

船の科学 2

1977

昭和52年2月5日印刷 昭和52年2月10日発行 第30巻 第2号 (毎月1回10日発行)
昭和23年12月3日 第3種郵便物認可 昭和24年5月31日運輸省特別扱承認雑誌第1156号

VOL.30 NO.2

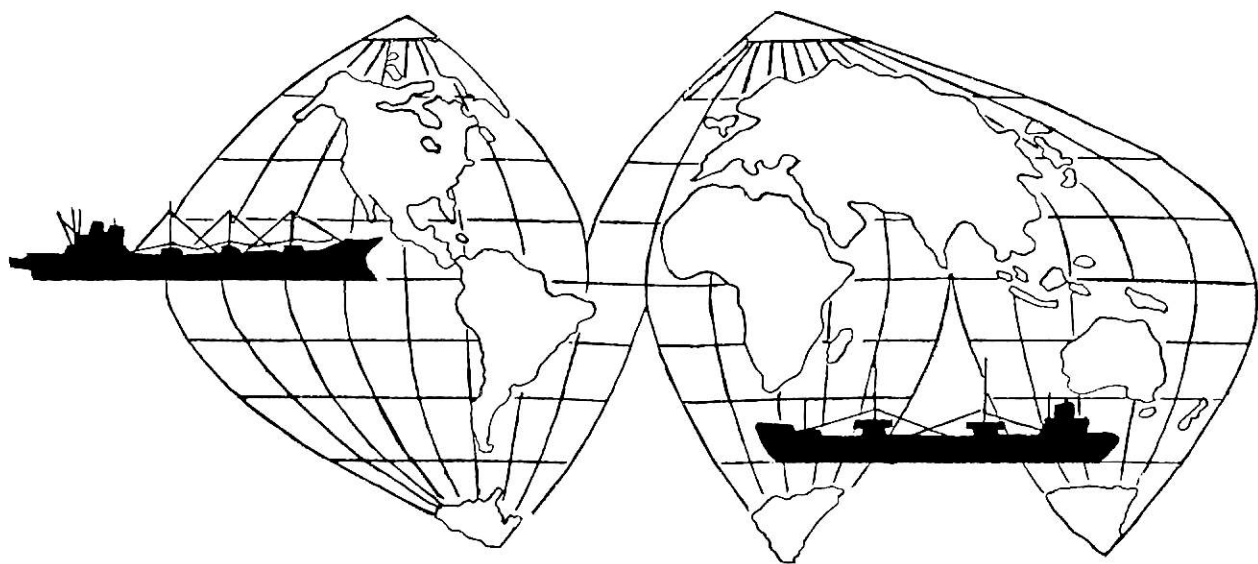


 **日本鋼管**

昭和海運向け
油槽船「薩摩丸」
載貨重量 261,918T 主機タービン 36,000PS
速力 試運転最大 16.34kn 満載航海 15.86kn
日本鋼管・津造船所建造

MacGREGOR

STEEL HATCH COVER



極東マック・グレゴリー株式会社

本 社 東京都中央区八丁堀2-7-1 (大石ビル) 電話 03(552)5101番(代表)
神戸営業所 神戸市生田区海岸通2-33(朝日ビル) 電話078(391)8864番(代表)

余裕のある性能

この探照燈はスエズ運河規則により、スエズ運河を夜間航行する船舶が装備を必要とする探照燈です。三信のスエズ運河探照燈はスエズ運河公社指定仕様をすべて満足し、余裕ある性能を誇っています。

三信の「スエズ」運河探照燈



標準形
SCS60-A/B

防止弁)があり、フレキシブルゴムホースもつけられます。

- ⑥ 常用と予備との電球交換は、外部レバー操作により簡単に切換られます。また安全のため電源スイッチとインターロックが施してあります。
- ⑦ 燈体の外面には特殊フィンを設けて放熱効果を高め、内部の温度を低くしてあります。また全ての使用材料は良品質な材料を使用しています。
- ⑧ 標準在庫品にはN.KまたはA.B.Sの検査証明書がついています。なお、他の船級協会の検査も受けられます。
- ⑨ SCA60は標準形(ステンレス)でAは床取付形、Bは吊下形、SCA-P60は軽量形(全耐食アルミ)で、全て2000Wと3000Wがあります。

特長

- ① 照射距離は大気の透過率74%、照度1ルクスの条件において、約1800m以上あります。
- ② 前面ガラスは高級強化ガラスで透過率がよくすぐれた耐熱性があり急冷などにも耐えます。
- ③ 反射鏡はシングルビームとスプリットビーム(分割ビーム)の使用ができるように2分割したガラス製放物面鏡で、最高の性能を発揮ししかも裏面には特殊金属板により保護がしてありますので長期の使用に耐えます。
- ④ ビームはレバーの操作で簡単にシングルビームとスプリットビームにすることができます。なお、スプリットビームの場合、中央の暗黒部は0から10°まで連続的に調節できます。
- ⑤ 燈体は密閉構造で内部圧力試験0.25kgf/cm²に耐えます。また熱気の排気部には安全弁(逆流



軽量形
SCS-P60

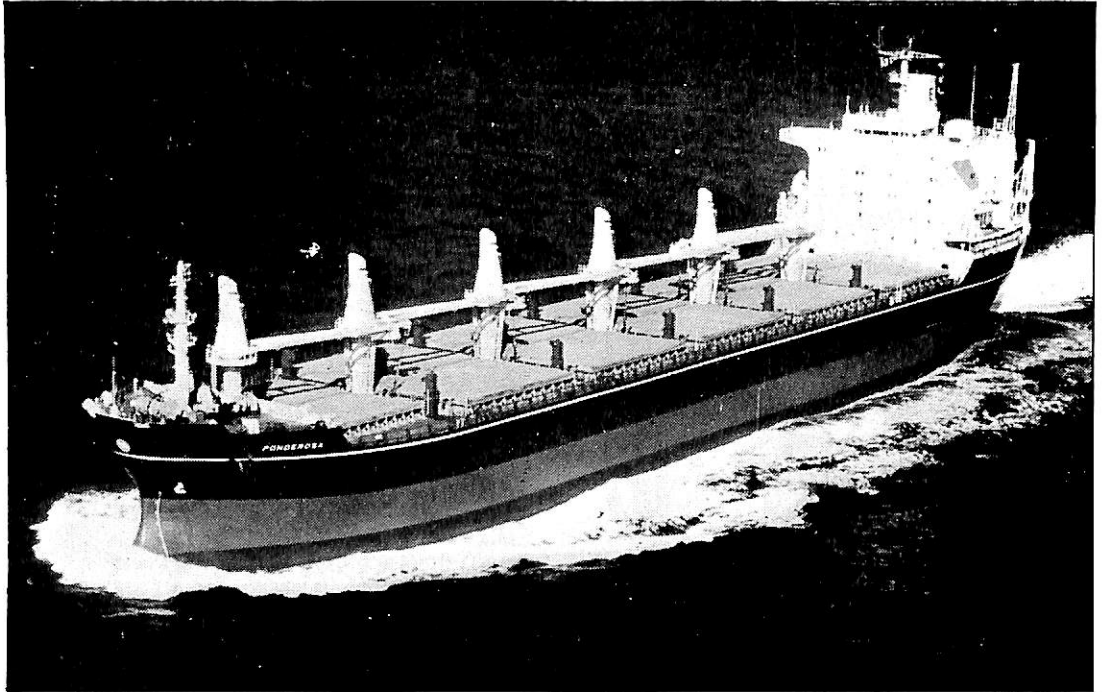


三信船舶電具株式会社
日本工業規格表示許可工場
三信電具製造株式会社

- 本社……………〒101 東京都千代田区内神田 1-16-8 …………… ☎東京(03): 295-1831(大代)
- 東京発送センター… ☎東京(03): 840-2631(代)
- 九州配送センター… ☎福岡(092): 771 1237(代)
- 北海道配送センター… ☎函館(0138): 43-1411(代)
- 福岡営業所…………… ☎福岡(092): 711 1237(代)
- 室蘭営業所…………… ☎室蘭(0143): 22-1618(代)
- 函館営業所…………… ☎函館(0138): 43 1411(代)
- 高松営業所…………… ☎高松(0878): 21 4969(代)
- 石巻営業所…………… ☎石巻(0225): 23 1304(代)
- 大阪事務所…………… ☎大阪(06): 261 6613(代)
- 工場…………… ☎東京(03): 848 2111(代)

NIKKO - HÄGGLUNDS

Electro - hydraulic deck cranes



日鋼—ヘグランド電動油圧デッキクレーン

には、シングルタイプとツインタイプがありシングルは8t～25t、ツインは8t×2～25t×2までのものが標準化されています。作動はすべて油圧で行なわれ、油圧サーボ機構をかいして制御を行なうので完全な無段変速が可能で効率のよい荷役ができます。

各ウインチは高圧で作動させるので、クレーン本体は小型軽量でデッキ上の据付面積が小さくできます。安全装置も完備しており、はじめの運転者でも安全に早く荷役ができます。アフターサービスについても、全世界に

ネットワークがあり迅速なサービスを受けることができます。

その他の船用機器

- 油圧ウインドラス、ムアリングウインチ、その他甲板機械
- カーリフター用油圧機器
- 船内天井走行クレーン用油圧機構
- バウスラスター用油圧機器
- 電動油圧式クラブ
バケット型、オレンジピール型、木材用クラブ

 株式会社 日本製鋼所

東京都千代田区有楽町1-1-2 (日比谷三井ビル) 電話(03)501-6111
営業所 大阪(06)203-3661・福岡(092)721-0561・名古屋(052)935-9361
広島(08282)2-0991・札幌(011)271-0267・新潟(0252)41-6301
仙台(0222)94-2561

新シリーズ **ALFAX** セルフクリーニング型 油清浄機登場

遠心分離機だから

あらゆる状況下でも燃料油・潤滑油からスラッジ
及び水分を完全に除去できます。

セルフクリーニング型だから

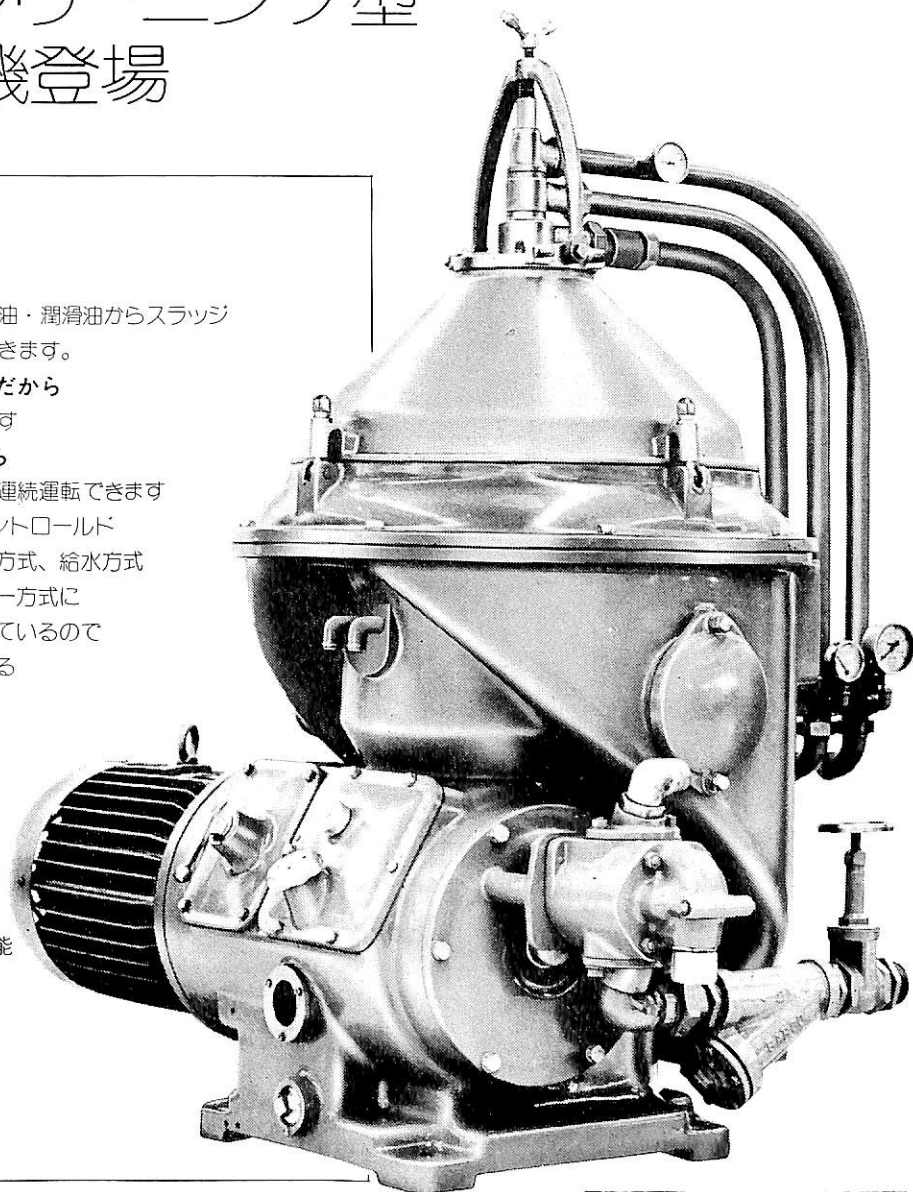
長期無停止運転が可能です

新型“ALFAX”だから

排出中も給油を停止せず連続運転できます

新型“ALFAX”はコントロールド
スラッジディスチャージ方式、給水方式
プログラムコントローラー方式に
新しいアイデアを採用しているので

- 清水消費量が大幅に減る
- スラッジ、水の
排出量が減る
- 最大限有効処理量が
得られる
- 定期整備のインター
バルが長くなる
- 誤警報のない
信頼性ある自動化が可能



ALFA-LAVAL

他の取扱い機種：アルファラバル油清浄機・ニレックス造水装置
スタネックス油加熱器



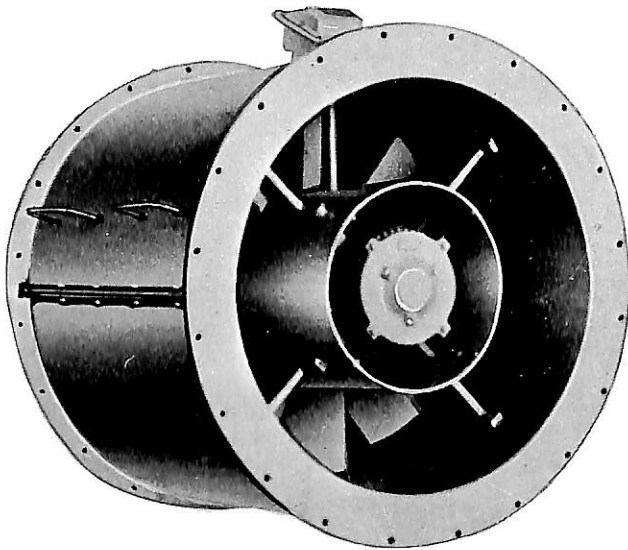
長瀬産業株式会社
機械部 舶用機械課

大阪本社 大阪市西区立売堀南通1-19 ☎(06)541-1121 東京支社 東京都中央区日本橋本町2-2 ☎(03)665-3765

大洋の



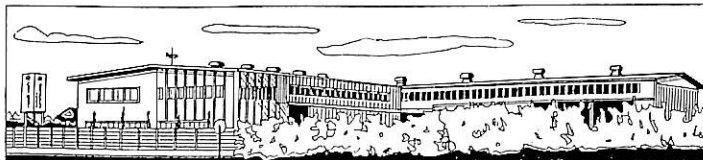
乗組員の生活環境改善に 低騒音船用軸流通風機



68_{db}

11 KW. 6 P

風量 600m³, 風圧 40 mm



大洋電機は、船舶用電機専門メーカーとして多年にわたり、ご愛顧いただいておりますが、このたび通風機専門工場として岐阜羽島工場を建設しました。

最新鋭のコンピューターによる試験設備

●このシステムは、流体力学的研究から生まれた送風機の必要な一切の技術的要素、コンピューターを使用し、風胴装置、電源装置、計測装置等の組合わせにより、精密に測定、管理する方法を採用しております。

主要生産品目

低騒音・斜流式通風機：各種送風機：発電機・電動機・配電盤・コンソールパネル・自動化電源装置他

当工場は、特に品質管理に留意した生産体制をとり、各種送風機の一貫生産を行なうとともに、今後の新機種の開発、実験にも対処できるよう計画してあります。

●このシステムは、風量、風圧、騒音、電動機入力、回転数、ファン効率等の諸特性を多数のセンサーを用い、自動的に計算し、作表及び作図まで処理する最新鋭の試験設備であります。

岐阜羽島工場

岐阜県羽島市正木町坂丸3-1 電話 05838-92-8500(代表)

大洋電機株式会社

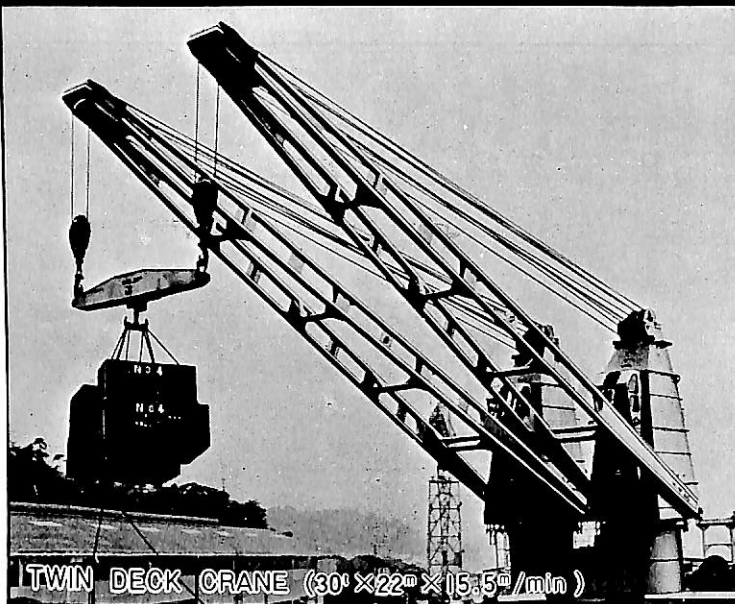
本社 東京都千代田区神田錦町3-16 電話 03-293-3061(大代表)
工場 岐阜・伊勢崎・群馬
営業所 下関・大阪・札幌・釧路
海外 ニューヨーク・ジャカルタ・アブダビ

目 次

- 7 新造船写真集 (No. 340)
- 35 1月のニュース解説 編 集 部
- 38 新造船紹介
- 39 大型低温LPG船“PIONEER LOUISE” 三 菱 重 工 業
- 47 液体アンモニア運搬船“第二国周丸” 内 海 造 船
- 50 IHI Sulzer 6 RND90M型船用大型ディーゼル機関 石川島播磨重工業
-
- 64 ケミカルタンカー(11) 恵美洋彦・角張昭介
- 76 実用船舶推進論(14) 伊 藤 一 男
- 84 瀬戸内海客船の歴史(1) 埴 友 雄
- 97 船舶電子航法ノート(5) 木 村 小 一
- 103 船と騒音(4) 中 野 有 朋
- 110 船用蒸気主機関の技術の変遷(3) 矢 杉 正 一

-
- ニュース デンマークの造船所向けに三菱化工機の油清浄機“S J”24台を輸出
ギアバルク新船舶用に、マックグレゴアのピギーバックを指定
ボウマン社1,000 kw までのエンジン用船用熱交換器
- 海外技術短信 多目的作業船 ロトーク・テクニカル・サービス
- 外国船写真紹介 FINNJET 速水 育三
昭和51年度造船許可集計(昭和51年度12月分)

最新の技術と実績を誇る 福島の甲板機械



TWIN DECK CRANE (30'×22'×15.5"/min)

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



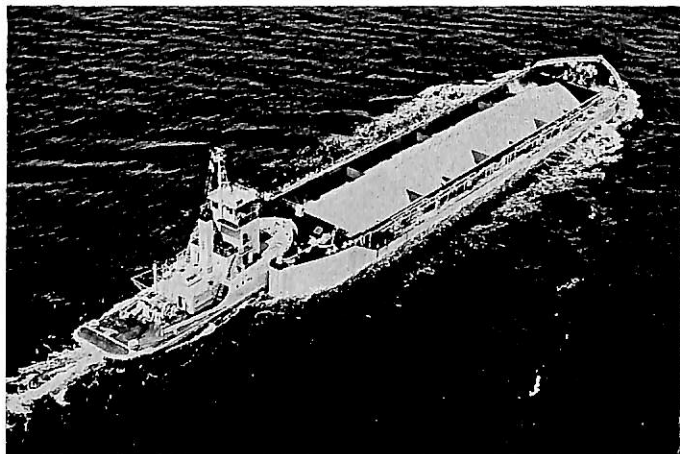
株式会社 **福島製作所**

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

“押船—舢艫船団に”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!

☆ 連結一切離し作業の無人化とスピード・アップ!

大成設計工務株式会社

東京都台東区東上野1-28-3
電話 03(833)0828, 0829



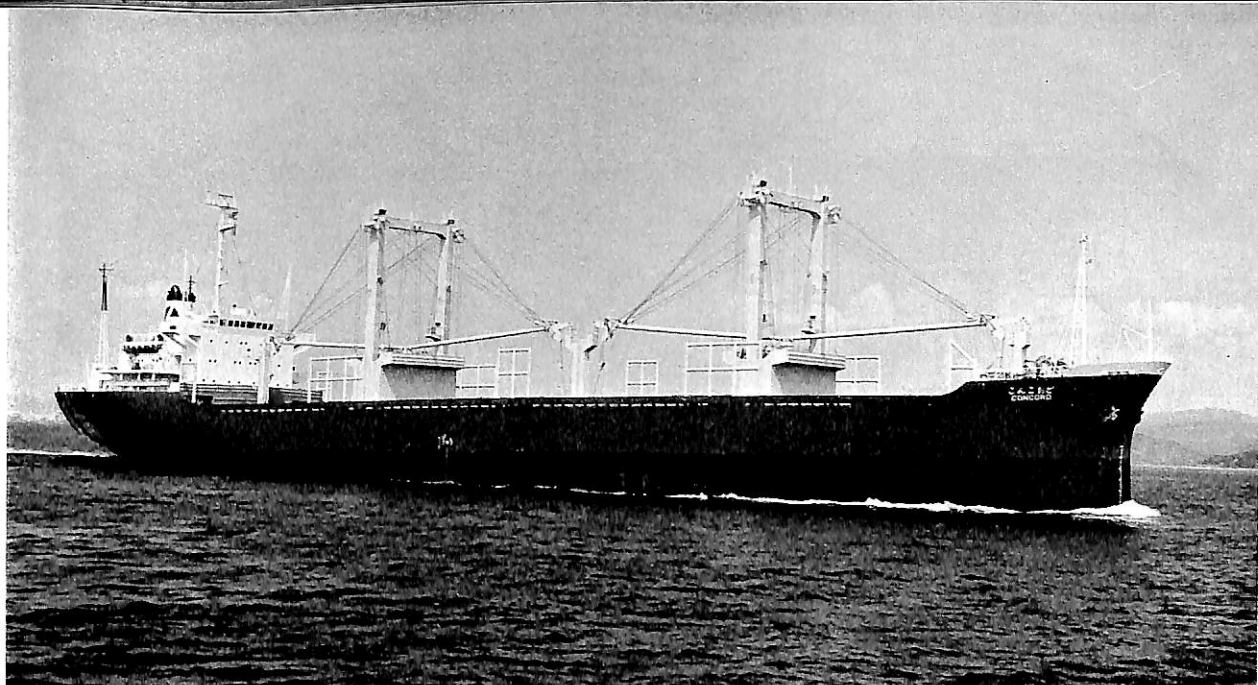
31次コンテナ運搬船 **八州丸** 山下新日本汽船株式会社
 YASHIMA MARU 川崎汽船株式会社
 ジャパンライン株式会社

日立造船株式会社因島工場建造 (第4492番船) 起工 51-3-26 進水 51-8-26 竣工 51-12-6
 全長 245.93m 垂線間長 230.00m 型幅 32.00m 型深 19.00m 満載喫水 10.581m
 満載排水量 45,413t 総噸数 35,480.90T 純噸数 18,963.90T 載貨重量 28,725t
 Cont. 搭載数 20' コンテナ上甲板上 3段 578 (120) 艙内 492, 40' コンテナ艙内 270, 総計20' 換算 1,730 (120)
 () は冷凍コンテナ 艙口数 6 燃料油槽 7,034m³ 燃料消費量 245t/day 清水槽 722m³
 主機械 日立 UB 480型 2段減速蒸気タービン機関×1 出力 (連続最大) 48,000PS (106.5RPM)
 (常用) 48,000PS (106.5RPM) 主汽缶 2胴水管強制通風重油専焼式×2
 発電機 (主) タービン(三菱) AC450V×60Hz×1,800rpm×2 (補) ディーゼル(日立) AC450V×60Hz×600rpm×1
 送信機 中波・短波 1kW, SSB 中短波, (補) 130W×1 受信機 全波 SSB 兼用全波, 補助×1
 速力 (試運転最大) 28.58kn (満載航海) 25.1kn 航続距離 15,200浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 30名 旅客 2名 その他 2名 同型船 東米丸
 人工衛星利用による自動航法装置を採用 (別項参照)



31次油槽船 **第二祥邦丸** 飯野海運株式会社
SHOHO MARU No. 2 海祥海運株式会社

石川島播磨重工業株式会社第一工場建造 (第2430番船) 起工 51-2-23 進水 51-8-12
 竣工 51-11-30 全長 295.12m 垂線間長 279.60m 型幅 44.50m 型深 24.70m
 満載喫水 18.879m 総噸数 88,886.36T 純噸数 61,347.47T 載貨重量 173,864t
 貨物油槽容積 207,923.4m³ 主荷油ポンプ (ターボ) IHI 3,500m³/h×150m×3 デリックブーム 15t×2
 燃料油槽 C.O. 9,690m³ A.O. 388.3m³ 燃料消費量 103.24Lt/day 清水槽 753.2m³
 主機械 IHI Sulzer 8RND-105 型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 32,000PS (108RPM)
 (常用) 28,800PS (104.3RPM) 補汽缶 IHI ADM-1001 型 16kg/cm²×100t/h×1
 発電機 ダイハツ 8VSHT-26D 型 1,200kW×720rpm×1,750PS×1 (ターボ) IHI 1,200kW×1,800rpm×1
 送信機 (主) DTA-1K3S 1kW (補) 50W 受信機 (主) AF, MF×1 速力 (試運転最大) 18.4kn
 (満載航海) 15.9kn 航続距離 27,400浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板型
 乗組員 29名 同型船 祥邦丸



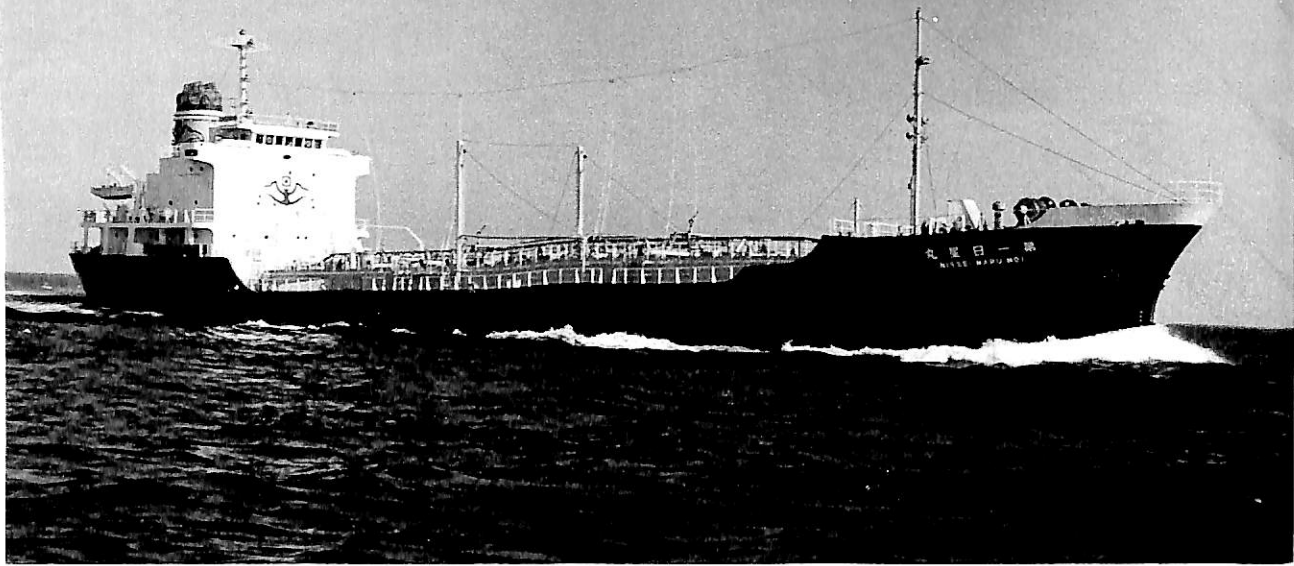
貨物船 **こんこおど** オリエントリス株式会社
CONCORD

金輪船渠株式会社建造 (第208番船)	起工 51-4-9	進水 51-5-12	竣工 51-7-28
全長 158.00m	垂線間長 148.00m	型幅 23.40m	型深 13.00m
満載排水量 25,761t	総噸数 12,183.62T	純噸数 8,099.78T	満載喫水 9.54m
貨物艙容積 (ベール) 25,081m ³	(グレーン) 26,179m ³	艙口数 4	載貨重量 20,205t
燃料油槽 C.O. 1,403.0m ³	A.O. 121.5m ³	燃料消費量 35.6t/day	デリックブーム 25t×4
主機械 宇部 6UEC65/135D型ディーゼル機関×1	出力 (連続最大) 10,000PS (145RPM)	補汽缶 整形コンポジット 8.0kg/cm ² ×12,000kg/h	清水槽 988m ³
(常用) 8,500PS (137RPM)	送信機 (主) 1kW (補) 75W	受信機 (主) 全波	
発電機 AC 450V×60Hz×3φ×575kVA×2	航続距離 14,000浬	船級・区域資格 NK 遠洋	
速力 (試運転最大) 18.41kn (満載航海) 15.3kn			
船型 四甲板船尾機関型	乗組員 36名		

ケミカル運搬船 **天 拓 丸** 松木海運株式会社
TENTAKU MARU

株式会社栗之浦ドック建造(第118番船)	起工 51-4-8	進水 51-10-12	竣工 51-11-27
全長 123.400m	垂線間長 116.000m	型幅 18.300m	型深 9.650m
満載排水量 13,181.200t	総噸数 4,985.71T	純噸数 3,610.81T	満載喫水 7.840m
貨物油槽容積 11,122.272m ³ (21区画)	主荷油泵 CGL 1000型×4	CGL 500型×2	載貨重量 9,844.94t
燃料消費量 17.525t/day	清水槽 509.2m ³	主機械 阪神内燃機 6LUS-58 型ディーゼル機関×1	燃料油槽 1,066.281m ³
出力 (連続最大) 6,500PS (190RPM)	(常用) 5,525PS (180RPM)	補汽缶 VW 6000W×2	
発電機 300kVA×445V×2	送信機 (主) 500W (補) 75W	受信機 (主) スーパーヘテロダイン	
速力 (試運転最大) 14.548kn (満載航海) 14.073kn	航続距離 15,000浬	船級・区域資格 NK 遠洋	
船型 四甲板船尾機関型	乗組員 28名 予備 2名	同型船 天高丸	IMCO Type II&III (Deep well pump (150m ³ /h×70m×17), 冷却装置 (8C752E 型×2), コーメスヒーター (35-IA 型))





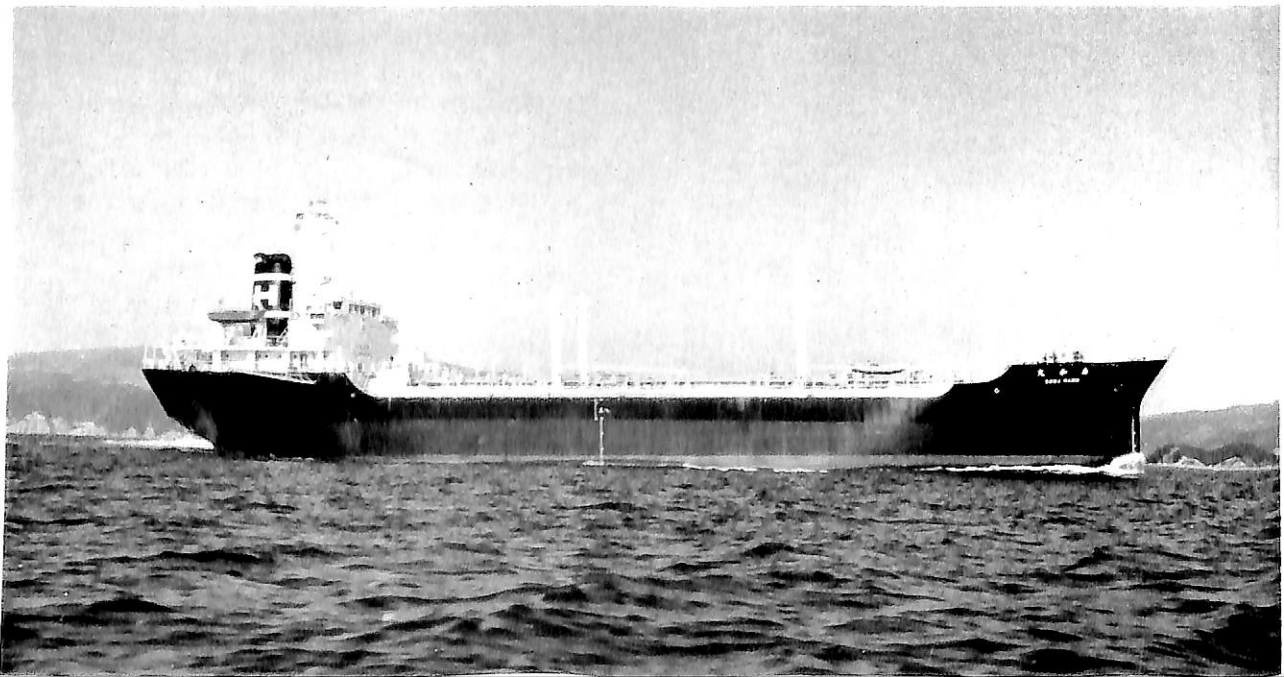
油槽船 第一日星丸 船舶整備公団
NISSEI MARU No. 1 日星タンカー株式会社

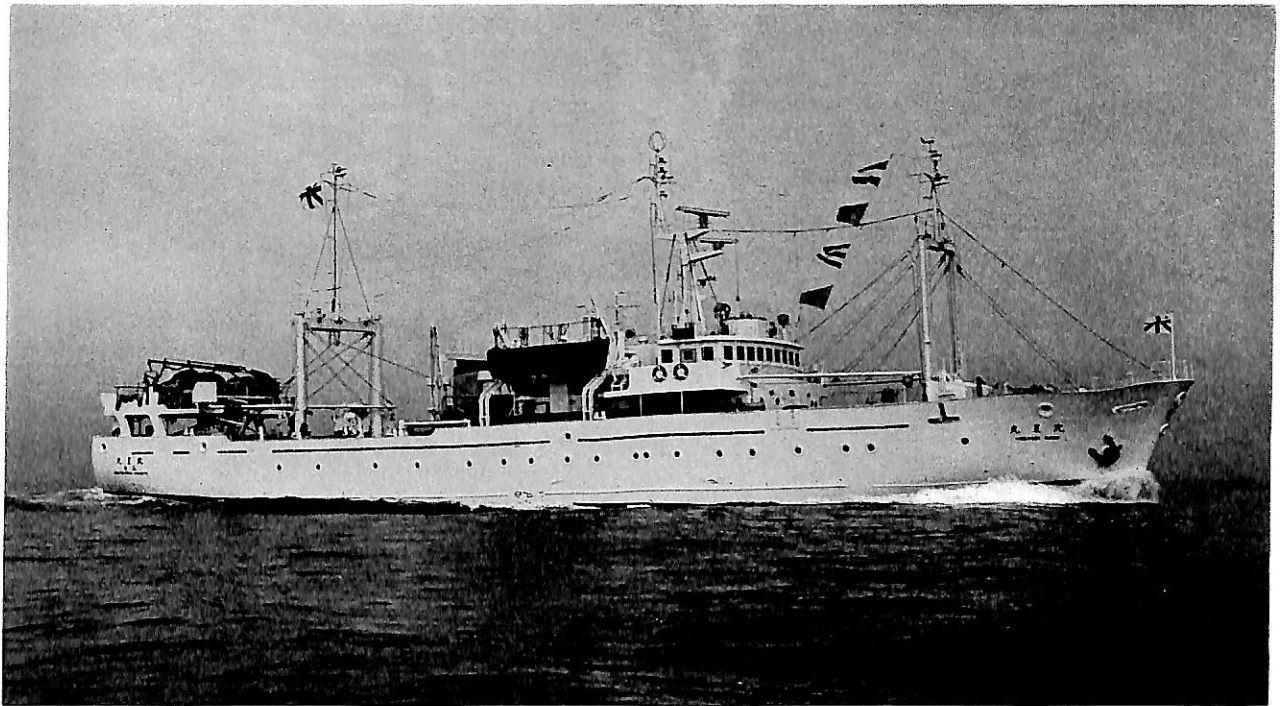
徳島造船産業株式会社建造 (第511番船) 起工 51-6-10 進水 51-9-22 竣工 51-11-25
 全長 100.05m 垂線間長 92.50m 型幅 14.50m 型深 7.50m 満載喫水 6.834m
 総噸数 2,967.68T 純噸数 1,783.95T 載貨重量 5,160.30t 貨物油槽容積 5,375.461m³
 主荷油ポンプ 齒車式 1,000m³/h×7.5kg/cm²×2 燃料油槽 251.469m³ 燃料消費量 12.5t/day
 清水槽 104.73m³ 主機械 阪神内燃機 6LU-50A型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 3,800PS(245RPM)
 (常用) 3,230PS (232RPM) 補汽缶 自然循環水管式豎形 6,000kg/h×7.5kg/cm²
 発電機 (停泊用 10kVA×105V×60Hz×3相×1) 300kVA×1,200rpm×2 船舶電話
 速力 (試運転最大) 14.181kn (満載航海) 13.1kn 航続距離 3,000浬 船級・区域資格 NK 沿海
 船型 凹甲板型 乗組員 17名

— 10 —

油槽船 桑和丸 桑名海運株式会社
SOWA MARU

岸上造船株式会社建造 (第443番船) 起工 51-4-30 進水 51-8-12 竣工 51-10-15
 全長 89.041m 垂線間長 83.000m 型幅 14.500m 型深 7.300m 満載喫水 6.506m
 満載排水量 5,764t 総噸数 2,308.38T 純噸数 1,287.43T 載貨重量 4,374.87t
 貨物油槽容積 4,448.572m³ 主荷油ポンプ 大晃機械 CGL-1000型 デリックブーム×3
 燃料油槽 131.37t 燃料消費量 主機 9.87t/day ボイラ 10.51t/day 清水槽 91.53t
 主機械 阪神内燃機 6LU46A 型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 3,200PS (260RPM)
 (常用) 2,720PS (246RPM) 補汽缶 三浦製作所 Z ボイラー VW 6000型
 発電機 大洋電機 防滴自励式 180kVA×2 船舶電話 速力 (試運転最大) 13.764kn (満載航海) 13.0kn
 航続距離 3,700浬 船級・区域資格 NK 沿海 船型 凹甲板船尾機関型 乗組員 17名





漁業練習船 北 星 丸 北海道大学水産学部
HOKUSEI MARU

株式会社新潟鉄工所新潟造船工場建造(第1522番船) 起工 51-2-24 進水 51-7-15 竣工 51-10-30
 全長 62.32m 垂線間長 56.00m 型幅 11.10m 型深 4.60m 満載喫水 4.572m
 満載排水量 1,958.46t 総噸数 892.92T 純噸数 278.05T 載貨重量 854.83t 艙口数×4
 デリックブーム 0.9t×6 3t×1 魚艙容積 42.52m³ 凍結室 19.55m³ 準備室 19.22m³
 魚獲量 44.21t 燃料油槽 351.20m³ 燃料消費量 9t/day 清水槽 122.92m³(清水) 29.30m³(雑用)
 主機械 新潟鉄工6M37X型ディーゼル機関×1 出力(連続最大) 2,100PS(300RPM) (常用) 1,785PS(285RPM)
 発電機 神鋼電機 防滴自動型 AC 445V×3φ×60Hz×350kVA×3
 送信機 NSD-1520D シンセサイザー自動追従装置 A₁ 1kW, A₂ 500W
 受信機 NRD-71, 100kHz~30MHz 64プリセット
 航続距離 12,000浬 船級・区域資格 JG 遠洋 速力(試運転最大) 14.67kn (航海) 12.5kn
 。4漁種練習船(船尾トロール, まき網, まぐろ延縄, 流網) 船型 全通船楼型 乗組員 71名
 。ハイブリット航法装置, 衝突予防装置 〇コンピューターによる研究調査の解析設備

ラテックスタイプ
 エポキシタイプ デッキ舗床材
 マグネシヤタイプ

B.O.T承認番号

MC25/8/0113

カタログ星
Tightex
 タイテックス

SOLAS 承認

N.K

N.V

A.B

L.R

B.V

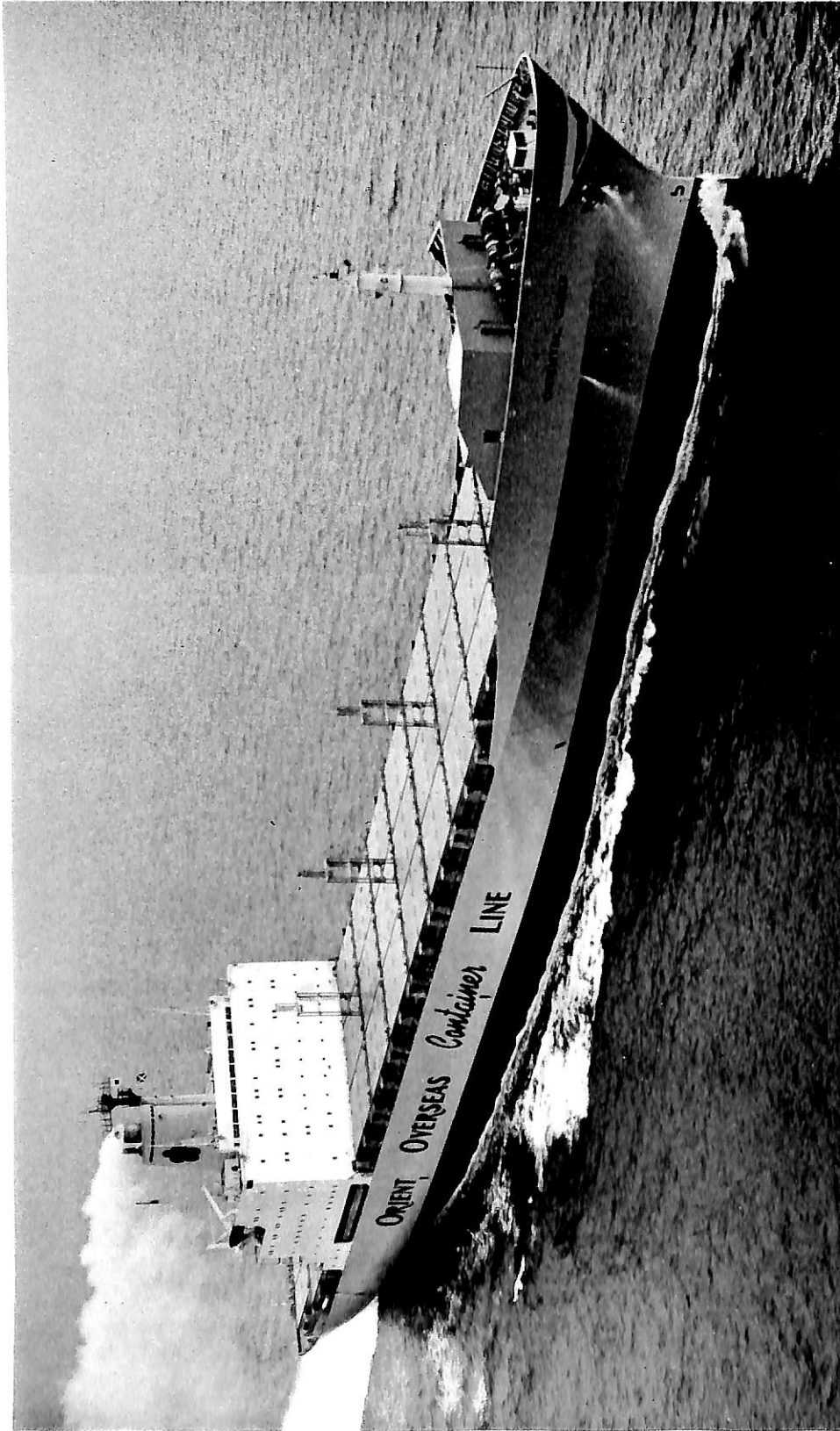
C.R

N.S.C

施工実績数百隻

太平工業株式会社

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



オリエンタル
チーフ
輸出コンテナ船
ORIENTAL CHIEF

船主 Pacific Union Container Carriers Ltd. (U.K.)
 佐世保重工業株式会社佐世保造船所建造 (第252番船)
 全長 230.76m 垂線間長 212.76m 型幅 30.60m 起工 51-5-18
 総噸数 31,291.90T 純噸数 16,999.49T 載貨重量 25,883t 進水 51-9-1
 燃料油槽 4,605m³ 燃料消費量 133t/day 出口数 6 清水槽 435.9m³ (F.W.), 112.7m³ (D.W.)
 主機 12RND 90M型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 40,200PS(122RRPM) (常用) 34,170PS(115.6RRPM)
 輔汽缶 船用煙管式油焚ボイラ 5,600kg/h×9.0kg/cm²G×1 送信機 (主) 1,100kW×AC 450V×2
 (ディーゼル) 1,100kW×AC 450V×2 送信機 (主) 1.2kW×1 (非) 75W×1 受信機 (主) 1 (非) 1
 速度 (試運転最大) 26.04kn (満載航海) 23.41kn 航続距離 18,100哩 船級・区域資格 AB 連洋
 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 42名 当造船所建造コンテナ第1船 (別項参照)

