の課題となっている。

## 3. 船用ディーゼル機関ウイン減摩剤ED-200

ウイン減摩剤ED-200は米国ウイン社が前述のごとき状況から広く船用ディーゼル機関の減摩剤として研究、

第 1 表

主機馬力数：300PS～500PS  
 使用潤滑油名称：各油メーカー無添加油並びに銘柄油使用  
 ウイン減摩剤混入率＝潤滑油量×%/100（容量）

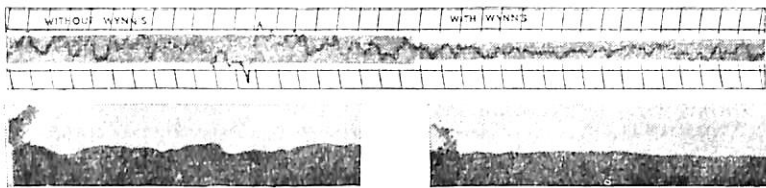
調 査 項 目		隻数	%	調 査 項 目		隻数	%	摘 要	
エ ン ジ ン 清 浄 効 果	(1) ピストンリングの型着	① なくなった。 190 ② 少なくなった。 85 ③ ウイン不使用時と変わらない。 18	65 29 2	効 果	(9) 潤滑部門の故障	① 減少した。 272 ② 従来と大差ない。 21	93 7	④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿	
	(2) ノズルチップの汚損	① 全然見えない。 105 ② 少なくなった。 172 ③ ウイン不使用と変わらない。 16	36 59 5		(10) 軸受など各摩擦部の温度	① さがった(°C約) 255 ② 従来と大差なまたは不明。 38	87 13		2°C～14°C
	(3) 排気弁の汚損	① 少なくなった。 252 ② ウイン不使用時と変わらない。 41	86 14		(11) 潤滑油の温度	① さがった(約°C) 246 ② 従来と大差なまたは不明。 47	84 16		3°C～10°C
	(4) エンジン内部および潤滑油	① 清浄となった。 272 ② 従来と大差ない。 18 ③ 従来より汚れた。 3	93 6 1		(12) 同一ハンドルでエンジン回転数	① 上がった。(約何回転) 187 ② 従来と変わらないまたは不明。 107	64 36		5rpm～30r.p.m
	(5) 機関室内ミスト	① 少なくなった。 214 ② 従来と大差ない。 79 ③ 従来より多くなった。 0	73 27 0		(13) 燃料消費	① 節約された。(約%) 164 ② 計測できず。 120 ③ 従来と変わらない。 9	56 41 3		5%～15%
	(6) ピストン及びシリンダ内面	① 綺麗だった。 228 ② 従来と大差ない。 14 ③ 木調査のため不明。 51	78 5 17		(14) 潤滑油消費	① 節約された。(約%) 231 ② 従来と大差ない。 59 ③ むしろ多くなった。 3	79 20 1		10%～50%
減 摩	(7) シリンダライナの摩耗	① 減少した。 202 ② 従来と大差なし。 12 ③ 従来より多くなった。 1 ④ 木調査のため不明。 78	69 4 0 27	そ の 他	(15) エンジンの起動	① 楽になった。 199 ② 従来と変わらない。 94	68 22	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿	
	(8) クランクなど各部摩耗	① 減少した。 284 ② 従来と大差なまたは不明。 9	97 3		(16) コンプレッション	① 従来よりあがった。 5 ② さがらなかった。 243 ③ 従来とおりさがった。 45	2 83 15		その他
					(17) クラッチの状態	① よくなった。 211 ② 従来と大差ない。 29 ③ 具合悪くなった。 1 ④ クラッチには使用しなかった。 53	72 10 9 18		

(注) その他排気温度が20°C～40°C降下したむね特に附記された報告多数。

開発し、各種のベンチテスト、およびエンジンテストを含む一連の厳重なテストを経て最近完成した世界最初の船用高級減摩剤である。本製品は、ウイン本来の目的である優れた減摩効果（摺動金属表面を化学的に平滑に調整する作用—後述）を有すると共に使用潤滑油自体の性能を一段と上昇せしむる性能を併有しているのが特徴である。即ち API サービス分類 (ML, MM, MS, DG, DM, DS) のいかなるエンジン油に混入使用されてもそれぞれの油の本来の規格を一段と上昇せしめる製品である。現在市販されている減摩剤類でかように優れた化学安定性を持つものは皆無といっても過言ではないと信ずる次第である。

#### 4. ウイン減摩剤 ED-200 の基本的な使用効果

(a) エンジンの金属摺動部の摩擦摩耗を少なくする。機関の運転に伴う各部の摩耗の一因としては摺動金属表面の表面粗さ（凹凸）の問題が従来より考えられている。良く仕上げられたシャフトやベアリング等の表面もこれを顕微鏡的に観察すると第1図のごとく鋸歯状を呈しており、この凸部が運転中に温度上昇、ショック荷重またはエンジンの起動停止等、境界潤滑状態に近い条件下においては相互にメタルコンタクトを起こし、摺動表面が破壊、溶着、飛散等を起こすと考えられ、この条件下においては摩耗は連鎖反応的に進行する。ウイン ED-200 はこれら摺動部分の金属表面を化学的に比較的平滑な面とし、摩擦摩耗の主要原因を根本的に取除き、常に完全潤滑に近い条件を滑動部に与え摩耗を減少させる作用をする。（第1図および第2表参照）



(a) 仕上げられたベアリング表面 (b) (a)にウイン減摩剤を使用平滑になった表面

第 1 図

第2表は耐荷重試験機による試験結果を表わす。

第2表 曾田式四球試験機による試験結果

	焼付荷重 kg·cm <sup>2</sup>	焼付までに要した時
I社 DM 減 SAE30 エンジン油のみ	5.5	10分18秒
同油に ED-200 2% 混入	10.5	20分33秒
S社 ML 減 SAE30 モーターオイルのみ	4.0	7分10秒
同油に ED-200 2% 混入	6.5	11分50秒
S社重荷減粘型オイルのみ	7.0	13分18秒
同油に ED-200 6% 混入	11.5	21分42秒

(b) 燃料を節減する。

摩擦損失の減少により馬力の増大が可能となり、同一馬力においては機械効率が増すため燃料が節減される。

(c) 機関の寿命が延長され、また部品交換費が節約される。

(d) 突発的異常条件から機関を保護する。

機関の操作運転中予期せぬ異常条件が発生し、発熱、焼付等が起こってもウイン ED-200 を常用しておればこれを防ぐことができ、運転を続行することができる。

(e) 機関を清浄に保つ

ED-200 にはバランスの取れた清浄分散性能があり、さらに ED-200 で平滑にされた金属表面にはカーボンスラッジ等が附着し難くなるので機関を常に清浄に保つことができる。

(f) 燃料中の硫黄分によるトラブルを減少させる。

硫黄含有率の高い燃料使用により惹起されるピストンリング、シリンダライナの腐蝕摩耗を減少する。またこの種ディーゼルエンジン用の使用潤滑油のアルカリ性をなお一層高める。

(g) 優れた防錆作用を備えている。

機関の運転中においてもあるいは使用潤滑油の貯蔵中においても発錆の問題が起らない。

(h) 使用潤滑油の性能を向上させる。

混入率による基油自体の性能が1乃至数クラス上の規

第3表 求める油規格にする為の ED-200 混入率 求める水準の油の規格

現規 在格 使用 油の	無添 PO油	MIL A	Sup-1	MIL B	Sup-3
無添加油	—	2.0	3.9	7.25	12.0
MIL A	—	—	1.9	5.4	10.0
Sup-1	—	—	—	3.5	8.0
MIL B	—	—	—	—	4.5

(注) 欄内数字は混入率(容量%)

格油と同等のものになる。

(例) 無添加油に ED-200 を約4%加えると Sup-1規格に合格する。(第3表参照)

#### 5. ウイン ED-200 のエンジンテスト結果

現在市販の殆どどの減摩剤類はガソリンまたはディーゼルエンジン油の基本的テストエンジンであるローソンエンジン試験に合格するものは皆無と云っても過言ではないが、ウイン ED-200 はローソンエンジンテストに合格する性能を有し、ディーゼルエンジン用減摩剤としての優秀性が立証されている。(データ第4,5,6表並びに第2図参照)

#### 6. む す び

以上簡単にウイン減摩剤 ED-200 の基本的特性並びに効果を記述し、船用ウイン減摩剤の製品革新の一端として紹介したが、まえがきにも述べたごとく添加剤業界

第4表 ローソンエンジン試験条件

試験法の規定に準拠し下記の条件で運転した。

区 分	時 間 (h)	回 転 数 (r.p.m)	冷 却 水 温 度 (°C)	油 温 度 (°C)
ならし運転	1.5	1,000	平 衡	平 衡
	1.0	1,500	"	"
	0.5	1,800	"	"
本 運 転	100 (平均)	1,820~1,840 (1,834)	167 ~ 177 (174)	80 ~ 82 (81.8)
油 量 込 量	1,500cc			
油 補 給 量	20 時 間 :	681cc		
	40 " :	608cc		
	60 " :	376cc		
	80 " :	154cc		
燃 料	白色無鉛ガソリン			
燃 料 消 費 量	826.8cc/h			

第5表 試料油 一般性状

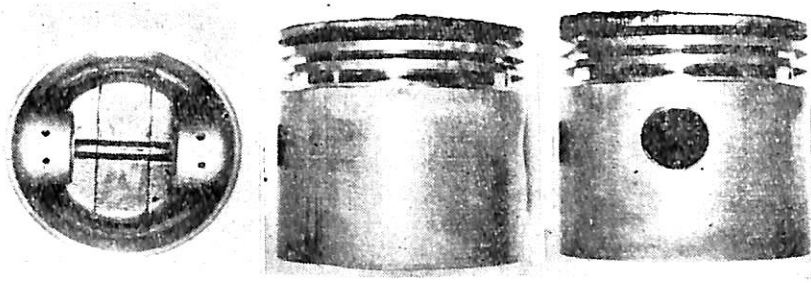
(無添加油にED-200 7.25%添加)

試 験 項 目	基 油	添 加 油 (新油)	添 加 油 (試験油)	試 験 方 法
比 重 15/4°C	0.8805	0.8879	0.9307	JIS K2249
反 相 ユニオン	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> (-)	4 (-)		" 2511
中 性		アルカリ性	中 性	" 2252
火 災 危 害 °C	260	260	266	" 2274
粘 度 37.8°C cst	134.1	126.8	216.1	" 2283
粘 度 98.9°C cst	12.92	12.58	17.52	" 2284
精 度 指 数	97.0	98.5	95.0	" 2269
流 動 粘 度 °C	-15	-17.5		" 2270
残 留 炭 素 %	0.07	1.12	2.19	" 2502
全 酸 mg KOH/g	0.05	0.59	2.85	" 2502
全 アルカリ性 mg HCl/g		8.21		" 2502
沈 澱 量 cc			0.05max	" 2504

第6表 性能評価 一覧表

評 点 (清浄: 10点満点)	リング 型 着	リンググループ No. 1	リンググループ No. 2	リンググループ No. 3	リングランド	アンダー クラウイン	油路系統の スラツジ	ピストン スカウト	
	10	6.76	9.88	9.90	9.84	9.89	9.0	10	
ベアリング摩耗量 mg	10.8								

(註) \* ベアリング重量減の割合により油のベアリング腐食性を区別している。  
 20mg 以下……合格、腐食性なし  
 20mg~100mg ……ほぼ合格、腐食性あり  
 100mg~200mg ……不合格、腐食性あり  
 200mg 以上……不合格、腐食性甚だし



第2図 100時間運転後のピストンの状況 (ED-200 使用)

においても製品の開発，研究を常に行なわねばならないことは論をまたない。従って今後は実船における使用結果に基づいた検討を加えて行く方針であるが，本稿が爾后減摩剤に関する検討に多少なりとも，ご参考になれば幸と考えるものである。

昭和38年度新造船許可実績

(昭和39年3月分) 運輸省船舶局造船課

国内船

造船所	船 主	用 途	G T	D W	竣工予定
名村造船	日本郵船	貨	8,200	12,500	39-8-10
日立・因島	山下新日本	次油	60,200	96,500	39-10-下
石播・相生	新和海運	19次貨	24,800	34,650	39-11-末
三菱日本	新和海運	貨	10,600	15,900	39-9-7
名古屋造船	太平洋汽船	19次貨 <sup>1</sup>	10,200	15,450	39-12-末
佐野安船渠	大阪商船	19次貨	10,200	15,700	39-10-末
東北造船	国土産業	貨	2,999	4,600	39-9-上
三菱・長崎	日本郵船	19次貨	10,500	12,800	40-7-下
三菱・広島	三菱海運	19次貨 <sup>2</sup>	8,300	10,700	40-3-下
日立・向島	山下新日本	19次貨 <sup>3</sup>	8,100	12,000	39-12-末
日立・因島	"	20次貨 <sup>4</sup>	20,400	34,000	39-12-下
常石造船	神原汽船	貨 <sup>3</sup>	2,420	4,100	39-7-下
名村造船	太平洋近海	貨 <sup>3</sup>	3,410	5,200	39-8-末

輸出船

造船所	国 籍	用 途	G T	D W	竣工予定
佐世保重工	リベリア	貨	5,080	8,200	40-5
"	"	"	"	"	40-9
"	"	"	"	"	40-12
"	"	"	"	"	40-3
三井・千葉	パ ナ マ	撤 貨	25,100	33,000	41-10
"	"	"	"	"	41-3
"	"	"	"	"	41-12
日立・堺	ノルウェー	油	73,700	120,500	41-12
日立・因島	イギリス	撤 貨	27,900	39,000	40-4

(1) ニッケル錠, (2) パルプ, (3) 木材, (4) 石炭

## 船舶エンジンの問題点と減摩剤メタルーブダイ

メタルーブ工業株式会社技術部

### まえがき

潤滑油が第二次大戦をさかいにして急速な進歩を見せたのは、当時の要求が当然であったとしても現今の如き各種各様な潤滑油を輩出する直接間接的原因といえ、現今のように潤滑油全体のレベルが向上したかげには添加剤の出現、添加剤の進歩発達を見逃がすことができないだろう。

