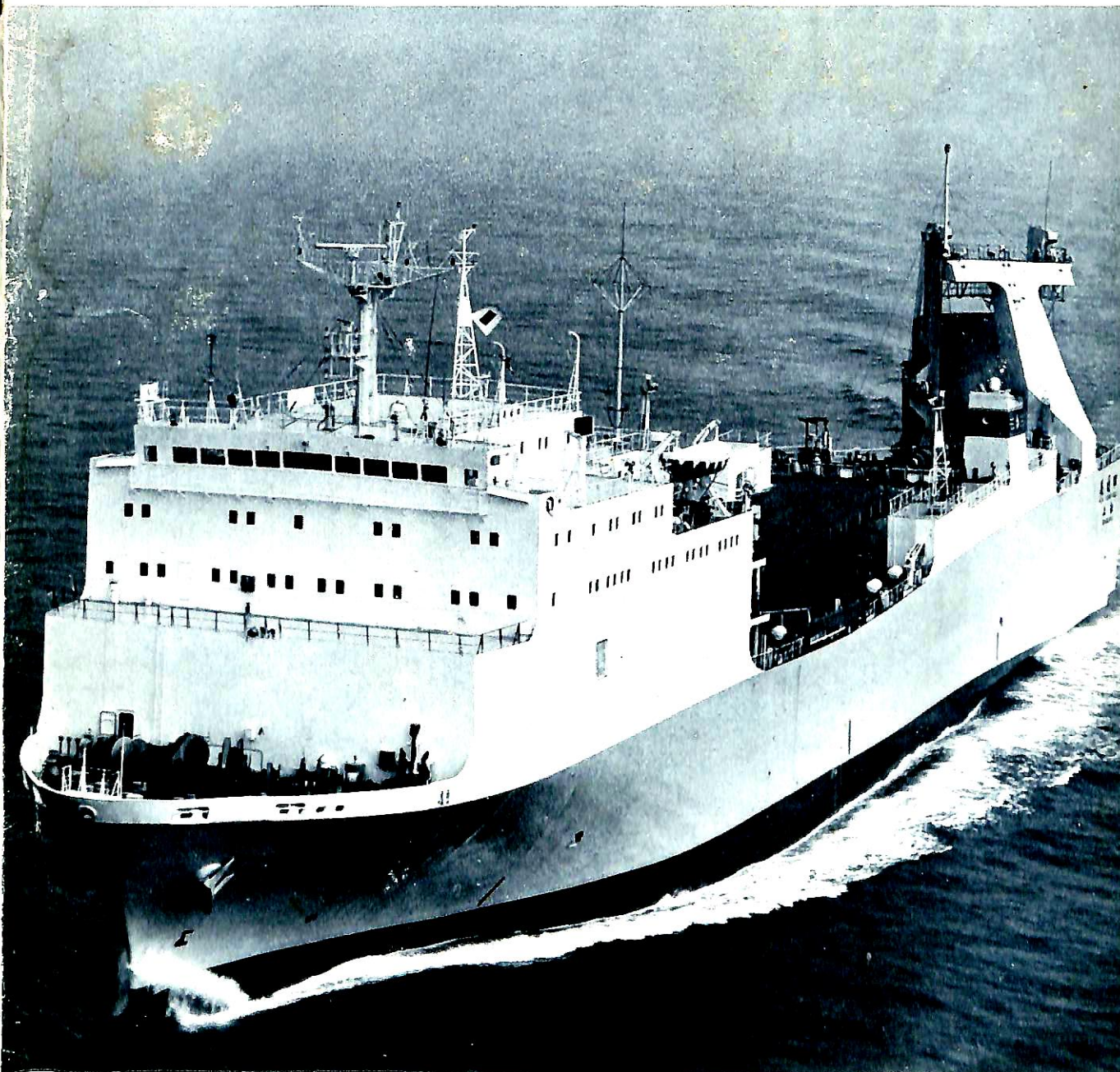


# 船の科学 5

1980

VOL. 33 NO. 5



 **川崎重工**

China Merchants Steam Navigation Co., Ltd. 向け

RO/RO 貨物船 “花園口”

載貨重量 7,374t 主機ディーゼル 10,550PS

速力試験最大 19.950kts 満載航海 17.53kts

川崎重工業・坂出工場建造



創 業

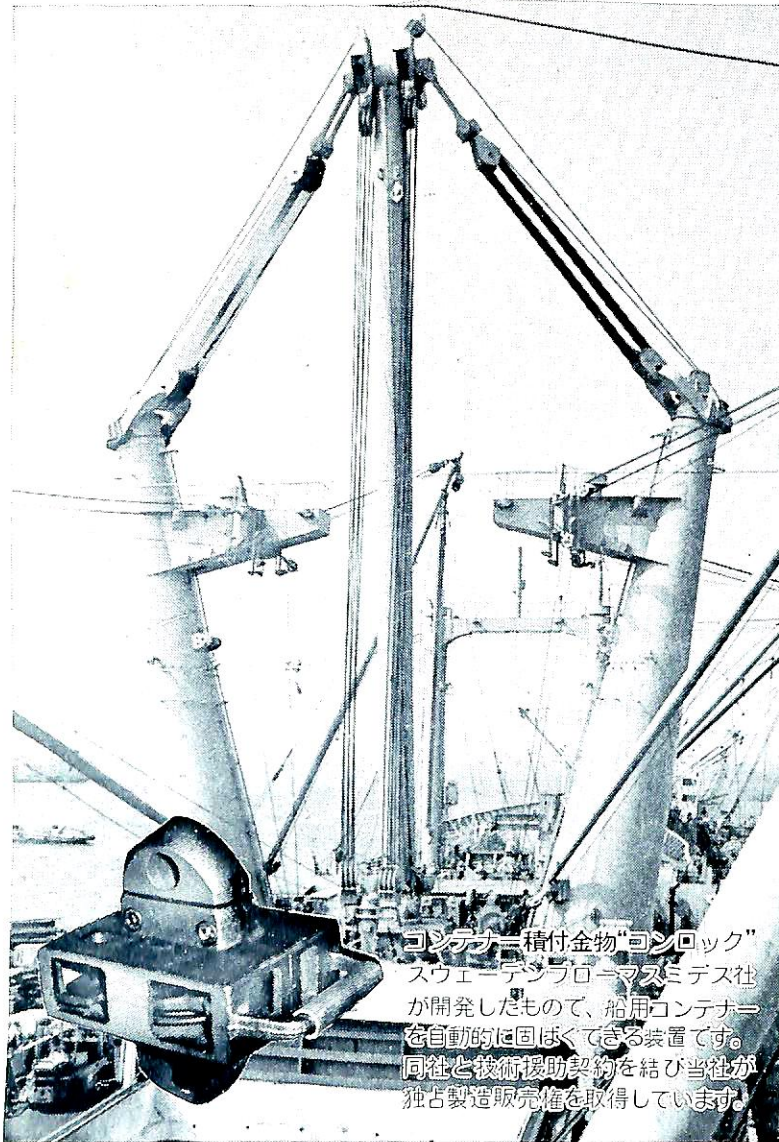


1924

# 世界の港で活躍するこのマーク

## 主な製品

舶用及び陸上用各種滑車  
 重量物及び一般荷役装置  
 スチュルケン・マスト装置  
 トムソン・デリック荷役装置  
 K-7・デリック金物  
 コンテナ固縛装置  
 ユニバーサンフェアリーダー  
 スティールハッチカバー部品  
 トーイング・フック  
 救命艇揚卸装置  
 繋船用諸金物  
 甲板機械一式  
 艀装用諸金物  
 諸製缶品一式



Ⓜ日本工業規格表示工場

# 株式会社 立野製作所

取締役社長 立野勝彦

本社 横浜市西区北幸2丁目9番18号 〒220  
 営業本部 電話 045(311)2681(代表)  
 生産本部 電話 045(311)2684(代表)  
 総務部経理課 電話 045(311)5409(代表)

第二工場 横浜市金沢区鳥浜町17番3号  
 〒263 電話 045(771)1611(代表)  
 大阪出張所 大阪市大正区泉尾3丁目20番2号  
 及大阪工場 〒551 電話 06(552)0741(代表)

世界中からハンセン氏病をなくそう/  
 子供の笑顔は世界の宝です  
 この笑顔を守るために  
 国籍をこえて愛の手を  
 おすびましょう



サーカスオリンピックのゴールドメダリストたち  
 総勢100名のスーパー軍団!!

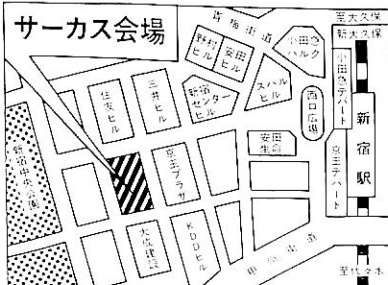
# モンテカルロ 国際 サーカスフェスティバル

期間 / 5月16日(金) ~ 8月31日(日)  
 公演時間 / 平日 14:00 - 18:00  
 日曜 10:00 - 14:00・18:00  
 (毎週月曜日は休演)

東京・ニューヨーク姉妹都市提携20周年記念

場所 / 新宿西口駅前

入場料金 (オーストラリア公演と同一料金です)



	前売・団体割引券	普通入場券
特別席 S	5,000円	6,000円
一般席 A (大人)	3,000円	4,000円
(小人)	2,000円	3,000円
一般席 B (大人)	2,000円	2,500円
(小人)	1,000円	1,500円

●前売割引期間は3月16日(日) ~ 5月15日(木)まで

お問い合わせ先 / ☎03(508)2626

★ハンセン氏病対策チャリティ

この収益金は全て世界のハンセン氏病対策活動に寄付されます。

主催  世界ライ救済推進協議会

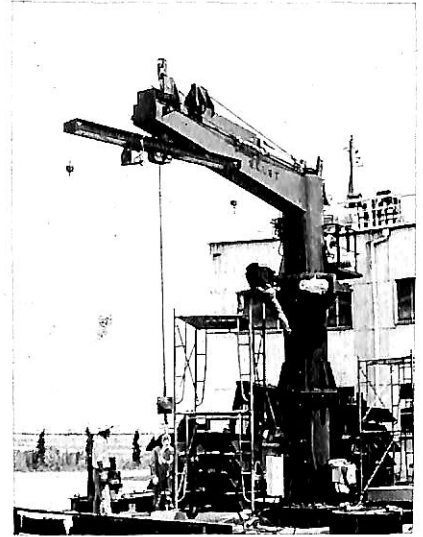
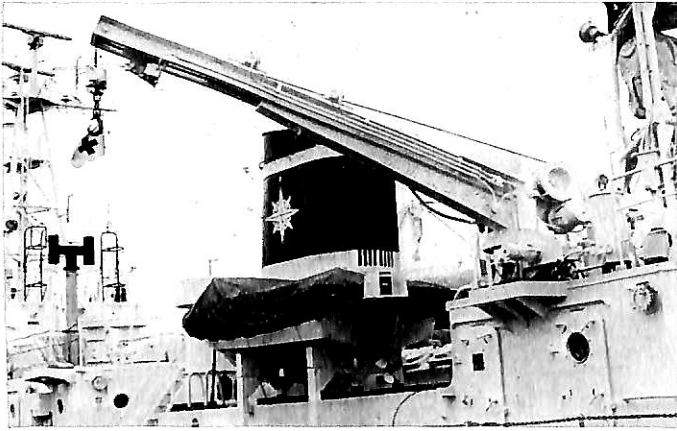
モーターボート競走の収益金は  
 ハンセン氏病対策活動に役立っています。

後援 財団法人 **日本船舶振興会** (会長 笹川良一)

# UEDA

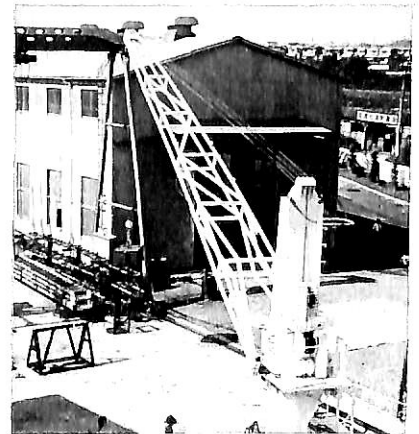
## 船用クレーン

● 波浪追従装置付クレーン(特許)



### 営業品目

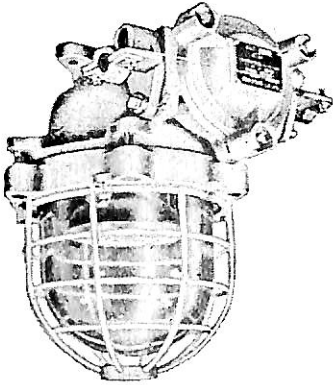
- 舷梯装置
- 舷梯ウインチ
- ボートダビット
- ボートウインチ
- ガントリークレーン
- ワークラダー
- カーラダー
- フェンダーダビット
- 各種ウインチ
- ワイヤールール



株式会社 五田鐵工所

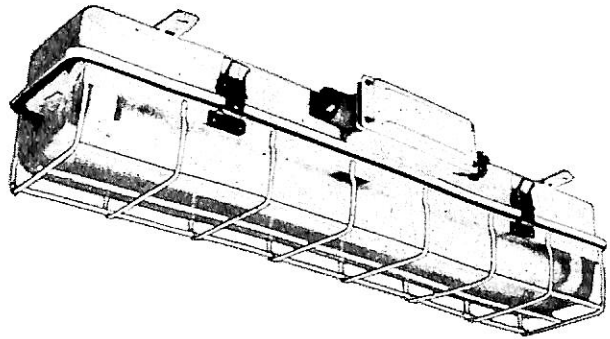
本社 大阪市東住吉区田辺西之町7丁目10番地  
工場 大阪府羽曳野市広瀬148 Tel. 0729-56-2481



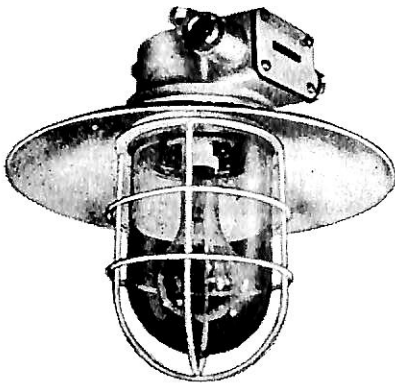


耐圧防爆形天井灯

- 運輸省型式承認
- 船級協会認定品



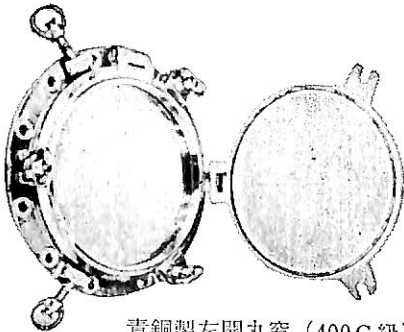
気密形蛍光天井灯



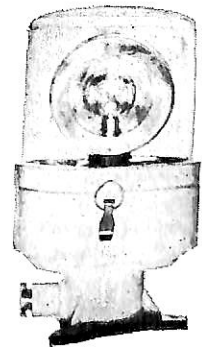
船用作業灯

### ● 営業品目

- 防爆器具類
- 車輛甲板用照明器具類
- 甲板照明器具類
- 信号探照灯類
- 室内照明器具類
- 配線器具類
- 窓 類
- 通風金物類



青銅製左開丸窓 (400C級)



甲種紅色閃光灯  
LGF2R-01

## 株式会社 高 工 社

本 社 工 場：東大阪市御厨693  
 TEL 大阪 代表 (781) 4351, TELEX 大阪 (527)8914  
 東 京 営 業 所：東京都港区西新橋1丁目22番7号 森ビルE別館 1  
 TEL 東京 代表 (501) 8077, TELEX 東京222-4132

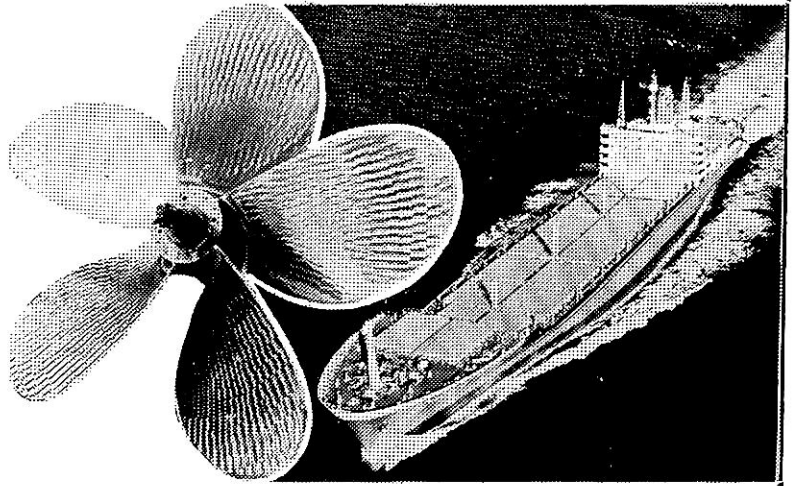
# 世界の海に活躍する **ナカシマプロペラ**

## ■製造品目

大型貨物船・タンカー・撒積船  
各種専用船プロペラの設計及び  
製作、各種銅合金鋳造品・船尾  
装置一式

## ■新開発システム

- キーレスプロペラ  
キーなしのシャフトにプロペラを油圧にて装着する新方式  
取付・取外し簡便
- NAUタイププロペラ  
当社と造船技術センターの共同開発、中小型プロペラの効率大巾アップ
- 可変ピッチプロペラ  
英国ストーン社との技術提携による高性能OPPシステム一式  
(XS・XK・XX三種)

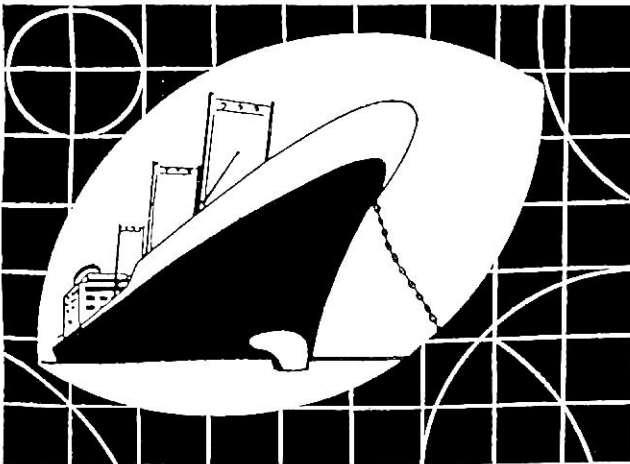


運輸省認定事業場



## **ナカシマプロペラ株式会社**

本社工場 岡山市上道北方688-1(岡山中央郵便局私書函167) 〒709-08 電話(0862)79-2205(代) TELEX 5922-320 NKPROP J  
 東京営業所 東京都中央区八丁堀1丁目6番1号 協栄ビル 〒104 電話(03)553-3461(代) TELEX 252-2791 NAKAPROP  
 大阪営業所 大阪市西区鞠本町2丁目107 新興産ビル 〒550 電話(06)541-7514(代) TELEX 525-6246 NKPROPOS



## 船舶の設計

各種船舶基本計画

各部工作図

高速艇

油回収船

修繕船修理工事

配管工事

その他鉄構工事

## 海上運送業務

船舶回航業

船舶運航業

船舶仲立業

海水こし器



株式会社

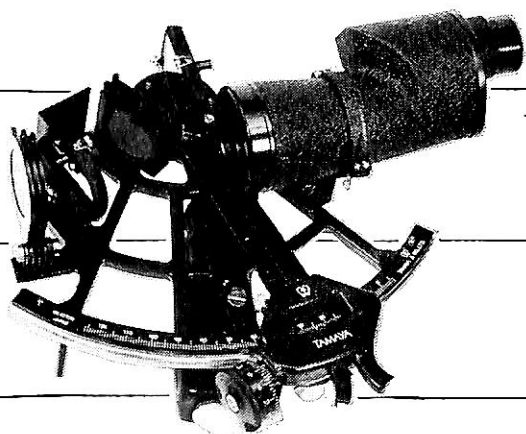
## 共栄船舶興業

横浜市神奈川区東神奈川2-48-2  
 ☎221 ☎横浜045(441)7685(代表)



# TAMAYA航海機器

航海の安全を願い、60年にわたる経験と卓越した技術が生み出したTAMAYA航海機器。厳選された材質と優れた構造から生まれる高い精度と堅牢度、使い易さなど、その優秀さは内外の商船、漁船をはじめ、ヨットマンの間でも絶大な信頼と好評を博しています。



## TAMAYA六分儀 MS-3L

六分儀と云えばTAMAYA……TAMAYAと云えば六分儀の代名詞にさえなっています。六分儀の中の六分儀、優れた性能を持つ反射鏡やシェードグラス。これら、全ての製品にJES船舶8201以上の精度に調整し、器差表を作製添付いたしております。

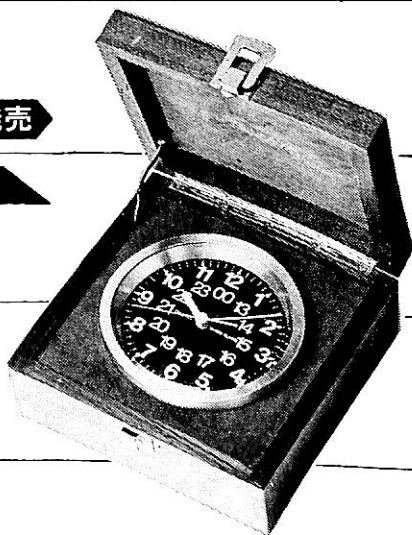
■仕様 ●標準望遠：7×50 ●照明：付 ●アーチ：ブロンズ ●フレーム：耐蝕性軽合金

## 新発売

## TAMAYA船舶標準時計 MQ-2

小型船舶向けに作られた船舶時計です。完全防湿構造、温度特性のよい4 MHz クォーツの組合せは航海の安全をお約束します。

■仕様 ●精度：月差4.5' ●作動温度：-10℃～+50℃ ●夜光塗料：自発光塗料、時分針及び5分おき表示



## 新発売



## TAMAYAデジタル航法計算機 NC-77

●18種の航法計算内蔵のミニコンピューター  
最新の測量結果(WGS-72)による離心率を採用。m/ft単位の切替えもスイッチひとつ。応用範囲の広いG.Cモード等、数々の特長をもっています。

■仕様 ●18種の航法計算内蔵 ●表示桁数：10桁（小数部≤9桁） ●電源：A.C.D.C両用 ●本箱ケース付

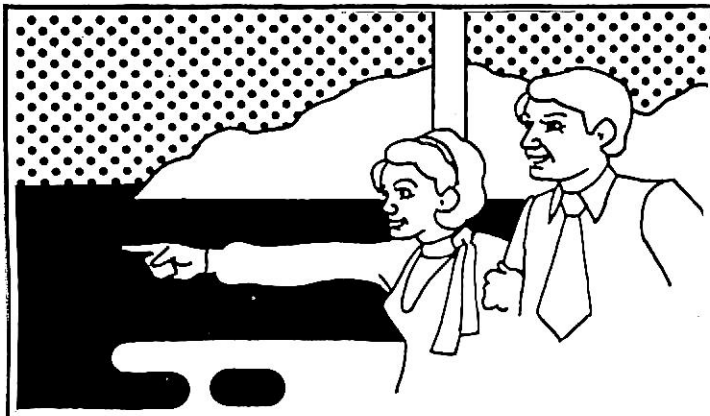
●カタログ請求、お問い合わせは下記住所へ。

航海・測量・気象機器 専門商社



株式会社 玉屋商店

東京本社 〒104 東京都中央区銀座3-5-8 ☎03-561-8711(代)



業務内容

- 船客傷害賠償責任保険
- 自動車航送船賠償責任保険
- 日本旅客船協会船員災害補償保険
- 公団共有旅客船の船舶保険
- 交通事故傷害保険

楽しい船旅は安心から…  
 —備えあれば、憂いなし—

日本定航保全株式会社

社長 渡邊 浩

東京都千代田区内幸町2丁目2番2号(富国生命ビル17階)  
 電話 東京03 (501) 局6821~2 (503) 局4566

新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

■ 主要業務

依頼試験、研究  
 施設設備の貸与  
 技術相談

環境(耐候・振動)・防火・防爆・情報処理  
 音響・化学分析・材料・加速度ピックアップの  
 校正等・試験研究設備が整備されています



船舶艤装品研究所

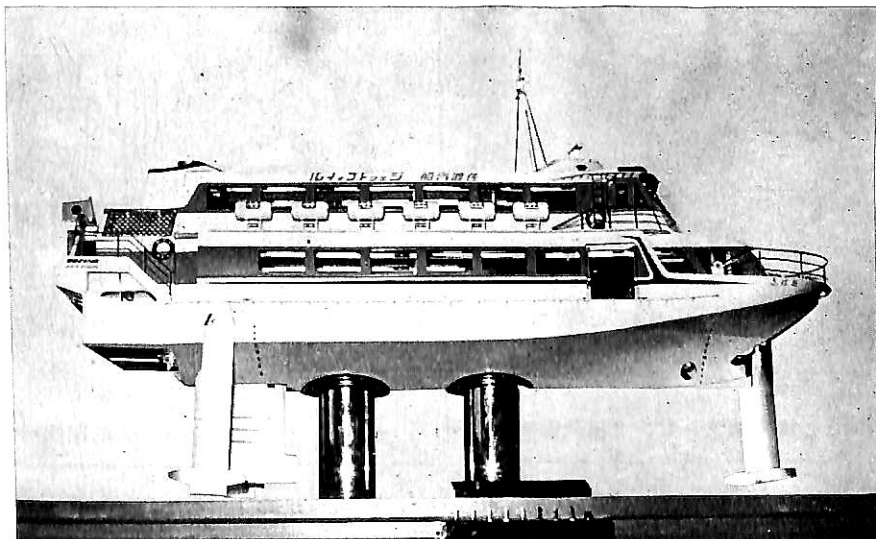
RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING  
 HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

〒189 東京都東村山市富士見町1-5-12  
 TEL 0423-94-3611~5

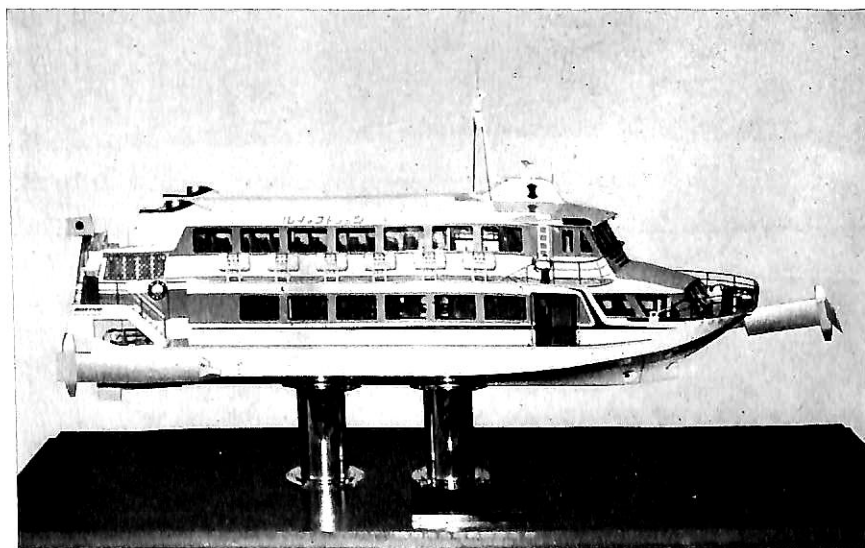
(競艇益金事業)



進水記念贈呈用に  
不二の船舶美術模型を  
佐渡汽船(株)ジェットフォイル“おけさ” $\frac{1}{25}$ 模型



水中翼航行時



船艇航行時

株式会社 不二美術模型

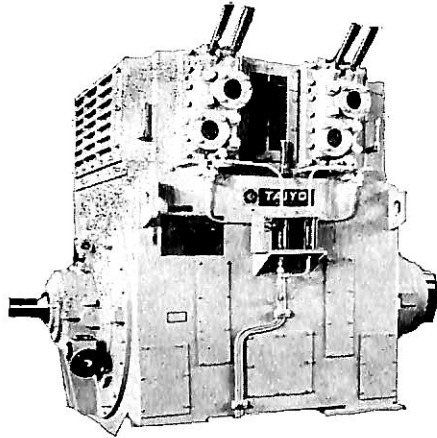
代表取締役社長 桜庭 武二

東京都練馬区高松2丁目5の2 TEL. 東京 (998)1586

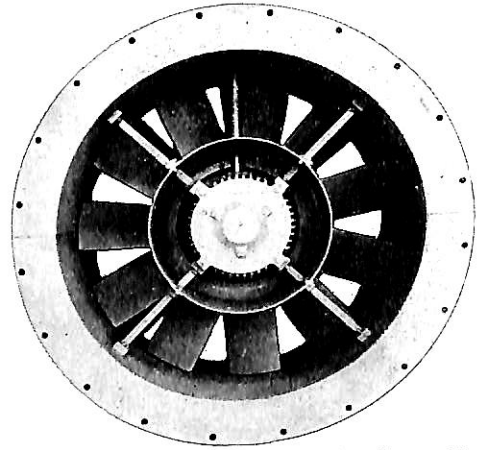
ながい経験と最新の技術を誇る！



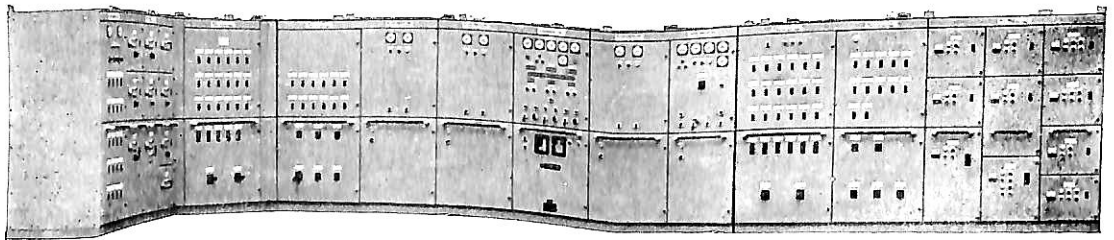
# 大洋の船舶用電気機器



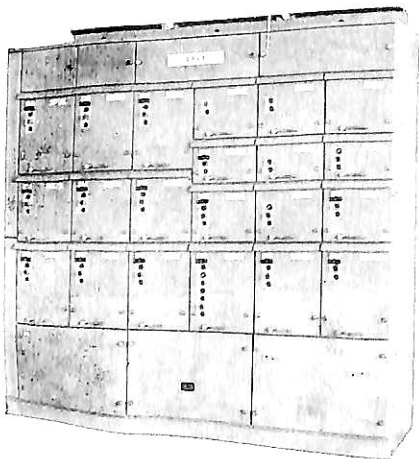
排ガスタービン2極発電機



低騒音軸流通風機



自動化装置組込配電盤



ドローアウト式集合始動器

### 主要生産品目

- 発電機
- 電動機
- 配電盤
- コンソールパネル
- 自動化電源装置
- 各種送風機

 **大洋電機** 株式会社

本社 東京都千代田区神田錦町3-16

電話 03-293-3061 (大代)

工場 岐阜・岐阜羽島・伊勢崎・群馬

営業所 下関・札幌・大阪・釧路

海外 Chicago・Jakarta・Dubai・Abu Dhabi



# 船の科学

1980

5

Vol. 33

## 目 次

- 11 新造船写真集 (No. 379)
- 28 日本商船隊の懐古 No. 11 (青葉山丸, 日新丸, 千光丸, しどに丸) ……山 田 早 苗
- 33 4月のニュース解説 ……編 集 部
- 36 海底地質調査船「南海 503」 ……三 井 造 船
- 42 私の戦後海運造船史 (5) ……米 田 博
- 46 複胴式熱交換器の管板および胴体仕切板取付けボルトの  
強度について(2) ……加 藤 弘
- 54 低質重油燃焼が可能な Pielstick PA6 型ディーゼル機関 ……日 本 鋼 管
- 60 新IHI キャビテーション試験水槽の概要 ……石川島播磨重工業
- 
- 石炭焚き船技術シリーズ (その1)—
- 69 石炭焚き船の歴史と現状 ……三 菱 重 工 業
- 74 ケミカルタンカー (46) ……恵美洋彦・角張昭介
- 80 船舶電子航法ノート (44) ……木 村 小 一
- 87 中速艇の一設計法 (10) ……大 隅 三 彦
- 
- 41 船舶技術研究所第35回研究発表会 ……運 輸 省

### ニュース

大型鉄石兼原油運搬船の主機換装工事を完工

川崎重工

### 技術短信

英国 CSL 社と流動層燃焼装置について技術提携

日立造船

「船用ディーゼル機関」状態監視・異常予測装置の新機種 COMOS-D4を開発

三菱重工

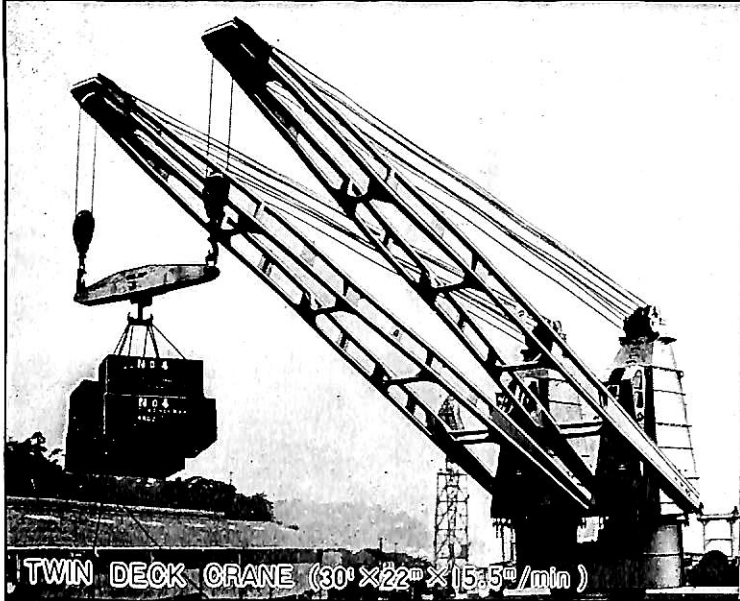
# 最新の技術と実績を誇る 福島の甲板機械

- 油圧・蒸気・電動各種  
甲板機械
- デッキクレーン
- アンカー・ハンドリング  
ウィンチ
- 電動油圧グラブ

*Fukushima*

株式会社 **福島製作所**

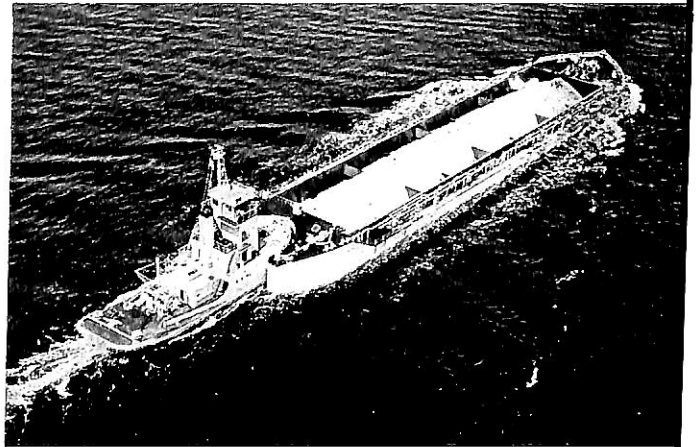
本社・工場／福島市三河北町9番80号 ☎0425(34)3146  
 営業部／東京都千代田区四番町4-9 ☎03(265)3161  
 大阪営業所／大阪市東区南本町3-5 ☎06(252)4886  
 出張所／札幌・石巻・広島・下関・長崎  
 海外駐在員事務所／ロンドン



## “押船—舢舨船団に”アーティカップル

ピンジョイント式  
自動連結装置

ボタン操作による  
全自動方式

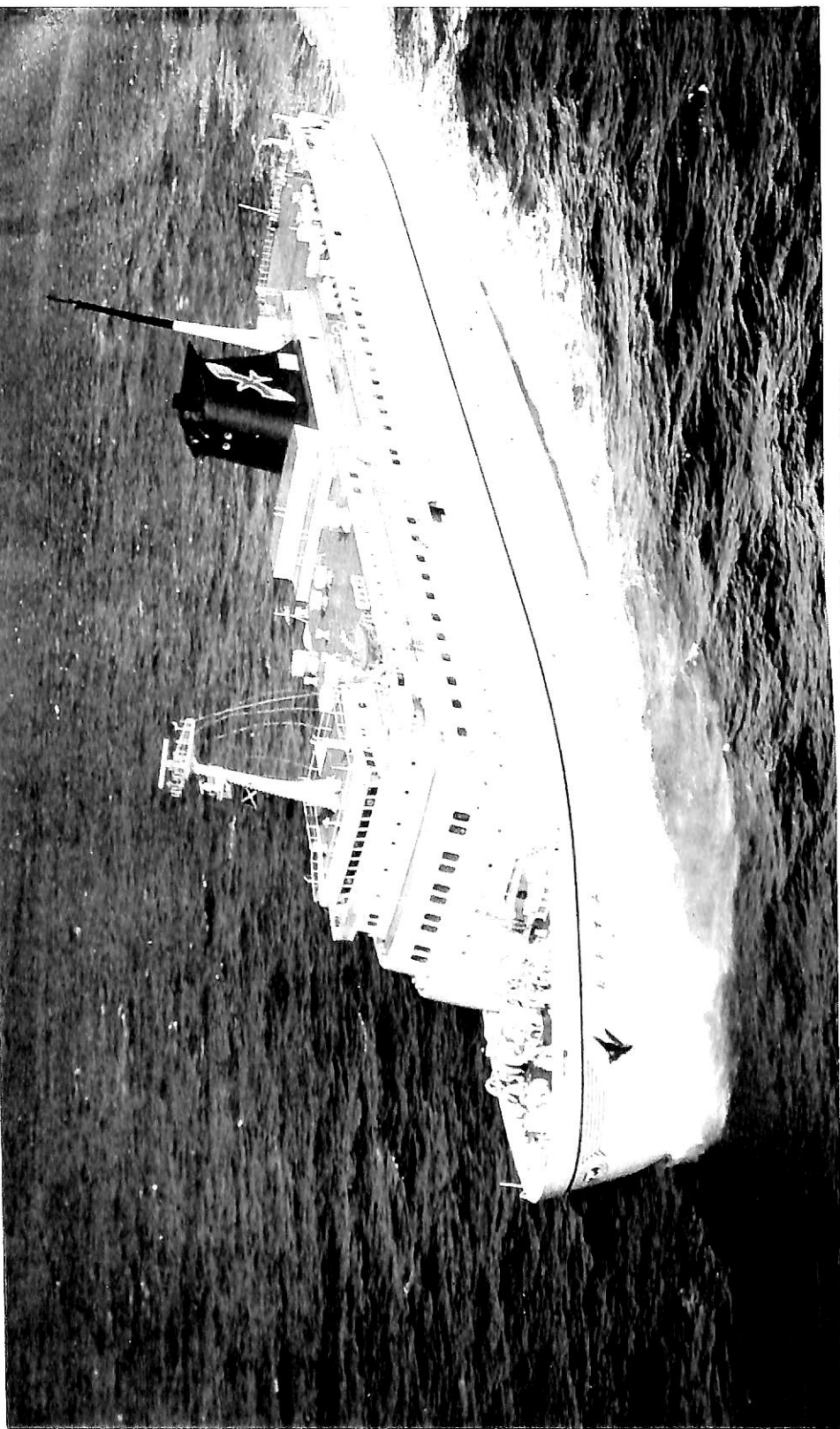


☆ 荒天時も就航可能!

☆ 連結—切離し作業の無人化とスピード・アップ!

**大成設計工務株式会社**

東京都台東区東上野 1-28-3  
電話 03(833)0828



自動車航送客船 おおすみ 日本カー・フェリー 株式会社

幸陽船渠株式会社建造(第867番船)	起工	54-8-1	竣工	55-2-18
全長 159.57m	垂線間長	148.00m	型深 Dデッキまで	8.80m
全幅 6.50m	満載排水量	10,654t	Cデッキまで	13.70m
乗員数 Cデッキ 乗用車62台, トラック(8t)26台, トラック(4t)16台	総噸数	9,236.99T	載貨重量	2,992.00t
燃料油槽 536m <sup>3</sup>	燃料消費量	96.912t/day(75%)	乗用車15台, トラック(8t)60台, トラック(4t)16台	
出力(連続最大) 18,000PS×2 (430rpm) (常用) 13,500PS×2 (390.7rpm)	積水槽	542m <sup>3</sup>	主機 三菱 MAN 18V52/55型ディーゼル機関×2	
補給缶 CPDA-45型 4,400kg/h×6.5kg/cm <sup>2</sup>	排ガスエコーマインガー	2,500kg/h×6.5kg/cm <sup>2</sup>	プロペラ	4翼 2軸 Cpp
発電機 (全) 防滴ブラッシュレス 1,100kW×AC450V×3φ×3, ダイハツ 6VSHIC 26-D型 1,680PS×720rpm×3	無線装置	送(主) 350W×1 (輔) 130W×1	(非) 防滴型自励式	
60kW×AC450V×3φ×1, ヤンマー 6ESDL型 100PS×1,800rpm×1	レーダー	速度(試運転最大) 27.282kn	(備) 全波×1	
(補) 全波×1 船舶電話	航海予防装置	船型 全通船楼甲板型	(備) 全波×1	
無線電話 2,489.9w	船級・区域資格 JG 近海	速度(試運転最大) 27.282kn	(備) 全波×1	
旅客 貴賓室2名, 特等室40名, 1等洋室80名, 1等和室85名, 2等室366名, ドライバー100名, 予備室60名, 計733名	船級・区域資格 JG 近海	船型 全通船楼甲板型	(備) 全波×1	
バウスタスター(ナカシマTCNI1000型可変ピッチ)×1	船級・区域資格 JG 近海	速度(試運転最大) 27.282kn	(備) 全波×1	

航路 大阪→志布志



自動車運搬専用船 追 浜 丸 日産専用船運航株式会社  
OPPAMA MARU

住友重機械工業株式会社追浜造船所建造(第1073番船) 起工 54-6-21 進水 54-11-27 竣工 55-3-18  
 全長 190.00m 垂線間長 180.00m 型幅 32.20m 型深 30.55m 満載喫水 8.92m  
 総噸数 17,375.82T 純噸数 9,387.68T 載貨重量 17,980t Car・Cont.搭載数 5,580台(小型乗用車換算),  
 20'×76個又は40'×40個 燃料油槽 2,528m<sup>3</sup> 燃料消費量 53.2t/day 清水槽 380m<sup>3</sup>  
 主機械 住友 Sulzer 7RND76M型ディーゼル機関×1 出力(連続最大) 16,800PS (122rpm)  
 (常用) 14,280PS (116rpm) プロペラ 5翼 1軸 補汽缶 コンポジット型 1.3t/h×1  
 発電機 (ディーゼル) 680kW×AC450V×3 無線装置 送(主) 1.2kW×1 (補) 110W×1 受(主) 全波×1  
 (補) 全波×1 船舶電話 VHF 航海計器 デッカ ロラン レーダー 速力(試運転最大) 21.210kn  
 (満載航海) 19.35kn(d=8.22m) 航続距離 16,600浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 多層甲板型  
 乗組員 30名 40フィートおよび20フィートコンテナの搭載が可能でコンテナの船内移動用として住友重機械  
 開発のクレーンによる搬入装置及びチルトタンク方式による船内移動装置を装備

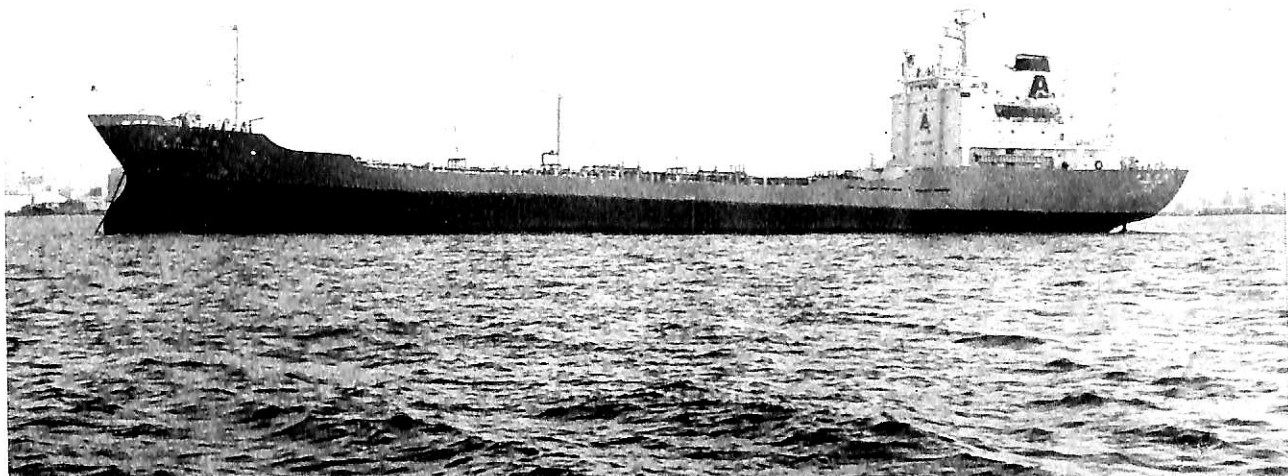
— 12 —

撒積貨物船 興 和 丸 山和商船株式会社  
KOWA MARU

今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1066番船) 起工 54-6-26 進水 54-10-12 竣工 54-11-30  
 全長 160.38m 垂線間長 150.00m 型幅 24.60m 型深 13.60m 満載喫水 9.951m  
 満載排水量 29,702t 総噸数 14,263.08T 純噸数 9,513.92T 載貨重量 23,893t  
 貨物艙容積 (ベール) 29,840.70m<sup>3</sup> (グレーン) 31,181.98m<sup>3</sup> 船口数 4 クレーン 25t×1, 25t×3  
 燃料油槽 1,344.84m<sup>3</sup> 燃料消費量 29t/day 清水槽 428.84m<sup>3</sup>  
 主機械 IHI SEMT Pielstick 14PC2-5V型ディーゼル機関×1 出力(連続最大) 9,100PS (520rpm)  
 (常用) 8,190PS (502rpm) プロペラ 4翼 1軸 補汽缶 堅型煙管式 7.0kg/cm<sup>2</sup> (油焚) 1,000kg/h,  
 (排ガス) 1,000kg/h 発電機 ヤンマー 6MAL-HT型 400kVA×3 無線装置 送(主) 1kW×1  
 (補) 75W×1 受(主) 全波×1 (補) 全波×1 船舶電話 航海計器 ロラン レーダー  
 速力(試運転最大) 16.486kn (満載航海) 14.0kn 航続距離 11,600浬 船級・区域資格 NK 遠洋  
 船型 ウェル甲板型 乗組員 27名 同型船 サングレイス







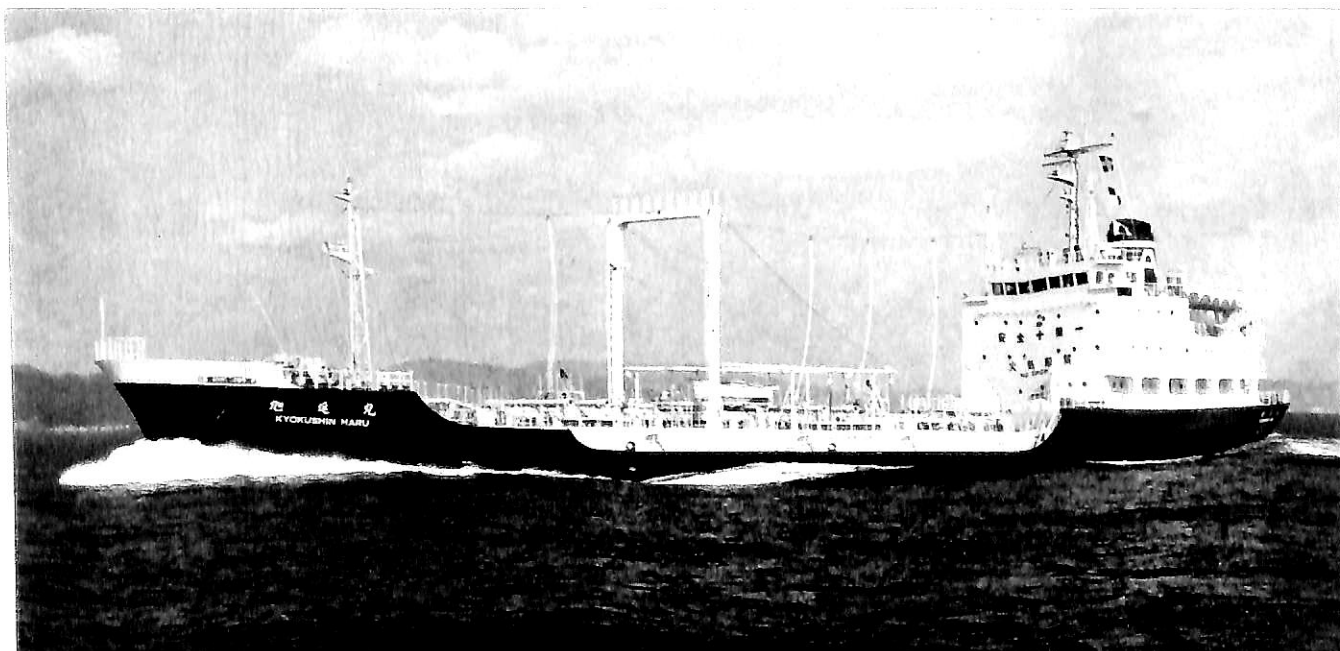
油槽船 英彦山丸 英雄海運株式会社  
HIKOSAN MARU

福岡造船株式会社建造(第F-1075番船)	起工 54-7-17	進水 54-9-25	竣工 54-12-6
全長 114.70m	垂線間長 106.00m	型幅 15.40m	型深 7.80m
総噸数 3,565.17T	純噸数 1,835.87T	載貨重量 5,299.89t	満載喫水 6.466m
主荷油泵 1,200m <sup>3</sup> /h×2	燃料油槽 329m <sup>3</sup>	燃料消費量 12t/day	貨物油槽容積 5,533.779m <sup>3</sup>
主機械 赤阪 6UET 45/75C型ディーゼル機関×1	プロペラ 4翼 1軸	出力 (連続最大) 3,800PS (230rpm)	清水槽 221m <sup>3</sup>
(常用) 3,230PS (218rpm)	ダイハツ 600PS×900rpm×2	補汽缶 三浦 VW-6000SE型×1	無線装置 送(主) 800W×1 (補) 75W×1
発電機 西芝 450kVA×AC445V×2	船艙電話 VHF	航海計器 オメガ レーダー	船級・区域資格 NK 近海
受(主) 全波×1 (補) 全波×1	航続距離 7,300浬	船型 同型船	筑紫野丸
速力 (試運転最大) 14.371kn (満載航海) 12.6kn	乗組員 20名		

油槽船 旭進丸 旭陽タンカー株式会社  
KYOKUSHIN MARU

— 13 —

宇部船渠株式会社建造(第158番船)	起工 54-7-5	進水 54-10-9	竣工 54-11-30
全長 89.95m	垂線間長 85.20m	型幅 14.20m	型深 7.10m
満載排水量 5,422t	総噸数 2,493.04T	純噸数 1,430.02T	満載喫水 5.995m
貨物油槽容積 4,232.677m <sup>3</sup>	主荷油泵 1,200m <sup>3</sup> /h×75m×2(スクリュウ)	燃料油槽 270m <sup>3</sup>	載貨重量 3,802t
燃料消費量 11.46t/day	清水槽 163.9m <sup>3</sup>	ディーゼル機関×1	デリック 0.9t×2
出力 (連続最大) 3,400PS (600rpm)	主機械 宇部 Mak 9M453AK型	(常用) 3,060PS (579rpm)	プロペラ 4翼 1軸
補汽缶 クレートン貫流式 500kg/h×7kg/cm <sup>2</sup> G	発電機 西芝 250kVA×2	ダイハツ 360PS×1,200rpm×2	無線装置 船艙電話
航海計器 ロラン レーダー	速力 (試運転最大) 13.946kn	(満載航海) 13.5kn	船級・区域資格 NK 沿海
航続距離 6,990浬	乗組員 19名		





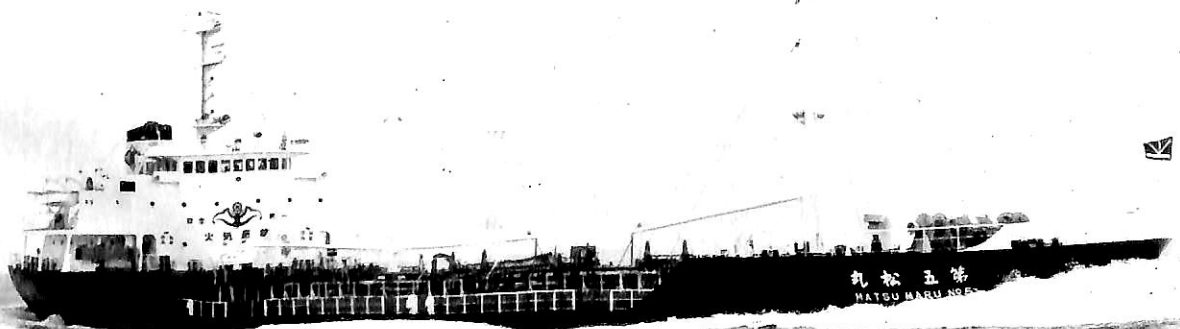
RO/RO自動車運搬船 **雄 寶 丸** 丸川海運有限会社  
YUHO MARU 快幸タンカー株式会社

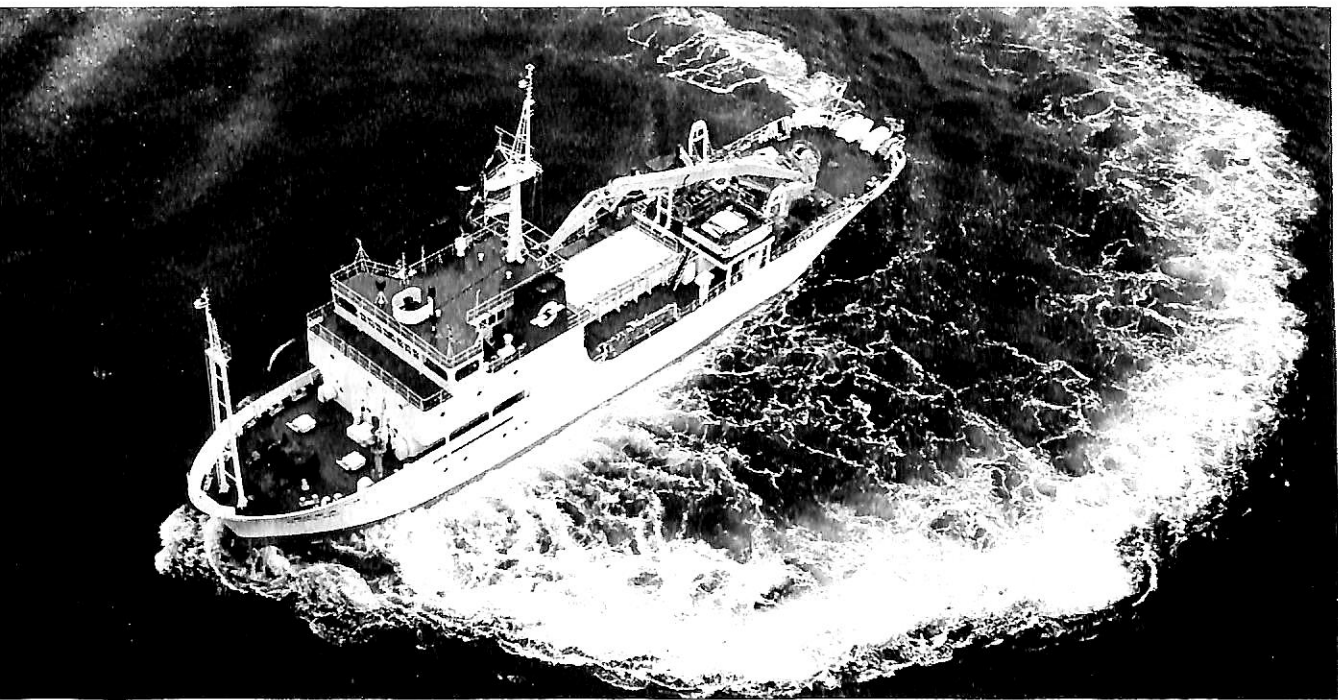
株式会社日杵鉄工所日杵工場建造(第1505番船) 起工 54-10-26 進水 54-11-21 竣工 55-1-25  
 全長 108.00m 垂線間長 100.00m 型幅 20.00m 型深 6.00m 満載喫水 5.74m  
 総噸数 3,651.38T 純噸数 2,427.18T 載貨重量 3,621.9t Car・Cont.搭載数 乗用車 361台  
 又はトレーラーシャーシ-30台, コンテナ53個 乗用車 114台 燃料油槽 463.23m<sup>3</sup> 燃料消費量 30.2t/day  
 清水槽 178.82m<sup>3</sup> 主機械 赤阪 9UET 52/90D型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 9,000PS (198rpm)  
 (常用) 7,650 (187.6rpm) プロペラ 4翼 1軸 CPP 補汽缶 WHO75型 935kg/h×7kg/cm<sup>2</sup>  
 発電機 精工舎 250kVA×2 ヤンマー 530PS 無線装置 船舶電話 VHF 航海計器 レーダー  
 速力 (試運転最大) 21.047kn (満載航海) 18.0kn 航続距離 4,000浬 船級・区域資格 NK 沿海  
 船型 全通二層甲板型 乗組員 15名 ランプドア×1, コンテナリフター×1, パウラスター×1