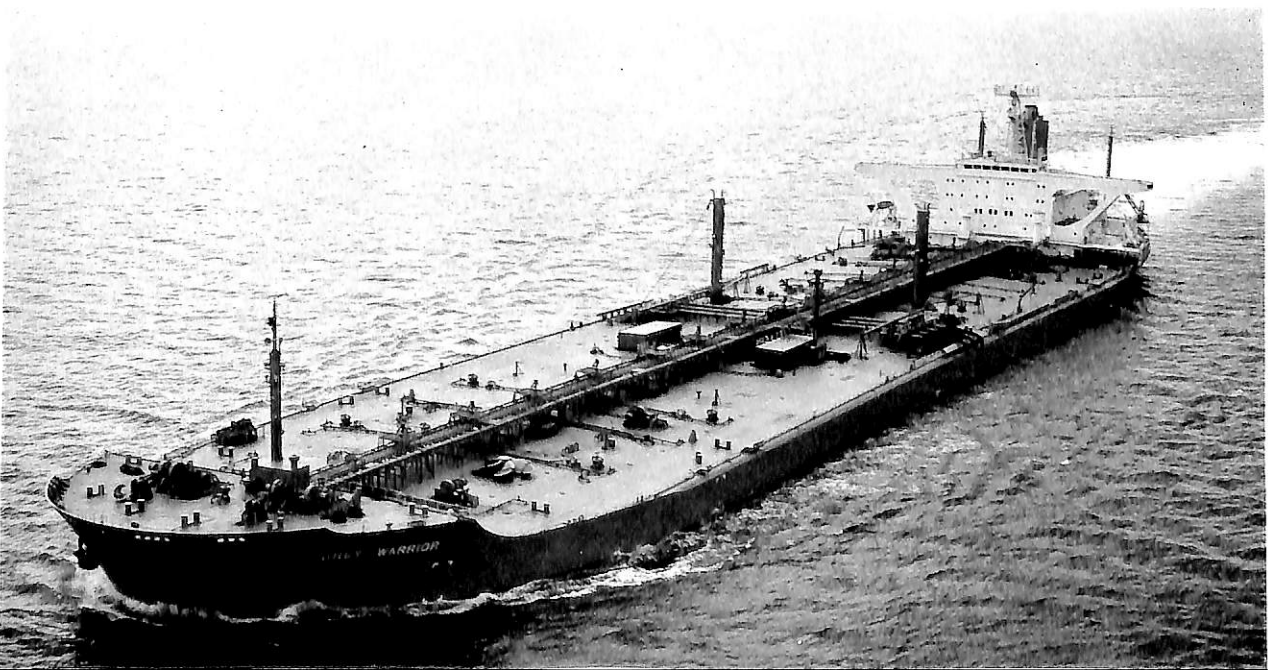


シェブロン サウス アメリカ
輸出油槽船 CHEVRON SOUTH AMERICA

船主 Chevron Transport Corp. (Liberia)
 三菱重工業株式会社長崎造船所建造 (第1752番船) 起工 50-12-4 進水 51-5-21 竣工 51-11-30
 全長 365.861m 垂線間長 350.000m 型幅 70.000m 型深 29.000m 満載喫水 22.868m
 総噸数 196,334.43T 純噸数 167,958T 載貨重量 406,635Lt 貨物油槽容積 513,083.4m³
 主荷油ポンプ 8,000m³/h×150mTH×2, 4,000m³/h×155mTH×2 燃料油槽 18,186.6m³
 燃料消費量 219.0Lt/day 清水槽 381.8m³ 主機械 三菱二段減速装置付タービン機関×1
 出力 (連続最大) 45,000PS (85RPM) (常用) 45,000PS (85RPM)
 主汽缶 三菱CE型 61.5kg/cm²×515°C×95,000kg/h·max (71,000kg/h·nor)×2
 発電機 (タービン) 2,250kW×AC450V×1,800rpm×1 送信機 (主) 1 (非) 1 受信機 (主) 1 (非) 1
 速力 (試運転最大) 16.35kn (満載航海) 15.8kn 航続距離 27,000哩 船級・区域資格 AB 遠洋
 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 59名 ノズルプロペラを装着 航路 ベルジャ⇄欧州

グレイ ワーリヤー
輸出油槽船 GREY WARRIOR

船主 Robert Benson, Lonsdale & Co., Ltd. (U.K.)
 三菱重工業株式会社神戸造船所建造 (第1070番船) 起工 50-10-7 進水 51-6-8 竣工 51-11-12
 全長 280.422m 垂線間長 268.00m 型幅 53.60m 型深 20.00m 満載喫水 15.335m
 満載排水量 182,138t 総噸数 84,554.94T 純噸数 58,253.22T 載貨重量 155,612t
 貨物油槽容積 189,467.3m³ 主荷油ポンプ (タービン) 3,500m³/h×150mTH×3
 デリックブーム 15t×2, 2t×2, 4.5t×1 燃料油槽 8,472.6m³ 燃料消費量 95.8t/day 清水槽 602.9m³
 主機械 三菱 Sulzer 10RND90 型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 29,000PS (122RPM)
 (常用) 26,100PS (118RPM) 補汽缶 三菱CE型2胴水管 40,000kg/h×2, 排ガスエコマイザー 1,900kg/h×1
 発電機 (ディーゼル) 1,087.5kVA×AC 450V×60Hz×3 送信機 (主) 中・中短・短波 1,500W×1
 (補) 中波 75W×1 受信機 (主) 全波×1 (補) 全波×1 速力 (試運転最大) 16.41kn (満載航海) 15.2kn
 航続距離 25,000哩 船級・区域資格 NV 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 39名
 旅客 1名 機関部自動化 E0 適用 浅喫水型油槽船 (Independence 型)





タイタン
輸出撒積貨物船 **TITAN**

船主 Titan Shipping Co., Ltd. (Liberia)	起工 51-5-14	進水 51-8-3	竣工 51-12-17
日本鋼管株式会社鶴見造船所建造 (第940番船)	型幅 32.20m	型深 18.70m	満載喫水 13.672m
全長 233.60m	垂線間長 223.60m	載貨重量 72,399t	貨物艙容積 (グレーン) 80,654m ³
総噸数 33,194.02T	純噸数 24,190T	燃料消費量 57.3t/day	清水槽 338m ³
艙口数 13	燃料油槽 4,190m ³	出力 (連続最大) 17,400PS (122RPM)	補汽缶 豎形煙管×1
主機械 住友 Sulzer 6RND90型ディーゼル機関×1			送信機 (主) JRC NSD-18
(常用) 15,600PS (118RPM)			速力 (試運転最大) 17.57kn
発電機 防滴自励型 675kVA (P.f 0.8) × 450V × 3φ × 60Hz × 720rpm × 3			
(補) NSC-16	受信機 (主) JRC NSD-71 (補) NRD-30		
(満載航海) 15.0kn	航続距離 18,500浬	船級・区域資格 AB 遠洋	船型 船首楼付平甲板型 乗組員 40名

ベウハッヴ
輸出撒積貨物船 **BELCHATÓW**

船主 Polska Żegluga Morska (Poland)	起工 51-1-16	進水 51-7-27	竣工 51-11-29
三菱重工業株式会社神戸造船所建造 (第1073番船)	型幅 32.20m	型深 19.10m	満載喫水 13.8755m
全長 232.50m	垂線間長 220.00m	純噸数 25,123.19T	載貨重量 71,277t
満載排水量 85,039t	総噸数 39,309.01T	燃料油槽 2,901.9m ³	燃料消費量 46.3t/day
貨物艙容積 (グレーン) 81,248.4m ³	艙口数 7	出力 (連続最大) 14,000PS (122RPM)	
清水槽 335.4m ³	主機械 三菱 Sulzer 7RND76型ディーゼル機関×1		
(常用) 12,600PS (118RPM)	補汽缶 Aalborg 型 1,800kg/h × 1	排ガスエコノマイザー 1,800kg/h × 1	
発電機 (ディーゼル) 船用三相交流防滴自己通風エアフィルター付 812.5kVA × AC 450V × 60Hz × 3			
送信機 (主) 中・中短・短 1.2kW × 1 (補) 中・中短・短 500W × 1	受信機 (主) 全波 × 2 (補) 全波 × 2		
速力 (試運転最大) 16.43kn (満載航海) 14.5kn	航続距離 18,200浬	船級・区域資格 PRS 遠洋	
船型 船首楼付平甲板型 乗組員 35名	機関部自動化 (PRS, A24適用), Ice Class (PRS, L4),		
ポーランド法規による騒音規制を適用	三菱標準 Bulk Carrier "MB70型" の第1船		





ホルネス
輸出撒積貨物船 **BOLNES**

船主 Jebsen Dillingham Shipping Ltd. (U.K.)
 日本鋼管株式会社清水造船所建造 (第351番船)
 全長 177.000m 垂線間長 167.000m 起工 51-4-27 進水 51-7-12 竣工 51-11-18
 総噸数 20,094.06T 純噸数 12,718.48T 型幅 27.800m 型深 15.000m 満載喫水 11.159m
 (グレーン) 40,389.0m³ 倉口数 6 載貨重量 35,223t 貨物艙容積 (ベール) 38,773.5m³
 燃料消費量 49.0t/day 清水槽 206m³ デッキクレーン 16t×5 燃料油槽 2,628m³
 出力 (連続最大) 14,000PS (122RPM) (常用) 12,600PS (118RPM) 主機械 住友 Sulzer 7RND76型ディーゼル機関×1
 発電機 (ディーゼル) 自動型 (主) 480kW×450V×3 (非) 5kW×200V×1 補汽缶 Aalborg AQ 3型 1.700kg/h
 送信機 MF, IF, HF×2 (主非各1) 受信機 全波×2 (主非各1) 速力 (試運転最大) 17.413kn
 (満載航海) 15.0kn 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 同型船 BELLNES

アリオス
輸出撒積貨物船 **ALIOTH**

船主 Alioth Transport Inc. (Liberia)
 東北造船株式会社建造 (第167番船) 起工 51-4-16 進水 51-8-12 竣工 51-11-22
 全長 176.000m 垂線間長 165.000m 型幅 28.200m 型深 15.600m 満載喫水 11.401m
 満載排水量 42,827t 総噸数 18,104.63T 純噸数 11,861T 載貨重量 35,380t
 貨物艙容積 (ベール) 39,901.0m³ (グレーン) 41,595.7m³ 倉口数 5
 デリックブーム 10t×15° Slewing 5t Union Purchase 燃料油槽 2,297.7m³ 燃料消費量 48.1t/day
 清水槽 231.6m³ 主機械 三井B&W7K67GF型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 13,100PS(145RPM)
 (常用) 11,900PS (140RPM) 補汽缶 サンロッド CPDB-15 型×1 送信機 NSD-18 1.5kW×1
 発電機 (ディーゼル) 600kVA×AC 450V×720PS×720rpm×3 速力 (試運転最大) 16.722kn (満載航海) 15.0kn 航続距離 15,800浬
 受信機 NRD-71×1 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 ウェル甲板型 乗組員 40名





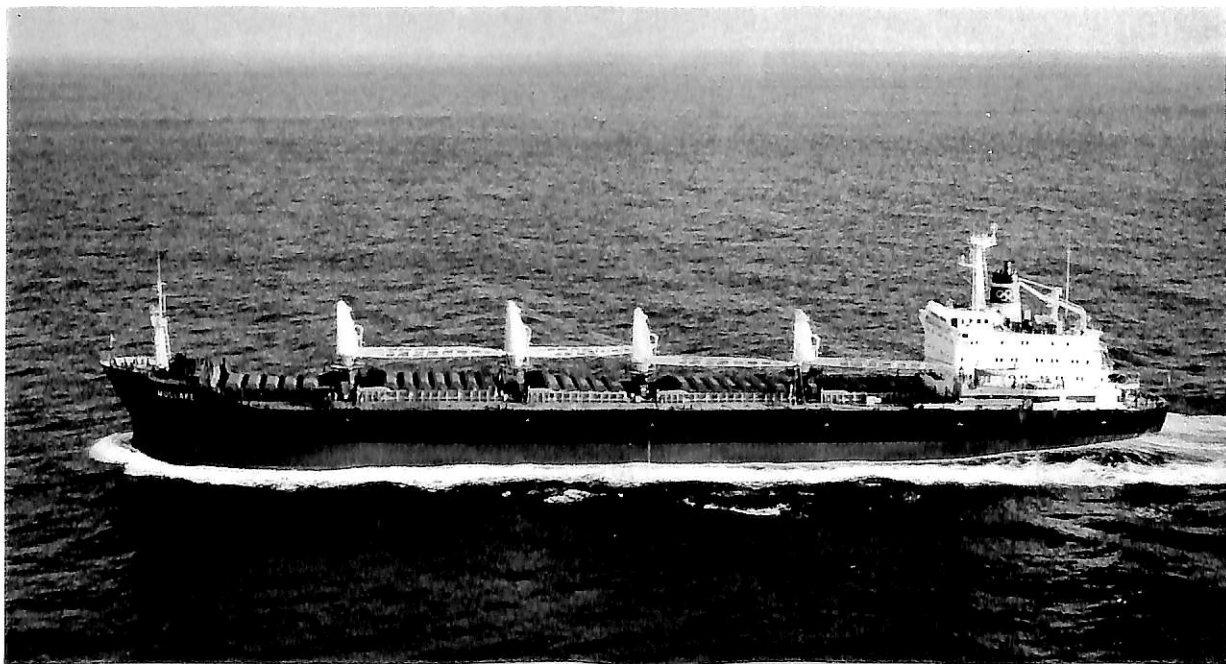
オーシャン フレンド
輸出撒積貨物船 OCEAN FRIEND

船主 Jago Marine, Ltd. (Liberia)
 株式会社大阪造船所建造 (第365番船) 起工 51-6-4 進水 51-9-16 竣工 51-12-14
 全長 185.50m 垂線間長 175.00m 型幅 26.00m 型深 15.50m 満載喫水 11.153m
 満載排水量 41,755t 総噸数 19,663.82T 純噸数 13,859T 載貨重量 34,410t
 貨物艙容積 (ベール) 41,323m³ (グレーン) 42,677m³ 艙口数 5 デッキクレーン 10t×5
 燃料油槽 2,166.1m³ 燃料消費量 42.0t/day 清水槽 432.4m³
 主機械 IHI Sulzer 7RND68型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 11,550PS (150RPM)
 (常用) 10,395PS (144.8RPM) 補汽缶 コクラン型コンポジット×1
 発電機 AC 450V×3φ×60Hz×500kVA×720rpm×3 送信機 (主) NSD-7BS (非) NSD-266H
 受信機 (主) NRD-15K (補) NRD-20 速力 (試運転最大) 17.873kn (満載航海) 14.9kn
 航続距離 16,400浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 ウェル甲板型 乗組員 40名

— 16 —

モスレイク
輸出撒積貨物船 MOSLAKE

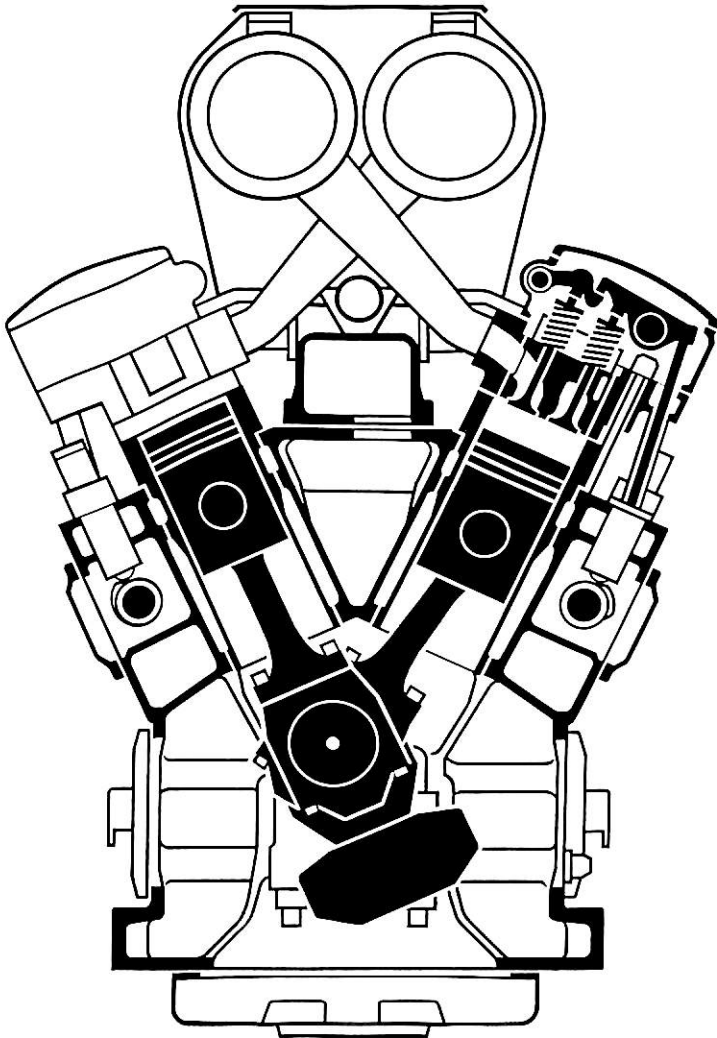
船主 A/S Mosvold Shipping Co., Fearnley & Egers Befragtningforretning A/S, A/S Mosvolds Bederi (Norway)
 住友重機械工業株式会社追浜造船所建造 (第1034番船) 起工 51-7-22 進水 51-9-18
 竣工 51-12-21 全長 170.00m 垂線間長 160.00m 型幅 26.40m 型深 14.40m
 満載喫水 10.261m 総噸数 17,945.63T 純噸数 10,536.77T 載貨重量 29,168t
 貨物艙容積 (グレーン) 37,022m³ 艙口数 5 デッキクレーン 15Lt×4 燃料油槽 3,023m³
 燃料消費量 38.9t/day 清水槽 412m³ 主機械 住友 Sulzer 7RND68型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 11,550PS (150RPM) (常用) 10,050PS (143RPM)
 補汽缶 重油専焼式 1,500kg/h×7kg/cm²G×1, 排ガスエコノマイザー 1,500kg/h×7kg/cm²G×1台
 発電機 (ディーゼル) 480kW×AC450V×60Hz 送信機 (主) 1 (補) 1 受信機 (主) 1 (補) 1
 速力 (試運転最大) 16.69kn (満載航海) 14.85kn 航続距離 24,700浬 船級・区域資格 AB 遠洋
 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 33名 同型船 MOSRIVER



M·A·N

新型機関 V40/45

748ps/cyl 600rpm



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

日本代表事務所

M·A·N (ジャパン) リミテッド
神戸サービスベース
横浜サービスエンジニア

東京 C.P.O. Box 68

神戸 C.P.O. Box 1170

Tel. (03) 214-5931

Tel. (078) 671-0765

Tel. (045) 201-2931

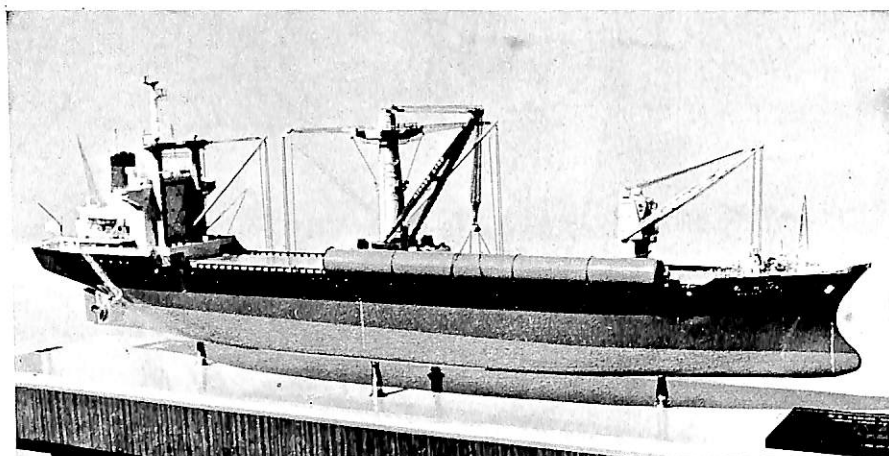
ライセンサー

川崎重工業株式会社
三菱重工業株式会社

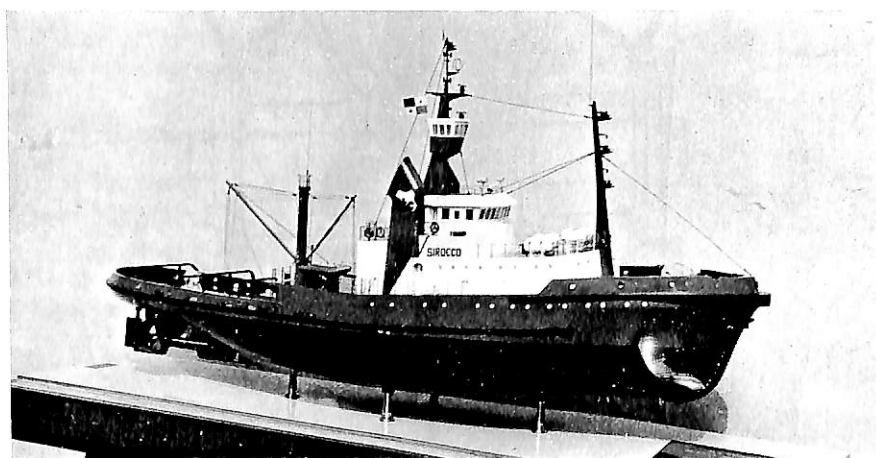
神戸/東京
東京/横浜

MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG AKTIENGESELLSCHAFT/WEST GERMANY

進水記念贈呈用に
不二の船舶美術模型を



“春日丸” 船主 日之出汽船株式会社 建造所 尾道造船株式会社



“SIROCCO” 輸出船 建造所 松浦鉄工造船所

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

信頼ある最高精度

TAMAYA 天文航法計算機

新発売

NC-2



「航海用六分儀」のメーカー玉屋商店が、自信をもって製作したこのハンディ・タイプの計算機は、六分儀による天測後の計算と、各種の航法計算プログラムを内蔵したもので、これまでの、天測計算表やトラバース表など、数多くの計算表をくり返し使って行われていた航法計算が、まったく簡単に、速く、しかも正確に算出できる画期的なものです。

これからは、六分儀と合わせて航海士必携の計算機です。

 株式会社 玉屋商店

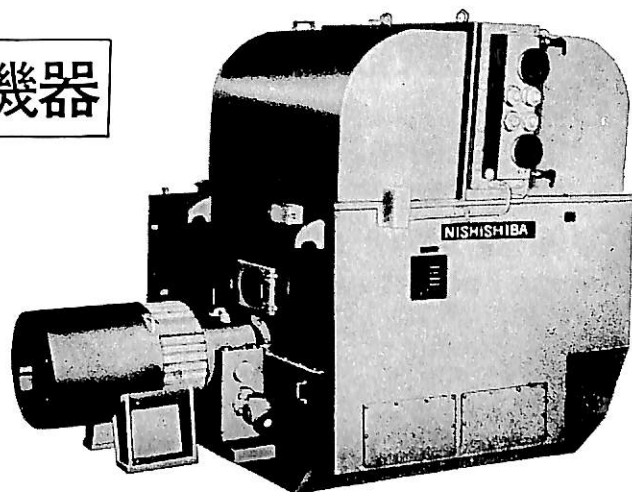
本社	東京都中央区銀座4丁目4番4号	☎ 104
	TEL 03 (561) 8711 (代表)	
大阪支店	大阪市南区順慶町通4丁目2番地	☎ 542
	TEL 06 (251) 9821 (代表)	
工場	東京都大田区池上2丁目14番7号	☎ 143
	TEL 03 (752) 3481	

技術と実績を誇る！

西芝の船舶用電気機器

《営業品目》

船用交流発電機・船用各種電動機
 船用電動通風機・防爆形電動通風機
 配電盤・制御装置・自動化電気機器
 つり上げ電磁石・リフトバック



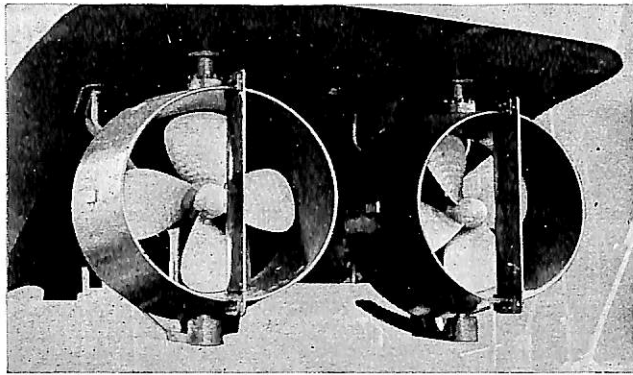
2,000KVA サイリスタブラシレス交流発電機

NSDK

西芝電機株式会社

本社・工場	〒671-12	姫路市網干区浜田1000	電話 姫路(0792) 74-2111(大代)
東京営業所	〒104	東京都中央区銀座8-3-7(伊勢半ビル)	電話 東京(03) 572-5351(代)
大阪営業所	〒530	大阪府北区堂島北町31(堂北ビル)	電話 大阪(06) 345-2158(代)
尾道出張所	〒722	尾道市土堂1-3-30	電話 尾道(0848) 23-2864

PROPELLER NOZZLE SYSTEM ノズルノズル



- 推力の増大
- 操船性能が向上
- 装置が簡単・安価
- 浅吃水船に使用できる



(株)マスミ内燃機工業所

本社 東京都中央区勝どき3-3-12 TEL (532)-1651
清水営業所 清水市入船町8-16 TEL (53)-6178

新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

■ 主要業務

依頼試験、研究
施設設備の貸与
技術相談

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



船舶艤装品研究所

RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING
HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

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

(競艇益金事業)



アディコス

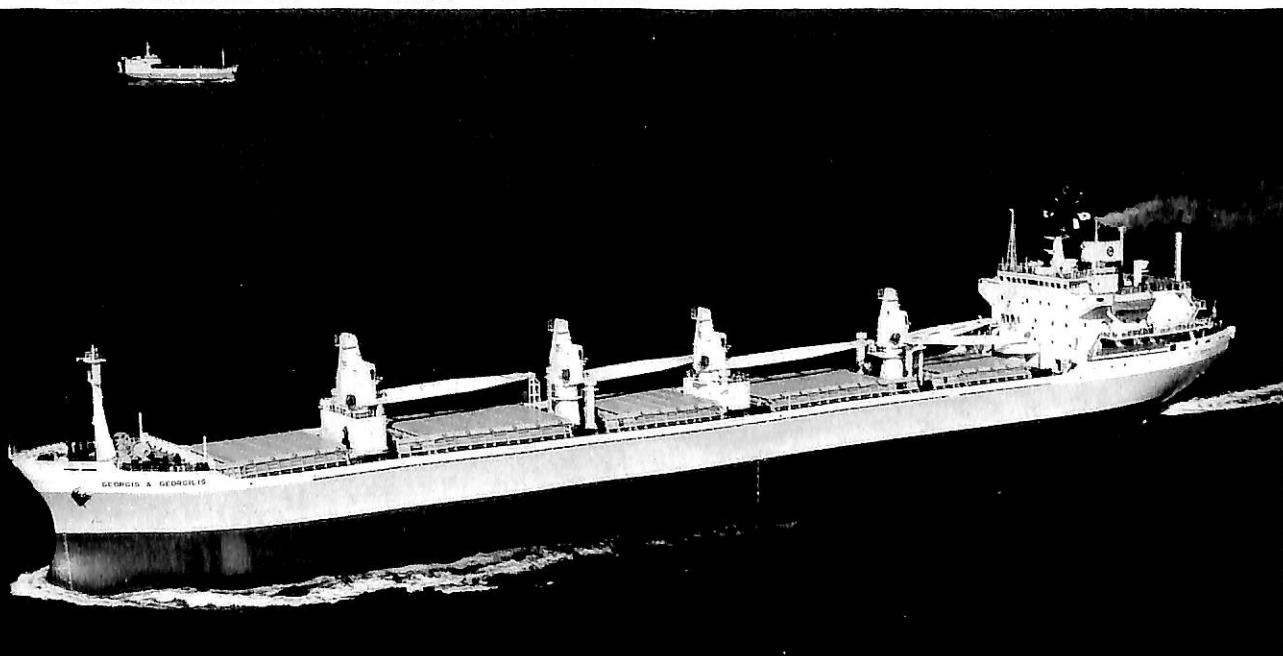
輸出撒積貨物船 ATTICOS

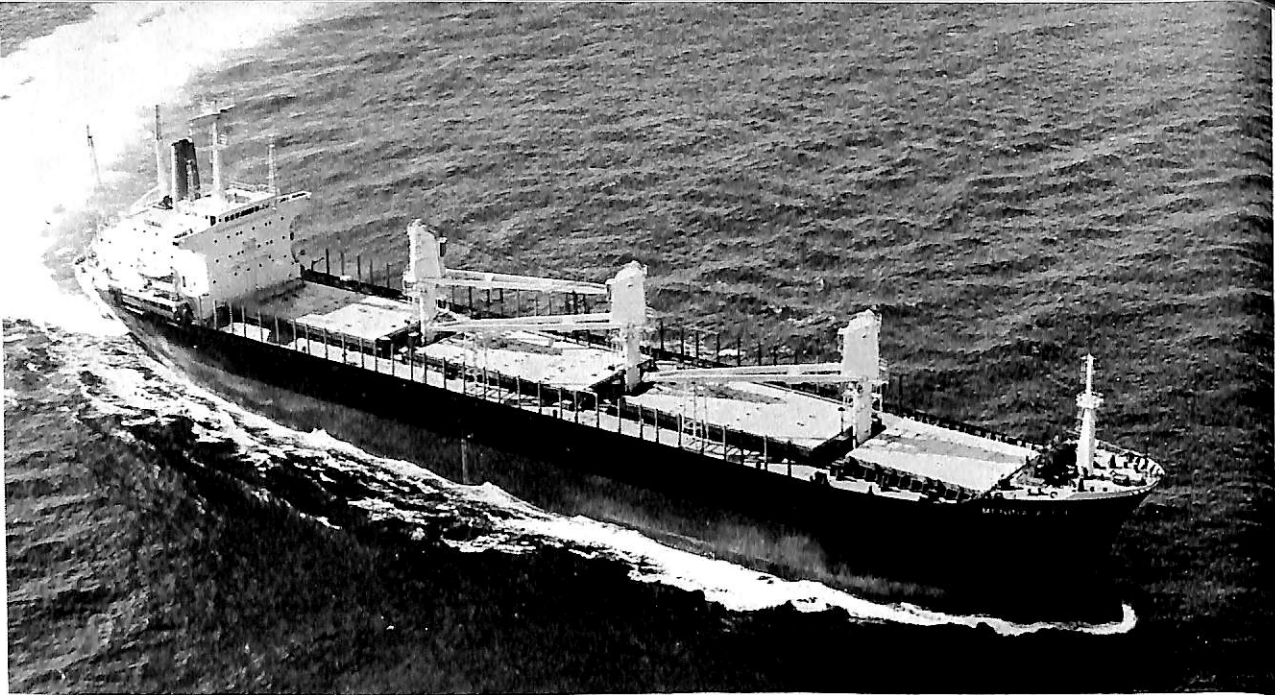
船主 Poseidon Compania Naviera S.A. (Greece)
 函館ドック株式会社函館造船所建造 (第648番船) 起工 51-7-6 進水 51-9-21 竣工 51-12-15
 全長 180.80m 垂線間長 170.00m 型幅 23.10m 型深 14.50m 満載喫水 35'-1/8"
 満載排水量 35,241Lt 総噸数 16,366.24T 純噸数 11,052.08T 載貨重量 28,704Lt
 貨物艙容積 (ベール) 1,173,191ft³ (グレーン) 1,332,587ft³ (トップウイングタンクを含む) 艙口数 7
 デリックブーム (10t×2)×7 燃料油槽 C.O. 70,125ft³ A.O. 6,322ft³ 燃料消費量 39.03Lt/day
 清水槽 D.W. 2,840ft³ F.W. 4,610ft³ 主機械 IHI-Sulzer 6RND76 型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 12,000PS (122RPM) (常用) 10,800PS (117.8RPM) 補汽缶 Aalborg AQ-3型
 7kg/cm²G×1,400kg/h×1 発電機 (ディーゼル) AC 450V×475kVA×560PS×3
 送信機 (主) MF 200W IF A₃H100W, A₃A&A₃J HF 1,600W×1 (非) MF 70W×1
 受信機 (主) 全波×1 (非) 全波×1 速力 (試運転最大) 18.032kn (満載航海) 15.1kn 航続距離 16,180浬
 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 船首尾楼付一層甲板型 乗組員 40名 同型船 CLEANTHES

ジョージス エー ジョージリス

輸出撒積貨物船 GEORGIS A. GEORGLIS

船主 G.A.G. Shipping Co., Ltd. (Greece)
 株式会社名村造船所本社工場建造 (第442番船) 起工 51-4-6 進水 51-7-31 竣工 51-11-24
 全長 177.03m 垂線間長 167.00m 型幅 22.90m 型深 14.50m 満載喫水 10.403m
 満載排水量 33,490t 総噸数 16,037.20T 純噸数 11,440T 載貨重量 26,874t
 貨物艙容積 (ベール) 32,608m³ (グレーン) 34,279m³ 37,301.6m³ (Incl. T.S.T.) 艙口数 5
 デッキクレーン 25t×1, 15t×4 燃料油槽 C.O 1,719.2m³ A.O 133.4m³ 燃料消費量 A.O 1.9t/day
 C.O 39.0t/day 清水槽 382.2m³ 主機械 三菱 Sulzer 7RND68 型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 11,550PS (150RPM) (常用) 10,400PS (145RPM)
 発電機 AC 450V×60Hz×550kVA×3 送信機 (主) NSD-18 MF & IF 400W, HF 1,500W
 (補) NSC-16 MF A₁ 50W, MF A₂ 130W 受信機 (主) NRD-71 全波 (補) NRD-30 全波
 速力 (試運転最大) 17.55kn (満載航海) 15kn 航続距離 14,800浬 船級・区域資格 AB 遠洋
 船型 船首楼付長船尾楼型 乗組員 42名 同型船 ILENA





メニナ アリス
輸出撒積貨物船 **MENINA ALICE**

船主 Grandview Bulk Carriers Corp. (Panama)
 住友重機械工業株式会社浦賀造船所建造 (第996番船) 起工 51-6-10 進水 51-8-25
 竣工 51-12-10 全長 162.00m 垂線間長 152.00m 型幅 25.20m 型深 14.70m
 満載喫水 10.613m 総噸数 14,549.07T 純噸数 9,482.06T 載貨重量 26,631t
 貨物艙容積 (ベール) 31,927m³ (グレーン) 32,309m³ 艙口数 4 デッキクレーン 20t×3
 燃料油槽 1,734.3m³ 燃料消費量 32.4t/day 清水槽 338.8m³ 主機械 住友 Sulzer 6RND68型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 9,900PS (150RPM) (常用) 8,400PS (142RPM)
 補汽缶 重油専焼式 1,500kg/h×7kg/cm²G×1 排ガスエコノマイザー 1,300kg/h×7kg/cm²G×1
 発電機 (ディーゼル) 560kW×AC 450V×60Hz×2 送信機 (主) 1 (補) 1 受信機 (主) 1 (補) 1
 速力 (試運転最大) 16.22kn (満載航海) 14.25kn 航続距離 16,400浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 36名

— 22 —

ブリリアント スター
輸出木材/撒積貨物船 **BRILLIANT STAR**

船主 Celestial Maritime Inc. (Liberia)
 株式会社金指造船所清水工場建造 (第1215番船) 起工 51-6-2 進水 51-9-6 竣工 51-11-30
 全長 175.84m 垂線間長 165.00m 型幅 25.40m 型深 13.40m 満載喫水 9.636m
 満載排水量 32,602t 総噸数 15,354.22T 純噸数 10,707T 載貨重量 25,897t
 貨物艙容積 (ベール) 31,773m³ (グレーン) 35,946m³ 艙口数 5 デリックブーム 25t×5
 燃料油槽 C.O 1,664m³ A.O 152m³ 燃料消費量 32.3t/day 清水槽 358m³
 主機械 川崎 MAN K6Z70/120E 型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 9,300PS (145RPM)
 (常用) 8,400PS (140RPM) 補汽缶 サンロッド型×1 (1,500kg/h×7kg/cm²)
 発電機 (ディーゼル) ヤンマー 6UL-UT 型 600PS×AC 445V×360kW×3
 送信機 (主) MF IF 400W, HF SSB 1.5kW (補) MF 50W, HF 75W 受信機 (主) 全波シンセサイザー×1
 (補) 全波ダブルスーパー×1 速力 (試運転最大) 17.200kn (満載航海) 14.5kn 航続距離 16,603浬
 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 38名



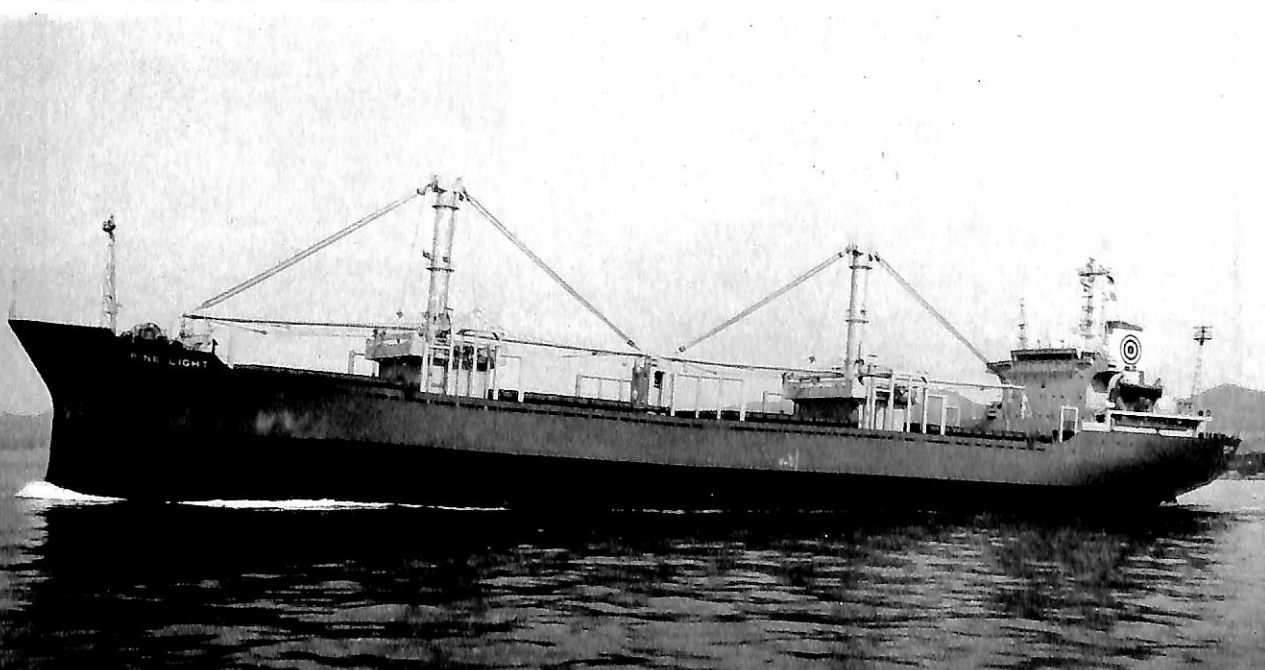


グロリア ピーク
輸出貨物船 **GLORIA PEAK**

船主 Gloria Maritime Enterprise S.A. (Panama)
 日本鋼管株式会社鶴見造船所建造 (第943番船) 起工 51-6-11 進水 51-9-3 竣工 51-12-6
 全長 161.000m 垂線間長 153.000m 型幅 23.000m 型深 13.850m 満載喫水 10.370m
 総噸数 12,816.23T 純噸数 7,666.15T 載貨重量 20,425t 貨物艙容積 (ベール) 25,327m³
 (グレーン) 26,944m³ 艙口数 7 デッキクレーン 16t(Twin)×1 22t×2, 10t×2 燃料油槽 1,791m³
 燃料消費量 37.7t/day 清水槽 312m³ 主機械 住友 Sulzer 7RND68型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 11,550PS(150RPM) (常用) 9,810PS(142RPM) 補汽缶 堅形煙管式コクラン型 1,500kg/h×1
 発電機 自励交流 AC450V×3相×60Hz×560kW×3 送信機 (主) T-150A SSB(1.5kW) (補) T-U05E3(50W)
 受信機 (主) RA-003 (90kHz~30MHz) (補) RA-201 (100kHz~28MHz) 速力 (試運転最大) 19.62kn
 (満載航海) 16.80kn 航続距離 13,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 ウエル甲板型
 乗組員 36名

パイン ライト
輸出撒積貨物船 **PINE LIGHT**

船主 Poppy Bulk Transport Inc. (Liberia)
 檜崎造船株式会社建造 (第906番船) 起工 51-5-12 進水 51-8-12 竣工 51-10-29
 全長 154.75m 垂線間長 142.90m 型幅 22.50m 型深 12.50m 満載喫水 9.34m
 満載排水量 23,747.0t 総噸数 11,049.25T 純噸数 6,979.81T 載貨重量 18,693.8t
 貨物艙容積 (ベール) 23,138.5m³ (グレーン) 23,578.1m³ 艙口数 4 デリックブーム 25t×4
 燃料油槽 C.O. 1,755.8m³ A.O. 222.5m³ 燃料消費量 C.O. 29.3t/day 清水槽 224.4m³
 主機械 日立 B&W 6K62EF 型ディーゼル機関×1台 出力 (連続最大) 8,300PS (144RPM)
 (常用) 7,600PS(140RPM) 補汽缶 コクランコンポジット型×1 発電機 防滴自動式450kVA×450V×2
 送信機 (主) 1kW×1 (補) 75W×1 受信機 (主) 全波×1 (補) 全波×1
 速力 (試運転最大) 16.534kn (満載航海) 14.00kn 航続距離 18,379浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 ウエル甲板型 乗組員 33名





オーシャン エミネンス
輸出貨物船 OCEAN EMINENCE

船主 Eminence Shipping & Enterprises Co., Inc. (Liberia)
 三菱重工工業株式会社下関造船所建造 (第775番船) 起工 51—5—6 進水 51—7—14 竣工 51—11—24
 全長 162.20m 垂線間長 151.70m 型幅 22.86m 型深 13.40m 満載喫水(ext.) 9.849m
 満載排水量 25,364Lt 総噸數 13,059.64T 純噸數 8,201T 載貨重量 18,334Lt
 貨物艙容積 (ベール) 24,931.5m³ (グレーン) 26,747.7m³ 艙口數 9
 デッキクレーン Single 16t×22m×2, Twin 20t×26m×1 12.5t×18m×1 燃料油槽 1,304.1m³
 燃料消費量 32.4Lt/day 清水槽 369.5m³ 主機械 三菱 Sulzer 6RND68型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 9,900PS(150RPM) (常用) 8,910PS(145RPM) 補汽缶 コクラン 8kg/cm²×1,500kg/h×1
 発電機 587.5kVA×AC 450V×60Hz×3 送信機 (主) 500W×1 (補) 70W×1
 受信機 (主) 全波×1 (補) 全波×1 速力 (試運転最大) 18.31kn (満載航海) 16.0kn
 航続距離 13,500浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 47名

QUIKSET EPOXY[®] IT-735R

銅製ライナーに代わる注入式樹脂ライナー材
(主機据え付け用としてNK, ABSの承認取得済)

- エンジンベッド、フレーム等の機械加工なしで、安全かつ確実な機器の据え付けが可能です。
- ライナーの機械加工、グラインダー仕上げ、取り付け、取り外しが不要です。
- 大幅な工期の短縮とコストダウンが得られます。
- 作業が簡単で熟練を必要としません。
- 銅製ライナーのような腐蝕がなく、騒音や振動を防止します。



日本アイキャン株式会社

本社 東京都中央区新富1-1-5(新中央ビル8F)
 電話:03(552)7781(代) テレックス:2523688(ICANSPJ)
 神戸営業所 兵庫県神戸市生田区中町通り3-5(桑田ビル4F)
 電話:078(351)6870 テレックス:5622672(ICALPSJ)

