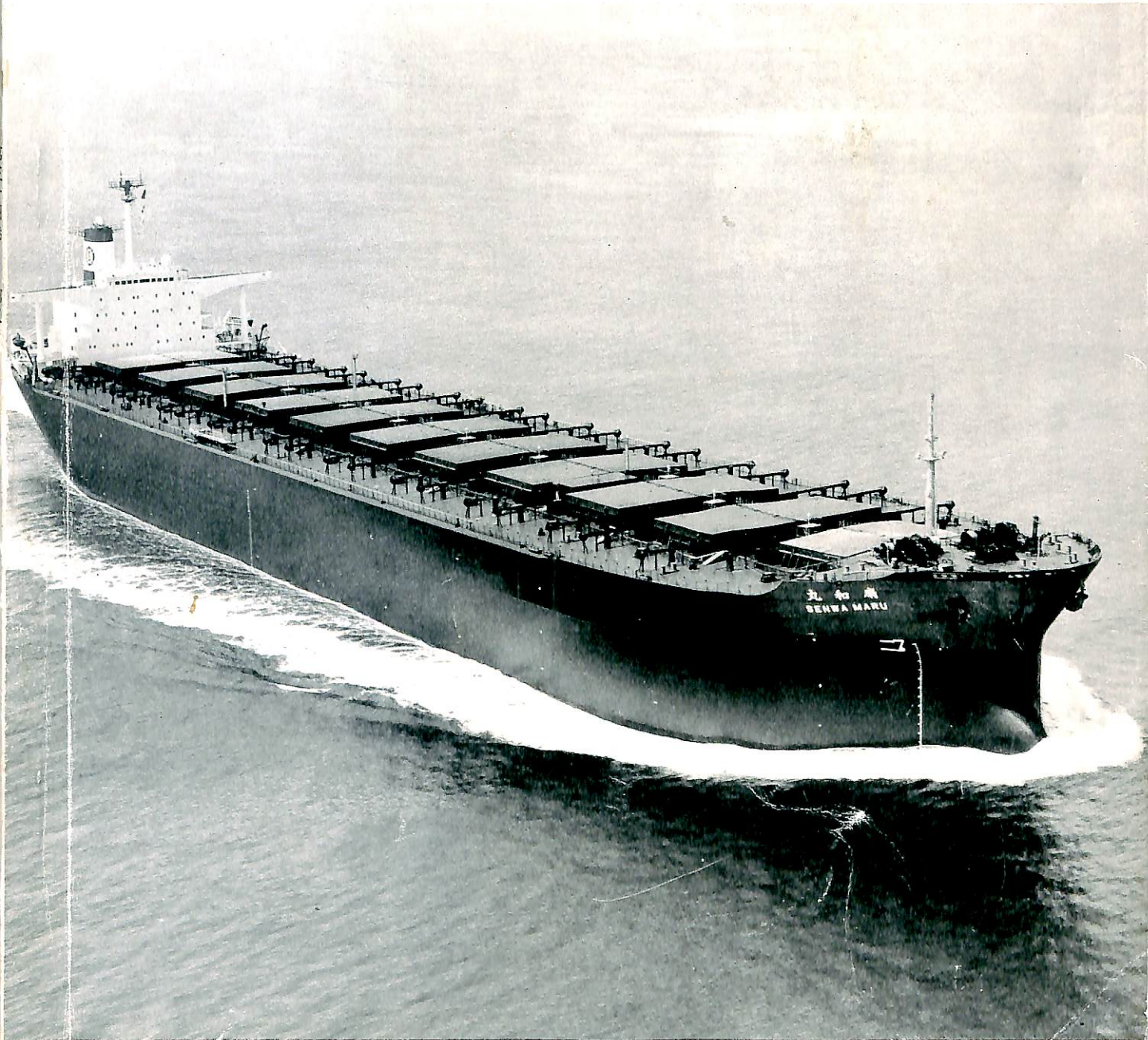


# 船の科学 1981 2

VOL. 34 NO. 2

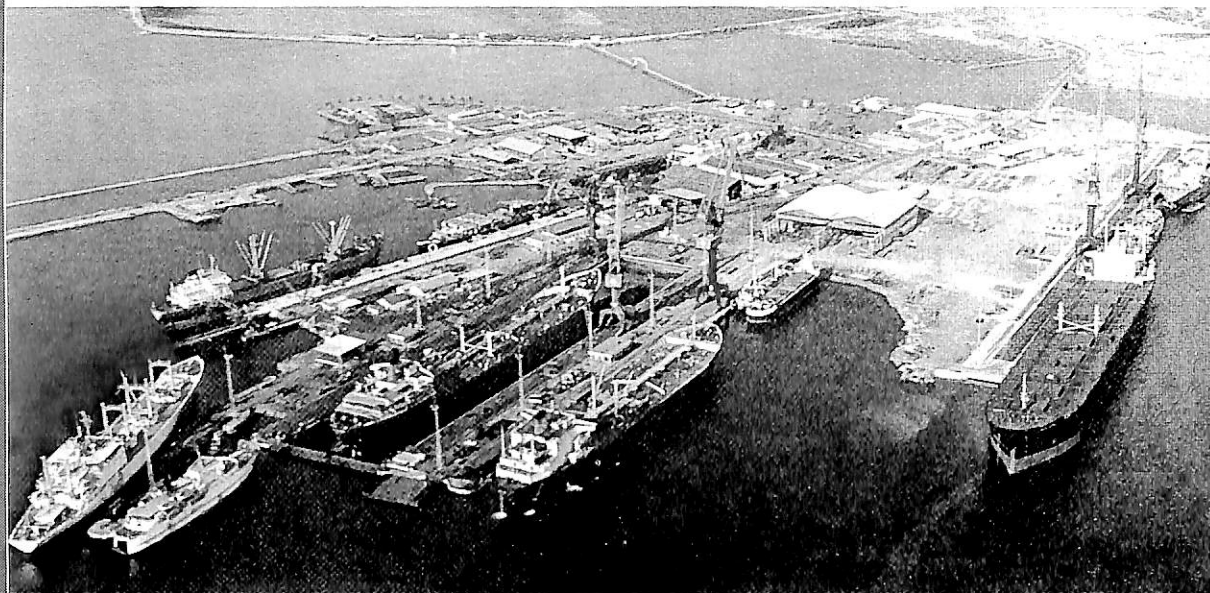


 **日本鋼管**

昭和 海運向け  
鉍石/撤積貨物船「扇和丸」  
載貨重量 194,399t 主機ディーゼル 23,900PS  
速力 試運転最大 17.18kn 満載航海 14.1kn  
日本鋼管・津製作所建造

# 356 SUNNY DAYS!!

修繕と改造はカリブ海“キュラソー”で…  
降雨量は年間わずか400ミリ。



## 設 備

- 修繕ドック 2基  
150,000dwt 1基  
28,000dwt 1基
- 1,800m(総延長)修繕岩壁
- 各種クレーン(ドックサイド)9基
  - 年中無休サービス
  - ジェット便は北米、南米、ヨーロッパ各地へ直行便、毎日運航

## 事業内容

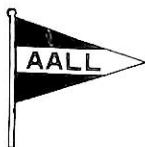
- 船舶の修繕・改造
- 発電機・モーターの修繕と巻換え
- 電子機器及び自動化装置の修繕



**CURACAO DRYDOCK  
COMPANY INC.**

Curaçao NETHERLANDS ANTILLES

総代理店



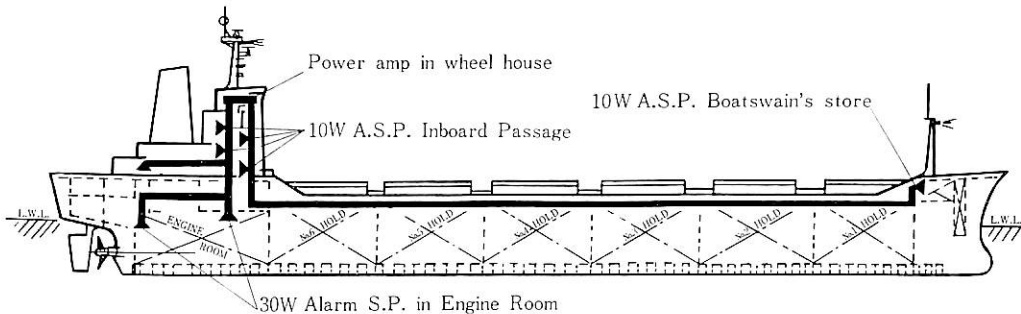
**オールランドコンパニー リミテッド**

〒105 東京都港区西新橋1-1-3(東京 桜田ビル) 電話(03) (503) 2030(代)  
テレックス222-3266 "AALL J"

〒650 神戸市中央区東町113-1(大神ビル) 電話(078) (391) 7801(代)  
テレックス5622-401 "AALL KB J"

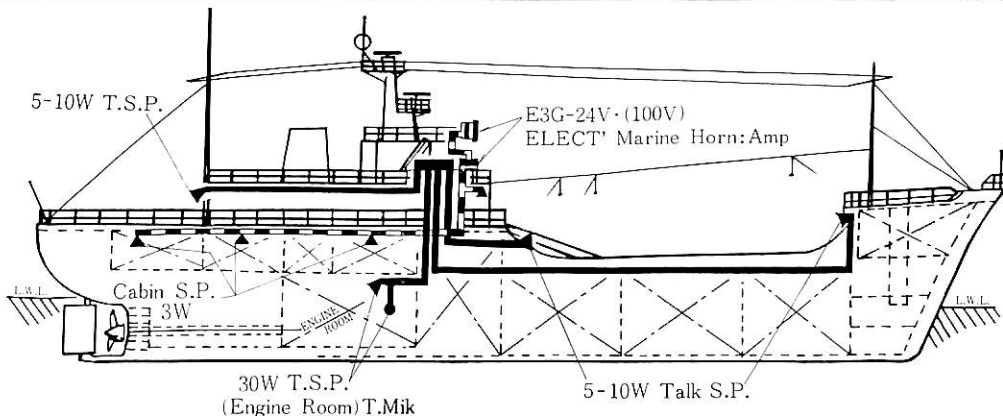
# 電子式船内交信・警報システム

## GENERAL ELECTRONIC ALARM SYSTEM



船内緊急警報装置 各種船のそれぞれの船種に適合する様設計されています。緊急事態発生時には、アラームと同時に赤色ランプが点滅し耳と目で確認出来ます。  
この警報装置は、ワーニングタイプとエマージェンシートンタイプの二種類あり、それぞれ独特の音色をもった電子式警報装置であり、特に騒音の高いエンジンルームには欠くことのできない装置です。

## TALK BACK SYSTEM and ELECTRONIC MARINE HORN USE PROPERLY CABIN SPEAKER SYSTEM



トークバックシステム 漁船・貨物船・カーフェリーその他、各種船の船上・船内作業中の連絡又は通報に使用することが出来ます。

指令室より各所の作業員との連絡・通報に対しその場で即答出来るシステムで機関室を除いては、全てマイクの使用は不要であり、各要所に設置されたスピーカーで応答が出来、作業能率も倍加されます。指令室内のアンプは各要所毎に単独又は一せい連絡も出来るシステムです。

船内拡声(放送)装置 ラジオ及びカセットテープのユニットを接続し、船内・船外放送も同時に行なう装置です。又船用モーターサイレンの代りに電子サイレン回路を組込むことも出来ます。



# 矢萩工業株式会社

本社 東京都目黒区中央町2丁目10番6号 電話 (03)711-7371(代表)  
桐生工場 群馬県新田郡笠懸村大字阿佐美3272-1 電話 027776-7155(代表)

# 画期的な無機質油処理剤!!

## Filton

フィルトンは疎水性と親油性を兼ねそなえた秀れた無機質多孔体の油吸収材であります。フィルトンはそのため、化学的には極めて安定し、酸、アルカリで変質することなく、吸収した油が再溶出する心配は全くありません。また、必要に応じた油分のみ回収でき、その意味ではその用途の幅広さは素晴らしいものがあります。

### 特長

- 1 吸油能力は自重の2.5~3倍と秀れております。
- 2 油類のみを吸収し水は吸収しません。
- 3 化学的には安定で魚貝類・水産物に対する毒性は全くありません。
- 4 耐熱性は抜群で高温でも溶解しません。
- 5 吸油したフィルトンを焼却しても油分しか燃えず、有毒ガスの発生の心配は全くありません。
- 6 吸油したフィルトンから油分の抽出は可能です。
- 7 フィルトンは成型品のため、取扱いは至極簡単です。

### 使用法

- 1 含油排水の水路にネットに入れてそのままセットして下さい。
- 2 排水ピットに投入して下さい。
- 3 床面や路面に油が流出した場合には、そのまま粒状のフィルトンを撒布して下さい。
- 4 防災・防火用としては油タンク周辺に撒布して下さい。
- 5 回収した吸油済みのフィルトンは補助燃料として使用した後、再利用ができます。

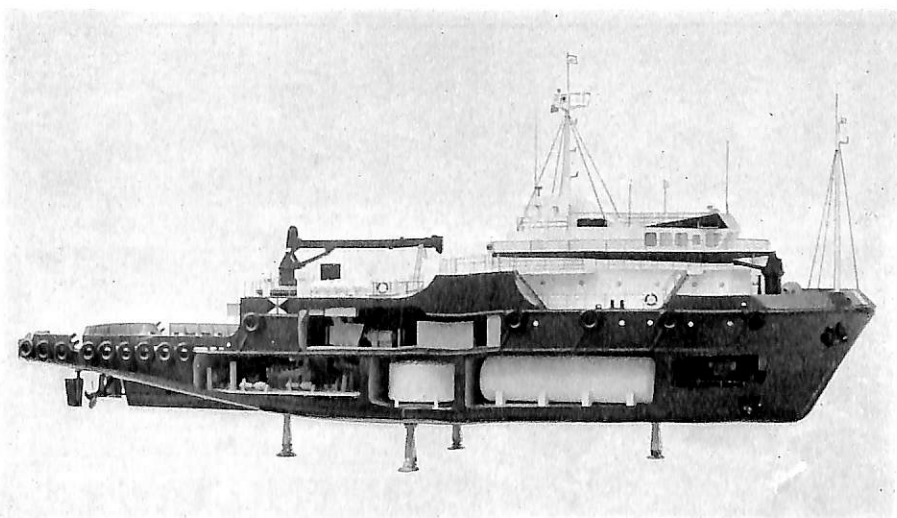
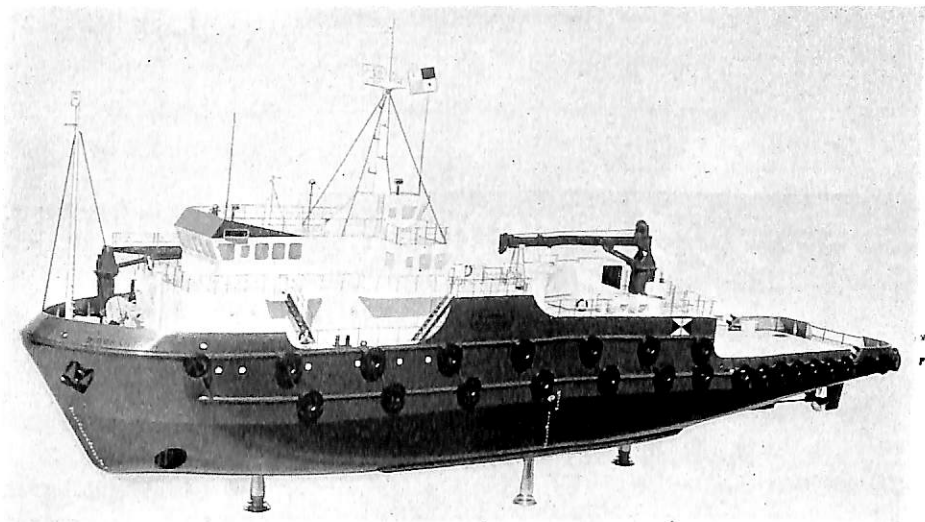
●資料請求、御質問は下記へ……



**TAJCF 株式会社**

〒105 東京都港区新橋2丁目3番3号 TEL 03-501-0080

# 進水記念贈呈用に 不二の船舶美術模型を



〔発注者〕 スワイヤママネジメントサービスK.K.  
〔模型船〕 油井刺激船“BIGORANGE XV” 縮尺1/50  
(油井再開発用特殊船)

## 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

防食塗料・塗装は 兎田化学

さび落しが不要です!!

サンダーコート

コスト逡減  
工期短縮

エポキシ系強力防食塗料(特許出願中)

タールエポキシ塗膜補修用

ビチュラックNo.20000M

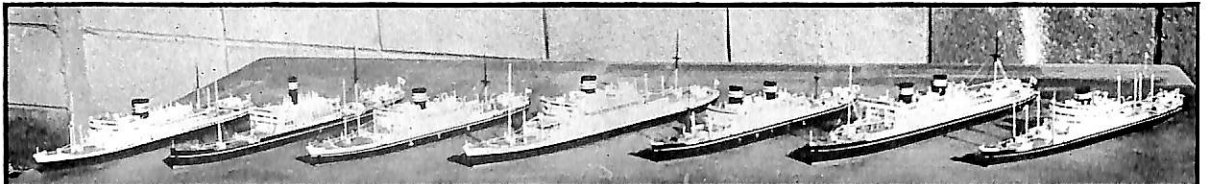
旧塗膜処理  
不要

(特許)

兎田化学

〒658 神戸市東灘区本庄町3丁目8番10号

神戸 横浜 長崎 尾道 名古屋 高松 仙台  
(078-411-0026) (045-322-1816) (0958-48-1407) (0848-37-4643) (052-653-0561) (08777-3-3162) (0222-49-1691)



左より神戸丸、香取丸、富士丸、新田丸、高砂丸、浅間丸、愛国丸



左より氷川丸、天洋丸、讃岐丸、高千穂丸、さんとす丸、照国丸、畿内丸、さんちえご丸、熱河丸、北京丸

戦前戦後の華やかな商船が $\frac{1}{600}$ 洋上模型で再び蘇えます……………

洋上模型製作に取組んで15年、製作可能商船もこんなに多くなりました。

貴社の建造使用船舶の歴史的変遷展示用、また一般観賞用にもお部屋のスペースをとらず最適です。

戦前商船模型製作価格の一例(写真の商船は全てウインドウに展示致しておりますのでぜひご覧下さい)

浅間丸	75000円	讃岐丸	45000円	神戸丸	55000円	尚、製作可能船舶 のリスト表及び模 型の写真をお送り 致しますので60円 切手同封の上お申 込み下さい。
新田丸	75000円	さんとす丸	45000円	天洋丸	70000円	
愛国丸	65000円	北京丸	25000円	照国丸	60000円	
高砂丸	60000円	富士丸	60000円	三池丸	60000円	
あるぜんちな丸	75000円	ばいかる丸	50000円	熱河丸	50000円	
高千穂丸	55000円	神奈川丸	45000円	赤城丸	45000円	

はるみ艦船模型

東京都品川区南品川6丁目14番1号 〒140  
TEL (03) 474-8873 営業時間AM10:00~PM7:00

# 一目瞭然

複雑な面積測定をデジタル表示。TAMAYA PLANIX

タマヤプランクスは複雑な図形をトレースするだけで、面積を簡単に測定することができます。

従来のプランメーターの帰零装置、読取機構のメカニカル部分が全てエレクトロニクス化され、積分車に組み込まれた高精度の小型エンコーダーが面積をデジタル表示する画期的な新製品です。

# PLANIX

新製品 / デジタルプランメーター

- プランクスの特徴：
- 読み間違いのないデジタル表示
  - ワンタッチで0セットができるクリアー機能
  - 累積測定を可能にしたホールド機能
  - 手元操作を容易にした小型集約構造
  - 図面を損傷する極針を取り除いた新設計
  - 低価格を達成したPLANIXシリーズ

PLANIX2- ¥49,000 PLANIX3- ¥55,000 PLANIX3S ¥49,000

※カタログ・資料請求は、本社まで  
ハガキか電話にてご連絡ください。

 TAMAYA

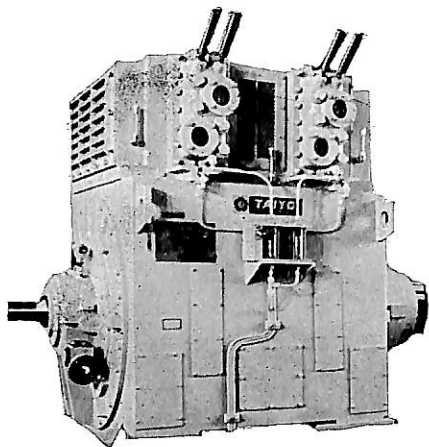
株式会社 玉屋商店

本社：〒104東京都中央区銀座3-5-8 TEL. 03-561-8711  
工場：〒143東京都大田区池1-2-14 TEL. 03-752-3410

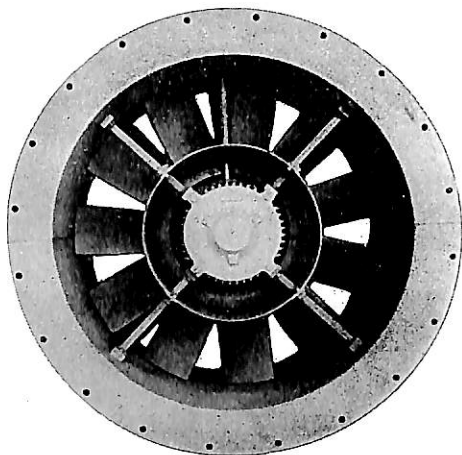
ながい経験と最新の技術を誇る！



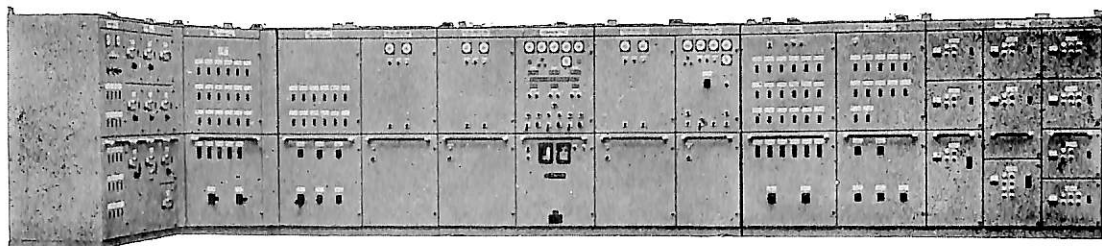
# 大洋の船舶用電気機器



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



ドロア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

1981

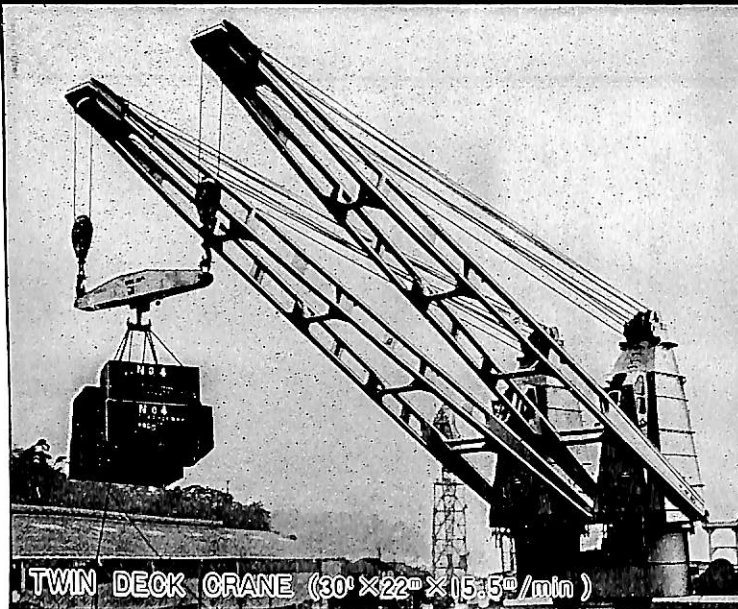
2

Vol. 34

## 目次

- 9 新造船写真集 (No. 388)
- 28 日本商船隊の懐古 No. 20 (龍田丸, 赤城山丸, 良洋丸, 天山丸, 嘉義丸)……山田早苗
- 33 1月のニュース解説……………編集部
- 36 MARPOL 適用中型プロダクトキャリアー“CYS KNIGHT” ……笠戸船渠
- 42 私の戦後海運造船史 (14) ……米田博
- 46 双胴船尾船型 (タンカー/バルクキャリア用) の開発について……………佐野安船渠
- 54 第6回 海上および内陸水路における危険物運送に関する  
国際シンポジウム……………編集部
- 58 石炭焚き船技術シリーズ (その10)  
船内灰処理システム……………三菱重工業
- 63 省エネルギー内航船 主機関としての  
NKK S.E.M.T. Pielstick PA6 型の稼動状況について……………日本鋼管
- 68 Pumping と Piping の配置に関する指針 (2)……………ロイド資料
- 73 LNG船海外文献紹介 (その6)  
フランスにおけるLNG船の開発および建造に関する論文……………編集部
- 82 船舶電子航法ノート (53) ……木村小一
- 89 ロイド商船統計 1980年……………編集部
- 21 Home Lines' MS ATLANTIC &  
Carnival Cruise Lines' MS TROPICALE ……速水育三
- 技術短信 ディーゼル主機関廃熱の有効利用を目的に  
「高経済型直結発電システム」(S.S.G)を開発 石川島播磨重工  
画期的な新型グラフィック・ディスプレイ「ARS 80」を開発 三井造船
- ニュース 56万DWT改造タンカー SEAWISE GIANT 完工 日本鋼管  
豪州から石炭焚き船2隻受注 三菱重工業
- 海外ニュース Kockums 造船所にて建造中のLNG船 KOCKUMS
- 製品紹介 サンダーコート (防錆軽減型重防蝕塗料) 電田化学工業

# 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



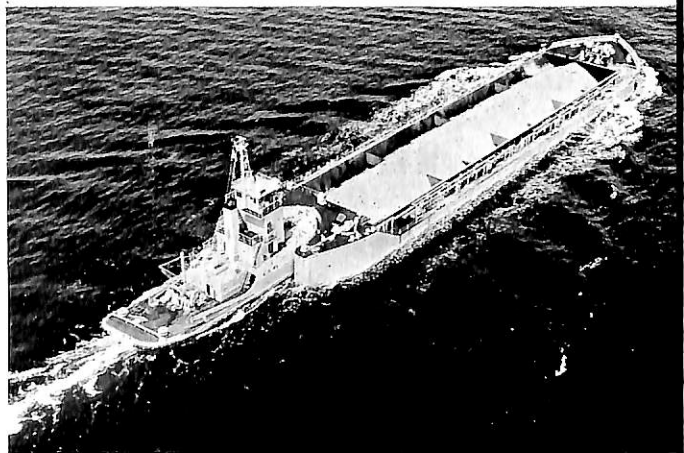
株式会社 **福島製作所**

本社・工場 福島市三河北町9番80号 ☎0245(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—舳船団に”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

東京都千代田区岩本町1-6-7  
 宮沢ビル703号 電話03(851)3837  
 テレックス 02655164 TAIENG J

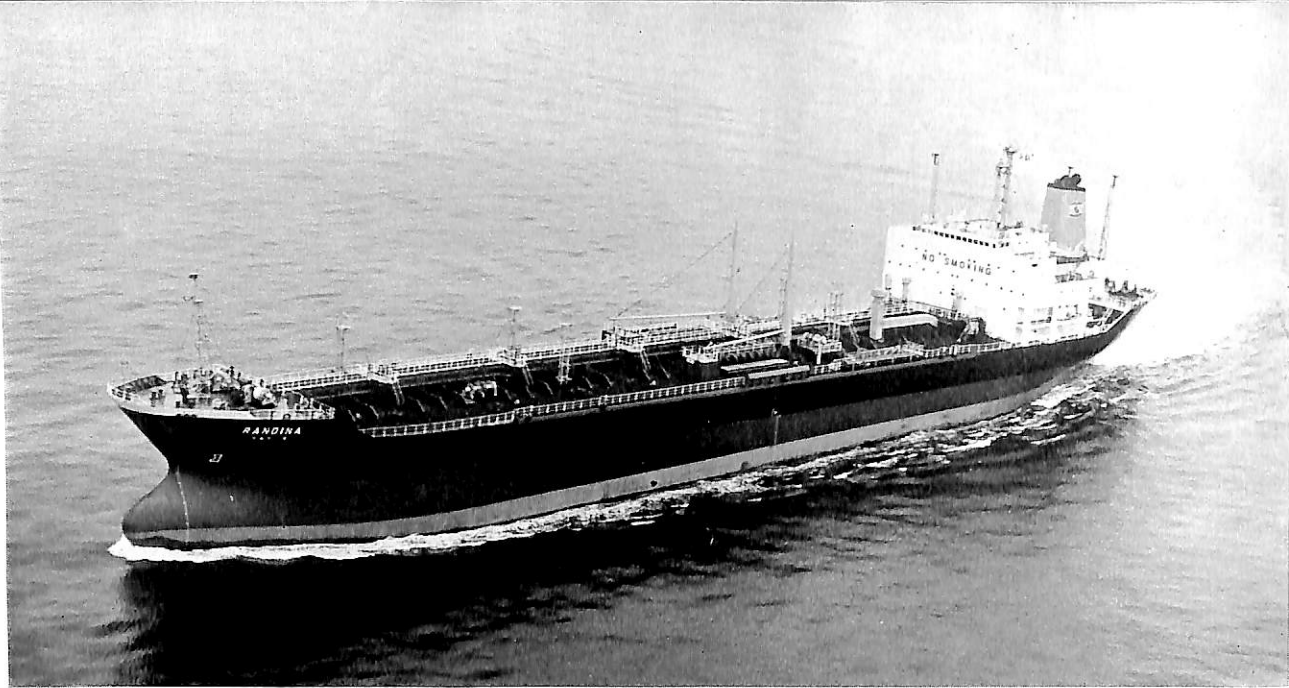


35次撒量運搬船

邦 隆 丸

HORYU MARU

日立造船株式会社有明工場建造(第4646番船) 竣工 55-7-11  
 全長 270.00m 垂綫間長 260.00m 型深 23.80m 満載喫水 16.30m 竣工 55-10-17  
 総噸數 74,815.68T 純噸數 51,477.97T 型深 23.80m 満載喫水 16.30m 満載排水量 153,086t  
 トラバering ホイスト 7/1.5t×7/21m/min 純噸數 51,477.97T 満載排水量 153,086t 船口數 9  
 主機 日立 B&W 6L90 GFCA型ディーゼル機関×1 燃料油槽 5,481.21m³ 貨物艙容積 (グレーン) 153,564.0m³ 清水槽 1,973.31m³  
 プロペラ 5翼 1軸 補給缶 横形燃氣式丸型×1 出力 (連続最大) 20,500PS (94rpm) (常用) 17,400PS (89rpm)  
 (ディーゼル) 大洋電機 900kVA×AC450V×60Hz×2 発電機 (タービン) 大洋電機 900kVA×AC450V×60Hz×1  
 (補) 1 船舶電話 海事衛星装置 VHF 送(主) 1.2kW×1 受(上) SSB機全波×2 全波×2  
 (満載航海) 14.85kn 航海計器 ロラン NNSS レーダー 速度 平甲板型 (試験最大) 17.653kn  
 HZノズル装備 航続距離 30,650浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 25名  
 航路 日本~オーストラリア, アフリカ, 北米西岸間



石油製品運搬船 **らんでいーな** 田中産業株式会社

RANDINA

南日本造船株式会社建造(第533番船)	起工 55-3-13	進水 55-5-18	竣工 55-10-7
全長 174.00m	垂線間長 162.00m	型幅 25.40m	型深 14.35m
満載排水量 36,689t	総噸数 17,265.74T	純噸数 11,419.75T	満載喫水 10.608m
貨物油槽容積 37,768m <sup>3</sup>	主荷油ポンプ 750m <sup>3</sup> /h×100m×4	デリック 8t×2	載貨重量 29,990t
燃料消費量 32t/day	清水槽 480m <sup>3</sup>	主機械 神発 6UEC-60/150H型ディーゼル機関×1	燃料油槽 1,896m <sup>3</sup>
出力 (連続最大) 10,800PS (128rpm)	(常用) 9,720PS (124rpm)	プロペラ 4翼 1軸	
補汽缶 西田 NET-SO型 15,000kg/h×9kg/cm <sup>2</sup>	制限 10kg/cm <sup>2</sup> ×1	発電機 西芝 NTAKL 750kVA×2	
(原) ダイハツ 6DSb-22型 900PS×900rpm×2	無線装置 送(主) 1kW×1	(補) 75W×1	受(主) NRD72×1
(補) NRD1003A×1	VHF	航海計器	デッカ
(満載航海) 14.6kn	航続距離 13,300浬	船級・区域資格 NK 遠洋	船型 凹甲板型
乗組員 30名			

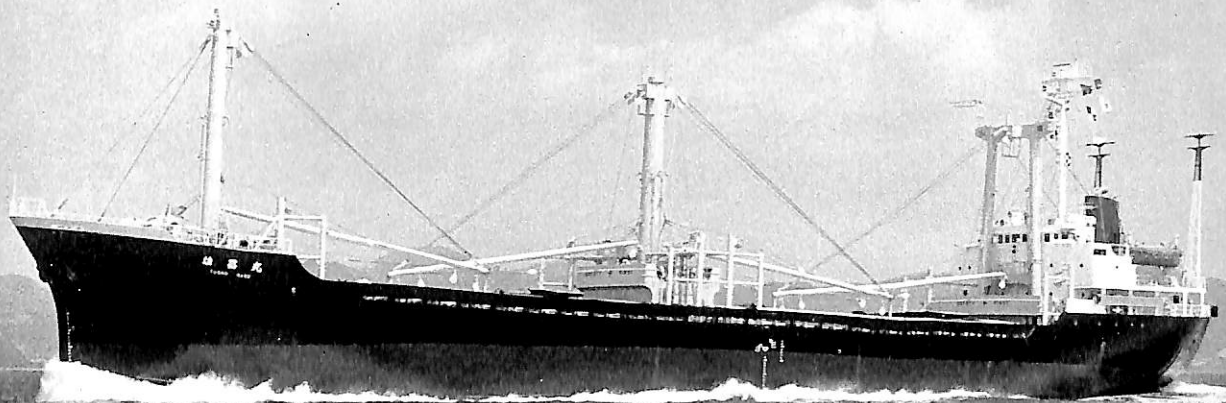
— 10 —

自動車運搬船 **にっぽん はいうえい** 日本汽船株式会社

NIPPON HIGHWAY

今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1075番船)	起工 55-3-26	進水 55-8-30	竣工 55-10-31
全長 199.40m	垂線間長 186.00m	型幅 30.00m	型深 23.42m
満載排水量 31,490t	総噸数 17,588.53T	純噸数 9,995.94T	満載喫水 9.318m
Car搭載数 4,948台	燃料油槽 3,958.01m <sup>3</sup>	燃料消費量 46t/day	清水槽 663.46m <sup>3</sup>
主機械 三菱 Sulzer 7RND76M型ディーゼル機関×1	出力 (連続最大) 16,800PS (122rpm)		
(常用) 14,280PS (115rpm)	プロペラ 4翼 1軸	補汽缶 鑿型水管式 7.0kg/cm <sup>2</sup> (油焚)	1,793kg/h
(排ガス) 1,600kg/h	発電機 ヤンマー 6GL-ET 1,000kVA×2	無線装置 送(主) 1.2kW×1	
(補) 75W×1	受(主) 全波×1	(補) 全波×1	
速力 (試運転最大) 20.070kn	(満載航海) 17.6kn	航続距離 22,500浬	航海計器
船型 多層甲板型	乗組員 21名	同型船	パイオニア リーダー
			船級・区域資格 NK 遠洋





貨物船 雄 昌 丸 船舶整備公団  
YUSHO MARU 小西海運株式会社

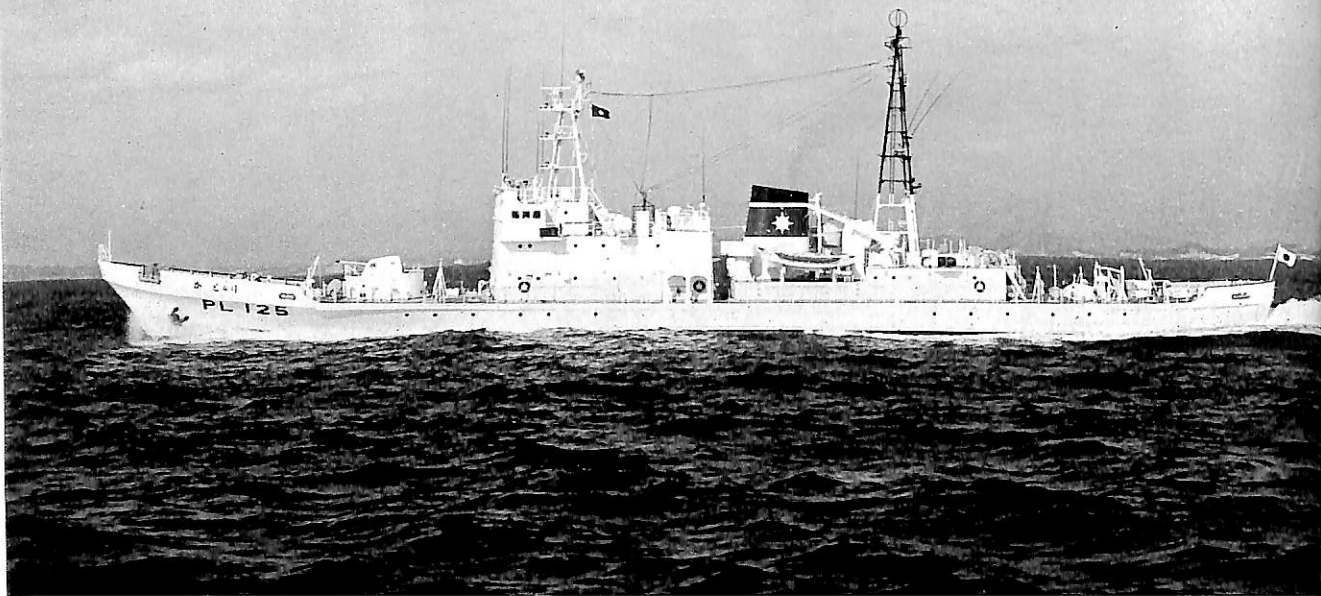
松岡造船株式会社建造(第245番船)	起工 55-6-19	進水 55-7-26	竣工 55-9-13
全長 104.31m 垂線間長 97.31m	型幅 16.33m	型深 8.40m	満載喫水 6.84m
満載排水量 8,429.80t	総噸数 3,676.99T	純噸数 2,470.30T	載貨重量 6,331.18t
貨物艙容積 (ベール) 7,906.08m <sup>3</sup> (グレーン) 8,369.71m <sup>3</sup>	燃料消費量 11.47t/day	清水槽 410m <sup>3</sup>	デリック 15t×4
燃料油槽 589m <sup>3</sup>	出力 (連続最大) 3,800PS (245rpm) (常用) 3,230PS (232rpm)	主機械 阪神 6LU50型	
ディーゼル機関×1	補汽缶 600kg/h×7.0kg/cm <sup>2</sup> ×1	発電機 大洋電機 180kVA×900rpm×2	
ペロペラ 4翼 1軸	無線装置 送(主) 500W×1 (補) 75W×1 受(主) 全波×1 VHF		
(原) ヤンマー 225PS×900rpm×2	速力 (試運転最大) 15.29kn (満載航海) 12.5kn	航続距離 11,000浬	
航海計器 ロラン レーダー	船型 凹甲板船尾機関型	乗組員 24名	
船級・区域資格 NK 近海			

油槽船 パ ー 日本フリート株式会社

PER

福岡造船株式会社建造(第1080番船)	起工 55-4-7	進水 55-5-13	竣工 55-8-4
全長 69.52m 垂線間長 64.00m	型幅 11.80m	型深 5.15m	満載喫水 4.313m
満載排水量 2,544.13t	総噸数 1,100.41T	純噸数 679.43T	載貨重量 1,773.80t
貨物油槽容積 2,256.264m <sup>3</sup>	主荷油ポンプ 220m <sup>3</sup> /h×8.5kg/cm <sup>2</sup> ×1,160rpm×3	燃料油槽 109.92m <sup>3</sup>	燃料油槽 109.92m <sup>3</sup>
燃料消費量 4.7t/day	清水槽 26.46m <sup>3</sup>	主機械 ヤンマー 6Z-DT 型ディーゼル機関×1	
出力 (連続最大) 1,400PS (680rpm) (常用) 1,190PS (644rpm)	プロペラ 4翼 1軸		
発電機 西芝 320kW×445V×60Hz×2 (原) ヤンマー 6AL-ST	無線装置 送(主) 1		
受(主) 1	航海計器 デッカ レーダー	速力 (試運転最大) 11.408kn (満載航海) 10.753kn	
航続距離 3,000浬	船級・区域資格 NK 沿海	船型 凹甲板型	乗組員 6名
同型船 CHRISTIAN			





巡視船 (PL-125) か と り 海上保安庁

東北造船株式会社建造(第190番船) 起工 54-8-31 進水 55-5-27 竣工 55-10-21  
 全長 77.816m 垂線間長 73.000m 型幅 9.600m 型深 5.300m 計画喫水 3.350m  
 完成常備排水量 1,236.71t 総噸数 964.18T 純噸数 262.65T 燃料油槽 190.96m<sup>3</sup>  
 燃料消費量(発電機ボイラ含む) 約 10.92t/day 清水槽 147.58m<sup>3</sup> 上機械 新潟 8MA40X型  
 ディーゼル機関×2 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 620kg/h×7kg/cm<sup>2</sup>×1  
 発電機(主)(ディーゼル) 大洋電機/ヤンマー 250kVA×1,200rpm×320PS×2 (補)(ディーゼル)  
 大洋電機/ヤンマー 125kVA×1,200rpm×160PS×1 無線装置 送信機 MS-TA500G×2, MS-TMH400×1  
 受信機 MS-1R262×3, MS-RA293×2, MS-1R212×1 航海計器 デッカ ロラン オメガ レーダー  
 船級・区域資格 JG 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 41名 航続距離 5,327浬(16knにて)  
 35mm機関砲, 20mm機銃, 高速警備救難艇, 6m作業艇 配属 銚子海上保安部

日本アイキャンの小型船用クレーンは、すぐれた設計と、安定した製造技術により標準化をしています。

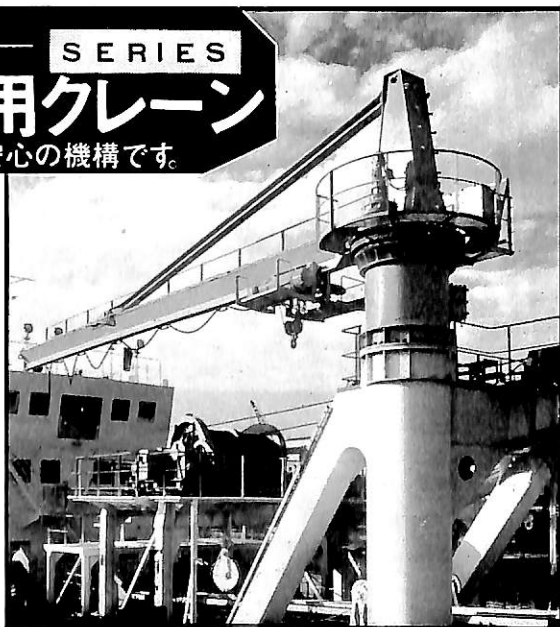
9タイプの基本形式とそのバリエーションは、高い信頼を得ていろいろな用途に活躍しています。

この安定の“P.Cシリーズ”は、油圧、空気圧、電気のどれかを使用して高能率に荷役作業ができ、メンテナンス・サービスは簡単、すべてがとても安心な設計です。

●P.C Series

Principal Standard Specification

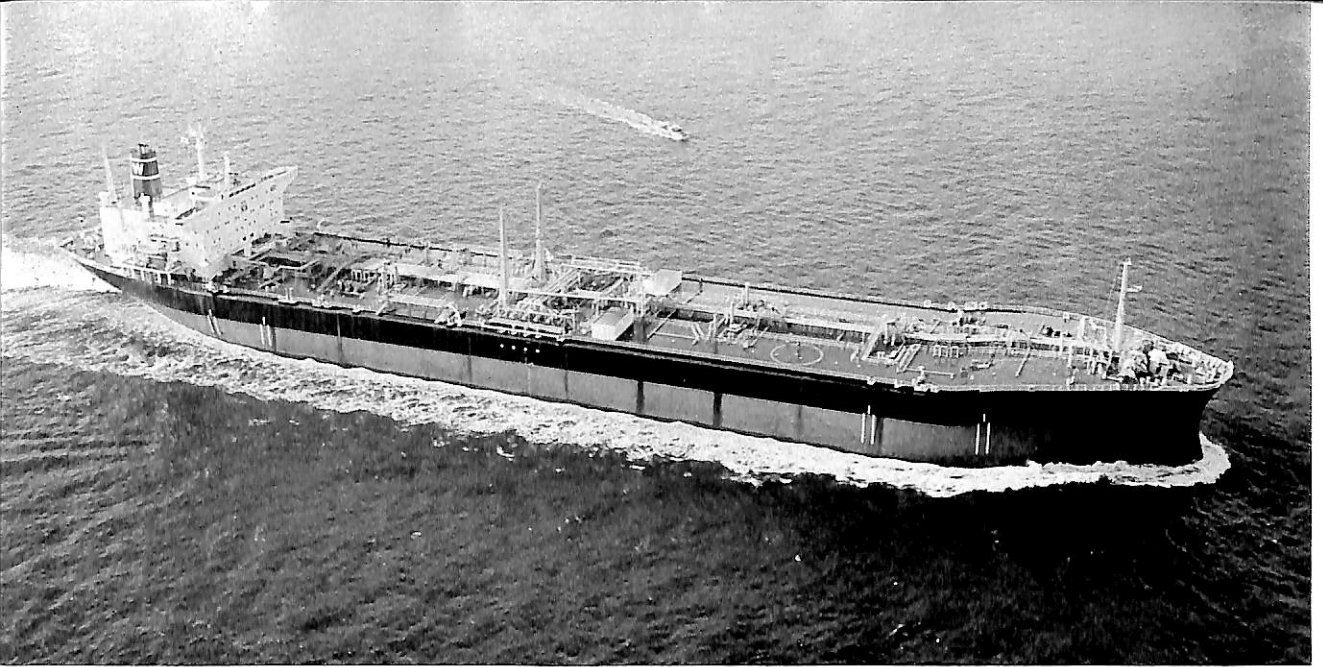
Safety Working Load	Ton	1.0~10
Slewing Radius	m	2.5~20
Hoisting Speed	m/min	5~30
Lift	m	10~40



●標準仕様のほか、ご要望に応じて製造もいたします。

**NIPPON ICAN LTD.**

東京都中央区新富1-1-1 新四ビル5F 104  
 TEL: 03(5521)1171 FAX: 03(5588)1045P Cable: ICANSHIP TOKYO  
 神戸営業所 兵庫県神戸市生田区中町3-5 桑井ビル4F TEL: 078(351)6870 TELEX: 5622672 ICALPSJ



ワールド フェイム  
輸出油槽船 **WORLD FAME** (世凡)

船主 Hyrax Shipping Company S. A. (Panama)  
 今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1082番船) 起工 54-12-19 進水 55-7-13 竣工 55-10-9  
 全長 243.83m 垂線間長 235.00m 型幅 42.00m 型深 18.50m 満載喫水 13.027m  
 満載排水量 107,435t 総噸数 41,911.79T 純噸数 29,233.00T 載貨重量 88,836t  
 貨物油槽容積 102,616.7m<sup>3</sup> 主荷油ポンプ 2,500m<sup>3</sup>/h×125m×3 デリック 10L×2  
 燃料油槽 4,264.87m<sup>3</sup> 燃料消費量 59t/day 清水槽 595.37m<sup>3</sup> 主機械 日立 B&W 6L90GFC型  
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 20,500PS (94rpm) (常用) 17,400PS (89rpm)  
 プロペラ 4翼 1軸 補汽缶 MAC型水管式 16.0kg/cm<sup>2</sup>×55,000kg/h 5kg/cm<sup>2</sup>×4,000kg/h  
 発電機 ヤンマー 6GL-UT型 800kVA×2 無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 50W×1 受(主) 全波×1  
 (補) 全波×1 航海計器 ロラン オメガ レーダー 速力 (試運転最大) 16.317kn (満載航海) 15.75kn  
 航続距離 21,200浬 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 35名

イースタン ベンチャー  
輸出油槽船 **EASTERN VENTURE**

船主 Beeston Shipping Ltd. (Liberia)  
 三井造船株式会社千葉事業所建造(第1207番船) 起工 55-3-17 進水 55-8-3 竣工 55-12-5  
 全長 204.504m 垂線間長 196.000m 型幅 39.000m 型深 19.500m 満載喫水 11.850m  
 総噸数 33,769.72T 純噸数 22,043.55T 載貨重量 55,700t 貨物油槽容積 75,618.5m<sup>3</sup>  
 主荷油ポンプ 2,000m<sup>3</sup>/h×10kg/cm<sup>2</sup>G×サクシオンヘッド-5m×3 燃料油槽 2,772.6m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 49.5t/day 清水槽 497.1m<sup>3</sup> 主機械 三井 B&W 6L80GFC型ディーゼル機関×1  
 出力 (連続最大) 15,800PS (103rpm) (常用) 14,400PS (100rpm) フロペラ 5翼 1軸  
 補汽缶 三井二胴水管式 WTA-30M×1 発電機 ダイハツ 6PSHTc-26D型 580kW×3,  
 三井ドイツ F8L413F型 100kW×1 無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 130W×1 受(主) 全波×1  
 (補) 全波×1 VHF 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) 15.97kn (満載航海) 15.05kn 航海距離 17,300浬 船級・区域資格 LR 遠洋  
 船型 平甲板型 乗組員 38名 UMS 適用, MARPOL '73 & PROTCOL '78適用





オーシャン レインボウ  
輸出油槽船 **OCEAN RAINBOW**

船主 Ocean Express Corp. (Liberia)  
 株式会社金指造船所豊橋工場建造(第1300番船) 起工 55-5-15 進水 55-7-26 竣工 55-12-16  
 全長 180.16m 垂線間長 170.00m 型幅 31.00m 型深 16.60m 満載喫水 11.016m  
 総噸数 21,245.73T 純噸数 13,790.18T 載貨重量 39,258t 貨物油槽容積 46,823m<sup>3</sup>  
 主荷油ポンプ 1,000m<sup>3</sup>/h×120m×3 デリック 7.5t×2 燃料油槽 2,317m<sup>3</sup> 燃料消費量 33.4t/day  
 清水槽 319m<sup>3</sup> 主機械 神発 6UEC60/150H型ディーゼル機関×1 出力(連続最大) 10,800PS (128rpm)  
 (常用) 9,720PS (124rpm) プロペラ 4翼 1軸 補汽缶 ガデリウスサンロッド CPH-140型×2  
 発電機 ブラッシュレス×2 (原) ダイハツ 6PSHTc-26D型 840PS×720rpm×2 無線装置 送(主) 1.5kW×1  
 (補) 130W×1 受(主) 1 (補) 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) 16.098kn (満載航海) 15.0kn 航続距離 22,419浬 船級・区域資格 NK 遠洋  
 船型 平甲板型 乗組員 35名