減摩剤メタルーブダイも潤滑油の実用上の性能を向上させるために有効に働く機能をもつ添加剤と言える。

### 減摩剤メタルーブダイの目的

減摩剤メタルーブダイは市販されている添加剤中摩擦性を強調した優れた特性を持つもので、理論的には摺動面に特殊な被膜を形成する活性物質からなるものと、摺動面上に物理的に吸着し且つ潤滑油にも最も必要とする摩擦力を低減する独自の有機化合物から構成する二つの種類に分けらる。

前者は高速エンジン用としてのダインS-7であり、後者はダインS-5で低速回転エンジン用に適したものである。勿論前記二つの製品の特性は潤滑油に必要とする他の性質も併せて向上せしむるように考慮されている。

### 船用エンジン油の発達と問題点

船用エンジン油は大別するとシステム油（外部油）、シリンダ油（内部油）の二種に分けられるが、今から数十年ほど前まではこれらの潤滑精製工程のみに頼る以外に方法がなく、従って当時のシステム油やシリンダ油は甚だ不満足なものであったことは想像に難くない。

近年添加剤が発見応用されるにつれ、ようやくエンジン油をはじめ一般潤滑油も漸次良質なものが市販されるようになってきたが、使用する条件の違いと同じように実用上の結果もまたまちまちで、全体的にはある程度の効果を上げているとしても、潤滑に対する問題は山積しているのが現状と言えるだろう。

システム油に例をとって見てもシステム油自身の劣化、他は外部からの異物混入による汚損等、これらの原因から引き起こすトラブルはあとを絶たない。

システム油自身の劣化現象はタービン油と同様な緩慢な酸化と考えられるが、燃焼室内の生成物等によってもシステム油の汚損が助長される。例えば大型のクロスヘッドタイプのエンジンではシステム油は循環油としてベヤリングその他の冷却、潤滑を行なえばよいわけであるが、異物が混入しない場合はタービン油のように考えられても、同一の型のクロスヘッドタイプのエンジンでも

異物が多量にはいるものもある場合は、エンジンを充分にクリーニングしても数時間でシステム油が汚損することが起きる。

クロスヘッドタイプのエンジンでもシリンダ内で発生するカーボン、灰分、未燃焼物あるいは硫酸分または過剰なシリンダ油がシステム油の中にはいるケースがある。これらの原因がシステム油を早く劣化し性能を低下せしめエンジン主要部の潤滑不良、摩擦の最大の要因となっている。また燃料油である重油の成分的变化によることも見逃がせないもので、最近のようにあらゆる種類の原油を処理し、しかも原油中に含まれる硫黄化合物は現在の精製技術ではいかんともなし難い現状であることからして、潤滑油特にエンジン油が燃料油のリスクを一手に引き受けた形で、このことから潤滑油添加剤の持つ使命が一層重要視されるわけである。

現在この対策として潤滑油メーカーは独自の精製方法により一応の製品化を計っている一方、使用者では船用エンジンにおいて生成せるスラッジを分類再精製して使用することを取入れているが、理想的な液体潤滑を保持することが難しく、船体という甚だ不安定な基礎の上にエンジンが据えられている上に、船体の動揺、積荷の変化によるエンジンベッドのヒズミ、全体的な均衡の変動によってエンジン主要部の荷重に著しい変化が起り、境界潤滑状態にしばしばおかれることがある。

流体潤滑理論を骨子とした処理方法なり、添加剤の配慮が必ずしも当を得ていない場合がある。

メタルーブダイはこのような現象を起こすのを予想に入れ、少量で境界潤滑時に充分潤滑本来の使命を達成するように研究開発されたものである。

### 結 び

潤滑油本来の使命は摩擦の軽減と機械的摩擦を少なくすることが第一義で、他の性質はこれに附随するものと考えられ、使用する個々の条件によって潤滑油の寿命をより長く保持できることを希望し、粘度の適正を計るのであって摩擦を少なくすることを究明するのが真の潤滑理論であろう。

メタルーブダイは第一目的をここに集め、長年にわたり研究してきたもので、減摩の目的のため使用する添加剤としては優れた効果を示すものといえる。しかも経済的な面から見ても必要以上に高級な潤滑油を使用しなくても、同等以上の効果を上げ得ることもできる能力をもつものである。



# 「溶接による生産性の向上」に対する 反省と見解 (3)

松永 和介・寺井 清・上村 郁夫

## 第2章 「溶接による生産性の向上」に対する反省 (その2)

### 4. 「より早く」の点に対する検討

ここに述べる「より早く」の表現要素によるいわゆる表面現象的な工期の短縮には、船1隻あたりの建造期間を短くすることのほかに、多くの船を平行して建造することにより全体の建造量をふやして、その結果一定期間内の建造量がふえることも含まれる。この場合ふつう短期建造とは前者のみを指すのである。しかしたとえば前掲「人類と機械の歴史」のなかに第2次大戦中、米国のある造船所で1万トンの船を1週間に2台ずつ進水させることのできるだけの部材を生産していたとの描写があるが、この結果この造船所で週間2隻を進水させ得たとしても、これは1隻1万トンの船の起工から進水までの期間を3.5日で押えたということではなくて、船台を数多くならべて平行して作った結果の平均がそうなったというだけであるから、これは明らかに後者を指すのであろうが、表現方法のいかんによってはこれも「より早く」の効果を人に与えるものである。

したがって以上からわれわれは本節において「より早く」の条件について述べる時、まず1隻あたりの建造期間の短縮について諸例を示すが、ついで「より多く」の例についても言及することとしよう。

#### (1) 英国戦艦ドレッドノート号 (概述) の建造記録

日露戦争がまさにたけなわのころ、英国海軍内に海軍関係者、大学教授、造船造機会社をもって構成された軍艦設計委員会なるものが設けられた。この委員会にはその勧告に対して何人も反対抗議ができないというほどの強権が与えられたが、この委員会こそドレッドノート号の建造を主宰するものであり、これの指示する主力艦 (戦艦) の主要性能は下記のごときものであった。

速 力：21knots

砲 装：12吋 (30cm) 砲および水雷防禦砲を備えることとし、中間砲は一切備えず、しかも12吋砲はできうるかぎり多数搭載する。

装 甲：適当

その他：入渠設備を慎重に考慮すること。

この性能はとくに砲装の点で従来の戦艦の常識を破ったものであり、しかもこれに対し英海軍はこの革命的構造をもった艦の試作が完了して性能を確認しないかぎり、新たに戦艦を起工しない方針をとった。

帝国主義戦争時代の当時において、しかも国力が海軍に依存する度合の大きい英国にあっては、この要求は非常に苛酷な条件であり、したがって1日も早くこの艦を建造する必要があった。

1905年10月、その一切を秘密のペールに包んだこの艦はポーツマスの海軍工廠でひそかに起工され、至急工事をもってわずか18週間 (4カ月) で進水し、1906年10月ちようど起工後1年目に竣工したとつたえられる。船体の接合は上部構造の一部をのぞき大体進水時をもって完了するし、しかもこの場合なにしろ構造の複雑な、しかも当時としては17,900tonという未曾有の大きさをもった戦艦であるから、その建造に際しての接合速度の大きさははかり知れないものであったろう。このようにして生まれたドレッドノート号の出現がその当時の各国の戦艦を一夜にして老朽化せるものとしたことについて世人の受けた衝撃は大きく、わが国においてもその後の形容詞にこの艦名をとった下級、超下級なる語が用いられ、豪華巨大さを指すようになったことは既述のとおりである。

#### (2) 日本海軍の建艦時の記録

明治年間を通じて外国でドレッドノートをおいて短期建造された大型艦はみあたらないようである。しかしひるがえってわが国をみると、やっと大型艦を自国建造で

2-2 表 明治末年におけるわが国海軍工廠における大型艦の建造記録

艦名	排水量 (ton)	艦種	起工	進水	起工・進水の期間	造船所	備考
筑波	13,750	装甲巡洋艦	明治38-1-14	明治38-12-16	11カ月	呉工廠	手打鉸鉸
生駒	"	"	38-3-22	39-4-9	12.5カ月	"	"
薩摩	19,200	戦艦	38-5-15	39-11-15	19カ月	横須賀工廠	本艦建造中に造船用クレーンを設置
安芸	19,800	"	39-3-15	40-4-15	13カ月	呉工廠	
彦根	14,500	装甲巡洋艦	39-8-23	40-10-21	14カ月	横須賀工廠	
伊吹	"	"	40-5-22	40-11-21	6カ月	呉工廠	

きようになったこの国でりっぱに短期建造を行なっている。この記録は2-2表にまとめたとおりであるが、まずいかに日露戦争による国家の要請が緊迫したものであったとはいえ、手打鉸艇時代にクレーンもなく13,750tonの巨艦を僅々1年で進水させた呉工廠の記録におどろかされる。その後に見られる横須賀工廠の記録も当時としては相当のものであるが、とくに戦艦安芸の建造に際し造船用クレーンを設置した呉工廠の業績はめざましく、2万トンの巨艦安芸を13カ月、それにつづく伊吹(14,500ton)にいたってはわずか6カ月でこれを進水せしめていることは、たとえ当時すでに鉸艇を機力化していたとはいえ、まさに特筆すべき記録であろう。この他呉工廠においては駆逐艦(375ton)潮、子の日の2隻を明治38年にわずか2カ月で進水させた記録もみられる。

またさらに時代をはるかに下がって太平洋戦争のさなかに、おなじく呉工廠にあって排水量1,500tonの1等輸送艦の急速建造が行なわれ、最短30日間と報告されているが(福井静夫:日本の軍艦より)、これらについての技術的伝統はすでに以上述べたごとく明治の時代に培われたものとしてよいであろう。

### (3) 一般商船における短期建造記録

一般商船の場合の短期建造については溶接時代の今日多くの例がみられる。しかし溶接構造にあっては実際の組立工事は地上あるいは内業において1カ月以上も先行して行なわれているのであるから、これを表面に現われた起工、進水、完成とくに前2者についてみると少しく好条件にすぎることになる。しかしいっぽう鉸艇の場合は文字どおりの起工であるから、この点、溶接にくらべて公称工程期間は正真正のものにちかひことになる。

いま鉸艇時代の短期建造の例については大正7年10月発行の造船協会雑誌第16号にその当時の概況を述べた一文があるので、つぎに引用してみよう。

従前本邦に於て重量噸5,000噸型の船舶を進水するに、約3箇月の日子を要したりしが、近時造船技術の進歩發達著しきものと共に、一方既に述べたる如く、同型船の連続建造によりて、竣工期間を著しく短縮し得るに至れり。昨年10月30日に神戸川崎造船所に於て進水せる総噸數5,800噸、重量噸9,000噸の「米福」丸の如きは実に世界の記録を破れるものにして、該船は同月7日に竜骨を据付け、僅々23日間を以て進水し得るに至り、之が艤裝も亦僅々6日間にて全部竣成を告げ、11月5日に公試運転を行ひ、翌6日を以て備船者に引渡したり。斯くして同船は竜骨据付後僅に29日間を以て竣成を告げたるものなり。之を米國に於ける世界的記録たるベツレヘム造船所の建造せる重量噸12,000噸の「インヴィンシブル」号が大正7年7月4日に竜骨を据え付け、8月4日に進水したるに比較すれば、本邦の造船技術が米國の夫に比して優るとも

決して劣らざる良好の成績を挙げ得たるものと謂ふべし。以上は単にレコードを述べたるものたれども、其の他一般の船舶に就ても竣工期間は著しく短縮し、前記「米福」丸と同型の「喜福」丸は2箇月と16日間「イーストケープ」は2箇月と19日間にて全部の竣成を告げ、之より遅延したる同型の「第二十一大福」丸は3箇月と12日間「イースタリング」は3箇月と16日間にて全部竣成したり。又大阪鉄工所因島工場の建造せる総噸數3,200噸の「東泰」丸は2箇月23日間、4,400噸の「イースト・ポート」は3箇月と18日間にて全部の竣成を告げたり。之等は單に其の一例を挙げたるに過ぎざるものにて、何れも皆此速度を以て建造せらるると云ふにあらざれども、要するに竣成期間の短縮著しきものあり。之を世界の造船國たる英國に於て目下建造中の総噸數5,100噸、重量噸8,100噸の標準型船の竣成期日が最も短きは24週間、最も長きは55週間にて、通例45週間の日子を費しつつあるに對比せば、寧ろ我國の方著しく短縮せられたるものありて、之を戦前に比較せば、実に隔世の觀ある迄に長足の進歩を遂げたりと云ふべし。之等は勿論材料を完備したる上に單に建造に要する日数のみにして、注文引受後に材料を購入して建造する場合は自ら別問題なりとす。(戦中に於ける本邦造船業、八.建造期間の短縮の項より、原文のまま)

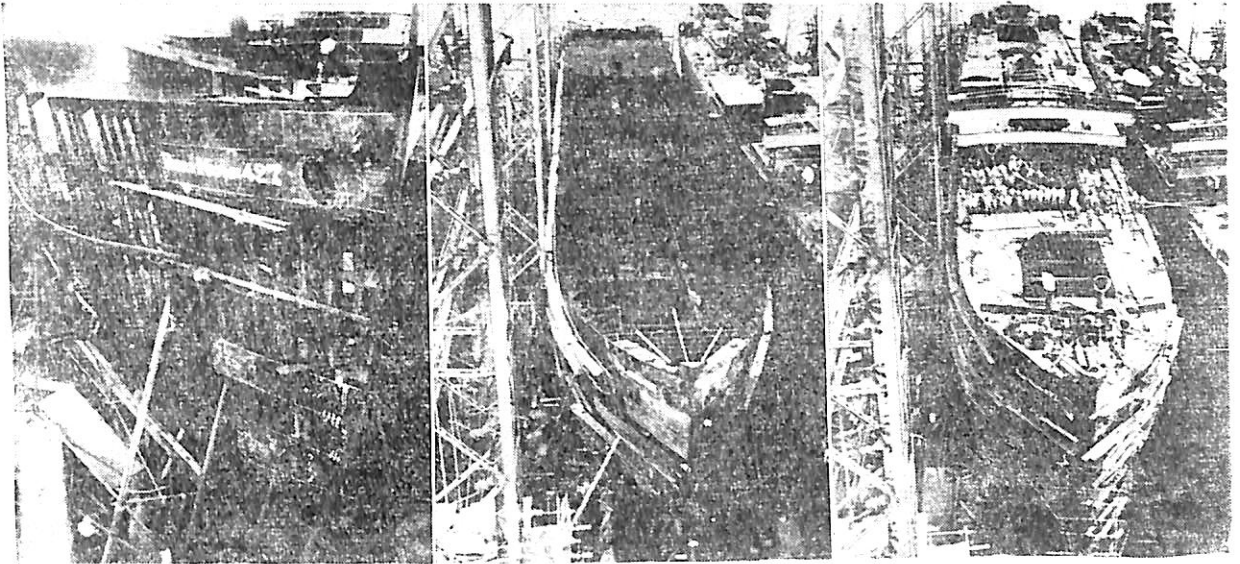
以上のうちもっとも工程短期化のいちじるしい米福丸(2-10図~2-12図参照)については川崎重工業(株)社史に関連記事があり当事の状況を物語っているの、これについても示しておこう。