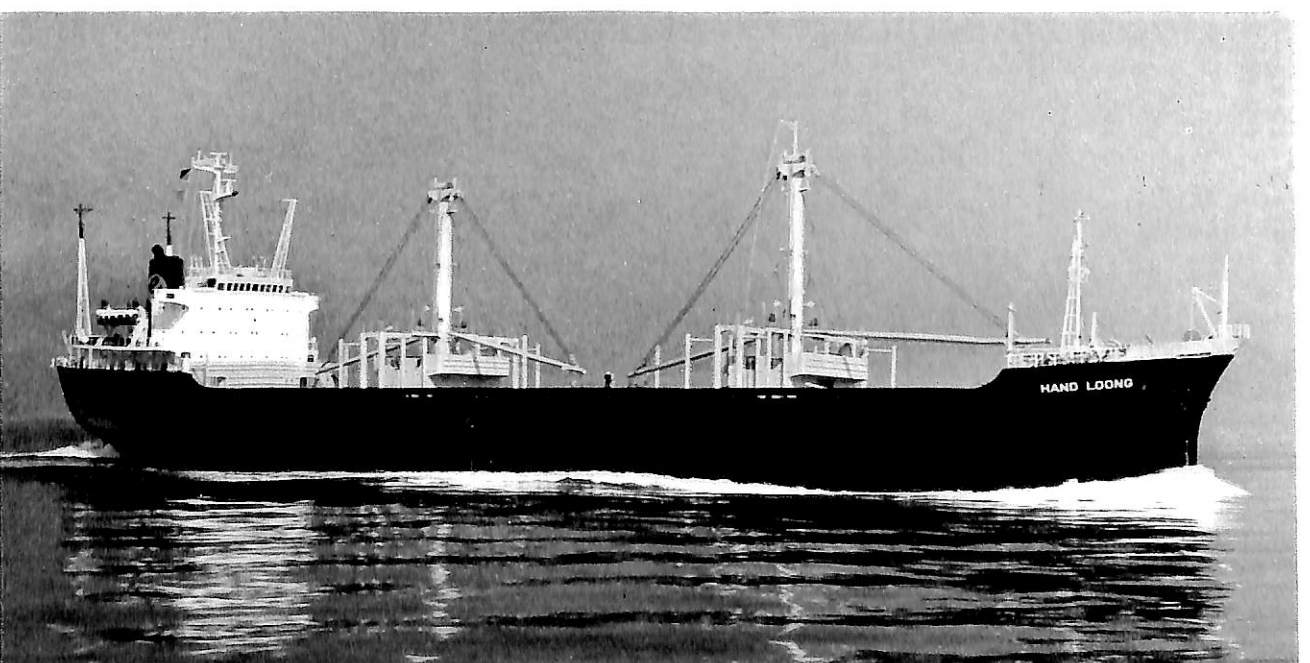


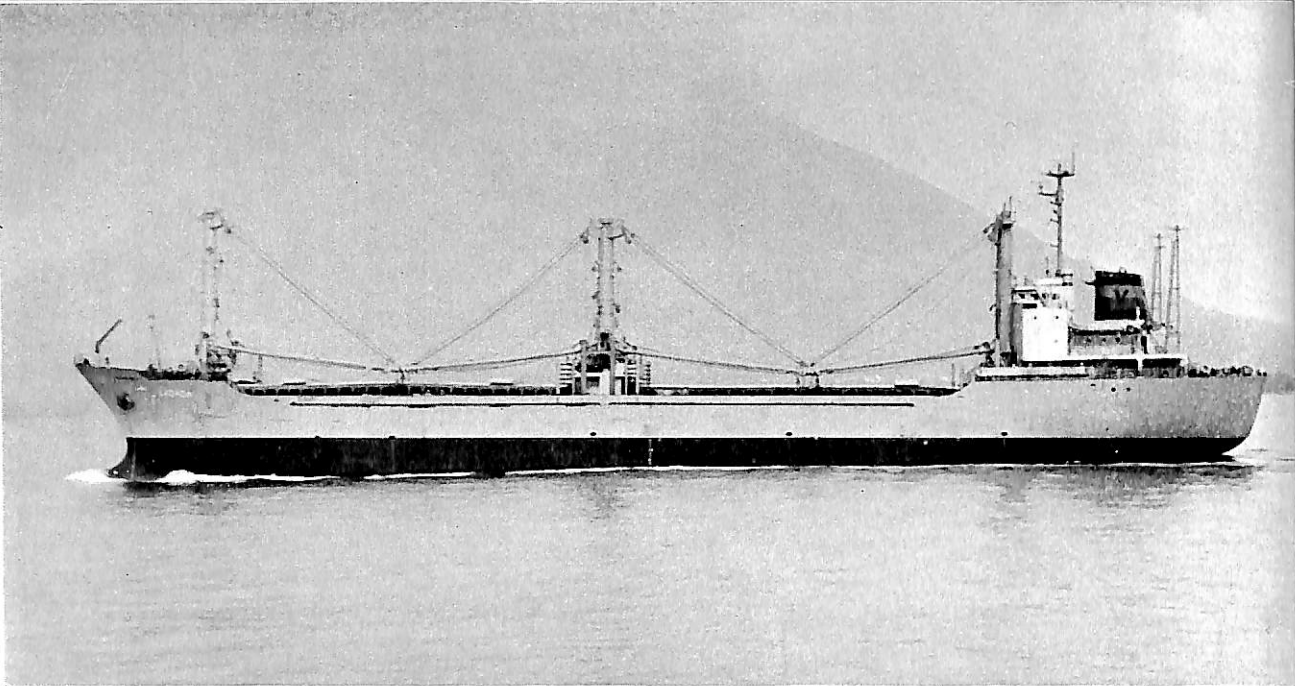
グレート ユニバース
輸出貨物船 **GREAT UNIVERSE**

船主 Great Universe Navigation Co., S.A. (Panama)
 金輪船渠株式会社建造 (第209番船) 起工 51-6-3 進水 51-7-12 竣工 51-9-27
 全長 148.00m 垂線間長 139.00m 型幅 21.80m 型深 12.40m 満載喫水 9.47m
 満載排水量 22,173t 総噸数 9,932.71T 純噸数 6,384.38T 載貨重量 16,438t
 貨物艙容積 (バール) 20,255.4m³ (グレーン) 21,300.9m³ 艙口数 7
 デリックブーム 15t×2, 20t×2, 10t×2 デッキクレーン 15t(Twin)×1 燃料油槽 C.O 1,177.2m³ A.O 102.8m³
 燃料消費量 30.4t/day 清水槽 723.5m³ 主機械 日立 B & W 6K62EF 型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 8,300PS(144RPM) (常用) 7,600PS(140RPM) 補汽缶 堅形煙管式 8kg/cm²×12,000kg/h
 発電機 AC 450V×60Hz×3φ×550kVA×2 送信機 (主) 1.5kW (補) 75W 受信機 (主) 全波
 速力 (試運転最大) 17.01kn (満載航海) 15.00kn 航続距離 13,500浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 凹甲板船尾機関型 乗組員 38名

ハンド ルング
輸出貨物船 **HAND LOONG**

船主 Hasumsoon Shipping Co., Ltd. S.A. (Panama)
 株式会社子品造船所建造 (第551番船) 起工 51-6-21 進水 51-8-13 竣工 51-10-21
 全長 128.77m 垂線間長 120.00m 型幅 19.60m 型深 10.50m 満載喫水 8.252m
 満載排水量 15,250t 総噸数 6,595.24T 純噸数 4,364.29T 載貨重量 11,899t
 貨物艙容積 (バール) 13,809.2m³ (グレーン) 14,140.2m³ 艙口数 3 デリックブーム 15t×2, 20t×1
 燃料油槽 C.O. 1,153.7m³ A.O. 176.3m³ 燃料消費量 23.3t/day 清水槽 842m³
 主機械 川崎 MAN K6Z52/90N 型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 6,000PS (205RPM)
 (常用) 5,400PS (198RPM) 補汽缶 堅形コンボジット 5.5kg/cm²×800kg/h
 発電機 (ディーゼル) AC 445V×60Hz×3φ×300kVA×360PS×900rpm×2 送信機 (主) 1kW (補) 75W
 受信機 (主) 全波 速力 (試運転最大) 16.38kn (満載航海) 13.4kn 航続距離 16,000浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板船尾機関型 乗組員 32名 同型船 HAND FORTUNE





ラガダ

輸出撒積貨物船 **LAGADA**

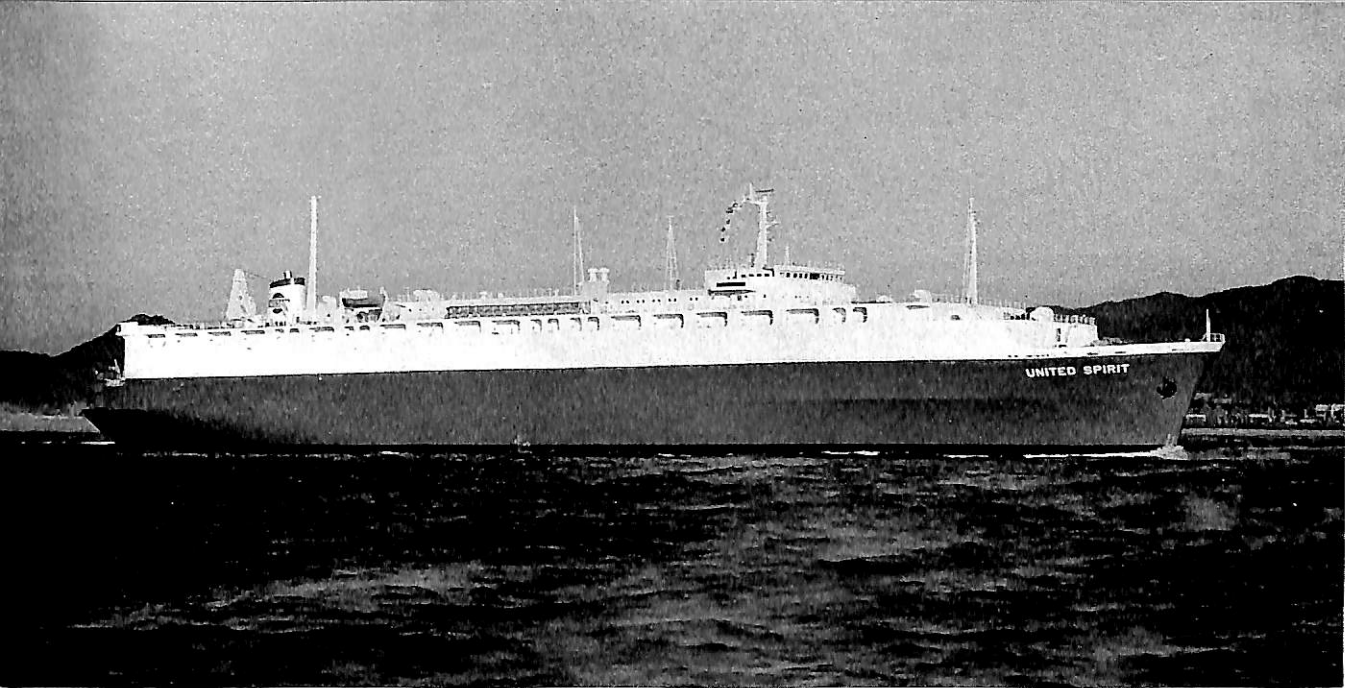
船主 Langada Shipping (Cyprus)
 鹿兒島ドック鉄工株式会社建造 (第85番船) 起工 51-5-7 進水 51-8-12 竣工 51-11-20
 全長 119.66m 垂線間長 108.40m 型幅 18.40m 型深 10.50m 満載喫水 8.246m
 満載排水量 12,993.42t 総噸数 5,915.35T 純噸数 3,880.74T 載貨重量 10,145.94t
 貨物艙容積 (ベール) 12,030.08m³ (グレーン) 12,685.48m³ 艙口数 2 デリックブーム 20t×4
 Cont. 搭載数 228個 (20') 燃料油槽 767.31m³ 燃料消費量 156g/PS·h 清水槽 161.63m³
 主機械 赤阪 6UET45/80D 型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 4,500PS (230RPM)
 (常用) 3,825PS(218RPM) 補汽缶 コンポジット型 600kg 発電機 (主) 400kVA×2 (非) 180kVA×1
 送信機 (主) 800W (非) 75W 受信機 (主) 全波×1 (非) 全波×1 速力 (試運転最大) 14.233kn
 (満載航海) 12.20kn 航続距離 10,500浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 ウエル甲板型
 乗組員 26名

コーラル エース

輸出自動車運搬船 **CORAL ACE**

船主 Sunstar Car Carrier S.A. (Panama)
 三菱重工業株式会社神戸造船所建造 (第1081番船) 起工 51-3-10 進水 51-8-12 竣工 51-11-30
 全長 169.115m 垂線間長 160.00m 型幅 25.60m 型深 Freeboard Dk 10.01m Strength Dk 22.72m
 満載喫水 7.22m 満載排水量 16,167t 総噸数 7,587.51T 純噸数 4,612.77T 載貨重量 8,571t
 Car 搭載数 ダットサン1600型 3,300台 燃料油槽 1,661.9m³ 燃料消費量 35.7t/day 清水槽 542.3m³
 主機械 三菱 MAN 12V52/55型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 11,820PS (175.7RPM)
 (常用) 10,050PS (166.4RPM) 補汽缶 1.2t/h×1, 排ガスエコノマイザー 1.1t/h×1
 発電機 (ディーゼル) 850kVA×AC 450V×3φ×60Hz×2 送信機 (主) 中・短波 1kW×1
 (補) 中・中短・短波 200W×1 受信機 (主) 全波×1 (補) 全波×1 速力 (試運転最大) 20.73kn
 (満載航海) 18.1kn 航続距離 13,700浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 全通船楼型
 乗組員 28名 旅客 船主1名 同型船 第7プリンス丸 荷役装置 Roll on/off 方式で, No. 5 Car Dk
 後部両舷に設けた Car Ladder 及び各 Car Dk に設けた Hold Lamp を自走で行う。○ガスタイト甲板以外の各自動
 車甲板はパネルデッキ構造



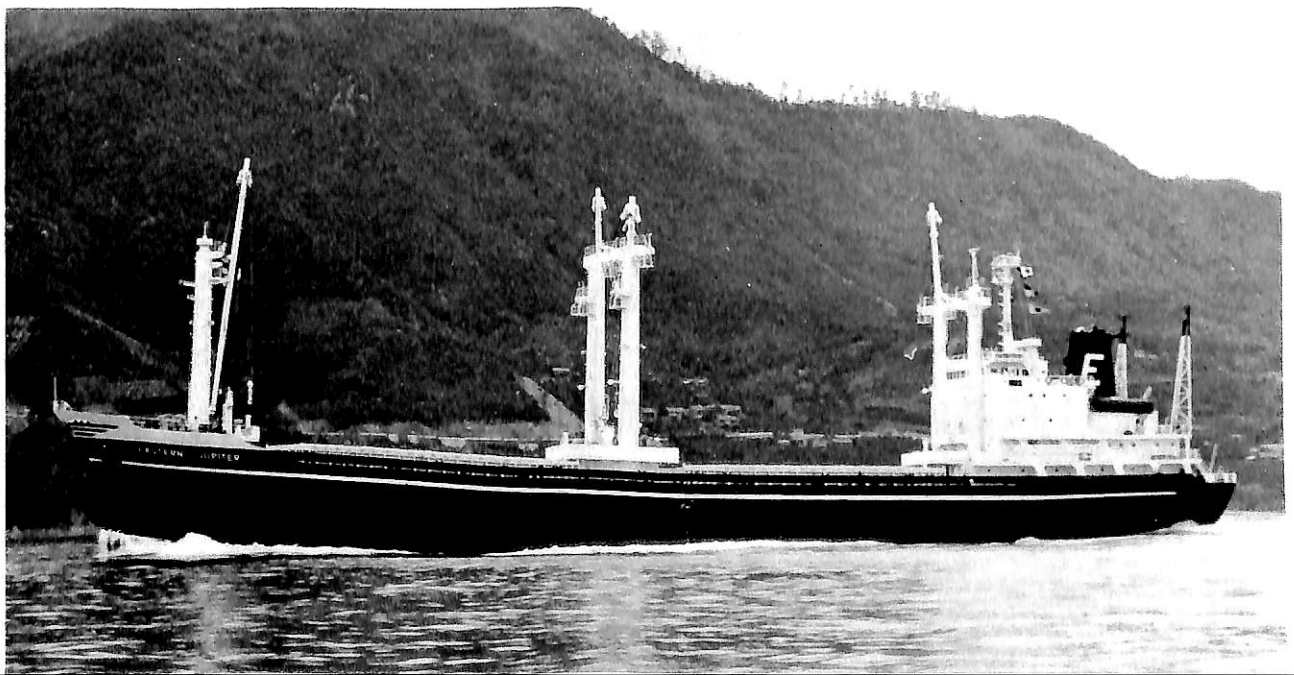


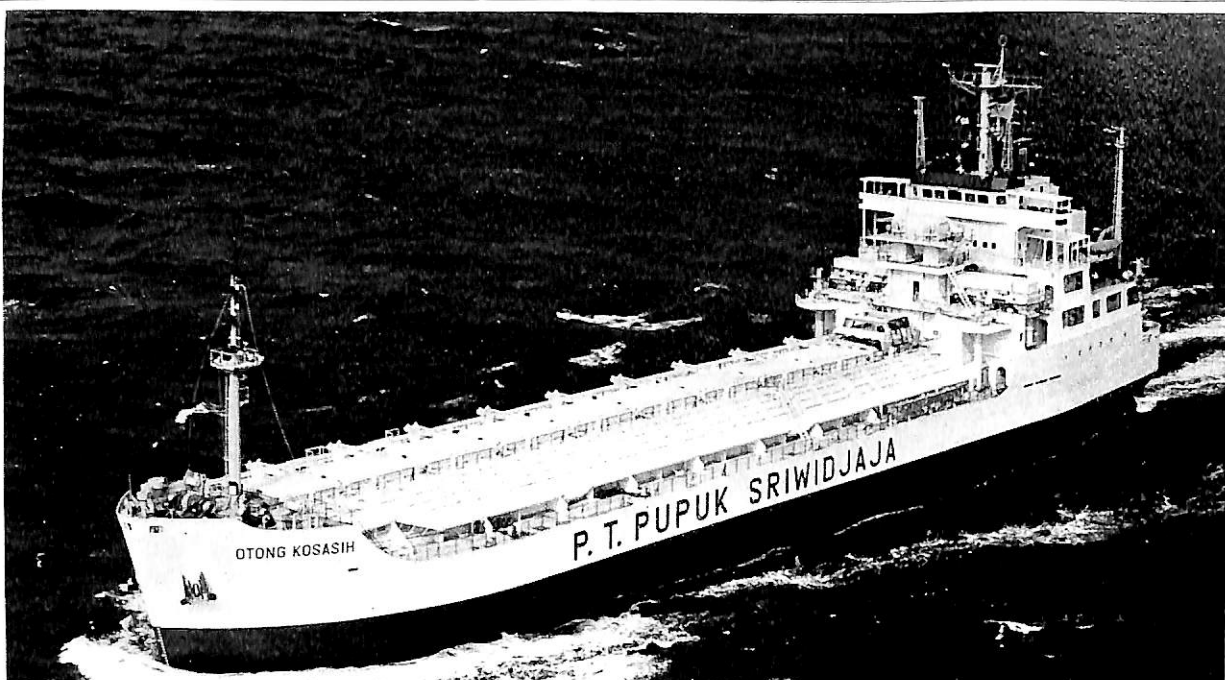
ユナイテッド スピリット
輸出自動車運搬船 **UNITED SPIRIT**

船主 Miramar Transport Company Ltd. (Liberia)
 内海造船株式会社瀬戸田工場建造 (第408番船) 起工 51-2-25 進水 51-8-28 竣工 51-12-8
 全長 174.50m 垂線間長 164.00m 型幅 25.40m 型深 8.10m 満載喫水 7.20m
 満載排水量 17,087t 総噸数 6,150.94T 純噸数 3,361.61T 載貨重量 8,756t
 デッキクレーン 5t×15m/min×23.74m×1 Car 搭載数 乗用車 (ブルーバードセダン) 3,009台
 燃料油槽 1,770m³ 燃料消費量 40.5t/day 清水槽 619m³ 主機械 日立 B & W 9K62EF 型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 12,400PS (144RPM) (常用) 10,540PS (137RPM)
 補汽缶 日立フレミング型×1 発電機 (ディーゼル) 三相交流横防滴自己通風自動式
 500kVA×400kW×AC 450V×3 送信機 (主) SSB 1.2kW×1 (補) 75W 受信機 (主) 全波
 速力 (試運転最大) 20.60kn (満載航海) 17.90kn 航続距離 13,052浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 多層甲板マリーナ型 乗組員 33名 同型船 VIOLET LAUREL (別項参照)

イースターン ジュピター
輸出貨物船 **EASTERN JUPITER**

船主 Japri Marine Transport Corp. (Panama)
 瀬戸内造船株式会社建造 (第457番船) 起工 51-7-15 進水 51-9-24 竣工 51-11-25
 全長 116.07m 垂線間長 107.00m 型幅 18.00m 型深 9.50m 満載喫水 7.40m
 満載排水量 11,047.44t 総噸数 5,570.55T 純噸数 3,612.89T 載貨重量 8,010.13t
 貨物艙容積 (ペール) 11,037.29m³ (グレーン) 11,738.8m³ 艙口数 2 デリックブーム×4
 燃料油槽 757.84m³ 燃料消費量 19.2t/day 清水槽 377.76m³ 主機械 日立 B & W 6K45GF 型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 5,300PS (227RPM) (常用) 4,800PS (220RPM)
 補汽缶 コンボジット型 発電機 350kVA×AC 445V×60Hz×720rpm×2 送信機 (主) 500W×1
 (補) 110W×1 受信機 (主) 1 (補) 1 速力 (試運転最大) 16.279kn (満載航海) 13.5kn
 航続距離 10,066浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 船首接付平甲板型 乗組員 34名





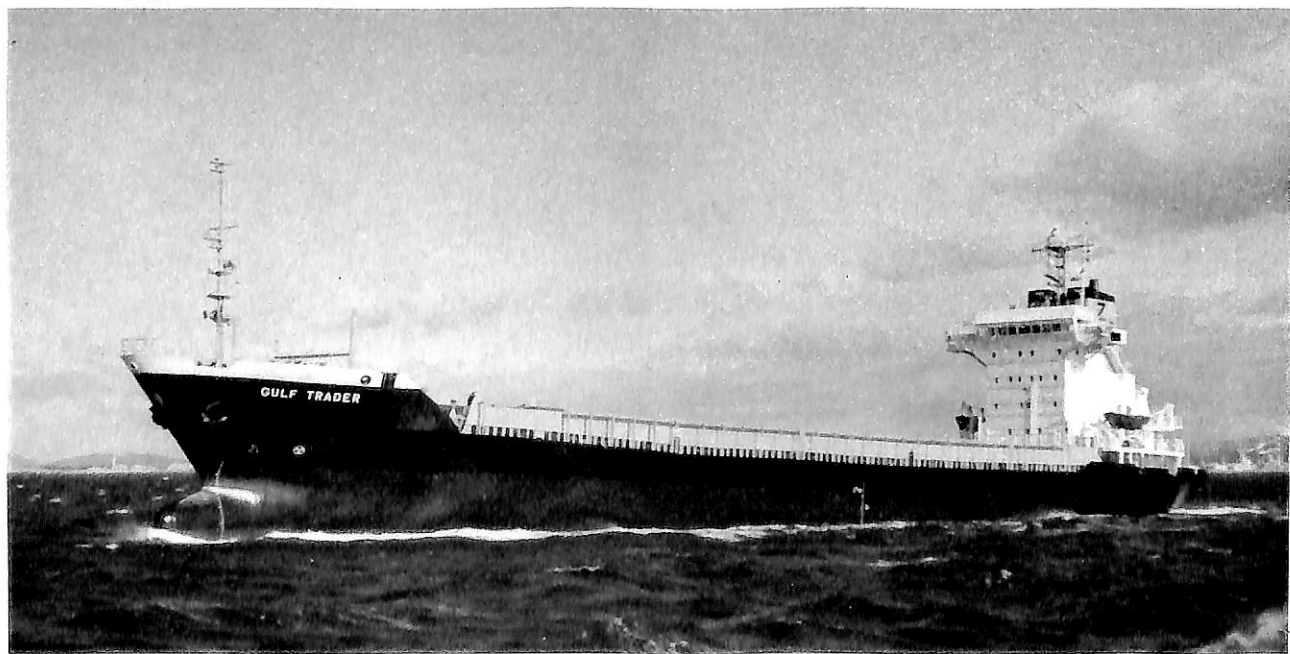
オトン コサシ

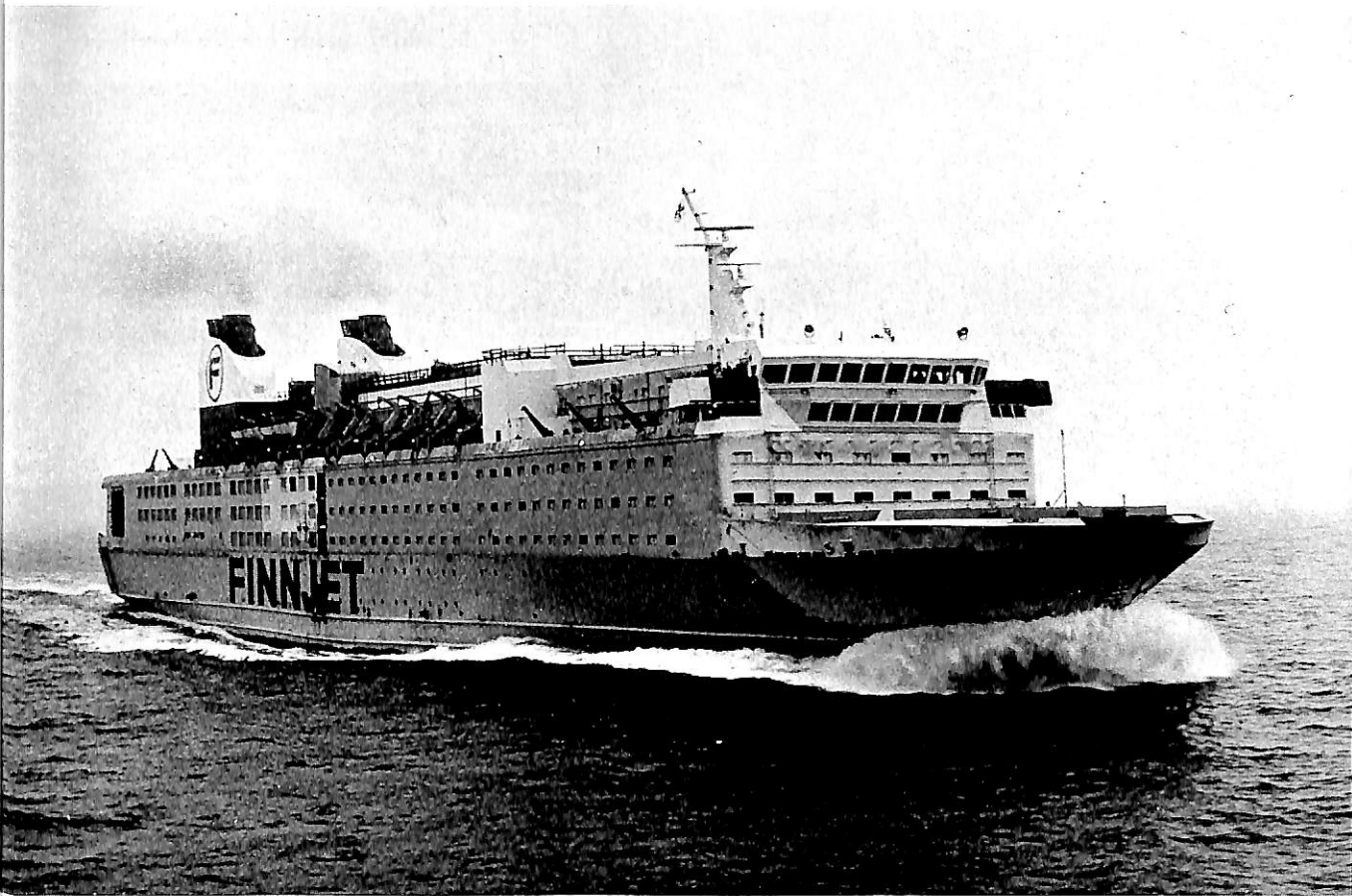
輸出尿素運搬船 **OTONG KOSASIH**

船主 P.T. Pupuk Sriwidjaja (Indonesia)
 三菱重工業株式会社横浜造船所建造 (第966番船) 起工 51-3-25 進水 51-8-25 竣工 51-11-20
 全長 114.50m 垂線間長 109.40m 型幅 20.00m 型深 10.00m 満載喫水 6.034m 満載排水量 11,490t
 総噸数 7,373.94T 純噸数 4,424.97T 載貨重量 7,606.2t 貨物艙容積 (グレーン) 12,681m³
 艙口数 10 燃料油槽 591.0m³ 燃料消費量 19.8t/day 清水槽 42.4m³
 主機 機 ダイハツ 8DSM-32型ディーゼル機関×2 出力 (連続最大) 2,500PS×2 (600/180RPM)
 (常用) 2,000PS×2 (557/167RPM) 発電機 (ディーゼル) (主) 450kW×400V×50Hz×2
 (非) 100kW×400V×50Hz×1 送信機 (主) NSD-18×1 (補) NSC-16×1 受信機 (主) NRD-71×1
 (補) NRD-30×1 速力 (試運転最大) 14.15kn (満載航海) 12.0kn 航続距離 7,330浬
 船級・区域資格 GL 遠洋 船型 ウェル甲板型 乗組員 36名 Cargo Unloading System
 (Drag Scraper, Hopper with Vibrat, Feeder, Transfer Conveyor, Bucket Elevator, Shuttle Boom Conveyor,
 etc.) Bow Thruster

輸出コンテナ/貨物船 **GULF TRADER**

船主 Partenreederei "Neubau 808" Reederei Horst Zeppenfeld GMBH (Federal Republic of Germany)
 株式会社山西造船鉄工所建造 (第808番船) 起工 51-4-20 進水 51-7-7 竣工 51-10-26
 全長 117.45m 垂線間長 107.50m 型幅 18.60m/18.00m 型深 8.50m/4.90m
 満載喫水 6.502m/5.093m 満載排水量 9,028.0t/6,687.9t 総噸数 4,247.01T/1,598.37T
 純噸数 2,904.78T/1,102.35T 載貨重量 6,052.6t/3,712.5t 貨物艙容積 (ベール) 9,191.4m³
 (グレーン) 9,780.5m³ 艙口数 3 デッキクレーン 30t ガントリークレーン×1 (後口搭載)
 Cont. 搭載数 40' or 35'×173個または 20'×358個 燃料油槽 902.38m³ 燃料消費量 150.75g/PS/h
 清水槽 57.80m³ 主機 三菱 MAN 10V40/54型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 5,600PS (430/203.9RPM) (常用) 5,040PS (415/196.8RPM) 補汽缶 Aalborg AQ-3/15型800kg/h×1
 発電機 General Motors AC 445V×60Hz×250kW×1,800rpm×4 送信機 (主) 2,000W×1 (補) 270W×1
 受信機 (主) 1 (補) 1 速力 (試運転最大) 16.626kn (満載航海) 15.0kn 航続距離 15,000浬
 船級・区域資格 GL 遠洋 船型 二層甲板型 乗組員 19名 同型船 GULF PIONEER
 SBG 取得, AUT 16/24 取得





The 23,000grt Passenger and Car Ferry Finnjet at 30knots during her first sea trial in December 1976.

Gas-Turbo Passenger-Car Ferry "FINNJET"

速水育三

両期的の客船フェリ、FINNJET は引渡に先立つこと4ヶ月半前の12月9日に第1回の試運転を行なった。できるだけ早期に海上で運転し、船内の振動と騒音の発生箇所を点検するのは、さきと同じ造船所で完成した18,000総トン形のMS SONG OF NORWAY, 21,000総トン形のMS ROYAL VIKING STARの場合と同様である。船体外板に硝子窓を穿ち、ストロボ写真等でプロペラの回転状況が調査された。写真はWärtsilä社 Helsinki 造船所から送付された当日のショットである。

Finland 湾の氷結が始まる前に試運転を実施したのは、4月までこの状態がつづくため、4月末の引渡まで改良に必要な時間的余裕が乏しくなる理由からである。

多くの雑誌で伝えられた姉妹船の受注につい

て、同造船所は私の照会に答えて噂にすぎないことを示唆し、報道の出所も不詳であると明記している。

要目

全長	212.8m
幅	25.4m
吃水	7.2m
総噸数	23,000 tons
出力	75,000 hp (55MW)
主機形式	2 Pratt & Whitney FT4C-1DLF ガスタービン
補機形式	5 Wärtsilä-Vasa 12V22 ディーゼル・エンジン
速力	30.5 knots
船客定員	1,500 persons



アングリア エキスプレス

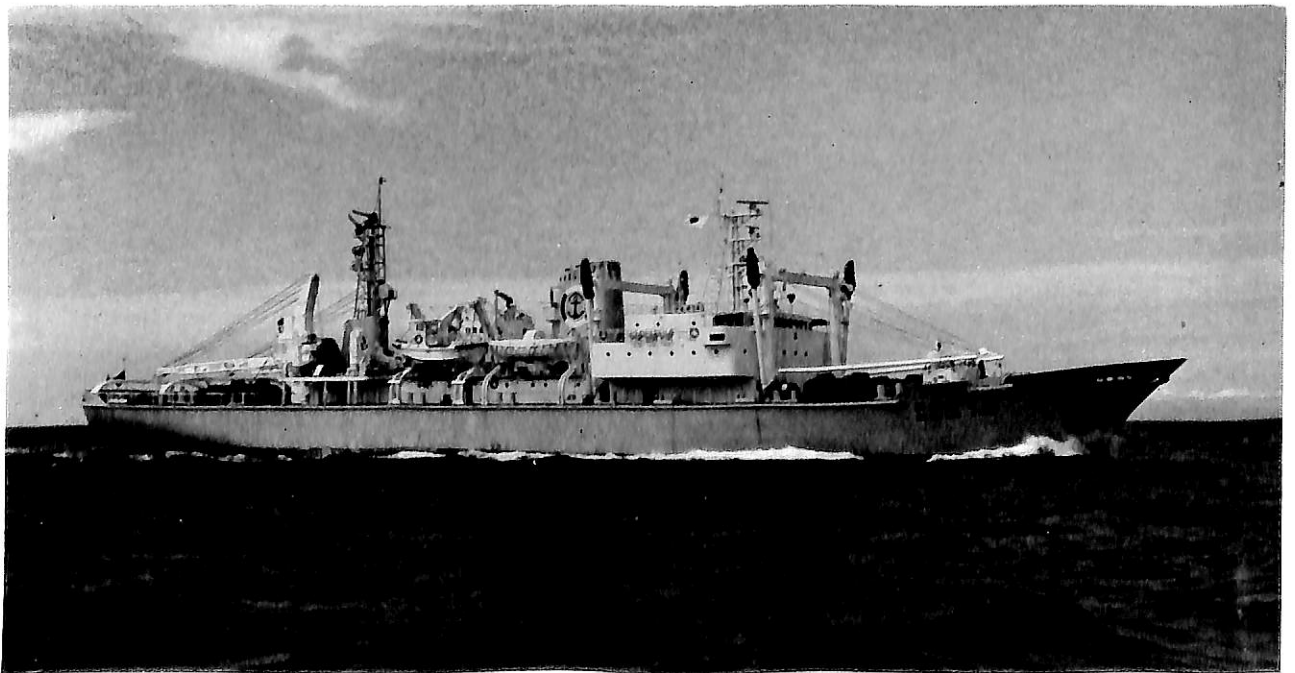
輸出自動車運搬船 **ANGLIA EXPRESS**

船主 Societa Mototraghetti Mediterranea S.P.A (Italy)
 林兼造船株式会社下関造船所建造 (第1198番船) 起工 51-5-31 進水 51-8-31 竣工 51-11-30
 全長 147.60m 垂線間長 135.00m 型幅 22.60m 型深 9.20m 満載喫水 6.60m
 満載排水量 10,668t 総噸数 6,700T 純噸数 2,300T 載貨重量 4,306t
 Car 搭載数 トラック 103台 乗用車 40台 燃料油槽 476m³ 燃料消費量 49t/day 清水槽 180m³
 主機械 三菱 MAN-16V52/55型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 16,000PS (430/194.9RPM)
 (常用) 13,600PS (407/184.6RPM) 補汽缶 クレイトン WHO-100型 7kg/cm²G×1,250kg/h
 発電機 防滴自己通風型 812.5kVA×AC 450V×3 送信機 (主) T-50E (補) T-U05E
 受信機 (主) RA-601B/R (補) RA-201/R 速力 (試運転最大) 22.966kn (満載航海) 19.5kn
 航続距離 3,600哩 船級・区域資格 LR (船主責任にて RINA の船級取得) 船型 全通船楼型
 乗組員 36名 旅客 12名 同型船 ALLEMAGNA EXPRESS

— 30 —

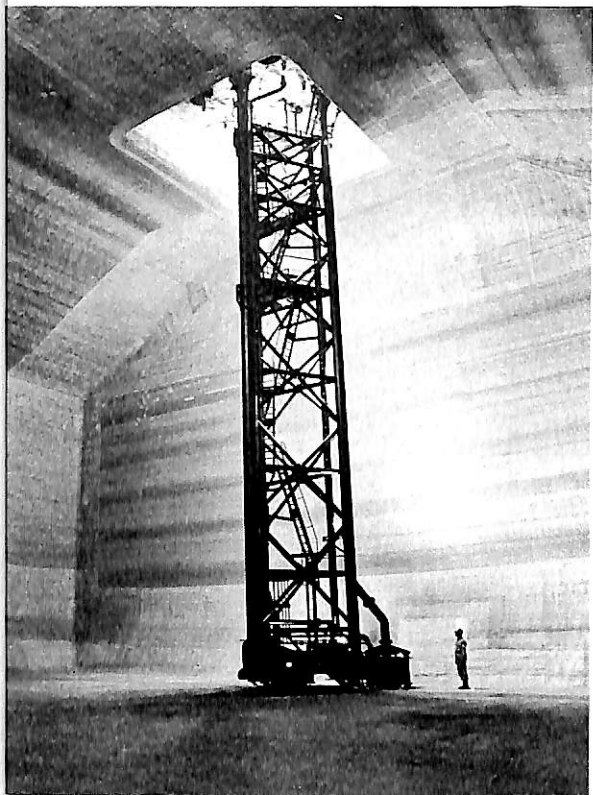
輸出サルベージ 船 **HU JIU LAO 3HAO**
 /海難救助船 **沪救撈3号**

船主 中国機械進出口総公司
 株式会社新潟鉄工所新潟造船工場建造 (第1338番船) 起工 50-9-10 進水 50-11-28
 竣工 51-8-24 全長 103.60m 垂線間長 92.60m 型幅 16.00m 型深 7.90m/5.50m
 満載喫水 5.134m 満載排水量 5,140.00t 総噸数 3,216.53T 純噸数 2,289.56T
 載貨重量 2,289.56t 貨物艙容積 (ベール) 1,062.09m³ (グレーン) 1,159.43m³ 艙口数 2
 デリックブーム 10t×2 (crane) 30t×4, 15t×2 燃料油槽 889.08m³ 燃料消費量 387kl/day
 清水槽 644.18m³ 主機械 新潟鉄工6M40EX型ディーゼル機関×2 出力 (連続最大) 2,500PS×2 (290RPM)
 (常用) 2,125PS×2 (275RPM) 補汽缶 1,250kg/h×7kg/cm²×2, 排ガス 250kg/h×7kg/cm²×1
 発電機 650kVA×3, 停泊用 250kVA×1 送信機 (主) SSB 40W (補) A, 75W
 受信機 (主) 2 (補) 1 速力 (試運転最大) 17.10kn (満載航海) 15.00kn 航続距離 5,000哩
 船級・区域資格 NK. Ice class C Salvage & Rescue Purpose 船型 全通船楼型 乗組員 115名
 。Salvage 装置, 潜水装置, 多点繫留装置, 他船消火装置, 流出油回収装置



世界初の内面防熱方式

Polyurethane foam Tank



LPG カーゴタンク内面とトラス



Goldcup Shipping 向け

大型低温 LPG 船

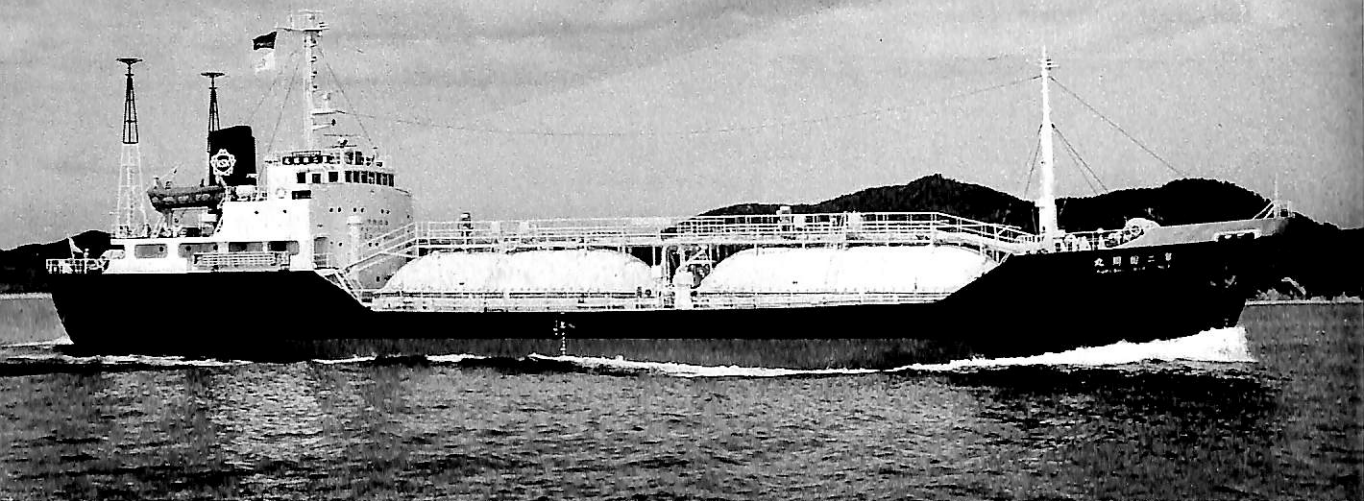
PIONEER LOUISE

(55,843 DWT)

タンク容積 77,861.8m³

三菱重工・横浜造船所建造

(本文39頁参照)



船舶整備公団・国華産業向け

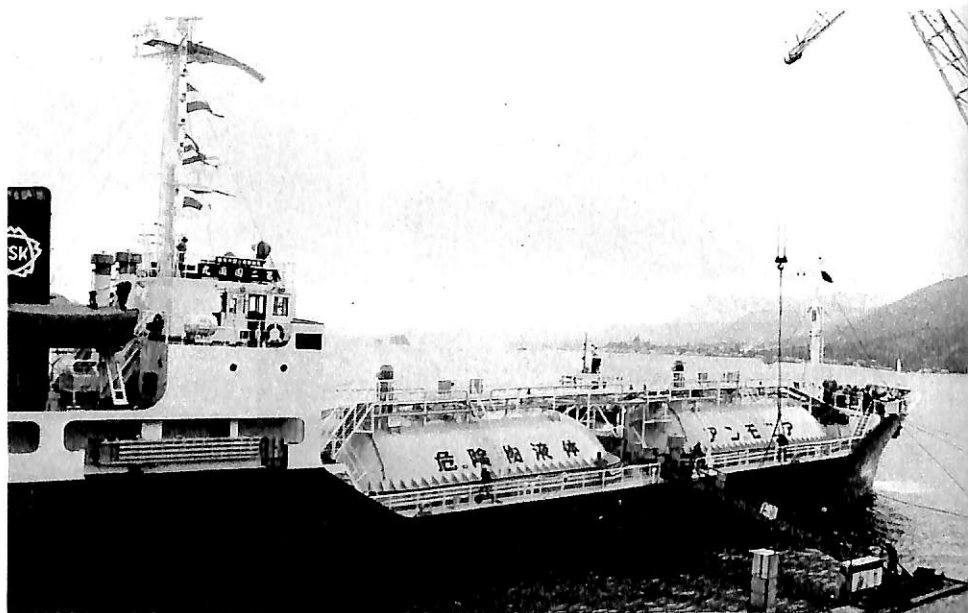
液体アンモニア運搬船

第二国周丸

(1,747.67 DWT)

内海造船・田熊工場建造

(本文47頁参照)



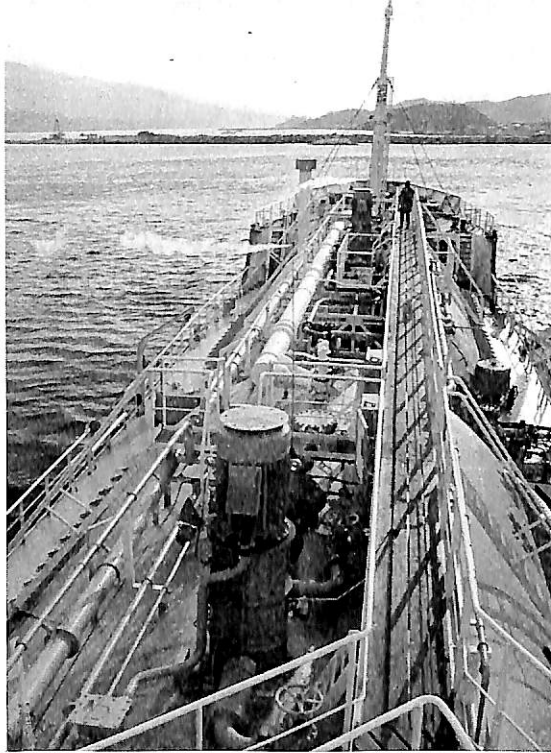
離岸作業中の第二国周丸 於田熊工場



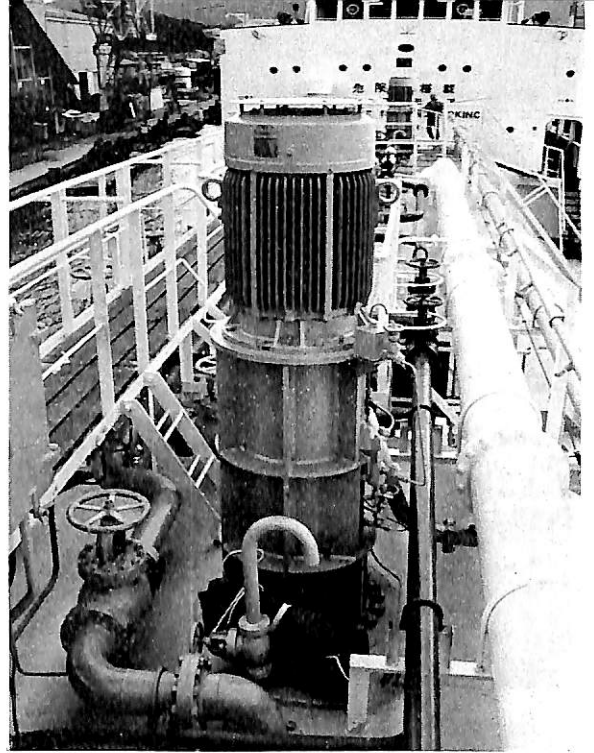
操舵室



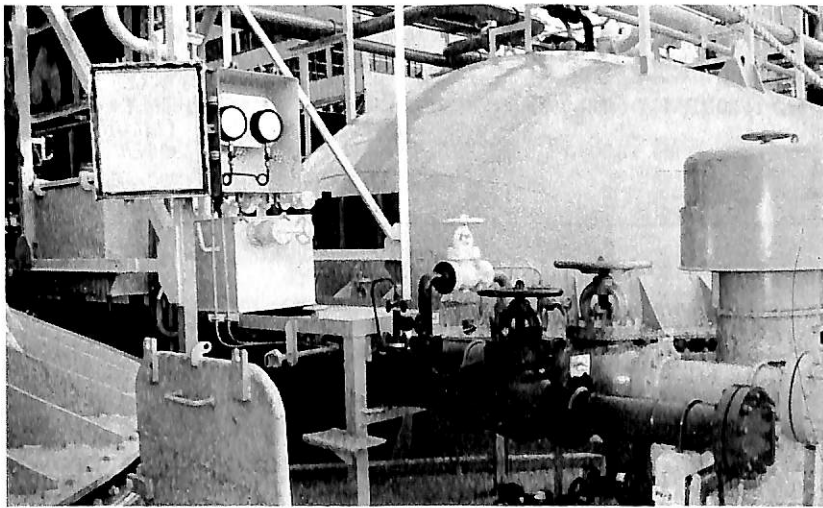
操舵室内 LAG 荷役遠隔操作盤



操舵室より LAG タンク 頂部を見る

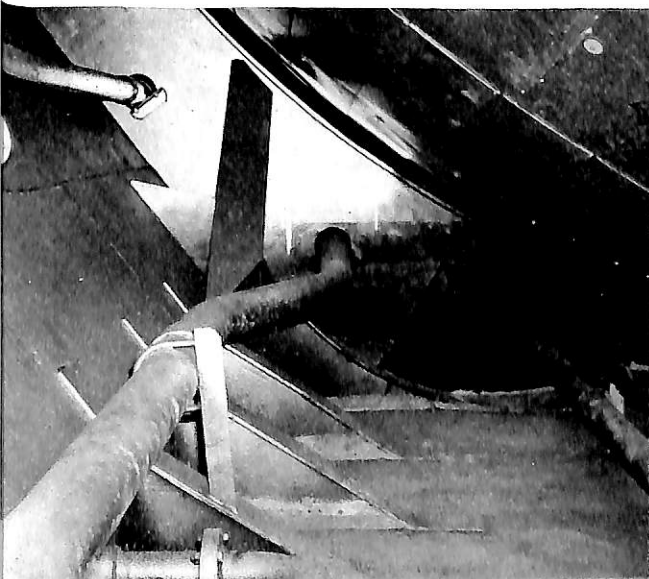


LAG ポンプ (デーブウエル型)