— 14 —

シーワイエス マリナー

輸出油槽船 **CYS MARINER**

船主 Beagle Shipping Ltd. (Hong Kong)  
 常石造船株式会社建造(第453番船) 起工 55-2-29 進水 55-5-13 竣工 55-10-9  
 全長 170.500m 垂線間長 161.000m 型幅 30.000m 型深 16.500m 満載喫水 11.025m  
 総噸数 23,115.05T 純噸数 13,243.61T 載貨重量 36,384t 貨物油槽容積 44,222.2m<sup>3</sup>  
 主荷油ポンプ 2,710m<sup>3</sup>/h×110m×12 デリック 10t×2 燃料油槽 1,850.0m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 36.3t/day 清水槽 526.7m<sup>3</sup> 主機械 IHI SEMT Pielstick 18PC2-5V型ディーゼル機関×1  
 出力(連続最大) 11,700PS (520rpm) (常用) 9,945PS (493rpm) フロペラ 5翼 1軸  
 補汽缶 16t/h×8.5kg/cm<sup>2</sup>G 発電機 (タービン) 三菱 500kW×1, 新興 DN12-3 (500kW)×1  
 (ディーゼル) 三菱 500kW×1, (原) ダイハツ 6PSHb-26D型×750PS×1, 三菱 1,000kW×2, (原) ダイハツ 6DSb-28型  
 ×1,500PS×2 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 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大) 14.5kn(ギャランティースピード)  
 (満載航海) 14.2kn 航続距離 16,000浬 船級・区域資格 BV 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 40名  
 ・貨物艙内特殊塗装施工 貨物油ポンプは 1ポンプ/1タンク式







輸出コンテナ船 **KOREAN CHANCE**

船主 Cho Yang Shipping Co., Ltd. (韓国)  
 川崎重工株式会社神戸工場建造(第1327番船) 起工 55-4-14 進水 55-8-12 竣工 55-12-11  
 全長 212.90m 垂線間長 198.00m 型幅 32.20m 型深 18.60m 満載喫水 12.025m  
 総噸数 29,362.13T 純噸数 17,142.61T 載貨重量 34,274t 艙口数 26  
 Cont.搭載数 834-TEU (上甲板上) 947-TEU (倉内) 燃料油槽 4,367.3m<sup>3</sup> 燃料消費量 121.4t/day  
 清水槽 575m<sup>3</sup> 主機機 川崎 MAN K10SZ 90/160BL型ディーゼル機関×1  
 出力 (連続最大) 36,700PS (110rpm) (常用) 33,030PS (106rpm) プロペラ 4翼 1軸  
 補汽缶 横煙管式縦型×1 発電機 大洋電気 900kVA×3 (原) ダイハツ ディーゼル×3  
 無線装置 送(主) 1.2kW×1 (補) 130W×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) 26.974kn (満載航海) 23.2kn  
 航続距離 16,500哩 船級・区域資格 NK/KRS 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 29名  
 同型船 とらんすわーど ぶりっじ

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

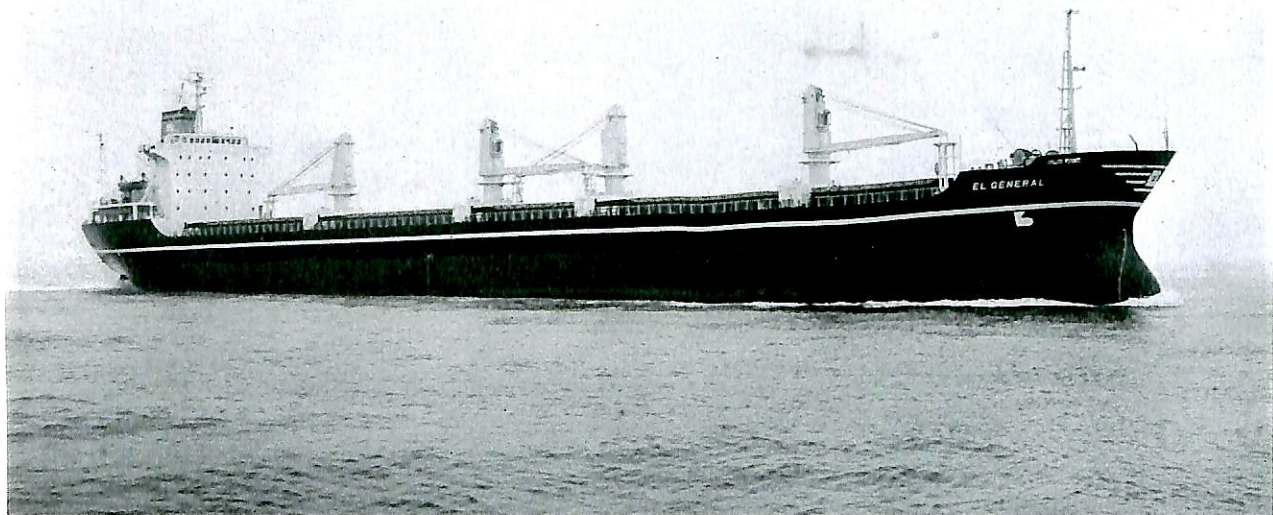
SOLAS 承認

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西 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



# FLUME SAVES FUEL EASY AS 1

*Rolling increases  
resistance and  
fuel consumption*

# 2 3

*Bilge keels increase  
resistance and  
fuel consumption*

*The Flume Stabilization System  
reduces rolling more effectively  
than bilge keels, without loss of  
cubic or deadweight and provides  
substantial savings in fuel cost.*

For free fuel saving brochure, write:



**FLUME  
STABILIZATION  
SYSTEMS**

Suite 3000  
One World Trade Center  
New York, New York 10048

輸出貨物船

イーエル ジェネラル  
**EL GENERAL**

船主 Liberian Transport Navigation S.A. (Panama)

日本海重工業株式会社建造(第212番船)

起工 55-1-16 進水 55-6-30

竣工 55-9-24 全長 191.29m

垂線間長 182.80m 型幅 22.86m

型深 13.50m 満載喫水 9.472m

総噸数 16,091.61T 純噸数 11,288.10T

載貨重量 27,311t 貨物艙容積 (ベール) 32,839m<sup>3</sup>

(グレーン) 34,312m<sup>3</sup> 艙口数 5

クレーン 25t×4 燃料油槽 1,690m<sup>3</sup>

燃料消費量 32.48t/day 清水槽 216m<sup>3</sup>

主機械 三井 B&W 8L55GFC型ディーゼル機関×1

出力 (連続最大) 10,700PS (150rpm)

(常用) 9,760PS (145rpm)

プロペラ 4翼 1軸

補汽缶 コクラン コンボジット型×1

発電機 ヤンマー S185L-ST 600PS×900rpm

×500kVA×3

無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 50W×1

受(主) 全波×1 (補) 全波×1

航海計器 ロラン レーダー

速力 (試運転最大) 16.925kn (満載航海) 14.7kn

航続距離 16,000浬 船級・区域資格 LR 遠洋

船型 船首楼付船尾機関型 乗組員 35名



輸出RO/RO貨物船 喜峰口

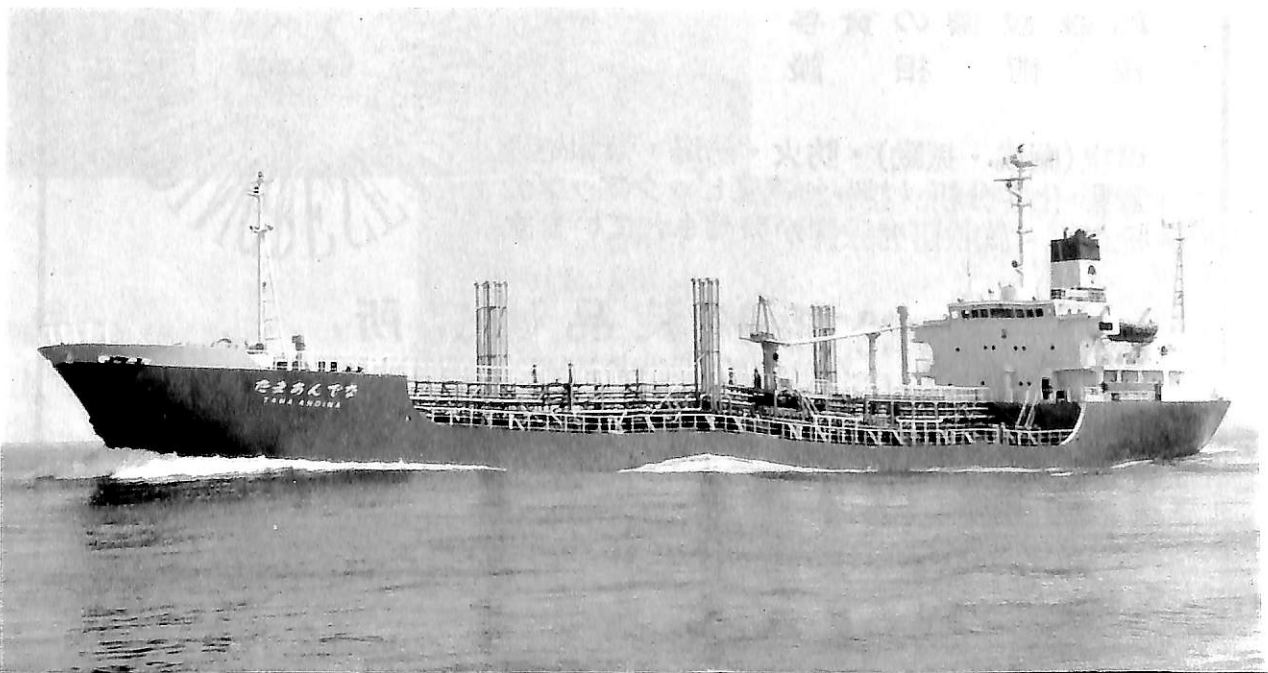
XI FENG KOU

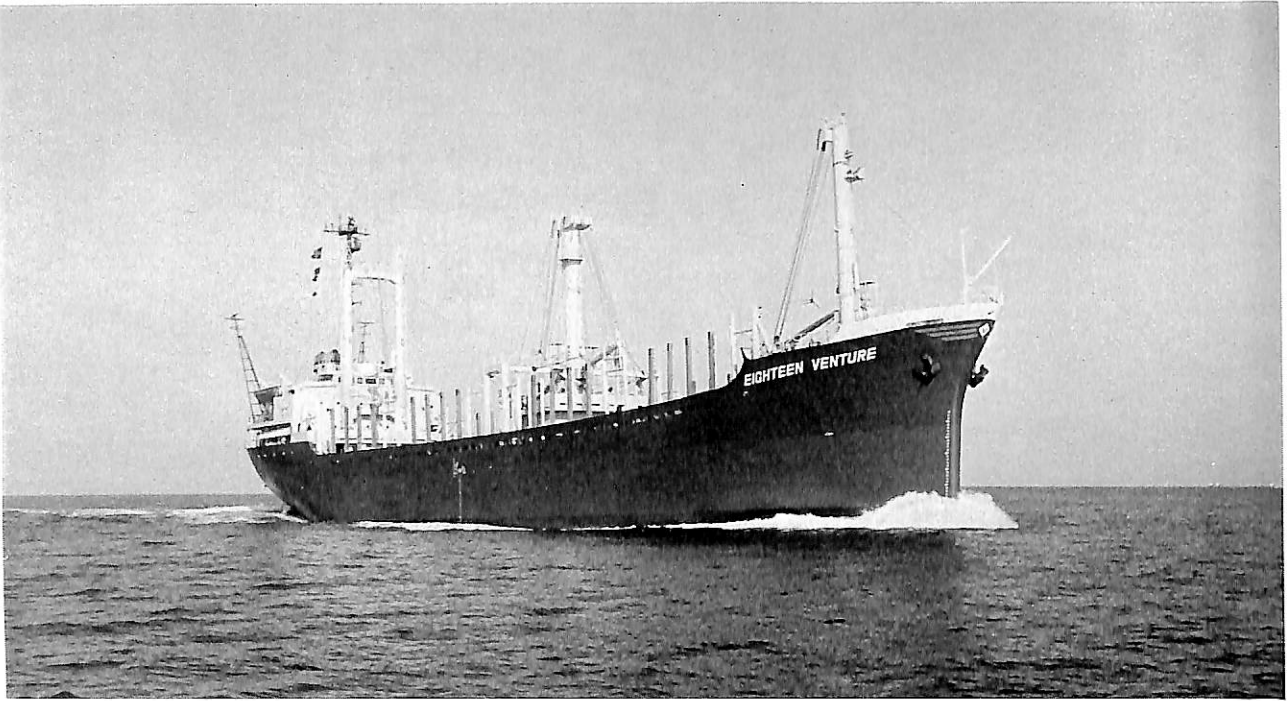
船主 China Merchants Steam Navigation Co., Ltd (中国)  
 川崎重工業株式会社坂出工場建造(第1319番船) 起工 55-4-24 進水 55-6-20 竣工 55-10-7  
 全長 176.98m 垂線間長 160.00m 型幅 26.50m 型深 18.50m 満載喫水 8.522m  
 総噸数 12,321.31T 純噸数 5,159.23T 載貨重量 14,019t 貨物艙容積 (ペール) 34,320m<sup>3</sup>  
 Car・Cont.搭載数 209×40ft, 4×30ft トレーラー又は 753 TEU コンテナ 燃料油槽 1,775.3m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 50.8t/day 清水槽 634.0m<sup>3</sup> 主機械 川崎 MAN 7L52/55A型ディーゼル機関×1  
 8L52/55A型×1 出力 (連続最大) (7,385+8,440)PS×1 (450rpm) (常用) (6,650+7,600)PS×1 (434rpm)  
 プロペラ 4翼 1軸 CPP 補汽缶 油焚 1,500kg/h×7kg/cm<sup>2</sup>G×1 排ガス 1,000kg/h×7kg/cm<sup>2</sup>G×2  
 発電機 (主機) 1,400kVA×400V×1 (ディーゼル) 1,360kVA×400V×2 70kVA×400V×1  
 無線装置 送(主) 1.5kW×2 (補) 130W×1 受(主) 全波×2 (補) 全波×1 船舶電話 VHF  
 航海計器 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力 (試運転最大) 21.045kn (満載航海) 18.60kn  
 航続距離 13,250浬 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 43名 同型船 古北口

輸出ケミカル運搬船 たまあんでな

TAMA ANDINA

船主 Apo Maritime Corp. (Panama)  
 本田造船株式会社建造(第683番船) 起工 55-3-9 進水 55-6-25 竣工 55-10-6  
 全長 111.55m 垂線間長 105.00m 型幅 16.50m 型深 8.50m 満載喫水 7.012m  
 満載排水量 6,986.31t 総噸数 3,910.24T 純噸数 2,613.12T 載貨重量 6,986.31t  
 貨物油槽容積 7,701.84m<sup>3</sup> 主荷油ポンプ 100m<sup>3</sup>/h×80m×12, 50m<sup>3</sup>/h×80m×8 燃料油槽 531.93m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 14t/day 清水槽 284.48m<sup>3</sup> 主機械 赤阪 6UET 45/80D型ディーゼル機関×1  
 出力 (連続最大) 4,500PS (230rpm) (常用) 3,825PS (218rpm) プロペラ 4翼 1軸  
 補汽缶 VW-100W型 10kg/cm<sup>2</sup>×2 発電機 大洋電機 343.8kVA×2 (原) ヤンマー 420PS×2  
 無線装置 送(主) 1kW×1 (補) 75W×1 受(主) 全波×1 船舶電話 VHF 航海計器 ロラン レーダー  
 速力 (試運転最大) 14.302kn (満載航海) 13.949kn 航続距離 9,950浬 船級・区域資格 NK 遠洋  
 船型 ケミカルタンカー-A型 乗組員 22名





エイティーン ベンチャー  
輸出貨物船 EIGHTEEN VENTURE

船主 Dignity Carriers Inc. (Liberia)  
 岩城造船株式会社建造(第18番船) 起工 55-6-4 進水 55-8-26 竣工 55-10-25  
 全長 106.53m 垂線間長 98.60m 型幅 16.33m 型深 8.40m 満載喫水 6.84m  
 満載排水量 8,660t 総噸数 3,833.08T 純噸数 2,687.50T 載貨重量 6,623t  
 貨物艙容積 (ベール) 7,912.6m<sup>3</sup> (グレーン) 8,581.2m<sup>3</sup> 艙口数 2 クレーン 15t×2 25t×2  
 燃料油槽 620m<sup>3</sup> 燃料消費量 12t/day 清水槽 144m<sup>3</sup> 主機械 赤阪 6UET 45/75C型  
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 3,800PS (230rpm) (常用) 3,230PS (218rpm)  
 プロペラ 4翼 1軸 補汽缶 豎水管式 発電機 ヤンマー 200kVA×445V×60Hz×3  
 無線装置 送(主) 100kW×1 (補) 75W×11 受(主) 1 (補) 船舶電話  
 航海計器 ロラン オメガ レーダー 速力 (試運転最大) 15.955kn (満載航海) 12.5kn  
 航続距離 10,500浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 ウェル甲板型 乗組員 27名

## 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



## 船舶艙装品研究所

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)

## 56万 DWT 改造タンカー完工 “SEAWISE GIANT”

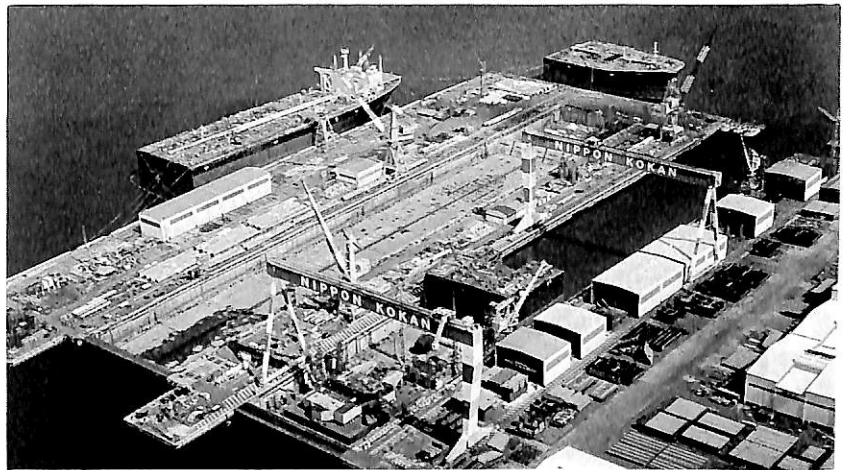
香港 C. Y. Tung グループ Universal Petroleum Carriers, Inc. 所有のタンカー “SEAWISE GIANT” (住友重機械工業(株)で54年12月竣工, 本誌 Vol. 33 No. 1 に写真・要目紹介) の42万 DWT から56万 DWT への改造工事が昨年7月より日本鋼管(株)津製作所で行なわれていたが, 12月12日工事を完了し契約者である住友重機械工業(株)を経て引渡しされた。改造工事は, 船体中央部 (81.45mL) を新造し, 船首より114mの所を切断してその間に新中央部を挿入, 船体延長をしたものである。

### 主要目

	改 造 前	改 造 後
全 長	377m	458.45m
垂線間長	358m	440m
型 幅	68.8m	68.8m
喫 水	23.621m	24.563m
載貨重量	422,018 t	564,763 t
主 機 関	住友 Stal-Laval AP型(T)50,000PS	
速 力	試運転最大 17.81kn, 航海 16.47kn	

改造延長工事のため分離された船体  
中央の建造ドック内は新船体中央部  
(81.45m)

上部は切断された船首部  
左方は切断された船体部



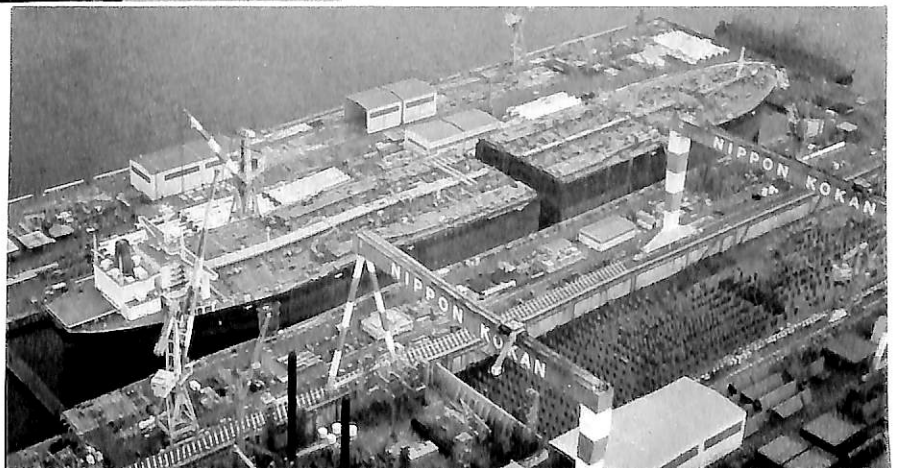
旧船体船首部 (前方) と新船体部 (手前)  
との接合 (55-9-中旬)

修理ドック (延長 500 m) での船体  
船首部と船尾部の接合

(55-10-初旬)

出 渠 (55-11-初旬)

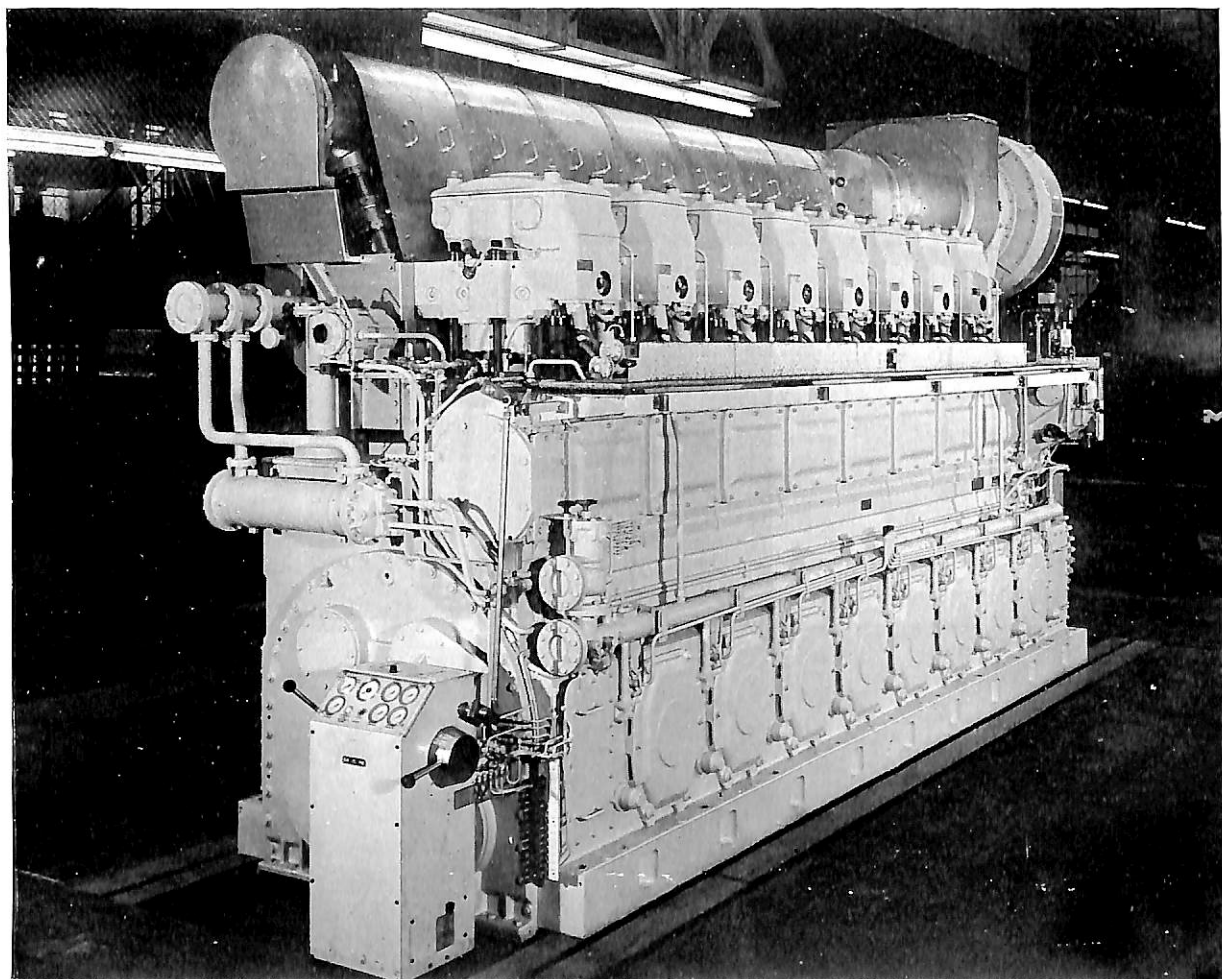
※ 従来の最大タンカーはフランス  
の「ビエール ジョーマ」(555,031  
DWT) である。



# M·A·N

## 中速機関 L/V40/45

### 550kW/cyl (750PS/cyl) 600rpm



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

神戸サービスベース

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

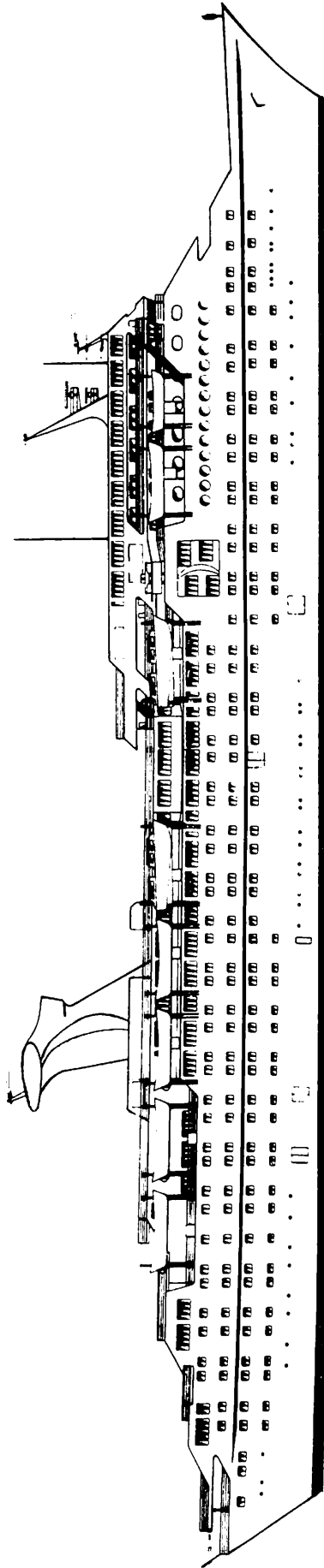


Home Lines' "MS ATLANTIC"

30,000-ton cruise liner under construction at CMIM in La Seyne, France  
Delivery schedule December 1981

速水育三氏提供

# Nyb. 234.



Carnival Cruise Lines' MS "TROPICALE"

30,000-ton cruise liner, under construction at Aalborg Vaerft, Aalborg, Denmark  
Delivery schedule February 1982





Model of "MS TROPICALE"



MS ATLANTIC

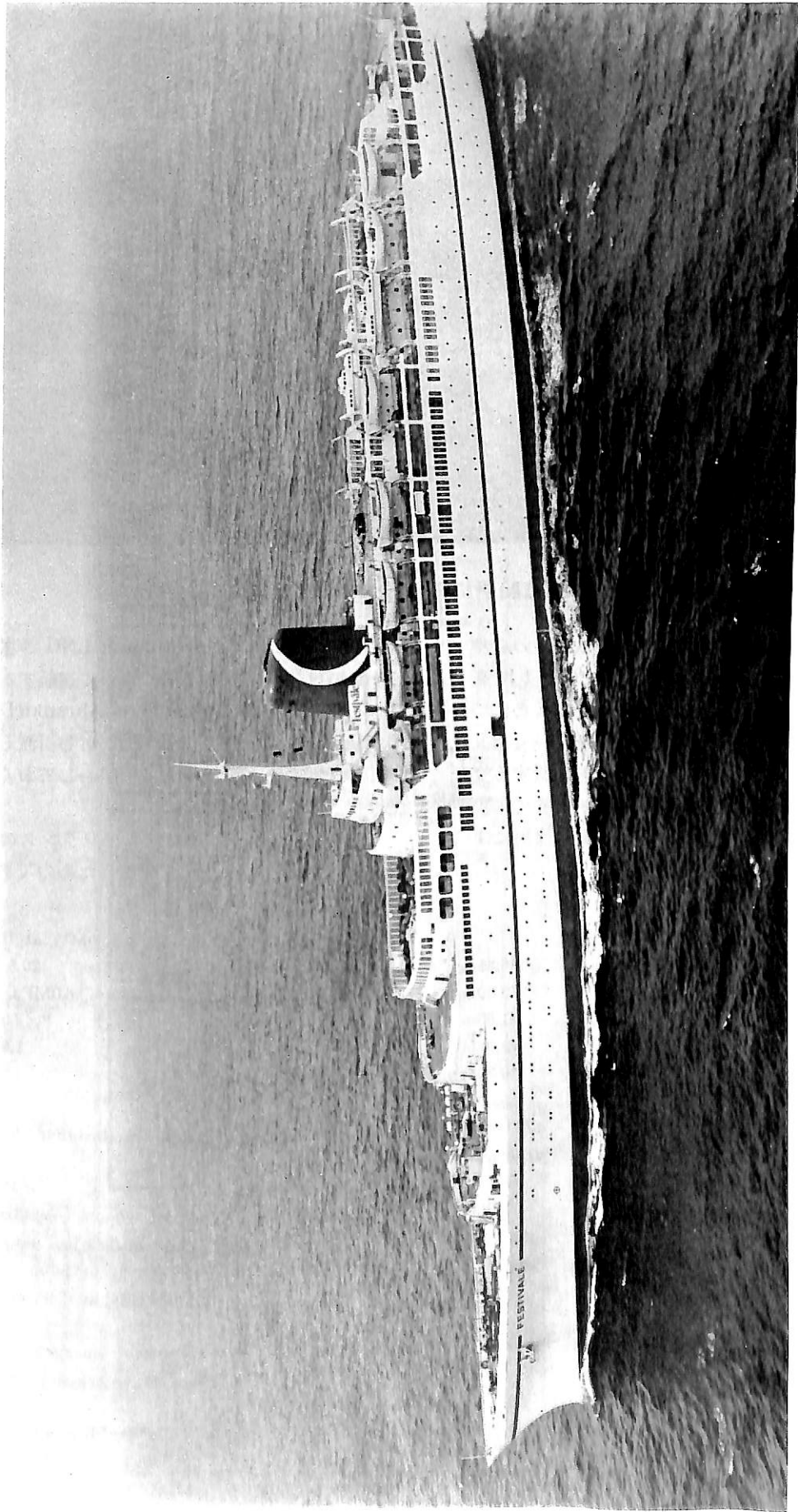
Characteristics

Shipowner	Home Lines Inc., USA	Passenger cabins	554 cabins
Shipbuilder	Constructions Navales et Industrielles de la Méditerranée, France	Crew 43 officers & personnel members	447 crew
Classification	ABS et BV	Public rooms	
Delivery schedule	December 1981	<u>Lido deck</u>	
Length overall	204.70m	Observation room	146 seats
Length at load water line	179.92m	Rendez-Vous Bar	54 seats
Length between perpendiculars	172m	Quiet room 50 seats, Lido Bar	67 seats
Breadth moulded to saloondeck	22.75m	Lido snack	55 seats
Full load draught from B.L.	7.38	Swimming pool	386 seats
Total deadweight	4,800metric tons	<u>Saloon deck</u>	
Machinery	2 diesel engines of GMT B. 600.10 type M.C.O.	Main lounge	430 seats
Output	30,000hp at 160rpm	Night Club 415seats, Discotheque	130 seats
Speed	23.6 knots in trial conditions	Two galleries with shops, casino and gambling rooms	
Electric power	4 generators (1,700kW, each)	<u>B deck</u>	
Passenger capacity	1,278 persons	Cinema	251 seats
Passenger cabins	6 suites	<u>D deck</u>	
		Dining room	630 seats

MS TROPICALE

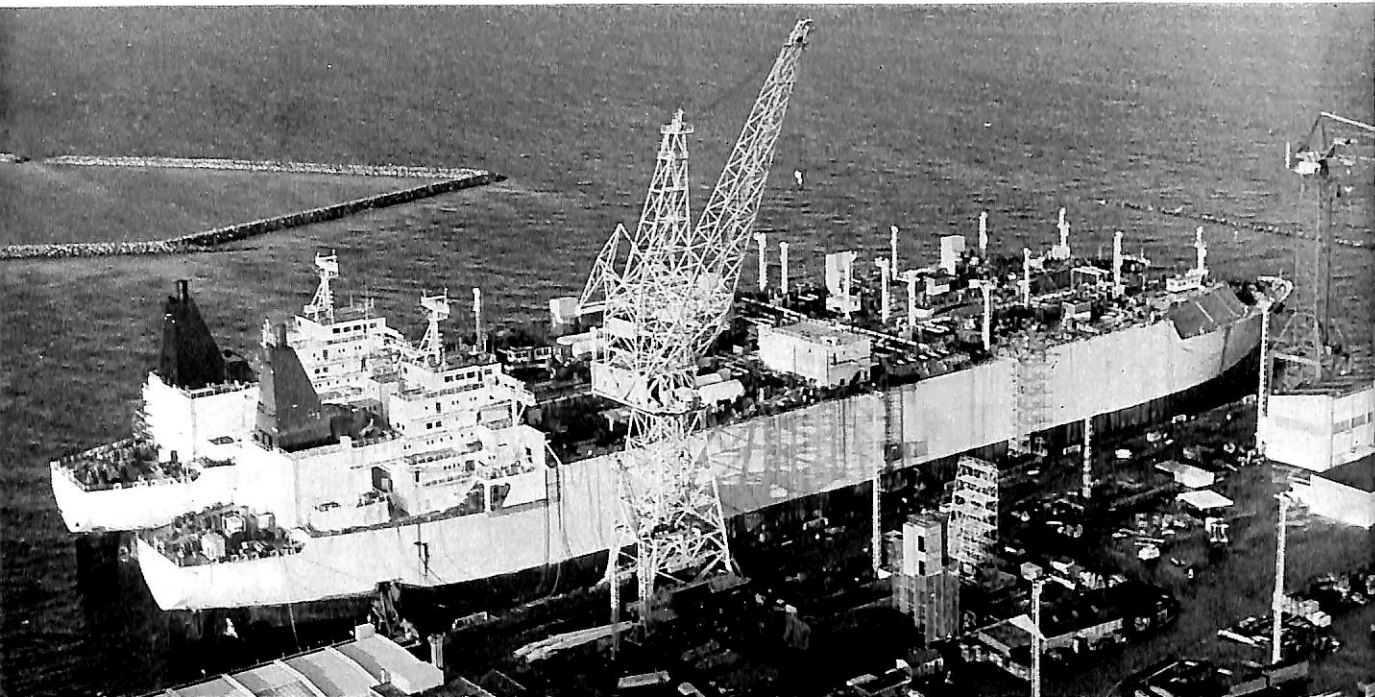
Characteristics

Shipowner	Carnival Cruise Lines, USA	Officers, staff & crew cabins	
Shipbuilder	Aalborg Vaerft, Denmark	de luxe suites	(1 p.) 2
Classification	LRS	excl, suite with private facilities	(1 p.) 7
Delivery schedule	February 1982	Crew cabin with private facilities	(1 p.) 72
Length overall	204m		(2 p.) 35
Length between perpendiculars	177m	Crew cabin without private facilities	
Breadth	26.3m		(1 p.) 16
Depth moulded to 6th deck	18.1m		(2 p.) 167
Depth moulded to 3rd deck	9m		299 (501 p.) in total
Gross tonnage	30,000tons	Public rooms	
Deadweight at draught 7m	5,600tons	Deck 4 Dining saloon	900m <sup>2</sup>
Machinery	2 slow-speed diesels	Deck 7 Main lounge	800m <sup>2</sup>
Output	26,000hp	Deck 8 Discotheque	250m <sup>2</sup>
Speed	21knots	Shopping area	350m <sup>2</sup>
Passenger capacity	1,350 persons	Casino/Casino lounge	450m <sup>2</sup>
Passenger cabins		Forward lounge	650m <sup>2</sup>
Outside (2 p.) 314,	inside (2 p.) 185	Lido bar & grill	1,300m <sup>2</sup>
deluxe (2 p.) 12	total 511		



Carnival Cruise Lines' "SS FESTIVALE" 38,175 gross tons

converted and completely refurbished in 1978  
at the Kobe Shipyard, Kawasaki Heavy Industries



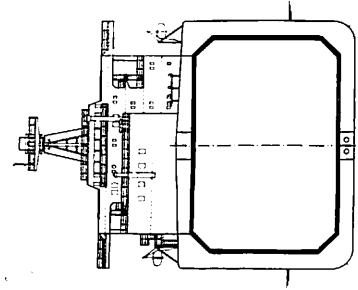
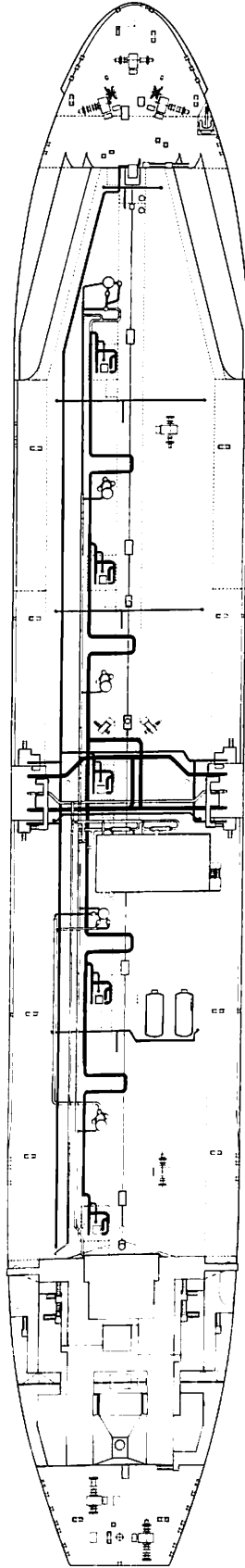
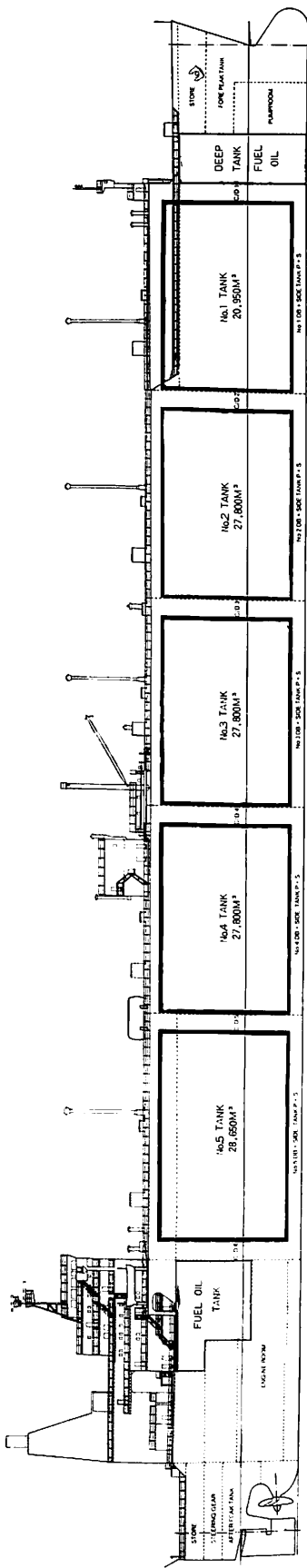
### Kockums 造船所にて建造中の LNG 船

Kockums AB (Sweden) は現在艤装中の2隻の LNG 運搬船 (133,000m<sup>3</sup> 積み) の内1隻を West German Consortium に売却することについての内諾を得た。そして、第2船についても又オプションを承認している。売買契約に関する交渉は始まっており遅くも1981年6月30日までに引渡される予定である。契約はスウェーデン当局による認可が必要である。

West German Consortium は LNG 運搬船をドイツの旗の下に国際市場において運航する予定である。運航者は Tankreederei Ahrenkiel GmbH, Hamburg を予定している。もし引渡し日に積荷がない時は Kockums に保船をしておく事になろう。

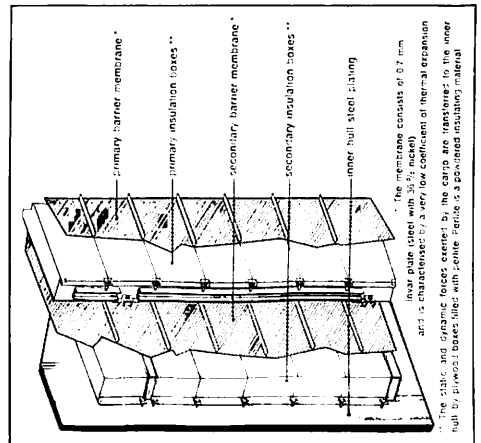
搭載の LNG タンクシステムはフランスの Gaz Transport によって設計開発されたものである。

<b>Main characteristics</b>		<b>Maximum output</b>	30.0MW at 108rpm
Length overall	286.85m	<b>Trial speed at 10.7m draught</b>	20.6 knots
Length between pp	275.00m	<b>Maximum evaporation</b>	2×70t/h, 6.0MPa, 510°C
Breadth moulded	41.80m	<b>Turbine alternators</b>	2×2,500kW
Depth moulded	28.08m	<b>Diesel alternator</b>	1,600kW
Draught design	10.70m	<b>Emergency alternator</b>	300kW
Draught scantling	13.50m	<b>Cargo system</b>	
Cargo tanks (100% full-163°C)	133,000m <sup>3</sup>	The cargo handling system is designed for one grade of cargo.	
Max cargo density	0.480t/m <sup>3</sup>	<b>Loading/discharging time</b>	12hours
Ballast tanks (100% full)	62,000t	<b>Cargo pumps</b>	10×1,120m <sup>3</sup> /h at 145m total head at 0.48t/m <sup>3</sup> density
Fuel oil tanks (98% full)	8,000t	<b>Stripping pumps</b>	5×60m <sup>3</sup> /h at 145m total head at 0.48t/m <sup>3</sup> density
Fuel consumption (bunker C)	203t/day	One pump duct for a removable emergency pump of 400m <sup>3</sup> /h in each tank. The emergency pump is an optional extra.	
Operating range	18,000nm	<b>Ballast pump</b>	2×2,800m <sup>3</sup> /h at a total head of 40m
Diesel oil tanks (98% full)	240t	<b>Inert gas capacity</b>	12,000 <sup>3</sup> /h, dew point -45°C (News from Kockums)
Fresh water tanks(100% full)	520t		
Deadweight at 10.7m draught	66,000t		
Ton per cm immersion at 10.7m	98		
Gross tonnage	abt. 80,000T		
Net tonnage	abt. 50,000T		
<b>Machinery</b>			
Propulsion machinery	Kockums-Stal-Laval steam turbine machinery		



LNG Carrier 133,000m<sup>3</sup> General Arrangement

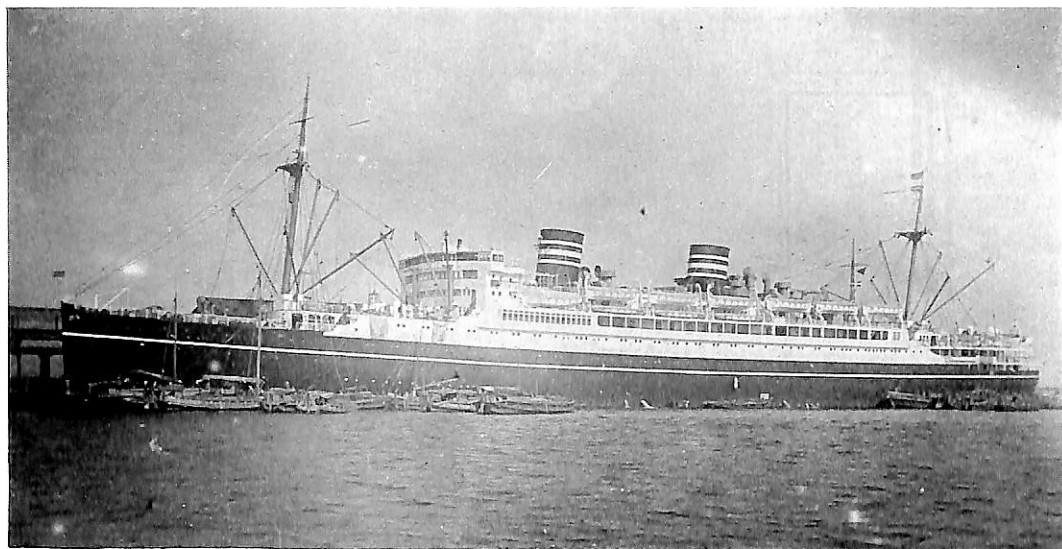
◀ The tank system aboard the LNG Carrier



# 日本商船隊の懐古

山田早苗氏提供

## 貨客船 龍 田 丸 日本郵船株式会社



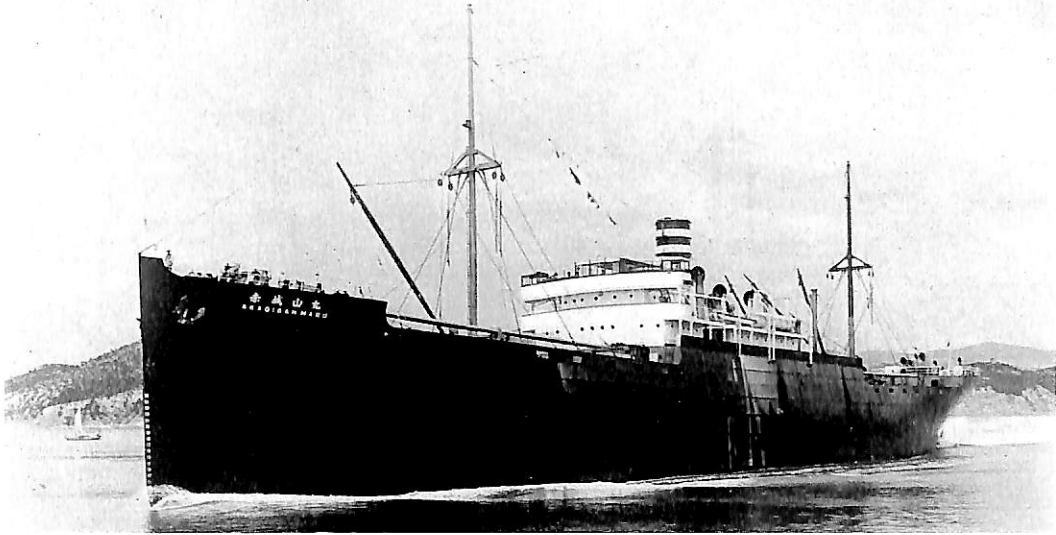
三菱重工業長崎造船所建造(第451番船)	船舶番号 35362	船舶信号 JFYC	起工 昭2-12-3
進水 4-4-12	竣工 5-3-15	全長 178.0m	型幅 21.98m
型深 12.98m	満載喫水 8.71m	満載排水量 21,800.0t	総噸数 16,975.0T
純噸数 10,017.0T	純噸数 10,017.0T	主機械 三菱ズルツァー車動2衝式8筒ディーゼル機関×4	
載貨重量 8,170.0t	貨物艙容積 301,600ft <sup>3</sup>	出力(連続最大) 20,663PS (計画) 16,000PS	速力(試運転最大) 21.232kn (満載航海) 19.0kn
船級・区域資格 逋信省 第1級船 遠洋区域	ロイド 100A1 with free board LMC. RMC.	鋼船	乗組員 329名
旅客 1等239名, 2等96名, 3等504名	姉妹船 浅間丸		船籍港 東京

かねてより経営不振をつづけていた東洋汽船は大正15年3月遂に日本郵船と合併、サンフランシスコ航路も船も同社が運航することになった。しかし、これらの船はすでに建造後15年以上を経過し、グララー(船のプレゼンメント型やカナダ太平洋汽船のエンフレス型の優秀船に比して著しく劣っていた。元来両社の合併の目的は、日本郵船の手によってこの劣勢を挽回することにあり、早速日本郵船では政府の援助のもとに優秀大型船3隻を建造することになり、秩父丸(本誌、32巻7号46頁)を横浜船渠へ、浅間丸(同32巻12号30頁)と本船を三菱長崎に発注した。本船は3隻のうちの第3船で、進水後艙装中の昭和5年2月6日午後2時右舷中央配膳室付近から出火し12の船室に延焼する事故があったが大事に至らず消火した。損害は2万5千円であった。

本船と浅間丸とは大きな相違点はないが浅間丸の成績に基づいてあらゆる点で改良が加えられ出来ばえは良かったと云われている。室内装飾は浅間丸と同様に初期のジョージアンスタイルであったが、色調の点ではどちらかと云うと明るさに重をおいた配色であった。又客室家具・調理道具・洗濯機械・衛生器具に至るまで艙装品の大部分は世界一流の外国製品を採用して外国人船客の誘致につとめた。このことは国産の船舶用品メーカーの技術向上に大きく貢献した。船内売店は高島屋が担当した。船価は1,121万5千円であった。昭和4年12月27日より

長崎県三重沖にて公試運転を実施し、最高速力21.232ノットを記録し浅間丸を上回った。昭和4年4月25日横浜を出港し処女航海につき、横浜サンフランシスコ間を12日9時間14分で結んだ。昭和13年7月28日横浜帰着をもって太平洋横断100回を記録し、その間の航走距離77万哩、輸送した船客83,000名に達した。昭和16年10月15日最後のサンフランシスコ向け定期配船では、真珠湾攻撃に向う特殊潜航艇の中島艇長外2名を事務員として乗船させ、本船はわざわざ真珠湾口に接近、湾内の状態を直接見るチャンスを作り11月14日横浜に帰着した。次の航海は12月2日横浜を出港したが、これはアメリカに対する奇襲攻撃の目をそらすための偽装出帆で12月8日の開戦とともに直ちに反転、艦艇・航空機の護衛で12月14日横浜にもどる。昭和17年1月17日海軍に徴備され、トラック、フィリピン方面へ運送船として活躍したが、同年7月2日、日英交換船になるため一旦徴備を解除され、7月30日英クレーギー大使など928名を乗せ、8月27日アフリカ、ロレンソマルケスにて877名の日本人と交換、9月27日横浜にもどり、12月11日再び海軍に徴備され運送船となる。昭和18年2月8日午後4時トラックに向う軍人1,223名軍属60名を乗せ横濱賀を出港、駆逐艦「山雲」の護衛で南下中、同日午後10時15分伊豆御蔵島の東40哩にて米潜 Tarpon (SS 175) の雷撃で37分船尾より海中に没した。木村庄平船長以下全員が死亡した。

