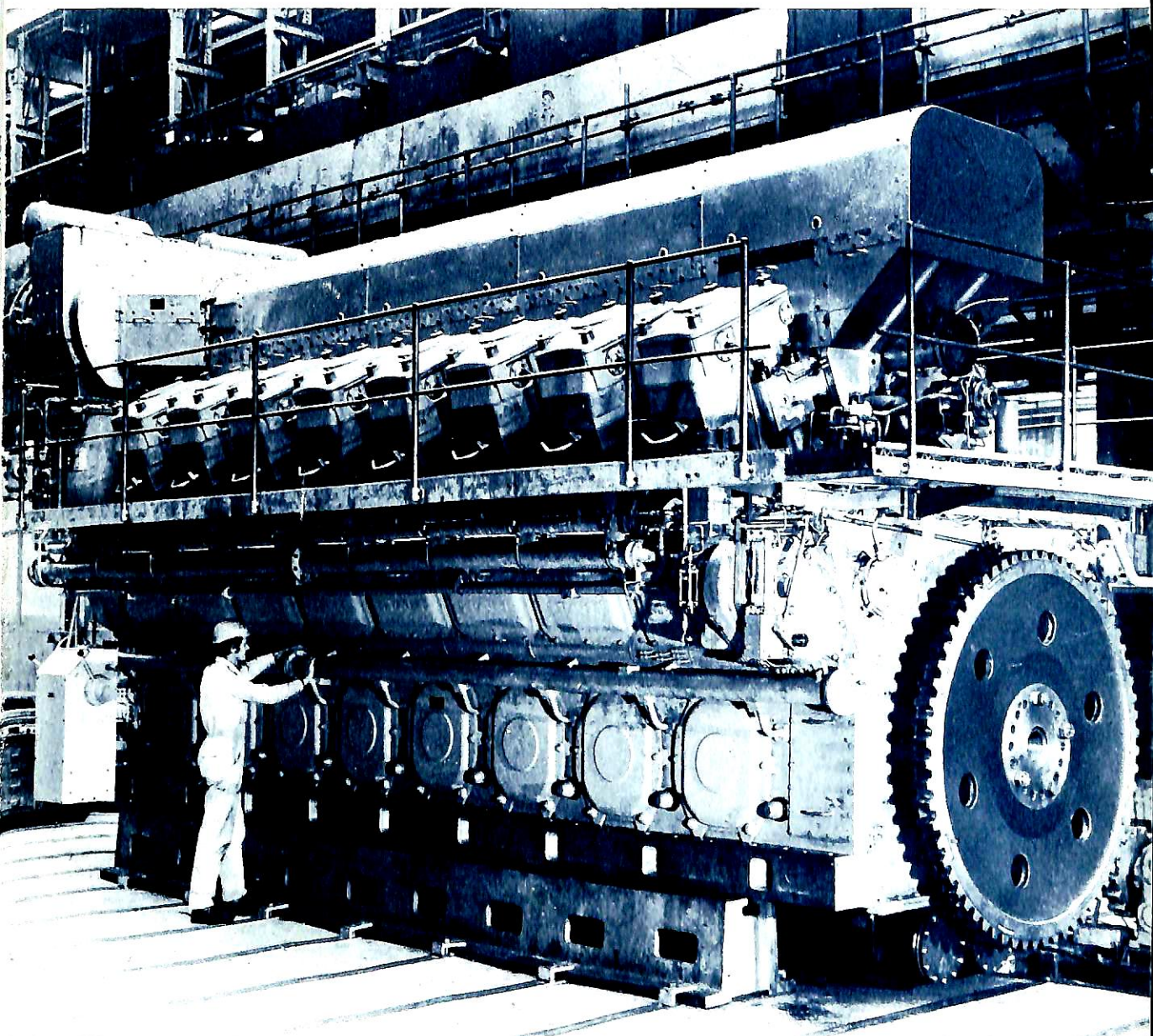


# 船の科学 1982 10

VOL. 35 NO. 10



**M·A·N**  
**B&W**  
DIESEL ENGINES

**L/V40/45**

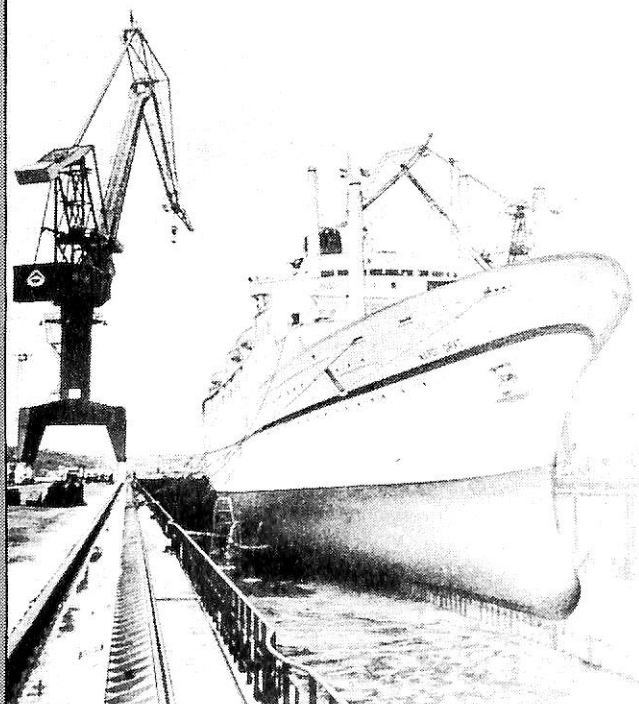
550kW/cyl. (750PS/cyl.), 600rpm

**M.A.N.-B&W (JAPAN) LTD.**

# 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。

“Antilia” graving dock  
150,000dwt



## 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

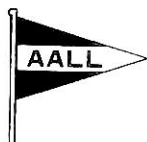
## 事業内容

- 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
  
- 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



**CURACAO DRYDOCK  
COMPANY INC.**

Curaçao NETHERLANDS ANTILLES



総代理店

**オールアンドコンパニー 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”



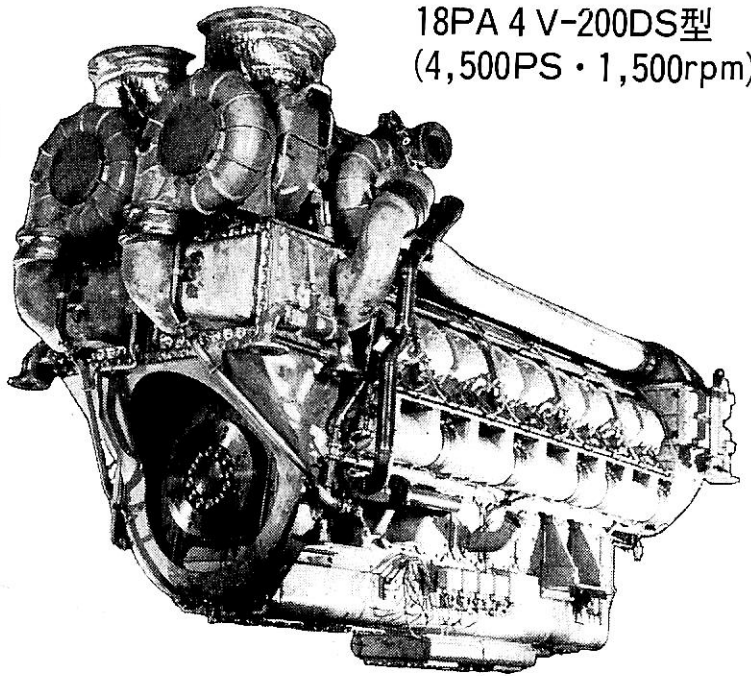
船用

## ディーゼル機関

- 幅広い用途
- 省資源ディーゼル
- 小型・軽量・高出力
- 出力範囲

6・8・12・16・18シリンダー

960～4,500PS



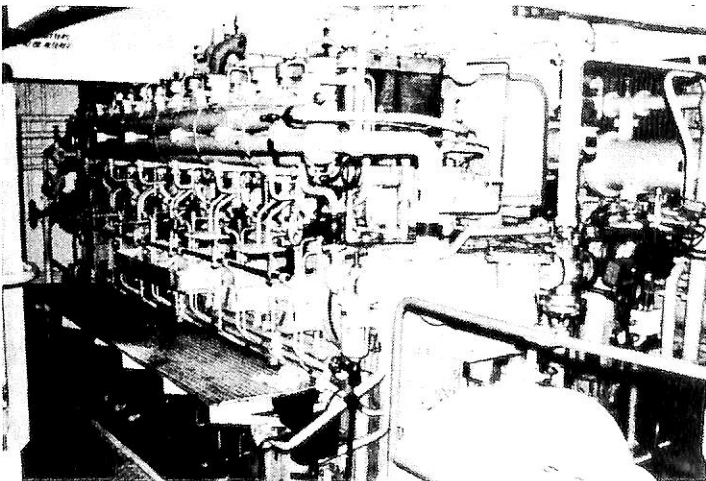
18PA 4V-200DS型  
(4,500PS・1,500rpm)

技術の富士が誇る。

# ディーゼルエンジンの傑作

## 船用ガスディーゼル機関

6LG32X型 (1,650PS・600rpm)



オーストラリア“アコレードII号”搭載機関

- ガス・重油運転どちらも可能、切替容易
- クリーンな燃焼・安価な保守費
- 燃料費が少ない・多種類のガスに適用可能
- 優れた安全装置
- ロイド規格(UMS)に合格
- 出力範囲  
120～5,000PS

◆お問合せ・資料請求は下記にどうぞ◆



富士ディーゼル株式会社

東京都中央区京橋2丁目1番2号  
電話03(281)1251(代表)

実績、経験を誇る日防の電気防蝕！

**Capac**<sup>®</sup> エンゲルハルド=日防

自動制御式外部電源電気防蝕装置

本装置はエンゲルハードインダストリーズ社製品にて、過去12年間に30,000台が船舶に取付けられております。

**M.G.P.S.** 三菱=日防

海洋生物付着防止装置

船舶の海水配管を海洋微生物や貝類の付着から守るため、海水の電気分解法による本装置“M.G.P.S.”を完成いたしました。

防蝕用Al入りZn流電陽極

**ZINNODE**

PAT. NO 252748

防蝕用Al合金流電陽極

**ALANODE**

PAT. NO 254043



調査=設計=施工

**日本防蝕工業株式会社**

東京都千代田区丸の内1丁目6-4番地(交通公社ビル8階) 〒100 ☎東京(03)211-5641(代表)  
大阪事務所 ☎443-9271~5・名古屋 ☎231-1698・広島 ☎43-2720・福岡 ☎431-8421・長崎 ☎22-9185・仙台 ☎25-0916

電流の作用で鉄のさびを防ぐ

**電 気 防 食**

船舶、港湾施設、水中構造物、埋設施設、タンク・配管、その他

技術の中川が責任をもって調査、設計および施工をします



**中川防蝕工業株式会社**

本 社 (〒101) 東京都千代田区鍛冶町2-2-2 03(252)3171

支 店 (〒532) 大阪市淀川区西中島5-9-6 06(303)2831

営 業 所 千葉・京浜・名古屋・広島・福岡・沖縄

出 張 所 札幌・仙台・新潟・水島・高松・大分・鹿児島



# 一目瞭然

複雑な面積測定をデジタル表示。TAMAYA PLANIX

タマヤプランニ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。

従来のプランニ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 / デジタルプランニメーター

- プランニクスの特徴：
- 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-¥55,000 PLANIX3-¥59,000 PLANIX3S- ¥56,500

※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

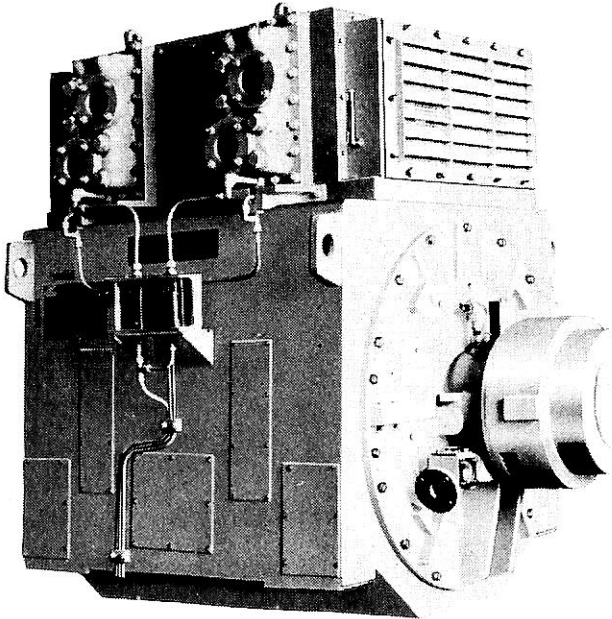
株式会社 玉屋商店

本社：〒104東京都中央区銀座3-5-8 TEL. 03 561 8711(代)  
工場：〒143東京都大田区池上2-14-7 TEL. 03 752 3481(代)

ながい経験と最新の技術



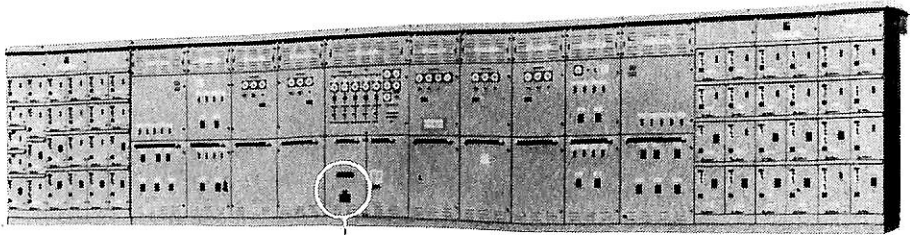
# 大洋の船舶用電気機器



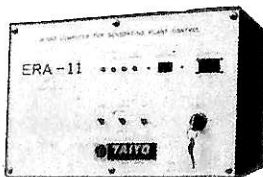
排ガス利用2極タービン発電機

## 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
- 送風機



配電盤



発電装置制御用マイクロコンピュータ

**洋 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 (大代表)  
工場 岐阜・岐阜羽島・伊勢崎・群馬  
営業所 下関・三原・大阪・札幌  
海外 Jakarta・Pusan・AbuDhabi  
Dubai・Baghdad・Riyadh

## 目 次

- 7 新造船写真集 (No. 408)
- 22 日本商船隊の懐古 No. 40 (屏東丸, 田子の浦丸) ..... 山 田 早 苗
- 25 9月のニュース ..... 編 集 部
- 26 1981年大型船用機関の動向 ..... 編 集 部
- 28 世界最大・最新鋭物理探鉱船 "MOBIL SEARCH" ..... 三 菱 重 工 業
- 36 私の戦後海運造船史 (34) ..... 米 田 博
- 40 船のインテリアあれこれ (其の十一) ..... 種 村 真 吉
- 
- 45 ●昭和57年度日本造船学会授賞論文の紹介
- 自由表面衝撃波の研究 ..... 宮 田 秀 明
- 波浪発電装置に関する基礎的研究 ..... 前 田 久 明
- 非線形性を考慮した波浪中の船体縦運動および縦強度 ..... 深 沢 塔 一
- 有限要素法での混合法的観点からの新要素の開発 ..... 神 田 芳 文
- 
- 54 エネルギー運搬船の現状と船腹需給 ..... 窪 田 太 郎
- 59 富士6LG32X型船用ガスディーゼル機関 ..... 富 士 ディーゼル
- 66 LNG船の就航記録から (その17)
- ボイルオフガス燃焼について ..... 編 集 部
- 
- 74 ケミカルタンカー (60) ..... 恵美洋彦・曾根 紘・角張昭介
- 
- 80 中速艇の一設計法 補遺 (その2) ..... 大 隅 三 彦
- IMOコーナー (10)
- 86 第25回DEレポート (1982-6.28~7.2) ..... 運輸省船舶局安全企画室
- 
- 18 ●外国船紹介
- West German Cruise Liner MS "ASTOR" ..... 速 水 育 三
- 
- 技術短信 米国向け半潜水式海底石油掘削装置 "JOHN SHAW" ..... 三井造船
- ニュース 『船の写真 船の世界展』開催 ..... 横浜海洋科学博物館
- 中国から船用主機関およびデッキクレーンを受注 ..... 石川島播磨重工業
- 世界最大の5翼可変ピッチプロペラを完成 ..... 川崎重工業
- LLP社が日本で初の海事セミナーを開催 ..... コーンズ・アンド・カンパニー
- 海外技短 世界初の現代版蒸気船 "RIVER BOYNE" ..... オーストラリア大使館



# 最新の技術と実績を誇る 福島甲板機械



- 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  
ウインチ
- 電動油圧グラブ



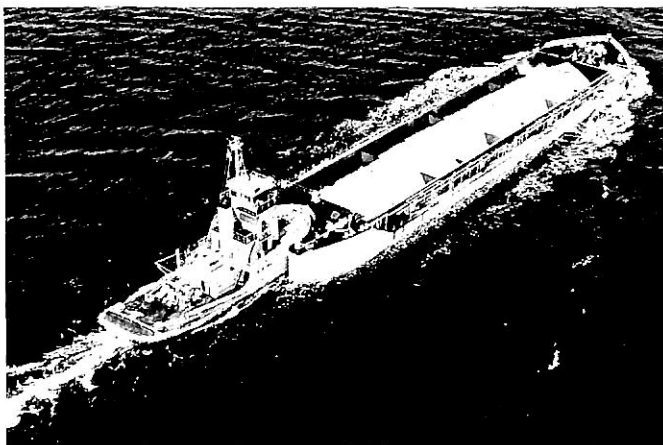
株式会社 **福島製作所**

本社・工場／福島市三河北町 9 番 80 号 ☎0245(34)3146  
 東京事務所／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  
 営業所／北海道・東北・尾道・下関  
 海外駐在員事務所／ロンドン

## “押船—舢艫船団に”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

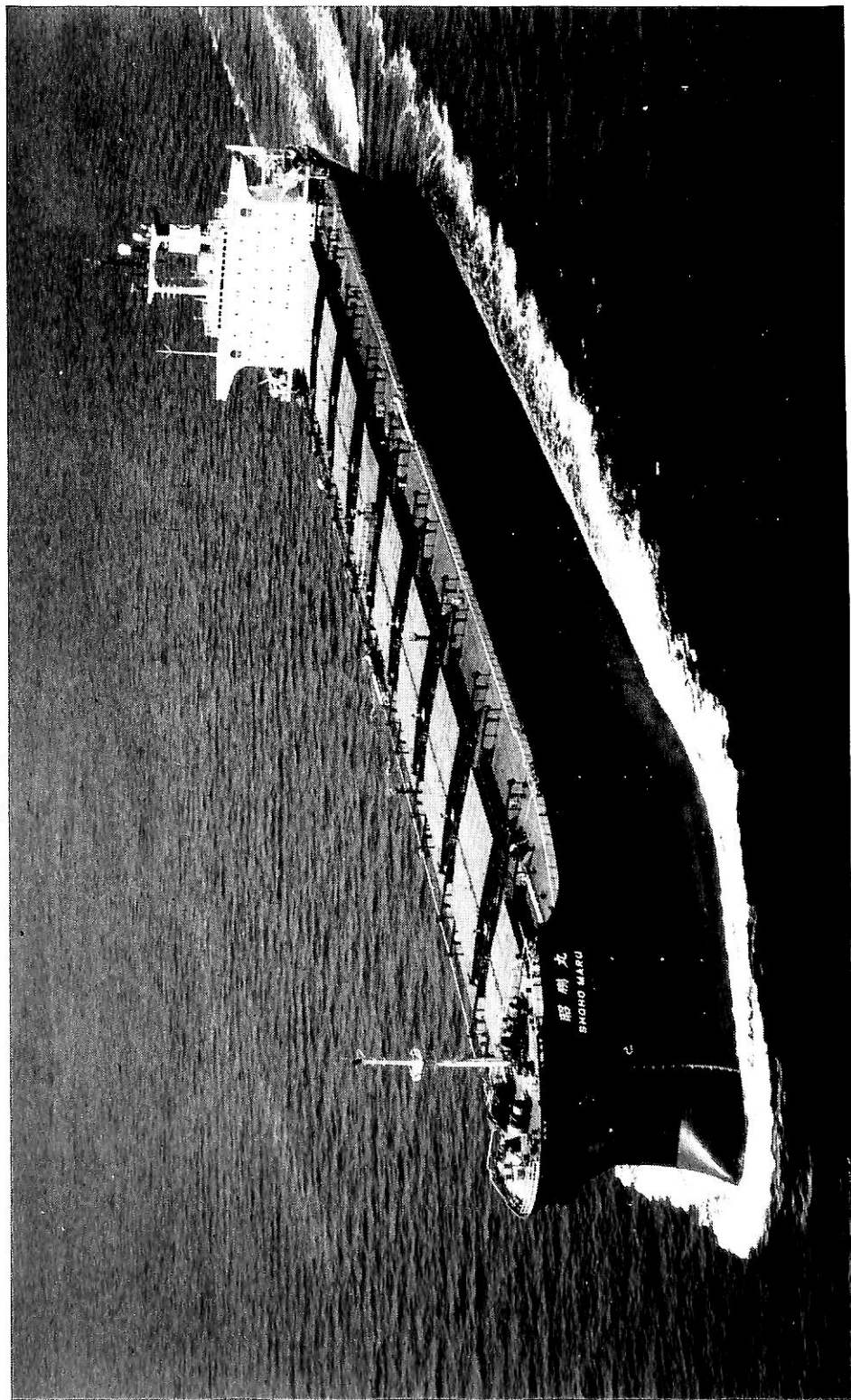


☆ 荒天時も就航可能!

☆ 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**

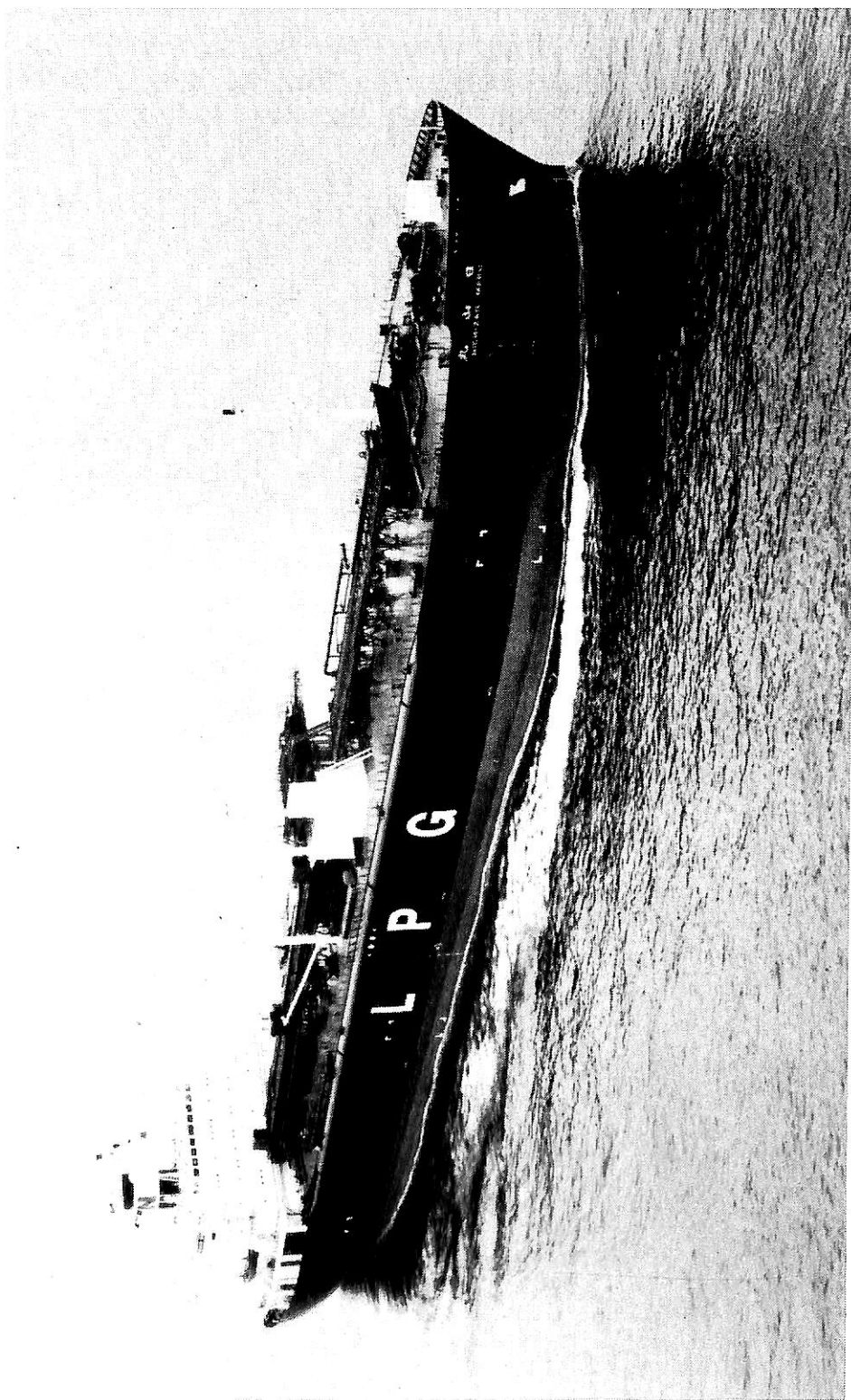
東京都千代田区岩本町 1-6-7  
 宮沢ビル703号 電話03(851)3837  
 テレックス 2655164 TAIENG J



37次鉱石 / 撒積貨物船 昭丸 昭和海運株式会社

日本鋼管株式会社津製作所建造 (第77番船)	竣工	56-10-26	進水	57-4-2	竣工	57-7-16
全長 273.000 m	垂線間長 260.00 m	型幅 43.00 m	型深 23.80 m	型深 23.80 m	満載喫水 17.543 m	満載喫水 17.543 m
総噸数 75,281.03 T	純噸数 53,151.37 T	載貨重量 145,229 t	貨物積容積(ク) 160,541.7 m <sup>3</sup>	主機械 NKK SEMT Pielstick 14 PC-4 V型	船口数 7	船口数 7
燃料油槽 4,972.6 m <sup>3</sup>	燃料消費量 47.6 t/day	清水槽 680.8 m <sup>3</sup>	(タ) 交流式 800 kW × 1, (デ) プロペラ	(タ) 交流式 800 kW × 1, (デ) プロペラ	4翼1軸 CPP	4翼1軸 CPP
出力(連続最大) 16,700 P S (399 / 64 rpm)	出力(連続最大) 16,700 P S (399 / 64 rpm)	(常用) 15,000 P S (386 / 62 rpm)	富士電機 富士電機	(補) 50 W × 1	海軍衛星装置 VHF	海軍衛星装置 VHF
重油および廃油焼き廃油式丸型 9 kg/cm <sup>2</sup> × 6 t/h × 1	無線装置 送(主) 1.2 kW × 1 (補) 130 W × 1 受(主) 65 W × 1	富士電機 富士電機	富士電機 富士電機	船型 船首様付平甲板型船尾機尾船尾船尾	船型 船首様付平甲板型船尾機尾船尾船尾	船型 船首様付平甲板型船尾機尾船尾船尾
補給 重油 160 / 250 kW × 1	無線装置 送(主) 1.2 kW × 1 (補) 130 W × 1 受(主) 65 W × 1	富士電機 富士電機	富士電機 富士電機	速力(試運転最大) 15.75 kn	速力(試運転最大) 15.75 kn	速力(試運転最大) 15.75 kn
軸発 重油および廃油焼き廃油式丸型 9 kg/cm <sup>2</sup> × 6 t/h × 1	無線装置 送(主) 1.2 kW × 1 (補) 130 W × 1 受(主) 65 W × 1	富士電機 富士電機	富士電機 富士電機	乗組員 24名	乗組員 24名	乗組員 24名
航海計器 テッカ ロラン	無線装置 送(主) 1.2 kW × 1 (補) 130 W × 1 受(主) 65 W × 1	富士電機 富士電機	富士電機 富士電機			
航程距離 22,600 浬	無線装置 送(主) 1.2 kW × 1 (補) 130 W × 1 受(主) 65 W × 1	富士電機 富士電機	富士電機 富士電機			

。日本鋼管の超省エネ第1船で、従来の船に対し約40%の省エネを計っており、軸発電動機(SGM)等で廃熱を徹底して利用している。

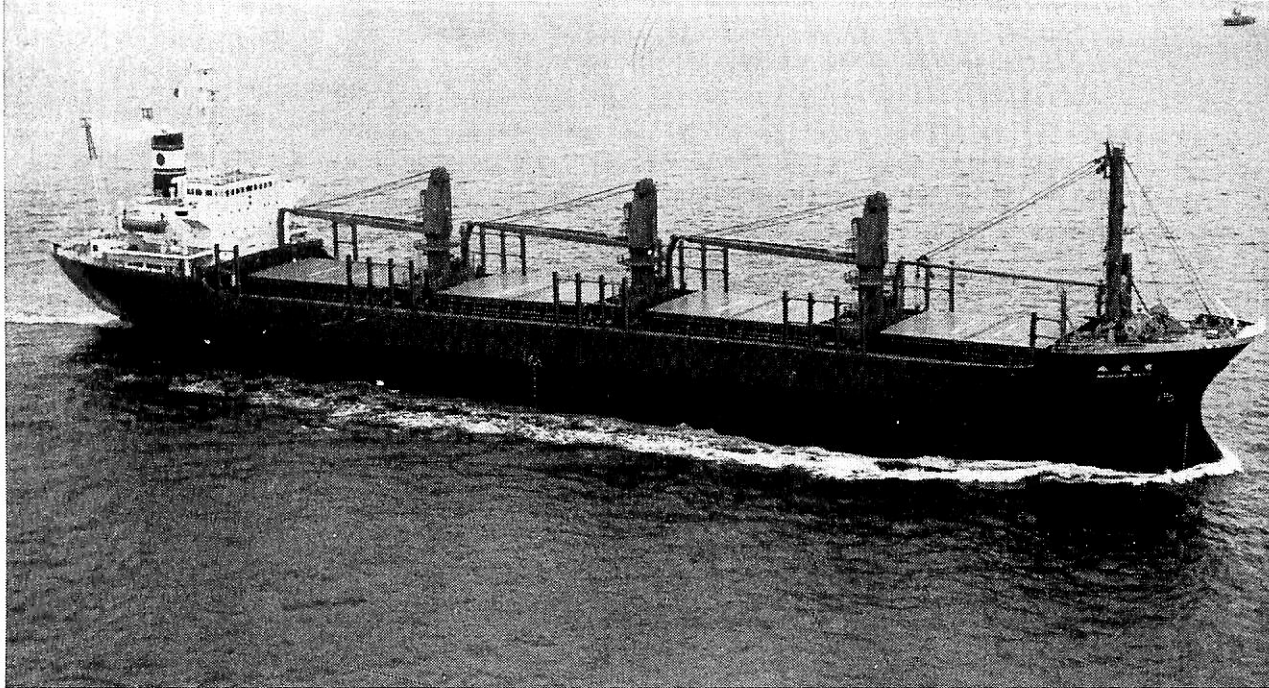


37次 LPG 運搬船 日山丸 NICHIZAN MARU 日正汽船株式会社 山下新日本汽船株式会社

三菱重工株式会社長崎造船所建造 (第 1887 番船)  
 全長 192.0 m 垂線間長 182.00 m  
 高載排水量 44,757 t 総噸数 29,786.62 T  
 LPG 槽容積 43,670.856 m<sup>3</sup> LPG ボンプ 300 m<sup>3</sup>/h × 100 m × 8  
 清水槽 439.2 m<sup>3</sup> 主機械 三菱 Sulzer 6RLB 76 型 (7) 機関 × 1  
 アロペラ 5 翼 1 軸 補汽缶 壁門筒水管式 6 kg/cm<sup>2</sup>G × 飽和 × 1.5 t/h × 1  
 (原) ヤンマー 1,400 PS × 720 rpm × 3 無線装置 送(主) 1.2kW × 1 (補) 75W × 1 受(主) 2 (補) 1  
 VHF 航海計器 ロラン NNS 衝突予防装置 レーダー  
 航海距離 18,000 浬 船級・区感資格 NK 運注  
 航型 平甲板型 船型 平甲板型  
 乗組員 25 名 乗組員 25 名  
 竣工 57-5-21 竣工 56-7-9  
 満載喫水 10.30 m 型深 30.80 m  
 満載喫水 10.30 m (喫水 10.30 m にて) 純噸数 15,969.89 T  
 燃料消費量 37.5 t/day 燃料油槽 1,941.4 m<sup>3</sup>  
 (常用) 11,560 PS (100 rpm) 出力 (連続最大) 13,600 PS (106 rpm)  
 大并電機 450 V × 60 Hz × 850 kW × 3 発電機 2 (主) 2 (補) 1  
 船舶電話 海事衛星装置 速度 (試運転最大) 17.73 kn 速力 (試運転最大) 17.73 kn  
 旅客 2 名

。方形独立タンク方式，日本で初めて中間冷却方式再液化装置を搭載し，省エネ化を図っている。





散積貨物船 有 島 丸 有島海運株式会社

ARISHIMA MARU

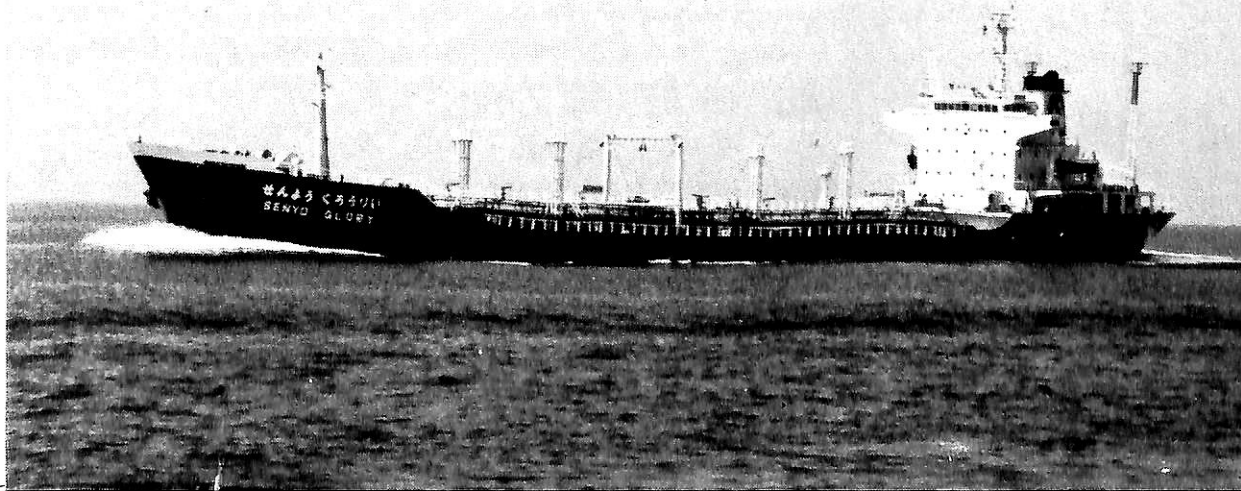
株式会社新山本造船所建造 (第 260 番船) 竣工 56-9-7 進水 57-3-5 竣工 57-5-6  
 全長 152.60 m 垂線間長 142.00 m 型幅 24.00 m 型深 13.20 m 満載喫水 9.690 m  
 満載排水量 26,566 t 総噸数 12,349.18 T 純噸数 8,592.87 T 載貨重量 21,289 t  
 貨物艙容積 (ベ) 27,021.93 m<sup>3</sup> (グ) 28,330.82 m<sup>3</sup> 艙口数 4 デリック 25t × 1, クレーン 25t × 3  
 燃料油槽 1,342.37 m<sup>3</sup> 燃料消費量 21.45t/day 清水槽 394.28 m<sup>3</sup> 主機械 三菱 Sulzer 6RLA 56 型  
 (テ) 機関 × 1 出力 (連続最大) 8,040 PS (170rpm) (常用) 7,235 PS (164rpm) プロペラ 4 翼 1 軸  
 補汽缶 自然循環式 発電機 ヤンマー 450kVA × 360kW × 900rpm × 2 無線装置 送(主) 1kW × 1  
 (補) 75W × 1 受(主) 全波 × 1 (補) 全波 × 1 VHF 航海計器 レーダー 速力 (試運転最大) 16.209kn  
 (満載航海) 13.5 kn 航続距離 12,000 哩 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板型  
 乗組員 24 名 同型船 新島丸

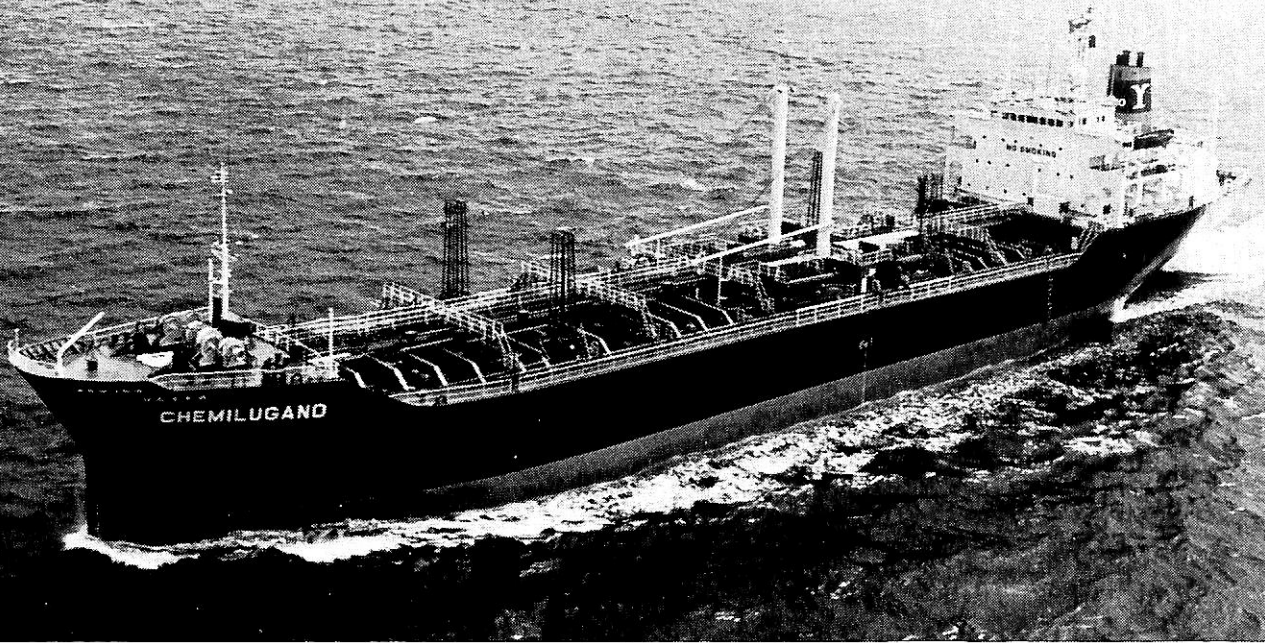
- 9 -

ケミカルタンカー せんよう ぐろうりい 永田船舶株式会社

SENYO GLORY

株式会社栗之浦ドック建造 (第 171 番船) 起工 56-12-8 進水 57-4-28 竣工 57-7-12  
 全長 143.70 m 垂線間長 133.30 m 型幅 21.00 m 型深 11.65 m 満載喫水 9.241 m  
 満載排水量 20,444.433 t 総噸数 8,163.50 T 純噸数 5,999.07 T 載貨重量 16,177.033 t  
 貨物油槽容積 19,215.611 m<sup>3</sup> 主荷油ポンプ 750 m<sup>3</sup>/h × 70 m × 2, 200 m<sup>3</sup>/h × 70 m × 3, 400 m<sup>3</sup>/h × 70 m × 1  
 艙口数 18 クレーン 0.9t × 2 燃料油槽 1,343 m<sup>3</sup> 燃料消費量 22 t/day 清水槽 427 m<sup>3</sup>  
 主機械 三菱-赤阪 6UEC 45/115 H 型 (テ) 機関 × 1 出力 (連続最大) 7,000 PS (165rpm) (常用) 6,300 PS  
 (159rpm) プロペラ 4 翼 1 軸 CPP 補汽缶 6,000 kg/h × 10 kg/cm × 1, 排ガス 800 kg/h × 12.5 kg/cm × 1  
 発電機 大洋電機 AC 445 V × 400 kVA × 2, AC 445 V × 450 kVA × 1 無線装置 送(主) 0.8 kW × 1 (補) 75 W × 1  
 受(主) 1 (補) 1 船舶電話 海事衛星装置 VHF 航海計器 ロラン NNSS レーダー 速力  
 (試運転最大) 14.975 kn (満載航海) 14.59 kn 航続距離 12,000 哩 船級・区域資格 NK 遠洋  
 船型 ウェル甲板型 乗組員 25 名  
 ・IMO Type II & III





ケミカルタンカー けみるがの 雄洋海運株式会社

CHEMILUGANO

下田船渠株式会社建造(第320番船)	起工 56-7-22	進水 56-11-26	竣工 57-4-9
全長 132.00 m	垂線間長 123.00 m	型幅 20.20 m	型深 11.50 m
満載排水量 16,931.50 t	総噸数 7,619.18 T	純噸数 4,207.49 T	満載喫水 8.85 m
貨物油槽容積 14,482.22 m <sup>3</sup>	主荷油ポンプ 230 m <sup>3</sup> /h × 80 m × 7, 100 m <sup>3</sup> /h × 80 m × 12		載貨重量 12,455.45 t
燃料油槽 1,002.94 m <sup>3</sup>	燃料消費量 21.02 t/day	清水槽 501.76 m <sup>3</sup>	主機械 三菱 7UEC 45 / 115 H 型
(デ)機関 × 1	出力(連続最大) 7,000 PS (165 rpm)	(常用) 6,300 PS (159 rpm)	デリック 5 t × 2
補汽缶 CPDB-50	7 kg/cm <sup>2</sup> × 5,000 kg/h × 2	発電機 AC 445 V × 500 kVA × 3	プロペラ 4翼 1軸
無線装置 送(主) 1.2 kW × 1 (補) 110 W × 1	受(主) 全波 × 1 (補) 全波 × 1	船舶電話 海事衛星装置 VHF	原 600 PS × 900 rpm × 3
航海計器 ロラン NNSS レーダー	速力(試運転最大) 15.14 kn	(満載航海) 14.0 kn	航続距離 12,900 浬
船級・区域資格 NK 遠洋	船型 平甲板型	乗組員 30 名	◦ IMO Type II & III

## 新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を...

### ■ 主要業務

受託試験、研究  
施設設備の貸与  
技術相談

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



## 船舶艤装品研究所

所長 芥川 輝孝

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)



自動車運搬船 智 神 丸 若松海運株式会社

CHIJIN MARU

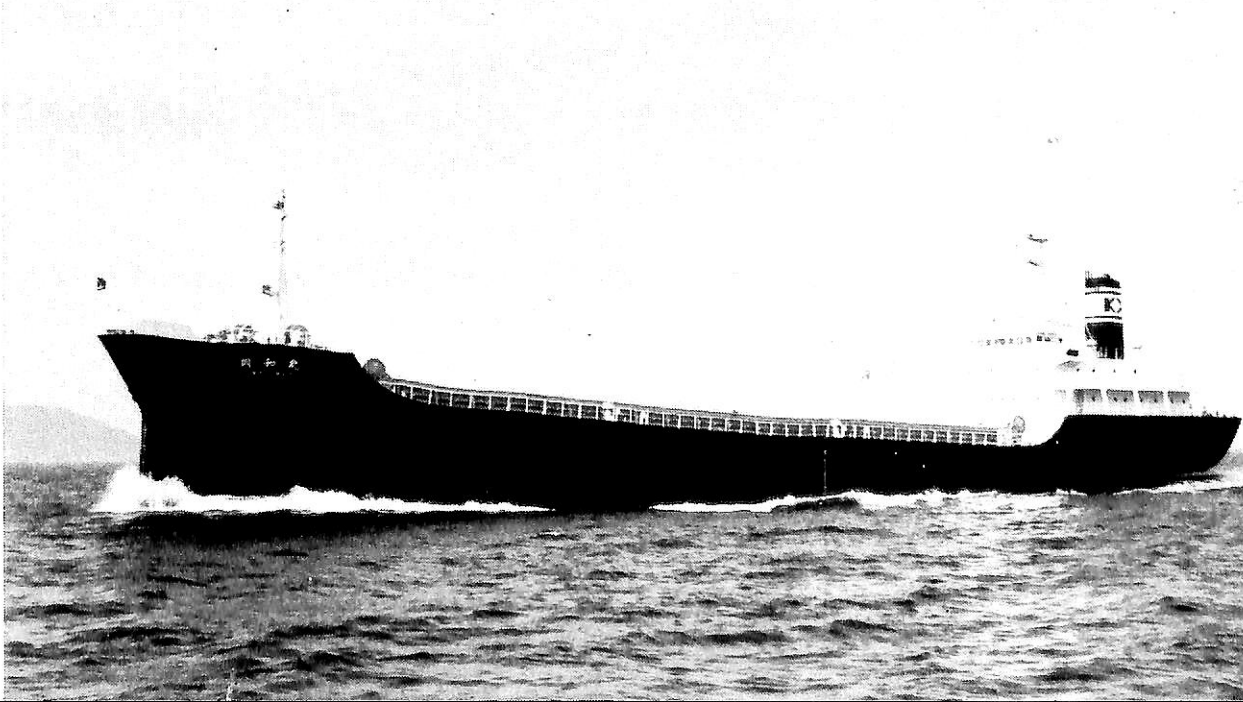
常石造船株式会社建造 (第 479 番船) 起工 57-3-1 進水 57-5-23 竣工 57-7-23  
 全長 176.00 m 垂線間長 166.00 m 型幅 27.00 m 型深 26.35 / 11.90 m 満載喫水 8.20 m  
 満載排水量 21,972 t 総噸数 11,924.30 T 純噸数 5,611.09 T 載貨重量 12,582 t  
 Prov. Crane 5t×2 Car 搭載数 コナR T-43 L 3,196 台 Cont. 搭載数 20' 101 TEU  
 燃料油槽 1,813.2 m<sup>3</sup> 燃料消費量 36.7 t/day 清水槽 431.4 m<sup>3</sup> 主機械 三井 B&W 8 L55 GFCA 型  
 (デ) 機関×1 出力 (連続最大) 12,000 PS (155 rpm) (常用) 10,900 PS (150 rpm) プロペラ 5 翼 1 軸  
 補汽缶 油焚き 5,000 kg/h×9 kg/cm<sup>2</sup>G×1, 排エコ 3,100 kg/h×10 kg/cm<sup>2</sup>G×1 発電機 (タ) 470 kW×450 V  
 ×1, (テ) 440 kW×450 V×1, 60 kW×450 V×1 無線装置 送 (主) 1 kW×1 (補) 75 W×1 受 (主) 全波×1  
 (補) 全波×1 船舶電話 VHF 航海計器 NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度 (試運転最大) 19.96 kn  
 (満載航海) 18.20 kn 航続距離 19,350 浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 多層甲板型 乗組員 23 名  
 。 Stern Ramp ×1, Side Ramp ×2 ハイスキュードプロペラ装備