— 14 —

油槽船 **第五松丸** 船舶整備公団  
MATSU MARU No.5 松藤商事合資会社

本田造船株式会社建造(第672番船) 起工 54-7-23 進水 54-9-11 竣工 54-11-16  
 全長 88.70m 垂線間長 82.50m 型幅 13.20m 型深 6.60m 満載喫水 5.996m  
 満載排水量 4,833t 総噸数 1,837.60T 純噸数 1,110.10T 載貨重量 3,518t  
 貨物油槽容積 3,560.136m<sup>3</sup> 主荷油ポンプ 1,000m<sup>3</sup>/h×85m×2 燃料油槽 198.21m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 1基当り約6t/day 清水槽 106.42m<sup>3</sup> 主機械 ダイハツ 6DSM-28FS型ディーゼル機関×2  
 出力 (連続最大) 1,600PS×2 (720rpm) (常用) 1,360PS×2 (685rpm) プロペラ 4翼 1軸  
 補助汽缶 乾燃室式丸ボイラー 3,950kg/h MCR×1 発電機 大洋電機(主) 445V×150kVA×1,200rpm×2  
 (補) 445V×50kVA×1,200rpm×1, ヤンマー(主) 185PS×1,200rpm 6KFL-T×2 (補) 70PS×1,200rpm 3KDL×1  
 無線装置 船舶電話 航海計器 レーダー 速力 (試運転最大) 13.756kn (満載航海) 13.0kn  
 航続距離 3,000浬 船級・区域資格 NK 沿海 船型 船首楼付一層甲板型 乗組員 13名  
 油圧式弁開閉装置 一式





海底ケーブル敷設船 瀬戸内丸 日本電信電話公社

SETOUCHI MARU

三菱重工業株式会社下関造船所(第809番船)・幸陽船渠株式会社 建造	起工 54-3-8	進水 54-7-20
竣工 54-12-22	全長 64.808m	垂線間長 56.20m
満載喫水 3.50m	総噸数 818.57T	純噸数 254.32T
中折式デッキクレーン 8/3t×17/21m×1	燃料油槽 131m <sup>3</sup>	燃料消費量 163.1g/PS・h
主機械 ダイハツ 6DSM 非可逆転ディーゼル機関×2		出力 (連続最大) 1,300PS×2 (750rpm)
(常用) 1,100PS×2 (720rpm)		三菱 6TP-250トロコイダル プロペラ×2 2軸
発電機 三菱電機 AC450V×3φ×60Hz×437.5kVA×900rpm×3		(原) ダイハツ 530PS×900rpm
無線装置 船舶電話	航海計器 レーダー	速力 (試運転最大) 12.39kn (航海) 12kn
航続距離 3,690浬	船級・区域資格 JG 沿海	乗組員 19名(予)2名, 工事要員29名, 計50名

- ・ケーブルエンジン(電動油圧)2.5mφ ドラム型両舷各1
- ・ケーブル捲取装置(電動駆動)ケーブルガイドアーム回転式×1
- ・埋設用ウォータージェットポンプ 4.5m<sup>3</sup>/min×14kg/cm<sup>2</sup>×2
- ・作業艇, パージ, 交通艇 各1

配属 尾道海底線工事事務所

ラテックスタイプ  
エポキシタイプ デッキ舗床材  
マグネシヤタイプ

B.O.T承認番号

MC25/8/0113

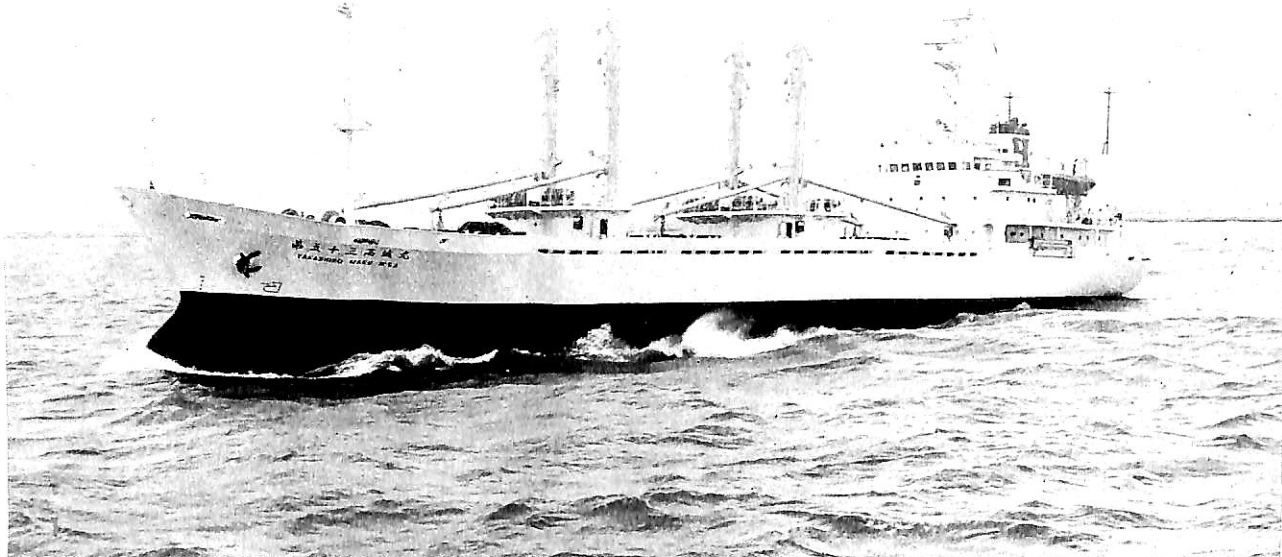
カタログ呈  
**Tightex**  
タイテックス

SOLAS 承認

- N.K
- N.V
- A.B
- L.R
- B.V
- C.R
- N.S.C

施工実績数百隻

**太平工業株式会社** 本社 京都市右京区三条通西大路 電話(311)1101代  
出張所 東京都港区白金台4-9-19K.T.C.ビル 電話(446)6283  
出張所 広島・神戸・呉・長崎



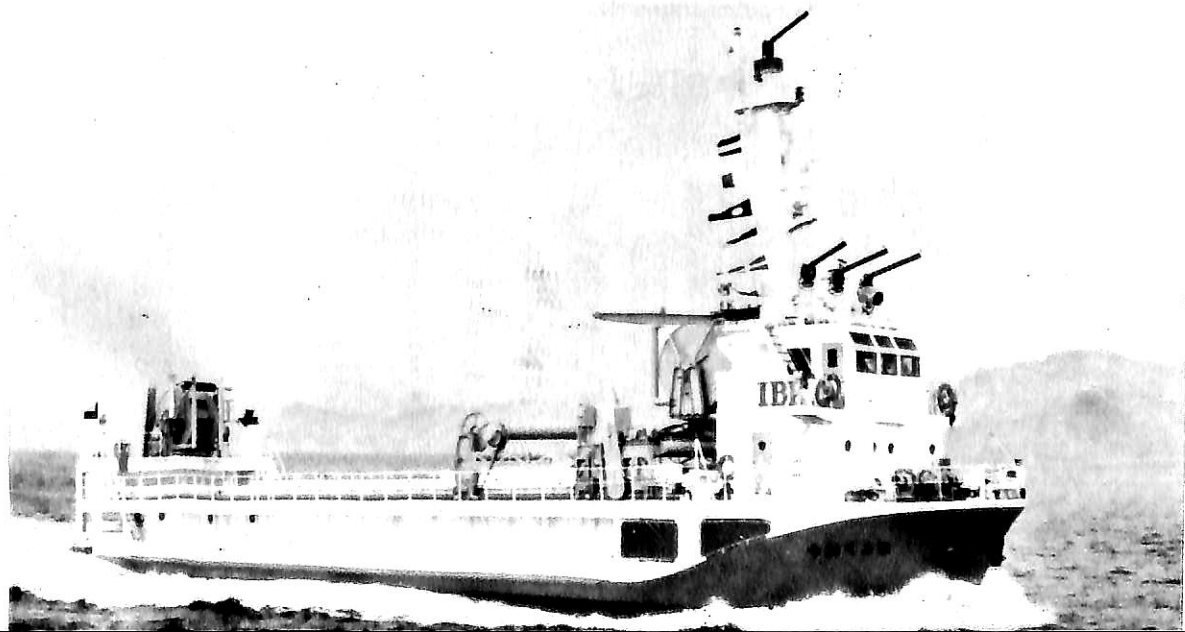
冷蔵貨物船 第五十三高城丸 高城丸海運株式会社

TAKASHIRO MARU No. 53

福岡造船株式会社建造(第1076番船)	起工 54-10-3	進水 54-11-6	竣工 55-1-31
全長 83.06m 垂線間長 77.00m	型幅 13.20m	型深 7.85m	満載喫水 5.014m
満載排水量 3,327.90t	総噸数 992.35T	純噸数 523.32T	載貨重量 1,956.45t
貨物艙容積 (ベール) 2,755.38m <sup>3</sup>	艙口数 3	デリック 4t×6	燃料油槽 442.91m <sup>3</sup>
燃料消費量 11.5t/day	清水槽 64.09m <sup>3</sup>	主機械 赤阪 AH-40型ディーゼル機関×1	プロペラ 4翼 1軸
出力 (連続最大) 3,000PS (300rpm)	(常用) 2,550PS (284rpm)		
補汽缶 三浦工業 VWS-600E 636kg/h×8.0kg/cm <sup>2</sup> ×1			
発電機 437.5kVA×350kW×445V×60Hz×3φ×530PS×900rpm×2	無線装置 送(主)0.8kW×1 (補)75W×1		
受(主) 全波×1 (補) 全波×1	船舶電話	航海計器 NNSS レーダー	
速力 (試運転最大) 17.112kn (満載航海) 14.0kn	航続距離 11,000浬	船級・区域資格 NK 遠洋	
船型 平甲板型	乗組員 20名		

オイルフェンス展開/消防船 きよくおう 伊勢湾防災株式会社

三菱重工業株式会社長崎造船所建造(第13009番船)	起工 54-9-20	進水 54-11-8	竣工 54-12-12
全長 39.7m 垂線間長 37.0m	型幅 8.5m	型深 2.2m(上甲板)	満載喫水 1.6m
総噸数 289.28T	載貨重量 120t	燃料油槽 9m <sup>3</sup>	清水槽 10m <sup>3</sup>
ディーゼル機関×2	出力 (定格) 550PS×2 (900rpm)	主機械 ヤンマーS185-ST型	プロペラ 3翼 2軸
発電機 3相交流×40kVA×225V×70PS×1,200rpm×2	無線装置 VHF	航海計器 レーダー	
速力 (試運転最大) 11.6kn	航続距離 500浬	船級・区域資格 JG 平水	乗組員 16名
○オイルフェンス積載能力: 大型 (600mmφ) 1,200m, B型 (300mmφ) 5,500m			
○消防ポンプ 650m <sup>3</sup> /h×127m トータルヘッド×2			
○放水銃 5,500/min×1 (電動) 5,500/min×3 (手動)			





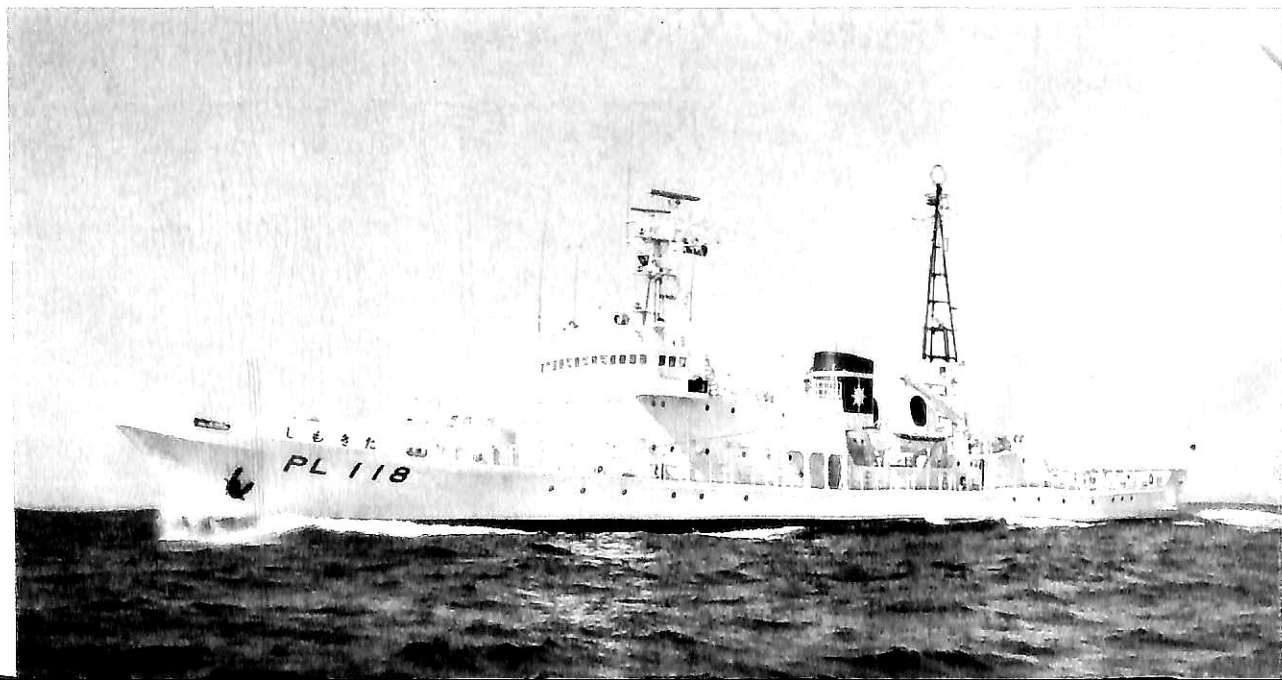


改ヘリコプターとう載型巡視船(PL04) う ら が 海上保安庁

日立造船株式会社舞鶴工場建造(第4623番船)	起工 54-3-14	進水 54-10-12	竣工 55-3-5
全長 105.40m	垂線間長 100.00m	型幅 14.60m	型深 8.00m
排水量(常備) 3,700t	総噸数 3,200T	純噸数 940.0T	喫水(常備) 4.85m
燃料消費量 43.2t/day	清水槽 270m <sup>3</sup>	主機械 新潟 SEMT Pielstick 12PC2-5V型ディーゼル機関×2	燃料油槽 870.0m <sup>3</sup>
出力(連続最大) 7,800PS×2 (520rpm)	(常用) 6,630PS×2 (500rpm)	プロペラ 4翼 2軸 CPP	
補汽缶 RHO 125型×1		発電機 650kVA×850PS×2, 150kVA×200PS×1	
航海計器 ロラン 衝突予防装置 レーダー		速力(試運転最大) 23.0kn (航海) 21.5kn	
航続距離 7,990浬	船級・区域資格 JG 遠洋	船型 長船首楼型	乗組員 71名 同型船 つがる
・とう載ヘリコプター ベル式212型1機			
・フィンスタビライザー×1			
・兵装 35mm機関砲, 20mm機銃			配属 横浜海上保安部

巡視船(PL118) し も き た 海上保安庁

石川島造船化工機株式会社建造(第506番船)	起工 54-3-14	進水 54-10-8	竣工 55-3-12
全長 77.816m	垂線間長 70.200m	型幅 9.600m	型深 5.300m
常備排水量 1,237.95t	総噸数 964.40T	純噸数 258.82T	常備喫水 3.33m
燃料消費量 9.48t/day	清水槽 147.58m <sup>3</sup>	主機械 新潟 8MA40X型ディーゼル機関×2	燃料油槽 190.96m <sup>3</sup>
出力(連続最大) 3,500PS×2 (380rpm)	(常用) 3,000PS×2 (360rpm)	プロペラ 4翼 2軸 CPP	
補汽缶 クレイトン WHO-50型 620kg/h×7kg/cm <sup>2</sup> ×1		発電機 富士電機 250kVA×450V×60Hz×3φ×2,	
125kVA×450V×60Hz×3φ×1	ヤンマー 320PS×1,200rpm×2, 160PS×1,200rpm×2		
無線装置 送(主) 0.5kW×2 (補) 400W×1 受(主) 全波×2 (補) 全波×1		船舶電話 VHF	
航海計器 デッカ ロラン オメガ レーダー		速力(試運転最大) 20.188kn (満載航海) 16.0kn	
航続距離 5,940浬	船級・区域資格 JG 遠洋	船型 平甲板型	乗組員 41名
・35mm機関砲, 20mm機銃, FRP 高速警備救難艇	・ミランダ式ダビット, 減揺タンク		配属 八戸海上保安部





## 安全な航海のため、 操舵室の窓はクリアーに。



結露・氷結から視界をまもりまします。  
変わりやすい海洋気象、飛び散るしぶき、  
吹き付ける氷雪、操舵室の窓は、どうしても  
曇りがちです。

でもヒートライトCの窓なら、いつも快適な視  
界をお約束します。ヒートライトCは、ガラス  
表面に薄い金属膜をコーティングして通電  
発熱させ、曇りだけでなく、氷結を防ぎ、融  
雪もする安全な窓ガラスです。もちろん金  
属膜は透視の妨げにはなりませんし、被膜  
の保護や感電防止も万全です。またガラス  
は万一割れても破片の飛び散らない安全な  
合わせガラスです。

**ヒートライト®C**

 **旭硝子**

〒100 東京都千代田区丸の内2-1-2 (千代田ビル)  
☎(03)218-5397 (加工硝子部)



キャリビアン ブルー

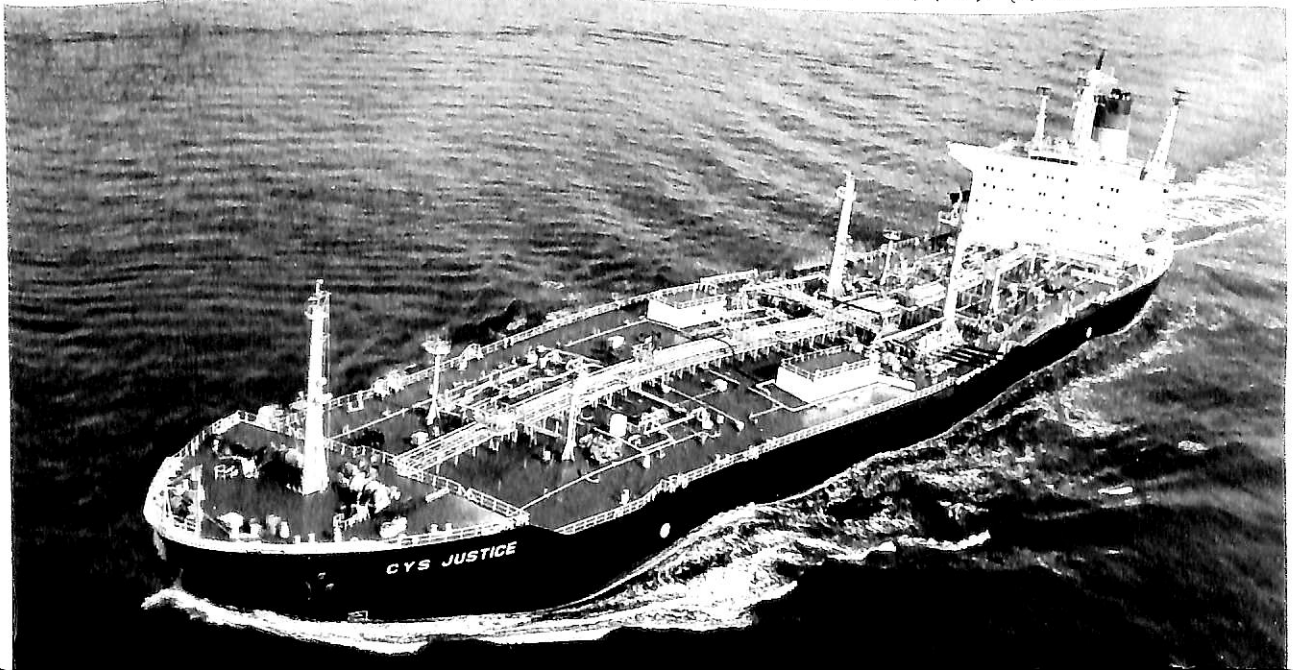
輸出撤積貨物船 **CARIBBEAN BLUE**

船主 Caribbean Blue Shipping Inc. (Liberia)  
 日本鋼管株式会社鶴見製作所建造(第971番船)  
 全長 224.000m 垂線間長 214.000m 起工 54-4-23 進水 54-9-14 竣工 54-12-20  
 総噸数 30,005.34T 純噸数 23,116T 型幅 32.200m 型深 17.00m 満載喫水 12.348m  
 船口数 7 燃料油槽 3,425m<sup>3</sup> 載貨重量 61,897t 貨物艙容積 (グレーン) 75,075m<sup>3</sup>  
 主機械 NKK SEMT Pielstick 10PC4V型ディーゼル機関×1 燃料消費量 45.8t/day 清水槽 249m<sup>3</sup>  
 (常用) 12,750/12,550PS (385/89rpm) プロペラ 5翼 1軸 出力 (連続最大) 14,000/13,790PS (398/92rpm)  
 発電機 (ディーゼル) 自励式 570kW×450V×2 (ターボ) 自励式 480kW×450V×1 補汽缶 油焚堅水管式×1  
 無線装置 送(主) 1.5kW×1 受(主) 全波×1 船舶電話 VHF 航海計器 デッカ ロラン オメガ レーダー  
 速力 (試運転最大) 16.89kn (満載航海) 15.2kn 航続距離 25,000浬 船級・区域資格 AB 遠洋  
 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 38名

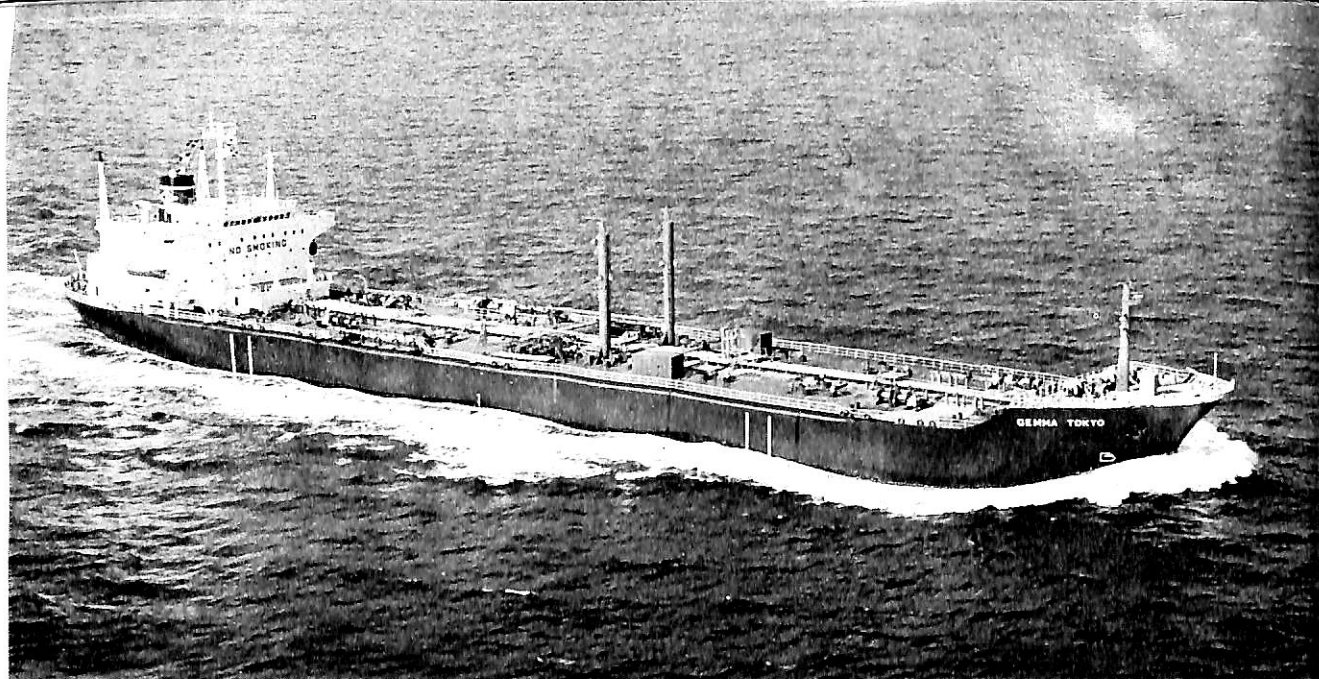
ジャスティス

輸出油槽船 **CYS JUSTICE**

船主 Transocean No. 1 Petroleum Carrier Inc. (Liberia)  
 常石造船株式会社建造(第443番船)  
 全長 216.000m 垂線間長 205.000m 起工 54-7-2 進水 54-10-6 竣工 54-12-27  
 満載喫水 11.000m 満載排水量 68,067t 型幅 (mld) 35.500m 型深 (mld) 16.000m  
 載貨重量 55,275t 貨物油槽容積 67,204m<sup>3</sup> 総噸数 28,824.86T 純噸数 20,893.03T  
 160m<sup>3</sup>/h×110m×4 ホースバンドリングクレーン 15t×2 主荷油泵 520m<sup>3</sup>/h×110m×3, 320m<sup>3</sup>/h×110m×5, 燃料油槽 2,028m<sup>3</sup> 燃料消費量 45.8t/day  
 清水槽 449.8m<sup>3</sup> 主機械 IHI SEMT Pielstick 10PC4V型ディーゼル機関×1 燃料消費量 45.8t/day  
 出力 (連続最大) 15,000/14,850PS (400/91.7rpm) (常用) 12,750/12,620PS (379/86.9rpm) プロペラ 5翼 1軸  
 補汽缶 堅円筒型10kg/cm<sup>2</sup>×16t/h×1 発電機 (ディーゼル) 防滴ダイハツ 8PSHTc-26D型 720kW×2,  
 ダイハツ 6DS-32 1,500kW×1 (ターボ) 防滴 三菱 AT-8-C型 540kW×1 無線装置 送(主) 1.2kW×1  
 (補) 125W×1 受(主) 全波×1 (補) 全波×1 VHF 航海計器 デッカ ロラン NNSS レーダー  
 速力 (試運転最大) 15.56kn (満載航海) 14.90kn 航続距離 14,500浬 船級・区域資格 NK 遠洋  
 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 40名  
 ・二重底構造, サブマージドポンプ (1タンク, 1ポンプ) 付







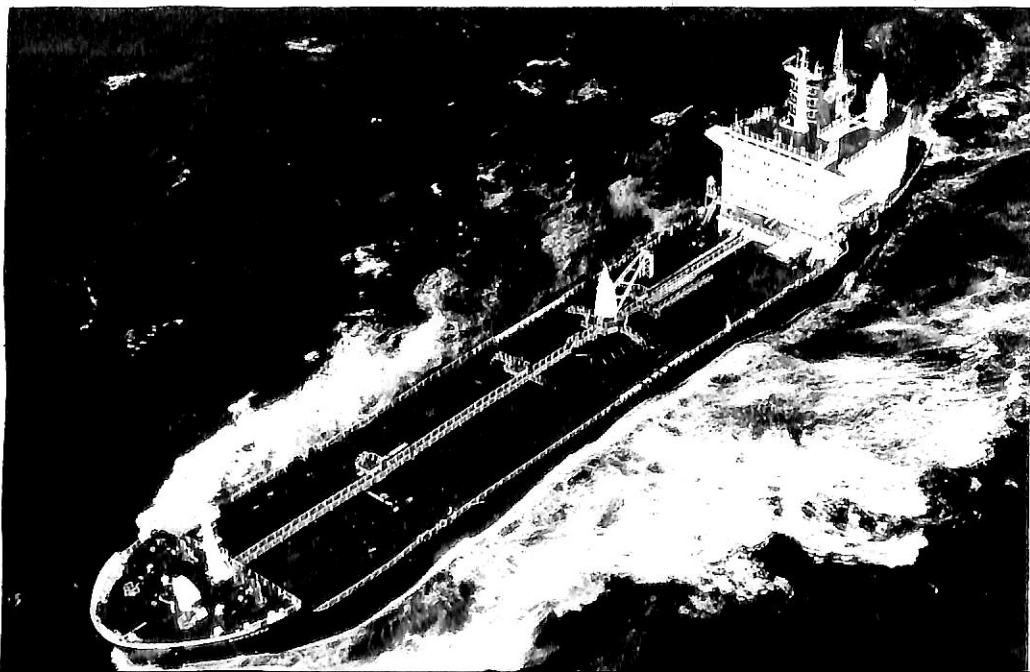
ジェマ トウキョウ  
輸出油槽船 GEMMA TOKYO

船主 Gemma Co., Ltd. (Liberia)  
 今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1072番船) 起工 54-7-14 進水 54-9-8 竣工 54-12-19  
 全長 184.15m 垂線間長 172.00m 型幅 30.00m 型深 15.80m 満載喫水 9.722m  
 満載排水量 41,384t 総噸数 19,488.20T 純噸数 13,045.92T 載貨重量 32,546t  
 貨物油槽容積 44,081.9m<sup>3</sup> 主荷油泵 1,500m<sup>3</sup>/h×125m×2 デリック 10t×2  
 燃料油槽 2,253.34m<sup>3</sup> 燃料消費量 35t/day 清水槽 505.41m<sup>3</sup> 主機械 三菱 Sulzer 6RND76型  
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 12,000PS (122rpm) (常用) 10,200PS (116rpm)  
 プロペラ 4翼 1軸 補汽缶 MAC 型水管式 16.0kg/cm<sup>2</sup>×30,000kg/h, 7.0kg/cm<sup>2</sup>×1,500kg/h  
 発電機 ヤンマー 6GL-DT型 700kVA×2 無線装置 送(主) 1.2kW×1 (補) 75W×1 受(主) 全波×1  
 (補) 全波×1 船舶電話 航海計器 ロラン レーダー 速力 (試運転最大) 16.437kn (満載航海) 15.0kn  
 航続距離 17,900浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 28名 同型船 ペトロ クイーン

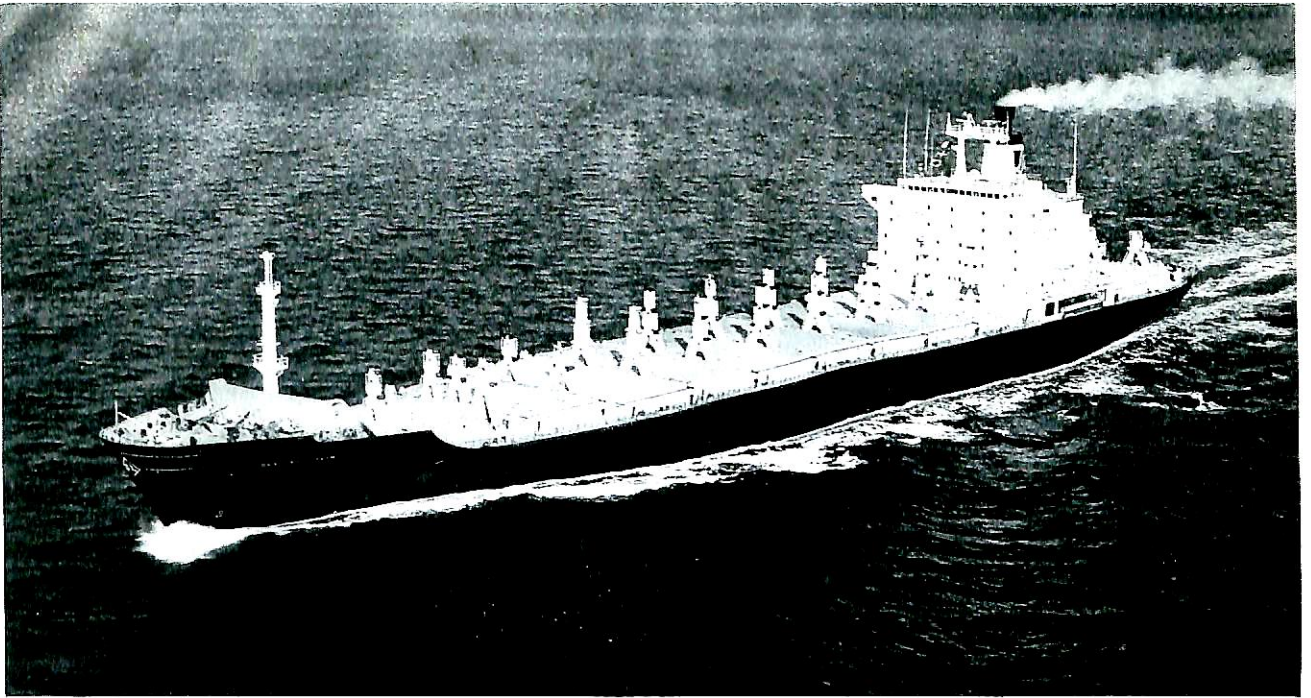
ユープレクタ

輸出石油製品運搬船 EUPLECTA

船主 Shell Tankers (U.K.) Limited (U.K.)  
 三井造船株式会社千葉事業所建造(第1125番船) 起工 53-6-25 進水 53-12-28 竣工 55-1-31  
 全長 170.000m 垂線間長 162.000m 型幅 26.000m 型深 14.600m 満載喫水 11.041m  
 総噸数 19,763.04T 純噸数 11,520.06T 載貨重量 31,374t 貨物油槽容積 40,995m<sup>3</sup>  
 主荷油泵 900m<sup>3</sup>/h×165m×4 クレーン 10t×1 燃料油槽 2,061m<sup>3</sup> 燃料消費量 36.5t/day  
 清水槽 152m<sup>3</sup> 主機械 三井 B&W DE6L67GF型ディーゼル機関×1  
 出力 (連続最大) 11,200PS (119rpm) (常用) 8,500PS (115rpm) プロペラ 4翼 1軸 CPP  
 補汽缶 マスキンベルケン サンロッド CPH-250 最大蒸発量 25,000kg/h×2 発電機 主機直結駆動  
 (増速ギヤ, クラッチ付), 820kW×AC440V×60cyc×1 ダイハツ 6DS-26 1,250BHP×820kW×2  
 無線装置 送(主) 1.2kW×1 (補) 50W×1 受(主) 全波×1 (補) 全波×1 VHF 航海計器 デッカ レーダー  
 速力 (試運転最大) 15.15kn (満載航海) 14.10kn 航続距離 17,400浬 船級・区域資格 LR 遠洋  
 船型 ウェル甲板型 乗組員 49名 同型船 ERVILIA





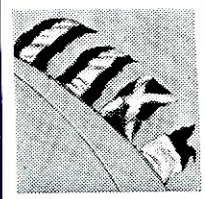


輸出コンテナ船

シーランド ベイトリオット

SEA-LAND PATRIOT

船主 Sea-Land Service, Inc. (U.S.A.)  
 三菱重工業株式会社神戸造船所建造(第1106番船)  
 起工 54-3-5 進水 54-7-31  
 竣工 55-1-30 全長 226.96m  
 垂線間長 213.00m 型幅 30.60m  
 型深 16.50m 満載喫水 10.00m  
 総噸数 24,867.09T 純噸数 16,747T  
 載貨重量 23,308Lt 艙数 7 艙口数 32  
 Cont.搭載数 35'/40'コンテナ839個(20'換算 1,678個)  
 燃料油槽 C.O. 366.4m<sup>3</sup> A.O. 707.2m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 148.8g/PS·h (at M.R.)  
 清水槽 飲料水 210.8m<sup>3</sup> 他 167.9m<sup>3</sup>  
 主機械 三菱 Sulzer 9RND90M型ディーゼル機関×1  
 出力 (連続最大) 30,150PS (122rpm)  
 (常用) 27,135PS (118rpm)  
 プロペラ 5翼 1軸  
 補汽缶 3,000kg/h×7kg/cm<sup>2</sup>G, Saturated  
 発電機 (ディーゼル) 1,300kW×AC450V×60Hz×2  
 (ターボ) 900kW×AC450V×60Hz×1  
 無線装置 送(主) MF 500kW×1 (補) MF 40W×1  
 受(主) 1 (補) 1 VHF 船舶電話  
 無線方位測定機  
 航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置  
 レーダー  
 速力 (試運転最大) 23.47kn (満載航海) 22.00kn  
 航続距離 16,500哩 (at 22.0kn)  
 船級・区域資格 AB 遠洋  
 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 35名  
 同型船 SEA-LAND VOYAGER  
 ・甲板上コンテナ固縛にスタッキングフレームとパッド  
 ドレストワー方式により固縛作業をなくす  
 ・倉内に35'/40'双方のコンテナを積める様移動可能の  
 セルガイド(ムーバブル)を12BAYのうち2BAY  
 を採用  
 ・SL-D9 Class 同型12隻の第1船

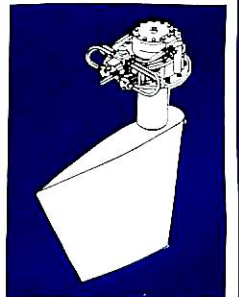


IMPROVE  
 SEAKEEPING  
 and INCREASE  
 MANEUVERABILITY

WITH PRODUCTS FROM **FLUME**

**PACMAR ACTIVE FIN STABILIZER**

The PACMAR active fin stabilizer provides roll stabilization for vessels with operational speeds of up to 45 knots. Its action is generated through a gyroscopic system which continuously monitors and adjusts the angle of the fin, thereby producing a force counteracting the roll action of the vessel. The higher the vessel speed, the greater the dampening action provided. The PACMAR fin stabilizer system consists of a control system, two fin drive assemblies and a power unit assembly.



**OTHER FLUME SYSTEMS FOR BETTER SHIP EFFICIENCY**

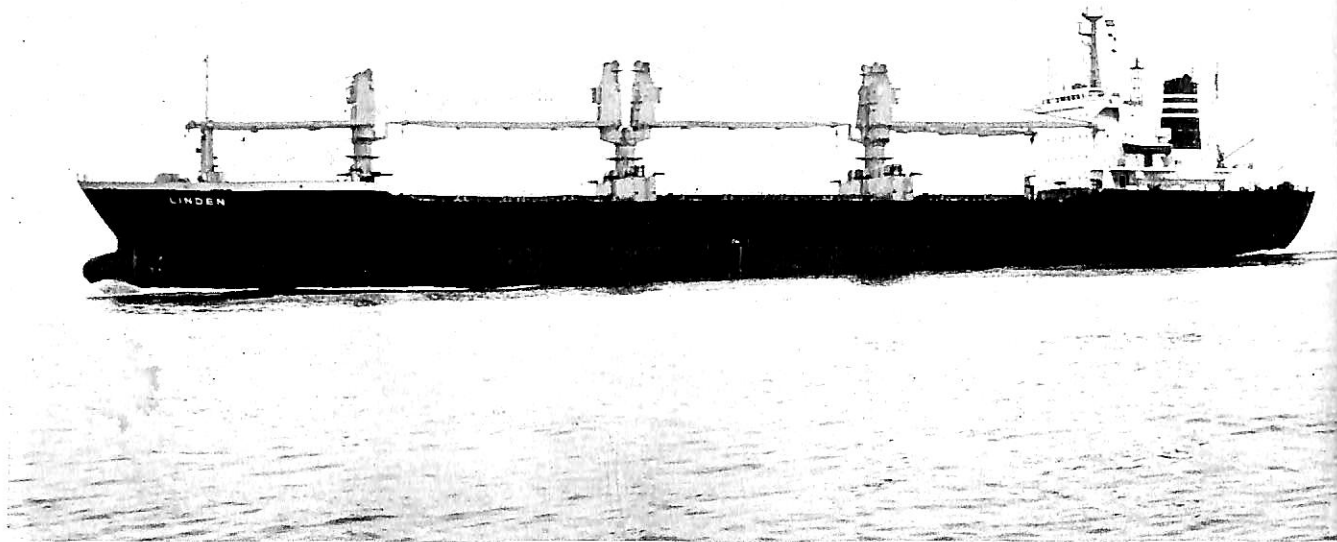
- **PASSIVE FLUME SYSTEM**  
 The most popular and cost effective means of obtaining efficient roll reduction.
- **CONTROLLED FLUME SYSTEM**  
 Uses the Siemens manufactured Phase Control System and ensures effective roll reduction despite changes in stability or sea state.

**FLUME STABILIZATION SYSTEMS**

A DIVISION OF  
**JOHN J. McMULLEN  
 ASSOCIATES, INC.**

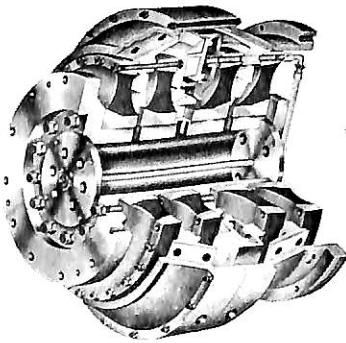
One World Trade Center • Suite #3000,  
 New York, N.Y. 10048  
 Representatives throughout the world.



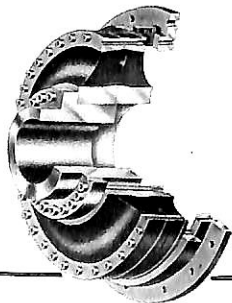


リンデン  
輸出貨物船 LINDEN

船主 Centaurus Carriers Co., S.A.(Panama)	起工 54-8-4	進水 54-11-25	竣工 55-2-20
日本海重工業株式会社建造(第210番船)	型幅 27.00m	型深 14.10m	満載喫水 9.8175m
全長 166.00m	垂線間長 157.00m	載貨重量 21,121.44t	貨物艙容積 (バール) 32,002.32m <sup>3</sup>
総噸数 15,510.78T	純噸数 11,408.74T	燃料油槽 1,929m <sup>3</sup>	燃料消費量 35.08t/day
(グレーン) 34,083.55m <sup>3</sup>	艙口数 4	燃料油槽 1,929m <sup>3</sup>	清水槽 282m <sup>3</sup>
Cont.搭載数 20'コンテナ換算 720個	燃料油槽 1,929m <sup>3</sup>	出力 (連続最大) 10,800PS (128rpm)	補汽缶 コ克蘭コンボジット型×1
主機機 神発 6UEC 60/150H型ディーゼル機関×1	プロペラ 4翼 1軸	無線装置 送(主) 1.2kW×1 (補) 75W×1	速力 (試運転最大) 19.150kn
(常用) 9,720PS (124rpm)	航海計器 ロラン オメガ レーダー	船級・区域資格 NK 遠洋	船型 船首接付船尾機関型
発電機 ヤンマー S185L-ST型 3,600PS×900rpm×500kVA	受(主) 全波×1 (補) 全波×1	航続距離 17,000浬	
乗組員 32名	96t シンクロクレーン		



●高弾性軸接手付クラッチ  
(定格トルク:180-69400kg-mまで各種)



●高弾性軸接手  
(定格トルク:180-44400kg-mまで各種)

信頼の **住友-ローマン** 製  
船用カップリング・クラッチ  
は豊富な実績が最良の  
性能を保証します。

- ★高弾性のゴム軸接手として世界に多くの実績があります。
- ★中でも中速ディーゼル・エンジンのネジリ振動吸収に効果をあげております。
- ★各種のクラッチ、カップリングの長い経験から生れた技術は、高い信頼性をもっております。
- ★日本アイキャンでは、国内に合計約2000,000 PSの納入実績があり、ニューマフレックス、スピロフレックスのお問合せをお待ちしております。

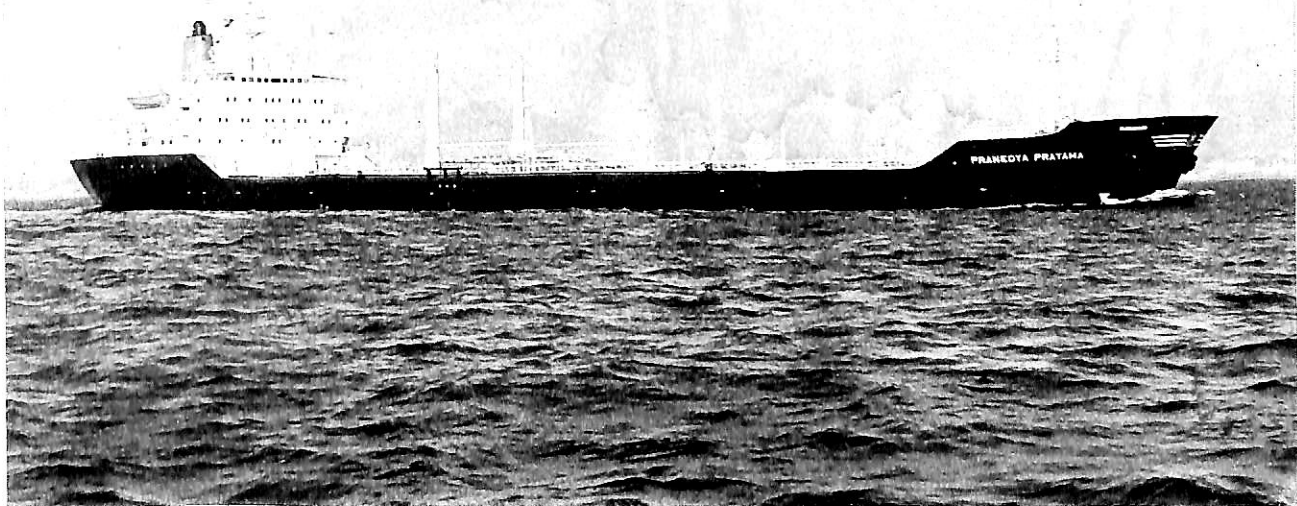
製造元：日特金属工業株式会社

販売代理店：

**NIPPON ICAN LTD.**

本社：東京都中央区新富1-1-5 新中央ビル8F TEL:03(552)7781・TELEX:2523688 ICANSPJ 〒104  
神戸営業所：兵庫県神戸市生田区中町通り3-5 桑田ビル4F TEL:078(351)6870





プラネディヤ プラタマ

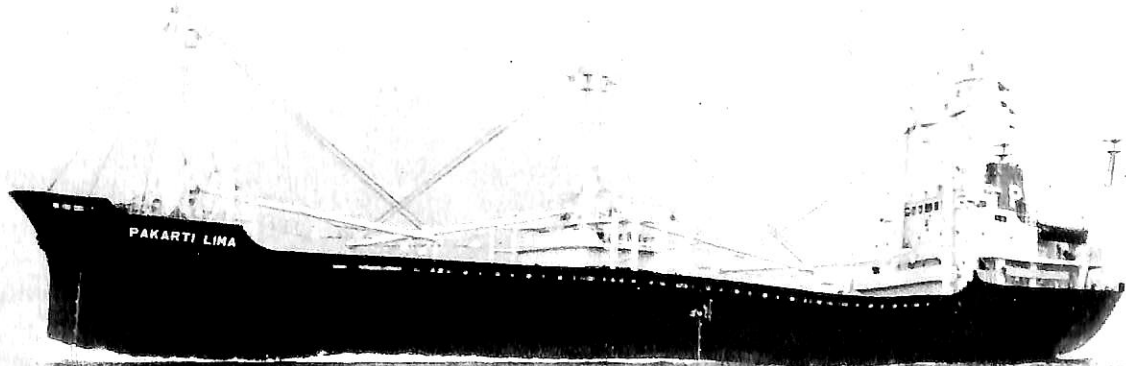
輸出石油精製品運搬船 **PRANEDYA PRATAMA**

船主 Sunhi Scorpa Inc. (Liberia)  
 内海造船株式会社瀬戸田工場建造(第452番船) 起工 54-7-7 進水 54-9-28 竣工 55-1-23  
 全長 158.00m 垂線間長 150.00m 型幅 25.80m 型深 10.80m 満載喫水 7.00m  
 満載排水量 22,828t 総噸数 10,881.76T 純噸数 6,490.48T 載貨重量 17,987t  
 貨物油槽容積 22,908.88m<sup>3</sup> 主荷油泵 500m<sup>3</sup>/h×75m×3 燃料油槽 800.67m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 21.3t/day 清水槽 438.48m<sup>3</sup> 主機械 日立B&W 7L45GFC型ディーゼル機関×1  
 出力(連続最大) 6,160PS (170rpm) (常用) 5,600PS (165rpm) プロペラ 4翼 1軸  
 補汽缶 ガデリウス 16t/h×16kg/cm<sup>2</sup>G×1 発電機 大洋電機 500kVA×AC450V×60Hz×720rpm×3  
 ダイハツ 6PSHT-26D 660PS×720rpm×3 無線装置 送(主) 1.2kW×1 (補) 130W×1  
 受(主) 100kHz~30MHz×1 (補) 100kHz~28MHz×1 航海計器 NNSS レーダー  
 速力(試運転最大) 14.058kn (満載航海) 13.2kn 航続距離 11,900浬 船級・区域資格 LR 遠洋  
 船型 凹甲板型 乗組員 42名

パカーチ リマ

輸出貨物船 **PAKARTI LIMA**

船主 Liberian Castle Maritime Inc. (Liberia)  
 松戸造船株式会社建造(第231番船) 起工 54-9-17 進水 54-9-30 竣工 54-11-22  
 全長 107.15m 垂線間長 100.00m 型幅 17.60m 型深 8.70m 満載喫水 6.879m  
 満載排水量 9,352.50t 総噸数 4,373.31T 純噸数 3,084.44T 載貨重量 7,092.44t  
 貨物艙容積(ベール) 8,902.09m<sup>3</sup> (グレーン) 9,575.98m<sup>3</sup> 艙口数 2 デリック 22t×4  
 燃料油槽 603.70m<sup>3</sup> 燃料消費量 12.80t/day 清水槽 477.23m<sup>3</sup>  
 主機械 IHI SEMT Pielstick 6PC2-5L型ディーゼル機関×1 出力(連続最大) 3,900PS (520rpm)  
 (常用) 3,315PS (493rpm) プロペラ 4翼 1軸 補汽缶 排ガス併用横煙管式立型 600kg/h×1  
 発電機 西芝電機 自励式交流 250kVA×2 無線装置 送(主) 800kW×1 (補) 75W×1 受(主) 1 (補) 1 VHF  
 航海計器 ロラン レーダー 速力(試運転最大) 15.308kn (満載航海) 12.30kn 航続距離 9,000浬  
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 全通一層甲板船尾機関型 乗組員 30名





輸出精製油油槽船 津 油 201  
JIN YOU

船主 中国機械進出口総公司 (中国)  
 株式会社金指造船所豊橋工場建造 (第1294番船) 造工 54-8-28 進水 54-10-31 竣工 55-1-30  
 全長 99.36m 垂線間長 92.00m 型幅 13.80m 型深 7.10m 満載喫水 5.71m  
 総噸数 2,478.14T 純噸数 1,201.06T 載貨重量 3,317.5t 貨物油槽容積 4,040m<sup>3</sup>  
 主荷油ポンプ 200m<sup>3</sup>/h×80m×2 燃料油槽 330m<sup>3</sup> 燃料消費量 17.7t/day 清水槽 52m<sup>3</sup>  
 主機械 IHI SEMT Pielstick 8PC2-2L型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 5,200PS (520/169rpm)  
 (常用) 4,680PS (502/163rpm) プロペラ 5翼 1軸 補汽缶 壁門筒型 500kg/h×5kg/cm<sup>2</sup>G×1  
 発電機 ダイハツ 450kVA×385V×2, 125kVA×385V×1  
 無線装置 送(主) 400W×1 (補) 130W×1 船舶電話 VHF 航海計器 ロラン オメガ レーダー  
 速力 (試運転最大) 18.33kn (満載航海) 16.2kn 航続距離 4,100浬 船級・区域資格 NK 遠洋  
 船型 一層甲板型 乗組員 40名 同型船 津油 202, 203

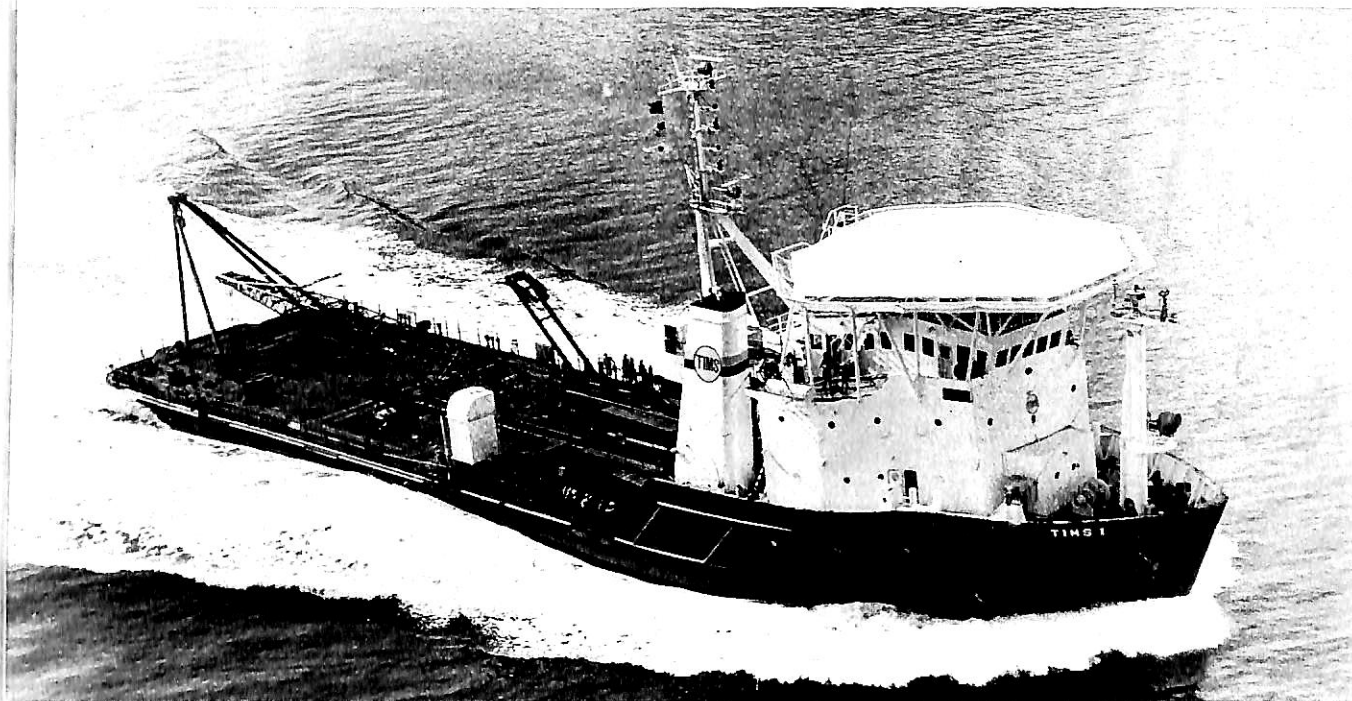
モーリシャス II

輸出RO/RO貨物船 MAURITIUS II

船主 The Mauritius Government (Mauritius)  
 川崎重工業株式会社神戸工場建造 (第1321番船) 起工 54-6-1 進水 54-8-30 竣工 55-2-15  
 全長 108.00m 垂線間長 100.00m 型幅 15.00m 型深 10.30m 満載喫水 5.212m  
 総噸数 2,522.49T 純噸数 773.90T 載貨重量 2,900t 貨物油槽容積 127.1m<sup>3</sup> クレーン 5t×1  
 トレーラー搭載数 87台 燃料油槽 256.9m<sup>3</sup> 燃料消費量 13.7t/day 清水槽 107.9m<sup>3</sup>  
 主機械 ダイハツ 6DSM-28S型ディーゼル機関×2 出力 (連続最大) 1,700PS×2 (720rpm)  
 (常用) 1,530PS×2 (695rpm) プロペラ 4翼 2軸 CPP  
 発電機 (ディーゼル) 富士電機 625kVA×450V×60Hz×2 (原) ダイハツディーゼル 750PS×900rpm×2  
 無線装置 送(主) 1.5kW×1 (非) 75W×1 受(主) 全波×1 (非) 全波×1 VHF 航海計器 レーダー  
 速力 (試運転最大) 17.191kn (満載航海) 15.25kn 航続距離 5,700浬 船級・区域資格 LR 遠洋  
 船型 平甲板型 乗組員 20名 旅客 100名 (モーリシャス国内のみ乗船)  
 ・スタンランプウェイ, 固定ランプウェイ, 30t カーゴリフト各1基  
 ・本船は南アフリカからモーリシャスへの動物輸送を行える様な設備を設けている。又モーリシャス諸島内においてはパッセンジャフェリーとしての運行を計画している



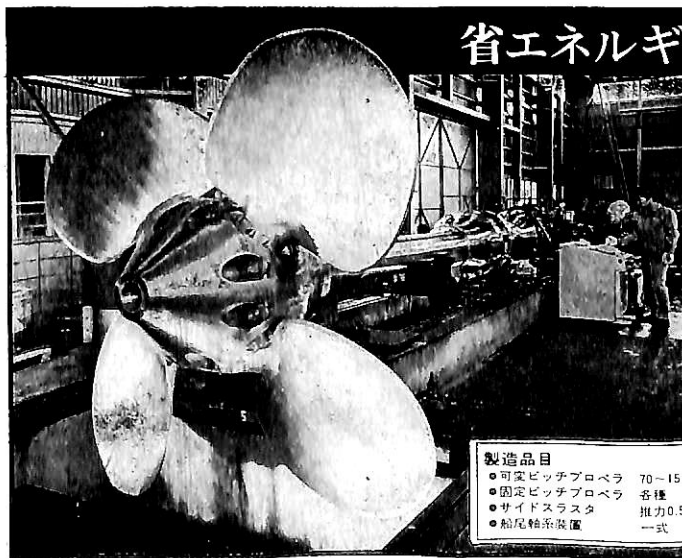




ティムズ ワン  
輸出タグ/サブライ船 TMS 1

船主 International Marine Service Inc. (Panama)	起工 54-8-12	進水 54-9-15	竣工 54-12-10
株式会社今村造船所建造(第258番船)	型幅 16.150m	型深 4.570m	満載喫水 3.660m
全長 70.050m	垂線間長 66.400m	純噸數 400T	載貨重量 (with crane) 1,345.15t
満載排水量 2,847t	総噸數 1,100T	燃料消費量 17t/day	清水槽 188.6m <sup>3</sup>
(without crane) 1,476.55t	燃料油槽 533.6m <sup>3</sup>	出力 (連続最大) 2,450PS×2 (603rpm)	無線装置 (送) Sailor T124
主機 宇部 Mak 6M453AK型ディーゼル機関×2	発電機 268.75kVA×2, 56.25kVA×1	航速 (試運転最大) 14.083kn (航海) 13.836kn	航続距離 6,000浬/20日
(常用) 2,205PS×2 (583rpm)	速力 (試運転最大) 14.083kn (航海) 13.836kn		
(受) Sailor R110			
船級・区域資格 AB 遠洋	船型 平甲板型	乗組員 40名	

ヘリコプター甲板, セメントタンク, 4ポイント ムアリング ウインチ, 130t クローラークレーン



省エネルギー対策にピタリ!!