## 貨物船 赤城山丸 三井物産船舶部



三井物産造船部玉工場建造(第63番船)		船舶番号 30033		船舶信号 SQMD→JYIA	
起工 大12-5-12	進水 13-3-20	竣工 13-7-18	全長 118.56m	垂線間長 114.30m	
型幅 15.24m	型深 9.14m	満載喫水 7.34m	満載排水量 4,441.0t	総噸数 4,715.0T	
純噸数 2,801.0T		載貨重量 7,012.0t	貨物艙容積 (グレーン)320,000ft <sup>3</sup>		
主機械 デンマーク B&W 社製4サイクル単動空気噴油式クロスヘッド型複汽筒ディーゼル機関×1					
出力 (連続最大) 2,421PS (計画) 1,600PS			速力 (試運転最大) 12.067kn (満載航海) 10.25kn		
船級・区域資格 通信省 第1級船 遠洋区域 ロイド 100A1 LMC DBS				姉妹船 秋葉山丸 船籍港 神戸	

1920年(大正9年)から1928年(昭和3年)にかけて世界で建造された新造船の主機械について、蒸気タービンとディーゼル機関の比率をみると、タービン船は1928年には1920年の1/5に減少したのに対しディーゼル船は1928年には実に6倍に達した。我が国で建造された最初のディーゼル船は大阪商船の音戸丸(688トン)であるが、これは沿岸航路用の小型船であった。本船は所謂外航船として始めてディーゼル機関を採用したことに大きな意義があった。

船型は三島型船で機関室は船の中央部にあり、この前部に第1、第2船艙を後部に第3、第4船艙があった。

二重底は船の全長に及び、ここに5コの燃料用タンクがあり全容積は720トンに及び4カ月間無補給で航海することができた。甲板上には3トンの電動ウインチ8台を装備し、これに5トン用デリック8本が附属していた。この電動ウインチはいずれもローレンスコット型であった。操舵機はジョンヘスティー社製の電気水力式で、テレモーターによってブリッジから操縦された。

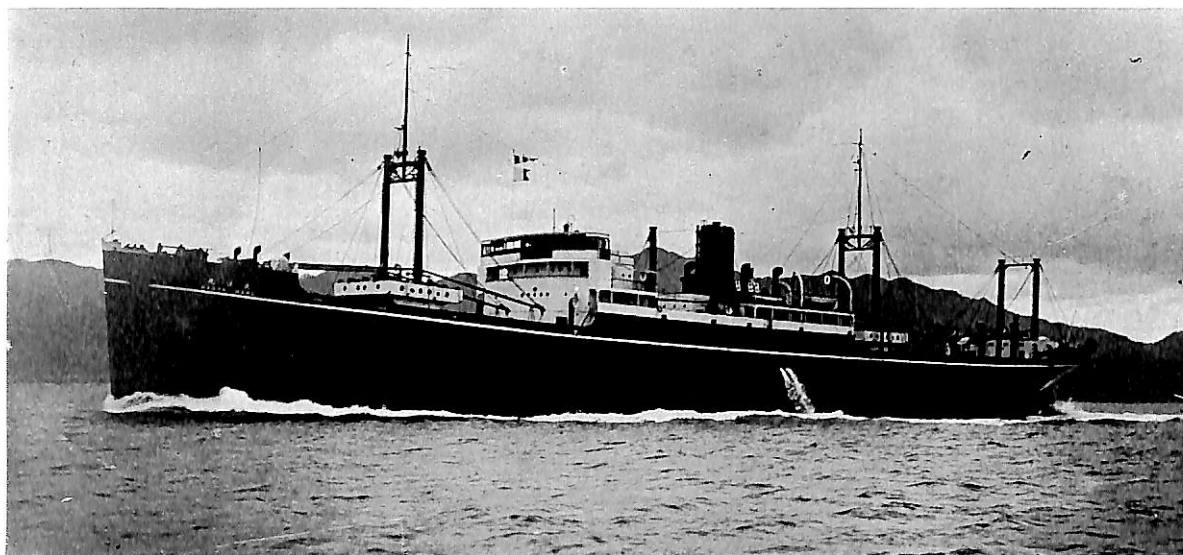
船橋楼の前方には船長室をはじめ高級船員室、無線室、海図室、食堂などが集中し、機関士室は機関室隔壁の周囲に配置されていた。

三井物産では本船にデンマーク、B&W社製のディーゼル機関を輸入してこれを装備し、一方では同型船の秋葉山丸に従来の蒸気機関を据え付けて両船を同じ航路に

就航させ、その経済性を検討した結果、ディーゼル船が燃料費、修理費、省力、高速、船内スペースの節減などの点ではるかに優れていることがわかった。

大正13年7月31日横浜を出港して北アメリカへの処女航海の途につく。当時の北米航路の就航船は彦菜山丸、伊吹山丸、金剛山丸、岩手山丸、宝永山丸、秋葉山丸、信貴山丸と本船であった。昭和7年5月よりマニラーニューヨーク間の定期船となる。昭和10年には小樽ヨーロッパ間で樽材の輸送に従事する。同年9月には満州-オーストラリア間で小麦の輸送にあたる。昭和11年3月アフリカ航路に不定期船として就航。昭和12年7月、日中事変とともにロスアンゼルス-内地間のガソリン輸送に従事。昭和13年9月マドラス航路と結合してイラン湾航路に就航。昭和16年6月より日本軍の仏印進駐に对应一部に客室設備を設けてバンコク航路に配船される。昭和16年12月海軍に徴傭され運送船となる。昭和17年2月のジャワ島攻略戦に参加し28日午後10時バンタム湾アラウン岬に部隊を揚陸した。昭和19年12月激戦のレイテへの兵力急送の第8次輸送作戦に参加。マニラより泉兵団及び星兵団を乗せ5日同地を出撃、オルモック湾に向ったが敵の妨害がはげしく、予定を変更して7日全速力でレイテ島北端のサンシドロ泊地に突入擱坐揚陸を敢行、空襲により火災を発生沈没した。北緯11度0分・東経124度40分の地点であった。(写真提供 三井造船株)

貨物船 良 洋 丸 東洋汽船株式会社



川崎造船所建造(第562番船)	船舶番号 36553	船舶信号 JFWC	起工 昭5-3-3
進水 5-9-24	竣工 6-1-15	全長 131.67m	垂線間長 126.49m
型深 9.72m	満載喫水 7.60m	総噸数 5,973.80T	純噸数 3,649.87T
貨物艙容積 (ベール)458,000ft <sup>3</sup>	(グリーン)491,762ft <sup>3</sup>	主機械 ドイツ MAN 2衝程単動空噴油式 D6Z 60/90型	載貨重量 9,101.68t
ディーゼル機関×1	出力 (連続最大) 3,931PS (計画) 3,200PS	速力 (試運転最大) 14.972kn	
(満載航海) 12.0kn	船級・区域資格 通信省 第1級船 遠洋区域	ロイド 100A1 LMC. DBS.	鋼船
姉妹船 総洋丸			船籍港 横浜

東洋汽船が北米航路用として2隻の新鋭船の建造を計画、これを浅野造船所と川崎造船所に発注した。

本船はその第1船として同型船の総洋丸(本誌33巻6号30頁)より2日早く川崎造船所で完工した。両船は主機械のみ相違していた。即ち本船には川崎造船所としては初のドイツ製MAN社のディーゼル機関を、総洋丸にはスイス製ズルツァー社のものを装備した。

完成後直ちに川崎汽船に備船され北米航路に配船、往航は雑貨・生糸、復航は木材・穀類・雑貨を積載した。

昭和9年12月より三井物産船舶部が長期備船し、華南、南洋方面に配船した。

昭和16年11月19日陸軍に徴備され詫門を経て12月4日海南島三亜を出港、12月7日タイ湾フコク島南のG点に集結、12月8日マレー半島東岸チュンボン沖に到着、午前3時直ちに第5師団宇野支隊の一部歩兵第143聯隊・山砲第55聯隊第4中隊などを敵前揚陸し、28日に広東にもどる。昭和17年1月12日ジャワ島攻略に向う東方支隊の砲兵大隊の主力及び歩兵の一部をのせ香港を出港、第8駆逐隊の荒潮、朝潮の護衛で1月19日19時30分ダバオに集結、1月27日ダバオ発、31日午前0時30分アンボン泊地に進入、ローテン東方地区に敵前揚陸する。

昭和17年2月17日、クーバン攻略に向う東方支隊の主力を乗せ午前5時アンボンを出港、アロール水道を経てチモール島西方を迂回し、3月20日午前2時35分マリ-

岬東西の海岸に部隊を揚陸する。

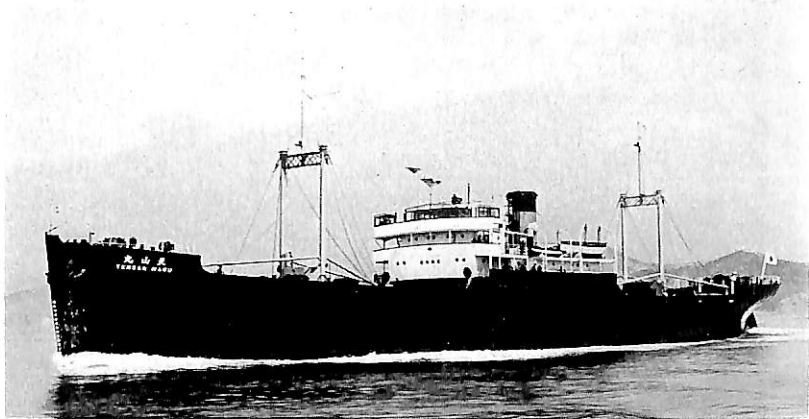
昭和17年7月9日南海支隊の横山先遣隊主力を乗せてパラオを出撃、綾戸山丸とともにラバウルを経由し21日午後7時ニューギニアのゴナに部隊を敵前揚陸する。この部隊は陸路ポートモレスビーに向い、本船は24日ラバウルにもどる。同月27日には再びラバウルを出撃、ニューギニアに対する第2次ブナ輸送に加わり、29日空襲下のパザブア直前のキラートン岬75度6,700mで擱座、自力で脱出、揚陸を開始したが途中で中止し、30日早朝パザブアを離れ再突入せんとしたが、機関の故障により8月1日ラバウルにもどる。つづいて8月17日第3次ブナ輸送のため南海支隊の主力を乗せ午前2時ラバウルを出撃、18日午後5時30分パザブアに進入、部隊を揚陸し21日ラバウルにもどる。

昭和18年1月31日12隻の船団で伊東支隊を乗せてアンボンに部隊を敵前揚陸する。同年10月中支にあった第13師団を乗せ内地を経由したのち昭和19年1月11日サイパンに輸送。北方諸島防衛のため東1号演習輸送に加わり、第42師団主力歩兵第158聯隊を乗せ、千島の松輪島の大和湾に到着、部隊を揚陸のため待期中昭和19年3月4日午後8時船底が触礁し機関室に浸水、任意擱座ののち部隊を揚陸した。その後本船は空爆を受けたり米潜Tautog(SS-199)の雷撃を受けたが擱座のまま終戦となる。北緯48度4分・東経153度16分の地点であった。



## 貨物船 天 山 丸 大連汽船株式会社

三井物産造船部玉工場建造(第159番船)  
 船舶番号 関東州323  
 船舶信号 QCGN→JPTC  
 起工 昭3-10-22 進水 4-3-2  
 竣工 4-5-18 垂線間長 99.06m  
 型幅 14.17m 型深 6.55m  
 満載喫水 5.40m 総噸数 2,776.0T  
 純噸数 1,588.0T 載貨重量 4,229.0t  
 主機械 デンマーク B&W 社製 B&W 型  
 4サイクル無気噴油式6筒 655-MT-  
 100型ディーゼル機関×1  
 出力 (連続最大) 1,420PS (計画) 1,400PS  
 速力 (試運転最大) 12.67kn  
 (満載航海) 10.5kn  
 船級・区域資格 逓信省 第1級船 遠洋区域  
 ロイド 100A1 LMC DBS 鋼船  
 姉妹船 千山丸, 崑山丸, 崑山丸  
 船籍港 大連



大正2年1月資本金10万円で大連汽船合名会社を設立、さらにこれが大連汽船株式会社と発展してきた。同社は南満州鉄道の子会社でその経営方針は満鉄そのものの意図に従って決定され、昭和2年頃よりその経営はとくに積極的となり、撫順炭約200万トン、豆粕約80万トン、豆油その他20万トンの内地輸送のため、大阪、名古屋、鶴見などに大規模な荷揚場の建設を計画していた。

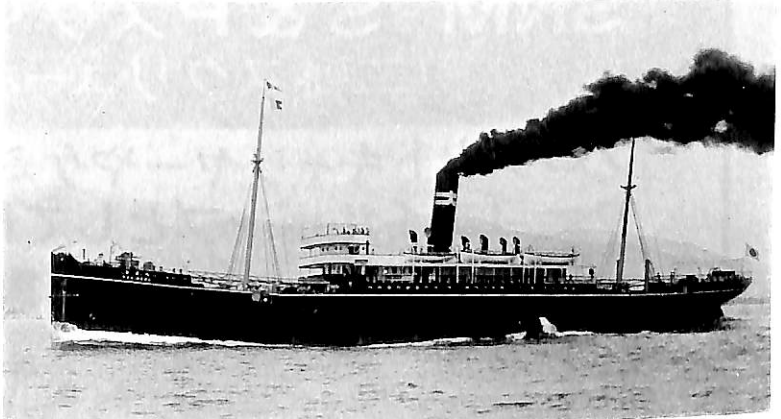
一方所有船の方も本船クラスの4隻の新造の外計6隻の中古船を購入して海運界の注目するところとなった。この様な環境のもとで、しかも大連汽船としては初のデ

ィーゼル船であったことなどから本船の建造に対する期待は大きかった。本船は営口を起点とする石炭運搬専用船で、航路の関係上浅喫水であることや、石炭の積みおろしの関係上艙内の梁柱を省略したことが特色であった。

昭和16年12月22日海軍軍用船となり、第11航空艦隊配属舞鶴鎮守府所属の運送船としてジャワ島攻略作戦では航空燃料・弾薬を満載してケンダリーに進出した。昭和17年7月8日午後1時ラバウルの北30度30' 緯で米潜 SS-132の雷撃を受け沈没した。南緯4度0分・東経154度50分の地点であった。(写真提供 三井造船㈱)

## 貨客船 嘉 義 丸 大阪商船株式会社

川崎造船所建造(第286番船)  
 船舶番号 10366  
 船舶信号 LBRN→JKGD  
 進水 明40-7-11 竣工 40-9-20  
 垂線間長 91.44m 型幅 12.5m  
 型深 7.31m 満載喫水 6.27m  
 総噸数 2,508.51T 純噸数 1,555.28T  
 載貨重量 2,980.0t  
 主機械 三聯成レシプロ機関×1  
 出力 (連続最大) 2,811PS (常用) 1,800PS  
 速力 (試運転最大) 15.30kn  
 (満載航海) 10.39kn  
 船級・区域資格 逓信省 第1級船 遠洋区域  
 鋼船  
 旅客 1等28名, 2等32名, 3等185名  
 同型船 鳳山丸 船籍港 大阪



明治40年当時活況を呈していた大阪商船の大連航路のために造船奨励法の適用を受けて建造したものである。船首楼、船橋楼、船尾楼を有する三島型船で、船橋楼内上甲板、前方に1等客室10室、後方に2等客室8室及び同食堂を配し、遊歩甲板前方に1等食堂があった。3等客室は第2甲板前方の船艙囲壁の周囲に配置された。船艙は4コで冷蔵貨物庫を有していた。

明治40年大連航路に就航。大正4年4月には大阪—北鮮線に就航。大正7年7月シベリア出兵では軍用船として活躍。大正10年9月新造船ばいかる丸の就航により大

連航路を撤退、大正12年4月1日より大阪—青島線へ、さらに大正13年9月には浦塩直航便として就航した。

昭和4年4月より大阪—清津線に。同年9月7日より北日本汽船が備船し敦賀—清津間に、その後新潟—北鮮線にも就航。昭和16年9月波上丸、浮島丸の徴備による代船として大阪—那覇線に。太平洋戦争中は船舶運営会の使用船となり、昭和18年5月26日名瀬沖、東経129度32分・北緯28度5分にて米潜 Saury (SS-189) の雷撃により沈没した。

(写真提供 川崎重工業㈱)



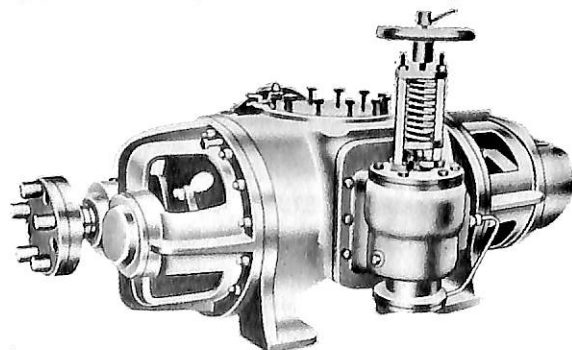
ブローワーズグラハト

輸出貨物船 **BROUWERSGRACHT**

船主 Spliethoff's Bevrachtingskantoor b.v. (Netherlands)  
 株式会社三保造船所建造(第1163番船) 起工 55-4-4 進水 55-7-23 竣工 55-9-25  
 全長 80.20m 垂線間長 74.60m 型幅 16.00m 型深 10.50m 満載喫水 8.47/5.97m  
 総噸数 3,466.76/1,599.39T 純噸数 2,240.68/1,051.95T 載貨重量 6,151.85/3,444.73t  
 貨物艙容積 (ベール) 7,035.24m<sup>3</sup> (グレーン) 7,172.12m<sup>3</sup> 艙口数 1 クレーン 15t×22m×2  
 Cont.搭載数 136 TEU 燃料油槽 402.54m<sup>3</sup> 燃料消費量 9.8t/day 清水槽 33.05m<sup>3</sup>  
 主機械 阪神 6LUS40型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 3,000PS (300rpm) (常用) 2,550PS (284rpm)  
 プロペラ 4翼 1軸 CPP 発電機 大洋電機 250kVA×315PS×3 大洋電機 250kVA×1  
 無線装置 送(主) MFCO400W×1 HF800W×1 (補) 30W×1 受(主) 1 (補) 1 VHF  
 航海計器 NNSS レーダー 速力 (試運転最大) 13.528kn (満載航海) 11.9/12.7kn 航続距離 11,200浬  
 船級・区域資格 LR 船型 シェルターデッカー 乗組員 14名

# SNM - S & P スクリューポンプ (二軸スクリューポンプ)

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)454-1417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。
- 海水から高精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。

## 1月のニュース解説

## ○海運造船問題

12月21日～1月20日

編集部

## ●一般政治経済問題

12月22日●通産省が発表した11月の石油統計速報による(月)と原油輸入量は2,121万kl(前年同月比15.6%減)で、国別の輸入内訳では、サウジアラビアが35.1%、アラブ首長国連邦が17.8%となり、この2カ国で全体の5割を超えた。

12月24日○三井造船はこのほど、運輸省第四港湾建設局(水)向け半没水双胴型船(SSC)型の海洋調査観測船「ことぎき」(240GT)が進水したと発表した。SSCは同社と日本船用機器開発協会が共同で研究開発を進めてきた新しいタイプの船で、従来の船舶に比べ、波浪中の揺れが少なく安定性が高い、甲板面積が広い、などの特色がある。

12月29日●政府はこの日の閣議で56年度予算案を決め(月)た。一般会計は今年度比9.9%増の46兆7,881億円で、伸び率1ケタは34年以来22年ぶり、財政投融资は19兆4,897億円で7.2%増。海運関係では、外航船舶の緊急整備予算は利子補給が66億3千万円、開銀融資が1,170億円となった。船舶関係では、船舶輸出の確保(輸銀融資)が1,100億円認められた。

1月6日●鈴木首相は伊藤外相、亀岡農水相らとともに(火)に、フィリピン、インドネシア、シンガポール、マレーシア、タイのASEAN5カ国歴訪に出発した。

●円相場が高騰を続け、欧米市場に続いてこの日の東京外国為替市場でも1ドル=200円の大台を突破、一時は198円台となった。東京市場での200円突破は54年2月中旬以来、この円高は米国の金利が低下したこと等による。

○川崎市浮島の東亜燃料工業川崎工場の第5号岸壁でガソリンの積込み作業をしていたタンカー等5豊和丸(197t)が突然爆発、炎上し船員2人が即死、1人が行方不明となった。

○海上保安庁がまとめたところによると、年末(12月27日)から年始(1月4日)にかけて、荒天などの為に発生した海難は57件にのぼった。

1月7日●日本海側を襲った豪雪は、福井県下で観測史(水)上一番の豪雪を記録、各地で被害が相次いだ。国土庁がまとめたところによると、すでに死者29人、負傷者75人、民家の全壊25戸などに

のぼっている。政府は「昭和56年豪雪対策本部」を設置する方針を決め、9日の閣議で了解を得たうえ、正式発足する。

1月8日○運輸省船舶局がまとめた、昨年12月の船舶建造許可実績によると、国内船が10隻36万総トン、船価455億円、外国船が18隻39万総トン、船価783億円で、合計28隻75万総トン、船価1,239億円となった。1月からの年間許可実績としては、980万総トンとなり対前年比約50%の伸びを示した。

○住友重機械工業はこの日、4RLA90型機関の一部をRLB形仕様にし性能試験を行なった結果、燃料消費率はエコノミー仕様(ERGI)では129.1g/PS・hを記録したと発表した。実験とはいえ130g/PS・hの壁を破ったのは世界でも初めて。また排気温度も機関室温度を35度Cとした場合、常用域で285度C近くに達し、機関室排熱利用にも十分有効であることが確認されたとしている。

1月13日●石油公団はこの日、カナダ北極圏ボーフォー(火)ト海での石油・天然ガスの日加共同開発計画の日本側推進母体となる新会社「北極石油」を2月26日に設立することを明らかにした。北極石油には、海外石油、インドネシア石油など石油開発会社を中心に、石油精製・造船・商社など計44社が参加する。資本金は約500億円になる見込み。

1月14日○日本船舶輸出組合がこの日明らかにしたところによると、昭和55年の年間輸出船受注量は265隻、640万総トンに達し、受注額は1兆1994億円と51年以来4年ぶりに1兆円の大台に乗った。また12月末における輸出船の実質的な手持工事量は、362隻、980万総トンと1,000万トンは目前となった。

1月16日●日本鉄鋼連盟がまとめた鉄鋼生産概況によると、昭和55年の日本の粗鋼生産量は1億1,140万トンに達し、米国(約1億トン)を抜き自由世界第1位となった。

1月18日●イラン政府のナハビ国務相はこの日、イラン政府と米政府が米大使館人質問題解決に関する合意に達した、と発表した。

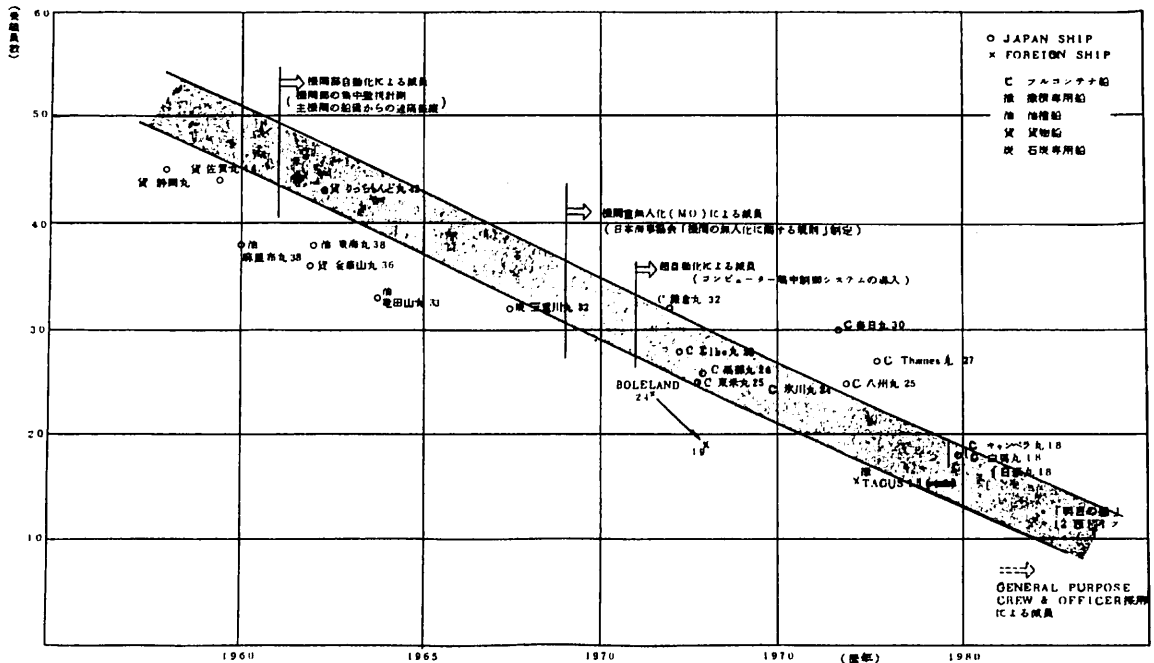
## 船舶の自動化と機器の信頼性

船舶技術はこの20年程の間に、船舶の運航システム全体としての経済性の向上を目的として、大型化、高速化省エネルギー化、自動化等多方面にわたって著しい技術革新をみた。これらの技術開発は、その時々を経済的ならびに社会的な要請の変化に従い、ある時点では、燃料経済よりも高速性に重点が置かれたり、あるいは、自動化・省力化の分野に力がそそがれるなど、技術の進展の度合は様々である。しかし船舶の運航経済性の向上を目的としてきた点では同一であろう。現在、船舶技術開発の中心は、燃料費の高騰に対処するための省エネルギー技術、重油の低質化、船用燃料としての石炭の利用等エネルギー源の多様化技術、これまで未開発であった北方圏のエネルギー資源を輸送するための氷海商船に関する技術等、エネルギー関連分野に重点が置かれているようであるが、もう一つ、今後も技術開発の中心となるであろう分野に、船舶の自動化・省力化技術がある。

近年低廉な労働力を武器とする発展途上国、東欧圏諸国の国際海運への進出は著しく、わが国経済の大動脈ともいべき、日本船の国際競争力の維持・確保は緊急の課題となっている。昨年3月、海運造船合理化審議会は、「今後の外航海運政策」と題する答申の中で、これに対処する方策の一つとして、高度合理化船の建造及び船員制度の近代化の促進と、より長期的方策として、高度

合理化船よりも更に合理化された超自動化船の開発の必要を指摘している。以下自動化・省力化技術の進展と、これを支えている機器の信頼性について述べてみたい。

これまでの自動化・省力化技術の進展を、具体的に乗員数で表わしてみよう。下図は1960年以降の定期貨物船におけるその当時としては最も少い人数で運航可能な船舶の乗員数を、船舶の進水年によりプロットしたものである。この20年間に約30名の減員が可能となっているが、ここにはいくつかの技術的エポックがあった。第1は我が国が世界に先がけて竣工させた自動化船「金華山丸」の誕生である。当時わが国は高度経済成長へのスタートをきったばかりであり、陸上産業界における技術革新もめざましく、船舶としても乗組員とくに機関士の不足から、船内作業の合理化・省力化、船内労働環境の改善等船舶の近代化が急がれていた。ここで採用された機関の遠隔監視・遠隔制御の技術は、石油化学工業を中心として急速に発達したプロセスオートメーションの船舶への技術波及といえる。第2は機関室の夜間無人化運転、いわゆるMO船の実現である。これにより機関部に関しては陸上と同等の就労体制が可能となった。第3のエポックはコンピュータ利用による船舶のトータルシステムとしての自動化の進展である。コンピュータによる船舶の集中制御として、これまでの機関の運転制御に加えて、衝



乗組員数の推移 (定期貨物船の例)

突予防装置を中心とする航海システム、タンカー、コンテナ船等の荷役システムが実用化している。そして第4が昭和54年以降の高度合理化船(18名船)の実現である。ここでは、機器の改善もさることながら、コントロールセンターの採用等、船員の就労体制面からの検討が加えられている。

現行の船舶職員法、船員法の下では、18名船が限界であろう。しかし現在船員制度近代化委員会において、18名船を実験船として、仮説的船員像による実船実験が行なわれており、将来は船舶士構想といった新しい船員制度の誕生も予想される。既に西独では、夢の船として12名の検討が行なわれており、また国内造船所からは7名船も提案されている。船舶の航行に必要な作業はすべて船内で完結するという、これまでの船舶の概念を超えて、陸上支援体制の整備等、船舶の総合的な輸送システムの中で今後も自動化の技術は進展していくものと思われる。

ところで、船舶の自動化がすすみ、船舶のシステムが非常に複雑になると、システムを構成する機器の信頼性及びそのトータルシステムとしてのアベイラビリティの確保が大きな問題となる。システム制御における信頼性工学的手法は、宇宙産業、原子力産業等において発達してきた手法であるが、船舶においては昭和40~44年にかけて実施された造船研究協会のSR85「現装機器の信頼度に関する調査研究」においてとり上げられている。これは国内の他の産業とくらべても比較的早い時期であったといえるだろう。このSR85で検討された船舶のシステムにおける信頼性工学的考え方は、その後、船会社、造船所、機器メーカーに受けつがれ、システム設計に取り入れられてきた。高度合理化船(18名船)のシステム設計においては、従来のような設備の自動化の推進により乗組員を減少させるという考え方を転換し、船内組織・就労体制から必要な機器を洗い出し、新規開発を要する製品を前提としないで、現在の機器の信頼性、作業能率の向上とその適正配置により、推進プラント全体のアベイラビリティを確保しているが、これも信頼性工学を導入した考え方といえるであろう。

信頼性工学の手法を用いることによりこれまで、定性的にしか取り扱えなかった信頼性の問題を、機器の故障率、修復率、あるいはシステムのアベイラビリティといった定量的な取り扱いが可能となったことで、船舶の運航管理並びに建造するさいのシステム設計において多大な効果が期待できる。その第1は現存船における運航コストの低減である。実船に搭載されている機器の信頼度を正確に把握できれば、機器の整備期間、新替時期等

に関する情報を得ることができ、メンテナンス費用の低減が期待される。また、機器の保守整備の適正化は、安全性の向上にもつながるであろう。第2は、超自動化船の開発を促進できることである。信頼度の分析により、トータルシステムのアベイラビリティを低下させているサブシステム、機器、部品の把握が可能であり、その技術開発を重点的に進めることができる。また逆にトータルシステムとしてある一定のアベイラビリティを成立させるためには、各サブシステムないし機器にどの程度の信頼性が必要か定量的な把握が可能であり、経済性をも含めたバランスのとれた信頼性向上対策の検討が可能となる。このような信頼性工学の理論は、可成り幅広く開発され紹介されており、また特に船舶部門を対象とした実用的手法については、日本造船工業会技術委員会機関部会が「機関部の信頼性向上」報告書(S53.7)としてまとめている。

ところで、これら手法を実際のシステム設計に用いる際の大きな問題として、故障データの不足があげられる。どのような信頼性向上の手法においても、まず現状の機器・システムにおける故障の実態を正確に把握することが必要である。船用プラントの故障データを部分的に収集したバンクは、これまでもいくつか存在し、種々の解析が行なわれ、また設計へもフィードバックされてきた。ことにSR85以降、大手各船社においても機器のメンテナンスの管理等の必要から故障データの収集が続けられている。しかしこれらのデータバンクは一会社の単位で実施されており、データの量及び質が限定されていることから、わが国の海運、造船全体を見通した信頼性の解析・評価には量的にも質的にも満足できるものとはいえない。また個別の機器の信頼性を向上させるためには、これら故障データを、機器メーカーにフィードバックできるシステムの確立が望まれる。こうしたことから船舶の故障を海運界、造船界、関連工業界が共通の問題としてとらえることのできる場、データバンクの設置が望まれる。

「機関部の信頼性向上」報告書によれば、現状の乗組員の手による保守のもとで船用推進プラントの信頼度は、

$$\text{アベイラビリティ } A = 0.9945$$

$$\text{平均故障間隔 (MTBF)} = 300 \text{ hr}$$

であるという。この値を高いとみるか、低いとみるかは人さまざまであろう。一時代を画した「金華山丸」が誕生して丁度20年を経た今、自動化の技術に対しても、新しい取り組みが待たれる。

MARPOL 及び PROTOCOL 適用 中型プロダクトキャリアー

“ C Y S K N I G H T ”

笠戸船渠株式会社 設計部

1. まえがき

本船は1973年MARPOL（海洋汚染防止条約）および同1978年PROTOCOL（議定書）適用の中型プロダクトキャリアーで、このほど当社工場で完成し、1980年9月25日に船主のSouth Pacific No1 Petroleum Carriers Inc. に引渡されたので、ここにその概要を紹介する。

本船はカーゴタンク内全面をエポキシ塗装し、原油をはじめ広範囲な精製油積みを可能とし、MARPOLで要求されるSBT（分離バラストタンク）、PL（分離バラストタンクスペースの防護的配置）、損傷時の復原性、原油洗浄装置、油水分離機、油排出監視制御装置等をすべて備えており、その他にも海洋汚染防止には万全なる対策を施している。

SBTおよびPLを満足させるタンク配置としては、いろいろ考えられるが、本船はウイングカーゴタンクに二重底バラストタンクを有する船殻構造を採用している。

海洋汚染防止の点からすると最も適しているのは二重船殻構造であることは当然であるが、経済的、またカーゴの積付け等を考慮し、本船は上記の船殻構造を採用している。

ウイングカーゴタンクに二重底バラストタンクを設け

ることにより、カーゴラインはバラストタンクを通さず、またバラストラインはカーゴタンクを通さないように配管ができるので海洋汚染の危険を防ぐことができる。

また必要バラスト量を最小とするためにマリナー船型を採用し、損傷時の復原性を充分考慮して一般配置図に示すようなタンク配置としている。

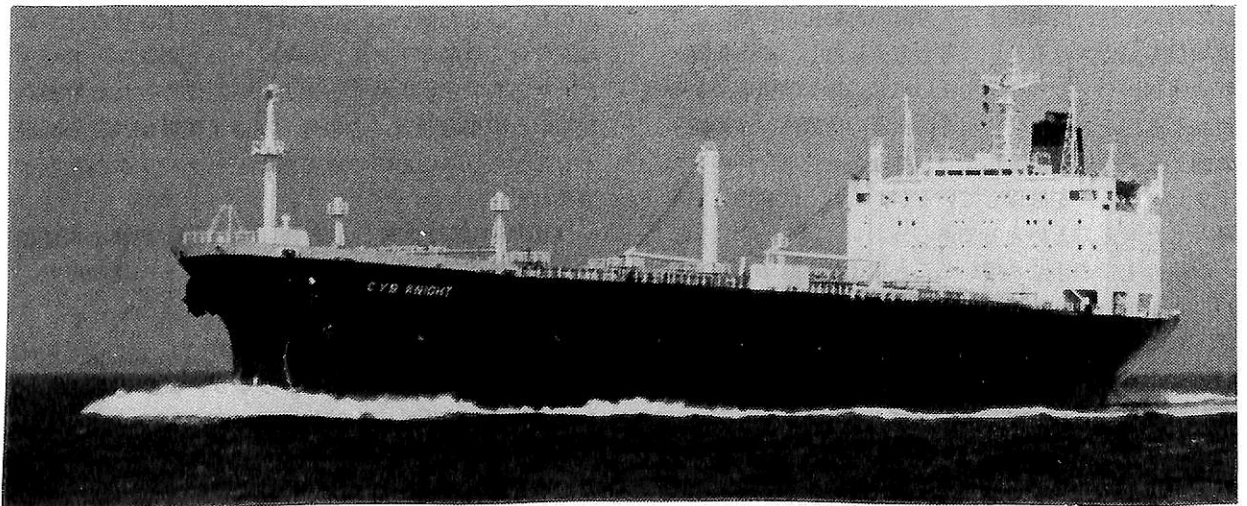
カーゴタンク長さは0.1L以内とし、横置制水隔壁を設けず、船殻重量および原油洗浄面積の減少を図っている。

本船は国内建造のBV取得船としてはMARPOLを完全適用した最初のタンカーである。

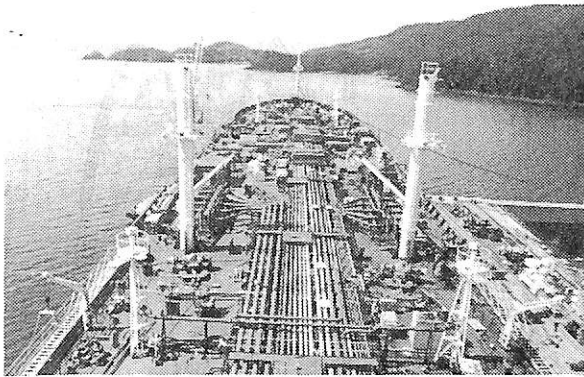
またこの後1980年12月、当社工場にて引渡された姉妹船、本珠丸（山下新日本汽船所有）もNK取得船としてはMARPOLを完全適用した最初の国内船である。

2. 船体部

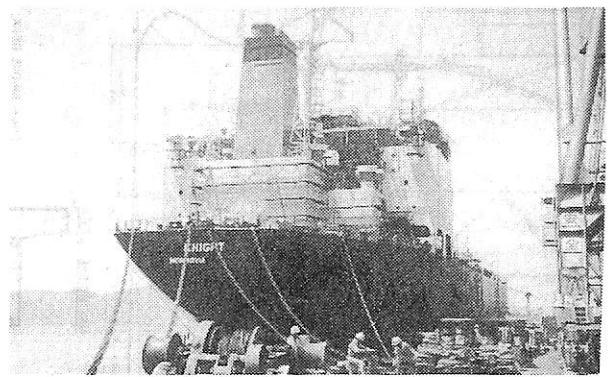
全長	175.35 m
垂線間長	166.00 m
幅（型）	30.00 m
深さ（型）	16.80 m
夏期満載喫水	11.019 m



公試運転中の“CYS KNIGHT”



甲板上的荷役配管



船尾附近

船級	BV, I 3/3E	Oil Tanker, I. G. Deep Sea
船籍		リベリア
載貨重量		36,829 t
総トン数		20,273.06 T
純トン数		13,273.55 T
主機関	宇部一三菱	7 UEC 60/150H型 1基
連続最大出力		12,600 ps × 128 rpm
常用出力		10,710 ps × 121 rpm
航海速度		14.5 kn
試運転最大速度		15.61 kn
主発電機		660 kW 2基
非常用発電機		24 kW 1基
排ガスエコマイザー		1.4 t/h 1基
補助ボイラー		40 t/h 1基
乗組員		40名
カーゴタンク		45,288 m <sup>3</sup>
バラスト専用タンク		14,613 m <sup>3</sup>
燃料油タンク F.O.		2,018 m <sup>3</sup>
燃料油タンク D.O.		175 m <sup>3</sup>
清水タンク		349 m <sup>3</sup>

## 2・2 船型および一般配置図

本船は一般配置図に示すごとく平甲板船で、球状船首、マリナー型船尾を採用し、機関室、居住区および航海船橋は船尾部に配置している。

カーゴタンクおよびバラストタンクは1973年MARPOL、および同1978年PROTOCOLに要求されるSBT、PLおよび損傷時の復原性を満足するように配置している。本船はこのクラスのタンカーとしては極力長さを短くした幅広船型で、推進性能および操縦性に対しても充分考慮を払った船型としている。

機関室およびポンプルームの配置はできるだけコンパ

クトにまとめ、カーゴスペースの増大を図り、ウイングカーゴタンクに二重底を設けSBT(PL)を満足させるなど、船主のニーズに合った経済船型としている。

ウイングタンクの幅およびカーゴタンクの長さは、バラスト量、カーゴ積付け、船殻重量、タンク洗浄の容易さ等充分なる検討をして決定した。

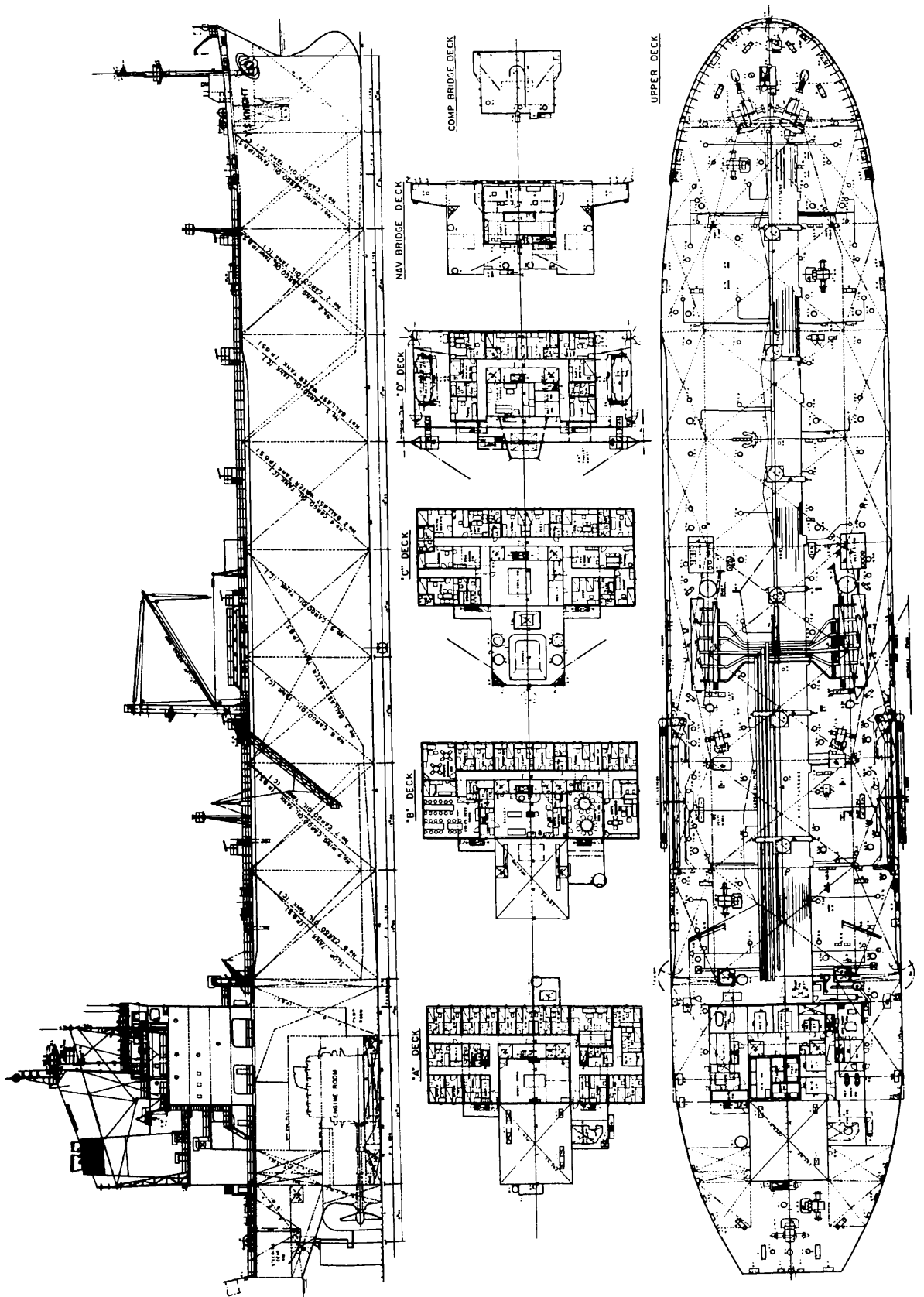
## 2・3 荷役装置

本船に装備されている荷役装置は下記の通りである。

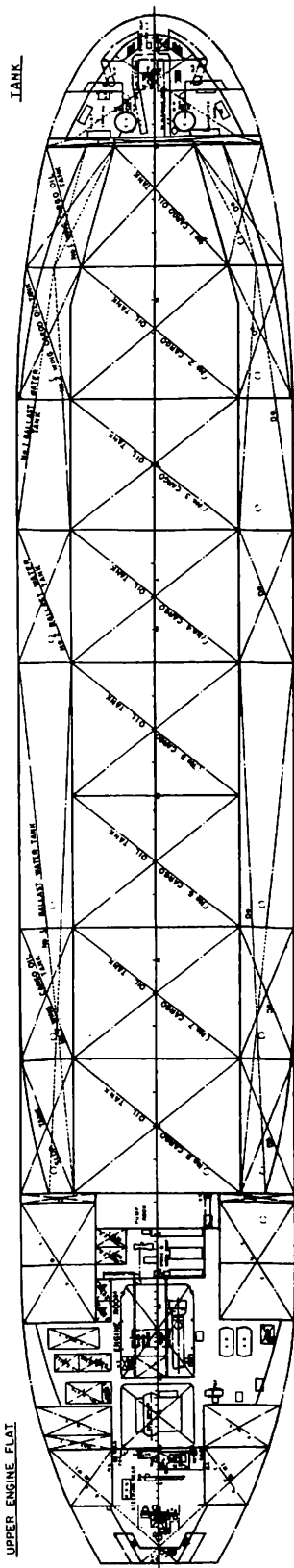
カーゴポンプ	4台
堅型蒸気タービン駆動渦巻式	
900 m <sup>3</sup> /h (S.W.) × 110 mTH	
浚油装置	4台
プリマバック自動浚油装置	
ストリップングポンプ	1台
堅型ウォーシントン式	
350 m <sup>3</sup> /h (S.W.) × 110 mTH	
ストリップングエダクター	1台
350 m <sup>3</sup> /h (S.W.)	
タンククリーニングポンプ	1台
堅型ウォーシントン式	
275 m <sup>3</sup> /h (S.W.) × 140 mTH	
バラストポンプ	1台
堅型電動渦巻式	
1,000 m <sup>3</sup> /h (S.W.) × 25 mTH	
バラストエダクター	1台
100 m <sup>3</sup> /h (S.W.)	