当社が建造した貨物船の第1船は、明治44年(1911)のストック・ポート「大運丸」(2,940GT)であった。続いて大正3年(1914)から同5年に建造した日本郵船の「豊橋丸」(7,298GT)ほか4隻の姉妹船は、Tクラス船と呼ばれ、当時の代表的優秀貨物船として定評があった。

当社の造船史に新しいエポックを画したものは、大正5年(1916)建造の「第1大福丸」(5,869GT)に始まるオーニング・デッカー型ストック・ポートの量産であった。大正8年(1919)の35隻(196,572GT)をピークとして、同15年(1926)建造の「玖馬丸」までその建造は実に11カ年の久しきにわたり、累計96隻(558,694GT)の多きに達した。

当時5,000GT級貨物船の建造には、通常6~7カ月を要していたが、当社のストック・ポートの量産は、同型船建造の好能率と作業奨励制度が工程を進捗させ、全工程を3~4カ月に短縮することができた。特に「米福丸」(5,857GT)は起工後わずか23日で進水し、7日間で艤裝を終り、1カ月の短期で引渡し、米國カムデン造船所の37日間建造を凌ぐ短期建造の世界記録として造船史上驚異とされた。(中略)

大正元年(1912)に竣工したガントリー・クレーンは著しく作業の能率を高め、殆んど大型艦船はこの下で誕生し小型艦艇やストック・ポートのごときは、ここで並列して建造された。特にストック・ポートでは、鉸艇造船としての限界までの大規模な地上組立を



2-10図 来福丸の急速建造(1)。起  
工後24時間(大正7年10月  
8日午前7時)

2-11図 来福丸の急速建造(2)。起  
工後2日目(10月9日午後  
4時30分)

2-12図 来福丸の急速建造(3)。起  
工後1週間目(10月14日午  
前11時30分)

行い、起重機の総力を用い、スピード搭載を行った。  
(中略)

大正5年(1916)から始めた当社のストック・ポート1船当りの鉸銀数は、大型船(9,800DWT)約65万本、中型船(9,100DWT)約57万本で、1日約5万本の鉸銀を必要とした。当時鉸打工は約400名で、日々約80組の鉸打ホドをもって、10時間の打鉸数は4万本に達したが、不足鉸に対しては、残業・徹夜の強行によって補足したのであった。

この繁忙期にも、鉸銀技術の研究を続け、飛艇防止のためには「戻り打ち」打法を創案したが、この方法は、やがて各造船所でも用いられ、鉸銀の常識となった。また、鉸銀作業の工数節減と作業の簡易化とのため、鉸銀補助具を考案し、従来の5人ホドを4人ホドに、さらに3人をもって1ホドを編成するに至った。「川崎の3人ホド」と云われ、業界の注目を浴びたのはこのことであった。大正2年(1913)、製鉸工場を設けるに及んで、随意の材質・寸法・形状が得られるようになり、鉸打作業の能率は飛躍的に増進した。

#### (4) 世界最大のホッグ島造船所

本節文頭において筆者らは「より早く」の表現には個々の船の工期の短縮ということ以外に、「より多く」作って1隻あたりの平均工期を短縮することも結局「より早く」作るという表現に含まれるとし、これについては第2次大戦中の米国における溶接標準船の大量建造の例を引いた。これらの船はのちになって多くの脆性破壊事件を起こすことになるのは既述のとおりであるが、ともあれたとえ戦時中とはいえこれだけの多量の商船を組織的に建造した実行力には感心させられると同時に、これが

溶接構造であってはじめてなしとげられる偉業であることにわれわれも反論をもつものではない。

すなわち大戦終了の翌年1946年4月1日以前に建造された米国の戦時標準船は総数4,687隻に上っており、このうちわけとしてリパティ船(DW 10,800ton) 2,530隻、T-2タンカー(DW 16,600ton) 530隻、ヴィクトリー船(DW 10,600ton) 414隻その他1,213隻となっており、このうちリパティ、T-2に関しては米国全土の19の主要造船所で建造されている。これらの造船所のおもなものをその建造隻数の実績順に示すと、リパティに関しては、Permanent 489隻、Bethlehem-Fairfield 384隻、Oregon 322隻、Calship 306隻、New England 236隻、Todd-Houston 208隻、Delta 132隻ほか10造船所453隻となっており、T-2に関しては、Sun 203隻、Kaiser Swan 147隻、Alabama 102隻、Marinship 78隻と報じられている。したがってもっとも多量に建造したところでPermanent造船所のリパティ489隻、Sun造船所のT-2タンカー203隻であるが、これを載貨重量の合計でみると前記のごとくリパティが10,800ton、T-2が16,600tonであるから、Permanentで計約528万ton、Sunで計約337万tonとなり、明らかに前者の実績が大きい。(もっともSunではこの他のものも建造しているであろうから、これからいちがいに造船所の規模をうんぬんすることはできないであろう。)ただしこれらはいずれも第2次大戦中の4年間を通じての合計であるから、いまこれを年間建造量にするとPermanentでせい

せい150万ton(DW)程度であろう。(2-13図, 2-14図)

以上述べてきた標準船なるものは、今次大戦によって始めて姿を現わしたかのように一般に考えられがちであるが、その歴史は決して新しいものではない。1916年(大正5年)9月発行の Steamship 誌において「標準構造船の建造」なる一文が発表されているのをみても、この面における当時の米国のなみなならぬ熱意のほどがうかがえるし、またこの idea は第1次大戦のぼっ発により現実に具体的事実となって現われている。すなわち以下に示すホッグ島(Hog Island)造船所がそれである。

ホッグ島造船所の発達施設及び規模を十分に傾解しようと思えば、それを必要とした条件、その創設以来の沿革を知らなければならぬ。

1915年3月7日「ルシテニヤ」は雷撃せられ、間もなく同年中に、他の英国汽船「アラビック」、「アンコナ」及び「パァンヤ」を始め、聯合國に属する無数の小船舶は海底の藻屑となった。多数の中立船舶も亦、国籍と目的地との如何に拘わらず撃沈せられ、その1915年中に撃沈せられた総噸数は、英国海軍省の報告に従へば実に170万噸に上ったという。1916年の撃沈数は殆んど280万噸に達し、當時に在っては独逸は此の割合を持続し、或はそれ以上に出んとするかの観があった。是に於いて世界の船舶供給高は頓に減少し、米國が猛然起つて永い問題に上つたが然し嘗て実現せられなかつた商船の建造に従事する必要の起つたことは明らかであつた。

米國議會はかかる状況に鑑みて、1916年9月7日海軍用艦船並びに商船の建造、發達、奨励に資する目的で米國船舶局の開設を決議し、自國、領土及び外國の貿易の要求に応じようとした。(中略)

1917年4月6日、独逸國政府に対する開戦宣言書は、大統領ウイルソンによって自署せられ、同5月臨時艦隊會議長たるゴザルス將軍は、紐育の垂米利加國際組合役員と、現存せる造船所の最大能力を發揮せしめ且つ未曾有の速度を以て数百万噸の船舶を建造し得可き新造船所を建設するという計画について協議した。

開戦前数年間、米國造船所の總建造額は、1年僅か

に死重40万噸に過ぎなかつたが、これ等は200万噸を建造することが出来ると信ぜられた。併し仏蘭西に於ける100萬の軍隊を支持する丈にも、少くとも500万噸を要するのであるから、此の建造額は不十分であつた。換言すれば米國はその急場の間に合致す為に、最少限度の見積額300万噸を要する訳であるから、それ以上の噸数を1年間に建造し得る造船所を持たねばならなかつた。

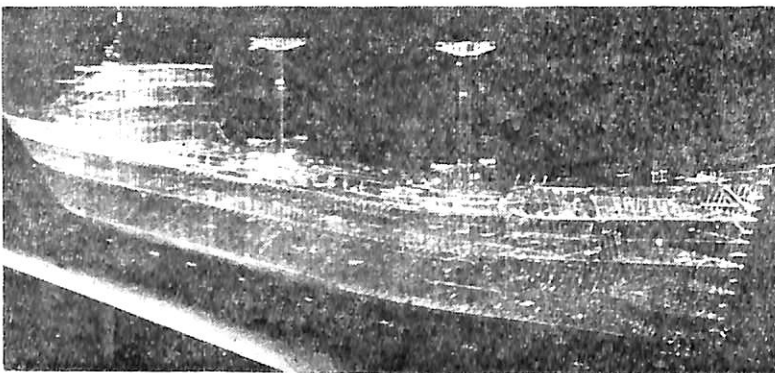
旧來の建造方法では到底此の未曾有の要求に應ずることが出来ない。此の欠乏を充たすべき唯一の方法は、出来るだけ多数に標準船を造ることである。此の方法は船体の各部及び器械の各片を全國の各工場で造り、造船所はそれ等を集めて組立てることに骨を折るという仕組である。(中略)

垂米利加國際組合の役員達の立てた大體の計画は、巨大なる集會的造船所を設けて、同一意匠の船舶を多数に造らうとするのであつた。つまり此の計画では、製鋼所や橋材工場で作ることの出来るような、銅板も形材も同一な単純な構造船を造らうというのであつた。

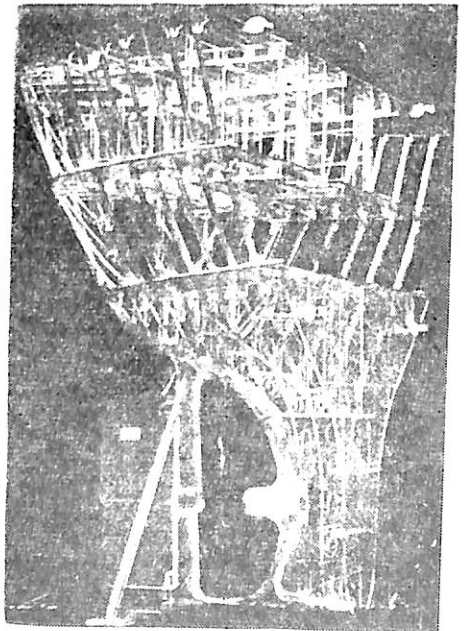
「構造船」は必ずしも新工夫ではないが、實際の事実としては數年間胎内に宿つていたものが、國家の危急に際し、俄かな窮乏を満す為めに急に産み出されたのである。(中略)

けれども垂米利加國際組合の役員達は、ニウ・ジャアソ州カムデンに於ける紐育造船組合の工事の經驗に依つて50隻の船が一時に造られ、同時に竣工せられる新造船を設けることの不可能でないことを信じていた。50の船台を有する造船所を設けることは驚くべき事業である。何となればそれは米國普通の造船所の殆んど十倍であり、また英國の總造船所の4分の1に當るものであるからである。歴史的造船國たる英國ですら、その船台は僅かに209に過ぎないと云われている(中略)

米國最



2-13図 米國戰標船建造にさきだつて、これのブロックわりを検討するために作られたプラモデル



2-14図 米國戰標船のプラモデルの船尾構造

大のものに五、六倍する造船所を造り自動車を作るように船を造るといふ企画は、大胆なることに相違ない。参考とすべき先例はないが、さてその事業は成就せねばならなかった。完全な設計をする時間はないけれど、仕事は直ぐ始められねばならなかった。(中略)

僥倖にも亜米利加国際組合と関係のある1会社は、数箇月間、港湾の発達に就いて考慮し、ポストンとバルチモーアとの間で、水に沿うた相当な地積のある場所を探してその代価だの、土地の状況だのを知っていた。契約が調印されると直ぐ、此の調査は役立った。ポストン、紐育間は、鉄道が一線で、その貨物が一杯であるから、その間に造船所が建てられても運輸の都合が悪いといふので直ぐ除外せられた。紐育を繞っている場所には、既に造船所が建てられていた。漸々と候補地を選んだ後、最も有望なのは、フィラデルフィヤ附近の空地であった。その空地はデレニア河上のホッグ島であった。(中略)

此の造船所の第1の記録は、同時に極端な発達一即ち50の船台を完成したといふことである。戦前の大造船所は5乃至6台の船台を持っていて、それが工場の1単位と信ぜられていた。此の新造船所では1年に150万死重噸を建造する希望であった、即ち毎年1台の船台で4隻づつ造るといふ計画であった。50の船台が1群5台づつ10群並んで、十分に活用せられる筈であった。

紐育造船組合の経験に基づいて、1隻の船を艤装するには、それを進水する時間の約半分——勿論此の率は多少変わるが——でよいことが知られていた。それであるから艤装に充てる為に、各長さ1,000呎、4隻を収容すべき棧橋7個を有する湿船渠1個が造られ、又一般用棧橋1個が船台と艤装棧橋との間に造られる計画が立てられた。