2600 台を超える  
実績と信頼性

全国40カ所のサービス網完備



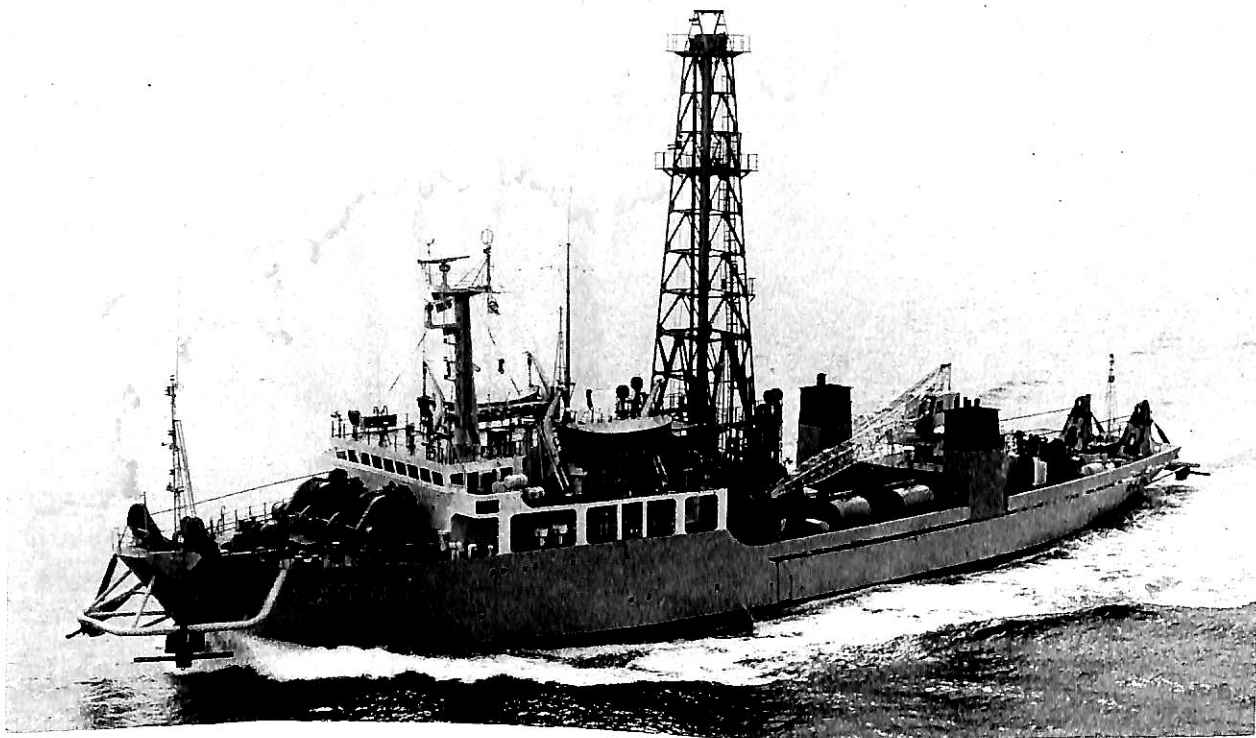
**かもめ**  
**可変ピッチ**  
**プロペラ**

運輸大臣認定製造事業場

**かもめプロペラ株式会社**

本社 横浜市戸塚区上飯田町690番 電話 (045) 811-2451 (代表)  
東京事務所 東京都港区新橋4-14-2 電話 (03) 431-5438-434-3838

製造品目  
 ●可変ピッチプロペラ 70-15,000PS  
 ●固定ピッチプロペラ 各種  
 ●サイドスラスト 推力0.5-20.0t  
 ●船尾軸系装置 一式



中国機械進出口総公司向け

海底地質調査船

## 南海503

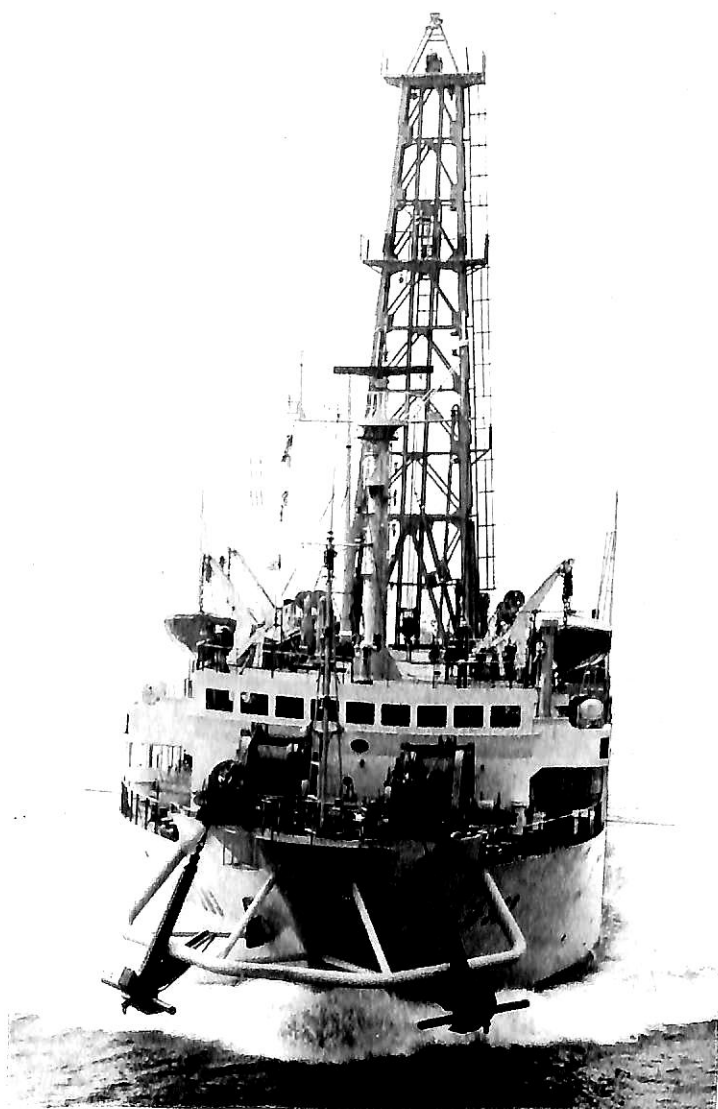
(総噸数 1,373.47T)

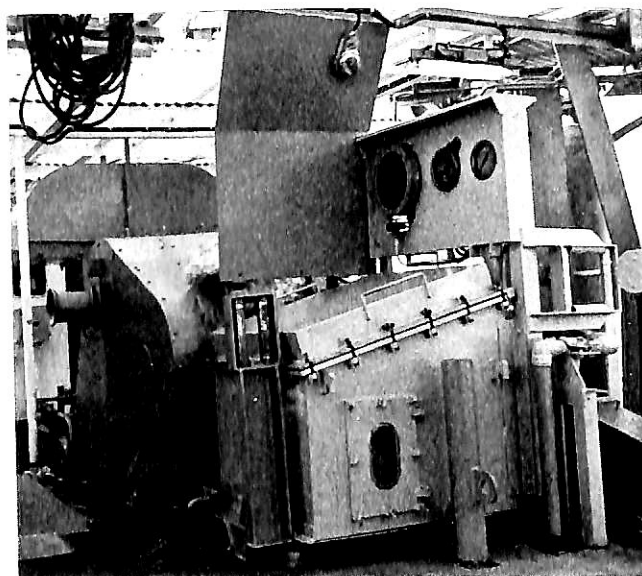
三井造船・千葉事業所建造

(本文36頁参照)

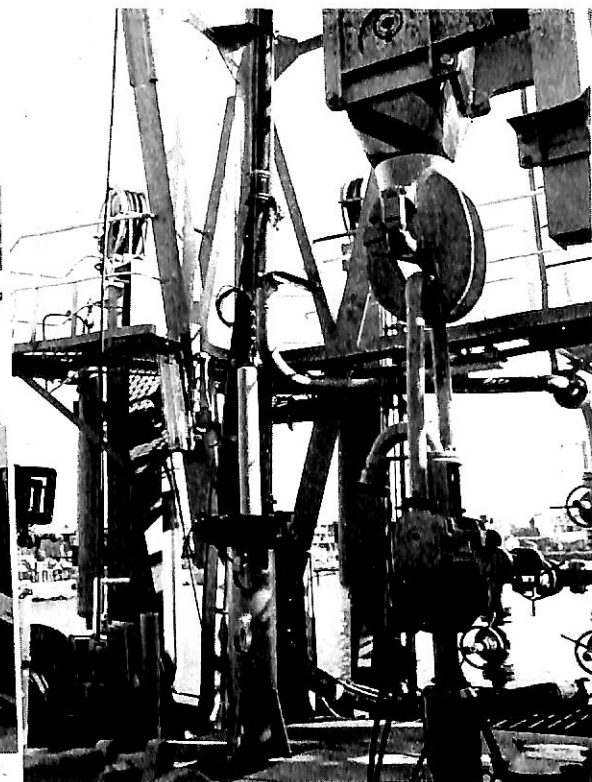
### 船首部

アンカーラック (パイプ構造) に係船装置としての錨 (ダンフォース型) 10t 錨索 50φ × 1,150m (前後各2) がとり付けられている。

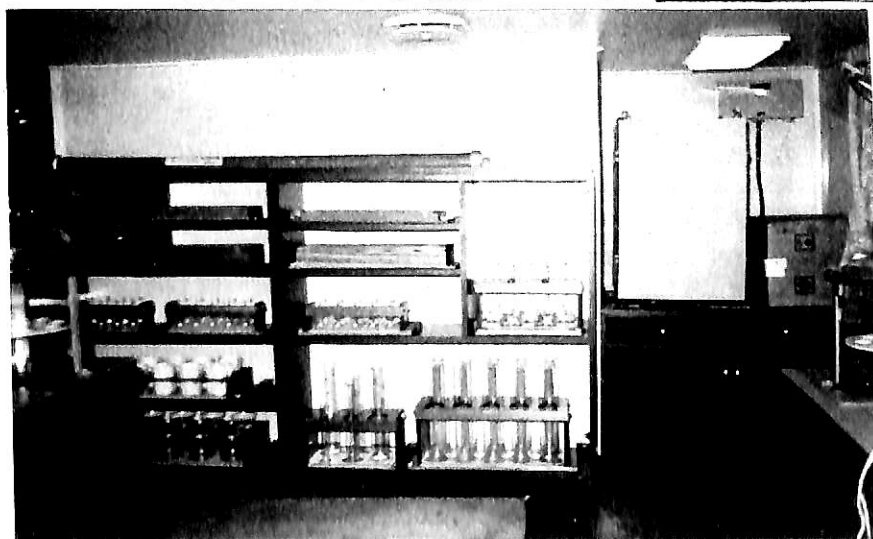




ドリラーコンソール (甲板上)



フック及びウォーターレベル  
(ドリル フローア上)



土質試験室の一部

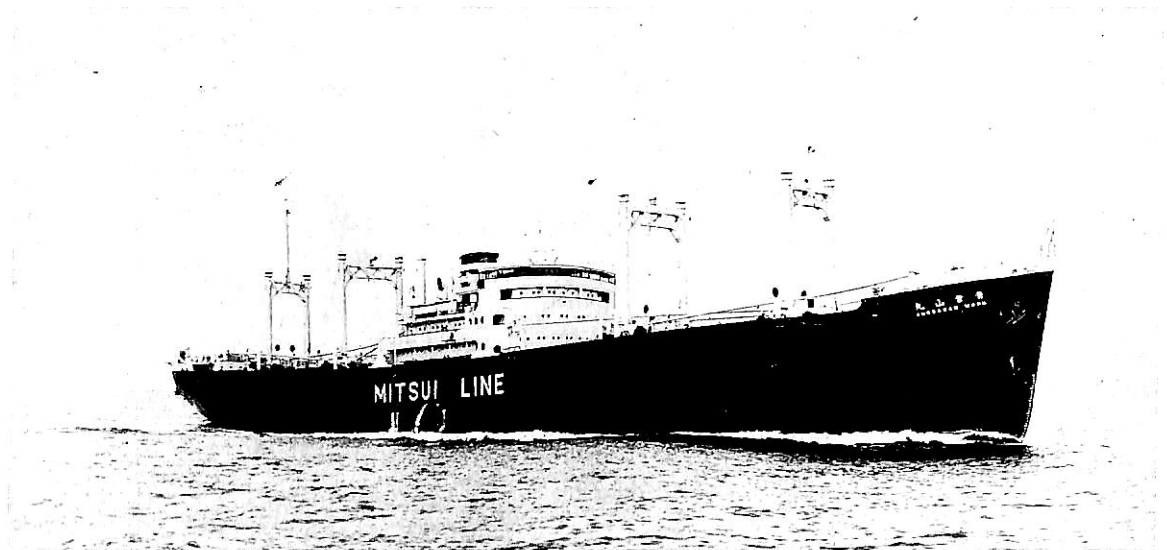


土質試験室の一部

# 日本商船隊の懐古

山田早苗氏提供

## 貨物船 青葉山丸 三井物産船舶部



三井物産造船部玉工場建造	船舶番号 40196	船舶信号 JFQJ	起工 昭9—3—14
進水 10—1—22	竣工 10—3—30	垂線間長 137.16m	型幅 18.89m
満載喫水 8.27m	総噸数 6,359.02T	純噸数 3,711.21T	型深 12.07m
主機械 三井 B&W 直接逆転複動二衝程無気噴油式ディーゼル機関 DM 662WF 140型×1			載貨重量 10,915t
出力 (連続最大) 8,300PS (常用) 7,000PS		速力 (試運転最大) 18.54kn (航海) 16.75kn	
船級・区域資格 通信省 第1級船 遠洋区域 帝国海事協会 NS, BC BS 鋼船			旅客 1等11名
姉妹船 阿蘇山丸			船籍港 神戸

三井物産船舶部がニューヨーク航路に配船するために建造した高速貨物船で、政府の第1次船舶改善施設法の適用を受けた第4船であり、規定に従い解体見合船として第11平栄丸、第12多聞丸、美晴丸をあてた。

本船は重構平甲板船で短い船首楼を有し、三層の甲板より成っていた。船体は上甲板に達する7コの水密隔壁により8コに区画され、その他横、縦の油密隔壁があり機関室のすぐうしろは第3甲板に達する4コの貨物油艙となっていた。区画式の二重底は船の全長に亘り縦に10コに区画され、清水、潤滑油、燃料油などを収納した。

船首はほぼ直線で前方に傾斜し、船尾は巡洋艦型で二枚板より成るエルツ型の舵を採用した。

上甲板はデッキカーゴの搭載を容易にするためきわめてシンプルで、そこに6コの艙口を有し、18本のデリックが18コの芝浦製作所製の電動ウインチによって操作された。揚錨機も芝浦製作所製の電動式70HP、220Vで25ft/minの速力で19トンを揚げられる。操舵機も同所製作の電動レオナード式28BHP、220Vである。救助設備としては8.56mの救命艇2隻が端艇甲板上、5.6mの伝馬船1隻が上甲板後部左舷に配置されていた。

昭和10年3月竣工とともに主としてニューヨーク航路に配船されたが、昭和13年頃には大連航路の荷動きが活発であったため一時大連航路に配船された。その後、サ

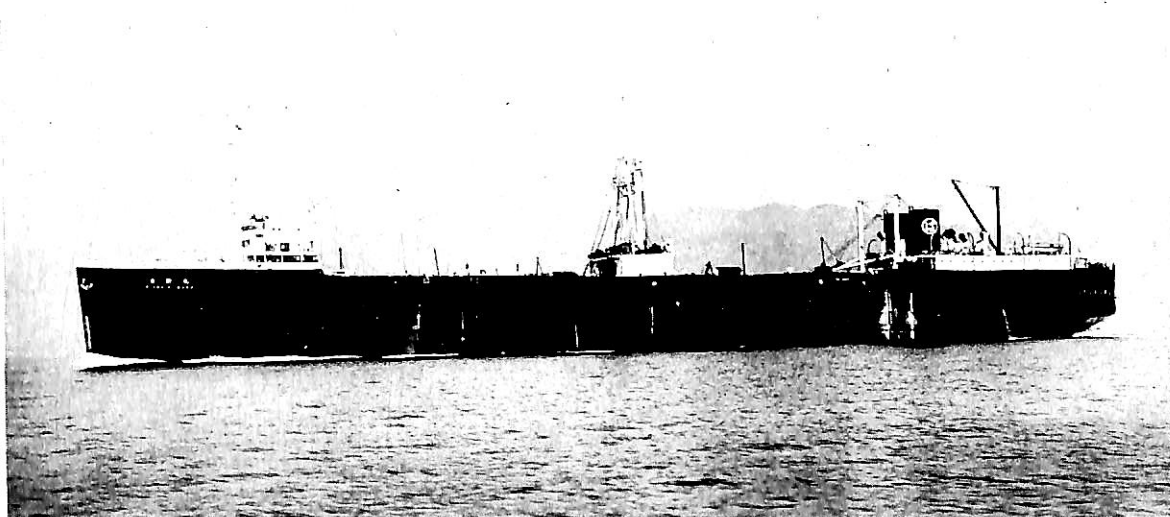
ンフランシスコ—横浜間でガソリン輸送に従事したり、サンパドロー内地間で航空機3機を輸送したこともあった。昭和15年には北支那、満州向けの麦粉の大量輸送に従事した。

昭和16年9月陸軍軍用船として徴備され、9月16日には玉を出港してコロ島に向う。10月11日には虎門、同20日には呉淞、11月12日海口などに寄港し、開戦準備をととのえながら12月4日海南島三亜を出撃、7日10時30分タイ湾のフコク島南方G点に集結、12月8日開戦とともにマレー半島東岸シンゴラ地区に第25軍の司令部ならびに第5軍を敵前揚陸する。12月12日には一旦三亜にもどり、その後は主としてサイゴン、高雄方面と内地間の輸送に従事し、昭和18年中頃よりパラオ、シンガポール、マニラと内地間の輸送に当る。

昭和19年4月12日大連より海上機動第2旅団を乗せ出港、5月5日マニラを經由して7日にはスル海で被雷し船体が傾斜したが8日にはようやくサンボアンガに到着、7月20日には宇品に戻り入渠する。昭和19年12月21日レイテ決戦場へ急派する第1挺進集団の滑空第2連隊を乗せ門司を出港、タマ38船団に加わり29日17時ルソン島サンフェルナンドに到着、揚陸中30日12時30分の戦爆連合36機の攻撃を受け港内にて沈没した。乗組員1名が戦死し、馬200頭、山砲弾2万発、糶米20日分が海没した。



## 鯨工船 日 新 丸 大洋捕鯨株式会社



川崎造船所建造	起工 昭11—2—26	進水 11—8—1	竣工 11—9—28	全長 167.64m
垂線間長 163.06m	型幅 22.55m	型深 14.90m	満載喫水 10.42m	満載排水量 32,050.0t
総噸数 16,764.0T	載貨重量 22,190.0t	主機械 川崎 MAN 型複動二衝程無気噴油式ディーゼル機関 D8ZU60/90型×1	出力 (連続最大) 7,120PS (常用) 6,000PS	速力 (試運転最大) 14.5kn
(航海) 13.6kn	船級・区域資格 通信省 第1級船	遠洋区域 鋼船	姉妹船 第2日新丸	船籍港 神戸

大洋捕鯨株式会社の発注により川崎造船所がとくに南氷洋捕鯨のため設計した我国最初の本格的捕鯨船で、船内は捕獲した鯨を解体処理する工場とも云うべきもので鯨工船とも云われる。当時、造船先進国でも20,000トンの船であればどんなに急いでも1年を要するのが常識であったが、本船は起工より竣工までわずか7カ月で完成したので世界の注目を集めた。又、我国商船でも稀にみる大型船で、昭和11年8月1日午前4時30分その巨体を神戸港に浮かべた。

本船の船型はシェルターデッキタイプで船尾に機械室を配し、上甲板は鯨の解体に支障なきよう広大な面積を有し、その表面の木製甲板は二重張りとし、上面の板は鯨の解体で損耗が著しいのでいつでも取替えが可能であった。

上甲板の後方はゆるやかなスロープで下方に向かい、その後端は5.48m×4.87mの大きさのスキッドウエーとなり、ここよりキャッチャーボートが曳航してきた鯨をウインチによって上甲板に引揚げる仕組みになっていた。その他の一般配置は普通のオイルタンカーとほぼ同様であって、船首部船橋には甲板部員の居住設備を配し、その下方を工場作業員約200名の居住区域とし、浴室、倉庫などがあり、船尾部の甲板室は機関部員の居住設備とし、その下部に工場作業員用の大食堂、冷蔵庫、倉庫などがあつた。船体構造は、中央部油槽はイッシヤ

ーウッド式の Bracketless System で縦肋骨と横肋骨の固着を廃した方法で本船に始めて採用され、タンク内部の構造は簡単で内部清掃が容易であった。

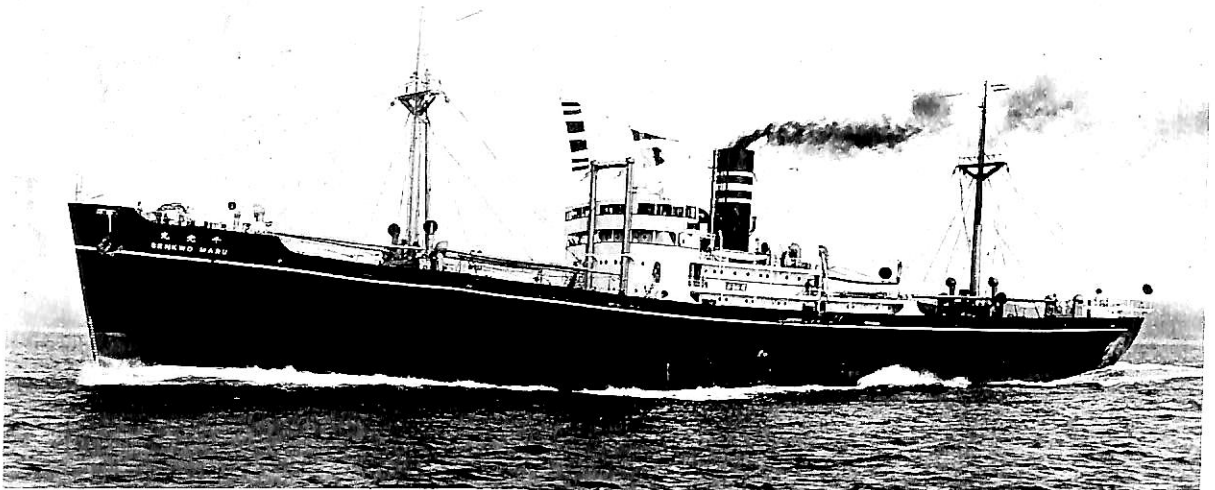
鯨工船では製油工場や多数の作業員の炊事用、キャッチャーボートに対する補給など大量の清水を必要とした。そのため本船には川崎ウェヤー式エバポレーター4基を装備してこれをまかなつた。

昭和11年9月14日淡路沖にて公試運転を実施し、最高速力14.5ノットを記録した。当時の鯨工船の一般的な航海スケジュールは、内地より約3週間で8隻のキャッチャーボートを従えて南氷洋の漁場に到着し、ここで3カ月半捕鯨と解体・鯨油の採取をおこない、終ればキャッチャーボートと工場作業員を別便で内地に送り返し、本船はスエズ又はケープタウン経由でヨーロッパ、アメリカに向かい、ここで鯨油を売却して安い重油を満載して8～9カ月の航海で内地に帰る。

昭和16年8月18日の門司帰着をもって本船の捕鯨航海は終りとなり、同年11月25日海軍に徴備され横須賀鎮守府所属の運油船となる。

昭和18年2月7日ミリ泊地にて載油中雷撃を受けて中破し、同年4月17日石垣島北東にて米潜水艦の雷撃で大破したが、その後船舶運営会の使用船として活躍中、昭和19年5月6日ボルネオ島北部パラバック水道にて米潜水艦 Crevalle の雷撃により沈没した。

貨物船 千 光 丸 近海郵船株式会社→日本郵船株式会社



三菱重工業横浜造船所建造	船舶番号 40758	船舶信号 JYRJ	起工 昭9-9-12	進水 10-5-18
竣工 10-7-31	全長 116.10m	垂線間長 110.00m	型幅 15.50m	型深 9.90m
満載喫水 7.16m	排水量 (輕荷) 4,051t	総噸数 4,472.23T	純噸数 2,621.58T	
載貨重量 5,410.04t	載貨容積 7,370m <sup>3</sup>	主機械 石川島式全衝動二段減速船用蒸気タービン機関×1	出力 (連続最大) 4,100PS (計画) 3,600PS	速力 (試運転最大) 17.001kn (航海) 14.0kn
船級・区域資格 逋信省 第1級船 帝国海事協会 NS	鋼船	旅客 1等2名, 3等10名, 計12名	姉妹船 万光丸	船籍港 東京

近海郵船が台湾航路就航船として第1次船舶改善施設法の適用をうけて建造した貨物船で、積荷の関係上バナナボートと呼ばれ、東京—高雄間を4昼夜で航海した。

船体は上甲板に達する6コの水密隔壁で7区画に区分され、上甲板及び第2甲板は全通甲板で、第3甲板は第1船艙にのみ設けられていた。上甲板中央に端艇甲板、船橋甲板があり、これらの前面はゆるやかなカーブを描いていた。船首には船首楼、後部には甲板室を有する。

二重底は汽缶給水、清水、バラスト貯蔵に利用された。

船首は板型真直傾斜式、船尾は巡洋艦型で、舵は村田式特許二重板製平衡舵を採用した。

船艙は前部に2コ、後部に2コ、合計4コあり、第2甲板の後部は他と隔離した腐敗貨物専用船艙にあてその容積は11m<sup>3</sup>であった。

デリックは、第1船艙用として5トンが2本、第2船艙用として8トンが2本、20トンが1本、船橋楼の前面のデリックポストに3トン用が2本あり、これらを6コのウインチで操作した。後部船艙用としてはマストに5トン用4本を備え、合計4コのウインチで操作した。ウインチはすべて蒸気式であった。

当時新造船の主流はディーゼル船であったが、本船は就航地の関係で重油の供給が不安なため全衝動二段減速蒸気タービンを装備した。

本船は建造当時より海軍の指示により甲板に砲座用の

支柱が設置されていた。

昭和10年7月24日館山沖にて公試運転を実施し、最高速力17.001ノットを記録した。

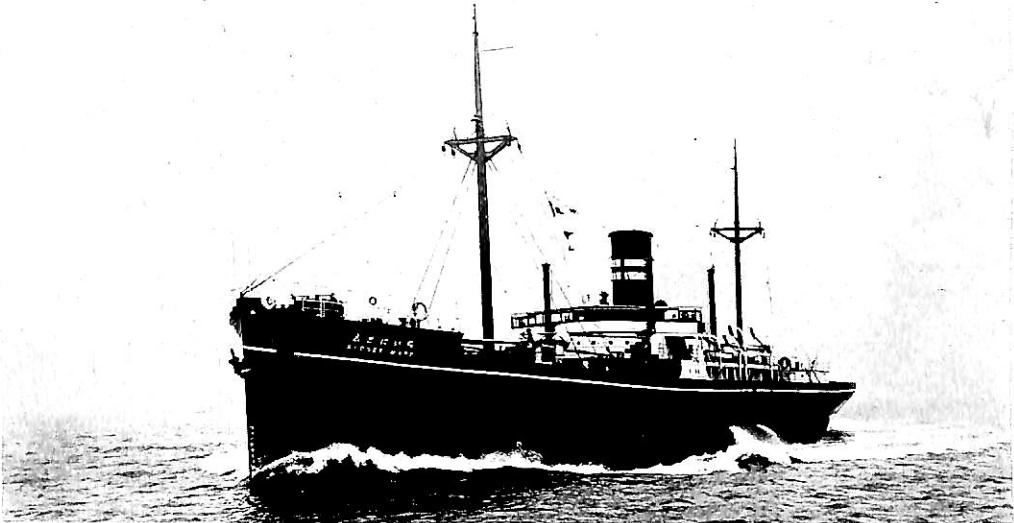
昭和16年8月21日海軍に徴傭され佐世保鎮守府所属、南西方面艦隊配属の兵器・弾薬の補給を目的とした給兵船となる。搭載兵器は2,456トンに及んだ。

昭和16年12月3日佐世保を出港、沖縄の中城湾にて開戦となる。12月17日早朝奄美大島を出港、20隻の輸送船とともに12月24日フィリピン ラモン湾に進入、敵前上陸を敢行する。昭和17年2月にはパンジェルマシ沖にてジャワ沖海戦に加わった海軍艦艇に兵器・弾薬の補給を行った。

昭和19年3月24日バリックパパンにて触雷、スラバヤのドックにて修理ののちスマトラ、ジャワ間の局地輸送に従事する。昭和19年8月24日スマトラ島南西岸のパダン市の大空襲の際、10時22分の攻撃で直撃弾3発、至近弾10発により機械室、汽缶室に火災が発生、注水により消火したが大破した。

昭和20年7月中旬には速力6.5ノットを出せるまで復旧し、8月上旬スラバヤに向け出港すべくスマトラ島ブングス湾に仮泊中、7月23日、24日の両日にわたり空襲を受け航行不能となりそのまま終戦となる。昭和20年9月1日エンマ港に曳航され、その後港外に引き出されたが同年10月11日沈没した。

## 貨物船 しどにい丸 大阪商船株式会社



横浜船渠建造(第173番船)	船舶番号 35190	船舶信号 JDZC	起工 昭3—12—12
進水 4—8—25	竣工 4—11—30	全長 120.80m	垂線間長 115.82m
型深 10.45m	満載喫水 7.34m	総噸数 5,425T	純噸数 3,223T
主機械 B&W 型 4 サイクル単動無気噴油式クロスヘッド 6 筒 674 ST 150 型ディーゼル機関×1		出力 (連続最大) 3,514PS (常用) 3,000PS	
出力 (連続最大) 3,514PS (常用) 3,000PS		速力 (試運転最大) 16.136kn (航海) 11.92kn	
船級・区域資格 通信省 第1級船 遠洋航路 ロイド 100A1 with free board LMC, DBS, RMC, 鋼船		旅客 1等6名	
姉妹船 ぶりすべん丸, めるぼるん丸		船籍港 大阪	

日本とオーストラリアの定期航路は、明治29年10月3日横浜を出港した日本郵船の山城丸(2,528トン)によって開設された。その後も同社では2,000トン、12ノットクラスの近江丸(2,473トン)、東京丸(2,194トン)などを配船してきたが、明治37年には5,500トン、17ノットの日光丸を配船、船質は逐次改善されてきた。

大阪商船でもこの航路に着目し、大正元年12月4,000トンクラスの呂宋丸を試験的に配船したり社員をオーストラリアに派遣して調査していたが、大正5年10月16日横浜港を出港した南京丸(3,182トン)をもって定期航路を開設し、朝鮮丸(3,016トン)、日朗丸の3隻で月1回の配船として好成績をあげることができた。大正13年頃には5,000トンクラスのひまらや丸などが就航、その重要性はますますたかまってきた。

昭和になって同社では本航路専用の最新式優秀ディーゼル船の建造を計画、3隻の同型船を横浜船渠(現三菱横浜)に発注した。

本船はその第1船として昭和4年11月30日竣工した。

本船は、オーストラリアよりの羊毛積載のための設備や冷蔵貨物輸送設備を有するとともに、主機のパーマイスター製機関は同社としては2番目の採用であった。また主機よりの排気の余熱を利用したクラーソン シンブルチューブボイラーを始めて採用した。その他、高速貨物船にあり勝ちな振動に対し、本船は主機を設置する機

関台の設計に改良を加え高速運転中も船橋部の羅針盤に殆ど振動が伝導しなかった。また当時としては珍しい平甲板船であった。

昭和4年11月20日午前8時より館山沖標柱にて公試運転を実施し、最高速力16.136ノットを記録した。

昭和4年11月30日受渡しを完了、12月より日本—オーストラリア航路に就航、横浜—ブリスベン間を18日21時間で航走し、従来の船よりも6日間短縮した。

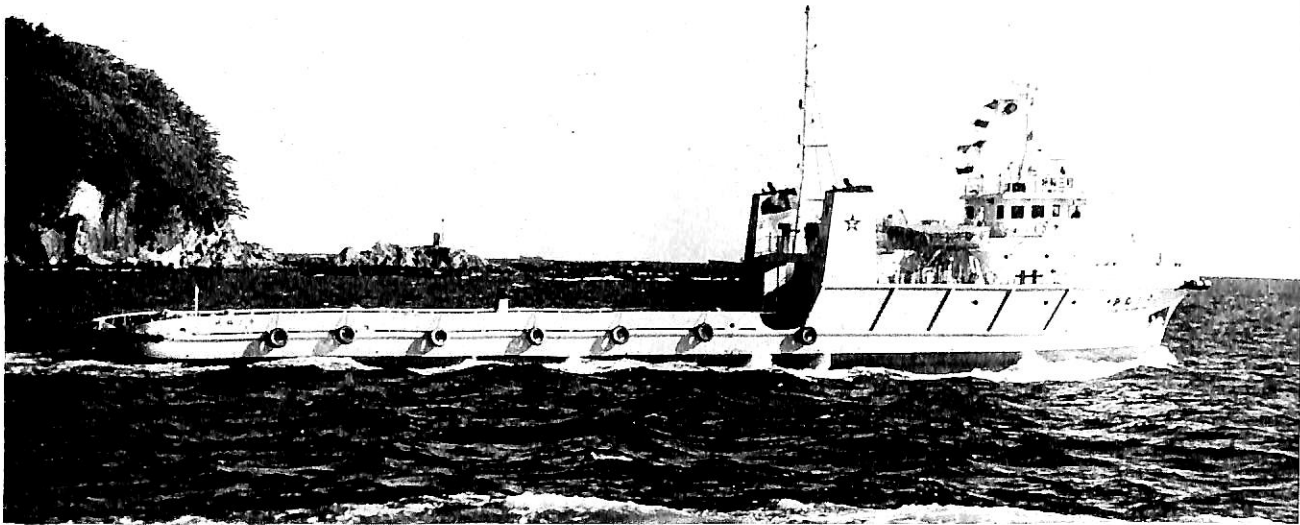
昭和11年5月28日より横浜—ニュージーランド線に就航、その後国際情勢の悪化により昭和16年4月の本船の就航をもって同航路は閉鎖された。

昭和16年8月5日海軍に徴備され横須賀鎮守府所属の運送船となり、同年10月9日一旦解除された。

太平洋戦争中は船舶運営会の使用船として活躍したが、昭和18年11月28日カムラン湾北方にて雷撃により沈没した。

## 参考文献(追加) 32巻11号33頁よりつづく

- |                    |      |
|--------------------|------|
| 83) 50年史, 北海道炭鉄汽船  | 昭14年 |
| 84) 川崎造船所40年史      | 昭12年 |
| 85) 北日本汽船株式会社25年史  | 昭14年 |
| 86) 柳原良平: 客船史を散歩する | 昭54年 |
| 87) 渡辺加藤一: 海難史話    | 昭54年 |
| 88) 水路部: 遭難船舶一覧    | 大7年  |

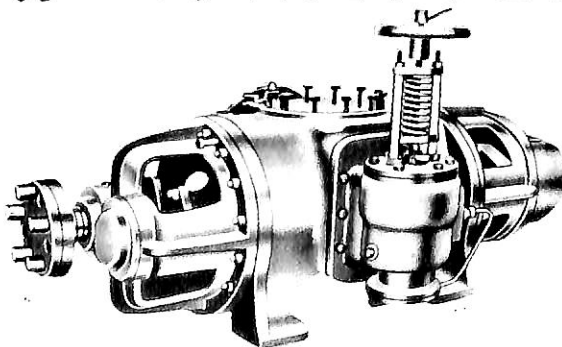


輸出 曳船/サプライ/アンカーリング ボート **拖輪 三号**  
TUOLUN SAN HAO

船主 中国機械進出口総公司(中国)  
 下田船渠株式会社建造(第305番船) 起工 54-10-8 進水 54-11-21 竣工 55-1-19  
 全長 60.00m 垂線間長 54.00m 型幅 11.90m 型深 5.50m 満載喫水 4.38m  
 満載排水量 1,937.38t 総噸数(国際規則) 902.56T 純噸数 336.33T 載貨重量 1,117t  
 甲板貨物 518t 貨物油槽容積 281.66m<sup>3</sup> 燃料油槽 226.80m<sup>3</sup> 燃料消費量 13.1t/day  
 清水槽 147.08m<sup>3</sup> 主機械 ヤンマー 6Z-ET型ディーゼル機関×2 プロペラ 4翼 2軸  
 出力(連続最大) 1,800PS×2 (680/265rpm) (常用) 1,530PS×2 (644/251rpm)  
 発電機 神鋼電機 180kVA×50Hz×2 ヤンマー 6KFL-T型 225PS×1,500rpm×2  
 航海計器 ロラン レーダー 速力(試運転最大) 13.73kn (航海) 11.50kn 航続距離 4,000浬  
 船級・区域資格 NK 遠洋(国際) 船型 船首楼付船首船橋平甲板型 乗組員 22名  
 曳航 ウインチ 50t×2.8m/min×1 (原) GM4-71N 139PS×2,100rpm

## SNM-S & Pスクリュウポンプ (二軸スクリュウポンプ)

プロダクトキャリアやケミカルタンカーの  
カーゴオイルポンプとして最適



 **新日本造機株式会社**

本社 東京都港区芝2丁目1番28号(成旺ビル) ☎東京(03)451-1417(代)  
 大阪(06)538-1731(代)・広島(0822)48-2280・九州(093)551-3213  
 札幌(011)664-3241・名古屋(052)951-6875

- 自吸能力に秀れ、ストリップングポンプも兼用できる。
- 外部軸受型でタイミングギヤが着いており、ローターはメタル接触しないのでオールステンレスで製作可能である。
- 海水から高粘度液まで種々の流体を1台のポンプで兼用できる。
- 高速小型で騒音・振動も小さく、脈動や攪拌もない。
- 磨耗部品が少なく長寿命で保守が容易である。



## 4月のニュース解説

3月21日～4月20日

編集部

## ○海運造船問題

## ●一般政治経済問題

3月27日○イギリスとノルウェーにはさまれた北海油田

(木) で午後6時30分頃、石油労働者の海上宿舎の脚柱がはずれ転覆、ノルウェー人の作業員ら200人以上が海に投げ出され、40人が死亡、83人が行方不明になる大惨事となった。事故のあった基地はノルウェー海岸の西100マイルのエコフィスク油田にあるノルウェーのフィリップス石油会社所有の「アレキサンダー・キーランド」で、重量が約一万トンもあり、Footingを有する5本の脚柱に支えられ海上に浮かんでいる。事故は何の前ぶれもなく起こり、一大音響とともに傾斜しだし、15分後に建物全体が完全に上下逆さまになってしまったといわれている。事故原因については、ノルウェー政府が特別調査委員会を設けて調査中であるが、5角形のプラットフォームを支えている5本の円筒形の脚柱のうち1本が事故を起したことは確実である。直径8.5mの5本の脚柱は直接プラットフォームに取りつけられておらず、これより細い直径2.2mの筋かいを介してプラットフォームを支えているが、この筋かいの一部が金属疲労等により破損したため、脚柱の1本がはずれ、バランスを失って、傾斜、転覆した公算が強い。

3月28日○特殊法人統廃合に続く行政改革の第二弾とさ

(金) れる国の地方ブロック機関削減計画が本日の閣議で決定された。ブロック機関は、現在、13の省、庁、委員会と全国に38種、308機関あるが、そのうち削減の対象となったのは10省庁、35機関である。この中には運輸省新潟海運局も含まれている。この計画によれば、削減計画の対象とされたブロック機関の大部分は、55年度末までに実施するとされている。

3月31日○デンマーク政府はこの日、西独MANによる

(月) B&WディーゼルA/Sの吸収を正式に認可した。MANは既にB&Wディーゼル株の49.75%を保有しており、あと49.75%を追加取得することになったので、B&Wディーゼルの完全に支配下に置く。わが国では、三菱重工業、川崎重工業などがMANから中速ディーゼル分野、三井造船、日立造船がB&Wか

ら低速ディーゼル分野、更に川崎重工業はMANの低速分野、日立造船はB&Wの中速分野の技術を導入しているが、各社ともライセンスグループごとに省燃費型のエンジン開発にしごきを削っている折でもあり、今回の統合による影響は大きいと見られる。

4月1日○公正取引委員会は、主要造船企業35社から申

(火) 請のあった56年度の不況カルテル結成について、今日付で認可した。需給ギャップの解消が急務になっている造船業界は1万総トン以上の船舶を建造できる39社が昨年8月から操業量をピーク時比39%に抑える不況カルテルを結成しているが、過当競争を防止するためには56年度も不況カルテルを継続する必要があると判断したもの。カルテル行為の内容は、操業量の規制を3割緩和して、現行のピーク時比39%から51%とするもので、CGRT換算では約490万トン操業となる。規制値を緩和したのは、最近船舶市況が回復基調をたどっているため。

4月2日○原子力船「むつ」の改修問題に決着をつける

(水) ため、安倍自民党政調会長は、党本部に坪内佐世保重工業社長を招いて会談した。席上、坪内社長は、係船、ドック入り契約を受け入れることを表明し、合意が成立した。これで53年10月に佐世保港に入港、1年半にわたって岸壁につながれたままだった「むつ」は本格的改修作業に着手する運びとなった。

4月3日○運輸省船舶局の発表したところによると、54

(木) 年度建造許可実績は、前年度の2.78倍の8,939,146総トンに達し、ほぼ49～50年度の数字に近い水準となり、造船の受注が急速に回復したことが明らかとなった。輸出船、国内船に分けると、輸出船は606万2千総トン（前年度比3.12倍）、国内船は287万7千総トン（前年度比2.25倍）で、輸出船の急増ぶりが目立つ。建造許可実績がこのように増加したのは、円安によって輸出力が回復したうえ、海運市況の好転等により国内海運業界からの受注も増えたためである。

4月12日●米国オリンピック委員会は、モスクワ夏季オ

(土) リンピック不参加を決定した。

## マンガン団塊の開発について

はじめに

第三次国連海洋法会議第9会議が2月27日から4月4日までの間ニューヨークの国連本部で開催され、わが国を含む約140ヶ国が参加した。

この会議では、前回までの審議を踏まえて国家管轄権の及ばない深海海底の資源開発、大陸棚外縁の定義、相対国・隣接国間の経済水域・大陸棚の境界画定、海洋科学調査制度、条約の発効要件、改正、留保等に関する最終条項等の問題が審議されたが、これまでの国連海洋法会議で、最大の争点となっていた深海海底資源（マンガン団塊）開発問題に関する妥協案が今回、作成されるに至ったのは大きな収穫であった。この海底資源、特にマンガン団塊については、今年の1月22日に発表された海洋開発審議会答申「長期的展望にたつ海洋開発の推進方策について」で、開発が強く望まれ、その開発に関する方策等が提示されたように、資源の大量消費国である我国にとって、このマンガン団塊の開発が早急に進められなければならないものとなっている。

このように、最近クローズアップされてきたマンガン団塊の開発の状況等について少し述べてみたい。

### 1. マンガン団塊の概要

マンガン団塊（マンガンノジュール）とは、主に軽石、火山灰などの岩石片や、サメの歯、鯨の耳石などの生物片を中核とし、周囲はマンガンや鉄を主成分とする酸化物、水酸化物の黒褐色の殻がタマネギのように層状にとりまいた、大きさ0.5～25cm程度の楕円体の自生堆積物で、マンガン、ニッケル、銅、コバルト等有用非鉄金属10数種を含んでいる。

化学成分については、太平洋の場合ハワイ南東海域ではニッケル、銅が多くタヒチ海域ではコバルトが多いように、存在する海域によって多少の違いがある。

主として水深3,000～6,000mの深海海底の表面にモノレイアとして賦存しているが、一般に浅海にあるものは、深海底のものに比較して有用金属が少なく品位が悪い。成因については、団塊が海底の火山物質に伴うので、火山物質の海底風化、及び海底の噴気が根源であるとする火山供給説、他に大陸上の侵食作用説等があるが定説は確立されていない。

その成因が解明されれば、探査にも役立ち経済的にも大きな貢献をなしうるはずである。

マンガン団塊は全世界の海底に賦存しているが、なかでも太平洋が最も有望視されており、特にハワイ東南～南西にわたり幅約1,000km、東西延長7,000kmのクラリオンゾーンとクリッパーゾーンとにはさまれた海域帯が有望鉱区と考えられている。マンガン団塊の賦存量は広大な海洋全域を調査しなければ正確には判明しないが、一試算として太平洋海域だけで表のとおり約1.7兆トン、これに含まれる金属量としてニッケル164億トン、銅88億トン、コバルト58億トン及びマンガン4,000億トンとされており（メロー教授試算）、陸上の埋蔵量、世界の消費量に比較して桁違いの膨大な量が賦存している。

### 2. 開発技術について

マンガン団塊の開発には、探査、採鉱及び精錬の技術開発が要求されるのであるが、これらのどの技術開発を取り上げても膨大な資金を必要とし、採算ベースにのるためにはまだ多くの課題が残されている。

#### (1) 探査

探査は深海底に賦存するノジュールの分布状況を的確に把握することが必要であり、具体的には分布の位置、密度、品位、周囲の地形、および底質状況などのデータを採鉱に供給しなければならない。現在、技術的には、深海テレビ、前方障害物探知ソナー、サブボトムプロファイラ、ポピュレーション自動計測装置など種々の機器を用いて上記の諸データを得ることは可能になっている。しかし、今後、いかに早く、より経済的に多量の正確なデータを得るかが探査技術の課題となっており、目下「高速度探査システム」の開発が急がれている。

表 マンガンノジュールの賦存量と品位

太平洋におけるマンガンノジュールに含まれる金属量

マンガンノジュール賦存量	マンガンノジュールに含まれる金属量			
	ニッケル	銅	コバルト	マンガン
1.7兆トン	(0.99%) 164億トン	(0.53%) 88億トン	(0.35%) 58億トン	24.2% 4,000億トン
陸上の埋蔵量	0.6億トン	4.1億トン	0.06億トン	
世界の年間消費量	59万トン	833万トン	約3万トン	

(注) 1. マンガンノジュールについてはメロー著「海洋鉱物資源」による。  
2. ( )内はマンガンノジュール中の各金属の平均値である。  
3. 陸上の埋蔵量については、ニッケル、銅は鉱業便覧、コバルトは米鉱山局等の資料による。

## (2) 採鉱

採鉱技術については現在3つの方式が開発の対象とされている。

(i) CLB方式；ロープにバケットを一定間隔(50m~100m)でとり付け、このロープの輪を船と海底面の間で回してノジュールをバケットですくい上げる方式。採取率のアップとランニングのコストダウンが課題となっている。

(ii) ポンプ方式；海底面で鉱石を集める装置(コレクター)と船との間をパイプでつなぎ、耐圧ポンプをパイプにとり付けて海水と共にノジュールを吸い上げる方式。

(iii) エアーリフト方式；ポンプ方式と同様にパイプを用いるが、パイプには圧縮空気を注入してその上昇流によりノジュールを送り上げる方式。

(ii), (iii)については、大口径パイプを用いて約5,000mの深海底から大量のノジュールをコンスタントにリフトする場合のエネルギー効率の確認、実際に船とパイプ端末に設置される集鉱器の全システムの制御技術の完成が課題である。

## (3) 精錬

ノジュールの精錬法にはつぎのようなものがある。

- (i) 還元溶解法；乾燥させたノジュールを電気炉で解かし、これに石油コークスを添加する方法
- (ii) 硫酸化ばい焼後、含有金属を水浸出する方法
- (iii) アンモニア・カルバメート法；鉱石を還元ばい焼した後、 $\text{NH}_3 + \text{CO}_2$ の水溶液で浸出する方法
- (iv) ハイドロクロリネーション法；ノジュールの金属酸化物を塩化物に変えて水で浸出する方法

## 3. マンガン団塊開発の国際動向と我国の現状

1960年代から米国を中心とした先進工業国の公立機関、民間企業が独自に資源調査、技術研究開発を行ってきたが、1970年代半ばから各国の有力企業は、資本の拡大、調査・技術研究開発の集約化をめざして、次々に国際コンソーシアム(企業連合)を結成した。

現在、以下の4つのグループが探査、採鉱技術の開発を行い、既に小規模の実験により理論的なフィージビリティの確認が終っており、実際の商業生産は1980年代前半を目標としている。

ケネスコット・グループ(1974年1月設立, 米, カナダ, 日)

USスチール・グループ(1974年4月設立, 米, ベルギー)

インコ・グループ(1975年2月設立, カナダ, 西

独, 米, 日)

ロッキード・グループ(1977年2月設立, 米, オランダ, 英)

その他には、フランス・グループ、さらには中国、ソ連なども調査活動を実施しているといわれているが、その詳細は明らかではない。

わが国でのマンガン団塊の開発は当初、探査・探査技術等において欧米諸国に一歩立ち遅れていたが、国内企業のインコ・ケネスコット・グループへの積極的な資本参加による技術導入で最近、著しい発展を遂げつつある。

例えば、日本深海鉱業(DOMCO)はインコ・グループにおいて、53年3月、改造した石油掘削船SEDCO 445によりハワイ沖水深約5,200mの海域で、ポンプ方式による世界で最初のマンガン団塊の連続的採取に成功し、また、エアーリフト方式による深海からのマンガン団塊の連続採取にも成功をおさめている。

その他深海底鉱物資源開発協会(DOMA)では、白嶺丸によるハワイ沖での探査活動から豊富な情報を入手している。さらにDOMAでは最新の探査機器を備えた第二白嶺丸を近々就航させることを予定しており、これによって一段とスケールアップした調査活動が行われることになる。

## 4. マンガン団塊開発への対応

マンガン団塊は人類最後の資源とまで言われ、我国をはじめとする先進諸国にとってその開発が急務となっている。しかしながら商業ベースでのマンガン団塊の開発は非常に多くのリスクが伴うものと言われている。そのために、開発に当っては下記の項目について厳密なフィージビリティスタディーを実施することが必要不可欠である。

- (i) 採鉱区域の決定, (ii) 賦存量, 品位, 賦存状態の証価,
- (iii) 採掘対象鉱量, 金属量の決定, (iv) 生産規模, 生産量の決定, (v) 採取技術の評価と決定, (vi) 操業計画,
- (vii) 輸送方法, (viii) 精錬技術の評価と決定, (ix) 国際問題, 環境問題を含む周辺のすべての問題の検討,
- (x) 経済性の検討, (xi) 開発可能性の検討と決定

さらに、我々に与える経済的利益の大きさ、また一方では開発事業におけるリスクの大きさから、マンガン団塊の開発事業が国家的プロジェクトによらなければならないことを認識し、マンガン団塊の開発が完全な商業生産に移行するために採鉱開発などの各段階における国及び民間企業などの役割を明確にし、その体制の整備をする必要がある。

## 海底地質調査船“南海503”について

三井造船株式会社

### 1. まえがき

三井造船(株)はこの度、中国機械進出口総公司より注文の海底地質調査船(Geotechnical Coring Vessel, 中国名、工程地質取芯船)を千葉事業所に於いて完工、引渡しを行った。本船は中国石油天然気勘探開発公司の南海分公司に配属され、主として海南島附近での地質調査に従事することになっている。

三井造船では海洋開発用機器として、各種のリグ、特殊作業船を建造して来たが、本船はその実績を買われて中国より受注した、物探船2隻、サプライ船7隻に続くものである。

本船は、この種の調査船としては世界でも最大級に属しその設備も後述の如く最新鋭を誇っている。本船建造に関わる特徴は、この種特殊船に於いては、一般に注文者調達になる特殊装置をすべて、建造所計画による建造所調達としていることで、この点、注文者より大きく評価されている。

本船の調査活動は海洋構造物設置のための地盤強度を調査するために、海底地盤より試料を採取し、これを船上にて試験、分析することであり、一口にして言えば、小型ながらも掘削装置の他、コア採取装置、物理的検層装置、海底表面探査装置、コア分析装置、並に調査海域での精密なる航行、定位のための航海装置を備えて居り外観は船型リグに酷似している。

本船の稼働海域は水深160mまでとし、掘削深度は海底下100mとなっている。(写真頁26頁参照)

### 2. 主要目

全長	75.88 m
垂線間長	68.00 m
型幅	15.00 m
型深さ	7.00 m
型喫水	4.60 m
載荷重量	1,280 mt
主機	ダイハツ8DSM-32L 1基
MCO	2,800 SHP×600 rpm
推進器	可変ピッチプロペラ

試運転最大速度

14.54 kn

定員

59名

### 3. 一般配置

船型としては長船首楼付の全通2層甲板船とし、主甲板を乾舷甲板としている。船体の中央部にデリックタワー及びムーンプールを設けている。ムーンプールを中心に暴露部はコアリング装置の作業区画となり、上甲板以下はセメント及びマッドの格納区画及び調製並に移送機器区画(ポンプルーム)となっている。これより前方には居住区画を配し、後方は機関室、諸倉庫、操舵機室等々配している。コア分析室(実験室)は居住区後方に配し、ドリルフロアより便なるところに位置している。

上甲板中央部右舷沿いに、水中テレビ及びフリフォールコアサンプラー用の専用ダビットを各々配し、右舷側は主として、サブシー機器の格納及び作業区画となり、左舷側はシェイルシェイカー等のマッド回収装置が配置されている。これより後部の上甲板は格納区画となし、ドリル器材及びスプレッドマリング用のブイが格納され、ディーゼル駆動の旋回クレーン1台を有しドリル器材格納区画よりドリルフロアへ器材の供給を受持つと共に、一般サービス用にも供されるようになっている。

### 4. 係船装置

コアリング作業時の係船は鋼索による4点のスプレッドマリングに依り、錨はダンフォース型10t、錨索は50φ×1,150mを各々の係船機に配している。その他、常時の係船用に1.59tのJISストックレスアンカー並に34φU2錨鎖を専用のウインドラスと共に設けている。これら係船機、揚錨機は、電動油圧駆動とし、このための油圧のユニットは船首、船尾の油圧ユニットルーム内に置かれている。

### 5. 航海装置

レーダー	JMA-164B	1	日本無線
	JMA-158B	1	"
磁気コンパス		1	
ジャイロコンパス	D-1	1	北辰電機



方向探知器	KS-525 II	1	光電製作所
オートパイロット	PT-10	1	北辰電機
音響測深儀	WD-4-I	1	海上電機
電磁ログ	EML-12	1	北辰電機

上記に加え、本船の特徴になっているのは、米国マグナボックス社のINS(インテグレートド・ナビゲーション・システム)で、衛星受信による以外に、仏国サーセル社のトランによる定位測定も可能となっており、第1図の如き構成となっている。