カーゴタンクには4本のカーゴメインラインを配置し、二重のブロックバルブによってそれぞれのラインを連結することにより異種の油積みの多様化を可能にしている。

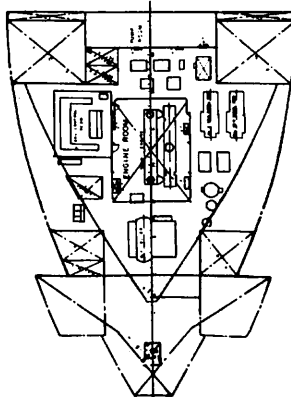
ガスコンタミを防ぐためにベントラインもカーゴラインと同様に4系統としている。



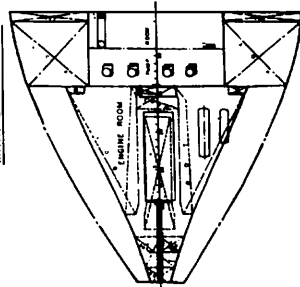




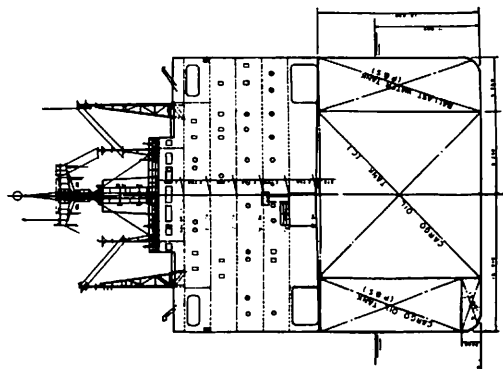
LOWER ENGINE FLAT



MAIN ENGINE FLAT



HOLD & FRONT SECTION



South Pacific No.1 Petroleum Carriers Inc. 向け

プロダクトキャリアー「CYS KNIGHT」一般配置図

笠戸船渠建造

マニホールド回りはOCIMF 規準の配置とし、ボラード、アイプレート、クローズドチョック等を設けている。

本船は原油陸揚げ中に原油の一部をカーゴタンク内に高圧力で噴射し、タンク内構造部材やタンク底部に付着残存している原油を溶解して取り除くための原油洗浄装置を設けているが、この原油洗浄による荷役時間のロスをなくすためにカーゴタンク内には独立のストリッピングラインを配置し、専用のタンククリーニングポンプを装備している。

原油洗浄装置として、各センターカーゴタンクおよびウイングカーゴタンクにはそれぞれ60 m<sup>3</sup>/hおよび50 m<sup>3</sup>/hのシングルノズルの固定タンククリーニングマシンを2台装備している。

さらに荷役効率を良くし、また残油の引き切りを良くするためにカーゴラインおよびストリッピングラインはボトムトランスを貫通させている。

ラインの油抜きを行ない残油量を極力少なくするために、ポンプ室内のカーゴラインには油が溜りやすいところ随所にドレンラインを設け、ストリッピングポンプにより、マニホールドまで導いた小口径(80 A)の独立のストリッピングラインを通して陸揚げする。

バラスト注排水時間を短縮するために各ウイングバラストタンクは、重力によるバラスト注排水を行なえるようにしている。

カーゴラインおよびバラストラインはタンク内と同様にそれぞれエポキシ塗装およびタールエポキシ塗装を行ない腐食に対する考慮を払っている。

#### 2・4 荷役制御装置

荷役を安全且つ容易に行なえるように上甲板を見渡せる場所に荷役制御室を設け、荷役関連の諸装置を集中して監視および制御できるように下記の機器類を装備している。

カーゴポンプ：速度制御および指示計、非常停止

吸入／吐出圧力計、警報

ストリッピングポンプ：速度制御および指示計

吸入／吐出圧力計

タンククリーニングポンプ：速度制御および指示計

吸入／吐出圧力計

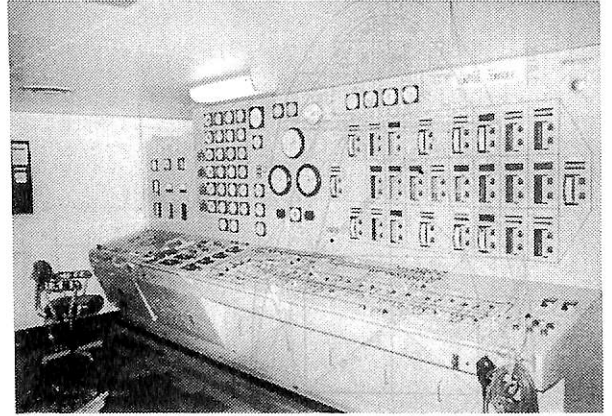
バラストポンプ：発停、吸入／吐出圧力計

タンククリーニングライン圧力計

ベントライン圧力計

弁の開閉制御および指示

カーゴタンクおよびバラストタンク液面計



荷役制御盤：手前(右)バルブ開閉(左)ポンプ制御関係  
正面(右)タンク液面計(左)ポンプ関係圧力ゲージ

喫水計、トリム計およびヒール計

風速計および風向計

イナートガス監視および制御

油排出監視および制御

荷役制御室には上記の機器類が整然と配置され、マニホールドおよびポンプ室と連絡を取りながら荷役制御を行なう。

#### 2・5 海洋汚染防止関連装置

本船は1973年 MARPOL および1978年 PROTOCOL に要求される事項はすべて満足し、海洋汚染防止には万全の考慮を払っている。

本船は SBT および PL を満足させるためにウイングカーゴタンクに二重底バラストタンクを設け、損傷時の復原性を満足させるタンク配置としている。

ウイングカーゴタンクに二重底バラストタンクを設けたことにより、配管系をカーゴラインはバラストタンク内を通さず、またバラストラインはカーゴタンク内を通さないようにそれぞれ配管できるので、たとえ予期せぬ腐食その他によるパイプの漏洩事故が生じて、油による海洋汚染の危険を防ぐことができる。

また専用バラストおよびダーティバラストはヘビーバラスト状態の水線上から排出できるようにしている、万が一の油の排出を発見しやすくしている。

本船に装備されている油排出監視制御装置は濁度法およびガス検知方式の両方を備えており、ブラックオイルおよびホワイトオイルのどちらに対しても優れた油分監視性能をもっている。

規格許容値以上の油分が排出された場合は自動的に排

出を停止すると同時に、日時、排出量、油分濃度等を継続的に記録する装置を備えている。

さらに本船にはポータブルの油水境界面検知器、油水分離装置、充分な容量のスロップタンク、ビルジタンクを設けており、海洋汚染防止には万全なる対策を施している。

## 2・6 安全対策

本船は1974年 SOLAS および同1978年 PROTCOL の要求によるイナートガス装置、カーゴタンク部上甲板の固定式泡消火装置、防火構造等、安全対策には万全なる対策を施している。

また、本船は非常用発電機を舵機室に装備しており、非常時には自動的に非常用発電機が作動し、必要機器類に給電し、操舵を可能としている。

## 3. 機関部

主機として連続最大出力12,600PS × 128 rpm 単流掃気式ターボチャージャー付き2サイクル単動クロスヘッド型ディーゼル機関(宇部一三菱7UEC60/150 H型)1基を装備している。

UE-H型はロングストローク、低回転に加えてさらに静圧過給化により燃料消費を大幅に低減した省エネルギーの低速直結機関であり、燃料消費量については陸上公試運転、海上公試運転にて計画値を充分満足する結果を得た。

発電機は680 kW, 450 V, AC60Hz, 3相の発電機関を2台装備し、すべてのコンディションに対し、1台の発電機で電力を供給する計画であり、発電機故障時は予備機が自動始動し、再度電源供給すると共に、電動補機は自動的に再始動する。

また燃料供給ラインにA-C重油ブレンド装置を設けることにより、A重油の消費量を減少させている。

24 kWの非常用発電機を舵機室に設置し、非常時に必要な機器類に給電し、操舵を可能としている。

蒸気発生器としては補助ボイラー1台および排ガスエコマイザー1台からなっている。

補助ボイラーは三菱重工製の2-Drum Water Tube式ボイラーで蒸発量は40,000kg/h, 蒸気圧力は16kg/cm<sup>2</sup>gで荷役時およびカーゴオイルヒートアップに充分な容量としている。

またボイラー排ガスをイナートガスとして使用するため、ボイラーメーカーと協議の上排ガス中のO<sub>2</sub>濃度を下げる事に留意した。

排ガスエコマイザーは強制循環方式で、通常航海中

の蒸発量は1,400kg/h, 蒸気圧力は7kg/cm<sup>2</sup>gで航海中必要な蒸気を賄っている。

## 4. 電気部

操舵室には厳選された次の航海計器類が装備されている。

レーダ	16インチ	Sバンド	1台
		Xバンド	1台
ジャイロ・パイロット			1台
無線方位探知機			1台
ロラン			1台
衛星航法システム			1台
デッカ・ナビゲータ			1台
電磁ログ			1台
エコーサウンダ			1台
気象ファクシミリ			1台

通信装置としては船内用に自動交換電話、共電式電話、本質安全防爆型電話(共電式)、および船上通信装置としてUHFトランシーバーを装備している。

無線通信装置として、主および補助の送・受信機ならびにAuto-Alarm Unit, Life Boat Transmitter/Receiver, VHF Radio-Telephoneを装備している。

## 5. あとがき

最後に本船完成まで終始、御助言、御協力を頂いた船主、船級協会各位に深く感謝致します。

### 『ケミカルタンカー』

恵美洋彦・角張昭介

B 5.版 300頁 定価 4000円 (〒300)

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ある。

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

## 私の戦後海運造船史(14)

— 昭和34年前後 —

米田博  
(財)日本海事広報協会

日本造船工業会海外造船事情研究部会<sup>1)</sup>

### 海運造船の調査仲間

#### 海事国際協議時代の幕開き

昭和34年はいろいろと出来事の多かった年である。まず1月にカストロ指導のキューバ革命軍がバチスタ政権を打倒し16日にカストロがキューバ首相になった。2月6日にIMCO(政府間海事協議機関)の第1回総会が開催され、海事における国際協議時代の幕が開けられた。4月1日に中小型鋼船造船業合理化臨時措置法が公布され、5月1日に社団法人中小型造船工業会が発足した。中小造船問題は私の直接の担当ではなかったが、若干お手伝いしていたのでこの知らせをブラジルで聞いたとき私は感慨無量であった。色々奔走された方が多勢おられたが、その中で神戸船渠工業の出原義孝氏と日本中型造船工業会におられた白木茂氏の印象が特に強い。

さて、今までにも時々ふれたが、私は34年3月27日に家族ともども羽田を立ち、当時はまだプロペラ機だったので、ホノルル、サンフランシスコ、ワシントン、ニューヨーク、カラカス経由でリオ・デ・ジャネイロの在ブラジル日本国大使館に2等書記官として赴任した。私自身も初めての外国旅行だったので相当気疲れし、リオ・デ・ジャネイロに着いて、前任者の千葉博氏御夫妻に出迎えていただき、コパカバーナのオーロ・ベルデ・ホテルのベッドに横になったときはやれやれというのがいつわらない感想だった。

引継ぎを終わって千葉博氏御一家を4月10日の皇太子殿下御成婚の日にリオの空港にお送りしてからの昭和34年の9カ月間について書くべきことは沢山あるが、今回は在日の方々テレビで御覧になった皇太子殿下御成婚の様子はその後外務省から送られてきた16%フィルムで見たことだけ述べるにとどめて、しばらく日本を離れるに際して別れを惜しんだ海運造船の調査仲間のことを思い出しておきたい。従って今回は歴史というよりは多分に交友録ということになるが御容赦願いたい。

船舶局監理課時代の思い出に、日本造船工業会の「海外造船事情研究部会」がある。私が文字どおりの言い出しっぺであったこの会は貧乏な当時の日本造船界が机に座ったままで世界の造船事情を把握する方法として英米独仏その他の代表的な造船関係の雑誌 — モーターシップ、フェャブレイ、マリーンエンジニアリング、シフウントハーフェン、ロイズリスト、ハンザなど — を運輸省及び造船業界で一冊づつ分担して「世界の造船事情」の記事を翻訳して、これを毎月タイプ印刷してみんなの手もとに配布するという仕事をこつこつと続けて、実に大きな成果をあげたのだった。この研究部会に関しては、私がブラジルから帰国した後に、昭和40年3月16日の海運特報展望台に書いたものがあり、これによって発足当時の様子とその後の成長ぶりをくみとっていただけると思うので転記する。

#### 造船工業会国際部会の発足に寄せて<sup>2)</sup>

噂に聞けば — また新聞の伝えるところによれば — 造船工業会ではこのたび、政策委員会に「国際部会」を設立して、当面の大問題であるOECD工業委員会造船作業部会やWESICを始めとして世界一の造船国である日本の造船界が乗り切らねばならない国際問題を処理することになったとか。まことに時宜を得た措置といえよう。特にさらに聞くところによれば初代会長には日本鋼管の遠山光一氏が内定しているとか。最適任者であって同部会の活躍が期待される。

ところで、この国際部会は右のような目的をもって誕生することになったわけであるが、これに伴って従来造船工業会政策委員会に直属していた海外造船事情研究部会は一旦解散して、新たに国際部会内に同じ目的の小委員会を置くことになったと知り、私は同委員会が日本造船界に残した功績の大きさを今更に思い起さないではおられなかった。

私のメモによれば、昭和32年6月11日に「造船調査会幹事会」が開かれたのがそもそも公式に滑り出した第1回の会合であった。この前に、当時運輸省船舶局監理課

にいて、言い出しっぺであった私の提案に賛意を表されてその実現化に努力して下さった、現造工専務理事山田一氏（当時事務局長）、船舶輸出組合理事松原俊一氏（当時業務部長）、業務部長尾形実氏（当時業務部次長）、労務部長奥田耕三氏（当時業務部企画課長）その他の方々と若干の打合せがあったが、前記幹事会を経て、6月14日に第1回の研究会が開かれたときには、この研究会がその後「海外造船事情」という立派なりポートを月々出して昭和40年におよぶとは夢にも思わなかった。

まずは、世界にどんな造船所があるか名前だけでも拾い出して、その造船所毎に、雑誌の記事、広告、出張者の報告等どんなささいなものでもいいから施設に関係したものを集めてこれからその国の造船業の実態を知ることにして。というわけで運輸省、造工および造船大手各社の若手調査担当者が各国の海運造船の諸雑誌新聞を分担して、月々これと思われる記事を持出しては、それぞれ報告し合う会を2年ばかり続けているうちに、私は在ブラジル日本国大使館に勤務することになった。

ところが37年末に帰国してみたら、驚くべし、私達の後継者は立派に同じシステムの調査を続けてきてくれたのである。現在では、世界の何処の国に何という造船所があって、どんな施設を持っていて、どんなものを造っているかなどは業界人の常識となっており、今昔の感に耐えないが、この間、海外造船事情研究部会に關係した初代部会長小野塚一郎氏（当時日立造船調査部長）初め、おそらく各機関6～7人、合計100人に上る各時代の調査マンの努力は高く評価されるべきであろう。

ところで、現役の数人の方のお骨折りで、近く本研究会の発展的改組を記念して、OB連中を集めた会合が持たれるとのことである。現在は造船以外の分野に出ている人、今なお輸出船受注の第一線にいる人など色々であるが、平常お会いできない方々に一度にお会いできて、昔話ができるものと、私は胸ふくらませてその日がくるのを待っているのである。

×            ×            ×

手もとに造船工業会がつくった「海外造船事情研究部会歴代出席委員名簿」というものがある。この中及び私の記憶から私と同時代と一緒に研究部会の活動に参加した人をあげると、

運輸省 — 渡辺幸生、今村宏、茂木工、対馬克己。  
造船工業会 — 奥田耕三、中島孝司。日立造船 — 小野塚一郎、川北鐘。石川島播磨重工 — 中村義一、金子栄一。川崎重工 — 石川孝一、堀川運平、安川眞一、小原武。呉造船 — 田中巖。三菱造船 — 福島利喜雄。三菱日本重工 — 吉田滋。新三菱重工 — 上田正道。三井造

船 — 左光志郎、清野尚孝。日本鋼管 — 奥田正道。浦賀重工 — 加藤孝一、佐久間武。

の諸氏がある。多少の記憶違いがあるかも知れないし、この他にもあげなければならない人で洩れている方々があることを危惧するがその場合は御容赦願いたい。又私より後の時代の方でこの研究部会に深い思い出を持っておられる方も多いものと推察している。

## 望 洋 会

「望洋会」とは、海に限りない希望をいだいているものの集まり、という意味で名づけられた海運・造船・水産の調査担当者の会の名前である。

この会を始めようじゃないかという言い出しっぺは昭和24年当時日立造船調査部におられた川北鍾氏である。当時船舶局造船課に居た私のところへ来ては個人的な研究会を持つのではないかと吹いて行かれた。一方、当時、日本経済新聞社から運輸省の記者クラブへ派遣されていた室伏章郎氏も同じようなことを私に屢々言っておられたので、この3人が中心になってメンバーをさそい、多少の準備をした後、昭和24年12月14日に東京駅丸の内南口地下のレストラン・トーキョーで第1回の会合を開いた。この時に集った人は私と川北氏の他に日本興業銀行吉田愈氏、日本鋼管中井孝氏、大阪商船平井敏郎氏の5名であった。室伏氏はこのときはたまたま欠席であった。

その後昭和34年私がブラジルへ赴任するまでは殆ど毎月定例会を開いていた。定例会では会員の一人が講師になって最近自分が研究し、又は調査したことについて会員に対して発表し、活発な質疑応答を行うという方法をとっていたが、(1)会員以外の講師を呼ばない（謝礼が必要になるから）。(2)会費は夕食費のみで個人負担とし、概ねカレーライス、ハンバーグステーキ等小遣いの範囲で無理なく続けられるようにする。(3)次回幹事には今回の講師がなる。という三つの原則を堅持していたため長年にわたって細く長く休むことなく会の活動が続いた。

会のノートを作って、幹事が持ち廻って記録し続けていたが、何時の間にか紛失して了った。それで始めのあたりだけ、私個人の記録から辿ってみると望洋会草創の頃の動きは次のとおりである。

先ず本格的活動に入った第1年目である昭和25年中の新規加入者は飯野海運小山朝光氏、石川島重工業高橋正治氏、時事通信折居啓氏、大阪証券富田敏郎氏、農林省水産庁藤波徳雄氏の計5名で、年末会員数は11名だった。

この間の月例の報告会のテーマを見ると当時海運造船界で何が問題になっていたかがよくわかるので羅列して

みよう。

輸出船引渡しにおけるクレームについて(米田)、造船所の労働生産性(米田)、鋼板価格について(中井)、明治大正造船史(吉田)、輸出船は何国から受注すべきか(川北)、造船所労働組合の動き(高橋)、ディーゼル主機の能力から6次船の受注をみる(折居)。

昭和26年中に第一銀行調査部藤原一二氏が加わって、26年中は会員12名で推移した。26年中の報告は次のとおりであった。国際情勢のみとおし(室伏)、株式のいろは(富田)、オーバーローンについて(藤原)、水産業の常識について(藤波)、海陸輸送調整について(米田)、船価の動きについて(吉田)、石油の荷動きについて(小山)、水産資源について(藤波)、造船原価計算(中井)。

昭和27年中に内外海運新報社池田良作氏が加わり会員は13名になった。27年中の報告は次のとおりであった。長期経済見通し作成手法(米田)、東南アジアにおける船腹需要測定法(川北)、貿易商社の実態(富田)、財務諸表の見方(藤原)、タービン機関の需給測定について(高橋)、中共貿易について(池田)、海運補助政策(小山)、ポーレーからダレスへー賠償・日米協定等(米田)、企業財務よりみた日本の海運業(吉田)。

昭和28年中に運輸省の後藤茂也氏、第一銀行の久保正夫氏、同和火災海上の白男川規正氏等が加わったが、その後会員制限を緩やかにしたので可成りの人数が会員として名を列ねられた。

私が昭和34年から37年までブラジルへ勤務していた間は運輸省の松尾進氏が中心となって、更に又松尾氏が私の後任としてブラジルへ赴任されてからは、運輸省の渡辺幸生氏が中心となって望洋会の活動が行なわれてきたが、会員が次第に年を取ってきたことと、世の中に情報が氾濫するようになり、会員による生(なま)の情報乃至は調査結果の提供がそれ程貴重ではなくなったため、研究会開催の回数は次第に減少し、会員中有志だけでゴルフ会とか懇親会とかを年1~2回開くことによって久闊を叙する会となり、最近是新入会員は無くなった。旧制高等学校の同窓会のようなものである。

この長い約30年間の望洋会の歴史は、とりもなおさず今私が執筆中であるこの「私の戦後海運造船史」と殆ど時期が同じであるが、この間を通じて本会に熱心に参加され、従って現在でも何かという声をかけあっている人々は次にあげる方々であり、他にもある時期の有力なメンバーだった方々が数多くある。(カッコ内の所属先は概ね入会当時)

赤木邦夫(東洋経済新報)、池田良作(内外海運新報社)、石川芳一(日本郵船)、石堂房吉(新和海運)、犬井圭

介(運輸省)、大沢敏男(興業銀行)、岡野幸郎(飯野海運)、加藤良之(新日本製鉄)、金森久雄(経済企画庁)、清野尚孝(三井造船)、久保正夫(第一銀行)、小原武(川崎重工)、後藤茂也(運輸省)、下條哲司(新日本汽船)、白男川規正(同和火災)、白川和則(興業銀行)、鈴木享(長期信用銀行)、杉浦三樹(石川島播磨重工)、高田正(新日本汽船)、高橋正治(石川島重工)、田代雅也(運輸省)、鶴田勤(日本郵船)、東福寺哲男(石川島重工)、富田敏郎(大阪証券)、中井孝(日本鋼管)、沼田恭一(新和海運)、原田哲也(運輸省)、日野原良治(大洋漁業)、平井敏郎(大阪商船)、藤波徳雄(農林省)、藤原一二(第一銀行)、松尾進(運輸省)、室伏章郎(日本経済新聞)、森博(興業銀行)、吉田清盛(石川島重工)、吉田愈(興業銀行)、渡辺幸生(運輸省)。

みんな入会当時とくらべて2~30年の年令を加えて、職場も変わった人が多く、それぞれ考えることも言うことも変わってきたが、それでも会えば昔に帰って若々しい議論をする。私にとってなくてはならない大切な楽しいサークルである。

#### 外務研修所

国家公務員であった人々の中には外務研修所に忘れられぬ思い出を持っている人が数え切れない程居る筈である。私もその一人である。しかも私はひょんなことから他の一般の人の2倍である通算1カ年間、地下鉄丸の内線茗荷谷の近くの外務研修所へ通ったので思い出も他の人の2倍ある。海運造船史には縁が遠いが、私の歴史の重要な一コマのためにページをさかしていただく。

昭和33年4月私は外務事務官(経済局第三課)に併任された。そして外務研修所で6カ月間の研修をすることになった。外務研修所は大きくわけて二つの機能を持っている。一つは外務省プロパーの人を入省時を始めとして特殊任務に就くときに研修させることであり、もう一つは外務省以外の各省の人が外務省に出向して在外公館又は国際機関に勤務するときに赴任に先立って語学及び外交の初歩を身につけさせるために研修させることである。

各省からの研修者は第5部というところに所属した。第1部は新規入省者研修であり、第2部以下もそれぞれ所属する人のカテゴリーがきまっていたらしいが私は当時あまり関心が無かったのでよくわからない。

33年4月に第5部に入ったものは(カッコ内は所属省名及び研修後勤務大使館の国名)、宇野俊郎(文部省、フランス)、江上貞利(郵政省、国連機関)、河合伸一(法務省、アメリカ留学)、川上誠(日本銀行)、黒岩源雄(運輸省、インド)、杉山茂雄(国会図書館、アメリカ留学)、高橋義雄(防衛庁、イギリス)、垂水公正(大蔵省、イギリ

ス), 千葉穰 (農林省, セイロン), 土谷直敏 (通産省, フィリピン), 長沢栄一 (通産省, 西ドイツ), 中根宏 (法務省, アメリカ留学), 西垣昭 (大蔵省, タイ), 山田喜代司 (農林省, ビルマ), 米田博 (運輸省, ブラジル) の 15 名であった。このため私達は卒業時に一五会(イチゴ=莓)という会を作って研修後三々五々海外勤務をして帰ってから集まった後, たまに会って旧交を温めている。

語学はフランス勤務が予定されている宇野氏と, 西ドイツ勤務が予定されている長沢氏がそれぞれフランス語とドイツ語を他の部の人と一緒にやった他はみんな英語を研修した。私はポルトガル語の国へ行くので, 本来ならば, ポルトガル語をやらねばならなかったのであるが私だけのために教師陣をそろえることができなかったので英語をやることになり, 私は, それはそれで結構だ, と喜んで英語グループに参加したのであった。その代り同じく茗荷谷にある拓殖大学に家内と共に聴講生としてポルトガル語の講義を受けたが, こちらは大講堂での講義のため成果は上らなかった。

語学の他に初歩の外交術としてプロトコール, エチケット, 日本文化などを教わり, これは珍しさもあって楽しく授業を受けた。英語は13人を2グループにわけて先生と顔つき合わせながら会話を主として研修させられたので相当こたえたり, その代りかなりみんな進歩があった。いろいろ先生方がおられた中で, バイオリンの巖本眞理さんのお母さんのマーガレット・イワモトさんがアメリカの人種差別 (Segregation) の問題について数回講義をされ, 「Segregation を理解しなければアメリカ合衆国を語ることは出来ない。同時にこの問題で悩まされることのない日本の有難さを再認識しなければならない。」とじゅんじゅんとさとされたのが今だに記憶に残っている。

こうした授業の合間に占部幹事 (教室主任のような立場の人) や中島みどり先生 (英語, 外務省中島信之氏夫人) にコントラクト・ブリッジを教わったことは, その後今日に至るまでの大きな財産になった。卒業時には京都・奈良の修学旅行か, 軽井沢での語学合宿研修が研修生の選択できるものであるが, 私達は軽井沢を選び一週間の合宿をしたが, この間英語の間にテニス, ブリッジをふんだんに楽しんだことは未だに忘れられない思い出となっている。丁度同じ頃に同じ軽井沢のどこかで皇太子殿下がテニスを通じて正田美智子さんと知りあわれたということを知った。

当初私は33年10月に前任者の千葉博氏と交替することとなっていたが, 半年間延びることとなったので10月からこんどは外務省の若い書記生の人達5人と再び外務研

修所で確か第3部に属してポルトガル語の研修を受けた。

同級生は鈴木康之, 縫村義則, 平野 稔, 池野正志, 石渡耕治の諸氏で昭和56年現在いずれもブラジル, ポルトガル, 又は外務本省で書記官, 領事又は補佐官として活躍しておられる。

今度は初めてのラテン系語学である上, 同級生が若い頭のやわらかい人達だったので予習復習で随分苦労した。しかし, その成果もあり, 翌34年3月にブラジルに赴任したときには初歩の会話はできるようになっていた。このときも楽しい思い出が沢山あるがあまり長い間横道にそれたので省略する。

#### 大臣官房統計調査官付

昭和33年5月24日付で運輸省大臣官房に「統計調査官」が新設され, 初代の統計調査官には高林康一氏がなられた。同年7月1日付で私はこの統計調査官付専門官に併任されたので, 本史(10)に一寸ふれたように私は船舶局監理課の本業の他に, 外務研修所と統計調査官付の二つの併任で大変忙しい思いをした。統計調査官は昭和37年に統計調査課となり, 38年4月に統計調査部, 46年5月に情報管理部へと発展したものの母体である。私は後に統計調査部に6年4カ月の長期間お世話になったのであるが, その前に併任の形で8カ月間いかなれば教育を受けたこととなった。

この時, 私は経済安定本部, 経済審議庁時代以来久し振りに国内輸送機関としての海運, すなわち内航海運について勉強した。

初期の統計調査官室には, 高林課長 (調査官) のもとに補佐官又は専門官として, 遠藤英男氏が管理, 製表を担当し, 私が調査解析を担当していた。私のところには調査解析係長として田代雅也氏, 係員として桜井勇氏が居り, 他には管理係長齊藤薫治氏, 製表係長奥洞成男氏, 係員菊地三郎氏が居り, 他に女性2人, 図書館関係3人合計13人の小さな世帯であった。

調査解析係では田代, 桜井の両氏は各輸送機関の輸送季節指数の修正に超重点を置いて研究していた。私自身は毎日3時に外務研修所を終って, 概ね統計調査官室へかけつけ, 主として「総合輸送活動指数」という概念の確立に血道をあげていた。これについては後に本史(19)あたりで詳しくふれる予定であるのでここでは省略する。

#### 参考文献

- 1) 日本造船工業会『日本造船工業会30年史』
- 2) 米田博「造船工業会国際部会の発足に寄せて」『海運特報』, 昭和40年3月16日号

## 双胴船尾船型（タンカー／バルクキャリア用）の開発

佐野安船渠株式会社  
技術開発部 技術部

### 1. ま え が き

世界的なエネルギー危機の時代を迎えて、省エネルギー船に対する逼迫した要求が造船界に寄せられている。これまでも、省エネルギー化を図った多くのアイデアやシステムが研究・開発され、それらの幾つかが実船に採用され、大きな効果をあげている。しかし、中には初期投資額と運航費との関係で日の目を見なかった新技術も多くある。最近の燃料費の急騰は、そのような埋もれてしまったアイデアを新たに再登場させ、再評価させようとしている。この様な気運の中で、船型的には従来より継続的に行なわれている Hull Form の最適化の努力に加え、最近ではプロペラを含めた船尾流れの改良で時代の要請に応えようとしている（低回転大直径プロペラもその1つの方向である）。

当社では数年前、船首は従来そのままとし、船尾のみを双胴化した「双胴船尾船型」をフェリーや RO / RO 船に適用して、その推進性能・復元性・操縦性及び載貨能力等の総合的性能の向上を狙った船型を開発したが、昨今の逼迫したエネルギー事情を勘案し、特にこの双胴船尾船型の省エネ効果に注目し、タンカー／バルクキャリア船型にこの双胴船尾を適用し、試設計と水槽試験を繰り返した<sup>1) 2)</sup>。その結果、期待どおりの成果が得られたので、編集部のおすすりもあり、この紙面をお借りしてこれまでの開発の経緯と今後に残された問題点を、主に抵抗推進面に絞ってご紹介したい。

### 2. 双胴船尾船型の特徴

双胴船尾船型の外形上の特徴を理解していただくために、一例として、パナマックス型バルクキャリアにこの双胴船尾船型を適用した時の一般配置図・機関室配置図をそれぞれ図1、図2に示した。

双胴船尾船型は一面では低回転大直径プロペラの省エネ効果を更に高めた船型とも云えるが、在来1軸船と較べて以下のような長所を持っている。

- 1) 2軸船のため1軸あたりの馬力が半分となり、またプロペラを低回転化できるため、極めて小さな

$\sqrt{BP}$  でプロペラを設計できるので、在来1軸船と較べてもあまり大きくないプロペラで非常に高いプロペラ効率を得られる。従って、船殻効率が若干減少するが、プロペラ効率のアップが非常に大きいので推進効率は大きく向上する。

- 2) プロペラ直径があまり小さくなく、また1軸あたりのプロペラ荷重度が小さいので、低回転大直径プロペラを適用した1軸船で起りがちなキャビテーション、プロペラ起振力による船体振動<sup>3)</sup>、バラスト状態での空気吸込等の問題が解決できる。
- 3) 船尾が二つに分れていて、それぞれがシャープな船体となるので、形状抵抗が大きく減少して、浸水表面積が若干増加するにもかかわらず、低抵抗船となる。従って、在来船型では形状抵抗が急増するような船尾肥大度でも、双胴船尾であれば低い抵抗値を保つことができる。

- 4) 2機2軸2舵の採用（機関室長さは在来船とほぼ同じ）によって、操縦性及び操船性が良くなり、航海の安全性や信頼性が増す。

一方、双胴船尾船は以下のデメリットを持つ。

- 1) 双胴部の剛性保持および双胴中央部に対するパンチングに耐えるため、船尾部の局部的な補強が必要となり、外板面積の増加もあり、船殻重量が増加する。
- 2) 船尾に曲率の大きな曲面が多く、建造工数がアップし、1) と合わさって建造コストが増加する。
- 3) 2機2軸2舵の採用によって、保守修繕費も若干増加する。

双胴船尾船は以上のような利害得失を持っているが、在来1軸船に比べて推進性能が大幅に向上するので、その燃費低減分をもって建造コストと保守修繕費の増加を短期間に償却することができる。さらに、低回転大直径プロペラを持った1軸船に伴う困難な諸問題が解決でき、航海の安全性と信頼性が増すのも大きな特長といえる。

ところで、文献4) 5) に、300,000Tを越える大型タンカーでは、中小型船での傾向とは逆に、普通のボッソン



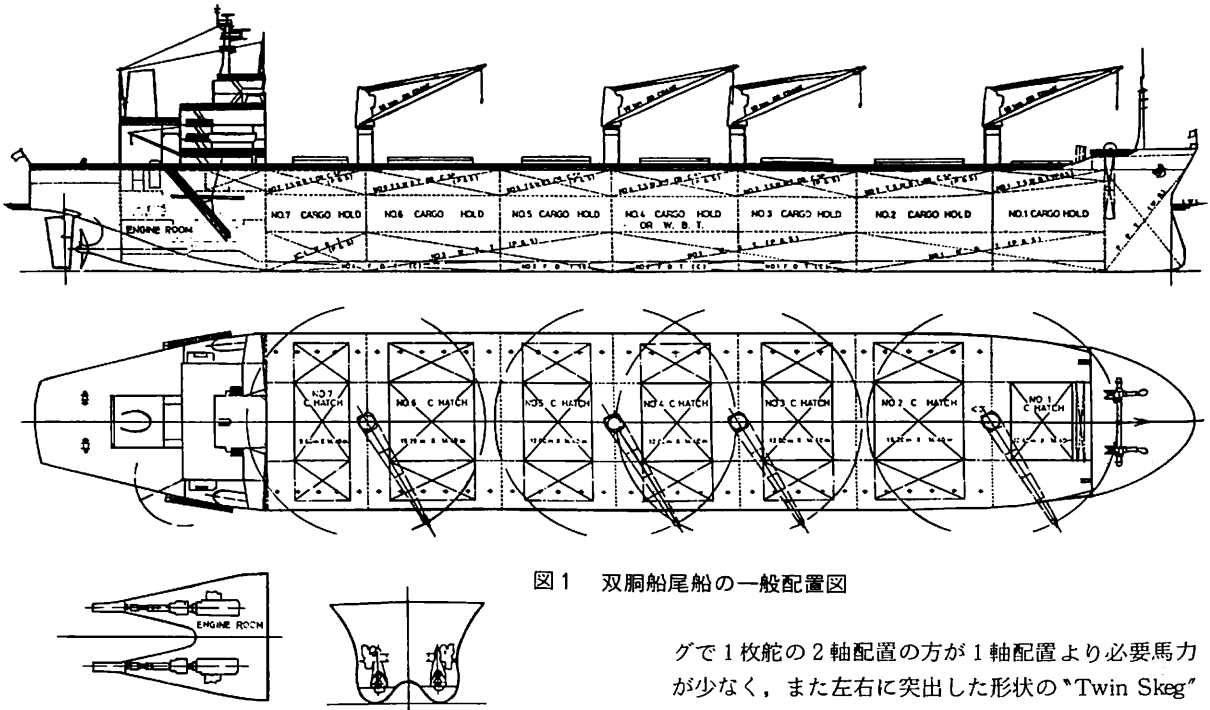


図1 双胴船尾船の一般配置図

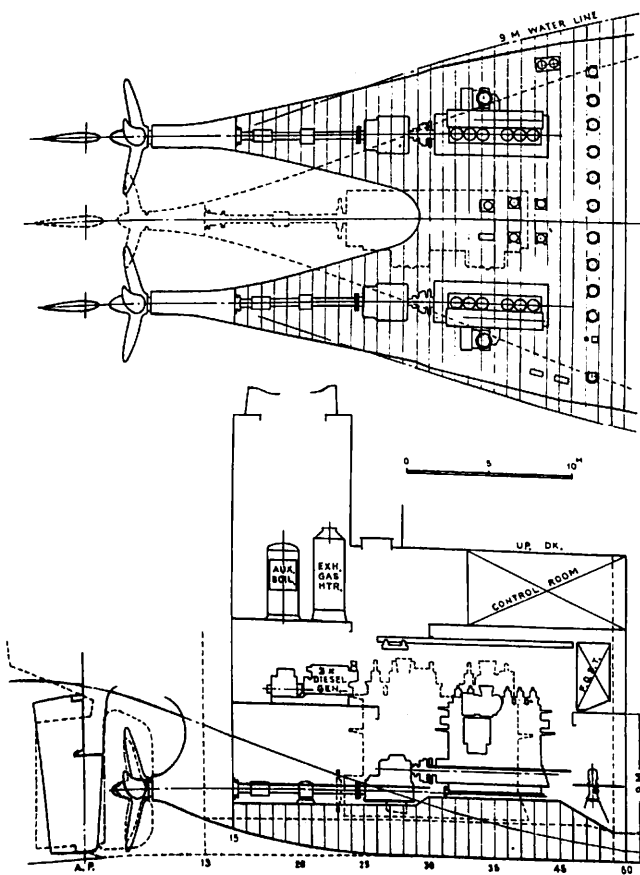


図2 双胴船尾船の機関室配置図 (点線は在来船)

グで1枚舵の2軸配置の方が1軸配置より必要馬力が少なく、また左右に突出した形状の“Twin Skeg”を持った2軸船はさらに有利となることが報告されているが、これはボッシング形状の改良により付加抵抗の減少と Wake 分布の改善をねらったもので、2軸推進による推進効率の向上と相まって1軸船に較べて10%弱の馬力減少となっている。一方、当社の開発した双胴船尾船は 40,000 ~ 160,000 T の中型タンカー/バルクキャリアを対象としているが、双胴部を付加物と見ず、主船体と双胴部の接合部にナックルラインもなく、双胴部を含んだ全体の  $C_p$  カーブを最適化しているので、付加抵抗がない。さらに主船体にバトックフロー船尾を利用しているので、抵抗が極めて低くなる。また2軸のプロペラを低回転化しているので、推進効率も大きく向上する。もし、双胴船尾船型を巨大タンカーに適用すれば、Twin-Skegを持った2軸船よりさらに省燃費効果を発揮するものと考えている。

### 3. 回流水槽による実験結果

実験の手軽なこと、流線観測が可能なこと、さらに大学の水槽使用日程や予算面を考慮して、回流水槽の能力をフルに利用し、問題点の確認・船型改良を十分に行なった上で、最終的な確認試験を曳航水槽で行なうこととした。回流水槽では抵抗試験・流線観測・5孔管による伴流分布計測を行い、曳航水槽ではプロペラオープンテスト・抵抗・自航試験・流線観測を行なった。尚、以下の実験には昭和54年9

表1 1軸船と双胴船尾船の1.8m模型の主要目の比較  
(55,000DWTのパナマックス型バルクキャリア, L=190m)

	Conventional Stern (S)		Catamaran Stern (C1)	
	Full	Ballast	Full	Ballast
$L_{pp} \times B(m)$	1.80 × 0.305			
$d_m(m)$	0.113	0.083	0.113	0.083
Trim(m)	0	0.016	0	0.016
$C_b$	0.80	0.78	0.83	0.81
$C_{Pa}$	0.74		0.79	

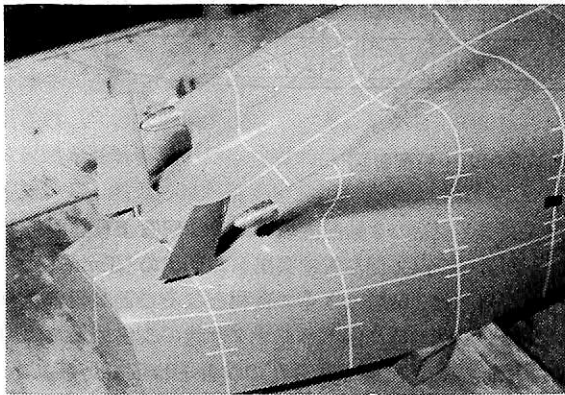


図3 パナマックス型バルクキャリア(C1)の1.8m模型  
双胴船尾部分

月から昭和55年8月までのちょうど1年間をかけ、実験はすべて大阪大学工学部造船学科船舶試験水槽の施設をお借りして行なったことを記しておく。

回流水槽での実験に使用した模型は55,000DWTのパナマックス型バルクキャリアを想定した。在来1軸船との比較が不可欠と考え、模型は中央分割型木製モデルとし、船首を共通として、双胴船尾と1軸船尾を付け換えられるようにした。ここで用いた在来船型には当社建造の船の中から優れた推進性能を示した船型を選んだ。この両船型の主要目を表1に、双胴船尾部の形状を図3に示す。表1に示したように、双胴船尾は1軸船尾に較べて船尾肥大度をかなり大きくした。ここで舵は、プロペラ軸を後ろ抜きできるように、軸より軸径だけ内側に、かつ左右に「八」の字形に傾斜させて取り付けられている。

### 3・1 抵抗試験結果

回流水槽における1軸船尾船(S)および双胴船尾船(C1)の剰余抵抗の比較を図4に示す。ここで、回流水槽における抵抗試験結果には水面傾斜の影響・制限水路影響・水温の影響が入っているので、その修正を行なうべきであるが、今回は比較試験でもあるし、適当な修正方

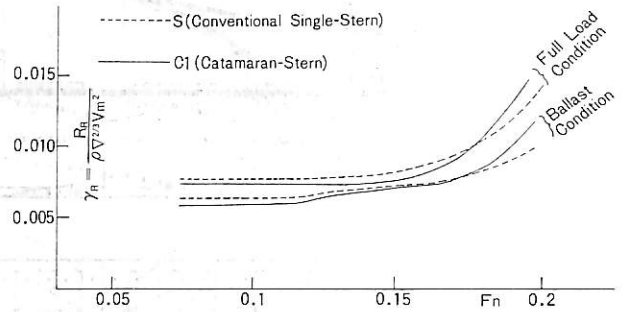
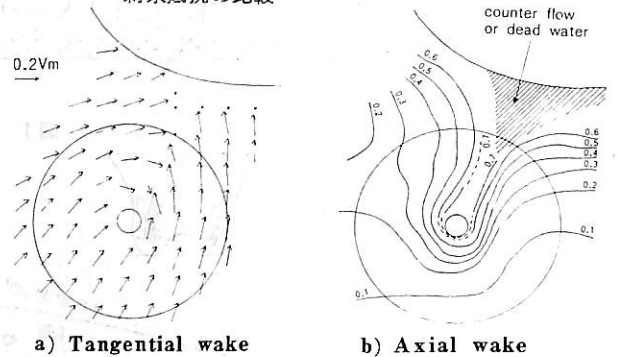


図4 1軸船尾船(S)と双胴船尾船(C1)の  
剰余抵抗の比較



a) Tangential wake

b) Axial wake

図5 Full状態において計測された伴流分布  
の計測値

法もないので、これらの修正は一切行っていない。従って、抵抗係数の値が異常に大きい結果となっている。

図4によれば、Full・Ballast状態とも、C1船型はS船型より $C_{Pa}$ が大きい(C1船型は $C_{Pa}=0.79$ 、S船型は $C_{Pa}=0.74$ )にもかかわらず、C1船型は形状影響係数 $K$ がS船型より小さい。S船型の6m模型による水槽試験結果では、Full状態で $K=0.29$ 、Ballast状態で $K=0.28$ であることから考えると、C1船型の6m模型によるテスト結果は、Full状態で $K=0.25$ 、Ballast状態で $K=0.24$ 程度になるだろうと推測できる。造波抵抗に関しては、 $F_n=0.17$ 以上でC1船型の抵抗が急増している。これは、船首が共通であることを考えると、双胴内部からの波と船尾船側の波が干渉を起していると考えられる。

### 3・2 5孔管による伴流分布計測結果

Full状態において計測された伴流分布の計測値を図5 a) b)に示す。これを見ると、双胴内部の船底部に約1cm厚さの逆流もしくは死水領域が認められる。これは双胴中央部に剥離現象が起っていると考えられる。また双胴部後端では外側流の方が内側流より圧力が強いと考えら

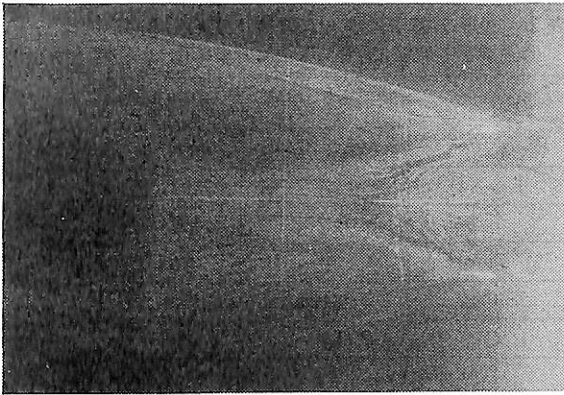
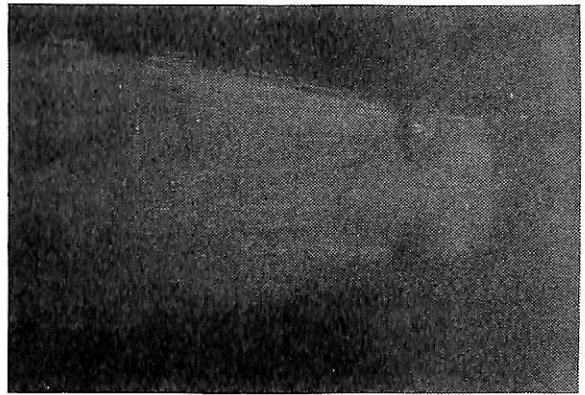


図6 油膜法による双胴船尾船の限界流線の観測



(a) 船底（プロベラ部）をみたところ



図8 色素注入法による流れの概観



(b) 左舷部をみたところ

図7 2段タフトによる船体近傍の流れの観測

れ、双胴部内側上部にも若干剥離が認められる。

ともかく、この剥離を消すことが重要だが、そのためには剥離領域の範囲、性格等を把握しなければならないので、流れの可視化を行なって、流線観測を試みた。

### 3・3 船尾流場の観測結果

次のような方法を用いて観測を行なった。

- A) タフトグリッドによる後流観測
- B) 油膜法による限界流線の概観 (図6)
- C) 2段タフトによる船体近傍の流れの観測 (図7)
- D) 色素注入法による流れの概観 (図8)

以上の観測結果を総合すると、双胴中央部船底一面(約1cm厚さ)と双胴部内側上部の剥離、双胴部と主船体外側面の接点付近の船尾縦渦が生じていることが確認された。これは5孔管による伴流計測結果と一致する。

以上の実験によって、双胴船尾船型では双胴中央部に剥離が生じやすいことがわかったので、これを消して船型改良を行なうために、以下の実験を行なった。



図9 C2船型 (Modified)

### 3・4 中央部船底勾配の影響

剥離部分に油粘土をつめて、新しい船体を形成し、抵抗試験・流線観測を行うことによって剥離なし船型を得た(C2船型, 図9)。さらに比較として、参考文献4)のTwin-Skeg船型を参考として、粘土で船尾形成した(C3船型, 図10)。

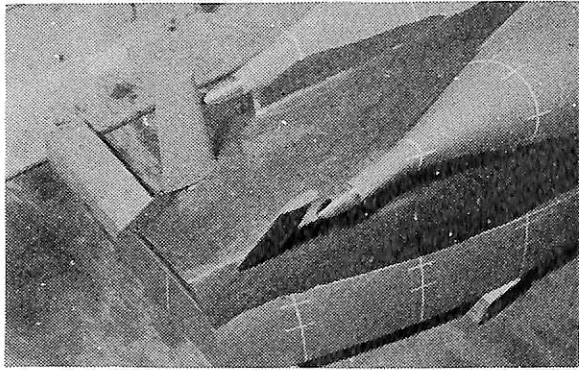


図10 C3船型 (SSPA Type)

流線観測の結果、C2、C3船型の両方とも双胴内部の剥離がなくなり、双胴部と主船体外側面の接点付近の渦も少なくなった。これはプロペラを回しても変わらなかった。

抵抗試験結果をみると、C2、C3船型ともC1船型より改善されているが、C3はC2より抵抗値は高い、これは、C3はナックルラインの方向が流線方向と一致していなかったためと考えられる。ともかく、C1船型が既に在来船よりKが小さかったが、C2船型はさらに小さくなることがわかった。S船型の  $C_{Pa} = 0.74$  に比べて、C2船型の  $C_{Pa} = 0.80$  と数字上船尾が肥大化したにもかかわらずこのようにC2の抵抗が低いのは、双胴化されたためにそれぞれの双胴部が非常にファインなものになっており、主船体も低抵抗型のバトックフロー船尾が利用できることが原因と思われる。

3・5 プロペラアパーチャの影響

調査の対象は3・4節で抵抗が一番低かったC2船型で、C2を中心として、プロペラアパーチャを0.5D以上

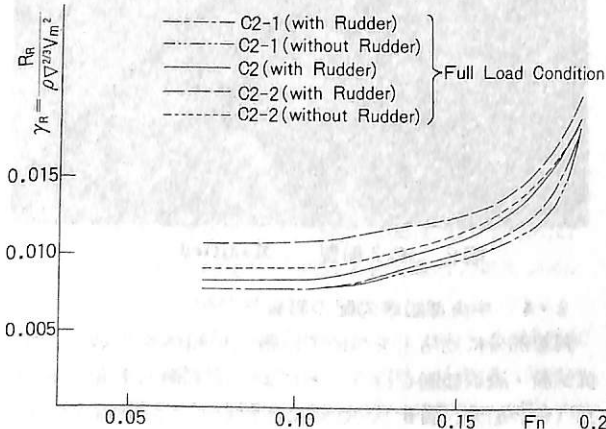


図11 プロペラ アパーチャの影響 (抵抗試験結果)

表2 曳航水槽で行なった試験に使用した4.0m模型船の主要目 (130,000DWTバルクキャリア、L = 246 m)

	Conventional Stern		Catamaran Stern	
	Full	Full	Ballast	
$L_{PP} \times B$ (m)	4.00 × 0.732			
$d_m$ (m)	0.265	0.265	0.159	
Trim (m)	0	0	0.082	
$C_b$	0.84	0.84	0.81	
$C_{Pa}$	0.80	0.80		
Prop.	No. of Blade	5	5	
	Dia. (m)	0.117	0.137	

と大きく取った場合(C2-1)、0.2Dとほとんどなくした場合(C2-2)の3船型を用意した。ここで、3船型共ティップクリアランスは0.2D以上を保っている(Dはプロペラ直径)。

抵抗試験結果を図11に示す。C2-1/2とも舵のある場合とない場合の両方を計測した。両船型とも舵のない場合の方が剰余抵抗が少ないが、それよりもプロペラアパーチャの影響による違いの方が大きい。結果として、C2-2、C2、C2-1の順に抵抗が小さくなっている。

流線観測の結果、C2及びC2-1においては、抵抗状態、プロペラ回転時とも舵の有無にかかわらず、プロペラ上部の小さな錯乱が認められた他はスムーズな流れであった。しかし、C2-2においては、抵抗状態で既に双胴中央部の船底部に比較的大きな剥離を生じ、プロペラを回しても同様で、さらに舵をはずしても剥離は改善されなかった。この剥離がC2-2船型の抵抗増加、実験点のバラツキの原因となっていると考えられる。

4. 曳航水槽による実験結果

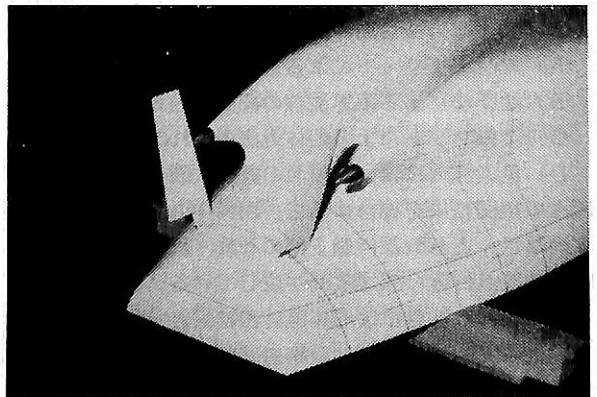


図12 4.0m模型船双胴船尾部分 (130,000 DWTバルクキャリア)

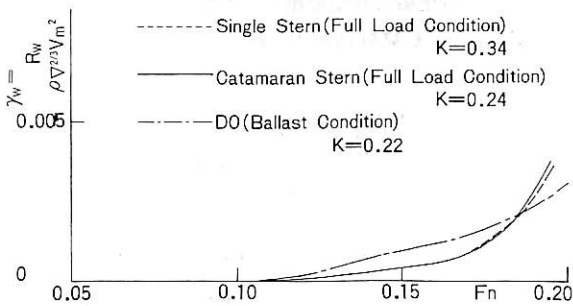


図13 抵抗試験結果 (4.0 m 模型船)

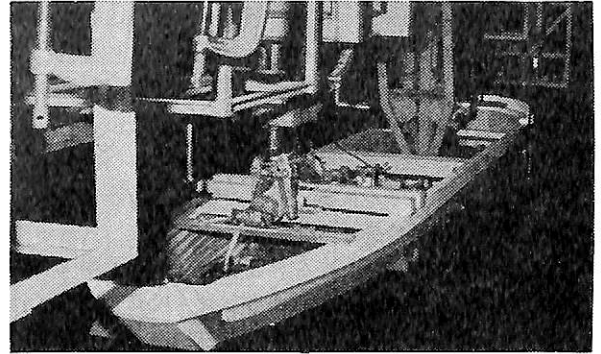


図14 自航試験の様子

回流水槽による予備試験の結果、双胴船尾船は双胴中央部に剥離が起き易く、これには、中央部船底傾斜、プロペラアパーチャーの影響が大きいことがわかった。

曳航水槽で行なった最終試験に使用した模型船の主要目を表2に、後半部の写真を図12に示す。これは前節で得られた最良船型C2-1をもとにして設計された船尾である。ところで、対象船型が回流水槽で使用した1.8 m模型のそれと違っているが、これは回流水槽での実験でこの船型に対する一応の目安を得たので、より大型の130,000 DWT型バルクキャリアに船型をアップさせ、さらに  $C_b = 0.84$ ,  $L/B = 5.5$  という1軸船における肥大化の限度に近い船型をねらったためである。この4 m模型も木製中央分割型とし、船首を共通として、1軸船尾と双胴船尾を付け換えて、比較試験ができるようにした。船首部及び1軸船尾は当社の手持ちの線図資料のうち、優れた推進性能を示したものを利用して作成したものである。両船型とも  $C_b$ ,  $l_{cb}$  をほぼ同じになるように作成した。舵は1.8 m模型と同じく、プロペラ軸の後ろ抜きが可能なようにプロペラ軸より内側に「八」の字型に取付けて、着脱可能型とした。

#### 4・1 抵抗試験結果

1軸船尾船型と双胴船尾船型の形状影響係数および造波抵抗曲線を図13に示す。形状影響係数  $K$  は1軸船尾の0.34に比較して、同じ  $C_b$  にもかかわらず双胴船尾では0.24と予想どおりかなり小さくなっている。また両船型とも船首は共通のものを使っているので、造波抵抗カーブはほぼ一致している。

Ballast 状態に関しては、時間の都合で双胴船尾の試験のみを行なったのであるが、ここでも予想どおり  $K = 0.22$  という低い値が得られている。

#### 4・2 自航試験結果

ここでは、1軸船尾船と双胴船尾船の試験結果の比較は Full 状態のみで行うこととする。

図14に自航試験の様子を、表3に1軸船と双胴船尾船(プロペラ内まわり及び外まわり)の自航試験結果の比較を示す。表3を見ると、内まわり、外まわり共、双胴船尾船は1軸船より  $1-t$  が低下し、 $1-w$  が増加した結果、船殻効率が低下している。また、プロペラ外まわりの方が、内まわりより船殻効率が低い。

ここで、 $1-t$  が低い原因としては、抵抗試験時にはなかった剥離がAPより後ろの両舵の間の船底部に若干現われているのが確認されているので、これが原因と考えられる。現に Ballast 状態ではこの部分が水につからないので、剥離が起らず、従って、 $1-t$  が1軸船並に改善していることが確認されているが、このことから推定できる。

#### 4・3 馬力推定 (1軸船との比較)

以上の実験結果に基づいて、130,000 DWT 型バルクキャリアの1軸船尾と双胴船尾の馬力比較を行なったので結果を図15に示す。想定した馬力一回転数は、

1軸船に対して、

$1 \times 18,000 \text{ PS} \times 90 \text{ rpm}$  プロペラ直結型1機1軸  
双胴船尾船に対して、

$2 \times 7,500 \text{ PS}$  減速ギアで55 rpmに減速 2機2軸

である。この時のプロペラ効率、推進効率の比較を表3に示す。双胴船尾船は1軸船に比して、船殻効率は低下するが、プロペラ効率が大幅にアップするので総合的な効率がかなり向上しているのがわかる。