-11-

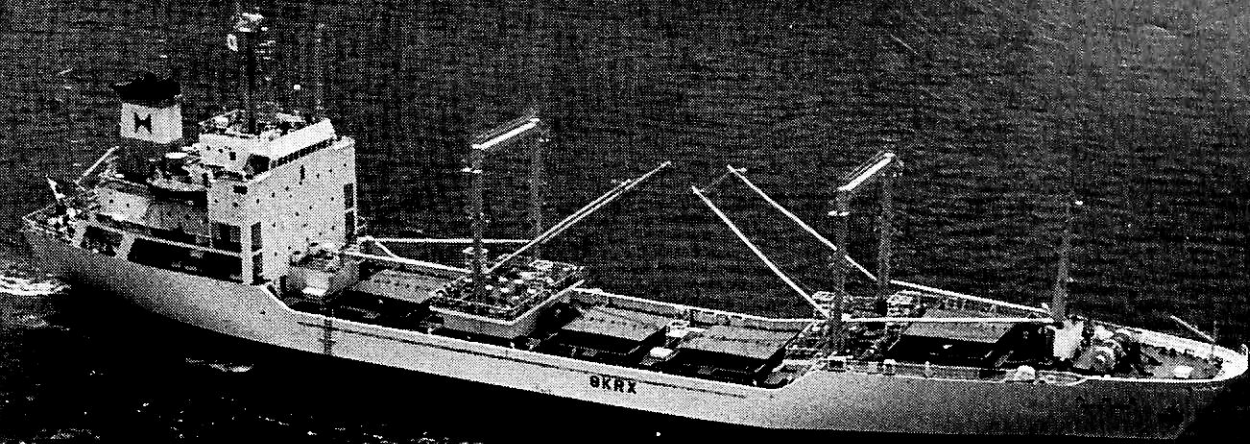
貨物船 興 和 丸 船舶整備公団  
興和海運株式会社

KOWA MARU

本田造船株式会社建造 (第 698 番船) 起工 57-1-15 進水 57-3-30 竣工 57-6-5  
 全長 106.32 m 垂線間長 98.50 m 型幅 15.55 m 型深 7.65 m 満載喫水 6.54 m  
 満載排水量 7,682 t 総噸数 3,309.33 T 純噸数 1,955.76 T 載貨重量 5,830 t 貨物艙容積  
 (ベ) 6,486 m<sup>3</sup> (ク) 6,745 m<sup>3</sup> 艙口数 3 燃料油槽 169 m<sup>3</sup> 燃料消費量 12 t/day 清水槽 87 m<sup>3</sup>  
 主機械 伊藤 M 506 HUS 型 (テ) 機関×1 出力 (連続最大) 4,000 PS (205 rpm) (常用) 3,400 PS (195 rpm)  
 プロペラ 4 翼 1 軸 CPP 補汽缶 排ガス併用形横煙管式 8.0 kg/cm<sup>2</sup> 発電機 大洋電機  
 主機駆動 450 V×300 kVA×1, 補機駆動 450 V×300 kVA×1, 450 V×90 kVA×1 無線装置 船舶電話  
 航海計器 レーダー 速度 (試運転最大) 16.318 kn (満載航海) 12.8 kn 航続距離 3,000 浬  
 船級・区域資格 NK 沿海 船型 B 型 船首尾楼付全通一層甲板型 乗組員 14 名







冷蔵運搬船 惠 風 丸 三井信託銀行株式会社

KEIFU MARU

福岡造船株式会社建造 (第 1095 番船) 起工 57-1-13 進水 57-3-11 竣工 57-6-5  
 全長 108.61m 垂線間長 99.00m 型幅 17.20m 型深 10.00m 満載喫水 7.814m  
 総噸数 4,138.52T 純噸数 2,459.13T 載貨重量 5,538.63t 貨物艙容積 (ベ) 6,569 m<sup>3</sup>  
 艙口数 3 クレーン 5t×8 燃料油槽 1,258.92 m<sup>3</sup> 燃料消費量 24.4 t/day 清水槽 238.55 m<sup>3</sup>  
 主機械 三菱-神発 7UEC 45/115H 型 (チ) 機関×1 出力 (連続最大) 7,000 PS (165 rpm) (常用) 5,950 PS (156 rpm)  
 プロペラ 4 翼 1 軸 補汽缶 堅型水罐式×1 発電機 西芝 400 kW×445 V×3φ×60Hz×3  
 (原) 600 PS×900 rpm×3 無線装置 送 (主) 1.0 kW×1 (補) 360 W×1 受 (主) NRD 72 130 W×1  
 (補) NRD 61A 75 W×1 船舶電話 VHF 航海計器 NNSS レーダー 速力 (試運転最大) 19.271 kn  
 (満載航海) 16.1 kn 航続距離 15,000 哩 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板型  
 乗組員 25 名

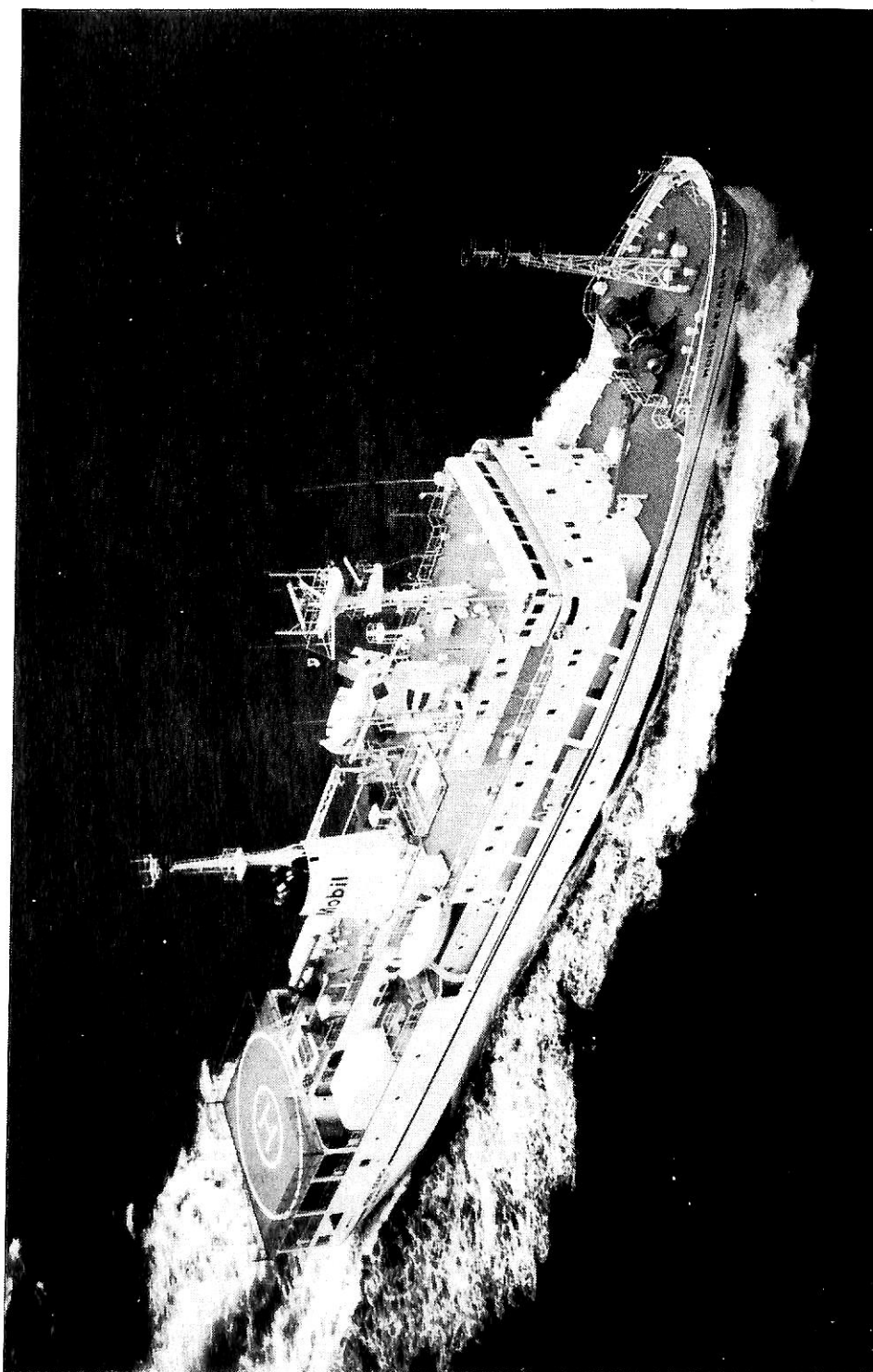
- 12 -

貨物船 第二祥盛丸 香西汽船有限公司

No. 2 SHOSEI MARU

株式会社新浜造船所建造 (第 202 番船) 起工 56-9-6 進水 57-3-27 竣工 57-4-8  
 全長 49.90m 垂線間長 47.00m 型幅 14.00m 型深 3.05m 満載喫水 2.50m  
 満載排水量 770 t 総噸数 199.62 T 純噸数 103.02 T 載貨重量 427 t  
 燃料油槽 27 m<sup>3</sup> 燃料消費量 180 g/PS·h (1 基) 清水槽 14 m<sup>3</sup> 主機械 三菱 4SA-1 型 (チ) 機関×2  
 出力 (連続最大) 270 PS×2 (900 rpm) (常用) 270 PS×2 (900 rpm) プロペラ 4 翼 2 軸  
 発電機 大洋電機 60 kVA (補機駆動), 精工社 40 kVA (主機駆動) 無線装置 船舶電話 航海計器 レーダー  
 速力 (試運転最大) 9.84 kn (満載航海) 9 kn 航続距離 1,500 哩 船級・区域資格 JG 沿海  
 船型 双胴型船尾機関全通甲板型 乗組員 4 名





モービルサーチ

MOBIL SEARCH

輸出物理探鉱船

船主 Mobil Tankships (U. S. A.) Inc. (U. S. A.)

三菱重工株式会社下関造船所建造(第837番船)

全長 98.50m 垂線間長 89.00m

総噸数 3,337.83T 純噸数 1,274T

燃料油槽 1,207m<sup>3</sup> 淡水槽 250m<sup>3</sup>

出力(連続最大) 3,000/1,800 P.S. × 2/2 (600/720 rpm)

補汽缶 3台(連続最大) 3,000/1,800 P.S. × 2/2 (600/720 rpm)

発電機 1,200 kW × 2

送(主) 0.5 kW × 1 航海計器

無線装置 12,200哩

航続距離 18,180 kn (滿載航海) 17.1 kn

起工 56-5-25

型幅 15.40m

主機械 8 D S M - 32 型(チ)

送(主) 0.5 kW × 1

航海計器

無線装置

航続距離

12,200哩

航続距離

進水 56-10-1

型深 7.95m

船口数 2

発電機

2,200 kW × 2

航海計器

無線装置

航続距離

12,200哩

竣工 57-6-30

計画喫水(型) 5.00m

計画喫水(型) 5.00m

1.5t (テレスコピック型) × 3

プロペラ 4翼2軸 CPP

ダイハツ/三菱電機

2,200 kW × 2

航海計器

無線装置

56-10-1

7.95m

2

2,200 kW × 2

航海計器

無線装置

航続距離

12,200哩

57-6-30

5.00m

5.00m

× 3

CPP

2,200 kW × 2

航海計器

無線装置

航続距離

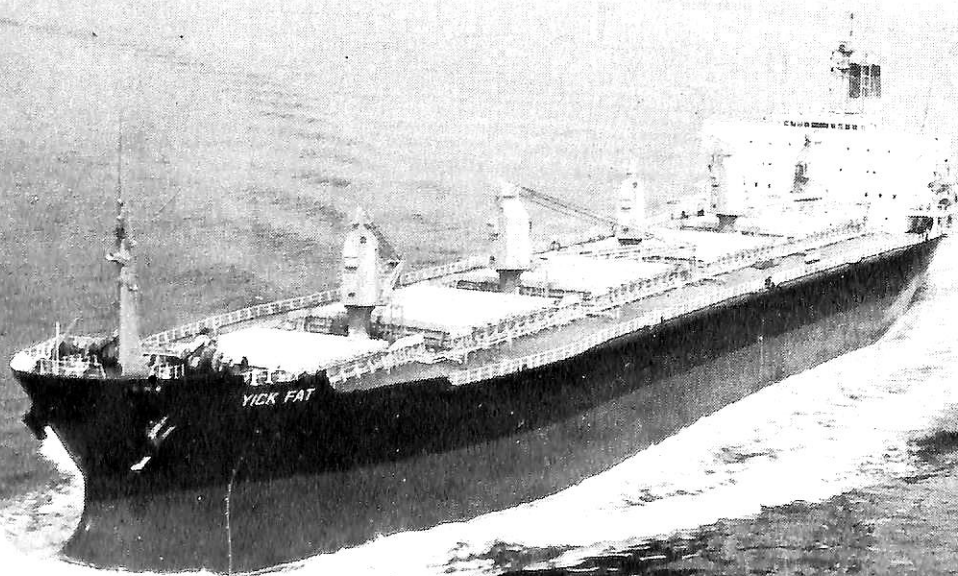


オーク サン  
輸出撒積貨物船 **OAK SUN**

船主 Ganston Shipping Limited (Liberia)  
 幸陽船渠株式会社建造(第1021番船) 起工 56-11-20 進水 57-2-27 竣工 57-7-8  
 全長 223.00m 垂線間長 213.00m 型幅 32.20m 型深 17.90m 満載喫水 13.00m  
 満載排水量 73,380t 総噸数 29,487.91T 純噸数 21,584.21T 載貨重量 61,537t  
 貨物艙容積 (ベ) 68,587.7<sup>㎡</sup> (グ) 70,010.2<sup>㎡</sup> 艙口数 7 クレーン 15t×6 燃料油槽 3,436.47<sup>㎡</sup>  
 燃料消費量 40t/day 清水槽 287.57<sup>㎡</sup> 主機械 三井B&W7L67GFC型(デ)機関×1 出力  
 (連続最大) 13,100PS(119rpm) (常用) 11,900PS(115rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 堅型横煙管式  
 発電機 大洋電機 625kVA×450V×60Hz×3 (原)ダイハツ 6PSHTB26H×3 無線装置 送(主) 1.5kW×1  
 (補) 75W×1 受 全波×3 海事衛星装置 VHF 航海計器 デッカ NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力  
 (試運転最大) 16.591kn (満載航海) 14.70kn 航続距離 28,600浬 船級・区域資格 BV 遠洋  
 船型 平甲板船尾機関型 乗組員 39名 同型船 Crusader Venture

イタ ファット  
輸出撒積貨物船 **YICK FAT**

船主 Hong Fat Shipping Inc. (Panama)  
 佐野安船渠株式会社水島造船所建造(第1044番船) 起工 56-11-21 進水 57-2-24 竣工 57-5-20  
 全長 189.80m 垂線間長 180.00m 型幅 31.20m 型深 16.00m 満載喫水 11.322m  
 満載排水量 51,052t 総噸数 21,080.82T 純噸数 14,764.61T 載貨重量 42,949t  
 貨物艙容積 (ベ) 48,489.7<sup>㎡</sup> (グ) 50,226.9<sup>㎡</sup> 艙口数 5 クレーン 15t×22mR×5  
 燃料油槽 2,931.5<sup>㎡</sup> 燃料消費量 40.7t/day 清水槽 358.0<sup>㎡</sup> 主機械 三井B&W6L67GFC型  
 (デ)機関×1 出力 (連続最大) 13,100PS(123rpm) (常用) 11,900PS(119rpm) プロペラ 4翼1軸  
 補汽缶 堅型コンポジット 7kg/cmG×1,800/1,500kg/h×1 発電機 西芝 AC 450V×625kVA×3  
 (原)ダイハツ 750PS×720rpm×3 無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 130W×1 受 全波×2 VHF  
 航海計器 デッカ NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力 (試運転最大) 17.87kn (満載航海) 15.5kn  
 航続距離 20,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋  
 船型 凹甲板船尾機関型 乗組員 42名  
 ・佐野安船渠開発の標準船ニュー40BC型第1船







リーゼント クインス

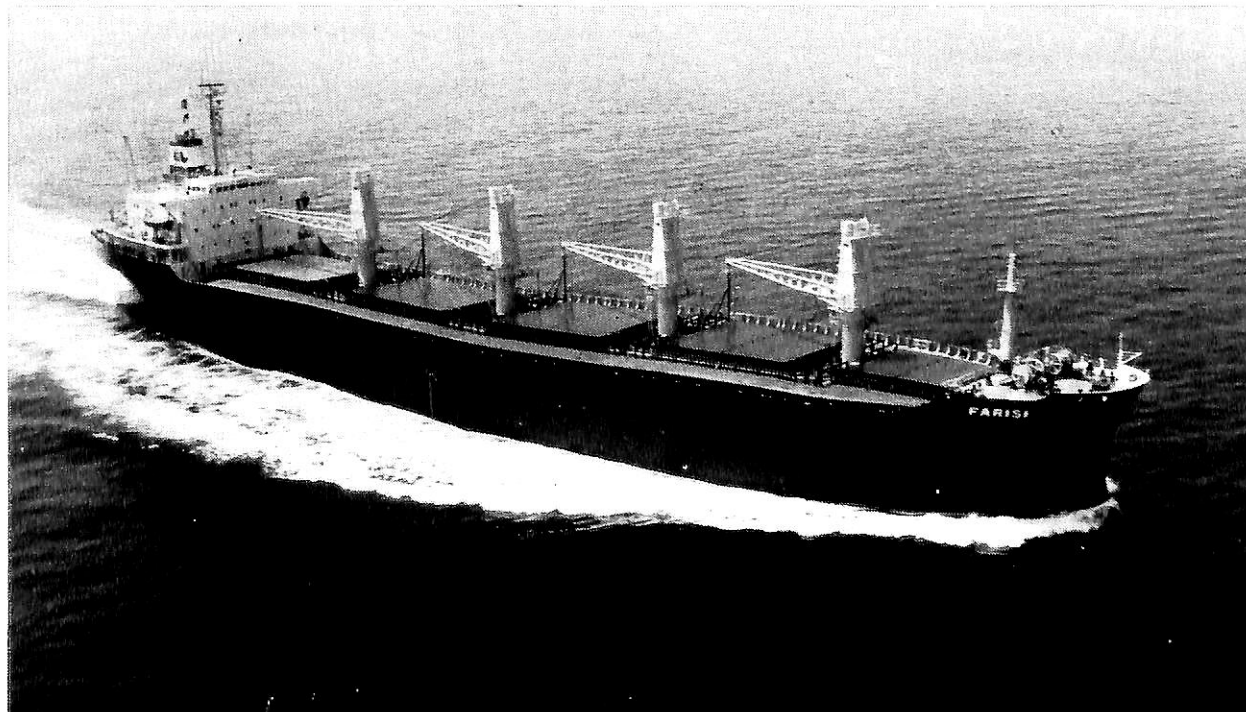
輸出撒積貨物船 **REGENT QUINCE**

船主 Regent Quince Shipping Co., S.A. (Panama)  
 日本海重工業株式会社建造 (第221番船) 起工 56-7-23 進水 57-1-20 竣工 57-5-28  
 全長 188.40m 垂線間長 180.00m 型幅 31.00m 型深 15.10m 満載喫水 10.751m  
 満載排水量 50,423t 総噸数 21,357.66T 純噸数 14,744.91T 載貨重量 41,538t  
 貨物艙容積 (ベ) 48,104m<sup>3</sup> (グ) 49,320m<sup>3</sup> 艙口数 5 クレーン 20t×4 燃料油槽 2,115.7m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 33.54t/day 清水槽 352m<sup>3</sup> 主機械 三井 B&W6L67GA型(デ)機関×1  
 出力 (連続最大) 11,200PS (117rpm) (常用) 10,200PS (113rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 コクラン  
 コンポジット型×1 発電機 ダイハツ 625kVA×750PS×720rpm×3 無線装置 送(主) 1.5kW×1  
 (補) 50W×1 受(主) 全波×1 (補) 全波×1 VHF 航海計器 ロラン オメガ 衝突予防装置 レーダー  
 速度 (試運転最大) 16.14kn (満載航海) 14.3kn 航続距離 19,000浬 船級・区域資格 LR 遠洋  
 船型 凹甲板型 乗組員 33名 同型船 Regent Mayflower

ファリシ

輸出木材 / 撒積貨物船 **FARISI**

船主 Pantheon Navegacion (Panama) S.A. (Panama)  
 日本鋼管株式会社清水製作所建造 (第394番船) 起工 56-12-3 進水 57-1-27 竣工 57-5-10  
 全長 175.0m 垂線間長 167.0m 型幅 26.0m 型深 14.50m 満載喫水 10.451m  
 総噸数 15,953T 純噸数 10,734T 載貨重量 30,330t 貨物艙容積 (ベ) 35,707m<sup>3</sup>  
 (グ) 37,196m<sup>3</sup> 艙口数 5 クレーン 25t×4 燃料油槽 1,948m<sup>3</sup> 燃料消費量 29.0t/day  
 清水槽 266m<sup>3</sup> 主機械 住友 Sulzer 5RLB66型(デ)機関×1 出力 (連続最大) 9,875PS (135rpm)  
 (常用) 8,885PS (130rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 1,700kg/h×8kg/cm<sup>2</sup>×1 発電機  
 (デ) 550kVA×660PS×3 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 ロラン NNSS レーダー 速度 (試運転最大) 17.69kn (満載航海) 15.2kn  
 航続距離 18,000浬 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 34名





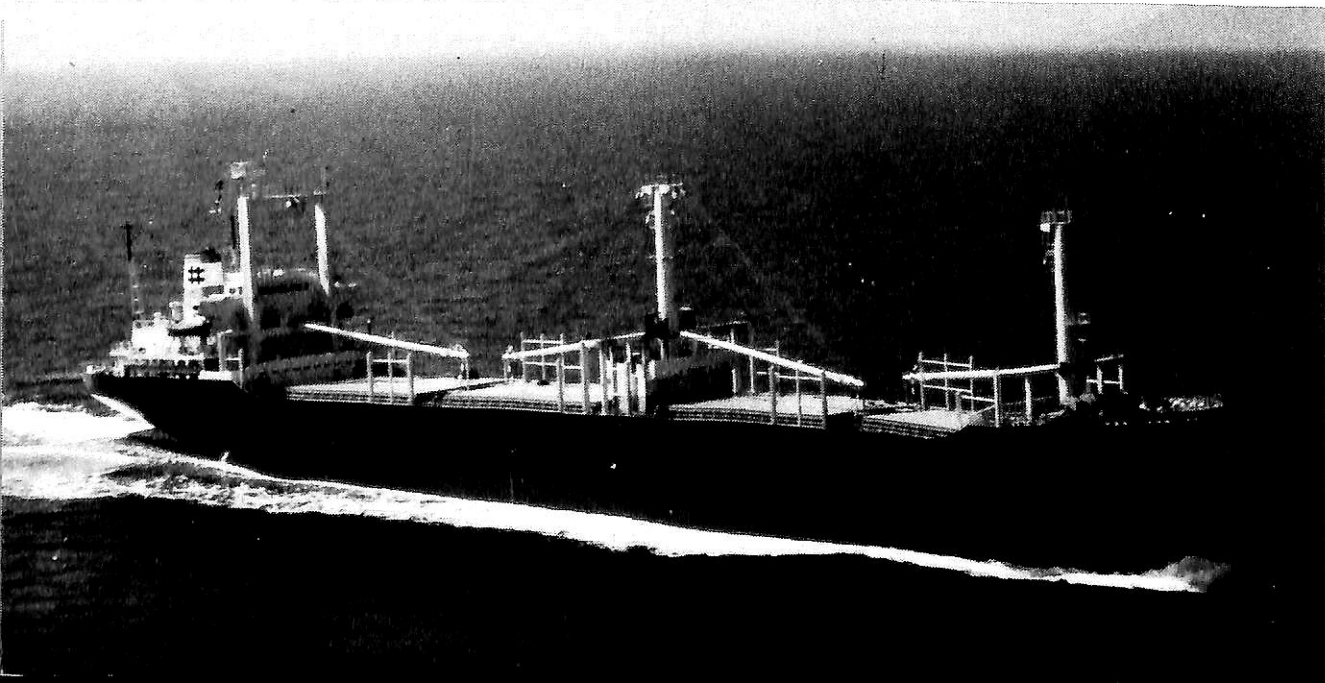
エバー オーダー  
輸出撒積貨物船 **EVER ORDER**

船主 Everorder Line S. A. (Panama)  
 函館ドック株式会社建造(第712番船) 起工 56-11-25 進水 57-3-5 竣工 57-6-29  
 全長 180.241m 垂線間長 170.000m 型幅 23.100m 型深 14.500m 満載喫水 10.667m  
 満載排水量 35,747.31t 総噸数 14,743.30T 純噸数 9,607T 載貨重量 29,314.10t  
 貨物艙容積(ベ) 34,237.8m<sup>3</sup> (グ) 34,848.3m<sup>3</sup> 艙口数 6 デッキクレーン 25Lt×5 燃料油槽  
 A 152.6m<sup>3</sup> C 1,922.8m<sup>3</sup> 燃料消費量 33.2t/day 清水槽 F. W. 205.8m<sup>3</sup> D. W. 90.8m<sup>3</sup> 主機械  
 日立 Sulzer 6RND68M型(デ)機関×1 出力(連続最大) 10,800PS(137rpm) (常用) 9,720PS(132rpm)  
 プロペラ 5翼1軸 補汽缶 縦コンポジット 油焚き/排ガス 7kg/cm<sup>2</sup> G×1,200kg/h 発電機 神鋼電機  
 AC450V×440kW×550kVA×60Hz×3 (原)ヤンマー660PS×720rpm×3 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 ロラン NNSS レーダー 速力  
 (試運転最大) 16.435kn (満載航海) 15.0kn 航続距離 16,700哩 船級・区域資格 AB 遠洋  
 船型 船首尾楼付平甲板型 乗組員 26名 同型船 Ever Oasis

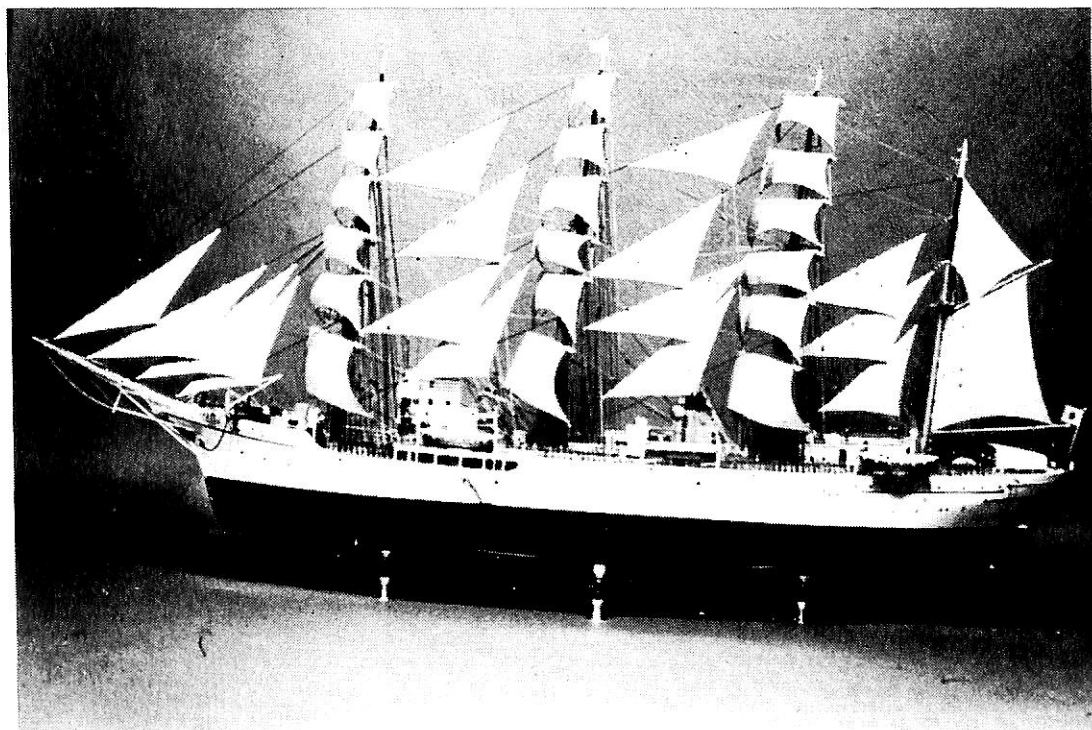
- 16 -

キウイ エース  
輸出撒積貨物船 **KIWI ACE**

船主 Bark Shipping S. A. (Panama)  
 四国ドック株式会社建造(第816番船) 起工 56-10-9 進水 57-1-13 竣工 57-3-25  
 全長 147.00m 垂線間長 136.00m 型幅 22.80m 型深 12.20m 満載喫水 9.016m  
 満載排水量 22,365.8t 総噸数 9,856.91T 純噸数 6,766.38T 載貨重量 17,692.3t  
 貨物艙容積(ベ) 21,463.1m<sup>3</sup> (グ) 21,822.7m<sup>3</sup> 艙口数 4 デリック 25t×4 燃料油槽 1,347.7m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 25.3t/day 清水槽 315.4m<sup>3</sup> 主機械 三井B&W8L45GFCA型(デ)機関×1 出力  
 (連続最大) 7,890PS(175rpm) (常用) 6,700PS(166rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 西田コクラン  
 コンポジット型 発電機 ヤンマー S185L-UT 540PS×900rpm×450kVA×2 無線装置 送(主) 1kW×1  
 (補) 75W×1 受(主)全波×1 (補)全波×1 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) 16.77kn (満載航海) 13.75kn 航続距離 15,300哩 船級・区域資格 NK 遠洋  
 船型 平甲板型 乗組員 30名



# 進水記念贈呈用に 不二の船舶美術模型を



## 航海練習船 “日本丸”

タイプ 4本マストバーク型 納入先 船の科学館（縮尺50分の1）

船主	運輸省航海訓練所	起工	昭和4年4月17日
船の要目	全長 97m	進水	昭和5年1月27日
	幅 13m	竣工	昭和5年3月31日
	深さ 7.8m	建造所	株式会社川崎造船所
	総噸数 2,283.93T	船籍港	東京 姉妹船 海王丸

## 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

West German Cruise Liner.

アストール  
MS ASTOR (18,835 grt)

速水育三氏提供



MS "ASTOR" Her maiden voyage leaving Genova on January 6th 1982

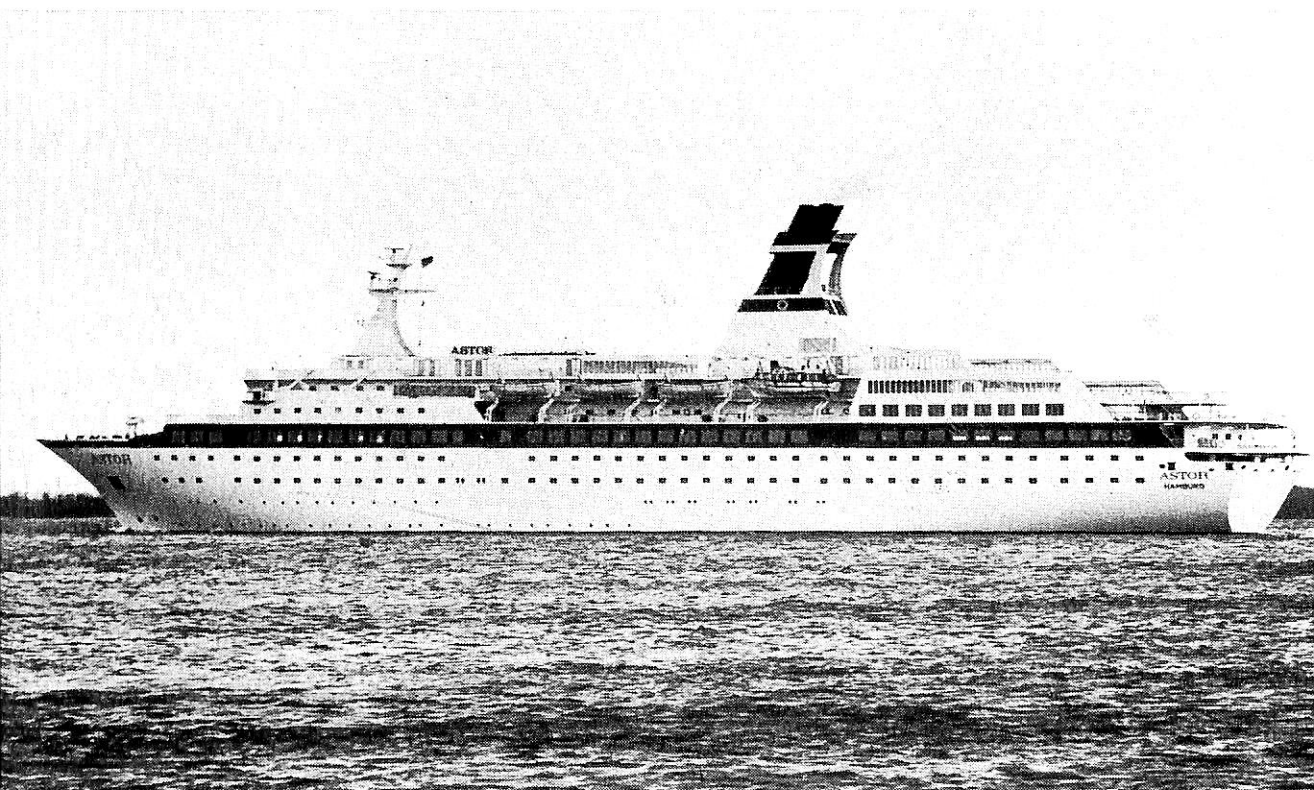
[Characteristics]

Shipowner Hadag Seetouristik und  
Fährdienst, Hamburg  
Shipbuilder Howaldtwerke Deutsche  
Werft, Hamburg

Gross tonnage 18,835 grt  
Displacement 12,167 t  
Length 164 m  
Breadth 22.60 m  
Draught 5.85 m  
Height (Sea level to bridge deck) 16 m  
(Sea level to masthead) 35 m

Main engines 4 × MAN 4-stroke, 6cyl.  
Out put 18,000 hp at 600rpm.  
Auxiliary engines 4 × MAN 25/30  
Power 5,600 kW  
Top speed 20.5 knots  
Fuel consumption C 2.5t/h at top speed  
Range At 20knots, 6,300 nautical miles  
Drinking water Consumption 240t/day  
Number of deck 10  
Capacity of 304 twin-bedded cabin  
passengers 608 + 30 pullman bed  
Each has TV, shower and toilet  
Crew 220





Profile

ラテックスタイプ  
エポキシタイプ  
マグネシヤタイプ  
ウレタンタイプ

デッキ舗床材

カタログ星  
**Tightex**  
タイテックス

B. O. T承認番号

MC25/8/0113

IMCO214-VII&A-60承認

N. K

N. V

A. B

L. R

B. V

C. R

N. S. C

施工実績数百隻

 **太平洋工業株式会社**

本社 京都市右京区三条通り西大路西入 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



Royal blue and Bordeaux red furnishings throughout the 304 cabins



Elegant and comfortable

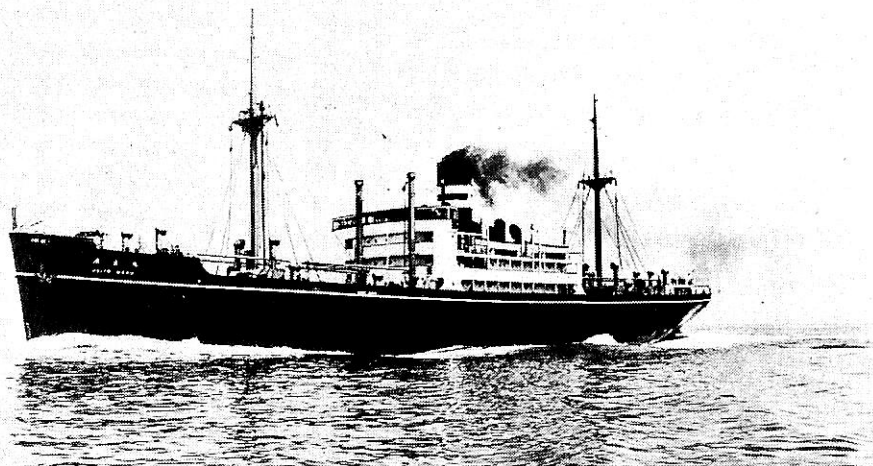


Desk and TV



Homelike shower  
and toilet

## 貨物船 屏 東 丸 大阪商船株式会社



三菱重工業(株)長崎造船所(第597番船)	船舶番号 40872	船舶信号 JZDH
起工 昭9-10-3	進水 10-3-23	竣工 10-8-31
型幅 15.0m	型深 10.0m	全長 113.00m
総噸数 4,468.25T	純噸数 2,572.28T	満載喫水 7.15m
(ベ)7,849㎡ (グ)8,540㎡	主機械 三菱ツェリー衝動式2段減速装置付蒸気タービン機関×1	載貨重量 5,338.0t
(連続最大)3,786 PS (計画)3,600 PS	速力(試運転最大)16.370kn (航海)11.97 kn	貨物艙容積
通信省 第1級船 鋼船	乗組員 49名 旅客 1等12名	船級・区域資格
	姉妹船 台東丸, 彰化丸	船籍港 大阪

大阪商船の台湾航路は、旅客を中心とした神戸～基隆線と貨物中心の東京～高雄線に大別されていた。神戸～基隆線は明治29年開設され、使用船は逐次改善されてきたが、昭和9年始めてこの航路のために設計・建造された高千穂丸(本誌33巻3号29頁)が就航し、面目を一新した。

一方、東京～高雄線には昭和2年に同航路専用的高雄丸級2隻が投入され他社と競争していた。その後、台湾からのバナナを主体とした青果、野菜の荷動きが活発となり、大阪商船では昭和10年になって青果急送船を配船することになり3隻の中型貨物船を三菱長崎に発注した。本船はその第1船として第1次船舶改善助成施設法の適用(命令番号21号)を受けて昭和10年8月完成した。

構造は軽構船で2層の全通甲板と船首楼を有し、中央には船橋楼甲板、端艇甲板があり、船首は直線型フレキシブルシステム、舵は三菱式B型流線型釣合舵を採用した。

船体は6コの支水隔壁によって船首艙、機関室、4つの貨物艙、船尾艙の7コに区画され、全通せる二重底は清水槽、脚荷槽にあてられた。

船橋楼上の端艇甲板には、最前部に船長室、無線電信室があり、甲板上には大型救命艇4隻が装備された。

船橋甲板最前部左舷に1等食堂、右舷には定員3名の1等船室4室を有し、他は上級船員室にあてられた。

本船の船艙は機関室の前後各2コ合計4コあり、前後のマスト及び1組のデリックポストに合計11本のブーム

を有し、10台の汽動式揚貨機によって操作された。艙口は三菱マカンキングスライディング式艙口梁を採用し、人力にて簡単に着脱でき、荷役の敏速と安全性を高めた。

船内にはバナナを主とした青果物の積載に備えて機械通風装置を完備し、前後マストの下部に通風機室を設け、各容量7馬力の電動通風機を有していた。又、積荷の防熱のため上甲板には木甲板を張りつめた。

本船の主機械は三菱ツェリー衝動式二段減速装置付蒸気タービン1基で、使用蒸気の状態は当時16kg/cm<sup>2</sup>、285℃が一般的であったのに対し、本船は船用スコッチ型汽缶を採用した結果、本邦の最高圧である17.5kg/cm<sup>2</sup>、330℃の蒸気が得られた。

昭和10年8月9日及び13日の両日、長崎県三重沖にて公試運転を実施し、最高速力16.370ノットを記録した。昭和10年9月6日より東京～高雄線に就航。

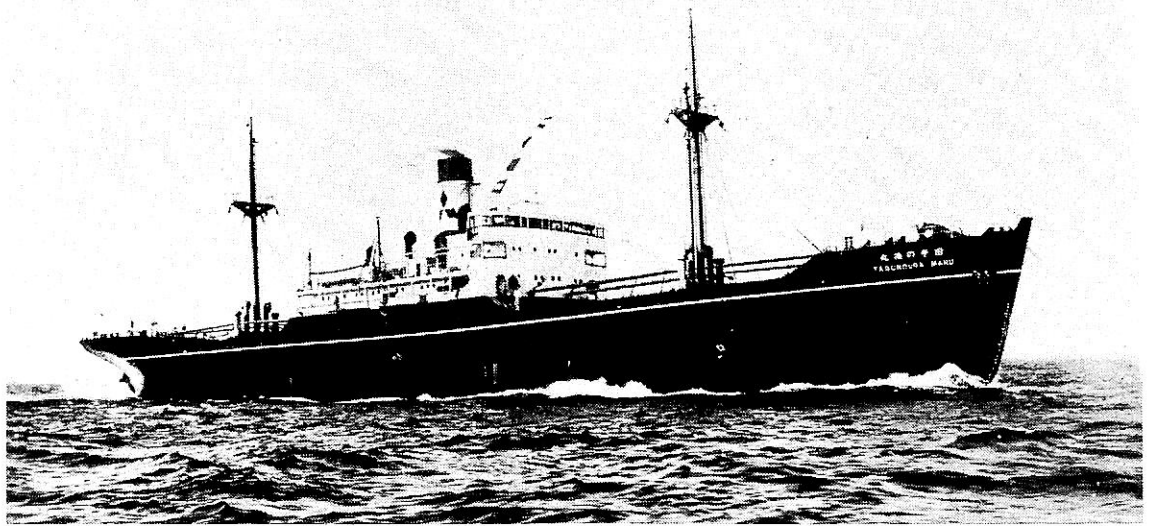
昭和16年8月31日海軍に徴傭され、横須賀鎮守府所属南西方面艦隊配属の運送船となる。

昭和17年3月8日16:00北スマトラ攻略に向う近衛師団を乗せて8隻の船団でシンガポールを出撃、マラッカ海峡を北上、3月11日20:30二方面に分れ、本船はサバン島に向い12日00:05到着、03:10揚陸を開始した。

昭和18年8月23日ニコバル諸島カーニコバル島東岸にて荷役作業中、大型機2機の空爆を受け沈没した。北緯2度10分・東経102度15分の地点であった。



## 貨物船 田子の浦丸 三菱商事株式会社



三菱重工業(株)横浜造船所(第S-337番船)	船舶番号 48718	船舶信号 JHGP
起工 昭15-6-24	進水 16-3-27	竣工 16-5-31
型幅 14.70m	型深 8.50m	満載喫水 6.93m
純噸数 2,037T	載貨重量 5,310t	貨物艙容積(ベ) 6,678 <sup>m</sup> (グ) 7,175 <sup>m</sup>
三菱往復動蒸気機関×1	出力(連続最大) 2,596 PS (計画) 2,300 PS	速力(試運転最大) 15.13kn
(満載航海) 13.0kn	船級・区域資格 通信省 第1級船 鋼船	乗組員 49名
姉妹船 須磨の浦丸, 志賀の浦丸	(三菱商事), 興東丸, 興西丸(朝鮮郵船), 玉島丸(飯野商事), 永福丸, 大福丸(日本郵船)	船籍港 東京

昭和10年、横浜船渠(株)が三菱重工業横浜造船所となった頃から、同社では近海航路を対象とした4,300DWTの中型貨物船をストックポートとして建造、近海郵船や東洋汽船からの注文で合計8隻を建造した。昭和16年には飯野海運より一括8隻を受注するなど船主間で好評であった。

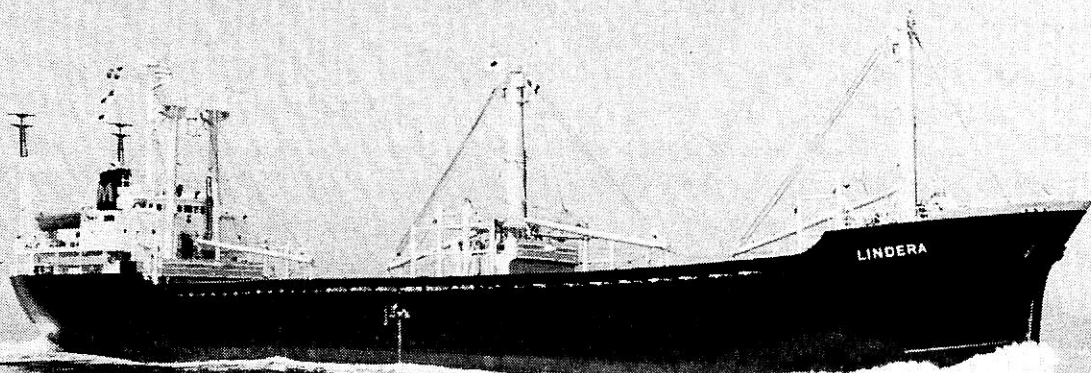
同社ではこれと並行して、さらに1,000D/Wトン大きいシリーズをストックポートとして建造した。このクラスは前者よりも300馬力小さく、しかも14ノットを1ノット以上うわまわる15ノットとした。主機は当時ディーゼル機関がその主流となっていたにもかかわらず石炭焚きの蒸気機関が採用された。これは、輸入にたよっていた重油から脱却する国策の立場から、また、石炭入手が容易である日本近海が主な活躍の場であったことがその理由であった。しかし戦時中は、煙突よりの排煙が船の隠密行動にとっては大きなマイナスであったし、また、当時ディーゼル船は煙突も低く、スマートな船型を誇ったものであるが、本船クラスでは再び煙突は高くなり実益を主とした船型となった。

本船の姉妹船は全部で8隻建造され、船主は朝鮮郵船、近海郵船、日本郵船、三菱商事、飯野海運で、第10番船の志賀の浦丸は完成が開戦後の昭和17年12月27日であったので、本船のみ灰色一色に塗られて完成した。

本船はこのシリーズの第7番船として完成したもので、

三菱商事が購入し近海航路用の中型運搬船となった。

昭和16年6月より、北海道から京浜地区への石炭輸送を数航海したのち、11月8日海軍に徴傭され横須賀鎮守府所属の運送船となり、南洋群島ウオッセ島ほか数カ所の島々に建設資材のセメントを輸送、12月8日には横須賀から機雷をつんで南洋群島へ輸送した。翌17年初めには、九州八幡や津久美と京浜間で石炭・セメント輸送に当り、4月には横浜、門司、長崎から軍需物資を積んで5月28日に高雄へ輸送。5月5日門司から長崎に向う途中、浜根汽船のたるしま丸と衝突する事故があったが大事に至らず、台湾を往復して6月11日横浜にもどり、月末には修理を完了した。7月には函館・小樽に向い、8月には三池の石炭を鎮南浦へ、10月には樺太から木材を輸送、11月・12月は朝鮮を往復、昭和18年1月3日呉を出港、2月27日より基隆へ回数物資を輸送したのち、5月19日大阪へもどる。当地で本船に部隊輸送の命が下り、佐世保から飛行場建設の山根隊約120名と資材を積み、8号演習輸送のK525船団に加わり5月25日佐伯発ラバウルへ。7月下旬にはブーゲンビル島のブインに進出、7月27日到着して揚陸を開始したが、敵の攻撃により半分積荷を残してラバウルにもどる。8月27日4827船団で内地に向う途中、9月3日御蔵島東方120度・28浬、北緯33度43分・東経140度00分にて午後7時55分米潜Pollack(SS-180)の雷撃で午後9時に沈没した。



リンデラ

輸出貨物船 **LINDERA**

船主 Rokko Shipping Co., S.A. (Panama)

桧垣造船株式会社建造 (第275番船)

全長 105.57m	垂線間長 98.61m	起工 56-11-26	型幅 16.33m	進水 57-3-8	竣工 57-4-20
満載排水量 8,532.88t	総噸数 3,811.13T	純噸数 2,726.57T	型深 8.40m	満載喫水 6.80m	載貨重量 6,476.77t
貨物艙容積 (ベ) 8,210.72 <sup>m</sup> (ク) 8,684.26 <sup>m</sup>	艙口数 2	クレーン 15 <sup>t</sup> × 2, 20 <sup>t</sup> × 2	燃料油槽 592 <sup>m</sup>	燃料消費量 12t/day	清水槽 410 <sup>m</sup>
出力 (連続最大) 3,800PS (245rpm) (常用) 3,230PS (232rpm)	主機械 阪神6LU50A型(デ)機関×1	補汽缶 堅水管式	無線装置 送(主)1kW×1 (補)75W×1	受(主)全波×1 (補)全波×1	発電機 西芝 200kVA×2 (原)ヤンマー 270PS×2
速力 (試運転最大) 15.408kn (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 26名	同型船 Larix

ゴールドデン フォーチューン

輸出燃料油補給船 **GOLDEN FORTUNE**

船主 Liberian Holm Transports. Inc. (Panama)

岩城造船株式会社建造 (第IWS-28)