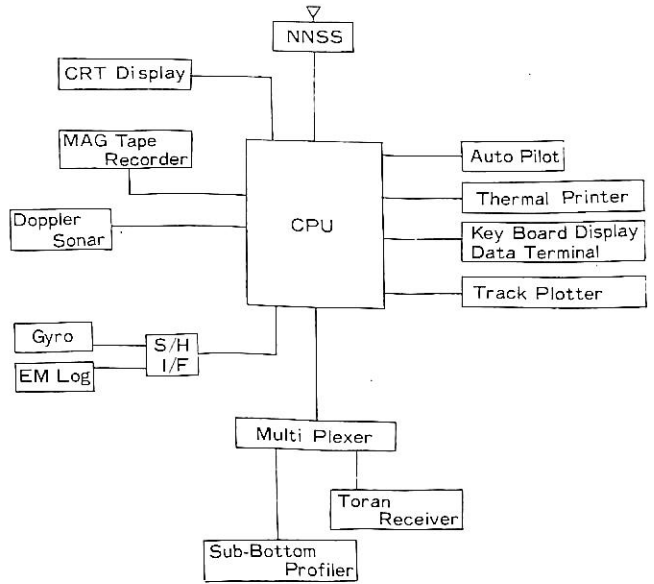
又、FortranIVを用いての技術計算も出来るようになっており、これらシステムの心臓部は船首楼甲板居住区内にあるNAV・System室に配置され、この部屋は専用の空調機により室温調整が為されている。此処より操舵室にモニターテレビが延長され、操船者に必要な表示を提供出来るようになっている。

### 6. 推進装置

主機械はIHI・BBCターボチャージャー付のダイハツ8DSM-32L, 2,800SHP×600rpm 1基で、減速機(シングルヘリカル, ノンリバースタイプ, 減速比 2.5)を介して、かもめ製の変速ピッチプロペラに連らなる。これは特に海底調査時の低速操船性を確保するためのものである。主機の操縦位置は機側並に機関制御室内にあり、推進器材質はNi-Al-Brで、予備ブレードを装備している。

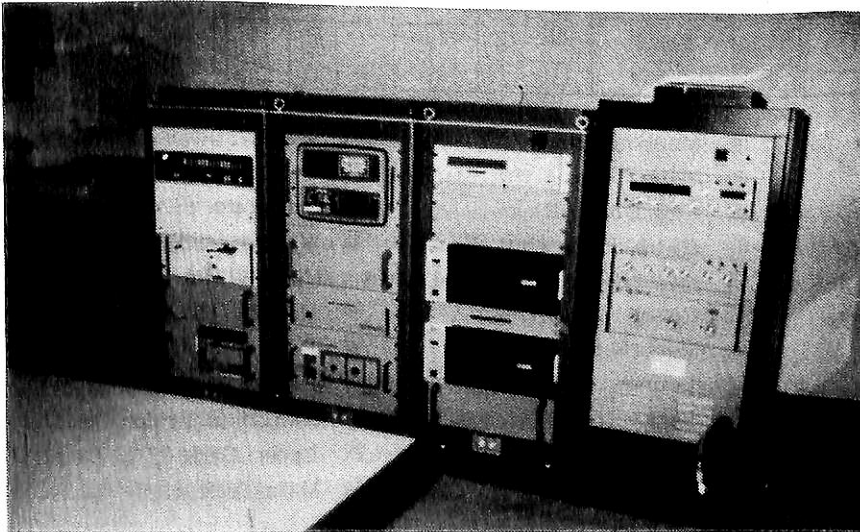
### 7. 機関室内補機

温水ボイラ	200,000kcal/h × 80°C	1	巴
発電機関	6DSb-18A 450ps × 1,000rpm	3	ダイハツ



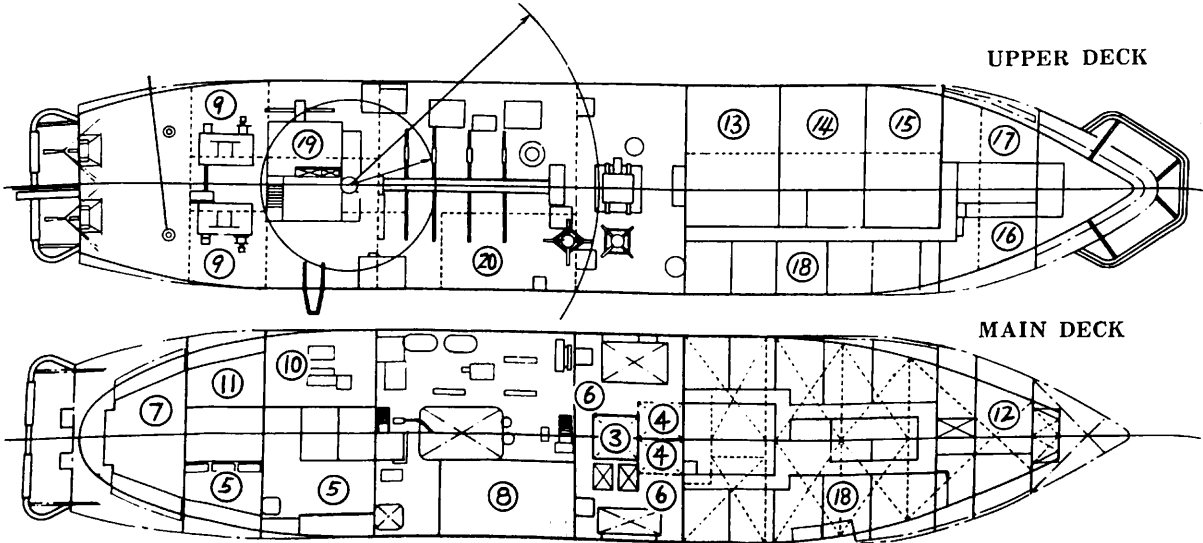
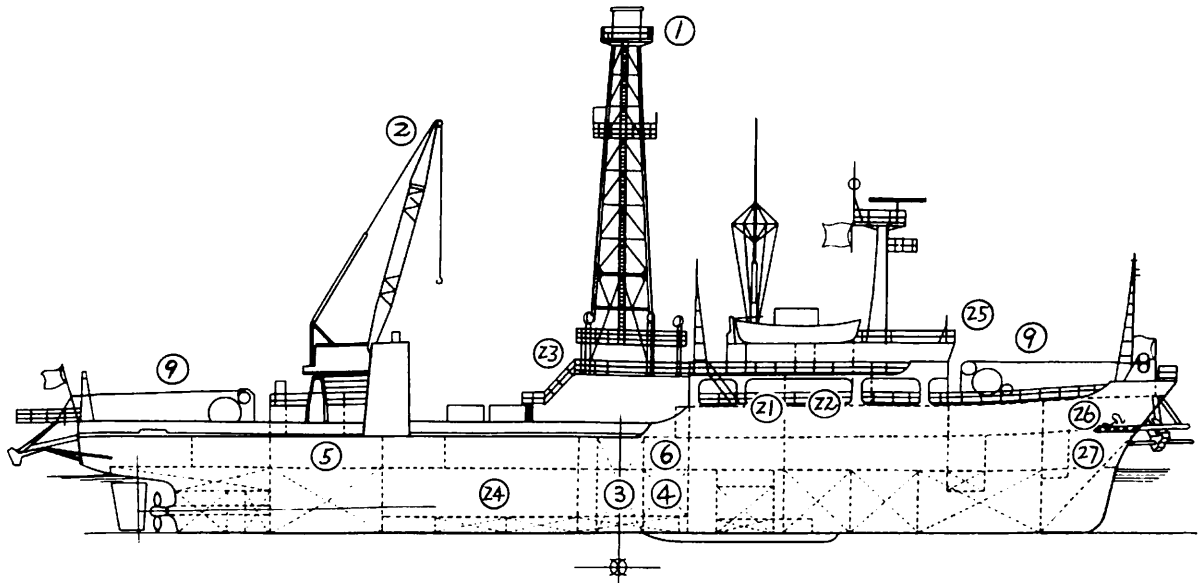
第1図 INS構成図

主空気圧縮機	60 m <sup>3</sup> /h × 25 atg	2	田 辺
非常用空気圧縮機	4 m <sup>3</sup> /h × 25 atg	1	ヤンマー
[主機駆動補機]			
主潤滑油ポンプ	44 m <sup>3</sup> /h × 5 atg	1	ダイハツ
減速機潤滑油ポンプ	12 m <sup>3</sup> /h × 13 atg	1	"
冷却清水ポンプ	80 m <sup>3</sup> /h × 20 m	1	"
燃料供給ポンプ	1,570 ℓ/h × 3atg	1	"
ロッカーアーム潤滑油ポンプ	210 ℓ/h × 2 atg	1	ダイハツ
スタンバイ冷却清水ポンプ	80 m <sup>3</sup> /h × 20 m	1	浪 速



ナビゲーション システム  
ルーム

- (左方より)
- コンピューター本体
  - サテライト, ドップラソナー等の受信機
  - マグネットテープ記録装置
  - サブボトムプロファイラー (海底探査用装置)



- |                                  |                               |                                 |
|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| ① Derrick Tower                  | ⑨ Mooring Winch               | ⑲ Emerg. Generator Room         |
| ② Deck Crane                     | ⑩ Work Shop                   | ⑳ Pipe Rack                     |
| ③ Moon Pool                      | ⑪ CO <sub>2</sub> Bottle Room | ㉑ Laboratory                    |
| ④ Mud Tank (P&S)                 | ⑫ Hydro Pump Unit Room        | ㉒ Navigation System Room (Port) |
| ⑤ Heavy Tool Store               | ⑬ Meat Room                   | ㉓ Hospital (Starboard)          |
| ⑥ Sack Store (Main Deck)         | ⑭ Galley                      | ㉔ Drill Floor                   |
| ⑥ Mud & Cement Pump Room (Floor) | ⑮ Mess Room                   | ㉕ Engine Room                   |
| ⑦ Steering Gear Room             | ⑯ Lounge                      | ㉖ Navigation Bridge Deck        |
| ⑧ Engine Control Room            | ⑰ Locker                      | ㉗ Upper Deck                    |
|                                  | ⑱ Accommodation               | ㉘ Main Deck                     |

“南海 503” 一般配置図

主冷却海水ポンプ	130 m <sup>3</sup> /h × 20 m	2	浪速
補助冷却海水ポンプ	120 m <sup>3</sup> /h × 20 m	1	"
スタンバイ主潤滑油ポンプ			
	44 m <sup>3</sup> /h × 5 atg	1	大 晃
スタンバイ減速機潤滑油ポンプ			
	9 m <sup>3</sup> /h × 15 atg	1	大 晃
潤滑油移送ポンプ	2 m <sup>3</sup> /h × 2 atg	1	"
燃料油移送ポンプ	15 m <sup>3</sup> /h × 2 atg	1	"
燃料油サービスポンプ	2 m <sup>3</sup> /h × 2 atg	1	"
スタンバイ燃料油供給ポンプ			
	2 m <sup>3</sup> /h × 1 atg	1	大 晃
CIPP用油圧ポンプ	45 ℓ/h × 70 atg	2	内 田
消防兼雑用ポンプ	50/100 m <sup>3</sup> /h × 50/30 m	2	浪速
ビルジポンプ	1 m <sup>3</sup> /h × 2.5 atg	1	兵 神
洗浄清水ポンプ	3 m <sup>3</sup> /h × 30 m	1	浪速
清水サービスポンプ	5 m <sup>3</sup> /h × 40 m	2	"
海水サニタリーポンプ	10 m <sup>3</sup> /h × 40 m	1	"
温水循環ポンプ	4 m <sup>3</sup> /h × 4 m	1	日本サーボ
温水ボイラ循環ポンプ	15 m <sup>3</sup> /h × 10 m	2	浪速
冷房冷凍機冷却水ポンプ	110 m <sup>3</sup> /h × 20 m	1	"
汚水処理装置		1	笹 倉
潤滑油清浄機	2,000 ℓ/h	2	三菱化工
機関室ファン		3	西 芝
主清水冷却器	50 m <sup>2</sup>	1	三井造船
補助清水冷却器	40 m <sup>2</sup>	1	"
主潤滑油冷却器	35 m <sup>2</sup>	1	ダイハツ
主空気槽	2 m <sup>3</sup>	2	三井造船
補助空気槽	0.1 m <sup>3</sup>	1	"
制御用空気槽	0.1 m <sup>3</sup>	1	"

## 8. 機関制御室

機関制御室は機関室デッキの右舷に設けられて居り、室内はユニット型空調装置により空調されている。主機及び機関室補機は制御室から操作する事が出来るようになって居り、制御室で One man watch が可能な程度の装置は備えている。グラウトポンプ及びドローワークス等大容量の機関室外補機が装備されて居るが、これらの補機の電気パネルが制御室に装備されている。

## 9. 電源装置

主発電装置としては、ダイハツ 6DSb-18A, 450BHP × 1,000 rpm にて駆動される3台の発電機(三井造船防滴型 DA-83-6, 375 kVA, AC 390 V × 50 Hz)を有す。バッテリーは 24 V-200 AH を 2 組及び充電装置を有す。

## 10. 船内交信設備

船内通信手段としては、サウンドパワーテレホン及び自動電話、並びにパブリックアドレス(いずれも日本無線)を備えているが、作業の形態毎に各作業区間に生ずる連絡要素を分析し、必要な通信網を確保することに、特に意を用いている。例えばコアリング作業に入る前の海底状況の予備調査段階のサブボトム・プロファイラー、或はサイドスキャン・ソナーとインテグレートッド・ナビゲーション・システムからの情報を組み合わせた航走調査時には、各装置の操作者、各装置から得られる情報を基に即座に分析し、操船者及び操作者に指示を与えるモニター、及び操船を担当する者の間に於ける専用の通信手段の如きものである。

又、一定の地点に係船され比較的長期に亘る作業時の生活の単調さを救うため、船内にはテレビの装備は勿論のこと、ラジオ、ステレオ、及びカセットプレーヤーに直結される船内放送設備を有し、操舵室及び食堂より放送出来るようになっている。

## 11. 無線装置

主送信機	NSD-403	1	日本無線
補助送信機	NSD-1135W	1	"
救命艇用携帯無線	JSL-3	1	"
受信機	NRD-72	2	"
自動警報受信機	JXA-5A	1	"
VHF	JHV-202Q	1	"
携帯用トランシーバ	XF604MK3-11 S	1	国際電気
	XF603MK2	5	
ファクシミリ	JAX-29	1	日本無線
主送信アンテナ	自立型	1	"
補助送信アンテナ	ワイヤーアンテナ	1	"
SSBアンテナ	ホイップアンテナ	1	"

## 12. コアリング装置及び関連調査機器

掘削関係は船型の石油掘削リグと、噴出防止装置等若干の石油掘削独特のものを除いては、殆ど同様の装備を持っている。これに調査船としての各種調査機器、土質試料採取機器、及び試料分析機器があると考えればよく、下記の如き装備となっている。

- A) Mud & Cement System
- Mud Pump
  - Cement Pump
  - Mud Mixing Pump
  - Desander

## 船の科学

- Mud Agitator
- Shale Shaker
- Cement Mixer
- Cement Mixing Hopper
- Mud Hopper
- Water Swivel
- B) Tensioner System
  - Riser Tensioner
  - Guide Ling Tensioner
  - Air Compressor & Dryer
  - Air Vessel
- C) Rig Hyd. System
  - Hyd. Pump Unit
  - Hyd. Hose Reel
- D) Derrick & Sub-Structure Equipment
  - Drawworks
  - Rotary Table
  - Well Logger Winch
  - Derrick Tower
  - Hook Block
  - Crown Block
  - Dead Line Anchor
  - Weight Indicator
  - Utility Hoist
  - Guide Ling Hoist
  - T V. Winch
- E) Sub-Sea System
  - TBP/UGF/PGS
  - Hyd. Connector
  - Riser Assembly
  - Accoustic Position Indicator
- F) Survey Equipment
  - Sub Bottom Profiler
  - Under Water TV

- Side Scan Sonar
- G) Sampling System
  - Free Fall Core Sampler
  - Wire Line Core Sampler
  - Thin Wall Core Sampler
  - Rotary Core Sampler
- H) Test & Analysing System
  - Physical Well Logger
  - Labo. Equipment

### 13. あとがき

本船の計画に際しての苦心は、まず、特殊作業船計画の常として、船型要素をはじめとして各システムの構成要素に至るまで、いかに合目的に諸元を決定するかにある。

次いで、いかにこれら諸元を限られた空間に配置するかの問題があり、これは単に空間に配置することだけでなく海象状況に対する作業船の応答状況を基に對し、海上での作業、及びメンテナンスの各形態を効果的に為さねばならない。

引き続きは、いかにこれら盛り沢山の諸元を効率的に調達し、構成して行くかという建造の問題があり、各装置の有効性を確認しつつ、建造日程、試験日程を消化して行かねばならない。

本船の建造に際しては、三井造船はこれまでのノウハウの蓄積をいかに発揮すべく、本社基本設計陣、玉野、千葉の両設計陣、及び千葉建造陣の強力なチームワークの下に完成し、この度の中国海域に於ける全負荷試験を無事完了して、ユーザーに喜んで貰えたことは、日中友好の一助ともなり且つ日本造船界の実力を知らしめたという意味で、喜びに耐えない。ここに東海サルベージはじめメーカー諸氏の温かい助言と協力とに對し、深く感謝しつつ、本船の紹介を終りたい。

---

## ケミカルタンカー

恵美洋彦・角張昭介著

B5判 300頁 定価 4,000円 (〒200)

本書は『船の科学』に好評連載中の同名論文の第1章から第5章までを、IMCOの動向に合わせ、さらに化学品名の索引を添付してまとめたもので、頁にして50頁増補されている。ケミカルタンカーの建造・取扱・積荷等について国際及び国内の規則を中心に技術的に詳述した“ケミカルタンカー”の決定版であります。ケミカ

ル運航に携わる方々、造船所の技術・営業に携わる方々及びその関連企業に携わる方々にとって必須の座右書であると確信します。

申し込み先 株式会社 船舶技術協会

〒104 東京都中央区新川1-23-17 マリンビル  
電話 03(552)8798 振替口座 東京3-70438

---



## 運輸省船舶技術研究所第35回研究発表会題目

(昭和55年度春季)

日時 / 昭和55年5月20日(火) ~ 21日(水) 9:30~17:30

問合せ先 / 船舶技術研究所研究調整官

場所 / 船舶技術研究所講堂 (三鷹市新川6-38-1)

電話 0422-45-5171 内線251

No.	題 目	開始時間	No.	題 目	開始時間
第1日目 5月20日(火) 9:30~17:00					
1	大形試験片を用いたT継手溶接部のA E特性について	9:30	24	圧力容器内高圧飽和蒸気-水系の冷水注入時過渡挙動(その1)	16:35
2	大形試験片を用いた脆化部を有する突合せ溶接部のA E特性について	9:45	25	一体型炉の傾斜時における自然循環流量	16:50
3	鋼溶接部の収縮応力に対する拘束及び変態温度の影響について	10:00	第2日目 5月21日(水) 9:30~17:00		
4	ガス切断面の疲労特性について(第一報)	10:15	26	水ジェット推進側壁型ACVの推進特性	9:30
5	ノズル付圧力容器模型による内圧破壊試験結果について	10:30	27	回転軸系のつりあい振動	9:45
6	動的破壊靱性試験に用いる大型試験装置について	10:45	28	だ円孔を有する回転体の応力解析(第1報)	10:00
7	圧力容器照射脆化の焼なまし効果の研究(その1)	11:00	29	ひずみゲージによるプラスチックの熱膨張係数の測定	10:15
8	造船用鋼材の計装化シャルピー試験	11:15	30	二、三のニューセラミックスの高温強度	10:30
9	パイプ溶接継手部の残留応力(つき合せ溶接)	11:30	31	推進軸材の低サイクルねじり疲労と疲労き裂の発生	10:45
10	焼鈍による粒度が変化した鋼板における疲労き裂の伝播について	11:45	32	気液対向二相流に関する研究	11:00
— 休 憩 —			33	平板上の直立円柱後流	11:15
11	モルタルの破壊強度に及ぼす試験方法の影響	13:00	34	ディフューザの性能と熱伝達	11:30
12	曲げ荷重をうけるフェロセメント部材の強度	13:15	35	ホログラフィ干渉法による火炎温度分布測定(その4)	11:45
13	フェロセメント板の曲げ疲労試験	13:30	— 休 憩 —		
14	フェロセメントパネルの水圧強度試験	13:45	36	ディーゼル機関の水素混焼の研究(第4報)	13:00
15	船体用フェロセメント材の超音波探傷(第3報)	14:00	37	船用水素ガスタービンの研究(第4報) —燃料噴射による流れ模様の変化—	13:15
16	FRPの耐熱強度の研究(その2:加熱時における引張強度の実験)	14:15	38	船用水素ガスタービンの研究(第5報) —小型ガスタービンの水素運転性能—	13:30
17	衝突時の船首、船側の圧壊強度(その2)	14:30	39	水素を燃料とする翼列内燃焼ガスタービンの研究(その2)	13:45
18	柱の縦衝撃に関する一実験	14:45	40	極低温軸封装置の研究	14:00
— 休 憩 —			41	水素および炭化水素炎の分光計測(第4報)	14:15
19	曲がり桁の強度に及ぼす部材寸法の影響	15:15	42	スターリング機関に関する研究(第6報)	14:30
20	NSRR実験での浸水燃料内圧挙動モデル(第2報)	15:30	43	外燃機関用高温熱交換器の実験的研究	14:45
21	モンテカルロ法コードMORSEの精度検証(その2)	15:45	— 休 憩 —		
22	使用済核燃料運搬船の船内線量率分布計算	16:00	44	油分濃度計測のための試料水配管系について	15:15
23	使用済核燃料輸送容器の放射線安全性評価における簡便計算法	16:20	45	タンカー用油水界面計の研究	15:30
			46	油性スラッジ処理の研究	15:45
			47	貨油タンクの原油洗浄に関する研究(第1報)	16:00
			48	海洋汚染防止のための研究	16:20
			49	顔グラフによる船用機関の状態監視	16:35

## 私の戦後海運造船史(5)

—昭和25年前後—

米 田 博  
(財)日本海事広報協会

### 米国対日援助見返り資金

#### 外航適船建造開始と対日援助見返り資金<sup>1)2)</sup>

昭和25年における大きな出来事は、4月1日に海運の民営還元が実施されたことと、6月25日に朝鮮動乱がばっ発したことで、この後26年いっぱい、日本経済は動乱ブームとなり、海運界もハイレベルの運賃を享受したし、産業界はいわゆる特需ブームに湧いた。この南北朝鮮の衝突は極東に深い問題の種を残したが、日本経済立ち上りのきっかけであったことも事実である。

さて、昭和24年も押し迫った12月27日に出されたSCAP IN 7021-Aという連合軍総司令部より日本政府宛の覚書こそは、戦争によって壊滅した日本海運造船界が過去3ヶ年もがきにもがいた努力の総決算であり、近い将来に講和会議をひかえて希望に輝く海運造船飛躍のためのジャンプ台とも称せられるものであった。

この覚書は1隻6~7,000総トンの外航用貨物船総計10隻62,250総トンの建造許可を内容とするものであって、昭和23年10月にその端を発した昭和24年度造船計画(第5次船)が漸く実を結んだものである。この覚書は僅か10隻の建造許可を意味するのみでなく、昭和24年度造船計画44隻282,340総トンが近い将来に全般的に建造許可されること及び昭和25年以降においても外航適格船をどんどん建造し得る道が開けたことを意味したのである。

この成果に至るまでには実に1年有余にわたる海運造船関係者の努力があった。昭和23年10月、経済復興5ヶ年計画を基礎として策定された昭和24年度造船計画は総計20万総トンであって、その構成内容は油送船、貨物船ともに外航用大型船並びに内航用小型船のあらゆる船型を網羅し、おまけに貨客船までも計画内容とした夢多いものであった。

しかるにこの計画だけを遂行するためにも14万トンの鋼材とこれに見合う諸資材を要し、いわんや他の改造、修繕等を完全に遂行しようとするれば造船部門中国内船用

のみでもいくら控え目に見ても24万トンの鋼材とこれに伴う諸資材を必要とすることとなり、経済安定本部で計画された鋼材180万トン生産計画をベースとする供給計画では造船部門にその必要量を供給することは到底できないこととなり、主として資材面の制約によって昭和24年度造船計画は15万総トンに縮小せざるを得なくなっていた。

ところが本史(3)「船舶公団の廃止」で述べたように、昭和23年末になって経済九原則が確定され、予算折衝の過程においてドッジ氏の考え方が次第に明らかになってきて、従来長期産業資金調達を一手に引受けていた復興金融庫の貸出が昭和24年度より廃止され、これに伴って復興金融庫からの借入金により、民間船主と船舶製造の共同発注をして、敗戦により完全に蓄積資本を失ない、借入金のみによって新船を建造してきた船主を助けていた船舶公団が原則的に否定され、僅かに政府の直接投資により第1次より第4次に至る民間船主との共同発注船業務のみの継続を許可されたことにより、前に述べた15万総トンの計画はもとより僅か1万総トンの新造すらも考え得ないこととなった。

あたかもこの頃米国対日援助見返り資金(Counter-part fund of U. S. aid to Japan)が脚光をあびてきた。

戦後ガリオアおよびエロアの対日援助資金によって輸入されたとうもろこし、小麦などの援助物資は、日本政府に引渡され、日本政府がこれを国内に払下げることによって、その円代金が政府の収入となった。これを援助物資の見返り資金というが、これは当初貿易特別会計で輸出または輸入の補給金に充当され、輸出について円安、輸入については円高の複数レート制の財源だった。本史(4)で述べた複数替レートの政府貿易輸出船は本制度の恩恵を受けたわけである。

ドッジ氏は米国の援助にもとづくプラス分を本来の日本財政から分離し、その使途を明確にして米国の監督下におくため、この援助見返り資金をもって米国対日援助見返り資金特別会計を、昭和24年4月20日に設置した。これは当初貿易特別会計から見返り円を受入れていたが、

25年度に米国対日援助処理特別会計が新設されたので、その後はここから受け入れることになり、その他に運用資産の回収処分などによる受入金および資金運用による収益金をもって歳入とし、これが通貨及び財政の安定、輸出の促進、その他経済の再建等を目的として公私企業への投資などに使用された。

このように見返り資金の性格づけが行なわれている時期に連合軍総司令部より運輸省に、資金、資材、船種、船型、機関、速力等がすべて無制限である場合を想定して昭和24年度35万総トン建造計画を策定してみよとの諮問があり、海運造船界はこの朗報に湧き立ったのであった。

これより計画造船は一大転換をし、既に飽和状態に近い国内用小型船の建造は一先ず置き、将来貿易外収入として外貨獲得に貢献し得る外航適船のみの建造計画に集中されることとなり、官界、業界一致協力して米国対日援助見返り資金から海運設備資金を獲得するために努力したのであった。

しかるに見返り資金の運用開始は意外に手間取り、なかなかその融資条件、即ち金利と融資期間が決定しないために造船計画も一向に発展しないままに推移してきた。そのうち24年5月頃から他の一部産業にはこの見返り資金から融資されることを前提とするつなぎ融資が行なわれるようになり、且つ見返り資金が各企業の個別審査を経て融資されることが明らかになってきたので、船主と造船所の組合せさえできていない造船の立場の不利を思っ、運輸省は一挙に結論を出してすうため24年6月25日、一ヶ月の期限を切って昭和24年度新造船建造希望船主申込要領に従って建造申込を行うべき旨新聞広告をしたのであった。この申込要領の内容の要点は

- (1) A型戦標船を肩鉄化してその代船として建造する場合は船価の60%、一般の場合は50%を見返り資金により融資すること。(実際には代船建造による申込者は1社も無かった。)
  - (2) 見返り資金以外の資金は自己調達とすること。この場合自己調達分については融資確約書を提出すること。
  - (3) 3,500総トン以上の外航適船のみ建造申込をなし得る。
- である。

この間に見返り資金については閣議により国内的には海運設備資金として70億円が予定され、之に依れば、前記申込要領要点第1、2項に従って建造すれば24年度資金は140億円となり、約25万総トンの建造が可能であることが判明し、見返り資金運用手続も定まり、見返り資金申請書様式も定まって日本銀行が之に関する実務を行

なうこととなった。

しかるに融資条件についてはなかなか決定を見ないために建造申込締切を延長して8月10日とし、融資確約書は別に指定する時期に提出することとなった。その後見返り資金の融資条件が、金利は大体年1割2厘、融資期間は15年というシビアな線に決定しそうな様子がみえたが、締切の結果は予想とくらべて意外に多数の建造申込があり、実に76隻485,170総トンに達した。その後融資確約書を提出する段階になって一部脱落を見たが、依然として予定建造可能総トン数たる25~30万総トンを遥かに超過していたので、昭和24年8月25日、運輸事務次官(秋山竜氏)を会長とし、運輸省海運局長(岡田修一氏)、同船舶局長(甘利昂一氏)、経済安定本部建設交通局長(高野興作氏)、運輸省海運局海運調整部長(壺井玄剛氏)、船舶運営会理事長(渡辺一良氏)、船舶公団総裁(谷口茂雄氏)、復興金融金庫理事(森寛造氏)、船主代表4名(栃木栃木汽船社長、君島興國汽船社長、浅尾日本郵船社長、鈴木ファースト SHIPPING専務)、造船代表4名(甘泉浦賀船渠社長、飯田名古屋造船社長、出田日立造船社長、岡野三菱重工業社長)計15名を委員とする新造船建造審議会が発足してこれら申込の審議を行った結果、資産内容、経営状態、過去における海運に対する経験の多寡等々種々の面より船主をA B 2クラスに大別し、Aクラス船主は優先的に建造を許可されることとなり、Bクラスについては抽せんによって建造優先順位を決定してこれに造船所の建造能力を勘案して結論を出し、これを日本銀行へ送り込んで見返り資金の融資に対する検討を要望したのであった。以後、見返り資金申請書作製が短時日でなし得なかったこと、日本銀行及び大蔵省における申請書の検討が案外長引いたこと。その他事務手続に思わぬ時日を要したこと等のため見返り資金融資可及び船舶建造許可のおりる時期は当初予想された10月末が11月末になり、11月末が更に延びて12月末に至ってやっと冒頭に述べた第1回の10隻分について建造許可がおりたのであった。昭和24年2月、第4次船12隻4万総トンが建造許可になって後、船らしい船の建造許可を見ないで約10ヶ月を推移して後漸くにして得た本許可が海運造船界にとって如何に朗報であったか、更には数十万人を数える造船関連工業従事者にとってどんなに有難いものであったか図り知れないものがあつた。

#### 第5次船に絡まる諸問題<sup>2)</sup>

第5次船は計画それ自体としても日本の海運造船史に残るべき大きなイベントであったが、これに絡まる問題は実に多種多様であつて今日思い出しても当時の海運造

船界がよくぞ乗り切ったと感慨無量なものがある。これらはその一項目毎が優に数ページの解説を必要とするテーマであるが、ここには当時の特異な事情を示す2項目にしぼって思い出を綴る。

(1) 連合軍総司令部による造船許可と制限

終戦後の新船建造はすべて連合軍総司令部の許可を要したのであって、年度計画は略式に了解を得、更に個々の船について公文書による許可申請で許可を得ていた。昭和24年度造船計画(第5次船)の場合もこの二点について全く同様であったが、第4次船までとくらべると格段に大きな問題があった。即ち第5次計画は大きさ5,000総トン、速力12ノットを超える船がその主体をなしたが、この大きさ、速力の船は従来賠償の対象となっていたため建造は許可されないということに日本政府と連合軍総司令部との間に了解されていたのであって、第5次計画は今後この制限が解除されるものとの仮定の上に出発していた。故に第5次計画の許可申請は即ち制限解除の許可申請を意味し、若し建造許可が下りたら、それは制限撤廃を意味するとされていた。当時この問題に対する見通しはかなり希望的であったが、同じ敗戦国のドイツ海運に対して設けられた制限が日本では撤廃されるということには、その過程において相当波瀾が予想されていた。

これに似た問題としてディーゼル機関の問題があった。ディーゼル機関を新造船に用いることは第2次船より第4次船に至る計画において企画されたのであるが石油使用を難として常にタービンに変更させられてきたのであった。第5次船に応募してきたものはディーゼル船並びに油焚き又は炭油両燃タービン船が大部分であったのでこの問題を連合軍総司令部がどう扱うかということは当時極めて注目された。

GHQはこれらの問題に実に緩やかな態度で臨んだのであって、この面でも第5次船は日本海運にとって忘れられない計画造船であった。

(2) 外航許可

当時日本の貿易は輸入CIF建、輸出FOB建で基本的に日本海運は外航輸送に関しては例外的にしか用いられていなかった。昭和24年9月頃の新聞は輸入がFOB建で行い得るようになりつつあることを報じている。更に輸出がCIF建で行ない得るようになれば外航の問題は完全に解決されたことになると思われていた。輸入額中運賃部分の占めるパーセンテージは思いの外に大きく、邦船による貿易物資積取りが実現すれば貿易外収入はわが国経済を救うであろうとされていた。

外航許可の問題は外航商船建造許可の問題と表裏をなすものであって、この両者は常に併行して審議されるものである。第5次計画は勿論この外航許可も近い将来に実現するものとの仮定の上に乗っていたのであって、この場合早く外航適船を所有した船会社の方が有利に航路権を獲得し得るという理由で第5次計画では異常に新造船建造熱が高まったのであった。

米国対日援助見返り資金による計画造船<sup>3) 4) 5) 6)</sup>

昭和24年度の第5次船で曲りなりにも見返り資金によって計画造船を実施する道ができたのにつづいて、昭和27年度の第8次船に至る4ヶ年4次の計画造船は見返り資金で行なわれ、この間に日本開発銀行が設立され、昭和28年度の第9次船以降はこの日本開発銀行の融資により行なわれて今日に至っている。

従って見返り資金による建造は僅か4ヶ年で終りを告げたが、この時期において昭和25年6月に朝鮮動乱が始まったことにより、世界経済はにわかに活況を呈し、わが国の経済も、いわゆる「特需」の急激な増加にささえられて好況に転じ、これに伴って生じた世界海運市況における戦後初の海運ブームにより、わが国海運の外航船腹量の著るしい不足は極めて深刻な問題となったのである。

そのため政府は、昭和26年1月に策定された「緊急船腹増強対策要綱」および同年2月に衆参両院が行った「外航船腹緊急増強に関する決議」の趣旨に基づいて、第5次計画造船により建造中の未竣工船の完成を急ぐとともに、第6次船の追加建造の実施、第7次船実施の促進等により新船建造の強化をはかる一方戦時標準船の改造や外国中古船の買入等を促進することにより当時の深刻な船腹不足に対処したのである。

見返り資金によって建造された船舶は次表に示すように161隻118万5,000総トンで建造資金総額約1,400億円のうち見返り資金(ごく例外的に開銀資金)は約600億円で、残りの約860億円が市中金融機関よりの借入金でまかなわれた。

見返り資金による第5次～第8次計画造船の特色としては、第1にその政府資金供給の方法が船舶公団による船舶共有方式による投資の方法から、単純な貸付融資の方法に変わったことである。この融資は日本銀行を通じて行われたが、その融資条件は金利年7.5%、償還期限は元金借入後貨物船15年、油送船13年で3年の据置期間経過後半年賦均等償還となっており、借入後2年間は利子を元金に算入することによりその利払い猶予を受けることができた。この見返り資金の海運向け融資における金



第5～8次計画造船一覽表

計画年度	計画次数	船種別隻数			総トン数 G.T.	建造資金(百万円)		
		貨物船	油送船	計		総額	内※ 財政資金	市中 資金
24	5	36	6	42	274,740	21,884	10,971	10,913
25	6	26	—	26	242,750	22,122	13,217	8,905
	6 (追加) 計	7	2	9				
26	7 (前期)	26	2	28	374,130	52,573	22,275	30,298
	7 (後期)	13	1	14				
	後期 追加分 計	4	2	6				
	計	43	5	48				
27	8	29	—	29	293,300	43,060	13,492	29,568
	8	7	7					
	計	29	7	36				
24 ～27	5 ～8	141	20	161	1,184,920	139,639	59,955	79,684

註) 1. 運輸省資料<sup>3)</sup>

2. 7次後期追加分, 8次油送船は見返資金でなく日本開発銀行から融資された。

利は、当初閣議決定の段階では年10%と定められていたのであるが、これに対し日本船主協会や日本造船工業会から、金利を年5.5%以下にするよう強い要請があったため年7.5%に落ちついたのである。この金利水準は当時としては可成り低かったが、建造船価の半分の市中調達分は概ね金利年11%、償還期限3年でしかも2ヶ月ごとの切替えが必要な手形貸付けを実態としていたので、当時の英米における金利が年3.5%程度であったことを考えると、この期の計画造船の国際競争力が非常に弱かったのは自明の理であった。

第2は、適格船主選定の方法が船舶公団のときの入札制から一定の基準に基づいて適格船主を決定する審査方式に改められたことである。

この新しい方式のもとでは、計画造船に応募する船主は、適格船主となるために自己資金調達能力を競う必要はなくなり、あらかじめ計画造船の募集要項に定められた船価の一定割合に相当する自己資金を調達できればそれでよいこととなった。この場合の船価の一定割合は前

表に示すように船価の5割前後であり、応募船主はその申込書に市中金融機関の融資確約書を添付することにより、その事実を証明することとなっていた。そして適格船主の決定は、運輸省内に設けられた新造船建造審査会等において、あらかじめ定められた基準に基づき、応募船主の沿革、経歴、過去現在の船腹保有量、資産信用力、運航計画等にその船主が発注先として予定している造船所事情を加味し、総合的に行なわれることとなった。

第3にはさきにも述べたとおり、昭和24年度の第5次計画造船において初めて5,000総トン以上、速力12ノット以上の外航適格船の建造が許されたのに続いて、第6次船では4,500総トン以下の貨物船および7,000総トン以下の油送船の建造は認められなくなり、また第8次船以降は、このような船型に関するに加えて、速力についても外航船舶の建造が認められなくなったなど、計画造船で建造される船舶は外航船舶に限るとする方針は決定的なものとなった。

第4の特色として、この時期における計画造船においても、その実施にあたり依然として造船所事情が極めて重要視されていたことをあげることができる。これはこの時期においても、わが国造船業の計画造船に対する依存度が極めて高かったことにより、当時船舶局造船課計画係長として事務をとっていた私の仕事は主として造船所の設備能力、雇用能力からみて輸出船受注状況なども勘案してどの造船所が何隻位建造するのが国民経済的にみて最も理想的かということ判断する資料を作成することであった。

#### 参考文献

- 1) 米田 博 「第5次造船計画について——産業活動、雇用への影響——」『経営と労働』1950年2月号
- 2) 米田 博 「昭和24年度新造船計画と之に絡まる諸問題(一)(二)」『船の科学』Vol.2—No.10—11, 1949年10月—11月
- 3) 運輸省「日本海運戦後助成史」昭和42年3月(海事産業研究所受託研究)
- 4) 米田 博 「戦後の計画造船」『船の科学』Vol.4—No.4—5, 1951年4月—5月
- 5) 米田 博 「昭和27年度新造船計画」『船の科学』Vol.5—No.2, No.4, 1952年2月, 4月
- 6) 米田 博 「1952年4月—1953年3月のニュース解説」『船の科学』Vol.5—No.5—Vol.6—No.4, 1952年5月—1953年4月

## 複胴式熱交換器の管板および胴体仕切板 取付けボルトの強度について (2)

加藤 弘

### 3. 管板が胴体仕切板に取付部材を介して取付けられた場合

#### 3・1 胴体に弯曲する管板

##### 3・1・1 胴体仕切板により胴体容積が B/A = 1/1 に区画された場合

この場合もこれまで説明した場合と同様に管板全体が等価圧力  $p_A$  または  $p_B$  を受けたものと仮定したときの管板の最大合成曲げ応力を計算して管板の厚さの適否を決める方法を採用する。まず等価圧力を求めるために必要な係数  $K$  の計算式を次のように導く。

管板が胴側に彎曲し圧縮力  $P_S$  が取付部材および胴体仕切板に作用したときに、取付部材および胴体仕切板の平均圧縮量をそれぞれ  $\delta L_1$  および  $\delta L_2$  とし、平均圧縮量の和を  $\delta L$  とすれば次式が成立する (第8図参照)。

$$\delta L \div 2 \delta L_1 + \delta L_2 = \frac{2 \ell_0}{E_0 A_0} P_S + \frac{L - 2 \ell_0}{E_1 A_1} P_S$$

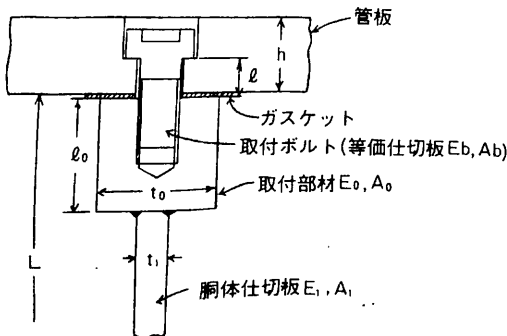
$$\therefore P_S = \delta L \left/ \left[ \frac{L - 2 \ell_0}{E_1 A_1} + \frac{2 \ell_0}{E_0 A_0} \right] \right.$$

胴体の長さを  $\delta L$  変化させるのに要する外力  $P_D$  は、

$$P_D = \frac{\delta L}{L} \times 2 \pi E_S t_S a_S$$

管束の長さを  $\delta L$  変化させるのに要する外力  $P_T$  は、

$$P_T = \frac{\delta L}{L} \times \pi E_I N t (d_0 - t)$$



第8図 管板が胴体仕切板に取付部材を介して取付けられた場合

$$\therefore K = \frac{P_S + P_D}{P_T} = \frac{2 \pi E_S t_S a_S + \frac{L}{\left[ \frac{L - 2 \ell_0}{E_1 A_1} + \frac{2 \ell_0}{E_0 A_0} \right]}}{\pi E_I N t (d_0 - t)} \quad \dots \dots \dots (65)$$

管板がその全面に、A室における等価圧力  $p_A$  を受けたものと仮定した場合、該等価圧力  $p_A$  は式 (65) で得られる係数  $K$  の値を用いて前記の式 (20) によって求められる。すなわち

$$p_A = \frac{p_i + K \left[ (f_i p_i - f_s p_s) - k L (\alpha_i T_i - \alpha_s T_s) \right]}{1 + K F_q} \quad (20)$$

胴体仕切板および取付部材がないときの管板中心の撓みを  $y_0$ 、E点における最大曲げモーメントを  $(M_r)_{max}$  ( $= F_M p_A a^2$ ) とし、直径位置に弾性胴体仕切板および取付部材を取付けたときの管板中心の撓みを  $\delta_0$ 、E点における最大曲げモーメントを  $(M_r)_E$  とすれば、 $(M_r)_E$  は前記の式 (10) で与えられる。すなわち

$$(M_r)_E = F_M p_A a^2 \left[ 0.48 + 0.52 \frac{\delta_0}{y_0} \right] \quad \dots \dots \dots (10)$$

管板の中心の撓みを単位長さ (1 cm) 変えるのに要する胴体仕切板に沿っての全荷重を  $P_1$  とすれば、 $P_1$  は前記の式 (11) で与えられる。すなわち

$$P_1 = \frac{1.320 D}{a^2 F_w} \quad \dots \dots \dots (11)$$

胴体仕切板と取付部材との中心の撓みの合計量を単位長さ (1 cm) 変えるのに要する全荷重を  $P_2$  とすれば、

$$P_2 = \frac{1}{\left[ \frac{15(L - 2 \ell_0)}{16 E_1 A_1} + \frac{15 \ell_0}{8 E_0 A_0} \right]} \quad \dots \dots \dots (66)$$

従って次式が成立する。

$$P_1 (\varphi_0 - \delta_0) = P_2 \delta_0$$

$$\therefore \frac{\delta_0}{y_0} = \frac{P_1}{P_1 + P_2} = \frac{1}{1 + \varphi_2} \quad \dots \dots \dots (67)$$

ただし

$$\varphi_2 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{a^2 F_w}{1.320 D \left[ \frac{15(L - 2 \ell_0)}{16 E_1 A_1} + \frac{15 \ell_0}{8 E_0 A_0} \right]} \quad \dots \dots \dots (68)$$

式(67)を式(10)に代入してE点における最大曲げモーメント  $(M_r)_E$  を求めれば、E点に対応する管束の外接円位置における管板の最大曲げ応力  $(\sigma_r)_{pA}$  が次式から求められる。

$$(\sigma_r)_{pA} = \tau (M_r)_E \frac{6}{\eta_o h^2} = \frac{6 \tau F_M p_A}{\eta_o} \left[ 0.48 + \frac{0.52}{1 + \varphi_2} \right] \left( \frac{a}{h} \right)^2 \dots (69)$$

管板伸張部に作用する曲げモーメント  $M_e = M_o / \pi G$  によって管板に生じる最大曲げ応力  $(\sigma_r)_B$  を式(3)で計算し、これを  $(\sigma_r)_{pA}$  に加えて最大合成曲げ応力  $(\sigma_r)_R$  が求められる。

次に管板がその全面にB室における等価圧力  $p_B$  を受けるものと仮定した場合について同様の計算を行って最大合成曲げ応力を求め上記の場合と比較して適切な管板の厚さを決める。

3・1・2 胴体仕切板により胴体容積が任意の B/A比に区画された場合

管板がその全面にA室における等価圧力  $p_A$  を受けたものと仮定し、O<sub>1</sub>点(第1図参照)における管板の撓みが胴体仕切板および取付部材の強度が零のときは  $\gamma_1$ 、胴体仕切板および取付部材が弾性体のときは  $\delta_1$  であるとするれば、弾性体の胴体仕切板および取付部材があるときのE点における最大曲げモーメント  $(M_r)_E$  は次式で与えられる。

$$(M_r)_E = F_M p_A a^2 \left[ \gamma_1 + \frac{1 - r_1}{1 + \varphi_{2S}} \right] \dots (70)$$

ただし

$$\varphi_{2S} = \frac{a_1^4 F_w}{1.080 D a^2 f(\theta) \left[ \frac{15(L-2\ell_0)}{16 E_1 A_1} + \frac{15 \ell_0}{8 E_0 A_0} \right]} \quad (71)$$

$$f(\theta) = \sin \theta \left[ \frac{\pi - \theta + \frac{1}{2} \sin 2\theta}{\pi - \theta + \sin \theta} + \frac{\theta - \frac{1}{2} \sin 2\theta}{\theta + \sin \theta} \right]$$

E点に対応する管束の外接円位置における管板の最大曲げ応力  $(\sigma_r)_{pA}$  は次式から求められる。

$$(\sigma_r)_{pA} = \frac{6 \tau F_M p_A}{\eta_o} \left[ \gamma_1 + \frac{1 - r_1}{1 + \varphi_{2S}} \right] \left( \frac{a}{h} \right)^2 \dots (72)$$

次に管板伸張部に作用する曲げモーメント  $M_e = \frac{M_o}{\pi G}$  によって管板に生ずる最大曲げ応力を求め、これを  $(\sigma_r)_{pA}$  に加えて最大合成曲げ応力  $(\sigma_r)_R$  を求める。この  $(\sigma_r)_R$  の値を、管板がその全面にB室における等価圧力  $p_B$  を受けたものと仮定した場合のB室のE'点に対応する管束の外接円位置における最大合成曲げ応力と比較して適切な管板の厚さを決める。

3・2 水室側に弯曲する管板

3・2・1 胴体仕切板により胴体容積が B/A=1/1 に区画された場合

管板がその全面にA室における等価圧力  $p_A$  を受けたものと仮定した場合のE点における管板の最大曲げモーメント  $(M_r)_E$  は次式で与えられる。

$$(M_r)_E = F_M p_A a^2 \left[ 0.48 + \frac{0.52}{1 + \varphi_3} \right] \dots (73)$$

ただし

$$\varphi_3 = \frac{a^2 F_w}{1.320 D \left[ \frac{15(L-2\ell_0)}{16 E_1 A_1} + \frac{15 \ell_0}{8 E_0 A_0} + \frac{15 \ell}{8 E_b A_b} \right]} \quad (74)$$

E点に対応する管束の外接円位置における管板の最大曲げ応力  $(\sigma_r)_{pA}$  は次式で与えられる。

$$(\sigma_r)_{pA} = \frac{6 \tau F_M p_A}{\eta_o} \left[ 0.48 + \frac{0.52}{1 + \varphi_3} \right] \left( \frac{a}{h} \right)^2 \dots (75)$$

前述のように  $(\sigma_r)_B$  を求め  $(\sigma_r)_{pA}$  に加えて最大合成曲げ応力  $(\sigma_r)_R$  を求める。この  $(\sigma_r)_R$  の値を、管板がその全面にB室における等価圧力  $p_B$  を受けたものと仮定した場合のE'点に対応する管束の外接円位置における最大合成曲げ応力と比較して適切な管板の厚さを決める。

3・2・2 胴体仕切板により胴体容積が任意の B/A比に区画された場合

管板がその全面にA室における等価圧力  $p_A$  を受けたものと仮定したときのE点における最大曲げモーメント  $(M_r)_E$  は次式で与えられる。

$$(M_r)_E = F_M p_A a^2 \left[ \gamma_1 + \frac{1 - r_1}{1 + \varphi_{3S}} \right] \dots (76)$$

ただし

$$\varphi_{3S} = \frac{a_1^4 F_w}{1.080 D a^2 f(\theta) \left[ \frac{15(L-2\ell_0)}{16 E_1 A_1} + \frac{15 \ell_0}{8 E_0 A_0} + \frac{15 \ell}{8 E_b A_b} \right]} \quad (77)$$

$$f(\theta) = \sin \theta \left[ \frac{\pi - \theta + \frac{1}{2} \sin 2\theta}{\pi - \theta + \sin \theta} + \frac{\theta - \frac{1}{2} \sin 2\theta}{\theta + \sin \theta} \right]$$

E点に対応する管束の外接円位置における管板の最大曲げ応力  $(\sigma_r)_{pA}$  は次式で求められる。

$$(\sigma_r)_{pA} = \frac{6 \tau F_M p_A}{\eta_o} \left[ \gamma_1 + \frac{1 - r_1}{1 + \varphi_{3S}} \right] \left( \frac{a}{h} \right)^2 \dots (78)$$

前述のように  $(\sigma_r)_B$  を求め、 $(\sigma_r)_{pA}$  に加えて最大合成曲げ応力  $(\sigma_r)_R$  を求める。これを管板がその全面に

B室における等価圧力  $p_B$  を受けたものと仮定した場合の E' 点に対応する管束の外接円位置における最大合成曲げ応力と比較して適切な管板の厚さを決める。

3・3 管板と取付部材つき胴体仕切板とを取付けるボルトの附加荷重

3・3・1 胴体仕切板により胴体容積が  $B/A=1/1$  に区画された場合

取付けボルトの附加荷重  $F$  の総和  $P_a$  は 近似的に次式で与えられる。

$$P_a = -\frac{0.660a^2}{1+1/\varphi_3} \left[ (p_A + p_{B\sigma}) + (p_B + p'_{B\sigma}) \right] \dots (79)$$

ただし

$$\frac{1}{\varphi_3} = \frac{1.320D \left[ \frac{15(L-2\ell_0)}{16E_1A_1} + \frac{15\ell_0}{8E_0A_0} + \frac{15\ell}{8E_bA_b} \right]}{a^2 F_w}$$

胴体仕切板に沿っての管板の撓みを零にするために必要な単位長さ当りの荷重  $f(x)$  を近似的に次式で表わす。

$$f(x) = f(a\lambda) = C_0(1 - 0.91\lambda^2 - 0.09\lambda^4) \dots (80)$$

しかるときは

$$P_a = F_0 + F_1 + F_2 + \dots \\ = a \{ f(x_0) + f(x_1) + f(x_2) + \dots \} \\ = a \sum f(x_i)$$

$$\therefore \alpha = \frac{P_a}{\sum f(x_i)}$$

$$\left. \begin{aligned} \therefore F_0 &= \frac{P_a}{\sum f(x_i)} f(x_0) \\ F_1 &= \frac{P_a}{\sum f(x_i)} f(x_1) \\ F_2 &= \frac{P_a}{\sum f(x_i)} f(x_2) \\ &\vdots \end{aligned} \right\} \dots (81)$$

3・3・2 胴体仕切板により胴体容積が任意の

$B/A$ 比に区画された場合

取付けボルトの附加荷重  $F$  の総和は次式で与えられる。

$$P_a = -\frac{0.344a^2 f(\theta)}{1+1/\varphi_{3s}} \left[ (p_A + p_{B\sigma})(\pi - \theta + \frac{1}{2}\sin 2\theta) + (p_B + p'_{B\sigma})(\theta - \frac{1}{2}\sin 2\theta) \right] \dots (82)$$

ただし

$$\frac{1}{\varphi_{3s}} = \frac{1.080Da^2 f(\theta) \left[ \frac{15(L-2\ell_0)}{16E_1A_1} + \frac{15\ell_0}{8E_0A_0} + \frac{15\ell}{8E_bA_b} \right]}{a_1^4 F_w} \dots (83)$$

$f(\theta)$  は前掲。

胴体仕切板に沿っての管板の撓みを零にするために必要な単位長さ当りの荷重  $f(x)$  を近似的に次式で表わす。

$$f(x) = f(a_1\lambda_1) = C_1(1 - 0.91\lambda_1^2 - 0.09\lambda_1^4) \dots (84)$$

しかるときは

$$P_a = \sum F_i = \alpha_1 \sum f(x_i)$$

$$\therefore \alpha_1 = \frac{P_a}{\sum f(x_i)}$$

$$\left. \begin{aligned} \therefore F_0 &= \alpha_1 f(x_0) \\ F_1 &= \alpha_1 f(x_1) \\ F_2 &= \alpha_1 f(x_2) \\ &\vdots \end{aligned} \right\} \dots (85)$$

4. 計算例

4・1 管板が胴側に弯曲し  $B/A=1/1$  の場合

胴内径 450mm, 伝熱面積 15m<sup>2</sup>, 胴体容積比  $B/A=1/1$  の空気エジェクターについて定常運転状態における管板の強度を検討する。

管板 … ボイラ鋼板 (KP42),  $h=30$ mm,  $G=500$ mm  
冷却管 … アルミプラス (B<sub>s</sub>TF<sub>3-0</sub>),  $d_0 \times t = 19 \times 1.2$ mm

ピッチ  $\Delta \cdot P = 25$ mm,  $N = 148$ ,  $L = 1700$ mm

水室 … ボイラ鋼板 (KPV24)

胴体 … 鋼板 (SS41),  $t_s = 6$ mm,  $a_s = 228$ mm

胴体仕切板 … 鋼板 (SS41),  $t_1 = 9$ mm,

$A_1 = t_1 B = 40.5$ cm<sup>2</sup>

取付部材 … 鋼板 (SS41),  $t_0 \times \ell_0 = 40 \times 40$ mm,

$A_0 = t_0 B = 180$ cm<sup>2</sup>

A室 … 真空約 610mmHg, 圧力 - 0.829 kg/cm<sup>2</sup>G, 温度 60.1°C

B室 … 平均圧力 0.1359 kg/cm<sup>2</sup>G, 温度 103.5°C

冷却水 … 入口温度 33.1°C, 出口温度 35.4°C,

圧力 10.5 kg/cm<sup>2</sup>G

(a) 胴体全体を A室と同じ状態と仮定した場合

$$T_s = 60.1 - 20 = 40.1^\circ\text{C}$$

$$\text{冷却水の平均温度} = \frac{1}{2} (33.1 + 35.4) = 34.25^\circ\text{C}$$

$$T_t = 60.1 - 0.38(60.1 - 34.25) - 20 = 30.049^\circ\text{C}$$

$$\eta_w = \eta_\sigma = 1 - \frac{\pi\sqrt{3}}{6} \left( \frac{1.78}{2.5} \right)^2 = 0.540$$

$$f_t = 0.837 \quad f_s = 0.786 \quad D = 2.6970 \times 10^6 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$k = N t (d_0 - t) E_t / a^2 L$$

$$= 148 \times 0.12 \times 1.78 \times 1.23 \times 10^6 / (25^2 \times 170)$$

$$= 365.96 \text{ kg/cm}^2$$



$$K = \frac{2\pi E_s t_s a_s + L / \left[ \frac{L-2\ell_0}{E_1 A_1} + \frac{2\ell_0}{E_0 A_0} \right]}{\pi E_t N t (d_0 - t)}$$

$$= 2\pi \times 2.02 \times 10^6 \times 0.6 \times 22.8 + \frac{170 / \left[ \frac{170-2 \times 4}{2.02 \times 10^6 \times 40.5} + \frac{2 \times 4}{2.02 \times 10^6 \times 180} \right]}{\pi \times 1.23 \times 10^6 \times 148 \times 0.12 \times 1.78}$$

= 2.1164

$$x_a = 25 \left( \frac{2 \times 365.96}{2.6970 \times 10^6} \right)^{1/4} = 3.21$$

∴ F<sub>q</sub> = 1.36, F<sub>M</sub> = 0.1000, F<sub>w</sub> = 0.0102, r = 0.722

$$10.5 + 2.1164 \{ (0.837 \times 10.5 + 0.786 \times 0.829)$$

$$- 365.96 \times 170 (1.85 \times 30.049 - 1.15 \times 40.1) \times 10^{-5}$$

$$p_A = \frac{(1 + 2.1164 \times 1.36)}{4.642 \text{ kg/cm}^2}$$

上記 p<sub>A</sub> の値は正の値であるから管板は胴側に彎曲する。  
式(68)により

$$\varphi_2 = \frac{25^2 \times 0.0102}{1.320 \times 2.6970 \times 10^6 \times \left[ \frac{15(170-8)h_0}{16 \times 2.02 \times 10^6 \times 40.5} + \frac{15 \times 4}{8 \times 2.02 \times 10^6 \times 180} \right]}$$

= 0.9540

式(69)により

$$(\sigma_r)_{p_A} = \frac{6 \times 0.722 \times 0.1000 \times 4.642}{0.540} \times \left[ 0.48 + \frac{0.52}{1 + 0.9540} \right] \left( \frac{25}{3} \right)^2$$