図14をみると、双胴船尾船においては、内まわりプロペラの方が外まわりよりも良い(これは参考文献〔4〕の結果と一致している)。そして、内まわりの双胴船尾船はEHPで6%、推進効率で11%1軸船より良く、合計して、1軸船に比して、約17%の馬力節減が計れることになる。

ここで、 $\Delta C_F$  及び  $1-w_s / 1-w_T$  は船研、造船技術センターで使用している標準値を用いたが、双胴船尾船の

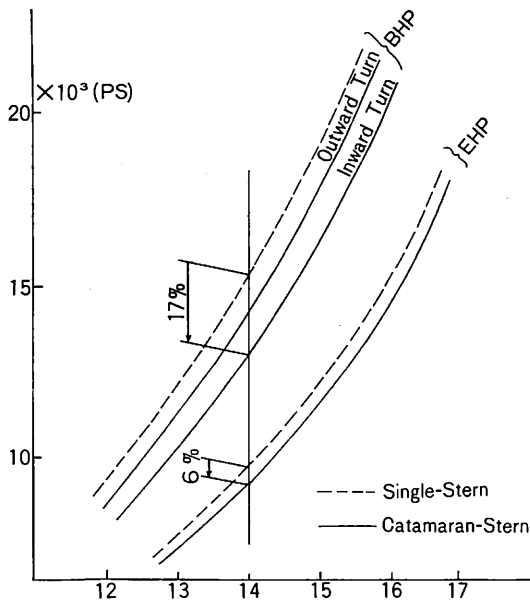


図15 Full 状態の 130,000 DWT バルクキャリアの 1 軸船尾船と双胴船尾船の馬力比較

場合、これらの値がはたして使用できるのかという問題が残る。今後、大型モデルによる実験等を行なって、解決を計ってゆく所存である。

表3 1 軸船尾船と双胴船尾船（プロペラ内回り及び外回り）の自航試験結果の比較

	Single Stern	Catamaran Stern	
		Inward Turn	Outward Turn
1 - t	100	96	95
1 - w <sub>T</sub>	100	125	134
1 - w <sub>s</sub>	100	116	121
$\eta_H$	100	83	78
Assumed Power	18000 PS × 90 rpm	2 × 7500 PS × 55 rpm	2 × 7500 PS × 55 rpm
$\eta_o$	100	139	138
$\eta_{Total}$	100	113	102

Where the propulsive efficiency of single stern is assumed to be 100 %

5. 60,000 DWT および 130,000 DWT の 双胴船尾船の設計および在来船との比較

以上の研究によって、在来型幅広肥大船に双胴船尾を適用した時、約17%の馬力節減が可能というめどを得たのであるが、最近受注された船は省エネルギー時代を反映して、L/Bを大きくし、C<sub>B</sub>を少なめに、建造

表4 載貨重量及び計画速度を同一とした時の双胴船尾船と1軸船尾船の燃費比較

Type of Ship		60 BC		130 BC	
Type of Stern		Conventional	Catamaran	Conventional	Catamaran
L × B × D (m)		215 × 32.2 × 18.0		254 × 44.0 × 22.5	
d (m)		12.4		16.4	
D W (mt)		61,000		130,000	
Main Engine (psxrpm)	M.C.R.	14,700 × 106	2 × 6,400 × 150 / 60	18,000 × 98	2 × 7,500 × 170 / 55
	C.S.O.	13,230 × 102	2 × 5,760 × 144 / 58	16,200 × 95	2 × 6,750 × 164 / 53
Fuel Oil Consumption at C.S.O.	(g/PS·h)	135	135	132	136
	(mt/day)	44.6	38.8	53.4	45.9
Service Speed (kn)		15.0	15.0	14.1	14.1
Engine Room Length (m)		26.2	27.1	26.2	27.1
Dia. of Prop. (m)		1 × 6.4	2 × 7.5	1 × 7.6	2 × 8.4

コストが少々増加しても、燃費の少なくなる船型となっている。当社はこのような省エネルギー型の細長船に対しても双胴船尾が有効であると考え、60,000 DWTと130,000 DWTの細長船型のバルクキャリアに双胴船尾を適用した。

載貨重量及び計画速度を同一とした時の双胴船尾船と1軸船尾船の燃費比較を表4に示す。ここで、1軸船の馬力推定は、船型可分原理<sup>6)</sup>を応用して水槽試験資料を整理した当社のSPSシステムを使用して計算し、当社および他社の実験船・受注情報と比較しながら決定したものである。また、双胴船尾船の馬力推定は、今回の実験結果を基にして、参考文献7)を双胴船尾船に拡張した方法を使用した。

表4をみると、このような細長船でも双胴船尾のメリットが生かされ、約13~14%の省燃費効果が現われている。結局、船型、主機の選定によって若干の偏差はあるが、40,000~160,000 DWTのタンカー/バルクキャリアの分野において、主要目が同一ならば双胴船尾船は在来1軸船に較べて約15%の省エネルギー効果を期待することができる。

## 6. 考察および今後の問題

以上、時間・予算・人手の制約から、極めて大雑把な実験となってしまったが、双胴船尾船の省エネルギー効果に対する大体の目安を得、さらにこの種の船型の設計のキーポイントを知った事は大きな収穫であり、次の段階への橋頭堡を確保したと考えている。

ところで、ここで実験した双胴船尾船型は、次のような点で最適なものではない。

- 1) 分軸ギアの軸間距離が不足していたため、プロペラ軸は互いに若干外向きになっている。
- 2) 4 mモデルは1回めの自航試験が悪かったので、急いで改造したという経過があるため、W.L.等に若干の無理がある。
- 3) APよりうしろの双胴中央部の船底部に、Full状態でもまだ若干剥離が残っている。

今後これらの点を改良することによって、さらに数%の省エネルギー効果が達成できると考えている。

しかし、幾つかの解決すべき問題点も残っている。

- 1) プロペラの低回転化のため、プロペラ単独性能の中にプロペラレイノルズ数の影響が残っていること
- 2) Scale effectの問題  
(大型模型船による水槽試験の必要性)
- 3) キャビテーション・プロペラ起振力の把握
- 4) 双胴船尾中央部船底にかかるパンチングの問題及びその対策

5) 傾斜しており、かつプロペラ軸心から内側に偏った舵とした場合の操縦性、舵にかかる力の推定

6) 双胴部先端の局部強度  
等、今後の研究課題である。

最後に、こういう特殊な船型の開発には回流水槽が不可欠であることを記したい。回流水槽における比較試験の手軽さ、流線観測の可能なことをフルに利用し、剥離や渦の特性を十分理解した上で、最後に曳航水槽に持ち込むことは、時間・費用の大幅な減少となり、研究開発の効率を著しく高めることになるというのが今回の研究で得られた実感である。ただ、今後力や速度の簡単でより精度のよい計測方法を考えてゆく必要がある。また、回流水槽固有の水流の乱れを防止する方法もさらに研究してゆく必要があると考える。

## 7. むすび

以上、当社における省エネルギー船舶の開発の経過および今後の問題点をご紹介した。今後、従来より行ってきた1軸在来船の性能改善とともに、双胴船尾船の実船化を図り、省エネルギー時代に貢献してゆきたいと考えている。

なお、この開発研究で得られた成果の幾つかに關して、現在特許出願中である。

おわりに、実験に關して、大阪大学工学部田中教授、鈴木助教授のご指導を仰ぎ、実験中にも阪大水槽の方々のご支援を賜った。ここに敬意と感謝の意を表します。

(文責 技術開発部 橋本美貴)

## 参考文献

- 1) "A catamaran-stern hull design for ro-ro vessels from Sanoyasu" The Motor Ship, April 1980
- 2) 塙 友雄; 2軸双胴船尾による省エネルギー船舶の技術開発について、「造船技術」1981年に掲載予定
- 3) Chang, P.Y., et al.; "Limitation on the maximum of Single-Screw Ships." Trans. SNAME, Vol. 87, 1979
- 4) Ake Williams; "Single-and Twin-Screw Propulsion of Tankers and Bulk-Carriers." SNAME, STAR Symposium, 1975
- 5) 間野正己訳; 55万TDWタンカーの概要(1)(2), 「船舶」1976年8, 9月
- 6) 谷口中, 他; 船型可分原理による肥大船型の新設計法, 造船協会論文集120号
- 7) 塙 友雄; 船型可分原理により肋骨線形状影響を考慮した形状影響係数・自航要素推定法と船型設計法について, 関西造船協会昭和56年度春季講演会で発表予定

## 第6回 海上及び内陸水路における危険物の の運送に関する国際シンポジウム

編集部

### はじめに

本年10月、東京の日本海運倶楽部において“第6回海上及び内陸水路における危険物の運送に関する国際シンポジウム”が開催された。

この会議で発表された論文の概要を次に紹介する。

### 〔Session A : Design & Structure〕

#### 1. 衝突時に船体構造によって与えられる貨物の保護の研究 続編

A. N. Kinkead

第5回国際シンポジウムの続編であり、港への通路となる制限された水域を通過する船舶によって衝突された時に、総トン数約13,000トンのLPG船又はアンモニア船に生ずる船体損傷の構造的評価を行なっている。

#### 2. 運航時におけるケミカルタンカーの損傷時復原性判定方法について

O. Nishihara, ほか

ケミカルタンカーの任意の積付パターンに対し、IMCO規則の損傷時復原性の要求に満足しているか否かを、船の設計段階において、損傷時復原性の特性を詳細に検討することにより、その都度船上で判定できるような資料を、本船船長に提供する方法を紹介している。

#### 3. 火災事故におけるタンクコンテナ

B. Schulz-Forberg

火災にさらされた時のタンクコンテナの挙動を調査するため、実規模の火災試験を行なった結果を報告している。又その結果よりタンクコンテナが満たすべき条件について、考察を行なっている。

#### 4. IMCO ばら積ケミカルコード適用のケミカルタンカーの設計に関する二三の考察

H. Emi, ほか

日本において建造されたIMCO適用のケミカルタンカー(計48隻)の主な要目及び特徴について調査し、初期設計に関して有益な情報を数多く与えている。

特に、初期設計において必要とされる、載貨重量や主要寸法との関係を図示し、又、損傷時復原性の要目(計32隻)も示している。最後にケミカルタンカーの設計に

関する注意事項についても述べている。(参考資料参照)

本論文は、ケミカルタンカーおよび同コードについての世界的斯界の権威ともいべき筆者らが永年に亘って当コードの適用/運用を行なって来た過程で得た貴重なデータ、ノウハウを余す所なく示しており、関係者にとって見逃すことのできない重要な労作である。

#### 5. 洋上石油備蓄システムの安全対策

T. Hashimoto, ほか

石油の洋上備蓄方式の安全指針、安全基準の概要を述べ、この具体的な例として、上五島洋上備蓄プロジェクトの安全対策を述べている。

### 〔Session B : Liquid Spills, Vapor Dispersion〕

#### 1. 硫酸流出による海難

I. N. Tang, ほか

米国内および国際水路で常時大量輸送している危険性化学品の中で、最も危険性の高い濃硫酸や発煙硫酸等の流出に関して実験を行ない、その結果が数学的モデルにより十分説明できることを述べている。

#### 2. 液化天然ガスの水面上への拡がり予測に関する二三の問題

K. Morii, ほか

LNGタンカーの衝突、座礁などの事故による低温液化ガスの流出による危険事象の中の低温液体の水面上における蒸発と拡がりについて研究を行なった結果を報告している。

#### 3. LNG蒸気拡散のSIGMETモデルとその評価

J. A. Havens, ほか

事故により漏洩したLNGの拡がりを予測するために、SIGMET蒸気拡散モデルの評価を行ない、SIGMETの予測は、十分に現実的な推測と判断できると述べている。

#### 4. 石油備蓄タンカーにおけるペーパーの発生状況並びに船外排出防止について

Y. Kobayashi, ほか

錨泊タンカーによる石油備蓄期間中のペーパー排出を極力防止してタンカーの安全、貨油量の減少防止等の目的のために、上甲板の表面積、ブリザー弁の操作圧、気



温及びアレージスペース等の要因について調査し、ベーパー発生を防止するために、上甲板への散水、甲板塗色の選定及びブリザー弁の設定圧変更の対策を述べている。

#### 5. CHINA LAKEにおけるU. S. COAST GUARDの液化可燃性気体の研究

A. L. Schneider, ほか

LNGおよびLPGの安全輸送を保障する安全法規を作成するために、理論モデルの開発、衝撃波管実験、プール火災実験、LNG蒸気検出装置の開発等の実験開発を行ない、その結果は法規の開発に役立ただけでなく、LNGおよびLPGの挙動を理解する新しい技術基盤を得たと報告している。

#### 6. LNGタンカー火災の危険を減少させる方法の概要

D. S. Allan, ほか

LNGタンカーの火災の危険を減少することによりタンカー事故による災害を減少させる手法とシステムの実現性を評価し、乗組員の保護体制、火災制御、LNGの運送状態等の観点から対策を述べている。

### [Session C : Risk Analysis and Hazard Evaluation]

#### 1. 金属硫化物精鉱の自然酸化の測定

M. Morikawa, ほか

海上輸送の際の金属硫化物精鉱の危険性（発熱、船艙内の酸欠、船体の腐蝕等）を判定するために測定および試験を行ない、精鉱の酸化性及び発熱性についての現象の考察がなされている。

#### 2. 微粉硫化物精鉱の酸化発熱に関する実船実験

K. Ohnaga, ほか

微粉硫化物精鉱のばら積み輸送の実船における、運航実績の調査、入港揚荷前における精鉱の調査、精鉱輸送中の実船実験により、精鉱の自然発火性を調査しその結果と輸送時の注意事項が述べられている。

#### 3. 有機発泡剤（ジニトロソペンタメチレンテトラミン）の輸送及び貯蔵における問題点

K. Kodama, ほか

有機発泡剤を積んだコンテナの爆発事故をもとに、その物理的及び化学的性質を調べ、事故原因を究明すると共に、有機発泡剤の取扱い上の問題点を述べ、保管および貯蔵方法の指針を述べている。

#### 4. 高圧熱分析による発泡剤の熱分解

S. Morisaki, ほか

しばしば陸上や海上で輸送され、爆発災害の原因になっている、発泡剤や有機酸化物のような不安定物質の危険性評価を行なうために、6種類の発泡剤について、空

気中及びヘリウム中でのいろいろな圧力下で一定速度で加熱し、分解熱や重量変化等を測定することにより、それらの危険性を考察している。

#### 5. 不安定物質及び反応性物質の予備的危険性評価

T. Yoshida, ほか

不安定物質及び反応性物質の予備的な危険性評価として、二成分発熱性混合物のエネルギー放出予測のための計算プログラム、密封セル示差走査熱量測定、鉄皿試験の説明、他の試験法との相関、適用範囲、問題点及び限界について述べている。

#### 6. 危険物の潜在危険性の評価法

Y. Uehara

危険物施設からの仮想的な災害を考慮し、この災害に巻き込まれる可能性のある人口に比例した潜在危険指数で、その危険度を評価する方法を提案している。

### [Session D : Safe Handling in Ports]

#### 1. 危険物荷役の安全確保について

T. Noma

日本における危険物荷役の安全対策、安全確保の規則である、危険物船舶運送及び貯蔵規則、港則法の二つの法制について、その概要を説明している。

#### 2. 金属切削屑の安全運送

D. W. Gates

ばら積金属切削屑の海上輸送は、切削屑の広い暴露表面の酸化及びそれに伴う発熱等により、しばしば積載貨物全体の大きな火災事故を導いていることを実船例を交えて説明し、現在の積付方法、およびその他の実施方法の見直し、並びに国際法とそれらの解釈について別の観点からの考察が必要であると述べている。

#### 3. コンテナに収納された危険物に関する問題点及び神戸港における危険物収納コンテナの発送、到着の状況

S. Yazawa

コンテナに収納された危険物の輸送について神戸港の現場に於て、著者が体験し見物した、問題点について説明し、各危険物について安全な取り扱い方法等を提案している。

#### 4. 港内におけるばら積危険物の移動の安全性

D. W. Ingram

ばら積危険物の移動の安全性について、関係する機関（IMCO、各国管海官庁、国際船級協会、船会社等）がいかに在るべきかを述べている。

#### 5. 港湾における危険物管理の諸問題（港湾貨物運送事業者が直面する労働災害防止について）

K. Uetaka

港湾における危険貨物の荷役、荷役業者の教育、危険物関係の図書出版、国際法規の概況について説明し、労働災害を防止するための、将来の展望について述べている。

[Session E : Regulations,  
Multimodal Transport]

1. 危険物の海上運送に係る安全規制について

R. Tanino

日本における危険物の運送及び貯蔵に関する基準である、危険物船舶運送及び貯蔵規則の概要を詳しく説明している。又、新しい危険物の規則等についての取り扱いについても述べている。

2. モービルタンクによる危険物運送に関する規則間の相違

H. Kemler

国際的に使用されている、モービルタンクに関する主要な規則間の相違の具体例として、タンク金属材料の許容応力の最大値、基準温度、安全装具の3点をあげ、それぞれについて説明を加えている。

3. 1973年海洋汚染防止条約が発効するに際して、附属書Ⅰ(油)と附属書Ⅱ(化学物質)の貨物を同時に輸送する船舶の問題と可能な解決方法

O. G. Weller

附属書ⅠとⅡの貨物を同時に輸送する船舶の問題点をIMCOケミカルコードの関連も踏まえて説明し、IMCOにおける最近の展開についても解説している。又、最後に諸問題に対する解決案について述べている。

4. 危険物輸送のための複合一貫輸送用タンクコンテナ

J. Weser

ISO規格のタンクコンテナの起源、需要、分類、利用、技術上の問題及び法制上の問題並びにタンクコンテナリース者のアドバイスについて述べている。

5. 危険物の一貫運送に関する問題について

—— 行政側からの展望 ——

T. D. Ellison

危険物の複合一貫運送が持つ諸々の問題を列挙し、それらを形成する要因を明らかにした上で、本質的な原因の解明について考慮している。

6. タンクコンテナによる液体・ガス危険物の輸送

K. J. Döhrn

液体危険物輸送の為のタンクコンテナとガス輸送の為のタンクコンテナについての安全基準等の規則に関する技術的面について述べている。

[Session F : Measurements]

1. 超音波計測による漏洩の検知

H. Shimizu, ほか

パイプラインの漏洩を検知するための方法として超音波計測による方法を説明している。又、超音波計測についての実験を行ないその結果を報告している。

2. タンカーにおける安全のための信頼出来る液面計測の重要性

O. Edvardsson

タンクが外気から遮断されている密閉式積載方式で運航されているタンカーの液面計の不正確な計測による危険性について述べ、又、安全要件に合致するよう開発された液面計測方式についても述べている。

3. 損傷を受けた貨物容器からの危険薬品の放出速度

F. T. Dodge, ほか

破壊した船舶タンクからの液体あるいは気体貨物の放出に対する計算機モデルを開発し、タンク容積、貨物の名称、推定貨物量、破口の位置および破口の大きさ等のデータが判明すれば、そのモデルにより放出が終了する迄の貨物量を推定できることが述べられている。

4. 有機過酸化物の爆発伝播速度の測定方法

K. Matsuyama, ほか

有機過酸化物の爆発伝播速度の測定に、新しく開発した光学的方法がかなり有用であり、特に爆燃と爆轟を含む中間領域の測定に価値があることが述べられている。

5. 自然発火試験装置を用いて熱発火限界温度を算出する試み

T. Kotoyori, ほか

自然発火現象を従来よりも精密に測定研究するための装置を開発し、その構造、性能について述べ、本装置によって記録される物質の断熱曲線に関して成立する関係式を導いている。

6. 火炎阻止金網：大気圧下の逆火条件における実験的評価

M. F. Flessner, ほか

逆火火災試験を行ない、逆火アレスターとして働く、即ち開放大気中を伝播する火炎を消すための金網アレスターとしての能力を考察している。

[Session G : Miscellaneous]

1. 撒積み危険物輸送における内航海運の役割

T. Miki, ほか

海上輸送の安全の向上と、国内輸送の能力改善のために計画輸送の必要性を論じ、それがもたらす潜在的効果

を線型計画モデルの定式化により定量的に評価している。計画輸送の完全な実施により、輸送トンマイルで表わした輸送活動は半分以下で足りることを述べている。

2. "DABAWAS" 水質汚染物質のデータバンク

M. Krutz

危険化学物質事故による被害に迅速に対処するために、電算化した水質汚染物質のデータバンクが開発されたことを述べ、本データバンクの概要と利用方法を説明している。

3. 日本の港湾・狭水道における海上交通事故危険度

Y. Fuji, ほか

1973~77年にわたり日本の港湾・狭水道等の交通事故危険度を求め、船の種類による危険度のちがいを調査した結果を報告している。

4. 放射性同位元素輸送容器(B(u)型)に関する試験研究

A. Ohno

B(u)型輸送容器に対する試験、研究を行ない、設計、性能試験等に有益な結果が得られたと報告している。

5. 専用船"日の浦丸"による使用済核燃料の海上輸送

K. Kage, ほか

日の浦丸による使用済核燃料の海上輸送について、法規や官庁手続き、日の浦丸の設備概要を交えながら述べている。

参考資料

参考資料

ケミカルタンカーの主要目

本主要目は、「第6回海上及び内陸水路における危険物運送に関する国際シンポジウム」において(財)日本海事協会船体部恵美彦氏らが発表の『IMCOばら積みケ

ミカルコード適用のケミカルタンカーの設計に関する二、三の考察』より転載したものである。

DWT (KT) 貨物タンク容積 (m³)	船舶のタイプ	主要寸法 L×B×D×d (m)	主機関 (PS×rpm) 航海速度 (kt)	貨物タンク主要目							積付予定貨物			貨物管装置		液面指示			
				構造方式	タンク数	スロップタンク数及び容量	設計比重			タンク材料/コーティング <sup>*3</sup> (数字はタンク数を示す)			危険化学品	その他の化学品	石油精製品	方式	ボンパ容量/揚程/数 m³×(Aq.)m×数	種類	警報/自動しゃ断
							センター	ウイング	その他	SUS 316	エポキシ	ジンクシリケート							
1,230 1,231	Ⅱ&Ⅲ	63.50×11.00 ×5.00×4.30	1,800×320 12.0	Ⅱ・Ⅲ D	8	2(2) 20.0 (20.0)	1.5	1.5	—	8	0	0	4	2	0	グループ メイン	300×70×2	密閉	—
4,224 4,414	Ⅱ&Ⅲ	92.10×14.50 ×7.20×6.15	3,200×265 13.0	Ⅱ・Ⅲ D	21	1(1) 76.0 (76.0)	1.9	1.4	—	7	8	6	20	16	6	グループ メイン	200×70×14 600×70×2	密閉 制限	高液面 警報
5,097 5,766	Ⅱ&Ⅲ	95.00×15.20 ×7.60×6.338	3,300×290 12.7	Ⅱ・Ⅲ D	14	3(3) 196.6 (196.6)	1.85	1.4	1.4	3	0	11	24	19	0	グループ メイン及び 独立型	150×80×6 400×80×1	制限	—
6,007 6,614	Ⅲ	94.00×16.00 ×8.20×6.865	3,600×240 12.7	Ⅲ D	10	2(2) 199.4 (199.4)	1.48	1.48	1.48	0	10	0	2	12	1	グループ メイン	400×70×4	制限	高液面 警報
6,595 7,418	Ⅱ&Ⅲ	99.98×16.00 ×8.00×6.95	4,000×260 12.8	Ⅱ・Ⅲ D-E	12	2(2) 163.9 (163.9)	1.4	1.4	1.4	0	8	4	4	17	0	グループ メイン	200×70×3 500×70×2	制限	—
7,339 8,858	Ⅱ&Ⅲ	100.00×17.20 ×9.80×7.916	5,200×195 13.5	Ⅱ・Ⅲ D	22	3(2) 417.4 (171.45)	1.9	1.5	—	6	0	16	13	18	0	独立型	50×80×7 70×80×6 100×80×8 200×80×3	密閉	—
8,000 9,090	Ⅱ&Ⅲ	103.00×17.50 ×9.95×8.10	8,000×175 14.3	Ⅱ・Ⅲ D	16	2(2) 240.0 (240.0)	1.5	1.5	—	6	0	0	16	19	0	独立型	100×80×14 200×80×4	密閉	高液面 警報
9,033 10,471	Ⅱ&Ⅲ	106.10×18.30 ×10.10×8.117	6,000×98 13.5	Ⅱ・Ⅲ D	24	3(2) 547.6 (283.5)	1.9	1.5	—	10	12	2	24	22	1	独立型	100×80×23 200×80×3	密閉	高液面 警報
9,844 11,074	Ⅱ&Ⅲ	116.00×18.30 ×9.65×7.80	6,500×190 14.0	Ⅱ・Ⅲ D	21	2 449.8	1.3	1.3	—	2	4	8	17	29	0	グループ メイン	150×7×17 500×7×2 1,000×7×4	密閉	—
11,195 12,810	Ⅲ	120.00×18.50 ×10.70×8.60	8,000×175 15.0	Ⅱ・Ⅲ D-E	17	2 379.5	1.4	1.4	1.4	0	17	0	4	24	3	グループ メイン	—	制限	—
14,934 16,713	Ⅱ&Ⅲ	124.50×22.00 ×11.90×9.44	7,200×520 14.5	Ⅱ・Ⅲ D	21	2(2) 190.0 (190.0)	1.9	1.48	—	0	18	3	5	10	2	グループ メイン	400×80×2 400×100×2 1,000×80×2	制限	—
16,500 21,607	Ⅱ&Ⅲ	140.00×22.80 ×12.00×8.50	6,200×175 —	Ⅱ・Ⅲ D	26	2 630.2	1.4	1.4	1.4	0	8	18	28	63	2	グループ メイン	300×80×2 500×80×4	密閉 制限	高液面 警報
21,513 28,514	Ⅲ	152.70×24.40 ×13.75×9.222	10,700×50 14.7	Ⅱ・Ⅲ D	22	2 1,127.6	1.26	1.26	—	0	22	0	6	27	1	グループ メイン	1,000×125×4 700×125×1	密閉 開放	—
31,500 42,080	Ⅲ	160.00×27.20 ×14.70×11.10	11,200×119 14.9	Ⅲ C	26	2 1,100	1.53	1.025	—	0	0	0	2	3	2	独立型	160×80×19 320×80×7 340×80×1	密閉	溢出防止 用自動しゃ断

注) \*1 スロップタンクを含む。\*2 図1による表示。\*3 スロップタンク専用を含まず。\*4 貨物タンク兼用を含む。また、括弧内は専用スロップタンクを示す。

■石炭焚き船技術シリーズ(その10)

## 船内灰処理システム

三菱重工業株式会社 船舶技術部  
原動機開発部

前号では石炭庫よりボイラ焚き口に到るまでの石炭ハンドリング技術について記述したが、本号では石炭を燃焼させた後の船内における灰処理システムについて記述する。灰処理システムも給炭システムと同様、ボイラ型式によりその内容が異なってくる。本号では主としてストーカ焚きボイラを対象に記述し、微粉炭焚き、流動(床)燃焼ボイラに関しては簡単に触れることとする。

灰処理は石炭焚きプラント固有の問題であり、石炭焚き船の計画において重要な位置を占める。石炭の灰分含有率は通常10~20% (重量比) で、場合によっては50%にも達し、消費した石炭量に比例して灰が確実に発生してくるわけで、これの捕集、移送、貯蔵、船外排出(陸揚げ)といった、重油焚きプラントには無い新しい分野の技術が必要となる。

### 1. 灰の捕集

#### 1・1 各種灰の捕集位置

トラベリング・グレイト上で燃焼した石炭の灰はグレイトの上に乗って移動する灰(粗粒と塊の混合状)と、グレイトから飛散し燃焼ガスと一緒に運ばれる灰(粉粒状)に大別される。前者をボトムアッシュと称し、ス

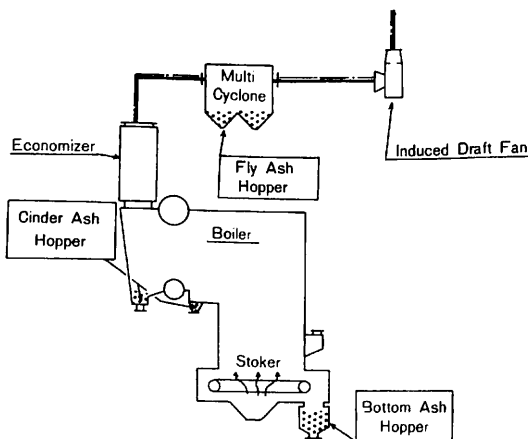


図1 各灰の捕集位置(三菱-CE V2M9Sタイプボイラの場合)

カー下に設けたボトムアッシュホッパに沈積する。後者をフライアッシュと称し、煙路に設けた集塵器にて捕集され集塵器ホッパに沈積する。またスプレッダーから炉内に投入された石炭の微細粒子はグレイト上に到達する前に火炉内空間で浮遊燃焼を行い煙路に運ばれるが、この中の未燃分を含んだ飛散塵をシンダーアッシュと称し、一部はボイラの過熱器及び節炭器下部のホッパに沈積する。

ストーカ焚きの場合の各灰の発生割合は概略下記のとおりである。

- ボトムアッシュ ……75~80%
- フライアッシュ ……15~20%
- シンダーアッシュ ……3~5%

また各灰の捕集位置は三菱-CE V2M9S タイプスプレッドストーカの場合、図1に示すとおりである。

#### 1・2 集塵装置

ストーカ焚きボイラの場合燃焼ガス中のダスト(フライアッシュ)濃度は概略2~5 g/N<sup>m</sup>であるので、これを煙突出口にて0.3~0.4 g/N<sup>m</sup>(重油焚きボイラガンの程度)以下にするため集塵装置の装備が必要となる。集塵装置としては次のような方式があげられる。

- (1) 機械式集塵装置 (Multicyclone: MC)
  - ……遠心力によりダスト分離
  - (ダスト粒径により性能が左右される)
- (2) 電気式集塵装置 (Electrostatic Precipitator: EP)
  - ……静電気力によりダスト分離
  - (炭種により性能が左右される)
- (3) バグフィルタ
  - ……濾布による濾過

(炭種、粒径によらず濾布面積により性能が決まる) 方式の選定にあたっては炭種、機関室スペース、設備費を総合的に判断しなければならない。ストーカ焚きボイラの場合、フライアッシュ量は比較的少なく、かつ粒径が粗いことから機械式集塵装置により重油焚きボイラと同程度の出口ダスト濃度が得られるが、微粉炭焚きボイラの場合はその量が多く、かつ微細であるため一般に高

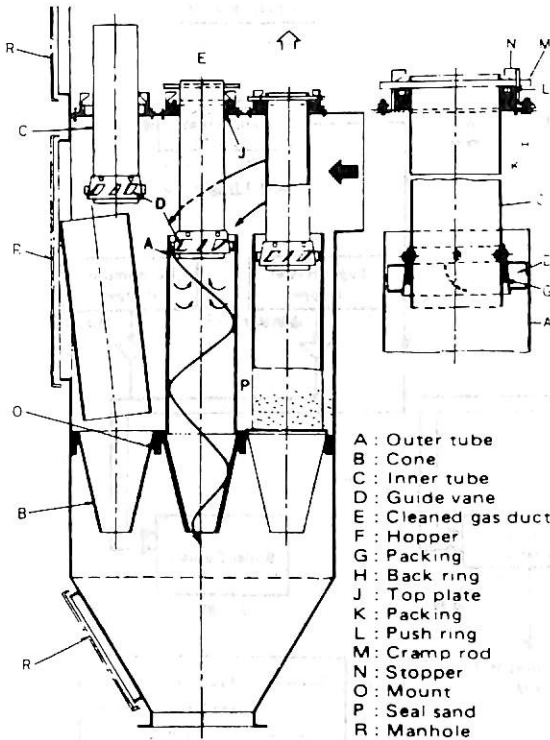


図2 三菱-ルルギ式マルチサイクロン

価な電気式集塵装置が必要となる。図2に三菱-ルルギ型機械式集塵器の例を示す。

2. 灰の移送

2.1 灰の移送方式

各ホッパに捕集された灰は灰貯蔵槽まで移送する必要がある。陸用プラントで現在一般に用いられている移送方式は

- (1) 機械式コンベア方式
- (2) 水によるスラリー方式
- (3) ブロアーによる空気圧送方式
- (4) 真空ファンまたは蒸気、水エゼクターによる真空移送方式

等多種多様である。図3に三菱-ミュラー式の空気圧送方式の例を、図4にデトロイトストーカ社(米国)の蒸気エゼクターによる真空移送方式の例を示す。

船用の場合も陸用と根本的な違いは無いが、防塵、耐振動、耐動揺、スペース上の制約を受けることとなるので管路輸送が可能な(2)~(3)の方式とする必要がある。各方式とも一長一短があり、どの方式を採用するかは移送距離(灰貯蔵配置)、電力設備、省力化の程度等から総合的に判断する必要がある。

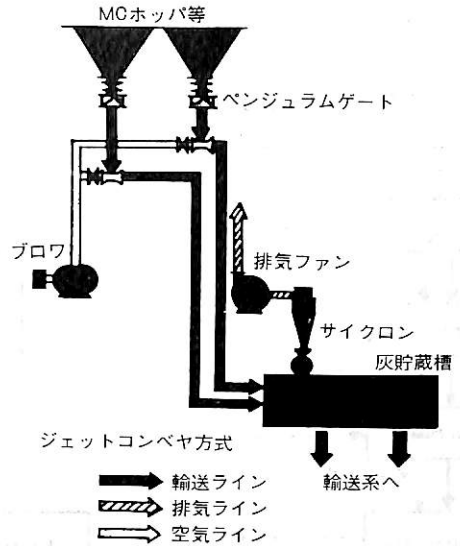


図3 空気圧送式灰移送装置 (三菱-ミュラー式)

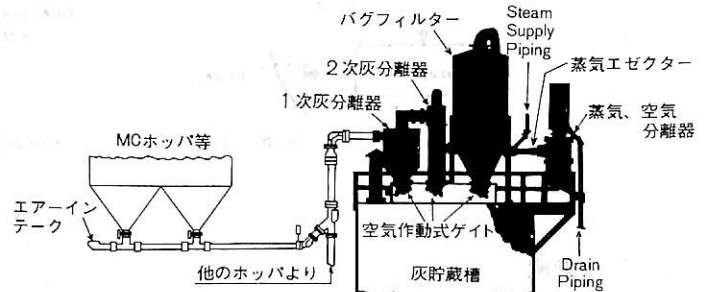


図4 蒸気エゼクターによる真空灰移送装置 (デトロイトストーカ社方式)

灰移送装置の設計で特に注意を要するのは灰移送管の摩耗対策であり、曲がり部、分配、集合部、および弁類要部は材質、形状および予備品のあり方等充分な考慮が必要である。またボトムアッシュは粗粒または塊の状態で沈積しているため、その移送に際してはクリンクラッシャーと称する粉碎装置を装備する必要がある。

2.2 船内灰移送計画例

ストーカ石炭焚き船の灰移送装置計画例を図5にスケルトンで示す。ボトムアッシュは海水によるスラリー移送方式とし、ボトムアッシュ貯蔵槽で水切りを行ない、灰のみを貯蔵する。一方フライアッシュ及びシンダーアッシュはブロアーによる空気圧送方式とし、前者はフライアッシュ貯蔵槽で空気分離を行い灰のみを貯蔵する。後者はボイラ火炉に吹き込み再循環させて未燃損失の減

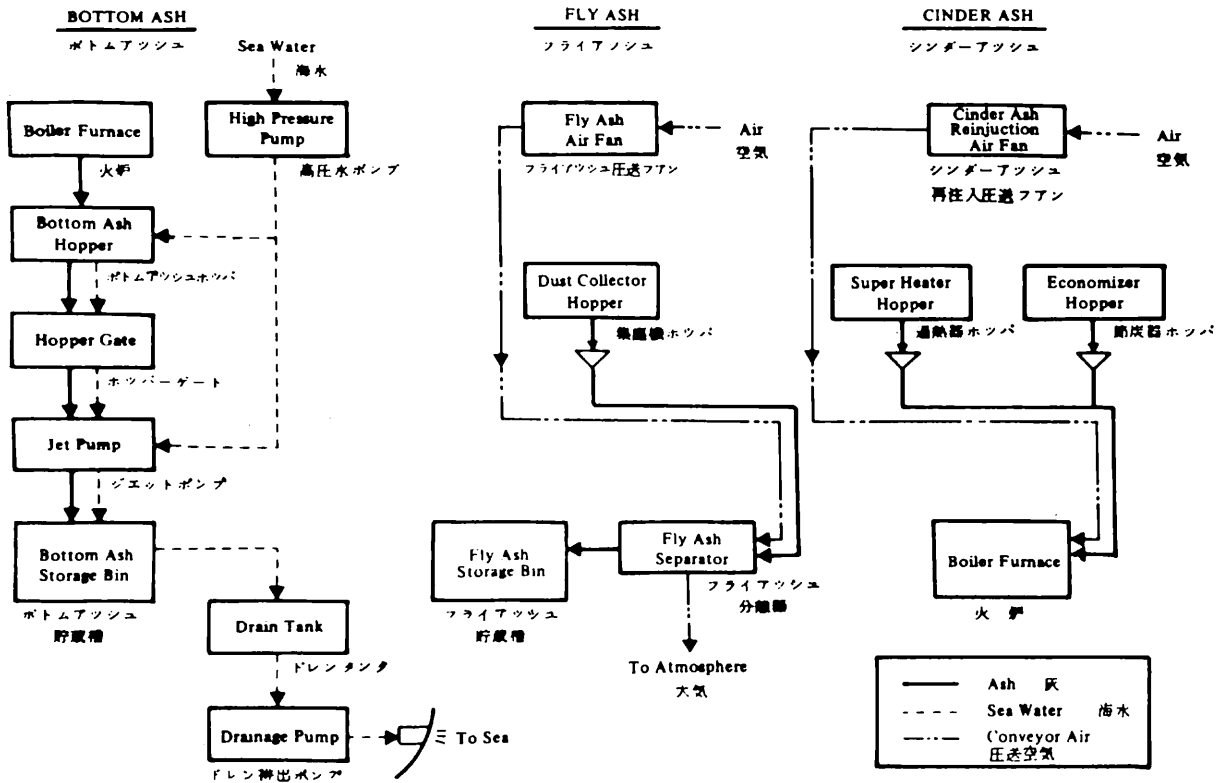


図5 灰移送装置 (ストーカー焼きボイラ)

少をはかることとしている。

### 3. 灰の貯蔵

#### 3・1 灰貯蔵槽容量

灰貯蔵槽容量は使用炭種、航路、停泊日数および外洋投棄の採否によって異なるが、船内に相当の灰貯蔵槽スペースを確保する必要があり、前述のバンカ（石炭庫）と同様石炭焼き船の船型増大の一因となる。

20,000 PS級主機の石炭焼き船の場合石炭の灰分含有率を10～20%とすると、日本～豪州北西岸間の片航（約4,000 S. M.）における灰の発生量は約260～520トンとなる。灰の外洋投棄を行わず、灰の嵩比重を約0.8とすると発生灰の実容量は下記ようになる。

ボトムアッシュ…… 250～500 m<sup>3</sup>

フライアッシュ…… 80～160 m<sup>3</sup>

上記は実容量であり、実際に灰貯蔵槽を設計する場合はさらに移送水、移送空気の容量を加味した貯蔵槽容量とせねばならず、また貯蔵槽の下部は灰の払い出しを考慮してホッパー形状とし、ホッパー下部には灰の排出装置を設けなければならないので、灰貯蔵槽下部にもかなりのスペースの確保が必要である。

#### 3・2 灰貯蔵槽配置および構造

灰貯蔵槽は灰移送装置の所要動力をできるだけ減らすためと貯蔵槽からの灰の払い出し装置との関連から機関室内配置とするのが望ましい。またボトムアッシュとフライアッシュを同一貯蔵槽に貯蔵するか別々の貯蔵槽に貯蔵するかは各々の灰の船内、船外への移送方式および灰の再利用に対する考え方により異なる。しかしフライアッシュはその灰の性状から少なくとも乾式貯蔵とするのが望ましい。図6に灰貯蔵槽の配置計画例を示す。この計画では機関室内配置とし、ボトムアッシュとフライアッシュを別々に貯蔵するよう計画している。

灰貯蔵槽はバンカ（石炭庫）同様、払い出し性の面から内面は極力平滑とし、内部には骨材を設けよう配慮する必要がある。また灰貯蔵槽の板厚および内面塗装の要否は灰による腐蝕（炭種、灰移送方式により異なる）を充分考慮の上決定する必要がある。

### 4. 灰の投棄および陸揚げ

灰の海洋投棄に関する規則については今後議論されることになると思うが、石炭灰の成分は本技術シリーズ(その3)で記述したようにSiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などを主

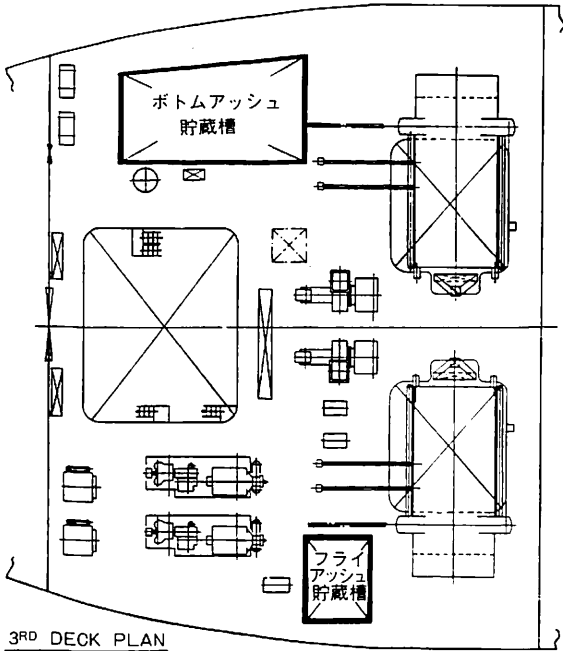


図6 機関室内貯蔵槽配置計画例

成分としており、言うなれば砂に類似のものであり、また一般に有害成分も含まぬことから海洋投棄を行なっても実害は無いと考えられている。

現在のところ特に石炭焼き船を対象とした灰の海洋投棄に関する規制は無く、各港湾規制で規定されている範囲の事項を満足させることを条件に船の計画がなされている。将来石炭焼き船が数多く出現してきた場合には灰の海洋投棄に関してIMCO等を通じて国際的合意を形成する必要がある。

石炭灰の海洋投棄に規制が加えられた場合、あるいは灰の有効利用を考える場合は、港湾の灰受け入れを前提とした灰の陸揚げ装置が必要となる。陸揚げ方式については2・1で記述した灰移送方式と同様であるが、その方式の選択および必要動力の決定は港湾の灰処理設備との関連で決まってくる問題であるので、まず港湾設備との整合が必要となる。

5. 微粉炭焼きボイラに対する灰処理

微粉炭焼きボイラの灰処理はストーカ焼きボイラの場合と原則的に違いはないが、特に留意すべき事項は下記の通りである。

- (1) フライアッシュの量がストーカ焼きの約15~20%に比して約75~80%と数倍になる(逆にボトムアッシュ量は減る)。

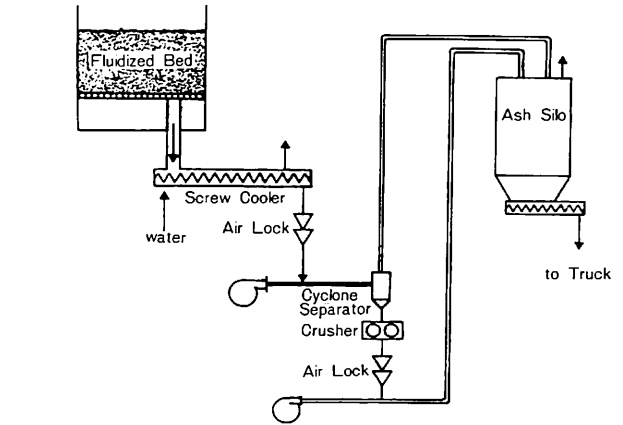


図7 ベッドリムーバルシステム

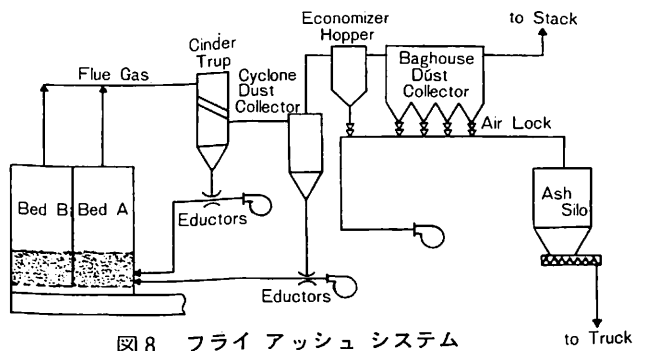


図8 フライアッシュシステム

- (2) フライアッシュの粒径分布がストーカ焼きに比して微細なものとなるため電気集塵器を採用する必要がある。
- (3) ストーカ焼きボイラとは異なり火炉壁にスラッグを排除する目的でデスラッグと呼ばれるスートブロワを装備する必要がある。
- (4) 尚シンダーアッシュ再注入装置は不要となる。

6. 流動(床)燃焼ボイラに対する灰処理

流動(床)燃焼ボイラの場合、灰処理のほかに流動媒体処理という新しい要素が加わり複雑となる。この灰および流動媒体処理システムも確立された方法といったものではなく、ボイラの設計に応じて各種の方法が試みられているのが現状であり、ここでは前号同様 Georgetown Univ. の例を紹介するにとどめる。

Georgetown Univ. のプラントでは床底での灰、流動媒体処理をベッドリムーバルシステム(図7参照)と称し、床内から飛び出ていく灰、流動媒体処理をフライアッシュシステム(図8参照)と称している。

ベッドリムーバルシステムでは燃焼後の石炭灰(ボト

ムアッシュ)のほかに流動媒体である石灰石、脱硫反応生成物である石灰、石膏が混合した状態で床底から常時水冷式スクリーフィードにより払い出され、空気圧送方式で灰貯蔵槽に移送されている。

一方フライアッシュシステムでは床内から煙道に飛び出した石灰(フライアッシュ)および生成石膏が誘引通風機上流側の集塵器(バグフィルタ)により捕集され、空気圧送方式で灰貯蔵槽に移送されている。またシンダーアッシュは、ボイラ出口のシンダートラップおよびサイクロンで捕集されボイラ再注入されている。

このプラントでは流動媒体の再生補給は行なわれておらず、灰とともに廃棄されているが、船用の場合スペース的制約から流動媒体を再生(または灰と流動媒体の分離)して床内に再循環させることが必要となり、かなり複雑なシステムとなろう。

(次号予告:石炭焼き船の設計例)

参考文献

- (1)「石炭の利用に関する調査研究事業報告書」日本船用機器開発協会編、昭和51年3月
- (2)「船用石炭焼きプラントの設計」福垣ほか、日本船用機関学会誌、Vol. 45, No 10, 1980
- (3)「The 100,000lb/hr Fluidized Bed Steam Generation System for Georgetown University」Robert L. Gamble, American Power Conference, April, 1979
- (4)「Coal Fired Ships - How to Make Them Really Viable」A. Fukugaki, Second International Coal Fired Ships Conference, Oct, 1980

{ 本号執筆者 船舶技術部 福垣敦男 山田次敏 }  
荒木数幸

ニュース

ニュース

豪州から石炭焼き船、2隻受注

三菱重工業は、エネルギー多様化時代の船舶として脚光を浴びている「石炭焼き船」を2隻、豪州のオーストラリアン ナショナルライン(The Australian National Line)から受注、昨年11月17日キャンベラで建造契約に調印した。

受注した石炭焼き船は、74,700 DWTのボーキサイト運搬船で、受注総額は約250億円(円建て、現金払い)。本船は、石炭見直しブームの中で近代化され、再登場する石炭焼き船の第一号である。この石炭焼き船は主機関およびボイラを含め、同社長崎造船所で建造、第1船を'82年9月、第2船を'83年3月にそれぞれ引渡しの予定である。両船とも豪州のウェイパとグラッドストーン間の内航航路に就航し、クィーンズランド アルミナ社のボーキサイトの輸送にあたることになっている。

三菱重工が再評価によって確立し、本船に採用した技術は次のとおりである。

- (1)スプレッド ストーカー方式によるボイラ燃焼方式:陸上の石炭火力プラントでは流動床方式の試験例も出つつあるが、ストーカー方式及び微粉炭焼きが技術的に確立されており、船用プラントとして投資効果、信頼性、安全性及び保守の面からスプレッドストーカー方式を採用した。
- (2)船用初のニューマチック運炭方式:陸上からバンカーへの石炭搭載、バンカーから焚き口までの石炭移送には

各種の方式が考えられるが、保守、防じん対策の面からニューマチック方式を採用することとした。

(3)石灰の処理 フライアッシュはマルチサイクロンで捕捉しニューマチック方式で、またボトムアッシュは水スラリー方式で、それぞれアッシュサイロに集め、いったん船内に貯蔵した後、処理される。

(4)自動化:現代の船舶は、機関室無人化が必須である。本船はロイド船級協会のUMS Notationを取得することにしており、ボイラ燃焼制御はもちろん給炭、灰処理を含め、すべて自動化ないしは遠隔制御を行なう。

(5)安全性の確保:石炭は産地により、その性状は千差万別であり、炭種によっては自然発火、炭じん・ガス爆発の危険を伴う。従って使用予定の石炭をあらゆる角度から分析、安全対策を施すことにしている。

(6)排煙対策:排煙による大気汚染防止は石炭焼き船として重要な課題であり、排煙中に含まれる未燃分は再度ボイラに還流しボイラ効率を上げる一方、排煙中のダスト濃度はマルチサイクロンを通し規制値を達成させる。

主要目

長さ(垂線間)	248.00 m	幅(型)	35.35 m
深さ(型)	18.35 m	計画満載喫水(型)	12.20 m
載貨重量トン数	約74,700 t	総トン数	53,900 T
主機関	三菱MS-21-II型	19,000 PS	1基
ボイラ	三菱CE V2 M-9S(石炭焼き)		2基
速力	約15.8 kn	船級	LRS with UMS Notation



## 省エネルギー内航船主機関としての NKK-S.E.M.T.-Pielstick PA6形機関の 稼動状況について

日本鋼管株式会社 重工事業部  
第二計画設計部\*  
機械プラント営業部\*\*

### 1. ま え が き

NKK-S.E.M.T.-Pielstick PA6形機関は、昭和45年フランスのS.E.M.T.社により開発された低質油燃焼可能な小形中速ディーゼル機関であり、当社は昭和51年に技術提携を結び、その製造に着手した。燃料油の価格高騰とその低質化は小形船舶分野に於ても例外ではなく、内航船の省エネルギーと低コストエネルギーの転換が緊急の課題となり、諸種の省エネルギー対策が進められているが、NKK-S.E.M.T.-Pielstick 6PA6L形機関による粘度2000秒(R.W. No.1 100°F)を仕様した本格的C重油焚き内航船の建造は我国では初めての事であり、新しい試みとして注目された。昭和55年3月の第1船の就航以来現在では5隻が就航しているが、何れも非常に順調に稼動中である。ここに省エネルギー内航船主機関としてのPA6形機関の特長および稼動状況について紹介する。