着手の初め、ホッグ島では、同一船型の船、即ち、7,500噸、11節2つの1、長さ400呎、幅54呎の貨物船のみを造る手筈であったから、最初の設計及び計算

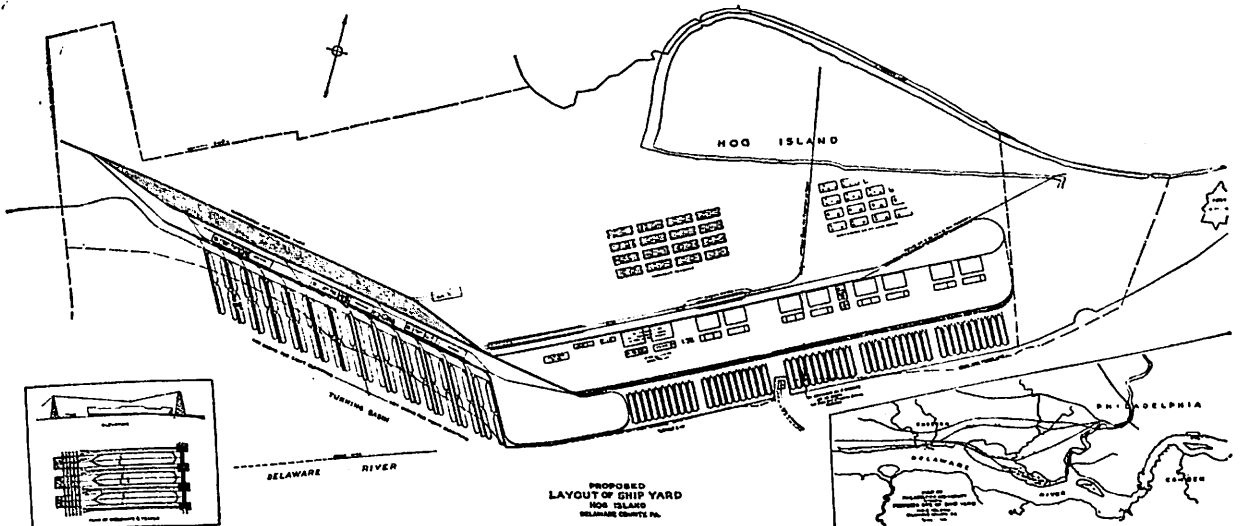
は、此の基礎の上に立てられたが、其の後組合に注文のつた船は8,000噸、15節、長さ450呎、幅58呎の軍隊貨物混合船であった。変更は必要なる諸種の設備に一大変化を来たさしめ、原価は増加し、其の完成の期を延長せしめた。(中略)

50の船台が10群に分たれて、1群各5船台を有することは既に報道せられた。事実上5台の船台は独立したる造船所として活動し、各工場にはそれぞれ管理部、工作部、器具部の建物がある。各船台には4個の鋼塔即ちデリックが有り、各デリックには2個の木造ブームがあり、1船につき8個のフック、合計440個のフックがある。かくの如き材料受渡法を採用したのには、移動起重機を造るべき鋼材を手に入れることが困難なといふ理由に基づいている。デリックに要する鋼は少量であり、木造ブームは容易に且つ迅速に造られる。(中略)

工場と工場との間には、2個の工場を支ふる圧搾空気の設備があり、尚ほ何れかの圧搾空気設備が故障の起った場合には、他のそれから供給の受けられるやうに、全造船所に通ずる供給管が設けられてある。此の設備の能力総計は1分間に75,000立方呎で、世界に於ける第2の大設備である。之に優るものは唯だ南阿のランド鉱山のそれがある許りである。(中略)

次いで重要なのは恐らく製作工場の諸建物であらう。これ等の建物は「A」貯蔵所の近く、造船台の背後、即ち造船所の東端に向って建てられている。吾々が西方から製作工場に行ったならば、第1に達するのは用気器具工場である。此処では6,500個の用気器具——即ち鋸鋸器、拡孔器、穿孔器、研磨器など工事に用いるものを修繕することに努力している。(中略)

現在ホッグ島に於いて工事に従事している人員は約30,000人で、その一半は船舶建造に従事し、9,000人は設備の使用維持に従事し、残る6,000人は今尚ほ造船所の建設工事に従事している。けれども造船所は事実上出来上っている。船舶建造がその絶頂に達した時



2-15 図 ホッグ島造船所の layout

には、従業人員は30,000人乃至35,000人に達するであらう。一週間の俸給支払額は今約1,000,000弗である。標準割一賃金は、建設工事に向って払はれ、造船職工は所謂「メイシ、エージ、アジャストメント・ボード」の定むる所によってその賃金を支払はれている。此処には幾何かの請負工事がある。これは事業の進捗と共に益々発達するであらう。

契約の調印せられた1917年9月13日、ホッグ島は荒地であった。1週間の後には建設工事が始まり、それが冬中続いて、翌1918年2月12日には最初の竜骨が据えられ、8月5日には最初の船が進水せられ、10月5日には建造中の船舶40隻を算し、艦装中のものが3隻あった。

僅に11箇月間に出来上った此の造船所を視る者は、誰しも竣工に至るまでの困難を認めずには居られまい。(中略)

設備は今や1年150万死重噸の船を造り得可き状況に在る。従事中の1機械技師の云った如く、「200万死重噸の船が造れると云っても嘘言ではない、若し吾々が鋼材その他の必要品を供給することが出来るなら」。

此の150万噸の船舶は、鋼材50万噸、鉄90,000,000本、汽鑪570個、スチーム・タービンの700,000馬力を

要する。而してこの材料は順序正しく且つ引続いて来なければならぬ。そんな事が出来るものかと批評家は今も尚ほ云うが、併しそれは實際且つ為れつつある。(以下略)

(1918年12月の米国造船船用機関協会第26回総会におけるW. H. ブラッド氏の講演内容より抄訳、造船協会雑纂第17号より、原文のまま)

以上が大正年間当時世界最大といわれたホッグ島造船所の概要であるが、半世紀も以前に多大の困難を排除して年間150~200万ton(前記Permanent造船所よりさらに大)の大造船所を建設した米国人の先駆的偉業に対し感歎すると同時に、われわれはクレーンもなく急造の設備で、ただ機力鉸鋸のみが有効な武器であったということから、溶接は鉸鋸より早く船を造るという論議をこの面においても見なおすと同時に、第2次大戦時の溶接標準船のごとく破壊事故も起こさぬことから無名のままに人々の記憶からうすれていったこの鉸鋸船の大量建造について、その記録の1頁のほこりをはらってやりたいと思うのは筆者らの単なる懐古趣味によるとしてすませてもよいものであろうか。

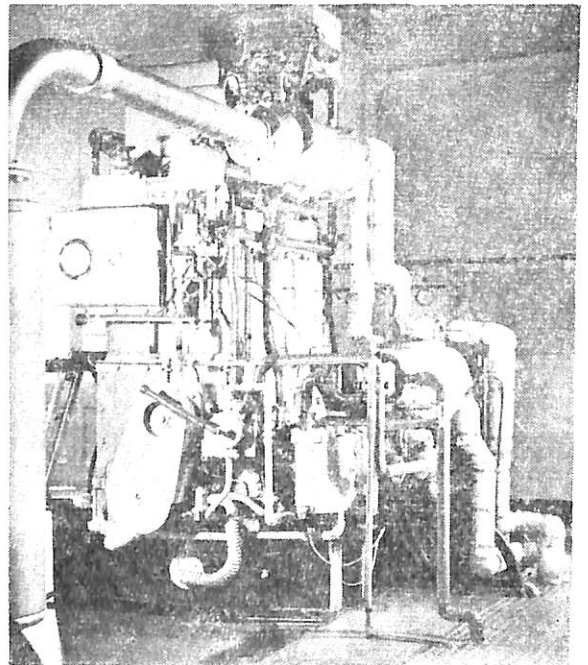
## 日本石油 ボルネス・テスト・エンジン設置

日本石油では船用ディーゼル機関の燃料油、潤滑油の研究のためオランダのボルネス社製のボルネス・テスト・エンジンを輸入し、6月から同社中央技術研究所で稼働させることになった。本エンジンは2サイクルで、小型エンジンに拘らずクロスヘッド型であること、低質燃料油が使用できることなどの特長をもっているので、本研究のためには最もよい条件を備えており、船舶関係需要家にとって実用上役立つ諸データを把握することができるものと期待されている。本機による研究概要は、

1. 燃料油
    - (1) 粗悪油の燃焼性に関する研究
    - (2) 燃料油の浄油処理(沈降、遠心分離、フィルター、浄油プロセス、水洗)
    - (3) 燃料中の妨害成分(S, V等)の影響
  2. 潤滑油
    - (1) シリンダ油の開発、添加剤の研究
    - (2) ライナ、リング摩耗機構とシリンダ潤滑機構の研究
    - (3) シリンダ油注油量の研究
    - (4) カーボンラッジ、シリンダドレンに関する検討
    - (5) システム油劣化についての基礎的な研究
    - (6) システム油浄油方法についての研究
  3. 材料
    - (1) クロムメッキライナ、ピストンリングに関するもの
    - (2) その他、関連機器メーカーとの協同研究
- なおわが国ではボルネスエンジンの輸入ははじめてで

あり、世界的にも4番目の設置で、購入費用は本体はじめ附帯設備、建物等総計約4,500万円である。本機の主要目は次の通り。

型式	2サイクル単動ユニフロースカベンジング式クロスヘッド型ディーゼル機関
気筒数×気筒内径×行程	2×190mm×350mm
出力×回転数	100BHP×450rpm
平均有効圧力	5.27kg/cm <sup>2</sup>
燃料消費量	170g/BHP/h
寸法	長1,770mm×幅994mm×高2,445mm



ボルネス・テスト・エンジン

## 建 艦 秘 話 (3)

庭 田 尚 三 述

(元海軍技術中將・造船)

### 戦 艦 大 和 (その1)

#### は し が き

戦艦大和はその建造自体が軍機に属していたことゆえ、本艦の建造中の話はどんな小さなことでもすでに「秘話」ですが、戦後その全貌が明らかとなり、新聞雑誌にもその雄姿が現われ、世界無比の巨艦であったことや、その性能が卓越していたことなど詳細に説明せられ、今日ではかえって戦前話題になっていた管の主力艦長門や金剛などよりもその要目や性能などは小中学生にまで詳細に知れ渡っており、殊に本艦の直接の詳細設計者であった松本喜太郎技術大佐がその著「大和武蔵の設計と建造」の中に余すところなく解説せられましたので、ここには一切この方面のことは省略して、実際建造中に直面した当時の秘話の2、3をご披露し、併せて続いて建造中廃棄した第111号艦の結末についてそのかくれたる秘話を述べることにいたします。

#### 1. 戦艦大和について

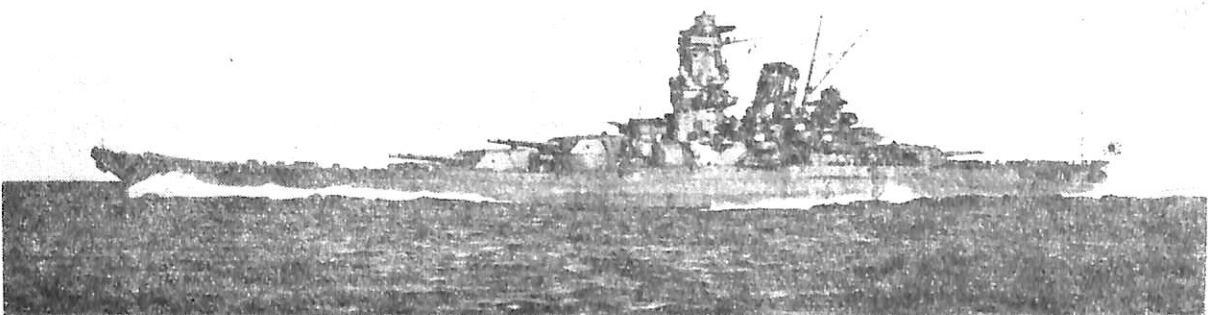
私が昭和14年11月呉工廠造船部長として着任した頃は、大和は第1号艦として「鉄のカーテン」ならぬ棕櫚繩カーテン内の造船々渠で巨体を横たえ、すでに防禦甲板以下の構造上最も特徴のあるむずかしい甲鉄部分ではできあがっていて、中甲板以上上甲板までの工事中でしたが、その幅の広大なのにまず驚かされたものでした。当時毎日艦内で作業していた工具は各部合せて約1,000人以上でしたが、蟻のように見え、余り大きい船体なので

さほど多勢働いているようには見えない位でした。

#### (1) 工事の機密保持について

本艦の工事中責任者として最も気をつかったことは何といってもその機密保持でした。すでにご存知のように造船「ドック」の頭部に「ドック」の長さの約4分の1に上屋を設けて工廠の上の宮原町の民家や道路から見えないようにし、周囲には「トタン」板で囲壁を造り、また棕櫚繩を「ガントリークレーン」の上からのれんのように吊して海上や山上からも見えぬようにしたうえ、本艦の工事に従事する者には高等官は工廠長に、判任官は各部長に、工具は所属工場主任にその機密を厳守するという宣誓書を呈出して読上げ誓わしめ、これらを登録し一貫番号を附してこれに写真を添付した通門許可証を発行し、別に特別の「バッジ」を胸に着けさせ、通門の際は一々守衛および番兵に提示しなければならぬこととして板囲いの中に入出することを取締まった。また見学者は必ず海軍大臣の許可証を持たなければ絶対に入場することを許されなかったのも、これを知らずにある時某軍事参議官が見えて見学を望まれたが、右の次第を説明してご諒解を得たようなこともあったほどでした。

また進水後における機密保持についても誠に厳重を極め、宮原町の民家の工廠に面した窓はすべて閉鎖するよう勧告し、鉄道は呉線にはいると海側の窓は全部閉鎖し、線路は吉浦から呉に抜ける「トンネル」出口から両城に至る間軍港内がよく見える部には長い「トタン」垣を造って目かくしをし、海上は一般航路を音戸瀬戸から



戦 艦 大 和 の 雄 姿

秋月沖は迂回させて港内を覗き見させないようにし、また河原石には定期船の出入を禁止し、一般船は陸岸依いに麗女島検問所において検問のうえ出入を許可するという徹底振りでした。即ち少しでも本艦の姿が見えないように航路が制限せられました。