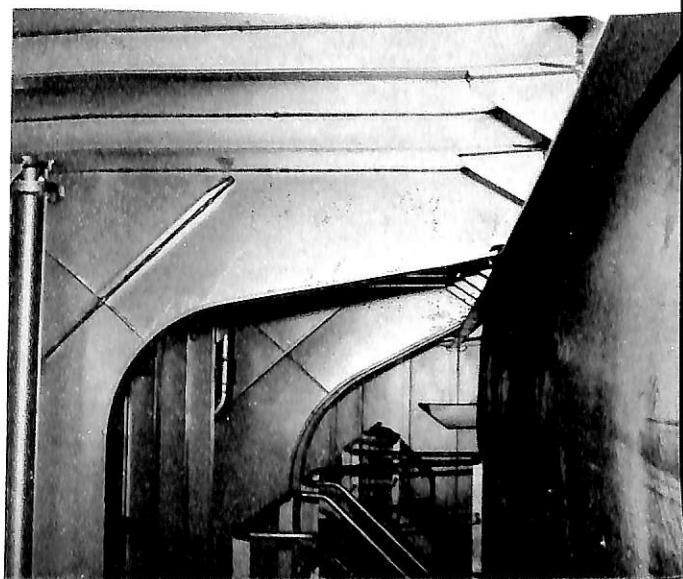


ショアコネクション附近 (甲板上)

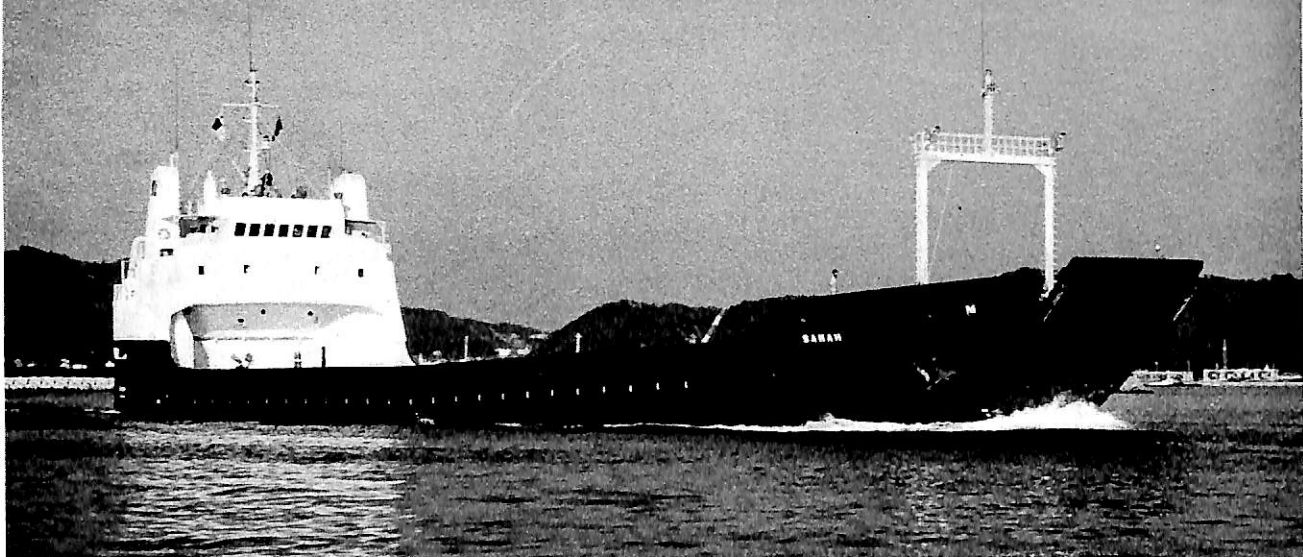
第二国周丸



LAG タンク空所 (船底部)



LAG タンク空所 (船側部)



輸出 Roll on/Roll off サマー
コンテナ船 SAMAH

船主 Gulf Ro/Ro Services S.A (Panama)
寺岡造船株式会社建造 (第166番船) 起工 51-8-6 進水 51-10-12 竣工 51-11-26
全長 77.30m 垂線間長 69.60m 型幅 15.22m 型深 4.075m 満載喫水 3.20m
満載排水量 2,166t 総噸数 597.70T 純噸数 153.35T 載貨重量 1,300t
Cont.搭載数 コンテナトレーラー 22台, コンテナ(20') 94個 燃料油槽 307.00m³ 燃料消費量 9.354t/day
清水槽 361.5m³ 主機械 ダイハツ 8PSHTcM26ES 型(L)ディーゼル機関×2
出力 (連続最大) 1,000PS×2 (720RPM) (常用) 850PS×2 (680RPM) 発電機 ダイハツ 6PKTb-14A 型
180kVA×220PS×3 送受信機 (主) SSB (補) 67ch. VHT AP-759
速力 (試運転最大) 14.20kn (満載航海) 12.50kn 航続距離 11,000浬 船級・区域資格 BV 遠洋
船型 平甲板船尾機関型 乗組員 10名 同型船 LINA V
。MAFI, LUF その他重量物トレーラー積載可

— 34 —

ファイア ボート
輸出消防艇 FIRE BOAT NO.705

船主 The State Organization Iraqi Ports (Iraq)
横浜ヨット株式会社建造 (第729番船) 起工 51-6-1 進水 51-10-18 竣工 51-12-30
全長 27.50m 型幅 6.40m 型深 2.50m 満載喫水 1.42m 満載排水量 106t
総噸数 110T 純噸数 40T 燃料油槽 13.2m³ 燃料消費量 300g/h (常用運航時)
清水槽 2.3m³ 主機械 GM 12V71-TI 型ディーゼル機関×3 (3軸, 中央軸のみ可変ピッチ翼を装備)
出力 (連続最大) 540PS×3 (2,170RPM) (常用) 510PS×3 (2,100RPM)
発電機 62kVA (Volvo Penta+G & M)×1 12.5kVA (Petter+G & M)×1 船舶電話 20W VHF
速力 (試運転最大) 17.2kn 航続距離 670浬/常用運航時 船級・区域資格 LR Arabian Gulf Service
船型 丸底型 乗組員 10名 (消防士7名を含む) 同型船 FIRE BOAT NO. 706
。消防ポンプ (200m³/h×130m)×3 消防時, 上方伸張式放水やぐらを所有



1 月のニュース解説

○海運造船問題

12月21日～1月20日

●一般政治経済問題

編集部

12月21日○政府は先の閣議で、水先法施行令の一部を改
(火) 正する政令案要綱を正式決定し、この日公布
された。これは海上安全船員教育審議会の答
申に基づいて水先区の新設と区域変更を行な
うことにしたもので、新設されたのは八戸
港、伊良湖水道、三河湾及び伊勢湾の4地区
で、区域変更は東京水先区など5地区となっ
ている。

23日(木)●通産省が発表した1976年版「経済協力白書」
によると、75年のわが国の経済協力の総額は
28億9千万ドルで前年より2.4%減った。こ
の国民総生産(GNP)に占める比率も前年
の0.65%から0.59%へ低下、過去10年間の最
低となった。これは経済協力開発機構(OE
CD)の開発援助委員会(DAC)加盟17カ
国の最低水準であった。

27日(月)●外務省は76年の政府直接借款の供与状況をま
とめたが、合計2,342億円と前年に比べて
25.1%の減少となった。これで2年連続の減
少である。

1月6日●国土庁は「21世紀の人と国土」と題した報告
(木) 書を発表した。それによると2000年には
「ベビーブーム世代」を中心とした壮年社会
が到来し、老人対策よりも重要な課題とな
る。また、全人口の約90%が都市地域に住む
超過密社会になり、土地と水資源に恵まれた
北海道、東北地方への人口分散が急務にな
ると指摘している。

11日(火)○経済協力開発機構(OECD)はこの日今年
初の造船部会を開き、造船不況対策を協議し
たが、欧州共同体(EC)と日本との主張は
平行線をたどり物別れに終わった。この会議は
日本が政府専門家の派遣困難との理由で延期
を要請したのに対し、造船不況の深刻な英国
その他EC諸国の強硬な要求で開始されたも
の。この会議でEC側が前の造船部会で提案
した①日本、ECの造船新規受注比率を50対
50とすること②受注状況の情報交換のため毎
日定期協議を行なうことの2項目に対して、
日本側は②については応ずるが、①について

は不可能だと拒否したものである。

●倉成経済企画庁長官は来年度の国民総生産
(GNP)192兆8,500億円、名目成長率13.7
%、物価上昇分を差し引いた実質成長率6.7
%、消費者物価は年度中の上昇率で7.7%、
卸売物価同5.4%とする「52年度の経済見通
しと経済運営の基本的態度」を臨時閣議に報
告、了承された。

12日(水)○輸入貨物輸送協議会は、この日、昭和51年度
上半期(4—9月)の輸入貨物輸送実績をまと
め発表した。それによると9品目の輸送量
は総計1億7,588万8千キロトンで、前年同
期比0.9%の微増にとどまった。品目別には
木材、穀物が、それぞれ前年同期比2ケタ台
の伸びを示したほか鉄鉱石、石炭、原油、L
PGもわずかず増加している。反対に塩、
非鉄鉱石、精製油は減少した。このように輸
送量が僅かながらも増加したのは景気は低迷
しているとはいえ、徐々に荷動きは持直して
いることを物語っている。

13日(木)○日本船舶輸出組合は、この日12月中の輸出船
契約実績をまとめ、合計57隻、696,689総ト
ン、約1,459億円と発表した。これを仕向け
国別にみるとリベリアが33.1%と、全体の約
3分の1を占め最も多く、次いでギリシャの
16.8%となっている。納期別では77年度のも
のが全体の70.1%、78年度ものが28.3%とな
っているが、初めて79年度ものが1隻契約さ
れたのが注目される。また契約内容では、金
額ベースで円建て93.6%、延払いが76.2%、
商社契約が27.6%であった。

17日(月)○ロイド船級協会がこのほど発表した統計によ
ると、世界の係船数は昨年12月の石油輸出国
機構(OPEC)の原油値上げを見越した石
油の駆け込み輸入を主因として減少した。そ
れによると、この1日現在の係船総数は595
隻(約1,935万総トン)で12月1日現在の617
隻(約2,014万総トン)から減少した。この
うち原油運搬用タンカーは387隻で、12月1
日の402隻を下回った。

電 気 推 進 について

電気推進装置を搭載した船舶といったら一体どのような船舶を最初に思い浮かべるであろうか。例えばイ号潜水艦であろうか、それとも砕氷船、或いは特殊な研究調査船であろうか。潜水艦といえば、フランスの科学冒険小説家ジュールベルヌの「海底二万哩」にでてくるノーチラス号はスチーム原動機の電気推進であった。砕氷船に関しては、わが国では「ふじ」が電気推進を採用している。こう見るとどうもこの電気推進はよほど特殊な用途の船舶にしか向いていないようであるが、はたしてそうなのであるか。今回は電気推進について、その問題点、技術開発の現状、将来の可能性について書くことにする。その前に例によって電気推進の歴史をふり返ってみることにする。

電気推進が初めて試みられたのは1893年ロシアにおいてである。この時はランチに電池を搭載した電気推進方式であったが、事故のため実験が中止となった。1912年に竣工した Jupiter は誘導電導機を搭載していたが、これは30年間の運行に耐えた。因に「海底二万哩」が書かれたのが1870年であるから実用電気推進船が出現したのはその42年後ということになる。そして戦争に関連して電気推進の軍艦や航空母艦が出現する。航空母艦では「サラトガ」や「レキシントン」の名前も見える。電源としては直流を用いる場合と交流の場合とがあるが、それぞれについて代表的な電気推進の例を表1及び表2に挙げておく。

交流は軍艦や貨物船に、直流は砕氷船や海洋調査船のような高度の操縦性が要求されているものに使われていることがわかる。

そして今、最も注目をあつめているのが Chevron のタンカーである。その主要目は次のとおりである。

載荷重量：35,000 LT

船 速：約15kt

主原動機：GE MS-3002ガスタービン 1基

主発電機：AC 60Hz凸極形発電機 1基

推進電動機：同期電動機12,500HP 1基

さて、ここで電気推進の長所、短所を考えてみる。電気推進と普通の推進装置の差は原動機からプロペラ軸までのエネルギーの伝達を電氣的に行うか機械的に行うかの差である。その特徴というと、

長所1 機器配置について比較的自由であり船内空間の有効利用が可能である。

長所2 原動機の回転を一定にしておいても減速、逆転が可能で操縦性が良い。

長所3 遠隔操縦、自動制御が容易である。Chevron タンカーでは乗員数が $\frac{1}{2}$ になった。

長所4 船全体で同一電源を利用することにより、補機の一部が省略できる。

長所5 原動機数を任意に選べるため、低速時の効率を上げ、信頼性を高めることができる。

長所6 大きな減速比をとることが可能である。

これに対し欠点については、

短所1 設備費が高い。

短所2 重量・体積が大きくなる。

短所3 機械効率が比較的低い。

が挙げられる。

長所1～6については長所2以外はすぐに同意がされるだろうが、長所2については少し説明があるように思われる。直流電動機についてはその制御性については問題ないが、同期電動機などは回転数を自由に設定できない、従ってC P P を併用しているのが普通である。

さて、今、船舶技術開発について、次の3つに関する技術開発が叫ばれている。

- (1) メンテナンスフリー
- (2) 省力化、省エネルギー
- (3) 荷役の合理化

この(2)の省エネルギーには必ずしも適しているとは思えないが、他の項目については電気推進は検討の余地があるようである。

(1)のメンテナンスフリーについては、長所5及び電気機器の信頼性の高さから相当有効であろう、又出力が正確にわかるというのも魅力である。

(2)の省力化については長所3が対応する。

(3)の荷役の合理化については推進用電源を荷役作業用に流用することにより、非常な余裕をもって荷役システムを設計することができる。一般に荷役作業中は船は動く必要はない。

ここで複胴式の自動倉庫船を考えてみよう。この種の船舶は、単胴式と比べてプロペラ駆動装置を置くスペースが狭くなる。この時長所1が使える。もっとも単胴船においても例えばRO/RO船などは広い全通甲板を要求するから、一般推進方式に比して電気推進方式の方が設計が容易である。自動倉庫関係の設備のうち、補助電

源用のボイラや発電機が不要になる。又接岸技術についても、大型スラスタがかなり自由に使えるはずである。

こう考えてくると、電気推進は貨物船にも利用できるのではないと思われる。

さて、船舶は輸送機関である。そして、軍関係は別として、貨物船による輸送は経済活動である、経済活動の一環である。従って、電気推進の実用化を考える場合、当然それは経済的な評価を受けなければならない。船舶に関する費用に関し、特にイニシャルコストと運行コストを考えてみる。

イニシャルコストについて——これについては特に短所1で挙げられている。確かに推進ユニットとしては従来方式の方が安価であろう。がしかし、前述の通り、新しい荷役技術なり、接岸技術が考えられたとしたら、その許容能力と共通に使用できる機器のことを考えたら、必ずしも電気推進が従来方式より劣るとは考えられない。少なくとも同等程度にはなるのではないだろうか。

運行コストについて——これについては短所2及び短所3が相当するが、短所2については長所1で積載効率を向上させればよい。重量の増加については、船舶の場合余り問題にする必要がないが、効率の高いガスタービンが開発され、これを原動機として用いれば、かえって

軽量化するのではないだろうか。短所3については、今のところ従来型と比して多少劣るのはしかたがない。しかし、若し将来超伝導の応用技術が確立されれば、重量の面も効率の面も飛躍的に向上するに違いない。現在であっても、メンテナンスコストの逓減、省力化による人件費の節約を考慮すれば、従来船との比較結果はどうかはわからない。

しかし、このような定性的な議論をいくらしたところで何も得られはしない。今までの船の設計に関しては、船体部門と機関部門に分け、その二部門の境界条件を設定し（これは比較的容易にできた）そして各々の部門において設計を進めていけばよかったが、電気推進の場合はいきおいその境界条件そのものが問題になる。そのバリエーションに富んだ条件をいかに決めるかで、その性能は大きく変わる。そしてその決定にあたっては、今まで比較的造船になじみの薄かった電気関係者が顔を出してくる。となるとどうしても共通の場が必要になり、そこで評価なり、将来の見通しなりが検討されねばならないだろう。又要素技術の開発については電気関連企業にのみ任せておくべきだろうか、どちらにしる情報交換の場が必要である。もっと船を有機的に考える努力が欲しいものである。

表1 代表的な直流電気推進船

竣工年	船名	国籍	船種	船の大きさ	推進馬力	制御の種類	備考
1954	General San Martin	アルゼンチン	砕氷船		2×3500 SHP	レオナード	
1955	Kapitain	ソ連	"	5360排水トン	総計10500 SHP	"	
1955	Glacier	米	"	8760	2×10500 SHP	"	
1961	Leningrad	ソ連	"	13290 "	総計22000 SHP	"	
1961	Rudolf Schmidt Johannes Gaers	西ドイツ	しゅんせつ船	8325 "	2×1500 SHP	定電流制御	
1961	海龍丸	日本	ドラッグサクシオン ドレッシュャー	2647 "	2450 WPS	"	
1962	Ingul	ソ連	ケーブル敷設船	6920 トン	4300 PS	レオナード	
1964	Erich Ollenhaner	西ドイツ	トロール船	2427排水トン	2×1100 PS	定電流制御	
1965	ふじ丸	日本	砕氷船	7760 "	2×6000 WPS	レオナード	
1966	Fehmarn Helgoland	西ドイツ	曳船	1186 BRT	2×1650 PS	"	
1967	白鳳丸	日本	海洋調査船	3200 トン	2×1900 WPS	"	
1967	開洋丸	"	漁業調査船	3200 "	2×1565 WPS	"	

表2 代表的な交流電気推進船

竣工年	船名	国籍	船種	船の大きさ	原動機	推進出力軸一馬力	電動機形式	電圧(V)	備考
1912	Jupiter	米	補助艦	20,000 DPT	タービン	2-3352	誘導	2,300	
1920	Tennessee	"	艦	32,300 "	"	4-7000	"	3,270	
1921	美洋丸	日本	Cargo Liner	8,799 DWT	"	1-2×1360	"	1,000	
1922	神威丸	"	水上機母艦	17,600 DPT	"	2-4000	同期	2,300	
1935	Normandie	フランス	Pass-Cargo	45,000 GT	"	4-40000	"	5,500	発電機 4台
1937	Steiermark	ドイツ	"	22,000 DPT	ディーゼル	2-6250	"	3,800	発電機 4台
1941~1944	T 2-SE	米	A1タンカー	20,200 DWT	タービン	1-6600	"	2,300	同形 488隻
1943~1944	Buckley Class	"	護衛艦	1,400 DPT	"	2-6000	"	2,300	同形 226台
1961	Canberra	英	Pass-Cargo	45,000 GT	"	2-2×17000 (68000 PS)	"	6,000	発電機 2台
1966	Wahine	ニュージーランド	"	9,110 "	"	2-2×4500	"	3,150	

新造船紹介

(新造船写真集参照)

《八州丸》

日立造船・因島工場で建造された山下新日本汽船・川崎汽船・ジャパンライン向けコンテナ船“八州丸”(28,725DWT)は、引渡し後日本←→ニューヨーク間に就航の予定である。本船の特長は次のとおりである。

本船は日本←→米国東海岸航路の約1,730個積のコンテナ専用船として十分にその機能を果せる様に船体、機関及び諸設備が設計されている。

船型は最大速力28.6knの高速力に対し主機械の高馬力化を避けるため、特に開発された球状船首付の高速経済船型である。

機関部は超自動化システムを採用し、高効率の運行がはかられており、又衛星航法及び自動操舵システムの採用により航路選定から船位測定航路追従の自動化がはかられている。

《ORIENTAL CHIEF》

佐世保重工業で建造された、英国のパシフィック・ユニオン・コンテナ・キャリアー(Pacific Union Container Carriers Ltd.)向けコンテナ運搬船“ORIENTAL CHIEF”(25,883DWT)は同造船所、建造コンテナの第1船である。

本船の特長は次のとおりである。

- 1) 本船は20', 40'コンテナ積載のコンテナ専用船として計画されている。
- 2) 自動係船ウインチを装備し、喫水変化、汐の干満、波浪の影響に対して、係船索を自動的に繰出し、巻き込んで索にかかる張力を調節し、索の切断を防ぐようにしている。
- 3) 機関室、塗料庫に対しては、油火災に備えて炭酸ガス固定消化装置が設けられている。
- 4) 上甲板を除く外板及びバラスト(脚荷水)タンクにはエポキシ系の特殊塗装が施され長期間の防食効果を図っている。
- 5) 左右両舷にヒーリングタンクを備え、海水を移動させることによって船の横傾斜を遠隔操作で調整できるようになっている。さらにバラスト(脚荷水)の調整も遠隔操作で行なえるようになっている。
- 6) 主機はブリッジ操舵室および機関部制御室のいずれからも遠隔操作が可能であり、ABSの“ACCU”資格を取得するのに十分な設計がなされている。

- 7) 機関部制御室はセカンドデッキに配置され、主機の遠隔操作、発電装置等の遠隔制御を可能にしている。
- 8) 機関部制御室には、これらの機器類の操作および運転状態を監視するのに必要な計器、モニター、装置類を集中配置して、機関部員の作業環境の向上と監視、記録に要する労力の減少を図っている。
- 9) 衝突予防装置を備え、航行の安全を図っている。
- 10) 発電装置は、航海中のディーゼル発電機の燃料節約のため、主機の排気ガスを利用して排ガスエコノマイザーにより蒸気を発生させ、その蒸気によりターボゼネレータを駆動し航海中の所要電力をまかなう。

この他ディーゼルゼネレータが2基装備されており出入港時、ローディング、アンローディング時または冷凍コンテナ190個を搭載時には、これらの発電機のうち2基の並列運転で、所要電力をまかなう。

またターボゼネレータに異常が生じた場合ターボゼネレータからディーゼルゼネレータへの停電自動切換えができる計画になっている。

《UNITED SPIRIT》

内海造船・瀬戸田工場で建造されたリベリアのミラマール・トランスポート・カンパニー・リミテッド(Miramar Transport Co., Ltd.)向け自動車専用船“UNITED SPIRIT”(8,756.00DWT)は引渡し後横浜、横須賀にて車輛搭載ののち、シアトル、ロスアンジェルス向け出航の予定である。

本船の特長は次のとおりである。

- 1) 本船は、船尾寄りに機関室を有し乾舷甲板下に3層、上方に7層、合計10層の自動車層を有する多層甲板単螺旋ディーゼル機関の自動車運搬専用船で、約3,000台の乗用車(ブルーバードにて)の搭載が可能。
- 2) 乾舷甲板より、上方の自動車甲板層は横隔壁を設けず、各層全通とし、自動車の走行がスムーズに行なえるようにしている。又、自走荷役に便利なようランプウェイを合理的に配置している。
- 3) 自動車は乗船甲板(第5甲板)後部両舷に装備したショアランプより乗船し、ホールドランプを通り、所定格納位置まで自走するようにしている。
- 4) 居住区甲板後部にショアランプの振出し用として、電動油圧、横走行式のデッキクレーン1台を装備している。
- 5) 居住区には、冷暖房を配し、乗組員の快適なる航海が出来るよう配慮されている。

大型低温 LPG 船 “PIONEER LOUISE”

— 世界初の内面防熱方式 LPG 船 —

三菱重工業株式会社 横浜造船所

1. まえがき

当社横浜造船所は、昭和37年「ブリヂストン丸」(現“BRIGESTONE MULTINA”)を建造して以来、一昨年9月竣工の“OGDEN GENERAL”まで、10隻の大型低温式LPG船を世に送り、世界でも屈指のLPG船建造実績を誇っているが、これらには全て独立タンク方式が採用されている。

独立タンク方式は、一般に建造例も多く、最も確立されたタンク方式と言えるが、反面、船体構造の中にさらに独立したタンクを設けるために、鋼材所要量も多いほかタンク材として大量の低温鋼材を必要とし、構造設計上も複雑となることは避けられない。こうしたことから、一方では独立タンク船の設計建造を通じてLPG船についての知識経験を深めつつ、これとは別の設計思想に基づく、より優れたタンク方式の可能性についても、怠りなく研究を進めてきた。

時を同じくして、英国シェルリサーチ社を中心とするロイヤルダッチシェルグループ(以下シェル社と略称)は、硬質ポリウレタンフォーム(以下PUFと略称)を防熱材として用いたLPG船用内面防熱方式を開発中であったが、当社はこの考え方に着目、綿密な調査検討の結果、実用化への見通しを見極め得たので、以降、技術提携のもとにシェル社と共同してこの方式の実用化のための開発研究に進進することとなったのである。

このシェル内面防熱方式は、後に詳述するように、二重船殻構造の内殻で形成される貨物倉の内面に、現場吹付け発泡による特殊なPUF防熱を施し、この防熱層自体が直接カーゴを保持するタンクを構成するという極めて画期的なものであり、多くの優れた特徴を有している。

技術提携締結の後、直ちに当社は技術開発組織の総力を上げて、LPGタンクとしての性能、安全性の確認はもちろん、実船応用のための施工法、品質管理基準、施工設備の開発に努めるとともに、関係官庁、船級協会への技術説明を重ねて実船建造を目指し万端の準備を整えていった。同時に基本設計部門では、幾多の試設計を繰返しながらこの新しい方式を用いた77,500^m型標準設計

を確立し、受注活動への足固めが作られた。

昭和48年には、横浜造船所は全ての点で、新方式第1船の建造に自信を深めるに至り、この年11月船主の好意ある御見解も得て、77,500^m型4隻の発注を受けたのである。

昨年8月31日完工した、横浜造船所第955番船“PIONEER LOUISE”は、このシリーズ第1船であって、世界でもはじめての内面防熱方式LPG船である。

ここに内面防熱方式の特色とともに、本船の概要を紹介し、読者の参考に供したい。(写真31頁参照)

2. シェル内面防熱方式について

この内部防熱方式は、従来のいずれの方式とも異なった全く新しい基本構想に基づいており、その開発にはライセンスであるシェル社はもとより、当社においても多大の年月をかけて、性能面、安全性、経済性等あらゆる面で優れたものが追求された。シェル社においては鋼板面に吹付けられたPUFについての強度、鋼板接着性、化学特性などの研究にはじまり、モデルタンクを用いての冷却、加圧の繰返し試験、タンカー“AULICA”号による実船実験と段階的な開発研究が積みあげられていった。

当社では、まず自らの手で吹付けたPUFの物性確認を手始めに、大型モデルタンクによる温度、荷重についての広範囲な実験研究を行い、同時に実船建造に即した吹付け手法の習得、改善を進めていった。しかし何と言っても、化学反応物であるPUFの品質を、実船の規模でかつ建造中の船内という条件のもとで、安定的に確保するための品質管理基準の確立、及び施工設備の玉成とが、当社の開発研究の最大のテーマであった。

さきに述べたようにPUFによる内面防熱方式の貨物タンクは二重船殻構造の内殻内面に直接吹付け発泡した液密のPUFによって形成され、液はこの防熱層の内面で保持されるが、荷重は防熱層を介して船殻構造によって支持される。図は、内面防熱方式と従来の独立タンク方式とを、模式的に比較したものである。この図から、このような内面防熱方式の最も基本的な特徴が明ら

かになるとともに、タンク周辺の区画配置が独立タンクに較べて簡素化されていることがわかる。このためにいわゆる容積効率が向上し、特に低温鋼材の所要量が少なくてすむ利点があり、また完全な二重殻構造は、主船体の強度の点でも有利である。このほか、次のような設計、工作、及び運航上の長所が認められる。

- (1)貨物タンクの直接LPGに接する部分が主として比熱、比重量の小さいPUFであるために、貨物タンクの熱容量が小さい。従ってタンクのクールダウンあるいはウォームアップに要する時間が短かく、荷役準備、入渠準備の作業時間が短縮できる。
- (2)タンク内には独立タンクに見られるような防熱材、制水隔壁などが存在しない。このことはカーゴストリップングを極めて容易にする。
- (3)独立タンク方式に必要な不可欠なタンク支持装置及び固定装置は設計上、大変難しいものであるが、これが本方式の場合には一切不要となる。建造面のみならず検査、メンテナンスの面でも非常に有利である。
- (4)いわゆるインターパリアスペース（ホールスペース）が防熱材で充填されているので、通常このスペースのため備えられる、イナーテイング装置、ガス検知装置、漏洩液排出装置、危急圧力逃がし装置などが不要となるなどの利点がある。

一方、防熱層として、特殊なPUFを現場発泡するので、ポリウレタン原料液の納入から、調合、発泡に至るまでの全ての工程において厳密な品質管理が必要である。単にPUFの現場発泡という意味では、独立タンク方式の防熱施工と同じであるが、本方式では、直接LPG貨物を保持するが故に要求される性能は高度なもので、品質管理に対する要請ははるかに厳しい。当社が、

この面で広汎な実験研究を経て、これらの要請にこたえ得る品質管理基準を確立したゆえんもここにある。同時にこのような高度の品質管理を実効あらしめるために実船規模にかなった効率的な機械設備が不可欠であることはいうまでもない。

この方式に使用するポリウレタン樹脂はシェル社が特別に開発したものであるが、自己消火性が非常に強く、施工時あるいは修繕時の安全性は高い。

最後に、PUF自体についての特別の保守は必要としないと考えられているが、万一使用期間中に欠陥の発生した場合でも、その補修は、確立された方法により比較的容易に行なうことが可能で、補修部分の強度などの性能は一般部分と全く変わらないことがシェル社及び当社の実験で実証されていることを申し添える。

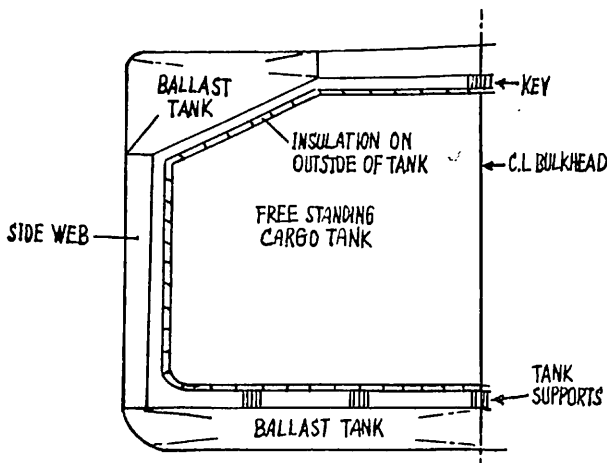
3. “PIONEER LOUISE” の概要

“PIONEER LOUISE” は、リベリア国籍 Goldcup Shipping 社殿より受注した77,500m³型低温式LPG運搬船で、その名は内面防熱方式LPG船のバイオニアとして、まことに相応しいものと言えよう。本船は三光汽船株式会社殿の運航により主として、中東諸国から日本に低温液化プロパン、ブタン及びそれらの混合液化ガスを運搬する目的で建造されたもので、海上試運転並びに低温LPGを使用しての貨物取扱設備試験にて優秀な成績を納め、船主に引渡された。

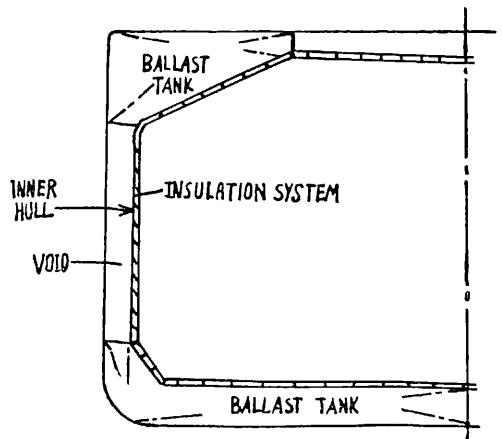
就航後は予定どおり中東-日本間のLPG輸送に従事しており、昨年未現在、既に第2航を成功裏に終了、その優れた性能を遺憾なく発揮しつつある。

本船の主要目については、4章を参照いただきたい。

本船は一層の全通甲板を有する平甲板船で、機関室、居住区、及び航海船橋は船体後部に配置されている。主



独立タンク方式



内面防熱方式

船体は、水密隔壁により船首空所、前部燃料タンク、5個の貨物倉、機関室、船尾水槽に区切られている。貨物倉部分は、二重船殻構造になっていて、さきに述べた内面防熱方式のカーゴタンクがこの部分に設けられている。カーゴタンク周囲の二重底とトップサイド部にはウォータバラストタンクが配置され、バラスト航海時に十分な喫水のとれるバラスト容量が確保されている。貨物倉部分の上甲板上には、再液化装置などの荷役機器を納めた甲板室、陸上接続用クロスオーバを含む荷役用配管、カーゴタンクへの管類を接続するドームなどが合理的に配置されている。推進プラントとして二機一軸中速ディーゼル機関を採用することにより機関室長さを極力短縮し、貨物容積の増大が図られた。本船の水線下形状は、当社長崎研究所の船型試験水槽で幾多のモデルテストを行なった結果決定されたもので、公試では最高速度20.12ノットを達成し、その優れた性能を実証した。

3・1 船殻構造

内面防熱方式の特徴として、カーゴタンク部分の船体構造は防熱施工面が防撓部材のない平滑面となるよう完全な二重殻構造となっており、カーゴタンク間の隔壁にもコッファダムタイプが採用されているが、これら二重殻間のスペースは貨物タンク容積を効率的に確保するため出来る限り小さくすることが要求される。本船設計にあたっては有限要素法による構造解析を駆使して合理的な構造配置が追求された。

使用鋼材は、規則に従った温度分布計算に基づいて、それぞれの部分の温度に適ったものが選定されている。

3・2 居住設備

居住設備は5層の船尾甲板室内に設けられており、乗組員の居室は見習士官室を除き、各室とも個室、又、士官クラス以上には専用ラバトリーを配している。公室としては船内作業の管理を集中的に行なうための一般事務室をはじめ、船内生活に変化を持たせるための娯楽室、ピンポン室などが設備されている。

3・3 機関部

本船には、減速装置付三菱M. A. N V 52/55形ディーゼル機関(2基1軸形)、可変ピッチプロペラ及び主機駆動主発電機を組合わせたプラントが装備されているが、これにより操船性能の向上、運航の経済性向上及び主機関に対する保守の容易化などが期待される。機関部は日本海事協会のMO規格に適合しており、主機関は空気調和を施した機関制御室から、可変ピッチプロペラは操舵室から、それぞれ遠隔操作される。各部冷却清水及び潤滑油系統、補助ボイラ、燃料移送系統、燃料及び潤滑油清浄装置などには、自動制御装置が備えられてい

る。

主発電機は前述のとおり主機により駆動されるが、通常航海中の電力負荷はこの主発電機より給電されるので、高価なディーゼル油を使用する必要がない。なお、出入港時及び荷役時は、ディーゼル発電機台により給電する。

本船には主機関の保守作業を能率よく、かつ短時間で行なえるよう、機関室内に洗浄装置、弁摺合せ装置などの保守用機器を装備したメンテナンススペースが設けられている。

3・4 貨物タンク

本船の最大の特徴である内面防熱方式カーゴタンクについては、既に詳しく述べたのでここでは多くを記すことは避けたい。一般配置図中に示されるように、タンクの形状は船体復原性、強度などを考慮して定められた八角形断面の柱状体を主とし、船体前後部では外板形状に従って適宜断面が絞られている。

内面防熱方式では、一般に防熱施工上タンク内部の突起物はできるだけ少ないことが望ましい。本船では、貨物積込管及び揚荷管を主構成部材とするトラスを、タンク頂部のドームから吊り下げ、タンク内に設けられるべきカーゴポンプ及びレベルゲージ等の計装装置等は、全てこのトラスに取り付ける方式としている。

3・5 貨物取扱設備

本船の荷役設備は、これまでの数多いLPG船建造の過程で確立された方式によっており、2種の貨物を同時に荷役し、輸送できるよう設計されている。荷役/揚荷レートは将来予想される陸上設備の拡大にも十分対処できるよう、5,500m³/hと大きく計画されている。各貨物タンクには揚荷用に2台の電動サブマージ型、主カーゴポンプと1台の同タイプの補助ポンプが備えられている。積荷中の置換ガス及び貨物タンクへの浸入熱などによる蒸発ガスは、船に装備された5台の再液化用圧縮機又は1台のショアガス圧縮機で陸送される。もちろんこれらのガスが陸側の都合で陸送できない場合、再液化しながら積荷することも可能である。航海中に貨物タンク外部からの浸入熱や貨物液の運動により発生する蒸発ガスは再液化装置により液化し、各貨物タンクに戻されるが、このために前述の5台の再液化圧縮機が備えられており、その能力は1台を予備機として4台で輸送中の貨物の圧力、温度を積込時の状態に維持するのに十分なものとなっている。

3・6 貨物制御装置、安全設備

LPG船では貨物の性質上、安全な運航を確保するには荷役中並びに航海中の貨物の状態、貨物関連機器の作

動状況、船体姿勢等を常に集中的に監視していることが必要である。そのために本船には荷役制御室が後部甲板室内に設けられており、ここに貨物タンク内圧力、温度の遠隔指示計、種々の区画に対する可燃性ガス検知器、各種機器の運転表示及び警報装置、貨物タンク及びバラストタンクの遠隔液面指示計、喫水計などが装備されている。各貨物タンクにはパイロット操作式安全弁と、ベントライザーが備えられており、万一タンク圧力が過大となった時には、安全上十分な高さにガスが放出される。通常の消火設備に加え、再液化圧縮機室にはCO₂トータルフラディング式の消火装置が設けられている。

4. 主要要目表

4.1 適用法規

日本海事協会鋼船規則 NS* (Tanker liquefied flammable gases minimum temperature -45°C) and MNS*

リベリア国海事関係規則

国際満載喫水線条約 (1966)

海上における人命の安全のための国際条約 (1960)

国際電気通信条約

4.2 主要寸法

船型 平甲板型船尾機関船

全長	228.00m
垂線間長	216.00m
幅 (型)	36.60m
深さ (型)	22.00m
計画満載喫水 (型)	12.05m
常用満載喫水 (型)	11.45m
総トン数 (リベリア測度)	42,252T
純トン数 (リベリア測度)	28,980T
載貨重量 (喫水12.05mにて)	55,843 t
貨物タンク容積	77,861.8m ³
バラストタンク容積	26,319.7m ³
燃料油タンク容積	4,179.2m ³
清水タンク容積	676.3m ³
主機……三菱M. A. N排気タービン過給, 減速機つき 4 サイクルV型ディーゼル機関	
	12V52/55×1基
	14V52/55×1基
最大出力 (合計)	26,000 P S × 430/119rpm
常用出力 (合計)	23,400 P S × 415/115rpm
補汽缶……船用丸ボイラ×1基	

蒸気圧力	10kg/cm ² ・g (飽和蒸気)
蒸発量	7,300kg/h
推進器…三菱KaMeWa 4翼可変ピッチプロペラ×1基	
材質	ニッケルアルミブロンズ
直径	6.5m
発電機	
主機駆動	450V, 2,250kVA (1,800kw) × 1基
ディーゼル駆動	450V, 1,250kVA (1,000kw) × 2基
速力等	
試運転最大速力	20.12kn
満載航海速力	17.1kn
航続距離	約17,000海里
乗組員	
士官 (13名)	部員 (21名)
見習部員 (3名)	予備 (2名)
	合計 39名
カーゴポンプ	電動サブマージド型 550m ³ /h × 100mTH × 10基 250m ³ /h × 100mTH × 5基
再液化圧縮機	電動レシプロ型 1,360m ³ /h × 20kg/cm ² ・g × 5基
ショアガス圧縮機	電動遠心渦巻型 2,500m ³ /h × 1kg/cm ² ・g × 1基

5. あとがき

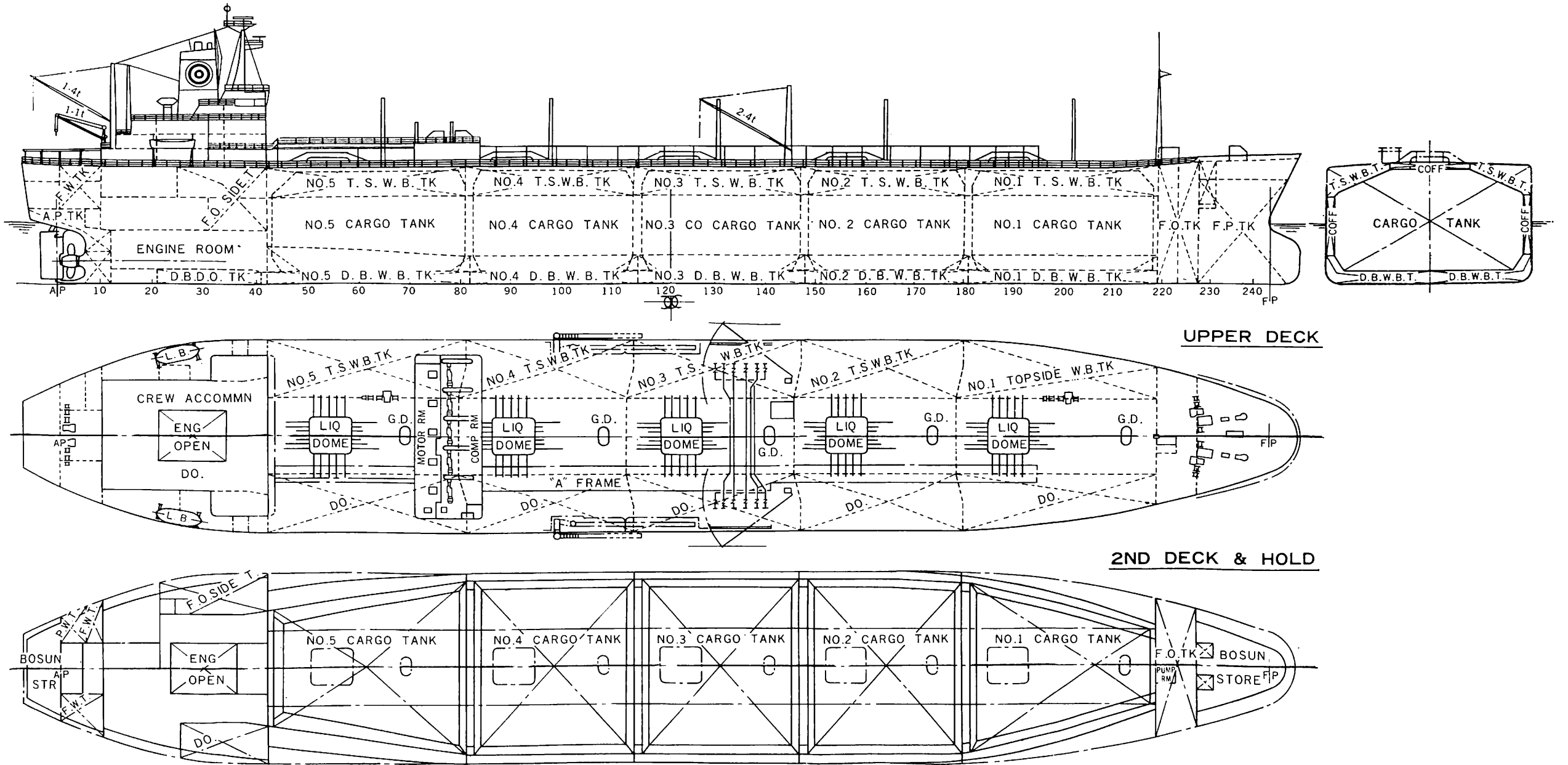
本船の成功は、それ自体画期的な技術開発成果であると同時に、液化ガス船建造における当社の豊かな技術ポテンシャルに、また新しい分野を加えたものとして高く評価される。LPGをはじめとする液化ガスの海上輸送量は、曲折はあれ、根強く増大を続けるであろう。当社は、より優れた設計建造技術をもって需要に応えるべく、今後とも一層の研鑽を積み重ねていく所存である。

最後に、横浜造船所では“PIONEER LOUISE”号に続く姉妹船2隻が、本年1月 (GAS GEMINI)、5月に相次いで竣工するほか、第4船が昭和54年2月頃完工の予定であることを記してこの稿を終えたい。