### 2. C重油専焼内航船主要目

栗林近海汽船(株)「神瑞丸」、芙蓉海運(株)「朝蓉丸」および「福蓉丸」の3隻が現在稼動中である。

#### 2.1 船主要目

船名	神瑞丸	朝蓉丸・福蓉丸
船種	699G/T型 貨物船	499G/T型 鋼材船
L×B×D (全長)(巾)(深さ)	73.75×12×7m	66×11×6.1m
主機関	NKK-SEMT-Pielstick 6PA6L 1基1軸	

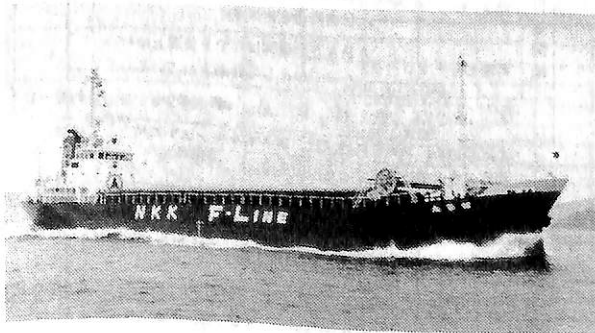


写真1 航海中の朝蓉丸

最大出力	2,100 PS × 900rpm (可変)	1,680 PS × 900/750rpm (一定)
減速機	堅形1段減速	堅形1段減速 (130kVA発電機PTO軸付)
推進器	可変ピッチ×300rpm	可変ピッチ×321/268rpm
最大速力	13.8 ノット	13.4 ノット

#### 2.2 PA6L形機関主要目

船名		神瑞丸	朝蓉丸・福蓉丸
シリンダ数		6	
シリンダ配列		直列形	
シリンダ径		mm	280
行程		mm	290
機関定格	出力	PS	2,100
	回転数	rpm	900
機関常用	出力	PS	1,780
	回転数	rpm	853
平均ピストン度	m/s	8.7	8.7/7.3
シリンダ内最高圧	kg/cm <sup>2</sup>	140	
使用可能燃料油	2,000秒低質重油 (R.W. No.1 100°F)		
主機駆動ポンプ	清水、潤滑油 燃料油	海水、清水 潤滑油、燃料油	

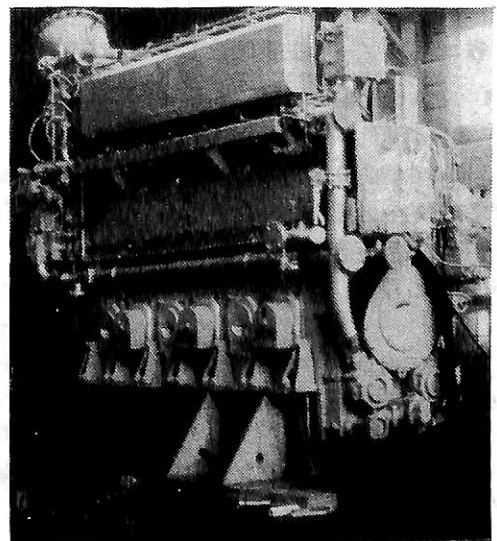


写真2 6PA6L形機関全形

2・3 減速機，推進器および排ガスボイラ要目

船名		神 瑞 丸	朝 蓉 丸・福 容 丸
減速機	減速比	約 1 : 3.0	約 1 : 2.8
	出力 (PS)	2,070	1,650
		回転数 (rpm)	300
	常用	出力 (PS)	1,750
回転数 (rpm)		284	321 / 268
P.T.O. 軸	増速比	—	約 1.33 : 1
	最大伝達力 (kVA)	—	130
	回転数 (rpm)	—	1,200
推進器	プロペラ型式	可変ピッチ	可変ピッチ
	プロペラ軸受型式	EVR	EVR
	軸封装置型式	EVK-2	EVK-2
	プロペラ翼径 (mm)	φ 2,450	φ 2,200
	プロペラ翼数	4	3
排ガスボイラ	型式	補助ボイラ，排ガス併用型	強制循環式
	蒸発量	7.0 kg/cm <sup>2</sup> × 300 kg/h	7.0 kg/cm <sup>2</sup> × 200 kg/h

2・4 主要部重量表 単位：ton

船名	神瑞丸	朝蓉丸，福容丸
主機関	13.8	13.8
減速機	4.7	4.3
弾性継手 (主機関—減速機間)	0.6	0.4
弾性継手 (減速機—発電機間)	—	0.06
プロペラ，プロペラ軸，中間軸	4.8	4.0
合計	約 23.9	約 22.6

3. 省エネルギー船主機関としての特長

3・1 PA6形機関の特長

(1) 燃料消費率が少ない

第1図の性能曲線に示されるように在来機種に比べ燃料消費率は約8%減である。(158 g/ps・h → 146 g/ps・h)

(2) 低質重油の使用が可能

粘度 3,500 秒 (R.W. No. 1 100 °F) を設計基準としている。

(3) 機関定格回転数の選定範囲が広い

750 rpm ~ 1,000 rpm の範囲で自由に選出できる。

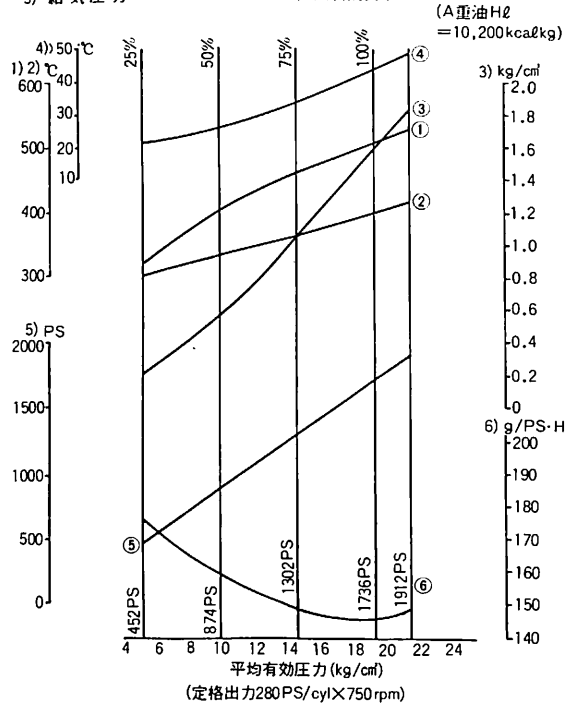
(4) 小型，軽量

エンジン本体の重量は 13.8 トンであり，在来機種の約半分となっている。

(5) 保守点検費用が少ない

主要部品は耐久性に優れ寿命が長い。

- 1) 排ガス過給機入口温度
- 2) 排ガスシリンダー出口温度
- 3) 給気圧力
- 4) 給気温度
- 5) 機関出力
- 6) 燃料消費率



第1図 PA6形機関性能曲線 (回転数一定)

3・2 省エネルギーシステム船への適応性

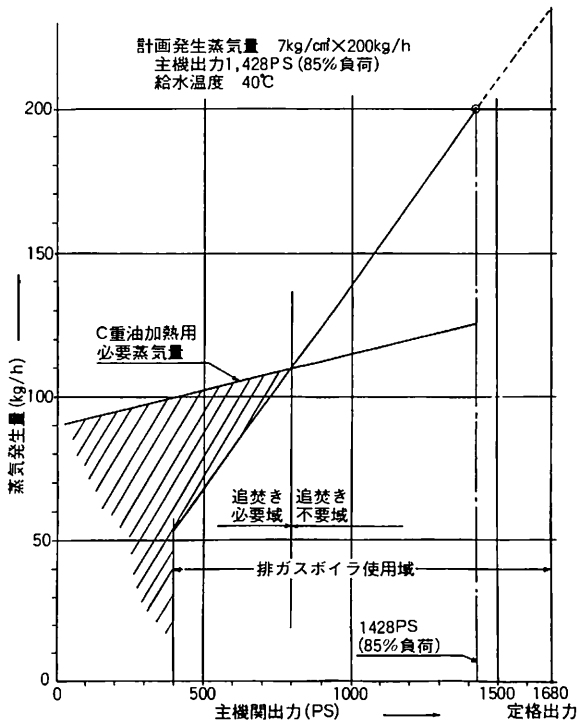
省エネルギー化項目	PA6形機関の適応性	燃料費低減率 (%)	
機関	低燃費エンジン	第1図に示される如く，燃料消費率 146 g/ps・h	8
	低質重油使用エンジン	3,500 秒 (R.W. NO. 1 100 °F) を設計基準としている	13
機関	軸駆動発電装置	ギヤードエンジンであるため減速機よりのP.T.O軸の取出しが容易である	3
係	排熱利用装置	第2図に示される如く，通常航海ではC重油加熱及び暖房蒸気等を排ガスボイラのみで十分賄える	5
	推進機関	低回転プロペラ	減速機の減速比により最適回転数を自由に選定出来る
係	可変ピッチプロペラ	PA6形機関はC.P.P装置とのパッケージ形として計画されている	3
総合燃料費低減率		約42~47	

上記の如く，PA6形機関は，省エネルギーシステム船としての諸要件のすべてに適応するものである。

4. 低質重油に対する対応

4・1 低質重油燃焼技術の推移

S.E.M.T社におけるPA6形機関の開発推移を第3図に示す。低質重油使用船 M/V "ARGO" の運転時間は 1980年6月現在ですでに 18,000 時間を超えている。



第2図 朝霧丸排ガスボイラ蒸気発生量と機関出力線図

4・2 低質重油対策について

4・2・1 燃焼性

- (1) 燃料噴射ポンプ低質油仕様
- (2) 燃焼室形状スワールの最適化
- (3) 燃料ブースト系の圧力上昇
- (4) 燃料油の循環

- (5) 燃料油主管の保温
- (6) 燃料油こし器容量増大, 蒸気加熱装置による保温
- (7) 燃料弁の清水冷却
- (8) 高効率過給機の採用による充分な燃焼空気供給

4・2・2 耐蝕, 耐摩耗性

- (1) 組立形ピストン
- (2) ピストンの潤滑油冷却
- (3) ピストンリング溝の硬化
- (4) ピストンリング気密の改善及び耐摩耗処理
- (5) 耐摩耗性のライナ材質の採用
- (6) 冷却清水系統の高温化
- (7) 給気ドレンの分離装置
- (8) 高アルカリ価潤滑油の採用

4・2・3 排気弁対策

- (1) 弁座温度の低下 (ノンケジタイプのため排気弁径増大に伴う冷却効果増大)
- (2) 排気弁盛金の施行
- (3) 排気弁回転装置の取付け

5. 稼働実績について

5・1 運航状況

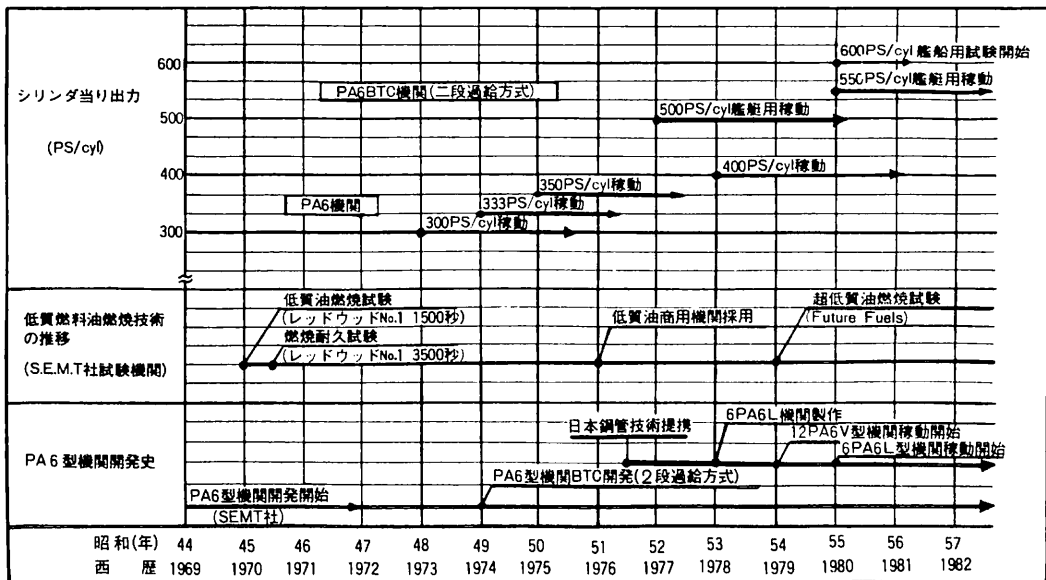
C重油運航状況は第4図に示す通りであり, 現在まで各船共不稼働につながるトラブルは皆無である。

5・2 燃料油性状

A丸の使用C重油性状を第1表に示す。

5・3 潤滑油性状

A丸の潤滑油性状および消費率は第5に示す。現在平均L.O.消費率は0.7g/ps・hである。



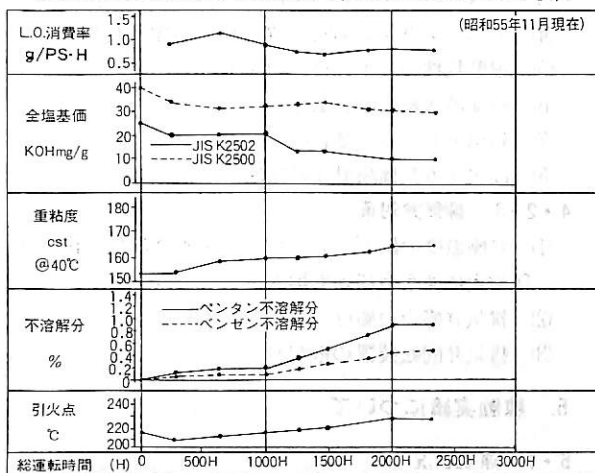
第3図 PA6機関定格出力, 低質油燃焼技術の推移

5・4 整備維持費

現在までの実績としてC重油使用による部品および補修費の費用増は特にみられない。潤滑油については低速機関のようにシステム油とシリンダ油の個別管略の煩雑さも費用も少ない。

6. 開放点検結果

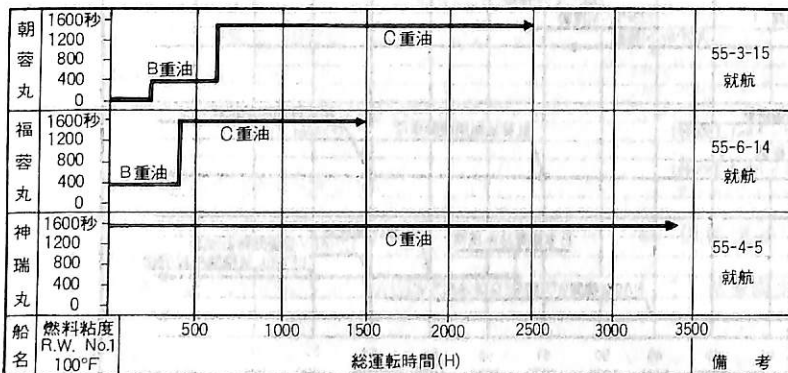
C重油運転1,000時間および2,500時間後にそれぞれ



第5図 A丸 L.O. 性状推移及び L.O. 消費率

第1表 A丸使用C重油性状

供給年月	単位条件	55年5月	55年6月	55年7月	55年8月	55年9月	55年10月	55年11月
比 重	15 / 4°C	0.9509	0.9508	0.9493	0.9526	0.9534	0.9519	0.9494
粘 度	cst (50°C)	164	175	165	164	175	167	170
	R.W.No.1 100°F	1,450	1,550	1,450	1,450	1,550	1,470	1,500
引 火 点	°C	128	114	118	108	120	124	138
残留炭素	wt %	10.9	10.2	10.3	11.1	11.0	10.4	9.44
硫 黄 分	wt %	2.95	2.95	2.94	2.95	2.95	2.95	2.94
灰 分	wt %	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
水 分	wt %	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05	0.05
低位発熱量	kcal/kg	9,760	9,760	9,770	9,750	9,750	9,750	9,760
V含有量	P.P.M	80	65	79	90	80	69	82
Na含有量	P.P.M	62	47	62	60	60	52	54



第4図 C重油運転状況

追跡調査のため開放点検を行なったが、結果は何れもB重油の状態と変わりなく、特にピストンリングおよびシリンダライナの摩耗は認められなかった。

6・1 シリンダヘッド燃焼面およびピストン頂部

カーボンの附着及び堆積は殆どなく、燃焼状態の良好さが推察される。

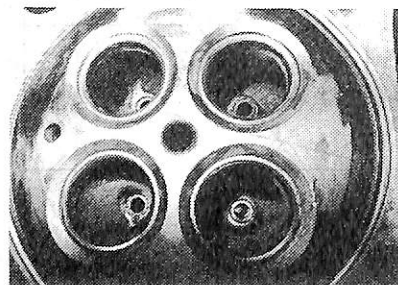


写真3 シリンダヘッド燃焼面 (2,500hr)

6・2 ピストンおよびピストンリング

ピストンの状態は写真4にみられる如く非常に綺麗であり、折損ピストンリングは1本もなかった。ピストンリング及びリング溝とも摩耗は全く認められず、すべて継続再使用した。



写真4 ピストン (2,500hr)

6・3 シリンダライナー

2,500hrの点検でも未だホーニング目が残っており、ライナ摩耗量は0.005mm/2,500hrであり潤滑油管理が非常に良く行なわれている。

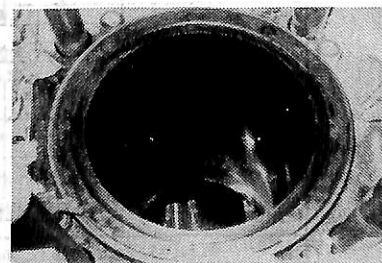


写真5 シリンダライナー

6・4 給気弁

若干カーボンの付着がみられたが、その他は全く異常がなく硫酸腐蝕も発生していなかった。

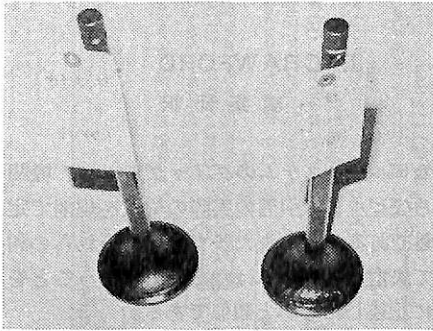


写真6  
給気弁  
(2,500 hr)

6・5 排気弁

弁座当り面にカーボンによる軽い疵があったが、吹抜けにつながるようなものはなく、又バルブシステムについても摩耗および腐蝕はみられず動きもすべてスムーズであった。現状より推察して年間無開放の確信を得た。

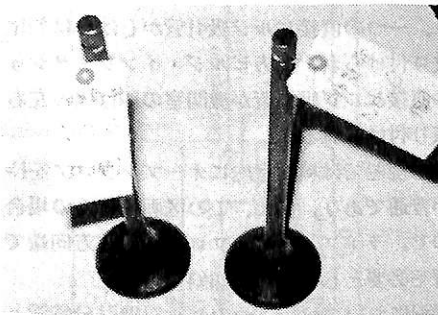


写真7  
排気弁  
(2,500 hr)

6・6 クランクジャーナル及び軸受

今回追跡調査の一環としてクランク軸受の解放を行ったが、ジャーナル表面は滑らかで光沢があり、軸受についても当りは良好で損傷は全くなかった。

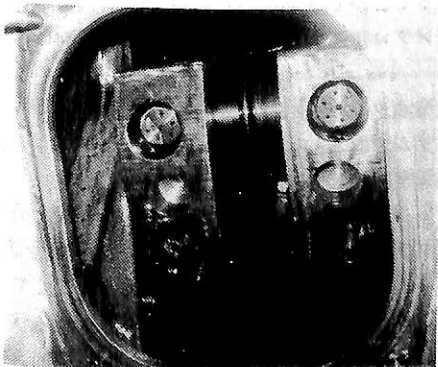


写真8  
クランク  
ジャーナル  
(2,500 hr)

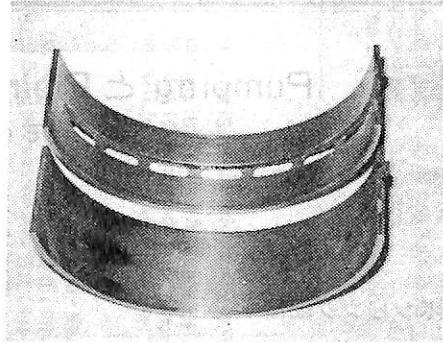


写真9  
クランク軸受  
(2,500 hr)

6・7 その他

燃焼弁についてはカーボンフラウの発生も少なく良好であった。カムおよびローラ、駆動ギヤ周り、クランクデフレクション等いずれも問題はなかった。

7. あとがき

前述のようにNKK-S.E.M.T.-Pielstick PA 6形機関は低質重油に対する性能、耐久性および信頼性について、現在までの追跡調査結果に於ては全く予期どおりの満足すべきものであり、年間無開放も期待出来、改めて自信を深めた次第である。

終りに当社は、今後更に高粘度低質化するであろう船用燃料油に対処するため、超低質油に対する機関部品の摩耗および腐蝕を含めた総合耐久性の研究並びに低燃費化を計画している。

( 文 責      \* 水 品 正 昭  
                 \* 丸 山 真 一  
                 \* 宮 館 昭 好  
                 \*\* 貞 本 光 博 )

■ 1978年版船舶写真集 ■

内容は1975年以降1978年3月迄の竣工船を252隻選び写真と要目を掲載 主要船舶の一般配置図30隻分収録  
体裁 B5判 251頁 上ビニール装 ケース入  
定価 3000円(送料300円) 振替口座東京 3-70438

1952年版 232隻 写真頁 96頁 定価1,000円  
1964年版 236隻 " 144頁 定価2,000円  
1968年版 356隻 " 194頁 定価2,000円  
1976年版 353隻 " 280頁 定価3,500円

\* 1980年版船舶写真集編集進行中です。乞御期待!!

株式会社 船舶技術協会

## Pumping と Piping 配置に対する指針

(その2)

J. CRAWFORD

編集部訳

## 4. 機関室内のポンピング配置

4・1 船体中央部または船尾に機関室を持つ船の  
典型的なビルジシステム

このシステムの主要な要素は、いろいろな区画からのビルジ吸引管が接続される主ビルジ管路と2台のビルジポンプである。ポンプは主ビルジ管路からビルジを吸引するが、直接機関室内のビルジ管からも吸引する。さらに機関室からの非常用ビルジ吸引ポンプ（普通ビルジ・インジェクションと呼ばれる）があり、主循環ポンプまたは冷却水ポンプの海水取入管に接続されている。

一つのビルジ吸引分岐管および一つの直接ビルジ吸引管が機関室の各々の側に取り付けられている。直接ビルジ吸引管は機関室内の主ビルジ管路の寸法以上のものとしなければならない。内燃機関船においては、ビルジ・インジェクションは冷却水ポンプの吸引分岐管と同じ寸法でなくてはならない。蒸気船においてはビルジ・インジェクションは冷却水ポンプの吸引分岐管の3分の2の寸法でもよい。

内燃機関船の船主の中には、ビルジからのオイルが機関部内の冷却表面の上に堆積し、それにより冷却水への熱伝導をそこなうことの可能性を主張し、そのためビルジ・インジェクションを海水冷却ポンプへ取り付けすることに熱心でないものがある。この意見に対処するため、当会規則はビルジ・インジェクションのかわりに、非常用ビルジ吸引管を利用できる最大の動力ポンプへ導くことを許容している。ただし、このポンプにはこのポンプの吸引分岐管と同じ大きさを有する直接ビルジ吸引管が取り付けられていないものに限る。もしこのポンプが自吸型ポンプであるならば、この船の非常用吸引管と同じ側の直接ビルジ吸引管は省くことができる。

一般貨物船の機関室の典型的なビルジシステムのダイヤグラムを第11図に示す。このシステムは第2図のポンピング一般配置図と寸法や配置が適合するようになっている。このダイヤグラムはビルジ・インジェクションに対する前述の代替案を分り易く図解している。

## 4・1・1 船尾機関船のビルジシステム

これらの船のビルジシステムのダイヤグラムは、機関室内のいろいろなビルジ吸引管の実際の位置を規則で定めることが困難であること、また多くの場合それらの利害得失によって決定されなければならないということを除けば4・1に記述したものと類似である。

大型の船では一般に完全な二重底を有しており、ビルジ吸引分岐管は船首両翼と船尾部のウエルに取り付けられるのが普通である。しかし、これらの船においてはトリムの大きな変化にさらされ、かつ船が横傾斜する場合に両翼に溜る水量が中央機関船の場合よりも少ないので、直接ビルジ吸引管とビルジ・インジェクションをそれぞれ機関室の船首端と船尾端に取り付けることは妥当である。実際には、一つの直接ビルジ吸引管がしばしば船尾のウエルに取り付けられ、他方ビルジ・インジェクションと今一つの直接ビルジ吸引管が機関室の船首側の左右にそれぞれ取り付けられる。

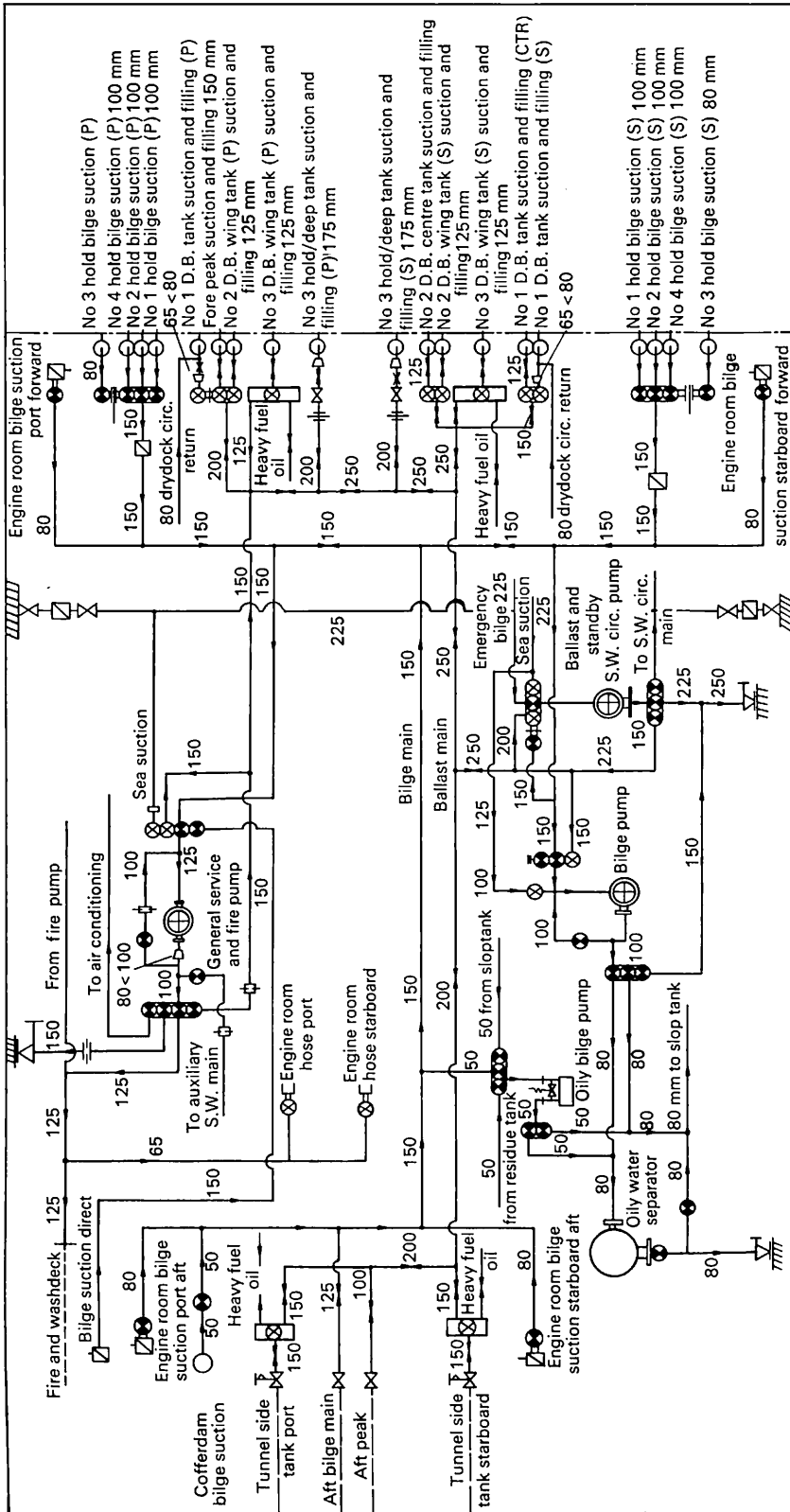
この型式の小型船では機関室内にオープンフロアを持っているのが普通であり、また、この区画は多くの場合比較的短いので、ライズ・オブ・フロアは船首方向端で両翼の吸引管を必要としない程急傾斜である。

この様な状況においては、一つのビルジ吸引分岐管と一つの直接ビルジ吸引管に加えてビルジ・インジェクションを中心線上あるいは中心線近くに取り付けることを規則は要求している。しかし、この区画の船首方向端には部分的な二重底があるかもしれないし、もしこの二重底があまり長くなく、かつドレンが容易に後方オープンフロアに流れることができるなら、ビルジ吸引管の数と配置はオープンフロアに対して必要とするものと同様にしてもよい。

第12図は中型油タンカーの機関室向きの典型的なビルジ・ダイヤグラムである。

## 4・1・2 機関室内のビルジ吸引管

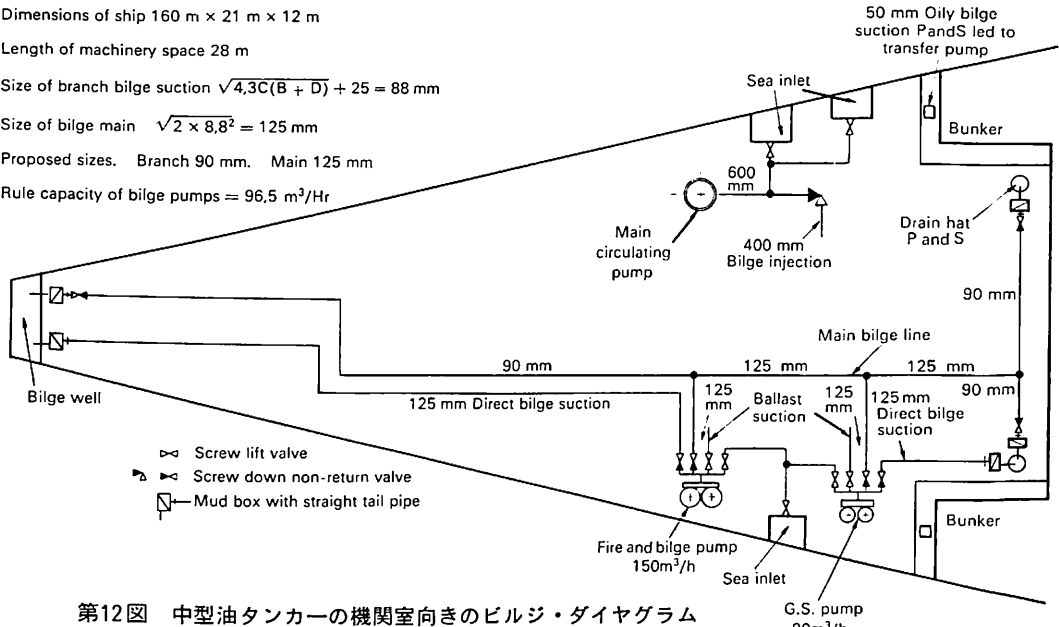
機関室とシャフトトンネル内の直接ビルジ吸引管と分岐吸引管は、プラットフォームの高さにとりつけた近付き易いマドボックスから直線尾管でビルジに導かなくてはならない。この意図は、迅速かつ容易に清掃される状態にあるマドボックスの中でビルジ水の中の異物を捕え



- ⊗ Screw lift valves
  - ⊗ S.D.N.R. overboard discharge valve
  - ⊗ Ring and blank flange R & B
  - ⊗ Expander or reducer
  - ⊗ Change over chest
  - ⊗ S.D.N.R. valves
  - ⊗ Sluice valve
  - ⊗ Strainer
  - ⊗ Hose connection
  - ⊗ Orifice plate
- Pumps on Bilge service
- |                        |                       |              |
|------------------------|-----------------------|--------------|
| G.S. and Fire pump     | 120 m <sup>3</sup> /h | Self priming |
| Bilge pump             | 120 m <sup>3</sup> /h | Self priming |
| Ballast/ST. by cooling | 400 m <sup>3</sup> /h | Self priming |
| Oily bilge pump        | 10 m <sup>3</sup> /h  | Self priming |

第11図 一般貨物船の機関室のビルジシステムのダイヤグラム

Dimensions of ship 160 m × 21 m × 12 m  
 Length of machinery space 28 m  
 Size of branch bilge suction  $\sqrt{4,3C(B + D)} + 25 = 88$  mm  
 Size of bilge main  $\sqrt{2 \times 8,8^2} = 125$  mm  
 Proposed sizes. Branch 90 mm. Main 125 mm  
 Rule capacity of bilge pumps = 96,5 m<sup>3</sup>/Hr



第12図 中型油タンカーの機関室向きのビルジ・ダイヤグラム

ようにすることにある。

にもかかわらず、尾管の低い方の端にゴミヨケ箱を取付けることがよく提案されるが、このゴミヨケ箱がマドボックスのかわりに詰ることがある。こういうことを防止するため規則第13章7・4・1の中で、ゴミヨケ箱をこの位置に設置すべきでないことが明瞭に述べられている。

開放端を持つ管、できれば朝顔型にしたものが最大限度まで吸込を可能にするであろう。そしてそれは機関室に新しい海水が大量に入りこんだときだけ必要となるから、詰る危険があまりないことになる。しかしながら、切り離された自吸ポンプにつながっている非常用ビルジ吸引管の場合には、前に指摘したように、この吸引管にはマドボックスが設けられなければならない。この場合非常用吸引管は規則が要求している第二番目の直接ビルジ吸引管であると考えてよい。

#### 4・1・3 ビルジポンプ

当会規則は、すべての自航船に対して少なくとも二つの動力駆動ビルジポンプを機関室内に設置することを要求している。もし船が港内あるいは河川用途に限定されていれば、二つの動力ポンプの内の一は手動ポンプであってもよい。ビルジポンプは間欠的な運転を行なうバラスト、消火あるいは他の一般用途に用いてもよいが、ビルジ任務に必要な場合には直ちに使用できるようになっていなければならない。

海水または真水冷却システムのような他の任務に通常連続運転されるポンプは、ビルジポンプとしては容認され得ないことはいままでもない。規則によるビルジポン

プが自吸型であるか、または独立した手段によって急速にかつ適切に呼び水できる型でなければならないということは絶対条件である。

内燃機関船の出現および補助用途として電力使用の増大と共に、渦巻ポンプが多く用いられるようになった。一般にこれらのポンプは自吸型として設計されているが、非自吸型渦巻ポンプが集中呼び水システムと共に取り付けられる例がよくある。この集中呼び水システムは、排気装置によって自動的に真空に維持されるように適切に建造されたタンクおよび関連する各々のポンプからこのタンクへ導かれる多くの接続装置から構成されている。各々のポンプは制御弁を用いて真空タンクへ連結されている。また、そのポンプへの呼び水が真空タンクへ流入しないことを確実にするため、特殊な浮子作動型呼び水弁が設置される。さらに呼び水の最中にポンプ排出口側からの空気の進入を妨げるため、ポンプの排出分岐管の中に逆止め弁を取りつけることができる。この様な配置は、二つ以上の排気装置を持ち、かつ装置全体が完全に試験され、作業条件において満足であることが証明されていることを条件として容認される。海水から呼び水できるという理由で非自吸型の渦巻ポンプを取り付けるといふ提案については、他の協会では時に容認されているようであるが、当協会では容認していない。

現在回転型のいろいろなポンプが市場に出廻っている。これらのうちのあるものは極めて優秀な自吸特性を持っている。さらに作動部分の回転作用または特別な材料の使用あるいはその両方の理由で、それらはビルジポン



として永年にわたり良好な成績をあげてきた。歯車型ポンプは原理的にビルジ用には適当でない。それらは新しいものは適度の吸引揚程を持つであろうが、ビルジ水の摩擦により急速に効率が低下する恐れがある。

独立して駆動されるビルジポンプの替りに、関連する海水ポンプから高圧水の供給を受けるビルジエゼクタを使用する配置が次第に普及してきた。この配置は、このポンプが自吸型である必要がないという利点があり、またビルジ水によって汚染されないで、きれいな海水の供給を必要とする用途に対しても使用することができる。ビルジ用のためのエゼクタの容量は規則に従ってきめなければならない。

当協会は特にビルジ用に承認したポンプのリストを持ってはいない。それでどんな特殊ポンプの受け入れも協会検査員の判定次第では可能である。検査員は、ポンプの工場における製造中検査および試験に対して責任を負っている。最終的な受け入れは船上における作業状態のポンプの性能によってきまることになる。組立中の検査に関する注意事項が補遺Iの中に示されている。

#### 4・1・4 ビルジポンプの容量

ビルジポンプの必要容量は主ビルジ管路についての当会規則の寸法によってきまり、第13章6・3・2に示されている。規則では二つ以上のビルジポンプの設置を要求しているので、合計容量は示されている数字の2倍ということになる。ビルジポンプの一つは、そのポンプの容量不足をもう一つのポンプによって有効に補うことができるならば、規則で要求しているものより小さな容量であってもよい。しかしこれには明らかに下限がある。さもないと、大きい方のポンプが故障あるいは何か他の必須の用途のために使用できないときに、この船のポンピング容量が致命的に不足してしまうことになる。一般にこの下限は規則容量の70%以上と考えられている。

ビルジポンピングユニットという言葉は、通常一個のポンプを意味するが、すべてのポンプの合計容量が規則容量全体より小さくない場合は、どちらか一方のユニットは二つ以上のポンプで構成されていてもよい。

#### 4・1・5 ビルジ弁とビルジコック

機関室を含む船のいろいろ異なる水密区画からのビルジ吸引管は主ビルジ管路へ接続されるから、区画間相互の連絡を防ぐために各々の吸引管はSDNR弁（ネジ下げ逆止め弁）によってコントロールされることが絶対必要である。さらに、ビルジポンプは通常海からあるいはバラスタタンクから吸引する必要があるが、直接ビルジ吸引管を経て水が主ビルジ管路へあるいは機関室へ進入するのを防ぐことを要求されるから、ポンプ吸引箱内の

ビルジ弁もまた同様にSDNR型でなければならない。

小さな船ではコックの方が弁より好まれる。海水管路あるいはバラスタ管路をビルジ管路から有効に切り離すために“L”字型コックあるいは底部開放単孔コックが用いられる。しかし、コックを用いると舷側における船外排出のための接続からあるいは他のポンプの吐出接続から当のポンプを通しての逆流の危険が常に存在する。

この様なことが起こるのを防ぐため、直接ビルジ吸引管には、そのポンプの吸引側分岐にコックが取り付けられようとなかろうと、逆止め弁を設置しなければならない。当該ポンプを通じてのいかなる逆流でも、有効に防止できるような、内部又は外部逆止弁をもつ往復動ポンプその他の場合には、例外の扱いが認められる。

#### 4・2 水バラスタシステム

このシステムのダイヤグラムを取り扱う時に、種々の水バラスタタンクへの吸引管と注入管の接続部の寸法はしばしば変更があるから、一般注排水配置図上に示されたものと十分に照合しなければならない。もし何か寸法の増加があったら、タンクの空気管と溢流管の寸法をそれに応じて増加させる必要があることに注意を払う必要がある。

タンクを燃料油と水バラスタを交互に運ぶように計画することはよくあることである。この場合には、油と水の混合物を油水分離機を経て船外に排出するような配置が必要と考えられる。本当の処、この様な対策が行なわれるようになったのは政府機関の要求なのである。

この点に関して、油による海の汚染を防止するための1954年の国際会議と1969年の改訂に関連して政府機関によって公布された法的規則に対して関心が払われている。1973年の会議に関しては目下批准待ちである。

#### 4・2・1 遠隔制御弁

第13章2・3・3に指摘したように、バラスタ弁は容易に接近できる位置に取り付けておかねばならない。これは手動操作が可能であることを暗に示している。しかし、遠隔制御システムの使用の増大とともに、バラスタ弁をバラスタタンクの内側に置く計画が提出されている。この様な配置が容認されるためには、それぞれのタンクの内側にその様な弁を2個設備すべきものと考えられる。

最近の意見は、遠隔制御装置が故障した場合に手動ポンプで弁を操作すること、すなわち甲板上、配置ダクト内あるいはトンネル内で、携帯用手持ちポンプ/圧縮機を個々の弁の作動装置に接続することのできる位置に電源供給接続装置を取りつけるという条件で、バラスタタンクの内側に一個の弁を使用するというに戻ってき

た。しかし、これまでこの配置が容認されたのはバラストタンクに対してのみである。

著者は必ずしもこの配置には賛成しない。それは、タンク特に二重底タンク内におけるあるいは船倉内を貫通している場所における遠隔制御管系の故障により、これらのタンクのドレン排出がむずかしくなることが気がかりであるからである。

一般的にビルジシステム、バラストシステムおよび燃料システムのための遠隔制御弁の場合、次の要求事項が守られるならば手動ポンプが二次的な操作手段として了承される。

- (1) これらの弁が常時接近し得る位置にあり、かつ2台の携台用手動ポンプが制御位置に準備され、これと共に手動ポンプによる操作手順を述べた十分な説明が目立つ場所に明示されていること。
- (2) これらの弁が置かれている各区画（ダクトキールおよびシャフトトンネルを含む）内に1台の携台用手動ポンプが準備され、これと共に(1)と同様に目立つ場所に注意書が告示されていること。
- (3) 重油およびディーゼル油のディーブタンクの弁に使用される作動装置は、手動ポンプによるこれら弁の開放が遠隔制御弁の閉鎖を不能にしないような型式であること。

上記の配置は、客船のビルジ弁配置や無制限クラスの船の機関室内の直接ビルジ吸引管あるいは非常用ビルジインジェクタに対しては受け入れられないことを注意しておく。

#### 4・2・2 ビルジシステムとバラストシステムの分離

ポンピング・アレンジメントに対する当会規則の重要な要求事項としては、ビルジシステムがバラストシステ

ムから完全に分離されかつ別個のものでなければならないということである(第13章 7・3・1)。小型船では水バラストを運ぶタンクは数が少なく船首および船尾のピークタンクだけで足りるかもしれない。それでバラスト管路を無しで済ませ、すべての吸引管をビルジ管路へ接続しようという強い誘惑がある。

しかしながら、分離したシステムはポンプが同時に両方の任務を行なうことを可能とするため、また海水タンクあるいはバラストタンクからドライ区画への水の進入の防止を可能とするために必要である。小型船の建造所の多くが全く満足のゆく標準ポンピング・アレンジメントを展開して来たことは容認されるが、しかしなお改良の余地を残す配置が見受けられる。

従って小型船に対して適当であると思われる機関室内のポンピング・アレンジメントの若干例を示すことは役に立つであろう。このことは本論文で後述する。

勿論、ポンピング・アレンジメントは船ごとに完成時に試験され、かつ満足であることが実証されることが必要であるが、良い成績を得るためには吸引揚程を最小におさえておくことが望ましい。経験上ポンプの揚水能力の推定がしばしば楽天的になりすぎているから特にこの点に注意しておく。

さらに、ポンプで揚げる液体の温度の影響は十分にわかっている訳ではない。これに関連して第13図の曲線は種々の温度における往復動ポンプで得られる揚程を示している。この図は注排水の問題を考える際に役に立つであろう。

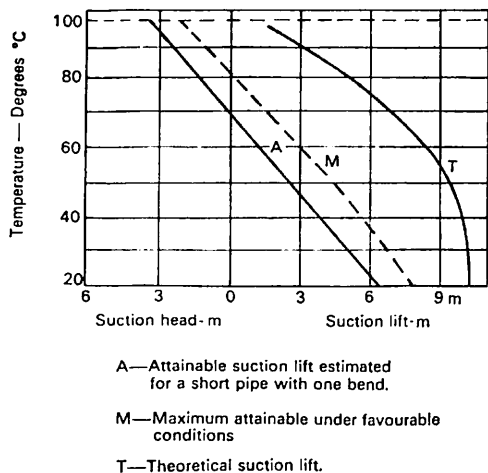
#### 4・2・3 船外排出弁

ポンプからの船外排出管のすべてに船側において弁を取り付けることが規則で要求されている。弁は承認された延性材料製でなければならない。ポンプの型式がある程度まで取り付ける弁の型式を決定することになる。

次の弁が一般に使用される。

- 蝶形弁
- 仕切弁
- ネジ弁
- 縦型逆止め弁
- 自動逆止め弁

上記の弁すべてが容認され得るが、もしも上記の始めの三つの弁のうちどれかが容積型ポンプ(positive displacement pump)と関連して取り付けられるならば、弁が閉鎖したままポンプが運転開始されるようなことがあった場合に、排出管が過度の圧力にさらされないことを保証する手段を予じめとっておくようにしなければならない。



第13図 種々の温度に於る往復動ポンプで得られる揚程

## ■ LNG船海外文献紹介（その6）

### フランスにおけるLNG船の開発および建造に関する論文

このシリーズは、これまでフランスから発表されたLNG船の、主として、就航記録およびオペレーションに関する論文をとりあげてきたが、今回は、最終回として、フランスにおけるLNG船の開発および建造に関する論文をとりあげる。

最初にとりあげる論文は、フランスにおける球形タンクの開発に関するものである。これをとあげたのは、メンブレン方式タンクがフランスで開発されたものであることは、よく知られており、また、それらに関する論文は、英語でも多く公表されているが、球形タンクを世界最初にLNG船に採用したのもフランスであるのはあまり知られていないこと、およびこれに関する英語の論文は余り見当たらないことの原因である。この論文は、第3回LNG会議（1974年）に発表されたものである。

後にとりあげる論文は、フランスのある造船所、さらにはフランス関連業界におけるLNG船建造に関する努力、経験および知見が述べられたものの1つである。この論文からフランスの造船所および関連業界が多く困難を克服してLNG船の開発および建造に至った経緯がうかがわれる。これは、Gastech 78において発表されたものである。

これらの論文を今回特にとりあげたのは、次のような理由による。即ち、LNG船が附加価値が大で、かつ、高度の技術集積の船舶として、十数年前から我が国造船・海運およびその他の関連業界の注目を浴びていたにも拘わらず、世界に冠たる我が国造船海運界において何故LNG船の建造が実現していないかの一因をこれらの論文から感じとって頂ければ幸いと考えたためである。

我が国関連業界の企業努力が、彼等に劣るといってしまうのは、いささか酷であるかも知れない。しかし、少なくとも失敗をおそれず、新しい技術に挑戦するという態度に関して彼我に大きな差があるのは、誰しも認めざるを得ないところである。

本年は、我が国にとって待望久しいLNG船が起工される。残念ながらこのLNG船は、タンクのみならず、その他の設備も外国の特許・技術によるところが少なくない。この建造を契機として、我が国におけるLNG船についての独自の新技術開発およびその実用化を期待するのは、編集子のみではない筈である。これは、簡単ではないが、諸先進国（LNG船については日本は後進国である）の新技術開発に対する態度を敬虔に学びとり、関連業界をあげての一致した努力を惜しまなければ、実現可能であろう。

編集部

#### Technigaz SSA の技術による 球形タンク LNG船 — その概念と経験

Methaniers a Cuves Spheriques la  
Techniqu Technigaz SSA, Conception  
et Experience, Par G. Bonnafous et  
F. Shaw

#### 概 要

この論文は、球形タンクで大気圧に近いLNGを輸送する船舶の特別の設計に関連する。これらの船舶の特徴

は次のとおりである。

- a) タンクと船体との取合要素の特別の設計の主な目的は、次に示す理由により、タンクを船体の応力および変形から可能な限り独立させることである。
  - 球における支持応力の発生を最小のものとする；
  - 材料および工数の節約；
  - タンクの長期間における有効性；
  - オペレーションの容易さおよび安全性；タンクの冷却およびヒーティングは冷却する鋼の重量が小さい程容易である。
- b) ホールドの熱隔離から厳密に別個になるようなスプ

レー防止および軽減二次防壁の特別の設計。

タンクの構造のための鋼材料の制限された重量の使用とは別に、我々の技術は、次の可能性が基本となっている。

一球の船内設置前に、甲板を除き、船体の完成；

一球の設置前にホールド底部の全ての防熱および軽減二次防壁の組立ておよび取り付け；

一次いで、すでに取り付けてあるスプレーバリアおよび支持構造と共に球を設置すること。したがって、これらの調整および取り付けは、最少の時間で実施できる。

LNG, エチレンおよびLPGを運搬する4,000 m<sup>3</sup>型船舶“Euclides”は、SSAの技術で建造され、1971年3月以来、定期就航（主としてArzewからBoston）している。

球形タンクでLNGを海上輸送する可能性の当初の解決は、1968年にTechnigazによって考察された。その当時、その解決は、特に2つのパラメータ、船舶の大きさおよびUS Coast Guardの規制により支配されていた材料の規定の条件によって、ある背景について再検討されている。

4年後の現在、考慮された背景は、全ての観点で変わっている。船舶の大きさの変更、交通の潜在力の変更、以前では制限されていた液化ガス輸送の特殊な問題を広く船主、造船所、技術者、関連技術の考案または開発者、またはその他の関係者に開放されたこと。その当時、技術上の注目すべき基本的事項は？現在それらは示されているか？我々は确实強固に支持する支持技術の解決の詳細について付録として後に検討するが、これがこの論文の主題である。

## A - 根本

問題の基本は、製品、即ちLNG輸送の船舶の船内に設けられるタンクの信頼性である。タンクは、絶対的な信頼性を有するか、または有しないかの何れかである。絶対的な信頼性は、本来、船舶の海上の航路における環境において有するものである。

1968年に規制は、二次防壁の必要性と連結するか、またはしないかの選択に応じてタンクを実際に分類した。二次防壁は、タンクを囲む二次容器であり、かつ、タンク自身の破壊による船舶の破滅的な結果、即ち船舶のホールドが輸送する冷却液体に侵されるのを防ぐ性質を有する。

タンクは、3つのグループに分けられる。一体型タンク（réservoir intégrés）<sup>(註)</sup>、船舶のホールドに容器として据え付けられる剛構造物である独立型方形方式タンク、および圧力容器。この最後の容器は、回転体形状によって構成され、一見して分る如く、単純に材料の抵抗を受けもち、かつ、二次防壁を免除するための絶対的な十分さの適合性でもって据え付けられ得る唯一の高度の品質を有するものとして体系化されている。

編集部注：メンブレン方式タンクのこと。現在のIMCOガスコードの分類による一体型タンクとは異なる。

実際、このタイプのタンクは、一般的にその多くは円筒形タンクとして備え付けられたものであるが、小容量の船舶に優れた実績を有する。

この技術は、タンクの容量で制限がある（多くはその直径〔シェルの厚さによって〕また、長さによって）海上における船体構造、即ち弾力的な梁の上にタンクを据え付けること、およびこれらの容量の制限は、実際に、全体的な適合性の効果についての貢献がない。