全長 80.69m	垂線間長 74.80m	起工 57-2-4	型幅 13.00m	進水 57-4-10	竣工 57-6-30
満載排水量 4,111t	総噸数 1,708.24T	純噸数 936.24T	型深 6.00m	満載喫水 5.00m	載貨重量 2,958t
貨物油槽容積 3,509 <sup>m</sup>	主荷油泵 500 <sup>m</sup> /h × 2	燃料油槽 109 <sup>m</sup>	燃料消費量 6.12t/day	出力 (連続最大) 900PS (800/386rpm) × 2	補汽缶 サンロッドCPDB-50 5,000kg/h × 2
清水槽 44 <sup>m</sup>	主機械 ヤンマー T220-ST型(デ)機関×2	補汽缶 堅水管式	無線装置 送(主)0.4kW×1 (補)75W×1	受(主)全波×1 (補)全波×1	発電機 大洋電機 AC445V×120kVA×60Hz×2 (原)ヤンマー 145PS×1,200rpm × 2
(常用) 765PS (785/366rpm) × 2	プロペラ 4翼2軸	航海計器 レーダー	速力 (試運転最大) 10.784kn	航続距離 3,100浬	船級・区域資格 NK (港内限定)

船型 凹甲板型 乗組員 12名



## 9月のニュース

○海運造船問題

●一般政治経済問題

8月21日～9月20日

編集部

- 8月21日●北炭夕張鉄鉱の大沢管財人は安倍通産大臣を(土)訪ね、同鉱の閉山を内容とする最終計画案を報告した。更に夕張新鉱労組(約1,700名)に対しても全面操業停止、全員解雇、過去の労務債123億円の一時的凍結を通告した。
- 8月25日●インドネシア政府は、同国海域内でのトロー(水)ル漁を来年1月1日より全面禁止すると正式発表をした。
- 8月26日●新日本製鉄㈱は室蘭、広畑両製鉄所で稼働中(木)の高炉の各1基を10月から休止する方針を明らかにした。他の大手鉄鋼メーカーもそれぞれの方法で不況対策を本格化している。鉄鋼業界の不況は52年の鉄冷え以来である。
- 8月30日○日本船主協会は57年4月1日現在の我が国(月)外航船腹量をまとめた。これによくと定期船324隻525.3万dwt(1.4%増)、不定期船806隻2,104.5万dwt(0.3%増)、専用船581隻2,012.5万dwt(1.7%増)、兼用船45隻662.1万dwt(2.7%増)、油送船224隻2,710.7万dwt(5.8%減)計1980隻8,015.1万dwtで昨年に引き続き減少となった(増減率は前年比)。
- 第14回日米安保事務レベル協議がハワイで3日間開かれた。中心議題は我が国の防衛力増強問題で、56中業の繰り上げ、防衛計画の大綱の見直し、1,000浬以内シーレーン防衛問題等について話し合いが行われた。
- 8月31日○長崎県佐世保港で2年近く改修工事をしていた(火)た原子力船“むつ”は青森県大湊港へ向った。9月6日に入港、むつ市関根浜に新母港がで来るまで停泊する。
- 各省58年度予算概算要求を大蔵省に提出。運輸省海運造船関係の主な要求内容は次のとおり。39次計画造船160万総トン(LNG船2隻20万総トンを含む)、これに必要な開銀融資933億円、継続分727億円との合計1,660億円。開銀融資比率はLNG船70%、LNG船以外の石油代替エネルギー船(鉄炭船、石炭船、LPG船)60%。船舶整備公団の財投(内航・近海輸送の体質改善および国内旅客船の整備)362億円。船舶輸出の確保のための開銀
- 資金198万総トン1,174億円、継続及び改造船を含んで合計1,630億円。算出基準は(金利(輸銀・市銀の協調融資)8%、期間最長8.5年、開銀融資比率45%)。
- 9月1日●メキシコが、民間銀行の全面国有化に踏み切(水)った。銀行国有化のねらいは、国外への資産流出防止と信用不安の解消により、海外からの資金再流入を促進するため。
- 9月3日●国鉄が未来の超高速鉄道を目指すリニアモー(金)ターカーの有人走行実験を宮崎県日向市の宮崎浮上式鉄道実験センターで行なった。実験スタッフ3名、時速150kmで10cm浮上、最高時速262kmで走行し50秒後に着地した。
- 9月5日●胡耀邦中国共産党主席が党大会で党主席・副(日)主席制を廃し、総書記トップ制を37年ぶりに復活するなどの党規約改正案を報告した。
- 9月6日●IMF(国際通貨基金)総会がカナダで4日(月)間開かれた。緊急問題は国際信用不安対策。メキシコなど対外債務の返済に苦しむ国等の救済に緊急基金の設立が論議された。
- 9月11日○IHI呉事業所第1工場で修理のため入渠中(土)のシンガポール船籍の油槽船ジュディスプロスペリティ(89,702dwt)の船内で火災が発生、作業員6名死亡、8名が大火傷を負った。
- 9月12日●台風18号は静岡県御前崎付近に上陸、東日本(日)を縦断して根室沖に抜けた。被害は東京、静岡、神奈川などで死者23名、行方不明9名。
- 中国の万里副首相は7月の人口調査の結果、10億760万人となったと発表。
- 9月14日●8月23日にレバノン国民議会で次期大統領と(火)して選出されていたキリスト教右派ファランヘ党のバシル・ジェマイエル氏が同党本部に仕掛けられた爆弾によって死亡した。
- 9月16日○三菱重工業㈱長崎造船所でオーストラリアA(木)NL社向石炭だき船“River Boyne”(80,469dwt)を完成した。全自動化、石炭を動力として航行する船としては32年ぶりのこと。
- 鈴木首相が内閣記者団と会見、財政窮状のアピールを国民に説明。臨時国会の10月下旬召集の方針を表明した。

## 1981年大型船用機関の動向

運輸省船舶局関連工業課と(株)日本船用工業会は8月、「大型船用機関の動向」(第18号)をまとめた。1981年の大型船用機関の生産動向の概要は、以下のとおりである。

### 1. 概況

1981年に世界で竣工した2,000 DWT以上の商船は1,026隻、23,278,040 DWTであった。これは前年に比べて、61隻、277 DWTの増加であり、1979年を底として、1980年、1981年と2年連続の増加を示したことになる。ピークであった1975年の60,710千DWTに比べると、38.3%に過ぎないものの、1979年の19,037千DWTに比べると122.3%にまで回復したことになる。隻数としては、ピーク時(1977年の1,235隻)の83.1%、ボトム時(1979年の927隻)の110.7%となっている。

竣工実績を主機別に見ると、ディーゼル船は1,013隻、22,384千DWTで前年より70隻、4,556千DWT増加している。1981年に竣工した2,000 DWT以上の商船でディーゼル主機関を搭載した船舶の平均船型は、22,097 DWTで前年(18,906 DWT)より16.9%大型化している。また、1隻あたりの主機関出力は9,890馬力で、これも前年(7,909馬力)より25.0%大型化している。

一方、タービン船は、13隻、893,965 DWTが竣工した。これは前年に対し、9隻、1,789千DWTという大幅な減少で、「大型船用機関の動向」として刊行(1964年)以降、最低の記録である。また、平均船型も68,767 DWTと前年(121,955 DWT)より44%小型化し、いに10万DWTを割ってしまった。しかし、一隻あたりの主機関出力は30,798馬力と前年(37,727馬力)より18.4%小型化したものの、依然3万馬力台を保っており、1975年以降、タービン船のDWTあたりの主機出力は上昇傾向を辿っている。(ちなみに、1975年のタービン船のDWTあたりの主機関出力は0.145馬力であり、1981年は0.447馬力である。)

2,000 DWT以上の船舶の国別竣工量は、日本が、446隻(前年比22.3%増)、11,247,748 DWT(同20.8%増)で第1位であり、以下、韓国の35隻、1,776,000 DWT、ブラジルの28隻、1,164,400 DWT、スペインの41隻、883,606 DWT、西ドイツの52隻、874,233 DWTと続いている。

### 2. 搭載および輸出入状況

1981年に竣工した2,000 DWT以上の商船に搭載されたディーゼル主機関は、1,227台、10,019,010馬力である。これは、前年に比べ、89台、102万馬力の増加であり、1977年以降の減少が増加に転じて、ピーク時(1977年の1,192万馬力)の84%となっている。

機関製造国別の実績みると、日本は、557台、5,192,680馬力で第1位である。前年に比べ、95台、76万馬力(17.2%増)と大きく増加し、1977年、1978年に次いで過去第3位の実績であった。シェアも前年の49.2%から51.8%に伸ばし、過半数を独占している。

西ドイツは、143台、687,595馬力で前年より18万馬力(36.2%増)の増加で、第2位と維持した。シェアも前年の5.6%から、6.9%となった。

第3位は、前年13位のデンマークで、37台、430,110馬力、前年の約2.3倍と大きく実績を伸ばした。

前年第3位のホーランドは、7万馬力減少して、37台、400,010馬力で第4位となった。以下、スウェーデン、

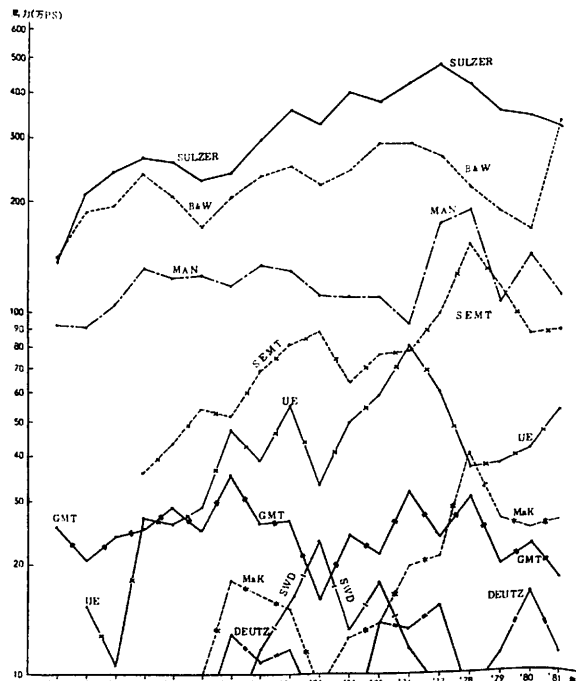


図1 大型ディーゼル主機関 型式別生産状況の推移



スペイン、東ドイツ、イギリスの順となっている。

世界に占める日本のシェアが、50%を越えたのは、1977年の59.3%以来、2度目のことである。

世界のディーゼル主機関の単体での輸出入量は、340万台、225万馬力となっている。これは、前年に比べ70万台、62万馬力の増加であり、全生産馬力に占める割合も22.4%と前年に比べ4.3%増加している。

ディーゼル機関を単体で輸出している国は15か国である。日本は80台、93万馬力で前年より、21台、36万馬力(64%増)の増加となっている。輸出率は前年の12.7%から17.9%と伸びており、増加分は自国搭載向の増加分(40万馬力)に匹敵している。日本国内の造船需要の増大と同程度に、単体輸出が伸びた訳で1基あたりの平均出力は、自国搭載の8,900馬力/台に比べ、11,600馬力/台と大型化の傾向がある。

単体輸出の多い国は、日本に次いで、西ドイツの34万馬力、ポーランドの25万馬力、デンマークの19万馬力の順となっている。

一方、ディーゼル機関を輸入している国の主なものは韓国の32万馬力、台湾の20万馬力という新興造船国の

他、デンマークの17万馬力である。

### 3. 型式別搭載状況

型式別では、B&Wが1964年以来、17年ぶりに第1位に返り咲いた。B&Wの合計は252台、309万馬力で、前年の191.4%、106台、142万馬力の増加である。シェアも前年の17.9%から、30.8%と大きく伸びている。

SULZERは、前年の91.6%で、28台、28万馬力の減少の222台、304万馬力となり、B&Wに次いで第2位の実績であった。シェアも前年の36.8%から、30.3%と減少した。

第3位は105万馬力のMANであるが、前年より35万馬力、24.7%減少している。第4位はSEMTEで85万馬力とほぼ前年並み(1万馬力、1.1%増)であった。

第5位の三菱UEは、近年順調に伸び続け、1981年は、前年比25.2%、10万馬力増の51万馬力であった。

第6位以下はMakの25万馬力、GMTの18万馬力、阪神の15万馬力と続いている。上位4ブランド(B&W、SULZER、MAN、SEMTE)の合計搭載馬力は802万馬力で前年より86万馬力増加し、全体に占める比率は、80.0%となっている。

日本のライセンサーによる製造比率をみると

- B & W ..... 59.0% (前年 57.6%)
- SULZER ..... 56.5% (同 48.9%)
- MAN ..... 29.0% (同 38.6%)
- SEMTE ..... 53.8% (同 67.0%)

で、MAN以外は過半数を独占している。全体としてライセンサーの製造にかかわるものは、79.5%で、前年の80.3%に比べ、わずかながら比率が低くなった。

主要型式別に見ると、B&Wでは、L80GFCA、L67GFCA、L67GFCの3型式の搭載が多く、3機種で121台、173万馬力でB&Wの余機種の過半数を占めている。SULZERでは、RND76M、RND68Mの2機種で90台、115万馬力で同様に半数を占めている。

### 4. 最大出力機関

1981年に搭載されたディーゼル主機関の中で、出力が最大のもの、1隻あたりでは、西ドイツで建造されたコンテナ船(51,540 DWT)に搭載されたMANのK9SZ90/160B、27,200馬力×2=54,400馬力であり、また、1台あたりでは、デンマークで建造されたコンテナ船3隻(31,700 DWT)に搭載されたB&Wの12L90GFC、47,000馬力であった。

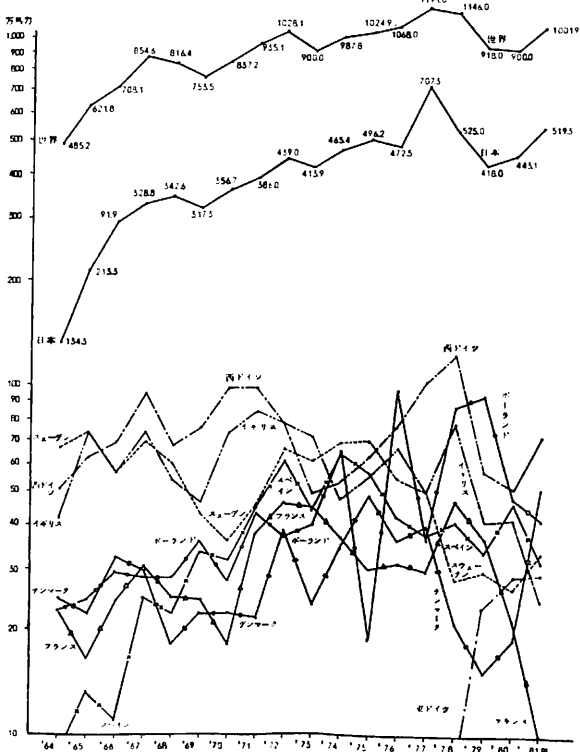


図2 主要国別ディーゼル主機関生産実績の推移

●新造船紹介

世界最大・最新鋭の

物理探鉱船 “MOBIL SEARCH”

三菱重工業株式会社  
下関造船所 造船設計部

1. まえがき

本船は、米国の Mobil Oil グループの船舶部門を担当する Mobil Tankships (U. S. A.) Inc. の注文により、当社下関造船所にて設計・建造され、本年6月30日に竣工し引渡された。

当社は、これ迄に4隻の物理探鉱船(表1)を引渡しているが、本船は同じ Mobil グループの姉妹船である “T. W. Nelson” を一回り大型化・高性能化したものであり、世界最大・最新鋭の物理探鉱船である。本船の船級はABSであり、高緯度海域での使用も考慮して、耐氷構造ICを適用している。更に米国船籍の船としてUSCG, USPH等の諸規則を全面的に適用している。

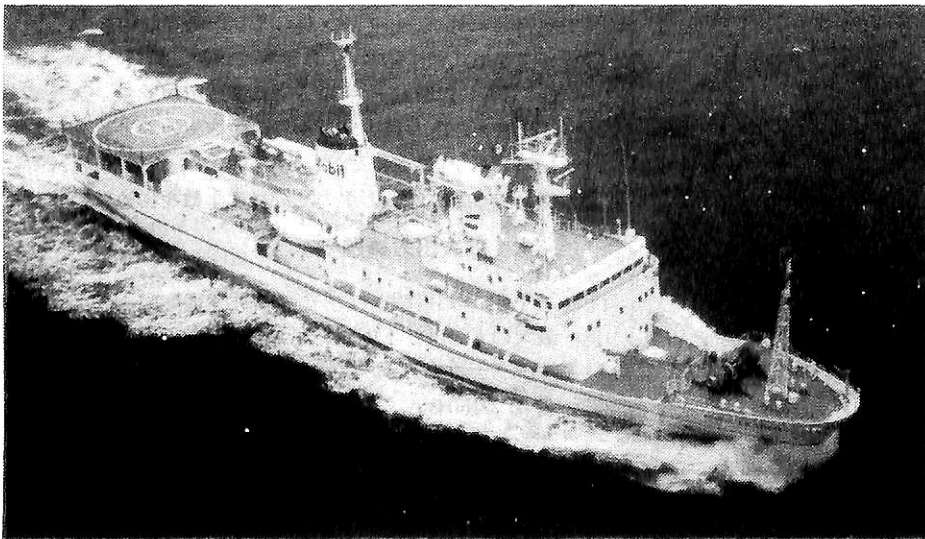
以下、本船の概要を説明する。

2. 主要要目

船級	ABS✕A1⑤, ✕AMS & ACCU Ice Strengthening IC
主要寸法	
全長	98.50 m
垂線間長	89.00 m
幅(型)	15.40 m
深さ(型)	7.95 m
計画喫水(型)	5.00 m
夏期満載喫水(型)	5.35 m
トン数等	
総トン数	3,337.83 T
純トン数	1,274 T
容積等	
燃料タンク	1,207 m <sup>3</sup>
清水タンク	250 m <sup>3</sup>
バラスタタンク	482 m <sup>3</sup>
ナロマタンク	28 m <sup>3</sup>
器材庫(ペール)	316 m <sup>3</sup>
速力等	
試運転最大速力	18.18 kn

表1 物理探鉱船(三菱重工業 引渡し)

船名	船主	総トン数	完工日
開洋丸	石油資源開発(株) (日本)	991T	S51. 4
Iskate!	Sudoimport (ソ連)	734T	S52. 9
T. W. Nelson	Mobil Marine Transport社(米国)	2,574T	S53. 9
南海502	中国機械輸出入公司 (中国)	942T	S54. 3



試運転中の物理探鉱船

“MOBIL  
SEARCH”

航海速度(常用出力, 20%シーマージン)	17.1 kn
航続距離	約 12,200 海里
乗組員	
職員	8名
部員	10名
研究員等	38名
その他の者	5名
合計	61名

### 3. 基本計画および配置

#### 3.1 一般配置

物理探鉱船は、海底下の地層の状態を調べ、海底石油等の埋蔵地層を探索するものであり、船尾に曳航するエアガンより圧縮空気を発射して衝撃波を発生し、海底地層の各層よりの反射波を同じく船尾より曳航しているストリーマ・ケーブルの中のハイドロフォンで受信する探査法をはじめ、地磁気計、重力計、音響機器等による探査法を使用する。

本船は、機関室前方に探査動力用の大型空気圧縮機3台を設置したエア・コンプレッサ室を配置しており、船尾には各種ケーブル・ホース類のためのリールを配置した作業スペースを2層の甲板にわたって設けており、船尾最上層はヘリコプタ・デッキとしている。

収集したデータの記録・解析用コンピュータは、二重船殻構造のレコーディング・ルームに収められており、記録した磁気テープは、その上層のテープ・ロッカーに保管される。

#### 3.2 船型

本船は、“T. W. Nelson”で優れた評価を得ている大型スケグ付バトックフロー船尾と船首バルブを組合せた船型を採用しており、当社の推進性能試験水槽および耐航性能試験水槽で各種の模型試験を実施して、より優秀な船型としている。

#### 3.3 速度等

本船の推進システムは異回転親子エンジンによる4機2軸可変ピッチプロペラを採用しており、一般航海時には4機常用出力、20%シーマージンにて17.1ノットの航海速度を確保している。探査時には、小主機2機常用出力にて6ノットの速度、25トンの曳引力を確保しており、この場合、大主機は発電機を駆動し探査動力用空気圧縮機の駆動用電源をまかっている。

#### 3.4 復原性等

USCGの非損傷時、損傷時の復原性の基準を満足すると共に、さらに最悪状態にて基準プラス0.2

mのGMを確保している。また将来の機器の増加に備えて50トンのマージンも考慮されている。なお4カ所にクロス・フラッディング・システムを採用している。

#### 3.5 操縦性等

2軸CPPと2舵およびバウスラスタの組合せにより十分な操縦性を確保しており、オートパイロット装置およびその他の航海機器等との組合せにより、探査作業に欠かすことのできない確実な操船と針路保持を可能としている。

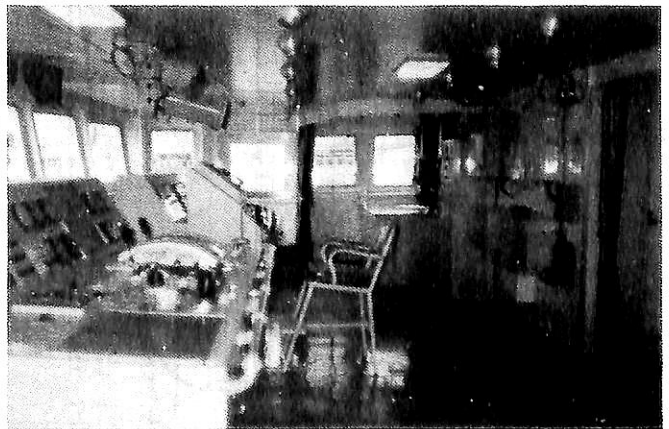
### 4. 船体ぎ装

前述のように、本船は米国籍であるため、材料・工作法の両面で米国の諸法規を完全に適用しており、安全性・信頼性の向上には一層の注意を払って設計施工を行っている。

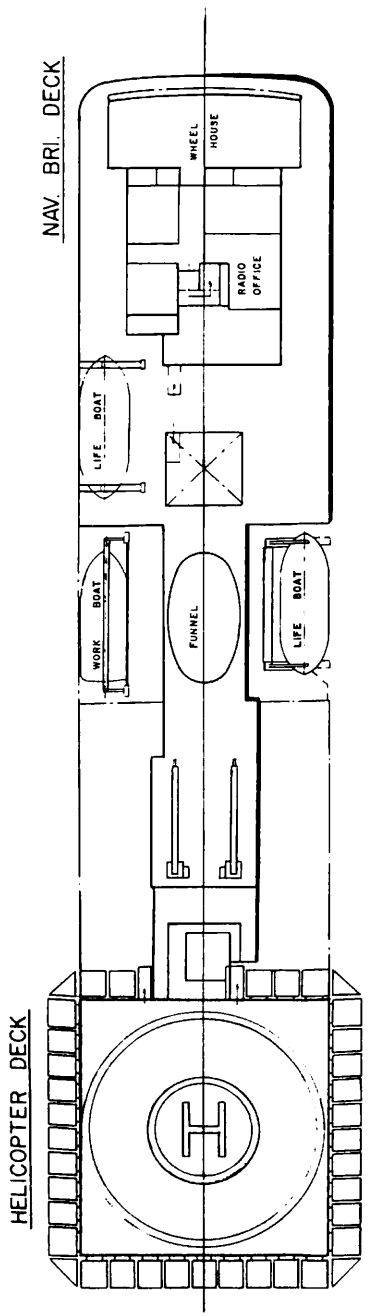
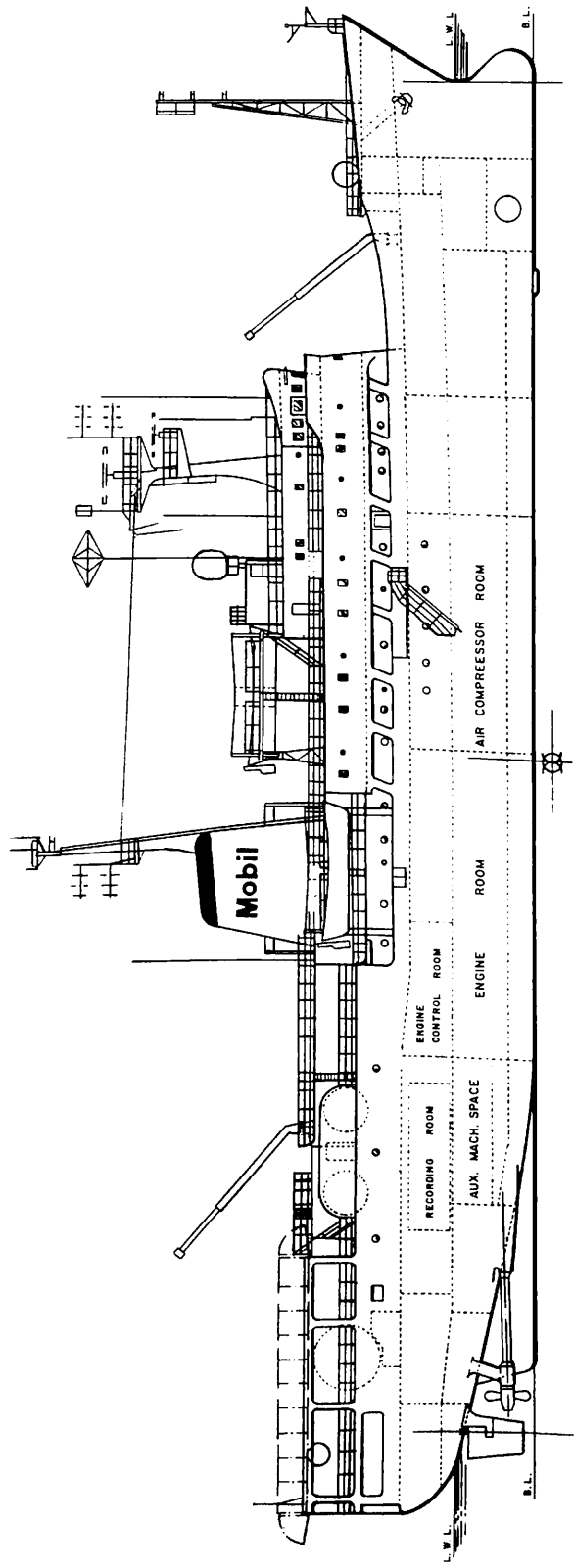
#### 4.1 係船および操舵装置

一組の油圧ポンプユニットにて、複数の甲板機械すなわち、ウインドラスまたはキャブスタンとデッキクレーンを駆動する単一油圧源方式を採用した。これは設備の保守・点検を容易にすると共に経済的な運転が可能である。油圧ポンプユニットと各甲板機械の組合わせおよび主要目は次のとおりである。

○船首油圧ポンプユニット	45 kW × 2
ウインドグラス	
ワイルドキット	11T × 9 m/min × 2
ホーサドラム	5T × 20 m/min
デッキクレーン	1.5T × 18 m/min × 1
(テレスコピック型)	
○船尾油圧ポンプユニット	45 kW × 3
キャブスタン	5T × 20 m/min × 2
デッキクレーン	1.5T × 18 m/min × 2
(テレスコピック型)	

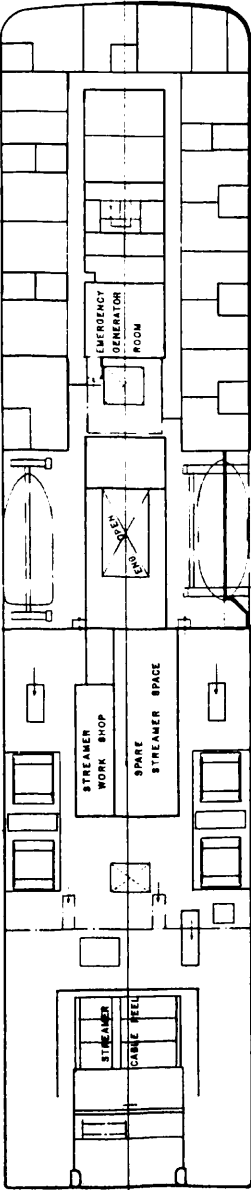


操 舵 室

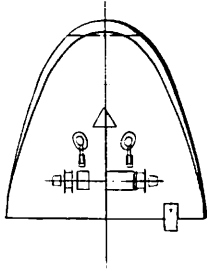




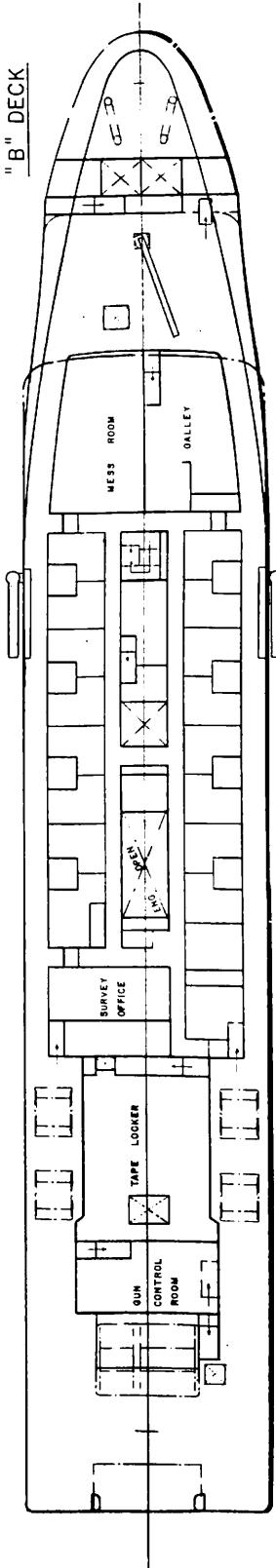
"C" DECK



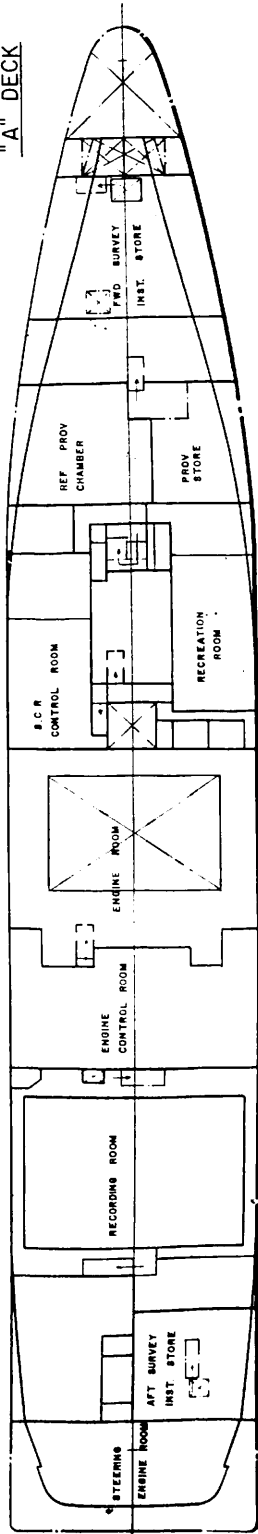
F'CLE DECK



"B" DECK



"A" DECK



Mobil Tankships (U.S.A.) Inc. 向け  
物理探鉱船 "MOBIL SEARCH" 一般配置図

三菱重工業・下関造船所建造

## 船の科学

操舵装置は、シンクロナイズドロータリベーン型を2組設けている。ポンプユニットは4組装備しているが、2組が常用で他の2組は予備である。

最大トルク	13.8 ton-m
電動モータ	5.5 kW×2 2組

### 4・2 諸管装置

一般用途の諸管の他、エアガン用高圧空気管（設計圧力5.000lbs/in<sup>2</sup>）を探査動力用空気圧縮機より、エアガン用マニホールドまで配管している。

### 4・3 消火救命設備

#### (1) 消火消防設備

乗員の人命と貴重な設備を火災より守るために、本船は、防火設備、火災探知・警報設備と共に次の消火設備を設けている。

##### ・射水設備

船内全般にわたりいかなる場所にも、2条の射水が可能となるように、消火栓および各器具を配置した。

##### ・固定式泡消火設備

3%泡バランスド・ブレッシャ・プロポーショニング・ポンプ方式とし、起動操作は各々の防御対象区画に対して独立して行なえるよう、遠隔操作装置を設けた。対象区画は、機関室、補機室はじめ船尾の作業区画を主とした9区画である。

##### ・固定式CO<sub>2</sub>およびハロン消火装置

上部全通甲板中央部にボトル室を配置し、操作は火災制御室と当該防御区画に近い場所より遠隔操作にてガスの放出が出来るようになっている。CO<sub>2</sub>の防御区画は、機関室、コンプレッサー室等5区画であり、ハロンの防御区画は、レコーディング・ルーム等3区画である。

##### ・その他

さらに移動式消火装置を下記の通り設けている。

機関室	CO <sub>2</sub> ×2
ヘリコプターデッキ	ドライケミカル×2

この他に十分なる数の持運び式消火器、消防員装具等を備え付けており、船内火災の予防と消火については万全の対策を講じており、一般船舶に比して信頼性は格段に向上している。

#### (2) 救命設備

主たる設備の要目は次のとおりである。

救命艇	F R P製モータ付61人用×2
同上用ダビット	トラックウエー型
同上用ウインチ	電動モータ駆動自動調速付
救命筏	膨脹式 20人用×2

### 4・4 居住設備

乗組員および研究員が、世界中のいかなる海域に

おいても長時間にわたって、快適で衛生的な生活を営むことができるよう、冷暖房、通風、給湯水、照明等の設備を完備している。

船上生活で特に問題となる騒音・振動については、当社研究部門の研究成果を取り入れ防止に努めている。騒音・振動の発生源である機関室、補機室内の機器の多くに防振・防音対策を施すと共に、居住区側でも浮床構造を始め種々の防音材、防振材、制振材等を大幅に採用している。

居室の防火対策として、壁・天井等内装材として不燃材を全面的に採用すると共に、鋼製家具、難燃性布地等を使用しており、ほぼ完璧な防火構造としている。このような内装は、冷たく単調になり易いため柄、色彩の調整によって解決を図っている。

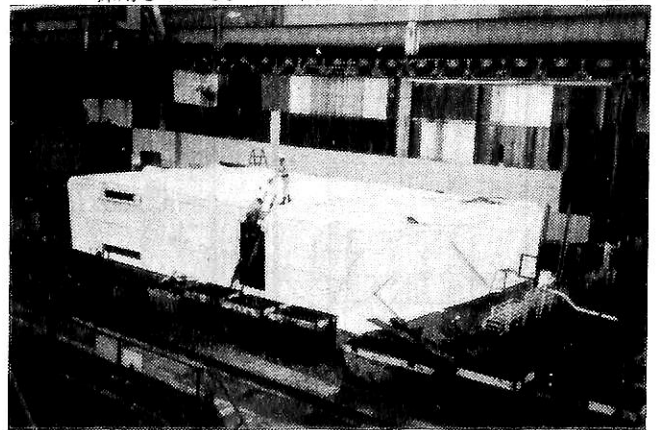
また衛生面では防汚対策を行なっている。

これ等の対策は、各々矛盾した材料および工作法の組み合わせであるが、徹底した事前検討によりこれらの問題を解決した。

さらにこの種の船では居住区の配置、床面積等に犠牲が強いられることが多いので、きめ細かいスペースデザインにより居住性を向上させている。

### 4・5 レコーディング・ルーム

探査された各種のデータは、レコーディング・ルーム内に装備されたコンピュータによって解析・記録されるが、より良い作業環境の確保のために、非常にシビアなる騒音規制値が要求された。本室は一般配置図に見られる通り、補機室直上に配置されているため、主機関を含む各種機器、プロペラおよび舵取機からの高レベルの固体および空気伝播音が予想された。発音側の対策は勿論であるが、受音側である本室は、二重船殻構造方式および制振材を採用した二重床構造を含む三重の防音対策を採用している。なお本室内の設は、船体と完全に独立し



レコーディング・ルーム用内設構造物

た構造体としているが、荒天時に内殻の移動がないように非常用支持装置を設けている。

公試時に計測した騒音値は、本室55 dB(A)、居住区60 dB(A)の要求値をいずれも満足した。

#### 4・6 探査関連装置

一部船主が米国にて搭載する機器(※)も含めて、下記の機器を搭載している。

- 1) ストリーマ・ケーブル・リール電動油圧式 × 1
- 2) マグネットメータ・リール 同 上 × 1 ※
- 3) ガン・ホース・リール 同 上 × 4 ※
- 4) ガン・ホース曳航用チェーン 同 上 × 2 ※  
ウインチ
- 5) トラベリング・ホイスト 空圧式 × 2
- 6) ガン・ホース・ホイスト 電動油圧式 × 2
- 7) 予備ガン・ホース・リール × 1
- 8) オーバ・ヘッド・リール 電動油圧式 × 1
- 9) 油圧ユニット 55 kW × 2 × 1
- 10) 同 上 55 kW × 3 × 1
- 11) 作業艇 30フィート128 HP × 2 基 × 1
- 12) 同上用ダビットおよびウインチ × 1

#### 5. 機関部

##### 5・1 計画要求事項

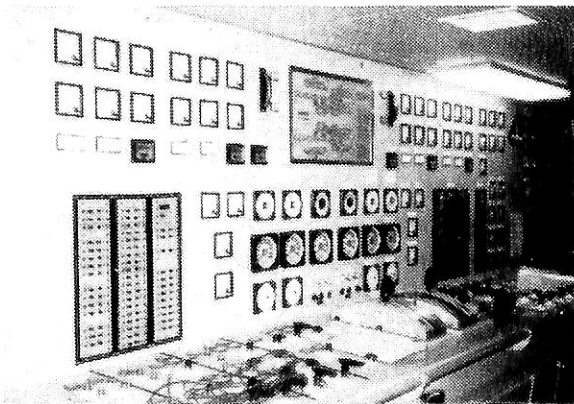
本船の機関部装置は下記の要件を満足し得るものとし、設計に当っては、それらの機能が効率良く発揮できるように考慮された。

- (1) 年間を通しての本船の稼働時間は、一般航走が5～6 多程度で他は探査状態である。航走時は航海速度に対応できる推進動力を必要とするが、一方操業時は比較的 low 出力の曳航動力に加えて探査動力源である空気圧縮機の駆動動力を供給し得るパワープラントであること。

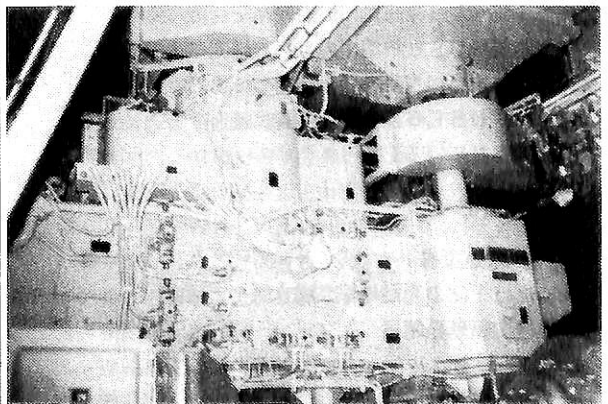
- (2) 探査時の低船速における採船性能が良好であること。
- (3) 機関室スペースがせまいこと。また機器の保守および取扱いの容易化のため、機関の種類と台数は最少限にとどめること。
- (4) 省エネプラントであること。このため特に探査時において、各機関は燃焼良好域で運転され、低燃費の達成およびこれに伴って保守間隔の延長ができること。
- (5) 機関部はUSCG適用の無人化設備とし、小人数乗組員体制でプラントの運転保持が可能なこと。
- (6) 大容量の探査動力源空気圧縮機はSCRコントロールによる直流電動機駆動とし、またこれからの高圧空気管系統を完備すること。
- (7) 機器はすべて清水冷却方式とし、海水管系統を最短にすることにより、機器類の耐食性の向上とこれに伴って保守維持費の低減を図ること。
- (8) 探査中の比較的機関低出力時においても、機関冷却水熱源を利用して船内消費清水の供給ができること。
- (9) 船内騒音対策として、発音源である機器に対しては、防振防音設備を設けること。
- (10) 狭い機関部スペースではあるが、機器の周辺は分解組立が容易に行なえるよう特別な考慮がはらわれていること。

##### 5・2 主要機器要目

推進機関	4機2軸ダイハツギヤードディーゼル 親子エンジン、2段変速クラッチ付 MR 3,000(3,300)PS + 1,800 PS、1軸当り 可変ピッチプロペラ駆動 ( ) 発電時
パウスラスタ	電動可変ピッチプロペラ式 1台
補助ボイラ	クレイトン型 2台



機関制御盤



推進機関ギヤ装置

探査動力用空気圧縮機	J O Y 横往復多段圧縮式	
	1, 250 HP DC モータ駆動	
	S C R コントロール	3 台
清水冷却方式	セントラルクーリング分離式	
造水装置	アルファラバル	2 台
排ガスサイレンサ	高性能スパークアレスタ形	1 式
自動化計装	オートロニカ, オートレコーダ付	1 式

5・3 概要

推進機関の運転要領は、航海中は4機2軸全機並列運転とし、探査時は親エンジンは発電機駆動とし、主として探査動力源用電力の供給に使用し、子エンジンにより曳航を行なう。親子エンジンは電子ガバナにより、並列運転、負荷バランスおよび同期運転を行なう。なお親子エンジンの各運転モードに対応して、プロペラ翼角を自動的に制限して機関の負荷を抑制する。各機関および空気圧縮機ならびにその他の機器類はすべて5グループに分離されたセントラルクーリング方式により、それぞれの機器が最適のヒートバランス条件で運転可能とし、また1箇所故障が他のプラントの運転に支障を及ぼさないよう考慮されている。各機関および空気圧縮機の出力は、それぞれの運転モードにおいて効率の良い常用負荷域で運転可能なように選定され、また機器の種類を最少限とし、部品の調達が便利であるよう配慮されている。機関室は、空気圧縮機室、主機室および補機室の3区画よりなり、各区画中央部に部品搬出入用交通路を設けて工作室と結び、船内保守修理作業の便を図っている。

機器の防振防音対策として、主機および発電機には特殊設計を施し、また配管装置関係にも防振支持を多用する等配慮してある。機関部自動化計装は、USCG規格に合格する機関室の無人化設備とし、機関制御室における集中監視装置をはじめ、主補機の完全自動運転設備、消防ビルジ系統の自動化およびパンカーリング設備の合理化等を完備し、乗組員の労力軽減を可能にしている。

なお本船はUSCG適用のため、機器および管装置資材は、US規格相当品を調達使用してある。安全設備については、USCGの厳格な検査に適合するため入念に設計装備されている。

6. 電気部

6・1 電源設備

本船には下記の発電機が装備されている。

・主機駆動発電機	2, 200 kW × 2
・独立発電機	1, 200 kW × 2
・非常用発電機	145 kW × 1
・電動発電機	135 kW × 2

上記の電源装置に対して要求された基本的な考え方は下記の通りである。

- ・船内一般負荷は全モードを通じて独立発電機 1200 kW × 1 台にて供給可能なこと。
- ・S C R コントロール・レオナード方式の探査動力用空気圧縮機用電動機 1, 250 HP (output) × 2 台は 100% 出力時に主機駆動発電機 2, 200 kW × 1 台にて供給可能なこと。

これに伴い発電機の運用形態は下記のように計画されている。

- ・通常航海 1, 200 kW × 1
- ・出入港 (バウ・スラスト運転) 1, 200 kW × 2
- ・探査 (探査用空気圧縮機 2 台運転)  $\left\{ \begin{array}{l} 1, 200 \text{ kW} \times 1 \\ 2, 200 \text{ kW} \times 1 \end{array} \right.$
- ・探査 (探査用空気圧縮機 1 台運転) 2, 200 kW × 1
- ・探査 (曳航サークリング) 2, 200 kW × 1
- ・探査 (曳航なし, サークリングのみ) 1, 200 kW × 1

また本船の持つ電源設備の特徴的な仕様は次の通り。  
 ・大容量の 2, 200 kW 発電機 2 台は主機駆動となり、この場合、推進軸と同時駆動の軸発の形態はとらない。1, 200 kW 独立発電機との並列運転が可能である。

・発電機容量の大型化に伴い、A C B 等も U S C G 認定品の最大フレームを使用することとなり、主配電盤のサイズ、機関制御室の配置・設計等に工夫を要した。

・S C R サイレオ方式採用の結果、電気ノイズが心配され、特に S C R パネルと発電機との間の協調をとったノイズ対策が必要となった。S C R ノイズ対策として下記が考慮されている。

- (1) 動力装置が S C R ノイズに耐えること。
- (2) S C R ノイズに対して敏感な機器は給電系統を主電源から切り離し M G の系統にする。
- (3) 回路を一般・敏感・妨害の 3 種に区別し各々の分離を計る。
- (4) 船主支給品である S C R コントロール装置にノイズ対策を充分施すこと。

6・2 航海機器

下記の航海用機器がレコーディング・ルームに装備された航海用コンピュータを中心にシステム化が計られている。全て Sperry 製である。

・航海用コンピュータ	1 式
・ジャイロコンパス MK-29	2 式
・操舵制御装置	1 式
・レーダ MK-4016	2 式



○CAS TM-II (衝突予防装置)	1式
上記以外に下記の船底装備音響機器が合計8ヶ所にある。	
○Raytheon製 ドップラ速力計	1式
○Ametek製 フォワード・スキャニング・ソナー	1台
○Krupp Atlas製 音響測深儀	1台
○Sperry製 ドップラ速力計	2台
○Sperry製 ドップラ・ソナー (PADS)	1台
○Edo Western製 深海測深儀	1台
○Raytheon製 サブ・ボトム・プロファイラ	1台

## 7. おわりに

本船は、引渡し後米国テキサス州ガルヴェストン港に回航され、一部コンピュータ搭載等の最終ぎ装が、船主により施工されることとなっている。

海底油田の開発が進む中で、物理探鉱船の必要性はますます高まるものと考えられ、本船が姉妹船“T. W. Nelson”とともに、世界の海で活躍されることを期待しております。

おわりに、本船の設計・建造を通して、御指導・御協力を頂いた船主をはじめ、USCG, ABS, メーカーの方々に深く感謝致します。

ニュース

ニュース

## 中国から舶用主機関および デッキクレーンを受注

石川島播磨重工業(株)は、このほど中国船舶工業貿易公司から700個積(TEU)コンテナ船2隻分の舶用主機関(IHI-SEMT Pielstick 8PC4-2L型ディーゼルエンジン)2基およびデッキクレーン(35tX2基)2セットを受注した。

今回受注した舶用主機関およびデッキクレーンは、中国・江南造船所が、シンガポール船主Neptune Orient Lines Ltd. 向けに建造する700個積コンテナ船2隻に採用されるものである。

同社は油圧甲板機械のライセンス供与およびSulzer型、SEMT型ディーゼルエンジン機関に関する技術協力などを通じて、中国船舶工業の近代化に協力するとともに交流を深めている。また、最近では本年8月末に大連造船所にSulzer-5RLB56型ディーゼルエンジンのコンポーネント2台分を納入(上海・中華造船所での建造船に搭載)しており、今回の受注もこうした実績が評価され契約に至ったものである。

### 〔受注の内訳〕

#### (1) 舶用主機関

IHI-SEMT 8PC4-2L型ディーゼル エンジン	2台
納期	1台目 1983年6月 2台目 1983年11月

#### (2) デッキクレーン

H 350130-300形	2台
H 350130-260形	2台
納期	1セット目 1983年8月

2セット目 1984年1月

なお、デッキクレーンの2セット目は主要コンポーネントを同社が製作担当し、同社の技術供与先である武漢舶用機械工場に供与し、武漢工場において同社の技術指導に基づいて製作され、江南造船所に納入されることになっている。

## LLP社が日本で初の海事セミナーを開催

英国のロイズ保険組合の出版および海事情報収集機関として知られるロイズ・オブ・ロンドン・プレス社(LLP)では、10月18・19日の2日間、東京・池袋(サンシャインシティ)の英国トレード・センターで海事セミナーを開催する(後援:日本海運集会所、英国大使館)。

講演は「最近の英国判例法による立場からみた定期傭船」「油濁損害をめぐる法律関係」「傭船料支払遅滞による傭船契約の解約」「米・英法の判例とニューヨーク仲裁例などの航海傭船」の4つの課題について行なわれる。また「船骸および貨物の撤去」という議題による討論会も開かれることになっている。

LLP社では海運、造船などをテーマとしたこの種のセミナーを世界各地で開催しているが、日本では初めて。セミナーへの参加料金は9万円(1名、2日間、昼食飲物付)で、参加申込みはLLP社の総代理店である下記のところで受け付けている。

- コーンズ・アンド・カンパニー・リミテッド  
ロイズ海事セミナー事務局  
担当 S. N. W. ジョーンズ, 松井へ  
東京都中央区日本橋2-3-10 (丸善ビル)  
電話 03 (272) 5771