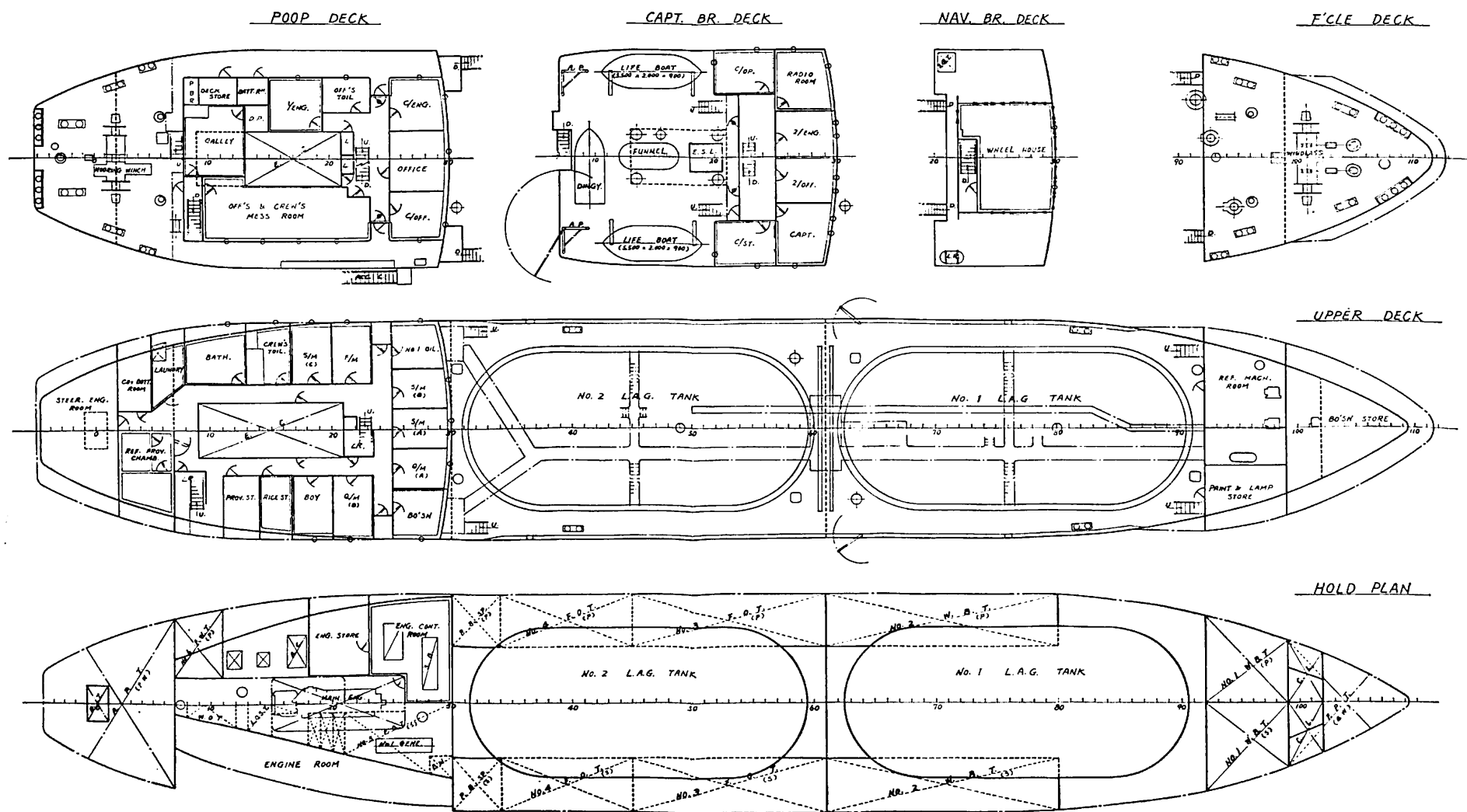
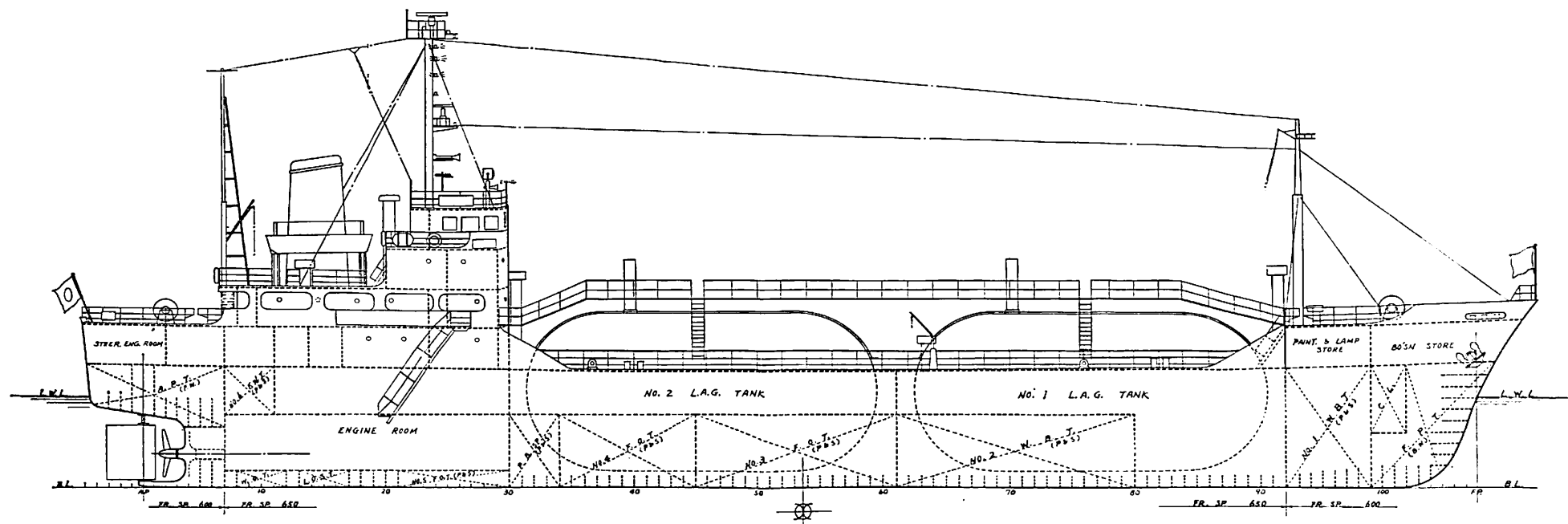
誤植訂正 本誌29巻10月号「世界最大のフル・コンテナ船 NYK Line “春日丸”について」三菱重工業の記事中間違いがありました。下記のように訂正しお詫びいたします。(ゴチック体が正)

P.42 右段 4.7軸系より3行目

プロペラ回転は各舷、内回りとして→……外回りとして



Goldcup Shipping 向け
 LPG 運搬船 PIONEER LOUISE 一般配置図
 三菱重工業・横浜造船所建造



船舶整備公団・国華産業向け
LAG 運搬船 第二国周丸 一般配置図
 内海造船・田熊工場建造

1,000 t 揚液体アンモニア運搬船「第二国周丸」について

内海造船株式会社 設計部

1. 緒言

本船は、船舶整備公団殿及び国華産業株式会社殿のご注文により、当社田熊工場において建造された、中温中圧式液体アンモニア運搬船で、昭和51年4月14日起工、同6月16日進水、同10月25日竣工、引渡しを完了した。

本船は、国華産業株式会社殿のオペレートにより、三菱瓦斯化学株式会社新潟工業所殿で生産される液体アンモニア（以下LAGと略す）を苫小牧～宮古～名古屋～四日市～水島の各港に運搬することになっている。

2. 一般計画

本船は船舶安全法および同関係法令、日本海事協会鋼船規則、危険物船舶運送及び貯蔵規則等により設計、建造せられたが、さらにIMCO液化ガスばら積船構造設備規則の発布にそなえ、その一部を適用した。

本船の船級は日本海事協会のNS* (Tanker, liquefied ammonia gas-max. pressure 7kg/cm² and min. pressure temperature -5℃) およびMNS* を取得し、資格は沿海区域船であるが、近海区域船としての構造、設備を有している。

3. 各部要目

3・1 船体部

(1) 主要寸法

全長	75.17m
垂線間長	69.00m
幅(型)	12.00m
深さ(型)	5.80m
満載喫水(型)	4.76m

(2) トン数および容積等

総トン数	1,588.77T
純トン数	755.49T
載貨重量	1,374.50 t
LAG搭載量	1,013.90 t
LAGタンク	1,724.16m ³

燃料油タンク	261.72m ³
清水タンク	115.22m ³
バラストタンク	339.29m ³

(3) 速力等

試運転最高速力	13.69kn
航海速力	11.80kn
航続距離	7,533浬

(4) 乗組員

	士官	部員	計
甲板部	3	6	9
機関部	3	2	5
無線部	1		1
事務部	1	1	2
計	8	9	17

(5) 甲板機械

揚錨機	電動	7.5 t × 12m/min	1台
係船機	電動	6/3/1.5t × 7.5/15/30m/min	1台
操舵機	電動油圧		3.7kw 1台
冷凍機	R-12 (糧食庫用)		1.5kw 1台
	(冷暖房用)		11kw 1台

(6) 航海設備

操舵羅針儀 (液体式)	1基
原基羅針儀 (〃)	1基
(その他電気部参照)	

(7) 救命設備

救命艇	鋼製オール式 (定員17名)	2隻
交通艇	FRP製 4.5PS 機関付 (定員6名)	1隻
膨張式救命いかだ	甲種, タンカー用 (20名用)	1組

(8) 通風, 冷暖房装置

LAGタンク空所	機動排気 (10回/時) × 2台
冷凍機械室	機動排気 (20回/時) × 1台
機関室	機械通風
居住区冷暖房	1体型空気調和機

(9) 消火装置

機関室	C O ₂
LAGタンク, ショアコネクション	噴霧

冷凍機械室	水
居住区	海水
固定式ガス検知装置	1式
持運び式ガス検知器	2個
持運び式非常消防ポンプ	1台

(10) 給水設備

清水 圧力給水方式
 海水 連続運転方式
 (写真 32~33頁参照)

3.2 機関部

(1) 主機関

形式：ヤンマー 8 Z-S T型 立単動 4 サイクル
 過給機付逆転減速機付ディーゼル機関 1台
 寸法：シリンダ数 8 × シリンダ径 280mm × 行程 340mm
 出力 (減速機出力軸端にて)
 連続最大； 1,900 P S × 680/265rpm
 常用； 1,710 P S × 656/256rpm

付属機器：冷却清水ポンプ，燃料供給ポンプ，燃料弁
 冷却油ポンプ，潤滑油ポンプ，弁腕注油ポンプ，減速機潤滑油ポンプ，減速機潤滑油冷却器，簡易出力計，その他

(2) 軸系およびプロペラ

軸系：中間軸，プロペラ軸	各 1
プロペラ：ニッケルアルミニウム青銅製 4翼一体型キーレス式	1

(3) 発電装置

発電機：防滴自己通風型自励式 AC 445V, 150kVA	2台
原動機：ヤンマ 6 KFL-T型ディーゼル機関 185PS × 1, 200rpm	2台

(4) 蒸気発生装置

補助ボイラ：タクマクレイトン R H O B-30型 395kg/h × 7kg/cm ² 飽和蒸気	1台
排ガスニコノマイザ：タクマ強制循環式 200kg/h × 7kg/cm ² 飽和蒸気 (主機関常用出力にて)	1台

3.3 電気部

(1) 電源装置

発電機 防滴自己通風型自励式 AC445V, 150kVA	2台
蓄電池 DC 24V 300AH	1組
〃 200AH	2組
変圧器 7.5kVA 1φ 445/105V	3台
主配電盤 デッドフロント型	1基
非常用配電盤 〃	1基

(2) 船内通信計測装置

電話装置 25回線自動交換式	1式
4カ所用共電式	1式
拡声装置 30W	1式
機関室火災探知装置 イオン式	1式
主機回転計	1式
舵角指示器	1式
主機出力計	1式

(3) 航海無線装置

自動操舵装置 MCP方式	1式
レーダ 10吋 CRT	2台
音響測深機	1式
ファクシミリ	1式
ロラン	1式
電気式風信儀	1式
無線装置 500W__ラック式	1式
VHF無線電話	1式

4. LAG 装置

4.1 設計条件

積荷は 6 kg/cm² G, 13.6℃以下の LAG であるが, LAG ポンプ故障時, LAG 圧縮ガスによる船内タンク間の液移送を考慮し, LAG タンク設計圧力は 7 kg/cm² G とした。また冷却装置はより低温度の LAG も輸送できるものとし, その能力は空倉時 -5℃まで冷却できるものとした。

4.2 荷役

積荷, 揚荷とも荷役前に陸上タンクと船内タンクは均圧され, 積荷は陸上設備により, 揚荷はタンク内ディーブウエルポンプにより荷役が行なわれる。

4.3 タンク冷却

航海中 LAG タンク内液をベーパーとして吸引し, アンモニア冷凍機により液化冷却する直接式冷却法とし, 保冷運転は冷凍機 1 台, 冷却運転は冷凍機 2 台運転とした。これらの運転はすべて自動運転である。

4.4 タンク材料

近年 LAG タンクの溶接部にヘアークラックが発生する事故が数多く報告されており, その原因について種々調査研究が行なわれているが, 明確な理論的解明, 解決までには至っていない。しかしその発生状況より溶接部のピッカース硬度 (HV) が 210~220 以上のものが発生 of 要因とも言われている。これらを考慮し, 川鉄 K 4-33A (低温用鋼板) を材料として選定した。

4.5 制御装置

LAG ポンプ, 油圧ポンプ, 通風機の発停や, 急速遮

断弁、冷凍機室内ライン切換弁の開閉は棧側操作のほか操舵室内に設けたグラフィックパネル付コントロールスタンドより遠隔操作も行なえるものとし、荷役作業の省力化を行なった。なおアンモニア冷凍機の遠隔発停は機関監視室にて行なうこととしている。

4・6 安全装置

規則で定められた各種安全装置の他に、適所に配置した空気コックによる急速遮断弁の一切自動閉鎖、積荷役時におけるタンク高液位時の急速遮断弁一切自動閉鎖やLAGポンプのキャビテーションを防止するための低液位でのポンプ自動停止などの装置を設け、安全の確保を行なっている。

また、各種の遠隔制御装置、安全装置に必要な信号、警報もすべて操舵室に伝達表示されている。

4・7 その他

冷凍機は船首機内に配置し、冷凍機用電動機、スターター及び油圧ポンプは鋼壁で仕切られたボースンストアー内に配置した。

冷凍機室の電気品は防爆型とし、材料は銅系統は一切使用せず耐アンモニア材質とした。

上甲板上の液管、ガス管とも腐食を考慮して防熱は行なわず、反射ペイント仕上げとした。

LAG装置の主要目を右表に示す。

5. 機関部自動化関係

主機関は、船橋操舵室に設けられた船橋操縦台から、電気式操縦装置により1本の操縦ハンドルで、回転数制御および前後進切換操作（クラッチ嵌脱）がおこなえる。

機関室上段左舷側に、防音、防熱および空調設備を施した機関監視室を設け、主要機器の集中監視および推進補機の遠隔発停がおこなえる。

また、次の項目が自動制御される。

- (1) 主機関；危急停止、危急減速、弁腕注油、冷却清水

LAG 装置主要目

名 称	仕 様
LAGタンク	横置円筒型半球鏡板付直径 8.40m×全長18.38m×2基
LAGポンプ	ディーゼル型 180m ³ /h×120m×75kw×2台
冷 凍 機	高速多気筒型： SMC-6-65 22kw×2台 冷却方式： 直接方式(IMCO 7.2.4(a)に該当) 冷凍能力： E/C=-5℃/41℃約54,000kal/h
油 分 離 器	鋼板溶接製3基（冷凍機1台につき）
凝 縮 機 器	横円筒型 シエルエンドチューブ式 2基
アンモニア受液器	横円筒型 一定液面自動制御式 1基

温度、潤滑油温度

- (2) 発電機関；危急停止、冷却清水温度、潤滑油温度
(3) 補助ボイラ；燃焼、給水
(4) その他；主空気圧縮機の発停、予備潤滑油ポンプの起動、主要タンクの液面制御

6. 結 言

本船は無事竣工し、船主殿並びに乗組員各位のご満足を得たことは、当社の最も喜びとするところであります。

本船引渡し後まだ日浅く、運航実績のデータも充分ではありませんが、今後、好成績で運航され、大いにご活躍されますことを御祈りする次第であります。

最後に、本船建造計画に当って、絶大のご援助とご協力をいただいた船舶整備公団殿並びに国華産業株式会社殿をはじめ、関係各位に厚く御礼申し上げます。

コ ン テ ナ 船

「コンテナ船」の全容を紹介し、海上コンテナ輸送を単に海上輸送だけの問題でなくその前後に接続する陸上輸送、両者の接点にあるコンテナターミナル等を含めた輸送システム全体についての問題を考察し具体的に詳説した決定版である。

B5判 304頁 上製本 ケース入り
定価 3,000円(送料 200円)

(社)日本造船研究協会編

第1章 コンテナ輸送(ユニットロードシステムとコンテナ輸送、コンテナ海上輸送の現状と将来、運航上の諸問題と経済性、わが国のコンテナ輸送の諸問題)

第2章 ユニットロード船 第3章 コンテナ船の設計(リフトオン/オフ、ロールオン/オフ、特殊コンテナ船) 第4章 コンテナ 第5章 陸上施設および役・陸送機器

船 舶 技 術 協 会

IHI-Sulzer 12RND90M形船用大形ディーゼル機関

田中 紘一・長谷川 昇・平山 和洋
(石川島播磨重工業株式会社)

1. 緒言

石川島播磨重工業・相生第2工場は、1948年に Sulzer 社 (Sulzer Brothers Ltd., スイス) と技術提携して以来、船用大形ディーゼル機関の生産に携わり、特に1961年からはRD形機関を、さらに1968年からはRND形機関を主力機種として生産し、いづれも信頼性が高く使い易い機関として広く親しまれ好評を得てきたが、1976年からは、このたび Sulzer 社で新しく開発されたRND-M形機関を主力機種として生産開始した。

この新しいRND-M形機関は、実績の多いRND形機関に最新の技術を取入れて改良を加え、RND形よりシリンダ当たり出力を15~20%増大すると同時に信頼性、経済性、保守・取扱い性の改善を計った最新の Sulzer 形船用大形ディーゼル機関である。

当工場では、このRND-M形機関の日本における第1号機として、IHI-Sulzer 12RND90M形ディーゼル機関(40,200馬力)を1976年4月に完成し、その陸上試運転時に種々の特殊試験を行なった結果、機関の性能、強度、信頼性ととも良好で、期待に十分応え得る機関であることが確認されたので、改めてRND-M形機関の概

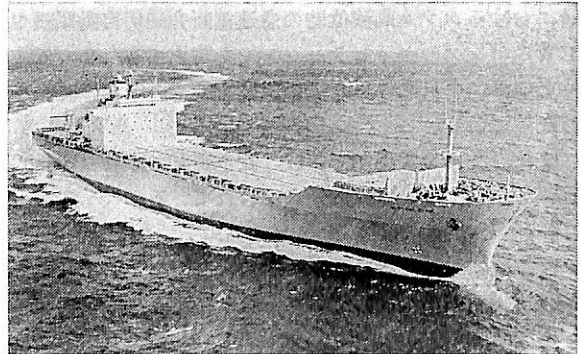


写真1 コンテナ船 Neptune Pearl

要を紹介し、あわせて第1号機の陸上試運転結果を、ここに報告する。なお、この第1号機は Neptune Orient Lines Ltd. (Singapore) から発注された32,300DWTコンテナ船“Neptune Pearl”(石川島播磨重工業・呉第1工場建造)の主機として搭載され、1976年10月に本船は予定通り就航し、現在好調に処女航海中である。

2. RND-M形機関の仕様および特長

2.1 仕様

本形機関の主要仕様を次頁表1に示す。RND形機関のそれらと比ベシリンダあたりの出力を約15~20%増大させている。なお、超大口徑機関のRND105M形(最大出力:55,200PS)の開発は、オイルショックを機に大形船舶の需要が望めなくなったので、現在のところ中止されている。逆に、小・中形船舶の需要が増してきたので、RND68M形に4シリンダ機関があらたに加えられ、それに対応できる体制がとられた。

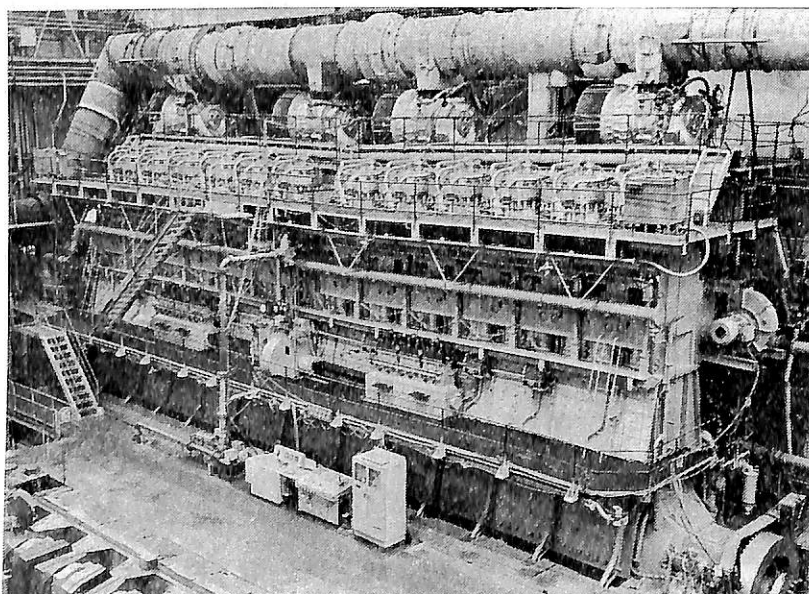


写真2 IHI Sulzer 12RND90M形ディーゼル機関

表1 IHI-Sulzer RND-M 形ディーゼル機関要目

要 目	形 式		RND90M		RND76M		RND68M				
シリンダ径 (mm)			900		760		680				
行程 (mm)			1,550		1,550		1,250				
回転数 (rpm)			122		122		150 (137)				
正味平均有効圧力 (kg/cm ²)			12.53		12.59		12.56 (12.56)				
平均ピストン速度 (m/s)			6.30		6.30		6.25 (5.71)				
シリンダ当り出力 (bhp/cyl.)			3,350		2,400		1,900 (1,735)				
出 力 ・ 重 量 ・ 全 長	4	—	—	—	—	—	—	7,600 (6,940)	225	8,185	
	5	—	—	—	—	—	—	12,000	376	10,730	
	6	20,100	594	13,872	14,400	436	12,180	9,500 (8,675)	264	9,485	
	7	23,450	706	16,522	16,800	524	14,530	11,400 (10,410)	303	10,785	
	8	26,800	800	18,202	19,200	591	15,980	13,300 (12,145)	362	12,835	
	9	30,150	896	19,882	21,600	653	17,430	15,200 (13,880)	405	14,135	
	10	33,500	979	21,562	—	—	—	—	—	—	—
	11	36,850	1,074	23,242	—	—	—	—	—	—	—
	12	40,200	1,160	24,922	—	—	—	—	—	—	—
	台 板 幅 (mm)			4,000		3,800		3,050			
	機 関 高 さ (mm)			11,335		11,055		9,335			

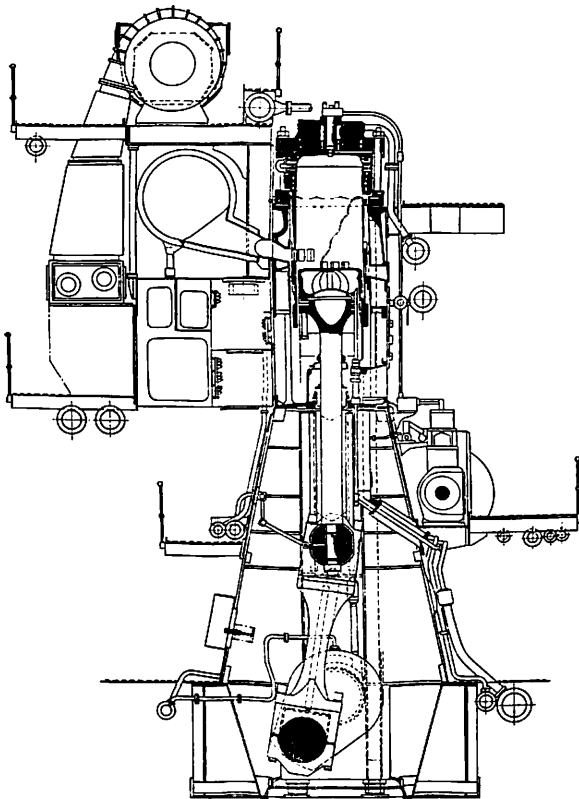


図1 IHI Sulzer RND90M形機関横断面図

2.2 特長

一例として、RND90M形機関の断面を図1に示す。安定した実績を誇るRND形機関の基本的な特長を継承したRND-M形機関は、シリンダ寸法および機関回転数はそのまますえおき、平均有効圧力を高めて出力を増大している。このため、その開発に際してはとくに燃焼室を構成する部品の改良に重点がおかれ、種々の改良がなされている(図2)。おもな改良点について以下に記述する。

2.2.1 シリンダカバー

従来は、アウトカパーとインナカパーの分割形であったが、高出力化にともなう燃焼圧力と熱負荷の増大に対処すると共に信頼性の向上のため、RND-M形機関には、鋳鋼製厚肉一体のボアクーリング形シリンダカバー(図3)が採用され、燃焼室形状も改善された。これにより機械的応力は大幅に低減され、熱応力もRND形機関のそれと同程度に収まり、高い安全率が得られている。

2.2.2 シリンダライナー

RND形機関と同様にボアクーリング方式を採用しているが、さらにつぎの改良を加えている。

1) シリンダカバーとのパッキン面を相対にさげて、

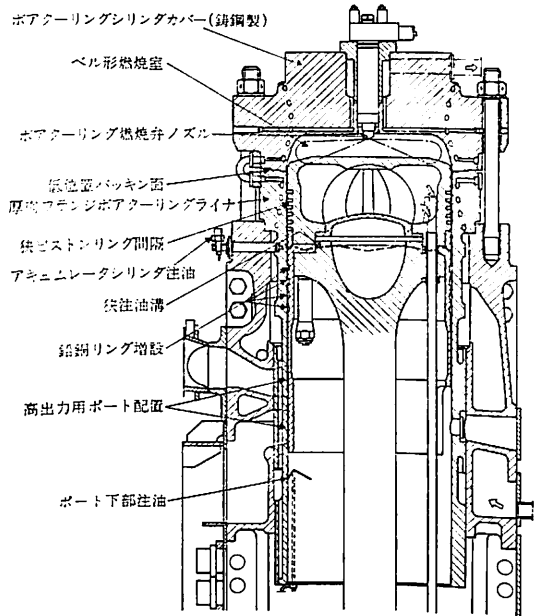


図2 燃焼室の構成

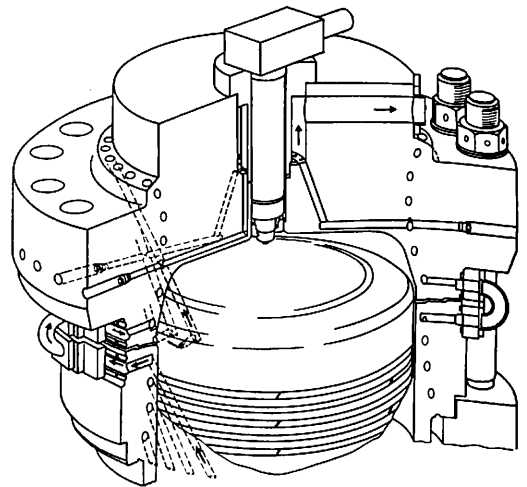


図3 燃焼室カットモデル

爆発燃焼時の苛酷な火災と高い圧力からシリンダライナーを保護している。

- 2) フランジ部の肉厚を増して機械的強度を高めるとともに冷却水通路をしゅう動面に接近させて、しゅう動面の温度上昇を押えている。
- 3) 排気孔上部及び掃気孔下部の肉厚を増してライナー下半部の剛性を高め、排気孔リブの冷却水孔をしゅう動面に接近させて冷却効果を高めている。
- 4) シリンダライナーの下部を長くして、後述のピストンスカートの鉛銅環増設に対応させている。

5) 排気孔の位置を上げて、燃焼ガスの吹返しによる掃気孔の汚れを防止するとともに掃気効率を高めている。

2.2.3 シリンダ注油

シリンダライナ上部の注油孔は従来通り8ヶ所であるが、排気孔周辺の潤滑性能を高めるため、排気側の掃気孔下部に注油孔を2ヶ所増設し、上部下部ともに注油溝は、断面形状を小さくしてピストンリング通過時のガスブローバイを少なくしている。

上部注油孔には、図4に示す様な注油金具が取り付けられ、アキュムレータ注油システムが採用された。この方式では、注油器から送られてきたシリンダ油はアキュムレータに蓄圧され、シリンダ内との圧力差による逆止弁の開閉によって、シリンダ内への注油が自動的に行なわれる。この方式の採用により、上部注油孔はタイミング注油となり、燃焼中にシリンダ内に注油されることがなくなるのでシリンダ油の燃焼は避けられ、シリンダ注油量の減少が期待できる。

また、低負荷時の過剰注油を防止するため、注油器駆動装置部に負荷指針と連動する機構（負荷追従装置）を取付け、低負荷時にはシリンダ注油量を自動的に減少する方式が採用されている。

2.2.4 ピストン

ピストンクラウンの形状はRND形機関のそれと同じであるが、膨脹行程におけるピストンの側力を軽減するため、トップリング溝の位置はそのままとし、リング溝間の間隔をせばめている。さらに、ピストンスカートの鉛銅環を2本から4本に増加し、鉛銅環の摩耗を軽減してシリンダライナとのスカuffingに対する安全率を高めている。

2.2.5 燃料弁

当社において開発されたボアクーリングノズル⁽¹⁾を採用し、取付寸法および噴孔仕様を Sulzer 社のオリジナル設計のものと同じにして互換性をもたせている。なお噴孔は、内側コーナーを電解研磨で面取りして噴射特性の早期劣化を防止している。

2.2.6 カム軸駆動歯車

燃料ポンプのプランジャ径が大きくなり駆動トルクが増大したため、歯車は鍛鋼製とするとともに取付方法および歯面の仕上げを改善し、歯面のピッチングおよび破損に対する安全率を向上させている。

2.2.7 クロスヘッドピン軸受

軸受荷重の増加に対処するため、耐荷重能および耐疲労性にすぐれ、すでにRND形機関に採用されて多くの実績をもつアルミニウム合金製シェル形メタルを採用し

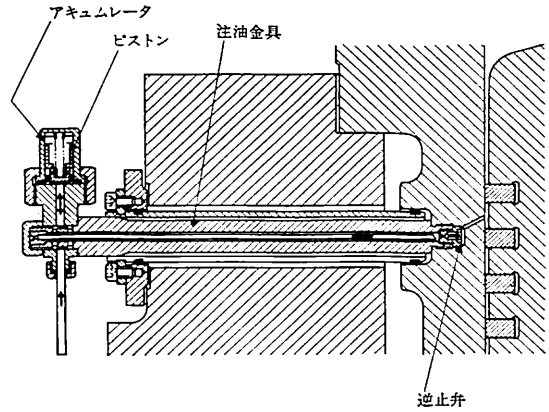
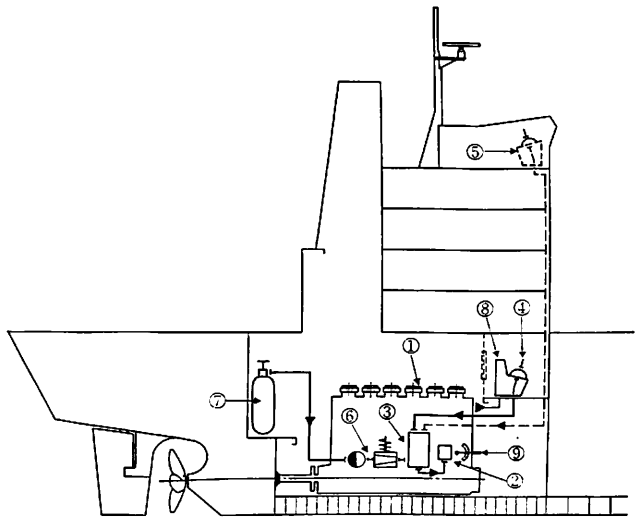


図4 アキュムレータ付シリンダ注油金具



- (注) ①主機関 ②調速器
 ③主機制御ボックス ④主機操縦装置
 ⑤船橋からの主機自動操縦装置（特別仕様）
 ⑥空気清浄減圧弁 ⑦起動空気槽
 ⑧中央制御台 ⑨非常用レバー

図5 空気式操縦装置制御系統

ている。さらに、軸受面を強力な油膜と十分な冷却で保護するため、潤滑油圧力を4 kg/cm² から16kg/cm² に上げるとともに、軸受面への異物侵入を防止するため、潤滑油フィルターを50μに微細化し、万全を期している。

2.2.8 操縦装置

機関室無人化の要請に答えて、従来の機械式操縦方式にかわり、高い信頼性とシンプルな操縦方式を採用した。空気制御系統を図5に示した。この方式では、機関室内の任意の位置に設置できるコンパクトな操縦台から機関を遠隔操縦することができる。制御系統中の各種空

気制御弁は、互換性を考慮して WABCO—Westinghouse GmbH (西独) 製のミニチュア弁に統一しているので、ワールドワイドなアフターサービスを行なうことができる。

各操縦制御機器は制御空気でつながれ、つぎの独立した4系統からなっている。

- 1) 機械系統
調速器と燃料ポンプ間の燃料連桿および非常用操縦装置
- 2) 油圧系統
逆転機構と安全装置
- 3) 高压空気系統
起動系統
- 4) 低压空気系統
機関回転方向の選択、起動操作およびインタロック機構

ガバナは Woodward 社 (米国) 製の UG 40 形に代り、同社製の P G A 58 形が採用されている。

3. 陸上試運転結果

当工場において完成した I H I -Sulzer 12RND90 M形ディーゼル機関第1号機の主要仕様はつぎのとおりである。

形 式：I H I -Sulzer 12RND90M形

シリンダ数：12

シリンダ径：900mm

ピストン行程：1,550mm

連続最大出力：40,200PS×122rpm

正味平均有効圧力：12.53kg/cm²

ピストン平均速度：6.30m/s

最高燃焼圧力：94kg/cm²

燃料消費率：154g/ps-h

(100%L, Hu=10,200kcal/kg)

機関全長：24,922mm

機関全高：11,395mm

台板幅：4,000mm

機関重量：1,160ton

過給機：I H I -B B C V T R 631-1 形×4 台

補助ブロワ (西芝電機株式会社製)

ブロワ形式：T B -64 形モータ容量：75kw

RND-M形シリーズの第1号機であることから、機関の信頼性と特性を確認するため、陸上運転時に種々の特殊試験を行なった。

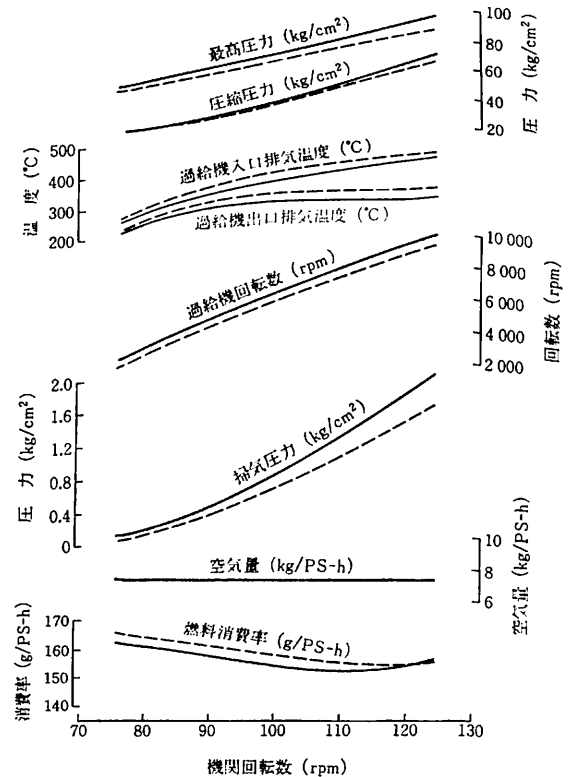
3.1 機関性能

RND-M形機関はRND形機関と同様に静圧過給方

式であるが、高出力化に必要な掃気圧力の増大、空気量の増加をはかるため、過給機はタービン入口ケーシングのガス通路を拡大して高効率化したタービンと高効率のGB形ブロワを組み合わせた新形のIHI-BBC VTR631-1形過給機を使用している。

1号機の場合、過給機や燃料噴射系統のマッチングが問題になることが多いが、本機関の場合は、計画通りの掃気圧力を得るために、過給機のタービンノズルを一段面積の小さいものに一度取替えたほかは、各シリンダ間の最高圧力、圧縮圧力のバラツキを小さくするために、ピストン高さと燃料ポンプのタイミングをそれぞれ調整しただけで、所期の機関性能を比較的容易に得ることができ、第1号機としては予想以上に順調であった。

最終的な機関性能を図6に示す。比較のため、12RND90形機関の性能の一例を破線により併記した。100%負荷時の最高圧力はほぼ計画値どおりの93.7kg/cm²で、RND90形のそれに比べると約9kg/cm²高い。過給機入口の排気温度はRND90形よりむしろ低く、100%負荷で420℃である。燃料消費率は100%負荷で152.7g



--- 12RND90M (3,350 PS/cyl 122 rpm)
— 12RND90 (2,900 PS/cyl 122rpm)

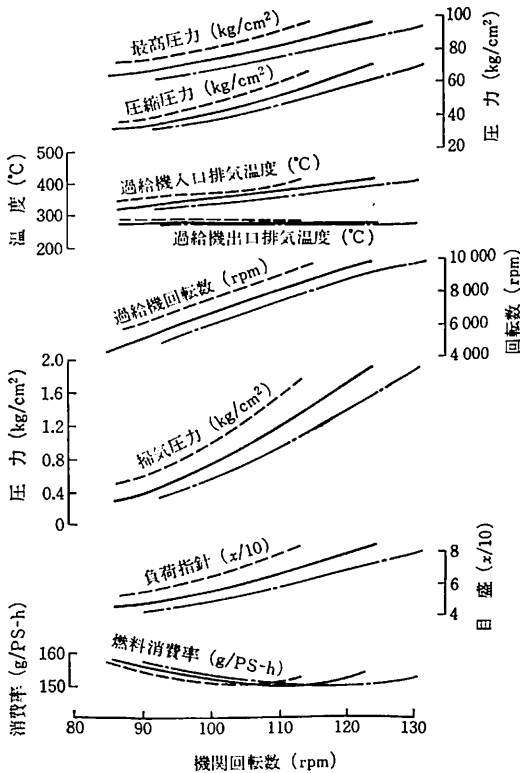
図6 機関性能

/ps-h でRND90形のそれとほぼ同じであるが、90%負荷以下では本形機関のほうが約2.5g/ps-h 少なく、75%負荷付近では150.1g/ps-h を示している。100%負荷時の掃気圧は1.80kg/cm²、空気量は7.2kg/ps-h、過給機の総合効率率は63.9%で、計画どおりの値を得ることができた。排気色は、全負荷領域を通じ従来のRND90形とはほとんど同程度で、問題はなかった。

3.2 定力率試験

船底汚損が少なくプロペラマージンが大きい場合と、船底汚損が進行してトルクリッチ運転になった場合の機関性能を確認すると共に、将来の高出力化の見通しをつけるため、定格船用特性のほかに定格から±5.5%回転数の下記の船用特性で運転した。

- 1) -5.5% rpm 船用特性……トルクリッチ運転
3,350ps/cyl×115.3rpm (3,970ps/cyl×122rpm)
- 2) 正規船用特性
3,350ps/cyl×122rpm
- 3) +5.5% rpm 船用特性……プロペラマージン大
3,350ps/cyl×128.7rpm (2,853ps/cyl×122rpm)

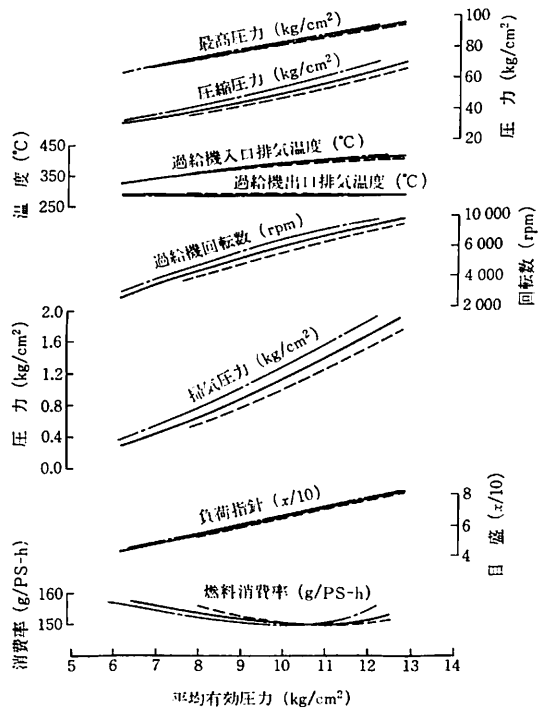


--- -5.5% rpm 船用特性 (3,350ps/cyl 115.3rpm)
 —— 正規船用特性 (3,350ps/cyl 122 rpm)
 --- +5.5% rpm船用特性 (3,350 ps/cyl 128.7 rpm)

図7 定力率試験結果 (主機回転数ベース)

試験結果を図7および図8に示した。図7は主機回転数 (rpm) ベースで整理したもので、これから主機回転数：一定で航海を続けた場合の経年変化による機関性能の変化を知ることができる。トルクリッチになっても、過給機出口の排気温度の変化が少ない点が注目される。図8は、平均有効圧力ベースで整理したものである。平均有効圧力が一定であれば、主機回転数が変化しても燃料負荷指針の変化は小さくほぼ一定であるので、同図から燃料負荷指針：一定で航海を続けた場合の経年変化による機関性能の変化を知ることができる。すなわち、燃料負荷指針：一定で運航を続けた場合、船底の汚れによって機関回転数がさがってくると掃気圧力が低下して燃焼不良の傾向を示すが、その割に最高圧力および過給機出・入口の排気温度の変化は少なく、また、排煙濃度への影響も少ない。

以上の結果を従来のRND 105形およびRND90形機関の試験結果と比較しても性能の変化の割合いはほぼ同じで、船底汚損による機関性能の低下は比較的少なく、安定した運航を行なうことができることを確認した。また、排気温度には十分な余裕があるので、さらに高圧力比の過給機を開発し燃料噴射系のマッチングを行なえば



--- -5.5% rpm船用特性 (3,350 ps/cyl 115.3 rpm)
 —— 正規船用特性 (3,350 ps/cyl 122 rpm)
 --- +5.5% rpm船用特性 (3,350 ps/cyl 128.7 rpm)

図8 定力率試験結果 (平均有効圧力ベース)

表2 過給機遮断時の最高出力

過給機遮断台数		最高出力 (%)	平均有効圧力 (kg/cm ²)	回転数 (rpm)
1	台	77	10.5 (84%)	112 (92%)
2	台	60	8.9 (71%)	103 (84%)
3	台	35	6.2 (50%)	86 (70%)
4 (無過給)	補助ブロック作動	22.5	4.6 (37%)	74 (61%)
	補助ブロック不作動	18	4.0 (32%)	69 (56%)

将来の高出力化は十分可能である。なお、船用特性が変化しても燃料負荷指針と平均有効圧力はほぼ比例関係にある(図8)ので、航海中の主機出力は〔燃料負荷指針〕×〔主機回転数〕から比較的精度よく算定することができる。

3.3 過給機シャ断試験

上述したように、低負荷領域での燃焼改善対策として電動補助ブロブを装備しているが、静圧過給の場合、低負荷域で1台または2台の過給機をシャ断する方法もきわめて有効である。すなわち、過給機を1台または2台シャ断することにより、排気ガスの流れが絞られて排気溜内の圧力が上昇し、残りの過給機の効率がよくなる。そのため、掃気圧力、圧縮圧力、最高燃焼圧力が上り、過給機全数運転時よりもかえって燃焼状態がよくなり、煙色も改善される。したがって、1, 2, 3, 4台の過給機を適宜シャ断して、万一、過給機が故障した場合の機関最高出力を確認すると同時に、低負荷域での性能の改善にどの程度まで有効であるかを調査した。

過給機シャ断台数ごとの最高出力を表2に示す。1台および2台をシャ断した場合にはシリンダ内の最高圧力が、3台をシャ断した場合には過給機回転数がそれぞれ正常運転の100%出力時の値に達したので、その点を最高出力とした。4台をシャ断した場合は、煙色の状況から、それ以上の運転は不能である点を最高出力とした。同表から、万一、過給機が故障しても安全航海は確保できることがわかる。

過給機シャ断時の機関性能を図9に示した。シャ断台数を増すにつれて過給機の回転数が高くなり、掃気圧力およびシリンダ内の圧縮圧力、最高圧力が上昇している。燃料消費率は、1台の場合は75%負荷以下、また、2台の場合は60%負荷以下で、正常運転状態よりよいことがわかる。しかし、3台をシャ断すると燃料消費率が悪くなり逆効果である。燃料消費の点から、つぎのよう

に負荷領域に応じて過給機を1台または2台をシャ断するのが理想的であることが図9からわかる。

- 0~54%負荷 4台中、2台をシャ断
- 54~75%負荷 4台中、1台をシャ断
- 75~100%負荷 正常状態(シャ断なし)

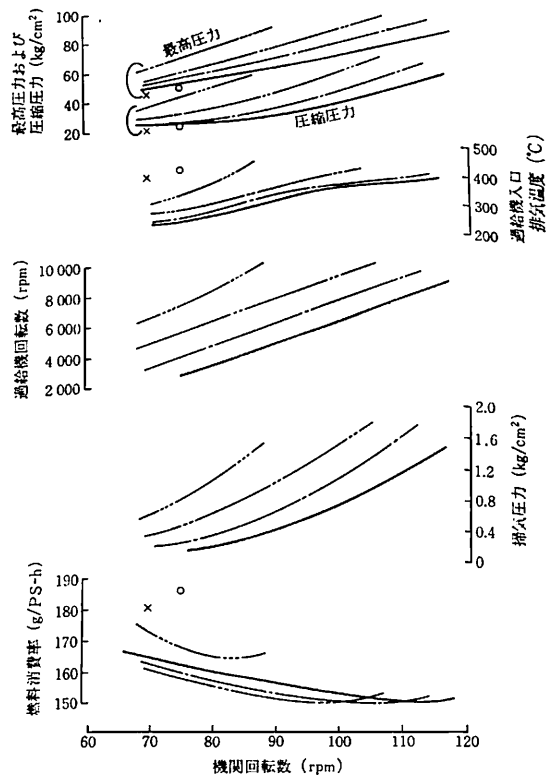


図9 過給機遮断試験結果

2 台の過給機を装備する機関の場合にはつぎのようになる。

- 0～60%負荷 2台中, 1台をしゃ断
- 60～100%負荷 正常状態(しゃ断なし)

以上の試験結果から, 電動補助ブロワを装備するより 1 台または 2 台の過給機をしゃ断するほうが低負荷時の燃焼改善に有効であることがわかる。今後, 負荷に応じて過給機をしゃ断する装置の開発が必要である。

3.4 補助ブロワ効果確認試験

低負荷時の風量を増して燃焼状態を改善するため, RND-M形もまた電動補助ブロワを装備している。補助ブロワの効果を確認してその使用範囲を判断するために, 補助ブロワを on, off した場合の機関性能を比較した。

15%負荷(平均有効圧力: 3.5 kg/cm²)から50%負荷(平均有効圧力: 7.9 kg/cm²)における性能を比較して図10に示した。補助ブロワを使用することにより, 過給機の出・入口排気温度は約25℃低下して燃料消費率は全体に2～3 g/ps-h減少し, 煙色濃度も25%負荷以下におい

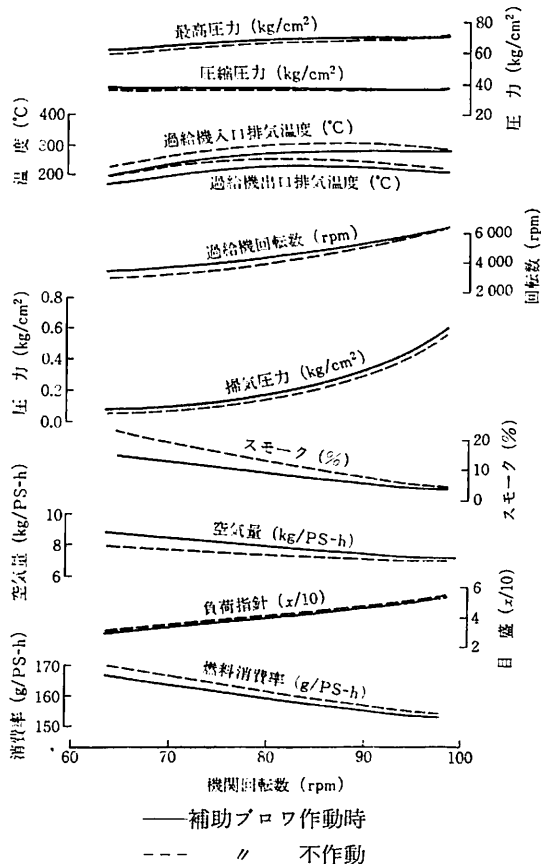


図10 補助ブロワ効果確認試験結果

て約半分に減少しており, 同ブロワを装備した効果が認められる。なお, 電動モータの消費電流には十分な余裕があるので補助ブロワの作動は機関出力: 50%負荷までとし, 掃気圧力を検出して自動発停させることにした。