圧力容器の1種としての球は、最も簡易な形状のものである。1968年以後、Technigazの努力は、タンクが定められた厳しい構造条件の原型を維持し、かつ、独立型タンクの簡易な形状状態に帰することで損傷を生ずる環境にないように船舶の構造にタンクを連結して設置する実際の状態の研究に費された。この研究は、二次防壁を設けない唯一のLNG船“Euclides”<sup>(註)</sup>が完成し、さらに、米国への入港も認められたので、成功裡に終了した。

編集部注：“Euclides”の主要目は、本論文の末尾に付録として示す。

## B - 技術の基礎

この技術の基礎は、タンクの構成要素について可能な限り多くの重要な確定を達成せしめる技術的解決法の研究にあり、その観点をまとめると次のとおりである。

一タンクの全ての点における絶えざる拘束に関して完全に知っておくこと、

一タンクの建造の手順、その建造の管理に関する技術的知識、

一予定した理論的計画に対応して船舶へのタンクの設置を実際に一致させるための知識。

前に提起した問題点の全ては、船舶のタンク支持および連結構造の機構についての研究を即座に導く。というのは、タンクに支持構造によって生ずる拘束を明確にするような系統的な考察なしにタンクの拘束状態を解析するのは、無意味である。

構想の段階において、基準の手引として我々は次の選定をする。

海上において船舶の運動にしたがってタンクおよび積荷に加わる動荷重の各瞬間において釣り合うのに必要である別の荷重でタンクが影響を受けないこと。我々の支持構造システムは、後に付録として示されるが、ローリングおよびピッチングの荷重の多くを、消滅させるために、次について解明する。

- タンクシェルに接線方向の応力によって生ずる曲げモーメント、
- タンクに当然生ずる伸縮に対して支持構造付着品によって引き起こされる応力、
- その多くは連続運転で冷却している際の過渡的なものであるが、例えば、船体にタンクを設置する部分での温度勾配の存在の結果としての熱的拘束、
- 可能な限り全て計測において、海上での船舶の運動の結果として生ずる繰返しの衝撃に対する船体構造の剛性によるタンクの拘束についての影響。

前述のような種々の状態に関して、我々があらかじめなすべきことは、次のとおりである。

- タンク内の拘束の数学的解析、
- 選ばれ、かつ、既知の安全の機械的係数を考慮に入れて、全ての個所において適切かつ最小の厚さで実際に定められたタンクを得ること、
- シェルの厚さが局部的に変るような特異性なしに建造され、組立て中の品質管理方法も十分容易であり、き裂についての機構の理論的かつ実験的に研究を実施すること。

### C - 現時点における状況

前述の原理の応用として技術的手段を実際に使用するため、我々は LNG 船 "Euclides" を建造した。これは、二次防壁を全く有しない船舶であり、いわば、各船級協会および US Coast Guard がタンクの安全性の特徴を十分に認めたことになる。

我々は、"Euclides" が、1971年2月以降就航していることをここに報告しておく。

この時期において我々は、タンクの特性に応じた二次防壁の規制に関する明確な位置づけをする前に、船級協会によって二次防壁が要求されるかまたはされないかについて問題にする。

現時点では、この条件は、開発の途上にあるタンクのタイプによって種々に格付けされて与えられ、不確定要素のあるタンクおよび確定要素のタンクの間においていわゆる準確定 (semi-déterminée) の分類のグループがある。

計算に関する新しい解析法によって拘束の範囲についての多くは "確定的" の方向に発達している常圧式の独立型方形方式タンクについては、その建造における品質管理の観点で議論されている。このようなタンクについては、軽減した二次防壁を結合させる。この二次防壁の容量は、き裂の機構に関する理論の概念を応用したき裂伝ばの研究によって適切に定める。

一方、球についてもこれと同様の範ちゅうに分類されており、これは、その特権を失うものである。そして真の "压力容器" として考えられる利点がない。何故であろうか？

タンクの "確定的" 要素が実現性のある状況で見出される場合はよくあるので、大気圧に近い圧力下で欠陥のある大きな寸法のタンク内での拘束の繰返しの部分は、拘束が一定の部分に比べて、同じオーダではあるが、大きくなる傾向にある。

我々の意図は、拘束による繰返しの部分の制限 (例えば、船体の変形の影響の制限) によって、拘束についての詳細解析による "確定的要素" の基本原理をタンクについて維持するものである。船舶の船殻構造にタンクを支持させる複雑な連結は、原則的に固有の強制拘束をもたらさない。我々は、このような確定的要素を球形タンクおよび本質的に異なる形のいくつかの独立型にも見出す。

さらに、我々は、これらの分類はその建造上の経済的観点を離れた既成の信念による原則についての論議でもう一方の選定であると考ええる。

もちろん、我々は、例えば二次防壁を全く廃止するような具体的優位性に価値がある我々の球形タンクの "確定的要素" の系統的な研究について配慮する。しかし、我々は、何よりも我々の研究が船内でのタンク要素の長期間での物理的知識を次に導き、それは、何よりもこのような建造の安全確信の程度の知識を導くことになる。

### I タンク支持構造

#### I・1 一般

船殻構造に球形タンクを連結するのは、我々の技術的特質を有する機械的装置による。

この機械的装置は、計算による相互反力の理論的体系と全く等しい反力系をタンクに加えることができる。一方、連結機構は、次に示すようなものとして理解されている。

- 支持の最適条件の理論的図式に対応すること、
- タンクの伸縮を自由にさせておくこと、
- 支持する面、即ち船舶の船殻の海上での変形に深く

関連する繰り返し拘束によって引き起こされるレベルを減少できる既知の弾性的機械装置を船殻とタンクの間置くこと。

- 一過渡的な運転状態で船舶が運航している間に熱勾配の問題について疑問がある建造技術上の観点から生ずる多くの問題が発生する過大な厚さの球殻とならないようにすること。
- 一熱源の拘束に関連する不確定特性を考慮に入れて、タンクと船舶との間に連続する熱の架橋を構成しないものとする。

I・2 設計思想

設計思想に関する原理は、次に示すような検討の結果として得られたものである。

a - 計算の一般的手法および Flugge によって開発された薄膜理論を基本として Technigaz で考察された拘束に関する数学的解析。

b - 実施した経験/実験

次の影響を模した球形タンクの実験モデル<sup>注</sup>

- 一蒸気圧による均一の圧力
- 一船舶の運動を考慮にいれた積荷の液圧
- 一船舶の変形
- 一支持の不連続性
- 一支持から球への力の伝達

“Euclides” のタンクにおける海上での実際の使用中にける試験および操作の多くは、実施中である。

編集部注：文献<sup>1)</sup>によれば、直径 1500 mm の PVC 球殻モデルについて、船体変形および船体変形の影響をシミュレートした支持状態で実験が行なわれている。

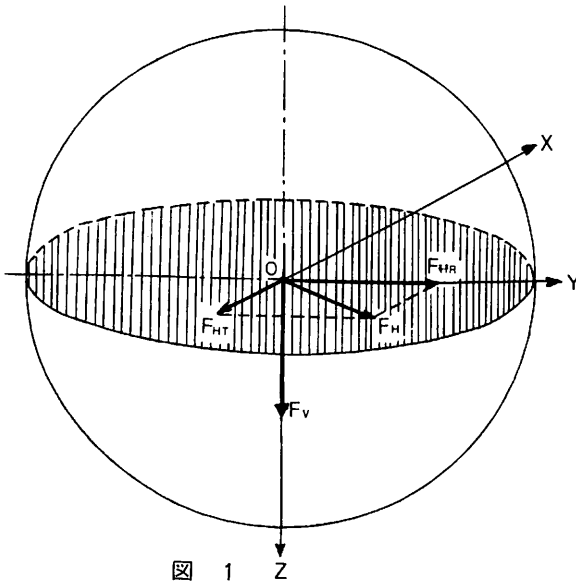


図 1

c - 最適方法 球形タンクを支持する最適方法は、装置が次に示すように使用される構成であること。

- 一タンクに加わる動荷重のうち船舶に対して垂直となる方向のみの成分 ( $F_v$ ; 図 1) に対応する等しい力を装置に発生させて、タンクをその赤道周囲で接線方向に支持固定し得ること。
- 一タンクおよびその内容物に加わる動荷重のうち船舶に対して水平方向の合成力 (図 1) に対応する等荷重を装置に発生させて、赤道面から等距離にあり、かつ、平行である 2 つの水平面 (同緯線) で接線方向でタンクを支持固定する。

d - 垂直支持 (図 2) この支持構造は、関節で連なった平行四辺形で構成される。半径方向のガセット ( $G_1$ ) は、赤道部レベル (E) でタンクに溶接固着される。ガセット ( $G_2$ ) は、船殻構造につながる軸に設けられ、これらのガセットは、A と C および B と D をそれぞれ連結する関節構造として、AC および BD の 2 本の垂直棒間を連結する。

より内側の軸 (S) は、曲げモーメントを生じることなしに、タンクに厳密に接線方向の支持応力を発生させる装置として球の点 (E) の接線上におかれる。

支持構造 - N で表される集合体<sup>注</sup>は、次式で示すように 1 つの支持装置でタンク上に働く接線方向の力を赤道周囲に均一に分布させるように働く (図 3)。

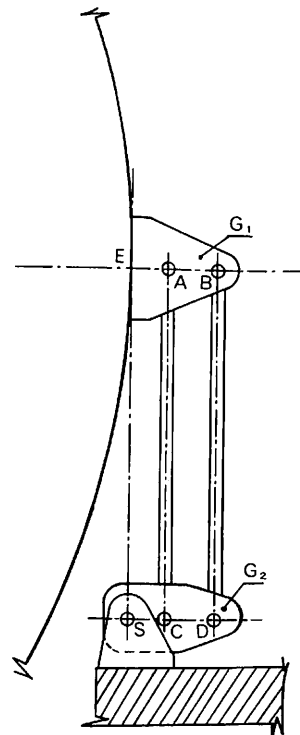


図 2

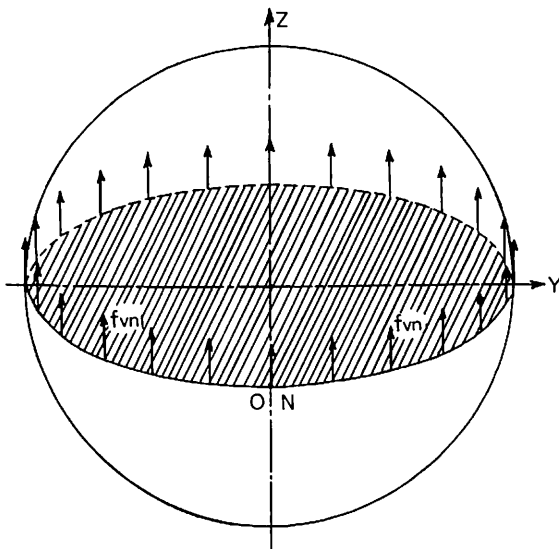


図 3

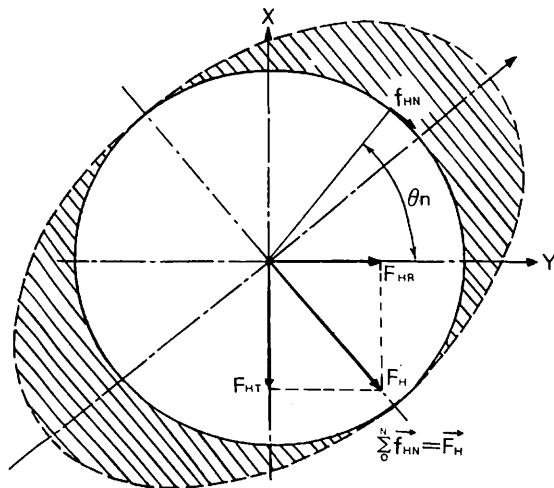


図 4

$$\sum_0^N f_{vN} = F_V$$

編集部注：文献<sup>1)</sup>によると、“Euclides”の垂直方向の支持装置は、1つのタンクにおいて、赤道円周上に24個配置されている。

e - 水平方向支持 赤道を挟んで対称である2つの回帰線円周上の位置には、垂直方向の反力が接線方向に起こらないように、タンクに水平の接線方向の反力を生じさせる2本のリングが配置される。

このようにして、水平方向成分  $F_H$  は、次式で表すように、その大きさを正弦曲線分布に従うものとして、水平、かつ、接線方向の反力として各装置の個々の成分に

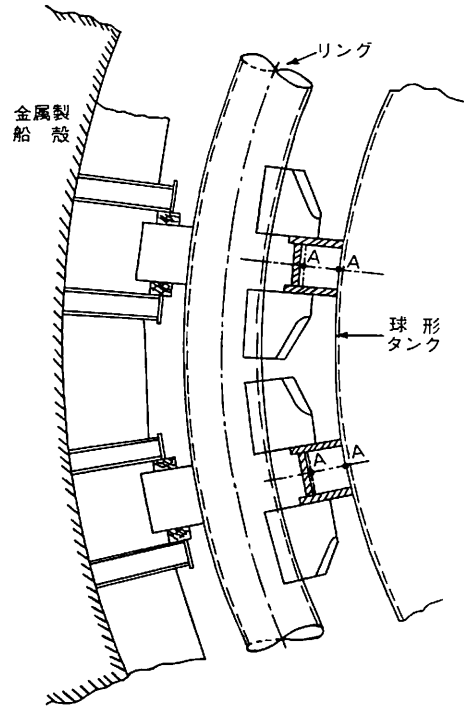


図 5

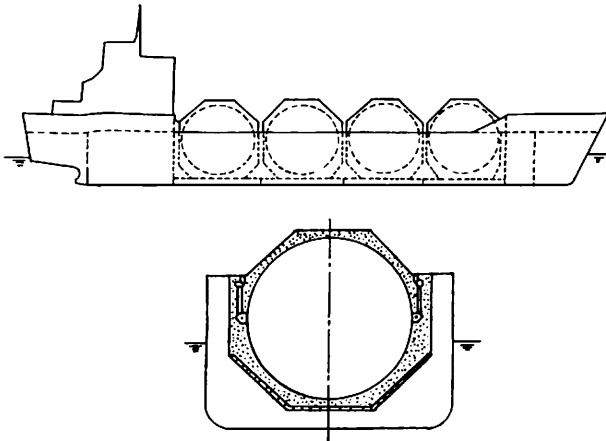
再配分される。

$$\sum_0^N \vec{f}_{HN} = \vec{F}_H \quad (\text{図4})$$

リング(図5)は、熱による縮みを拘束せず、中間ピースとして、タンクと船殻の連結を確保する。このリングは、タンクの熱による縮みを考慮に入れて、反力の作用する個所が遠ざかることによって引き起こされる余分なモーメントを避け得る。

〔付録〕 “Euclides” の主要目<sup>1)2)</sup>

船主	; Atlantic Gas Inc.
総トン数	; 4,412 T
造船所	; Atel. & Ch. Du Havre (仏)
設計(タンク)	; Technigaz
$L_{PP} \times B \times D \times d$ (m)	; 98.0 × 17.4 × 9.4 × 5.8
完成年	; 1971年
主機関	; ディーゼル 5,500 PS
航海速度	; 14.5 kt
タンク方式	; テクニガス球形方式
タンク設計蒸気圧	; 6 bars.
タンク数/総容積	; 4基/4,000 m <sup>3</sup>
タンク直径	; 12 m



付図 “Euclides” のタンク配置

- タンク材料 ; 9% Ni 鋼
- 防熱材 ; パーライト充填
- 二次防壁 ; なし (現在の独立型タンクタイプ C に相当する)。
- タンク支持構造 ; 支持用アームおよびロッドにより構成 (本文参照)。
- 貨物ポンプ ; 4 台, 500 m<sup>3</sup>/hr.
- 輸送対象貨物 ; LNG, エチレン, LPG, アンモニア

〔参考文献〕

- 1) 恵美ほか, LNG 船 (その1 LNG 船の概要 - 5 -), 船舶, 昭和47年7月号.
- 2) 液化天然ガス技術総覧 (第5章), ソフトサイエンス社.

## La Seyne 造船所の経験による LNG 船建造の概要

A. Audren

この論文は、主として、初期の LNG 海上輸送について考察し、かつ、フランスおよびその他の国での実験的プロジェクトについてコメントする。種々の競合する設備が試験された “Beauvais” の改造を含むフランスの経験は、LNG 船に関する新しい話題に興味に向けられ、よく知られていない。

La Seyne 造船所のチームの LNG の成功した商業輸送に対する特筆すべき貢献は、ガストランスポートメンブレン技術を採用した船舶の開発における詳細と共に考慮される。

ガストランスポート技術による改良かつより経済的な建造法の進展は、ライセンスおよびこの技術を採用している他の造船所との協力の下になされつつある。

LNG 船建造の将来に関する個人的見解についても結論として述べる。

### I 序 - LNG 輸送以前の歴史

商品輸送として冷却状態を人工的に製造して支配する新しい技術を利用するアイデアは、20世紀の終わりに起こったものである。この時代において、フランスは最初にこの問題に対する興味をもった国であった。そして、Charles Tellier の名前は、著しく発展したものとして知られる輸送の新しい方法の先駆者として世界的に認め

られている。

固体および液体の製品は、本質的に気体にならざるを得ない。1941年における Cleveland での最初の不幸な事故の経験後、絶えていたが、1951年にこの領域での実施のメリットが見直されて Etats-Unis および、特に Chicago の Stock Yard において実行に移された。

当初の経験は、後に1959年、大気圧下の液化メタンの2,200トンの積荷の輸送のために “Cimavi” タイプの貨物船を改造した Constock International Methane の “Methane Pioneer” の就航に結びついた。

ほぼ、同じ時代、しかし、3ないし4年の遅れでもって Gaz de France の推進および Societes et Methane Liquide の指導のもとにフランスにおける調査研究が同様に企画された。

この研究は、1960年、Gaz de France によって、特に、その後の開発に必要な技術経験の全ての範囲をフランスで達成せしめる工作機器で、La Roche Maurice の液化メタンの貯蔵のための試験的基地の開設に至った。

### II 新しい時代の始まり

1959年の “Methane Pioneer” の就航によって始まった輸送の新しい方法は、急速に発展してきている。フランスにおいては、Labbe 氏の努力によって Worms et Cie がリーダーとなってメタン輸送協会 (Societe Methane Transport) が創設され、Gilles 氏の全般的な監督下において、液化メタン輸送の優れた方法についてフランスの4つの大きな造船所および Gaz de France との共同で事前の系統的な研究が実施された。

この共同研究は、あるリバティエー船を “Beauvais”



という名前のメタンの実験的な輸送船に改造することによって急速に具体化された。本船では、3種類の異なったタイプのタンクが試験された。輸送は、1961年3月に開始され、1962年に終了した。

フランスの研究者達が考察した次の3種類のタンクが実証のため試験された。

- その1つは、l'Atlantique造船所による平行六面体のAG4 (Al合金)製のタンク
- 第2番目は、Dunkerque et Bordeaux造船所による9% Ni鋼製の多胴円筒形 (multilobe)タンク
- 第3番目は、ACSM/FCMの協同 (Trait および La Seyne造船所)による円筒形のAG4 (Al合金)製タンク

この船舶の建造および試験は、構想中の技術的情報の全ての部分で貴重な経験を重ねた関連の造船所において可能であった。溶接および防熱技術、配管およびコック/弁および各種の艀装品の品質、それからタンクを満たしたり/空にしたり、暖めたり、さらに、積荷および海上の状態に応じたタンクの疲労の調査。

タンクの全てのタイプは、非常に優れた結果であったので、フランスでの大型LNG船の建造にあたっては、選定をせざるを得なかった。

“Jules Verne”と命名された25,500 m<sup>3</sup> LNG船をGaz de Franceの子会社Gas Marineから注文されたのは、Trait および La Seyne造船所の連合である。

この船舶は、1962年7月に発注され、1963年5月に起工され、そして1965年2月、Trait造船所において引き渡された。本船は、18.85 m 直径の垂直の自立型タンク7基を備えている。9%ニッケル鋼製のタンクは、球状、円錐台、楕円状回転形、円筒形かつ楕円面で構成する複雑な形状<sup>注)</sup>を有する。

その後、現在まで13年間の就航において、その堅固さおよびその選定に至った計算および経験の重要さが、十分に証明された。実際、“Jules Verne”は1965年以来、それが従事するArzewとLe Havre間の液化メタンの輸送に何ら支障なく確実に就航し続けている。

**編集部注:** “Jules Verne”のタンク形状については、本誌、昭和55年9月号、LNG船海外文献紹介(その1)の付録を参照のこと。

### III 実際に応用した技術開発への La Seyne造船所の主な貢献

“Jules Verne”の試験および建造がTrait造船所の優れた部門の技能者および技術者のチームでなされたのはまぎれもない事実である。しかしながら、発注は2つ

の造船所で構成する共同体になされたものであり、La Seyne造船所から移ったある少数のチームは、基本のチームに協力し、その上、協同作業体として無視できぬ貢献をもたらし、かつ、船舶の建造に関する技術の詳細の全ての基礎の先駆者となった。さらに、この密接な協力によって、2つの造船所の主な関係者の間に相互評価の信頼関係の友好さを増すことができた。

“Jules Verne”の技術、特に、防熱を含むタンクの建造は、将来明確になることであるが、平均的なトン数のLNG船に非常によく適合した。しかし、今日すでに、他のばら積輸送船のトン数が増えているのと同じように、将来のLNG船の大型化も予想される。

ところで、“Jules Verne”での実際への応用技術、特にタンクの溶接は、その厚さが2倍または3倍にもなり、不可能でないにしても、適用に十分な困難が伴うのは、明らかである。そして、たとえ、予想できる困難さを克服できたとしても、将来のLNG船の大型化のために、応用のより優れた解決法およびより少ないコストを追求することが重要である。

新しい解決の探求のため“Jules Verne”の研究において技術者のチームはしばしば試験を実施した。La Trait および La Seyneの共同体は、金属性の袋の1種の中に液化メタンを入れて輸送する確かに革新的な方法、即ちメンブレンがもつ液密性としてのみ働き、荷重は、そのために作成された防熱システムを介して船体構造に伝える方法、の計画および研究のため、さらに存続した。

この新しい技術の研究は、“決して間違いを冒さないこと”を各々が心得ている伝統的な造船の目的に適さない場合、むつかしく、かつ、建造法と同様に新しいもの、即ち厚さ0.5 mmのインバーメンブレンに必要な種々の安全のための機関の承認を得るのも非常に困難さを増した。Gaz Transportの“一体メンブレン”の技術が世界的に認められるには、非常に多くの試験および研究を行なう必要があった。

一方、La TraitとLa Seyneの共同体は、並行してTechnigazグループが開発した優れており、かつ、見込みのある同様の概念の着想の部分をも有する建造技術に対する努力に対して考慮を払った。しかし、私の造船所では、この開発に参加していなかったし、また、実施もしていないので、その歴史的な動向については、同業の他の発表者<sup>注)</sup>によられたい。

**編集部注:** この会議で他の造船所での液化ガスタンカーの建造経験も発表されている。

1965年の終わりに、この新しい技術は、テストに十分

耐え、かつ、少なくとも実験室的には十分適用し得ることが示されたが、我々の産業は激動に見舞われてその実施の動きが失われ、かつ、無になった。

実際、造船界の成長の困難さの前に、Trait 造船所は La Ciotat 造船所に吸収され、この造船所はずでに、Technigaz の技術を所有しており、そして、Forges および Méditerranée 造船所でも、同時に、財政危機は造船所でも存在し、危険な状態にあった。

しかし、Worms グループとして辛棒強く耐えた恩恵は、特記すると、Barnaud, Gilles および Guilhem 氏らに認められたことであり、そして、Herlicq グループの介入の後、Constructions Navales et Industrielles de La Méditerranée<sup>注)</sup>の名称の下で La Seyne 造船所として再興し、新しい社名で古からの2つのパートナーが結びついて Gaz-Transport 社の庇護の下に冒険を継続したことである。

編集部注：わが国では、通称、CNIM としてよく知られている。

迅速に取り扱った陸上タンク完成の経験の後において、La Seyne 造船所では、1966年、28,000 m<sup>3</sup> の LPG を輸送する最初のメンブレン大型液化ガスタンカー "Hypolite Worms" の建造依頼をうけた。

私は、私の友人 Gilles がこの船舶について話すことを私に望んでいることを知っている。そして、確かに LNG 船としては存在しておらず、それは好ましいことではないが、私は、このような当初の段階的な実際への適用は、実験室的規模で予想できる困難さおよび新しいものにありがちな不便さに耐えることを不本意ながら経過するため、間違いを改めていくのは成功に至ると考えている。

この船舶の建造は、単に La Seyne 造船所のみだけでなく、Gaz-Transport の技術を後で採用し、かつ、利用する全ての造船所のために、理解すべき実際の試験台、および大いに役立つ "先駆者" として獲得した貴重な経験であった。就航中の船舶の性能に関しては、タンクについては、優れたものであった。

実際、イナートガスの主要部の弱さによって、NO<sub>2</sub> および SO<sub>3</sub> の混合の腐食性のあるガスに繰り返してさらされざるを得なかったが、2年間の使用の後においても就航を中止するようなことはなく、私の見た限りにおいては、耐食性についての優れた外面状態を呈していた。

"Hypolite Worms" によってなされた優れた仕事は多くの結果をもたらした。何よりも、La Seyne が獲得した経験を全て有効に役立てて Kockums において建造された 75,000 m<sup>3</sup> 型の 2 隻の LNG 船、"Polar Alaska"

および "Arctic Tokyo" がある。

さらに、La Seyne では、現在、40,000 m<sup>3</sup> 型 Compagnie Nationale Algerienne de Navigation に予定される "Hassi R' mel", Shell の予定の 71,000 m<sup>3</sup> 型の LNG 船、および引き続いて建造予定の 129,500 m<sup>3</sup> のシリーズがあり、そのほかに、もちろん他の造船所による同じ技術で建造する多くの船舶がある。

#### IV 建造方法の発達

公表された知識として私に届いているのは、経験の段階の過程においての全ての技術は、工業的な実施に何らの困難さは強調されていないということである。しかし、"Gaz Transport" の船舶が実際に建造された当初の 1966年の時代からの解決した問題および実現した進展を記載するのは、決して無意味なこととは考えられない。これは、La Seyne 造船所の実行を強調する意図は全くないが、Gaz Transport の技術者の専門スタッフとの協同作業でもって行なわれたのは明白な事実である。

当初の建造期間においては、特に、次についての努力が払われた。

- 不十分な溶接機の修正
- 手動 TIG 溶接の要領についての研究
- 人間の教育および資格試験のプログラム
- メンブレンの修理の異なった手順についての研究および試験

引き続き、1971年ないし 1975年の建造においては、次についての改良がなされた。

- レーザーを使用した大型タンクの形状の正確な測定
- 溶接機の能率の向上
- TIG 溶接の自動化および当初の溶接機の利用
- 防熱箱の組み立て (半自動化の流れ作業)
- インバーシートの現場での加工の機械化
- タンク内作業に適した足場の改良

さらに、最近では、次についての改良がもたらされている。

- TIG 自動溶接機
- 船上現場においての組み立ておよび位置ぎめの自動機械化
- メンブレンの厚さを 0.5 mm から 0.7 mm に変えたのに伴うメンブレンシートの幅の 400 mm から 500 mm への拡大
- タンク内現場でのメンブレンシートコイルの引き伸ばし機の実際の応用
- 防熱箱の通常平面および長さ方向の不要なものの廃止

並行して、メンブレンの液密性の品質管理方法の自動化についても同様に検討された。

年々、Gaz Transport の技術は、発展し、さらに実例への適用が経済的になるが、しかし、今でも原型と大きく異なることはない。

次に、時々引き合いに出す数字、我々、La Seyne 造船所をみの1978年終わりにおける数値を示す。

- 700,000 個の防熱箱の組み立てに 1,400,000 m<sup>2</sup> のベニヤ板を切断使用
- メンブレンの 24,000 枚のシート、310,000 m<sup>2</sup> および 700 km の溶接線に対応するインバー鋼 1,800 トンの使用
- 世界中で Gaz Transport タイプを 18 隻実際に建造したうち、7 隻の運搬船を完成

## V. LNG 船建造の将来

我々の友達である Singleton がジャーナリストの時代に常に将来の情景について渴望していたのを思い出すが、我々は、液化ガスを支配するような我々の活動の未来の展望について励ましあひながら活発に語りあったものである。ガラスの球の中に我々が要望を読みとると同様に備して、近年、多様な因子によって我々の活動が支配され、我々自身では何ものなせないのが分かってきた。

- 技術的因子（液化手段の最終点）
- 経済的因子（ガス価格、FOB かまたは CIF か、今日でも議論により与えられる）
- 最終的には政策的な因子（疑いもなく非常に重要である）、輸入国が必需品の確保について憂慮することおよび輸出国が将来の豊かさの潜在的要素の直接的に供するのをためらうこと。

私の造船所では、これらの因子の組み合わせの全ての結果、およそ1970年頃に検討されたプロジェクトの具体化したこの5年間において破滅的な遅れを生じた。ここ数年において船舶には、著しい変化があり、船主の財政上の困難さは、発注の可能性、および我々における適切な活動について本質的な影響を与えた。

しかし、莫大なエネルギー資源、化学産業における莫大な基本的原料としての合理的経営にあたっては、新しい技術を発見することによって、多分、何時か、低価格の冒険を見出すであろう。

たしかに、天然ガスの世界的な資源の経営の合併事業において、このような間違っただけを有していた。しかし、不当な謙虚さではなく、造船所が受け持つ部分は、適切である。即ち、LNG および LPG を輸送に関する経済的な手順の多くについて得意先に提供する能力がある。

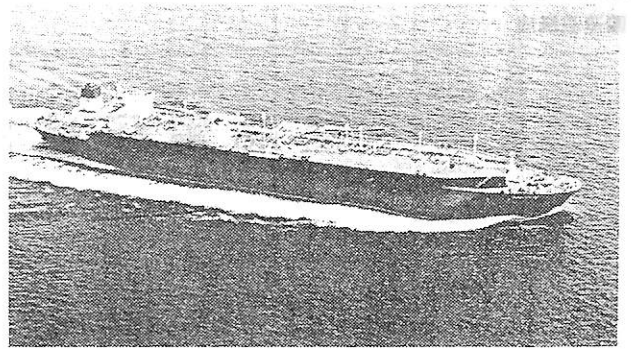


写真 "Larbi Ben M' hidi" 129,000 m<sup>3</sup> LNG 船

（注：本論文には、他に2隻（35,000 m<sup>3</sup> 型および75,000 m<sup>3</sup> 型）の写真が添付されているがそれらは掲載を省略する。）

これは、よりよく可能であろうか？

何れにせよ、定まったものは何もなく、かつ、技術は全て完全である。注目すべき点は、勇気なくしては最初の選択はなく、かつ、我々は結局後進的な立場に留まっていたであろうことである。しかし、驚くべき技術に関する情報は、毎年、多くを我々に報道されるが、単純に考えてもこれらが開発的に証明されるまでには、7 または 8 年にわたる実験および種々の検討が必要となる。

液化ガス輸送の領域を支配する現在の経済事情および現在提供される平凡な予想では、何よりも成功が確認されていない計画に対する努力が有利になることは殆んどない。全く予言的な立場からいえば、フランスにおいて、現存の技術の完全さの維持がより増強され、現在の開発において埋もれている新しい方法の見直しは厳しいものである。

私の説明を終えるにあたって、1979年の終わりに、やがて10年になるうとする我々と共同する関係者の合理的な努力に対する希望を述べる。すでに発見されているか、またはまだ未開発のまま残されている天然ガス資源は、間違いなく、利用かつ産出され、人類の進歩の全てに合理的に取り入れられるのに役立つことが、当然のことながら強く要望される。

## コンテナ船

（社）日本造船研究協会編

B 5 判 304 頁 上製本 ケース入り  
定価 3,000 円（送料 300 円）

株式会社 船舶技術協会

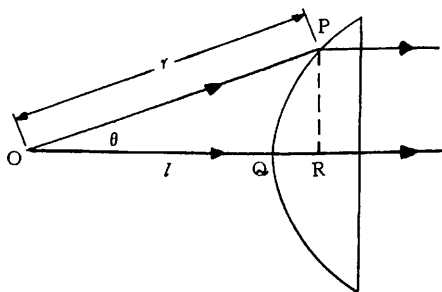
## 船舶電子航法ノート(53)

木村小一

### 5・3・5 誘電体レンズ

われわれは一般には大気中あるいは真空中を伝搬する電波を使用する。真空中の電波伝搬は、例えば、電離層をこえた更に高空での電波の伝搬に相当し、電波は光速で伝搬をする。大気中の伝搬の場合は、前にも述べたように大気の密度によって電波の伝搬の状態が異なり、例えば、レーダの電波は大気の密度が上空に行くほど小さくなるために、地球面に添う形に若干の屈折をして、光学的水平線よりも遠くまで伝搬するようになる。また、衛星からの電波が対流圏を通るときに屈折作用を受けて電波の伝搬に遅延が生ずる。このように地上での大気の屈折率は1.0004程度であるのは、大気の誘電率 $\epsilon_a$ が真空中の誘電率 $\epsilon_0$ と異なるためである。

一般にある物質の誘電率 $\epsilon$ を $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$ と書き、真空中の誘電率の倍数 $\epsilon_r$ を使って表現をし、この $\epsilon_r$ を比誘電率と呼んでいる。そこで、比誘電率 $\epsilon_r$ の物質では屈折率 $n = \sqrt{\epsilon_r}$ をもっているので、電波が大気(厳密には真空)中より入射するとき屈折効果を受けることになる。従って、例えば第5・134図に示すような誘電体にO点から出た電波を入射させると、光に対するレンズの作用と同様にQ点では境界面に垂直入射であるので、屈折作用は受けませんが、P点では図に示すように屈折して、その比誘電率を適当にとるとOQの電波と平行の電波経路に変えることができる。こうしてO点から出た電波は球面波であるが、図に示したような形( $r = [(n-1)\ell] / [n \cos \theta - 1]$ 、ここで、 $n$ はこの誘電体の屈折率 $n = \sqrt{\epsilon_r}$ 、 $\ell = OQ$ )の誘電体を通すとそのレンズ作用に



第5・134図 誘電体レンズの原理

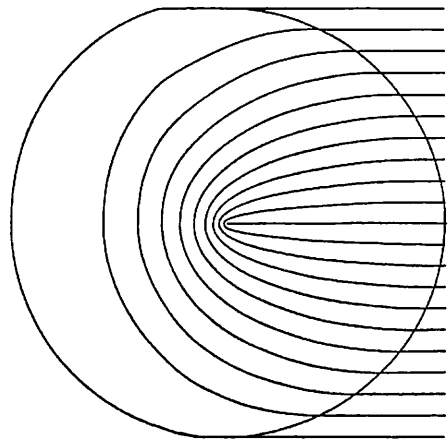
よって電波を平面波に直すことができる。このような誘電体を電波レンズ、または誘電体レンズと呼び、アンテナなどに用いられる。誘電体レンズには、イートン・リップマン(Eaton-Lippman)レンズ、Kayの球形レンズなどがあり、前者はレーダ・レフレクタとしての提案もあるが、レーダ・レフレクタとしても最も著名なものはルーネベルグ(Luneberg)レンズである。第5・135図はイートン・リップマン・レンズの電波の経路の例を示したものであるが、このような経路を通る経路長の差から位相の合成をしなければならぬので必ずしも強い反射波が得られるとは限らないので、レーダ・レフレクタとするには何等かの工夫が必要となる。

### 5・3・6 ルーネベルグ・レフレクタ

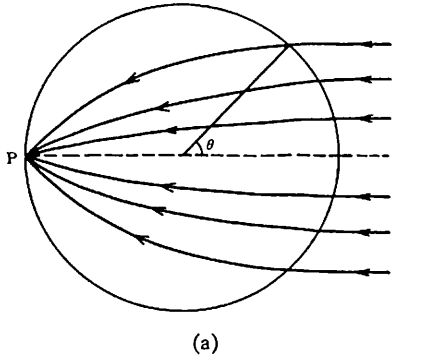
ルーネベルグ・レンズは第5・136図(a)に示すような球形のレンズで、その中の比誘電率 $\epsilon$ (以後単に誘電率という)を次式に従って半径 $r$ に応じて1から2まで連続的に変化させたものである。

$$\epsilon = 2 - \left(\frac{r}{R}\right)^2 \quad (5 \cdot 44)$$

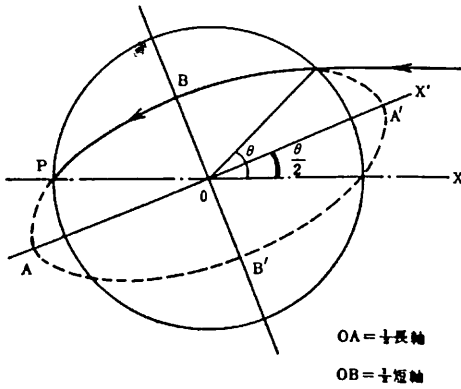
ここで、 $R$ は球の半径である。この球体に図に示すように平面波が入射した場合を考えると、この球面波は入射方向と反対の球の表面Pの1点に収束をし、Pが焦点と



第5・135図 カートン・リップマン・レンズ



(a)



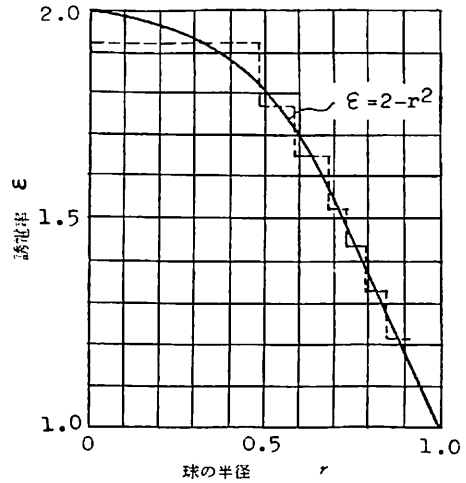
(b)

OA = 長軸  
OB = 短軸

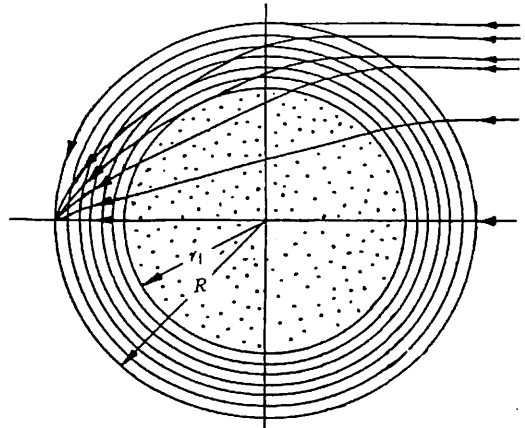
第5・136図 ルーネベルグ・レンズの原理

なるという性質をもっている。このときのレンズの中の電波の経路は図の(b)に示すようにOX'軸に対して $\theta/2$ の角度をもったOX'軸を長軸とする楕円の一部となる。こうしてルーネベルグ・レンズは焦点Pに電波の発射源(例えば電磁ホーン)を置けば、図(a)とは矢印が逆になるが、平面波が得られ、高利得のアンテナとして使用できる。ルーネベルグ・レンズをレフレクタとして使用するときには、P点に反射板を置けばよいことになる。

ルーネベルグ・レンズ・レフレクタを実現させるためには、理論的には、前述のように球体の中の誘電率を連続的に変えなければならない。このレンズは例えば発泡ポリスチロールの発泡率を変化させる形で作られているが、その発泡率を連続的に変化させ、第5・137図の実線のように変化させなければならない(この図で $r$ は正規化した半径 式(5・44)の $r/R$ で示してある)、これは製作上非常に困難である。そこで、誘電率を段階的に同心球的に変化させることが考えられていて、例えば第5・137図の点線のように誘電率を段階的に変化させることが行なわれている。このようなレフレクタの内球は第5・138図のようになる。この場合、誘電率が2に



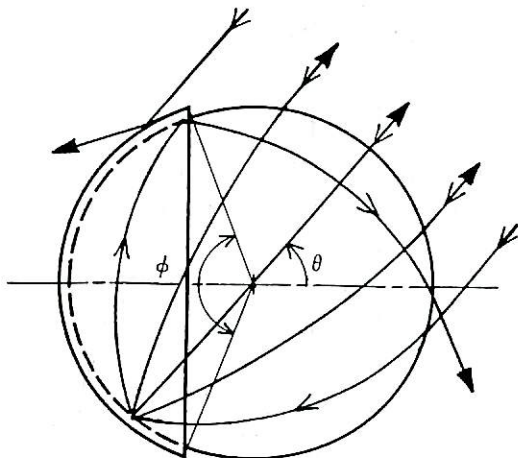
第5・137図 ルーネベルグ・レンズの誘電率の変化



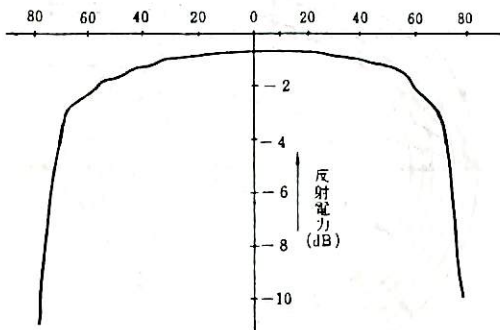
第5・138図 段階上に誘電率を変化させたルーネベルグ・レンズ

近い半径 $r_1$ の中心球(その半径は球の半径 $R$ の約半分)と薄い外側の積層球となっている。この場合、各電波経路は各層の境界面でのみ屈折するので、中心球を通る内側の線は中心球を通る間は屈折がないことは図からも明らかであり、そのあたりを考慮に入れて、各層の誘電率を設計するとともに、層の数をできるだけ少なくすることが製作上はのぞまれる。

こうして作られたルーネベルグ・レンズの表面をいろいろな形の金属面で覆うことによって、いろいろな特性のレーダ・レフレクタを形成することができる。第5・139図は球面の一部を中心角 $\phi$ の球形金属板(金属カップ)で覆った場合で、これによって図から明らかなようにその中心角が $\phi$ の範囲の入射電波をすべて元の方角に戻す性質のある広指向性のレフレクタが得られる。この場合のレーダ断面積は球面全部に入射する電波がすべて

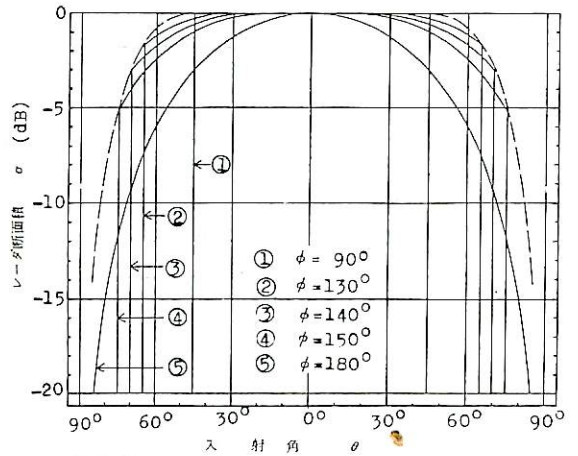


第5・139図 金属カップ形反射器付きの  
ルーネベルグ・レンズ・レフレクタ  
方位角(度)

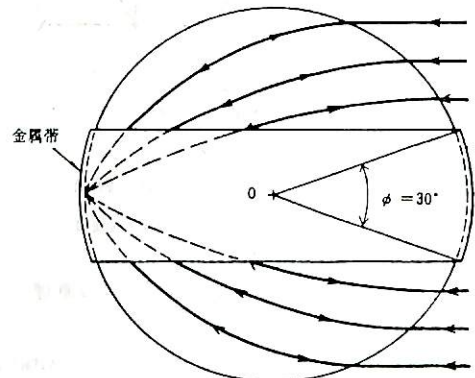


第5・141図 ルーネベルグ・レンズ・レフレクタの  
指向特性(実測値)

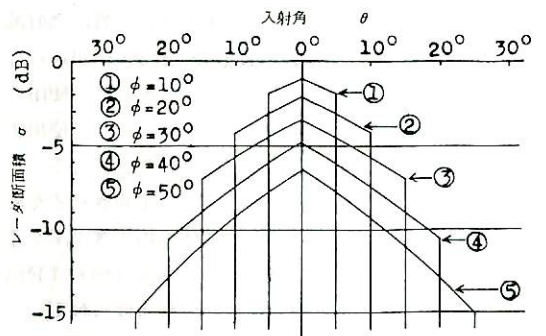
元の方向に戻るので、球の半径をRとすると  $\sigma = 4\pi^3 R^4 / \lambda^2$  となり、第5・37表に示した球形のコーナ・レフレクタの最大レーダ断面積  $15.6\pi a^4 / 3\lambda^2$  と比較すると  $3\pi^2 / 3.9 = 7.6$  倍のレーダ断面積をもち、かつ、広い指向特性も併せもつことになる。但し、このようなルーネベルグ・レンズの場合、金属板によるブロッキングで入射したり、また、元の方向へ戻る電波の経路が妨げられて、レーダ断面積が縮小される場合がある。例えば、第5・139図で両側の2本の経路の左上側は入射波が金属球でブロッキングされるし、右下側の線は2回金属面で反射されて、異なる方向に反射をしている。第5・140図は上述のようなブロッキングの効果を考慮に入れた金属カップ形反射板付きのルーネベルグ・レフレクタの指向特性を計算で求めたものである。これによると金属カップの大きさとして  $-3\text{dB}$  における最大指向特性の幅が得られる  $\theta = 140^\circ$  にとるのが普通とされてい



第5・140図 金属カップ形レフレクタの指向特性  
(縦軸の断面積  $\sigma$  は相対値)



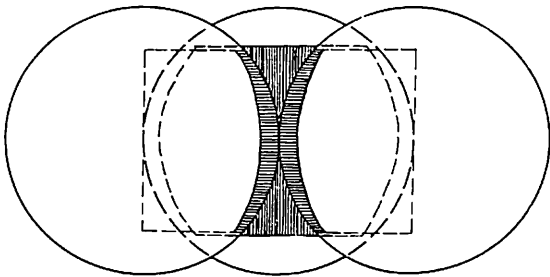
第5・142図 全方向性ルーネベルグ・レフレクタ(1)



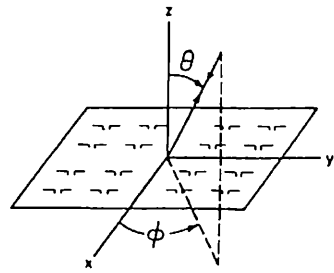
第5・143図 全方向性レフレクタの垂直指向特性  
(縦軸のレーダ断面積  $\sigma$  は相対性)

る。第5・141図はこのような  $\theta = 140^\circ$  の金属カップ付きレフレクタの指向特性の実測例である。

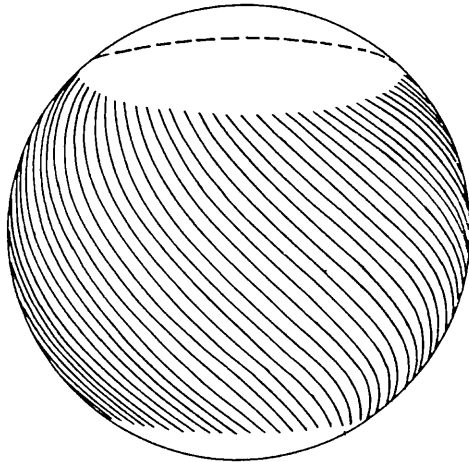
1個のルーネベルグ・レフレクタで全方向性の指向特性を持たせるには第5・142図のように、中心角  $\phi$  が  $30^\circ$  程度の金属帯を巻く方法がとられる。このようなレフレ



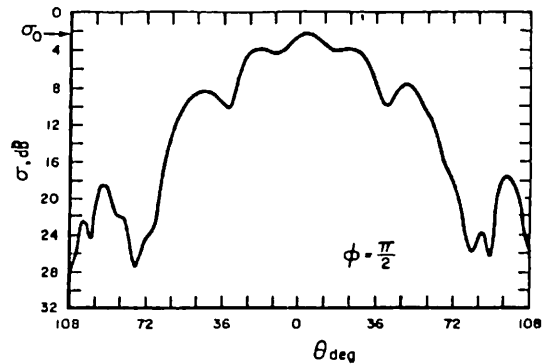
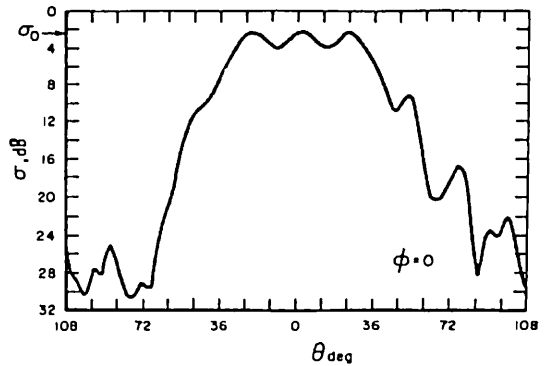
第5・144図 3個のレンズを組合せたレフレクタ



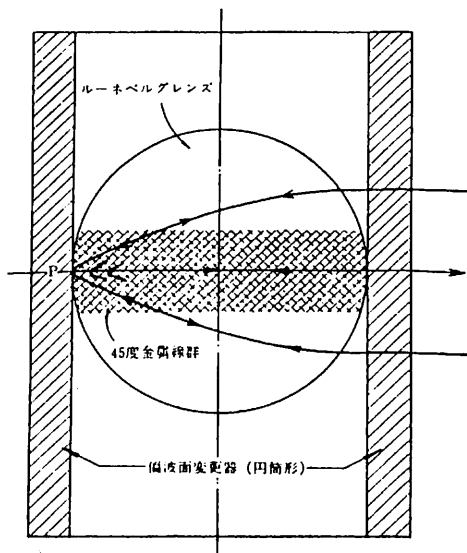
第5・148図 2次元の Van Atta アレイ



第5・145図 全方向性ルーネベルグ・レフレクタ(2)



第5・149図 2次元 Van Atta アレイのレーダ断面  
積  $\sigma$  の指向特性、縦軸の  $\sigma_0$  は等価の平  
面レーダ断面積で、それに対する相対値  
を示す (測定周波数は 2850 MHz)



第5・146図 全方向性レフレクタ(2)への偏波面  
変更器への付加

第5・147図 Van Atta アレイ

クタはこの金属帯で電波がブロッキングされるが、残りの部分でも十分なレーダ断面積が得られる。但し、このようなレフレクタを小舟や浮標に取付けると、それらが  $\pm 15^\circ$  以上動揺をするとレーダ断面積がゼロになってしまう。従って、金属帯の幅と動揺角との間で最適な設計が必要となる。第5・143図は帯の中心角を  $10^\circ$  から  $50^\circ$  に変化させたときの垂直方向の指向特性の計算値である。第5・139図に示すレフレクタを3個第5・144図のよう

に組み合わせることによって良好な全方向性をもったレフレクタを作ることできる。

このほか、ルーネベルグ・レンズの周囲に第5・145図に示したような45°の斜の導線のある間隔ではったレフレクタを作ることが提案されている。このような斜線はその線に直交する偏波の電波は通すが、逆に線と同じ向きの偏波の電波は有効に反射をする性質がある。従って、図に示したレフレクタにもし線に直交する45°偏波の電波が入射すれば、反射板によるブロッキングのない大きな断面積を持ったレフレクタとなる。しかし、一般にレーダは水平偏波（一部垂直偏波もあるが）の電波を使用しているので、このようなレフレクタはそのままでは利用できず、第5・146図に示すように、レフレクタの周囲に円筒形の偏波変換器を付せば使用できるとされている。