この鉄道線路の目隠しについて面白い秘話がありました。それは私が、その当時呉線を走っておった特急富士で呉で下車せんとして後端の展望車の「デッキ」に立って何気なく港内に目をやると、「トンネル」を出た直後しばらくの間目隠しの上から工廠の岸壁が見えたので、早速隣の官舎におった建築部長に話したところ、直ちに試乗したらしく、それから暫くしてこの部分に高さを継ぎ足されたことがありましたが、ことほど左様に神経を尖らせていたものでした。

しかし進水後は如何にしてもかくのごとき巨大なる姿を隠すわけにはいかないので、本艦の機密中の機密であった所謂94式40種砲（実はこれも機密保持上仮称していたもので本当は45口径46種三連砲であった）を如何にして隠すかという点に頭を悩ました結果、進水後直ちに1、2番砲塔をまとめて一つの板囲いを、3番砲塔は単独に周囲をかこってこれに屋根をつけ、一見巨大な倉庫に見えるようにし、出入口には番人をつけて内部を窺知し得ないようにし、一方本艦はこの砲塔のために従来の戦艦に比べてその幅が著しく目立つので、これを目隠しするため艦首前端附近両舷に張出しトラスを突出して、これに簾式横幕を垂れて、正面から艦の幅を窺知し得ないよう工夫し、なおその大きさを比較されるのを恐れて附近岸壁には大型艦船を繫留しないよう配慮もしたほどでした。

図面の取扱はこれまた厳重を極め、関連する各図面間の関連性をできるだけわからぬように別々に作られ、その基本ともいべき一般艦装図と建造要領（仕様）書は赤本として造船部長室内の文字合せ二重錠前金庫に納められ、その鍵は造船部長自ら保管し、特に必要以外は設計主任たりとも閲覧を差し許さず、造船設計室内には機密図面閲覧室を特設し、閲覧簿を備えて閲覧資格者のみに限り閲覧を許可し、設計主任は毎日、所蔵の軍機図書を点検しその紛失の絶無を期すことにしていました。

その他本艦に関する書類や記録の運搬には密封函を作ってこれに施錠し、特定の取扱者以外は開封を禁ずるなどあらゆる方法で取締まりをしましたが、工廠の従事員全体ともよくその意を了解してその機密を守ったので、長い工事期間中、呉市民すら「大きな艦を造っているそう」位しか外部に漏れずに無事竣工することができたことは誠にみごとと賞讃すべきことでした。

この機密は竣工後も保たれ、今次大戦となったのですが、遂に国民にさえその正体を知れずに悲しい最後を遂げ、敗戦となって直後その関係図面や書類、記録写真などは全部焼却せられ、工廠にあった貴重なる資料は一切無くなったので、戦後になって最近発表せられた本艦の記録はみな当時の厳則を破ってひそかに「メモ」していた、かく申す私まで含めて重大なる犯則者であったことは皮肉というもおろかなことではありませんか。

## (2) 工事中の苦心の二、三について

### (i) 工事に関係した人々

本艦は昭和12年11月4日起工、15年8月8日進水、16年12月16日竣工引渡されたので、起工から引渡まで4年と1カ月余を要したことになりますが、この間造船部長は桑原造船少将から正木造船少将と私との三代に亘っており、私はその内進水から竣工までの最も仕事業えのある時期に遭遇した幸運児であった次第ですが、当時直接私の部下として本艦に関係した主な造船官は次のような陣容でした。

作業主任	芳井造船大佐
設計主任	牧野造船中佐
船殻工場主任	西島造船中佐
担当部員	蔵田造船大尉
電気熔接	辻 影雄技師
内外業	苗加孝一技師
艤装工場主任	福井造船中佐
担当部員	広幡造船少佐
仕上内外業	小田盛吉技師

当時造船部員は	技術武官23名、技師13名で、在籍工員は	6,606名
内訳	男工	6,233名
	見習工	358名
	女工	15名

### (ii) 船殻工事の苦心

船殻工事の苦心については主として防禦甲板以下の甲鉄関係にあったことと思いますが、私の着任以前のことでしたので、以下着任後経験した1、2の苦心談を述べましょう。

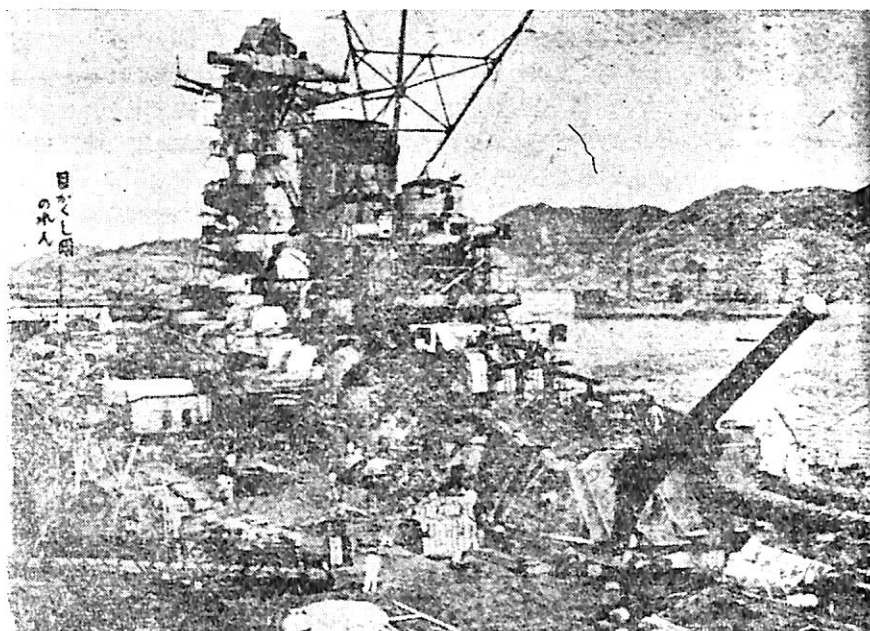
その1つは、船殻工事の最もむずかしい1つとして砲塔の「リングバルクヘッド」がありました。この工事は過般ある雑誌に元呉の砲煩部の技師であった下村暢氏の述べていたごとく、砲塔旋回の「ローラーパス」の乗る円形の壁であって、その重量を直接支え発砲の際の「ショック」にも耐えられるように艦底から各甲板を貫いて堅固に構造せられているものであって、その頂部は完全に水平でしかも直円であることを要求せられるので



すが、本艦の場合はこの直径は12m以上もあり、これを真円に且つ水平に仕上げるために約10程の仕上代を持つ厚さ20程の大円環を径40程の鋸でかきめて砲煩部と立会い水平を測定したところ、ある砲塔（番号は失念）では片寄り過ぎて、一方の側では削り代を超過するのでこれでは皿鋸の頭が無くなる恐れがあったので、さらに「リング」を取替えて厚くし、鋸も特種の皿鋸で打ちかえて漸く砲煩部に受取って貰ったことがあったことを覚えています。また旋回歯輪の噛合う歯弧の取付く外輪壁を真円にする「リング」の取付や、その仕上げにも同様の苦心がありました。結果は奇跡的といえるほど誤差が少なかったことはさすがに呉工廠の工員の造船技術の優秀さを物語ったものと愉快なことでした。

次の苦心は舷側甲鉄の取付作業で、この甲鉄は厚さ410程VH甲鉄で高さ5.9m、幅3.6m、1枚の重量は68屯半という重いものでしたが、本艦の建造は造船「ドック」内であってこの「ドック」の大きさは長335m、幅43mであって、これは長門を建造した後、赤城建造中に将来を見越して長さ幅を拡げましたが、深さはそのままとなっていたので、本艦をこの「ドック」内で建造するには深さが足りないの、最少限度盤木の高さだけ渠底を1m掘り下げたのですが、満潮の時進水せしめるとしても吃水が7mぎりぎりのところであったから、この舷側甲鉄を進水前に装着すると吃水は8m以上となるので、己むを得ず舷側は「バルジ」の頂部で打切ってその取付は進水後にすることにして、吃水を6m半に押えてこれ以上に沈まぬように搭載重量を加減したのですが、これがためにこの取付作業は著しく困難となりました。

即ち本艦は進水後は従来の艦装塙にははいらないので新たに建造した大型「ボンツーン」(長さ150m、幅20m) 2隻を壁につないだ浮棧橋に横着けしましたが、この甲鉄の取付は傾斜していることと相互間に楔形キーを打込んで耐弾力を増すために緊密に嵌合（これも軍機に属するもの）せしめているから、「ドック」内であれば100屯や30屯やたくさんの「クレーン」を使って比較的容易に



艦装中の戦艦大和（左舷側は艦装用棧橋船、艦首部に艦幅遮蔽用籠の張出しがみえる。また武蔵と識別する艦楼後部昇降用の斜梯子も見える）

取付けられますが、海上ではこの「ボンツーン」上にある1台の30屯走行起重機のみであるので、これではこの甲鉄は吊れないため砲煩部の300屯海上起重機船に100屯吊りの滑車を増設するやら、また足場船を造るやらしてその作業準備は大変でした。

この作業の今1つの困難は、搭載が進むにつれて漸次吃水が増すし、同時に左右前後の傾斜を調整しつつ作業をしなくては一部は水中に没して取付けができなくなることもあるから、最初にこれらを計算して取付順序を定め、中央部から両舷交互に、また前後も交互に吃水を調整しつつ進めなければならなかったことで、幅39mという本艦に対してはさすがの300屯海上起重機も反対舷までその「アーム」は届かないので、そのたびごとに起重機船を移動せなくてはならなかった次第で、工程もはかどらなかつたことはいたし方なかつたことでした。

因に海上での甲鉄作業について、呉造船部では過去に苦い経験があったので、特に本作業については慎重の上にも慎重を期したのでした。それは大正7年頃、座艦周防の甲鉄を繋船塙の200屯起重機で取外しておいた時、「ワイヤー」が切れて吊っていた重さ約40屯の甲鉄が海中に落ちたところ、彎曲していたためか水中で不規則運動をして沈んだため、不幸にして艦底に当り、ために外板を破って浸水し、折あしく座艦であった水防区画が水密でなかつたので、漸次浸水が各区画に及んで遂に横転々覆し、時の担当部員であった山県技師が懲罰を喰った

という事件があったので、甲鉄のような平板が水中に沈下する場合は、たとえ厚くて重いものでも石のようにまっすぐに沈むものでなく、恰も安全剃刀の「ブレード」を水中に投げ入れた時のごとく「ジグザグ」の「コース」を取るということがあるということがわかっていたので、これが吊揚げ、巻卸しや「ワイヤー」の玉がけには最大の注意を払うようにしました。

#### (イ) 艦橋工事

艦橋は進水後組立てましたが、あらかじめ陸上で組立てて置いた中心筒を建て、これに各階の構造物（これも陸上で電気溶接で組立ててあった「ブロック」）を積み重ねて行ったのですが、何しろその基部である中甲板から最頂の防空指揮所の床面まで13階で、直径10m、高さ31mもある大塔であったので、これを組立てるための足場や梯子などは大変なものでした。それで下部から組立てて行くに伴って各階の梯子はすべて本物を取付けることにし、塔内に装備する「エレベーター」はできるだけ早目に完成して、これを幹部の昇降用に使うことにしましたが、これも竣工近くの頃でしたので、それまでは私たちが最上甲板から上部艦橋まで約100段もある梯子を一段一段昇降するのに汗をかいたものでした。

因にこの艦橋について説明しますと、

高さ 吃水線上測距儀頂まで40m

最上甲板より防空指揮所まで11階26m

最上甲板上、上部艦橋まで10階24m半

直径 上部10m、下部12m

昇降用階段は艦橋内には上り下りを別々に付けてあり、楼外には後部外壁に沿って傾斜梯子を取付けてありました。

この楼外梯子は大和と武蔵とで異なった取付方をしていたことで、これが両艦の識別になっておったことを後に福田啓二氏から承りました。即ち大和は上部艦橋から12段宛の傾斜梯子を4段に仕切って、各段におどり場をつけて休みながら下部探照灯台甲板まで7階19mの高さを合計50段で降りることになっていましたが、武蔵ではこのうち最上部12段を1本だけでおどり場を作り、それから下の40段は1本の長い幾分螺旋形の傾斜梯子で一気に降りるようになっていたとのことでした。

艦橋の設計は艦橋施設標準によって最も苦心せられたものでしたが、これが決定までには極秘裡に委員会を組織し、実物大模型で詳細に亘って検討されました。かような大きな実物模型を極秘裡に作るには第一場所がないので、やむを得ず艦装工場木工場階上を締切って交通を遮断し、海面に向かって艦橋を3段に区切って造りました

が、余り大きいので上下左右の観念が分かり難く、全体としてどんな形となるのかまるで見当がつかなかったので、縮尺50分の1の大模型を造って艦全体に対する全貌を詳細に亘り前後五回にわたる大小研究会で研究した結果、漸く各所の張出しの位置やその大きさ、あるいは計器その他兵器等の取付位置に至るまで実物によって決定した次第でした。

#### (ロ) 艦装工事

艦装工事中苦心したことは注排水装置の海水弁の油圧装置と防毒区画の気密試験でした。

注排水装置というのは本艦の最も特長とするところで、従来の軍艦にはなかったもので、恰も潜水艦の注排水と同様な装置でした。交戦中片舷に魚雷を受けた場合、その浸水のため傾斜を生ずる時は砲戦に支障をきたすので反対舷の防水区画に注水し、また前部に被雷した時は後部の適当の区画に注水して急速に傾斜を修正して艦を水平状態に保って速力を保持しつつ戦闘を継続するために、艦の前中後の3カ所に傾斜復原管制所を設けて傾斜計を見ながら操縦盤上の「ハンドル」で油圧によって海水弁を遠隔管制で開閉する装置でした。本艦では片舷に13本の魚雷を喰っても大丈夫であるという計算でした。