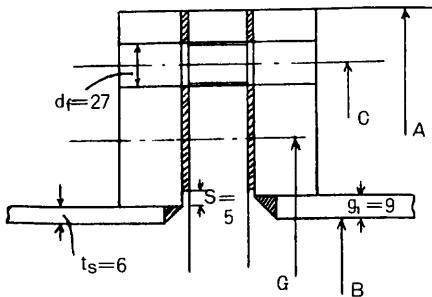
= 193.0 kg/cm<sup>2</sup>

管板伸張部に作用する全曲げモーメント M<sub>0</sub> の計算、

第9図において

A = 605 mm, B = 450 mm, C = 555 mm, d<sub>f</sub> = 27 mm,

$$G = \frac{1}{2}(C+B-d_f) + (t_s+S) = 500 \text{ mm,}$$



第9図 管板伸張部に作用する全曲げモーメント M<sub>0</sub> の計算参照図

a = G/2 = 250 mm S = 5 mm, g<sub>1</sub> = 9 mm, t<sub>s</sub> = 6 mm

$$\therefore M_D = \frac{\pi}{4} \times 10.5 \times 45^2 \times \frac{(55.5 - 45 - 0.9)}{2}$$

= 8.0158 × 10<sup>4</sup> kg • cm

$$M_T = \frac{\pi}{4} \times 10.5 (50^2 - 45^2) \times \frac{(111 - 50 - 45)}{4}$$

= 1.5669 × 10<sup>4</sup> kg • cm

$$M_C = \left[ W + \frac{\pi}{16} (10.5 - 4.642) \times 50^2 - \frac{\pi}{4} \times 10.5 \times 50^2 \right] h_0$$

$$h_0 = 0.242 \{ 2 \times 55.5 - 60.5 - 45 - 2(0.6 + 0.5) \}$$

= 0.7986 cm

∴ M<sub>C</sub> = 0.7986 W - 1.7741 × 10<sup>4</sup> kg • cm

∴ M<sub>0t</sub> = M<sub>D</sub> + M<sub>T</sub> + M<sub>C</sub> = 0.7986 W + 7.8086 × 10<sup>4</sup> kg • cm

$$M'_D = \frac{\pi}{4} \{ 5.858 \times 50^2 + 0.829 \times 0.0475 \times 10^4 \}$$

$$\times \frac{(55.5 - 45 - 0.6)}{2} = 5.8467 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$M'_T = \frac{\pi}{4} (-0.829) \times 0.0475 \times 10^4 \times \frac{(111 - 50 - 45)}{4}$$

= -0.1237 × 10<sup>4</sup> kg • cm

$$M'_C = \left[ W + \frac{\pi}{16} \times 10.5 \times 0.25 \times 10^4 - \frac{\pi}{4} \times 5.858 \times 0.25 \times 10^4 \right]$$

$$\times 0.7986 = 0.7986 W - 0.5069 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

∴ M<sub>0s</sub> = M'<sub>D</sub> + M'<sub>T</sub> + M'<sub>C</sub> = 0.7986 W + 5.2161 × 10<sup>4</sup> kg • cm

∴ M<sub>0</sub> = M<sub>0t</sub> - M<sub>0s</sub> = 2.5925 × 10<sup>4</sup> kg • cm

式(23)により

$$(\sigma_r)_B = \frac{6 \times 2.5925 \times 10^4}{0.540 \pi \times 50 \times 3^2} = 203.8 \text{ kg/cm}^2$$

管板の最大合成曲げ応力 (σ<sub>r</sub>)<sub>R</sub> は次のとおりになる。

$$(\sigma_r)_R = 193.0 + 203.8 = 396.8 \text{ kg/cm}^2$$

(b) 胴体全体をB室と同じ状態と仮定した場合

$$T_s = 103.5 - 20 = 83.5^\circ\text{C}$$

$$T_t = 103.5 - 0.38(103.5 - 34.8) - 20 = 57.39^\circ\text{C}$$

$$10.5 + 2.1164 \{ (0.837 \times 10.5 - 0.786 \times 0.1359)$$

$$- 365.96 \times 170 (1.85 \times 57.39 - 1.15 \times 83.5 \times 10^{-5})$$

$$p_B = \frac{(1 + 2.1164 \times 1.36)}{4.000 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\therefore (\sigma_r)_{p_B} = \frac{6 \times 0.722 \times 0.1000 \times 4.000}{0.540} \times \left[ 0.48 + \frac{0.52}{1 + 0.9540} \right] \left( \frac{25}{3} \right)^2 = 166.3 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_D = 8.0158 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$M_T = 1.5669 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$M_C = \left[ W + \frac{\pi}{16} (10.5 - 4.000) \times 50^2$$

$$- \frac{\pi}{4} \times 10.5 \times 50^2 \right] \times 0.7986$$

$$\begin{aligned}
 &= 0.7986 W - 1.3916 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{cm} \\
 \therefore M_{0t} &= 0.7986 W + 8.1911 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{cm} \\
 M'_D &= \frac{\pi}{4} \{ (10.5 - 4.000) \times 50^2 - 0.1359 \times (50^2 - 45^2) \} \\
 &\quad \times \frac{(55.5 - 45 - 0.6)}{2} = 6.2925 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{cm} \\
 M'_T &= \frac{\pi}{4} \times 0.1359 (50^2 - 45^2) \times \frac{(111 - 50 - 45)}{4} \\
 &= 0.203 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{cm} \\
 M'_G &= \left[ W + \frac{\pi}{16} \times 10.5 \times 50^2 \right. \\
 &\quad \left. - \frac{\pi}{4} (10.5 - 4.000) \times 50^2 \right] \times 0.7986 \\
 &= 0.7986 W - 0.6076 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{cm} \\
 \therefore M_{0s} &= 0.7986 W + 5.7052 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{cm} \\
 \therefore M_0 &= M_{0t} - M_{0s} = 2.4859 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{cm} \\
 (\sigma_r)_B &= \frac{6 \times 2.4859 \times 10^4}{0.540 \pi \times 50 \times 3^2} = 195.4 \text{ kg/cm}^2 \\
 \therefore (\sigma_r)_R &= 166.3 + 195.4 = 361.7 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

以上の計算により定常運転状態において管板の最大合成曲げ応力はA室部分では396.8kg/cm<sup>2</sup>、B室部分では361.7kg/cm<sup>2</sup>であるから、許容応力1050kg/cm<sup>2</sup>に対して定常運転状態において管板の強度は充分であることが判る。

4・2 管板が水室側に弯曲しB/A≦1/2の場合

胴内径 336.6mm, 伝熱面積 5㎡, 胴体容積比 B/A ≦ 1/2 の空気エジェクターについて定常運転状態における管板および取付けボルトの強度を検討する。

管板 … ネーバルプラス (NB<sub>s</sub>P1), h = 25mm, G = 378.3mm

冷却管 … アルミプラス (B<sub>s</sub>TF<sub>3-0</sub>),

$$d_0 \times t = 16 \times 1.2 \text{ mm}$$

$$\text{ピッチ } A \cdot P = 22 \text{ mm}, N = 114, L = 900 \text{ mm}$$

水室 … ボイラ鋼板 (KPV24)

胴体 … 鋼管 (STPG38), t<sub>s</sub> = 9.5mm,

$$a_s = 173.05 \text{ mm}$$

胴体仕切板 … 鋼板 (SS41), t<sub>1</sub> = 19mm,

$$A_1 = 61.73 \text{ cm}^2, d_s = 44 \text{ mm}, b_1 = 162.44 \text{ mm}$$

取付けボルト … ネーバルプラス (NB<sub>s</sub>B), 4-M12,

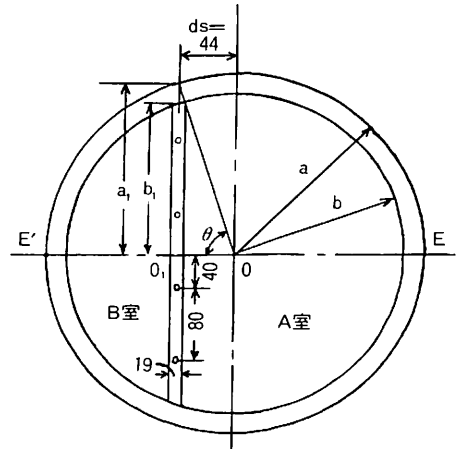
$$\ell = 11 \text{ mm}, A_b = 0.801 \times 4 = 3.204 \text{ cm}^2 \text{ (取付部材なし)}$$

(第10図参照)

A室 … 平均真空 605.5mmHg, 圧力 - 0.823kg/cm<sup>2</sup>G, 平均温度 60.7℃

B室 … 平均圧力 0.190kg/cm<sup>2</sup>G, 平均温度 104.8℃

冷却水 … 圧力 4.5kg/cm<sup>2</sup>G, 平均温度 48.3℃



第10図 B/A = 1/2 の場合の計算参照図

$$\theta = \cos^{-1} \left( \frac{d_s}{a} \right) = \cos^{-1} \left( \frac{4.4}{18.915} \right) = 76.55^\circ = 1.3359 \text{ rad}$$

$$\begin{aligned}
 \text{容積比 } \frac{B}{A} &= \frac{\theta - \frac{1}{2} \sin 2\theta}{\pi - \theta + \frac{1}{2} \sin 2\theta} \\
 &= \frac{1.3359 - \frac{1}{2} \sin 153.1^\circ}{\pi - 1.3359 + \frac{1}{2} \sin 153.1^\circ} = 0.5461
 \end{aligned}$$

$$\therefore r_1 = 0.678$$

$$a_1 = a \sin \theta = 18.915 \sin 76.55^\circ = 18.396 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 f(\theta) &= \sin \theta \left[ \frac{\pi - \theta + \frac{1}{2} \sin 2\theta}{\pi - \theta + \sin \theta} + \frac{\theta - \frac{1}{2} \sin 2\theta}{\theta + \sin \theta} \right] \\
 &= 0.9726 \left[ \frac{\pi - 1.3359 + \frac{1}{2} \times 0.4524}{\pi - 1.3359 + 0.9726} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1.3359 - \frac{1}{2} \times 0.4524}{1.3359 + 0.9726} \right] = 1.1788
 \end{aligned}$$

$$\eta_w = \eta_\sigma = 1 - \frac{\pi \sqrt{3}}{6} \left( \frac{1.48}{2.2} \right)^2 = 0.5896$$

$$k = \frac{114 \times 0.12 \times (1.6 - 0.12) \times 1.23 \times 10^6}{(18.915)^2 \times 90} = 773.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$D = \frac{1.05 \times 10^6 \times 2.5^3 \times 0.5896}{12 (1 - 0.36^2)} = 0.92612 \times 10^6 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

$$x_a = 18.915 \left( \frac{2 \times 773.4}{0.92612 \times 10^6} \right)^{1/4} = 3.824$$

$$\therefore F_q = 1.585, F_M = 0.0878, F_w = 0.00756, r = 0.685$$

式(19)により

$$K = \frac{2\pi \times 2.02 \times 10^6 \times 0.95 \times 17.305 + 2.02 \times 10^6 \times 61.73}{\pi \times 1.23 \times 10^6 \times 114 \times 0.12 (1.6 - 0.12)}$$

$$= 4.261$$

$$f_t = 1 - \frac{114}{4} \left( \frac{1.6 - 0.24}{18.915} \right)^2 = 0.853$$

$$f_s = 1 - \frac{114}{4} \left( \frac{1.6}{18.915} \right)^2 = 0.796$$

(a) 胴体全体をA室と同じ状態と仮定した場合

$$T_s = 60.7 - 20 = 40.7^\circ\text{C}$$

$$T_t = 60.7 - 0.38(60.7 - 48.3) - 20 = 36.0^\circ\text{C}$$

$$4.5 + 4.261 \left[ (0.853 \times 4.5 + 0.796 \times 0.823) \right]$$

$$p_A = \frac{-773.4 \times 90 (1.85 \times 36.0 - 1.15 \times 40.7) \times 10^{-5}}{(1 + 4.261 \times 1.585)}$$

$$= \frac{4.5 + 4.261(-9.2849)}{7.754} = -4.522 \text{ kg/cm}^2$$

上記  $p_A$  の値は負の値であるから管板は水室側に彎曲する。式(48)により

$$\varphi_s = \frac{(18.396)^4 \times 0.00756}{1.080 \times 0.92612 \times 10^6 \times (18.915)^2 \times 1.1788 \times \left[ \frac{15 \times 90}{16 \times 2.02 \times 10^6 \times 61.73} + \frac{15 \times 1.1}{8 \times 1.05 \times 10^6 \times 3.204} \right]}$$

$$= 1.5914$$

式(50)により

$$(\sigma_r)_{pA} = \frac{6 \times 0.685 \times 0.0878 \times (-4.522)}{0.5896} \cdot \left[ 0.678 + \frac{1 - 0.678}{1 + 1.5914} \right] \left( \frac{18.915}{2.5} \right)^2$$

$$= -127.1 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_D = \frac{\pi}{4} \times 4.5 \times 33.66^2 \times \frac{42 - 33.66 - 1.2}{2}$$

$$= 1.4295 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

$$M_T = \frac{\pi}{4} \times 4.5 (37.83^2 - 33.66^2) \times \frac{2 \times 42 - 37.83 - 33.66}{4}$$

$$= 0.3295 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

$$h_0 = 0.242 \{ 2 \times 42 - 45.5 - 33.66 - 2(0.95 + 0) \}$$

$$= 0.7115 \text{ cm}$$

$$M_G = \left[ W + \frac{\pi}{16} (4.5 + 4.522) \times 37.83^2 - \frac{\pi}{4} \times 4.5 \times 37.83^2 \right] \times 0.7115$$

$$= 0.7115 W - 0.1795 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

$$M_{0t} = M_D + M_T + M_G = 0.7115 W + 1.5795 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

$$M_D' = \frac{\pi}{4} \{ (4.5 + 4.522) \times 37.83^2 + 0.823 (37.83^2 - 33.66^2) \}$$

$$\times \frac{42 - 33.66 - 0.95}{2} = 3.8182 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

$$M_T' = \frac{\pi}{4} (-0.823) (37.83^2 - 33.66^2) \times 3.1275$$

$$= -0.0603 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

$$M_G' = \left[ W + \frac{\pi}{16} \times 4.5 \times 37.83^2 - \frac{\pi}{4} (4.5 + 4.522) \times 37.83^2 \right] \times 0.7115$$

$$= 0.7115 W - 0.6315 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

$$M_{0s} = M_D' + M_T' + M_G'$$

$$= 0.7115 W + 3.1264 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

$$\therefore M_0 = M_{0t} - M_{0s} = -1.5469 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

式(52)により

$$(\sigma_r)_B = \frac{6 \times (-1.5469 \times 10^4)}{0.5896 \pi \times 37.83 \times 2.5^2} = -211.9 \text{ kg/cm}^2$$

従ってE点に対応する管束の外接円位置における管板の最大合成曲げ応力  $(\sigma_r)_R$  は次のようになる。

$$(\sigma_r)_R = -127.1 - 211.9 = -339.0 \text{ kg/cm}^2$$

(b) 胴体全体をB室と同じ状態と仮定した場合

$$T_s = 104.8 - 20 = 84.8^\circ\text{C}$$

$$T_t = 104.8 - 0.38(104.8 - 48.3) - 20 = 63.3^\circ\text{C}$$

$$4.5 + 4.261 \left[ (0.853 \times 4.5 - 0.796 \times 0.190) - 773.4 \times 90(1.85 \times 63.3 - 1.15 \times 84.8) \times 10^{-5} \right]$$

$$p_B = \frac{-773.4 \times 90 (1.85 \times 63.3 - 1.15 \times 84.8) \times 10^{-5}}{(1 + 4.261 \times 1.585)}$$

$$= \frac{4.5 + 4.261(-9.9450)}{7.754} = -4.885 \text{ kg/cm}^2$$

この等価圧力  $p_B$  によりB室のE'点に対応する管束の外接円位置における最大曲げ応力  $(\sigma_r)_{pB}$  を求めるために必要な  $r_1$  の値はA/B比すなわち  $1/0.5461 = 1.831$  に対応して第2図の曲線Bから求められ、 $r_1 = 0.272$  である。よって  $(\sigma_r)_{pB}$  が次のように求められる。

$$(\sigma_r)_{pB} = \frac{6 \times 0.685 \times 0.0878 \times (-4.885)}{0.5896} \cdot \left[ 0.272 + \frac{1 - 0.272}{1 + 1.5914} \right] \left( \frac{18.915}{2.5} \right)^2$$

$$= -94.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_D = 1.4295 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

$$M_T = 0.3295 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

$$M_G = \left[ W + \frac{\pi}{16} (4.5 + 4.885) \times 37.83^2 - \frac{\pi}{4} \times 4.5 \times 37.83^2 \right] \times 0.7115$$

$$= 0.7115 W - 0.1726 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

$$M_{0t} = 0.7115 W + 1.5864 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

$$M_D' = \frac{\pi}{4} \{ (4.5 + 4.885) \times 37.83^2 - 0.190 (37.83^2 - 33.66^2) \} \times 3.695$$

$$= 3.8813 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$M_T' = \frac{\pi}{4} \times 0.190 (37.83^2 - 33.66^2) \times 3.1275$$

$$= 0.0139 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$M_G' = \left[ W + \frac{\pi}{16} \times 4.5 \times 37.83^2 - \frac{\pi}{4} (4.5 + 4.885) \times 37.83^2 \right] \times 0.7115$$

$$= 0.7115 W - 0.6606 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$M_{0s} = 0.7115 W + 3.2346 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$\therefore M_0 = M_{0t} - M_{0s} = -1.6482 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

式(23)により

$$(\sigma_r)_B = \frac{6 \times (-1.6482 \times 10^4)}{0.5896 \pi \times 37.83 \times 2.5^2} = -225.8 \text{ kg/cm}^2$$

従って E' 点に対応する管束の外接円位置における管板の最大合成曲げ応力  $(\sigma_r)_R$  は次のようになる。

$$(\sigma_r)_R = -94.6 - 225.8 = -320.4 \text{ kg/cm}^2$$

以上の計算により定常運転状態において管板の最大合成曲げ応力は A 室部分では  $339.0 \text{ kg/cm}^2$ 、B 室部分では  $320.4 \text{ kg/cm}^2$  であるから、許容応力  $875 \text{ kg/cm}^2$  に対して定常運転状態において管板の強度は充分であることが判る。

(c) 取付けボルトの強度

管板と胴体仕切板とを取付けるボルトの附加荷重の総和  $P_a$  は近似的に式(6)で与えられる。すなわち

$$P_a \doteq - \frac{0.344 a^2 f(\theta)}{1 + 1/\varphi_{1s}} \left[ (p_A + p_{B\sigma}) \left( \pi - \theta + \frac{1}{2} \sin 2\theta \right) + (p_B + p'_{B\sigma}) \left( \theta - \frac{1}{2} \sin 2\theta \right) \right]$$

$$f(\theta) = 1.1788, \quad \theta = 76.55^\circ = 1.3359 \text{ rad}$$

$$p_A = -4.522 \text{ kg/cm}^2$$

$$p_{B\sigma} = \frac{4}{\pi F_M} \frac{M_0}{G^3} = \frac{4}{\pi \times 0.0878} \frac{(-1.5469 \times 10^4)}{37.83^3}$$

$$= -4.144 \text{ kg/cm}^2$$

$$p_B = -4.885 \text{ kg/cm}^2$$

$$p'_{B\sigma} = \frac{4}{\pi \times 0.0878} \frac{(-1.6482 \times 10^4)}{37.83^3}$$

$$= -4.415 \text{ kg/cm}^2$$

$$1/\varphi_{1s} = 1/1.5914 = 0.6284$$

$$\therefore P_a = \frac{0.344 \times 18.915^2 \times 1.1788}{1 + 0.6284} \cdot \left[ (4.522 + 4.144) \times 2.0319 + (4.885 + 4.415) \times 1.1097 \right]$$

$$= 2488.3 \text{ kg}$$

式(22)により

$$f(x) = f(a_1 \lambda_1) = C_1 (1 - 0.91 \lambda_1^2 - 0.09 \lambda_1^4)$$

$$\lambda_1 = \frac{x}{a_1}, \quad a_1 = 18.396 \text{ cm}$$

$x$ (cm)	$\lambda_1$	$f(x_i)$
4	0.2174	0.9568 $C_1$
12	0.6523	0.5965 $C_1$

$$\Sigma f(x_i) = 2 C_1 (0.9568 + 0.5965) = 3.1066 C_1$$

$$\therefore \alpha_1 = \frac{P_a}{\Sigma f(x_i)} = \frac{2488.3}{3.1066 C_1} = 801.0 / C_1$$

故に取付けボルトの附加荷重  $F$  は次のようになる。

$x = 4 \text{ cm}$  のボルト

$$F_1 = \alpha_1 f(x_1) = 801.0 \times 0.9568 = 766.4 \text{ kg}$$

$x = 12 \text{ cm}$  のボルト

$$F_2 = \alpha_1 f(x_2) = 801.0 \times 0.5965 = 477.8 \text{ kg}$$

$\therefore$  ボルトの最大附加荷重  $F_{max} = F_1 = 766.4 \text{ kg}$

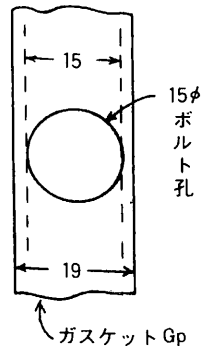
次に取付けボルトに最初加えられた締付力を求める。管板伸張部を胴体フランジおよび水室フランジにガスケットを介してフランジボルトで締付けてあるので、これだけでも胴体仕切板と管板との間のガスケット  $G_p$  は相当大きい押圧力を受けているのである。よって該ガスケット  $G_p$  に取付けボルトの締付けによって加えられる押圧力は取付けボルト孔から該ガスケット縁部までの片側面積の部分に対する必要圧で足りるものと認められる。

使用ガスケット  $G_p$  (第11図参照) は Valqua # 1500, 厚さ  $2 \text{ mm}$  であるから、最小締付力は  $215 \text{ kg/cm}^2$  である。基礎ガスケット幅を  $b_0$ 、有効ガスケット幅を  $b$  とすれば、

$$b_0 = \frac{0.2}{2} = 0.1 < 0.635 \text{ cm}$$

$\therefore$  有効ガスケット幅  $b = b_0 = 0.1 \text{ cm}$

$\therefore$  有効面積  $S = b \times 2 a_1 = 0.1 \times 2 \times 18.396 = 3.6792 \text{ cm}^2$



第11図 ガスケット  $G_p$  の取付けボルト



取付けボルトの締付力Wは次のとおりである。

$$W = 215 \times 3.6792 = 791.0 \text{ kg}$$

∴取付けボルト1本当りの締付力を $W_1$ とすれば、

$$W_1 = \frac{W}{4} = 197.8 \text{ kg}$$

取付けボルトの谷径断面積 $A' = 0.801 \text{ cm}^2$ であるから、取付けボルトの最大応力 $(\sigma_b)_{max}$ は次のようになる。

$$\begin{aligned} (\sigma_b)_{max} &= (F_{max} + W_1) / A' \\ &= \frac{766.4 + 197.8}{0.801} = 1204 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

上記応力 $1204 \text{ kg/cm}^2$ はネーバルプラスのボルトの許容応力 $700 (= 3500 / 5) \text{ kg/cm}^2$ の $1.72$ 倍になっているので本器使用のボルトは強度的には不十分である。従って本器を長時間運転すれば取付けボルトが伸び過ぎてA室およびB室の圧力を設計どおりに保持することができなくなる。

(d) 取付けボルトの材質をSCM3にした場合

取付けボルトの寸法を変化しないで材質だけをクロームモリブデン鋼(SCM3)とした場合には、許容応力は安全率を5とすれば $1758 \text{ kg/cm}^2$ になる。

式(48)により

$$\begin{aligned} \varphi_{1S} &= \frac{(18.396)^4 \times 0.00756}{1.080 \times 0.92612 \times 10^6 \times (18.915)^2 \times 1.1788 \times} \\ &\quad \left[ \frac{15 \times 90}{16 \times 2.02 \times 10^6 \times 61.73} + \frac{15 \times 1.1}{8 \times 2.02 \times 10^6 \times 3.204} \right] \\ &= 2.0621 \end{aligned}$$

(d<sub>1</sub>) 胴体全体をA室と同じ状態と仮定した場合

$$p_A = -4.522 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} (\sigma_r)_{pA} &= \frac{6 \times 0.685 \times 0.0878 \times (-4.522)}{0.5896} \cdot \\ &\quad \left[ 0.678 + \frac{1-0.678}{1+2.0621} \right] \left( \frac{18.915}{2.5} \right)^2 \\ &= -124.1 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$(\sigma_r)_B = -211.9 \text{ "}$$

$$\therefore (\sigma_r)_R = -124.1 - 211.9 = -336.0 \text{ kg/cm}^2$$

(d<sub>2</sub>) 胴体全体をB室と同じ状態と仮定した場合

$$p_B = -4.885 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} (\sigma_r)_{pB} &= \frac{6 \times 0.685 \times 0.0878 \times (-4.885)}{0.5896} \cdot \\ &\quad \left[ 0.272 + \frac{1-0.272}{1+2.0621} \right] \left( \frac{18.915}{2.5} \right)^2 \\ &= -87.2 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$(\sigma_r)_B = -225.8 \text{ "}$$

$$\therefore (\sigma_r)_R = -87.2 - 225.8 = -313.0 \text{ kg/cm}^2$$

以上の計算により取付けボルトの材質をSCM3に変え

ると管板の最大合成曲げ応力が僅か(約1%程度)減少することがわかる。

(d<sub>3</sub>) 取付けボルトの強度

$$1 / \varphi_{1S} = 1 / 2.0621 = 0.48494$$

$$\begin{aligned} P_a &= \frac{0.344 \times 18.915^2 \times 1.1788}{1 + 0.48494} \cdot \left[ (4.522 + 4.144) \right. \\ &\quad \left. \times 2.0319 + (4.885 + 4.415) \times 1.1097 \right] \\ &= 2728.7 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\alpha_1 = \frac{P_a}{\sum f(x_i)} = \frac{2728.7}{3.1066 C_1} = 878.4 / C_1$$

$$\therefore F_{max} = \alpha_1 f(x_i) = 878.4 \times 0.9568 = 840.4 \text{ kg}$$

従って取付けボルトの最大応力 $(\sigma_b)_{max}$ は次のようになる。

$$(\sigma_b)_{max} = \frac{840.4 + 197.8}{0.801} = 1296 \text{ kg/cm}^2$$

上記の応力 $1296 \text{ kg/cm}^2$ は許容応力 $(1758 \text{ kg/cm}^2)$ の約74%であるから該SCM3ボルトは本器の定常運転状態に対して十分な強度を有する。

## 5. あとがき

本研究は複胴式熱交換器の管板の強度および管板と胴体仕切板とを取付けるボルトの荷重を求める新しい方法を述べたものであって次に示す成果が得られた。

(1) 胴体仕切板により胴体容積が任意の容積比に区画された場合に、胴体仕切板の強度を考慮に入れて胴側に彎曲する管板に管束の外接円位置で生じる最大合成曲げ応力を求める式を導き、また胴体容積が同様に区画された場合に胴体仕切板の強度および管板と胴体仕切板とを取付けるボルトの強度を考慮に入れて、水室側に彎曲する管板に管束の外接円位置で生じる最大合成曲げ応力を求める式を導き、それぞれの場合につき計算例を示して諸式の適用を容易にした。

(2) 胴体仕切板により胴体容積が任意の容積比に区画された場合に、管板と胴体仕切板とを取付けるボルトに機械の運転によって附加される荷重を求める式を導き、計算例を示してその適用を容易にした。

### ◎お詫び及び訂正◎

4月号、31頁、MS AURELLA 上段写真 (Maneuver Desk for main engine on the Bridge) 印刷ミスにより逆さになりました。著者そして読者の皆様深くお詫び申し上げます。

船の科学編集部

低質重油燃焼が可能な

NKK-SEMT-Pielstick PA6形機関の紹介

日本鋼管株式会社  
重工業部機械部  
重工業部重工設計部

1. 前言

日本鋼管は、昭和40年代前半より、中速4サイクルディーゼル機関として、PC形機関を製造してきたが、更に昭和52年低質重油を燃焼出来る小形・軽量・大出力中速機関として、PA6形機関の製造に着手した。

このPA6形機関は、PC形機関と同様に、フランス国S.E.M.T.社に於て、昭和46年に開発され、すでに世界で船舶推進用・発電用（原子力発電所非常発電用を含む）・鉄道用として合計約230台製造されている。特に、最近、日本に於ても石油事情に呼応し、小形船舶用主機関として、脚光をあびてきている。

ここで、今回は、PA6形機関の現状に就て簡単に紹介する。

2. 主要目および構造

PA6形機関の主要目および性能曲線は、第1表および第1図に示す通りである。

また、第2図にPA6L形機関の横断面を示すが、その構造は、低質重油燃焼機関として、長い歴史を持つP

第1表 NKK-SEMT-Pielstick PA6形機関主要目

形 式	PA6LまたはPA6V	
シリンダ径	mm	280
ピストン行程	mm	290
使用燃料油		A重油 C重油
シリンダ当り出力	PS/cyl	400 350
平均有効圧力	kg/cm <sup>2</sup>	20.2 17.6
回 転 数	rpm	1000
平均ピストン速度	m/s	9.7
シリンダ内最高圧力	kg/cm <sup>2</sup>	140
圧 縮 比		12.1
燃 料 消 費 率	g/PS·h	149+3% (10,200 kcal/kg)
出 力 範 囲	PS	2100(6L) ~7200-(18V)

C形機関の実績を基に設計されているので、PC形機関と類似している。

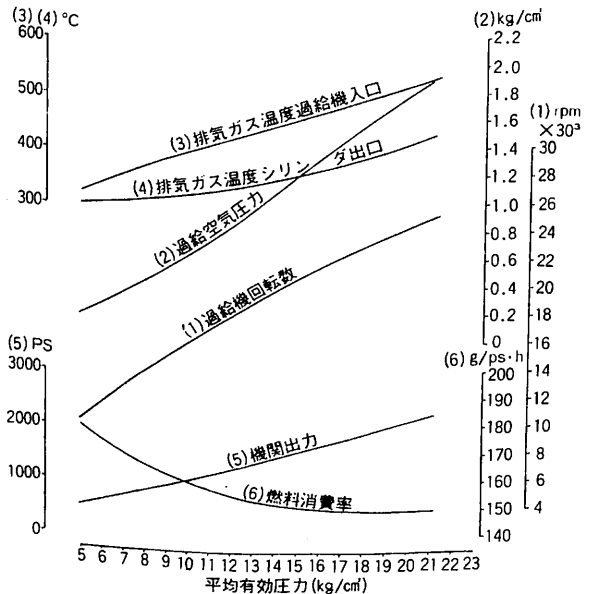
以下に、その主要部品の特長に就て簡単に説明する。

架構：球状黒鉛鋳鉄で、シリンダブロック、給気ダクト、カムケース、冷却水主管は、一体鋳造され、さらに潤滑油主管が鋳込まれている。

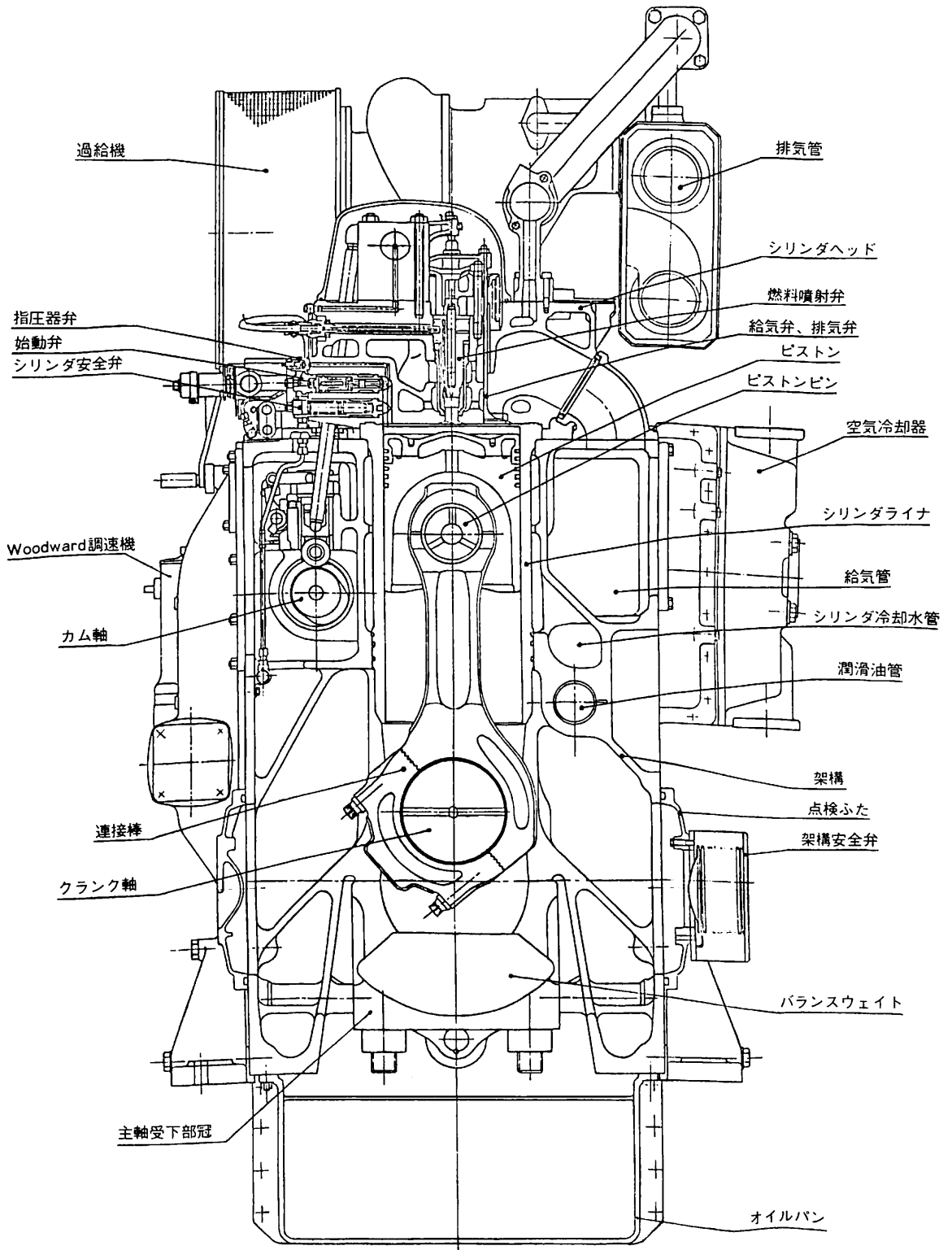
クランク軸：クロムモリブデン鋼製で、一体鍛造形であり、主軸受メタルは、クランクピン同様に三層メタルを採用している。

シリンダヘッド：4本の油圧締付ボルトで架構に固定され、給排気弁各2個、中央に燃料噴射弁があり側面には始動弁、安全弁が取り付けられている。また、給排気弁弁座は、シリンダヘッドに圧入され、排気弁は弁回転装置を装着している。

ピストン：鍛鋼製のクラウンと鍛造アルミ合金スカートを組合せた組立形ピストンで、シェーカ方式により油



第1図 PA6形機関性能曲線  
(定格出力 370PS/cyl × 900 rpm)



第2図 NKK-SEMT-Pielstick PA 6 L形機関横断面図

冷却している。

接続棒：特殊鋼の型鍛造品で、大端部は斜め割りで、合せ面は、セレーション加工されている。

機関駆動補機類：冷却清水ポンプ、潤滑油ポンプ、さらに必要に応じて、海水ポンプを機関駆動にすることにより、燃料費削減を計っている。

### 3. 開発経緯

#### 3.1 S. E. M. T. 社

昭和46年フランス国 S. E. M. T. 社に設置された試験機関（4PA6V形）は、昭和54年11月までに、10,000時間の運転試験を行っており、そのうち低質重油粘度1500秒（R. W. No 1 100°F以下同様）以上で6500時間運転されている。

その低質重油運転の例は次の通りである。

- (1) ベネズエラ産低質重油（粘度 3000 秒～4000 秒，バナジウム含有量 300 ppm～400 ppm）で 3800 時間運転
- (2) 低質重油（粘度 4800 秒，硫黄含有量 2.6 %）で 500 時間運転
- (3) その他低質重油（粘度 1500 秒～4000 秒）で 2200 時間運転

これらの試験に於ける機関出力は、440 PS/cyl で 1,200 時間の外は 350 PS/cyl で運転されている。また将来の燃料粗悪化時を想定した超低質重油 Future Fuels

（高残炭19%、アスファルト9%）を燃焼した場合も、機関回転数 1000rpm で、燃料噴射圧を 1000～1200 kg/cm<sup>2</sup> に高めれば、一般の低質重油の運転特性と変わらないことが確認されている。

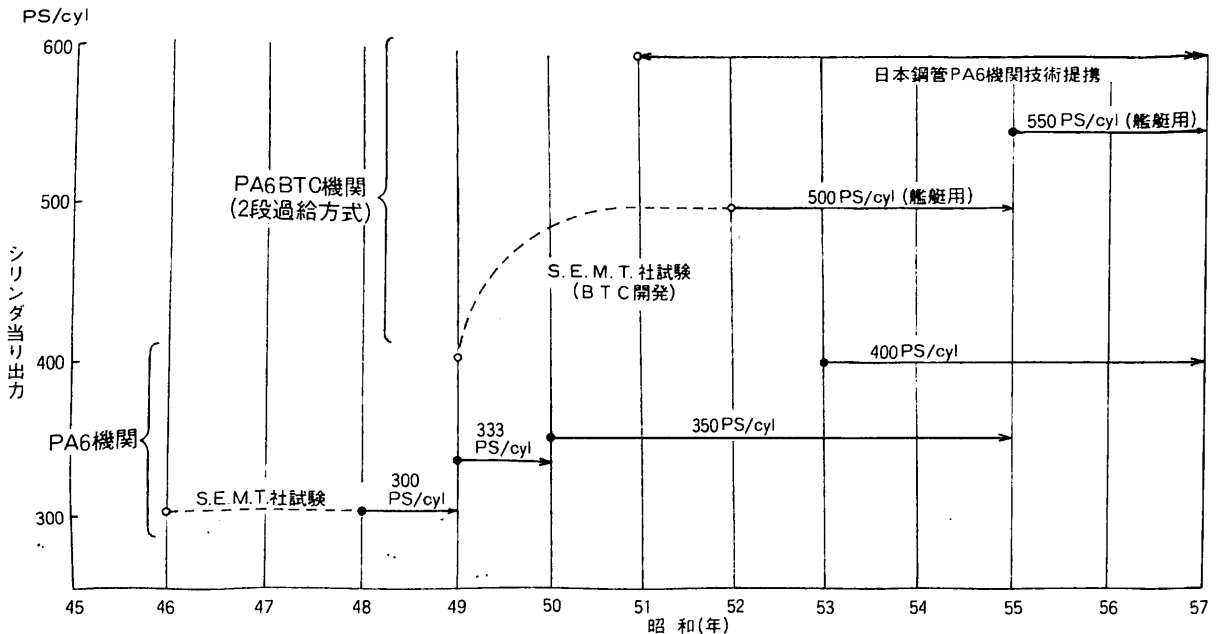
#### 3.2 稼動状況

##### 3.2.1 受注実績

PA6形機関の船舶用機関稼動ベースでの定格出力の推移は第3図に示す通りであり、昭和52年にはすでに、PA6BTC形機関（2段過給方式）が、フランス海軍に採用されている。またPA6形機関の昭和54年12月までの累計受注実績は230台であり、その内43台が低質重油で稼動している。さらに、起動発停を含めて、常時低質重油を使用している機関は船舶用9台、発電用8台で合計17台におよんでいる。

##### 3.2.2 MV "ARGO-HELLAS" の稼動状況

低質重油燃焼PA6機関として、稼動時間の一番長い18PA6V2基搭載した本船は、昭和51年10月に稼動し、昭和54年6月までに14,700時間運転している。現在使用の低質重油の主要性状は粘度1200秒、硫黄3.29%、残炭9.5%、およびバナジウム45ppmであり、常用出力は285 PS/cyl で、出入港時操船を含めた平均負荷は230 PS/cyl である。また、8,000時間運転後の潤滑油消費率は、1.25 g/PS・h 以下であり、14,700時間後の開放点検時の1,000時間当りの平均最大摩耗率（mm）は、シリンダラ



第3図 PA6形 機関定格出力推移 (船舶用機関稼動ベース)

第2表 内航船向6PA6L機関主要目

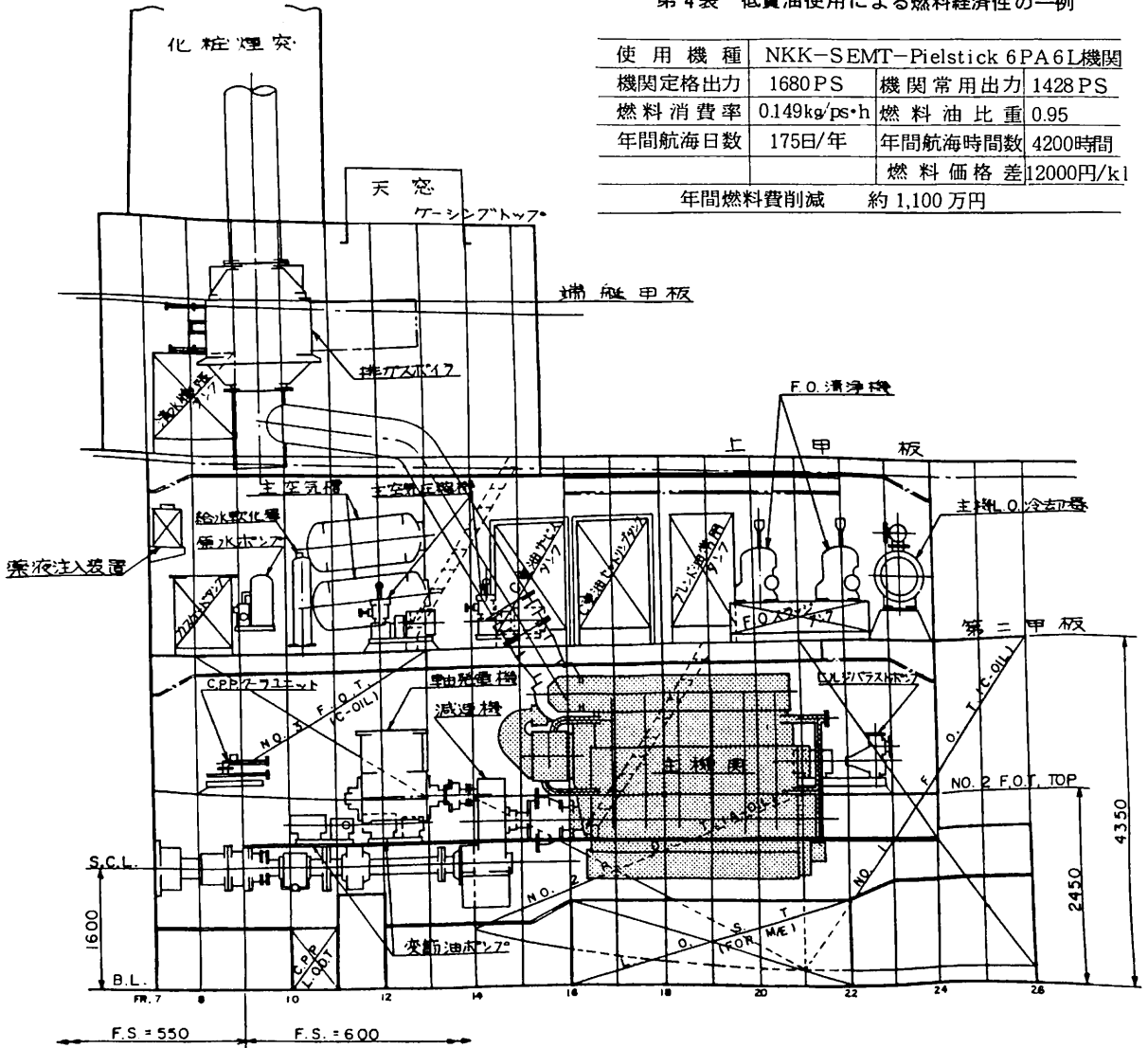
対象船舶	499~999 G/T	
シリンダ数	6	
シリンダ配列	直列形	
機関定格出力	2100 PS	1680 PS
機関常用出力	1785 PS	1428 PS
機関定格回転数	900 rpm (一定) (可変ピッチプロペラの場合)	
プロペラ定格回転数	約 220~300 rpm	
使用燃料油	低質重油	
使用潤滑油	使用燃料油により銘柄指定	
主機駆動補機	潤滑油(2台), 冷却水(2台)	

第3表 499G/T貨物船主要目

主要寸法	(長さ) 66m × (幅) 11m × (深さ) 6.1m	
総トン数	約 499 G/T	
載荷重量	約 1590 D/W	
船速	計画最大速力	13.2ノット
	満載航海速力	11.7ノット
主機関	NKK-SEMT-Pielstick 6PA6L形機関	
減速機	一段減速 130 kVA 発電機 PTO 軸付	
プロペラ	可変ピッチプロペラ 320rpm × φ 2200 × 3翼	

第4表 低質油使用による燃料経済性の一例

使用機種	NKK-SEMT-Pielstick 6PA6L機関		
機関定格出力	1680 PS	機関常用出力	1428 PS
燃料消費率	0.149kg/ps·h	燃料油比重	0.95
年間航海日数	175日/年	年間航海時間数	4200時間
		燃料価格差	2000円/k1
年間燃料費削減	約 1,100 万円		



第4図 機関室配置図 左舷縦断面図



イナ0.0025mm, 第1ピストンリング0.13mm, 第1ピストンリング溝0.006mmとなっている。

4. 日本鋼管の現状

4.1 内航船主機関

内航船主機関として, 6PA6L形機関をすでに, 栗林近海汽船㈱, (約699G/T, 2100PS×900rpm), 芙蓉海運㈱, 堀内汽船㈱(約499G/T, 1680PS×900rpm)より受注し, その主要要目を第2表に示す。さらに現在7台を製造中である。

6PA6L形機関を搭載した499G/T形貨物船“朝蓉丸”の主要目を第3表に, 機関室を写真1に, その機関室配置図を第4図に示す。

また本計画における燃料経済性の効果は第4表に示す通りであり, その特長は次の通りである。

(1) 主機関用燃料油として, 従来のB重油の代わりに,

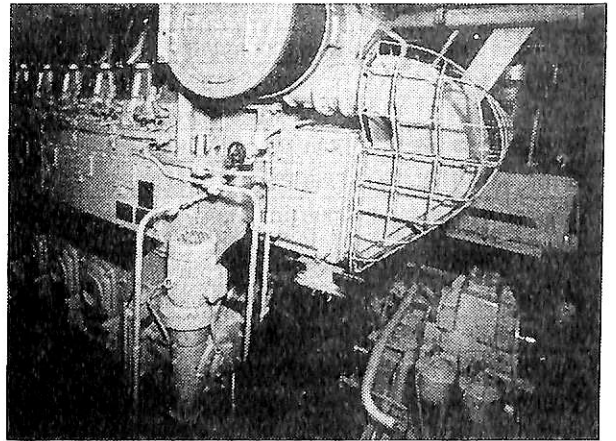
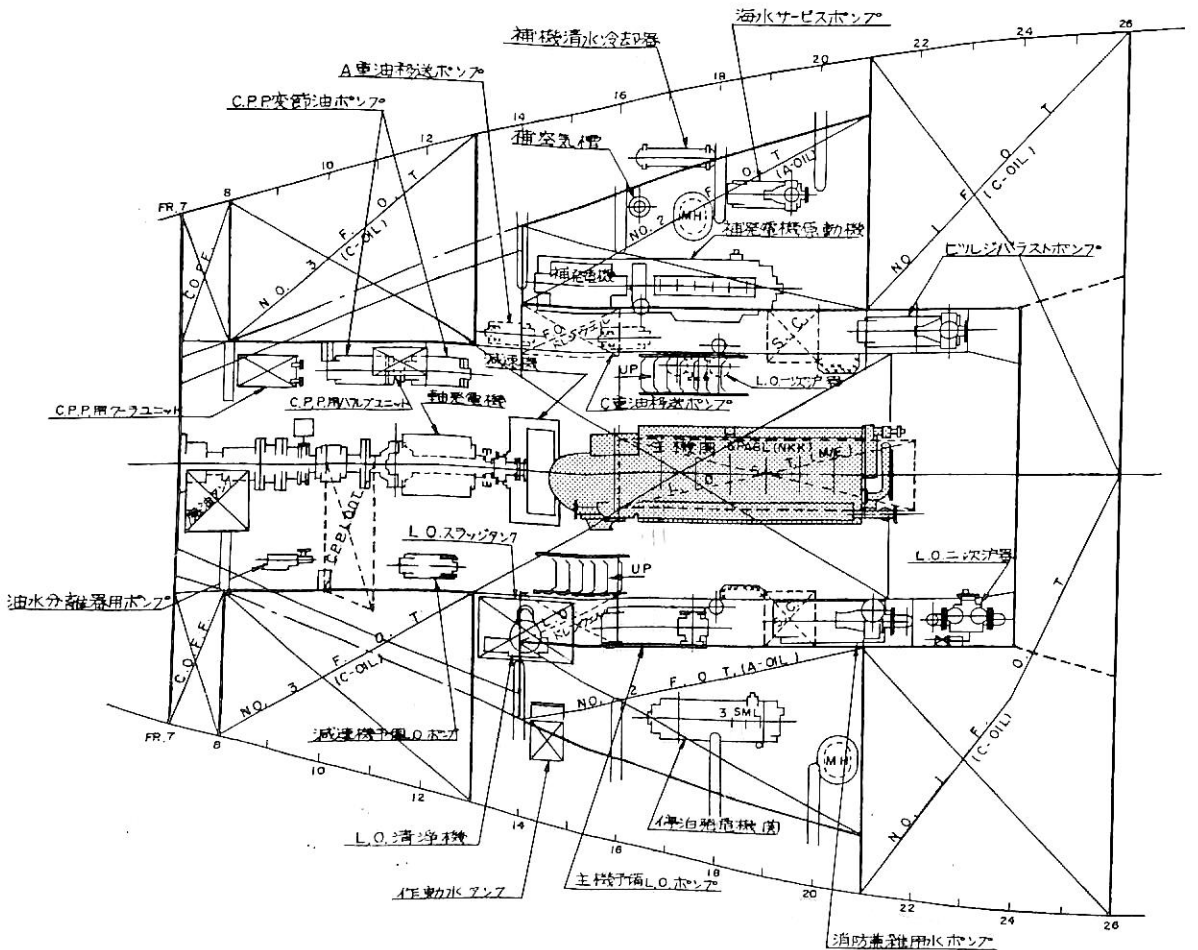


写真1 499G/T貨物船“朝蓉丸”用NKK-SEMT-Pielstick 6PA6L型主機関(1,680PS×900/320 rpm)  
船主:堀内汽船株式会社 建造:山中造船株式会社



第4図 機関室配置図 床板平面

低質燃料油を使用する。

- (2) 低回転プロペラにより推進効率を向上させる。
- (3) 可変ピッチプロペラを採用する。
- (4) 軸駆動発電機を採用する。
- (5) 主機駆動補機を採用する。

なお、本計画の燃料経済性は、燃料価格、年間運航時間、運転出力等により異なるが少なくとも年間、約1100万円の燃料費削減が期待される。

#### 4・2 サプライボート主機関

東海サルベージ㈱向 999 G/T形サプライボート主機関（2機2軸形）12PA6V形機関（4200PS×1000rpm）4基が、54年6月より順調に稼働している。これは、1600PSの機関の代わりに12PA6V型機関を換装したも

ので、本機関の小形・軽量・大出力の利点が立証されたものである。

#### 4・3 発電セット

6PA6L形機関と発電機と組合せた、NKK-MODULE 1500パッケージ発電セット（1200kW、50 Hz / 1500kW、60 Hz）が本年4月に完成した。

#### 5. 結 言

PA6形機関が、日本においても実用期に入り、すでに運航実績が得られる段階となったが、省エネルギー時代の要請に呼応して、PC形機関同様、低燃費・低質重油燃焼可能機関として、顧客の評価を高めるべく努力いたす所存である。

ニュース

ニュース

### 150トン吊りのIHI-KF1300形 クレーン・グラブ兼用クレーン1号機を搭載

#### 宮城建設向け非自航式起重機船、完成・引渡し

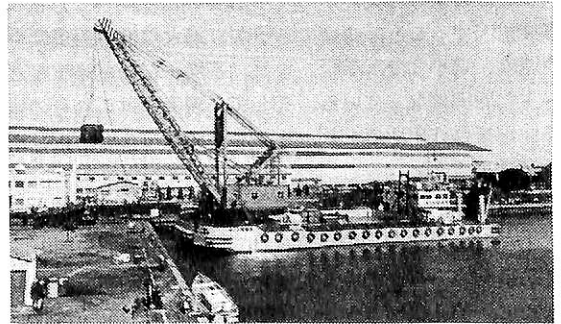
石川島播磨重工業は、同社の関連会社である石川島造船化工機㈱に於て宮城建設㈱向けに、150トン吊り（固定吊り180トン）の台船搭載専用“IHI-KF1300形クレーン・グラブ兼用機”の製作を進めてきたが、このほど客先支給の非自航台船上への据付も完了、クレーン、台船が一体となった、非自航式フローティングクレーン船“第二十宮城号”として完成、3月10日引渡した。

IHI-F形フローティングクレーンは、吊上げ荷重、作業半径に応じ、1000F形、1600F形、KF800形、KF1300形の4機種（吊上げ能力35トン～150トンまで）にシリーズ化して、同社建設機事業室を窓口として製作・販売している。これらのフローティングクレーンは、海上でのハードで多彩な作業を効率的に行える台船搭載専用機として、理想的な全旋回式クレーンであり、アタッチメント交換によりクレーン、グラブ、砕岩、杭打などの各種海洋土木工事に使用できるようにし、作業範囲の拡大をはかった点が大きな特長である。又、旋回体右前方に設けられた独立運転室でワンマンコントロールができるようになっている。

#### IHI-KF1300形クレーン・グラブ兼用機

##### 特長と概略仕様

1) オメガドライブ機構を採用しているため、巻上げ、巻下げのスピードコントロールが任意にでき、高能率の作業ができる。



2) 操作系統は油圧式でオメガドライブ機構を採用しているため、操作は軽く、滑らかで、オペレーターの疲労が軽減される。

3) ドラム容量が大きく、巻下速度が大きいので、魚礁の沈埋、テトラポットの埋設が能率よくできる。

4) ブームはアングルブームなので、作業中波の影響を受けず安全な作業ができる。

5) 旋回機構にはベアリングを採用しているため、スムーズな旋回が可能である。

6) ラインプルが大きいのでグラブ作業も可能である。

##### 概略仕様

全旋回時吊上能力	150 t × 8 m（作業半径）
固定時吊上能力	180 t
巻上速度	65 m / 分
巻下速度	98 m / 分
グラブバケット容量	4.0～6.0 m <sup>3</sup>
エンジン定格出力	910 PS × 2000 rpm

お問合せ先（営業窓口）

石川島播磨重工業・建設事業室開発営業部 ☎ 03-277-3930

## 新IHIキャビテーション試験水槽の概要

石川島播磨重工業株式会社  
技術研究所 推進性能部

## 1. 緒言

船舶のプロペラや舵にキャビテーションが発生するとエロージョンや振動や騒音の原因になる。したがって、キャビテーションの研究は船舶を設計する上で極めて重要なものになっている。一般にキャビテーションは水などのような液体流中にある物体表面の圧力がその液体の飽和蒸気圧以下に低下することによって発生する。プロペラでこのような条件がつけられるのはプロペラ形状に直接起因することは勿論であるが、過大な推力荷重度や周速度、過小な没水深度、また、不均一な船尾伴流などが主な原因になっている。そして、現実にはこれらの諸条件が複合作用するため、キャビテーションの防止対策は非常に難しい。

近年、原油価格が高騰するにおよんで、ますます省エネルギー船型の開発が要請されている。そこで船舶の推進効率をさらに高める必要性からプロペラ効率を上げるために、例えばプロペラの展開面積比の減少を図ると逆にキャビテーションが発生し易くなる。また、最近のような船舶の多様化はキャビテーション防止の困難さを一層助長する傾向にある。

当社は1960年に建設したキャビテーション試験水槽を用いて、これまで当社建造船のプロペラや舵のキャビテーション試験や実験的研究を行ってきた。また、これと並行して推進してきた理論的研究もすすみ、キャビテーションの発生範囲の予測は、従来と大幅に異なった船型を除けば、かなり改善されプロペラを設計する上で非常に役立っている。

しかし、キャビテーションにも安全で、燃料消費の少ないプロペラの極限設計を目指すには、実船におけるキャビテーションの発生範囲、種類、エロージョン、起振力および騒音などをさらに精度よく予測することが必要である。このために、模型船やダミーモデルを用いた伴流分布の再現や制御・計測システム的大幅な性能向上によって、実験精度を高める必要が生じた。そして、既存の水槽で満たされなかったこれらの条件を実現するために高速で大きな断面の計測筒を備えたキャビテーション試