### 5・3・7 その他の方法

第5・147図に示すように一列に並べたアンテナアレイの対称的な放射素子を同じ長さの給電線で結び、入射電波は給電線を通して反対側の素子から再送信され、それらの位相関係から、入射方向に戻ることになる。これはVan Atta氏によって提案されたので、Van Attaアレイまたはレトロディレクティブ・アレイと呼ばれる。第5・148図は2,850 MHzにおいて、半波長ダイポールを4×4の2次元に並べたVan Attaアレイの例である。第5・149図(a)(b)にその指向特性を示す。(a)図は $\phi = 0$ における $\theta$ 方向の特性で、(b)図は $\phi = \pi/2 (=45^\circ)$ の $\theta$ 方向の特性である。

### 5・3・8 IMCOにおけるレーダ・レフレクタの性能標準

1973年11月の第8回IMCO総会ではつぎのようなレーダ・レフレクタの性能標準の勧告を決議として採択している。

#### 決議 A. 277 (VIII) 1973年11月20日採択

##### レーダ・レフレクタの性能標準の勧告

総会は、総会の権限についてのIMCO条約の16(i)条に注目して、

小型船舶は、レーダ・レフレクタを取付けると、そのレーダでの探知の距離と確率が改善されるであろうことを認め、

海上安全委員会の第25会期の報告を考慮に入れて、つぎの勧告をする。

(a) ここに付録として付したレーダ・レフレクタの性

能標準を採択する。

(b) 加盟政府が国際水路およびそれに隣接する海域で運航する100 GTトン未満のすべての船舶は、もしそれが実際であれば、この決議の付録に示したものに劣ることのない性能標準のレーダ・レフレクタを取付けることを要求すべきことを勧告する。

##### レーダ・レフレクタの性能標準の勧告

#### 1. はしがき

- (a) この勧告の第2節に引用されている小型船舶はレーダでの探知の距離と確率を改善するためレーダ・レフレクタを取付けるべきである。
- (b) レーダ・レフレクタはこの勧告に規定された最小性能要件に適合すること。
- (c) つぎの節でのエコー面積の規定は周波数9.3 GHz（波長3.2 cmに相当）に対するものである。

#### 2. 適用

- (a) 国際的水路およびそれに隣接した沿岸の海域で運航する100 GT未満のすべての船舶は、それが実際であれば、レーダ・レフレクタを取付けること。
- (b) レーダ・レフレクタは水平面に対する適当な指向性とつぎのエコー面積を有する承認された型式のものとする。
  - (i) 水面上少なくとも4 mの高さに取付けた最小10㎡のものがのぞましい。しかし、
  - (ii) もし、それが実際的でなければ、水面上少なくとも2 mの高さに取付けた最小40㎡のもの。

#### 3. 性能

- (a) レフレクタは代表的な航海用レーダを使って水平方向360°にわたる性能が得られること。
- (b) 第2節に示したエコー面積は水平面の指向性図の主ローブの最大値に相当すること。
- (c) 水平方向の指向性は、全角のうち240°ではその応答が主ローブの最大値に対し-6 dB以下にならず、10°以上の幅の角度に対しての応答が-6 dB以下にならないようなものとする。

#### 4. 構造

レフレクタは海上で経験することのある海象状況、振動、湿度および温度変化の下でその反射性能を保つことができること。

#### 5. 装備

- (a) 取付具が備えてあって、レフレクタを固定するか、索に吊すかのどちらでも取付けられること。
- (b) 取付けの向きがきまっているならばレフレクタにそれを（一般的には頂点のみを）明示すること。

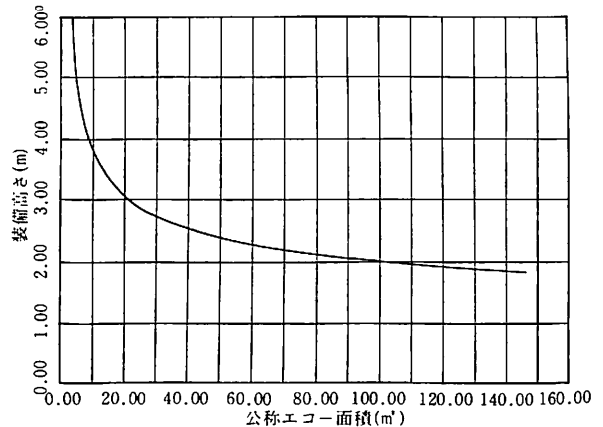


### 5・3・9 レーダ・レフレクタ規格上の問題点

前項のIMCOのレーダ・レフレクタの性能標準をもとにこの種のレフレクタについての規格がいろいろな国で作られている。ISO（国際標準化機関）でも、このレーダ・レフレクタのISO規格を作る計画があり、わが国がその原案作成を担当し、はゞその規格案が固まりつつあるが、こゝでは、規格案そのものは、今後、部分的に変わる可能性もあるので、こゝでは省略をして、その国際的審議の過程で問題となった点のうちのいくつかをあげることにしたい。

(1) レーダ・レフレクタにはすでに前にも述べたように大別して、小型船舶に装備をして、レーダ装備船との衝突による事故を防ぐ目的と、浮標などに装備をして、レーダ装備船自身の航法に役立てる場合とがある。この両者は同じものが使われることもあるが、いくつかの点で異なったものとなるのが普通である。従って、この両者を同じ規格にするのは、いくつかの無理があるにもかかわらず、これらを統一しようという主張が少なくない。異なっているいくつかの面をあげるとつぎのとおりである。

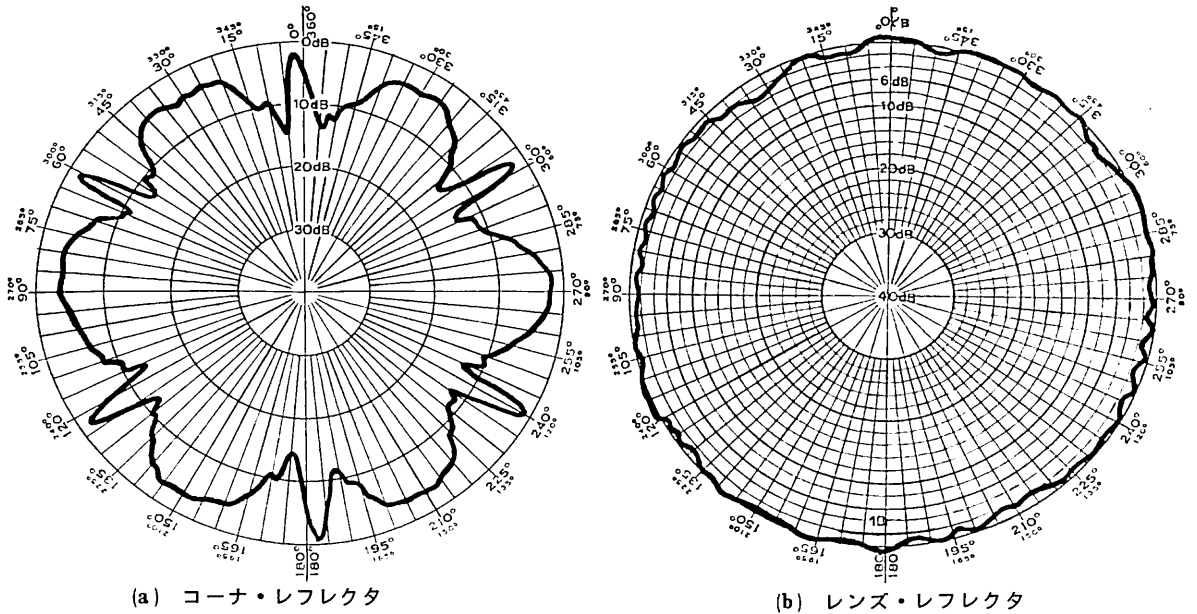
- (i) 小型船の場合は1体形のものがほとんどであるが、浮標用は単位のコーナ・レフレクタを多数はめ込む場合が少なくない。
  - (ii) 浮標に装備するときは装備高さが一般に低い。
  - (iii) 小型船用の場合の塗色は黒球などの衝突予防法の形象物とのまぎらわしさを避けるため黒色塗装はすべきではないのに対し、浮標用にはそのような制約はない。
  - (iv) 小型船用と浮標用では使用する環境条件がかなり異なり、前者はできるだけ軽量にする必要があるが、後者はむしろ丈夫さが要望され、環境試験に差がある。
- (2) このノートではレフレクタの反射性能はレーダ断面積（radar cross section, ときにレーダ反射断面積ということもある）という用語を使ってきた。しかし、前節のIMCOの標準ではこれをエコー面積（echoing area）という語で置きかえている。学問的には一般に前者が使われていることに意見の相違はないのであるが、レフレクタの性能を呼ぶのに nominal echoing area（公称エコー面積）という用語が使われ、「レフレクタの公称エコー面積とはそのレーダ断面積の尖頭値をいう」として定義するのだそうで、これを「エコー面積の尖頭値」とか「公称レーダ断面積」とかは余りいわない由である。われわれの英語の感覚ではよくわからない。なお、尖頭値を「公称」にするには若干の矛盾があるこ



第5・150図 レーダ・レフレクタの装備高さ

とを(5)項で後述する。

- (3) レフレクタの水平指向特性（IMCOでは水平面の指向性図— azimuthal polar diagram という語が使われている）はIMCOでも決められているが、垂直の指向特性の規格を規定することはむずかしい。
- (4) 機械的強度試験はわが国では衝撃試験的なものを考えているのに対し、欧州サイドではレフレクタを海水中をいろいろな向きで1.3 m/sの速度で引っばる試験を主張している。コーナ型のレフレクタの試験法としては確かに一理がある。
- (5) レフレクタのレーダ断面積による装備高さはわが国でのレーダ方程式を用いた計算では第5・150図（ISO規格案より引用）になり、IMCOの標準による4 m高の10㎡と2 m高の40㎡は等価とにならない。これに対し、国によっては異なる曲線を計算していて、これがIMCOの値のもとになっている。なお、IMCOの標準がそうであるが、レフレクタの公称エコー面積は果して尖頭値とするのがよいのかという率直な疑問がおきる。IMCOの標準で水平方向のうちの240°(67%)にその性能が確保されている-6 dB（面積比では1/4）のエコー面積を公称値とするのがよいのではないとも考えられる。
- (6) ISOの規格案もそうであるが、コーナ・レフレクタと誘電体レンズ・レフレクタを同一に扱うことにも問題がある。第5・151図(a)(b)（ISO規格案より引用）にその水平指向特性を示すように、レンズ式は前項で示したような-6 dBの落込みはなく、公称値からせいぜい-3 dB（面積比1/2）で全水平方向をカバーしている。従って、公称値を尖頭値にとらなければより小さいレンズ・レフレクタでコーナ型と等価となる可能性もある。そのほか、垂直指向特性も異なるし、(4)項で述べた機械的強度試験もレンズの場合は水中を引っばっても全く問題な



第5・151図 レフレクタの Azimuthal Polar Diagram の例

いであろう。

参考文献

(5・89) 木村小一：コーナ反射器について，  
運輸技術研究所報告，Vol. 1, No 4 (1951)  
(5・90) 木村小一：コーナリフレクターの形状と指向  
性について，電波航法研究報告（第2輯）(1952)

(5・91) S. D. Robertson : Target for Microwave  
Radar Navigation, B. S. T. J., Vol. 26 No 4 (1947)  
(5・92) Radar Cross Section Handbook  
(著者，発行所など不明)  
(5・93) 古田島博：レーダリフレクタの現状と将来  
電子通信会技術研究報告，Vol. 75, No 220,  
SANE 75-29 (1976)

ニュース

ニュース

画期的な新型グラフィック・ディスプレイ

「ARS 80」を開発

三井造船は，CAD/CAM に最適のリフレッシュ・ランダム走査方式を採用した新しい高性能グラフィック・ディスプレイ「AR 80」を開発，このほど本格的に販売を開始した。

「ARS 80」は設計，解析，積算などのエンジニアリング業務を合理的に行なうことを目的としたもので，コンピューターとは通信ネットワークを介して接続できる画期的で経済的なインテリジェント・ターミナルである。

近年の省エネルギー，省資源，代替エネルギーなどによる産業構造や社会環境の変化にとまらぬ，製造業をはじめとする広い分野において製品の多品種化，開発の短期化が強く要望されており，特に設計開発部門でのオフィス・オートメーションを通じてのエンジニアリング業

務の効率化の機運が高まりつつある。

「ARS 80」の特徴

- (1) リフレッシュ・ランダム技術による高精度でダイナミックな図形表示ができる。
- (2) 接続が容易で，コンピューターの機種を問わないインターフェース仕様となっている。
- (3) 非同期型図形入力による対話性能の向上を図っている。
- (4) ACM/SIGGRAPHのCoreをベースに標準化されたサポート・ソフトウェア（Inplot）となっている。
- (5) PLOT 10 サポートによる既存プログラムの有効活用ができる。
- (6) 機能的なコンソール，反射防止管面による人間工学的なデザインとなっている。
- (7) リフレッシュ・ランダム走査方式では，画期的な低価格を実現している。

## ロイド商船統計表 (1980年版)

## 1 世界主要海運国商船船腹量

(1980年7月1日現在, 100GT以上)

世界総船腹量は73,832隻, 約4億2千万GTであり, 昨年比GT増加量は約1.7%(689万GT)である。これは昨年の増加率を僅かに下廻っており, 78年の3%, 77年の6%にくらべても低い伸びである。

船腹量の上位を占める国はリベリア, 日本, キリシャで昨年と同じである。国別の増加量では, キリシャが最大で約220万GT, 次いでパナマ(約190万GT), 日本(約100万GT)である。一方減少量の最大はリベリア(約124万GT)である。

国名	Steamships		Motorships		Total		前年度との 比 増減GT	Total DW
	No	GT	No	GT	No	GT		
リベリア	436	38,823,252	1,965	41,461,924	2,401	80,285,176	△ 1,242,999	157,977,559
日本	126	13,117,369	10,442	27,842,314	10,568	40,959,683	966,758	67,320,933
ギリシャ	212	6,521,179	3,710	32,950,565	3,922	39,471,744	2,119,147	67,047,715
英国	256	12,556,253	2,925	14,578,902	3,181	27,135,155	△ 816,187	43,814,177
パナマ	170	5,001,181	3,920	19,189,499	4,090	24,190,680	1,866,749	39,039,133
ソ連邦	555	2,598,965	7,724	20,844,569	8,279	23,443,534	543,333	25,894,991
ノルウェー	73	7,602,809	2,428	14,404,681	2,501	22,007,490	△ 341,847	38,885,262
米国	894	15,655,114	4,685	2,809,157	5,579	18,464,271	922,051	27,463,338
フランス	70	7,199,947	1,171	4,724,610	1,241	11,924,557	△ 21,280	20,861,286
イタリア	174	2,930,216	1,565	8,165,478	1,739	11,095,694	△ 599,178	17,951,113
中国	120	541,169	1,332	8,371,568	1,452	8,912,731	564,673	13,231,046
西独	39	2,683,110	1,867	5,672,528	1,906	8,355,638	△ 207,142	13,332,148
スペイン	204	2,600,170	2,563	5,512,075	2,767	8,112,245	△ 201,413	13,522,330
シンガポール	11	343,346	977	7,320,883	988	7,664,229	△ 204,924	12,548,385
インド	79	157,763	537	5,753,604	616	5,911,367	57,082	9,451,453
オランダ	36	2,341,317	1,227	3,382,528	1,263	5,723,845	320,495	8,998,739
デンマーク	25	2,277,966	1,228	3,112,399	1,253	5,390,365	△ 134,051	8,702,549
ブラジル	85	1,144,609	522	3,389,054	607	4,533,663	526,165	7,545,531
韓国	22	1,167,732	1,404	3,176,382	1,426	4,344,114	391,168	6,836,190
スエーデン	35	1,537,580	665	2,696,397	700	4,233,977	△ 402,685	6,626,260
ポーランド	46	284,943	796	3,354,135	842	3,639,078	58,784	5,101,343
カナダ	128	1,084,116	1,196	2,096,010	1,324	3,180,126	164,374	3,862,601
アルゼンチン	73	517,784	464	2,028,521	537	2,546,634	202,634	3,676,632
フィンランド	6	380,477	348	2,149,614	354	2,530,091	21,327	3,831,139
クエート	14	1,119,020	252	1,410,471	266	2,529,491	101,291	4,218,818
ユーゴスラビア	8	3,944	478	2,462,630	486	2,466,574	59,353	3,759,567
キプロス	16	72,759	672	2,018,330	638	2,091,089	△ 264,454	2,967,245
フィリピン	5	49,394	718	1,878,475	723	1,927,869	321,850	2,910,262
世界計 1980	4,464	134,994,600	69,368	284,916,051	73,832	419,910,651	—	690,854,983
” 1979	4,604	136,869,855	66,522	276,151,571	71,129	413,021,426	—	681,489,737
比較増	△143	△1875,255	2,846	8,764,480	2,703	6,889,225	—	9,365,246

船の科学

2 世界主要海運国の国別・船種別商船船腹量

油槽船の総量は1億7,500万GTで約79万GT増加した。総船腹に占める割合は41.7%であり、79年の42.2% 78年の43.1%に比べ漸減傾向を続けている。油槽船の最多保持国はリベリア(約5千万GT)で以下日本、英国、ノルウェー、ギリシャで昨年と上位順位は変わらない。

バルクキャリアーの総量は1億960万GTで、130万GT増加した。総船腹に占める割合は26.1%で昨年と殆ど変わらない。最多保持国はリベリア(約2391万GT)で以下ギリシャ、日本、英国、パナマ、ノルウェーの順である。

一般貨物船の総量8,261万GTで93万GT増加した。

国名	油槽船		液化ガス運搬船		ケミカルタンカ・雑タンカ		散/油貨物船 (含鉍/油)		鉍/散貨物船	
	No	G T	No	G T	No	G T	No	G T	No	G T
リベリア	786	49,897,487	55	1,634,848	40	389,618	136	8,132,166	768	15,781,462
日本	1,559	17,671,022	210	641,898	364	249,932	43	3,458,692	377	9,537,632
ギリシャ	445	11,780,460	13	33,343	16	30,725	55	2,741,179	816	13,614,187
英国	434	13,229,642	41	1,051,805	51	225,125	32	2,348,565	157	3,872,339
パナマ	371	6,783,133	42	371,206	17	45,944	9	546,489	352	5,558,647
ソ連邦	503	4,728,079	10	160,962	12	31,888	9	561,996	100	1,388,838
ノルウェー	173	12,082,393	51	666,689	51	615,619	36	2,382,727	117	3,641,412
米国	399	7,887,605	15	1,073,695	8	83,413	2	80,190	156	1,880,452
フランス	100	7,777,481	8	322,140	18	63,102	6	608,102	39	931,032
イタリア	273	4,685,141	38	203,971	47	81,353	26	1,611,981	111	2,302,437
中国	107	1,471,345	—	—	1	1,572	2	146,468	33	549,566
西独	107	2,756,863	9	29,915	9	17,569	1	42,384	50	1,638,193
スペイン	107	4,818,272	15	56,166	13	42,126	4	255,831	52	993,205
シンガポール	151	2,696,860	6	6,371	3	3,913	7	333,333	88	1,572,325
インド	42	—	—	—	—	—	16	814,661	85	1,746,925
オランダ	76	2,503,367	5	63,596	15	25,173	—	—	26	654,109
デンマーク	73	2,807,849	30	50,476	4	5,396	—	—	29	639,031
ブラジル	61	1,572,737	6	19,954	2	20,749	13	988,097	34	586,118
韓国	78	1,335,176	8	8,803	13	23,375	1	30,259	91	1,403,882
スエーデン	93	1,871,966	—	—	15	82,483	2	126,633	21	566,169
ポーランド	31	570,698	—	—	—	—	—	—	75	1,297,455
カナダ	57	295,540	—	—	3	15,013	1	20,978	118	1,847,008
アルゼンチン	84	811,465	1	6,891	—	—	—	18,720	27	599,299
フィンランド	38	1,201,107	2	11,173	1	1,984	—	—	35	535,999
クエート	21	1,347,792	6	224,771	1	2,940	—	—	2	12,860
ユーゴスラビア	28	213,015	—	—	—	—	—	—	53	937,199
キプロス	18	111,568	3	4,143	6	6,735	—	—	21	256,695
フィリピン	70	355,459	11	23,265	4	4,178	5	243,359	21	35,506
世界計 1980	7,112	175,004,403	631	7,393,167	769	2,485,739	424	26,241,499	4,282	83,354,613
” 1979	6,950	174,213,276	580	6,676,456	716	2,325,438	430	26,496,001	4,208	81,827,260
比較増	162	791,127	51	716,711	53	160,301	△6	△ 254,502	74	1,527,353

総船腹に占める割合は19.7%で昨年よりやや、減少した。最多保持国はギリシャ（1043万GT）で、以下パナマ、ソ連、中国、日本、米国がこれに次いでいる。

コンテナ、ライナー、自動車専用船の合計は約1388万GT、液化ガス運搬船は739万GT（約1150万 $\text{m}^3$ 容量）631隻中62隻がLNG船（約500万 $\text{m}^3$ 容量）である。

### 3. 大きさと船齢

10万GT以上の船は709隻で、うち144隻は14万GT以上である。世界船腹の59%以上が船齢10年未満であり、5%弱が25年以上である。主要海運国のうちスウェーデンが最も新しい船の保有国でその85%が10年未満である。次いでフランス82%、ノルウェー81%、デンマーク80%、

一般貨物船 (含貨客船)		コンテナ・ライター・ 自動車運搬船		漁 船		フェリー・客船		作業船・その他雑船		合 計	
No.	G T	No.	G T	No.	G T	No.	G T	No.	G T	No.	G T
478	3,332,292	67	810,611	8	897	5	88,255	58	117,540	2,401	80,285,176
2,748	4,289,398	158	2,349,137	2,989	1,107,026	576	996,148	1,544	663,288	10,568	40,959,683
2,019	10,432,972	8	53,890	90	38,232	259	690,151	201	566,603	3,922	39,471,744
815	3,030,179	80	1,706,857	516	168,844	170	638,485	886	863,314	3,181	27,135,155
2,249	9,017,368	78	587,504	368	160,535	66	417,202	538	702,652	4,090	24,190,680
1,833	7,665,461	43	394,644	4,560	6,677,841	226	671,709	979	1,162,116	8,279	23,443,534
733	1,353,292	18	275,226	715	239,688	357	512,647	250	237,797	2,501	22,007,490
460	3,487,205	120	2,481,041	2,537	523,656	59	203,467	1,883	763,547	5,579	18,464,271
228	1,277,832	18	414,447	514	169,588	52	162,245	258	197,852	1,241	11,924,557
435	1,055,582	14	256,002	251	85,622	211	663,569	333	150,036	1,739	11,095,694
722	4,315,324	9	189,966	301	103,282	13	58,731	172	305,697	1,452	8,912,731
1,133	2,120,292	58	1,276,130	136	117,165	122	170,659	281	186,468	1,906	8,355,638
549	1,141,582	22	43,496	1,776	557,862	43	145,508	190	58,197	2,767	8,112,245
462	2,401,356	41	479,279	12	2,896	15	26,393	203	141,503	988	7,664,229
281	2,026,990	—	—	28	6,630	6	22,471	148	158,630	616	5,911,367
490	1,583,627	15	379,701	386	93,903	20	130,519	230	199,850	1,263	5,723,845
511	972,953	16	491,669	357	72,110	80	243,630	153	107,251	1,253	5,390,365
283	1,250,747	1	498	61	11,975	15	10,262	131	72,526	607	4,533,663
309	838,123	30	388,095	810	360,596	28	18,535	58	37,270	1,426	4,344,114
265	1,105,234	11	168,103	75	14,889	88	213,841	130	84,659	700	4,233,977
242	1,317,956	—	—	357	354,189	34	64,177	103	34,603	842	3,639,078
159	266,311	5	30,648	511	151,810	124	272,609	346	280,209	1,324	3,180,126
151	878,233	—	—	148	81,449	18	31,277	107	118,971	537	2,546,305
163	532,719	1	3,895	15	2,962	43	185,075	56	55,177	354	2,530,091
79	767,615	4	82,632	93	16,574	7	4,810	53	68,397	266	2,529,491
274	1,232,613	3	20,226	8	2,863	68	42,516	52	18,142	486	2,466,574
588	1,605,424	4	4,684	7	1,711	24	89,316	17	10,813	688	2,091,089
305	720,590	3	29,877	159	40,662	80	89,902	65	65,071	723	1,927,869
22,995	82,610,233	896	13,882,060	21,541	12,843,031	3,355	7,597,415	11,827	8,498,491	73,832	419,910,651
22,744	81,677,554	808	12,270,306	20,426	12,443,872	3,152	7,249,694	11,115	7,841,569	71,129	413,021,426
251	932,679	88	1,611,754	1,115	399,159	203	347,721	712	656,922	2,703	6,889,225

船の大きさと船齢(世界計)

DIVISIONS OF TONNAGE	DIVISIONS OF AGE								TOTAL							
	0-4 YEARS		5-9 YEARS		10-14 YEARS		15-19 YEARS				20-24 YEARS		25-29 YEARS		30 YEARS & OVER	
	No.	Tons Gross	No.	Tons Gross	No.	Tons Gross	No.	Tons Gross	No.	Tons Gross	No.	Tons Gross	No.	Tons Gross		
100 — 499	5,886	1,450,080	7,345	1,871,866	7,677	1,896,487	4,946	1,221,875	3,847	971,186	2,077	574,653	4,767	1,132,128	36,345	9,118,075
500 — 999	1,200	932,631	1,478	1,144,288	1,557	1,158,581	948	716,676	1,046	722,763	564	388,428	905	632,973	7,698	5,896,340
1,000 — 1,999	1,045	1,534,851	1,068	1,605,834	1,110	1,650,719	890	1,316,446	537	773,334	378	547,506	505	725,047	5,533	8,153,737
2,000 — 3,999	986	3,045,783	1,232	3,708,736	1,460	4,235,889	879	2,617,259	689	2,138,344	374	1,100,005	437	1,313,737	6,057	18,168,772
4,000 — 5,999	523	2,615,411	630	3,122,892	524	2,572,458	376	1,832,294	385	1,924,552	178	890,377	140	684,024	2,756	11,642,008
6,000 — 7,999	211	1,355,133	283	1,833,834	135	868,307	151	977,095	160	1,042,991	91	590,107	66	428,792	1,097	7,096,259
8,000 — 9,999	120	896,151	120	885,191	103	776,099	146	1,107,553	175	1,322,267	90	677,509	248	1,869,662	1,002	7,534,432
10,000 — 14,999	419	3,866,121	526	4,861,902	643	5,910,881	503	4,584,069	691	6,190,257	135	1,193,491	116	1,028,097	3,033	27,834,818
15,000 — 19,999	962	11,663,919	720	8,667,231	779	9,089,535	524	6,132,028	462	5,412,435	154	1,842,299	161	1,970,710	3,762	44,778,157
20,000 — 29,999	658	11,354,401	641	11,074,917	386	6,516,214	230	3,932,065	113	1,955,018	65	1,111,560	69	1,178,144	2,182	37,122,319
30,000 — 39,999	349	8,384,541	320	7,511,817	301	7,372,892	237	5,783,392	144	3,433,172	17	395,848	8	193,302	1,378	33,074,964
40,000 — 49,999	233	7,974,437	235	8,044,560	211	7,444,210	214	7,236,042	13	418,011	10	324,705	1	32,360	917	31,474,325
50,000 — 59,999	114	5,030,195	132	5,854,335	164	7,280,399	54	2,410,720	4	175,057	...	...	...	...	468	20,751,306
60,000 — 69,999	58	3,174,052	114	6,340,726	103	5,570,005	14	741,016	...	...	...	...	...	...	289	15,825,789
70,000 — 79,999	83	5,400,411	129	8,307,384	38	2,425,601	4	252,993	1	61,275	...	...	...	...	255	16,447,884
80,000 — 89,999	55	4,068,137	92	6,852,849	23	1,695,827	2	144,598	1	72,133	...	...	...	...	173	12,833,544
90,000 — 99,999	45	3,755,878	53	4,529,043	17	1,441,415	1	81,515	...	...	...	...	...	...	114	9,807,151
100,000 — 109,999	10	925,916	30	2,862,642	44	4,272,632	...	...	...	...	...	...	...	...	84	8,081,890
110,000 — 119,999	12	1,269,052	69	7,299,031	44	4,668,947	...	...	...	...	...	...	...	...	125	13,237,030
120,000 — 129,999	20	2,328,852	127	14,741,712	21	2,400,981	...	...	...	...	...	...	...	...	168	19,471,545
130,000 — 139,999	27	3,375,365	133	16,598,056	10	1,269,263	...	...	...	...	...	...	...	...	170	21,241,704
140,000 and above	22	9,983,896	78	10,548,240	2	264,540	...	...	...	...	...	...	...	...	102	13,796,676
TOTAL	13,115	101,574,123	15,615	147,983,214	15,359	81,816,619	10,119	41,087,436	8,068	26,612,795	4,133	9,845,488	7,423	11,188,976	73,832	419,910,651

スペイン76%, 西独と日本が74%でこれに次いでいる。キプロスの船腹の60%, 米国の38%は船齢20年以上である。世界タンカーの32% (7,000隻中4102隻)以上が船齢10年を超えている。

4. 推進機関別船腹量

世界船腹の約68%がディーゼル機関推進船である。

	機 種	隻	G T
スチ ー ム 機	レシプロケイティング	1,874	2,591,087
	レシプロ・タービン	117	472,743
	タービン	2,326	130,096,916
	ターボエレクトリック	144	1,833,468
モシ ー タ ー 機	ディーゼル	68,307	282,106,014
	ディーゼル		
	エレクトリック	1,061	2,810,037

5. ロイド船級船

ロイド船級船は11,650隻, 113,767,738 GTである。

CLASS	STEAM & MOTOR		NON-PROPELLED	
	No.	Tons Gross	No.	Tons Gross
100 A	9,925	110,527,412	729	933,429
A	234	155,398	256	290,580
A (for a period of years)	3	306	...	...
BS	56	238,265	1	1,686
Class contemplated	335	1,519,973	111	100,689
TOTAL	10,553	112,441,354	1,097	1,326,384

6. 損失船腹及びスクラップ船腹

1979年(1~12月)中の1年間の損失船腹は221万GTで、1978年に較べ494,446 GT増加した。これは史上最高の量である。隻数としては465隻で前年より8隻減少した。

スクラップ船腹は約668万GTで前年より約332万GT減少したが史上第2位である。

主要国別全損失船腹量

国 名	隻	G T	%
リベリア	16	693,849	0.85
ギリシャ	67	511,359	1.37
パナマ	79	272,729	1.22
フランス	7	76,865	0.64
日本	22	63,418	0.16
キプロス	28	55,093	2.34
イタリア	14	53,886	0.46
シンガポール	7	35,559	0.45
韓国	36	32,667	0.83
世界計	465	2,210,259	0.54

主要国別スクラップ船腹量

国 名	隻	G T	%
リベリア	55	1,185,070	1.45
ギリシャ	108	1,044,891	2.80
パナマ	107	1,001,170	4.48
日本	292	759,192	1.90
英国	46	453,852	1.62
シンガポール	38	332,655	4.23
キプロス	43	259,112	11.00
米国	23	222,498	1.27
イタリア	21	165,068	1.41
ノルウェー	19	162,654	0.73
世界計	926	1,682,446	1.62

## 技術短信

## ディーゼル主機関廃熱の有効利用を目的に「高経済型直結発電システム」(S.S.G.)を開発

石川島播磨重工は、ディーゼル主機関の廃熱を最大限に有効利用し、船舶推進プラントとしての経済性を高めることを目的として「高経済型直結発電システム」(Super Economical Shaft Generator System - 略称S.S.G.)を開発し、その1号機をシンガポール船主ネプチューン・オリエン・ライン社向け80,700重量トン型タンカー(主機関IHI-S.E.M.T. Pielstick 10 PC 4 V型ディーゼル機関×1基、15,000 PS、本船完成昭和56年3月予定)に搭載することになった。

同社は、従来からディーゼル主機関の廃熱の有効利用に積極的に取組んできたが、S.S.G. システムについても、その基本特許を昭和44年に確立して以来、継続して研究を進めてきた。開発当初は船舶燃料油の価格が比較的安価かつ安定していたため、経済的理由から実船への採用には至らなかった。しかし、第1次、第2次オイルショックにともなう燃料油の高価格時代を迎え、本システムの採用が経済的にも大きなメリットが得られるようになってきたため、今回実船への採用が決った。

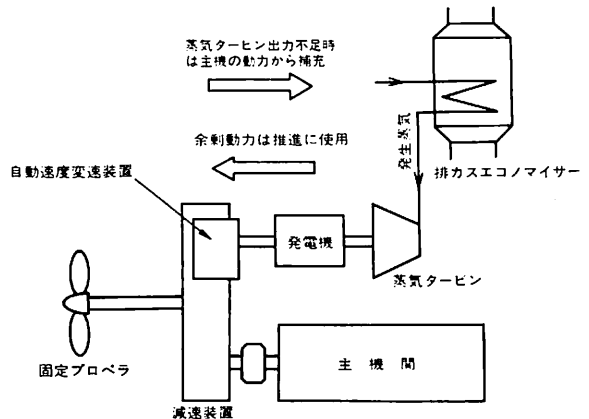
## ディーゼル船の推進プラントの構成

- 1) 推進用主機関と独立ディーゼル発電機(A重油使用)
- 2) 推進用主機関と独立した排ガスエコノマイザー・ターボ発電機および独立ディーゼル発電機
- 3) 推進用主機関と軸駆動発電機および独立ディーゼル発電機

の3つの方式があるが、最近では主機関廃熱の有効利用を図るため、排ガスエコノマイザー・ターボ発電システム(独立ターボ発電機)が、各種船舶が推進プラントに採用されている。

今回同社が第1船への搭載を決めた「高経済型直結発電システム」は、スチームタービン及び発電機を変速機を介して主機関と機械的に結合する方式を採用したため、定格出力が比較的小さく、排ガスエコノマイザー・ターボ発電システムが成り立たない出力範囲の推進プラントの場合や、常用出力時は成り立つが、70%負荷程度の減速運転の期間が長いと予想される船舶についても大きな威力を発揮する。

例えば、60,000 DWT型タンカーにIHI-Sulzer 5 RLB 76型ディーゼル機関(13,000 PS)を搭載し(S.S.G.)を採用した場合、独立のディーゼル発電機を採用した推進プラントに比較し、常用出力時で年間1,100 t、



中速主機プラントに対するS.S.G.システムの概要

70%負荷で減速運転・航走した場合で年間970 t (いずれもC重油換算)の節約が期待出来る。

また、80,000重量トン型タンカーにIHI-S.E.M.T. Pielstick 10 PC 4 V型ディーゼル機関(15,000 PS)を搭載し、「S.S.G.」を採用した場合、独立のターボ発電機を採用した場合に比較し、常用出力時で年間380 t、70%負荷で減速運転・航走した場合、年間650 t (いずれもC重油換算)の節約になり、勿論このケースで独立のディーゼル発電機を採用した場合と比較する節減の効果はさらに大きくなる。

## 「高経済型直結発電システム」(S.S.G.)の特長

- 1) 主機関廃熱の有効利用・燃料油の節約ができる。
- 2) 航海中ディーゼル発電機を使用する必要がないので、高価なA重油の節約ができる。
- 3) タンカーでは、航海中タンク内の貨物油をヒーティングすることがある。

この際、航海に必要な電力は、効率の良い主機関の動力を利用して供給し、タンクのヒーティングには排ガスエコノマイザーの発生蒸気を使用することにより、ボイラに必要な燃料を減少でき、プラント全体としてC重油を節約できるとともに、イナートガス・トッピング時には、通常ダンプして無駄に捨てている蒸気の一部を推進用に利用することにより、その分主機関のC重油が節約できる。

- 4) 自動多段切換式変速装置の開発により、固定ピッチプロペラの場合でも広い出力範囲で、軸発電機の使用が可能となった。
- 5) 航海中はディーゼル発電機を使用しなくても済むので、通常主機関以外の保守作業の約1/3を占める発電機用ディーゼルの保守作業が大幅に軽減できる。

サンダーコート(除錆軽減型重防食塗料)

特許出願中

兎田化学工業株式会社 技術部

はしがき

塗料の寿命は塗装時の下地処理(錆落し)に大きく影響される。また、下地処理には時間と塗装費用の大部分が費やされる。このため錆びた鉄板に直接塗ることができる塗料が、以前より要求され研究されてきた。一般に錆びた鉄面に適用される塗料は、表1の三つのタイプに大別することができる。

表1 防錆塗料のタイプと付着性理論

タイプ	主原料	付着性理論
1) 浸透包被型	魚油 (界面活性剤)	油(主として魚油など)の強い浸透力により錆層に浸透させ錆をつつみ込んでしまう。界面活性剤や鉛系顔料などを併用することがある。
2) マグネタイト転換型	磁性顔料	錆を強磁性のフェライトにより最も安定な酸化鉄(Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -マグネタイト)に変化させ錆層を安定(物理的、化学的)な防錆皮膜に転化させる。
3) キレート転換型	カシュー原油 タンニン酸	錆と反応してキレート化合物を作り安定な含金属高分子皮膜を形成する

サンダーコートは特殊変性したエポキシ樹脂を含む二液硬化性エポキシ樹脂塗料であり、錆面に塗装することにより特殊変性されたエポキシ樹脂が、キレート反応し錆を安定化すると共に硬化した皮膜が大気、水分を遮断し鉄面を保護する。また、少々の湿気、水分があっても影響されることなく密着し優秀な防食力を発揮する。

〔キレート化合物〕

キレート化合物(Chelate Compound)略してキレートという。語源としてはギリシャ語  $\chi\eta\lambda\alpha\tau\epsilon$  (カニのはさみ) からハサミ状化合物、ハサミ形錯塩などという訳語もある。二座以上の多座配位子が配位した化合物をいう。

〔サンダーコートと錆との反応〕

サンダーコートに利用されている樹脂(液状ベヒクル)はキレート配位子を含有するエポキシ樹脂で、その組成は図1のようなものである。

主骨格は塗装用エポキシ樹脂として最も多く使用されているビスフェノールA型エポキシ樹脂で、この樹脂のエポキシ基を残した形でキレート配位子を付加反応させたものである。なお、錆とキレート配位子含有エポキシ樹脂(図1)との反応は図2のとおりと考えられる。

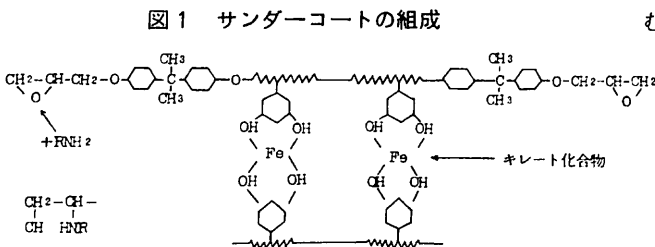
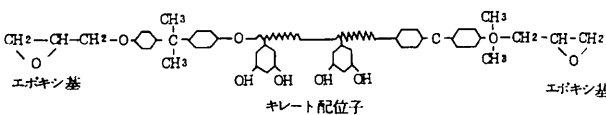
勿論、末端に存在するエポキシ基は通常のエポキシ樹脂硬化剤と反応して図2左端のような反応(通常のエポキシ樹脂と同様)をし網状構造物を形成し防蝕性に秀れた皮膜を形成する。従って、塗膜の化学的耐久性は通常のエポキシ樹脂と同様か、それ以上と考えられる。

〔他種錆面用塗料との比較〕

- 1) 単独で重防蝕塗膜(耐水、耐海水、耐油、耐アルカリなど)を形成する。
- 2) 異種塗料の塗り重ね(タールエポキシ、ウレタン、塩化ゴム塗料など)が可能であり、適当な塗装仕様を組むことによって、オールマイティな適用が可能である。
- 3) 湿気、水分、(ただしスエット状態まで)の存在に影響されない。(水すなわち  $H_2O \rightleftharpoons H + OH$  はキレート化合物を形成時の促進剤となる。)

〔用途〕

原油タンク、重油タンク、バラストタンク、ボイドスペース、コファダム、水圧鉄管、調圧水槽、冷却小管、水門扉、鉄骨、プラント





〔特 長〕

- 1) 錆面に塗装できる。
- 2) 上塗りの必要がない。
- 3) 耐水, 耐海水, 耐油性, 耐薬品性がすぐれている。
- 4) 少々Wet面(海水をのぞく)でも密着する。

〔性 状〕

項 目	試 験 方 法	試 験 結 果	
		グ レ ー	黒
比 重	JIS K5400	1.40 1.40	1.32
加熱残分(%)	JIS K5400	65以上	65以上
粘 度	20℃ B型粘度計, ポイズ	40	20

〔塗装仕様〕

1) 下地処理

付着している油, グリースなどはシンナーウエスで除去する。粉化した錆, フレック状錆など, ワイヤブラシ, シケラーなどで簡単にとれる錆は除去する。下地処理の目安として SIS 055900 St 1 $\frac{1}{2}$ 程度にする。

2) 調 合

主剤90 硬化剤10 (重量比)の割合で混合する。主剤を攪拌しながら硬化剤を添加し, 均一になるまで攪拌する。硬化剤の攪拌不十分, 過不足などは塗膜性能に影響する。希釈の必要な場合は専用シンナーで5%以内とする。

3) 塗装下地と塗膜厚

塗布量と被塗面との関係については下表を参照のこと。

被 塗 面	必要塗膜厚(ドライ)
① SIS Sa 2.5	250 $\mu$
② SIS St 2.5	250 $\mu$
③ SIS St 2.0	250 $\mu$
④ SIS St 1.5	300 $\mu$
⑤ 特に粗い被塗面	350 $\mu$

注) 膜厚は平均膜厚である。

4) 理論塗布量と塗膜厚

	グ レ ー	黒
塗 布 量 g / m <sup>2</sup>	630	480
ウエット膜厚 ( $\mu$ )	450	360
ドライ膜厚 ( $\mu$ )	250	250

注) 実際の塗付量はロス分をみて理論塗布量の70~80%を見込むこと。

5) 塗装方法

- ハケまたはエアレススプレー  
 ○エアレススプレー塗装例

機 種	一次圧kg/cm <sup>2</sup>	チップ $\phi$ No.
スピフロー (60:1)	2.5~3.0	190, 217
グラコ (45:1)	3.0~3.5	619, 721

6) 乾燥時間および可使時間

温 度 (℃)	硬化乾燥(時)		可使時間(時)	
	グ レ ー	黒	グ レ ー	黒
10	36	48	8	10
20	16	24	5	6
30	12	18	3	4

〔性能試験成績〕

項 目	試 験 方 法	試 験 結 果
容器の中での状態	主剤, 硬化剤ともに堅いかたまりがなく一様になること。	合 格
混合性	均等に混合すること。	合 格
作業性	エアレススプレー塗りの作業に支障がないこと。垂直最大塗付可能膜厚(ウェット膜厚)	700 $\mu$
乾燥時間(20℃)	グ レ ー	16 時 間
	黒	24 時 間
塗膜の外観	見本品に比べて流れ, 穴, しわの程度が大きくないこと。	合 格
ポットライフ(h)	使用できる時間3以上のこと。	合 格
耐 屈 曲 性	直径10ミリの棒の周りに沿っての折り曲げに耐えること。	合 格
耐 衝 撃 性	300ミリの高さから500gの錘を落したとき, 錘の衝撃で割れ及びはがれができないこと。	合 格
ゴバン目試験	2ミリ角 25個	25 / 25
塩水噴霧試験	JIS Z2371 500時間	異状なし
湿潤試験	JIS Z0236 500時間	異状なし
浸漬試験	3%食塩水 60℃ 6ヶ月	異状なし
	水道水 60℃ 6ヶ月	異状なし
	ガソリン 室温 6ヶ月	異状なし

※浸漬試験の下地処理  
SIS B~C St 1 1/2膜厚 250~300ミクロン

注) 塩水噴霧, 湿潤試験, 浸漬試験は現在継続中

〔成分表〕

	グ レ ー	黒
主 剤: 特殊変性エポキシ樹脂	25.0	20.0
歴 青	3.0	15.0
無機質充填材	15.0	35.0
着色顔料	29.0	—
垂下防止剤	1.5	2.0
溶 剤	21.0	18.0
硬化剤: 芳香族ポリアミン	4.5	4.0
溶 剤	5.5	6.0
合 計	100.0	100.0

# 昭和55年（12月分）新造船許可集計

運輸省船舶局造船課

区 分		4 月 ~ 12 月 分				12 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	36	875,610	1,351,275	274,560,900 千円	4	168,970	285,585	45,546,900 千円
	油槽船	45	904,535	1,413,362		6	191,199	287,890	
	貨客船	2	11,350	5,250		-	-	-	
	小 計	83	1,791,495	2,769,887		10	360,169	573,475	
輸出船	貨物船	143	2,961,239	5,206,651	926,487,933 千円	13	229,500	408,112	78,381,230 千円
	油槽船	71	1,928,550	3,177,747		5	160,900	254,260	
	貨客船	-	-	-		-	-	-	
	小 計	214	4,889,789	8,384,398		18	390,400	662,372	
合 計		297	6,681,284	11,154,285	1,201,048,833 千円	28	750,569	1,235,847	123,928,130 千円

□ 編 集 後 記 □

□正常な人が頭の狂った人達の間に入れば、狂った人達が正常で、正常な人が狂っているのではないかと錯覚される。最近の世相を見ていると、どこかが狂っているのではないか、あるいは自分の考えが間違っているのかしらと思われることが多い。「みんなでやれば怖く(悪)くない。」という言葉が巷に流行している。

□政治家というものは、多数国民の幸福を図るために努力すべきものと思われるのに、現実には国民の利益は第二義的で自らを含む一部の人の利益を追求したり、手段であるべき選挙のための政治をしている人達が多いように見え、また国民の多数がそれを不思議に思っていないように見える。

□収入の範囲内でより良い生活設計を建てるべきものと思われるのに、政府予算案を見ると節約をあまり考えないで目一杯の支出予算を定め、収入は増税と借金で賄おうとしている(既に多額の借金があるのに)。

□予算体系そのものが、予算の獲得・配分にのみ力が注がれ、無駄なく有効に支出することは第二義的に考えら

れるような風潮に支配されている。

□さまざまな身体的・精神的ハンディキャップのある人達のいる社会が正常な社会であると思われるのに、ハンディキャップのない人達ばかりで社会が構成されていると思われるような社会運営がなされている。

□数えあげれば限りはないが、どこか間違っているのではないかと思われる事が多いようだ。譲り合いの気持が少なく奪い合いの精神が横行している為かも知れない。しかし、考え方は人さまざまで、そう考える私の考え自体が間違っていると思う人が多いのかも知れないが。

□そういえば、株式会社である当社は利益追求を目的とすべきなのに、その手段である本誌をより良くより安く読者に提供することを目的に動いている考え方も目的と手段をとり違えているといわれるかも知れない。

□今月の「船の科学」編集委員会で、船舶そのものばかりでなくもっと海洋構造物を取り上げたらということになった。今後はその方面にも力を入れて行こうと思う。読者諸兄も御意見があったら御開陳下されれば幸である。

☆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 5,700円 (送料共)  
 { 1 カ年分 10,200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2号 (No.388)**  
 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

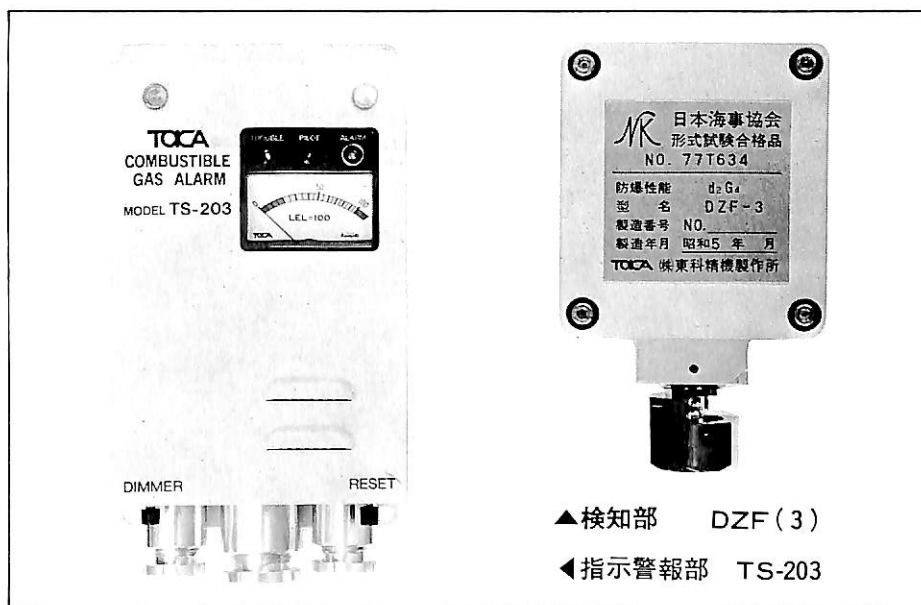
昭和56年2月5日印刷 (昭和23年12月3日)  
 昭和56年2月10日発行 (第三種郵便物認可)

定 価 960円 (〒55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 有 限 公 司

# 船舶用可燃性ガス警報器 TS-203型

労働省産業安全技術協会検定合格  
日本海事協会形式試験合格  
水産電子協会型式試験合格



- 防滴構造
- 超小形設計 表面パネルからスイッチ類を除去し無駄な凸起を極力抑えました。
- 低消費電力 スイッチングレギュレータ採用によりMax 7Wの省エネルギー設計です。
- ディマースイッチ付き パイロットランプの光量を状況に応じて切り換えることができます。

- 保守・点検が容易 定電流回路によりケーブル長の影響を受けずセンサー電流を一定に保ちますので、設置時及びセンサー交換時の電流調整が不要です。また主要部品が一枚のプリント基板上に集約されていますので、万一の故障にも調整済基板との差し替えでOKです。

☆カタログのご請求は下記に御連絡ください。

**TOCA** 株式会社 **東科精機製作所**

〒211 川崎市中原区新丸子町756 ☎044(733)3381(代表)

昭和五十六年二月五日印刷  
昭和五十六年二月十日発行  
昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

Dimetecote® 厚膜型無機亜鉛塗料

# ダイメットコート

鋼構造物を腐食から守る特殊防食塗料

Amercoat®

船の科学

海洋構造物用長期防食ライニング材

## タイドガード171

海水による激しい腐食，波浪，強い衝撃による海洋構造物の損傷を，その強じんな被膜により充分保護し，保守に要する費用と時間を大巾に節減します。既存の構造物の現場でも，また据付け前でもスプレー施工ができます。

定価 九六〇円

ぬれ面被覆材

## SPガード

海洋構造物の現地補修は素地調整面に水分が付着し，塗料の付着，乾燥が困難です。この種の難問を解決したぬれ面への付着，乾燥可能な長期防食被覆材であります。

発売元 株式会社 井上商会

〒231 横浜市中央区尾上町5-80  
(本社) TEL 045-681-1861(代)

製造元 株式会社 日本アマコート

〒232 横浜市中央区かもめ町23  
(工場) TEL 045-622-7509

社長 井上正一

東京都中央区新川一丁目一七(マリンビル)  
(株) 船舶技術協会  
電話東京(03) 八七九八番