実際今次武蔵、大和の場合においても、この装置による傾斜修正によって相当の長い時間水平を維持し、速力も20ノット以上で戦闘を続けていましたが、十数次に亘る繰返し連続空襲による空水両面の攻撃のために遂に前後部の広範に亘る非防禦区域の浸水により前後部の傾斜は調整し切れず、最後には機械室まで注水しなくてはならなくなって、武蔵は艦首から、大和は艦尾から沈没するに至った次第でしたが、これは傾斜は修正できても浸水量が予備浮力の限界を超ゆるに至ったからでした。また大和は不幸にしてこの指揮所（防禦区画内にあったが）が雷撃のために破壊せられて調整の機能も失われたようでした。

この注排水弁は所謂「フルボアバルブ」といって呉廠で小田、楠両技師が研究考案した特種のもので、潜水艦の重力「タンク」にも使用しておったものでしたが、本艦のはその「サイズ」が巨大なものでその開閉は油圧によって遠隔管制するようになっていましたが、その一部は手動でもできるようにもなっていました。しかし潜水艦とは違ってこの大艦のたくさんの水防区画に対して数多くの弁を取付け、これに油圧管を導くことは至難の工事、殊にその油圧試験は大変なもので、何しろ一旦艦内にはいて艦底にもぐり込んだが最後、うっかりすると「マンホール」を幾つかくぐっているうちに出口を見

失って迷路に迷い込む心配があり、現に工具が迷った実例もありましたので、工事中太い白ペンキで「フレーム」番号を至る所に記入し、艦首尾の方向を示し、また要所に至る通路には矢印を付けて方向を指示するなど他艦では思いも及ばぬ苦勞をなめました。

また防毒区画の気密試験は実に厳格に実施しましたが、広い艦内に亘って区画ごとに試験して行くうち、通風「トランク」や電線貫通部、あるいは気密水防扉などに不良箇所が続出し、また鋸の無駄孔など思わぬ所があったりして漏洩が止まらず、何回もやり直さねばならぬ所もあって担当者は手古摺ったことでした。

かような試験は手を抜こうと思えばできないことではありませんが、当事者として見れば責任上良心的にどうしてもそのような無責任な気持にはなれないもので、難儀しながら完全な気密を見届けなければ安心できないもので、担当部員であった広幡造船少佐は瘠せていたようでした。

事実、信濃の場合、この僚艦の竣工を待って有力なる無敵航空戦隊を編成して出撃せんがため瀬戸内海に僚艦2隻が待機しておいた当時の切迫した情勢にあって、横廠としては一日も早く引渡し就役せしむべく要請せられたので、これら気水密試験のような時間のかかる仕事の一部は未完のまま工員を便乗せしめて、就役後に完成せしめようとしたのではなかったかと思われます。それではなくてはたった4発の雷撃をうけてこの不沈を誇っていた巨艦が沈没する筈はないのであって、察するに本艦も大和のごとく10発以上の雷撃をうけても沈まぬという自信があったので、まさか水密試験の未完のためにジワジワと防水区画を次々と漏水することによって傾斜がどのように増すとは考えていなかったことと、今一つには前

述の傾斜復原管制装置も未完成であったのではなかったかとも思われる節もあり、とにかく20時間の長い間施すべき術もなく、大阪湾に向って走っているうちに次第に傾斜が増して遂に如何ともすること能わずに横転々覆したのではなかったかと思うのですが、このような地味な椽の下の力持ちのような試験作業は実に困難であっても、完璧を期さなくては現場技術者としての資格はないと私は信ずるのであります。

その他大和の一般艦装は大艦のこととて比較的らくにできましたが、長官公室や艦長室などの室内裝飾については未曾有の大艦らしく重厚壮厳にと考えたので、なまじ工廠内で素人が考案したのでは面白くないと思って、丁度姉妹艦武蔵が三菱長崎で建造中であつたのを幸い、そっくりそのままの設計で注文して調度品等一切を委託したので、なかなか立派なでき上がりでした。またこれらの室を飾る扁額は広幡少佐を介して描いてもらった横山大観画伯の富嶽図と河合玉堂画伯の三笠山を描いた大幅でした。

大和の竣工は上記のごとく昭和16年12月16日となっていますが、実際連合艦隊旗艦として就役したのは翌17年2月中旬であつたと記憶しています。それは本艦の完成と同時に起こつた大戦の山本長官の司令部としての設備について尨大な要求が提出されたためであつて、それによると徹底的に艦橋や橋楼を改造しなくてはならないので、到底急の間に合わぬため艦隊の希望は武蔵において改造してもらうこととし、大和はその一部だけ改造することとなつたためでしたが、実際武蔵はそのために予定より約2カ月遅れて引渡されたのでした。(以下次号へつづく)

### 昭和38年度輸出船および国内船建造許可実績集計 (38年4月～39年3月)

輸出船	船種	隻数	G T	D W
一般輸出船	油槽船	81	3,115,300	4,936,465
	貨物船	60	1,073,831	1,579,059
	その他	15	180,400	100,926
	合計	156	4,369,531	6,616,444
賠償船	貨物船	1	1,800	1,200
	その他	1	1,070	380
合計		158	4,372,401	6,618,024
国内船	船種	隻数	G T	D W
貨物船	18次計画造船	1	11,800	18,200
	19次計画造船	9	130,170	181,240
	20次計画造船	1	20,400	34,000
	自己資金船等	43	192,599	294,770
	計	54	354,969	528,210

油槽船	18次計画造船	1	47,000	75,610
	19次計画造船	9	436,800	691,900
	自己資金船等	4	102,200	171,010
	計	14	586,000	938,520
客船	自己資金船等	1	660	320
	自己資金船等	5	5,958	6,195
計		74	947,587	1,473,245
貨物船	18次計画造船	2	58,800	93,810
	19次計画造船	18	566,970	873,140
	20次計画造船	1	20,400	34,000
	自己資金船等	53	301,417	472,295
	計	74	947,587	1,473,245

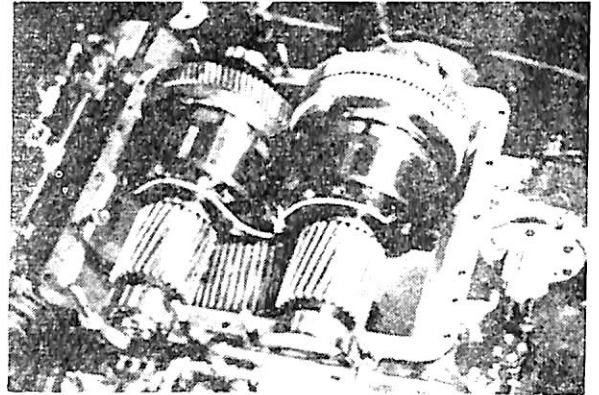
(備考) 自己資金船等には開銀(計画造船を除く)、公団、公庫および外資が含まれている。

☆新製品紹介☆

船舶推進機に組み込まれた神鋼電磁クラッチ

近時、船用エンジン高速化に伴い、ギヤードディーゼルの採用が活発となり、既に欧州ではその減速逆転機に電磁クラッチを採用して顕著な効果をおさめている。国内では従来より油圧湿式多板クラッチが多く採用されていたが、今回信頼性の高い神鋼電磁クラッチがはじめて採用されたのでその使用例をご紹介します。

本機は来島船渠にて建造された上野商会タンカー第55希望丸に搭載されたもので、本船の主機は池貝鉄工製MB836Db 505PS ディーゼル機関と神鋼溝口ギヤ製減速逆転機が各2基搭載されており、その減速逆転機には神鋼湿式多板電磁クラッチが組み込まれている。



減速逆転機に組み込まれた電磁クラッチ

1 神鋼電磁クラッチ仕様

方式および形式 湿式多板電磁クラッチ  
MCWO—320SK 1

励磁電圧および容量 DC24V 150W(75°Cにて)

静摩擦トルク 740kg—m

動摩擦トルク 370kg—m

搭載台数 減速逆転機1台につき2台 計4台

2 神鋼湿式多板電磁クラッチの特長

- (1) 遠隔操作が容易で、スイッチの入切でクラッチの着脱ができる。
- (2) 消費電力が少ないので電源はバッテリーまたは交流電源の場合は簡単な整流装置で十分である。
- (3) 油圧式にくらべ油圧配管がないため附属品は少なくすむ。
- (4) 油圧式にくらべ応答速度が早く、衝撃が少ない。
- (5) 空転トルクは極めて小さく動摩擦トルクの1%以下で、空転中の発熱量は少ない。
- (6) 寸法が小さいためスペースが少なくすむ。
- (7) コイル静止形のためスリップリングの接触不良などの事故はない。
- (8) 摩擦板で磁路を形成させた自力圧着形であるから

調整は永久に不要である。

- (9) 構造が簡単でかつ堅牢で信頼性が高い。

3 電磁クラッチによる遠隔操作

第55希望丸には自動化と遠隔操作のために次のような各種の神鋼電磁クラッチが採用されている。

- (1) 荷役用油ポンプ駆動用神鋼電磁クラッチ

乾式単板電磁クラッチ、DC150V240W

最大トルク 48.0kg—m

- (2) ストリッパーポンプ駆動用

同上 DC24V32W

最大トルク 100kg—m

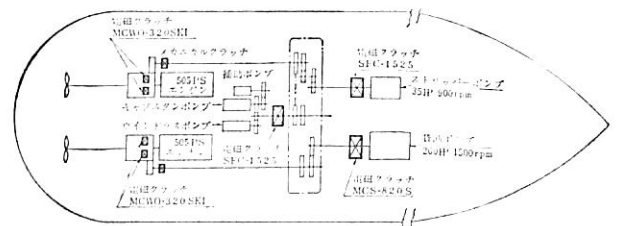
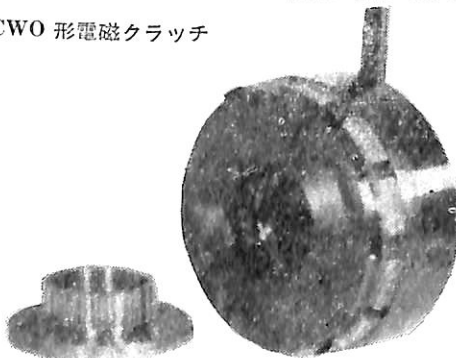
- (3) ウインドラス、キャプスタン油圧ポンプ駆動用

同上 DC24V32W

最大トルク 100kg—m

いずれも主機を原動機とし航行中は電磁クラッチをオフにおき、必要時に船橋より押釦スイッチで遠隔操作するもので、安全にかつ敏速に操作できる。下図は第55希望丸における電磁クラッチの装備状況を示す。

MCWO 形電磁クラッチ



☆新製品紹介☆ **超小型トランジスタレーダーMD-808型** 神戸工業株式会社

船舶用レーダーは近海で操業する小型漁船には特に必要な航海計器といわれているが、いままで取付場所の問題や性能の点でこれら小型漁船に対するレーダーの普及は意外に遅れていた。このたび当社が完成したMD-808型レーダーはテンの技術とアイデアがこれらの問題を解決した超小型デラックスレーダーで、10kWの出力で20kW級レーダーの性能をもち、10吨の漁船にも装備できる。808型レーダーは長期に亘る実装テストにも予期以上の好成績を収めており、超小型10吋レーダーの決定版として漁業関係者の期待に応えたものといえる。(発売は本年5月の予定)

**特 長**

1. トップヘビイや風圧の影響も心配ない新型アンテナ  
高感度スロットアレイ型の空中線は小型軽量なので、トップヘビイの心配は全くなく、また中心き電方式の採用で風圧特性にもすぐれている。
2. 最長探知距離20m以下の送受分離方式  
空中線は送信と受信が別になっているので送受切換管が不要で、このため20m以下の至近距離が探知でき、切換部の故障も皆無。
3. 鮮明な映像  
バランスドミキサ回路の採用で受信感度が著しく向上し、映像が非常にはっきりしている。
4. 小型軽量で取付け簡単  
送受信装置はアンテナ部に組み込まれているため2ユニット化されており、従って操舵室には、ブラウン管の大きさだけといてよいほど小型の指示装置だけで、その上スタンド型、卓上型、つり下げ型と場済に応じて、簡単に取付けられるようになっている。
5. 観測しやすい10吋ブラウン管  
大型レーダー並みの10吋メタルバックブラウン管を使用している。
6. 電圧の変動にたえられる新安定化電源  
トランジスタ式新安定化電源は船内電圧の変動にも影響をうけず、いつも変わりなく使用できる。また過電圧保護、短絡保護も行なっている。
7. 高い信頼度を誇るトランジスタ  
テンシリコントランジスタを大幅に使用しているので、温度や湿度の影響を受けることなく、信頼度が著しく向上している。
8. 操作も簡単  
調整、保守、点検などすべて前面パネルで操作できる。
9. レーダー使用時間の明確化  
テンタイミスタ(通電時間計)を取付けているので、レーダーの消耗、部品の取換え寿命が予知できる。

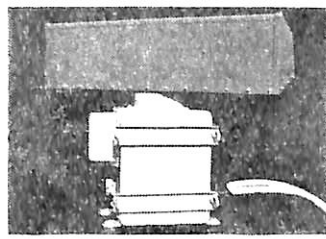
10. 消費電力も僅少

トランジスタ化により電力の消費は従来の1/3ですむ。

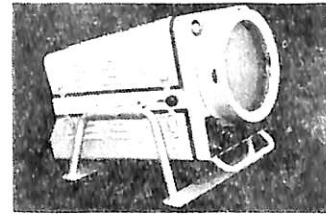
価 格	DC24V 船 125~128万円
	AC船 DC100V 船 128~130万円