験水槽が必要になった。

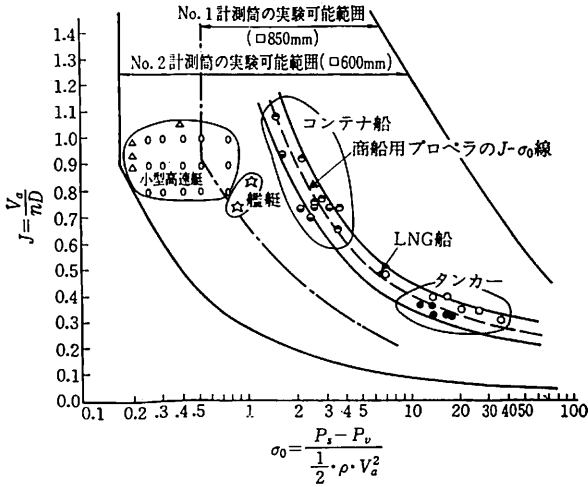
この結果、2章に示す諸条件を満たす規模のキャビテーション試験水槽を新設することになった。設計および建設は当社の関係部門の協力によって行なわれたが、水槽本体はKempf und Remmers社(西独)(以下K&R社と呼ぶ)製を用いた。本試験水槽の建設は1976年10月に着手し、1979年8月末完了したので、ここにその概要を記述する。

## 2. 基本計画

最近まで使用してきた既存のキャビテーション試験水槽での経験や文献などをもとに、種々検討の結果、つぎの条件を満たすキャビテーション試験水槽を新設することになった。

- (1) 商船、艦艇および小型高速艇などのプロペラや舵のキャビテーション実験が既存のキャビテーション試験水槽以上の精度で行なえること
- (2) プロペラ起振力および騒音の計測が可能であること
- (3) 斜流状態でのプロペラキャビテーション試験が可能であること
- (4) 高Reynolds数での2次元翼の圧力分布計測およびキャビテーション試験が可能であること
- (5) 供試プロペラは最大直径: 350mmまで実験可能であること
- (6) 実験作業の簡易化および省力化を図ること

第1図は上記条件の1項に関連し、各種船舶のプロペラの設計点におけるキャビテーション数:  $\sigma_0 (= (P_s - P_v) / \frac{1}{2} \rho V_a^2)$  と前進常数:  $J (= V_a / \eta D)$  との関係のプロットしたものである。このようにデータを整理すると研究対象となるプロペラは商船用、艦艇用および小型高速艇用の3グループに大別できる。これらの作動条件のプロペラに対して、キャビテーション試験水槽で実験を行なうためには、計測部での流速が  $V_a = 0 \sim 12 \text{ m/s}$ 、プロペラ軸心位置での静圧が  $P_s = 0.1 \sim 2 \text{ kgf/cm}^2$  程度それぞれ必要である。第1図には最終的に決定したキャビテーション試験水槽の試験可能領域も示している。また、



第1図 プロペラキャビテーション実験可能範囲と種々の船用プロペラの設計点

計測部の断面寸法はプロペラ直径，ウォールエフェクト，ストロボライトの性能，キャビテーションの観測および実験準備などの作業性の諸条件から□600mm程度が適当である。しかし，近年，とくに商船用プロペラのキャビテーション試験水槽においては不均一な船尾伴流を再現させた流場で実験することが，重要であることがわかってきている。キャビテーション試験水槽での不均一伴流の再現方法としては，通常ワイヤメッシュスクリーン，模型船および擬似模型船（通常ダミーモデルと呼んでいる。）が用いられている。このうち，ワイヤメッシュスクリーンは最も簡単なため不均一流発生装置としてよく使われている。しかし，これではタンカーなどの肥大船型で重要とされる3次元伴流の再現ができない。そのうえ，キャビテーション数： $\sigma_0 \leq 2.7$ 程度でワイヤメッシュスクリーン自体にキャビテーションが顕著に発生して気泡を流出するため，高速コンテナ船のプロペラキャビテーション試験などは，し

ばしば実験が不可能になる欠点がある。そこで，3次元不均一流再現のためには模型船を用いるのが有利であるが，実験作業の能率と経済性を考えてダミーモデルを用いることにした。その大きさを全長：2,000~2,500mm，幅：300~400mm，深さ：500~600mmぐらいと仮定すると，そのダミーモデルを使用できる計測部断面寸法としては□800~1,000mm程度が必要となる。

以上の諸条件を満たす試験水槽としては，調査の結果K&R社のK15-C型があることがわかった。結局，このタイプで□600mmと□850mmの2種の計測部を用いれば，われわれの要求はほぼ満たされるので，これを導入することとなった。

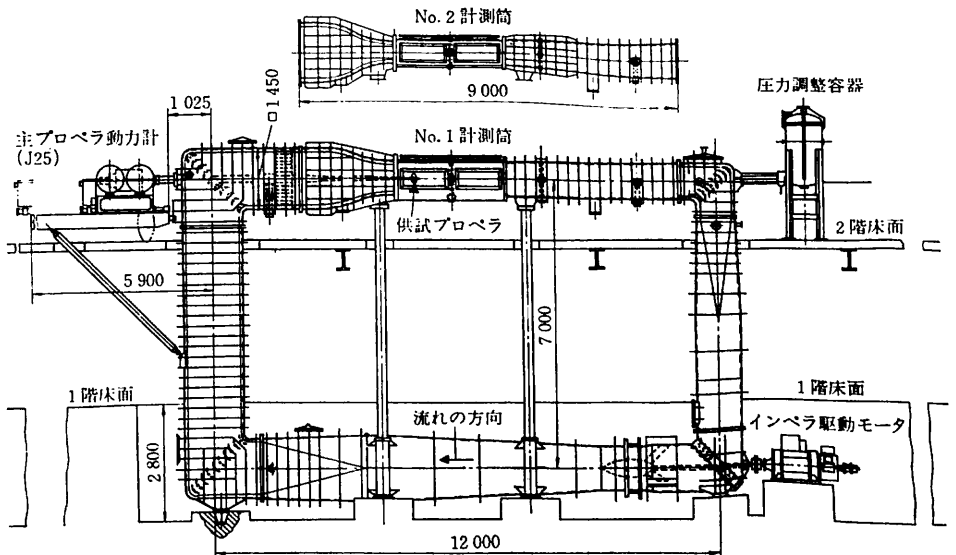
一方，制御および計測システムは当社制御システム技術室が，また建屋は当社横浜施設課がそれぞれその主要業務を担当した。

### 3. 水槽本体および建屋

#### 3.1 キャビテーション試験水槽本体

第2図に示すようにこのキャビテーション試験水槽は中心線間幅12m，中心線間高さ7mの内圧可変の縦型密閉水路であり，内部の水は軸流ポンプにより回流する。水槽本体はK&R社の標準製品K15型に数ヶ所のオプションを追加したもので，K15-E型と呼ばれている。水槽本体と圧力調整容器の材質はステンレス鋼，水槽周囲の補強材は構造用圧延鋼である。

水槽本体はK&R社で設計・製作されたため，我々日本人にとって目新しい点があちこちに見うけられ興味深



第2図 新IH1キャビテーション試験水槽

い。2, 3列挙してみる。例えば垂直胴周囲の補強材は特殊な断面形のアングルで、長辺の端で垂直胴外面に直角に溶接されているが、短辺の端は鉛直下向きになっている。従って補強材上面は平面になっているが、これはホコリがたまるのを防ぐための配慮であろう。

水槽はインペラモーター寄りの垂直胴の下部で十字形のキーにより基礎金物（コンクリートに埋設されて動かない）に水平方向にのみ固定されている。他の5ヶ所の支持部は基礎金物上のスライドベース表面を自由にスライドでき、気温・水温の変化による水槽の水平方向の伸縮を妨げない構造となっている。これは言わば□の字型の水槽がその面に直角方向には何ら拘束されずに自立している状態であり、我々地震多発国の住民は採用を躊躇するデザインかも知れない。

水槽の組立に当って水平フランジを結合するボルトを上方から落とし込むようK&R社から指示されたがこれは我国の習慣とは逆である。大型の構造物にもかかわらず水槽の工作精度は高く、組立に用いるボルトは数百本にものぼるがボルト孔の現場修正が1ヶ所もなかったことは特記すべきである。計測筒内壁の仕上げ、ガイドベンの形状と構造などとともにドイツの設計・工作レベルの高さを物語っている。

前述した2本の計測筒の交換はエアベアリング台車(写真1)により行なわれる。これは圧縮空気の力により計測筒を浮上させて2~3名の作業員により計測筒の移動を可能とするものである。この種の台車がキャビテーション試験水槽の計測筒交換に使用されるのはおそらく初め

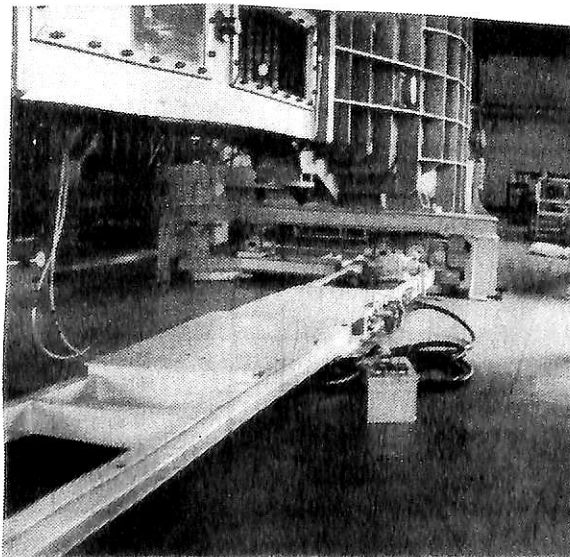


写真1 エアベアリング台車

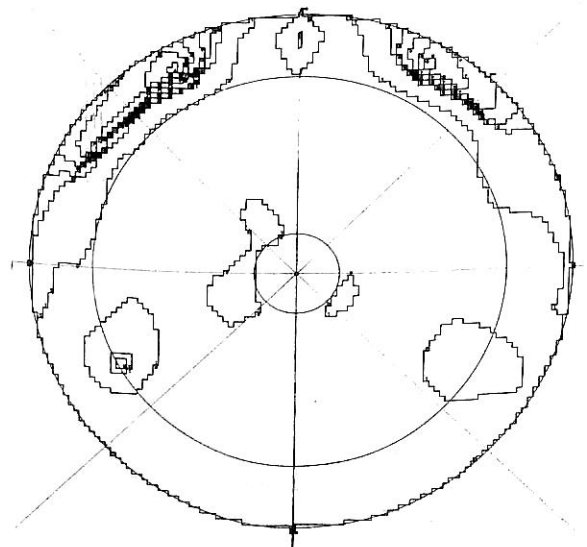
での試みであろう。

### 3・2 不均一流発生装置

不均一流発生装置は、プロペラのキャビテーション試験の際プロペラが作動する流場を実際の船尾流れと同様にするため、水槽内にその流場を再現する装置である。通常は、その再現装置としてワイヤメッシュスクリーン、ダミーモデルおよび模型船などが用いられる。ワイヤメッシュスクリーンは簡単な2次元流場の再現に、ダミーモデルと模型船はより複雑な3次元流場の再現に用いられる。当水槽では、このうちワイヤメッシュスクリーンとダミーモデルが使用されている。

〔ワイヤメッシュ法〕

ワイヤメッシュスクリーンは、模型船船尾流れなど目標となる流場の船速方向成分のみを、種々の粗さの金網の組合せによりキャビテーション試験水槽内に再現するものである。このワイヤメッシュスクリーンは、まず目標流速分布から理論的にメッシュの組合せパターンを設計して製作される。しかし、理論設計のままのメッシュでは、必ずしも流場の再現精度がよくない。そこで、その設計メッシュを水槽内に設置してその後流を計測し、目標との相違を調べる。そしてその差が大きい場合は、補正プログラムにより補正メッシュパターン(第3図)を計算し、それに基づいてメッシュの組合せを修正し、再度その流場を計測してみる。通常、この補正は1~3回で終了する。



第3図 補正メッシュパターン



## 〔ダミーモデル法〕

ダミーモデルはいわゆる3次元伴流の再現に使用される。その主要寸法は全長2,000mm、幅350mm、深さ約570mmである。ダミーモデルは模型プロペラの縮尺比を基準に縮尺した模型船船尾プロファイルを変更せずに全長および幅を減少させ、さらに前端を半円筒形に整形したものである。

写真2にH41型プロペラ動力計下部に取付けられたダミーモデルを示す。この場合動力計は流れの方向に関して通常とは逆向にして使用される。

模型船に比べてダミーモデルは幅が狭く、従って作られる伴流の幅も狭い。そこでモデルの表面に腹掛式に金網を貼付けて伴流幅を広げる。

ダミーモデルによる3次元伴流の再現は未だ研究段階にある。ワイヤメッシュによる2次元伴流中と3次元伴流中との差がプロペラキャビテーションに及ぼす影響、肥大船伴流に見られるビルジ渦の再現などが今後の研究課題である。

## 3・3 水槽水給排水装置

給排水配管は地階から2階におよぶ3層のフロアに設置されるため、すべてのバルブ、ポンプ、補機類は2階コントロール室内の操作卓から集中遠隔操作可能とした。このためオペレータは現場に向くことなく給排水操作を行なうことができるが、その反面各機器の動作を直接確認できない。そこで各機器の動作完了信号を操作卓へフィードバックさせオペレータが確認できるようにした。

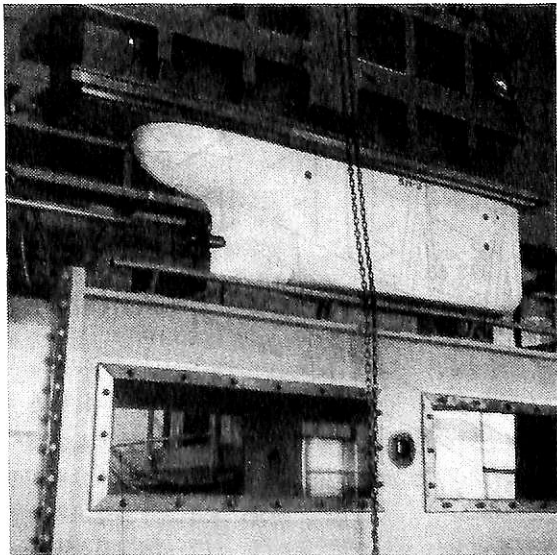


写真2 ダミーモデル

簡便でかつフェイルセーフの機能を有することがこの給排水装置設計上のポイントであった。

キャビテーション試験水槽の耐圧限界は $2 \text{ kg/cm}^2$ である。給排水動作により水槽がこの限界を越えて加圧されることを避けるため、水槽は上水道本管とは接続されておらず、給水は給水タンク(容量31.4T)を介してポンプにより行なわれる。さらに給排水時には必ず水槽を大気開放するように回路は設計されている。

数種の給排水操作のうち高頻度で行なわれるものはリレーを用いた連動操作可能とし、操作卓上の1個の押ボタンで関連するバルブ・ポンプ類を運転・停止できる。その他低頻度の操作は押ボタンを操作順にまとめて配置し誤操作を防止した。操作卓からは各機器の単独操作も可能である。

水槽および給水タンクへの過度の給水は事故の原因となるのでその防止には3重の警報装置が備えられた。水槽および給水タンクの水位は圧力変換器使用の水位計によって検水され、あらかじめ設定された目標水位を越えると警報が発せられ給水動作は自動停止する。さらに各々の満水位置には電磁式液面計が取付けられており、満水水位以上になると警報・自動停止がおこる。またこれらの水位計の故障時に備えてオーバーフローを検出して警報を発するフロースイッチを設置した。

配管はすべてステンレス管を、バルブは圧縮空気作動のステンレスボールバルブを使用し、水槽水の汚損を防いだ。

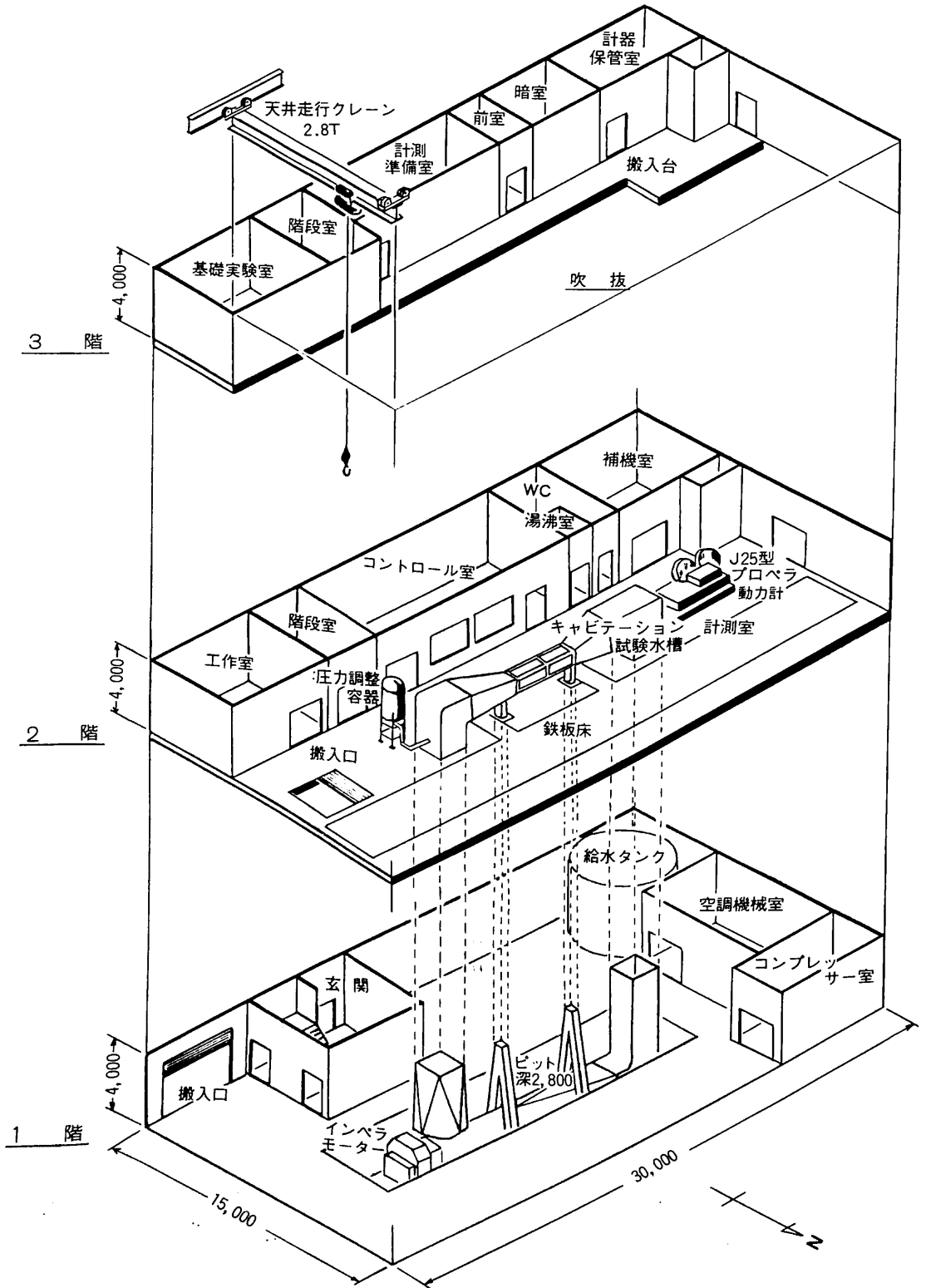
脱気装置は真空状態の脱気塔内に水槽水を霧状にして落下させ含有空気を減少させる形式のもので、処理水量は $20 \text{ m}^3/\text{h}$ 、能力は残存空気含有量として0.3容量%以下である。汙過装置はカートリッジ式フィルタで、処理水量は $20 \text{ m}^3/\text{h}$ 、ポアサイズは $10\sim 20 \mu\text{m}$ である。

## 3・4 建屋

建屋がキャビテーション試験水槽および付属機器類を収容し、さらに実験作業のためのスペースを確保した“容器”であることは言うまでもない。しかし“容器”としての機能に加えてこの建屋にはさらに次の2つの機能が要求された。

- (a) 建屋の完成後キャビテーション試験水槽が搬入でき据付・組立てられること。
- (b) 2本の計測筒交換用のスペースを有すること。

これらの要求は言うなれば“容器”の中にその内容物が移動できるスペースを確保することを意味する。しかしこれはまた内容物の移動が行なわれないとき、つまり水槽の組立てが完了した時や計測筒交換作業時以外には、



第4図 建屋内各室配置図

この移動作業のためのスペースが無駄になる可能性のあることをも意味する。従って今回の建屋の設計に当って最も考慮すべき点は、無駄になる恐れのあるスペースを最小限に抑え、できるだけ実験作業スペースとの共有化をはかることであった。

水槽の据付・組立作業は原則として実験作業スペースを使用することとした。また水槽構成部品の搬入のための建屋外壁や床の開口部は構成部品の最大寸法を考慮して最小限とした。さらにこれらの開口部は実験用資材の移動にも簡便に使用できるよう電動シャッターを設置した。

当所では安全上クレーンによる“とも吊り”が禁止されているため、計測筒交換をクレーンで行うには一般実験中に予想される荷重を大幅に越えた大荷重のクレーンを常備せねばならない。この無駄を省くには長さ9m・重量約3Tの計測筒を2階床面上で移動させる必要が生ずる。このために最初車輪付台車の使用が検討された。しかし車輪付台車では2階床面にレールを敷設する必要があり実験作業に支障を来す。最小人数の作業員でフラットな床面上で計測筒を移動させること、この要求を満足させるために採用されたのが前述のエアベアリング台車である。これにより計測筒の移動範囲は鉄板貼にすただけでよく、計測筒交換作業スペースと実験作業スペースとを共用することができた。

建屋は間口30m、奥行15m、全高16mのALC板貼3階建鉄骨造であり、1978年8月31日に竣工した。建屋内の各室の配置を第4図に示す。実験作業は主として2階計測室で行なわれるが、ここは吹抜けとなっており副動力計やダミーモデル吊上げのための空間を確保してある。計測室南側には制御・計測機器類を収容したコントロール室があり、オペレータはここから遠隔操作によって実験・計測ができる。3階南側には居室を兼ねた基礎実験室・暗室等が配置されているが、これらの設計に当っては居住性にも考慮が払われた。

#### 4. 制御および計測装置

装置全体は大別して制御装置、計測装置、集中操作・表示・監視装置およびミニコンピュータシステムから構成されている。各装置の計画に当っては、つぎの点に重点を置いた。

制御装置については、制御目標値を設定すれば、静圧や流速などの制御対象が所定の制御精度で、自動的に設定状態に制御されるよう計画した。

計測装置に関しては、計測値が最終的にはデジタル表示・記録できることを基本とした。

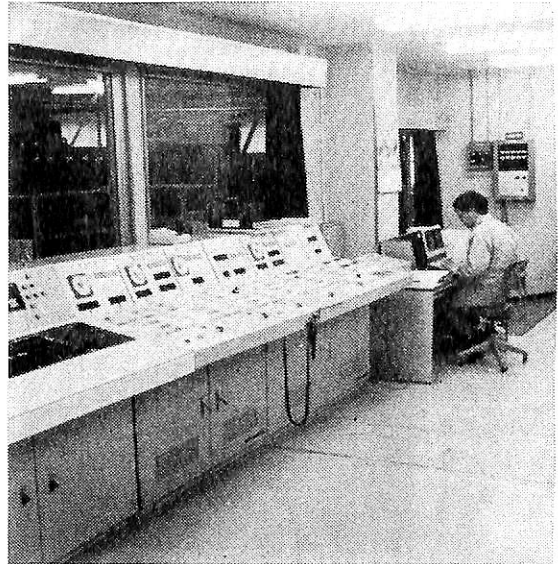


写真3 コントロール室遠隔操作盤

集中操作・表示・監視装置では、制御・計測関係の操作と表示を1箇所に集中させ実験作業の合理化をはかるとともに、監視計器も同じところに集め、異常の早期発見と保守修理作業の迅速化を図った。写真3はこれらの装置を収容したコントロール室遠隔操作盤の写真である。

ミニコンピュータシステムは、キャビテーション試験水槽における通常の実験をプログラムで自動的に行うことを主務とする。

以上の装置構成により、キャビテーション試験水槽の運転は手動運転と、ミニコンピュータによるプログラム自動運転との両タイプの運転形態が可能ないように計画した。

##### 4.1 制御装置

第1表に制御装置の主要目と性能を示す。各装置とも手動運転の場合は、遠隔操作盤上の設定器（デジスイッチまたはポテンションメータ）に制御目標値を入れて運転し、プログラム自動運転の場合には、ミニコンピュータに制御目標値と運転スケジュールを入力して運転する。

##### 4.2 計測装置

第2表に計測装置の主要目を示す。計測データはデジタル化して表示・記録することを原則としておりデジタルデータ処理装置はそのための記録装置である。しかしアナログ的に計測処理した方がよいデータに関しては、アナログデータ処理装置によりアナログ表示（メモリスコープ）およびアナログ記録（データレコーダ）し、必

第1表 制御装置の主要項目と性能

項目	制御装置		制御方式	制御範囲
	構成機器名称	要目		
流速制御装置	インペラ駆動モータ (インペラ覆結形)	出力: 120 kW 定格: 連続 電圧: D. C. 440V	サイリスタ レオナード方式	±3~±375 rpm (0.1~7 m/s (No. 1計測機) 0.1~14 m/s (No. 2計測機))
	模型プロペラ 駆動モータ	出力: 61.6 kW 定格: 連続 電圧: D. C. 440V		
主動力計	模型プロペラ 駆動モータ	出力: 32 kW 定格: 連続 電圧: D. C. 440V	ON-OFF方式	±30~±3 000 rpm
	プロペラ軸ねじ器モータ	3φ A. C. 440V 誘導モータ 0.25 kW		
静圧制御装置	コンプレッサ	形式: V形2気筒 ピストン: 7 m³/min 押除量: 7 kgf/cm²g 吐出圧: 7 kgf/cm²g	2段階 ON-OFF方式	-12~12 度
	真空ポンプ	形式: 水封式 排気速度: 1 500 l/min 到達圧力: 20 Torr モータ: 5.5 kW		
流速分布計測用 制御装置	ウェークレック軸 回転駆動モータ	形式: パルスモータ 速度: 4 000 パルス/s (最大) (0.36 度/パルス) トルク: 11 kgf-m (最高速度において)	位置合せ	0~360 度
	圧力切替装置	形式: ロータリ式 駆動: ソレノイドモータ	チャンネル選択	1~20 チャンネル
レーザ流速計 制御装置	トラバース装置	X, Y, Z方向移動 Z軸回転	手動: 全方向 自動: Y, Z方向 A. C. モータ 駆動	X 軸: ±400 mm Y 軸: ±400 " Z 軸: ±180 " Z軸回転: ±50 度

第2表 計測装置の主要項目

装置	項目	計測範囲	換出方法および注釈	
			トルク 推力 回転数	てんびん式およびロードセル
主プロペラ動力計 (K & R社 J25型)	トルク 推力	0~±300 kgf 0~±15 kgf-m	てんびん式およびロードセル	
	回転数	0~±50 rps	シャフトエンコーダ (インクレメント形)	
副プロペラ動力計 (K & R社 H41型)	トルク 推力	0~±300 kgf 0~±10 kgf-m	てんびん式およびロードセル	
	回転数	0~±50 rps	シャフトエンコーダ (インクレメント形)	
流速計	6分力	0~±100 kgf	ロードセル	
	水銀マノメータ	0~±1 000 mmHg (0~±17 m/s)	水銀マノメータ	
静圧計	水品発振子式圧力変換器	0~±15 m/s	水品発振子式圧力変換器	
	水銀マノメータ	0~±1 000 mmHg (0~±1.26 kgf/cm²g)	水銀マノメータ	
流速分布 計測装置	水品発振子式圧力変換器	0~2 kgf/cm²a	水品発振子式圧力変換器	
	ウェークレック 軸角	0~±15 m/s	水品発振子式圧力変換器 ウェークレック: 5孔ピトー管4本組込形×3台	
デジタルデータ処理装置	ウェークレック 軸角	0~360°	シャフトエンコーダ (アブソリュート形)	
	デジタルデータ処理装置	積分形 A/D アナログマルチキータ プリントアウト デジタルプリンタ		
アナログデータ処理装置	動ひずみ計アンパ アークレコーダ メモリスコープ パッチボード			
	レーザ流速計	形式: レーザドブラー式, DISA社 55X形 光学系: 後方散乱形, アルゴンレーザ (4W) 信号処理: トラッカ形 オペレーション: 同軸シフト		
試験環境計測装置	水温, 気圧, 気圧, 試験水槽水位, 給水タンク水位, 空気含有量 etc.			
	キャピテーション計測装置	ストロボ装置 (クセノンランプ 100W×2, 発光周期 160 Hz (最大)) ヒータ装置		

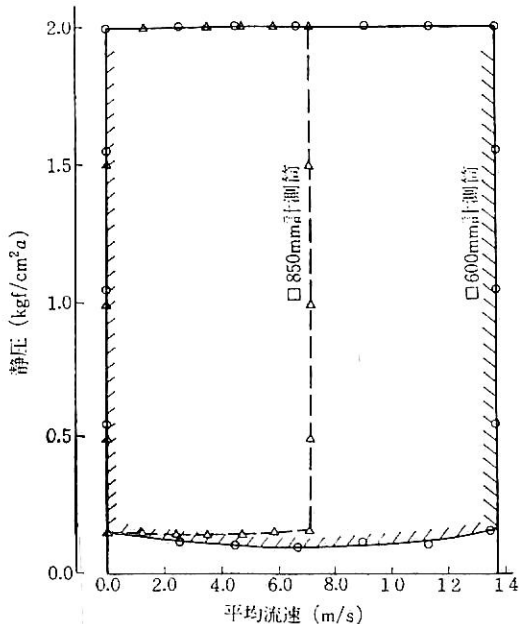
要ならミニコンピュータに取り込んで解析処理が可能である。

流通分布計測装置は、多数本の単孔または5孔ピトー管から構成するウエークレークを水槽内に入れ回転させながら流速分布を測定する。これに対し、レーザ流速計は、水槽の外から観測窓を介して流場を攪乱することなく計測できる。これらの装置により、ダミーモデルとワイヤーメッシュスクリーンの後流などを計測する。

#### 4.3 ミニコンピュータシステム

ハードウェアは、YHPのCPUを中心にプロセス入出力装置、磁気ディスク、ラインプリンター、CRT入出力装置およびX-Yプロッターなどで構成されている。

ソフトウェアは、プロペラ性能試験プログラム、伴流計測プログラムおよび汎用自動運転計測プログラムなどから構成されている。これらによって、キャビテーション試験水槽で通常行なわれている試験は自動的に実行できる。例えば、伴流計測プログラムは、ウエークレークによりダミーモデルやワイヤーメッシュスクリーンの後流の流速分布を自動計測(約40分/400点)する。このプログラムはまた、つぎの機能も持っている。ある目標の伴流を再現するために製作したワイヤーメッシュスクリーンの後流を計測し、それが目標と相違する場合は、その誤差を修正する補正メッシュを計算し、その補正メッシュパターン(第3図)を実寸大に作図する。



第5図 試験可能範囲

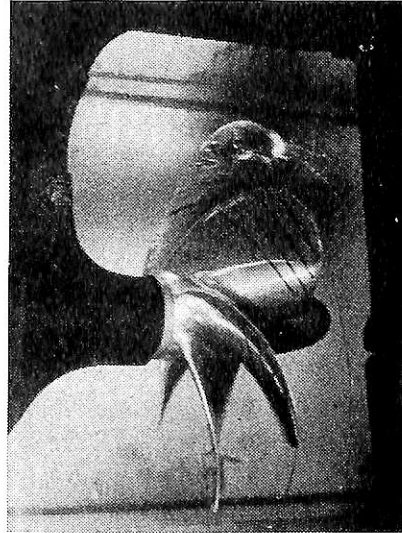


写真4  
プロペラキャビテーションの一例

#### 5. 実際の性能

実際の性能を調べるために水槽全体の試運転を実施した。その結果、制御および計測装置の各機器は第1表および第2表に示したような性能を持っていることを確認した。水槽本体の特性調査のため、漏洩試験、流速試験および試験可能範囲測定試験などをNo.1計測筒(□850mm)と、No.2計測筒(□600mm)の両方について実施した。

漏洩試験の結果、両計測筒とも最大加圧および減圧状態において(計測筒中心レベルの静圧 $P_{Smax} = 2\text{kgf/cm}^2$ および $P_{Smin} = 0.1\text{kgf/cm}^2$ )、リークによる静圧変化量が $7\text{mmHg/h}$ 以内であった。これはK&R社の保証範囲にあり、かつこの程度の漏洩は通常の実験では問題とならない。

流速試験では最高流速のテストを行い、インペラの定格最高回転数(6.25 rps)においてNo.1およびNo.2計測筒で各々 $7\text{m/s}$ および $14\text{m/s}$ の最高流速が正常に得られることを確認した。

試験可能範囲測定試験により、種々の流速における静圧制御範囲を実測し、その結果を第5図に示した。これにより、例えばNo.1計測筒(□850mm)では流速制御可能範囲(0~ $7\text{m/s}$ )の全域において、静圧を約 $0.1\sim 2\text{kgf/cm}^2$ の間変化させ得ることがわかった。尚、この第5図の結果は、基本計画で計画した第1図の実験可能範囲を満すものである。

そのほか、水槽と制御計測装置を組み合わせた全体の性能を調べるため、従来のキャビテーション試験水槽で実施したプロペラキャビテーション試験を、再度同一条件で新水槽でも実施した。その結果、両方の試験で同じ



状態のキャビテーション現象が起ることを確認した。写真4に新水槽でのプロペラキャビテーションの一例を示す。

以上の試運転の結果、水槽本体にかかわる2~3の問題点を除き新キャビテーション試験水槽の性能はほぼ計画どおりであったと総括できる。

### 6. 結 言

以上のように、新キャビテーション試験水槽はNa1およびNa2計測筒の2種を適宜実験目的に応じて選択使用することにより、商船、艦艇、小型高速艇などのプロペラキャビテーション実験やこれらにかかわる基礎実験が可能になった。また、プロペラ直径も最大350mmまで実験できるため、必要に応じて従来以上の実験精度の向上が図れる。とくに、Na1計測筒を用いてダミーモデル後流中でのプロペラキャビテーション実験ができることは、今後この方面の研究に大きな寄与が図れる。また、新水槽は当社の船型試験水槽をはじめとする既設の諸水槽との併用により、今後の開発研究において大きな総合力を発揮できるよう有効に活用して行く所存である。

### 参 考 文 献

技術本部技術研究所推進性能部：新IHIキャビテーション試験水槽 石川島播磨技報 第20巻 第1号  
1980年1月 PP. 12-17

### 謝 辞

本キャビテーション試験水槽新設に当り、助言、協力いただいた東京大学工学部船舶工学科、運輸省船舶技術研究所推進性能部および財団法人日本造船技術センターなどのかたがたに厚くお礼申し上げます。また、直接建設業務に携わったつぎの各社のかたがたに厚く謝意を表します。

建屋関係：丸石工業株式会社

キャビテーション試験水槽関係：Kempf und Remmers G.m.b.H. 極東貿易株式会社

制御および計測システム関係：安川電機株式会社、横河ヒューレットパッカード株式会社、オムニパック株式会社

受変電設備関係：永泰電設株式会社

(文責 西山茂樹 岡山尚昭 佐藤隆一)

<今月の図書案内>

(好評新刊)

## 商船設計の基礎 (上・下) \*発売中

◇造船テキスト研究会編 設計技術の変化を折り込んだ設計全般の基礎知識と、採算計算・機関関係・運航の実態など実務的分野からも造船全般を幅広く詳述。定価上5500円・下7000円(各280)

## 船体関係図面の見方 \*発売中

◇橋本/師岡/軍司/河原共著 船体関係の実戦向きの参考図書として、規約・慣例・特殊図面など、建造、修繕、運航に必要な図面の見方いっさいを収録。A5判・312頁 定価6800円(〒200)

## 熱力学の基礎と演習 \*発売中

◇竜之園重行著 甲種海技試験から熱力学に関するものに模範解答を付したもので、問題解答に必要な基礎も十分解説。機械工学・取扱の基礎学問として必読。A5判・176頁 定価2200円(〒200)

## 大型ディーゼル機関の チェックポイント \*発売中

◇日本船舶機関士協会技術委員会編 現実に発生した事故例を基に、機関開放点検要領(原因と処置)と事故の傾向、エンジン製作上の研究実績まで詳述。A5判・300頁 定価4800円(〒200)

## 55年版 実用海事六法 \*発売中

◇運輸省監修 55年2月25日現在、収録法令数98件。完全な条文・わかりやすい注釈・参照条文を付して、実務家に高い評価と信頼、愛用されている小六法。B6判・1828頁 定価2500円(〒240)

## 55年版 船舶六法 \*発売中

◇運輸省船舶局監修 総収録法令120件。改正法令26件・新規法令3件、55年1月末まで完全に網羅・危険物船舶運送関係など大幅で重要な改正を含みます。A5判・1494頁 定価8500円(〒280)

## 1980年版 造船統計要覧 \*発売中

◇運輸省船舶局監修 造船業の動向を中心に、海運・船員・港湾その他一般資料を集大成。関係法令などの参考資料を含め、造船界の真の傾向を示す最新統計。A6判・412頁 定価1800円(〒160)

## FRP漁船早わかり

◇船越 卓/笠井健一/金山美彦共著 造船技術書として設計から竣工まで、取扱手引書として保守・点検・廃船まで紹介。定価3500円(〒200)

海事造船出版  
目録無料進呈

株式会社 成山堂書店

(〒160) 東京都新宿区南元町4-51 成山堂ビル  
TEL 03 (357) 3861 (代) 振替・東京7-78174

## ■石炭焚き船技術シリーズ (その1)

# 石炭焚き船の歴史と現状

三菱重工業株式会社 船舶技術部  
原動機開発部

### 1. 石炭への期待

石油価格の高騰と供給不安によりすぐ利用出来る代替燃料として石炭への関心がたかまっている。昨年には I E A による石油火力新設禁止宣言などの世界的な動きが具体化し、わが国でも今後10年間に石炭専焼火力発電所として13地区28プラント合計出力2,000万kWの建設が計画、予定されており、これに要する燃料炭のみでも年間4,800万トンが必要とされる見通しにある。運輸経済研究センターの報告によると1990年の世界石炭荷動き量は4億トンに達しこれに要する石炭運搬船の所要船腹は12万DWT型換算313隻(うち日本への石炭輸入用114隻)が必要とされている。石炭運搬船ではなく石炭を燃料とする石炭焚き船についても産炭国である豪州船主が数年前から検討を行なった結果石炭焚き船の建造に自信を持つに至り、昨年末より相ついで全世界の造船所に引合いを寄せ具体的商談に入っておりその成り行きが世界の海運、造船界の注目を集めている。

旧幕府時代からはじまったわが国の石炭焚き船の建造は昭和25年の神戸丸、日枝丸を最後としており、それから僅か30年しか経っていないが、当時と現在では技術水準及び社会環境に隔世の感があり、石炭焚きと言えば忘れ去った遠い昔の感じがする。現在、船の設計・建造・運航に携わっている技術者の中に石炭焚きの経験者は稀少であるため、石炭焚き船についての評価も石炭焚きの技術を十分理解していないことに基く過大な期待やあるいは反対に拒否反応などが心配される。したがってすでに確立されておりさらに多くの改善の余地も残されている石炭焚き船の技術について連載記事として平易な解説を試みることにした次第である。

### 2. 石炭焚き船の現状

第2次大戦後僅かに建造された石炭焚き船も昭和40年代にはその使命を終え外航石炭焚き船は現存していないが、A B船級船には五大湖鉱石運搬船や曳船などを主体にして約80隻が登録されており、船令は古いが今なお稼働中である。L R船級船では数多くあった Manchester

Line の定期船も1960年代半ばに姿を消し、現在1954年建造の7,000 DWT 鉱石船 Iron Whyalla がなお豪州で稼働中であるが1967年に重油専焼に改装済みであり石炭は使用されていない。N V船級船では小型内航客船 Børøysund が現存している唯一の石炭焚き船である。

これらの石炭焚き船はすべて1940年代の技術によるものであって出力2,000 PS程度の三連成蒸気機関を主機とし蒸気圧力16kg/cm<sup>2</sup>級の手焚き丸缶を装備しているものが主体であり、これから建造されようとしている20,000 PS級タービンを主機とし撒布ストーカー焚き高温高圧の水管缶を持つ最新式石炭焚きプラントとは雲泥の相違がある。

現在計画されている石炭焚きプラントの蒸気条件は60 kg/cm<sup>2</sup> × 480~510℃と重油専焼プラントと変わらず、ボイラは塊炭焚きとしてはもっとも進歩した撒布ストーカー方式を採用し、船内運炭装置はすべて自動制御によるコンベヤシステムにより、灰処理装置も空気および水を用いた自動または遠隔操作システムであり、重油焚きディーゼル船と同じく夜間無当直の自動化も考えられているなど石炭焚き船全盛時代の乗組員の想像も及ばない進歩したプラントである。このようなシステムを前提としてすでにL RおよびN V船級協会は石炭焚き船の暫定規則(案)を作成しており近々正式発効されるなど石炭焚き船実現の土壌がほぼ整備されてきた。

### 3. 石炭焚き船の歴史

石炭焚き船は世界最初の蒸気船として有名な Robert Fulton の外車蒸気船 Clermont (1807年 Hudson 河定期客船)にはじまるが、当時外航船の主流であった帆船との競合が一世紀近くつづき、その間蒸気機関の効率改善、外車船からプロペラへの進歩などがあり、汽船建造量が帆船を上廻ったのは英国で1882年、米国で1887年頃である。わが国では嘉永6年(1853年)のペルリ提督の黒船来航を契機として一気に近代に突入したため、近代的帆船や外車船時代をほとんど経ることなくいきなり世界最先端の石炭焚きボイラー蒸気機関—プロペラ時代からスタートしている。旧幕府時代の蒸気船は合計80隻

(うち国内建造4隻)あり、咸臨丸：250トン、100 PS、6ノット(プロペラ)から薩摩軍艦春日：1050トン、1250 PS、10ノット(外車)程度であり、蒸気圧力は5psi (0.35 kg/cm<sup>2</sup>) から38psi (2.7kg/cm<sup>2</sup>)にすぎなかった。

明治時代から第二次大戦終結までのわが国商船建造隻数の内訳は概略下記の通りである。

	明治	大正	昭和
蒸気機関	246	636	546
タービン	7	35	401
ディーゼル他	8	19	226
合計	261	690	1173
(内輸入船)	(110)	(45)	(0)

明治時代の建造船はほとんどが3,000PS以下の蒸気機関を主機としており、石炭焚きの丸缶を1~4缶装備し蒸気圧力は10~14kg/cm<sup>2</sup>であった。

大正時代は建造量が大幅に増加したが、主体は2,000~5,000PSの三連成機関と蒸気圧力14kg/cm<sup>2</sup>の石炭焚き丸缶であった。蒸気タービンも35隻に装備されたが出力3,000~5,000PSで蒸気機関と大差はなかった。大正末期にはディーゼル船の建造が本格化し、大正13年(1924)には日本郵船が英国に発注した愛宕丸(Sulzer主機)および飛鳥丸(B&W主機)が進水したのに続きわが国でも大阪商船音戸丸(Vickers主機)、紅丸(B&W主機)、三井物産赤城山丸(B&W主機)、大洋汽船復興丸(Sulzer主機)など大型優秀船が相ついで進水した。その後燃費の少ないディーゼル船が急速に普及し、第一期のディーゼル黄金時代を迎え昭和初年代には蒸気船の建造が激減している。

その後世界景気の回復と昭和7年に始まった船舶改善助成政策の奏効によって造船界も活況をとりもどしディーゼル船、蒸気船双方とも建造量が著増した。蒸気船ではボイラが湿燃式丸缶(スコッチボイラ)から水煙管式のPrudon Capus Boiler、Howden Johnson Boilerを経て現在の乾燃式丸缶に進歩し16kg/cm<sup>2</sup>×330℃の過熱蒸気がえられるようになり、主機関としても効率を改善するため三連成機関と排気タービンを組合せたBauer Wach 機関やGötaverken 機関が導入され、蒸気タービン船では27kg/cm<sup>2</sup>×390℃クラスの石炭焚き水管缶が大型貨客船に用いられるようになった。

第二次大戦中は437隻におよぶ戦標船の建造が主体であり、大型タンカーに重油専焼水管缶と蒸気タービンが採用されたほかは1,100~2,000PSの三連成蒸気機関と

石炭焚き丸缶がほとんどであって技術的に見るべきものはなかった。

戦後しばらくは外航船の建造が禁止されており、造船所は食糧増産につながる200~300トンの漁船を細々と建造している状況にあり、昭和21年建造の宇高連絡船紫雲丸、眉山丸、鷺羽丸(900PSタービン2軸石炭焚丸缶)や昭和22~23年建造の青函連絡船北見丸、十勝丸、洞爺丸、羊蹄丸、大雪丸(2,250PSタービン2軸、16kg/cm<sup>2</sup>×280℃石炭焚ボイラ)などはまさに干天の慈雨の如きものであった。その後23~25年にかけて石炭焚き貨物船やタンカーがある程度建造されたが、石炭焚き船としては昭和25年建造の神戸丸(3,000PSタービン三菱神戸)、日枝丸(2,200PSタービン住重)が最後となりその後は完全な重油専焼時代となり石炭焚き船時代は終りをつけた。

一方、国防上世界最先端の装備を要請される艦艇での技術進歩は上述の商船の歴史とは全く様相を異にしていた。丸缶から水管缶への全面転換は商船より約50年早い明治33年(1900)に実施され、蒸気機関からタービンへの転換も商船より約40年早い明治40年(1907)起工艦からであり、石炭から重油への転換も商船より約30年早い大正中期であった。

#### 4. 石炭から重油への転換

南北戦争(1861~64)終了後間もないまだ帆船が主流であった1866年4月17日米国会議は石油を船用ボイラに使用するための5,000ドルの予算を承認した。このテストの結果を当時のBureau of Steam EngineeringはConvenience, Comfort, health and Safetyすべての点で石炭が優れており石油の利点はバンカーの重量、容積が少なくすむだけであると報告しており、事実その後長期間石油の使用は実用化されていない。

英国海軍がHannibal号で重油の燃焼試験をしたのはそれから36年後の1902年であったが、その利点が確認され直ちに戦艦、巡洋艦は30%混焼、駆逐艦以下は重油専焼を決定している。

日本海軍も列強の技術動向の把握に努め、明治33年(1900)より重油使用の調査を開始し、明治36年(1903)には陸上でバーナー燃焼テストをすませ、日露戦争直後の明治39年(1906)軍艦八重山で混焼実験を行った結果重油採用を決定し、横須賀基地に重油タンクを設置する他明治40年には建造中の巡洋艦生駒(宮原式水管缶)および駆逐艦浦波(イ号艦本缶)のボイラを混焼式に変更した。その後混焼ボイラでの確認を終えて大正4年(1915)英国建造の駆逐艦浦風を最初の重油専焼艦とし、

ついで駆逐艦は大正7年(1918)建造の江風以降、戦艦は大正9年(1920)建造の長門以降、巡洋艦は大正末期計画の妙高以降すべて重油専焼となった。

このような重油転換の背景の一つとして日露戦争当時の石炭関係データを参考に供する。日露戦争を予期した海軍は明治32年に25万トンの貯炭要望を出したが予算の制約により明治34年に指示された貯炭量は横須賀、呉、佐世保、舞鶴、の四基地総計21.5万トンであった。主体は英国 Cardiff の無煙炭であり、トン当たり単価は一種炭20円、二種炭9円、三種炭4円であった。日本海々戦勝利直後の明治38年6月30日の所有炭量は、戦利炭16万トンを加えて総量53万トンに達し貯炭量を最大限の29万トンとっても16万トンを野積みしにせざるをえなかった。

一方商船の重油転換は大幅におくられており、蒸気船の油焚きは大出力のタービンを主機とする大型高速貨客船に限られ、一般の蒸気船は丸缶、水管缶とも第二次大戦終了後まで石炭焚きであった。むしろ船としての重油転換は大正末期からはじまったディーゼル化によって促進されたと言える。戦前から戦後にかけて重油消費規制が行なわれてディーゼル船の建造は皆無に近くなったが、昭和25年頃には重油使用も可能になりまたこの頃から遠心式清浄によりディーゼル機関にC重油が使用できるようになったためディーゼル船の建造が盛んになって現在に至っている。

## 5. 石炭焚きボイラの発達

明治時代の石炭焚きボイラの容量はきわめて小さく、したがって大出力の艦艇のボイラ搭載数は常識を超えた多数となり最多缶数としては明治44年(1911)起工の主力戦艦金剛、比叡、榛名クラスでタービン4軸合計64,000 PSに対し混焼式水管缶36缶を要した。このような多数のボイラを石炭焚きする場合運転要員や操作の実状はどうであったのか日本海海戦の旗艦三笠を例に説明してみる。三笠は三連成蒸気機関2基合計15,000 PSに対しベルビル型水管缶25缶を有し前缶室に5缶、中缶室に10缶、後缶室に10缶配置し焚口は合計5ヶ所にあった。火夫の平時定員は120人であったが、前年明治37年8月10日の黄海海戦の際真夏のことでもあり機室温度115°F(46°C)、缶室温度130°F(54°C)に達し战斗中の長時間にわたる二直配置では体力のよく耐うるところに非ずとして平時135人、戦時150人(1缶当り6人)への増員意見が具申された。

明治38年5月27日未明鎮海湾に錨泊していた三笠に敵艦見ゆとの通報が入電し直ちに出港準備が指令された。当時の三笠缶室の状況は21~23号の3缶は補機駆動用に

運転中、1~5、16~20、24、25号の12缶は埋火中、6~15号の10缶は休止中であつた。その後の経過は次の通りである。

05:10	埋火中の12缶直ちに起火 休止中の10缶直ちに点火
05:25	主機械暖機を始む
05:30	後缶室10缶主塞汽弁開
05:37	前缶室5缶主塞汽弁開
05:43	テレグラフを試す良、主機械試運転を行う良好
05:52	出港用意
06:01	左機微進
06:02	右機微進
06:05	中缶室10缶主塞汽弁開

この記録を見ると埋火中の缶は指令後20~30分間で、休止中の缶も指令後55分間で主弁を開けるまでに昇圧されており、缶容量が小さく圧力も300psiと低かったとは言え想像するよりずっと短い時間で多数の缶が汽釀されているのがわかる。

1缶当りの出力で見ると三笠では600PS/缶という小容量であったため25缶も必要としたが、その後高圧高温化、大型化の努力がなされ、戦艦伊勢の場合は大正6年建造当時は混焼缶で1,875PS/缶であったものが昭和12年重油専焼に改装された時は10,000PS/缶と5倍余に増大し、もっとも進歩した昭和18年建造の駆逐艦島風では25,000SHP/缶に達し缶数も僅か3缶となった。

商船用の石炭焚きボイラについては明治44年進水の東洋汽船の客船春洋丸では直結タービン3軸合計20,000PSに対し丸缶13缶(1缶当り1540PS)、大正3年建造の日本郵船の貨客船八阪丸、諏訪丸では三連成機関2軸合計11,000PSに対し200psi丸缶7缶(1缶当り1560PS)であったが、昭和16年建造の関釜連絡船天山丸、崑崙丸ではタービン2軸合計16,900PSに対し27kg/cm<sup>2</sup>水管缶5缶(1缶当り3,400PS)と1缶容量が増大し、昭和17年建造の日本郵船の客船檀原丸(空母隼鷹に改装)ではタービン4軸合計56,250PSに対し増大している。これら6缶(1缶当り9,370PS)と大幅に増大している。これらの優秀船はすべて三菱長崎建造船であった。

現在では商船でも1缶当り40,000PS級が就航中であり、陸上火力発電所の超臨界圧ボイラでは1缶当り50万kWから100万kWという桁違いの大型ボイラが稼働している。

石炭の燃焼装置はもっぱら手焚きが主体であったが、特殊な燃焼装置が採用された例がいくつかある。昭和7年建造の石原合名の名古屋丸(三菱長崎)および南洋海

運の浄宝纒丸（播磨）の丸缶には英国のクラークチャップマン製の石炭粉砕機を持つ微粉炭燃焼装置が装備された。さらに昭和12年建造の大阪商船の黒竜丸、鴨緑丸（三菱長崎）の水管缶には英国のティラーレトルト製のティラーマルチプルレトルト下込めストーカが装備された。翌昭和13年建造の近海郵船の永福丸（三菱横浜）のPrudon Capus 缶には国産の御法川製作所製の下込めメカニカルストーカが採用された。現在では新技術の普及はきわめて急速であるが、当時は船内省力化投資がペイする時代ではなく、その後メカニカルストーカが採用されたのは昭和15年から17年に建造された東亜海運の神戸丸（三菱長崎）、日本郵船の吉田丸（函館）、嶋谷汽船の昭武丸（函館）および前出の関釜連絡船天山丸、崑崙丸の5隻にすぎない。

戦後の建造船では青函連絡船のうち昭和23年三菱神戸で建造された羊蹄丸、大雪丸の2隻の水管缶にメカニカルストーカとしてもっとも進歩している撒布ストーカがはじめて採用されたのに留まっている。

三菱重工で製造された船用石炭専焼ボイラ約1,050缶中手焚き以外のものは9隻で、微粉炭燃焼3缶、下込めストーカ22缶、撒布ストーカ12缶の合計37缶にすぎない。

船用石炭焚きボイラの製造は昭和25年を最後としているが、陸上ではその後も長期間大型の石炭焚きボイラが製造されており燃焼装置も高度の発達を遂げている。石炭燃焼装置としては、下込めストーカ、移床ストーカなどを経てメカニカルストーカとしてはもっとも進歩している撒布ストーカへと移行しており、併行して大容量化しやすく炭種をえらばない利点をもつ微粉炭燃焼装置が大容量ボイラに定着している。

三菱重工では昭和29年から40年の間に三菱-C E型のストーカボイラとして撒布ストーカ49缶、移床ストーカ56缶を製造しており、これらのほとんどが重油専焼に改造された中で現在なお1缶が石炭焚きで稼働中であり、さらに1缶が再び重油専焼から撒布ストーカへ改装中である。

## 6. 石炭焚き船の将来

近代的な石炭焚き船の経済性の研究は世界に先駆けて船用機器開発協会の昭和50年度事業として実施された「石炭の利用に関する調査研究」でとり上げられ、石炭の利用に関する広範囲の調査に加えて日本-豪州航路の110,000 DWT 石炭運搬船の試設計が行なわれ、採算計算の結果C重油の価格が当時の60ドル/tにあれば石炭価格が3,900円/t以下で、C重油価格が80ドル/tになれば石炭価格6,100円/t以下で石炭焚き船の方がディーゼ

ル船より有利になると報告されているが、その後重油価格が反落安定したためそれ以上の進展は見られなかった。

その後石炭焚き船の技術と経済性については、豪州船主が過去数年間大がかりな調査研究を進めた結果ディーゼル船より優れているとの自信を深めており、最近の日本の運輸省や英国での試算でも石炭焚き船の価格は割高ではあるが燃料費が少ないことから船価差は数年で償却できるとされている。

現在直ちに建造できる石炭船としては撒布ストーカボイラによる塊炭焚き、メカニカルコンベヤによる船内運炭装置が考えられており、船体計画上也不利な点がありタービン、ボイラの性能価格の面でもディーゼル機関と大差があるためディーゼル船に比べて相当割高とはなるがこれだけで短期的な結論を出すのは早計であろう。石炭の発熱量が重油の約半分であり塊炭の見掛け比重0.8位であるため、バンカー容積が重油に比べ倍増することのほかにメカニカルコンベヤではバンカー下部にホッパーやコンベヤのスペースを要するため貯炭倉の容積効率が低くかつ配置上の制約がでてくる。このため全体配置、トリム、縦強度などで不利な点が出てくるが、この問題を解決する方法として空気輸送や水スラリーによる運炭システムも検討されており大巾改善の余地がある。タービンプラントの性能、価格にしても、現在発達の極にあり量産されているディーゼル機関と現時点で比較するのは不公平というべきであり、今後更に効率のよい微粉炭焚きや流動床燃焼が利用できるようになり製造台数も増加すればその差は大幅に縮まるものと見られている。したがって、これらの技術進歩と量産効果を取り入れた将来の石炭焚き船は現在商談中のものに比べてその経済性が大巾に改善されるのは確実であり、石炭焚き船の評価は長期的視野で行なう必要がある。

石炭と重油の価格差が将来どのように推移するかについては様々な見方があり、石炭の利用がふえるほど石炭の価格も上がり使用価値（例えば発電原価）が同等になって均衡するのが経済原則であるとの見方もあるが、偏在しておりかつ寿命の短い石油に比べると石炭価格ははるかに低位安定を続けるとの見方が一般的である。

石炭の利用法としては、西独Lünenのガス化発電や南阿SASOL-IIの液化プラントなどが特殊な事情の下に相当以前から実用化されているのを除けば、COM、ガス化、液化などの技術が幅広く世界的に開発中の段階である。いずれこのような新しい燃料が商業ベースに乗るものと思われるが、このような転換により製造される新しい燃料は使用上の便益性はさておき大がかりな設備費、運転費を要するためかなりのコスト高になるのは明