3.5 背圧上昇試験

過給機出口における排気ガス圧力(背圧)が上昇した場合の機関性能の変化を調べた。試験は, 100%負荷において排気集合管内のダンパを絞りを, 背圧を170mmAqから1,210mmAqまで上昇させた。試験結果を図11に示した。過給機のサージングはまったくなかった。背圧: 1,040mmAqの上昇による過給機出・入口排気温度の上昇はともに約35℃, 燃料消費率の増加は0.7g/ps-hで, 変化の割合はRND形のそれとほぼ等しく, 就航後の排ガスエコノマイザなどの汚れによる通常の背圧増大ではまったく問題のないことを確認した。

3.6 掃気温度上昇試験

海水温度の上昇あるいは空気冷却器の汚れによって空気冷却器出口の掃気温度が上昇した場合の機関性能におよぼす影響を調べた。試験は, 100%負荷において空気冷却器の海水出口弁を絞りを, 掃気温度を40, 50, 60℃に

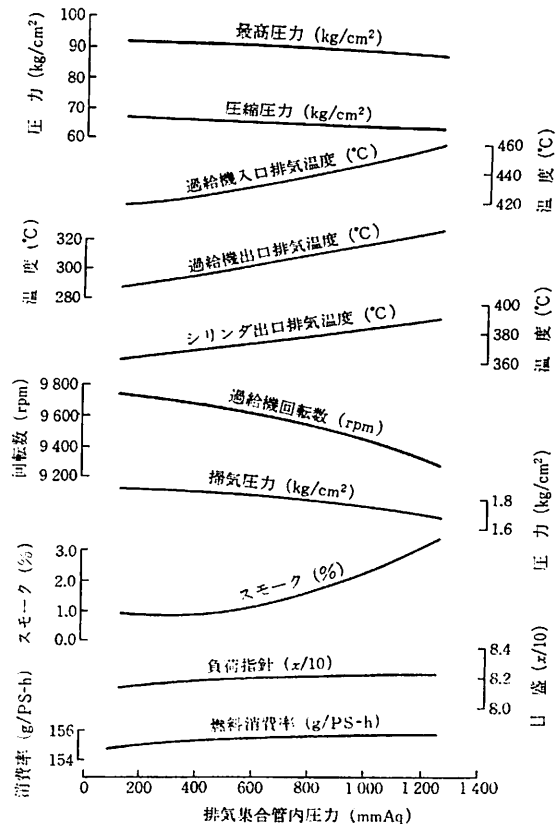


図11 背圧上昇試験結果 (100%負荷時)

変えて行なった、掃気温度：20℃の上昇に対し、排気温度の上昇はシリンダ出口で11℃、過給機入口で10℃同出口で6℃であり、RND形の場合と同様に空気冷却器出口の掃気温度が排気温度に及ぼす影響は小さいことを確認した。

3.7 掃・排気系統の圧力計測

掃気溜およびピストン下部室（掃気孔前）の空気、シリンダ内、シリンダ出口および過給機入口のガスの圧力変動の計測結果を図12に示す。燃焼不良や掃気孔の閉そくの原因となる燃焼ガスの吹返し現象はみられない。

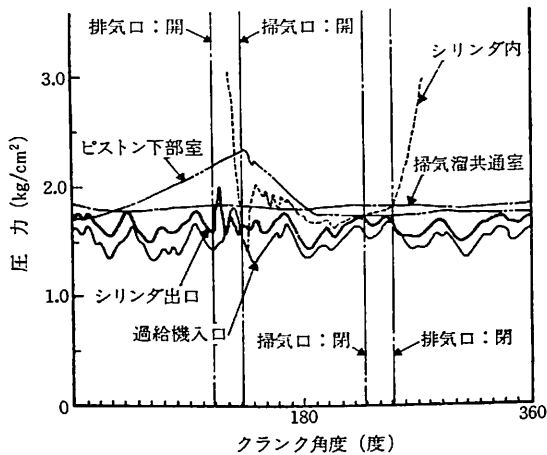


図12 掃・排気系統の圧力変動（100%負荷時）

3.8 燃料噴射系統の圧力計測

100%負荷時の燃料ポンプランジャ室圧力、燃料弁入口圧力、燃料弁ニードル弁のリフトおよびシリンダ内圧力の計測結果を図13に示す。燃料噴射系統は従来のRND形機関と同じ方式であるので、現象波形にもとくに変わった点はみられない。ニードル弁リフトの計測結果から、全負荷領域を通じて燃料の2次噴射は認められなかった。

3.9 燃焼室壁の温度計測

燃焼室まわりの温度は機関の信頼性、耐久性を決定する重要な要素であるので、確認のためピストン、シリンダライナ、シリンダカバーに合計：122点の熱電対と合計：399点のテンプラグを埋込み、それぞれの運転中の温度を計測した。表面からの感温部の深さは熱電対：4

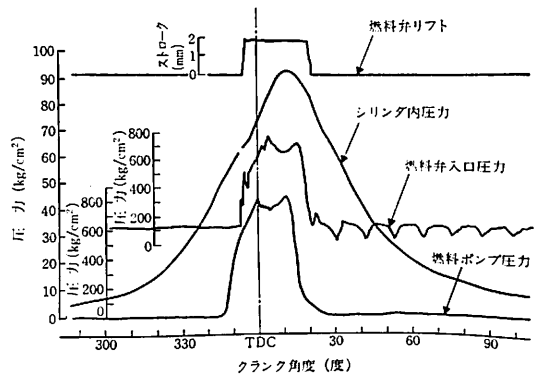


図13 燃料噴射系の圧力変動（100%負荷時）

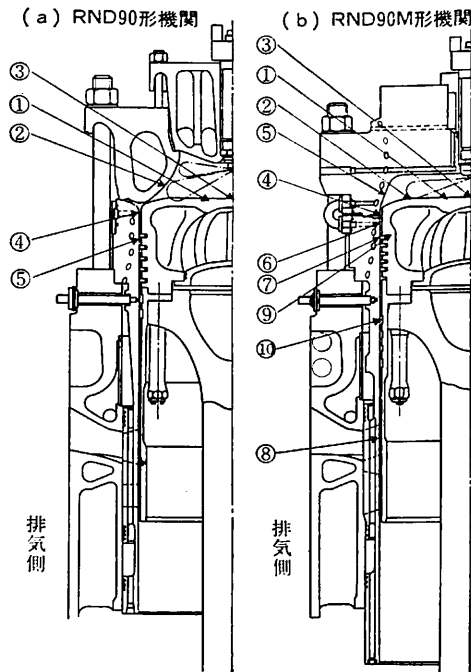


図14 燃焼室壁の温度計測結果

mm, テンプラグ：4.5mmにすべて統一した。

熱電対による主要部の温度計測結果を図14に示す。比較のため、1970年に10RND90形機関で計測した温度データを破線で併記した。

3.9.1 ピストンの温度計測

ピストンクラウンの熱応力と触火面の耐焼損性、リング溝の潤滑性を確認するため、ピストンクラウンの内外面に合計：34点の熱電対を取り付け、テンプラグをピストンクラウン外面に38点、第1および第2ピストンリングの内外周面に合計：44点埋込んだ。また、ピストンスカートとシリンダライナの潤滑性を確認するため、ピストンスカート第1鉛銅環の円周上に合計：6点の熱電対を埋込んだ。

熱電対によるピストンクラウン外面の温度計測結果を図15に示す。触火面の最高温度は422℃でRND90形機関より約40℃低下している。また第1ピストンリング溝奥面の温度は排気側：104℃、燃料ポンプ側：83℃でRND90形機関より約20℃低下している。以上の結果から、RND90M形機関のピストンクラウンは出力増大にもかかわらず、RND90形機関のそれより熱応力は軽減され、触火面の耐焼損性、リング溝の潤滑性も改善されていることが確認される。

テンプラグによるピストンリングの温度計測結果を図16に示す。第1リングの摺動面合口部の温度は176℃で従来のRND90および105形機関のそれと等しいかやや低い程度であり、リングの潤滑性にも問題ない。

ピストンスカート鉛銅環の100%負荷時の温度計測結果は、後述の図17に併記した。鉛銅環の温度は機関の起動当初から多点式ペンオンロに連続記録し、摺合せ運転中の温度挙動を監視したが、シリンダライナとの局所的な溶着などによる一時的な温度上昇はまったく見られなかった。100%負荷時の最高温度は排気側の85℃で十

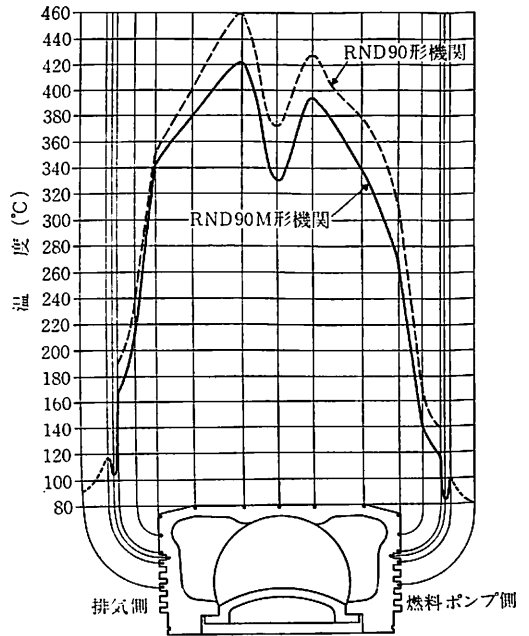


図15 熱電対によるピストンクラウンの温度計測結果 (100%負荷時)

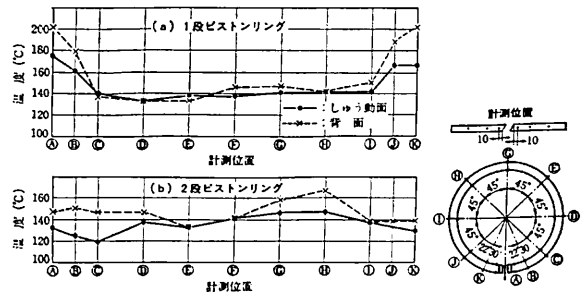


図16 テンプラグによるピストンリングの温度計測結果 (100%負荷時)

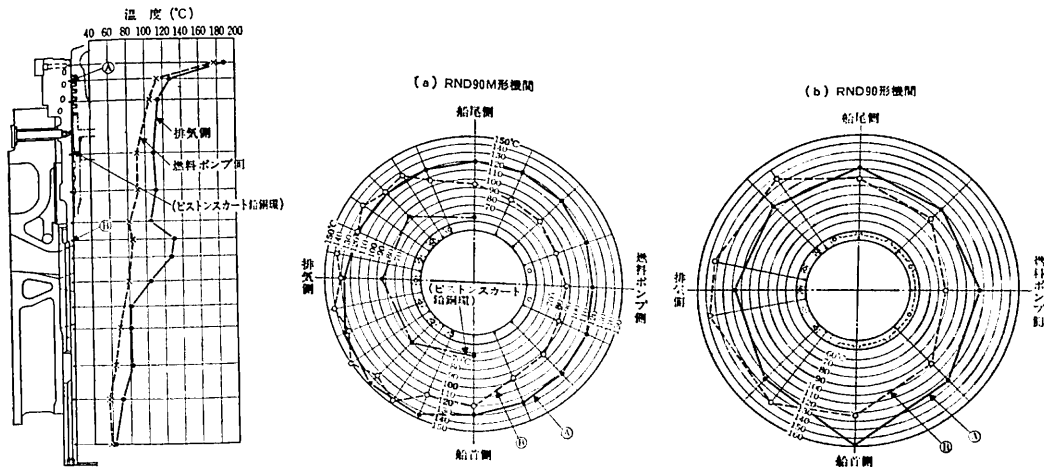


図17 熱電対によるシリンダライナ摺動面の温度計測結果 (100%負荷時)

分に低い。

3.9.2 シリンダライナの温度計測

シリンダ潤滑性の良否を確認するため72点の熱電対をライナ摺動面に埋め込み、機関の起動当初から打点式自動温度記録計で記録した。一方、ライナ摺動面全面の温度分布を把握するため 253点のテンプラグを摺動面に埋め込み 100%負荷時の温度を計測した。以前、RND90および 105形機関で計測した際には、摺合せ運転中に局所的な溶着によると考えられる一時的な温度上昇がしばしばみられたが、本機関では摺合せ初期からそのような現象はまったくみられなかった。

熱電対による 100%負荷時の温度計測結果を図17に示す。比較のため、RND90形機関のデータを併記した。最高温度は排気側上部の 188℃でRND90形のそれより46℃低くなっている。シリンダ潤滑性の点からもっとも重要視される第1ピストンリングの上死点部(同図中の④部)の温度は円周上で最高が 149℃(第1ピストンリングの合口位置と推測される)、最低は114℃でRND90形と比べると最低温度はほぼ等しいが、最高温度は12℃低く、円周上で温度分布が均一化している。すなわち、ピストンリング合口部のガスシールがよくなっていることがわかる。また、排気孔上縁部(同図中の③部)の温度は円周上で排気孔上が高く、最高は 150℃で④部と同様に第1ピストンリング合口位置が高い。最低は燃料ポンプ側の81℃である。第1ピストンリング合口位置

を考慮して比較すると、排気孔上の温度はRND90形のそれより5~10℃低下していると推定される。

以上のように、出力が増大したにもかかわらず温度上昇はなく、むしろやや低下してシリンダ潤滑性も改善されていることが確認された。

3.9.3 シリンダカバーの温度計測

ボアクーリング形シリンダカバーの触火面の温度を確認するため、触火面に10点の熱電対と38点のテンプラグを埋め込んだ。熱電対による計測結果を図18に示す。シリンダライナとの合せ面コーナ部の温度がもっとも高く排気側は288℃、燃料ポンプ側は246℃であるが、RND90形機関のシリンダカバーの最高温度の 400℃と比べると著しく低く、ボアクーリング形の効果が確認される。

3.10 各部の応力計測

台板、架構中間部、架構歯車駆動部、シリンダジャケット、支柱ボルト、主軸受ボルト、シリンダカバー取付ボルト、カム軸、掃気弁弁板、クランクピンすみ肉部などに合計：129点のストレングージを貼り付けて、ボルト締付時の応力、運転中の変動応力を計測した。運転中の変動応力は小さく、問題になる箇所はなかった。シリンダカバー取付ボルトについては、ボルト根元部で純粋引張応力とシリンダ中心方向の曲げ応力を計測したが、ボルト締付時の純粋引張応力は 16.07~18.25kg/mm²、曲げ応力は1.36~2.63kg/mm²で、ボルトによるばらつきは少ない。これはシャンデリア状の油圧締付治具により16本のボルトを同時に締め付ける方式を採用して、ボルトの締付けを均等化したためである。

クランクピンすみ肉部の応力は、No.3シリンダにFMテレメータを取り付け、振動計測時に計測した。クランク軸縦振動ダンバを作動させた場合の最大曲げ応力は、100%負荷時の±4.0kg/mm²であった。

3.11 振動計測

3.11.1 機関振動

機関の振動特性を確認するため、機関の主な箇所に動電形振動計とひずみゲージ形加速度計を取付けて、起振機による機関の固有振動数の計測と運転中の振動計測を行なった。

図19は機関の組立がほぼ完了した時点で、No.1シリンダカバーの上に最大起振力：1 tonの起振機を取付けて、左右方向および前後方向に周期を変えて起振した場合のシリンダジャケット船首側端面における振動計測結果である。1 tonの起振機で、機関の固有振動数をモード別に十分な精度で計測できた。

図20は、運転中の左右方向の振動計測結果で、計測位置は上記と同じである。常用回転領域に、4次のX形振

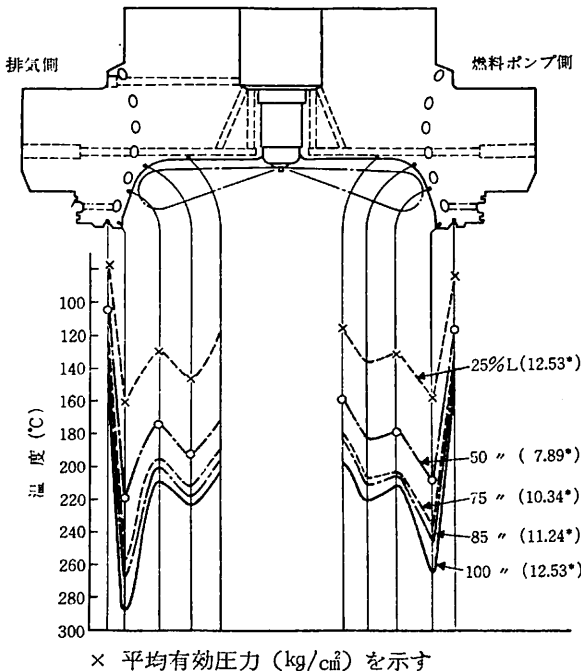


図18 熱電対によるシリンダカバーの温度計測結果

動のピーク（単振幅：0.5mm）があり、また3次のX形振動のすそも同じ領域でやや大きい。機関を船内に搭載した場合、機関振動が問題になることも考えられるので、万全を期すため、本機関には船内で油圧式防振ステータを機関前後端部の左右方向に取付けた。（海上試運転時に振動計測した結果、防振ステータを取付けなくても問題ないことが確認された）

図19と図20で、各モードの固有振動数をそれぞれ比較すると、前者の方がやや高いが、これは起振機による計測を、過給機と排気集合管の結合前、通油・通水前の状態で行なったため、運転時と同じ状態で計測すれば、両者はほぼ等しくなるものと考えられる。

3.11.2 クランク軸の縦振動

本機関には、クランク軸の前端部に油圧式の縦振動ダンパを設置している。これは、機関を船内に搭載した場合にクランク軸の縦（軸方向）振動がスラストブロックを通して船体に伝わり、船体振動と共振して船体の上部構造の前後振動が問題になるのを防止するためである。

このダンパの効果をあらかじめ確認するため、陸上運転時にダンパの油通路開度調整弁を全開および全閉にして、クランク軸の縦振動を非接触方式のKaman微小変位計で計測した。

計測結果を図21に示す。ダンパ調整弁を全開にしてダンパ効果をなくした場合、大きくて問題になるクランク軸前端の縦振動は0節の3次と4次の振動であり、4次の方は120rpmに単振幅0.42mmの共振点が現われた。ダンパ調整弁を全開にしてダンパ効果を発揮させると、各次数とも振幅は大幅に減少し、とくに4次の共振点振幅は0.06mmまで減少しダンパによる効果が大きい。

以上の計測結果から、本機関に装着した油圧式縦振動ダンパは、クランク軸の縦振動に対してすぐれた防振効果があり、主機に起因する船体上部構造の前後振動等の問題は十分に防止し得ることを確認した。（海上試運転時に船体の振動計測を行ない問題ないことを確認した）。

3.11.3 クランク軸のねじり振動

陸上運転時にクランク軸のねじり振動を計測した。最大付加応力は、72rpmにおけるI節9次の1.9kg/mm²で、この時、No.3シリンダで計測したクランクピンすみ肉部の変動応力は3.7kg/mm²であった。いずれも許容値以下で機関運転上まったく問題ない値である。なお、本形機関の場合、船内に搭載するとII節9次のねじり振動が大きく現われ、常用回転数付近に連続使用禁止範囲をひろく設けなければならないので、クランク軸の前端部に60t・m²の勢車と各シリンダに1個のバランスウェイトを取り付けて、連続使用禁止範囲を81~85rpmに押え

た。

3.12 アキュムレータ注油システムの作動確認

アキュムレータ注油システムの作動状態を確認するため、運転中に注油金具の逆止弁（図4）の開閉を計測して注油のタイミングを調べた。

負荷追従装置を作動しない場合の計測結果を次頁図22に示す。これからシリンダ内への注油は、計画通りピストンが上死点近傍と下死点近傍にきた期間に行なわれ、1回転中に2回注油されていることが確認できる。ピストン死点近傍での注油は、ピストン上昇中第2あるいは第3ピストンリングが注油孔を通過した時点から始まり、

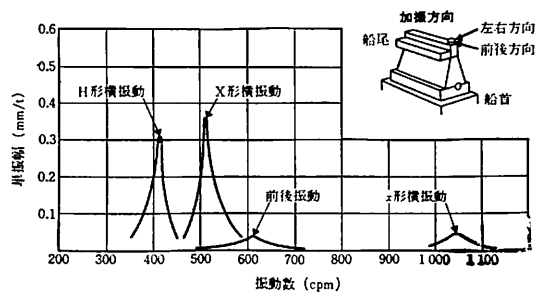


図19 起振機による機関振動計測結果

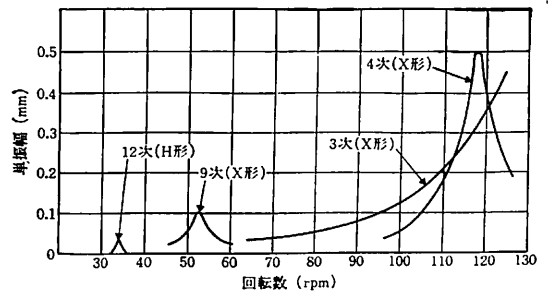
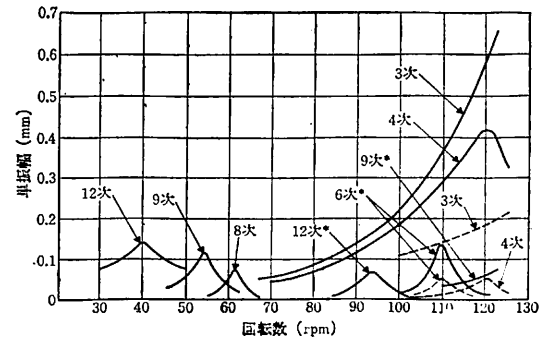


図20 機関振動計測結果

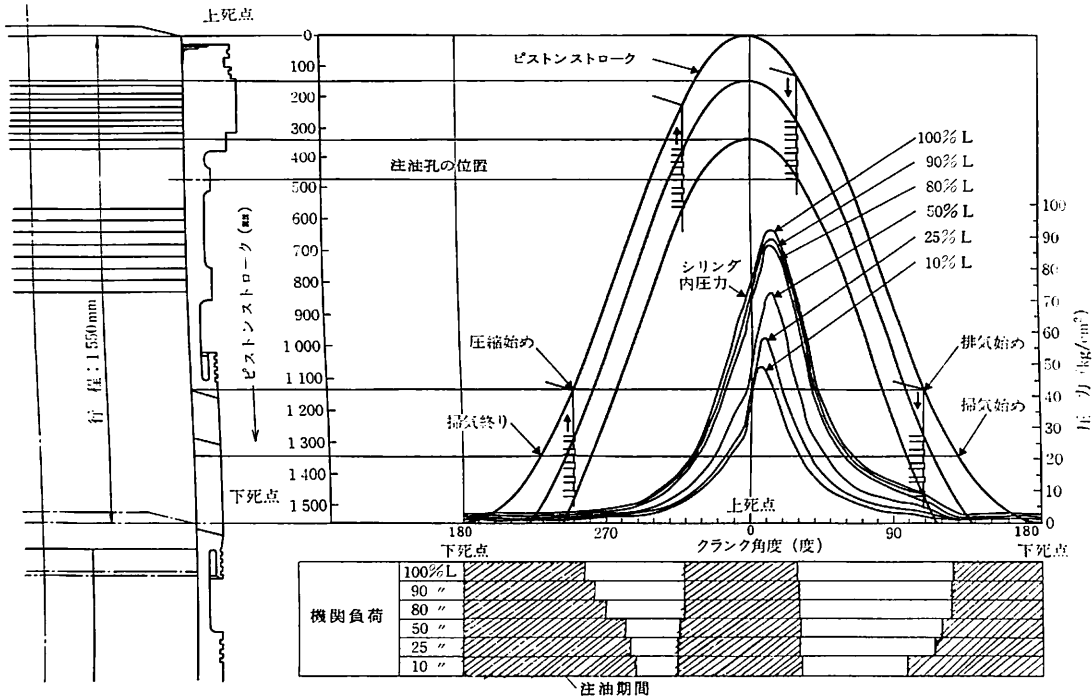


—ダンパ不作動時

---ダンパ作動時

* ねじれ振動によって誘発された縦振動

図21 クランク軸縦振動計測結果



◀ 図22 シリンダ注油タイミング計測結果

図23 空気式遠隔操縦装置の追従性能試験結果 ▼

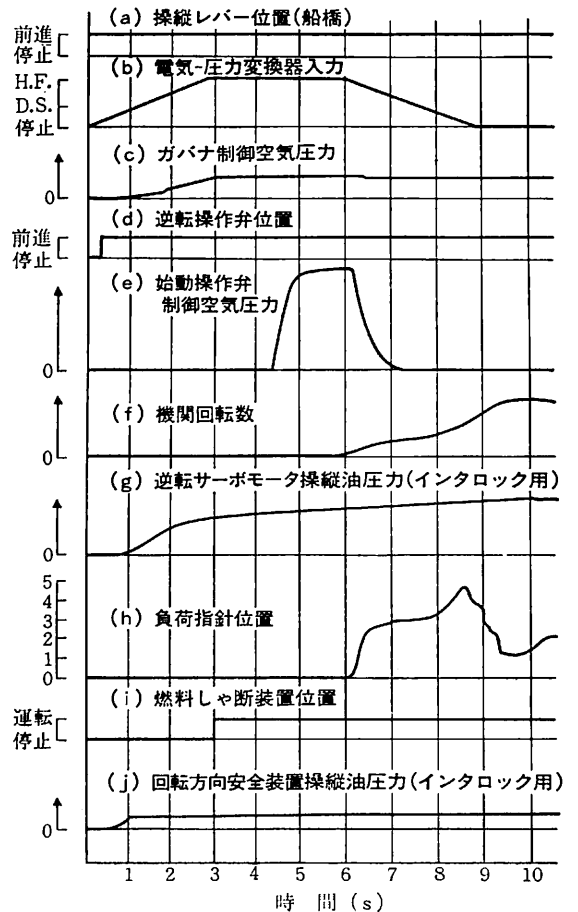
ピストン下降中第5リングが注油孔を通過した時点で終わっており、注油期間は負荷にほとんど左右されない。これに対し、ピストン下死点近傍での注油は、高負荷になるにつれて注油始めは遅れて注油終りは早くなり、注油の期間が短くなっている。これは負荷が増大するにつれて掃・排気圧力が上昇し、注油孔部におけるシリンダ内圧が上昇するためである。計測結果によれば、注油孔部の圧力が3～4 kg/mm²で逆止弁は開閉している。負荷追従装置を作動すれば、低負荷時は注油器からの吐出量が減少するので、シリンダ内への注油期間も短くなり、負荷による注油期間の変化も少なくなると考える。

以上の結果から、アキュムレータ注油システムの採用によって、シリンダ油が燃焼期間中にシリンダ内へ注油されることはなくなり、微小量づつタイムリーに注油される方式に改善されたことが確認される。この改善によって、注油されたシリンダ油の燃焼や掻き落としなどによる無用の消費は減少するので、シリンダ注油量の減少が期待できる。

3.13 空気式操縦装置の作動確認

本形機関の操縦装置は、各種の空気制御弁にミニチュアバルブを使用してコンパクト化した空気式操縦装置で、本機関はこれにRND形機関で多くの実績をもつIHI電子式リモートコントロールシステムを組み合わせている。

ミニチュアバルブを使用した空気式操縦装置は初めての経験であり、作動遅れが懸念されたので、確認のため



前進始動、逆転後進始動時につぎの機能を調べた。

1) 速度設定機能

船橋操縦レバーからの電気信号（電気一圧力変換器の入力電気信号）に対するガバナの入力設定空気圧力の追従性を調査した。

2) 操縦権自動移行時のガバナ入力の前歴保持機能

操縦権が自動移行した際に機関速度を維持させるには、一時、ガバナ入力設定空気圧力を自己保持させる必要がある。これを電磁弁によって行なっているため、空気漏れがなく保持できているかどうかを調べた。

3) 各種インタロックの作動特性

RND形機関と同等なインタロックが得られているかどうかを調査した。

前進始動時の計測結果を図23に示す。操縦レバー同図一(a)からの電気信号量（同図一(b)）はほぼ計画どおりの直線性が得られており、また、ガバナの入力設定空気圧力（同図一(c)）もほとんど時間遅れなく追従している。ガバナ入力前歴保持機能は、途中、操縦権を船橋から機関室コントロールに自動移行させたものを示す。電気一圧力変換器への電気信号量（同図一(b)）は低下しているが、ガバナの入力設定空気圧力（同図一(c)）は低下せず、前歴を十分に保持していることがわかる。

全体的にミニチュアバルブの使用による時間遅れはみられず、RND形機関の操縦装置と同等のインタロックの作動特性を得ることができた。

4. 結 言

以上、RND-M形機関の概要を紹介し、IHI-

Sulzer 12RND90M形機関の第1号機における代表的な試験結果を報告した。

当工場では、上記第1号機を含め、現在までに、RND90M形：4台、RND76M形：3台、RND68M形：4台を既に完成し、RND76M形およびRND68M形についてもそれぞれ第1号機の陸上試運転時（1976年9月および10月）に特殊試験を行ない、機関の性能、強度、信頼性ともに良好であることを確認した。これらの一連の試験の結果から、RND-M形機関は、特に信頼性と保守・取扱いの容易さの面で、ユーザーの期待に十分応え得るものと確認する。

一方、オイルショックによる海運界の急激な情勢の変化に対応するため、現在、小出力・低速の新機種としてRLA56形機関（出力：4,760～10,320PS、回転数：155または170rpm）の設計がSulzer社において進められており、1978年初めにその第1号機が完成する予定である。われわれもまた、ニーズにマッチした経済的で信頼性の高いすぐれた機関を製作していくため、今後さらに研究を続け努力する所存である。

終りに、本機関の各種試験を実施するにあたりご理解とご協力をいただいた Neptune Orient Lines Ltd. の関係各位のご好誼に対し、深く感謝の意を表する所である。

参 考 文 献

- (1) 増田京一：IHI-Sulzer 大形船用ディーゼル機関におけるボアクーリング形燃料弁ノズルの開発，内燃機関，Vol. 15, No. 188 (1976—12)

ニュース

ニュース

デンマークの造船所向けに油清浄機“SJ”24台を輸出

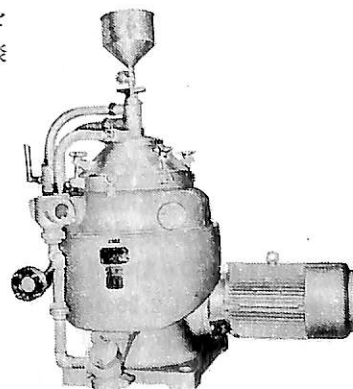
三菱化工機株式会社

セルフジェクタ（SJ）並びにオイル・ピュリファイア（OP）の名称で知られる三菱油清浄機は、貨物船、タンカー、鉱石船、フェリー、漁船などのエンジンの燃料油や潤滑油の清浄用として広く国内外に活用され、すでに17,000台を突破している。

また、“SJ”は従来から東南アジアを中心に海外の造船所にも多く輸出されており、最近ヨーロッパ各国からの受注も増加している。

このたびデンマークのナクスコフ（Nakskov）造船所が建造する同国船主 East Asiatic 社向け撤積運搬船（23,000 DWT）6隻に“SJ-3000”24台の搭載が

きまり、三菱商事を経由して正式に商談が成立した。



SJ-3000 型
油清浄機

ケミカルタンカー (11)

惠美洋彦・角張昭介

(日本海事協会船体部)

3・2・3 船体主要目と損傷時復原性

3・1及び3・2・1で説明したように貨物の種類及び船の長さによって損傷時復原性の要件が異なる。又、貨物等の積付け方法(重心位置, 浸水率, 自由表面, トリム), 船の主要寸法, 船型(線図), 船楼の大きさ(予備浮力), 船内区画配置等が損傷時復原性に影響を与える。したがって, IMCO規則適合のケミカルタンカーを計画する場合には, その主要寸法及び船内区画配置を定めるのにより慎重な配慮が必要である。

例えば, あるケミカルタンカーでは満載時に海水バラストを張ることによって損傷時復原性を満足させている場合もあるし, 又, 同じ区画配置及び同じ大きさのケミカルタンカーでもタイプIIの貨物も積む場合とタイプIIIのみの貨物を積む場合では損傷時復原性の要件が異なる。このようなことから既存のデータ或いはタイプシップから船体主要目を定める場合, 載貨重量, タンク容積等が同じ場合でも必ずしも計画の船に適したデータとなり得ないので詳細についても条件を検討しておかなければならない。

何れにしてもIMCO規則適合のケミカルタンカーを計画する場合は, 初期設計で船体主要目の概略を定めた段階で標準的な積付け状態でよいから損傷時復原性計算を行なっておくのが望ましい。

概略の船体主要寸法及び配置を定める手順及び検討項目は, 通常の船舶の設計とかわりないが, IMCO規則関係では3・3で述べるように二重底の高さ或いは二重船殻の幅は損傷時復原性から必ずしも大きい方がよいとはかぎらないが交通孔の配置及び強度上からあまり小さくできないこと, コッフダムが必要となる場合その幅も二重船殻の幅と同様であること等の条件からある程度余裕を見込んで主要寸法を決める必要がある。

図3・8にIMCO規則に適合しているケミカルタンカーの載貨重量と船の長さ(Lpp)と幅(B)の関係を示す。又, B/D (D=船の深さ)は, 平均的には1.85程度, 概ね1.65ないし2.26の範囲となっている。さらに, d/Bは平均的には0.43程度(通常の貨物船では0.45程度が平均値)で貨物船の喫水よりは幾分少ない喫水(即

ち, 大きい乾げん)の傾向にある。

一般的にある喫水(d)に対して適当な船の長さ(Lpp)と幅(B)を選んでおけば, タンク容積及び損傷時復原性は, 船の深さ(D)即ち乾げん(f)によって多少は調整することができる。

次に船の長さ(Lpp)と幅(B)及び喫水(d)が一応定まった時点で乾げん(f)即ち船の深さ(D)を損傷時復原性を考慮しながら調整する手順の例を示す。

(1)ケミカルタンカーとして一般的な船型である船側に大きなボイドスペース又は海水バラストタンクのない図3・6に示すII型又はI・III D又はS型では, 1966年国際満載喫水線条約に定めるタイプA表定乾げんは最小乾げんとなる。しかし, 損傷時復原性を満足させる1つの目安として貨物船, 即ちタイプB乾げんを考えるとよいが, 前述の数値からみて多少余裕をみておいた方がよい。この算定法では, 一応, 船の深さDの修正があり, さらに船楼長

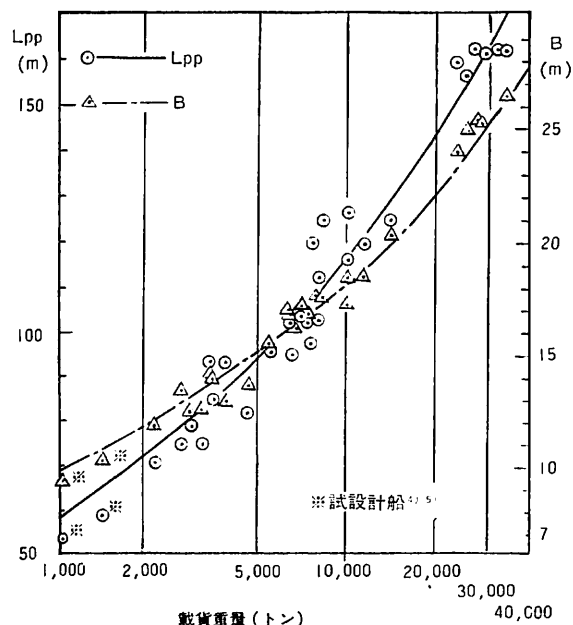


図3・8 IMCO適合ケミカルタンカーの載貨重量とLpp及びBの関係

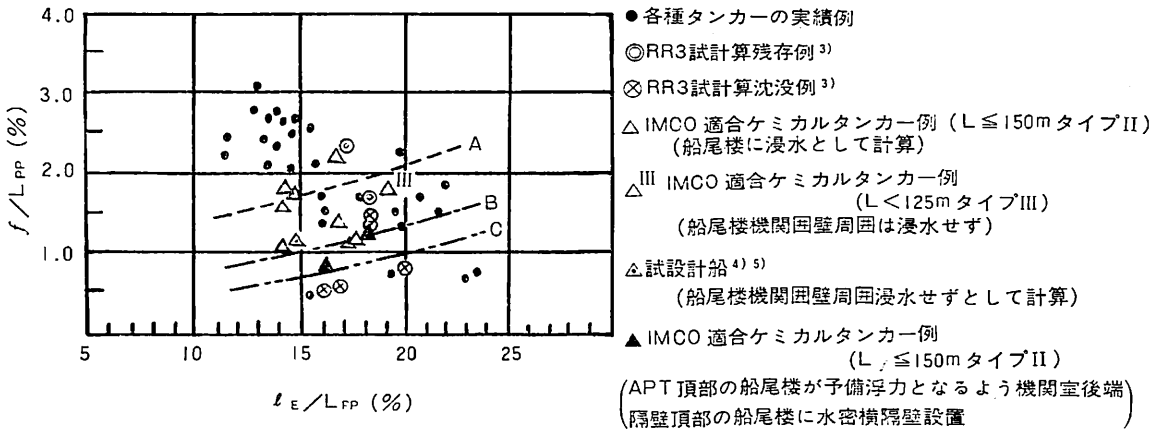


図 3-9 機関室長さとの乾げんの関係

さの修正等があるので船楼の長さを定め、次いで適当な深さを仮に定めておく必要がある。この算定方法は、一般の船舶と特に変わらないので、その詳細は省略する。

(2)船側に大きなボイドスペース又は海水バラストタンクがあるI型、又は独立型では、満載時に浸水量が大きくなるボイドスペース又は海水バラストタンクの影響が大きいため、前(1)で定める乾げんより大きな値を目安とする必要がある。又、この型で特に小型船は、乾げんを大きくして予備浮力を与えても傾斜角が大きくなることがあるので乾げんに余裕がある場合でも適当な区画配置又は満載時の海水バラスト積載を考慮した方がよい。

(3)小型船、中型船では、貨物の種類及び船の長さで機関室附近の仮定損傷条件が異なるが、何れも機関室の浸水が1つの問題点となる。小型船、中型船(L_r ≤ 150m)のタイプII又はタイプII&III船の機関室長さ(l_E)と乾げん(f)との関係を示したのが図3-9である。機関室又は機関室とその上部の船尾楼が浸水して船の残存復原性がどうなるかは、貨物を含む船の重心位置、トリム、船尾楼の大きさ及びその区画配置等にも関連するので乾げんと機関室長さのみのファクターで表わすことはできないが図中、A、B及びCの線を参考までに描いておく。これは次のようなものである。

A; この線は、L_r ≤ 150mのタイプII又は全てのタイプIII船で機関室前後端壁を除く機関室側部の損傷で船尾楼内が予備浮力とならない場合でも多くの船が残存することを示す1つの境界線(上が残存、下が残存せず)である。

B; 機関室後端壁上部の船尾楼内に水密隔壁を設けることにより、上記のと同じ損傷でも船尾タンク

(APT) 上部は予備浮力となるように設計した場合、多くの船が残存することを示す1つの境界線である。

C; 機関室のみが浸水し、機関室囲壁周囲の船尾楼が予備浮力となると扱った場合、多くの船が残存することを示す1つの境界線である。これは、L_r ≤ 125mのタイプIII船又は主管庁が特別に認めた小型船のみしか適用できない。

(4)前(3)による推定は、概略の目安にしすぎないので特に小型船、中型船においては、船の長さ(L_{pp})、幅、喫水及び深さのほか、機関室配置及び船尾楼配置の概略が定まった時点で機関室側部損傷時の簡略の浸水トリム計算を行なって船尾喫水を求め、この状態で船が残存しているための乾げんが確保されているか否かをチェックしておくことが望ましい。例えば、図3-10において浸水トリム計算の結果がW₁L₁を超える場合は、図中の船尾楼内水密隔壁の有無によって、その後のトリム状態及び残存時復原性の能力がかなり異なってくるので、機関室側部損傷浸水の対策として乾げん増加、船尾楼内水密隔壁の配置等の詳細案を検討できるからである。

この検討には、船型、機関室長さ、船尾楼長さ及び高

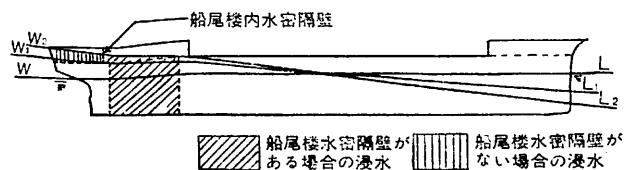


図 3-10 機関室側部損傷 (タイプIII船又は L_r < 150mのタイプII船)

さ、等の概略を定めておく必要がある。このトリム計算では、一般に良く知られている次式等⁷⁾⁸⁾⁹⁾を用いてよい。

$$da' = da + \frac{u \cdot v}{A_w - \mu a} + \frac{(L/2 + \overline{F'})}{L} \cdot t \quad (3.3)$$

$$t = \frac{u \cdot v \cdot \ell}{V \cdot GM_L'} \cdot L \doteq \frac{u \cdot v \cdot \ell}{V \cdot BM_L'} \cdot L = \frac{u \cdot v \cdot \ell}{I_L'} \cdot L \quad (3.4)$$

但し

da' = 機関部損傷浸水後の後部喫水

da = 損傷前の後部喫水

v = 浸水区画の浮力消失容積

u = 浸水率；機関区域では0.85

A_w = 水線面面積 a = 浸水区画の水線面面積

μ = 面積浸水率；機関区域では $(0.85)^{2/3}$

L = 垂線間長さ

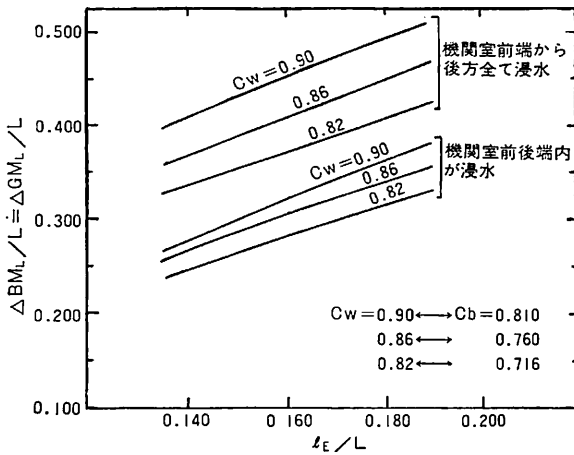


図 3.11 機関室浸水による縦メタセンタ半径の減少 ($L/B=5.5$, $d/L=0.078$)

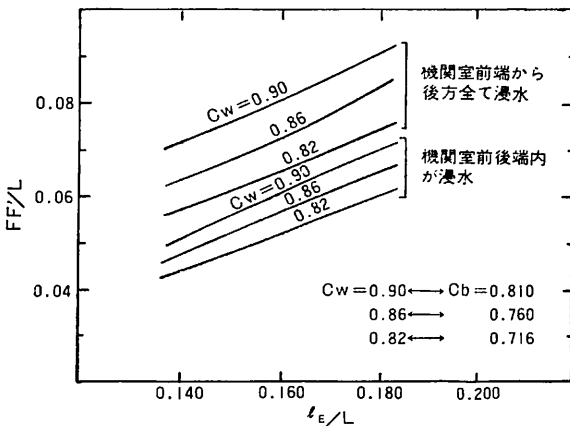


図 3.12 機関室浸水による浮面心の移動 ($L/B=5.5$, $d/L=0.078$)

$\overline{F'}$ = $(A_w - \mu \cdot a)$ の水線面に対する浮面心と船体中心部の水平距離

t = トリム

$\ell = u \cdot v / (A_w - \mu \cdot a)$ の喫水変化による浮力損失分を除いた容積の重心と v の重心間の水平距離

GM_L' , BM_L' = 浸水後平衡状態における縦メタセンタ半径, 縦メタセンタ高さ

I_L' = 水線面 $(A_w - \mu \cdot a)$ の浮面心 F' を通る横軸回りの慣性モーメント

上式により、水線面形状の概略、機関室の位置及び長さ等をあらかじめ定めないと機関室浸水のトリム計算ができないことになる。この浸水による水線面の消失による水線面縦慣性モーメント（又は、 BM_L ）の減少及び浮面心の移動の何れも浸水前に比べて大きいことは図3.11及び図3.12に示す例から分るようになり大きい。なお、これらの図は、ある船型の浸水前の水線面形状を用いてシリーズ計算を行なったもので、浸水傾斜による水線面形状の変化は考慮していない。したがって、浸水による水線面の一部消失の傾向を参考として示すもので、別の船型の船についてこれらの図を用いて計算すると最大20%程度の誤差を生じる場合がある。即ち、実船の検討では(3.3)及び(3.4)式に示す $\overline{F'}$, ℓ , I_L' 等を実際の計画の水線面形状及び機関室前後端壁の位置を用いて求める必要がある。

(5)満載時に側部損傷で貨物タンク区域の船側のタンク、ボイドスペース等に多くの海水が浸水するような区画配置の計画がある場合、横傾斜の概略チェックを行なっておくことも望ましいことである。IMCO規則では、主管庁が認めた場合、25度迄の横傾斜が許容できているが、この条件も簡単ではない(3.2.1-III参照)ので、特別の場合(I型又は独立型タンク配置)を除き初期計画では次のような横傾斜が確保できるような乾げん(f)及び区画配置を考慮するのがよい。

(a)15度横傾斜で浸水平衡後の水線が船首又は船尾楼の水密戸等の浸水開口を超えないこと(図3.13参照)。又は、

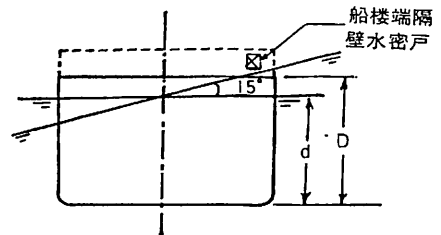


図 3.13 横傾斜を考慮した浸水開口の位置

(b)17度横傾斜で浸水平衡後の水線が上甲板側縁を超えないこと。

上甲板縁が浸水しない状態では、浸水区画が特別に大きくない場合、上甲板が浸水しないので浸水後の水線面の変化を無視して通常状態での横メタセンタ高さ(GM)の近似値(各種便覧⁷⁾等による)を使用して小傾斜での傾斜角を求める方法($\tan \theta = w \cdot l / W \cdot GM$, θ : 傾斜角, w : 浸水重量, l : 船体中心線と浸水区画重心間の水平距離, W : 排水量)を用いて横傾斜角を推定できる。

一方、上甲板縁を水線面が超える状態では上甲板が浸水するので水線面の変化の影響(GMの減少)を無視することができない。これは、次のようにしてある程度近似できる⁹⁾。