(資料提供: 英国大使館)

## 私の戦後海運造船史(34)

—昭和54年前後—

米 田 博  
(財)日本海事広報協会

### 外航船舶整備緊急対策

#### 第2次石油危機と東京サミット

1979年は第2次石油危機の年であるが、そのきっかけとなったのはイラン革命である。1978年半ばからイランではイスラム教シーア派の最高指導者ホメイニ師を頂点とする反王制運動が急速に盛り上がり、1979年1月パーレビ国王は国外逃避し、反王制派が2月10日イランの首都テヘランを掌握してイラン革命は成功した。新政権は原油生産の抑制政策を採用し、他のアラブ諸国もこれに追従したため石油価格は本史(28)で述べたように1978年バーレル当り13ドルだったものが、急騰して1981年11月には34ドルまで上った。このように石油価格が上昇したことは世界経済に大きなショックを与えたが、世界の石油消費国が「石油輸入抑制をしなければ破局が来るぞ」という危機感を持ったことが大きな変化を生んだ。

このような情勢下で第5回西側先進7カ国首脳会議が1979年6月28、29の両日東京で開かれた。いわゆる東京サミットである。この東京サミットに対抗するかのようにはOPECは6月27日のジュネーブ総会で原油価格を1バーレル当たり14.54ドルから23.75%引き上げて18ドルとし、大勢は更に之に2ドル積み増して二重価格となり、且つ価格の上限を23.5ドルとしたので各国首脳は危機感をあらわに東京サミットに臨んだのであった。

東京サミットは主催国たる日本の大平首相を議長として開かれたが、会議はジスカールデスカン仏大統領が提案した各国別石油輸入抑制目標設定をめぐって大ゆれにゆれた。激しい外交攻防戦の末に決まった日本の輸入目標値は1979、80の両年は日量540万バーレル、85年は630～690万バーレルということになり、他の諸国は日本以上に厳しく抑えられた。

ところが、その後この第2次石油危機が引き金になって省エネルギーと石炭をはじめとする代替エネルギーへの転換が大巾に進み、世界経済が急激に落ち込んだため

各国とも東京サミットで設定した輸入目標を大幅に下廻る石油輸入を行なう結果となり、例えば日本の石油輸入実績は1979年日量537万バーレルから1980年は485万バーレルに落ちた。

ここでサミットの開催地と日本よりの出席者を回顧してみると、(1)1975年ランブイエ(仏)(三木)、(2)1976年サンフアン(米)(三木)、(3)1977年ロンドン(英)(福田)、(4)1978年ボン(西独)(福田)、(5)1979年東京(日)(大平)、(6)1980年ベネチア(伊)(大来外相〔代理出席〕)、(7)1981年オタワ(加)(鈴木)、(8)1982年ベルサイユ(仏)(鈴木)となっており、私自身新聞・テレビなどを通じて各サミットになにがしかの忘れ難い印象を受けているが、やはり東京サミットの報道を最も明確に覚えている。

昭和54年にはこの他、船員制度近代化委員会が4月に発足して18人乗りの実験船による基礎実験を開始したり、8月1日に公正取引委員会が造船不況カルテルを認可したり、IMCO第11回総会が11月16日海上安全・海洋汚染防止等に関する条約決議を採択して閉幕したり、12月アフガニスタンがクーデターを起し、これへソ連が軍事介入した、などがあつた。

#### 利子補給復活

昭和54年度海運関係予算では、計画造船制度について(1)日本開発銀行の融資比率を5%引き上げコンテナ船及びLNG船75%、その他船舶65%に改める。(2)特に高度合理化船及びLNG船については、49年度末で打ち切られていた利子補給制度を復活させる。という思い切った措置がとられた。これは外航船舶整備緊急対策と称せられ、昭和54～56年度の3年度をその対象としている。この措置となった背景には51～53年の3年間計画造船を中心とする日本国籍船の建造が非常に少なかったため、これでは外国用船に頼ることが多くなりすぎるという危機感があったのは勿論であるが、造船大不況を国内船でカバーしようという意志が強く働いてこの措置がとられ易かったことも否定できない。

参考文献1)で開銀総裁吉瀬維哉氏は「計画造船」と題する論説で「330万トン、199万トン、194万トン、

95万トン、17万トン、26万トン、30万トン、163万トン、184万トン、180万トン、この数字が昭和47年度から56年度にいたる10年間の計画造船の建造量である。」と述べておられるが、47～50年度平均205万トン、51～53年度平均24万トン、54～56年度平均176万トンとならべてみると利子補給の建造促進効果が如何に大きなものであったかが理解できよう。

### 商社の船舶営業

昭和54年5月私は川鉄商事を退職し、(財)日本海事広報協会に常務理事として勤務することとなった。本史29に述べたように、昭和45年7月に私はたまたま与えられた貴重なチャンスに勝負をいどんで役所を中途退学して商人になったのであるが、残念ながら、53年頃に造船所をやめた何人かの友人同様石油ショックにつまずいて、約9年にして川鉄商事を去ることとなった。私を招いてくれた川鉄商事の期待に十分応えることができなかったのは心残りであるが、無から出発した川鉄商事船舶部が一応の成長を遂げ、私の後継者が育ててくれていることについては深い満足感を持っている。川鉄商事の好意にいつまでも甘えているわけにもいかないので身のふり方を模索していたところ、運輸省の先輩、友人、現役の方々のご配慮によって、再び運輸省に関連した仕事をさせていただけることとなった。

川鉄商事で常勤顧問をやらせていただいていた期間は5カ月であるが、この間に私は今までにも屢々引用した『川鉄商事25年の歩み』の船舶営業の部分の第一草稿を可成り詳しく取りまとめて記録に残し、一方日本海運経済学会へ「商社の船舶営業」と題して報告する準備をした。これが参考文献2)であるが、後に54年10月の学会で発表したときの資料などで続篇として「商社の船舶営業各論」と題して参考文献3)を発表した。この両論文はかなりのページ数になるので、そのうち本史の趣旨に添う部分のみを摘出して紹介したい。

#### 1. 戦後より1960年代までの商社の船舶営業<sup>2)</sup>

本史(4)で述べたように終戦後GHQのあっせんにより政府貿易の輸出船が複数为替レートで数多く契約されたが、これは日本政府が外国からドル建で受注したものを円建で日本の造船会社に発注するという形式となっており、丁度現在の商社の役割を政府がやったケースとして興味深い。当時はまだ単一為替レートが設定されていなかったのであるが1ドル=500円前後の円安レートで発注されたものが多く、これにより政府は造船業を助成してその振興を図ったものとみられる。

これら政府貿易船は、(1)ソ連向け及びグアム島向け木

船401隻550万ドル (2)ノルウェー向け補鯨船8隻246万ドル (3)デンマーク・フィリピン等各国向大型貨物船及び油送船13隻240万ドルである。

この間においても商社が外国船主と日本政府又は日本造船会社との間において契約成立のための仲介活動を行っており、戦後における商社の船舶営業は既にこの時から始まっていたといえる。しかしながらその後昭和28年頃までは日本造船業の新造船は国内の計画造船が中心であったため、商社の船舶営業には特に見るべきものはなかった。

商社がその営業力を発揮し、造船業界の受注活動に協力し始めたのは昭和29年以降であった。しかしこの頃の商社の役割は情報提供、通訳程度の域をあまり出でず、営業行為と言える程のものではなかった。その後32～33年以降造船不況が深刻化したとき商社の輸出入営業は単なる情報提供的なものから次第に営業そのものになって行った。

昭和35年(1960年)頃から鉄鉱石及び石炭の専用船による輸送において商社はその荷主として、また輸入業者として活躍するほかに、鉄鋼業側と国内海運業者と造船業とを結びつける上で強力な役割を果し、仕組船においても屢々その中心人物となった。

近年は中小造船業の輸出入市場への進出が顕著であったが、これは主として商社の営業活動によるものであった。特に中小造船に関してはその信用力の関係から商社の単なる斡旋ということでなくて、契約の当事者となるケースが多かった。

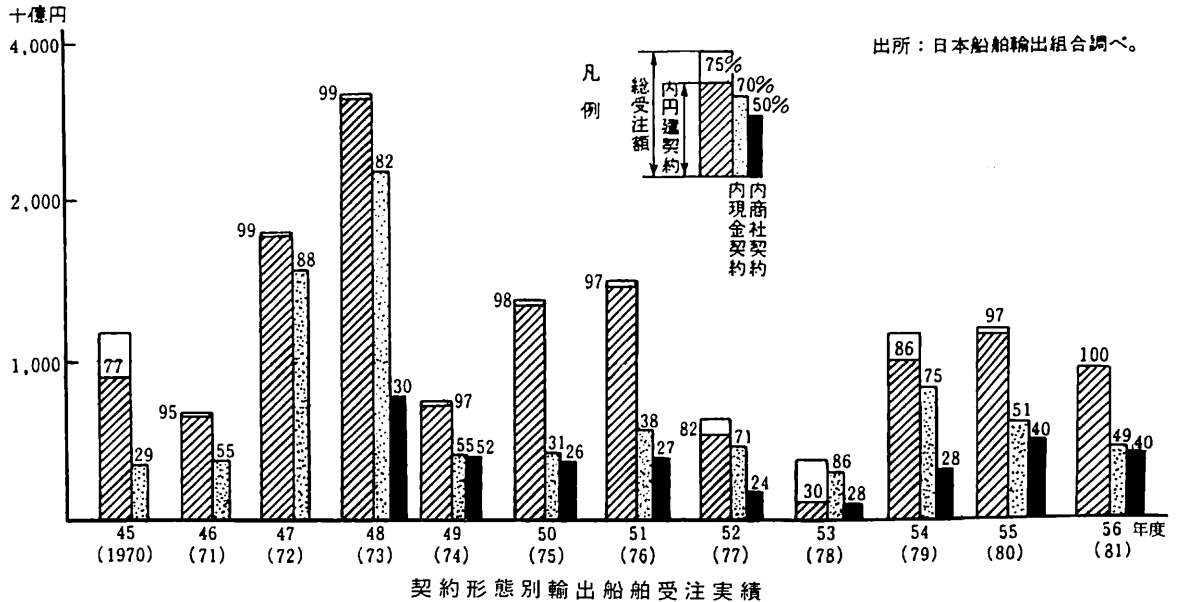
#### II. 1970年代の商社の船舶営業

私は商社の船舶営業に1970年7月から1979年5月まで従事したので、丁度1970年代をこの分野で過したことになる。海運、造船そのものについては実績を回顧し解析した論文は数多くあるが商社の立場からの解析はあまりみかけられないので、私は私自身のささやかな経験を通してみた1970年代の商社の船舶営業を回顧してみたいと思う。

以下に述べるものを見ていただければわかるように商社の船舶営業は新造船については造船会社の営業、特に輸出入営業のカバーするものと非常に近い。また中古船については海運会社の企画部ないし業務部の守備範囲に近い知識と経験を要求されている分野である。

1970年代の商社の船舶営業の活動状況を最もよく表現しているものとして次図を示す。

日本造船業界(および一部の商社)は昭和45年までのドル建延払契約船で大きな為替差損を蒙り、これにこりて、折からの造船ブームに乗って殆ど100%近い円建契



約を実現したが、造船不況が顕在化した昭和52年度以降は、再び円建契約が減少し始め、53年度に至っては全契約の30%に過ぎなくなった。その代り石油ショック以降少なくなっていた現金契約が52年以降急激に多くなり、為替リスクが契約から竣工引渡までの間に限られるよう工夫された。

54~55年度は海運市況の回復と、造船不況カルテルによる生産制限の効果と、円安のお蔭で船舶輸出環境は可成りよくなり、円建が増えている。

これらのうち、どれ程商社がメインコントラクターとなって契約したかという統計は昭和48年度以降しかないが、従来から全体の25~30%が商社契約だったようである。ただ昭和49年度のみは大変異常な姿を呈している。この年は石油ショックによりタンカー発注がバツリ途絶え、商社が外国船主から受注してきた貨物船が新規受注の中心となったため、全契約の52%にまで及んだ。55、56年度は商社契約が40%に及び商社の船舶営業の活躍が顕著である。

### Ⅲ. 船舶建造における商社の役割<sup>2)3)</sup>

船舶建造における商社の役割は、一言でいえば船舶建造潜在需要の顕在化についての貢献であるといえる。

商社は船舶建造の発注と受注の流れの次のような接点において一役買っている。

#### 1) 荷主と海運会社との間

商社は海運会社のために荷主を探し、貨物を集めるお手伝いをする。大手の総合商社などは、自らが雑貨・原材料等の荷主になることがあり、運輸(保険)部がこれ

を担当し、船舶営業に対して有力な援護射撃を行なっている。

#### 2) 海運資金調達援助

信用不足の海運会社に何らかの形で信用をつける仕事で、これが商社の船舶営業の最も中核となっている仕事である。

#### 3) 海運会社と造船会社の間

海運会社が、造船会社の経営力、技術力などに不安をいだいたとき、リスクヘッジを商社に依頼する。また逆に造船会社が海運会社の契約遂行能力ないし誠意に対して疑問を持った場合、商社に海運会社との契約者となることを依頼する。また、為替リスクのヘッジのために、海運会社又は造船会社のどちらかからの依頼によって商社が起用されるケースもある。更に中小造船会社とその苦手とする輸出契約交渉、輸出手続を商社に依頼する場合があり、この場合は商社は主契約者とはならずブローカーないしは事務代行を行なうこととなる。

#### 4) 造船会社と下請、素材メーカー、船用機器メーカー等の間

造船会社としてはメーカー等からちゃんと品物を納めてもらうための保証が欲しいし、逆にメーカー等としてはちゃんと代金が回収できるという保証が欲しい。そこで造船会社側からか、メーカー等側からかどちらかからの依頼により、商社が信用の肩がわりないし契約の履行保証を行なうこととなる。

### Ⅳ. 商社が介入する場合の取引の形態<sup>2)3)</sup>

#### 1) 海運会社が自ら資金調達をし、商社は資金調達の手



伝いはしない場合

- a) 商社が自ら海運会社に積荷保証をし、その見返りとして建造契約への介入を要請する場合
  - b) 商社が取引上発言権を持っている他企業の積荷を斡旋し、その見返りとして建造契約への介入を要請する場合
  - c) 企業が海運会社に積荷を保証し、その見返りとして建造取引に関係商社が介入することを海運会社に要請する場合
  - d) 企業が積荷を保証する船の建造を特定の造船会社に指定する見返りとして、その取引に関係商社の介入を要請する場合
  - e) 主として輸出船の場合であるが、商社が従来からまたは新規に外国船主と強い関係を持ち、この船主が企画する船舶の建造を日本の造船会社に紹介する場合
  - f) e) の特殊ケースとして、外国特に開発途上国の政府筋が自己の政府資金または日本その他からの経済協力資金で建造する船舶の場合は入札となるケースが多いが、この場合の情報キャッチ、入札価格の決定などに商社機能が発揮される場合
  - g) 造船会社の受注船につき形式上関係商社の取引への参入を許す場合
- 2) 海運会社の資金調達のために商社が信用供与する場合
- a) 国内船の場合
    - イ) 船価の全額を商社が融資する場合
    - ロ) 商社が船舶を保有して海運会社へ裸用船に出す場合
    - ハ) 海運会社に対する銀行等金融機関の船価の一部または全部についての融資の元利返済を商社が保証する場合
      - イ) 通常の銀行等
      - ii) 信託銀行
      - iii) 船舶リース
  - b) 輸出船の場合
    - イ) 制度金融
    - ロ) 商社金融

#### 忘れ難い人々

たまたま私が日本船舶輸出組合に出入りしていた間中理事長は砂野仁氏、副理事長が山田一氏であったのでこのお二人とは何度も一緒に旅行するとか、パーティーの席で顔を合わせるなどしてその人柄に魅了された。まことに好いコンビであった。砂野氏については参考文献4)

で川崎重工業の梅田善司氏に思い出話を語っていただいたことがある。川崎重工業の三社合併推進に続く社長・会長、日本造船工業会会長、日本船舶輸出組合理事長などの要職にあってリーダーの役割を果された功績は実に大きい。砂野、山田両氏とは海外商品別輸出会議(船舶)でシドニー、リオデジャネイロ、イスタンブール、ウィーンと4回にわたって御一緒させていただいたが、砂野氏の音に聞く真向法の実演付講義と、水師營の会見、武田節などの全曲歌唱を何度も聞かせていただいたことは忘れ難い思い出である。

山田氏はこの砂野氏を実によく助けておられた。本史でも時々ふれたように、造船工業会時代から輪組時代にかけて、私自身も随分お世話になったが、本来主役でありうる大器が自分を殺して補佐役を務められるのはなかなか努力が必要だったことと思う。

中堅造船所にはワンマンの豪傑が揃っている。故人の中では常石造船の神原秀夫氏が強烈なしかし魅力的な個性を持っておられ、私はそんなに何度もおめにかかったわけではないが忘れ難い印象を持っている。殆ど無から今日の常石王国を築き上げられた過程ではあの強さが必要だったのだろう。私は昭和45年川鉄商事で船舶部を始めた間もなく常石造船に御挨拶に行ったことがある。丁度この頃は沖縄の日本復帰を控えて、基幹産業として大型ドックによる船舶修理業が適当ではないかの考え方から、盛んにフィージビリティ・スタディが行なわれた頃であったが、神原氏は沖縄で大規模なドック建設を目論んで同じ考え方を進めていた川崎重工業と張り合っておられ、私がおめにかかったときも盛んにドック建設の夢を語っておられたのを思い出す。結局は台風の問題その他で沖縄での大ドック建設はどの造船所によっても実現しなかったのであるが何しろでっかいことを考えて次々と実行に移された人であった。

他にもこの欄に御登場願いたい方が何人かおられるが紙面に余裕がないのでこれくらいにしておく。

#### 参考文献

- 1) 吉瀬維哉「計画造船」『しっぴんぐ』1982初夏号、昭和57年6月
- 2) 米田 博「商社の船舶営業」日本海運経済学会『海運経済研究』第13号、1979年
- 3) 米田 博「商社の船舶営業各論」『海事産業研究所報』No.168 1980年6月
- 4) 梅田善司「川重躍進のリーダー砂野仁」『ラメール』第32号、昭和57年1月刊

◀技術随筆▶

船のインテリアあれこれ， 其の十一

種村真吉

22. 船乗りの生活—それぞれの仕事の数々

私の好きな詩に英国の詩人ジョン・メイスフィールドの  
"SEA FEVER" という詩がある。それは、

I must go down to the seas again, to the  
lonely sea and the sky  
And all I ask is a tall ship and a star to  
steer her by  
And the wheel's kick and the wind's song and  
the white sail's shaking  
And a grey mist on the sea's face and a grey  
dawn breaking

I must go down to the seas again, for the  
call of the running tide  
Is a wild call and a clear call that may not  
be denied  
And all I ask is a windy day with the white  
clouds flying  
And the flung spray and blown spume, and  
the sea gulls crying

I must go down to the seas again, to the  
vagrant gypsy life  
To the gull's way and whale's way where  
the wind's like a whetted knife  
And all I ask is a merry yarn from a laugh-  
ing fellow rover  
And quiet sleep and a sweet dream when  
the long trick's over

この詩を見てもどうも日本人は海洋国民といわれながら、ヨーロッパ人の海に対する感覚とは大分違うように思えないだろうか。日本人は自然に対し畏怖的であり、ヨーロッパ人は自然に対しより積極的・征服的に思える。そして海を愛する本当の海洋国民だからこそ、船乗りに対する評価も西欧と日本とで違っているのではなからうか？ 日本では船乗りというと昔海軍士官に女学生があげられたように、米窪太刀雄の『海のローマンス』など

で男子もロマンチックなイメージを海に持ったが、同時に現在の一般の人々には何か横縞のトックリシャツに船員帽をあみだにかぶって上衣を肩にかけ、酒と女とけんかに明け暮れているようなイメージを持っている人も可成り居るのではないだろうか？ このような船乗りのイメージは、一連のマドロスものの歌謡曲や外国の海洋映画が大いに関係しているように思う。

一般の人々の船乗りに対するイメージは上記のような両極端に分れているのではなからうか。しかし、かつては「港々に女あり」といわれたこともあり、実際現代のように造船技術が発達する以前は、外洋の航海に適さない木造の和船で荒い日本の周辺を航海した時代には難船の記録は沢山あり、本当に板子一枚下は地獄というような危険が一杯の時代で、何時命を落すかわからぬという気持が上陸すると有金はたいて遊ぶという気風もつくただろうし、またその金離れの良さを当て込んで、津すなわち昔の港にはオイラン船さえあって、船が入ると船におしかけさえた時代があった。

しかし鉄船から鋼船に変わり船も大型化し安全性が増し、また船員の教育も明治に入ってから大巾に充実するにつれ、船乗りから歌謡曲にあるような人間は徐々に姿を消し、あんなだらしない姿勢の者は現代では殆ど見掛けなくなった。卒業後予備海軍士官に任官した戦前の高等商船出の士官達は背筋をピンとのばした良い姿勢であった。姿勢を正せば確かに人の心もシャンとする。医師の研究でも不良や犯罪者ほど姿勢が悪いそうである。船の生活はあんなグテンとした姿勢ではできはしないから、自然姿勢も良くならざるを得ない。

船のインテリアを考える場合、先に“船内生活と部屋の配置”でチョットふれた船乗りの実際の船内生活を詳しく知らなくては良い設計はできてない。ではどのような仕事をし、どのように生活しているかみてみよう。

船の生活は大きく分けて航海中・入出港時・碇泊中に大別できる。一番問題なのは船の生活の大部分を占める航海中の生活で、またこれは当直のある者・無い者に大別できるだろう。当直のあるのは甲板部の士官およびクォーターマスター、機関部の士官・部員および通信部で、

船長、機関長（最近一部の船会社では当直に入るところもあるが）、甲板部の前記以外の部員、事務部の士官および部員・船医には当直はない。

キャプテンは航海中は毎日正午のコース決定、狭水路航行時のブリッジでの指揮、待避訓練の指揮、船内巡回、客船では客の相手（この客の相手が我儘な自分勝手な人間が多くて困るのだがその相手をするのがいやさに客船の船長になるのを断わり貨物船の船長を選んだ人もいる程である）、またキャプテンは船内での警察権をもって船内全般の秩序維持を行なわねばならない。出入港時にはブリッジで指揮をし、港に着けば公的機関との対外折衝を行なう。

甲板部士官は航海当直中は船舶、島嶼、灯火、陸地、また遭難船、流水などの航路障害物の発見、自船の速力、航路等に変化を発見した時には船長に報告しログブックに記入する。要するに自船の運航について関係あると思われる種々の事項についての見張・記録である。また天候の変化に対し船の開口面についての適当な処置、その他火急な出来事の際の応急処置および事後報告、さらに陸岸近く航行する際は上記に加えてベアリングやレーダー、ロランなどの諸機械で常に自船の位置の確認、漁船・漁網などに対する注意を行ない、大洋航行中は正午に天測により自船の位置を算出し、太陽の出ない時は夜間星が見えれば星を天測して自船の位置を確認する。

上記の当直中の仕事のほかに、

チーフオフィサー（一等航海士）は人事考課表、Stowage Plan, Hatch list, Check book (Tally book), Mate receipt sign, Over time check, Docking order の作成、労務・病人・航路事情・荷役事情等の報告書の作成、作業日誌、清水飲料水のメモ、積付計画等を行ない更に船体の保全に対する管理、船内に周知せしむべき事項の告示、船医の居らぬ船では医療等を行なう。また出入港時には船首に居りブリッジの指示によりボースン、カーペンター、セイラー等の部員を指揮して接離岸、ブイへの繋離船作業を行なう。碇泊・荷役時には碇泊当直として気象・海象の状況、錨鎖・繫索の状態、外来者の有無等に注意し、荷役についてはその全般の責任者としての監督と荷物の種類によっては船のシフト、重量物・嵩高品の揚卸の際には直接指揮をし、ステベや荷主その他の来客との応待、甲板部日誌の点検、船体属具等に注意をする。入渠中は修理箇所点検、ドック側との折衝等を行なう。

セカンドオフィサー（二等航海士）は海図改補、水路誌チェック訂正、Abstract log (撮要日誌主として航海関係)、Over time 報告（サードオフィサーが作成するこ

ともある）、船用品 Inventory 等を作成し、航海関係機器保管、航海計算を行なう。出入港時には船尾に居りブリッジの指示によりクォーターマスター、セイラーを指揮して接離岸・繋離船作業を行なう。碇泊・荷役時には碇泊当直のほかには荷役時には一等航海士の補佐として後部船艙の荷役を担当する。また出港前には操舵機、テレグラフの試験をし、入渠中は修理箇所点検を行なう。

サードオフィサー（三等航海士）は消耗品報告および請求、航海日誌の整理、一等航海士のデスクワークの補佐をする。出入港時には船長およびクォーターマスター1名と共にブリッジに居り船長を補佐するとともに船長の命令を各部所に伝える。碇泊・荷役時には碇泊当直のほか荷役の際には一等航海士の補佐として前部船艙の荷役を担当し、かつ荷役終了後の喫水の計測、甲板部消耗品の受取、出港前には通信器・汽笛などの整備を行ない、入渠中は修理箇所点検を行なう。

上記各士官の碇泊当直は航海中と同じ時間割で各士官が当直する。

余談であるけれどもこの甲板士官の呼称にメートとオフィサーの2つがあるが、メードを使うのはキャプテンがオフィサーに対して使う位で他はすべてオフィサーを使う。筆者は部外者がメートを使って船内のひん燈をかうのを見たことがある。このような慣習も充分注意する必要があるだろう。

甲板部士官の仕事は上記の如くであるが、では甲板部の部員はどのような作業をしているのであろうか？

当直のあるクォーターマスターたちは航海中手動操舵の船では1名は操舵、他の1名は風力・風向・大気温・海水温の定時的測定、海面状況の観測、他船と遭遇せる時の信号の発受、当直中行なった船務の記録、航海用具の手入れ、各室時計の時差修正等を行ない、オートパイロット船では2名で上記作業を行なう。そして危険水域航行時および出入港時には手動操舵を行なう。また碇泊・荷役・入渠時には舷門当直として船内保安にあたり、満干潮・気象・海象の変化による錨掻き（走錨）・繫索・繫鎖などの監視・舷梯の揚降、通船の発着、出入者の保安監視を行なう。

当直のない甲板長（ボースン）・甲板庫手（ストーカー）・船匠（カーペンター）・甲板部員（セイラー）はそれぞれ次のような作業をしている。作業は5～17時のあいだに実働8時間行なう。

ボースンおよびセイラーは航海中は船内の清掃、ワッシュデッキ（このワッシュデッキとは木甲板のある船では椰子の実を横に2割にしたものを両手にもって砂と水をまいた甲板を横列にしゃがんで摺りながら洗い流す仕

事で筆者も若い時にやったことがあるが物凄く体力がいるもので小さな上部デッキであったけれど半分も進まぬうちに落伍してしまったことがある。), ペイント塗, 鋼索類のグリース塗, 鋼壁の石鹸拭き, 真鍮磨き, 索具仕事, 帆布仕事を行ない, 入港前には艙口覆いの撤去, 繫船用ホーサー, ワイヤ等の索具類の準備, チェーンストッパーの取外し, 錨鎖管, ホースパイプカバーの取外し, 荷役用索具, 滑車の取付, 揚貨機(ウインチ)の試運転などを行なう。手動操舵船では甲板部員の若干名は操舵当直にたつことがある。作業はクォーターマスターと同じである。

また最下位の部員はボーイ長と呼ばれ甲板部員のために配膳, 後片付け, 風呂準備を行ない, 下から2番目の部員は船内の便所掃除を行なう。出入港時には綱取作業や錨・錨鎖の洗滌, 出航後は艙口の閉鎖, ラッシング, ブームの格納・索具・滑車類の整理・格納・船内の清掃を行なう。碇泊・荷役・入渠時等には荷役中の船艙内の盗難防止などの外は航海中作業と大差はない。

ストーキーも上記と作業内容は同様であるが, ただ甲板部消耗品の管理および油灯のある船では船灯の管理を行ない, 出入港時にはムアリングウインチの操作をする。

カーペンターは航海中は木製品の製作修理, 朝夕2回の水槽, 塗水(ビルジ)の測尺および記録, 一等航海士への報告, 各開口部の見廻り, 必要に応じての閉鎖, 航海士の命による水槽, 二重底内の水の移動, 入港前の揚錨機の試運転および出入港時の運転を行なう。碇泊・荷役・入渠時は他の甲板部員と同様盗難防止なども行なうが仕事は航海中と変りはない。タンカーではポンプの運転もカーペンターが行なう。

機関部は機関長を除いて上官・部員共全員当直制である。

チーフエンジニア(機関長)は機関部の責任者として船長を補佐し機関関係全般の業務の統轄, 機関部員の教育訓練を行ない, また人事考課表, Abstract log, 燃料潤滑油, 養缶水の報告書を作成する。出入港時には機関関係の総指揮をし, 碇泊, 荷役・入渠時の機関要部解放の際は直接指揮をする。また入港時には対外折衝を行なう。

機関部士官は航海当直中は主機および補機の冷却水温度, 海水温度, 爆発状態, 缶水の塩分含有量, その他機関の運転に関係のある種々な状態, 即ち音や水, 油, 蒸気の漏れや循環状態, 摺動部の温度変化および機関室, 燃料油槽, 養缶水槽などについての監視とそれ等の変化に即応する処置, 機関長への報告, 機関日誌への記入, 甲板部への航海に関係ある事項, 即ち主機の停止・試運転

などおよび港湾規則に関係ある時に連絡をする。

航海中機関部員はナンバンやエンジンスターキー等の役付も含めディーゼル船では2~3名の当直で, 各軸受部, 摺動部への注油, 各機関の正常な運転状態への注意, その他当直機関士の命ずることを行なう。スチーマーの場合は, 油焚の船では上記の作業以外にファイヤマンの汽缶焚作業が加わり, 今ではもう殆ど無いであろうが石炭焚きの船では石炭繰作業やアス捲作業があった。スチーマーの場合は副缶日誌の記入が必要である。なお機関部部員も最下位の部員は甲板部と同様配膳, 後片付, 風呂準備を行なう。

機関部士官は前記の当直時の仕事のほかに,

ファーストエンジニア(一等機関士)は機関部諸帳簿の整理, 諸機械, 機関部主管器材の整備, 保全, 修理を行ない, Docking order, 消耗品請求(セカンドエンジニアが行なうこともある), Over time 報告, 作業日誌の作成をする。出入港時にはブリッジからの命令により主機の運転を行なう。碇泊・荷役・入渠時には碇泊当直として使用中および停止中の補機, 汽缶の状態, 石炭庫, 油槽, 養缶水などの現状について注意するとともに他部との関連事項の連絡, その担当の主機などの開放・整備・復旧の際の指導, 来客との応待を行ない, 入渠中はさらにドック側との折衝, ドックの修理手入部分の点検を行なう。今でこそ何万時間も無解放で主機の運転が可能になってきたが以前は碇泊すると必らず数本のピストン抜をして手入したもので仲々大仕事であった。

セカンドエンジニア(二等機関士)は航海当直の仕事のほかにその担当の主として発電機関係諸機械の整備・保全・修理を行ない, さらに消耗品の受渡しリストの作成・管理をする。スチーマーでは主汽缶関係の整備・修理・保全が加わる。出入港時には主としてその担当補機の部署につく。碇泊・荷役・入渠時には碇泊当直としてファーストエンジニアと同じ業務を行なう。その他その担当補機類の整備・手入, また燃料・養缶水などの積込に際してはそれに立会い, 質・量の検査, 属具・備品の整備を行なう。入渠中は以上の業務とともに一等機関士の補佐として修理, 手入部分の点検を行なう。

サードエンジニア(三等機関士)は航海当直のほか主として機関日誌の整備, 甲板補機(荷役, 繫船機械など), 機関室補機(発電機を除く電気装置など)の整備, 保全, 修理を行ない, 消耗品報告, 請求, Over time 報告の下書, 諸計算, Log book の清書を行なう。出入港時にはその担当機器の部署につく。碇泊・荷役・入渠時には碇泊当直として一等機関士と同じ業務を行なうほか担当補機類の整備, 手入れ, 消耗品の受取りのほか二



等機関士と同様である。

機関部部員は航海中の仕事のほかに機関士に命ぜられた仕事を行なう。

通信部は士官のみで部員はいない。

チーフオペレーターは局長と呼ばれている。

戦前は局長1人で事務長も兼ねた仕事をしていた。戦後オペレーターは局長、セカンドオペレーター、サードオペレーターの3人となり当直するようになった。しかし最近になってオペレーターの人数は減りつつある。

通信部の仕事は本国よりの定時的ニュース、気象報告のほか本船宛通信の受信、時間合せ、天気図の作成、本船よりの気象報告の発信、船長より命令のあったものの通信、船内新聞の発行、救難信号の発受信などである。上記の当直時の仕事のほかに時間外には局長は人事考課表、Over time 報告、修繕記録の整備、Docking order 業務日誌をつくり、

セカンドオペレーター（二席通信士）は日誌抄録作成（3カ月または1航海単位）、電報関係書類整理（毎月末）、業務日誌を作成し、

サードオペレーター（三席通信士）は消耗品受払、請求、電池日誌、船内新聞（C/ope～3rd/ope）、天気図（C/ope～3rd/ope）、社船連絡（C/ope～3rd/ope）、公文書の訂正・補遺を行なう。

また通信部全体の作業としてバッテリーの充電、碍子の塩落し、無線機械の手入れ・修理・保全・整備、通信部消耗品の受渡しリストの作成・管理などを行なう。出入港時には港湾管理当局との連絡のほかは特にすべき仕事はない。

これら当直のある人々は当直の前後にトイレに寄るからトイレの位置はブリッジへの階段の近くに置き、またその近くに機関室への降り口およびオイルスキンのロッカールームを置くべきである。

事務部には当直はない。司厨関係は事務部に含まれる。

パーサー（事務長）およびクラーク（事務員）はShipping order（送状）、Bill of loading（船荷証券）の作成、貨物の個数、噸数の集計、托送品関係の受払リストの作成、消耗品報告および請求、船員土産品リストの作成、雇入雇止手続書類、転出入書類、身分証明書作成、船内経理事務すなわち給料計算、購入品リスト作成（船内食料経理）、検疫関係事務すなわち乗組員名簿、船客名簿、申告書（噸数・船長名・国籍・仕向港・積荷種類・消毒証明書有効期限・船内病人の有無・船内鼠の有無・寄港地等記載）の作成、移民官関係事務すなわち乗組員名簿、船客名簿の作成、税関関係事務すなわち乗組員名簿、船客名簿、乗組員携帯品目録、船用品目録（野

菜・肉・酒・米を含む）タバコ、酒目録、マニフェスト、托送品目録の作成を行ない、さらに外国航路ではシールすべき諸品をシールロッカーに集めて保全し、検疫・税関、その他の役人・来客などとの事務連絡・接待のほか、食料品・消耗品の購入・積込およびそれらの立会、質・量の検査などを行なう。

司厨員の長チーフスチュワードは外国船では日本船より仕事範囲も広いようではあるけれども、船内の女房役としてまた食事ということに対し外国人の方が日本人よりずっと重要視していることもあって、上級士官級であるが日本船では職長級である。どうも日本人には「早飯、早糞武士の一芸」という考え方や、仏教の飯食を五慾の一つであるという考えや、「正に良薬を事とするは形枯を療ぜんが為也」ということが根底にあって美味求真というようなことは、本音はともかくたてまえでは軽く見る傾向があるように見える。しかし娯楽の少ない船では特に食事は最大の楽しみの一つなのだ。

航海中コックの仕事は食事時間が船内では朝食が7:30～8:30、昼食が11:30～12:30、夕食が3:30～5:30でこれは当直者の交替時間に合わせてきめられて居り、これに間に合うように作業する。

チーフスチュワードは食糧品の管理および毎日の献立作成、司厨部員の作業の監督を行ない、

コックは料理用の材料の準備・調理・後片付・ギャレイの清掃等を行ない、

ボーイはギャレイからパントリーに料理を運びそこで盛付・配籍・給仕・ダイニングサルーンやオフィサーズメスルームの清掃、士官の私室の清掃、士官居住区通路の清掃、士官のメイクベッド、士官の衣類やリネン類の洗濯（もともと下着類は士官も入浴時などに自分で洗ったりもするが）、アイロン掛け、士官浴室の清掃、またランニングウォーターのない船では各洗面台の水差しへの水の補給、士官用の風呂準備などを行なう。出入港時にはとくに仕事はないが碇泊中は食糧の積込および来客用の調理接待業務が加わる。

衛生部はドクター1人で、仕事としては負傷、疾病の手当、官庁への報告書の作成、医療器具、薬品の管理などを行なうが最近ではドクターの乗る船はグンと減って衛生管理の資格を持つ士官がこれらの業務を行なうようになった。

ではこれらの人々の主として航海中の睡眠・食事・入浴・洗濯などの時間を除いた自由時間には何をしているのであろうか？ 船内の実情調査例を見ると、割合の大きい方から並べてみると、仮眠、軽い読書、マージャン、新聞、休息、雑談、運動、研究・勉強などとなっている

が実態を見ていると、船乗りが一番好きなのは、船の言葉で「肩をふる」という雑談であるように思える。話の内容は上陸中の出来事が主で、どんなに自分がモテたかとか、どこそこにはどんな美人が居たかという話が男世帯の船ではどうしても多くなる。そしてそれに尾鰭をつけたり、誇張したりして話すわけだが、そんなに種がある訳ではないから出港して4、5日もたてば話の種はつきてしまうという訳だ。

そのほかの碁・将棋・マージャンなどの娯楽は意外なことに余りしないで、主体は文学書・評論・随筆・雑誌などの読書と専門の勉強であり、時にレコードを聞いたり、モデルシップやボトルシップを玄人はだしにつくったり、写真の現像、絵画などのホビーをしたりすることがおもなもので、飲酒も一般にはあまりやらない。これはそれぞれ当直や仕事をもっており、時間的にもずれていて集まってすることは当直のない人々に限られ、またその時間に眠っている人やデスクワークをしている人もいる訳だから、音をたてて他の人々をディスターブすることには極度に神経を使っているのである。

碇泊中は士官も部員も仕事に支障のない限り、士官は当直者を残し、部員は半舷上陸をする。しかし荷役設備の効率の良くなった現在昔のように長い碇泊ではないし、碇泊中も荷役や当直その他の仕事があり、上陸は主として夜間の極めて僅かな時間に限られ、場合によっては上陸も出来ない。

男だけの娯楽も極めて限られ、見えるものとしては果しない海と空と阿房鳥と鯨や海豚、そしてたまに鳥影、そして強大な自然が相手だけに何時の変化にも応ずるだけの精神の片隅での絶えざる緊張の生活、全て自分だけの誰にも遠慮・気兼ねのいらぬ解放された時間や家庭の団らんなど全くない規律のものと生活は男らしいといえはいるだろうが、どれだけの人間がそれに平気で堪えられるであろうか？ 多くの者は精神的・肉体的に負担を感じているのである。

実際ウォッチのあるものの、勤務時間は4時間きざみに一応きまっているものの、船の居住区は職住接近しているために非番であっても精神的緊張はまったく解放されるわけにはゆかない。甲板部の士官は海象に常に注意を払っているし、機関部の士官などを見ていると今までリズムカルに響いていたエンジン音が少しでも異常を示すと、彼等は敏感にききつけて非番のものもエンジンルームに飛んで行くし、皆神経をとがらせている。これらの船乗りたちの精神的緊張が疲労におよぼす影響は肉体労働の疲労に勝るとも劣らぬものがあり、むしろ肉体的疲労は睡眠により一般に回復しても精神的疲労は回復しきれず

蓄積される傾向がある。

船内の生活は極めて限定された空間で前述のように職住接近のため、陸上勤務者よりもずっとこの精神的労働は多く、事実陸上の輸送機関である私鉄従業員とフリーカー値によりその疲労度を比較してみると、休日の翌日を100として私鉄の従業員は週末に最大12%程度であるのに航海士は出港後3日目位で平均20.8~24.2%にも達するのである。さらに一般の傾向として最高値は陸上の人々では朝であるのに船乗りは昼間ないし午後が一番高くなっていて、これは慢性疲労の状態にあると判断されている。それだからこ前に記した余暇時間の実情調査例でも仮眠や休息が二つも入っているのもうなづけるのである。

以上概略記したことで明らかなように船乗りの生活はハードであって『帰ってきた酔っぱらい』という歌の文句ではないけれども「世の中そんな甘いもんじゃおまへんで」ということで、歌謡曲のマドロスのようなことでは船乗り稼業はつとまらない。

彼等の疲労を軽減するためには職住の機能をできるだけはっきりわけ、自室に仕事を持たないようにし、個室の装備は休息主体とする必要があり、従って防音、エアコンディショニングは絶対の要件となるし、大切なことは機器の信頼性を増して精神的緊張をできるだけ少なくすることにある。そして現在のように乗組員が減少し、個室化し居住区が大きくなってくると余計孤独感が増して精神衛生的な問題も生じて来て、できるだけ乗組員が顔を合わせられるような居住区のシステムと乗組員の勤務システムの改善が必要とされるのである。

一方、時代の流れに沿って最近では船乗りの待遇もすっかり改善されて充分な給与と休暇が与えられるようになり、海の男もすっかりサラリーマン化して、ホームスपीドで、港に帰るや否や上陸者は真直ぐ土産を抱えて家路をたどる者が多く途中で飲んだくれてる者はまれなように見える。その反面、海の男の逞ましき、質実剛健、豪気、朴訥の気風が感じられなくなったことに感傷的かも知れないが一抹の物足りなさを覚えるのは私だけであろうか？

(連載おわり)

## ■ 船の科学ファイル ■

定価 700円(亅共)

株式会社 船舶技術協会

昭和 57 年度

## 日本造船学会授賞論文の紹介

編 集 部

「微分方程式の解ける学生を育てるのでなく、微分方程式の書ける学生を育てよう。」というのが、昭和17年発足した東大第二工学部の相言葉であった。創造力、問題開発能力の重要性が説かれたのは、決して最近のことではない。本誌が創刊にあたり誌名にあえて“船の科学”を採用したのも、同じ趣旨を包含していた。

日本造船学会は毎年四篇以内を限って、船舶に関する優秀な論文等に対し日本造船学会賞を授与しており、その判断基準として独創性がもっとも評価せられると聞いている。本誌は新しいところみとして、本年度受賞の四氏に依頼し、受賞研究推進の過程や苦心を、その研究領域の概況とともに要約して頂いて紹介することとした。

内容の深遠かつ豊富な研究を、その周辺を含めてわずかな紙面にまとめて頂くために、著者にはかなりの御無理を御願したが、既に世界の水準にあり、さらにあらゆる分野でこれをぬきこんでる必要を自認する造船関連技術者を含む多くの読者に、一層広汎な基盤からの独創性、問題開発能力の重要性を認識して頂ければ幸いである。

以下に、昭和57年度日本造船学会授賞論文の表題一覧を示す。

- |                            |      |
|----------------------------|------|
| ○ 自由表面衝撃波の研究               | 宮田秀明 |
| ○ 波浪発電装置に関する基礎的研究          | 前田久明 |
| ○ 非線形性を考慮した波浪中の船体縦運動および縦強度 | 深沢塔一 |
| ○ 有限要素法での混合法的観点からの新要素の開発   | 神田芳文 |

## 自由表面衝撃波の研究

宮田 秀明\*

東大水槽における約5年間の船体近傍の非線形波に関する研究が受賞対象であって、この研究結果は、9篇の論文にまとめられている。この研究内容の極く大雑把な概要と、その周辺の考え方について記してみることにする。

## 1. 従来の造波抵抗理論の限界

ケルビン、ハブロック以来、種々の造波抵抗理論やその改良法が発表され、それぞれが、正確度の向上した船型設計に有益な理論と主張されてきた。比較的最近では、ギロトン法、低速造波理論、ランキン・ソース法などがある。しかし、これらの新しい理論も、実際の船型設計の手法として利用しようとする、それら固有の不完全さが露呈するのが通常であった。結局、純粋に理論的な造波抵抗計算法は、船型設計に対して、ごく定性的な情報を与えるに止まっている。造波抵抗理論が、最も大きく活用された例としては、乾教授らの船首バルブの研究や、堤氏ら、松井氏らの波形解析的船型改良法などが挙げられるが、前者は、物理現象の的確な把握と鋭い直観によって、後者は、実験データの的確な解析によって、それらの実験の有効性が保証されることになったと考えられる。

従来の造波抵抗理論は、単独では大きな有効性を発揮することが少ない。翼理論や船体運動理論が、その精度さえ高めれば有効な解を与えるのに比べて、奇異にさえ感じられる。従来の造波抵抗理論による解と実際の大きなギャップの原因はどこにあるのであろうか。物理現



図1 単純形状模型船の波紋写真

象の把握そのものに問題があるのではないであろうか。最も基礎的な仮定である、微小波高の仮定、自由表面条件の線形化などが、現象の把握を大きくゆがめているのではないだろうか。これが、本研究の端緒の発想である。

この発想が、基本的に間違っていないであろうということは、抵抗試験から求められる造波抵抗と波形解析から求められる造波抵抗との間の、場合によっては非常に大きい差異と、そして何より永年に亘って東大水槽に蓄えられた波紋写真によって直観することができた。

## 2. 船体近傍の非線形波

流体において起きる波のうち、深水域において船の作るケルビン波は、線形な波の典型と考えられてきた。一方、非線形な波としては、超音速空気流における衝撃波や河川におけるボアなどが良く知られている。波紋写真に見られる船体まわりの造波現象は、ケルビン波としての特徴を示しているかという、全く逆で、むしろ超音速空気流における衝撃波やボアに近い。ケルビン波は、船体より遠く離れた位置における解であるから、当然であるが、船体近傍には全く異質な非線形造波現象が存在していることが明瞭である。ケルビン波は、この非線形波を取り囲むようにして、遠方に広がっているのが普通である。

本研究のうち、かなりの部分が、この船体近傍の非線形な波の特性の実験的調査に関するものである。広範な実験の結果次のようなことが明らかになった。

- 1) 波頂において流れの不連続線を形成する。
- 2) 場合によっては $60^\circ$ を超える急峻な波で、自由表面に非定常運動を伴う。
- 3) 不連続線前後の流れの速度ベクトルが、一種の衝撃条件を満足する。
- 4) 波頂線の角度が、フルード数や水線入角によって、系統的に変化する。
- 5) 波エネルギーが散逸されて、後流中の運動量損失に変化する。
- 6) 自由表面に近い、比較的薄い流体の層において起きる現象である。

これらの特性は、超音速空気中の衝撃波と多くの点で類似が見られ、また、自由表面の特異性によって生じられる非線形造波現象であるので、この非線形波を自由表面衝撃波 (free surface shock wave) と呼ぶこととした。非線形浅水波と衝撃波との類似関係は古来より知られていたが、深水域の船の非線形造波もまた似た特性



を持っているのである。

自由表面衝撃波の発生以後の時系列的なプロセスを考えてみると次のようになるであろう。

1) 船体近くの急激な速度変化によって、自由表面に急峻な波が発生する。2) 波の急峻さ故に、波頂において波崩れ、同時に波エネルギーの散逸現象が起きる。3) 散逸に伴う流れは、乱動を伴って拡散され、後流中の運動量損失となる。4) 3)と同時に、急峻波のエネルギーの一部は、分散関係によって遠方場まで広げられ、ケルビン波を形成する。

波源における非線形波の形成と遠方場における線形波の形成の関係は、もっと身近な現象においても観察される。水滴が水面に落下する現象を考えてみる。落下点では、冠状の急な勾配を持った波が形成され、しぶきが飛散したりする。つまり、波源近くでは非線形な波が発生し、水滴のエネルギーの一部は散逸してしまう。また一方、波源より円環状の波が分散的に広がって綺麗な波紋を形成する。水滴のエネルギーの一部は、波源において散逸され、一部は線形な分散波として広がっていくという現象である。多くの流体の波動現象は非線形な部分を持っており、その寄与の大きい場合は、線形化による理論的説明は破綻をきたすことになる。