らかである。したがって長期的にみても塊炭直焚きよりも燃料コストの安い方法と考えられ実績を積み重ねながらその経済性を改善して行くのが石炭焚き船の進むべき方向であろう。

技術革新は常に企業に活力と利益とを与え同時に若干のリスクを伴う。30年前にもどるのではなく新しい石炭焚き船の実用化により日本の海運、造船界がさらに大きく飛躍するよう関係者の努力を期待したい。

※次号予告：石炭焚きボイラの種類

参考文献：—

- 1) 「昭和造船史」日本造船学会編
- 2) 「本邦建造船要目表」日本舶用機関学会舶用機関調査研究委員会編
- 3) 「船舶百年史」上野喜一郎編
- 4) 「帝国海軍機関史」日本舶用機関史編集委員会編
- 5) 「石炭の利用に関する調査研究事業報告書」舶用機器開発協会

(本号執筆 船舶技術部 福垣敦男)

技術短信

技術短信

英国CSL社と  
流動層焼却装置について技術提携

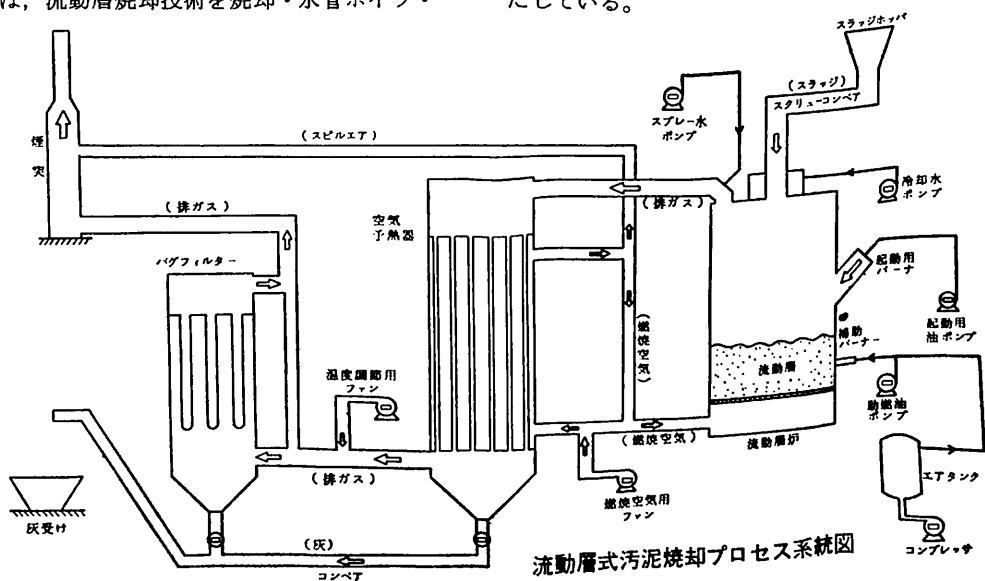
日立造船は、このほど英国のコンバッション・システムズ社 (Combustion Systems Limited, 略: CSL) と流動層焼却の装置に関する技術提携契約を結んだ。日立造船は焼却分野のうち都市ゴミについてはこれまで50基の焼却炉の実績をもっているが、先に開発した熱分解装置とともに、流動層焼却装置の開発も進め、産業廃棄物用として2基の実績を持っている。

この流動層焼却装置の焼却対象は下水汚泥、都市ゴミ、産業廃棄物およびこれらの混合物である。また本装置の特長は、低燃費、低公害、コンパクト、イーゼーメンテナンスであり、同社では流動層焼却技術をさらに充実させ万全の体制を確立させるため技術導入にふみきったものである。

CSL社では、流動層焼却技術を焼却・水管ボイラ・

煙管ボイラ・乾燥などの分野に応用しているが、今回日立造船が導入したのは焼却の分野である。同社はこれにより、流動層焼却炉分野で需要が増大しつつある下水汚泥・産廃スラッジを主とした汚泥・スラッジ・廃液の分野に導入技術を応用する計画である。中でも、大都市や周辺地区を中心に下水汚泥の埋立処分に対する制約がますます強まる傾向にあり、下水汚泥分野の需要増加が予想されるが、これらの需要に十分応えるものと期待している。

なお、技術提携先のCSL社は、1960年代から流動層燃焼技術の開発を続けてきた National Coal Board (英国石炭庁) と British Petroleum Ltd. ならびに National Research Development Corporation 3社の流動層燃焼技術の製品化と統合をめざして1972年に設立された半官半民の会社であり、流動層燃焼技術の開発がもっとも進んでいる英国で、実用化推進の中心的役割を果たしている。



流動層式汚泥焼却プロセス系統図

# ケミカルタンカー(46)

恵美洋彦 角張昭介

(日本海事協会船体部)

I MCO規則第7章に規定されるその他の化学品の主要特性一覧(6)

物質名称	化学式	JG 別表 No UM No	比重 蒸気密度	沸点(°C) 融点(°C)	引火点(°C) 発火点(°C)	UEL LEL (vol %)	TLV- TWA (ppm)	水溶性	消火剤	備考
エチレングリコールモノメチル エーテルアセテート Ethylene glycol mono- methyl ether acetate	CH <sub>3</sub> COO(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> O CH <sub>3</sub>	5 1189	1.0049 4.07	144.5 -65.1	56	8.2 1.7	25	完全に溶 ける	CO <sub>2</sub> ドライケミカル	F*
エチレングリコールモノフェニル エーテル Ethylene glycol mono phenyl ether	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	—	1.1094 4.76	244.7 14	121 (O.C.)	—	—	25%	CO <sub>2</sub> ドライケミカル アルコール泡	A
2-エトキシエタノール 2-Ethoxy ethanol	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	5 1171	0.9311 3.1	135.5 -100	41 238	15.7 2.6	200	完全に溶 ける	CO <sub>2</sub> ドライケミカル アルコール泡 水噴霧	A
2-エトキシエチルアセテート 2-Ethoxy ethyl acetate	CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> O C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	5 1172	0.9748 4.4	156.3 -61.7	51 379	— 1.7	25	23%	アルコール泡 水噴霧, CO <sub>2</sub> ドライケミカル	A
ホルムアミド Formamide	HCONH <sub>2</sub>	—	1.1339 1.55	210.5 2.55	175 >500	—	20	可 溶	—	F*
フルフリルアルコール Furfuryl alcohol	C <sub>4</sub> H <sub>3</sub> OCH <sub>2</sub> OH	—	1.1285 3.37	170 -14.63	65 391	16.3 1.8	5	完全に溶 ける	アルコール泡 CO <sub>2</sub> , 水噴霧 ドライケミカル	A
グリセリン Glycerine	HOCH <sub>2</sub> CH(OH)CH <sub>2</sub> OH	—	1.2627 3.0	290 15	177 (O.C.) >400	—	—	完全に溶 ける	CO <sub>2</sub> , 水噴霧 アルコール泡 ドライケミカル	A
n-ヘプタン n-Heptanol	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	5 1206	0.684 3.45	98.52 -90.61	-4 223	6.7 1.2	400	不 溶	泡, CO <sub>2</sub> ドライケミカル	
n-ヘプタノール n-Heptanol	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> OH	—	0.824 4.04	175.8 -34.6	74 300	1.0 1.4	—	0.1 wt %	アルコール泡 CO <sub>2</sub> , 水噴霧 ドライケミカル	A
2-ヘプタノール 2-Heptanol	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CHOH CH <sub>3</sub>	—	0.8187 4.04	160.4	71 (O.C.)	—	—	0.35%	泡, CO <sub>2</sub> ドライケミカル	
3-ヘプタノール 3-Heptanol	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH(OH) CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	—	0.8224 4.04	156.2 -70	60 (O.C.)	—	—	0.45%	泡, CO <sub>2</sub> ドライケミカル	
ヘプテン(異性体混合物) Heptene-mixed isomers	C <sub>7</sub> H <sub>14</sub>	—	0.715 3.4	85~100 -120	<-7 (O.C.) 263	7.0 1.0	—	不 溶	泡, CO <sub>2</sub> ドライケミカル	
n-ヘキサン n-Hexane	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>3</sub>	5 1208	0.659 2.9	69 -95	-23 >260	7.5 1.1	100	不 溶	泡, CO <sub>2</sub> ドライケミカル	

## I MCO規則第7章に規定されるその他の化学品の主要特性一覧(7)

物質名称	化学式	JG 別表 Na UM Na	比重 蒸気密度	沸点(°C) 融点(°C)	引火点(°C) 発火点(°C)	UEL LEL (vol %)	TLV- TWA (ppm)	水溶性	消火剤	備考
1-ヘキサノール 1-Hexanol	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{OH}$		$\frac{0.8153}{3.56}$	$\frac{156}{-50}$	$\frac{63}{292.8}$	$\frac{\quad}{1.2}$	1000	0.6wt %	$\text{CO}_2$ ドライケミカル アルコール泡 水噴霧	A
1-ヘキセン 1-Hexene	$\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$		$\frac{0.6732}{3.0}$	$\frac{64.5}{-139.9}$	$\frac{<-6.7}{(O.C.)}$	$\frac{\quad}{1.2}$			泡	
ヘキシレングリコール Hexylene glycol	$(\text{CH}_2)_2\text{COHCH}_2\text{CH}$ $\text{OHCH}_3$		$\frac{0.9234}{4.0}$	$\frac{198}{-40}$	$\frac{93}{>260}$	$\frac{\quad}{\quad}$	75	完全に溶 ける	$\text{CO}_2$ アルコール泡 ドライケミカル 水噴霧	A
乳酸 Lactic acid	$\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$		$\frac{1.206}{3.11}$	$\frac{122}{16.8^*}$	$\frac{77}{450}$	$\frac{10}{2.1}$		可溶	アルコール泡	* L- Lactic acidは 52.8°C A
ラテックス Latex			$\frac{0.979}{\quad}$	$\frac{\quad}{\quad}$	$\frac{\quad}{\quad}$	$\frac{\quad}{\quad}$				F*
酢酸メチル Methyl acetate	$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$	$\frac{5}{1231}$	$\frac{0.9272}{2.6}$	$\frac{56.32}{-98.05}$	$\frac{\text{約}-10}{(O.C.)}$ $\frac{502}{\quad}$	$\frac{13.9}{4.1}$	200	約30%	$\text{CO}_2$ ドライケミカル アルコール泡	A
メチルアルコール Methyl alcohol	$\text{CH}_3\text{OH}$	$\frac{5}{1230}$	$\frac{0.796}{1.1}$	$\frac{64.6}{-97.6}$	$\frac{10\sim 13}{470}$	$\frac{36.5}{5.5}$	200	完全に溶 ける	水噴霧, $\text{CO}_2$ ドライケミカル アルコール泡	A
酢酸メチルアミル Methyl amyl acetate	$\text{CH}_3\text{COOCH}(\text{CH}_3)$ $\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	$\frac{5}{1233}$	$\frac{0.8595}{5.0}$	$\frac{146.2}{-68.3}$	$\frac{43}{(O.C.)}$	$\frac{\quad}{\quad}$	50	0.1%	アルコール泡 $\text{CO}_2$ ドライケミカル 水噴霧	A
メチルアミルアルコール Methyl amyl alcohol	$(\text{CH}_2)_3\text{CHCH}_2\text{CH}$ $(\text{CH}_3)\text{OH}$	$\frac{5}{2053}$	$\frac{0.8079}{3.5}$	$\frac{131.8}{<-90}$	$\frac{41}{\quad}$	$\frac{5.5}{1.0}$	25	1.8wt %	$\text{CO}_2$ ドライケミカル アルコール泡 水噴霧	A
メチルアミルケトン Methyl amyl ketone	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2$ $\text{CH}_2\text{COCH}_3$	$\frac{5}{1110}$	$\frac{0.8197}{3.94}$	$\frac{151.5}{-26.9}$	$\frac{41.1}{533}$	$\frac{\quad}{\quad}$	100	$\frac{0.43\text{g}}{100\text{g}}$	アルコール泡 ドライケミカル $\text{CO}_2$	A
メチルエチルケトン Methyl ethyl ketone	$\text{CH}_3\text{COC}_2\text{H}_5$	$\frac{5}{1193}$	$\frac{0.807}{2.5}$	$\frac{79.6}{-85.9}$	$\frac{-7}{516}$	$\frac{11.5}{1.8}$	200	上部88% 下部27%	$\text{CO}_2$ ドライケミカル アルコール泡	A
メチルイソブチルケトン Methyl isobutyl ketone	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2$ $\text{COCH}_3$	$\frac{5}{1245}$	$\frac{0.802}{3.5}$	$\frac{114}{-80}$	$\frac{14}{(O.C.)}$ $\frac{460}{\quad}$	$\frac{8.0}{1.2}$	100	2%	$\text{CO}_2$ ドライケミカル アルコール泡 水噴霧	A
2-メチル-1-ペンテン 2-Methyl-1-pentene	$\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2$ $\text{CH}_3$		$\frac{0.684}{2.9}$	$\frac{62}{-135.8}$	$\frac{<-6.7}{(O.C.)}$	$\frac{\quad}{\quad}$			$\text{CO}_2$ ドライケミカル	F*

IMCO規則第7章に規定されるその他の化学品の主要特性一覧(8)

物質名称	化学式	JG 別表 No. UM No.	比重	沸点(°C)	引火点(°C)	UEL	TLV- TWA (ppm)	水溶性	消火剤	備考
			蒸気密度	融点(°C)	発火点(°C)	LEL (vol %)				
メチル-tert-ブチル エーテル Methyl-tert-butyl ether	$\text{CH}_3\text{OC}_4\text{H}_9$	2398	0.75 3.03	71						F*
糖 蜜 Molasses	糖, 砂糖, 水の混合物		1.45		不燃	不燃		可溶	不燃	
ノナン Nonane	$\text{C}_9\text{H}_{20}$	5 1920	0.718 4.41	150.7 -53.519	31 206	2.9 0.87	200	不溶	$\text{CO}_2$ ドライケミカル 泡	
ノニルアルコール Nonyl alcohol	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}\text{OH}$		0.83 5.0	>180 -65	78.9 (O.C.)	約6.0 約1.0		不溶	泡, $\text{CO}_2$ ドライケミカル 水噴霧	
ノニルフェノール Nonyl phenol	$\text{C}_6\text{H}_4\text{OHC}_9\text{H}_{19}$		0.953 7.6	約300 <0	>140 (O.C.)			殆んど 不溶	$\text{CO}_2$ ドライケミカル アルコール泡 水噴霧	A
オクタン Octane	$\text{C}_8\text{H}_{18}$	5 1262	0.7052 3.94	125.7 -56.8	15.6 (O.C.) 218	3.2 0.84	300	殆んど 不溶	泡, $\text{CO}_2$ ドライケミカル	
iso-オクタノール iso-Octanol	$\text{C}_8\text{H}_{17}\text{OH}$		0.831 g/cc 4.35	184.5~ 189.3	74			0.04 / 4.24%	$\text{CO}_2$ アルコール泡 ドライケミカル 水噴霧	A
n-オクタノール n-Octanol	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_2\text{OH}$		0.8239 4.5	184.6 -76	85 >260*			0.1wt%	アルコール泡 $\text{CO}_2$ ドライケミカル 水噴霧	*推定 A
2-オクタノール 2-Octanol	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$		0.8216 4.5	178~ 179 -38	82 (O.C.)			<0.05%		
パラフィンワックス Paraffin wax	固体炭化水素の混合物		0.9 >1.0	>370 42~60	199 245		2mg/m <sup>3</sup>	不溶	泡, $\text{CO}_2$ ドライケミカル 水噴霧	
iso-ペンタン iso-Pentane	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$	5 1265	0.621 2.48	27.8 -160.5	-51 420	7.6 1.4	500	不溶	泡, $\text{CO}_2$ ドライケミカル	
n-ペンタン n-Pentane	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	5 1265	0.632 2.48	33~38 -129.7	<0 (O.C.) 309	約8.0 1.5	600	不溶	泡, $\text{CO}_2$ ドライケミカル	
iso-ペンテン iso-Pentene	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}=\text{CH}_2$		0.63197 2.42	20.06 -168.53				不溶		

## I M C O 規則第 7 章に規定されるその他の化学品の主要特性一覧 (9)

物質名称	化学式	JG	比 重	沸点(°C)	引火点(°C)	UEL	TLV-	水溶性	消火剤	備 考
		別表 No	蒸気密度	融点(°C)	発火点(°C)	LEL	TWA			
		UM No				(vol %)	(ppm)			
1-ペンテン 1-Pentene	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$	5 1108	0.641 2.42	30 -165	-50* (O.C) 273	8.7 1.4		不 溶	泡, CO <sub>2</sub> ドライケミカル	*推定
パークロロエチレン Perchloro ethylene	$\text{CCl}_2 = \text{CCl}_2$	8 1897	1.635 5.7	121.2 -22.7	不 燃	不 燃	100	不 溶	不 燃	
ペトロラタム Petrolatum	脂肪酸炭化水素の 混合物		0.88 >1.0	>150 38~60	>60 (O.C)			不 溶	泡, CO <sub>2</sub> 水噴霧 ドライケミカル	
石油ナフサ Petroleum naphtha	飽和脂肪酸炭化水素 から成る	5 1255	約 0.6 2~3	35~80 -100	<0 (O.C) 約 260	8.0 1.0	500	不 溶	泡, CO <sub>2</sub> ドライケミカル	
iso-フォロン iso-Phorone	$\text{C}_9\text{H}_{14}\text{O}$		0.9229 4.8	215.2 -8.1	96 (O.C) 462	3.8 0.84	5	1.2 4.3%	アルコール泡 水噴霧, CO <sub>2</sub> ドライケミカル	A
α-ピネン α-Pinene	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}$		0.8592 4.7	155 -62.2	32.8 (O.C) 255			不 溶		F*
ポリプロピレングリコール Polypropylene glycol			約 1.0	沸騰前に 分解 約-40		>260*		不 溶		*推定 F*
iso-酢酸プロピル iso-Propyl acetate	$\text{CH}_3\text{COOCH}(\text{CH}_3)_2$	5 1220	0.87 3.52	88.8 -73.4	7 460	7.8 1.8	250	2.9%	CO <sub>2</sub> アルコール泡 ドライケミカル	A
酢酸 n-プロピル n-Propyl acetate	$\text{CH}_3\text{COOC}_3\text{H}_7$		0.887 3.52	101.6 -92.5	14 約 449	8.0 2.0	200	1.9%	CO <sub>2</sub> ドライケミカル アルコール泡 水噴霧	A
iso-プロピルアルコール iso-Propyl alcohol	$\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$	5 1219	0.7851 2.07	82.3 -89.5	12 460	12.0 2.02	400	完全に溶 ける	CO <sub>2</sub> ドライケミカル アルコール泡 水噴霧	A
n-プロピルアルコール n-Propyl alcohol	$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	5 1274	0.8044 2.07	97 -127	15 371	13.5 2.1	200	完全に溶 ける	CO <sub>2</sub> ドライケミカル アルコール泡 水噴霧	A
プロピレングリコール Propylene glycol	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$		1.0381 2.62	187.4 <-60	107 (O.C) 421	12.6 2.6	75	完全に溶 ける	CO <sub>2</sub> , 水噴霧 アルコール泡 ドライケミカル	A
プロピレングリコールモノ エチルエーテル Propylene glycol mono ethyl ether	$\text{CH}_3\text{CHOHCH}_2\text{OC}_2\text{H}_5$		0.895 3.59	132.2 -90	43 (O.C)			4.4%		F*

IMCO規則第7章に規定されるその他の化学品の主要特性一覧(10)

物質名称	化学式	JG 別表 No UN No	比重	沸点(°C)	引火点(°C)	UEL LEL (vol %)	TLV- TWA (ppm)	水溶性	消火剤	備考
			蒸気密度	融点(°C)	発火点(°C)					
プロピレングリコールモノ メチルエーテル Propylene glycol mono- methyl ether	$\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CHOHCH}_3$		0.919 3.0	120.1 -9.7	38 (O.C)		100	完全に溶 ける	$\text{CO}_2$ アルコール泡 水噴霧 ドライケミカル	A
プロピレンテトラマー Propylene tetramer	$(\text{C}_3\text{H}_6)_4$		0.76 5.81	157~ 218 -35	78	0.8	5	不溶	泡, $\text{CO}_2$ 水噴霧 ドライケミカル	
プロピレントリマー Propylene trimer	$(\text{C}_3\text{H}_6)_3$	5 2057	0.738 4.4	135 -81	約40 (O.C)	0.8		不溶	泡, $\text{CO}_2$ ドライケミカル 水噴霧	
溶融ナフサ Solvent naphtha		5 1256								F*
スルフォラン Sulphorane	$\text{C}_4\text{H}_8\text{SO}_2$		1.2614 4.14	287.3 28.45	166 (O.C)					F*
トール油 Tall oil			1.0		182 (O.C)					F*
テトラヒドロナフタリン Tetrahydronaphthalene	$\text{C}_{10}\text{H}_8$		0.97 4.6	207.2 -30	71 384	5.0 0.8		不溶	泡, $\text{CO}_2$ , 水 ドライケミカル 水噴霧	
トルエン Toluene	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	5 1294	0.87 3.14	110.6 -95	4 552	7.0 1.27	100	0.05%	水, 泡, $\text{CO}_2$ ドライケミカル	
1, 1, 1-トリクロロエタン 1, 1, 1-Trichloro ethane	$\text{CH}_3\text{CCl}_3$		1.314 4.6	74 -35		15 6	350	不溶		F*
トリクレジルフォスフェート (1%以下のオルト異性体を含む) Tricresylphosphate	$\text{PO}(\text{OC}_7\text{H}_7)_3$									F*
トリデカノール Tridecanol	$\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{CH}_2\text{OH}$		0.846 6.9	240~ 265	118			殆んど 不溶	アルコール泡 ドライケミカル 水噴霧 $\text{CO}_2$	A
トリエチルベンゼン Triethyl benzene	$\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_2\text{CH}_3)_3$		0.87 5.6	218~ 219 <-70	82.2			不溶	泡, $\text{CO}_2$ ドライケミカル	
トリエチレングリコール Triethylene glycol	$\text{HO}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_3\text{H}$		1.126 5.0	287.4 -7.2	166 (O.C) 371	9.2 0.9		完全に溶 ける	水, $\text{CO}_2$ ドライケミカル アルコール泡	A



## I MCO規則第7章に規定されるその他の化学品の主要特性一覧(11)

物質名称	化学式	JG	比 重	沸点(°C)	引火点(°C)	UEL	TLV-	水溶性	消火剤	備 考
		別表 No	蒸気密度	融点(°C)	発火点(°C)	LEL	TWA			
		UM No				(vol %)	(ppm)			
1, 2, 4-トリメチルベンゼン 1, 2, 4-Trimethyl benzene	$C_6H_3(CH_3)_3$		0.8758 4.1	169~ 171 -61	54 515			不 溶		F*
トリプロピレングリコール Tripropylene glycol	$HO(C_3H_6O)_2C_3H_6$ OH		1.019 6.6	268	141 (O.C.)			完全に溶 ける	水, CO <sub>2</sub> アルコール泡 ドライケミカル	A
トリプロピレングリコール モノメチルエーテル Tripropylene glycol monomethyl ether	$HO(C_3H_6O)_2C_3H_6O$ CH <sub>3</sub>		0.965 7.0	242.4 -78	121 (O.C.)			完全に溶 ける	アルコール泡 ドライケミカル CO <sub>2</sub> , 水噴霧	A
トリキシロニルフォスフェイト Trixylyonyl phosphate	$[(CH_3)_2C_6H_3O]_3PO$		1.148	>270 約-33	235			不 溶	泡, CO <sub>2</sub> ドライケミカル 水噴霧	
テレピン油 Turpentine	大部分 $C_{10}H_{16}$	5 1299	0.87 4.84	154.1~ 171.1 -50~ 60	35 (O.C.) 253	0.8	100	殆んど 不溶	泡, CO <sub>2</sub> ドライケミカル 水噴霧	
ウリアンモニウムニトレイト 溶液 Urea ammonium nitrate soln										F*
ウリアンモニウムフォスフェ イト溶液 Urea ammonium phosphate soln										F*
ワイン Wine			約 1.0	約90 < 0	約40 (O.C.)			完全に溶 ける	アルコール泡 水噴霧, CO <sub>2</sub> ドライケミカル	A
白ガソリン White spirit		5 1300	0.8 3.9	150~ 190	40 245	0.77		100	CO <sub>2</sub> ドライケミカル アルコール泡	A
キシレン (異性体混合物) Xylene (mixed isomers)	$C_6H_4(CH_3)_2$	5 1307	0.875 3.7	138~ 144 0°C前後	23~50 (O.C.) 498~ 635	6.6 1.1	100	不 溶	泡, CO <sub>2</sub> ドライケミカル	
m-キシレン m-Xylene	$C_6H_4(CH_3)_2$	5 1307	0.868 3.7	139 -48	25 (O.C.) 528	6.4 1.09	100	不 溶	"	
o-キシレン o-Xylene	$C_6H_4(CH_3)_2$	5 1307	0.885 3.7	144.4 -25.5	17~32 (O.C.) 464	6.4 1.09	100	不 溶	"	
p-キシレン p-Xylene	$C_6H_4(CH_3)_2$	5 1307	0.8611 3.7	138.4 13.26	23 529	7.0 1.1	100	不 溶	"	

## 船舶電子航法ノート (44)

木村 小一  
(電子航法研究所)

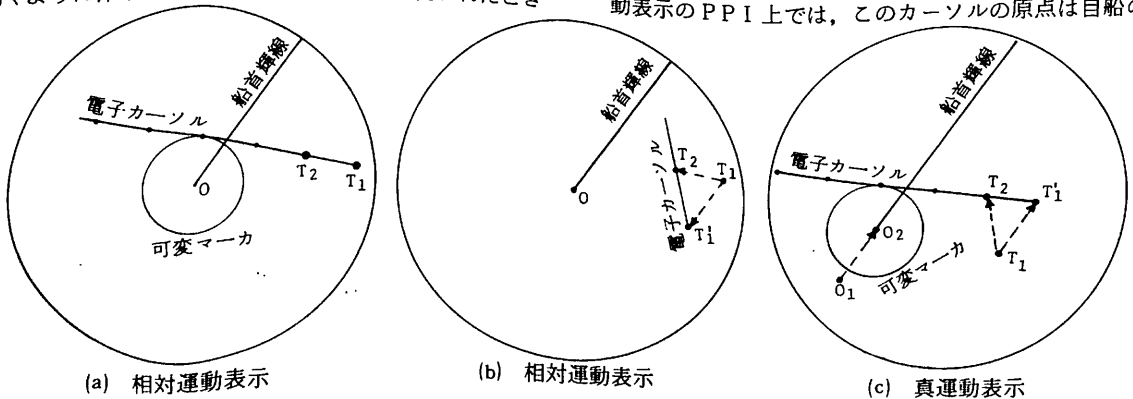
### 5・2・4 電子カーソルのみを利用する装置

10年ほど前という前提で考える必要があるが、Decca Radar 社では、最も経済効果のあがる衝突防止レーダは何かという検討が行なわれており、(1)簡易なデジタル化装置と計算器による自動CPA検出方式、(2)6本の警戒リング方式、(3)補助速力マーカと特殊計算器方式、(4)回転式CRTによる船首上方安定表示方式、などが実際の試作を含めて検討された。また船長あてアンケート調査なども実施した結果、66ACグループと呼ばれるきわめて簡単であるが、衝突防止に最大の効果を出すと呼ぶレーダを発表している。このレーダの特長はトルーモーション(真運動)指示器においても、相対運動表示を併せて知ることができるように工夫されたものであって、相対運動表示においては自船に対する真方位の変化しない船は衝突危険船であることが容易に判定できるという概念を、トルーモーション表示に併せもたせたのがその考えの中心である。

このレーダのPPIにはその距離範囲が3マイル、6マイルおよび12マイルのとき長さ1インチ(25mm)の電子カーソルが5本、別々にPPI上の任意の位置に出せる。このカーソル線は一端に輝点があり、線はその点から内側向きに自船の方を向いている。このカーソル線はトルーモーション表示で、自船がPPI上を移動しても、常に自船との相対位置を保ち、またその向きも常に自船を向くように保っている。他船がPPI上に現われたとき

に、この電子カーソルを動かして外側の輝点をその他船の位置に合わせ、時間を読んでおく。ある時間、例えば6分後に再びPPI面を見たときに、その他船の像がその電子カーソルに対してどう動いているかを見ることによって、例えば、相変らずカーソル線上にのるか、その延長上を近づいていけば、衝突の危険が最も大きく、また、カーソル線から大きく外れているときは、カーソルの外側の輝点とその他船位置を結んで伸ばすことにより概略のCPAとTCPAを目算でもカーソルの長さに対比して推定できる。このレーダの指示器は12インチのCRTを使っているので、カーソル線の長さ(1インチ)は3、6、12マイルレンジでそれぞれ2、1、0.5海里に相当するので両船の相対速度の推定もできる。

Raytheon社ではインタースキャンの電子カーソルを使って、1隻だけであるが他船のプロットングの作図が直接PPI上でできる装置を発表した。この電子カーソルはジョイスティック(joystick, 操縦桿をいうこともある)と呼ばれるレバーを使ってその線の原点をPPI上のどこへでも移せるし、また、別の操作器でその原点を中心にして任意の向きに線を回転することができる。このカーソルには等間隔の輝点が出せ、カーソル線の長さをかえればその輝点の間隔も変化をさせる。この指示器はまたトルーモーション表示のときに相対プロットができるようにすることを中心に作られているので、相対運動表示のPPI上では、このカーソルの原点は自船の移



第5-51図 Raytheon社の電子カーソルによるプロットングの方法

動に伴って自動的に後方にずれる。更にこの指示器にはストップウォッチ式のプロット時計がついている。

この電子カーソルの使用法の二三を示す。まず、第5・51図(a)は相対運動表示での相対プロットである。自船Oはこの場合常にPPIの中心にいる。ある時間に目標船Tの位置 $T_1$ をPPI上にマークする。このマークは反射プロット上にしてもよいし、あるいは方位カーソルと可変距離マーカをその $T_1$ の位置で交叉させておいてもよい。この時点でプロット時計をスタートさせる。6分( $\frac{1}{10}h$ )または3分( $\frac{1}{20}h$ )後にこの目標船が $T_2$ に来ていたとする。この時点で電子カーソルをPPI上に出し、その原点を6(3)分前にTがあった位置 $T_1$ に合わせる。そしてその線が現在の目標船の位置 $T_2$ に重なるようにまわし、また、その長さを調整して原点のつぎの輝点が $T_2$ に重なるようにする。つぎに可変距離マーカの半径を変えて、この電子カーソル線に接するようになれば可変距離マーカの目盛値からCPAが、また、電子カーソルの輝点の数からTCPAが求まる。第2の方法(b)は同じ相対運動表示で、相手船の真速力を求める方法である。相手船が $T_1$ にいるときに電子カーソルの原点を $T_1$ に合せて、時計をスタートさせる。一定時間経過後、この目標船は $T_2$ に来ていたのに対し、電子カーソルの原点は自船の速力に平行に後退して、点線にそって $T_1'$ に移っている。ここで $T_1' - T_1$ は自船の速力を表わす。このとき、電子カーソルを回転して、 $T_2$ に重ねると $T_1' - T_2$ が目標船の速力を示すことになる。同図の(c)はトルモーション(真運動表示)の場合である。自船がPPI上の $O_1$ にいたとき、 $T_1$ にある目標船に電子カーソルの原点を重ね時計をスタートさせていたとする。トルモーション表示では電子カーソルの原点は自船と相対位置を保ってPPI上を移動するので、一定時間後に自船が $O_2$ に来たときに、電子カーソルの原点は $T_1'$ に移動し、目標船は $T_2$ に来たとする。あとは(1)の場合と同じでカーソルのつぎの輝点を $T_2$ に合せてCPAとTCPAを求める。これから分かるようにトルモーション表示での相対プロットが容易なことがこの電子カーソルの特徴で、補助的に手動プロットを併用すれば目標船の真速力 $T_1 - T_2$ も簡単に求めることができ、また両船の相対速力は $T_1 - T_2$ とトルモーション表示でも簡単にわかる。

なお、このほかにSperryが発表した方法に角度約 $5^\circ$ の短かい円弧状のマークをPPI上の任意の方位と距離に数個出すことのできる方法がある。このマークは予め設定した速度で、自船の位置であるPPIの中心に向かって方位一定のまま接近するようになっている。相手船

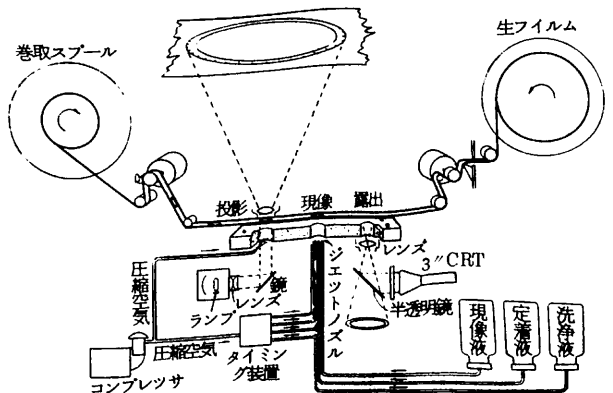
の映像にこの弧の中央に合せて1分程度の観測をすると、映像がマークの弧の中心からどの程度ずれているかによりCPAを、またカーソルの接近速度との遅速によって、TCPAの値をそれぞれ推定できる。

これらのほかにもいろいろなカーソルの工夫が今後とも考えられるだろう。

#### 6・2・5 迅速現像処理による映像の記憶 — Photoplot

5・1・20節でも触れたCanberra号のレーダにも採用されているKelvin Hughes社が考えたphotoplotと呼ばれるシステムがある。これは、もともと航空交通管利用のレーダ指示器の高輝度表示とプロット、そして映像の保存を含めて考えられたシステムである。これはレーダの映像を35mmフィルムに撮影し、それを迅速現像と定着処理後に投影する方式であるが、同じ方式を16mmフィルムに改め、船舶用としての考慮を払った構造的装置である。第5・52図にその概要が示してある。

16mmフィルムは400ftまでの収納が可能で、これは仮に14秒に1駒を使うと約15時間分に相当する。1駒分の価格はその当時(1962年)で薬品代を含めて約1円であるとされている。レーダのPPI像は映像面が平面の3インチ(75mm)CRTに表示され、露出と書いた穴のところのフィルム面に方位目盛を含めて投影される。ここで、フィルムへの露出が行なわれる。Canberra号の場合は3.5~5.6秒に1回の露出とフィルム送りという速い操作が原則であったが、その後の製品では15秒ごと、3分ごとおよび6分ごとの3つの撮影の時間間隔が使用されている。この露出の場合もある時間の長時間露出をすれば、その間の物標の動きは線に、また、何分かおきに同じフィルム面に多重露出をすれば動きは点の連続で表わすことができる。露出の終わったフィルムは現像位置に移され、ここで迅速な現像定着処理が行なわれる。現像液と定着



第5・52図 Kelvin Hughes社の photoplot

液は約35°Cに予熱されていて噴霧状でフィルム面に吹付けられる。一般的に迅速処理の場合は、現像液と定着液を混合しておき、現像と定着を同時に進行させる処理が行なわれているので、それに近い処理が行なわれると思われる。処理時間は数秒以内である。こうして現像が終ればフィルムの駒はつぎの穴に移され、ここで空気の吹付けによる乾燥の傍らプロットング台上に下側から1kWのクセノンランプで投影がなされる。投影の径はCanberra号では24インチ、その後の製品では27インチであって、投影面の横には半透明紙のロールがあり、その紙を電動式に引出して直接その上に投影をする。従って、プロットングなどの図は直接その紙の上に書くことができる。普通はネガフィルムが投影されるので、普通のPPI像とは明暗が反転した像として投影されるが、反転現像によってポジを作り、明暗がPPI像そのままの像とすることも可能とされている。夜間は眩むく効果を防ぐため赤色フィルタによって減光をする。なお、3インチのCRT面は望遠鏡を使って直接見ることもできる。

6・2・6 テープレコーダの利用 - Predictor

テープレコーダにPPI像を記憶させる方法は現在はレーダビデオレコーダとして実用化もされているが、TVのビデオレコーダにPPI像をそのまま記録する試みは1940年代の末に電気通信大学の鈴木氏により行なわれている。しかし、この当時のビデオレコーダでは録画・再生のヘッドおよびテープの消耗などが大きかったため長期の繰返し使用には問題があり、その点は現在でも程度の差はあれ解決はされていない。

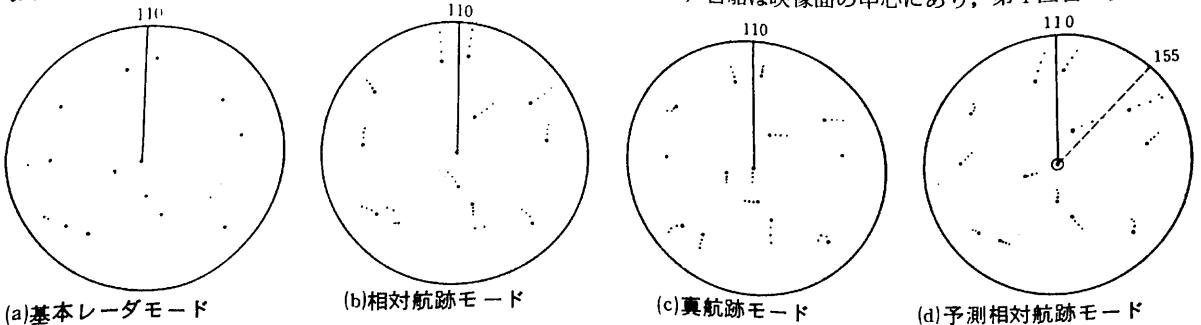
Marconi社ではPredictorと呼ばれる実用のテープレコーダ式の指示器を市販している。このPredictorの特徴は、普通8MHz程度もあるレーダのビデオ信号の帯域幅をその1/60の約120kHz幅に圧縮して、毎秒30インチ(毎秒76.2cm)のテープ速度でのエンドステープに録画をするという方式にある。この帯域幅の圧縮は時間の拡大によって行なわれる。すなわち、1秒間の信号の変

化を仮に10秒間で見ると変化させると、信号の波形は10倍の長さに引伸ばされるから、その中にある信号の周波数は1/10になり、従って、その周波数帯域もそれだけ圧縮される。インタースキャンのところでも述べたようにレーダのPPIの表示には時間の余裕があるので最大距離範囲の48マイルでは2倍、最小の3/8マイルでは256倍に拡大が可能である。更に、このシステムでは10秒ごとにアンテナ1走査(2.5秒)分のPPIデータを録画するようにしている。

エンドステープの長さはテープの同じ場所が2分ごとに録画と再生のヘッドを通る長さであって、テープの幅の中に4チャンネルが用意されている。そして各チャンネルには0~2分、2~4分、4~6分および6~8分前のPPI像が各12枚ずつ、計48枚(実質的には36枚)が記憶できる。このレーダのアンテナ走査は24rpm(2.5秒1回転)であるから前述のように4走査ごとに1回の録画がなされ、これは8分前に録画をした映像の消去をして、そのあとに書き込まれる。こうして、映像面には現在の映像に加えてちょうど2分前、4分前および6分前の映像を同時に再生して表示することができる。なお、この場合のPPI表示は距離範囲に関係なく時間の拡大により掃引をゆっくりして表示をするので、普通は掃引の速い距離範囲の小さい映像ほど明るく表示される。

指示器には16インチのCRTが使用されていて、(a)基本レーダ(Basic Radar)、(b)相対航跡(Relative Tracks)、(c)真航跡(True Tracks)および(d)予測相対航跡(Predicted Relative Tracks)の4表示モードがある。第5・53図に各表示モードを示す。

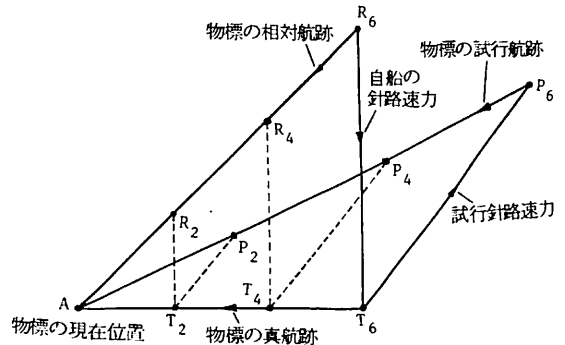
基本レーダ表示モードでは帯域圧縮されたビデオ信号が連続的にCRTに加えられるが、テープレコーダへの記憶はこのモードでも自動的に行なわれている。この表示は前述のようにやや高輝度であり、ノースアップ(北上方)表示のほかコンパス安定の船首上方表示もできる(方位目盛板がコンパスでまわる)。相対航跡表示モードでは、自船は映像面の中心にあり、第1回目は現在、第



第5・53図 Predictorの表示の各モード

2回目は2分前、第3回目は4分前、第4回目は6分前と4走査(10秒間)かかって図の(b)に示すような現在を含む各相手船の相対航跡4点を残光で表示する。各航跡は高輝度であるので10秒前の表示も残光で見ることができる。10秒ごとにこれらの表示は順次繰返して表示をされる。この相対航跡表示では方位カーソルを使って相対方位の変化なしに自船に近づいてくる危険船の識別を目視でも容易に行なえるだろう。

真航跡表示は普通のレーダのトルーモーション表示と同じであるが、“現在の”PPI像は自船の位置は常に映像面の中心にある。そして、そのつぎの走査での表示は2分前の映像となるが、これは自船がPPIの中心から2分間後戻りをした離心PPIとして表示をされる。これは離心発信器からの針路速力に応じた電圧でこの操作が行なわれるが、この発信器にはそのため船のジャイロコンパスとログからのデータが常に入力されている。この表示は「真航跡」の押ボタンを押すことにより、直ちに発信器が動作を開始し、前2分、4分および6分間に自船が進んだ東西と南北方向の距離成分に比例する電圧が順次作られ表示全体がその電圧で偏移する。従って各相手船のそれぞれの過去の航跡も相対航跡から自船の後退分と同じだけ偏移をして表示される。こうして容易に過去に及ぶトルーモーション表示を示すことができる。この表示は相対航跡表示中、任意にボタンを押すだけで10秒間で完成させることができ、前6分間の全物標の真針路と真速度が現在を含めた4つの点で示すことができる。普通のレーダではトルーモーション表示でこれを行なうには切替後6分間待たなければならぬとの概念的には全く異なる。また、自船の現在位置は常にPPIの中心であるので、離心PPIをリセットする必要は全くない。真航跡の押ボタンを離せば直ちに相対航跡表示に戻る。この場合、前の真航跡の残光も薄く残っているのが普通であって、相対航跡と真航跡の両方を同時に見る機会も得られる。

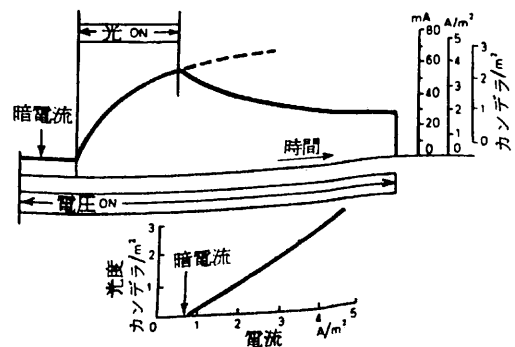


第5・54図 Predictor の各表示モードの関係図

び6分前の相対航跡がそれぞれ  $R_2, R_4, R_6$  であったとする。自船の位置であるPPIの中心が  $R_6$  とAとを結ぶ線上にあれば、この船はCPA = 0の衝突の危険船である。前述の真航跡表示では、自船の6分間の速力ベクトル(ノットを1/10海里単位で表示)分だけ後退させるとそれは  $T_6$  になり、4分前、2分前もそれぞれ  $T_4, T_2$  となり  $T_6 \rightarrow A$  が真航跡になる。この真航跡に対し、仮に針路を  $40^\circ$  右にとると、試行速力ベクトルは  $T_6 P_6$  となる。こうして、もし、自船が仮に前6分間試行の針路速力をとっていたとすれば、過去に向けて  $A, R_2, R_4, R_6$  と相対航跡で表示されていた相手船は  $A, P_2, P_4, P_6$  という仮想の相対航跡をとっていたことになる。このように  $R_2$  を  $P_2$  に、 $R_4$  を  $P_4$  にまた  $R_6$  を  $P_6$  に移すような電圧が、テープレコーダの記録をPPIに再生する際に予測航跡表示ではとられる。 $P_6$  とAの延長線上に自船がないならば、この新針路は避航用として安全である。この予測航跡表示も押ボタンを押すことで10秒で完成しボタンを離すことによって普通の相対航跡表示に復帰をする。

Predictor は航跡モードは  $1\frac{1}{2}, 3, 6, 12, 24$  マイルの各距離範囲で動作できるが、6分間の航跡を顕著に見るには  $3 \sim 6$  マイル表示が適当とされている。

予測相対航跡の場合は、試行の新針路(および/または新速力)を設定したのち、“予測相対航跡”の押ボタンを押すことでその表示が得られる。この表示では自船が過去6分間に自船が試行の新針路(速力)で動いていたら、相手船の航跡はどうなるかという表示をする。この表示ではまず試行針路が第5・53図(d)のように電子カーソルで示される。そして、過去の航跡はテープレコーダに記憶されているものを第5・54図に示すように偏移させるための電圧を加えることで行なう。図はある相手船1隻の付近のみの部分を示すものであるが、もし相手船が現在PPI上のAの点にいて、その2分、4分およ



第5・55図 光蓄積パネルの特性例





### 6・2・8 高輝度指示器

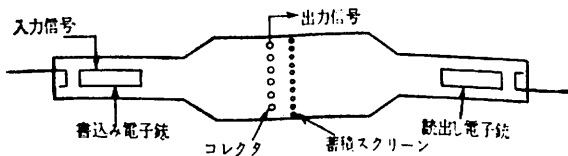
レーダの PPI 像を昼間にフードを使用することなく読み取れる高輝度指示器は、前 3 節の装置もそうになっているし、また、のちに述べる電子計算機と組合わせた装置にも不可欠なものである。そこで、ここでは前述のもの以外の一般的な高輝度化の方法について述べておく。なお、高輝度指示器は少なくともレーダアンテナの 1 回転（1 走査）分だけはその PPI 像を蓄積している必要があると考えられるので、長短の差はあるが過去の航跡を記憶している表示をとりうる可能性がある。

#### (1) 直接蓄積型の CRT

トルーモーション表示を組み込んだレーダの CRT には残光の長い蛍光体が使用されているが、それを更に長く像を残すようにした CRT である。この種の CRT の一つとして映像面にソーダライト ( $\text{Na}_6 \text{Al}_6 \text{Si}_6 \text{O}_{24} \cdot 2 \text{NaCl}$ ) と呼ばれる白色粉末を塗布したものがあり、「カソクロ管」と呼ばれている。このソーダライトはそれに電子ビームで映像を画き込むと光を吸収するようになる性質で自分は発火しないので、CRT 面の裏側から丸型の蛍光灯などで照明をし、このため、カソクロ管では普通 CRT の壁面にコーティングしてあるアルミニウムのメタルバックなどを透明な導電膜に代えてある。このソーダライトの光の吸収効果は数分間で半分程度になるほど消去が少ないので、かなりの長時間の記憶が可能である。また、カソクロ管は光をしゃ断するという上の原理から普通のレーダの PPI とは明暗の逆転をした反転像として表示されるが、夜間は面が明るすぎるので、その光度を落とす何らかの方法（2 枚の偏光フィルタの偏光面を回して変化させることが試みられた）をとる必要があること、更に、蓄積型の PPI では蓄積像がある時間ごとにできるだけ瞬間的に消去する必要があるが、このカソクロ管では熱による消去が行なわれるので（加熱消去用の透明抵抗膜が塗布してある）、消去に要する時間や方法に若干の難点があり、現在のところ衝突防止レーダ用としては実用されていない。

#### (2) 走査変換管

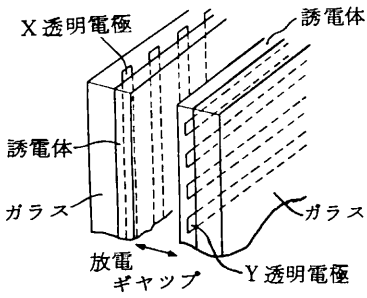
PPI 走査で画いた PPI 像を真空管の中にある特殊な蓄積板に記憶させ、その記憶を例えば TV 走査のような形で読み出す真空管を走査変換管という。その構造例は



第 5・57 図 走査変換管

第 5・57 図に示してあり、蓄積スクリーンの両側に電子ビームを作るための電子銃が置かれている。左側は PPI 走査の書き込み用で、ここからの電子ビームは PPI 走査をし、入力信号はレーダからのビデオ出力である。蓄積スクリーンは裏面（右側）に金属製の細かいメッシュを張った誘電体で作られている。誘電体に電子ビームが当たると、その刺激によって 2 次電子を放出する。電子ビームの電子が 1 次電子で、これは誘電体の中に捕捉される。このとき、捕捉される 1 次電子の数と放出される 2 次電子の数の比が 1 であれば、電子ビームの当たった誘電体の部分の電位、つまり蓄積スクリーンの電圧は変わらないが、放出 2 次電子の方が多きときは + の方向に、また捕捉 1 次電子の多いときは - の側にスクリーン電圧は変化をする。この蓄積スクリーンに PPI 像を書き込む準備としては、まずスクリーン電圧を僅かに負の状態にしておく。そして、書き込み側から PPI の像を画いて行くと物標のある PPI 像での明るいところは電子ビームのエネルギーが大きいときであるので、ビームが誘電体に当たったとき、多くの 2 次電子を放出させてビデオ信号出力に比例をした正の帯電をする。これに対してエコーのない部分は書き込み電子ビームがカットされているので、スクリーン電圧は負のままとなる。右側の読み出し用の電子ビームは TV 走査をさせ、メッシュの間を抜けて誘電体を通過して、コレクタと呼ばれる電極に到達して出力となる。この際、蓄積スクリーンが負の電圧であると、この読み出し電子ビームはそこで反発され、カットされてコレクタに達しないのでその部分の出力はゼロである。このようにして、コレクタからの出力は、走査をする蓄積スクリーン各部の電圧に比例をし、コレクタからの出力は PPI 像そのままの画像を TV 走査に変換からの出力は PPI 像そのままの画像を TV 走査に変換したものとなる。そして、この走査変換管では書き込みと読み出しが 2 つの電子ビームを別々に使って同時に並行的に行なえる特徴がある。なお、蓄積スクリーンの電圧はレーダの 1 走査中何回も何回も TV 走査で読み出されるので次第に放電によって平均化されて行く傾向があり、蓄積像は次第に薄くなるともに新しい書き込みが行なわれるので、航跡をある程度表示するに止まる。

普通の TV 走査はわが国の場合は水平走査線本数 525 本であるが、これを 16 インチ径 CRT の円型の CRT に使用する走査線がかなり荒く目立つようになるので、PPI 表示の場合は標準方式にない 1,000 本程度の走査線をもつ TV 型の走査とする必要がある。(前述の Situation Display の場合は 20 インチの角形 CRT に PPI 像の船尾側の一部を省略して表示をしているのでおそらく 10 インチ径の CRT に相当する PPI 像を英国規格の 625 本



第5・58図 プラズマ指示器の構造

のTV走査で見せることになり、十分な細かさと考えられる) 走査変換管は航空管制用のレーダですでに多数実用化されているほか、二三の衝突防止装置にも使用されている。若干高価な装置になる欠点がある。

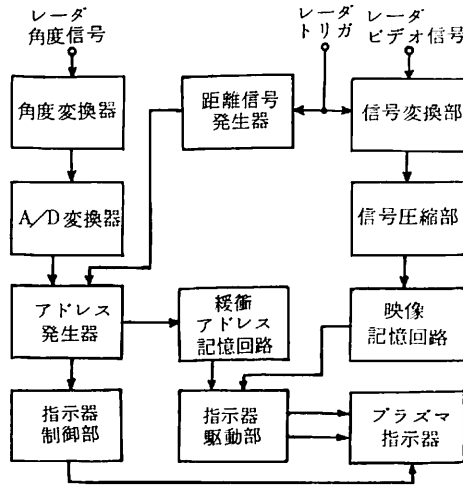
(3) プラズマディスプレイ

プラズマディスプレイは電子計算機の英数字の表示などに使用されるために開発された放電現象を利用した多点型の指示板である。その構造の一例は第5・58図に示すようなもので、2枚のガラスで覆われた平行板の内面の片側には縦(X)方向の、もう一面の側には横(Y)方向の細かい格子状の透明電極を並べ、その内面を更に透明な誘電体で覆っており、両者の間にネオンガスのような不活性ガスを封入してある。イリノイ型のディスプレイでは、このXY両電極に交流の電圧を加えるが、あるX電極とY電極の間に規定のAC電圧を加えると両電極の交点の1点で放電が生じ、その点がネオンガスではオレンジ色に光る。Y電極全部と1本のX電極の間に電力を加えると、X電極にそったすべての点が放電をする。

このプラズマディスプレイによる高輝度指示器は昭和50年度に日本船用機器開発協会の補助事業の一部として、三菱東京計器が試作をして翌51年度に海上実船実験が行なわれている。そのディスプレイは200mm角の指示板を円形に覆うことによって、径200mmのPPI表示としてある。縦、横各512本の電極を備えているので、20万個余りの画素が得られることになっている。(これは200mm径のPPIに512本のTV走査が行なわれているのに相当する。)

このディスプレイは放電電圧をXとYに分けて加えることにより表示が行なわれるので、PPI上での座標が方位 $\theta$ 、距離 $\rho$ にある物標を表示するにはその物標の発光位置を次式によって直交座標系に座標変換をする必要がある。

$$\left. \begin{aligned} X &= \rho \cos \theta \\ Y &= \rho \sin \theta \end{aligned} \right\} \quad (5.40)$$



第5・59図 プラズマ指示器の回路

このために試作をされた指示器回路のブロック図が第5・59図である。この回路ではレーダのビデオ信号はデジタル化し、更に、指示器の特性上帯域幅を50kHzに圧縮するとともに、相関技術を使用して検出確率を確保している。一方、ビデオ信号とトリガとからその物標までの距離 $\rho$ が、また角度信号から $\theta$ が求まるので、両データをデジタル化してアドレス発生部でその両者から(5.40)式のデジタル演算を行なって、物標の存在場所に相当す

るX電極とY電極に放電電圧が印加される。

表示の方法としては、アンテナの1走査ごと書き込み直前に前回走査の放電を消す方式とPPI面の任意方向の90°または180°の扇状のセクタについて、放電を一旦消去することなく、つぎつぎに書き込むことによって、操作者がリセットするまで、自動的に航跡のプロットができる方式とが選択できる。

プラズマディスプレイは放電のオンとオフの2つの値しかとり得ないのでPPI像の階調を出すことができないという大きな欠点がある。しかし、実船実験では航海者からかなりの評価が得られたと報告されている。この種のディスプレイは更に大きなもので性能評価をする必要もあるが、その後製作されていない。

(4) デジタルメモリの利用

最近の半導体技術と電子計算機の進歩と普及によって、1ビット当りのデジタルメモリの価格が急速の低下をしてきたため、デジタルメモリにPPI像を一旦記憶させ、それを読み出してCRT上に高輝度表示させることが現実化されてきた。PPI像を有と無の2値で直径当り1,024ビットに細分する(1,000本の走査線に相当)とすれば  $1,024^2 \times (\pi/4) = 823,550$  ビット (約100kバイト) のメモリ容量があればよい。更に階調をとるために各点4ビットのメモリを使うとすれば400kバイトのメモリが必要となる。このような大量のメモリを使用する装置も一部試作されているが、まだ衝突防止装置としては現実的でないので如何にメモリの量を節約して、忠実なPPI像を記憶し再生するかが今後の課題であろう。そのような工夫によって航跡などの記録にデジタルメモリを使用する衝突防止装置にも一部使用されつつある。

## 中 速 艇 の 一 設 計 法 (10)

大 隅 三 彦  
墨田川造船船 技師長

### §12 構造規定 (暫定規準) には数式で示されていない船体構造寸法の決め方

船体構造寸法は通常、過去に構造的に問題のなかったものから経験則を導き出して決めている。

#### 1) 主機関台 (金属製)

高速ディーゼル主機関の機関台の寸法は、下記を標準とする。

##### I) 頂板の厚さ $t$ (mm)

$$t = \alpha t_0 + \frac{S}{C}$$

$$t_0 = \sqrt[3]{\left(2.5 - \frac{N}{20}\right) H}$$

N : シリンダーの数

H : 主機の連続最大出力 (BHP)

S : 肋板心距 (mm)

C : 200 H > 2000

C : 400 - H/10 H ≤ 2000

$\alpha$  は次表による。

H	$\alpha$	
	アルミニウム製	鋼製
50未満	1.10	1.00
50以上 100未満	0.90	0.82
100以上 700未満	0.70	0.63
700以上1400未満	0.63	0.57
1400以上2000未満	0.53	0.48
2000以上	0.44	0.40

但し、最小厚さは、アルミニウム製の場合は6.0mm、鋼製の場合は4.5mmとする。

##### II) 桁板の厚さ $t_g$ (mm)

アルミニウム製の場合  $t_g = 0.70 \times t$  (mm)