**主要性能**

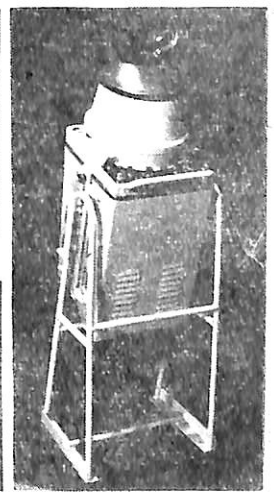
1. 使用周波数	9375MC±45MC
2. 送信出力(尖頭値)	10kW
3. 送信パルス巾	0.1μS (1, 4 漙) 1.3μS (12, 30漙)
4. 送信繰返周波数	1600c/s (1, 4 漙) 550c/s (12, 30漙)
5. 空中線方式	2重スロットアレイ方式
6. 空中線輻射特性	水平 2.6° 垂直 24° サイドローブ -25db以下
7. 空中線回転数	13R. P. M.
8. 指示ブラウン管	25cm (10吋) 直視
9. 測定距離範囲	1, 4, 12, 30漙切換 (40漙迄拡大可能)
10. 固定距離目盛	1/4, 1, 2, 5 漙毎
11. 中心位置調整 (オフセンター)	水平, 垂直1/4半径まで離心可能
12. 距離分解能	25m (但し1漙レンジ)
13. 方位分解能	2.6°
14. 最長探知距離	20m以下
15. 補助装置	海面反射抑圧装置, 雨雪反射除去装置, 船首線表示装置, 同調指示装置
16. 消費電力	DC 24V 250W以下
17. 船内電源	DC 24V DC 100Vの場合24V蓄電池使用 AC 100V, 200V
18. 寸法 指示装置	パネル面 350×300 奥行き 560mm
19. 重量 指示装置	アンテナ部 35kg
	アンテナ部 38kg



トランジスタレーダー



卓上型



スタンド型

## 日本鋼管・北辰電機で油槽船の完全自動荷役装置 (AUT-O-CARGO) を開発

日本鋼管ではかねてより北辰電機製作所と協同で油槽船の完全自動荷役装置を開発していたがこのほど完成し、試作を始めるとともに、即時受注できる受入態勢をととのえている。

従来油槽船の荷役作業の合理化をはかり、乗組員の労働条件を飛躍的に改善するもので、本装置は乗組員が予め準備された数種の荷役プログラム（電子計算機により作成してある）の中の一つを選定し、スタートボタンを押すのみで完全に自動的に石油など液体貨物の荷役操作ができるプログラム制御装置で、これをAUT-O-CARGOと名付けている。本装置は在来船にも、またいかなる配管システムにも取付けられるが、同社では極めて合理的に簡素化した配管システム（リコメンドシステム\*と呼んでいる）も開発しているので、これを新造船に装備することによって一層の合理化ができるものとしている。本装置の採用により、従来の荷役遠隔操作設備を施した6万トン級油槽船の場合に比し、荷役ピーク時に要した5～6名の乗組員の労働が必要なくなるとともに、従来の荷役操作において最善の状態を熟知するまで数年を要したことが本装置の採用により最初から最も能率的な状態を得ることができる。費用についても従来装置のものにさらに大約3,500万円程度を追加するだけですむ。

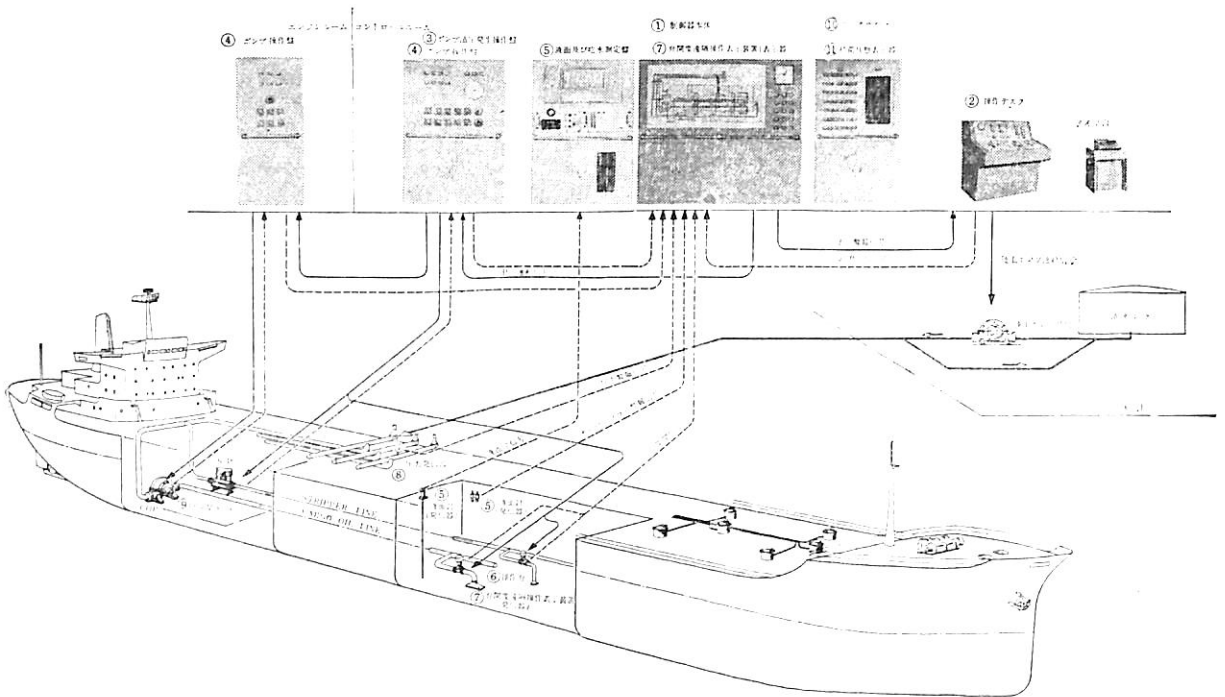
（リコメンドシステム採用の場合はこの追加費用はさらに減少する）本装置の特色としては、(1)完全に無人制御

\* 日本鋼管が開発したリコメンドシステムに2方式あり、一つはストリッパーポンプをやめて代りにエダクターを使用して残油を誘導する。一つは同様にディーブウェルポンプを使用する方法である。

が可能で、(2)積荷時のオーバーフロー防止装置、揚荷時の過大トリムおよびヒール防止に、フリーフロー時の復原性の確保、ポンプの空転防止などあらゆる安全性が確保され、(3)荷役作業は最短時間で完了し、(4)必要な場合は随時自動一手動の切換えができ、(5)論理回路はマグネトトリレーを使用しているのて温度的に極めて安定しており、また他の方式に比し安価ですむ、(6)要望によりデータロガーをつけることができる。

自動荷役装置の作動は主要次の通りである。

1. 積荷の場合には、操作盤の積荷開始の押ボタンにより信号がバルブに送られ、バルブ動作が開始する。  
バルブの開閉の状態はグラフィック・パネル上にランプで表示され、タンク内に流入する油の量は、可聴音波式液面計で計測されタンクの油面がある点に達すると信号によりバルブは閉じられる。積荷中カーゴパイプ内の圧力は一定圧力を超えないように圧力スイッチで監視されている。
2. 揚荷の場合には操作盤の揚荷開始の押ボタンによる信号でバルブ全閉の確認信号によりメイン・カーゴ・ポンプが起動し揚荷は進行する。その順序はタンクの油面は液面計により測定され油が減るかほとんどゼロになり、そのレベルが制御器内のピンポットに設定したある値に達すると信号が発せられて次々にタンクのバルブが閉じられ、更に指令によりポンプが停止し引続きライン内の空気押しを行ない作業が完了する。  
揚荷中のトリム（船の釣合）の変化は船の前後部に取付けられた液面計で刻々表示され、過大トリムを生じたときには調整の処置がとられる。



AUT-O-CARGO 構成図

## アメリカの新造貨客船 SS SANTA MAGDALENA

速 水 育 三

アメリカで、化学工業、銀行を主軸とする Grace 財閥の海運部門が Grace Line で、古くから中南米の市場に有力な地盤を育成してきた親会社の方針に従って、カリブ海、南米太平洋岸の定期航路に乗出したが、1958年には \$50-million を投じて SANTA ROSA および SANTA PAULA の客船を新造、昨年から今年にかけ1隻当り \$17.5-million (63億円) で14,500総トン型20ノットの貨客船4隻を就航させたばかりでなく、高速貨物船4隻も発注して船隊の増強を計っている。

これらの貨客船には、行先地にゆかりのある船名を選び、進水式には、船名と関連する各国の駐米大使あるいは大統領夫人、大司教を迎えて、相手国民の印象を強めた。第1船の MAGDALENA は Columbia, 第2船 MARIANA は Ecuador, 第3船 MARIA は Panama, 第4船 MERCEDES は Peru といった工合である。

ルートは New York の Newark から Haiti の Port-au-Prince, Columbia の Cartagena, Panama, Columbia の Buenaventura, Ecuador の Guayaquil へ行く。4隻が完成すれば、Peru まで航路をのぼし、週発として26日間で往復する。

シガー型の目立たない煙筒、角張った上部構造、前後部のコンテナ用ガントリー・クレーンは4隻の外観に独往の新しさを加えている。スイミング・プールを見下すテラス形の4甲板、また船橋上部の風防硝子つき展望甲板やプールの上方にスクリーンをつり出す星空の映画にも熱帯航行向の創意が見える。

織地、タイルバリテーブル、装飾の要素、モチーフは16世紀のスペイン人が征服するまでに、インディアンがのこした金工、手織、陶器から取入れて現代風にこなし、年中熱帯圏のコースを通航するので冷たい快感をそそる裂地と親しみのある色彩が選定された。

内容は ROSA, PAULA はじめ18隻の Grace ships を設計してきた Smyth, Urquhart & Marckwald, Inc. の Dorothy Marckwald 女史が引受け、ocean blue と green, yellow, red と orange の色彩と、耐湿性、耐久性にすぐれた裂地、汚損から守る Scotch-guard 加工の椅子覆い、難燃性、軽量、手入の容易、耐久性から家具の骨組に micarta, marinite, aluminium stainless steel, monel, formica, safety glass を採用した。

Micarta は耐火性のある marinite の上に重ねて、

階段、公室、船室等の壁、はめ込み家具、ベッドに汎用され、aluminium は階段やデッキの手すり、デッキチェア、ヨットチェアのフレームに、stainless steel は窓枠、固定の物件に、扉は Stainless steel のトリムと safety glass、窓は例外なく safety glass としてある、

オープンデッキはAデッキの teak を除いて green の neotex、室内は Amtico vinyl とし、light bleached oak と natural walnut は花柄のプリント、縞、ツイード、なめし革の椅子とソファのフレームに、モザイクまたはエナメル製のテーブルトップは初期インディアンの手工品に暗示を得て、熱帯産の動植物を表現してある。船室のテーブル、床、壁灯は anodized aluminium。

49室の1等船室は尽くバス付で、7室以外はアウトサイドである。

子供遊戯室は safety glass の壁を覆う Arundell-Clark 作 Rovam-Verel の白カーテンを透して遊戯中の子供をのぞき見することができる。他の壁は white の micarta で、中央の緑板上方に3色の版画で動物の踊りを描写してある。作者は Hans Fisher。小卓頂面は grey の micarta とし、walnut の椅子は yellow の皮張である。

右舷の foyer には昔の Columbia に寄せる郷愁が古い版画の模写で掲げられている。作者は Arnold Michaelson である。

Aデッキのエレヴェータに面して、Austin Purves のモザイクがある。Deepblue 地に yellow と gold で描いてある人物像は Bogota の Gold Museum に陳列されている金細工から作図を得たそうで、Columbia の山岳地に住んでいたインディアンは高価な gold で精巧な金細工を作っていたらしい。Purves は教会の壁画や彫刻によりアメリカ国内で普く知られているという。

遊歩甲板の lobby には、床から天井までの大きさで精密な地図がある。左が南北アメリカ、中央が北アメリカとカリブ海、南アメリカの北端、右に Columbia の詳細図が示されている。世界的に有名な製図会社である C.S. Hammend 社が克明に消書きした原図を写真で3倍に拡大し、Chicago の Dearborn Glass Company で2枚の safety glass に挿んで完成した。

左舷の食堂は床まで safety glass の大窓で、昼光、景観ともに申分ない。blind は off-white, coral の刺繍入りカーテンは Hugues-Muller のデザインである。

壁の dark blue は Alcoa の創案, leather 張り扉も同色, 天井, 照明窪み, 窓枠は off-white, パンケットと椅子は coral の leather, 椅子のフレームは bleached walnut, 床は chamois 色の Robbin vinyl である。dark blue を背景に white と gold の enamel 塗りの彫金で魚, 貝, 熱帯の海草が表示されている。作者はアメリカの大ビル多数を手がけた Edward Meshekoff。中心のテーブルにある装飾ボールとピュッフェの平面ディッシュも同一の作者である。

Club Andes の前面壁画は肖像画や壁画で国際的な名声を博している Charles Baskerville の大作で, Columbia のジャングルを力づよい筆触で扱っている。彼の作品はアメリカの美術館や画廊に所蔵されているが, 第2次大戦の従軍画家として72人の司令官と英雄を忠実に描出した絵画は Washington の国防省本部で恒久的に展覧されている。パー背面の壁画も彼の作で, ジャガーに棘み上がる猿群を示している。

パーカウンターの頂面は mahugani で, スツールは leather 張り, 円卓とコーヒーテーブルの頂面は Columbia の古い図案を模した blue と green の Venetian glass mosaic で, 作者は Jose de Ungria。ソファとパンケットは blue-green の裂地を使っているがこれは Franklin Harward の図柄である。Bleached Walnut の肘かけ椅子と普通の椅子30個は yellow か Orange の leather を背すりとクッションに使用している。決して日本あたりで見かけるような安物の貨客船でないことがわかる。

壁, 天井は Alcoa の Greige 色で, 床は black-and-white の Amtico vinyl tile, 楕円のダンスフロアとの境界に熱帯樹の植込みがある。

Bolivar lounge は writing & reading room と cardroom をかねた小公室, 壁と照明窪みは off-white の micarta, 天井は light blue で4枚のワニス塗りカラージュ画は William Harris の作で, 船名にちなむ Magdalena 河が生動していた19世紀の Columbia 情景をしのばせる小品画である。

satin 仕上げの anodized aluminium をフレームとした円卓頂面は copper に yellow の enamel で, 雲間から洩れる日光を彷彿させるような輻射状図形が美しい。

このサイズの継ぎ目なし銅板に焼きつけるために, 作者の Anthony Purtell は New York の Port Chester にある Emco Porcelain Enamels 社の設備を必要とした由である。この人の作品は Washington のホワイトハウスや国会図書館等に飾られているという。