### 3. 船体近傍波の数値解析

自由表面衝撃波の存在を認識すれば、従来説明の困難であった多くの事柄の説明がつくことになる。バラスト状態の中低速船の造波抵抗曲線が、かなり低いフルード数域でハンプを持つこと；肥大船（特にバラスト状態）の船首バルブや、高速船の船尾端バルブの効果が、波形解析に現われないことがあること；線形造波抵抗理論によれば、肥えさせるべきである超高速船の船首も、実際は、水線位置では可能な限りファインにするべきこと；などである。

これらのことに対しては、現在は自由表面衝撃波の特性から、どちらかといえば定性的な説明を行なっている段階であるが、理論解による説明を明確に行なうには、数値解法に依らざるを得ない。非線形な現象に対しては、解析的な従来の造波抵抗理論のような方法が役に立つことは、本来望むべくもないことであると思われる。流体力学問題に対する数値解法の導入は、新しいことではないが、現象の特性を良く理解した上で、手法を選択する必要がある。自由表面衝撃波の解析に対して、MAC法（Marker And Cell method）を基本手法として使うこととしたが、その理由は、1) 自由表面問題に適している、2) 非線形境界条件の問題に適している、3) 次元やディメンジョンの拡張による計算量の増大が、比較的ゆるやかである、などである。

深水域を進行する浮体のまわりの流体現象に適するように修正したMAC法をTUMMAC法（Tokyo University Modified Marker And Cell method）と呼び、現在、楔形模型船のまわりの非線形波の発生が、数値解として得られるようになってきている。流体運動の基礎方程式であるナビエ・ストークス方程式と連続の方程式を直接解く方法であるので、東大の計算機システムでも、1ケース30分ぐらいのCPU時間を要しているが、いずれ、任意船型の前半部の船体近傍造波の数値シミュレーションが可能になり、同時に、計算機の発達によって計算コストも下がることを期待している。

本研究は、まだまだ途中の段階であるが、今までの研究から、2つの教訓を得ることができた。一つは、問題志向型または湧き出し型の研究の重要性である。その重要性は、在来理論の改良や高精度化に類する研究とは比較にならないだろうと思われる。もう一つは、数値流体力学の可能性に対する実証的認識である。非線形現象が問題になることの多くなった現在、数値解法の活用はもっと考慮に値すると思われる。

（\* 東京大学 船舶工学科）

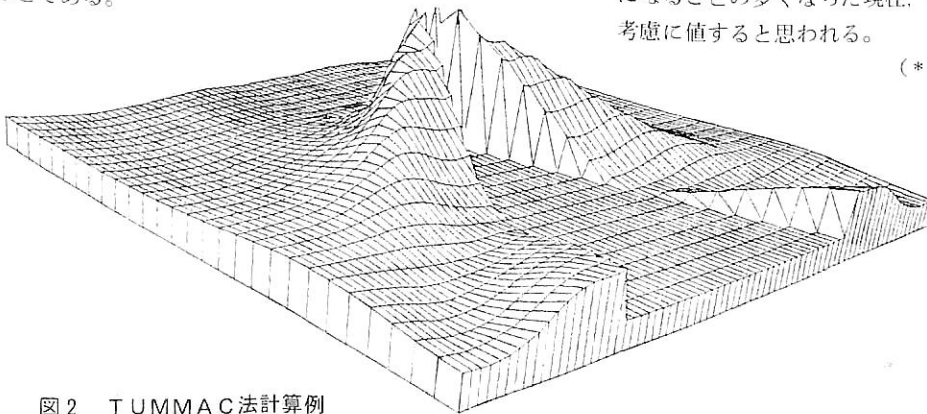


図2 TUMMAC法計算例

## 波浪発電装置に関する基礎的研究

前田 久明\*

### 1. 船と海洋波

船は波の中で何故揺れるのだろうか。船は波からどれだけの力を受けているのだろうか。この簡単にみえる疑問から筆者の興味は船と波の相互干渉というテーマに向かうことになった。

折しもぼりばあ丸、かりほるにあ丸の海難事故の原因究明が行なわれていた時期である。海洋波が特にクローズアップされていた。筆者は田宮 真教授のもとで海洋波の実態調査のために波浪計開発のお手伝いをした。海洋波の計器計測が容易でないことを身をもって経験したのはその頃のことである。陸上テストで完璧を期した筈の波浪計が、海上にもっていくと、思っても見なかったトラブルで失敗したことが数知れずあった。その頃は海の波を利用しようなどという発想は少しも出てこなかった。工学的にみた海洋波の一面だけしかとらえていなかったのである。

幻の名論文、「波の強制力其他に関する覚書」を書かれた別所正利教授は、その当時から波浪エネルギー利用のことを考えておられたようである。このことは「浮遊式消波装置の Feasibility Study」にはっきり現われ、「水波工学入門」で波と構造物の相互干渉の観点から、波浪エネルギー利用は統一的にとらえられるようになった。頭の回転の鈍い筆者も最近では、波浪工学、耐波浪工学あるいは水波工学と呼ばれる統一の観点から、波浪計測、波浪外力、波浪エネルギー利用、波浪制御などを理解するようになってきた。

### 2. 波浪発電とのつながり

筆者が波浪発電に関係するようになったのは造船界とは全く別のつながりからである。筆者の中学の大先輩である発明好きの小林秀弥教授のお手伝いをするようになったのがきっかけである。ソルターの研究を知ったのも、また益田善雄氏を中心とした海明プロジェクトを知ったのも小林教授を通じてであった。第一次石油危機後の1975年のことである。それまでの波浪発電の研究は、専らフルード・クリロフの仮定に基づく理論に頼っており、不規則波中での取り扱いも不十分であった。波浪発電装置と波との相互干渉を考慮していないため、装置の開発も試行錯誤の域を出られず、波浪発電の実用化を目ざすには多くの問題を抱えていた。

波浪発電の研究に造船グループからの参加が無いのは不思議なことであった。正確には積極的な参加がなかった。機械屋、電気屋、物理屋の人達が波浪発電の開発にたずさわっていた。発電コストが重要性をおびてくる段階で、一番肝心な波浪発電装置の一次エネルギー変換装置の性能向上を担当する専門家がいなかったため、開発が試行錯誤に陥っていた。波浪発電理論は波浪中船体運動理論の応用にほかならない。そこで筆者は造船屋の立場から波浪発電の開発にいくばくかのお手伝いができるのではないかと考え波浪発電の研究を始めた次第である。

丁度その頃、同僚の田中裕久助教授も油圧装置の応用の立場から波浪発電に興味をもち研究を始められ、筆者も理論解析のお手伝いをする事となった。ここに至って理論的研究と実験的研究の素地ができたのである。しかし研究を具体的に開始したのは、筆者が長期海外出張から帰国した1978年からで、このとき文部省科学研究費の萌芽研究としての試験研究費350万円を得てからのことである。経常研究費100万円だけの大学附置研究所において、350万円は大変有難い研究費であった。

### 3. 波浪発電の歴史

波浪発電の歴史は大変古く、1799年フランス人ジラルのとった特許申請書が現存している。波浪エネルギーを利用した波浪推進は1898年イタリア人リンデンが行なっている。しかし世界で初めての波浪発電の実用化は益田善雄氏による灯標である。この灯標は海上保安庁を始め世界で多数使用された。この意味で波浪発電のテクノロジーは日本が出緒あるものとして世界に誇れるもの一つである。さすがの英国人も We copy the といっているくらいである。

波浪発電関係の特許は、日本では1980年時点で600件、英国では1975年時点で340件の多数にのぼっている。しかしこれら多数の特許も中を調べてみると玉石混濁というよりはほとんど石である。それもその筈で、どのようにして波浪エネルギーが吸収できるのかその理屈がわからなかったのであるから、思いつきの域を出られなかったのは致しかたないことである。その当時船舶流体力学以外の分野では、ディフラクション問題とかラディエーション問題とかハスキントの関係などという概念はほとんど理解されていなかった。

波浪エネルギー吸収のメカニズムを含んだ波浪発電理

論は、メイ、ニューマン、エバンスにより相次いで発表された。しかしそれらに述べられている結論は別所教授により既に得られているものであり、波浪発電理論を含む船体運動理論も筆者が師と仰ぐ別所教授により既にまとめられたものであった。波浪発電理論も日本が誇りうる由緒の一つである。

#### 4. 基礎的研究

当時数ある波浪発電装置の中で特に光るものとして英国のソルター氏の発明になる装置があった。アヒルのくちばし型といわれる左右非対称の2次元断面形状をもったものである。波浪発電理論からみて最も性能の高い装置の一つである。1974年当時、波浪発電理論は未だ陽にはあらわれておらず、ソルター氏もはた物理的直感によりこのようなソルター・ダックと呼ばれる形状にたどりついているのである。筆者はこのソルター・ダックを対象に波浪発電装置の理論的、実験的基礎研究を始めることにした。

先ず、波浪発電理論を別所教授の方法に基づいて整備した。即ち、逆時間ポテンシャルを用いる線形理論である。ところでこの逆時間ポテンシャルの概念を別所教授の論文から解読して理解するのが大変であった。正時間ポテンシャルの複素共役値をとるところまではわかるのであるが、あの便利な表現を導びく過程が中々理解できなかった。境界値問題の解の一意性と無限遠方の境界条件とから逆時間ポテンシャルの便利な表示式が得られることがわかるまでに大分時間を要した。

理論的研究の最終のねらいは、波浪発電装置の設計法の確立である。この最終目標には未だ到達していないが、その前に解決しなければならないことが多々ある。先ず、線形理論の適用の可能性を調べる。負荷特性を明らかにすること。不規則波中の波浪エネルギー吸収特性の推定法を明らかにすること。次いで、波浪エネルギー吸収特性に及ぼす係留系の影響、負荷の非線形制御、異常時の装置の応答などである。また最適形状の選定法も重要な課題である。理論的研究は実験的研究と相補って進められるべきものである。理論的研究の線形理論の3次元問題に関しては木下健助教授の協力に、また不規則波中の検討に関しては加藤俊司氏の協力に負うところが大きであった。

実験的研究では船の耐航性研究で用いられる方法を準用した。強制動揺試験、波強制力試験と波浪中応答試験である。2次元水槽と角水槽を使用し、波も規則波と不規則波を使った。波浪エネルギー吸収のエネルギー-2次元変換装置としては油圧装置を用いた。波浪エネルギー吸

収用の負荷はラミネー・チューブと考えた細いビニール管の長さを変更することで変化させた。油圧装置を用いた負荷系の強制動揺試験を行ない、負荷系に無視できないばね項が存在することを発見した。

日本として波浪エネルギーを利用する価値があるかどうか判断するためには、日本近海の波浪エネルギーの包蔵量の期待値を知らなければならない。ところがこのことに関する信頼のおけるデータは皆無であった。そこで日本近海の波浪の長期発現頻度の統計資料を利用して、波浪エネルギー包蔵量の期待値を推定した。海洋波を1SSC標準スペクトルを持つ不規則波と仮定して合理的な推算を行なった積りである。その結果、日本の全波浪パワーの期待値は日本の全電力量の半分に相当することが判明した。このことから、波浪エネルギーは日本の全エネルギー需要を賄うことはできないが、小規模分散型の代替エネルギーとしては有用であるものと考えられる。海洋開発における多目的利用の観点からみると波浪エネルギーの有用性は更に大きなものとなる。

今までにソルター・ダックを用いた研究により得られた成果を列挙すると次の通りである。波浪エネルギー吸収特性の推定には線形理論は有用である。浅海域の波浪エネルギー吸収特性は、水深が吃水の2倍程度であれば無限水深の場合と同じであるが、水深が吃水の1.5倍程度まで浅くなると波浪エネルギー吸収特性は極端に悪化する。ゆるい係留あるいは横揺以外の左右揺、上下揺等の連成運動の影響は、従来は波浪エネルギー吸収特性を悪化させるものと考えられていたが、負荷特性を最適状態に調整するならば波浪エネルギー吸収特性は横揺単独の場合と同程度に良好になる。不規則波中での吸収波浪パワーの時系列をみると、ピーク周波数の2倍の周波数の成分と零附近の低周波数の成分が卓越していることがわかる。この変動吸収波浪パワーは長周期変動漂流力に対すると同じ方法で解析可能である。この変動吸収波浪パワーは電力に変換する場合には望ましくないので何らかの方法で平滑化する必要がある。エネルギー変換装置として油圧装置を用いる場合には、アキュムレーターを介することで変動吸収波浪パワーを平滑化することができる。また、この平滑化した吸収波浪パワーを推定することは可能である。日本近海でソルター・ダックを用いた場合の長期の吸収波浪パワーの期待値は約6kW/mであることがわかった。

波浪エネルギー利用技術がこれからも海洋開発との関連で、また水波工学という観点から益々発展することを願うものである。

(\* 東京大学 生産技術研究所)

## 非線形性を考慮した波浪中の船体縦運動および縦強度

深 沢 塔 —\*

## 1. 研究の背景

波浪中の船体運動に関する研究は近年めざましい発展をとげ、現在では精度のよい計算法も実用化されており、また、この運動計算により求められる波浪外力は船体を一本の梁とみなした強度（縦強度）の計算に用いられ、これに統計的予測を加えて設計の一手法となっている。この船体運動から縦強度までの一貫した計算法はトータルシステムなどと呼ばれ、設計についてはこれで十分であるかの観がある。

しかしながら一方、ここ数年冬期北太平洋、特に野島崎東方海域においては船舶の海難があいつぎ、損傷、沈没等の事故が発生したが、中には縦強度によるものもみられる。冬期の北太平洋、いわゆる野島崎沖は大陸からの強い西風によって海象が荒れやすく、高波が発生する。特にそれより派生したうねりの中においては、しばしばスラミングと呼ばれる現象が生ずる。スラミングとは、大きな船体運動によって波面より飛び出した船首部が再び水中に突入することによって船首部船底、またはフレア一部に激しい流体衝撃をうける現象であるが、これは丁度、水泳の飛び込みの際に“腹を打つ”現象と類似である。上述の事故も波浪の状況より考えて、このスラミングに関係したものが少なくないと思われる。

ところで、前述のトータルシステムは波高の小さい、いわゆる線形範囲の計算であるためスラミングは考慮されず、また、設計には別途計算でとり入れられてはいるものの十分とは言い難い。波浪統計からみるとスラミングを生ずるような波の発生確率は小さく、そのため統計的予測を用いるとスラミングによる縦強度はあまり重要でなくなるが、船体の損傷、それも沈没にいたるような大きな損傷を生じさせるのはまさにこのような波によってである。このように海難事故とも関連して、スラミングを生じさせるような波浪中の船体応答を合理的に、かつ、よい精度で推定する必要性が生じてきた。

## 2. この方面の研究の現状

スラミングについては従来、その発生確率や経験的に得られた係数を用いた衝撃圧力等が求められていたが、外板パネル等の局部強度についての研究が主であり、縦強度についてはあまり知られていなかった。また、スラ

ミングによる縦強度を考える場合、動的問題でその応答が重要なように従来の波浪荷重という概念では不十分であり、船体の構造応答そのものを考えなければならない。実際、スラミングについてはその鋭い衝撃のため、船体にはホイッピングと呼ばれる振動が誘起され、最大曲げモーメントはスラミング衝撃を受けた時点に生ずるのではなく、衝撃後にこのホイッピングによって生ずるのである。

さて、最近ではスラミングによる縦強度についての研究も行なわれるようになったが、その船体応答計算法は以下のようなものである。すなわち、

Step 1 : 船体を剛体とみなし、線形ストリップ法を用いて波浪中の船体運動、波浪荷重等を計算する。

Step 2 : 得られた船体と波面の相対位置よりスラミング衝撃力を推定し、それを波浪荷重と共に弾性梁とみなした船体に加え、応答を調べる。

という方法である。これを2段階の解法と呼ぶことにするが、この解法には次のような問題点がある。それは、Step 1で船体運動をスラミングの影響を考えずに線形として計算しているが、実際には運動も影響を受け、特に加速度については顕著である。また、船体を剛体として運動、波浪荷重を計算しているのに、弾性変形のそれらに対する影響を無視していることになる。Step 2で用いられる衝撃力は応答に無関係に与えられ、経験的な面もある、などである。

ところで、耐航性の分野においては計算の有効性を確かめるため模型実験が行なわれるが、船体運動や水圧等の計測には船体模型が用いられ、船体に作用する波浪荷重の計測には剛体模型をいくつか分割し、それを弾性継手でつなぎその継手に働く力を求める、いわゆる分割模型が用いられる。この分割模型は、先の2段階解法のStep 1に対応し、スラミングの場合、衝撃力を含めた波浪荷重を求めることになるが、衝撃力は非常に鋭いため検力装置の固有振動数を極端に高くしなければならぬ。さもないと衝撃のピークはまるめられて、データとして役に立たないことになる。しかしながら、このような検力装置を作成することは困難であるため、スラミングのような衝撃的な現象には分割模型で波浪荷重を計測する



ことは適さず、剛性に関する相似則を満足させた弾性模型を用いて船体応答そのものを計測することが望ましい。しかしながら、剛性の相似則を満足させるためには、模型の板厚等の寸法を実船と相似にした場合、模型材料のヤング率は実船のものの寸法縮尺分だけ小さいものを用いなければならない、この条件が困難なため実験例はない。

### 3. 本研究の概要

本論文ではスラミングを考慮した波浪中船体応答計算法を提案し、その有効性を確かめるため模型実験を行った。この計算法の特徴は、初めから船体を弾性梁として扱い船体運動、弾性変形を同時に計算すること、外力としてはスラミング衝撃力も含む非線形なものを用いることである。

船体を波浪中を航行する一本の弾性梁とみなす。これに作用する外力としては、流体の運動量変化に基づく力、造波による減衰力、圧力による力、荷物を含む自重、を考える。この中で流体の運動量変化に基づく力には、付加質量の時間変化率に依存する衝撃力も含む。これは物体が流体中を運動するときに物体と共に運動する流体の質量（付加質量）の時間変化率に比例する力を衝撃力とし、極端な例である船底衝撃の場合は、非常に短時間で付加質量がゼロからある値に変化することによって衝撃が作用するとしたものである（もちろんこれには相対速度も関係するが）。この衝撃力以外の外力も船体と波面との相対位置によって定める非線形なもので、波高が微小で付加質量や造波減衰係数が時間的に一定であるとした場合、線形理論と一致する。次に、これらの外力が作用する弾性梁の変形を固有関数（固有振動モード）で展開する。つまり、変位をヒープ、ピッチ、2節振動、3節振動等のモードの重ね合わせとして表現するのである。この変位を運動方程式に代入し、各固有関数を乗じて長さ方向に積分する（ガラーキン法）ことによって時間に関する常微分方程式が得られる。これを差分法により数値的に時間ステップを追って解く。この解法は前述の2段階解法の難点をすべて克服したものである。

模型実験は剛体模型と弾性模型とを用いて行なった。剛体模型は木製で船体運動、水圧等を計測した。弾性模型は剛性に関する相似則をも満足するように作製されたもので、材料は発泡塩化ビニールを用い、主に甲板のひずみを計測した。この材料はヤング率が小さく、板厚を厚くして剛性に関する相似則を満足させることができ、また振動に対する減衰が強いため、規則的にスラミング衝撃を受けた場合でもそれぞれの衝撃によって生じた振動が重なり合うことはなく、単一の衝撃に対する応答を

調べることができるという利点がある。

### 4. 研究成果

解析はタンカー型船舶とコンテナ船について行なった。一般的にいうと、計算された船体運動、水圧、甲板のひずみ等は実験と良好な一致をみた。特にひずみについてはそのタイムヒストリーにおいて十分満足のゆくものであった。また、各船型について以下に示すような応答の特質が得られた。

タンカー型船舶は比較的前の方まで船底が平らであるためボトムスラミングの影響を顕著にうけるが、この衝撃は鋭いものであるため高次振動成分を含んだホイッピングが生ずる。このため、船首付近で大きな曲げモーメントが生じやすい。一方、コンテナ船ではその高速性能のため船首部に大きなフレアをもつものが多く、これによりバウフレアスラミングが生ずる。この衝撃はあまり鋭くないが、ボトムスラミングによるホイッピング振動との干渉により大きな曲げモーメントを生ずることがある。しかしながら、この曲げモーメントの最大値はタンカー型船舶のように極端に船首部によることはない。また、ホイッピング振動は減速、変針によって軽減することも可能である。

### 5. 今後の発展

以上のことより、著者らが提案した非線形性を考慮した波浪中の船体応答計算法はスラミングを生ずるような場合について非常に有効な方法であることが確かめられたが、船舶の安全性の見地からもこの計算法によりスラミングに対する応答の性質、船体強度に対する指針、荒天航行法への応用等の面を明らかにする必要がある。すなわち、実際の海面での波についての情報を集め、どの海域でどのような形の波が発生しやすいかを検討し、それに船がどのような位相で遭遇する場合に最も激しいスラミングが生ずるかを計算し、また、それを回避するためにはどうしたらよいかを考えるなど、波と船の応答との関係を明確に把握することが求められる。

最後に、本計算法は船の損傷事故解析に対しても有効であり、最近野島崎東方海域で生じた貨物船の折損事故を、気象庁、船員等の報告をもとに波浪を推定し、それによる船体応答を計算したところ合理的な説明が得られたことを付記する。

（\* 筑波大学 構造工学系）

## 有限要素法での混合法的観点からの新要素の開発

神田 芳文\*

## 1. ま え が き

近年、主として乗員の居住性の点から機関室および上部構造の振動が問題にされるようになってきている。この問題の面倒さは、主機、機関室、上部構造および船体が連成して振動するため、扱うべき構造対象が広範で、解析において適切な簡略モデルの構築が困難な点にある。従来は振動解析が必要な場合には、主機と機関室二重底という具合に対象を限定した上で、バネ-集中質量系に置換したモデルにより解析を実行していた。しかし、このモデルは適正な等価バネ定数および等価質量を算定するのが難しく、またいきおい簡単化しすぎる傾向があったため、満足のいく解析結果の得られないことが多かった。最近では、高速大容量の大型計算機が比較的容易に利用できるようになったこともあって、主機-機関室系の振動解析が有限要素法により行なわれるようになり、解析の信頼性は大いに高まった。

このように、船体構造などの大型構造物の動的有限要素解析が実行されることは珍しくなくなっているが、解析は常に成功しているのだろうか。現状ではこの問いに対して楽観的な答えは余り期待できない。では、動的問題の最も基本的な問題として固有振動問題を考えた場合に、その有限要素解析の問題点が何であるかといえば、それは解析の経済性と信頼性である。主機-機関室系の振動に関しても、それ程頻繁に有限要素解析が実行されないのは主として経済上の理由からである。さらに、たとえそれが実行されたとしても、その結果が思わしくない場合も決して希ではない。

固有振動問題で有限要素解析を行なって失敗する場合、対象となるすべての固有振動に異常な結果が得られるというよりも、むしろ特定の固有振動において許容できない程の誤差が含まれると判断された場合がほとんどである。例えば箱型構造物では、曲げ振動は比較的精度よく解析できるが、ねじり振動は非常に精度の悪い解しか得られないといった具合である。このことは、様々な荷重パターンに対して適正に抵抗する剛性が評価できていないことを意味しており、要するに有限要素の剛性マトリックスが正しく算定できていないことになる。

要素の性能は有限要素解析に大きな影響を与えるものでありながら、上述のように経済性、精度、信頼性、汎

用性などの要求を実用レベルで必要な程度に満たす要素は現存しない。そこで、このような新要素の開発が強く望まれている。誘導が簡単で高性能の要素が得られれば、有限要素モデルの自由度をいわずらに増すことなく、経済的に解析が実行できる上に、得られる解も信頼性の高いものとなる。

## 2. 最近の有限要素法定式化と要素

有限要素法定式化を考える場合、その基礎となる変分原理に依じて、変位法、混合法、応力法の3つの手法に大別できる。変位法は、板曲げ要素やシェル要素において適合性に執着しすぎることがなければ、定式化の流れはスムーズでプログラムが簡単なものになる。また、解析結果も概して信頼性の高い方である。さらに、振動問題の最終的な離散化方程式がいわゆる運動方程式の形に帰着できるから、その扱いが楽である。こうした理由から、汎用有限要素法プログラムの多くが変位法に基づいて作られている。現在、効果的な変位法要素として、その形状と変位に同一の補間関数を用いるアイソパラメトリック要素がある。この手法では、板曲げ要素は3次元中実要素を厚さに対応する方向に縮退させて得られ、せん断たわみを考慮する Mindlin の板曲げ理論に従ったものと解釈できる。この要素の剛性マトリックスの誘導において、ひずみエネルギーの積分を厳密に行なうと、ロッキングを生じて剛性が異常に高くなる。これを防ぐため数値積分の次数を（場合によってはせん断ひずみエネルギー項に対してだけ）下げることが通常行なわれる。このような次数低減積分を行なった変位法要素は簡単に精度も概して良好であるが、剛体変位モード以外にひずみエネルギーが零の変形モードを含むなどの欠点がある。

混合法やハイブリッド応力法に基づく要素もかなり提案されてはいるが、プログラミングが煩雑になる、特定の問題にしか適用できず汎用性に乏しい、最終的な離散化方程式の解法が面倒である等の問題点があって、汎用プログラムの要素として利用できるものはほとんどない。

現在広く普及している汎用プログラムが変位法に基づくものであることを考えると、新要素の開発においてはこれら変位法のルーチンからできるだけ逸脱しないように配慮すべきであろう。しかし、これによって変位法定式化にこだわる必要はない。幸いにも、混合法はその変

変位場と応力場の仮定方法により次数低減積分を用いた変位法やハイブリッド応力法と等価になる。これを軸にして、混合法において最良の応力場の仮定方法を見いだすことにより、所定の要求を満たす新要素が開発できる。

### 3. 混合法定式化の新しい技法

新要素を導くための定式化は Reissner の原理から出発し、この意味で混合法である。変位場はアイソパラメトリック要素と同様なものを用い、幾何学的境界条件は予め満たされているものとする。応力場は変位場とは独立に仮定されるが、この応力場の仮定の仕方によって新要素が特徴づけられる。本来の混合法では応力パラメータと節点変位をとともに未知数として残すため、未知数の数が多くかつマトリックスの正定値性も失われ、実用的でない。これを避けるため、要素レベルで停留化操作を行なって応力パラメータを消去し、節点変位だけを未知数とする。この混合法と通常の変位法とでは、応力-変位関係式が前者では近似的に、後者では厳密に満たされ、この点だけが両者の違いである。

有限要素解の収束性は解析の信頼性の上から非常に重要であり、要素は収束性を保証するものであることが望ましい。このためには、十分に細分化された個々の要素は一樣ひずみ状態にあるとみなせるから、一樣ひずみ(一定応力)状態が正確に表現できる要素であればよい。これに対して、現実的には要素分割はそれ程細かくできないから、粗い要素分割においても実用的な精度の解を与える要素であることが望ましい。これには、要素内である程度複雑な応力変化が正しく表現される必要がある。

収束性には一定応力状態が、粗分割の場合の精度には高次の応力状態が支配的な役目を果たすと考え、混合法の応力場を一定応力場と高次の応力場に明確にわけて仮定する。さらに、高次の応力場が一定応力状態で仕事に関与しないための条件を導入する。そして、要素内で材料が均質であるものとするれば、Reissner の汎関数で一定応力状態と高次の応力状態に関する項が分離され、要素剛性マトリックスは互いに独立に計算される両状態の剛性マトリックスの和として与えられる。また、一定応力状態の剛性マトリックスは次数低減積分を用いた変位法により簡単に求まることが多い。これらにより、混合法における剛性マトリックスの算出過程での演算量を大いに減らすことができる。

### 4. 新要素の誘導

前述の混合法定式化に従って、梁要素、平面応力要素、3次元中実要素、板曲げ要素、シェル要素などが導ける

が、ここでは代表的に平板曲げ要素について説明する。

平板曲げ要素は4節点四辺形とする。三角形でなく四辺形としたのは一般に四辺形の方が精度が良いため、節点数は簡便性に重きを置いて最少のものとした。変位場はアイソパラメトリックなもの(双1次式)に2次式の補正項を加えて使用する。この補正項は、ゆがんだ要素の一定曲率状態を正確に表現するために必要である。

一定曲げ応力状態の剛性マトリックスは1点 Gauss 積分を用いる変位法により求める。高次の曲げモーメント場は双1次式(定数項は含まず)を仮定する。せん断力場は曲げモーメント場と全く独立に仮定する方法とせん断力-モーメント関係式から決める方法があり、前者では選択的に次数低減積分を行なった変位法要素と、後者ではハイブリッド応力法要素と等価な要素が得られる。精度上はこれらの中間的な要素が望ましいので、せん断力場はせん断力-モーメント関係式のモーメントに、数値実験により得た修正係数(1以上である)を掛けたものを用いる。なお、高次の応力場が一定応力状態を邪魔しないための条件が要素形状に拘らず満たされるように、Jacobi の行列式は代表点における一定値を常に用いる。

剛性マトリックスの固有値と固有ベクトルを求めることによって、零エネルギー・モードのチェックはもちろん、種々の荷重に対してどのような剛性を示すかが大まかにわかるから、これを要素誘導の際に参考にした。

### 5. むすび

ここでは省略した数多くの数値解析例が示すように、選択的次數低減積分を用いた変位法要素と同程度に簡単に、それらよりも信頼性と精度の点で優れた新要素を、混合法の立場から導くことができた。このように、簡便で高性能の新要素の誘導を試みたことにより、手軽な運用で経済的に実行できる有限要素解析の実現へ道が開け、船舶の振動解析においても有限要素法がさらに強力な武器となることを信じる。

現在余りにも多くの種類の有限要素が存在し、有限要素法プログラムの利用者を惑わせているが、これからはそれらが少数の汎用性の高い決定的な要素として精製されていくであろう。そして、スーパーコンピュータからマイクロコンピュータまでの幅広いコンピュータ・ハードウェアにおいて適用可能な統一的有限要素法アルゴリズムが確立することも夢ではないであろう。さらに、こうした過程において、現在その進展がいささか足踏み状態にある非線形問題の解析に対して、何らかの有効な手段を見出すきっかけがつかめることを期待したい。

(\*成蹊大学 情報処理センター)

## エネルギー運搬船の現状と船舶需給

窪田 太郎\*

### 1. はじめに

“エネルギー運搬船”という呼び方はちょっと奇異な感じがするかも知れない。“エネルギー”の意味はいろいろあって、辞書によれば、①物理学的な仕事に換算し得る諸量の総称……。②元気・精力(広辞苑・第2版・昭和44年)。これではピンと来ない。同じ辞書の中の“エネルギー産業”をみると、③電力・石炭・石油など動力を供給する産業と書いてある。これだと現在わたしたちが使っている“エネルギー”の意味に近くなってきた。言葉の意味・使い方一つでもなかなか難しいし、時の流れによって変わってくる。10年ほど前の石油危機、即ちエネルギー危機で、“エネルギー”は一躍世界の前面に押し出された。この時に、エネルギーとは石油であり、また石油に替るものという一般的な使い方となったようだ。

前置きが長くなったが、この一般的なエネルギーのことばの使い方から、ここでは熱源・動力源となるもので、船舶の運搬可能な石油、液化ガス、石炭をとり上げることにした。

### 2. 3メジャー・エネルギー・カーゴ

石油、液化ガス、石炭の3つは何れもバルク(散積)の貨物であるので、不定期船の3バルク(鉄鉱石、石炭、穀物)にあやかって、3メジャー・エネルギー・カーゴと呼んでみたい。3バルクと異なるところは、液体、気体、固体と貨物の状況が異なることで、従って、この3つの貨物はごく一部の兼用船を除いては、共通の積荷として同じ船舶に積み込むことができない。また、今のところ石油の比率が大きくて、3メジャーというのはちょっと気がひけるが、エネルギーの国際バルク運送の形態が3つあることのPRとしたい。

石油、ガス、石炭の3つは、それぞれタンカー、ガスカリヤー、バルクキャリアーの3種類の船舶が運んでいる。タンカーは独立したものとして扱われ、ガスカリヤーは特殊船の部類で、閉鎖された市場のものである。

バルクキャリアーは最も一般的なもので、トランパーの代名詞として長い間使われてきた。この異質な3つの貨物を“エネルギー”という一つのカテゴリーで統一するのは無理な点もあるだろうが、それぞれが若干の相関関係をもっている点なども眺めてみたい。

### 3. 基礎資料と調査機関

バルク・エネルギー・カーゴの荷動きが、運搬船の形態・市場と密接な関係をもっていることはいうまでもない。海運全般に関しては、船腹量・市場動向など、英国の海運コンサルタントや日本の大手海運会社の調査部門が毎年、又は時機に応じて現状と予測のレポートを発表している。この中には、エネルギー輸送のタンカーと石炭輸送のバルクキャリアーがふくまれている。これらの海運関係の船腹の需給および動向予測はすべて積載する貨物の需給現状と予測を前提として行なわれているもので、各レポートでは前提資料を多く載せている。

エネルギー・カーゴとしての、石油、液化ガス、石炭についての需給レポートは、10年前の石油危機の頃から数年間は、マスコミに登場しない日は無いといっているくらい多くの資料・予測が公表されていた。日本をふくめ世界中のシンクタンクと名のつく調査機関は争って発表したものである。たとえば、米国のC I Aまでが世界のエネルギーについてのレポートを公表するほどであった。しかしこの数年はエネルギー情勢の一時的緩和もあって、エネルギー問題はマスコミの話題からは遠くなり、レポートも非常に少なく、必要なデータを見つけるのも不便なくらいである。現在、エネルギー関係の資料としては次のレポートが挙げられる。

#### (1) 国際的な資料

“Annual Oil and Gas Statistics” by OECD/IEA “石油とガスの年次実勢報告”であって、OECD(国連の経済協力開発機構)の下部機関であるIEA(国際エネルギー機関)がまとめたものである。石油とガスについての需給と物流を国際的に把握してある。すべて表で構成されているが、この中でタンカーおよび液化ガスカリヤーに関係のある表は、IMPORT BY SOURCEである。世界各国(地域として一つにまとめた国々もあ

\* エッソ石油株式会社 勤務

表1 エネルギー運搬船に関する主な基礎資料

基礎資料	調査機関	刊行回数
〔エネルギー全般・特に石油とガス〕 外国：Annual Oil and Gas Statistics 世界エネルギー情勢の展望（仮題） “ ” “ ” 日本：石油供給計画	OECD 国連，パリ エクソン（国際石油会社）アメリカ シェル（ ” ” ）イギリス 通商産業省資源エネルギー庁	毎年 不定期 不定期 毎年
〔石炭〕 外国：INTERNATIONAL COAL TRADE 日本：大蔵省通関統計	商務省鉱山局・アメリカ 大蔵省	不定期
〔海運〕 外国：World Bulk Trade	Fearnleys イギリス	毎年
世界のエネルギー情勢について、分析・予測をする調査機関は非常に多く、各種のレポートを発表しているが、その基礎である過去の実績資料は限られている。従って、組織的に正確な実績数字を集めることが可能な国連、各国政府および国際石油会社などの公表資料にとどめた。		

る)の原油、製品、ガスの輸入量を輸入ソース別に一覧表にしている。ただ、パイプライン、域内輸送(陸上および沿海輸送をふくめている)と長距離の海上輸送を合計した表示になっているので、各部分についての内数を把握する必要がある。

このレポートの特色は、国連のレポートであるのでメートル法によっていることである。多くの石油関係資料は米国又は英国がソースであるので、バーレル/日の単位で表示されているのにくらべ、海上輸送関係者にとってはなじみやすい。毎年刊行され、今年(1982年)版には1979年と1980年の2ケ年の数字が記載されている。日本でも入手し易い。自由世界の石油関係資料・予測レポートは大部分がこのOECD年次報告を基準にしている。  
(注・フランス語ではOCDEである。)

#### (2) 日本での石油関係の資料

“石油供給5ケ年計画”通商産業省(資源エネルギー庁石油部)が策定した5ケ年計画である。過去5ケ年の実績とこれからの5ケ年の予測をまとめたもの。日本の資料は、これが唯一のものといってよい。付帯資料を含めて、OECDの資料となっている。

#### (3) 石炭についての資料

国際的なものは、石油ほどまとまっていはいない。WORLD COL(世界石炭研究会議 World Coal Study)が1980年に発表した見通しの中の実勢資料が、古典的といえるくらい使用されている。

日本では石炭復権の波に乗って、各調査・予測機関が数字を発表している。

石炭関係の資料でエネルギー・カーゴとして取り扱う立場からみると、過去には一般炭(燃料用)と原料炭(製

鉄用コークス)の区分けが明確にされていない点が多かった。ここ数年、日本での海外一般炭の輸入増大にもとづき、資料の分析が行なわれ数値的にもはっきりしてきた。これは海運関係者にとってみれば、特殊な場合を除き原料炭も一般炭も運搬手段であるバルクキャリアーは同一であることと、石炭の長距離海上輸送のほとんどが原料炭であったことなどから、強いて分類する必要がなかったからといえる。日本だけをとりてみれば、石炭輸入量は大蔵省の通関統計で、詳細な数字が公表されている。

バルク・エネルギー・カーゴに関連した資料・予測を発表している機関の主なものを表1にまとめておく。

#### 4. タンカーの船腹量

世界的不況と省エネルギーの浸透で石油消費が減少している。石油消費料が最大の時、更に増加する石油需要を前提に建造されたタンカーの船腹量は、当然のことながら過剰である。

現在のタンカー船腹は、約3億2,000万重量トン(1981年末)と報告されている。この内稼動している船腹は、ほぼ半数の約1億6,000万トン、というのが各調査機関のほぼ一致した見方である。

3億2,000万トンのタンカー船腹は、サイズによって次のように分類される。

6万トン未満(小型) 3,600万トン

6~16万トン(中型) 9,900万トン

16万トン以上(VLCC/ULCC)1億8,500万トン  
いわゆるVLCC以上の大型タンカーが60%近くを占めている。タンカーはそれぞれの用途によって船型に差が



あるが、世界の原油輸送の大きな部分を受持っているこのVLCC(含ULCC)について、どのような予測がされているか、一つの例をとりあげてみた。これは1981年に、1980年までの実績と石油需要の見通しから、英国の海運コンサルタント数社が発表したものの平均である。

大型タンカー(16万トン以上)の1983年における需要の予測。

航路又は使用目的	年間必要船腹量
＜就航航路別必要船腹量＞	
アラビア湾～ヨーロッパ	2,600万トン
～北    米	2,300  "
～極    東	2,000  "
アフリカ～ヨーロッパ	500  "
～北    米	500  "
極    東～日    本	100  "
その他の航路	900  "
＜小計＞	8,900  "
＜減速航海による必要量＞	2,700  "
＜洋上備蓄船腹量＞	1,200  "
＜合計＞1億2,800万トン	

この船腹必要量に対して、1981年末の大型タンカーの船腹量は約1億8,500万トンであるから、約6,000万トンが余剰だという予測になる。この予測は各調査機関がいろいろな手法を用いて行なったものであるが、共通しているのは、各地域での需要を予測し、航路の特性によるタンカーのサイズと航海日数などを織り込んで必要船腹量を算出している。たとえば、アラビア湾～極東(主として日本)の場合、OECDの資料では、1980年に極東地域各国が中近東から輸入した原油の量は、約1億6,000万メトリックトン。これをベースに1983年の輸入量を予測し、その内VLCCなどの大型タンカーで輸

送する量を割り出し、必要な船腹量を年間約2,000万重量トンとしたものである。詳細を分析するスペースはないが、この数字が現実に近いかどうかをみる(1984年になれば結果は判明するのであるが)。2,000万トンの船腹が、主として日本～アラビア湾を往復する場合、通常航海(減速航海の影響は別に算出している)では、年に約8航海であるから積量の換算率を考慮しなければ、ほぼ1億6,000万メトリックトンの1980年実績量に見合うことになる。石油需要は大体横這いであるとするればこの数字は妥当なところと部外者にも了解できるのである。

(1) 減速航海による船腹必要量

船腹必要量予測の中で、大型タンカーにみられる特別なものの一つが、この減速航海による必要量の増加分である。大型タンカーの輸送契約締結時には予想されなかった揚地における過剰な在庫などと、高騰した燃料費の節約などから始まった減速航海はタンカーの需要減をカバーし、船主・荷主ともに運航による損害を少なくしている独得の措置である。緊急避難的な方法ではあるが現在のVLCCが稼動中は続行されるものと見ている向きが多い。一般的にいうと、15ノットの契約速力として、建造・就航したタンカーを10～11ノットくらいまで減速して航海させているから、大体3分の1の減速である。既に、必要な船腹量を3分の1増量させる効果がある。従って大型タンカーの通常運航に必要な船腹量8,900万トンの3分の1に近い2,700万トンを減速航海による必要量として算出している。

(2) 洋上備蓄に必要な船腹量

減速航海より更に後向きな対策だが、日本がオリジナルといって良いタンカー利用・過剰船腹救済法である。長い世界海運史上、船舶を本来の目的以外に国家として大規模に行なったのはこれが始めてである。この必要量

を、1983年は1,200万トンと予測している。1982年の日本の洋上備蓄(石油公団用船)船舶は35隻、約890万トンである。洋上備蓄のコストは陸上備蓄より高いためもあり、1983年に日本を主としたこの予測量がそのまま適合するか疑問である。

以上が大型タンカーの1983年の需要量の予測の一例であるが、船腹量はどうなっているか？

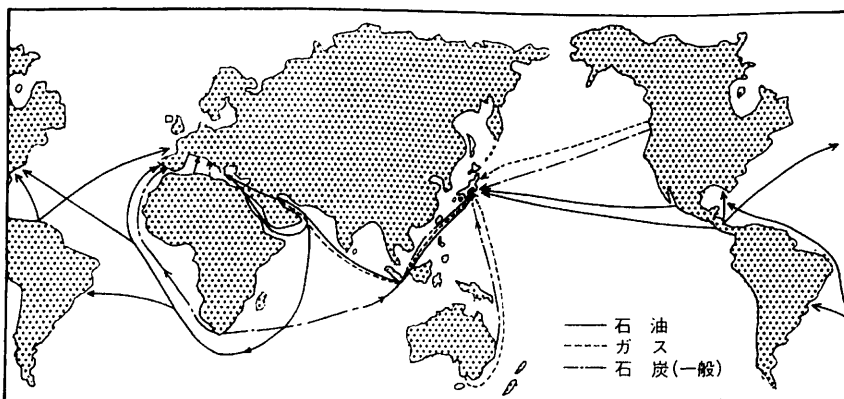


図1 エネルギーの国際海上輸送ルート

### (3) 原油輸送ルートの変更による必要船腹量の減少

V L C Cによる輸送の80%近くが、アラビア湾のいわゆるO P E C諸国からの積出に従事しているが、この航路によるV L C Cの需要が減少する傾向にある。たとえば1976年に中東の原油生産量は世界の40%近くあったが、1981年には25%に減少している。原油の海上荷動き量は、1980年は自由世界で18億トン、その内、中東積みは7.8億トンで43%を占めていたが、1981年は16億トン、中東積みは6.4億トンで40%と低下している。この中東積みは、北海、カリブ海、アラスカなどに積地が移り、そのためV L C Cから中小型サイズへの移行もふくめて必要船腹量の減少がみられる。更に、1980年末に完了したスエズ運河の拡張工事で、満載の場合従来の7万トンサイズから15万トンサイズになり、空船では25万トンから37万トンに通行可能船型が大きくなった。また、サウジアラビア横断パイプライン（ニュー・タップ・ライン）の完成も原油輸送ルートの短縮に影響を与えている。このスエズ運河の拡張で800万～1,000万トンの船腹が過剰、パイプラインの稼働で600万トンの必要船腹量が減少したとする海運コンサルタントのレポートもある。

### (4) 船腹量

タンカーの船腹過剰は周知の事実であるので、新造は特別の場合を除いて行なわれていない。特にV L C Cなどの大型原油タンカーは、1981年10月末の発注残が全世界で2隻と報告されている程だから皆無に近い。従って、どのくらいスクラップされるかで船腹量の減少がまってくる。スクラップは、本来は老朽船若しくはそれに近い船舶に限られていたが、タンカーの場合は若干様相を異にしている。いくつかの理由の中で、タンカーの安全基準改訂によるもの、例えば、I M O（国際海事機関）の規則改正によるI G S（イナートガス発生装置）設置の義務付けは、200万米ドル程度の費用がかかるといわれる。この追加コストを、そのタンカーの残存稼働期間中に回収できないと考えられる場合はスクラップされるものとみられる。

V L C Cのスクラップは、今年（1982年）1月から4月までに20隻、約500万トン近いと報告されている。去年（1981年）のタンカー全船型のスクラップ量は、1,340万重量トンであった。ところで全世界の船舶スクラップ能力は、約1,500万トン～2,000万トンといわれるが、1,500万トンが実動能力と考えると、スクラップによる船腹減少も限度といえよう。

### 5. 液化ガス運搬船

液化ガス運搬船には、通称L N G（液化天然ガス）船

とL P G（液化石油ガス船）とがある。L N Gは液化温度が $-162^{\circ}\text{C}$ 、L P G（プロパンの場合）は $-42^{\circ}\text{C}$ で、この温度まで冷却して液化して運搬する特殊船である。

L N G船は、現在、国際航海に従事している載貨容積10,000 $\text{m}^3$ 以上の船型が55隻となっている。その内、30隻は125,000 $\text{m}^3$ 級の大型船で、このサイズが標準となっている。ほとんどがL N Gの国際貿易プロジェクトに基づいて建造されたものであるので、プロジェクトの進展が予定通りならば、船舶としての需給はバランスしているのが普通である。L N Gの国際間輸送はパイプラインによるものが多いが、海上輸送は北アフリカ～ヨーロッパおよび米国、アラスカ～日本、東南アジア～日本、中東～日本などに分散しているが、日本への輸送プロジェクトが将来は増加するものとみられる。バルク・エネルギー・キャリアーとして、高付加価値の船舶ではあるが、莫大な投資の上に成立するL N G貿易の輸送部門であるため、海運としての一般市場性が非常に少ないのが特色である。

L P G船は、現在5,000メトリックトン積（約10,000 $\text{m}^3$ の載貨容積）以上の船型が、全世界で150隻、480万トンの積載能力がある。この内、33隻が日本向けにL P G供給計画にもとづいて運航されている。大部分が4万トン積で、日本の受入基地の能力からこのサイズが標準となっている。日本のL P G輸入量は、1981年度約1,080万トンであった。年間平均航海数8航海として供給計画に見合った船腹である。世界的には若干の市場性を考慮して建造されたL P G船もあるため、海上輸送量の増減に伴い、過剰船腹が生じる場合もある。

### 6. 石炭運搬船

石炭運搬船をあえて取り上げる程もないくらい不定期船のバルク貨物としての石炭は有名である。

石炭の海上荷動き量は、1980年は約1億9,000万メトリックトンであった。この内、日本向け輸送量は約6,800万トンで約36%であった。その内、一般炭は約700万トンで10%くらいに過ぎない。

バルク・エネルギー・カーゴとしての石炭は、一般炭であるが、積出港、運搬船も原料炭と同一のことが多いので、一般炭の海上輸送については、独立して分析することが稀であった。この傾向は、今後しばらくの間は続き、海上輸送においては一般炭と原料炭を区別することは、日本では石炭火力発電の本格的稼働開始以降と考えられる。一般炭需要の特異性、即ち電力及び一部産業用に限定されるためと、一般炭の海上輸送が既に確立さ

れている原料炭を主としたドライ・バルク・カーゴとしての範囲で十分にカバーされるためである。一般炭貿易については、1980年に発表された世界石炭研究会議(WOCCOL)のレポート、今年まとめられた海外炭輸送問題研究会(日本)の報告書などで、一応の方向づけがみられる。

7. 3 バルク・エネルギー貨物の相関

石油代替エネルギーの開発・利用が言い出されてから久しいが、その主なものである液化ガスと石炭にどの位移行したかの数値的な絶対値は見方によって変わってくる。石油の消費が減少したことはたしかであるが、これは省エネ効果のあらわれと景気の低迷が大きく作用している。日本だけをとってみると、電力としては石炭火力の稼働、製鉄業では高炉の脱石油化、セメント産業では石炭への全面的切替えなどにはっきりしたものがみられていて、この分だけは重油の消費は減少しているが、経済成長の鈍化という因子を考慮すると、石油代替の効果を確認するには、今後何年間かの実績を分析する必要がある。

一例として、発電は、石炭・LPGなど石油以外のバルク・エネルギー源に移行しやすい装置産業であるので、この電力用重油の消費の過去5年と将来の5ヶ年を通産省の石油計画から按察し表2にまとめてみた。同時に個人消費の代表である自動車用ガソリンの消費実績と予測も併記した。

この表2からみると、重油の消費は減少の傾向にあるが、個人消費の自動車用ガソリンは漸増の傾向にある。原油から精製されるガソリンの得率が一定であるならば、重油はますます余ってしまい、代替エネルギーである石炭とガスへの移行も予定通りには進まない。また余談ではあるが原油が重質化することは既定の事実となっていて、そのために流動接触分解装置などを設けてガソリン

表2 重油及びガソリン消費量の推移 (単位:百万kL)

	重油消費料	電力用C 重油消費料	自動車用 ガソリン消費料
昭和51年	118	(39)	30
52	118	(42)	31
53	118	(41)	34
54	116	(41)	34
55	100	(37)	34
56	88	(35)	35
57	85	(35)	36
58	87	(37)	37
59	86	(36)	37
60	85	(34)	38
61	83	(32)	39

(電力)は重油消費量の内数

の回収率を上げる努力がされている。

8. おわりに

海上バルク輸送の対象となる3つのエネルギーについて、この数年間に公表された資料及び需給予測などを概観してみた。

10年前の石油危機直後には早い時期に液化ガスおよび石炭が石油の代替えとしてシェアを拡げるものと予測された。しかし、世界経済と石油需給状況の変化でエネルギー源としてシェアを大きく分担するまでには至っていないのが現状である。この3つがメジャー・エネルギー・カーゴとして海上輸送の分野で、てい立するまでには更に10年位の時間がかかるものと考えられる。その頃にはタンカーの過剰が解消されるのは当然として、同時に3つのバルク・カーゴのエネルギー運搬船としての関連性が確立されているものと思われる。

●新刊!!