但し、最小厚さは4.0mmとする。

鋼製の場合  $t_g = 0.65 \times t$  (mm)

但し、最小厚さは4.5mmとする。

##### III) 肋板の厚さ $t_r$ (mm)

$$t_r = 0.70 \times t_g$$

但し、機関室以外の個所の肋板の厚さ以下としてはならない。

但し、最小厚さは、アルミニウム製の場合は4.0mm、鋼製の場合は3.2mmとする。

##### IV) 張付けライナーの厚さ

15~20mm 但し30BHP以下の場合木製でもよい。

#### 2) シャフトブラケット

鋼製シャフトブラケットの寸法は下記を標準とする。

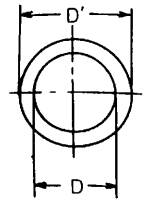
##### I) ポス

$$\frac{D' - D}{2 \cdot D} \geq 0.104$$

$$D' - D \geq 25 \text{mm}$$

$$D' \geq 0.16 \times \text{プロペラ直径}$$

$$\frac{\text{軸受長さ}}{\text{軸径}} \geq 4$$



##### II) アーム

###### イ) 断面寸法<sup>2)</sup>

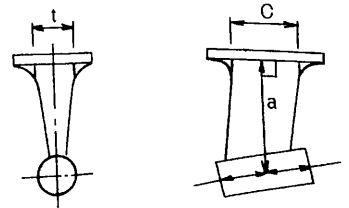
$$C^2 t \geq \frac{2}{1000} \cdot k \cdot \frac{\text{BHP} \times a}{\text{rpm} \times D} \quad (\text{m}^3)$$

C : 図に示すアーム断面の長さ(m)、ただし C が  $10 \cdot t$  を越えるときは  $10 \cdot t$  とする。

t : 図に示すアーム断面の厚さ(m)

a : 図に示すアームのレバー (m)

[I型アームの場合]



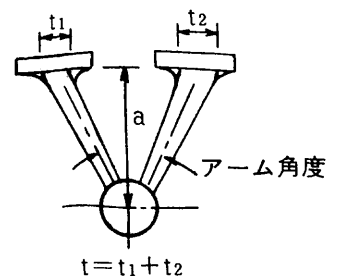
[V型アームの場合]

BHP : 連続最大出力

rpm : 上に相当するプロペラ軸の毎分回転数

D : プロペラ直径 (m)

k : プロペラ翼端間隙 (チップクリアランス)



$$t = t_1 + t_2$$

ス) に対する係数

$$\log k = 1.2 - 3.62 \frac{d}{D}$$

d: プロペラ翼端間隙 (m)

ただしアームを複板中空構造とし、前後縁を溶接するときの  $C^2 \cdot t$  は上の算式の値の2.15倍以上とする。

又、 $t'' \geq \frac{a}{45}$  とする。

尚キャビテーションに対する考慮は第85図を参照<sup>3)</sup>。

アーム角度はプロペラ翼角度の  $1/1, 1/2$  等は避ける。

ロ) 断面形状

第86図参照<sup>4)</sup>

III) パーム厚さ

$$1.43 \geq \frac{\text{パーム厚}}{\text{取付ボルト又はリベットの直径}} \geq 0.682$$

$$0.800 \geq \frac{\text{パーム厚}}{\text{アーム厚}(t)} \geq 0.278 \dots \text{中実I型アームの場合}$$

$$0.286 \geq \frac{\text{パーム厚}}{\text{アーム厚}(t)} \geq 0.142 \dots \text{複板中空I型アームの場合}$$

$$1.006 \geq \frac{\text{パーム厚}}{\text{アーム厚}(t_1 \text{又は} t_2)} \geq 0.500 \dots \text{中実V型アームの場合}$$

何れの場合も、パーム厚  $\geq 15\text{mm}$

IV) 取付けボルト又はリベット

イ) 直径

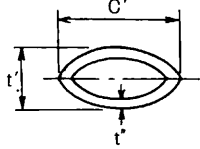
$$1.43 \geq \frac{\text{パーム厚}}{\text{直径}(d)} \geq 0.682$$

$$\frac{\text{ボルト又はリベットの合計断面積} \times \text{ボルト又はリベットの引張り強さ}}{\text{アームの断面積} \times \text{アームの引張り強さ}} \geq 0.15$$

……中実I型アームの場合

但しアームの断面積  $= 0.785 \cdot C \cdot t$  として計算する。

[複板中空アームの場合]



$$\frac{\text{ボルト又はリベットの合計断面積} \times \text{ボルト又はリベットの引張り強さ}}{\text{アームの断面積} \times \text{アームの引張り強さ}} \geq 0.08$$

……複板中空I型アームの場合

但しアームの断面積  $= 0.785 \cdot C \cdot t$  として計算する。

$$\frac{\text{アーム1本当りのボルト又はリベットの合計断面積} \times \text{ボルト又はリベットの引張り強さ}}{\text{アーム1本当りの断面積} \times \text{アームの引張り強さ}} \geq 0.27 \dots \dots \dots \text{中実V型アームの場合}$$

但しアームの断面積  $= 0.785 \cdot C \cdot t$  として計算する。

但し何れの場合も、直径は214mmである。

ロ) ピッチ

$$10.5 \geq \frac{\text{取付けボルトのピッチ} \dots \text{綿パッキンとベイントを並用する場合}}{\text{直径}(d)}$$

$$\frac{\text{取付けリベットのピッチ}}{\text{直径}(d)} = 3.5 \sim 4.5$$

パーム縁からの距離は  $1.5d \sim 2.0d$  とする。

ハ) 本数

アーム1本当り4本以上とする。

シャフトブラケットの実例を附図及び附表(91頁~94頁)に示しておいた。

### 3) 鋼製中間シャフトブラケット

I) ボス

D', Dはシャフトブラケットと等しくする。

$$\frac{\text{軸受長さ}}{\text{軸径}} \div 2$$

II) アーム厚さ

シャフトブラケットのパーム厚さと等しくする。

III) パーム厚さ

シャフトブラケットのパーム厚さと等しくする。

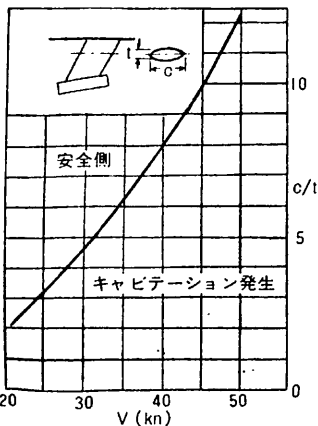
IV) 取付けボルト又はリベット

イ) 直径 シャフトブラケットのものと等しくする。

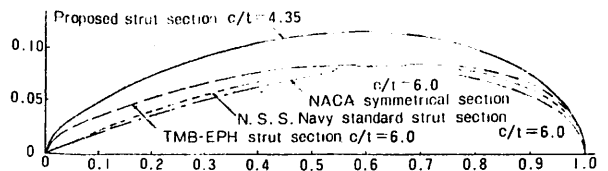
ロ) ピッチ シャフトブラケットのものに準じる。

ハ) 本数 4本以上とする。

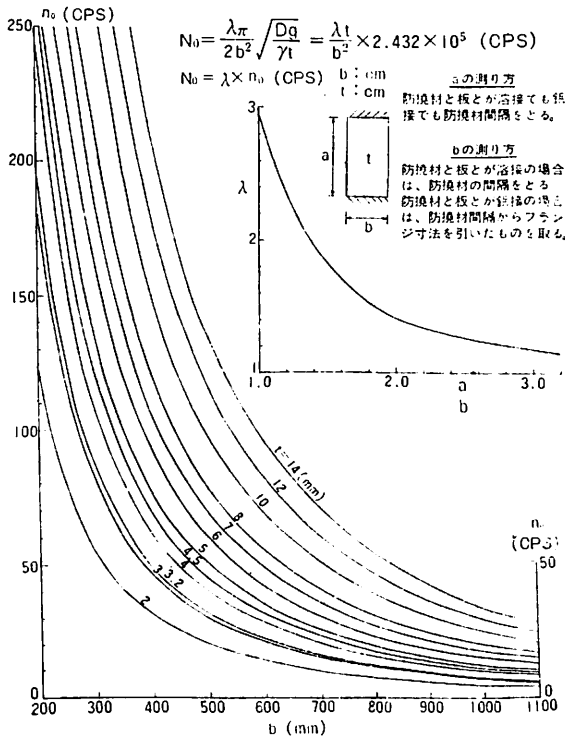
### 4) シャフトブラケット, 中間シャフトブラケット取付け部の外板



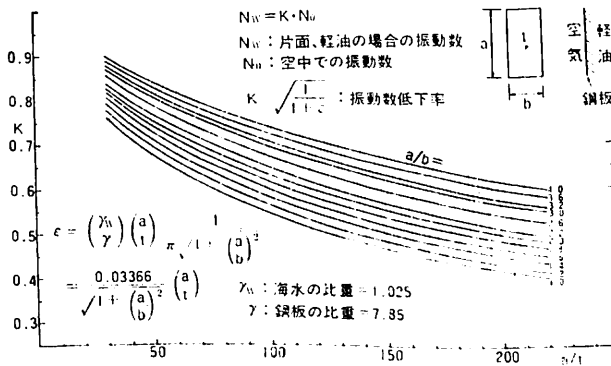
第85図



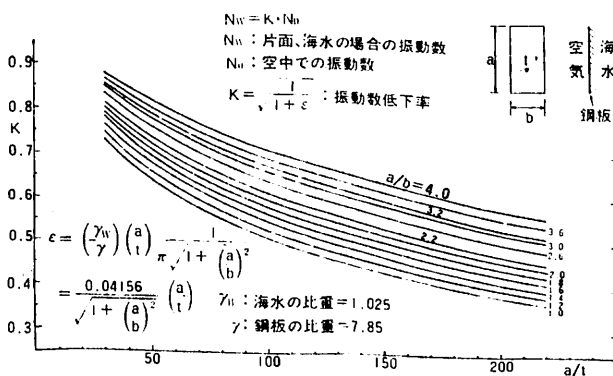
第86図 シャフトブラケットアームの断面形状



第87図 鋼板及びアルミ板の最低空中固有振動数の推定図



第88図 鋼板が片面、軽油に接する矩形板の振動数低下率曲線



第89図 鋼板が片面、海水に接する矩形板の振動数低下率曲線

厚さは、バーム厚さの0.5倍程度とし、隅部には充分Rをつけて、船底肋板、船底縦通材に充分掛る範囲に、ハメコミ溶接とする。

5) プロペラ附近の船底外板

厚さは一般の船底外板の1.4~1.5倍程度とし、船底肋板、又は船底肋骨の間隔は500mm以下とする。

増厚の範囲は次の通り。

プロペラ中心より船首方向……チェーン幅の1/2の所まで

で

プロペラ中心より船尾方向……戸立まで

幅方向 ……チェーンまで

6) 船体外板、タンク側壁等の固有振動数の推定図表

プロペラ近傍の外板やタンク側壁は、プロペラの回転による水圧変動により強制振動を受けるので、その固有振動数がプロペラ振動数  $(\frac{\text{主機常用回転数} \times \text{プロペラ翼数}}{\text{プロペラ軸減速比} \times 60})$

(CPS)と同調しないよう注意しなければならない。

チェックの範囲は5)の増厚範囲とすればよかる。

尚、補強にあたっては、ハードスポットの無いように充分注意しなければならない。

I) 最低空中固有振動数の推定

第87図を用いる。

II) 片面が軽油又は海水に接する場合の振動数低下率

第88図~第91図を用いる。

(例題)

長辺1000mm, 短辺500mm, 厚さ5mmの鋼製船底外板の最低固有振動数を求めよ。

$a=1000\text{mm}, b=500\text{mm}, t=5\text{mm}, \therefore a/b=2.0$

$a/t=200$

第87図より  $a/b=2$  に対応する  $\lambda=1.4$ , 又  $b=500\text{mm}$

$t=5\text{mm}$  に対応する  $n_0=50\text{CPS}$

$\therefore$  最低空中固有振動数  $N_0=\lambda \times n_0=1.4 \times 50=70\text{CPS}$

次に第89図より  $a/t=200, a/b=2$  に対応する。

$K=0.46$

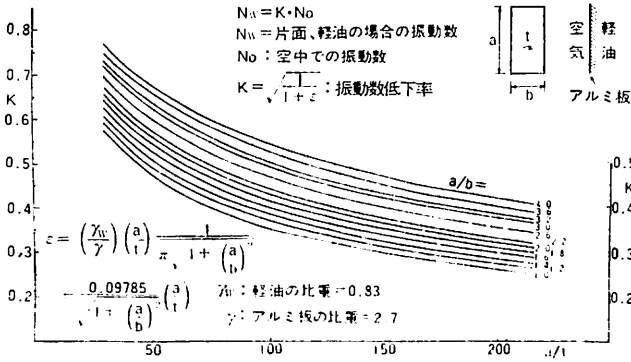
$\therefore$  片面海水に接する場合の最低固有振動数

$N_w=K \times N_0=0.46 \times 70=32.2\text{CPS}$

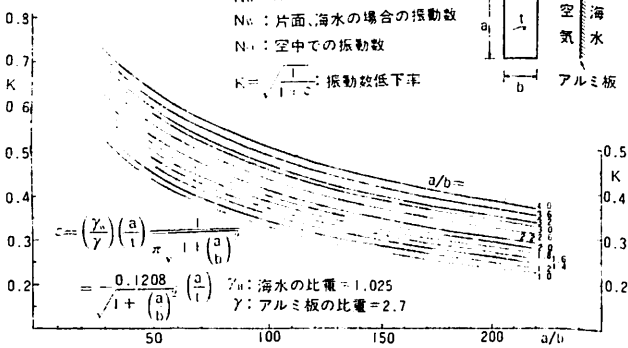
7) 共振防止法, 補強標準及び防振応急対策

最低固有振動数はプロペラ振動数から  $\pm 20\%$  以上離す。又プロペラ振動数の1.9~2.1を避ける。

片振幅が0.3mmを越えるものは補強して剛性を増す。船尾船底外板のように海水に接している部分は、直接



第90図 アルミ板が片面、軽油に接する矩形の振動数低下率曲線



第91図 アルミ板が片面、海水に接する矩形の振動数低下率曲線

溶接は出来ないので、その防振応急対策としては、振動パネルの中央部にパネルから少し浮かして肋板あるいは船底縦通材相互間にカーリングを入れ、船底外板と同程度の厚さの少しテーパさせた当板をその隙間に1~3個たたき込み、当板とカーリングを溶接しておけばよい。次の上架の時にパネルと当板とを溶接すれば、さらに完全である。

8) 合板製甲板と金属板(厚さ約5mm)との固着要領及び表面水密要領

I) 合板厚さと皿ボルトの径及び長さ

甲板用合板の厚 (mm)	皿ボルトの呼び (直径mm)	皿ボルトの長さ (mm)
9	M 4 (4mmφ)	25, 但し肌付の悪い箇所は30
12	M 6 (6mmφ)	30, " 35
15	"	30, " 35
18	"	35, " 40
21	M 8 (8mmφ)	35, " 40
24	"	40, " 45
27	"	45, " 50

II) 皿ボルトのピッチ

ボルトの配列	合板の幅 フット(mm)	ピッチ (mm)		
		M 4	M 6	M 8
横方向	3' (915)	63(14等分)	88(10等分)	110(8等分)
	4' (1220)	66(18等分)	91(13等分)	119(10等分)

ボルトの配列	フレーム スペース(mm)	ピッチ (mm)		
		M 4	M 6	M 8
縦方向	500	63(8等分)	100(5等分)	125(4等分)
	550	61(9等分)	92(6等分)	110(5等分)
	600	67(9等分)	100(6等分)	120(5等分)
	650	65(10等分)	63(7等分)	108(6等分)

III) 皿ボルトの列

イ) 横方向

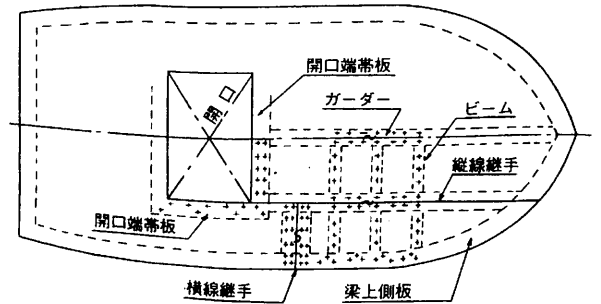
ビーム、および横隔壁周囲材とは1列  
横縁継手、および船の中央部L間における大きな開口端帯板とは2列

ロ) 縦方向

ガーダーとは1列  
縦縁継手は1列  
梁上側板又は大きな開口端帯板とは2列、但し内列のピッチは2倍、第92図に一例を示す。

IV) 固着一般標準

- イ) ボルトの合板縁よりの距離はボルト径の2.5倍以上
- ロ) ボルトの金属板縁よりの距離はボルト径の1.5倍以上
- ハ) ボルト列間隔はボルト径の4.0倍以上
- ニ) 水密を要する箇所においては、合板製甲板と金属板との間にペイントを塗布するか、又は適当なパッキンを挿み十分密着するようにならなければならない。
- ホ) ナットは適当な廻り止めをしなければならない
- ヘ) 合板のボルト孔は、当てもみを原則とし、ボルト穴の径は、水密又は強度的に重要な箇所はボルトの径より0.4mm、その他の箇所は0.2mm小さいものとす



第92図



る。

ト) 使用する皿ボルトの材質はSS41相当のもので、亜鉛メッキをしなければならない。

V) 合板ブロックの大きさ及びそれらの継手方法について

合板の定尺物の横縁を地上に於て、板厚の8倍以上のスクーフ接着したブロックを船上にて、梁や梁上側板等とボルト結合するわけであるが、ブロック移動の都合上

21mm×4フート×8フート物では4枚継、15mm×4フート×8フート物では5枚継、15mm×3フート×6フート物では8枚継が大きさの限度である。

これらのブロック横縁は、現場で下面パット接着、2列ボルト固着とするか、あるいは板厚の8倍以上のスクーフ現場接着（圧縮は両面パットのボルト締）とする。

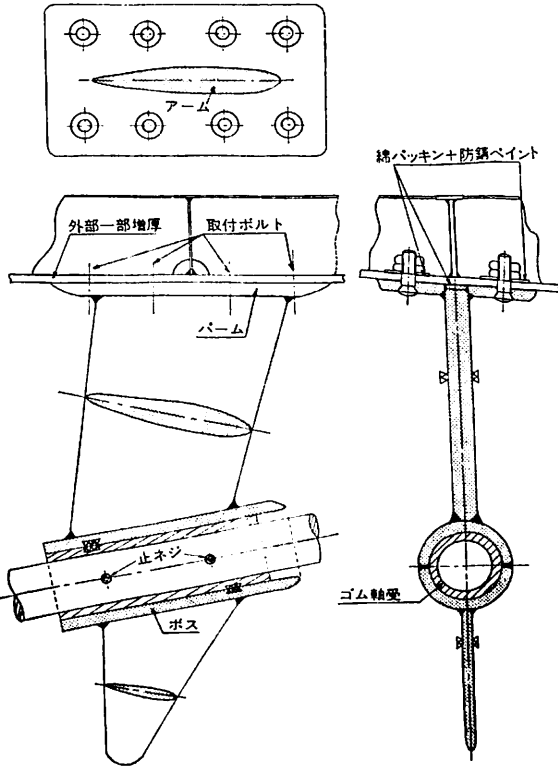
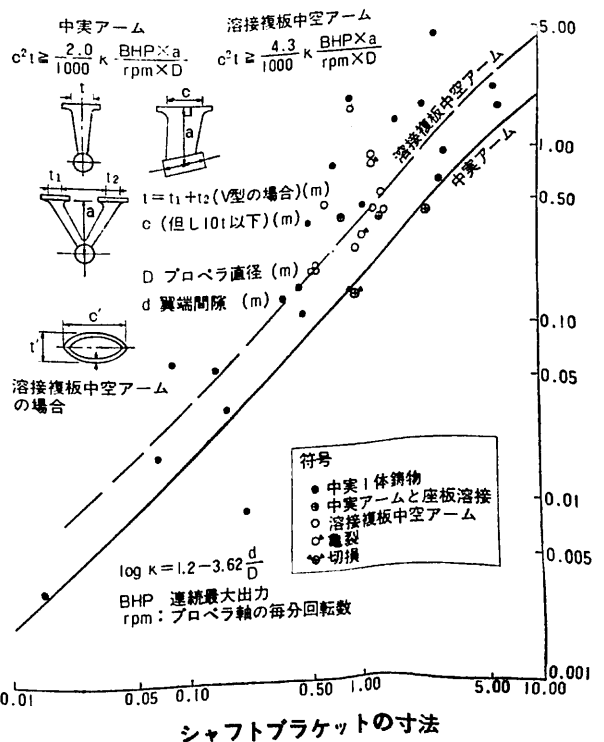
甲板上合板の幅が3フート、あるいは4フートの場合には、甲板下桁板の間隔を915mm、あるいは1220mmとして、ブロック縦縁を桁板帯板に1列ボルト固着する。

VI) 表面水密要領

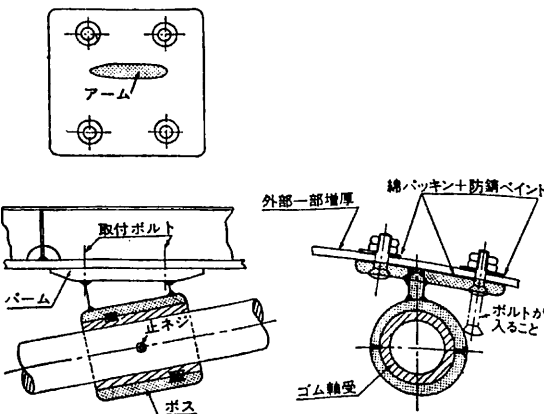
合板表面をトーチランプで軽く焼いて油分を取り、210gr/m<sup>2</sup>程度ガラスクロス3枚を敷き、ポリエステルコーティングをする。最後に荒い砂を撒いてポリエステルで固め、スベリ止加工とする。

参考文献

- 1) 日本海事協会 NK構造内規（船体構造）昭和50年版
- 2) 日本造船研究協会 第11基準研究部会 高速艇に関する調査研究報告書 昭和54年3月
- 3) 丹羽誠一 高速艇工学 舟艇協会出版部 昭和46年2月
- 4) Some hydrodynamic aspects of appendage design, by Philip Maudel, SNAME 1953 造船協会誌 第311号 昭和29年7月に訳がのっている。



シャフトブラケットの一例



中間シャフトブラケットの一例

中実アームの実例

BHP	rpm	D (m)	a (m)	c (m)	t (m)	d (m)	d/D	k	BHP×a / rpm×D	c²t×10² (m³)		合否	記事	材質
										艇	要求			
4,600	1,700	1.040	0.710	0.500	0.071	0.320	0.308	1.22	2.254	1.775	0.451	○		SUS
3,300	1,750	0.830	0.585	0.500	0.060	0.290	0.350	1.17	1.555	1.500	0.311	○		SUS
3,140	1,130	1.000	0.600	0.600	0.060	0.180	0.180	3.53	5.885	2.160	1.177	○		SUS
2,500	950	1.118	0.560	0.5143	0.0655	0.165	0.1425	4.64	6.109	1.680	1.204	○		A/BC
2,300	1,430	0.880	0.523	0.430	0.050	0.170	0.193	3.17	3.030	0.925	0.606	○		SUS
2,000	913	1.100	0.690	0.650	0.105	0.276	0.251	1.96	2.693	4.436	0.539	○		SF45注1
1,350	1,250	0.710	0.440	0.400	0.040	0.110	0.155	4.36	2.911	0.640	0.582	○		SUS
1,350	2,500	0.680	0.455	0.580	0.060	0.160	0.235	2.24	0.807	2.018	0.161	○		HBsC
1,100	1,100	0.880	0.475	0.385 (0.350)	0.035	0.135	0.153	4.43	2.391	0.519 (0.429)	0.478	×	振動大	SC42注2
"	"	"	0.560	0.410 (0.350)	"	0.220	0.250	1.97	1.254	0.588 (0.429)	0.251	○		"
"	1,400	0.755	0.500	0.395 (0.350)	"	"	0.291	1.40	0.728	0.546 (0.429)	0.146	○		"
"	1,015	0.920	0.680	0.540	0.062	0.300	0.326	1.05	0.841	1.808	0.168	○		"
570	1,184	0.750	0.536	0.380	0.060	0.190	0.253	1.92	0.661	0.866	0.132	○		SF45注2
"	"	"	0.425	0.268	2×0.035	0.140	0.187	3.34	0.969	0.503	0.194	○	Y型	SC42
380	1,150	0.710	0.380	0.300 (0.250)	0.025	0.100	0.141	4.90	0.867	0.225 (0.156)	0.173	×	切損	KAS注2
285	1,450	0.560	0.290	0.250 (0.250)	0.025	0.110	0.197	3.07	0.312	0.625 (0.156)	0.062	○		SUS
285	4,400	0.355	0.250	0.180	0.020	0.0725	0.204	2.89	0.132	0.065	0.026	○		HBsC
250	1,170	0.700	0.337	0.200	0.045	0.115	0.164	4.04	0.416	0.180	0.083	○		HBsC1
210	1,391	0.580	0.265	0.190	0.035	0.060	0.103	6.72	0.463	0.126	0.093	○		BC
190	2,300	0.426	0.240	0.145	0.018	0.080	0.188	3.31	0.154	0.038	0.031	○		NBs
165	1,067	0.600	0.275	0.180	0.040	0.070	0.117	5.98	0.424	0.130	0.085	○		HBsC1
160	1,190	0.660	0.400	0.300	0.045	0.080	0.121	5.77	0.467	0.405	0.093	○		HBsC
95	1,925	0.440	0.235	0.170	0.025	0.090	0.204	2.89	0.076	0.072	0.015	○		BC
95	2,300	0.308	0.205	0.095	0.023	0.071	0.231	2.33	0.064	0.021	0.013	○		HBsC
93	1,600	0.380	0.165	0.115 (0.100)	0.010	0.030	0.081	8.07	0.203	0.013 (0.010)	0.041	×		HBsC
40	5,000	0.200	0.078	0.070	0.007	0.028	0.140	4.93	0.015	0.0034	0.003	○		SS

( ) 内は10×t

注1) 座とアームとを1体鍛造 注2) 座とアームとは溶接

溶接複板中空アームの実例

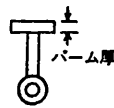
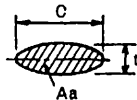
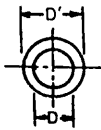
BHP	rpm	D (m)	a (m)	c (m)	t (m)	d (m)	d/D	k	BHP×a / rpm×D	c²t×10² (m³)		合否	記事	材質
										艇	要求			
1,100	1,400	0.740	0.410	0.410 0.390	0.0944 0.0744	0.148	0.200	2.99	1.302	0.455	0.560	×		SS41
"	"	"	"	0.400 0.381	0.100 0.071	0.148	"	"	"	0.569	0.560	○		"
900	1,350	0.780	0.475	0.460 0.444	0.106 0.090	0.165	0.212	2.71	1.100	0.469	0.473	×	亀裂	"
"	"	"	"	0.460 0.431	0.130 0.101	"	"	"	"	0.875	0.473	○	"	"
"	"	"	"	0.460 0.427	0.106 0.073	"	"	"	"	0.954	0.473	○	"	"
570	1,184	0.750	0.420	0.380 0.360	0.056 0.036	0.140	0.187	3.34	0.969	0.342	0.417	×	亀裂	SUS27
250	985	0.750	0.360	0.360 0.344	0.080 0.064	0.120	0.160	4.18	0.509	0.232	0.219	○		SS41
250	1,170	0.700	0.360	0.310 0.294	0.080 0.064	0.105	0.150	4.54	0.499	0.216	0.215	○		"
450	1,168	0.700	0.380	0.450 0.430	0.080 0.060	0.145	0.207	2.82	0.590	0.510	0.253	○		"
350	1,102	0.740	0.363	0.314 0.298	0.080 0.064	0.140	0.189	3.28	0.511	0.221	0.220	○		"
540	1,085	0.780	0.435	0.360 0.344	0.080 0.064	0.150	0.192	3.19	0.885	0.280	0.381	×		"

上段：外径寸法

下段：内径寸法=外径寸法-2(板厚)

中実I型アームの場合の実例

ボス			アーム				バーム		取付ボルト又はリベット						備考				
D' (mm)	D (mm)	D'-D / 2-D	材質	C (mm)	t (mm)	面積 Aa (mm <sup>2</sup> )	材質 (σba)	厚 (mm)	材質	直径 d (mm)	数n (本)	合計面積 Ab (mm <sup>2</sup> )	材質 (σbb)	ピッチ /d (mm)		ピッチ /d (mm)	Ab×σbb / Aa×σba	バーム厚 d	バーム厚 t
180	125	0.220	SF45	400	70	220×10 <sup>4</sup>	SF45 (45)	25	SF45	リベット 21	26	90×10 <sup>4</sup>	ASNO2BRF (23)	70 / 70	3.7 / 3.7	0.209	1.19	0.357	ボス, アーム, 溶接, アーム, バーム, 一体鍛造
230	165	0.197	SF45	650	110	560	SF45 (45)	33	SF45	25	44	216	ASNO2BRF (23)	80 / 93	3.2 / 3.7	0.197	1.32	0.300	ボス, アーム, 溶接, アーム, バーム, 一体鍛造
230	160	0.218	SF45	650	105	535	SF45 (45)	30	SF45	25	44	216	ASNO2BRF (23)	80 / 93	3.2 / 3.7	0.207	1.20	0.286	ボス, アーム, 溶接, アーム, バーム, 一体鍛造
220	165	0.167	SCW49	500	90	353	SCW49 (49)	25	SCW49	ボルト 30	12	84.8	SUS304 (52)	240 / 125	8.0 / 4.2	0.255	0.833	0.278	一体鍛造
140	110	0.136	SF45	300	25	59	KA (41)	18	KA	ボルト 19	6	17.0	S25C (45)	200 / 150	10.5 / 7.9	0.316	0.948	0.720	ボス, アーム, バーム, 夫々溶接
170	140	0.107	SC49	400	34	107	SC49 (49)	20	KA	18	8	20.4	SUS27B (52)	140 / 140	7.8 / 7.8	0.202	1.11	0.589	ボス, アーム, 一体鍛造, アーム, バーム, 溶接
195	150	0.150	SC42	400	44	138	SC42 (42)	22	SM41A (41)	20	8	25.1	SUS304 (52)	160 / 150	8.0 / 7.5	0.229	1.10	0.500	ボス, アーム, 一体鍛造, アーム, バーム, 溶接
150	115	0.152	STPG	300	45	106	SM41 (41)	20	SS41	20	8	25.1	S25C (45)	150 / 100	7.5 / 5.0	0.260	1.00	0.445	ボス, アーム, バーム, 夫々溶接
130	100	0.150	SUS304	300	30	71	SUS304 (52)	20	SUS304	22	8	30.4	SUS304 (52)	200 / 100	9.1 / 4.5	0.428	0.909	0.666	ボス, アーム, バーム, 夫々溶接
150	115	0.152	SC42	270	70	148	SC42 (42)	20	SS41	22	8	30.4	SUS304 (52)	150 / 100	6.8 / 4.5	0.254	0.909	0.286	ボス, アーム, 一体鍛造, アーム, バーム, 溶接
125	95	0.158	SF45	280	40	88	KB (41)	18	SS41	18	6	15.3	ネーバル (35)	150 / 150	8.3 / 8.3	0.149	1.00	0.450	ボス, アーム, バーム, 夫々溶接
135	95	0.210	AC7	240	50	94	AC7 (20)	30	AC7	22	6	22.8	SUS27 (52)	200 / 135	9.1 / 6.1	0.631	1.36	0.600	一体鍛造
170	130	0.154	SC49	400	35	110	SC49 (49)	20	KA	18	8	20.3	SUS27 (52)	180 / 125	10.0 / 7.0	0.195	1.11	0.571	ボス, アーム, 一体鍛造, アーム, バーム, 溶接
110	80	0.187	SF45	200	25	39.4	SS41 (41)	20	SS41	14	8	12.3	SUS27 (52)	80 / 80	5.7 / 5.7	0.396	1.43	0.800	ボス, アーム, バーム, 夫々溶接
115	85	0.176	SF45	250	25	49	SS41 (41)	15	SS41	16	6	12.1	SS41 (41)	116 / 133	7.1 / 8.3	0.247	0.936	0.600	ボス, アーム, バーム, 夫々溶接



$$Aa = \frac{\pi \cdot C \cdot t}{4} = 0.785 \cdot C \cdot t$$

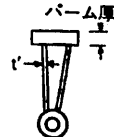
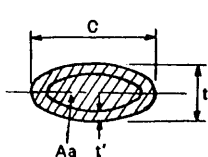
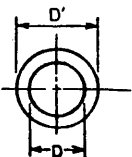
$$Ab = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot n}{4}$$

σba: アームの引張り強さ (kg/mm<sup>2</sup>)

σbb: ボルトの引張り強さ (kg/mm<sup>2</sup>)

複板中空I型アームの場合の実例

ボス			アーム				バーム		取付ボルト又はリベット						備考					
D' (mm)	D (mm)	D'-D / 2-D	材質	C (mm)	t (mm)	t' (mm)	面積 Aa (mm <sup>2</sup> )	材質 (σba)	厚 (mm)	材質	直径 d (mm)	数n (本)	合計面積 Ab (mm <sup>2</sup> )	材質 (σbb)		ピッチ /d (mm)	ピッチ /d (mm)	Ab×σbb / Aa×σba	バーム厚 d	バーム厚 t
165	135	0.110	SS41	460	106	12	10 <sup>4</sup> / 38 <sup>2</sup>	SS41 (41)	15	SS41	リベット 22	8	30.4	鋼 (39)	230 / 140	10.5 / 6.4	0.076	0.726	0.142	ボス, アーム, バーム, 夫々溶接
175	110	0.296	SUS27	380	56	10	167	SUS27 (52)	16	SUS27	19	18	51.0	ANV (23)	80 / 80	4.2 / 4.2	0.135	0.812	0.286	ボス, アーム, バーム, 夫々溶接
170	130	0.154	SC42	400	100	10	314	SS41 (41)	15	SS41	ボルト 22	8	30.4	SS41 (41)	300 / 150	9.1 / 6.8	0.097	0.682	0.150	ボス, アーム, バーム, 夫々溶接
170	130	0.154	SS41	410	94.4	10	304	SS41 (41)	15	SS41	22	8	30.4	SUS27 (75)	300 / 190	9.1 / 8.7	0.182	0.682	0.159	ボス, アーム, バーム, 夫々溶接
125	95	0.158	SC42	310	80	8	195	SS41 (41)	15	SS41	22	8	30.4	SUS27 (52)	150 / 88	6.8 / 4.0	0.198	0.682	0.187	ボス, アーム, バーム, 夫々溶接
145	115	0.130	SC42	360	80	8	226	SS41 (41)	15	SS41	22	8	30.4	SUS27 (52)	150 / 105	6.8 / 4.8	0.171	0.682	0.187	ボス, アーム, バーム, 夫々溶接
140	100	0.200	STPG	450	80	10	282	SS41 (41)	22	SS41	27	8	45.7	SUS304 (52)	260 / 150	9.6 / 5.6	0.206	0.814	0.275	ボス, アーム, バーム, 夫々溶接
145	120	0.104	STPG	360	80	8	226	SS41 (41)	20	SS41	20	8	25.1	S25C (45)	140 / 130	7.0 / 6.5	0.122	1.00	0.250	ボス, アーム, バーム, 夫々溶接
133	100	0.165	SF45	314	80	8	197	SS41 (41)	20	SS41	22	8	30.4	SUS304 (52)	150 / 97	6.8 / 4.4	0.195	0.909	0.187	ボス, アーム, バーム, 夫々溶接



$$Aa = \frac{\pi \cdot C \cdot t}{4} = 0.785 \cdot C \cdot t$$

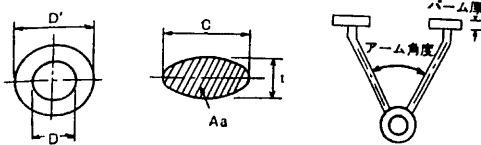
$$Ab = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot n}{4}$$

σba: アームの引張り強さ (kg/mm<sup>2</sup>)

σbb: ボルトの引張り強さ (kg/mm<sup>2</sup>)

中実V型アームの場合の実例

ボス			アーム(1本当り)					バーム		取付ボルト又はリベット(アーム1本当り)					備考					
D' (mm)	D (mm)	D'-D / 2-D	材質	C (mm)	t (mm)	面積 Aa (mm <sup>2</sup> )	材質 (σba)	アーム角度 (deg)	厚 (mm)	材質	直径 d (mm)	数n (本)	合計面積 Ab (mm <sup>2</sup> )	材質 (σbb)		ピッチ (巾方向) (mm)	ピッチ (長方向) (mm)	Ab×σbb / Aa×σba	バーム厚 d	バーム厚 t
175	110	0.295	SS42	270	35	74	SC42	37	25	SC42	リベット	18	51.0	ANV (23)	80	4.2	0.377	1.31	0.715	一体鋳物
220	165	0.167	SCW49	300	40	94.2	SCW49	52	28	SCW49	ボルト	7	31.5	SUS304 (52)	100	4.2	0.355	1.17	0.700	ボス、アーム、溶接アーム、バーム、一体鋳物
220	145	0.258	SC42	280	40	87.2	SC42 (42)	69	20	SS41	22	5	19.1	SUS304 (52)	100	4.5	0.269	0.910	0.500	ボス、アーム、一体鋳物アーム、バーム、溶接
150	110	0.182	SC42	280	35	76.9	SC42 (42)	60	20	SS41	22	5	19.1	SUS304 (52)	100	4.5	0.308	0.910	0.570	ボス、アーム、一体鋳物アーム、バーム、溶接
150	110	0.182	SUS304	250	20	39.3	SUS304 (52)	64	20	SUS304	20	4	12.6	SUS304 (52)	90	4.5	0.320	1.00	1.00	ボス、アーム、バーム夫々溶接
89	65	0.185	STPG	150	19	22.3	SS41 (41)	72	19	SS41	19	4	11.3	SS11 (41)	75	3.9	0.506	1.00	1.00	ボス、アーム、バーム夫々溶接
115	85	0.176	SF45	140	19	20.8	SS41 (41)	60	16	SS41	16	4	8.1	SUS304 (52)	60	3.7	0.493	1.00	0.845	ボス、アーム、バーム夫々溶接
125	95	0.158	SF45	280	22	48.4	SS41 (41)	60	20	SS41	20	4	12.6	SUS304 (52)	90	4.5	0.330	1.00	0.91	ボス、アーム、バーム夫々溶接



ニュース

ニュース

大型鉱石兼原油運搬船の主機換装工事、完工

川崎重工では、三光汽船㈱より24万7千トン型鉱石兼原油運搬船の主機換装工事を受注し、昨年3月末より工事を進めてきたが、このほど坂出工場で完工、3月27日引渡した。今回の工事は、同社坂出工場で建造した“星光丸”の主機タービン1基を中速ディーゼル2基に換装したものであり、軸系・プロペラは従来のものをそのまま使用している。また、主機関と減速歯車との間には、それぞれクラッチによる嵌脱装置を設けており、万一2基の内1基が故障した場合、1基を切離し運転可能となるようになっており、主機関の排ガスを利用した排ガスボイラも新たに設け航海中に必要な蒸気はすべてこの排ガスボイラにより賄えるようになっている。

この主機換装により、常用航海における燃料は、1日約50トンの節約が期待でき(タービン主機で約180トン、ディーゼル主機で約130トンの消費)、年間300日稼動するとして約15,000トン節約できることになる。従って燃料油をトン当り200ドルとすれば年間約7億2千万円(1ドル240円として)が節約できることになる。

省エネルギーが叫ばれる今日、タービン船をディーゼ

ル船に換装することにより燃料消費量が約1/3も節約できる。将来さらに燃料油の価格を予想すれば今後もこの種の換装工事が要求されることになる。

本船の主要目は次のとおりである。

区 分	改 装 前	改 装 後
全 長	326.00メートル	
長さ(垂線間)	313.00メートル	
幅 (型)	52.00メートル	
深 さ (型)	27.30メートル	
満載喫水(型)	20.489メートル	
総 ト ン 数	128,413.83トン	
載 貨 重 量	24,792.4トン	
主 機 関	川崎UA-360型蒸気タービン1基	川崎MAN18V 52/55A型 中速ディーゼル2基
最大出力	3,600.0SHP×8.2rpm	3,600.0HP×8.0rpm
常用出力	3,600.0SHP×8.2rpm	3,400.0HP×約7.85rpm
燃 料 消 費 量 (常用出力時)		
C 種 油	約 17.8トン/日	約 12.4トン/日
A 種 油	—	約 3.6トン/日
船 級 社		日本商船協会
満載航海速度		約17ノット
乗 組 員		40名

三菱重工船用制御システム製品展示会開催される

三菱重工船舶・鉄構事業部主催による、船用制御システム製品展示会が3月17日より19日まで東京・三菱センター231ショールームで開催された。

1980年代の海運造船業界は運航合理化を一段とすすめるであろうとの見通しのもとに、同社では、合理化を単なる省力化と考えることなく、安全性・経済性・使い易さ・保守などの多角的見地から総合的にとらえ、最新コンピューター技術を駆使して開発した同社自動化・制御システムの船舶への適用製品を一堂に集めた展示会であった。展示品一覧は右表のとおりである。

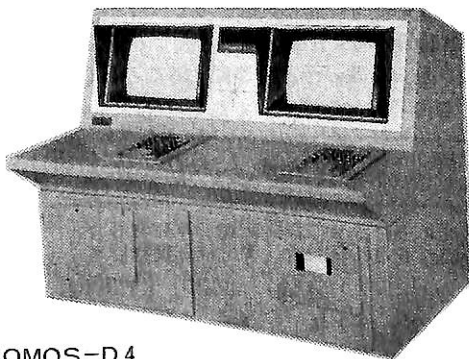
船用ディーゼル機関  
状態監視異常予測装置 COMOS-D4

三菱重工は、このほど船用ディーゼル主機関の状態監視・異常予測装置の新機種としてCOMOS-D4の試作機を完成した。同社は、昭和54年3月COMOS-D2を開発したが、COMOS-D4はその実績を生かして、新たに大形カラーグラフィックディスプレイ装置(CRT)を装備し、今後環境試験などの船用化対策を行い、本年秋頃には商品化を完了する予定である。

COMOS-D4は、従来の警報監視記録装置の機能にディーゼル主機関のオンラインによる性能解析機能を付加した全く新しい機関部総合監視システムで、その構成は船用として特別に設計されたマイクロコンピュータをベースに、20吋の大形カラーグラフィックディスプレイ装置、操作のきわめて容易なオペレーションパネル、アラームプリンタなどをコンソールに一体化している。

〔COMOS-D4の使用効果〕

1) 異常予測・予防保全情報が入手できるため、整備計画を最適化し、整備に要する人手と時間、並びに予備



COMOS-D4

船用制御システム製品一覧

分野	名称	概要
航海	TONAC-II	航海計画・針路保持・衝突予防等の総合航海システム
	TONAC-IV	衝突予防システム(IMCO,USCG準拠)
	MARAC-III A	同上
	TONAC PILOT-I	省燃費型自動操舵制御
海	航行援助システム	狭水域内航行誘導・監視
	MDPS	高精度船位保持
機関	COMOS-D4	Diesel PlantのカラーCRTによる状態監視と予防保全情報
	MICOS-D1	Diesel Plantのワシマンコントロール
	電子式リモコン	中速Dieselの高精度制御
	電空式リモコン	低速Dieselの高性能シーケンス制御
	MACCS	各種ボイラの高効率自動燃焼制御
船舶	MLC-1600	各種貨物の積付計画の迅速処理・省力化
	MLC-3200	同上 (可搬型)
船体	AUTO PUMP	各種ポンピングシステムの自動制御
事務	MACAS	船内事務総合管理システム
シミュレータ	操船シミュレータ ディーゼルシミュレータ タービンシミュレータ ポンピングシミュレータ LNG荷役シミュレータ 船艙、特殊船シミュレータ	船体運動や各種プラント・荷役システムの実際の作動特性をコンピュータで模擬し、入出力装置や環境を現実の船に合わせたシステム ・乗組員の訓練(新入用・再教育用) ・乗組員運転操作の基準設定 ・各種システムの開発・設計・改良(含制御装置) ・各種システムの配置・設備環境の検討

品などを節約できる。

2) 従来手作業で行っていたデータ管理がほとんど不要になる。また、本社報告資料の作成、交代引継資料の作成などの業務を大幅に省力化できる。

3) 燃焼状態診断機能による情報から最適運転が設定でき、省燃費に役立つ。

4) 性能データが容易に得られることから、機関士のプラント取扱いに対する技術力が向上し、船全体の信頼性が総合的に向上する。

5) システム自体の保守性に対しても十分な考慮が払われているため、整備費用を最少限にすることができる。

〔主な仕様〕

- 中央演算処理装置：高性能16ビットマイクロプロセッサ(高速演算処理装置付) 2台
  - 記憶装置：32KワードRAM 2台
  - フロッピーディスク：256Kバイト 2台
  - CRTディスプレイ：20インチカラーグラフィックディスプレイ 2台
  - ロギングプリンタ：136桁赤黒印字方式
  - アラームプリンタ：18桁赤黒印字方式
  - その他：オペレーションパネル 2台
  - 高速多重信号伝送装置
  - 自動ハードウェア異常検出機能
- 寸法：幅1600mm×高さ1300mm×奥行180mm

## 昭和54年度（3月分）新造船許可集計

運輸省船舶局造船課

区分		4月～3月分 累計				3月分			
		隻数	G. T.	D. W.	契約船価	隻数	G. T.	D. W.	契約船価
国内船	貨物船	80	1,220,528	1,853,818		7	231,700	381,600	
	油槽船	54	1,632,378	2,544,342		4	76,850	121,600	
	貨客船	4	23,800	10,960		—	—	—	
	小計	138	2,876,706	4,409,120	353,992,985千円	11	308,550	503,200	35,117,000千円
輸出船	貨物船	158	3,315,060	5,516,408		26	544,400	890,376	
	油槽船	95	2,747,380	4,713,574		15	535,880	838,340	
	貨客船	—	—	—		—	—	—	
	小計	253	6,062,440	10,229,982	962,732,815,399千円	41	1,080,280	1,728,716	168,344,587,399千円
合計		391	8,939,146	14,639,102	1,316,726,800,399千円	52	1,388,830	2,231,916	203,461,587,399千円

### 編集後記

□桜の季節も過ぎ、万物躍動する新緑の季節となる。49年の石油ショック以来長いこと不況の底に沈澱していた我国造船業界も、大巾な人員整理と過剰設備の削減という大手術を行なった結果、減量経営のもとに安定生長の道を歩み初めた。

□昔の海運再編の時もそうだったが、今回の造船界の人員・設備の削減及び業界再編成は驚く程順調に進んだ。結果としては12の造船企業群に再編され、人員は半減、設備は63.4%に縮小されたことになる。

□こここのところ円安もからんで受注量も回復、54年度の受注量は前年度の2倍を超え、所謂造船不況は峠を越えたと判断してよさそうだ。造船関係技術者を読者対象としている本誌にもそのうち好影響が廻ってくるであろうことを期待する。

□新聞記事によると昭和54年度（第35次）計画造船の利子補給対象船として建造される外航船舶は合計31隻、約158万総トンとなり、当初予定より57万総トンも上廻ることになったようだ。

□中核6社で15隻76万総トン、中核以外で13隻71万総トン、共有形式3隻9万総トンであり、船種別内訳は、コンテナ船及自動車専用船7隻19万総トン、撒積船等7隻44万総トン、タンカー17隻94万総トンとなる。

□海運不況が長かったための手持船舶老朽化の代替、金融援助の有利なこと、海運不況が底を脱したことなどが背景にあって大量建造となったものと見られる。今後本格化する第36次計画造船も、かなりの隻数の船舶が建造されることになるものと思われる。

□とも角我々関連者にとって海運・造船界の景気が回復して来たことは嬉しいことであり、今後の安定生長を期待するものである。

□石油価格の高騰とその需給見通しがなかなか難しくなってきたような気配もあり、船用燃料としての石炭の見直しが検討されている。我々も本誌今月号から、三菱重工発動機開発部で研究しまとめた“石炭焼き船技術シリーズ”を1年間の予定で連載することにした。読者の方々の御参考になれば幸いである。

☆予約購読案内 書店での入手が困難な場合もありますので、本誌確保ご希望の方は直接協会宛お申込み下さい。バックナンバーも備えてあります。

予約金 { 6カ月分 5,100円 (送料共)  
1カ年分 9,600円 }

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33巻 第5号 (No.379)

発行所 株式会社 船舶技術協会

〒104 東京都中央区新川1の23の17 (マリンビル)  
振替口座 東京 3-70438 電話03 (552) 8798

昭和55年5月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }  
昭和55年5月10日発行 { 第三種郵便物認可 }

定価 880円 (〒37円)

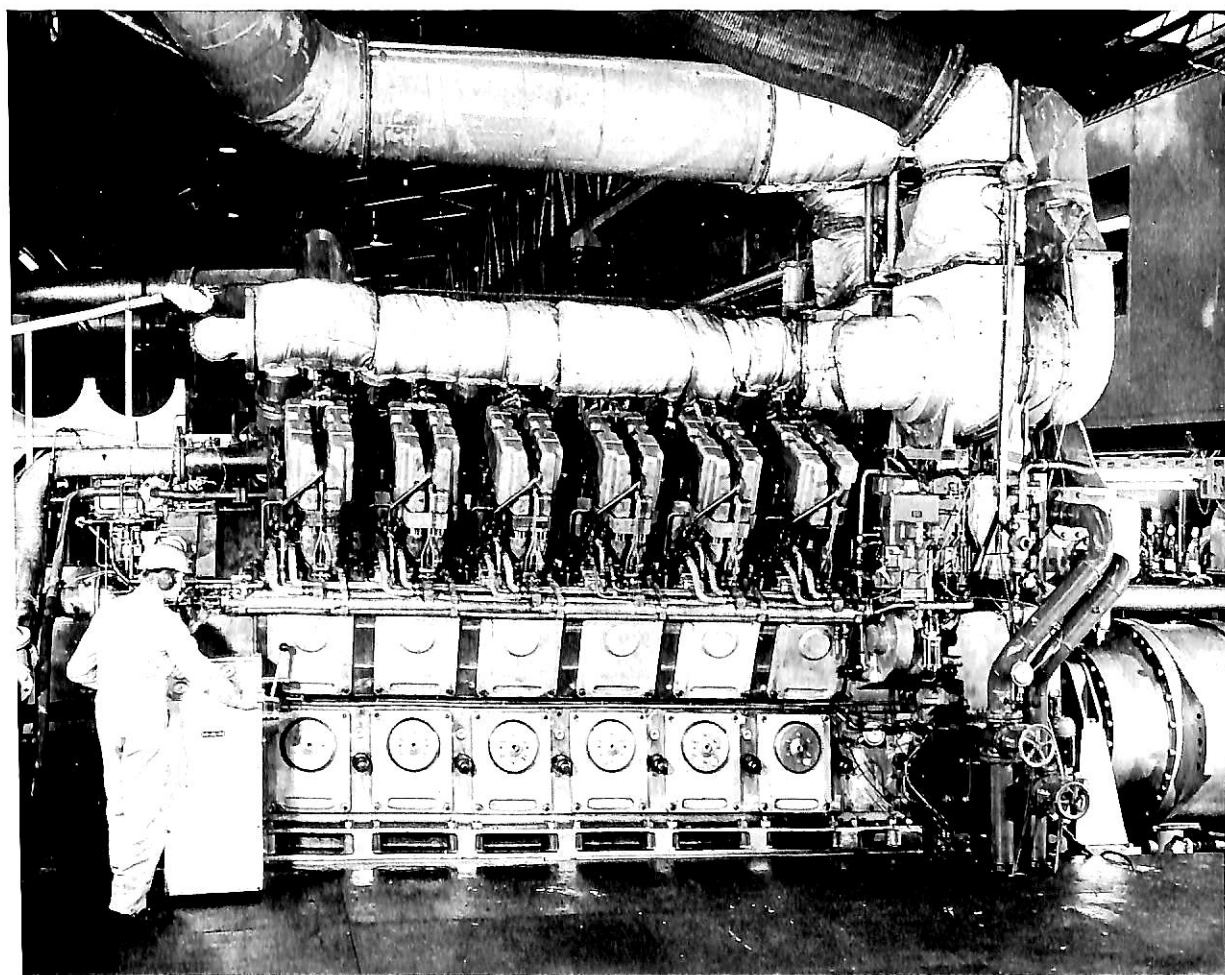
発行人 船橋敬三  
編集委員長 田宮真  
印刷所 大洋印刷産業株式会社



# M·A·N

## 中速機関 L/V 32/36

370kW /cyl (500PS /cyl) 750rpm



粗悪油運転に適し、効率の高い(静圧過給)の機関です。  
船用としても陸上発電用(50Hz、60Hz)としても使用出来ます。

### 日本代表事務所

**M·A·N - GHH (JAPAN) LTD.** 東京 C.P.O. Box 68

神戸サービススペース

横浜サービスエンジニア

Tel. (03) 214-5931

Tel. (078) 232-3500

Tel. (045) 201-2931

### ライセンサー

川崎重工業株式会社

三菱重工業株式会社

神戸/東京

東京/横浜

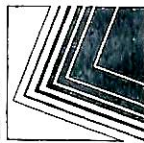
MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG AKTIENGESELLSCHAFT / WEST GERMANY

昭和五十五年五月五日印刷  
昭和二十五年三月三日発行  
昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

船の科学

定価 八八〇円

東京都中央区新川一丁目三十一番七(マリンビル)  
(株)船船技術協会  
電話東京(52)八七九八番



信頼に応える  
共石の高級潤滑油



**共石マリン**  
Sシリーズ : ストレート油



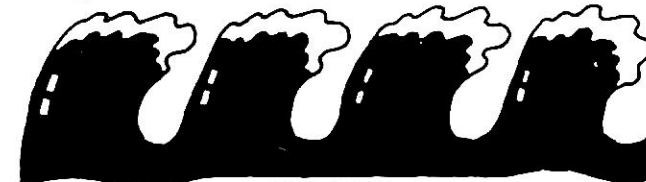
**共石マリン**  
Pシリーズ : クロスヘッド型機関用 プレミアムタイプ システム油



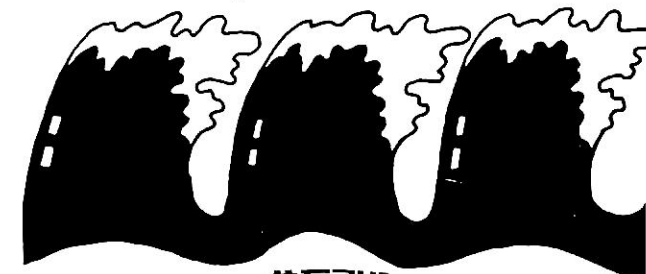
**共石マリン**  
PDシリーズ : クロスヘッド型機関用 HDタイプ システム油



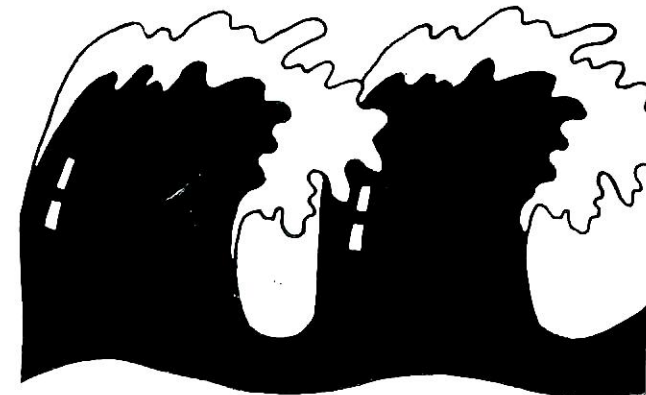
**共石マリン**  
Dシリーズ : トランクピストン型機関用 シリンダー・システム兼用油



**共石マリン**  
400シリーズ : 中型ディーゼル機関用 中アルカリタイプ シリンダー油



**共石マリン**  
700シリーズ : クロスヘッド型機関用 高アルカリタイプ シリンダー油



**共石マリン**  
900シリーズ : クロスヘッド型機関用 超高アルカリタイプ シリンダー油

かお  
海の貌いろいろ、  
オイルさまざま。

大波、小波——海の様子は千変万化。そのなかを安全に航海するために、エンジン油はピッタリしたものを選びたいものです。千変万化する海で鍛えあげられた、共石の船用エンジン油は、ワイド・バリエーション。エンジンのタイプや使用燃料にあわせて、最適のエンジン油がお選びいただけます。しかも、その選定から効果的な使用方法まで、きめこまかいテクニカル・サービスを実施しています。ワイド・バリエーション、ワイド・サービスが魅力の共石の船用エンジン油で、安全航海の第一歩を確かなものにしてください。

高性能・高品質・高信頼性



本社/100東京都千代田区永田町2-11-2(長が同ビル) TEL(580)3711(代)  
支店/札幌・仙台・東京・関東・横浜・名古屋・大阪・広島・高松・福岡・沖縄

保存委番号  
124072