上甲板の全てが浸水した状態での横メタセンタ高さ(GM')は、上甲板浸水による水線面は船楼のみ残っているときの横メタセンタ半径(BM')によるものと見做せる。しかし、浸水横傾斜平衡時では上甲板の全てが浸水しないので、この状態での横メタセンタ半径BM''は通常状態の横メタセンタ半径BMと上甲板の全てが浸水したときの横メタセンタ半径BM'との平均値であると推定する。即ち、浮心、傾斜角、重心位置等の影響を無視すると、横メタセンタ高さの減少量 ΔGM は、

$$BM'' = \frac{1}{2} \left(\frac{I_{int}}{V} + \frac{I_{sup}}{V} \right) \quad (3.5)$$

$$\begin{aligned} \Delta GM &= (BM - BM'') = \frac{I_{int}}{V} - \frac{I_{int} + I_{sup}}{2V} \\ &= \frac{I_{int} - I_{sup}}{2V} = \frac{1}{2V} \left(\frac{1}{12} l \cdot B^3 \right) = \frac{1}{24} \cdot \frac{l \cdot B^3}{V} \end{aligned} \quad (3.6)$$

I_{int} : 通常状態での船体中心線に対する水線面二次モーメント, I_{sup} : 船楼部分の船体中心線に対する水線面二次モーメント, V : 排水容積, l : 船楼の部分を除いた船の長さ, B : 船の幅として求められる。従って、通常状態で概略近似したGMから前述の ΔGM を差引いた値(GM')を用いて(b)の場合と同様に $\tan \theta = w \cdot l / W \cdot GM'$ として横傾斜角を推定できる。この場合、船首楼及び船尾楼長さは一応定めておく必要がある。

3.3 船体配置

3.3.1 船体配置一般

第1章のケミカルタンカーの実例でも多くのケミカルタンカーの配置を図示したが、その他の例を図3.14、図3.15及び図3.16に示す。

これらから原油タンカーに比べた多目的ケミカルタン

カーの船体配置上の一般的特徴を示すと、次のようである。

(1)比較的小容量で数多い貨物タンクが設けられ、又、貨物タンクの仕様(コーティング等、3.3.2(5)参照)も全タンク同じではなく、3ないし6種類程度に分かれることが多い。

(2)タンク方式は、二重底を有し2列の縦通隔壁を有する方式(図3.6のI・ⅢD型)が最も多く、次いで二重底と二重船側(外板と内殻間がポイドスペース又はバラストタンク)を有し、さらに1列又は2列の縦通隔壁を有する方式(図3.6のⅡ型)が多い。又、この2つの方式の両方を採用しているタンク配置となっている例(図1.11参照)もある。

(3)スロップタンク、小容量の貨物を積むタンク等の目的で甲板上に置タンク(通常は円筒型タンク)を設ける例も多い。

(4)貨物ポンプ室が貨物タンク後部以外に中央部、前部等に配置されるか、又は各タンク毎のディープウェルポンプ又はサブマージドポンプが設けられ、タンク毎又はあるタンクグループ毎の貨物管装置の独立配管が多い。

(5)コフファダムは前後端のほか、貨物タンク同志の隔離等の目的でも設けられることが多い。

(6)燃料油タンクと貨物タンクが隣接しないような配置となっていることが多い。又、このような目的から二重底を燃料油タンクとして計画する例は少ない。

(7)上甲板上の配置の特徴としてベント管、各種通風用管の配置を挙げることができる。即ち、独立配管が多く、又それ等の開口端が居住区域から離れた甲板上十分の高さの位置まで導かれている。

(8)特にセンタータンクは、タンク内突出物ができるだけ少なくなるように配慮されている。

これらの特徴は、多品種少量の危険化学品、その他のプロダクトの同時積付けを安全且つ効果的に行なうために必要なものである。

一方、専用のケミカルタンカーでは、個々の貨物の特性に合わせた船体配置となるので、貨物毎に異なった特徴を有する。例えば、比重の大きい濃硫酸タンカーではIMCO規則では要求されないがタイプI型(図3.6参照)に近い方式、溶融硫黄やアスファルトには、高温で運送する為、タンク収縮を拘束せず熱応力の発生を避ける目的の独立型タンク方式等が採用される。

ケミカルタンカーの船体配置に関連する規則は、IMCO規則¹⁾はもちろん、普通のタンカー規則も一般的に適用されるので十分注意しなければならない。例えば、引火点60°C以下の可燃性液体を運ぶケミカルタンカー

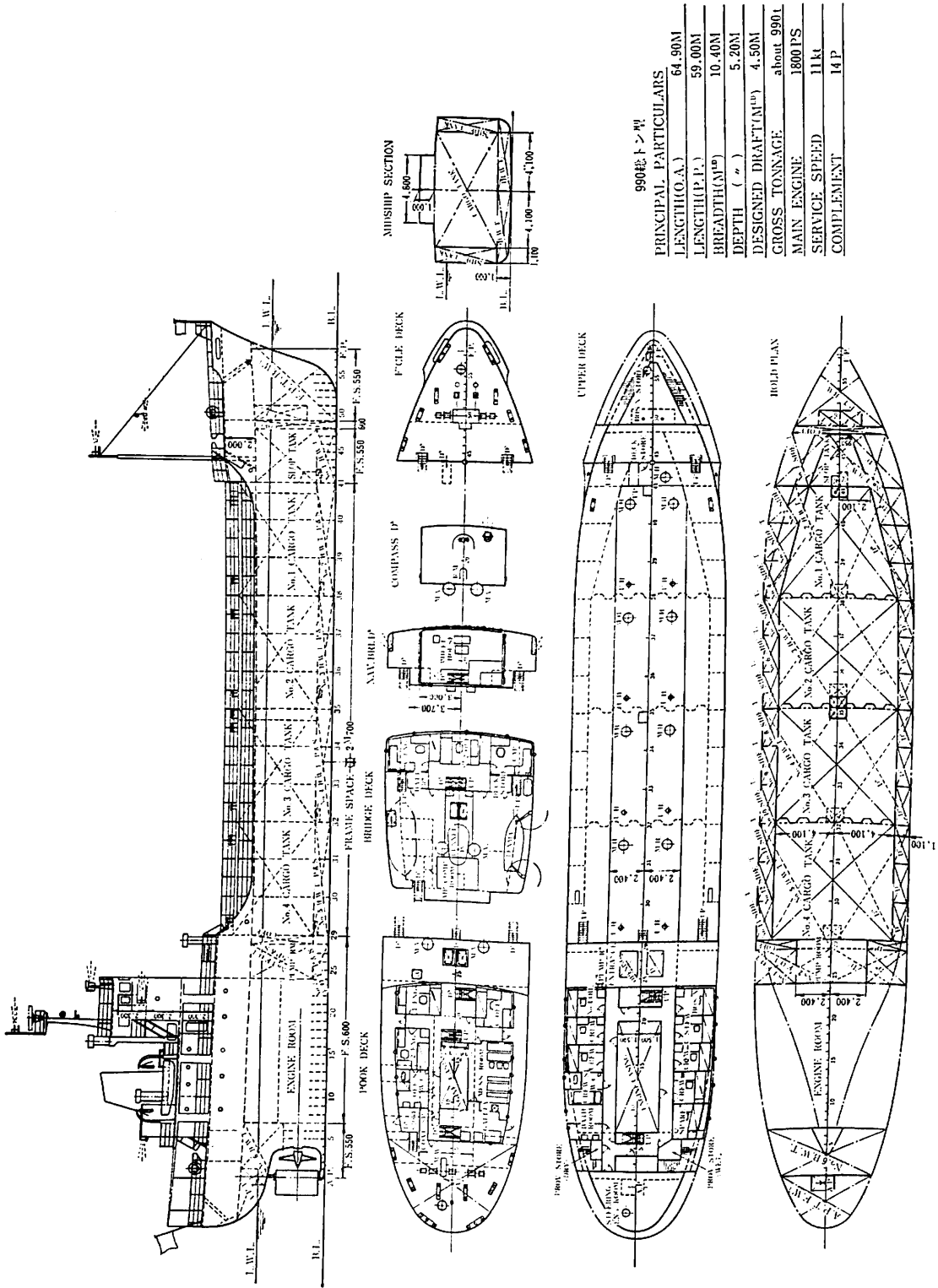


図 3・14 ケミカルタンカータイプII (990型) の試設計例の

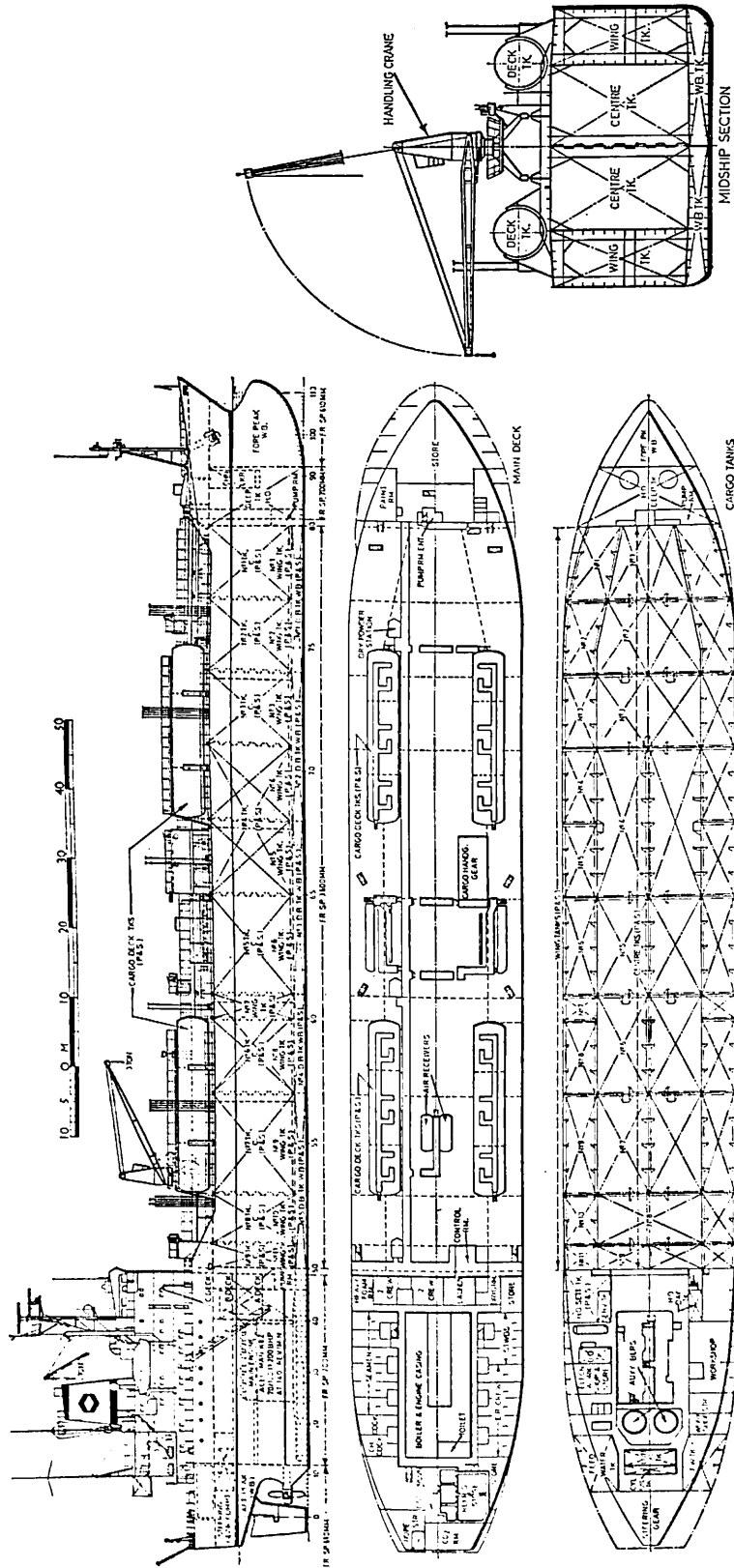


図 3-15 “QUITAUANA” (23,520載貨重量トン) の一般配置図11)

11) “Quitauana” : New Chemical Tanker from Boelwell, the Motor Ship, Dec. 1975

Shipowner/Operator Interchem
 Date Delivered 1976
 Principal Dimensions 96.0 x 14.0 x 5.4
 (m) LOA x B x d

Types of Tanks 6 Stainless Steel
 8 Zinc Silicate-coated
 IMCO Ship Type II

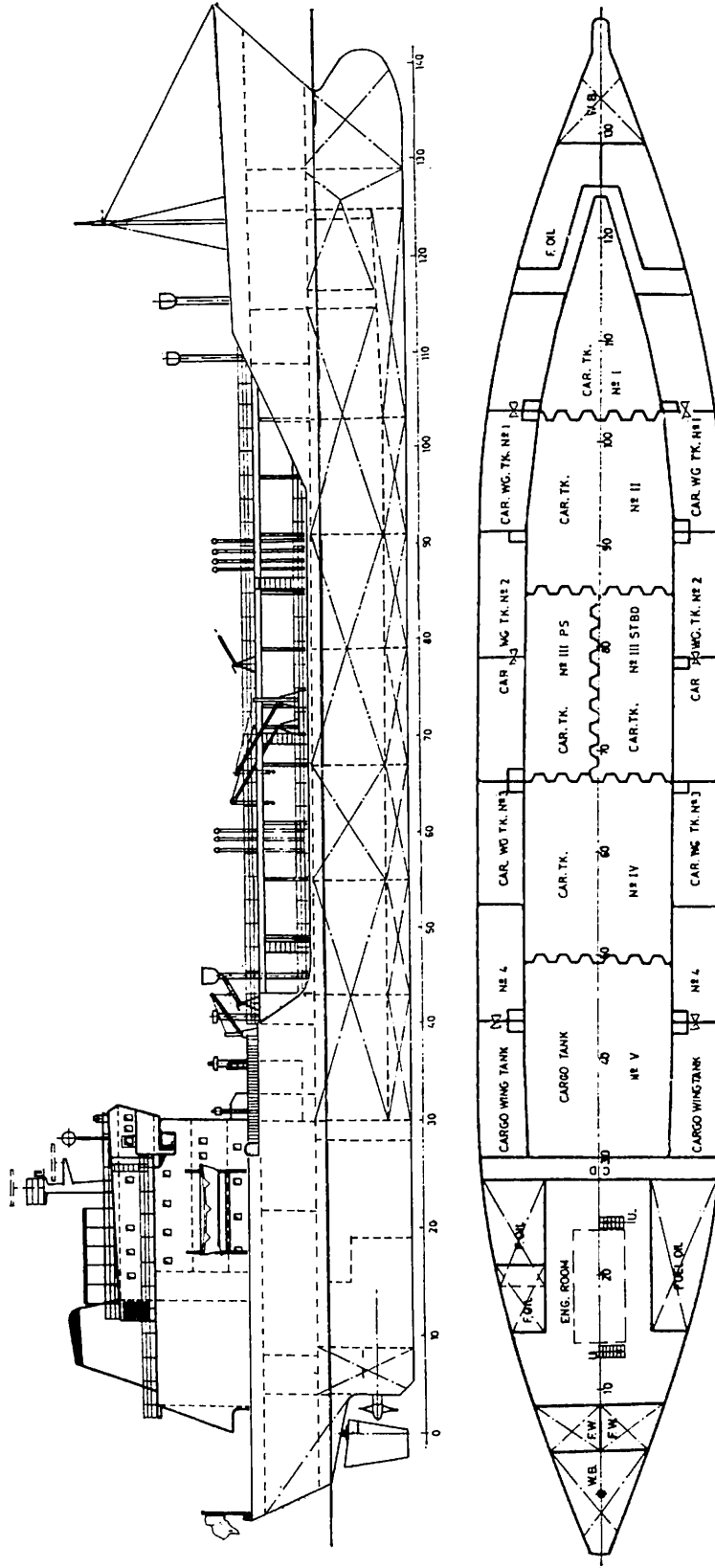


図 3・16 「La Lolina」 (3,425載貨重量トン) の一般配置図¹²⁾

12) M. Corkhill, Chemical Tanker, the ship and the market, Fair Play Publication Ltd., 1976

に対しては、1960年SOLAS¹³⁾のほか各国政府又は船級協会規則でIMCOのタンカーに対する火災安全措施規則¹⁴⁾の第4、5及び6規則(1974年SOLAS¹⁵⁾の第II-2章第56、57、58及び59規則)で防火構造の配置関係規則が定められており¹⁶⁾、又、1973年海洋汚染防止条約¹⁷⁾も船体配置に関連がある。これらは、3・3・2以降で説明する。

配置に関連する用語の定義は、IMCO規則では、1.4.10に貨物タンク区域(Cargo tank area)が、「貨物タンク及び貨物ポンプ室並びにこれらの区域に隣接するか又は直上にあるコフファダム、ボイドスペース或いは甲板区域をいう」と定義されている。この定義だけでは、まぎらわしいが貨物ポンプ室に隣接する機関室(A類機関区域)は貨物タンク区域とはならない。

3・3・2 貨物タンク及びスロップタンク配置

貨物タンクの配置は、貨物タンクの海からの隔離、貨物の他区域又は他の貨物タンクからの隔離、防火及び防燥、タンク容量、タンクの構造方式(型式)、貨物の比重、貨物の積付け方法等を考慮して定める必要がある。又、間接的には、タンクの開口、強度、環境制御、貨物管等の貨物用諸装置、交通方法等も関連する。

(1) 貨物タンクの海からの隔離

タイプI、タイプII及びタイプIIIの貨物に対して、それぞれIMCO規則2.2.4(a)(iii)、(b)(iii)及びC(iii)に外板からの距離が規定されているが、これらは、第2章表2・6及び図2・4に示されているとおりである。

なお、タイプIIIに相当する貨物でもIMCO規則4.8.1が適用される無機酸(塩酸、磷酸、硫酸、廃硫酸)は、外板をタンク周囲壁としてはならない旨の規定があるので注意を要する。

- 13) 1960年海上人命安全条約(the International convention Safety of Life at Sea, 1960)
- 14) IMCO Resolution A271(VIII), Recommendation to Put Fire Safety measures for Tankers and combination Carriers into Effect, 1973
- 15) 1974年海上人命安全条約(the International convention on Safety of Life at Sea, 1974)
- 16) 才田, ケミカルタンカーにおける消防及び居住区防火構造規則並びに関連の構造配置, 第15回造船技術セミナーテキスト, 昭和51年11月
- 17) 1973年海洋汚染防止条約(the International Convention for the Prevention of pollution from Ships, 1973)

又、IMCO規則2.2.4(b)(iii)の側外板からタンク迄の距離760mmという数値は、最少寸法であり、タイプII船だからといってこの数値を目安として設計すると貨物タンク区域内の交通の要件(3・3・7で説明)を満足することがむつかしくなるので注意を要する。

(2) 貨物タンクの船内他区域からの隔離

全ての貨物タンクは、機関区域、居住区域、飲料水タンク及び糧食庫からコフファダム、ボイドスペース、ポンプ室、燃料油タンク、バラスタタンク等で隔離することが要求される(IMCO規則2.6.1)。この隔離は、これらの区域と貨物タンクを完全に分離するもので、図3・17に示すような線接触又は点接触も認められないので注意を要する。又、船首及び船尾槽を貨物タンクとすることも認められない(IMCO規則2.6.4)。

さらに、有毒性物質を積む貨物タンクは、燃料油タンクとの隣接が禁止されている(IMCO規則4.9.3(a))。

相互反応に対する隔離は、コフファダムによるか、又は3・1・3で述べた貨物の積付け方法による。

水と危険な反応を起こす貨物を積載するタンクとバラスタタンクとは、必ずしも隣接を禁止しておらず、隣接したタンクの同時積付けを禁止している(IMCO規則2.21.1)が、スロップタンク(貨物タンクとの兼用を含む)とは貨物積載時に汚水を積むことがあり得るので隣接禁止(IMCO規則2.21.2)となっている。

なお、有毒性物質を積載するタンクを除き、IMCO規則上、現在は貨物タンクとの隣接が認められている燃料油タンクは、IMCOにおいて禁止の案も提案されており、将来は全ての貨物タンクとの隣接禁止が規定されるものと思われる。危険化学品を積むタンクと燃料油タンクとの隣接は好ましいとはいえないので、現在は二重底の一部を燃料油タンクとする設計が比較的多いが、燃料油タンクを貨物タンクと隣接させないで配置できるようなゆりのある設計をするのが望まれる。この理由としては、貨物の品質保持及び安全性をあげることができ

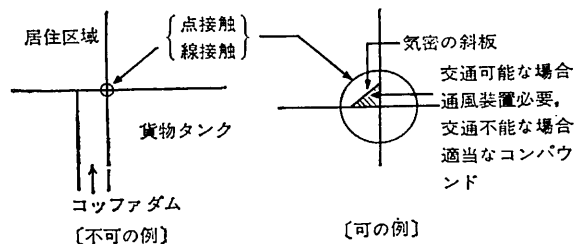


図3・17 貨物と居住区域等との隔離

引火点 60°C以下の可燃物を運ぶタンカーはコフファダム上に居住区域がくる配置は認められないので注意のこと

る。安全性の面では、燃料油は必ず機関室に導かれるものであり、IMCO規則1.2.1(a)及び(b)の趣旨、即ち石油製品等より火災の危険性の高い物質、又は引火性以外の著しい危険性を有する物質を対象とする貨物タンクから隣接の燃料油タンクに万一漏えいが生じた場合、このような物質を機関室に導くおそれがあるからである。

(3) 貨物タンク容量等

タンク容量は、IMCO規則では直接制限されていないが、IMCO規則5.1で1タンク当りの積載量をタイプIの貨物で1,250m³、タイプIIの貨物で3,000m³にそれぞれ制限されているので注意を要する。

又、1973年海洋汚染防止条約の附属書I「油による汚染の防止のための規則」第3章でタンクの容量制限及びタンク長さの制限がある。これらはIMCO規則対象の危険化学品を積むタンクは規制しないが、3・3・1で述べたようにガソリン、ジェット燃料、ナフサ等の石油精製品を積むタンクは規制される。したがって、多目的ケミカルタンカー（パーセルプロダクトキャリア）は、石油精製品も積むのが通例なので注意を要する。

さらに、スロッピング及び、復原性も間接的にはタンクの大きさに影響を及ぼす。

多目的ケミカルタンカーは、3・3・1で述べたように比較的小容量のタンクを数多くもつことが用途的に要求されるのであまり問題とならないが、専用のケミカルタンカーでは、タンクの容量制限等の規定にも十分注意すべきである。

貨物タンクの総容量も単一の貨物又は比重のほぼ同程

度の貨物を積むタンカーでは、載貨重量から簡単に必要なタンク総容量が定まる。

しかし、多目的ケミカルタンカーでは、軽い場合で0.65程度から重い場合で2.0を超える比重の貨物を対象とする場合があり、どのような貨物を主対象とするかで必要なタンク容量も異なってくる。実際の多目的ケミカルタンカーでは、大型のケミカルタンカー（2万ないし3万載貨重量トン）の場合、貨物タンク総容積（m³）／載貨重量（ton）=1.3ないし1.45程度であり、中型のケミカルタンカー（3,000ないし1万5,000載貨重量トン）ではこの値が1.0ないし1.3程度である。

貨物タンク数は、船の大きさ、貨物の積載制限（IMCO規則5.1）、積載予定貨物の種類及び量、船の運航計画、タンク容量及び長さの制限（1973年海洋汚染防止と条約附属書I第3章）等から定められる。多目的ケミカルタンカーは、当然のことながら通常のタンカー、専用のケミカルタンカーに比べてタンク数が多くなる。現存のケミカルタンカーの貨物タンク数と載貨重量の関係を示したものを参考までに図3・18に示す。

(4) スロップタンク

スロップタンクについての規定は、積載する貨物の種類によって表3・6のようになる。このうち、有害液体物質とケミカルは、それぞれ別の規則でリストアップされているので互に対応しない物質もあるが、2・4・1で述べたようにこれは今後調整されることになる。

したがって、表3・6に示す油、有害液体物質及びケミカルの全てを対象貨物とする船は、この3つの規則が適用されることになる。この表からも分るようにケミカル即ち危険化学品のみを運ぶ船では専用のスロップタンク設置は必ずしも義務づけられていない。又、有害液体物質では、スロップタンクについて特に規定されていないが、最大排出量が規制されているので、全て港内でタンククリーニングを行なって洗浄水を陸上に揚げる計画ができる場合のほかは、適当な容量のスロップタンクが必要になる。

以上により、多目的ケミカルタンカーは、載貨予定貨物の種類、量、航路等を考慮して適当な専用のスロップタンクを設けている。一般には、貨物タンク総容積の3%ないし5%程度とするのが多い。

スロップタンクの取扱いは、貨物タンクと兼用の場合はもちろん貨物タンクの規定が適用される。タンク洗浄水専用のスロップタンクも貨物タンクと原則として同じ取扱いとなるが、タンクと外板との距離については特に規定されていない。又、そのほか、管装置、ベント管装置、液面指示装置等は、中に入るタンク洗浄水の危険の

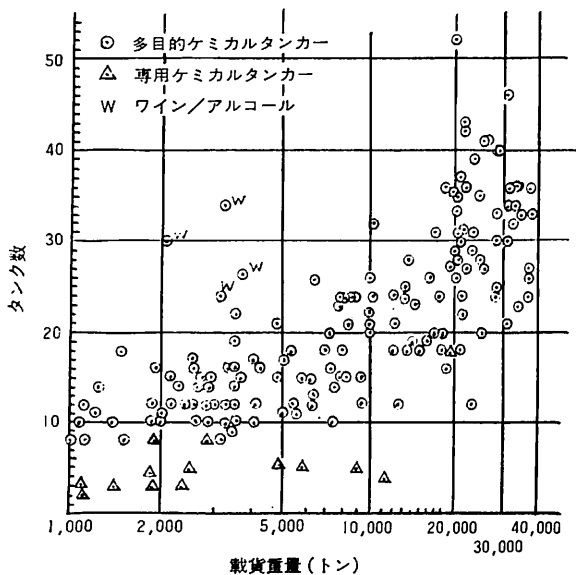


図3・18 ケミカルタンカーの貨物タンク数

程度に応じて定めるべきである。特に注意を要するのは、IMCO規則 4.9が適用される有毒物質を積んだタンクの洗浄水を入れる計画があるスロップタンクで、このタンク及び接続される諸管装置の配置には、IMCO規則4.9.1ないし4.9.3は原則として適用される。但し、スロップタンクに入れる洗浄水中の有毒物質濃度によって危険性評価が異なる場合は、この限りではない。

いずれにせよスロップタンク及び関連装置の計画及び配置は、貨物の積載計画及びタンククリーニングの計画と密接な関係があるので船主と事前に十分協議して定める必要がある。

(5) 貨物タンクの仕様と配置

貨物タンクの仕様とは次のようなものをいう。

- (a)積載予定貨物の種類
- (b)タンク容量
- (c)タンクの外板からの距離；IMCO規則のタイプ

- I, II又はIII
 - (d)貨物タンク隔離、その他の条件から定まるタンク配置に関する要件
 - (e)タンク材料、ライニング又はコーティング
 - (f)設計貨物比重及びタンク頂部の圧力；タンク頂部の圧力は常圧式(0.25kg/cm² G以下)以外の場合のみ
 - (g)タンク積付け率；半載等の計画の有無
 - (h)タンクの型式；一体型、独立型方形方式、压力容器方式
 - (i)積載条件；温度及び圧力(特別な温度又は圧力制御を行なう場合)
 - (j)タンククリーニングの容易さ；タンク内突出物(桁、スチフナ等)の有無、又はその程度
 - (k)その他艙装上から生ずる特殊な条件
- 上記のような仕様に基づいて貨物タンクが設計される

表3・6 スロップタンクに関する規定

規 則	章 条 番 号	主 内 容	積 載 貨 物						
			油*1	有害液体物質*2				ケミカル*3	
			A	B	C	D			
1973年海洋汚染防止条約 ¹⁴⁾ 附属書I「油による汚染の防止のための規則」	2・15 (油の船内貯留)	油積載量の3%以上又は第13規則の専用バラストタンクを持つ場合、2%以上のスロップタンク*4を有すること。D.W.7万トンを超えるタンカーでは少なくとも2個のスロップタンクを持つこと。150GT未満の油タンカーは参酌。	○	-	-	-	-	-	
	2・18 (油タンカーのポンピング等)	汚水排出用のマニホールドを暴露甲板上に設けること。船外排出管は最深バラスト喫水より上部とすること。等	○	-	-	-	-	-	
同上条約 ¹⁴⁾ 附属書II「ばら積された有害液体物質による汚染の規制のための規則」	第5条(有害液体物質の排出)	タンク洗浄水を含めて最大貨物排出量規制							
		一般海 域							
		A	第一次洗浄水排出禁止	同	左				
		B	1m ³ 又はタンク容量の1/3000	第一次洗浄水排出禁止		○	○	○	○
		C	3m ³ 又はタンク容量の1/1000	1m ³ 又はタンク容量の1/3000					
	D	排出濃度のみ規制	排出濃度のみ規制						
IMCO決議A212(Ⅷ)危険化学品ばら積船構造設備規則 ¹⁵⁾	2・8・6(スロップタンクの設置)	ビルジ又はタンク洗浄水を入れるために1個以上のスロップタンク*5を備えること。陸上のスロップタンクに汚水を移送するための標準的なカップリング又は他の陸上接続具を備えること。	-	△	△	△	-	○	
	2・21・1(スロップタンクの隔離)	水と危険な反応する貨物は汚水の入ったスロップタンク(貨物タンクとの兼用を含む)に隣接するタンクに積載しないこと、又ポンプ、管及び通気装置も同様に隔離すること。	-	△	△	△	-	○	

注； *1 油；原油、重油、スラッジ、廃油及び精製油を含むあらゆる形態の石油(表2・11に掲げてある有害液体物質となる石油化学物質は含まない)。
 *2 1973年海洋汚染防止条約附属書II付録IIに掲げる物質で、海洋資源又は人体に対する影響の度合いから、A、B、C及びDに分類される。(表2・11参照)
 *3 IMCO規則¹⁾の第6章に掲げる危険化学品、又は主管庁がIMCO規則の対象品と認めた新物質。
 *4 既存のタンカーでは貨物タンクとの兼用が認められている。
 *5 貨物タンクとの兼用も認められている。
 ○；適用、△；それぞれの規則にリストアップされているものは適用、-；適用せず

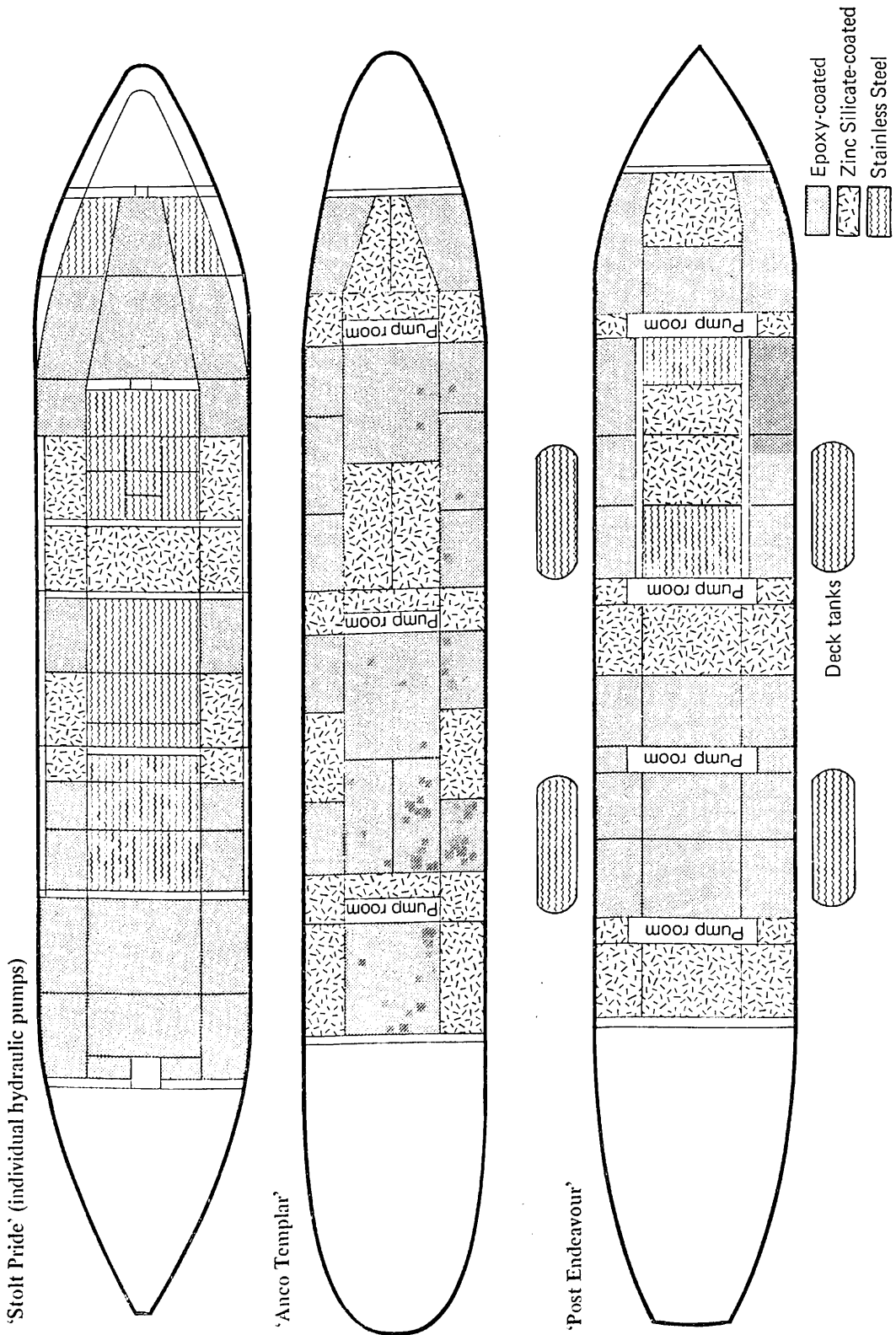


図 3-91 ケミカルタンカーの貨物タンク配置例¹²⁾

表3・7 プロダクトキャリア、ケミカルタンカーの貨物タンク仕様例

船名	積貨重量 (tons)	IMCO タイプ	タンク材料 ¹⁾ 及び数							積載予定貨物 ²⁾					備考		
			S	E	Z	R	PE	P	Pr	U	石油 化学品	コールド 化学品	炭水化物 誘導体	動植物 油		重質化 学品	溶融 硫黄
Stolt Pride	30,500	II, III	17	18	11						○	○	○	○	○		World wide service
Team Astwi	32,000	III		32							○		○	○	○		"
Team Hilwi	32,000	II, III		34							○		○	○	○		"
Botony Chemist	5,500	II, III			14						○				○		Japan/Australia
Samos Fortune	3,200	II, III			16						○		○	○	○		Europe/Mediterranean
Stolt Puma	19,610			17	10				7		○	○	○	○	○		World wide
Delchim Dauphine	6,450	I, II, III	10	6	5						○	○	○	○	○		
President Delcout	7,800								2							○	France/N. Europe
Osco Sprit	33,000	I, II, III		36							○	○	○	○	○		World wide
Cygnus	27,870			24							○	○		○			Transatlantic/Europe/ Mediterranean
Pass of Balmaha	3,500	II			10						○	○			○		
Bunga Sepang	28,500			25							○	○	○	○	○		SE asia, Australia/ US, Europe
Post Runner	13,816	III	2	28	10				2		○	○	○	○	○		
Anco Templar	23,840	II, III		17	19						○	○	○	○	○		World wide
Post Endeavour	25,150	I, II, III	6	20	10				5		○	○	○	○	○		"
Bow Linde	9,800	II	26								○	○	○	○	○		
Bow Flower	31,000	II, III		8	22						○	○	○	○	○		
La Bahia	3,200	II	6		5						○	○	○	○	○		America
Qwmico Lisboa	6,470	II, III	8		18						○		○	○	○		
Gabes	4,865	I				3				3					○		Tunisia-N. Europe with phosphoric
Mandan	8,000	II							18		○	○	○	○			
(1977完成)	6,000	III						5	10		○						solvents carrier
(1977完成)	21,900				12	6					○				○		phosphoric acid in centre tank
(1977完成)	30,500	II, III	17	18	11						○	○	○	○	○		

注 1) タンク材料: S; ステンレス鋼, E; エポキシ系コーティング, Z; ジンクシリケート系コーティング, R; ゴム系ライニング, PE; フェノール樹脂系コーティング, Pr; ポリウレタン系コーティング, U; コーティング無し一般鋼。
2) 石油化学品, コールド化学品(石炭化学品), 炭水化物誘導体, 動植物油, 重質化学品については、第1章〔1・1・21〕(a)ないし(e)参照。

訳であるが、多目的ケミカルタンカーの場合、仕様が異なるタンクを1つの船に適当に分けて配置することになる。

これは、計画航路、各種貨物の荷動き、本船の大きさ、経済性等の条件を慎重に検討して決めるものであり、貨物タンクの仕様と配置(数と容量)の計画は、多目的ケミカルタンカーの経済性を支配する最も大きなファクターとなる。

図3・19は、前述のタンク仕様のうち、(c)外板からの距離、タイプ、(d)隔離、(e)タンク材料(コーティング含む)、(h)タンクの型式が分るように示された貨物タンク配置の例である。図中“Stolt Pride”は30,500載貨重量トン、“Anco Templar”は23,840載貨重量トン、

“Post Endeavour”は24,000載貨重量トンである。表3・7に各種プロダクトキャリア、ケミカルタンカーについてタンク仕様のうち、最も重要な材料及びコーティングの例を示す。これは各種プロダクトキャリア、ケミカルタンカーのごく一部を示したもので必ずしも全体的な傾向をつかんでいるとはいえないが、およその傾向をつかめる。

■ 船の科学ファイル ■

定価 500円(送料200円)

船舶技術協会

実用船舶推進論 (13)

伊藤 一 男

第5編 船舶推進論

5.4 プロペラ翼の空洞現象 (Cavitation)

プロペラの設計法を論ずる前に、プロペラに発生する空洞現象及び水力によるプロペラ翼強度に関する概念を講じておかねばならない。前者は、プロペラ翼面積決定の基礎であり、後者は、翼の肉厚算定のもととなるのである。

まず、空洞現象のことから述べることにする。高出力、高回転で航走する船艇の場合、速力試運転において、水槽試験等によって確実に確保可能と推定される速力に、到達し得ないことが時折り発生することがある。このような場合には、低速の間では予想によく合っているが、ある速度以上に達すると、急速に速度上昇がにぶり、さらにすすめば、プロペラが空転しているような感じをおこさせ、異状の振動や騒音を伴うことがある。これが、プロペラに発生する空洞発生を知らせる典型的な現象である。空洞現象が造船界で始めて論議されたのは、19世紀末から20世紀始めにかけての頃からのことで、1894年、英国ソニコロフト (Thornycroft) 造船所で、小型駆逐艦 (4,000HP, 390 RPM 蒸気機関搭載) が建造された。この艦は、29 kt を出す計画であったが、試運転において速力は最高24 kt に止まり、384 RPMで3,200HP以上の出力を出すことができなかった。この予想外の成績不良の原因を究明するために、多くの専門家が集って協議することになった。この時、当時技師長であったバーネビー (Barnaby) が、これはプロペラ翼背面の圧力低下が大きく、水の蒸気圧まで下り、冷間沸騰を起し、プロペラ翼が気泡に満たされた空洞に包まれたためによったものと断定した。即ち、プロペラの高推力に対する翼面積不足によるものであることに気づき、プロペラの直径及びピッチはそのままとして、翼面積だけを40%大きくしたものに置き替えただけで、容易に29kt以上の速力を出すことに成功した。

このことがあってから、空洞現象の解明が重視せられるようになり、各方面で研究がすすめられ、今までに、この種に関する論文や報告が数多く発表されている。しかし、プロペラの空洞現象に関しては、今日猶解明困難

な問題が残されているので、現在でも熱心に研究がすすめられているのである。

5.4.1 空洞現象の機構と発生条件

水は、非圧縮性で、抗張力は0と考えられるので、絶対圧力が負になることはできない。温度を一定に保ち、圧力をだんだん下げていけば、水はついに沸騰を起し、水蒸気を発生し気泡をつくる。この気泡の内部には、ごく少量の遊離ガス (空気等) も含んでいるが、大部分は水蒸気で満たされていると考えられる。この現象を水の冷間沸騰という。水の沸騰温度と圧力との関係は、大体表5.10のようになっている。

表5.10 水の沸騰温度と圧力

沸騰温度 (°C)	圧力 (kgm ⁻²)
0	62
10	125
20	239
30	433
40	752
50	1,258
60	2,032
70	3,173
80	4,829
90	7,151
100	10,336

本誌では、一般慣例にならい、常温 (18~20°C) における大気圧に

$$p_a = 10,300 \text{ kgm}^{-2} \quad (5.16)$$

を採用することとし、常温 (18~20°C) における蒸気圧を

$$e = 200 \text{ kgm}^{-2} \quad (5.17)$$

と定める。

さて、ここで作動中のプロペラ翼素における圧力状態を調べる。例によって、微小厚 dr の翼素については、2次元流として取りあつかい得るものとする。半径位置 r における翼素の最浅没水深度は (図5.11参照)、

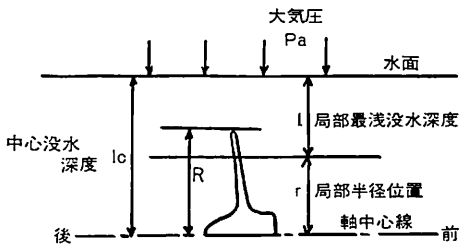


図5・11 プロペラ局部浸水深度の図

$$I = I_c - r$$

である。但し、 I_c は、プロペラ軸中心の深度 (immersion of center of propeller) である。従って、翼素の最低静圧は

$$p_0 = p_a + \gamma I \quad (5.18)$$

p_a は大気圧 ($10,300 \text{ kgm}^{-2}$)

γ は海水の比重量 ($1,025 \text{ kgm}^{-3}$)

である。

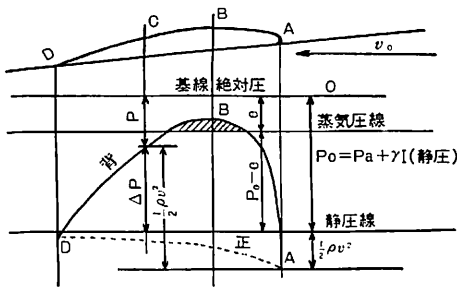


図5・12 プロペラ翼素表面の圧力

半径 r における翼素には、図5・12のように、一様な平行流 v_0 が流れ込むと考えれば、翼面にそって流れる流線には、速度の変化を生じ、背面について言えば、A点では衝撃点となって速度は0となり、最大厚C点付近で流線間隔が密となって速度が最大となる。今この翼素断面にその流線について、ベルヌイの式をたてれば、

$$p_0 \dots \dots \dots \text{翼素の最浅深度における静圧} \quad (\text{式}5.18)$$

$$v_0 \dots \dots \dots \text{流入平行流の速度 (翼素の対水速度)}$$

$$p \dots \dots \dots \text{流線上の任意局部の圧力}$$

$$v \dots \dots \dots \text{同局部における流速}$$

として、

$$\frac{1}{2} \rho v^2 + p = \frac{1}{2} \rho v_0^2 + p_0$$

となる。これから

$$p_0 - p = \frac{1}{2} \rho v^2 - \frac{1}{2} \rho v_0^2 = \frac{1}{2} \rho v_0^2 (v^2/v_0^2 - 1) \quad (5.19)$$

を得る。

$p_0 - p$ は、局部圧の静圧からの低下量で

$$\Delta p = p_0 - p$$

と書き、低下圧力と呼ぶことにする。前述のように、 $\Delta p = p_0$ 即ち $p = 0$ (真空) になることは不可能である。 p の最低到達可能量は蒸気圧 e であるから、 $p \geq e$ 従って

$$\Delta p \leq p_0 - e$$

でなければならない。これを無次元表示にすれば

$$\frac{\Delta p}{\frac{1}{2} \rho v_0^2} \leq \frac{p_0 - e}{\frac{1}{2} \rho v_0^2} \quad (5.20)$$

となる。この数値は、翼素の形状及び迎角によって定まる常数であって、 $\frac{1}{2} \rho v_0^2 = q$ であらわし

$$\frac{p_0 - e}{\frac{1}{2} \rho v_0^2} = \frac{p_0 - e}{q} = \sigma \quad (5.21)$$

と書き、空洞数 (Cavitation index) と名付ける。即ち空洞発生限界は、条件式

$$\Delta p/q \leq \sigma \quad (5.22)$$

でしめされるのである。式 (5.16) 及び (5.17) の数値を用いれば、

$$\sigma = \frac{10100 + \gamma I}{q} \quad (5.23)$$

となる。

5・4・2 空洞の害

プロペラ翼の空洞現象は、通常翼尖端附近の背面前縁寄りに発生し、回転速度の増加にともない、後方にひろがり、ついには、全面をつつむまでになる。このようになれば、推力の増加は止まり、空転状態となって、激しい振動をともない、プロペラの機能が著しく低下する。このような状態に近づくことは、是非ともさげねばならないのである。

高出力、高回転の幅広プロペラでは、しばしば正面根部附近にも空洞現象が発生することがある。この種の空洞は、発生部位が根部であるため、性能にはあまり大きな影響はないが、浸蝕により折損を生ずる心配がある。

さて前述の、背面前縁寄りに発生した空洞気泡は、周辺の流水に押し流されて、後縁の途中の高圧部に達したときに、圧力により、きわめて瞬間的に押しつぶされ、水分子は、非常に大きな衝撃作用をおこす。この気泡崩壊現象の速さは $\frac{1}{100} = \frac{1}{1000}$ sec と言われている。気泡の崩壊が、翼後縁を流出してからおこれば、プロペラには、全く影響はないが、通常翼面上で気泡が崩壊するので、そのとき生ずる水分子の衝撃により、翼表面に特殊の浸蝕を生ずる。この浸蝕を、化学作用の腐蝕や電蝕と区別して潰蝕、エロージョン (Cavitation erosion)

と言う。一度潰蝕が発生すれば、翼表面が荒れて、益々空洞現象が進展し、プロペラの性能は著しく低下し、潰蝕のため翼が折損する危険をとまなうものである。プロペラの空洞発生は、是非さけねばならないが、その機構が複雑なため今猶完全な予防策はできていないのである。しかし、翼面積を充分に広くし、単位面積当りの推力を、ある限度以内に止めねばならないことだけは判明しているのである。他に、空洞発生防止に大切なことは、翼表面をできるだけ滑かに仕上げ凹凸を残さないこと、プロペラへの流入水流に乱れを生ぜさせないように心がけることである。船型の不良に基く斜流や軸支柱、保護垂鉛等の取付不良も、空洞誘発の原因となるのでこれらの計画には、細心の注意が大切である。

空洞現象は、その発生位置や形状により種々の名称で呼ばれている。

(a) 背面気泡空洞 (Bubble back cavitation)