ソファは bright green の leather 張り, bleached oak の椅子21個は blue, green, yellow, white の Locarno プリント裂地を背よりとふとんに使用している。

プール水槽は 15'×25' で light turquoise-blue の ceramic tile 張り, その上面は white の tile で, 水槽の周囲は grey-green の tile に white の斜線入り, デックは teak, テーブルの頂面は blue-aqua, green, yellow か red の tile となっていて, フィリピン人の Jose de Ungria が考えた水面の渦が表現されている。テーブルに配する椅子は white brass と stainless steel 製で, green, blue-green, Orange の nylon で被覆してある。Veranda のテーブルや椅子も同一の色調, 材料である。

#### ☆ 予約購読料金 改訂のおことわり

「船の科学」のご予約購読をいただき厚くお礼申し上げます。さて誠に残念ながら最近印刷関係諸費用がすべて高騰いたしており, 当会としては購読料金の据おきを極力はかってまいりましたが, 負担が増大いたし, やむを得ず購読料金を若干値上げさせていただくことになり, 読者の皆さまに誠に申し訳ありませんが, 何卒ご推察の上ご了承下さいますようお願い申し上げます。つきましては本誌の内容を極力皆さまのご期待にそうように改善

いたしたいと考えております。

なお改訂は昭和39年6月1日以降といたしますので, 6月号よりの新規ならびに継続ご予約分より新料金とさせていただきます。また継続ご予約の方のご請求は早目にいたしますので, なるべく早くご送金いただけますようお願い申し上げます。

新購読予約金 { 6カ月分 1300円  
1カ年分 2600円 (送料共)

(昭和39年6月1日以降実施)

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。

運輸省船舶局監修  
造船海運総合技術雑誌

船の科学

禁転載 第17巻 第4号(No.186)

発行所 船舶技術協会

東京都港区麻布笄町79  
振替口座東京 70438  
電話 青山 (401) 3994

予約金 6カ月分 1200円 (送料共)  
1カ年分 2400円

昭和39年4月5日印刷 昭和23年12月3日  
昭和39年4月10日発行 第三種郵便物認可

定価 220円 (〒18円)

編集兼発行人 朝永信雄  
印刷人 三光印刷株式会社  
東京都豊島区高田南町3の734



E エッソスタンダード石油株式会社.....19

G 株式会社ガデリウス商会..... 7

H 原田産業株式会社..... 4  
ヒエン電工株式会社.....37  
日立造船株式会社.....表 1

I 出光興産株式会社.....36  
池田鉄工株式会社..... 112  
株式会社井上商会.....表 4.9  
石川島播磨重工業株式会社.....31

K 株式会社海文堂.....111

M 三菱金属鋁業株式会社.....表 2  
三菱レイオン株式会社.....表 2  
モービル石油株式会社.....22  
村山電機株式会社.....20

N 長瀬産業株式会社..... 2  
日本デブコン株式会社.....35  
日本鋼管株式会社.....表 3

日本ノボパン株式会社.....34

日本ペイント株式会社.....32

日本ビストンリング株式会社.....20

西芝電機株式会社..... 1

O 株式会社大沢商会.....21

S シェル石油株式会社..... 3  
四国建機株式会社..... 6  
神鋼電機株式会社.....36  
神東塗料株式会社.....40  
株式会社瑞西時計輸入商会..... 1  
住友金属工業株式会社..... 5

T 太平工業株式会社.....33  
株式会社谷山製作所.....21  
大洋電機株式会社..... 8  
東京電機製造株式会社.....35  
株式会社東京計器製造所.....10  
巴工業株式会社.....10

絶 讚 発売中！  
● 現場の基本技術書

### 小型船の設計と製図

池田勝著 B5 2000

本船から鋼船建造への移行により線図の画き方・その計算方法・図面作成に頭を痛めている諸氏のために、復原性関係を中心に線図の画き方・排水量計算・中央横断面図の画き方・一般配置図の作成などを詳細平易に解説した絶好の指導書。

【おもな内容】船の線図の画き方とその計算（船体線図と排水量等曲線図）／傾斜試験と排水量等曲線図のつかい方（重心位置の求め方）／一般配置図／線図の応用（復原力交叉曲線図及び海水流入角曲線の作り方）／復原力曲線図／中央横断面図／船舶復原性規則

海上保安庁警備救難部監修

B6 280

### モーターボート

読本

西島清一郎編著

B5 1400

### 船用機械工学

(第四分冊)

平野喜市著

A5 900

### 船用電気機器

船船局監修  
改正  
¥200

### 船舶安全法及関係法令

運輸省監修 ¥3000

### 現行海事法令集(39)

解説付図書目録造呈

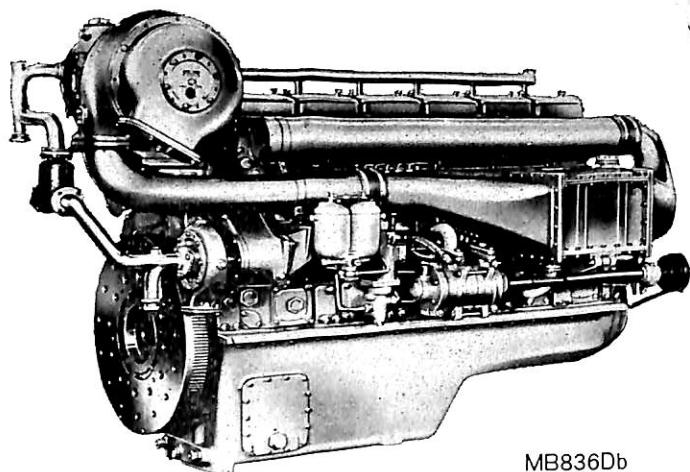
東京都千代田区神田神保町二ノ四八  
(261) 〇二四六 振替東京 二八七三  
株式会社海文堂  
神戸市生田区元町通三ノ一四六  
(3) 六五〇一 振替神戸 六八八

# 企業の合理化＝設備の自動化＝池貝高速ディーゼル機関

●いま、全産業界は企業の合理化に精魂を傾け、そのあらゆる設備は自動化に向って、急速に前進しています。従来のディーゼル機関の壁を破って、この要求にピッタリする機関が日本に誕生しました。“ライセンス メルセデス・ベンツ池貝高速ディーゼル機関”です。

第6回大阪国際見本市出品

4月9日～4月29日於港第1会場3号館内



MB836Db

## ディーゼル機関の 壁を破った

エンジン

ライセンス メルセデス・ベンツ池貝高速ディーゼルエンジン

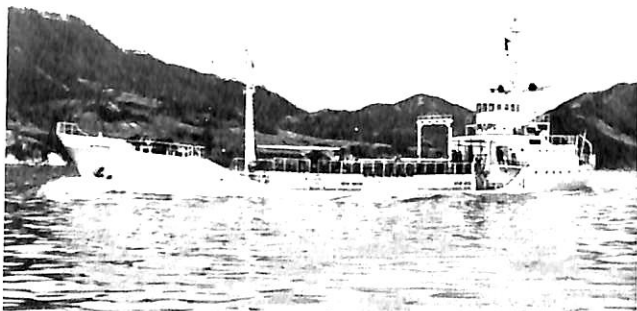
「カタログ送呈」

“ライセンス メルセデス・ベンツ池貝高速ディーゼル機関”はディーゼル機関のトップメーカー池貝が、西独タイムラー・ベンツ社と技術提携——みごとに国産化した傑作です。

- 出力は290～1350馬力、回転は毎分1500回転
- 重量は従来の中速機関の $\frac{1}{2}$
- 容積は従来の中速機関の $\frac{1}{2}$
- 無解放使用時間は5000時間以上、耐久性は2.5倍、まさに飛躍的な向上です。

### 簡単に—完全な—自動化

それが可能になりました。水中翼船、タンカー船、貨客船、高速船の主機および補機に、車柄、移動電源車、一般発電用、工業動力用などに最も適した機関です。



(株)上野商会殿 1250トン クリーンタンカー船主機MB836Db  
530PS×2台搭載



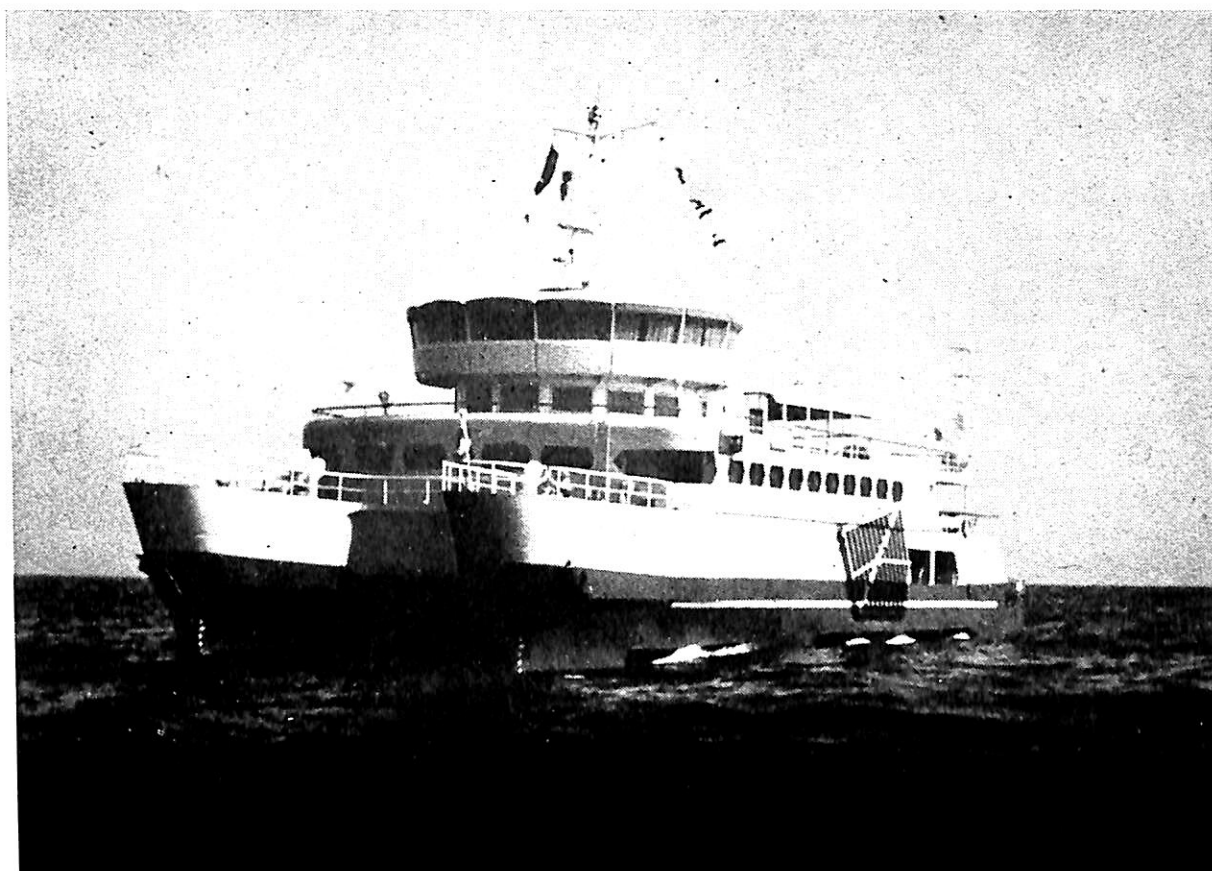
## 池貝鉄工

エンジン事業部 A係  
東京都港区芝三田四国町2 TEL (452) 8111大代表

# 好評を博した双胴遊覧船

“くらかけ丸” “第二くらかけ丸”

海洋双胴船 シーパレス



広い甲板面積

自動車航送船・遊覧船に

最適

造船・製鉄の



日本鋼管

東京・大手町

昭和三十三年四月三日  
昭和三十三年四月五日  
昭和三十三年四月十日  
昭和三十三年四月十五日  
昭和三十三年四月二十日  
昭和三十三年四月二十五日  
昭和三十三年四月三十日  
昭和三十三年五月五日  
昭和三十三年五月十日  
昭和三十三年五月十五日  
昭和三十三年五月二十日  
昭和三十三年五月二十五日  
昭和三十三年五月三十日  
昭和三十三年六月五日  
昭和三十三年六月十日  
昭和三十三年六月十五日  
昭和三十三年六月二十日  
昭和三十三年六月二十五日  
昭和三十三年六月三十日  
昭和三十三年七月五日  
昭和三十三年七月十日  
昭和三十三年七月十五日  
昭和三十三年七月二十日  
昭和三十三年七月二十五日  
昭和三十三年七月三十日  
昭和三十三年八月五日  
昭和三十三年八月十日  
昭和三十三年八月十五日  
昭和三十三年八月二十日  
昭和三十三年八月二十五日  
昭和三十三年八月三十日  
昭和三十三年九月五日  
昭和三十三年九月十日  
昭和三十三年九月十五日  
昭和三十三年九月二十日  
昭和三十三年九月二十五日  
昭和三十三年九月三十日  
昭和三十三年十月五日  
昭和三十三年十月十日  
昭和三十三年十月十五日  
昭和三十三年十月二十日  
昭和三十三年十月二十五日  
昭和三十三年十月三十日  
昭和三十三年十一月五日  
昭和三十三年十一月十日  
昭和三十三年十一月十五日  
昭和三十三年十一月二十日  
昭和三十三年十一月二十五日  
昭和三十三年十一月三十日  
昭和三十三年十二月五日  
昭和三十三年十二月十日  
昭和三十三年十二月十五日  
昭和三十三年十二月二十日  
昭和三十三年十二月二十五日  
昭和三十三年十二月三十日

船齡を延ばす………塗る亜鉛メッキ

Dimetcote

# ダイメットコート®

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硅酸亜鉛塗料です。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。

船の科学

定価 二二〇円

東京都港区麻布笈町七九  
船船技術協会  
電話 青山(三)三九九四番

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 INOUYE YOK

株式会社 井上商会  
井上正一

工場：横浜市保土ヶ谷区今宿町  
電話 横浜 (92) 1661

IBM 7739