対 訳

液化ガスばら積船/ケミカルタンカー 安全規則/技術要件

USCG:46CFR 大幅改正

USCGは「危険物および液化ガスばら積み自航式運搬船に対する安全規則」の改正提案およびケミカルタンカーに関する技術要件の改正を最近のFederal Registerにおいて発表した。

提案規則におけるLOCシステムからCOCシステムへの移行/緩和は特に注目される所であり、液化ガス船或はケミカルタンカーの船主/オペレーター等関係者にとって看過することのできない情報である。ケミカ

ルタンカーに対する改正規則は、既に発効しておりケミカルタンカー関係者にとっては必読のものである。

上記のことから当編集部では一括翻訳対訳本としてお届けすることにした。関係各位の参考になれば幸いです。皆さまの御購読お願い致します。

判型 B5判 本文 80頁 定価 2,500円

※11月末までに御予約の場合は送料当方負担致します。

株式会社 船舶技術協会

## ■新機関紹介

## 富士6LG32X型船用ガスディーゼル機関

富士ディーゼル株式会社 技術部

## 1. はじめに

富士ディーゼル(株)はオーストラリアのアデレード・ブライトンセメント社向け石灰石運搬船“ACCOLADE II”の主機として、6LG32X形ガスディーゼル機関をキャリントンスリップウェイ造船所にドッドウェル社経由にて納入し、このほど昭和57年5月6日にロイド船級協会の立会のもとに、ガス運転による海上公試運転が行われ、同試験に合格した。

4サイクルトランクピストン形、中速ガスディーゼル機関が、船用主機として搭載されたのは世界でも初めてのことである。ここに富士ディーゼルのガスディーゼル機関の開発経緯、船用への適応化および性能などについて紹介する。

## 2. 開発経緯

富士ディーゼルのガスディーゼル機関は、ガスを主燃料とし少量の重油を着火用燃料とする、いわゆるデュア

ルフュエル機関である。昭和37年に、12VMG 27.5形1100 PSが初めて開発された。昭和48年にフランスSEM T社のライセンスによる10PC 2V形4200PSをサラワクに納入、この技術を基に最新の技術力を結集させ、昭和53年にボリビア電力局に6LG32X形1600PSを納入した。さらに、下水ガスによる発電用または船用補機用として、3HG19D形120PSを完成させた。現在、ペルー石油公社向けに6LG27.5X形1200PS4台を製造中であり、本年10月に船積の予定である。

## 3. “ACCOLADE II”の主要目

本船および主機の要目は、つぎのとおりである。

船種	セルフ	アンローディング	ライムストーンキャリア
全長	108.63 m	排水量	11,188 T
喫水線長	105.00 m	総トン数	7,500 T
型幅	23.00 m	速力	11.5 kn
型深さ	7.15 m	船級	ロイド+UMS
喫水	6.00 m		

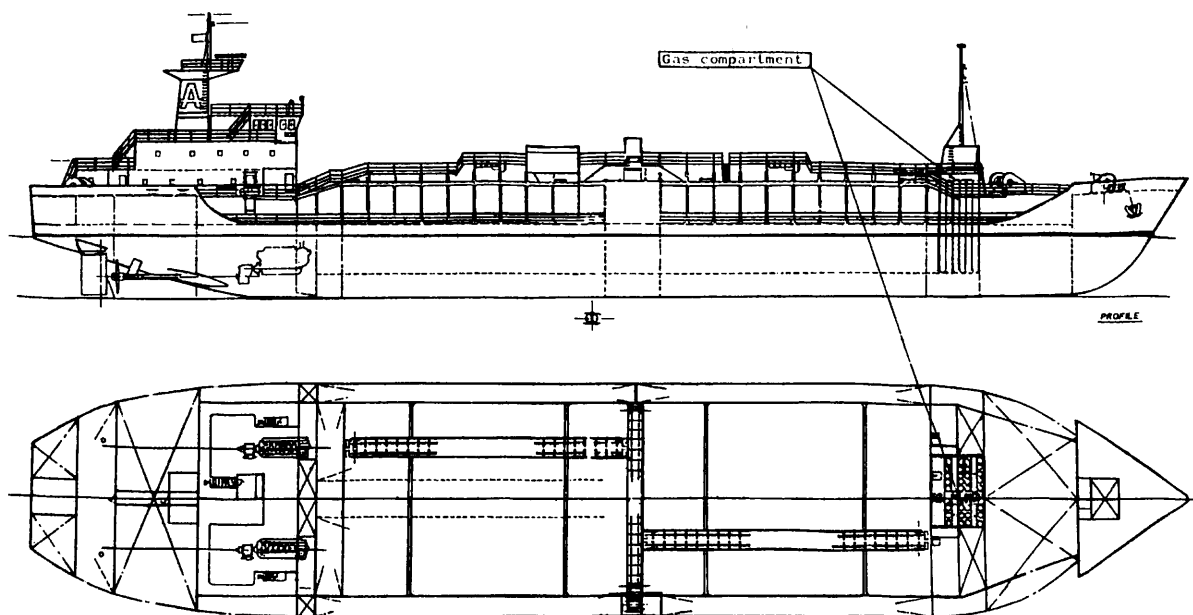


図1 “ACCOLADE II”船体図

主機軸系はガスディーゼル機関、弾性継手、油圧多板クラッチ付減速機およびかもめ製可変ピッチプロペラよりなる2基2軸方式である。船体図を図1、外観を写真1に示す。

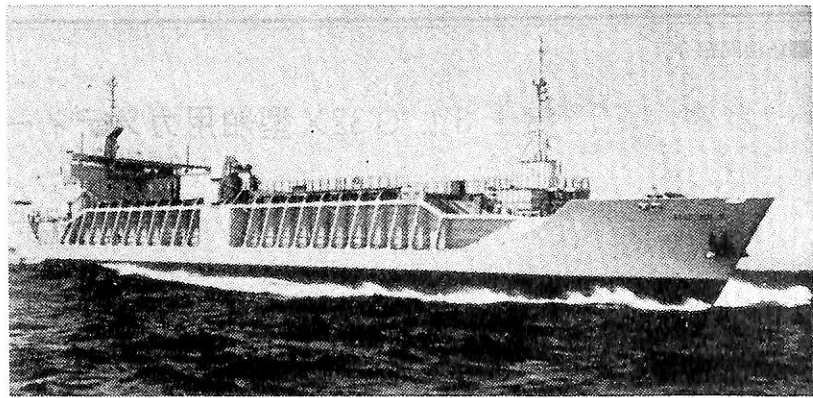


写真1 “ACCOLADE II” 外観

主機要目

形式	6 LG32X
定格出力	1600 PS
定格回転速度	600 rpm
出力軸回転速度	150 rpm
シリンダ数×シリンダ径×行程	6 × 320 × 380 mm

正味平均有効圧	13.5 kgf/cm <sup>2</sup> , 圧縮比 11
熱消費率	1,650 kcal/PS・h + 5%
潤滑油消費率	1.5 gf/PS・h 以下
重量	17,000 kgf
主燃料	圧縮天然ガス (2300 psi)
着火用燃料	A重油
潤滑油	API-CC, アッシュレスタイプ, SAE40
過給方式	IHI-BBCVTR 251形排気ガスタービン過給機 空気冷却器付
調速装置	ウッドワード製UG8形油圧式ガバナ
ガスディーゼル制御方式	全空気圧式

4. “ACCOLADE II” の採算性

本船主機として、大胆にもガスディーゼル機関の採用を決定したのは、コンサルタントの Mr. W. F. Ellis による。彼は卓越した洞察力により、本船稼働地であるアデレードには、オーストラリア中央部の豊富なガス田からパイプラインで天然ガスが供給されており、そのコストはA重油の約1/3であることに着目した。天然ガス積込用の高圧縮ガスコンプレッサ設備、ガスディーゼル採用によるコスト増などを見込んで採算検討した結果、初年度のみでもA\$ 250,000の節約になることから、ガスディーゼル機関の採用が決定された。

5. ロイド船級の適用

富士ディーゼルとしてはガスディーゼル機関を船舶に搭載するのは初めての経験であり、国内規格には4サイクルクランクピストン形についての規定はないが、ロイド船級の Use of Cargo as Fuel の Main Oil Engines の要求を全て満足した。それらはずぎのとおりである。

① 機関は、液体燃料により着火するデュアルフェュエル機関である。

- ② ディーゼル運転に直ちに切替え可能である。
- ③ 始動および出入港時は、ディーゼル運転のみで行なえる。
- ④ ガス弁は、各シリンダ毎にシリンダヘッドの吸入ポートに取り付けられている。
- ⑤ ガス弁は、排気弁が閉じた後に開くタイミングとして、排気へのガスの流出を防止している。
- ⑥ ガス主管の入口には、フレームアレスタおよびガス主弁を設けている。
- ⑦ ガス主弁は、供給ガス圧力低下時および着火燃料の噴射不良時には自動的に閉塞させている。
- ⑧ 排気マニホールドおよび給気室には、爆発安全弁を設けている。
- ⑨ クランクケース内爆発を避けるために、ミスト検知器を設けており、作動した場合は自動的にイナートガスがクランクケース内に噴射される。
- ⑩ その他、造船所ぎ装配管および機器にガス洩れがあった場合のインタロック関係は両社で協議の上、装備された。

上記の他に、当社のガスディーゼル機関は、つぎの安全装置を標準装備し、安全を期している。

- ① ディーゼル運転からガス運転への切替は、手動または船橋での操作のみにより行なわれる。また、この際、安全を期して、ガス運転成立条件を満たした場合のみ可能なようにインタロックを設けている。
- ② ガス運転中、つぎの異常が起きた場合は、自動的に瞬時にディーゼル運転に円滑に切替えられる。
  - イ) 排気温度上昇
  - ロ) 給気温度異常
  - ハ) 過負荷
  - ニ) 30%以下の低負荷
  - ホ) ガス圧力異常



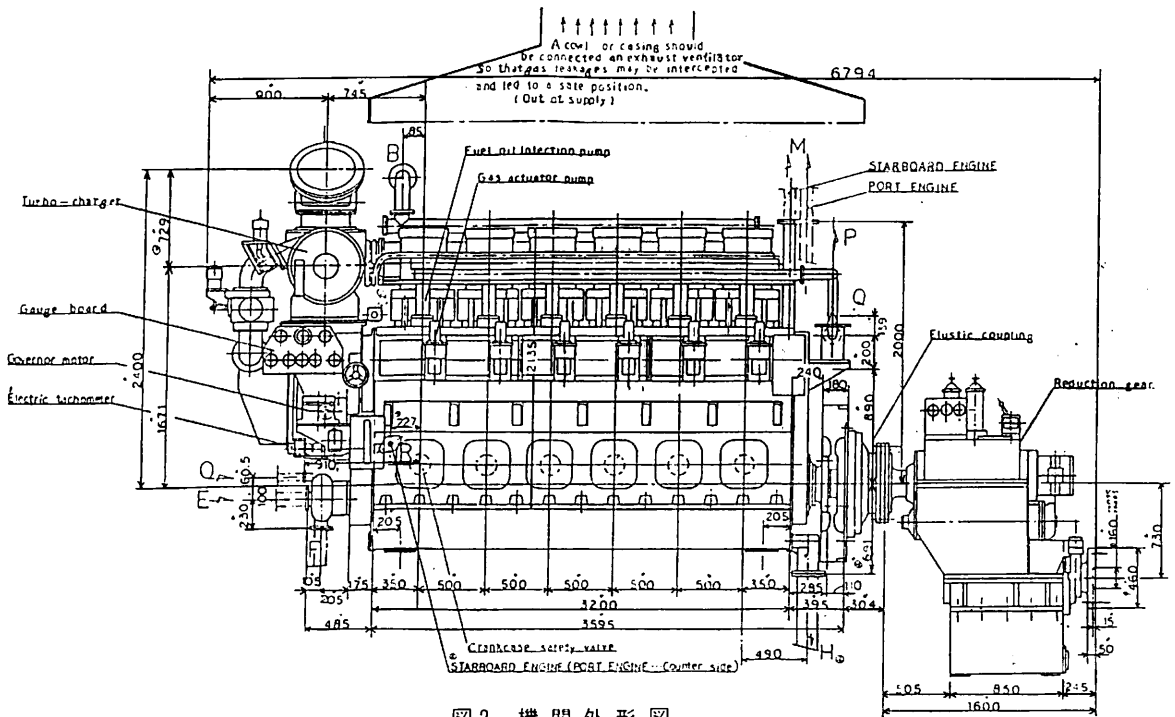


図2 機関外形図

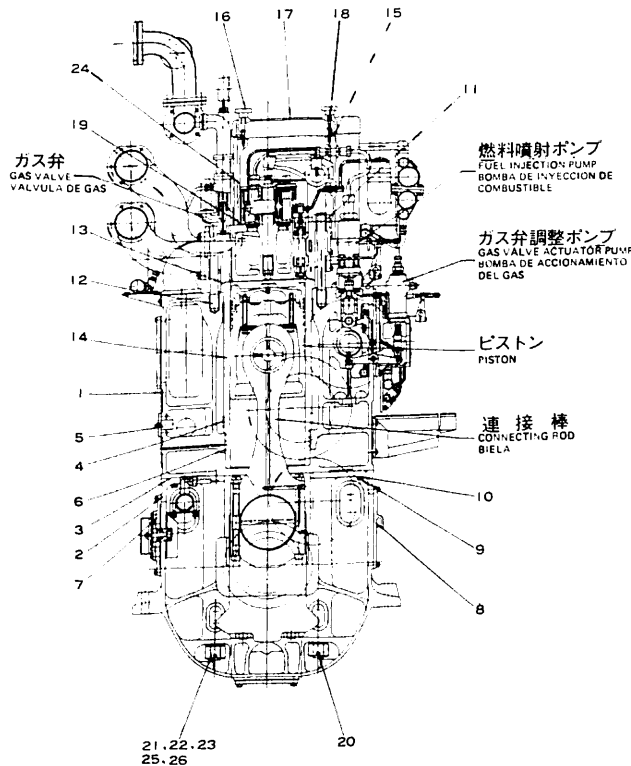


図3 機関横断面図

へ) 制御空気圧力低下

③ クランクケースは運転中、排気ファンによりクランクケースミストを強制的に船外に排出している。

## 6. 主要構造

6 LG32 X形機関は6 L32 X形ディーゼル機関出力2300PSを基に、ガスディーゼル機関として具備すべき条件5項を満足する装置および部品を付加したものであり、架構、クランク軸、メタルなどは全くディーゼル機関と同一のものである。(機関外形図を図2に機関断面図を図3に、外観を写真2に示す。)

付加したものはつぎのとおりである。

- ① ガス弁調整ポンプ (各シリンダ毎)
- ② 同上駆動用のカム、揺れ腕およびタペット
- ③ ガス弁 (各シリンダ毎)
- ④ 冷却燃料弁
- ⑤ ガス主管 (脈動防止形)
- ⑥ 過給機出口バイパス弁
- ⑦ 空気冷却器バイパス弁
- ⑧ 空燃比および給気温度制御用機器類
- ⑨ ディーゼル/ガスとの切替用ガバナリンク機構

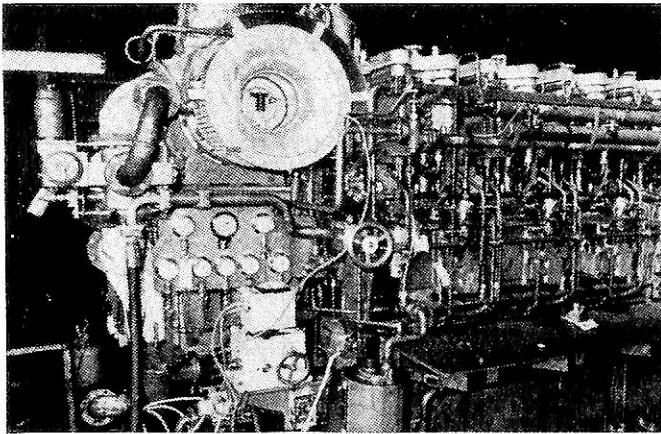


写真2 機関外観

⑩ 安全装置関連機器類

7. ガスディーゼル機関の作動原理

ガスディーゼル運転は、如何に空燃比を良好に制御するかにかかっており、いかなる負荷においても空燃比を一定に制御しなければならない。このための制御方式として、つぎの方式が考えられる。

- ① 排気温度を一定に制御する。
- ② 給気圧力に比例して、排気をバイパスさせる。
- ③ 排気ガス中の酸素量に対して、比例制御する。

当社は以上を保守・整備・信頼性およびコストなどの面から検討した結果、最も単純で安全性の高い排気温度一定制御方式を採用している。この方式は図4、図5、図6に示すとおり、排気ガスタービン出口温度を空気式温度変換器および空気式制御リレーを経て、過給機出口に設けられたバイパス弁を、アクチュエータにより制御し、一方負荷に応じて、ガバナはガス弁の開閉期間を決めるガス弁調整ポンプのラックを制御すると共に、ガバナリンクに取付けられた比例制御弁の空気圧出力信号が空気式制御リレーにフィードバックされ、排気温度による空気圧信号と付き合わされて、アクチュエータに必要な空気圧を出力し、バイパス弁の開度が決定し、その時の負荷に応じた空燃比が一定に制御される。

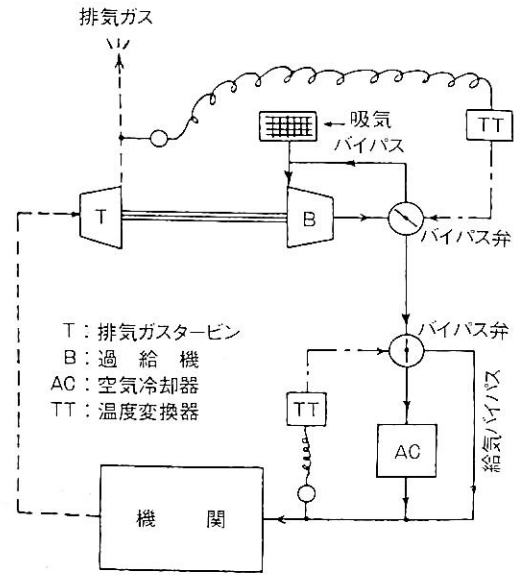


図4 空燃比制御概念図

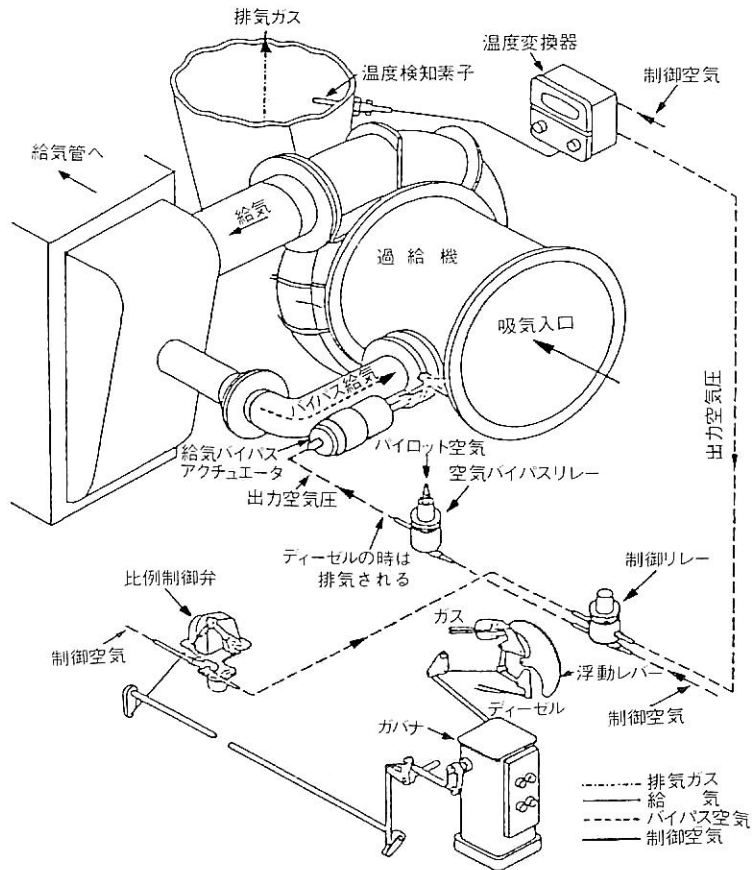
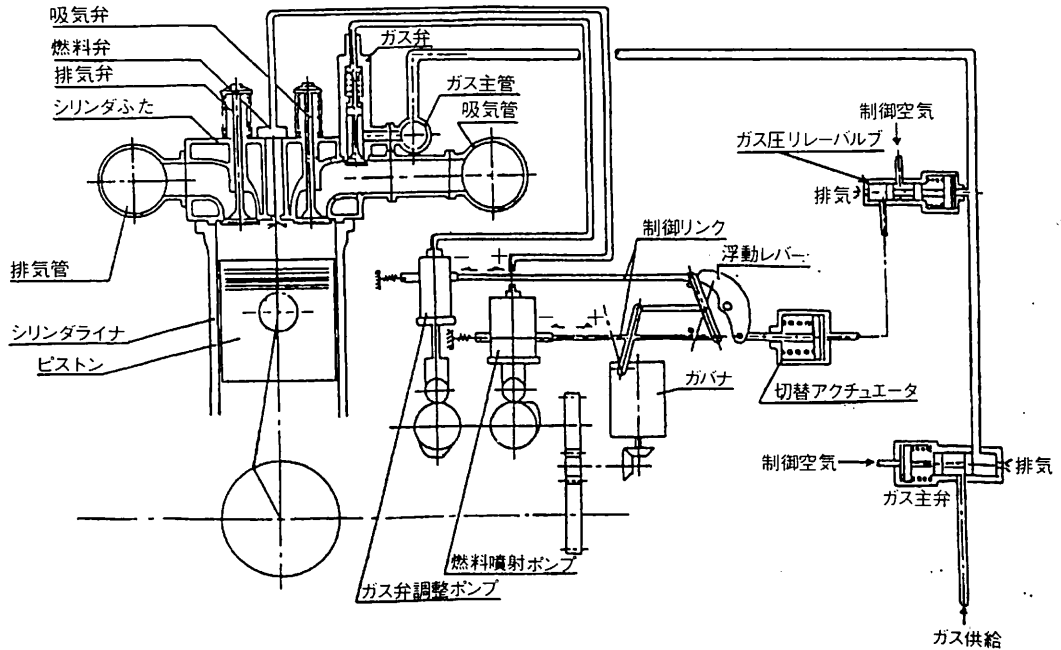


図5 空燃比制御図



8. 機関性能

本機関のディーゼル運転時とガス運転時の性能比較を図7に示す。図で明らかなようにガス運転時は排気温度が一定に保たれていることがわかる。なお、熱消費率は正味平均有効圧の低いこともあるが、純粹のディーゼル機関に比して、デトネーション限界より圧縮比を低くしているためやや劣る。

ガスディーゼル機関は、汎用のディーゼル機関を基礎として設計されているため、信頼性がより一層高いが、つぎのような性能上の特徴をもっているので、ディーゼル機関よりも応用分野が広い。

- ① 下水ガスの使用が可能であるので、下水処理場の消化ガスを使用し発電できる。さらに、排熱回収によるトータルエナジシステム化が図れるので、高効率の省エネルギープラントが可能である。
- ② LNG船のブローオフガスが使用できるので、内航LNG船の主機および大型LNG船の補機として適用できる。
- ③ ガスディーゼル機関は、全負荷域に亘り空燃比一定で運転されるため、排気ガス温度はディーゼル機関に比べて高温となり、併せて一定であるので排熱回収率が高くなる。
- ④ 天然ガスおよび下水ガスは、ほとんど硫黄分を含まないので排気ガスは清浄である。このことは排熱

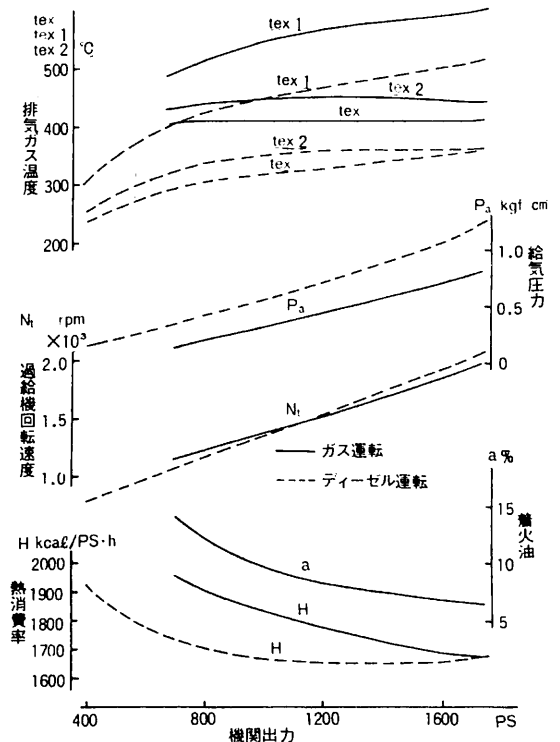


図7 6 LG32X 性能曲線 1600 PS

回収率をさらに高める。

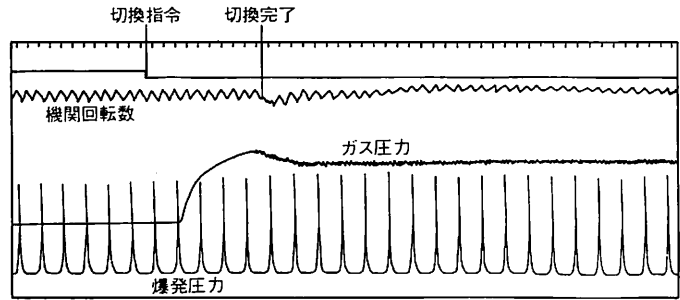
- ⑤ ガス燃料が突然遮断しても、瞬時にディーゼル運転に自動的に切り替り、同一出力にて運転が継続されるので安全性が高い。運転方式の切替時の特性を図8に示すが、いずれも問題なく円滑であることが判る。
- ⑥ 以上からビルの常用発電機として、都市ガスが災害などで遮断した場合などは非常用電源としてディーゼル運転が継続されるので、電源システムとしての信頼性を高めることができる。
- ⑦ 排気ガスは清浄であるため、燃焼室、吸排気系統およびタービンの汚れが少なくなり、トップオーバーホールの延長が図れ、整備費用の節約ができる。
- ⑧ 潤滑油の汚損も少なく、保守管理が極めて容易で経済的である。
- ⑨ ガスに対して各種の充分な安全装置が施されているので、取扱上の心配がない。
- ⑩ ガス運転の制御は全て信頼性の高い空気式リレーにより構成されているので、故障が少なく取扱いが容易である。
- ⑪ 機関の異常により自動停止装置が作動した場合でも、自動的にディーゼル運転状態に瞬時に切り替り停止するため、ガスが排気管に排出されることはなく安全である。

### 9. ガス燃料の供給系統

主機へのガス燃料の供給はつぎのように行なわれている。まず岸壁のコンプレッサにより10.5 barから160 barに圧縮され、25mmのフレキシブルホースにより船首部の高圧ボンベ室内に設置された21本の鉄製のポンペに圧縮天然ガスとして蓄圧される。高圧ボンベから2段式の減圧弁により4 barに減圧される。減圧弁出口からヒータを経てガスクラバに至る。ガスクラバには自動ドレン弁および安全弁などが付いている。ガスクラバ出口より、デッキ上の直径80mmのパイプを経て機関室に至る。機関に必要な圧力3 barに最終調圧する調整弁、ガスメータ、手動止メ弁、遠隔制御弁を経て機関内のガス主弁に至り、フレイムアレスタからガス主管に燃料ガスが供給される。図9に配管系統を示す。

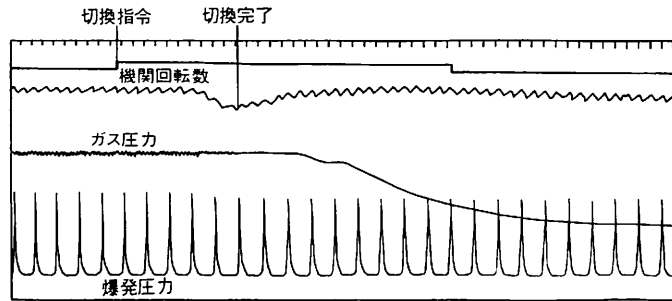
### 10. 燃料ガスの性状

当社ガスディーゼル機関が標準出力を発揮するために具備すべき、ガス性状はつぎのとおりである。なおガス



(a) 6LG32X DIESEL→GAS

ディーゼル運転→ガス運転切替特性(600rpm, 1600PS)



(b) 6LG32X GAS→DIESEL

ガス運転→ディーゼル運転切替特性(600rpm, 1600PS)

図8 6LG32X機関のディーゼル/ガス運転の切替特性

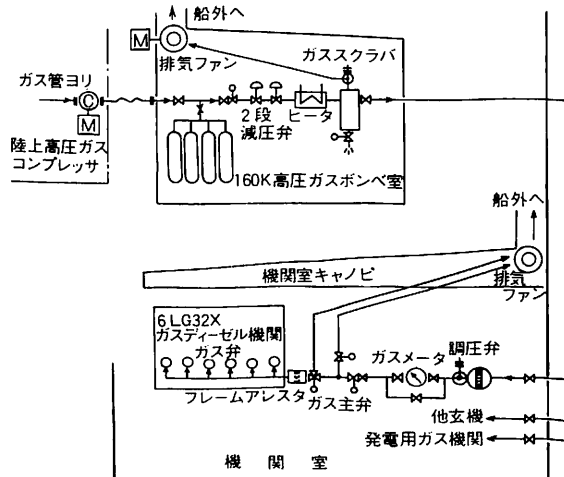


図9 燃料ガス配管系統図

性状が下記を満足しない場合でも、必要な出力補正を行えば、ガスディーゼル機関として十分使用できることを付記する。

表1 ガスディーゼル機関主要目

機 関 形 式	定 格 出 力 PS	回 転 数 rpm	シリンダ数	シリンダ径×行程 mm	正味平均有効圧 kg/cm <sup>2</sup>
3 HG 19D	145	1200	3	190 × 225	5.68
3 HG 19E	215	1200	3	190 × 225	8.43
3 HG 19	290	1200	3	190 × 225	11.4
6 HG 19E	430	1200	6	190 × 225	8.43
6 HG 19	580	1200	6	190 × 225	11.4
6 MG 23C	975	1000	6	230 × 260	13.5
8 MG 23C	1300	1000	8	230 × 260	13.5
8 PA 4 V-185	1000	1500	8	185 × 210	13.3
18 PA 4 V-185	2250	1500	18	185 × 210	13.3
6 LG 27.5 X	1280	750	6	275 × 320	13.5
8 LG 27.5 X	1700	750	8	275 × 320	13.4
12 VG 27.5 X	2560	750	12	275 × 320	13.5
16 VG 27.5 X	3400	750	16	275 × 320	13.4
6 LG 32X	1650	600	6	320 × 380	13.5
8 LG 32X	2200	600	8	320 × 380	13.5
12 VG 32X	3300	600	12	320 × 380	13.5
16 VG 32X	4400	600	16	320 × 380	13.5
18 VG 32X	4950	600	18	320 × 380	13.5

## 1) 天然ガス 容積%

メタン CH<sub>4</sub> ≧ 70%エタン C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ≦ 15%プロパン C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> ≦ 15%ブタン C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> } ≦ 合計 2%ペンタン C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> }ヘキサン C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> }ヘプタン C<sub>7</sub>H<sub>16</sub> }デカン C<sub>10</sub>H<sub>22</sub> }酸素 O<sub>2</sub> < 1%水素 H<sub>2</sub> < 3%硫化水素 H<sub>2</sub>S < 0.2%

## 2) 下水ガス, スラッジガス

CH<sub>4</sub> ≧ 50%CO<sub>2</sub> < 50%H<sub>2</sub>S < 0.2%

いずれの場合も, ゴミ, 水滴を含まないこと。

## 11. ガスディーゼル機関のラインアップ

当社のガスディーゼル機関は, 表1に示すとおり 120 PS から 4950 PS までシリーズ化されており, 広い分野への応用が可能である。いずれの機種も既にディーゼル

機関としてあらゆる分野で使用され, 多数実績のあるモデルを基礎にしているため, 信頼性・保守性・部品の交換性および耐久性に優れている。

## 12. あとがき

以上に述べたように, ガスディーゼル機関はディーゼル機関とほとんど同じ取扱いができ, 特殊な機関ではないという認識でよく, しかも極めて耐久性と安全性に優れ保守性がよいことから, ディーゼル機関以上に, 燃料資源問題に新たな面から, 応用分野が広がるものと考えられる。

この稿を終えるにあたり, 造船所およびドッドウエル社の方々の御協力に対して, ロイド船級協会の暖かい御指導に対して紙面を拝借して, 深謝申し上げる。

関係各位の御参考になれば, 幸いである。

## 『ケミカルタンカー』

恵美洋彦・角張昭介著

B5判 300頁 定価 5,000円 (〒300)

株式会社 船舶技術協会



■ LNG 船の就航記録から(その17)

## ボイルオフガス燃焼について(上)

編 集 部

### 1. ボイルオフガス燃焼装置の概要

#### 1・1 就航船の概要

1981年までにLNG船として完成した船舶は、72隻である(予定を含む)。そのうち、実験を主目的とした3隻を除く残り69隻の貨物温度圧力制御の主たる方法は、次のとおりである。

- ・ 船用主機燃料(蒸気タービン用ボイラ) ; 59隻
  - ・ 同 上 (ディーゼル機関) ; 6隻
  - ・ 同 上 (ガスタービン機関) ; 1隻
  - ・ 蓄圧/大気放出 ; 3隻
- 合計; 69隻

このうち、蒸気タービン船は、いずれもLNG専用船若しくはLNGを主目的とするLNG/LPG船として建造されている。

ディーゼル機関船は、いずれも専用船ではなく、多目的液化ガスタンカーの範疇となる。うち、1隻は29,000<sup>m</sup>型で比較的多きいが、残り5隻は2,500<sup>m</sup>前後の大きさである。(この5隻は、同型または同一設計の船舶で、そのうち1隻は、確実に2重燃焼式ディーゼル機関を装備している。他の4隻は、その1隻と同型若しくは同一設計であるという記述から、やはり2重燃焼式ディーゼル機関を装備していると推定した。)

ガスタービン船は29,000<sup>m</sup>型であり、これもLNG専用船ではなく、むしろLPG、エチレン等も積載し得るように計画されている。

蓄圧/大気放出の3隻のうち2隻は、LNG専用船ではなく、むしろLNG、エチレン等を主な貨物対象とする多目的液化ガスタンカーである。1隻は、その10でも紹介したLNG輸送バージである。

#### 1・2 ボイルオフガス燃焼の概要

本節では、理解を容易にするため、ボイルオフガス燃焼についてごく簡単に説明しておく(1)2)3)4)。詳細は、文献<sup>1)</sup>等を参照のこと。

ガス燃焼装置は、燃料供給装置と燃焼機関

とに大別できる。燃料供給装置の構成は、燃焼機関の種類に拘わらず、基本的には同じである。燃焼機関は、現在のところ、蒸気タービン用ボイラ、ディーゼル機関およびガスタービン機関である。そのほか、補助ボイラ、イナートガス製造燃焼装置等も考えられるが、実績はない。

燃焼機関として共通に必要な条件は、次に掲げるとおり;

- 設置場所は、主機関およびボイラ室とする。
- 主推進機関として使用される場合、ガス/油二重燃焼機関とする。また、油専焼可能なものとする。
- ボイラおよびディーゼル機関は、ガスのみを燃焼するものであってはならず、少なくとも、設計仕様で定める最小限の油と共に燃焼すること。
- 主機関としての負荷変動、ボイルオフガスの供給量および組成(窒素含有量)の変化等に応じて燃料油/空気の供給を自動的に制御して安定燃焼し得ること。
- ボイルオフガス中の窒素含有量は、最大40%程度は見込んでおくこと。(液中の窒素量によって、ボイルオフガス中の窒素量が定まる。本シリーズ、“貨物オペレーションに関する補足”を参照のこと。)
- 機関の運転が不安定なとき、即ち、湾内等では、ガスを燃料として使用してはならない。

ボイラ、ディーゼル機関およびガスタービン機関とし

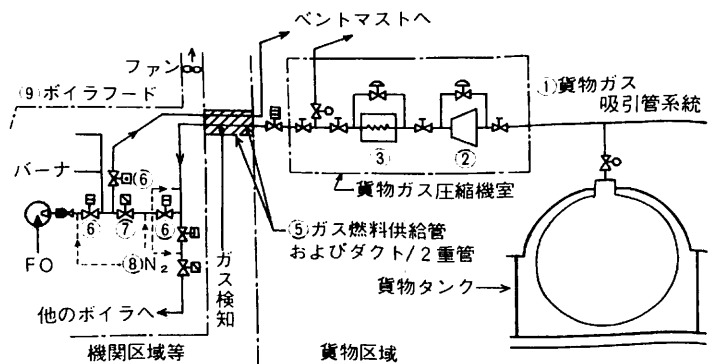


図1 ボイルオフガス燃料管系統(ボイラ燃焼)

での装置の概要は、2・2、3・2および4・2にそれぞれ実例を挙げておいたので参照のこと。

ガス燃料供給装置の構成は、燃焼機関の種類に拘わらず、基本的には同じである。供給管系統の1例を図1に示す。これはボイラ燃焼を想定したものであって、文献<sup>1) 5) 6)</sup>に基づいて描いたものである。

タンクから燃焼機関に至るガスの流れおよび供給装置の構成の概要は、次に示すとおりである(①ないし⑨の番号は、図1に対応する)。

#### (a) 貨物ガス吸引管系統①

タンクから圧縮機に至るまでの管系統である。積揚荷用ガス管系統と共用される。タンク出口の温度は、およそ $-140$ ないし $-110^{\circ}\text{C}$ の範囲である。ただし、バラスト航海では、もう少し高い温度になる。同出口のガス圧力は、 $0.03$ ないし $0.07\text{ kg/cm}^2\text{ G}$ 程度である。(本シリーズ、その7参照)

#### (b) 圧縮機②

効率上、圧縮機は、ガスヒータの上流側に設け、低温ガスを吸引するようにするのが一般的である。

ガス燃料供給用圧縮機は、低容量型(Low Duty; LDタイプ)といわれる。これは、荷役時、ウォームアップ時、ガスフリー時等に用いられる高容量型(High Duty; HDタイプ)に比べて、容量は小さい。ボイルオフガス全量が処理できる低容量型を2台(1台は、予備)以上備えるか、またはHDタイプのものも使用できるようにしておく。

吸引側のガス温度は、管長および管防熱によって異なるが、タンク出口に比べて $10$ ないし $30^{\circ}\text{C}$ 程度高くなっている。吐出圧力は燃焼機関の種類によってガス燃料供給圧力が異なるので、それに応じて変わる。ボイラ、ディーゼル機関またはガスタービン機関に対し、それぞれ $0.5$ ないし $1.0\text{ kg/cm}^2\text{ G}$ 、 $3$ ないし $5\text{ kg/cm}^2\text{ G}$ 、および $12$ ないし $15\text{ kg/cm}^2\text{ G}$ の吐出圧力となる。吐出温度は圧縮過程で冷却しないので、断熱圧縮と見做した温度に近くなる。例えば、 $-120^{\circ}\text{C}$ の温度で $1.06\text{ kg/cm}^2\text{ A}$ のガスを $2.0\text{ kg/cm}^2\text{ A}$ の圧力まで断熱圧縮したとすると、ガス温度は $-85^{\circ}\text{C}$ 程度になる。ただし、低温ガスを比較的低い圧力で吐出する場合、圧縮過程では、暖められることになる。故に、実際は断熱圧縮と見做した場合より高い温度になる。

圧縮機には、各種の自動制御/停止装置が設けられる。詳細は実例を参照のこと。

#### (c) ガスヒータ③

圧縮機から排出された低温のガスを室温( $0$ ないし $10^{\circ}\text{C}$ 程度)に暖める。なお、ガスタービン機関の場合、圧

縮機での圧縮比が大きく、必然的に排出ガス濃度が高くなる。故に、ガス燃料供給系統としてのガスヒータは不要となる。

ガスヒータの熱交換用媒体としては、水蒸気、ブタン等が用いられている。実績では、水蒸気を直接に伝熱媒体として使用する例が多い。

#### (d) 着臭装置

当初のLNG船では、機関区域でのガス漏えい安全対策としてガスヒータの下流側に着臭装置を設けていた。最近では、規則<sup>5)</sup>で要求されないこともあり、着臭しないのが一般的である。

#### (e) ガス燃料供給しゃ断弁④

装置の故障、ガス漏えい等の危急時には、自動的に閉鎖し、かつ機関区域からも遠隔操作し得る危急しゃ断弁である。機関区域に至るまでのガス燃料供給管に設けることとなっている。

#### (f) ガス燃料供給管およびダクト/二重管⑤

貨物区域を離れた個所から燃焼機関のフードまたはケーシングに至るまでのガス燃料供給管系統およびそれを保護するためのダクト/二重管を設ける。ダクト/二重管のスペースは、排気通風またはイナートガス封入によって、ガス漏えいの防爆対策がなされる。また、ガス検知端も設けられる。ガス燃料供給管には、もちろん貨物管としての規定が適用される。

#### (g) 自動しゃ断/開放弁⑥

ガス燃料供給管系統で燃焼機関毎に1組(3個)設ける必要がある弁である。通常時には、ベント管に通じる弁が閉鎖されている。通風装置の故障、燃焼装置での失火、ガス燃料供給圧力の異常、制御装置の故障等によって、燃料管の2個の弁が自動閉鎖する。同時にベント管に通じる弁が開く。

#### (h) ガス燃料制御弁⑦

自動燃焼制御(ACC)の一環として設けられる。燃料油制御弁、空気制御弁等と共に燃焼機関の負荷に応じて制御される。

#### (i) $\text{N}_2$ /イナートガスバージ管⑧

燃焼停止後、ガス燃料管系統をバージするための管系統。

#### (j) 通風フードまたはケーシング⑨

燃焼機関は、通風フードまたはケーシングでおおう。この区域は、ダクト/二重管との共用の排気式通風機または別個の排気式通風装置で換気する。後者の場合、ガス検知端も別個に設ける。

表1 ボイルオフガス燃焼に関する安全のための最低要件一覧

設 備	規則による要件	補 足
一 般	メタン(LNG)のみが認められ、機関室内でのボイラ、内燃機関およびL.G装置の燃料として使用可。余剰エネルギー処理装置(スチームダンプ等)を設ける場合、停泊/出入港時の貨物温度圧力制御用として使用可。	機関の運転が不安定なときは使用できない。主機関用は、油/ガス2元燃焼とする。ボイラ/ディーゼル機関はガス専焼としない。LNGを液状で機関室に導かぬようにする。
貨物タンク ガス吸引管	タンク気相部の圧力計測/監視装置を設け、貨物コントロール室に表示。高/低圧警報は、船橋に導く。	タンク内圧力低下により、圧縮機を自動停止する。
圧 縮 機	吐出圧力が管系の設計圧力を超えるおそれのある場合、圧力逃し設置を設ける。	吐出温度上昇による警報装置。その他、圧縮機としての一般的な監視/制御装置 機関室その他の近寄り易い場所から遠隔停止できること。 故障の際、他の圧縮機(予備/他目的)に切換使用可能とする。
ガスヒータ	貨物管/プロセス容器としての規定を適用	
圧縮機およびガスヒータ		ガスヒータ用の水蒸気の戻りは、貨物区域内設置のドレンタンクに導く。このドレンタンクには、空気管を設け大気開口させ、かつ空気管にはガス検知を設ける
ガス燃料 供給管系統	居住、業務およびコントロールステーション区域外を導く。貨物区域を除き、二重管/ダクト内、燃焼機器近辺まではフード/ケーシング下に配管。機関区域の外側に自動/緊急しゅ断用の元弁(燃料供給しゅ断弁という)を設ける。イナーティンク/ガスフリーのための設備が必要。管装置には、貨物管としての規定が適用される。	供給ガスの温度圧力を所定の範囲に自動制御できるものとする。範囲を超えたら警報を発すること。  管内圧力が高くなったとき(例、通常使用圧力の15%増)および異常に低下したとき、燃料供給しゅ断弁を自動閉鎖。 燃料供給しゅ断弁は、機関室およびその他の近寄り易い場所から遠隔閉鎖可能なこと。この弁に近接して手動止弁も設ける。
二重管またはダクト	二重管/ダクト内は、イナートガス封入/排気通風で安全を確保。イナートガス圧力低下/換気能力喪失の検知装置を設け、異常発生によって燃料供給しゅ断弁を閉鎖。また、ガス検知も設けLELの30%で警報、60%で燃料供給を自動しゅ断するようにする。ダクトの排気は、30回/時以上で燃料供給中は常に作動しているものとする。排気ファン用電動機はダクトの外側に設け、吸入/排出口の配置は、それぞれ安全な場所とする。	ダクトの排気通風用ファンは2台以上とし、1台が故障しても所定の換気ができるようにする。ダクトの吸入/排気口は、各種開口(戸、窓、その他の通気口、等)から3m以上離す。ダクト内の圧力は、機関室より低くなるようにする。
通風フードまたはケーシング	燃焼機器頂部等には、フードまたはケーシングを設け、保護する。頂部から排気通風する。装置は、ダクトのものと兼用するか、または専用のものを設ける。換気能力喪失/ガス検知は、ダクトと同じである。そのほか、この通風装置は燃焼機器を掃気通風できるものとする。	上欄の考え方は、フード/ケーシングにも適用。
燃 焼 機 器 〔ボイラ〕 〔ディーゼル機関〕 〔ガスタービン〕 〔その他〕	各燃焼機器毎に3個で1組の自動弁を設ける。うち2個は機器に近接して燃料管に直列に配置し、残りの1個は2個の弁間で接続するベント管に設ける。自動弁は、強制通風の故障、ボイラバーナ失火、燃料供給管系統の異常圧力またはこの弁の制御源(空気または電気)の故障によって、2個の弁が自動閉鎖すると共に、ベント管に通じる弁が開放するようにする。1個の弁で、これらの機能を備えるものでもよい。	〔ボイラ〕 計画負荷範囲で完全燃焼できる自動燃焼装置を設けること。ガスが滞留せず、かつ外周はガス漏えいが可能な限り少ない構造とする。 各バーナの燃料管には、ねじ止逆止弁とフレイムアレスタを設ける。 各バーナには、油パイロット用バーナを備える。また油が燃焼しているときのみガスが供給されるものとする。 各バーナには2個の火焰検知器を設け、両方共失火を検知したとき、ボイラ失火として上欄の動作、1個が失火検知のとき警報を発するようにする。 自動弁は、ドラム内水位の上昇、油バーナの圧力/バーナ噴霧水蒸気の圧力低下、ボイラ送風機停止でも作動するものとする。 ボイラが2台以上設置されるとき、各ボイラの煙路は独立のものとする。 〔ディーゼル機関/ガスタービン〕 燃料管のねじ止逆止弁とフレイムアレスタ装置、シリンダ/燃焼器にガスを吹き込む前の空気との混合禁止、自動弁作動の条件等の要件あり。詳細は省略。
そ の 他	燃料管のバージ排出、逃し弁排出等は、貨物ベント管の規定による。ガス漏えいが検知された場合、それが修理されるまでガスを供給してはならない。このための表示を機関室内に設ける。燃焼装置については主管庁/船級協会の承認をうけること。	機関室内のガスが滞留するおそれのある個所にもガス検知端を設けるのがよい。

### 1・3 安全のための各種、保護および監視/制御装置

ボイルオフガス燃焼装置に関連して設ける安全のための各種の保護および監視/制御装置の規則要件をまとめると表1に示すとおりとなる<sup>5)6)</sup>。

## 2. ボイラによる燃焼

### 2・1 概要

1・1に掲げた蒸気タービン船59隻の内訳は、表2に示すとおりになる。現在、主流となっている12万 $\text{m}^3$ 型は36隻完成しており、その平均出力は41,300馬力となる。

表2に示した59隻は、けい留中の数隻を除き、ボイルオフガスを燃料として実際に運航しており、いずれも大きな問題は生じていない。初期の船舶には、ボイルオフガス燃焼に関する小さな問題が発生した。しかし、根本的なものではなく、装置の改正によって問題は解決されている(2・3参照のこと)。

### 2・2 FW社によるガス/油燃焼ボイラの経験

Foster Wheeler社の技術によるLNG船のガス/油燃焼ボイラは、最初の“Methane Princess”以来、50隻を超えるとのことである<sup>8)</sup>。その開発および使用経験の概要を次に紹介する<sup>7)8)</sup>。

#### (1) ボイラ

最初のガス/油燃焼の主ボイラは“Methane Princess / Progress”に装備されたものである。これ以前には、陸上においてもガス/油混合燃焼のボイラはなかった。このボイラは、前面だきのESD IIタイプ(外部過熱器D II型)であった。最初の設計における基本的な考え方は、次のとおりであった。

- ガス流量の如何なる変動にも対応して燃焼し、常に油燃料によるパイロットバーナーが点火していること。
- このパイロット火焰の熱量は、ボイラ全体の熱量の10%とすること。即ち、ガス燃焼による熱量は、0ないし90%の間で変化する。残りは、油燃料でまかなう。
- 最も重要なことの1つは、同じ熱量の場合、ガス焰が油焰に比べて低い輝度であることであった。これは放射伝熱が少ないことになる。故に、対流伝熱を基本とした接触(対流)/放射式過熱器を選定する。

最初の船舶における海上でのガス/油混合燃焼試験は、予期していたより少ない性能を示した。これは、ガス焰に混じり、かつ10%燃料油のみで想定したものよりかなり明るい輝度によって生ずる油焰の存在によるものとされた。純粹のガス焰は、薄青色で殆ど目視できない。

表2 蒸気タービン機関LNG船の内訳

タンク容量 $\text{m}^3$	隻数	主機馬力(PS)	航海速度(kn)
25,000	1	11,500	17.5
~28,000	2	12,500	17.25
35,500	2	23,000	20.2
40,000 ~41,000	4	15,000	18
	1	16,250	17.6
	1	16,800	17.5
50,000	1	17,700	17
71,000	2	20,000	18.25
75,000 ~77,700	7	20,800	18.2
87,600	2	30,000	19.5
120,000 ~ 132,000	1	32,400	19.8
	1	33,650	18.5
	3	34,000	19~20
	2	36,000	18.5~19.4
	5	40,000	19.5~21
	3	40,560	18.5
	10	43,000	20/20.3
	11	45,000	18.5~20.7
合計	59隻(1981年末現在就航中)		

ボイラとしては、火炉および煙道にガスが滞留しないようなポケットがない構造が採用された。ボイラ全体、過熱器およびエコノマイザは、燃焼空気掃気されるエアケーシングで囲まれる。そして、燃焼室からの未燃焼ガスの漏えいによって危険なポケットができないように構成される。

このタイプのボイラは、“Methane Princess / Progress”に引続いて“Jules Verne”にも採用された。さらに、イタリーおよびスペインで建造されき“Esso Brega”ほか3隻の4万 $\text{m}^3$ 型LNG船にも採用された。

4万 $\text{m}^3$ 型LNG船は、当初の3隻に比べて約4年後に建造された。故に、その経験を反映して、より正確にガス/油の混合燃焼の影響を予測できた。これらのボイラでは、最終の水蒸気温度の制御を過熱器の最終の2つの流路間の管内に位置した緩熱器で行なう。ボイラは、モノウォールチューブ溶接水冷壁構造である。即ち、炉壁水冷管は、ガス密ケーシングを構成するように溶接された縦方向フィン付き管である。このボイラの運転結果は、過熱器の効率に対して注目すべき影響はなく、かつ理論的に想定したとおりの性能であることを示した。

過熱低減法としては、噴水式と水中貫流式の2つの方式が採用された。それぞれ一長一短があり、優劣がつけ

難い。船用としてこれらのボイラを10年以上使用した経験から噴水式において;

“給水量は適切に制御でき、かつ過熱水蒸気中への異物混合も問題にならない”

という結論が得られた。したがって、標準として噴水式過熱低減法が採用されることになった。

これらのボイラと同じ方式は、フランスでシリーズ建造されたLNG船にも採用された。その試運転は、油燃焼の場合、良好な成績であった。ガス燃焼の場合、“前の例に比べて過熱器の性能が著しく変化した。しかし、最終の水蒸気温度は、設計値に制御されたので船舶の運航は満足すべき結果が得られた。

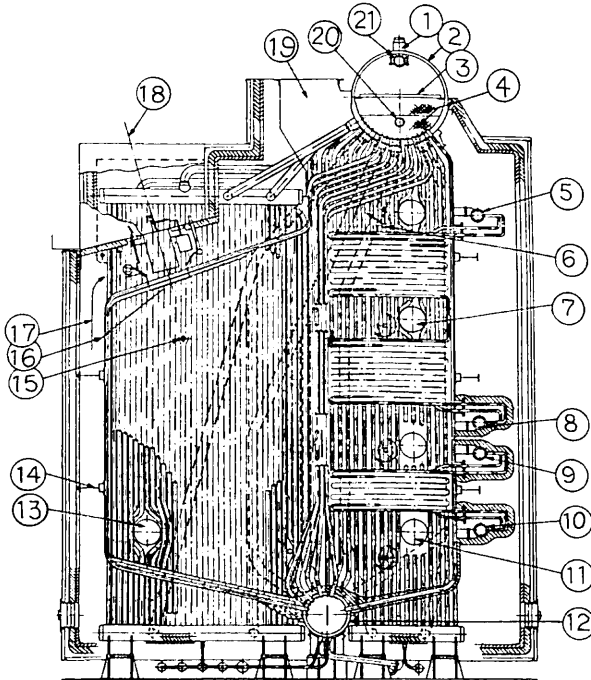


図2 ESD天井焼きモノウォールチューブ型油/天然ガスボイラ

- |               |              |
|---------------|--------------|
| ① 飽和蒸気取出し     | ⑫ 水ドラム       |
| ② 蒸気ドラム       | ⑬ 火炉交通扉      |
| ③ 多孔板         | ⑭ 支柱         |
| ④ 主過熱器入口側管寄せ  | ⑮ 点検孔        |
| ⑤ 制水板         | ⑯ のぞき窓の位置    |
| ⑥ すず吹き        | ⑰ バーナーへの空気供給 |
| ⑦ 交通扉         | ⑱ バーナー中心線    |
| ⑧ 主過熱器出口側管寄せ  | ⑲ ボイラアップテイク  |
| ⑨ 二次過熱器出口側管寄せ | ⑳ 給水管        |
| ⑩ 二次過熱器入口側管寄せ | ㉑ 乾燥管        |
| ⑪ 交通扉         |              |

当初のLNG船は、30ないし50 tons/hrの約450°Cの水蒸気を必要とした。後の船舶では、出力の増加によって60ないし95 tons/hrの約515°Cの水蒸気が必要となった。

これに伴って、ボイラは油タンカー用に開発されたESDⅢタイプを基本とした形式のものが採用された。これは、図2に示すとおりで天井だきとなっており、モノウォールチューブ溶接水冷壁構造である。この壁構造は、ガス密となるため、非燃焼ガスが機関室に漏えいするのを防ぐことができる。(裸水管近接配置壁構造のものも伝熱面積の同じ基本配置でもって製造し得る。)

配置上、特別の注意は火炉の頂部コーナに払われた。油専焼の場合、管群は火炉の頂部コーナ附近で蒸気ドラムに入る。しかし、油/ガス燃焼の場合、全てのガスポケットの通気を良くするための配慮が払われる。さらに、ガス/油燃焼の場合、油燃焼によって酸性のススが生成され、ガス燃焼によって燃焼生成物中に多くの水蒸気が含まれることにも注意すべきである。この対策として、エコマイザの上部は鑄鉄製スリーブに鋼管をはめこんだもので構成されている。これは、低温腐食の対策として有効である。

このボイラの性能比較曲線の典型的な例を図3に示す。

(2) 燃焼装置

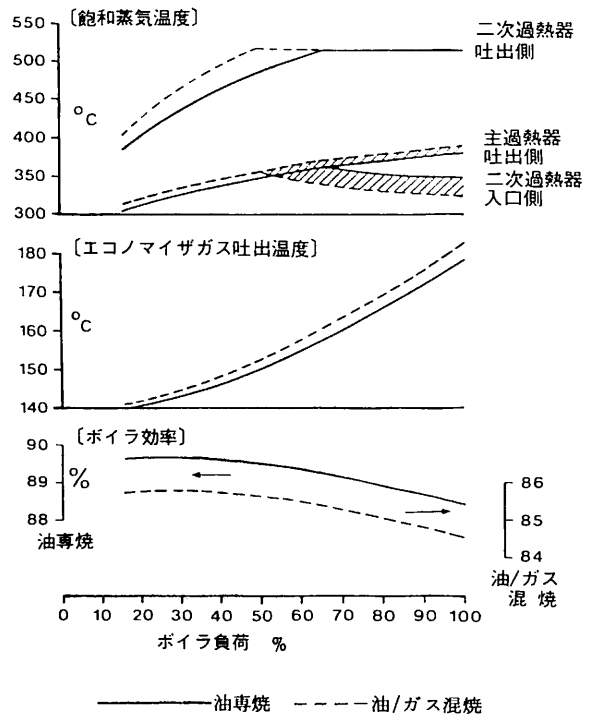


図3 ボイラ性能比較曲線



燃料供給装置は、基本的には同じであるが、詳細は個々の船舶で異なる。これは適用規則 / 仕様の相異による。1例を図4に示す。

当初の船舶（7万型まで）のバーナーには、油およびガスノズル共にバーナー中心に配置された方式（センタファイヤ型）が採用された。このバーナーは、火焰が長くなって燃料流量が増える大型船には適さない。大型船には、図5に示すようなマルチ型バーナーが採用された。また、他のメーカーの他の型式のバーナーも採用された。いずれの型式においても良好な燃焼性能が発揮されている。

### (3) ボイラ/バーナーの制御管理システム

この当初のLNG船のボイラ油/ガス燃焼の制御管理システムは、その後のLNG船の設計の基本になっている。さらに、この実績は安全面に関しては、規則<sup>4)</sup>にも反映されている。

最初のLNG船の制御装置は、空気圧方式であった。最終の蒸気温度を制御し、かつ噴霧蒸気圧力を維持するため、油/ガス温度調節装置が設けられた。

その後のボイラ燃焼制御装置も空気圧方式である。そして燃焼制御の主要素として過熱器の吐出温度、従要素として貨物タンク圧力が用いられる。

油/ガス2元燃焼中に、2種の燃料の圧力を計測した場合、その二乗和平方根値が2種の燃料量を混合するのに使用される。前述のようにボイラは、最少の油燃焼以外はガス供給量に応じて油供給量を自動調整するものである。

その他、ボイラ出口水蒸気圧力を検出し、燃料/空気供給量を自動制御する方法は、基本的には、油専焼ボイラのものと同大差ない。文献<sup>7)</sup>には、その詳細も述べられているが、ここでは省略する。

ガス燃料中の窒素成分を許容するため、ガス管の圧力信号に対する追加の手動制御が設けられる。この制御はガス量中の燃焼成分に適するように燃焼空気流量を減らすことによる蒸気と空気量の相関を適切にするものである。これはいわば熱量ベースの補正手段である。

燃料装置中の安全のためのインタロックは、次に示す動作となるように配置されている。

#### レジスタ

- バーナー本体が正しい位置に据付けられない限り、油が燃焼しないこと（船用の標準）。
- 点火の際、レジスタの空気ドアが開かぬ限り、油を炉中に導入できぬこと。

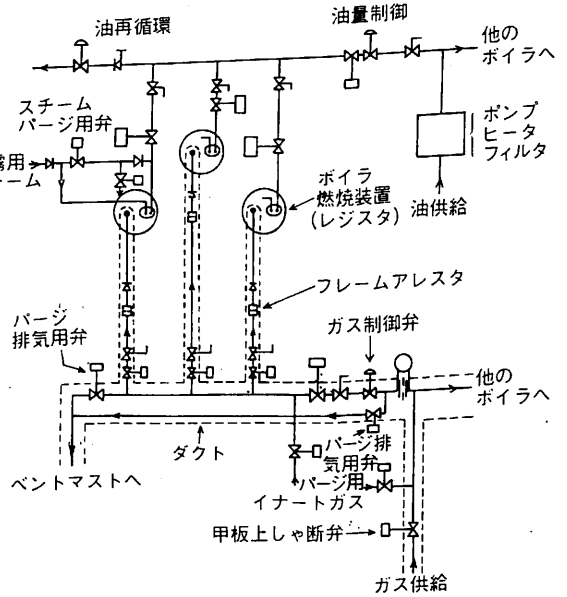


図4 ボイラ燃料供給装置系統図

ガス供給圧力	: 0.686 barG
ガス供給温度	: 5 ± 0.25 °C
バーナーでのガス圧力	: 0.343 barG
バーナーでの燃料油圧	: 18.62 barG
バーナーでの油粘度	: 80.0 S, R, I
噴霧用スチーム圧力	: 9.8 barG

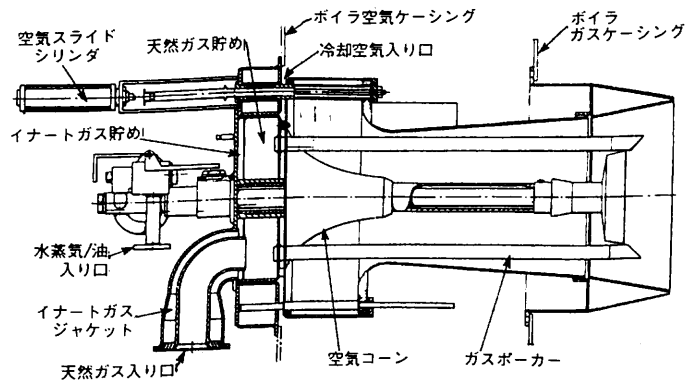


図5 油/ガス燃焼用バーナーの例（マルチ型）

- ガスは、すでに燃焼していない限り燃やせぬこと。
- ガスが燃焼している限り、レジスタで油供給をしゃ断しないこと。
- 油供給弁が先にしゃ断されぬ限り、レジスタの空気ドアは、閉らないこと。

#### その他の燃焼装置

- 油供給圧力は、パイロット火焰に必要なために設定

した圧力以下にならないようにすること。

- ボイラの水位低下または強制通気ファンの故障の際、油およびガスの供給をしゃ断すること。そして、これらのいずれかでも、他のボイラへのガスの供給をしゃ断すること。ただし、油の供給をしゃ断してはならない。
- ボイラの1つで完全な燃焼ができぬとき、全て(2基)のボイラへのガス供給をしゃ断すること。
- 油供給弁の1つを急速しゃ断した場合、ガス供給弁は、開かぬこと。
- どちらかのボイラのガス供給弁を急速しゃ断した場合、操作者が機械的インタロックを解除しない限り、ガス供給弁は再び開け得ないこと。
- ガス燃焼に先立って全てのガス管系統を窒素でパージし、かつイナーテイングするための加圧および吸引用のファンの自動装置。
- ガスの急速しゃ断のための押しボタン、および同じく油燃料の押しボタン。そして、ガスのボタンを押す前に油燃料ボタンを押した場合、両方の燃料をしゃ断するためのインタロック。

バーナの制御装置は、ボイラ毎に3つの部分で構成されている。そして、それぞれ主制御機能を有するもの、および他の部分とコントロールパネルへの情報伝達の機能を有する従制御機能を有するものに分れる。この3つの部分は、点火前、バーナおよび燃料安全の各装置である。

油点火前開始(Start Oil Prelight)のボタンを押すと、点火前制御装置は次の状態を示し、かつ証明する。

- a. 主燃料油弁閉
- b. 主ガス弁閉
- c. ボイラガスベント弁閉
- d. 全てのバーナの燃料弁閉
- e. 全てのバーナレジスタ開
- f. 強制通風作動およびパージ空気量適正

この段階でパージ進行(Purge in Progress)の表示がコントロールパネルにでる。そしてタイマーが必要なパージ時間を確保する。パージ完了後、ボイラパージ完了(Boiler Purge Complete)の表示がでる。パージ中、前aないしfのいずれかに故障が生じた場合、パージの進行は停止され全ての状態がパネルに表示される。オペレータは不具合な箇所を直ちに見つけ得る。パージ完了の表示がでた場合、スイッチを切り主燃料油弁を開ける。そして、点火前制御装置は、次の状態を表示する。

- a. 水位良好
- b. 主燃料油弁開

### c. 燃料油温度良好

この状態を確認したらパージ完了の表示が消え、油燃焼可(Permission to Fire Oil)が表示される。次いで、制御機能はバーナ制御装置に移行する。この装置には、バーナ毎の停止装置も設けられている。

油燃焼可の表示後、オペレータはバーナアクチュエータの“ON”ボタンを押すことができる。バーナは点火を開始する。15秒間は、火焰が安定するのに必要である。この段階での状態監視は、次のとおり。

- = バーナエヤレジスタ点検孔閉
- 燃焼進行/拡大
- バーナ燃料油弁開
- 燃料油弁開放開始後、バーナレジスタ開

燃料油バーナ弁が完全に開いてから5秒以内に火焰を検知する。点火機構は、バーナ弁全開の5秒後に停止する。バーナが作動を開始したら燃料油バーナON(Oil Burner ON)が表示される。そして火焰検知器が焰を監視する。

油燃焼が安定しているときのみ、ガス燃焼(Gas Firing)開始のボタンを押すことができる。バーナ制御装置は次の状態を監視/表示する。

- a. ボイラは油燃焼中
- b. ボイラでガスを燃焼するのが最初の場合、左右両舷のトリップ用弁閉鎖。または、他のボイラがすでにガス燃焼している場合、主トリップ用弁開
- c. 全ての窒素パージ用弁閉
- d. 主ガスベント弁閉
- e. 主トリップ用弁開
- f. 全てのバーナガストリップ用弁閉
- g. 手動最小(Manual Trip)位置にガスを制御

上記の全ての状態が満足される場合、順次ガスバーナ弁が開かれる。最初のバーナのガス弁が完全に開いたらボイラガス供給主管のガストリップ用弁が完全に開かれる。ガスバーナ弁の開く時間としては、5秒まで許容される。これを超える場合、弁は自動的に閉鎖する。ガス弁の開放によってボイラガス燃焼(Boiler Firing Gas)が表示される。

個々のガスバーナは、油バーナが閉鎖したときのみしゃ断し得る。ただし、ガス燃料のトリップが作動した場合、全てのガスバーナはしゃ断される。油燃料トリップの場合も同様にガスバーナがしゃ断される。ボイラの連続使用中火焰検知(Flame Scanner)は、ボイラの状態を乱すことなく自動的に監視される。不具合が発見された場合、そのセルの適切な信号が点滅する。

バーナ制御の第三の部分は、燃料安全装置である。こ

のモニタはボイラの状態を予知し、かつ必要に応じてボイラを停止する。同時に、オペレータになって停止の原因を表示する。

ボイラは、次の場合停止する。

- a. 緊急トリップボタンをオペレータが使用
- b. 空気量低下
- c. 低液面
- d. 燃料油圧力低下
- e. 燃料油温度低下
- f. 全ての火焰の消滅
- g. 全てのバーナーの燃料油弁閉鎖
- h. バーナシャ断の不具合
- i. 最初のバーナへの点火遅れ

ボイラの停止後、燃焼装置は自動的に安全な状態におかれる。そして、バーナ再点火にあたって、点火前サイクルに戻ることが要求される。さらに、次の場合ガス燃料の供給が停止される。

- a. オペレータの操作または燃料油トリップ
- b. ガス圧力低下
- c. ガス圧力上昇
- d. ガス漏えい検知

e. ボイラフード通風装置停止

f. バーナ閉鎖の不具合

ガス燃料供給停止の場合、ボイラへの主ガストリップ弁が閉鎖することによって、自動的に作動する。このとき、ボイラガス主管のベント弁が開く。フード通風の停止またはガス漏えいのいずれかによるシャ断、或は最後のバーナで燃焼していたガスの停止の場合、モガス弁が閉鎖する。主ガスベント弁は、主ガス弁が閉鎖したときは如何なる場合でも閉鎖する。

バーナレジスタの差圧は、燃料供給量を定めるため、バーナでの空気流量および油/ガス圧力を制約するのに使用される。したがって、空気/燃料比は使用しているバーナの数に拘わらず正しく監視される。ガス燃料中の窒素含有量40%では、等価の熱量を維持するのに必要な燃焼用空気が自動的に補正される。空気量は、ファン入口のベーンで制御される。貨物タンクの圧力が上昇した場合、ボイラでの使用制限量になるまでガス流量を増やすための特別な装置が設けられている。過熱器の圧力は、あらかじめ設定していた値まで上昇することが許容される。この値は、圧力減少および温度低減部を介して、主凝縮器に過剰蒸気を通過させる弁に設定される。(つづく)

ニュース

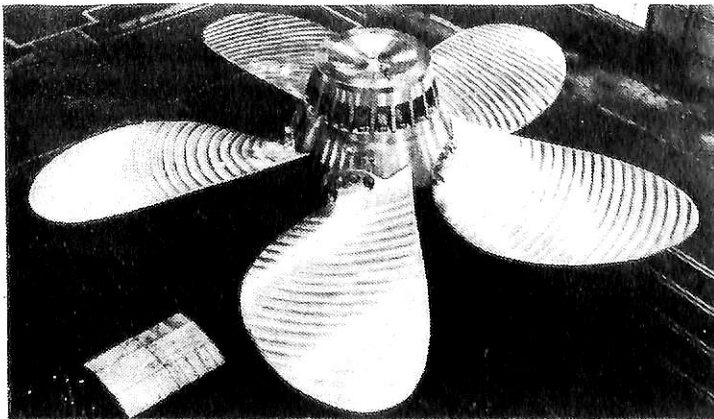
ニュース

## 世界最大の 5翼可変ピッチプロペラを完成

川崎重工業(株)では、5翼としては世界最大(直径9.15m)の可変ピッチプロペラを完成した。

この可変ピッチプロペラは、省エネ船として計画され、現在同社坂出工場で建造中の川崎汽船(株)向け224,600重量トン型バラ積運搬船“千城川丸”(37次計画造船昭和57年12月就航予定)に装備されるもので、商船としては、我が国初の5翼可変ピッチプロペラである。

“千城川丸”は、その寄港先における喫水制限などにより、喫水を深くすることができず、プロペラ直径を9.15



## 可変ピッチプロペラの主要目

型式	川崎-エッシャウイス式	2400P5/600RS型
軸馬力	16,770PS	53rpm(連続最大出力時)
プロペラ直径	9.15m	ボス径: 2.4m
翼数	5枚	
回転方向	舵より見て時計方向	
材質	ニッケルアルミニウムブロンズ	
制御方式	電気油圧式自動負荷制御方式	

mの範囲とし、この条件のもとで一機一軸2サイクル機関ギヤダウン推進装置に装着して、如何に効率をあげるかを検討した結果このような5翼型が採用されたものである。

本船についていえば5翼プロペラは、4翼に比べて約3%プロペラ効率改善が予想されていたが、理論プロペラ設計法の採用等により、モデルテストの結果では4%以上の効率アップが確認され、本船の省エネルギーに大きく寄与するものと確信している。

◀写真 世界最大の5翼可変ピッチプロペラ

## ケミカルタンカー (60)

恵美洋彦・曾根 紘・角張昭介  
財団法人 日本海事協会

## 10・3・3 貨物移送と荷役作業

貨物移送は、当然のことながら揚荷および積荷に大別される。両者の貨物移送作業中の注意すべきポイントには共通するものが多々あるが、最も異なる所は揚荷中の監視の最重点は本船の貨物ポンプの作動状態であり、また、積荷中では、貨物タンク開口からの貨物溢れ出し防止（特に各タンクの最後の積切り時）にあるといえる。

揚荷に際しては、バージのような特別の場合を除き、本船の貨物ポンプが使用されるため、ターミナル側の受入れタンクおよび管系の弁は、本船のマニホールド弁開放に先立ち全て全開される。従って、揚荷開始前には、ターミナル側の管系に内圧があるかどうかをチェックすると同時に、内圧があり、陸側からのケミカル貨物の逆流が予想される場合には、本船のマニホールド弁を開ける前に揚荷ポンプを始動させ、本船揚荷管系のマニホールド弁までの部分に適正圧力を与える必要が生じる。

貨物ポンプの起動、運転、停止は、夫々のポンプの型式により異なるため、作業者は、対象ポンプの取り扱いについて熟知しなければならない。ポンプ運転中は、

- i) 吐出圧力
- ii) レール部の漏洩
- iii) 過熱
- iv) 振動
- v) 作動音
- vi) 回転数

等の状態に付いて逐次監視すると同時に、ポンプ室と安全区域（機関室等）との境界壁を貫通している駆動軸がある場合には、そのシール部の状態にも注意しておくことが良い。

貨物ポンプおよびその管系に生ずる過大な圧力、特にサージ圧に起因する問題点と危険性を回避するための作業方法は、作業者全員に周知徹底させなければならない。このサージ圧発生の主要原因の一つとしては、高速の貨物の流れに対する弁の急激閉鎖（部分閉鎖または完全閉鎖）による流量・圧力の急激な変動（水撃現象）があげられる。その他、ポンプの急激発停および弁の急速開放

も要因となる。サージ圧によるポンプ、弁およびホースの損傷・破壊を防止するためには通常下記に示す i) ないし vi) の操作手順が採用されている。船の配管および船/陸間の配管系全体を対象にした水撃現象の実験・解析例は少なく<sup>25) 26) 27)</sup>、特に本船のマニホールド部等に遠隔危急遮断弁またはオーバーフロー防止用自動遮断弁のように閉鎖時間の短い制御弁を設ける場合には、実際の船/陸の配管系に即した実験・解析を行なう必要が生じることがある。解析は、通常弾性波理論により行なう。

## 〔サージ圧発生防止対策〕

- i) 積荷、揚荷共、作業開始時流速は低速で行なう。
- ii) 吊下げられたホースまたはアームの脈動を最小にするように陸上ポンプを調整する。（積荷時）
- iii) サージ圧は、閉めつつあるバルブの上流側に発生する。従って、サージ圧が発生した場合、管系で最も損傷し易い部分は、船/陸間コネクション部であるので、荷役速度を制御する際は、貨物の流れ方向に対してこのコネクション部より常に上流側の弁閉閉で制御する。即ち、積荷時の流量調節は、コネクション部のターミナル側の弁操作で行ない、揚荷時には、本船のマニホールド弁で調整する。同様に、弁閉め切り時（荷役停止時）にも、これらの弁操作を最優先させるべきであり、間違ってもコネクション部をはさんで反対側の弁操作が先行しないようにする。コネクション部の他、本船の管系では、貨物ポンプケーシングがサージ圧により損傷を受け易い。従って、揚荷時には、マニホールド弁以外でも弁の開度調整を行なう時は慎重に操作する必要がある。
- iv) 流れに対して弁を閉める場合、ゲート行程の最初の3/4までは比較的影響は少ないが、3/4を超えると流速の変化率は急激となり、この変化率は流速を最高から0まで一様に変化させる場合の約2.5倍に達するといわれている<sup>25)</sup>。従って、弁閉鎖時の最後の1/4行程はゆっくりと閉めることが肝要である。手動の場合少なくとも30秒以上、できれば60秒

位かけて閉め切ることが望ましい。

V) 往復動ポンプ (ウォシントン等) を使用している場合、サージ圧減衰および脈動防止のため、エアチャンバーはポンプ運転中できる限り空気を充てんしておく。また、ポンプの脈動が管系および船/陸コネクション部と同調しないように配慮する。

VI) 弾性波理論上の管系に生ずる最大のサージ圧  $P$  は一般に次式で与えられる。これは流体を  $2L/a$  (sec) 以下の時間で弁閉鎖等により停止させる場合に生じる<sup>25)</sup>。

$$P = \frac{waV}{144g} \quad (\text{p. s. i}) \dots\dots\dots (10 \cdot 1)$$

ここで

$a$  (圧力波伝播速度)

$$= \frac{12}{\left(\frac{W}{g}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{1}{K} + \frac{D}{bE}\right)^{\frac{1}{2}}} \quad (\text{ft/sec}) \dots\dots (10 \cdot 2)$$

$W$ ; 流体比重 (lbs/ft<sup>3</sup>)

$b$ ; 管厚 (inch)

$g$ ; 重力加速度 32.2 ft/sec<sup>2</sup>

$E$ ; 管材料の弾性係数 (p. s. i)

$K$ ; 流体体積弾性係数 (p. s. i)

$V$ ; 流速の変化 (ft/sec) (閉鎖前の管内流速)

$D$ ; 管外径 (inch)

なお、圧力波伝播速度  $a$  は、実用上図 10・13 により充分正確に求められる<sup>25)</sup>。このサージ圧に管内静圧を加えたものが、この管系に生じる最大圧力となる。

揚荷中または、貨物ポンプ室内のライン経由での積荷中には、貨物ポンプ室は、危険蒸気の滞留・蓄積する本船上で最も危険な閉鎖区域であるといえる。ポンプ室換気装置は、貨物移送作業中は常時運転し、可能な限りポンプ室を安全な環境に保持することが必要となる。換気用のファンおよびダクト装置は常に点検・整備し良好な状態に保っておく。またポンプ室ビルジは、貨物を含んでいる場合には速やかにスロップタンク等へ移送し、ポンプ室内での引火性/毒性蒸気発生の機会を極力減らすことが肝要である。

積揚荷作業に於る共通の問題点として、ケミカルタンカーの場合には、特に静電気の問題が考えられる。静電気に関しては、既に4章にて解説したが、改めてここで積揚荷作業上の問題点についてとりまとめておく。静電気帯電の可能性のあるケミカルの種類等については、表 4・13 を参照されたい。

静電気帯電の可能性のあるケミカルの積荷作業の場合、積込み初期の段階では、次の三点の理由から、タンク内

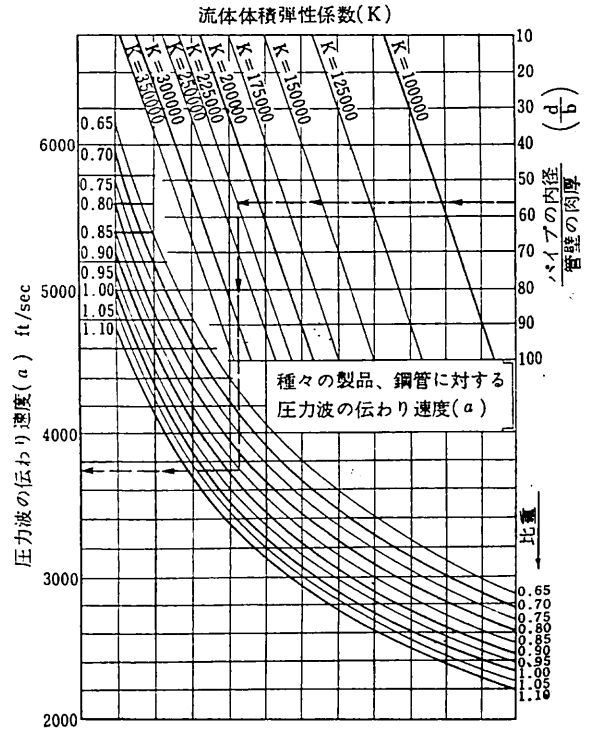


図 10・13 圧力波伝播速度 (a)

の船底ロンジおよびベルマウスが貨物に没し、且つ、管系内に水分および空気がなくなる迄は、極力積荷速度を抑える。通常、管内流速 1 m/秒以下とされる<sup>25)</sup>。

- i) 荷役当初は、貨物中に水および/または空気が混入し易い。
- ii) 水滴が低導電率油の中に存在すると電荷分離 (帯電) は管内で増加し、且つ、タンク内では、水滴の沈降により電界が生じ、積荷終了後長時間持続する。
- iii) 帯電貨物の下層に水分が存在するタンクに空気を吹き込むと、水分は貨物中に分散・沈降し電界が生じる。また、積荷初期には、貨物が泡を形成したり、ミストを形成するため、貨物が引火点以下であっても液面至近に爆発ふん囲気を形成することがある。(特に、貨物温度が、その引火点よりわずかに低い場合にのみ特に起り易い)

揚荷の場合も、上記同様、陸上受入れタンクで静電気を過度に蓄積しないよう初期流速を 1 m/秒以下に抑えることが一般的である。

積揚荷時の初期荷役量、流速に関しては、本船とターミナル側とで十分な打合せを行ない、適正な値を決定する必要がある。

なお、後述の対象であるが、揚荷完了後、導電性の器

具を使用して検尺、サンプル採取等を行なう時は、個々のタンクの積切後、少なくとも、30分経過しなければ行なってはならない<sup>25)</sup>。この時間は、前述のタンク内水分を沈澱させ、且つ、発生した静電電荷を消散するのに必要な時間である。

貨物移送と荷役作業に於けるその他の一般的な安全対策と注意事項を次にとりまとめる。

#### 1) 荷役の監督と管理

- i) 本船作業の遂行と安全の確保に必要な乗組員を在船させ、且つ必ず本船担当士官が当直に当り、乗組員1名は甲板上で当直させる。
- ii) 協議済の船陸間の連絡方法を常に利用できるようにしておく。
- iii) 荷役開始時および当直交代、作業班交代毎に本船担当士官とターミナル責任者は、交代者や当直作業員が荷役操作についての信号方法をよく了解しているかどうか相互に確認すること。

#### 2) 貨物取扱中のチェック

本船担当士官は、積荷開始および積荷中に、以下を定期的にチェックすること。

- i) 貨物が計画したタンクに入っているか。
- ii) ポンプ室、コファダム等への漏洩はないか。
- iii) スカッパーブラグ、シーバルブから漏洩はないか。
- iv) 管系、ホースの圧力および推定積揚荷量。圧力の低下または本船/陸上側間の推定量の著しい相違は、管系またはホースからの漏洩が考えられるので、この場合は調査終了まで荷役を中止する。

#### 3) 貨物液位計測とサンプル採取

- i) 各タンクに幾つかの液面計測手段を有する場合、貨物に適した方法で計測すること。
- ii) 貨物の危険性に応じた保護具を選択・装着すること。
- iii) サンプル採取、テープ検尺は風上側に立ち行なう。
- iv) 採取または計測のため、小口を開ける時は予めタンク内圧を逃すこと。また、作業は所定の開口を使用し、作業終了後は、直ちに蓋をすること。
- v) 静電気による危険性を考慮し、鋼製アレージテープ、採取缶、鋼製検尺棒の使用は避けること。採取および計測は前述の通り積荷完了後少なくとも30分経過後、非導電性器具を使用して行なうこと。

#### 4) 貨物の流出・漏洩および海洋汚染

貨物の流出、漏洩および海洋汚染を防止するため、荷役開始時および荷役中は、定期的に、甲板部および本船周囲海面を点検、監視すること。貨物の漏洩・流出が見された場合、その原因を確認し、欠陥が取り除かれる

迄は、その管系の荷役を中止すること。管系またはホースが破裂した場合、またはタンクからの溢れ出しが生じた場合には、全ての荷役作業は直ちに中止し、更に非常事態を宣言し、火災・爆発の危険が消滅したと見做される迄、その状態を継続すること。

夜間は適当な安全照明を配置すること。酸類の荷役時には、船/陸コネクション部には耐酸性の保護カバーをかけ、万が一の貨物飛散に対処すること。

#### 5) ガス検知

引火点が60℃以下および/または毒性を有する貨物の荷役中は、機関室および居住区域等のガス検知を一定時間毎に行なうこと。

#### 6) 荷役中の天候状態および環境状態

附近に激しい電気嵐がある場合または隣接他船で火災が発生した場合には、引火性貨物の荷役は中止すること。また、燃料補給船、通船等その他の船の本船への接近・接舷を監視すること。

無風、または殆ど風のない場合は、引火性/毒性ガスが速やかに拡散されず、滞留ガスによる危険が考えられるので荷役中止または荷役レートの変更等の措置を講じること。

#### 7) タンクの切替え

管系に送油しつつ圧力を保持しながら本船または陸側のタンク切替えを行なう場合には、これから貨物を入れるタンクの弁を開放し、然る後、それまで荷役していたタンクの弁を閉鎖すること。さもなければ圧力がかからない状態にして行なうこと。

ケミカルタンカーの荷役作業は、少量・多種という貨物の特性上、バージまたは小型船からの瀬取りにより行なわれる機会が多い。船から船への荷役作業も基本的には、前述の安全対策に従えばよいが、特殊な操作であるので、次の点に追加留意しておくことと良い。

- i) 両船の相対位置に留意し、特に、積荷される船から発生する貨物蒸気が揚荷している船の居住区、機関室等に侵入しないように配慮する。
- ii) 推進機器は、緊急時に必要が生じた場合、速やかに起動可能となるようスタンバイ状態に保持する。
- iii) 荷役ホースは相互に確実にアースを取る。
- iv) 十分な数の防舷機を配備する。
- v) 荷役速度は、相手船のタンクの大きさを考慮して慎重に制御すること。特に溢れ出し防止に留意する。
- vi) 荷役ホースは、緊急時迅速に外せるようにしておく。

ケミカルタンカーの貨物およびベント管装置は、6章でも解説した通り、貨物種類の多さおよび積荷量の少な



さから甲板上およびタンク内、ポンプ室内配管共に複雑な配置となっていることが多い。従って、オペレーションマニュアルの中には、貨物管装置の取扱い方法として、下記を考慮した解説、図面を収録すると同時に、荷役もできる限りこのマニュアルに従って実施することが誤操作による事故防止上安全といえる。

#### Ⅰ) 貨物管装置の使用法に対する概略説明

ⅱ) 最低限、IMO適合証書に記載された積付けケースに対し、個々のケース毎に各タンクの貨物の荷役および浚いに用いられる貨物/ベント管系統を貨物の流れに沿ってこれらの系統図上に色別表示したものを収録する。その際の色別は、本船の実際の管系統に施された識別マークの色と合わせる方がよい。また、色別に使用する系統図も、本船の貨物制御室にて、貨物ポンプ、弁、管装置等がコントロールパネルとして表示される場合には、そのパネルと同一の系統図とすることが望ましい。

ⅲ) 各貨物/ベント管系で隔離が必要な場合、個々の荷役ケース毎にその作業方法の詳細を図示・解説する。

ⅳ) 各ラインのドレン抜き方法を前ⅱ)と同様に図示解説する。

#### 10・3・4 荷役終了時/後の作業

積揚荷作業共、その終了時の操作で注意すべき共通点は、管系のドレン切りと荷役ホースまたはアームの取外し作業である。特に荷役ホースまたはアームの取り外しの手順を間違えた場合には貨物漏洩、海洋汚染および作業者の負傷等の事態を招くので注意する。

荷役終了時には、船/陸コネクション部の弁が最初に閉鎖されることになるが、特に積荷時には、最終タンクの積切時の流量調節が容易にできるようにターミナルに積み込み速度の減速を要求しておく。船/陸コネクション部の弁の閉鎖時には、前述のサージ圧発生に注意して所定の側の弁を操作する。即ち、積荷終了時には、陸側の弁を閉めてから船側を閉める。また、揚荷終了時(ストリップング終了時)は、船側バルブを先きに閉める。これらの操作は、後述のドレン抜き作業と一体となり、荷役ホースまたはアーム内の内圧を逃がすためにも重要である。

管系および荷役ホースまたはアームのドレン抜き方法は、陸上施設と本船設備条件により種々異なるが、いずれの場合に於ても、最低限、荷役ホースまたはアーム部の残液は完全に抜かななければならない。ドレンは、本船のタンク、陸上パイプライン、受け皿または他の適当な排出設備へ落とし込まれる。本船のタンクにドレンを落し

込む場合、油面上昇に対し十分なアレージを確保する必要がある。

管系および荷役ホースまたはアーム部のドレン抜きを行なう場合、必要に応じドレンの流れの上流側から空気または窒素を送り込むことにより真空発生によるドレン抜き不良を防止しなければならない。

荷役ホースまたはアームの取外しは、上記のドレン抜き完了後、マニホールド継手部の下に受け皿を置くかまたは他の流出防止策を講じた後に行なう。フランジのボルトは通常下側から徐々に緩め、最終残液を受け皿に落とすのが良い。

荷役、浚油およびドレン抜き完了後は、速やかに貨物管系統の全ての弁、タンク開口部の閉鎖、またはセットおよびブリザー弁の状態等を再確認する。

上記の荷役の最終作業が完了した後、積荷の場合には、本船およびターミナル側担当者立会の下で積込量の最終確認、計測およびサンプル採取を実施する。また、揚荷の場合には、同様に貨物が完全に揚荷されたことをターミナルが確認し、“Dry Certificate”が発行される。

その他の荷役完了時の注意点として、陸上接地装置の接続ケーブルの取外しは、貨物ホース取外し後行なうこと、および荷役終了後は、改めて機関室、居住区域、貨物ポンプ室等危険ガス滞留の恐れのある区域のガス検知を行ない、その存在の有無を確認することがあげられる。

#### 10・3・5 バラスト作業

ケミカルタンカーの多くは、一般の油タンカー等と異なり、通常、二重底および/または二重船側となっており、このスペースがバラストタンクとして使われることが多いため、通常のバラスト航海用のバラスト水は、これらのバラストタンクで十分に調整することができる。同時に、これらのバラストタンクの注排水に使用するポンプもバラスト専用ポンプとなっているため、これらのタンクは、所謂分離バラストタンク(SBT, segregated ballast tank)として評価することができ、且つ、そのバラスト水も当然クリーンバラスト水として評価される。

これらの二重底および二重船側のバラストタンクの使用方法は、特に一般の船舶と異なる所はなく、本船備え付けのバラスト作業マニュアルに従って、本船の復元性および縦強度上の制限並びにトリム、プロペラ没水等の条件に注意して操作すれば良い。

但し、ケミカルタンカーは、その性格上、往復航共貨物を満載または部分積載していることが多く、純粋なバラスト航海となる機会が、一般油タンカーに比較して少ない。従って、貨物を一部のタンクに有する場合のバラ

スト水の量と配置は、マニュアルを参照して慎重に決定する必要がある。このような貨物とバラストの混載状態は、各航海毎に異なった組合せとなることが多く、ケミカルタンカーの場合には、その組合せの安全性をマニュアルによりその都度手計算で確認するよりも、承認された loading computer (積付計算機) により計算・確認する方が良策といえ、最近では、この computer を装備するケースが増えている。

ケミカルタンカーでも、荒天でのバラスト航行時には、操船上、二重底等の SBT のみでは不足で、貨物タンクに gale ballast water を積載する必要が生じる。この場合、貨物タンクに張ったバラストは、明らかに dirty ballast となるため、その排出には、条約に従って特別の注意が必要となる<sup>28)</sup>。

この dirty ballast の排出に関する規制は、タンククリーニング汚水の排出に対するものと同じ範囲に入るため、詳細は、10・5 にて解説する。

#### 10・3・6 発火源に対する一般的注意

ケミカルタンカーの貨物タンク区域 (貨物タンク内、貨物ポンプ室、暴露甲板部等) 内では、貨物ポンプ、管装置等の操作、監視等のため、様々な工具や道具類が使用される。これらの道具類の選択、使用に際しては、ケミカルタンカーの場合でも直接貨液に触れる場合を除いては、先づ発火源となる危険性に対し一般油タンカー同様の十分な注意が必要であろう。以下に、工具および道具の選択、使用を含む船内発火源に関する注意事項を取りまとめる。

- i) 手工具は、本来の使用目的のみに正しく使うこと。所謂、ノンスパーク工具も、通常の手工具使用と同様の注意が必要である。(ノンスパーク工具は、鉄製工具に比べて、その衝撃・摩擦スパークによる着火危険性を著しく減少させるものではないため。)
- ii) 動力工具は、個々に検討して使用基準を定める。
- iii) 国または船級協会等により承認された型式以外の可搬式防爆灯は使用しない。
- iv) リード線付きの移動灯および電気器具、工具は、一切使用しない。
- v) アルミニウム製の工具、道具の使用は極力避け、止むを得ず使用するもの (例えば、タンク換気ファン、洗浄機等) は、定められた通りに使用すること。特に落下に注意すること。
- vi) 貨物ポンプ室内等にて、物の吊り上げ、吊り下げ作業を行なう場合には、ケーブル、電燈等に引掛けることのないように注意する。
- vii) バラスト水を張る貨物タンク内の防食用アノード

は亜鉛のみとし、アルミニウムまたはマグネシウムを使用してはならない。(落下時の衝突スパーク防止のため。)

viii) 貨物以外の常用の爆発物 (安全設備用等)、引火性/毒性/腐食性の液体・液化ガスは、承認されたもの以外の本船への持込みを禁止し、且つ、適正な格納と使用方法を確保すること。

ix) 船内私室での電気製品の使用については、十分に検討し、且つ、許可されたものの適正使用を徹底する。

x) 溶接、ガス等の高圧作業については、止むを得ず必要な場合には個々に十分な検討を行なうこと。高熱作業を行なう場合、周辺雰囲気中のガスフリーが確認されても、特に貨物管/ベント管周辺では、管内の残存液体/ガスが爆発範囲内にある可能性があることに十分注意すること。

#### 10・3・7 積載量制限

積荷完了時、貨物タンク頂部には、適当な空間 (アレージスペース) が確保される。この空間は、航海中の温度上昇による貨物液の膨張を吸収すると同時に、膨張時または、船体傾斜時に貨物がタンクベント管入口を液封し、タンクが過圧状態に陥いることを避けるために必要なものである。従って、積荷完了時 (ドレンの戻しを含む)、タンク内に残すべきアレージスペースの容積は、貨物の種類およびタンク頂部のベント管の開口位置を考慮して決定しなければならない。

航海中に貨物が到達する最高温度としては、加熱貨物の場合を除き、最高大気温度を考えれば良いが、この温度は I M O ケミカルコードでは具体的に決められていない。但し、国によっては、この温度を定めているところ (例; 米国; 115°F = 46°C, 日本; 45°C) もあるので注意する。

最高温度は、航海の期間、時期、航路および載貨状態を考慮して定めるが、一般には、加熱貨物以外では、45°C を採用すればよい。

貨物膨張時、タンクベント管が液封されないことおよびトリム、並びに液位計測誤差を考慮すると、貨物タンクに積載し得る最大貨物容量は、次式で表わすことができる。

$$V_{max} = A \cdot V_t \cdot \frac{dt_{max}}{dt_t} \\ = A \cdot V_t \cdot \{1 - \bar{\alpha}(t_{max} - t_t)\} \dots \dots (10 \cdot 3)$$

$$MFR(\%) = V_{max}/V_t = 100 A \cdot \frac{dt_{max}}{dt_t} \\ = 100 A \{1 - \bar{\alpha}(t_{max} - t_t)\} \dots \dots (10 \cdot 4)$$

ここで

- $V_{max}$  ; 最高積載容量
- $V_t$  ; 対象タンク容量
- $dt_{max}$  ; 最高貨物温度での貨物比重
- $dt_t$  ; 積荷時の貨物温度での貨物比重
- $MFR = V_{max}/V_t \times 100 (\%)$  ; 最高積付比
- $\bar{\alpha}$  ; 貨物の平均体膨張係数
- $t_{max}$  ; 最高貨物温度
- $t_t$  ; 貨物の積荷時の温度
- A ; 各タンク毎にタンクベント管が液封されないように定めた最高積付比 (1.0 未満)。一般に船首トリム 1 度および船尾トリム 1 度の状態で、且つ、液位計測誤差をタンクフルスケールの 1% と想定して、各タンク毎に決定し、表にしておく。

ケミカルタンカーは、その特性上、幾つかのターミナルで荷役または少量の揚荷ロットとなることが多いため、積荷量決定に際しては、上記の満載状態での危険性のみ

ならず半載状態でのスロッシング荷重発生に対しても配慮しなければならない。

スロッシング荷重の算定方法は、ケミカルタンカーのようなタンク構造に対する研究は少なく、その殆どが LPG または LNG 船のような内部構造部材のない液化ガスタンクに対するものである<sup>29) 30) 31)</sup>。また、これら数少ない研究の多くは未公開であり、スロッシングによる損傷防止は実際上運航者の経験に頼らざるを得ない部分が多い。従って、ケミカルタンカーでも、特にセンタータンクのような内部構造部材の少ないタンクでは、極力半載状態を避ける積付とすることが望ましい。また、止むを得ず行なう場合には、予め、できる限り桁部材等の局部強度の検討・補強を行なっておくことが望ましい。半載状態を可能とするタンクをいくつか設定し、それらの構造部材の強度を予め安全側に増加しておいて、半載は、これらのタンクのみで行なうようにすることも一つの方法として考えられる。(つづく)

技術短信

技術短信

米国向け半潜水自航式海底石油掘削装置  
“JOHN SHAW”

コ ラ ム	6 本
ロ ワ ー ハ ル	2 条
喫 水 (オペレーション)	22.87 m / 19.83 m
” (サーバイバル)	16.78 m / 15.25 m
” (トランシット)	7.43 m
最大掘削深度	7,620 m
稼 動 水 深	61 m ~ 457 m
デッキクレーン	60kt 型 2 基 66kt 型 1 基 合計 3 基
定 員	100 名

三井造船(株)千葉事業所にて建造中の米国、ソナット・オフショア・ドリリング社 (Sonat Offshore Drilling Inc.) 向け、セミサブ型リグ “JOHN SHAW” は、このほど完成、同事業所にて、船主に引渡された。

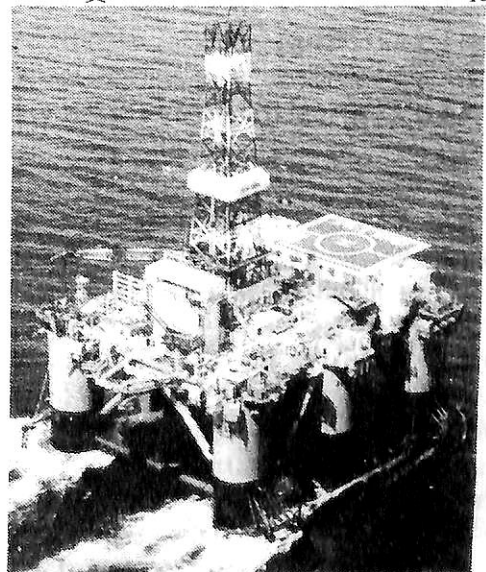
本装置は、ペースセッター (Pacesetter) 型をベースとし、さらに基本性能の向上を図るための変更 (船型大型化など) を施した船体を有し、IMCO をはじめ USCG (米国), DOE/DOT (英国), NMD (ノルウェー) 等の関係規則を満足し、DNV 船級を持つ防音・防振・耐冷施工のハイグレードな自航式セミサブ型リグである。

本装置の操作・保守上重要な情報盤、操作盤はすべてバラストコントロール室に集中されており、少ない人員で確実な運転ができるよう配慮されている。

メインデッキ上には、主機として最大出力 1,575 kW (連続出力 1,400 kW) のディーゼル発電機 4 基を装備し、船内にて給電している。各ローハルには推進機室を有し各々 4 台の直流電動機にてプロペラを駆動し自航する。

〔主要目〕

全 長	85.667 m
全 幅	66.682 m
全 高 (ベースライン ~ 主甲板)	35.373 m
メインデッキ (全長 × 全幅)	85.667 m × 64.702 m



## 中速艇の一設計法 補遺 (その2)

大隅 三彦  
墨田川造船(株)技師長

### § 3. 2) の補遺

シャフトブラケットや中間シャフトブラケットの座板を船底外板と面一になるように埋め込むと抵抗が減るが、その割合は1個につき1%程度であることが判った。従って附加物抵抗係数を次式のように訂正する。

$$\alpha = \{ 7 \times (\text{軸数}) + 3 - (\text{座板を船底外板と面一になるように埋め込んだシャフトブラケットおよび中間シャフトブラケットの個数}) \} \times 10^{-2}$$

また、1 軸艇の場合	$\alpha = 0.10$
2 " "	$\alpha = 0.17$
3 " "	$\alpha = 0.24$

の文章を取り消す。

### § 8. 6) 木) の補遺

補遺 第56図 を追加する。

### § 8. 10) 材料別重量の推定 を追加する。

製造原価見積り用としては大区分重量だけでは不充分であって、単価の異なる材料別の重量または数量が必要である。船体構成材料は構造規程に基づいて中央切断図、鋼材配置図、外板展開図、隔壁図等を書いて、それらから材料をひろえば判るわけであるが、見積り設計時には一般的にその時間的余裕がないので、概略一般配置図のみがある段階で短時間に材料別重量または数量を出さなければならない。

プロペラシャフト、防舷材、梁・柱等是个々の寸法から重量計算をしても大した手間はかからないが、船体を構成する金属材料の重量とか、その中にしめる板材と型材との割合とか、木材、電線、塗料、大型铸造品、機関部の弁・管等の重量をできるだけ簡単に推定したいわけである。これに関する一部の資料がまとまったので提示する。これは船体に取り付ける正味重量であるから、購入資材としては、いわゆるスクラップマージンを見込んで、これ以上に多く購入しなければならない。スクラップマージンは艇の大きさや各社の工作法や購入材料寸法等によって異なるので、自社のものを統計的に整理しておく必要がある。

### 1. 船殻金属重量と船殻重量との比

#### 1.1 全アルミニウム合金船の場合

$$K_1 = \frac{\text{船殻アルミニウム合金重量}}{\text{船殻重量}} = 0.59 \cdot L_{OA}^{0.10} (\pm 2.5\%)$$

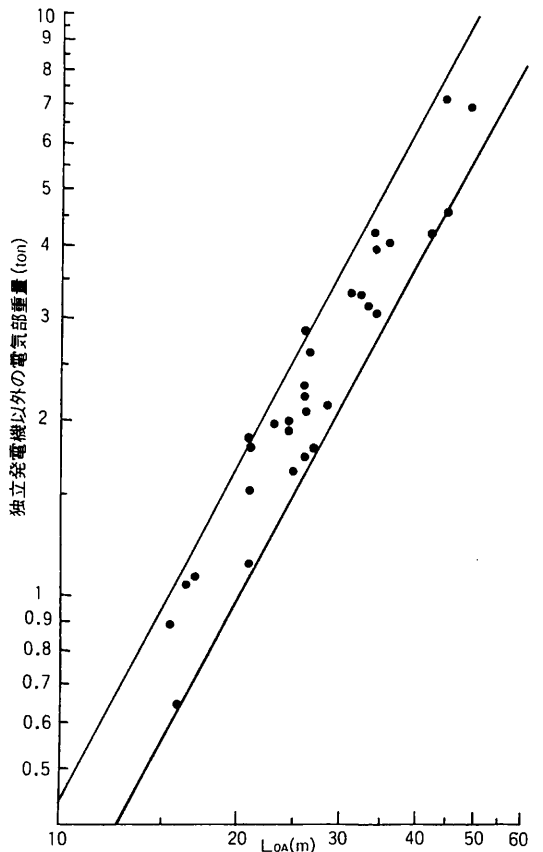
$L_{OA}$ : 全長 (m)

#### 1.2 高張力鋼船 (上甲板、上部構造物は合板またはアルミニウム合金) の場合

$$K_2 = \frac{\text{船殻鋼材重量}}{\text{船殻重量}} = 0.488 \cdot L_{OA}^{0.12} (\pm 3.8\%)$$

### 2. 船殻金属重量中の板材重量と型材重量との比

#### 2.1 全アルミニウム合金船で溶接を主用した場合



補遺 第56図

$$\frac{\text{板材重量}}{\text{型材重量}} = \frac{0.839}{0.161} \quad (\pm 2.0\%)$$

2.2 全アルミニウム合金船で鉚接を主用した場合

$$\frac{\text{板材重量}}{\text{型材重量}} = \frac{0.704}{0.296} \quad (\pm 3.0\%)$$

2.3 高張力鋼船(上甲板, 上部構造物は合板またはアルミニウム合金)で溶接を主用した場合

$$\frac{\text{板材重量}}{\text{型材重量}} = \frac{0.837}{0.163} \quad (\pm 2.5\%)$$

3. 上部構造物の重量

3.1 アルミニウム合金製の場合

$$K_3 = \frac{\text{上部構造物のアルミニウム合金の重量(ton)}}{\text{天井, 壁の合計面積(m}^2\text{)} \times \text{平均板厚(m)}}$$

$$= 0.053 \cdot L_{OA} + 3.32 \quad (\pm 2.5\%)$$

$L_{OA}$ : 全長 (m)

3.2 合板製の場合

$$K_4 = \frac{\text{上部構造物の重量(ton)}}{\text{天井, 壁の合計面積(m}^2\text{)} \times \text{平均板厚(m)}}$$

$$= 0.012 \cdot L_{OA} + 1.52 \quad (\pm 1.0\%)$$

4. 木材, 内張, 防熱材, 床材の重量 ( $W_5$ )

$$W_5 \text{ (ton)} = 0.0056 \cdot x^{1.15} \quad (\pm 15\%)$$

$$x = (L_{OA} \times B) + (l \times b) \quad (\text{m}^2)$$

- $L_{OA}$ : 全長 (m)
- B : 船の幅 (m)
- l : 高さ 2 m に換算した場合の上部構造物の長さ (m)
- b : 上部構造物の平均幅 (m)

5. 電線の重量 ( $W_6$ )

$$W_6 \text{ (ton)} = 0.00114 \cdot x^{1.32} \quad (\pm 15\%)$$

$$x = (L_{OA} \times B) + (l \times b)$$

$L_{OA}, B, l, b$  は 4 に同じ。

6. 機関部の管, 弁, こし器, 排気管, 消音器の重量 ( $W_7$ )

6.1 排気管の材質はアルミニウム合金で舷側抜の場合

$$W_7 \text{ (ton)} = 0.0021 \cdot \text{BHP}^{0.85} \quad (\pm 10\%)$$

BHP : 主機合計出力

6.2 排気管の材質は軟鋼で船尾抜の場合

$$W_7 \text{ (ton)} = 0.003 \cdot \text{BHP}^{0.85} \quad (\pm 10\%)$$

7. 塗料の重量 ( $W_8$ )

$$W_8 \text{ (ton)} = 0.0032 \cdot x \quad (\pm 15\%)$$

$$x = L_{OA} (B+D) + l (2+b)$$

$L_{OA}, B, l, b$  は 4 に同じ。D : 船の深さ(m)

8. 舵, 舵軸管, シャフトブラケットの重量 ( $W_9$ )

$$W_9 \text{ (ton)} = 0.00039 \cdot \text{BHP} + 0.1 \quad (\pm 10\%)$$

BHP : 主機合計出力

§ 10 2) の再補遺

スケグの付いていない deep V の船型の艇は旋回中の横滑りが大きいので, ハードチャインの船型の艇よりも舵面積比を大きくする必要があるようである。新しい資料を加味して補遺第 68 図を本誌のものと差し変える。

§ 10 23) 油圧式舵取機の定格トルク を追加する。

1) 電動油圧式および機動油圧式の場合

a) 第 70 図 ~ 第 72 図 の方式

$$T_C = K \cdot K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot A \cdot V_s^2 \cdot r_1$$

$T_C$  : 舵取機の定格トルク (kg · m)

$$K = 0.56 \sim 0.75$$

$K_0$  : 艇の直進速力による補正係数 (第 70 図)

$K_1$  : 舵転所要時間, 艇の直進速力, および喫水線長による補正係数 (第 71 図)

$K_2$  : 舵角による補正係数 (第 72 図)

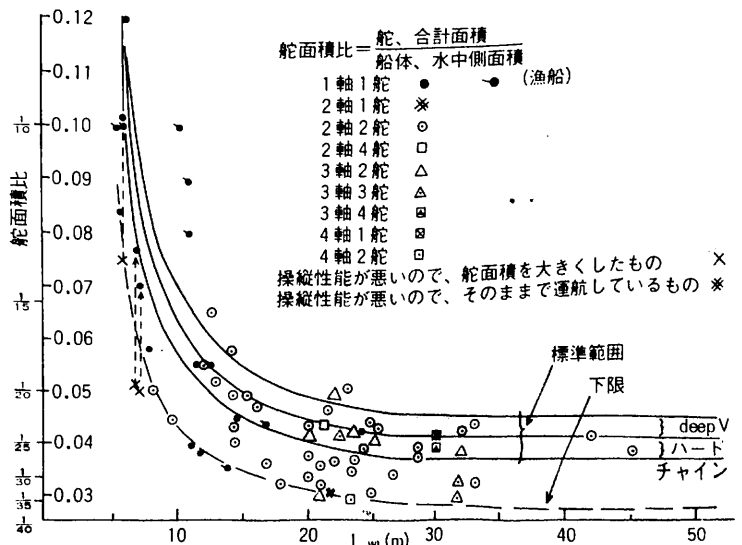
舵角  $35^\circ$  の場合  $K_2 = 1.00$

舵角  $45^\circ$  の場合  $K_2 = 1.08$

A : 舵の合計面積 (m<sup>2</sup>)

$V_s$  : 試運転時の主機連続最大回転数における速力 (kn)

$r_1$  : 舵軸中心から舵面積中心までの距離 (m)



補遺 第 68 図 L.W.L. ~ 舵面積比

クロスビットの呼び径と艀装数, 大索, ダンホース型錨, 錨索等の対照表

クロスビットの呼び径	船の大略の \$L_{PP}\$ (m)	艀装数 (鋼船)	対応する大索の径			対応するダンホース型錨の最大重量	対応する錨索の径		
			マニラ索	ビスエ索	ナボ索		マニラ索	ビスエ索	ナボ索
40	8 ~ 10		16 \$\phi\$	14 \$\phi\$	12 \$\phi\$	8 kg	16 \$\phi\$	14 \$\phi\$	12 \$\phi\$
50	10 ~ 14		18	16	14	10	18	16	14
65	14 ~ 19	80 ~ 140	20	18	14	30	24 ~ 32	20 ~ 28	18 ~ 22
80	19 ~ 22	140 ~ 175	22	20	16	40	35	30	26
100	22 ~ 31	175 ~ 295	24	20	18	70	38 ~ 45	34 ~ 38	28 ~ 32
125	31 ~ 34	295 ~ 340	28	24	20	95	50	42	35
150	34 ~ 40	340 ~ 445	32	28	22	125	50 ~ 60	42 ~ 50	35 ~ 42

注) ビ索: ビニロン索 エ索: ポリエチレン索 ナ索: ナイロン索 ポ索: ポリエステル索

b) 赤崎式

舵角 \$35^\circ\$ の場合

$$T_c = 18.02 \cdot K \cdot A \cdot V_s^2 \left(1 - \frac{0.6 \cdot t'}{c}\right) (0.378 \cdot c - a)$$

舵角 \$45^\circ\$ の場合

$$T_c = 22.00 \cdot K \cdot A \cdot V_s^2 \left(1 - \frac{0.6 \cdot t'}{c}\right) (0.400 \cdot c - a)$$

\$T\_c\$: 舵取機の定格トルク (kg \$\cdot\$ m)

\$K = 0.79 \sim 1.19\$

\$A\$: 舵の合計面積 (m\$^2\$)

\$V\_s\$: 試運転時の主機連続最大回転数における速力 (kn)

\$c\$: 舵の面積中心位置における舵の幅 (m)

\$a\$: 舵の面積中心位置において, 舵軸中心から舵の前縁までの距離 (m)

\$t'\$: 舵の面積中心位置における舵の最大厚 (m)

c) Beaufoy, Jössel の式

舵角 \$35^\circ\$ の場合 \$T\_c = 12.88 \cdot K \cdot A \cdot V\_s^2 (0.370 \cdot c - a)\$

舵角 \$45^\circ\$ の場合 \$T\_c = 15.88 \cdot K \cdot A \cdot V\_s^2 (0.411 \cdot c - a)\$

\$T\_c\$: 舵取機の定格トルク

\$K = 0.95 \sim 1.33\$

\$A\$: 舵の合計面積 (m\$^2\$)

\$V\_s\$: 試運転時の主機連続最大回転数における速力 (kn)

\$c\$: 舵の面積中心位置における舵の幅 (m)

\$a\$: 舵の面積中心位置において, 舵軸中心から舵の前縁までの距離 (m)

ロ) 手動油圧式の場合

舵取機の定格トルク \$T\_c\$ は上記 a) ~ c) のそれぞれ 2 倍とする。即ち,

第70図 ~ 第72図の方式 \$K = 1.12 \sim 1.50\$

赤崎式 \$K = 1.58 \sim 2.38\$

Beaufoy, Jössel の式 \$K = 1.90 \sim 2.66\$

§ 13 13) 鋼製クロスビット及び取付ボルトを追加する。

イ) 適用範囲

係船索及びダンホース型錨用錨索の固縛用に使用する鋼製クロスビットに適用する。

係船索(大索)ダンホース型錨, および錨索は船舶設備規程によって艀装数に対応して決まるものとする。

クロスビットの呼び径と艀装数, 大索, ダンホース型錨, 錨索等の対照表を上表に示す。

ロ) 構造, 形状および寸法

次頁の付図および付表のとおりとする。

ハ) 材料

部品名称	材 料
柱	JIS G 3452 の SGP
横 棒	同 上
座 板	JIS G 3101 の SS41 または同等品
取付ボルト	JIS G 4051 の S 12C または同等品, 或は JIS G 4303 の SUS 304
座 金	JIS G 3101 の SS41 または同等品

ニ) 外観, 表面処理

外観は使用上有害な欠点がなく, 確実な溶接が施されており, できるだけ歪の少ないものとする。

溶接スラグを充分に除去した後に, ドブツケ亜鉛メッキを施すものとする。

ホ) 甲板への取り付け方法

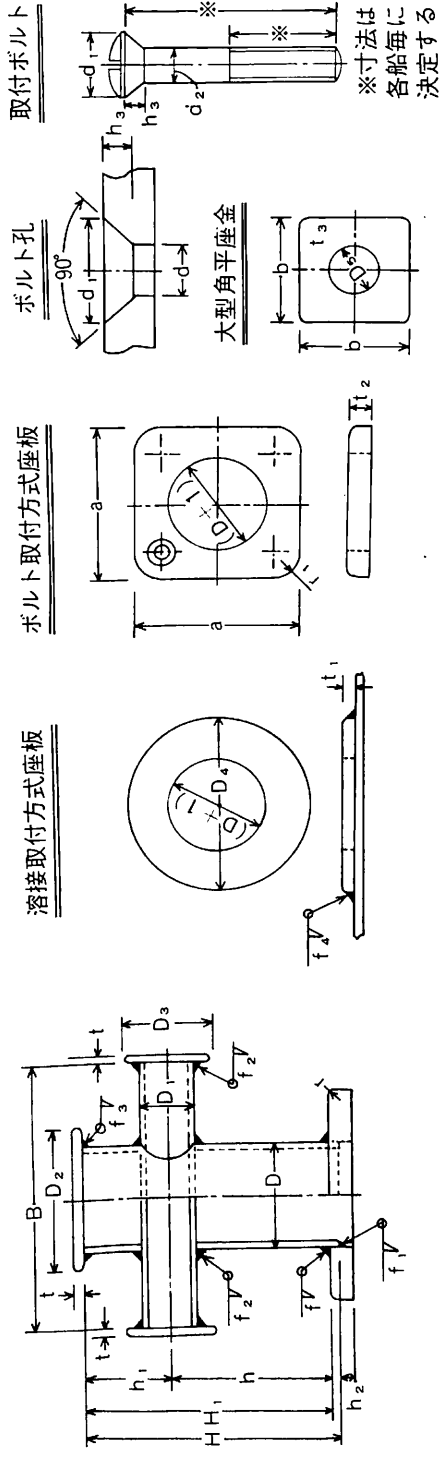
現図実測によりシャー (約 \$1^\circ \sim 3^\circ\$) およびキャンバー (約 \$1.7^\circ \sim 2.2^\circ\$) を修正し, ベースラインに対してほぼ垂直となるように図面に記入すること。

木甲板に取り付ける要領は84頁の上図による。

アルミニウム合金製甲板に取り付ける場合は, 木甲板



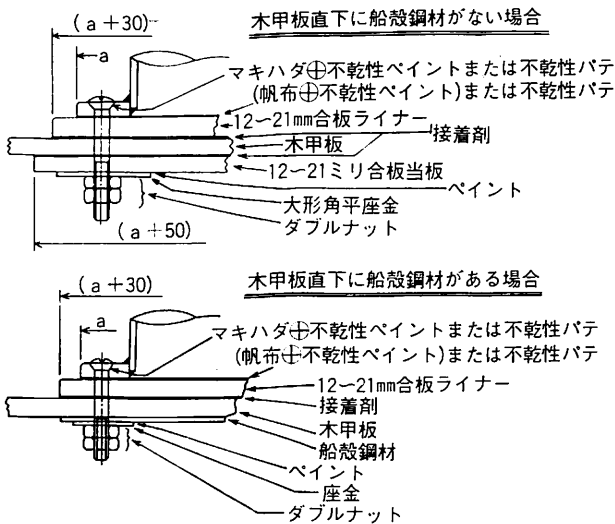
[付 図]



[付 表]

呼び径	H (溶接取付) (ボルト取付)	H <sub>1</sub>	h	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	B	D	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	t	r	脚				容取付方式				ボルト取付方式				大形角平座金		重量 (kg)					
													f	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>3</sub>	f <sub>4</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	a	t <sub>2</sub>	r <sub>1</sub>	d	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	h <sub>3</sub>	b	t <sub>3</sub>	D <sub>5</sub>	合板 ライナー 木板 合板 の合計 厚	本体 (ボルト 取付 溶接 取付式) 座金 (4 本)
40	172 174	170	85	85	4	200	40A 48.6	25A 34.0	65	50	4.5	3	5	3	3	3	80	6	4	120	8	20	10.2	20	5	10	45	3.2	11	33	2.2 1.6	0.2 0.2
50	202 204	200	100	100	4	230	50A 60.5	40A 48.6	75	65	4.5	3	5	3	3	95	6	4	140	8	20	10.2	20	5	10	51	3.2	11	39	3.4 2.6	0.3 0.2	
65	282 286	280	165	115	4	270	65A 76.3	50A 60.5	95	80	4.5	4	6	4	3	110	6	5	170	10	24	12.2	24	6	12	67	3.2	14	45	6.1 4.4	0.4 0.4	
80	302 308	300	175	125	4	300	80A 89.1	50A 60.5	110	80	6	4	6	4	3	130	6	5	200	12	32	16.2	32	8	16	72	4.5	18	45	8.4 5.5	0.7 0.7	
100	368 372	365	225	140	5	325	100A 114.3	65A 76.3	140	100	6	5	7	4	4	160	8	7	220	12	32	16.2	32	8	16	77	4.5	18	54	12.0 9.0	0.8 0.8	
125	404 411	400	245	155	5	390	125A 139.8	65A 76.3	170	105	8	6	7	4	4	200	9	8	250	16	40	20.2	40	10	20	89	6	22	57	17.5 12.7	1.3 1.5	
150	474 483	470	290	180	6	460	150A 165.2	80A 89.1	195	120	8	8	8	5	4	240	10	9	280	19	48	24.2	48	12	24	107	6	26	63	25.3 18.7	2.0 2.4	

○ 並船メッキ時の空抜抜用として、柱および構棒の端板の中心付近に約8φの孔を開けておき、並船メッキ終了後、溶接にて孔を塞いで上に高強度亜鉛塗料を塗布すること。



の場合に準ずる。

§13 14) ダンホース型錨、錨索、挽索、大索 を追加する。

海運局検査船の場合は艀装数に対応し、また日本小型船舶検査機構検査船の場合は、船の登録長さに対して基準が示されているので、見易いように一覧表として下表のように示した。

(つづく)

海運局検査船の場合の、ダンホース型錨、錨索、挽索、大索

註：登録長さ30m未満の船舶に適用する。

航行区域が沿海区域以下の船舶に設備するものには予備検査合格証をつける必要はない。

規程上は補助チェンを付ける必要はない。ナ索：ナイロン索 ポ索：ポリエステル索 ビ索：ビニロン索 エ索：ポリエチレン索

ぎ 装 数 (鋼 船)	ダンホース型錨		各錨につける補助チェン(スタッド無し)		各錨に取り付ける錨索			挽 索				大 索						
	数	重量(kg)	長(m)	直径(mm)	長(m)	径(mm)			数	長(m)	径(mm)			数	長(m)	径(mm)		
						マニラ索	ナ索	ビ索			マニラ索	ナ索	ビ索			マニラ索	ナ索	エ索
80 をこえ 90 以下	2	20	2	10	60	24	18	20	1	110	28	20	24				-	-
90 " 105 "	2	25	2	12	70	28	20	24	1	110	30	22	26	1	165	20	14	18
105 " 140 "	2	30	2	14	80	32	22	28	1	110	32	22	28	1	165	20	14	18
140 " 175 "	2	40	2.5	14	90	35	26	30	1	135	34	24	30	1	165	22	16	20
175 " 215 "	2	50	2.5	16	100	38	28	34	1	135	36	26	32	1	165	24	18	20
215 " 255 "	2	60	2.5	18	100	42	30	36	1	135	40	28	34	1	165	24	18	20
255 " 295 "	2	70	2.5	18	110	45	32	38	1	135	45	32	38	1	165	24	18	20
295 " 340 "	2	95	3	20	110	50	35	42	1	135	45	32	38	1	165	28	20	24
340 " 390 "	2	95	3	22	110	50	35	42	1	135	50	35	42	1	165	32	22	28
390 " 445 "	2	125	3	24	120	60	42	50	1	135	50	35	42	1	165	32	22	28

日本小型船舶検査機構検査船の場合の錨、錨索、大索

註：規則上は補助チェンを付ける必要はない。ナ索：ナイロン索 ポ索：ポリエステル索 ビ索：ビニロン索 エ索：ポリエチレン索

船の登録長 (m)	錨		錨につける補助チェン(スタッド無し)		錨 索			大 索						
	数	重量(kg)		長(m)	直径(mm)	長(m)	径(mm)			数	長(m)	径(mm)		
		ダンホース型錨	日本型錨				マニラ索	ナ索	ビ索			マニラ索	ナ索	ビ索
3 未満	1	2.5	6.0	1	6	30	10	6	8	2	4.5	10	6	8
3 以上 4 未満	1	3.0	8.0	1	8	30	10	8	8	2	6.0	10	8	8
4 " 6 "	1	3.5	11.5	1	8	40	12	8	10	2	9.0	12	8	10
6 " 8 "	1	5.5	17.0	1.5	8	40	14	10	12	2	12.0	14	10	12
8 " 10 "	1	8.0	22.0	1.5	8	50	16	12	14	2	15.0	16	12	14
10 " 12 "	1	10.0	27.0	1.5	10	50	18	14	16	2	18.0	18	14	16

## 世界初の現代版蒸気船

## “RIVER BOYNE”

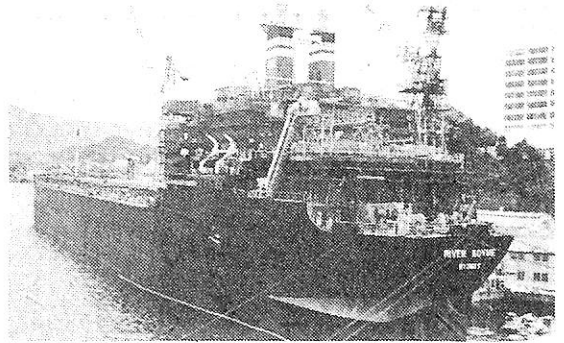
石炭を燃やして走る蒸気船の現代版とも言える船が、世界に先がけ今年の9月17日に三菱重工長崎造船所からオーストラリア・ナショナル・ライン（ANL）社に引き渡された。この船はANL社が発注した80,469重量トンのバラ積専用船“RIVER BOYNE”で石炭焚き船として初のLR船級UMSを取得した。同社は三菱重工に同型船2隻を発注している。このほか、オーストラリアのバルクシップス社も、イタリアのトリエステにあるイタルカンティエリ・スパー社の造船所に石炭焚き75,750重量トンのバラ積専用船2隻を発注している。

これら4隻は、クィーンズランド・アルミナ社との長期的傭船契約に基づいて運航される。すなわち世界最大のボーキサイト鉱床があるクィーンズランド州北部海岸のウィーバから2000km南方のグラッドストンのアルミナ精錬所まで、ボーキサイトを運ぶことになっている。ANL社とバルクシップス社が石炭焚き船を使うことに決めたのは、オーストラリアに石炭が豊富なことと、将来の石油供給が不安定なためである。両社とも、石炭焚き船を使えば燃料代を大幅に節約できると信じている。

ANL社の見積りによれば、“RIVER BOYNE”級の石炭焚き船をつくる最初の資本支出は、ディーゼル機関による同レベルの船をつくる場合にくらべて1割から1割5分程度高い。それは、主として特別の燃料装置が必要なためである。そのうえ、修理費および維持費もディーゼル船にくらべいくぶん高くつく。また、ディーゼル燃料よりも石炭の方が、トン数において余計に運ばなければならず、ディーゼル船よりも貨物の輸送量がいくらか減ってしまう。それでもなお、燃料としての石炭の代金が安いことを考えれば、こうしたマイナスも問題ではないとANL社ではふんでいる。現在の価格を基準にすれば、石炭焚き船1隻当り1年間に150万豪ドル（約3.9億円）以上の燃費節約ができると考えられている。

ANL社が発注した2隻の蒸気船は、液体燃料を使う船と同じ容易さで走らせることができるように、石炭の取り扱い、燃焼、灰の処分などを自動的に行なう設備が組み込まれている。石炭は直径4センチ以下の塊に破碎され、パイプラインを通じ圧搾空気で送られる。塵埃を防ぐために石炭関係の設備は完全に密閉されている。

ディーゼル船や石油焚きのタービン船よりも、本船の



三菱重工長崎造船所で艤装中の“RIVER BOYNE”

方が空気汚染の度合いが少ないであろうと期待されている。排気ガスをコントロールするために最新式の燃焼装置が使われている。そのうえ、オーストラリアの石炭は石油燃料よりも硫黄分が少ないので、大気中に吐き出される硫黄分は限られている。

本船用の燃料供給設備は、貨物の取り扱い中でも積み込むことができる設計で、すでにグラッドストーン港に建設されている。石炭は圧搾空気のみで燃料庫に入れられる。今日では、液体燃料と同じ簡便さで石炭を燃料庫に入れる技術が実用化されている。しかし、石炭焚き船が今後さらに普及するためには、もっと新しい石炭積み込み施設に十分な投資を行なうことが必要であろう。

ANL社の技師たちは、石炭焚きの経済的な優位性は、5万重量トン程度以上のバラ積船でいちばんはつきり示されるものと信じている。それら大型船の長期航海において、特に高経済性を発揮することになる。ANL社の両船は速力15ノットで航続距離7,245kmの設計になっている。すなわち、ウィーバとグラッドストーン間を容易に往復でき、必要ならば日本に行くこともできる。

ANL社の2隻目の石炭焚き船“RIVER EMBLEY”は日本で建造中で、1983年3月に就航する予定である。イタリアで建造中のバルクシップス社の2隻は、1982年12月末と1983年4月に、それぞれ就航する予定である。両船とも1つのボイラーしか使わない。ANL社の2隻は、それぞれボイラーを2つ使う設計である。両社の蒸気船は、ほかにも設計上の相違点がある。しかし、運転法や燃費節約の点では大同小異の設計になっている。

バルクシップス社は昨年、オーストラリアの石炭輸出に使う135,000DWT級の蒸気船団をつくる入札を行なおうとした。この計画は世界の石油価格が安定化し、当時ばら積船が供給過剰状態にあったため延期された。しかし、同社は将来状況が好転すれば、この計画を復活させるつもりでいる。

（資料提供：オーストラリア大使館 広報局）

第 10 回

第25回 D E レポート (1982年6月28日～7月2日)

運輸省船舶局 検査測度課安全企画室

1. D E 小委員会について

D E 小委員会 (Sub-Committee on Ship Design and Equipment : 設計設備小委員会) は、MSC の下部の小委員会で、その名の通り、船舶の構造設計要件・機関・電気設備の要件を中心とした問題についての技術的検討が行われ、この結果が、総会勧告或いは条約改正の形で反映されている。

最近の D E 小委員会を中心とした検討の成果としては、1974年の SOLAS 条約第 II - 1 章の改正 (一次改正、1984年9月1日に発効の予定) の外、次のもの等が、総会勧告の形でまとめられている。

- A. 414(XD) 可動式沖合掘削装置の構造および設備に関するコード (MODUコード)
- A. 415(XD) 旅客船および貨物船についての改良された操舵装置基準
- A. 416(XD) 既存タンカーの操舵装置の試験
- A. 468(XD) 船内騒音規制コード
- A. 469(XD) 沖合補給船の設計および構造に関する安全指針

などが、それである。

現在、D E 小委員会では、このコーナーの第7回で紹介したような作業計画の下に、主として、次の事項について検討が進められている。

- (1) 船舶の操縦性
- (2) 特殊目的船コード
- (3) 潜水設備安全基準
- (4) 船舶におけるヘリコプター設備

2. 第 25 回 D E 小委員会レポート

第25回 D E 小委員会での審議概要を以下に紹介する。

(1) 特殊目的船コードについて

「特殊目的船」という言葉は、聞き馴れない方が多いかと思われるが、これは、工船、練習船等の総称で、コード案中に、「特殊目的船」とは、12人を超える特殊乗船者 (Special Personnel : 非旅客非船員乗船者で船舶の特殊な目的のために乗船している者) を運送する船舶

で、具体的には、①調査船、②訓練船、③鯨工船および魚類加工船、④その他の、生物資源の捕獲には従事せず専ら船上においてそれらの加工を行なう船舶、および、⑤その他①～④と同等であると主管庁が認める船舶、と定義されている。

「特殊目的船」は、現在、SOLAS 条約の適用上、原則として貨物船として取扱われているが、条約の貨物船要件をこれら船舶に適用するのは必ずしも適当とはいえず、この見地から、第19回 D E においてコード作成作業が開始され、来年秋の第13回総会において決議として採択されるべく、今次会合では本コードに関する最終的な審議が行われた。

本コードの内容を一言でいうと、特殊乗船者の数により、貨物船の要件から旅客船の要件に、即ち、区画要件等船の Survival の要件を厳しくするかわりに、救命設備要件を緩和しようというものであり、具体的にいうと、概ね次表のような原則のもとに規定が設けられている。

特殊乗船者の数	基準
12人超50人以下	貨物船と旅客定員36人以下の旅客船との間
50人超 200人以下 200人超	旅客定員36人以下の旅客船と同等 同人数の旅客船と同等

今次会合では、本コードに関しては適用上の一部の問題を残し、実質的には審議を終了した。

(2) 船舶の操縦性について

本件は、アモコカジス号の事故を契機に第19回会合から継続的に審議が進められている事項である。現在、この分野の作業は、

- ① 船舶が損傷し、自力航行できない場合の問題の検討 ; および
- ② そもそも船舶は、いかなる操縦性能を持つべきかについての検討

とに二分して作業が進められている。

そのうち①については、前回までにタンカーの緊急曳航時における曳航設備の要件に関する案が作成されたが、

今次会合では、この案に対し若干の修正が加えられ、来年秋の第13回総会決議案の形にまとめられた。なお、本小委員会は、①に関して

- (a) 操船を容易にするための曳航設備
- (b) 停止や漂流に対する Anchoring

の問題に関し、さらに検討の余地があることを指摘している。

②については、船の操縦性のパラメータを決定すべく各国から操縦性に関するエキスパートが出席し、基礎的な作業が進められているが、今次会合において開かれた作業部会では、その第一段階として、10,000 GT 以上の新造船に対し満載状態および深水域航行の場合について、「船の操縦性能の評価のためのガイドライン」の案が作成された。この案では、設計の立場から船の操縦性能を表わす要素として次のものが挙げられた。

- (a) Course Keeping Ability
- (b) Initial Turning Ability
- (c) Steady State Turning Ability
- (d) Yaw Checking Ability
- (e) Stopping Ability
- (f) Slow Steaming Ability

また、これらの性能を検証するための実船試験の方法として、Z試験、逆スパイラル試験、旋回試験、および Crash Stop 試験について検討が行われた。

今後、これらの性能を表わすパラメータが決められ、操縦性能の基準というものが設定されることになるが、今次作業部会では、今後の検討用として上記のようなガイドラインが作成されたわけである。

#### (3) 潜水設備の安全要件について

従来から潜水設備の安全要件について審議が進められているが、前回会合において、fixed type の潜水設備について安全基準案が作成され、今次会合において最終的な検討が行われ、総会決議案の形にまとめられた。本基準は、次回会合にて最終審議を行い、来年秋の総会で決議として採択される予定となっている。

#### (4) その他の事項

ノルウェーから、Alexander. L. Kieland, Ocean

Ranger 等の事故により、MODUコードの見直しが必要であるとの提案がなされたものの、ノルウェー提案の提出時期が遅く各国とも未検討の状態である、または、改訂作業は時期尚早である等の意見が出され、次回会合において、改訂の必要性を含めて検討されることとなった。

その他、船舶におけるヘリコプター設備、機関および電気設備の警報要件について検討が進められた。

以上のように、設計設備小委員会では、様々なタイプの船舶の構造技術要件、機関・電気設備要件に関する議論が行われてきている。

## ■お知らせ

### 『船の写真 船の世界展』開催

11月8日(月)～12月5日(日)

本誌8月号で横浜海洋科学博物館船舶部会「横浜」主催『船の写真展』の写真募集案内を致しましたところ、市民所蔵の船の写真が多数集まり下記の日程で開催されることになりました。読者の皆様も参観下さるよう、お願い致します。

名称	船の写真 船の世界展
展示内容	市民所蔵の船の写真多数を展示
主催	財団法人 横浜海洋科学博物館 船舶部会「横浜」
会期	昭和57年11月8日(月)～12月5日(日)
会場	横浜海洋科学博物館 催事場
入館料	大人(高校以上) 50円 小人(小中学生) 30円
開館時間	午前10時～午後5時(年中無休)
問合せ先	財団法人 横浜海洋科学博物館 〒231 横浜市中区山下町15 (マリンタワー3階)
TEL	045(641)4488・4489

# 昭和57年度(8月分)新造船許可集計

運輸省船舶局造船課

区 分		4 ~ 8 月 分				8 月 分			
		隻	G. T.	D. W.	契約船価	隻	G. T.	D. W.	契約船価
国内船	貨物船	39	623,070	930,556		7	199,900	301,040	
	油槽船	5	121,000	161,600		—	—	—	
	貨客船	—	—	—		—	—	—	
	小計	44	744,070	1,092,156	156,662,400千円	7	199,900	301,040	32,240,000千円
輸出船	貨物船	56	898,230	1,257,071		12	143,300	199,210	
	油槽船	9	63,000	98,900		—	—	—	
	貨客船	—	—	—		—	—	—	
	小計	65	961,230	1,355,971	246,665,340千円	12	143,300	199,210	37,760,150千円
合 計		109	1,705,300	2,448,127	403,327,740千円	19	343,200	500,250	72,000,150千円

● 編集後記 ●

□今年台風の本土上陸の多い年であった。長崎が大きな水害を受けて間もなく、中部から関東にかけて2度も台風が直撃し、各地に大きな水害の爪跡を残した。被害に会われた方々の速やかな立ち直り・再建のために、政府の絶大な援護を望むものである。

□運輸審議会の8月20日答申について、本誌9月号にその要旨を紹介した。その中で、急激に厳しさを増している我が国造船業界の悪環境を克服し、更に発展し、優秀な船舶を供給し得る体制を維持して行くためには、技術開発を通していわゆる先進国産業へ脱皮することが重要で、それを達成するため今後取り組むべき重要な新技術として、「高信頼度知能化船」と「造船ロボット」等の研究開発をあげている。これら研究を推進するためには、多くの時と人と金の投入が必要であろう。しかし、何とかして産学官の学際的・業際的協力により、できるだけ早く実現することを期待するものである。

□本誌本号には、本年度の日本造船学会授賞論文4篇について各受賞者に依頼し、その要旨をまとめていただ

た。これらは日本造船学会が毎年4篇に限って、船舶に関する優秀な論文等に対し授与しているもので、特に独創性の優れた点が評価されたものである。基礎的研究はいつの時代にも必要なものであり、基礎研究から実用化研究が生まれ、その成果が実用製品になるものである。読者の方々の御参考になれば幸いである。

□石油に替る船舶用エネルギーについて現在いろいろ研究されているが、いまの処、石炭は特殊航路のみに採算が合い、原子力船も特殊な船にのみ適用され、その他の燃料についても直ちに採算の合うものはなかなか見当たらないようだ。まだ当分は石油を利用して省エネルギーの開発に重点をおくべきであろうか。しかし、石油の将来の供給見通しを考えれば、地道な研究は絶えず続けねばなるまい。

□海洋科学技術センターの2,000m深水調査船「しんかい」も稼動し始め、6,000m深海潜水調査船の研究も始まるようだ。空からのセンサーと相俟って海底状況を明らかにし、海底利用の日の近きを祈るものである。

☆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 6,400円 (送料共)  
1ケ年分 12,000円 }

運輸省船舶局 監修  
造船海運総合技術雑誌

船の科学

昭和57年10月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }  
昭和57年10月10日発行 { 第3種郵便物認可 }

禁転載 第35巻 第10号 (No. 408)

定価 1,080円 (〒55円)

発行所 株式会社 船舶技術協会

発行人 船橋敬三

〒104 東京都中央区新川1の23の17(マリンビル)

編集委員長 田宮真

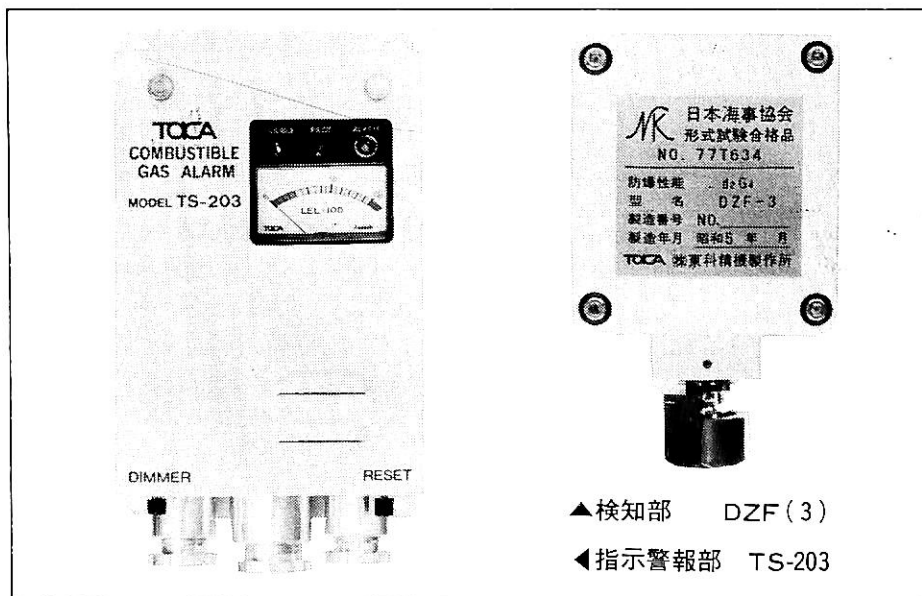
振替口座 東京 3-70438 電話 03(552)8798

印刷所 大洋印刷産業株式会社



# 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基板との差し替えてOKです。

☆カタログのご請求は下記に御連絡ください。

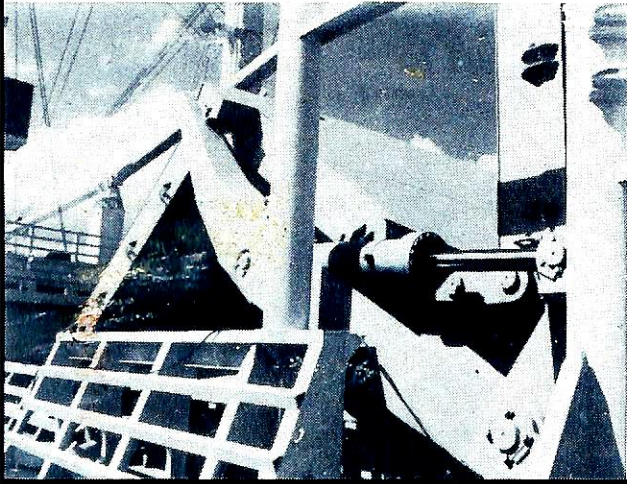
**TOCA** 株式会社 **東科精機製作所**

〒211 川崎市中原区新丸子町756 ☎044(733)3381(代表)

**KYB NAVIRE**  
 KAYABA IND. CARGO GEAR

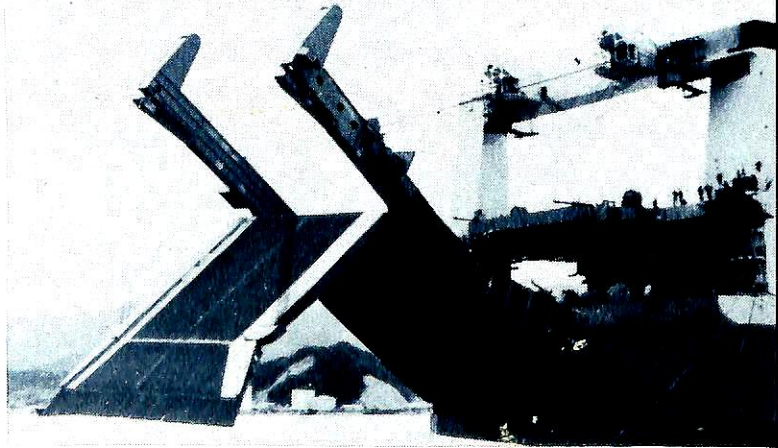
# 油圧駆動による省力, 省人化

## 世界をリードするハッチカバー, Ro/Ro装置



油圧シリンダー・フォールディングカバー  
 "HYDROLLER MARK II"

スターンランプ  
 "JUMBO ANGLED RAMP"



あすをつくる「油圧」のトップ



**萱場工業株式会社**

本社 / 東京都港区浜松町 2-4-1 世界貿易センタービル 〒105  
 船用装置事業部 / 東京都港区芝大門 2-11-1 富士ビル 〒105  
 電話 (03)437-1581

札幌支店 ☎(011)281-5701(代) 大阪支店 ☎(06)441-6201(代)  
 仙台支店 ☎(0222)27-2676(代) 広島支店 ☎(082)221-2550(代)  
 名古屋支店 ☎(052)961-6251(代) 福岡支店 ☎(092)411-2066(代)  
 工場 / 相模・浦和・熊谷・岐阜南・岐阜北・三重

保存委番号  
 221014

雑誌 07739-10

昭和五十七年十月五日印刷  
 昭和五十七年十月十日発行  
 昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

船の科学

定価 一〇八〇円

東京都中央区新川一丁目三十一番七(マリンビル)  
 (株)船舶技術協会  
 電話東京(552)八七九八番