翼尖端部位が最も流速が速いので、先ずこの部分の背面の圧力が、常温蒸気圧以下になり気泡が発生し、後流に渦糸を流出する (図5・13 (a))。この程度では、性能には何等の害も無く、ただ、翼尖端背面にわずかな潰蝕を残すだけである。

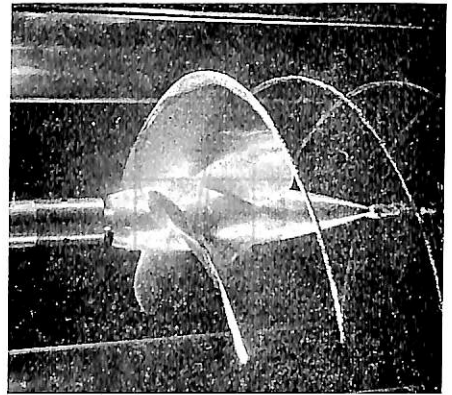
(b) シート空洞 (Sheet cavitation)

回転の増加にともない、気泡は幕状に発達し、写真(b)のように渦帯となって流出する。この状態の空洞をシート空洞 (Sheet cavitation) と言う。性能の低下はさほどではないが、潰蝕が激しくなり、十数日の使用で表面があれ、二次的に潰蝕が進行し、性能の低下が著しくなる。

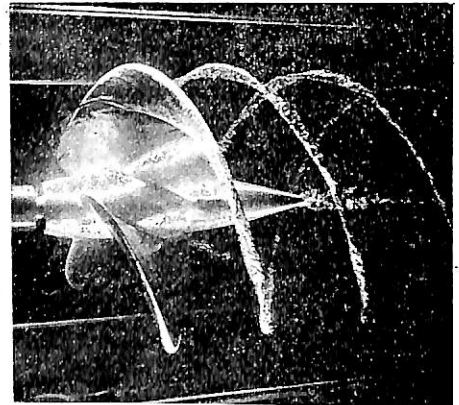
(c) 雲状空洞 (Cloud cavitation)

回転が更に増加すれば、写真(c)にみるように翼全体が、気泡に包まれてしまう。この状態の空洞を雲状空洞 (Cloud cavitation) と言う。このようになれば、プロペラは空転に似た現象をおこし、推力・トルク共に増加が止り、回転が急増し、性能が著しく低下する。場合によっては、激しい振動や騒音を伴うことが多い。潰蝕もはげしくなるので、折損の危険も生ずる等、数知れぬ害毒を及ぼすので、このようなことが発生せぬように、事前に予防しておかねばならないのである。

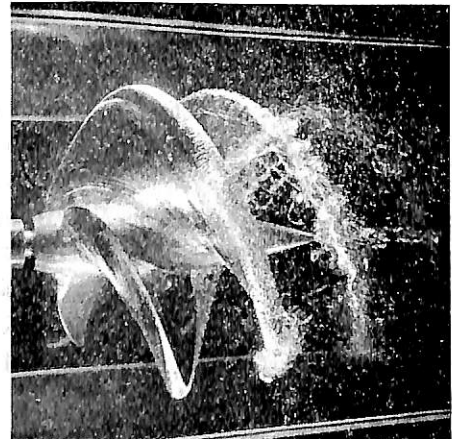
プロペラの空洞発生の理論はわかっているが、その機構がきわめて複雑で、今猶不明の問題が数多く残されているので、各所で研究が続けられている。完全な研究を行うには、模型試験によることが、最も有効であるから、各造船国では競って空洞試験水槽を建設しているのである。



(a) Bubble Cavitation



(b) Sheet Cavitation の初期



(c) Sheet Cavitation から Cloud Cavitation への移行期

(日本造船学会1971年11月第2回船用プロペラに関するシンポジウム谷林英毅氏の論文からとる)

図5・13 空洞の3相

5.4.3 空洞現象に関する相似則と空洞試験水槽

プロペラの性能に関する相似則は、形状の幾何学的相似と、没水体の水力学的相似性とが成立すればよいので、相似形プロペラ間では、 K_r 及び K_Q は $J = \frac{v_a}{nD}$ の不変関数で表現することができる。ところが空洞現象は

$$\text{空洞数 } \sigma = \frac{p_0 - e}{q} \quad \text{前掲} \quad (5.21)$$

に支配される。

$$p_0 - e = p_a - e + \gamma I$$

$$q = \frac{1}{2} \rho v^2$$

であるから、模型と船との尺度比 $\frac{L}{L'} = \alpha$

とすれば $I = 1.025 \alpha I' = \alpha I'$ $v^2 = \alpha v'^2$ であるから

$$\frac{p_a - e}{v^2} = \frac{p_a - e}{\alpha v'^2}$$

とせねばならない。 $p_a - e$ は不変物理量であるが、これを $\frac{1}{\alpha}$ に下げて、 σ を所定値の相似数値に合わせるためには、試験水槽を気密に造り、真空ポンプで、圧力を下げるようにせねばならない。プロペラの空洞試験水槽 (Propeller cavitation tunnel) はこのように造られ、自由に圧力の調整ができる一種の堅型回流水槽で、模型プロペラを測定位置で回転させ、水流の速度はポンプにより自由に調節されるようになっている。計測設備には、プロペラの回転、水流速度はもとより、推力及びトルクの正確な記録装置が備えられていて、のぞき窓も設けられ、プロペラや水流を詳細に観察できるように、ストロボ装置の投光、直視、撮影等の諸機能が完備してい

る。図5.14に、空洞試験水槽の一例をしめす。

5.4.4 空洞理論の概要

前述のように、プロペラ翼の一部分の圧力低下 Δp が $p_0 - e$ 即ち、空洞数 $\frac{p_0 - e}{q} = \sigma$ が、局部圧力低下係数 $\Delta p / q$ 近くまで低下すれば、水は常温沸騰を始め空洞現象を発生する。そのため、回転が急激に増加しトルク及び推力の増加が止る。この急増回転を、限界回転又は危険回転 (Critical R. P. M) として空洞判定の目安とすることがある。前述の通り、空洞が進展すれば、著しくプロペラの性能を落すばかりでなく、種々の害毒を及ぼすので、計画時において、空洞発生の予防を考慮しておかねばならない。

渦理論においては、翼のスパン上に循環の分布 (だ円分布) を仮定し、諸計算をすすめ、設計過程において、空洞を生ぜぬ条件として、空洞の発生し易い部分 (0.7 ~ 0.9 R 附近) の翼断面プロファイルの圧力低下が $p_0 - e$ 以下に納まるようにキャンパー比 (t/l) を定めるのである。翼型プロファイルの圧力低下係数の発表されている主な文献には、Gutche, Schoenherr, Walchner, 伊藤達郎 (船研) や中島康吉 (日本造船協会論文集92号) 等が挙げられる。

空洞判定の対象翼プロファイルには、通常 0.8R の断面がとられるが、このあたりの断面形状は、円弧背面の弓型エーロフォイルに近い形をしている。図5.15に、円弧背面翼の最低圧力を、揚力係数 (C_a) 及び幅厚比 (t/l) の関数として表現してあるグッチェの図表をしめす。

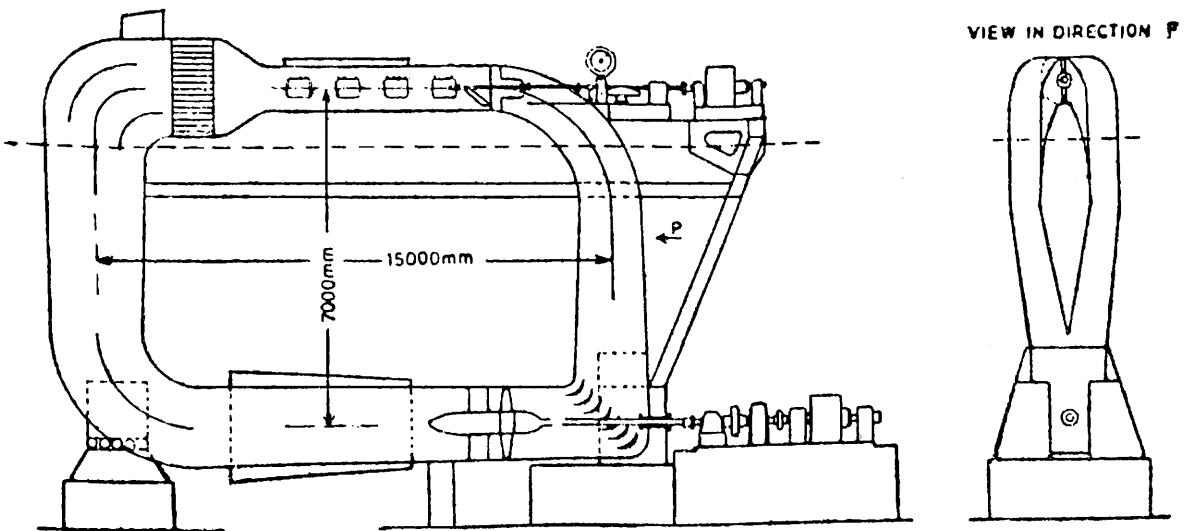


図5.14 オランダ・ワーゲニンゲンの空洞水槽

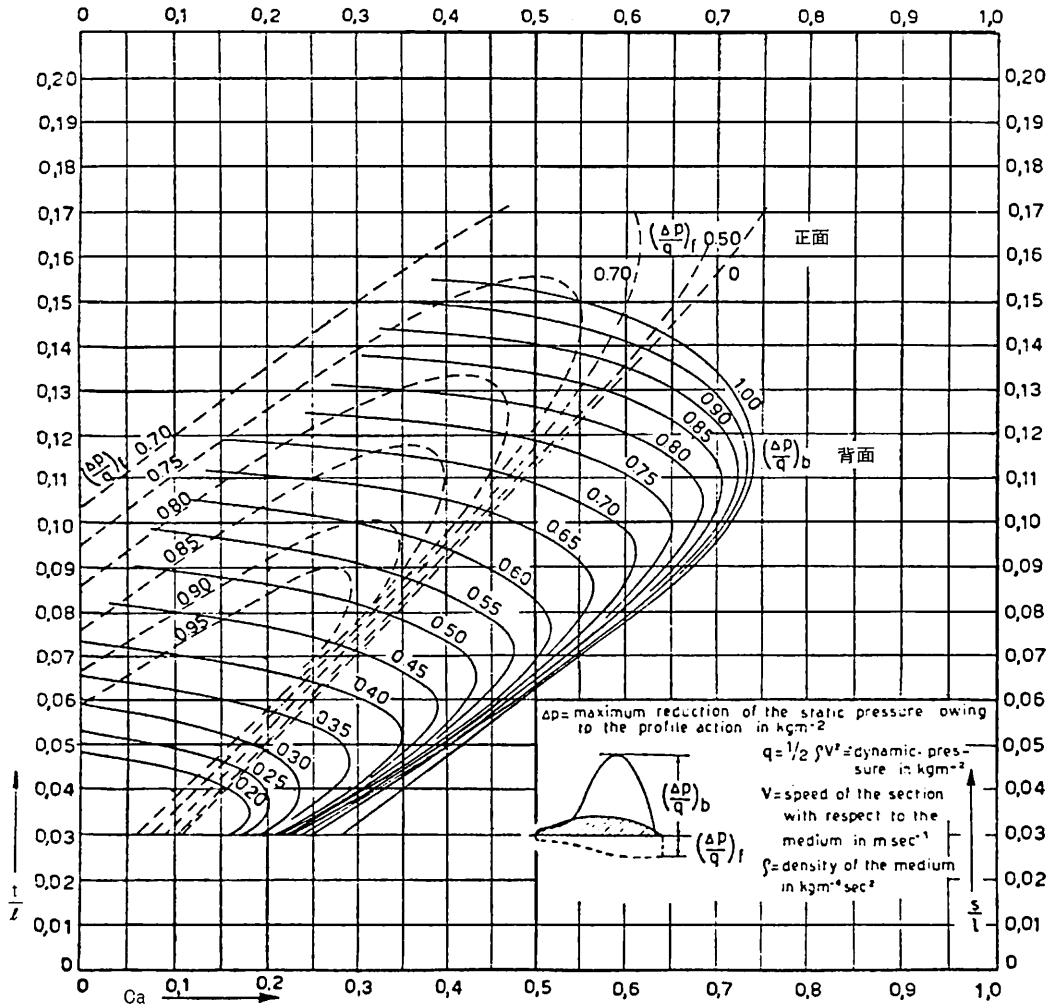


図5.15 Gutsche による円弧背面翼の最低圧力図表

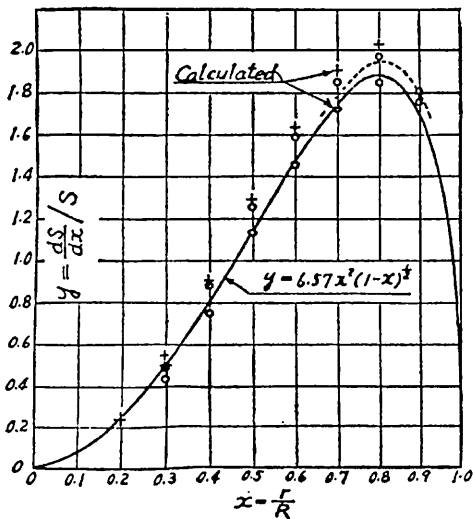


図5.16 推力密度分布図

渦理論計算では、循環分布が仮定され C_a は定まっている。理論計算でもとめられた推力分布の有様を調べるために

- $r/R = x$ 比半径
- ds/dy 推力の局部密度
- S/R 推力の半径平均密度

とし、

$$y = \frac{ds}{dy} / \frac{S}{R} = \frac{1}{S} \frac{ds}{dx}$$

を

$$x = r/R$$

の関数として、図5.16の無次元図表を得た。図中プロットは、実計算例で、実線は近似実験式

$$y = 6.57x^2(1-x)^2$$

で、係数は

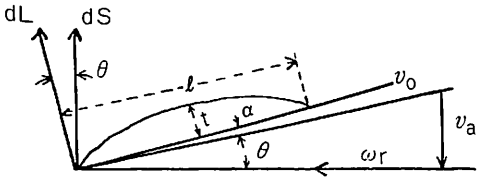


図5・17 半径 r における翼素の作用ベクトル図

$$\int_0^1 y dx = 1$$

になるように定めただけである。

概略計算として、抗力、斜流の影響、伴流の不均等及び翼の相互干渉等を見捨てれば、その作用を近似的に、

図5・17 のベクトル図で表現することができる。

$$\frac{ds}{\frac{1}{2}\rho v_a^2 l dr} = \frac{dL}{\frac{1}{2}\rho v_0^2 \rho l dr} \cdot \cos\theta$$

$$\div C_a \cdot \cos\theta$$

$$\cos\theta = \frac{1}{\sqrt{1 + (J/\pi x)^2}}$$

このようにして局部（例えば0.8R）断面の揚力係数 C_a をもとめ、図5・15のグッチェ図表のような資料を用いて、翼面最低圧力係数が、空洞数 $\sigma = \frac{p_0 - e}{q}$ 以下におさまるように翼幅及び幅厚比を定め、展開面積を決定するのである。

理論計算は、きわめて複雑で面倒であるから、一般実用的には行なわれていない。精密な計算を行ってもあまり効果がないので、キャビテーションチャートを使用する簡略計算法が広く行われている。その内最も合理的で、近代理論に基礎を置いた、バリル (Burrill) のキャ

ビテーションチャートを紹介し、著者がこれを使用しやすいように書き改めたものについて講述することにした。

図5・18は、バリルのキャビテーションチャートを、原著から写したものである。同図は、0.8Rの断面を対象にとり

$$\frac{T/A_p}{q}$$

を

$$\sigma = p_0/q \tag{5.24}$$

$$\text{但し } p_0 = p_a - e + \gamma I$$

$$q_{0.8} = \frac{1}{2}\rho[v_a^2 + (0.8\pi nD)^2]$$

$$= \frac{1}{2}\rho[v_a^2 + 6.317n^2D^2]$$

の関数として表現している。この図表を仔細に見れば、明らかにピッチ比 p をパラメーターとして変化していることに気付くであろう。我々が最終的にもとめる面積は展開面積であるから、試みにテイラーの式

$$A_p = 1.067 - 0.229p \tag{5.25}$$

を用いて、同図を T/qA_e の表現に書き替えれば、図5・19を得る。図を見れば、 T/qA_e の曲線は $P=0.5$ を除けば、大体において1本の線で表現できるとみてよい。バリルは、 T/qA_p の曲線に、意味のはっきりしない upper limit, lower limit を設けているが、これは、ピッチ比 p の限界のようである。しかし T/qA_e の表現に改めれば、限界の設定は無用となる。即ち、 T/qA_e は σ だけの単一関数で表現できるので、きわめて都合がよい。このことについては、理論的根拠は、はっきりしない

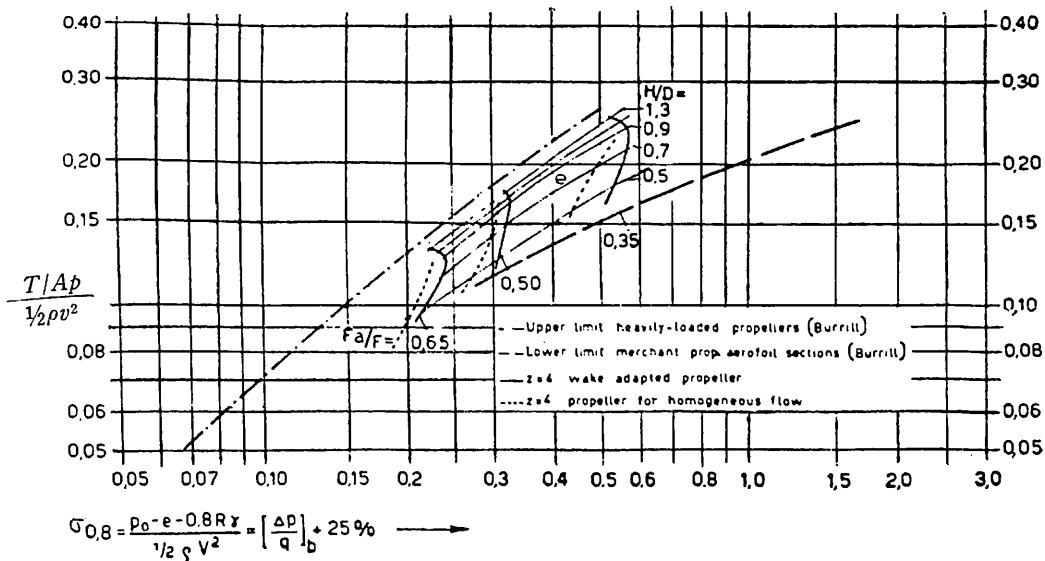


図5・18 4翼プロペラに対する空洞図表（渦理論による計算に基づく）

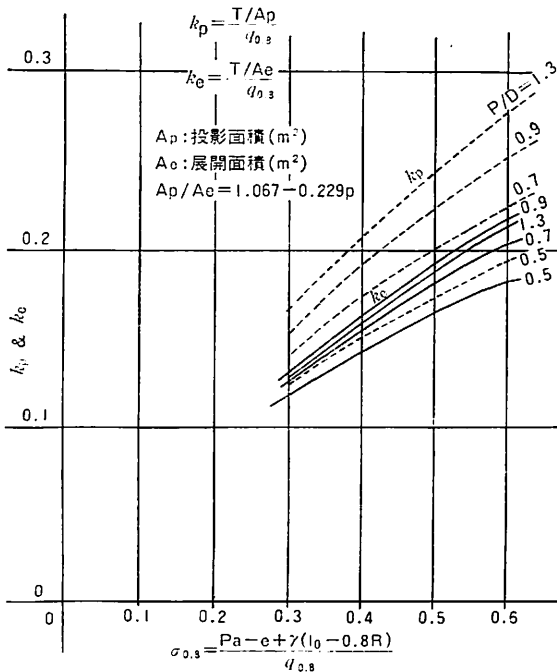


図5-19 バリルの空洞図表を T/qAe 表現に書きかえる

が、バリルの図表が事実をしめしているのである。

5.4.5 実用空洞判定図表

原著の算式は、理論式で実用計算には、無駄な手間が多いのである。例えば、無次元表示の T/qAp にしてもこれを σ で除せば

$$\frac{T}{qAp} / \sigma = \frac{T/Ap}{p_0 - e}$$

の無次元表示にかえただけでも簡素になる。

次にバリルの算式の簡素化を試みてみよう。

(1) 静圧

p_a = 大気圧, e = 蒸気圧

$$i = \text{軸中心の没水深度} = \frac{Ic}{D}$$

0.8Rにおける翼素の最低静圧 $p_0 = p_a + (i - 0.4)\gamma D$

バリルは $p_a - e = 10,000 \text{ kgm}^{-2}$ としているので

$\gamma = 1,025 \text{ kgm}^{-3}$ として

$$(p_0 - e)_{0.8} = 10,000 + \frac{D}{9.76} (i - 0.4) \quad (5.26)$$

通常, i は満載状態で0.8~1.0であるが, 中小型船では, γIc は p_a に比べ僅少であるから一律に $i = 0.9$ 位と仮定し

$$(p_0 - e)_{0.8} = 10,000 \left[1 + \frac{D}{20} \right] \quad (5.27)$$

但し D = プロペラ直径(m)で $D = 2,000 \text{ mm}$ 以下

の小型プロペラの場合は $\frac{D}{20}$ は無視してよい。

とすることができる。

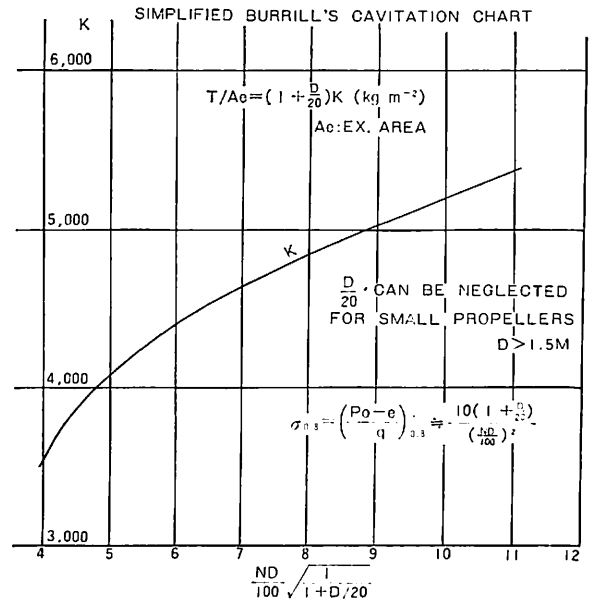


図5-20 バリル伊藤キャビテーションチャート

(2) q の計算

$$q_{0.8} = \frac{1}{2} \rho v_{0.8}^2 = \frac{1}{2} \rho (v_a^2 + 6.317n^2 D^2) \text{ 前掲} \quad (5.24)$$

これを *knot*, *RPM* の表現に書きかえれば

$$\begin{aligned} q_{0.8} &= 52.25 \left[\frac{0.264}{\delta^2} + \frac{6.317}{3600} \right] N^2 D^2 \\ &= \left[\frac{13.8}{\delta^2} + 0.09168 \right] N^2 D^2 \\ &= KN^2 D^2 \end{aligned} \quad (5.28)$$

K は, 概略

δ	30	50	100
K	0.107	0.097	0.093

となり, $K \approx 1/10$

としてよい。従って, 式 (5.28) は, 近似的に

$$q_{0.8} \approx \frac{N^2 D^2}{10} \quad (5.29)$$

とすることができる。

(3) 実用空洞判定図表

図5-19のピッチ比 $p = 0.9$ をもって, $k_e = T/qAe$ 特性を代表させることとし, 5.28及び5.29の両式を用いて空洞判定図表を作った。即ち

$$\begin{aligned} \sigma_{0.8} &= \frac{10,000 [1 + D/20]}{N^2 D^2 / 10} \\ &= \frac{10 [1 + D/20]}{(ND/100)^2} \end{aligned} \quad (5.30)$$

と計算しやすいように書きかえ, σ の代わりに $ND/100$ を用い, 空洞発生限界推力密度を, 展開面積の 推力密度

T/Ae で表現し、図5・20を得た。図中 $(1+D/20)K$ とあるのは、

$$\frac{T}{Ae} = \frac{T/qAe}{\sigma} (p_0 - e)$$

から導かれたものである。 T/Ap の表現は、ピッチ比により変化する(バルル自身もそのように書いている)が、 T/Ae はピッチ比による変化が小さく、しかも直接展開面積を与えるので、実際運用に都合がよい。本図は、原著の $p = 0.9 \sim 1.3$ の平均値を、実船に適する低 σ へ外挿延長して作成したものである。

式中 $D/20$ とあるのは、式5・27から出たもので、プロペラ軸没水深度 $Ic/D = 0.9$ と仮定した場合の、深度(インマージョン)修正量であるが、中小型船では、 $p_0 - e$ に比べ、インマージョンの影響は、きわめて小さいので、考慮に入れるか、入れないかの程度で考え、取捨すればよい。直径 1.5 m 以下の小型プロペラの場合は $D/20$ は無視してよしい。

例題 5・3 図 5・20 を用いたキャピテーション計算例

(1) 提供資料

油槽船 47.2m × 9.2m

主機出力：670ps

プロペラ回転：365 R P M

プロペラ：AU型4翼展開面積比 $\alpha_E = 0.507$

$D = 1,780\text{mm}$ $P = 1080$ $p = 0.607$

$V_s(kt)$	$V_a(kt)$	推力 T	Ic/D
11.8	8.0	5,330kg	1.087

(2) 計算

$$1 + D/20 \quad ND/100 \quad ND/100 \cdot \sqrt{\frac{1}{1 + D/20}} \rightarrow K$$

1.089 6.497 6.226 4.460

$$T/Ae = 4.460 \times (1 + D/20) = 4857$$

$$\alpha_E = \frac{T}{T/Ae \cdot \pi/4 D^2} = \frac{5330}{4.460 \times \pi/4 \times 1.78^2} = 0.480$$

提供値 $\alpha_E = 0.507$ は適当である。

以上のように、計算はきわめて簡単である。

$D/20$ を無視した場合には $T/Ae = 4,520$ となるので $\alpha_E = 0.515$ となる。

(3) 空洞発生防止のための翼面積算定法に関する注意事項

大型船で、模型水槽試験が施行せられ、プロペラ翼周辺の水流の様子が、判明している場合には、水力学的理論を応用し、いわゆる shock free entry の断面形状や入射角を決定する計画法があるが、これには高度の基礎知識を必要とし、且つ中小型船には応用できないの

で、本書ではふれないことにした。要するに、プロペラに発生する空洞現象を防止するには、翼面積を充分の広さにとり、単位面積当りの推力をある限度以内におさめることである。この推力密度の限界値の近似実験式が多くの人により発表されているが、理論的根拠が薄かったり、計算が複雑なものが多いのである。

なおまた、キャピテーションの発生は、推力密度の超過以外に、複雑な水流の状態の影響も大きいので、完全な防止計算法はないものと言わねばならない。従って、現在行われている翼面積の計算式は、概算式にすぎないのであるから、算式は簡単な程宜しい。実用的には無次元表示は、計算が面倒であるから、各自が工夫して使用しやすいように、算式やグラフに書きかえることを推奨する。著者には、バルルの計算法が理論的にも、実用的にも、最もすぐれていると思われるので、これを採用することにし、前述のように簡略化したのである。図5・20がその最終グラフである。

図5・20の使用上の注意を、重複するが大切なことから再記しておく。

- (a) 同図は、安全側に簡略化してあるので、原著からもとめた面積より若干大きな面積を与える。
- (b) 中小型船では、インマージョンの影響は、大気圧に比べ僅少であるのと、載貨やトリムの状態で、たえず変化するのので、唯考慮に入れるか入れないかの程度に考えておけばよい。インマージョンを考慮に入れない場合は $D/20$ の項を 0 とする。小型プロペラ ($D < 1,500\text{mm}$) では $D/20$ は無視してよしい。
- (c) 限界回転数(危険回転)は、展開面積の平方根に比例すると考えられる。

例題 5・3 において

計算値 $N = 365$ に対し $\alpha_E = 0.48$

装着プロペラは $\alpha_E = 0.507$ であるから

$$\text{危険回転 } N_c = 365 \times \sqrt{\frac{0.507}{0.48}} = 385 \text{ R P M}$$

6 % margin

となる。

どの計算法を使用するにしても、各自実船での経験実データに照合して、精度を確かめておかねばならない。

筆者は、図4・20を、永年使用して、大きな誤りを生じていないことを付記しておく。

誤植訂正 本誌29巻11月号「実用船舶推進論」中、間違いがあり、下記のように訂正しお詫びいたします。

附図 3 P. 90 NAU 3-35 → AU 3-35, 同 P. 91 NAU 3-50 → AU 3-50, 同 P. 92 GAUN → GAWN

瀬戸内海客船の歴史(1)

埴 友 雄

まえがき

緑の島島の間を縫って、滑るように走る純白とソフトグリーンのツートンカラーの客船、均整のとれた優美なスタイルは瀬戸内海の風景とよくマッチする。内海を東西に縦走し、阪神と四国、九州を結ぶ海の幹線といわれる別府航路の定期観光便は今日も健在である。近年は世のフェリー化、大型化の波に押されて目立たない存在になり果てたが、かつての公害が少なく、内海の水も綺麗であったよき時代は海の女王であった。現状では客船の運航は企業的に苦しく、これに代って、船内の大部分に採算性の面から大型トラックを積載し、客室は小さくなって車庫の上方を間借りしているような大型フェリーが急増した。けれども、別府航路の客船は小型ながら、独自のすぐれた性能、設備と個性的な外観を有し、明治の初期から内航海運の担い手として活躍し、西日本の地域開発の役割を果し、造船技術の面においてもパイオニア的な存在であった。その歩みを当初の木造船時代から数えると100年に及ぶものである。現在、海運、造船界は不況下にあり、しかも本四国架橋完成の暁は西日本の交通体形は大幅に塗り替えられるであろう。したがって、瀬戸内海輸送の今後の新しい形態についての明確な姿は現状では望めない。しかしながら、世界に類例のないすぐれた立地条件をもつ瀬戸内海はその歴史が示すようにやはり交通の要路として存続するはずであり、それが自然と人間の関係を融合させる摂理であろう。また次のような夢も描きたくなる。経済成長のひずみによって破壊された環境の整備が進むにつれ、汚れた内海の水も昔の清澄さを取り戻し、世の正常化とともに、無秩序な開発に追われ人々から忘れ去られていた緑の島島の名勝、旧跡は世の脚光を浴びるようになり、それらを結んで優美な瀬戸内海自体を楽しむための客船が登場するであろう。それはもうフェリーのように交通船として輸送力を競うものでなく、瀬戸内海の自然と文化を心の糧とするためのレクリエーションを演出する役割を果す豪華な客船で、これまでの客船のイメージからスタートするもので

はない。たとえば船尾のスキッドウェイから救命艇ならぬ釣舟やヨット等を発着させ収納するレジャー母船であり、阪神から巡航するための機動性をうるために相当な高速力を有するが、それは目的地へ旅客を寿司づめの状態であくせくと運ぶ定期船ではない。そして、現在の船が、おろそかにしている騒音、振動、排気ガス等の悩みとは無縁である静かなインランドクルーズのリゾートシップである。その船には交通船として発達してきた現在までの客船の技術がさらに洗練されて生かされるであろう。生き延ぶことが優先の現状の経済情勢では、これは単なる夢物語に過ぎないが、環境の美しさを受するのが人間の本性ならば、いつの日か誰かが勇氣をもってこの夢を実現し、人々が共鳴し、企業的にも繁栄をもたらす方向に進む日がくるのを期待したいものである。行きづまった船舶の将来の進歩のために、人間と船舶のふれ合いが再び活発になることを願って、ここに瀬戸内海客船の歴史をふり返り、その技術の足跡を回顧するのも、また意義があろうと考える。よって忘れ去ろうとする記憶を呼び戻し回想をとりまとめる。多少断片的になることをお許しいただきたい。なお、掲載の写真は本文の意図を知られた客船愛好家、宮崎光雄氏のご好意による寄贈と関西汽船会社の提供である。

瀬戸内海客船 100 年の変遷

1. はじめに

九州、四国と本州によって囲まれた東西約230哩にわたる細長い水域は、大小無数の島々と沿岸の一府十県にわたる海岸線が重なりあって世界にもまれなスケールの大きい内海を形成している。島々は火山活動によって生じた花崗岩や安山岩などからできているために複雑な形状をなし、清澄な水とあいまってすぐれた景観を呈している。その間を縫うように多数の航路が発達し、大昔からこの水路を利用して沿岸の文明が発達してきたものである。したがって沿岸各地に豊富な史跡が残っていることは日本史をひもとくまでもなく明らかである。本号で

はこの瀬戸内海航路の幹線といわれる阪神／別府航路を中心に、明治の初期から急速に発達した近代客船の歴史を回顧し、その概要をご紹介します。

2. 戦前の瀬戸内海客船 (写真1～13参照)

2.1 四国線、山陽線の誕生

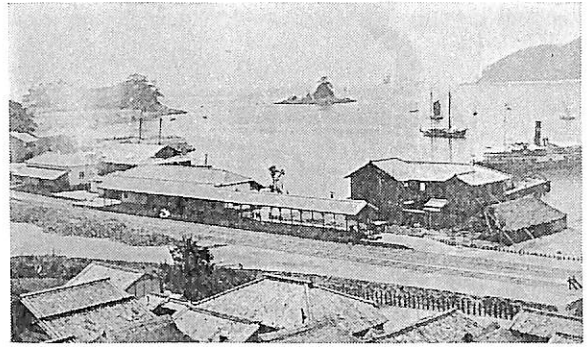
内海海運の歴史は古く、中でも大阪を中心とした瀬戸内海航路の舟便は最も古い。“天下の貨7分は浪華にあり、浪華の貨7分は舟の中にあり”とうたわれたように、古くから、大阪は出入船で賑わった。幕末から明治初年にかけて、阪神間の汽船による海運は英米商社によって独占される状態であったが、明治4年の廃藩置県後は民間業社の進出が活発となった。明治10年の西南戦役にあたり、瀬戸内海を中心に民間海運業が続出したが、その後の不況に小船主の窮状が甚しくなり、多数の船主を糾合して、大汽船会社を設立する機運が高まった。その結果、明治17年5月大阪商船会社が設立され、同社と摂陽商船、阿波国共同汽船、尼崎汽船、原田商行、大川運輸等は関西汽船同盟を組織して協調した。これが功を奏して、瀬戸内海の内海運は発展し、沿岸地帯の産業文化の開発を促進し、それがまた海運の発展に結びついてゆくことになった。こうしてスタートした瀬戸内海客船は当初は貨客船の形態をとり、同盟各社協調で大阪から四国、山陽に多数の定期船が配船された。その多くは外国で建造された小型木造船であったが、やがて鋼船となり、国産化されるようになった。400～700GTのレシプロ船であった。

2.2 別府航路の誕生

明治45年5月、大阪商船会社は別府温泉の開発を意図して大阪／豊後線を開設し改造船くれない丸(初代)(1,398GT)を登場させた。同船は揚子江で使用されていた船を買収し、設備を改善したものであったが、当時としては破天荒の優秀船として、瀬戸内海航路の女王に君臨し、別府温泉とともに、旅客の賞讃を浴びた。その後、一時門司に延航(大正2年4月～3年5月)されたが、大正3年5月大阪／別府線と改称され、寄港地は阪神、高松、高浜、大分、別府となり名実ともに別府航路が誕生した。大正6年7月～8年1月まで愛媛丸(638GT, 明治36年, 川崎造船所建造)が別府航路に配船され、初代くれない丸とともに2隻が就航した。

2.3 むらさき丸(初代)、くれない丸(2代目)の建造

大正10年10月むらさき丸(初代)(1,598GT, 大阪鉄工所建造)が別府航路船として建造され就航、初代くれない丸は鳴戸丸と改名他航路へ転用された。(鳴戸丸は



明治36年の高浜(松山) 棧橋
まだ別府航路は開設されていなかった

昭和20年9月大阪沖で坐礁し解体された。)大正12年12月改造船屋島丸(946GT)が就航し、むらさき丸と2隻で別府航路日発便が実施された。屋島丸はロンドンのオーストラリアン・ユナイテッド汽船会社から購入されたもので、欧州大戦中英国で建造された40隻の掃海艇の1隻で、客船への改造に多大の苦心が払われた。大正13年9月、新造船くれない丸(2代目)(1,541GT, 大阪鉄工所建造)が竣工し、くれない丸、むらさき丸の2隻で定期便を行なうようになった。くれない丸2代目はディーゼル船で、遊歩甲板の舷側通路はハンドレールの開放式から鋼壁角窓式のプロミナードに改められ、現在の別府航路客船のスタイルの発祥を思わせるものであった。

2.4 山陽線に音戸丸(初のディーゼル客船)建造

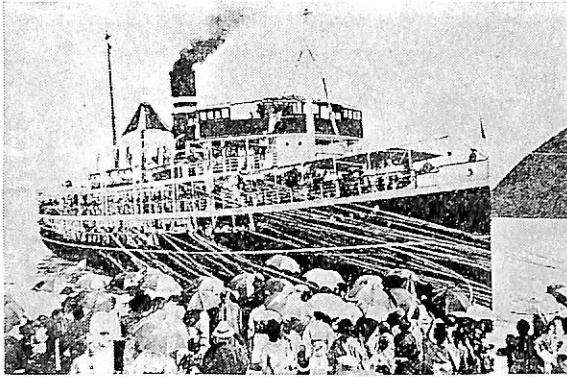
我が国初のディーゼル船は、くれない丸(2代目)竣工にやや先立って建造された音戸丸(688GT, 大正13年, 三菱神戸造船所建造)であった。狭隘な水路を航行できるように設計された優秀船で、姉妹船の早鞆丸は戦後まで生残り、昭和35年1月まで活躍した。

2.5 みどり丸、すみれ丸(初代)の建造

昭和3年12月、ディーゼル旅客船みどり丸(1,725GT)同4年2月姉妹船すみれ丸が三菱神戸造船所で竣工、別府航路に就航し、海の公園を鑑賞するために昼夜2便が実現された。両船の客室配置と船型はくれない丸より一新し、現代の瀬戸内海客船の原型ができあがった。こうしてみどり丸、すみれ丸、くれない丸、むらさき丸、屋島丸の5隻が使用された。

2.6 屋島丸・みどり丸の沈没とにしき丸・こがね丸の建造

昭和8年10月、屋島丸は暴風雨のため神戸須磨沖で沈没し、昭和9年11月、にしき丸(1,907GT, 三菱神戸



開業当時の別府出帆風景

造船所建造)が就航した。

みどり丸は昭和10年7月、不幸にも小豆島地蔵崎沖で濃霧のため貨物船と衝突沈没し、再び惨事を招いたが、その代船として、昭和11年8月こがね丸(1,906GT、三菱神戸造船所建造)が新造され、これにより別府航路は海の幹線として不動のものとなった。この両船は戦後復興期から昭和45年まで30数年間、第一線で活躍し続けたのである。

2.7 戦時中の別府航路

昭和12年、日華事変が勃発し、その後戦禍は日を追って拡大し、物資の窮乏はいよいよきびしく、当時国内体制はすべて国家目的遂行のために、総力の結集を図ることが必要となった。内海海運各社でも企業組織の強化のため一元化への機運が醸成され、昭和16年8月、大阪商船、摂陽商船、阿波国共同汽船、宇和島運輸、土佐商船の5社は協同会組織をつくっていたが、尼崎汽船、住友鉱業の2社を加え、昭和17年5月関西汽船会社が設立され、瀬戸内海海運が一元化された。しかし、創立直前、戦時海運管理令のもとに船舶運営会が発足していたので、運航は同会の手によだねられた。しかし、戦局の悪化とともに、こがね丸、にしき丸、すみれ丸、くれない丸等の主力船は相ついで、軍に徴用され、残存船隊で辛うじて運航は維持されたが、日を追って旅客も減少した。昭和18年3月以降は京都別府を航路名とすることが、遊覧船のような印象を与え、時局下にふさわしくないとの配慮から、大阪/別府航路の名称は阪神/九州線に改称されるという一幕もあった。やがて燃料と船舶の不足から、ローカル航路から順次休航せざるをえなくなり、昭和20年を迎えてからは内海には米軍機による機雷投下が頻々と行なわれ、昭和20年5月2日をもって瀬戸内海貨客船の運航は全面的に休止されるに至った。

3. 戦後復興期(第1期) (写真14~16参照)

3.1 終戦直後の混乱

昭和20年8月1日呉軍港を出港した軍用船にしき丸は柳井港を基地として、連日、対潜訓練に励んでいた。米軍の本土進攻を間近と予想しての猛訓練であった。こうして8月15日の終戦を瀬戸内海海上で迎えた。呉に帰港した同船は他船よりも早く徴用解除となり、はやくも8月24日大阪天保山棧橋に着着した。荒廃とした大阪港に入港した客船の姿は白鷺が舞い降りたように美しかったといわれる。他の別府航路の主力船もくれない丸を除いて無事であり順次帰着した。くれない丸は比島レガスピー沖で空爆により喪失されていた。

終戦とともに、わが国は連合国軍の占領下におかれ、瀬戸内海客船もSCAJAP(日本船舶管理局、昭和20年10月設立)の管理にゆだねられた。各船は9月15日より当局の指示に従い、終戦直後の緊急貨客輸送に当たったが、掃海の進捗不十分のため、相次いで2隻の遭難が発生した。室戸丸(1,257GT、別府航路再開第1船、10月7日、大阪桜島沖)、華城丸(383GT、高松行臨時便、10月13日、神戸駒ヶ森沖)が触雷沈没し、多数の犠牲者を出すという不幸な結果となった。こうして終戦直後の混乱はなお続いたが、昭和21年4月各船の国家使用が解除され、関西汽船会社が自営するようになった。旅客の移動は頻繁となり、船腹不足、燃料事情悪化のもと、なお浮遊する機雷の危険を犯して運航が続けられた。戦災により麻痺した陸上の輸送を補ない、国内輸送力不足を緩和するためであった。

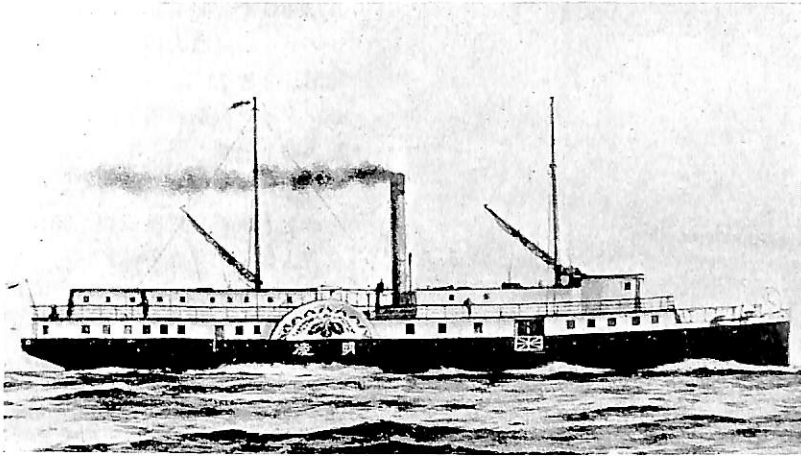
3.2 別府航路の復活

昭和22年1月から6カ月間、国内輸送力の不足を緩和するため、海の山陽線が設けられ、むらさき丸、那智丸(1,605GT、大正10年9月阪神/勝浦航路用に建造)が阪神/小倉に就航したが、昭和22年8月から、むらさき丸は別府航路に復帰し、日発便が再開された。にしき丸、こがね丸、すみれ丸、むらさき丸の4隻のうち、こがね丸は昭和21年10月から復員輸送のため再徴用され、昭和24年10月返船されるまで不在となった。すみれ丸は終戦時、海外にあり、復員輸送で内地帰着後用船解除となり、別府航路に就航していたが、ことが発覚、昭和25年オランダ政府に接收された。

3.3 るり丸、あけぼの丸、あかね丸、さくら丸等の新造船の建造

こういう状況のもとで、GHQは国内輸送秩序の回復を図り、民生を安定させるために、海運による貨客輸送の整備が必要であると判断し、昭和21年10月、28隻、

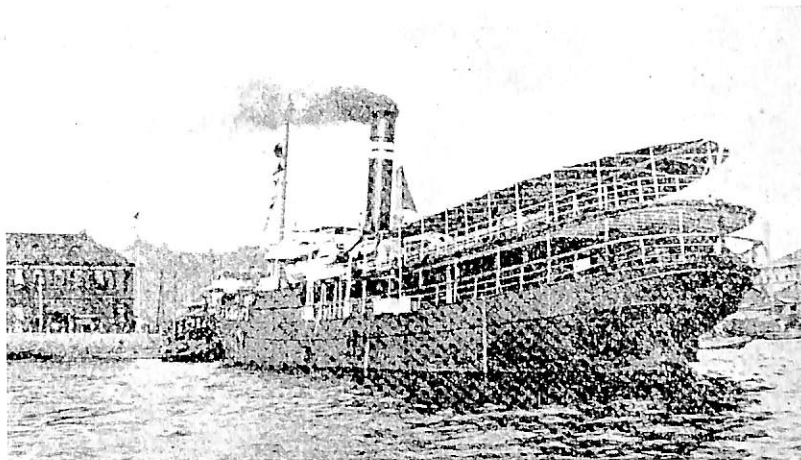
瀬戸内海客船の歴史



260 G T 明治10年建造 木造外輪船
明治31年解体 瀬戸内海客船の元祖

写真1

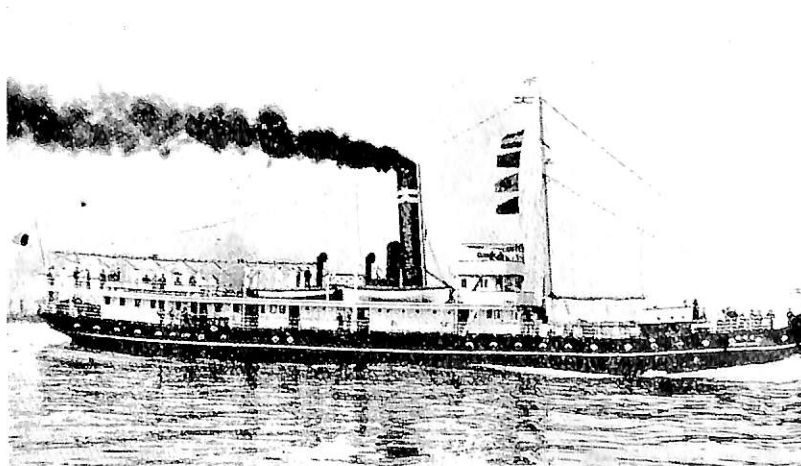
明凌丸



651 G T 明治27年 大阪鉄工所建造
戦後まで生残り, 昭和27年解体

写真2

大井川丸



638 G T 明治36年 川崎造船所建造
大正6年7月～8年1月, 別府航路の
パイオニアとして初代くれない丸と
ともに就航した。

写真3

愛媛丸

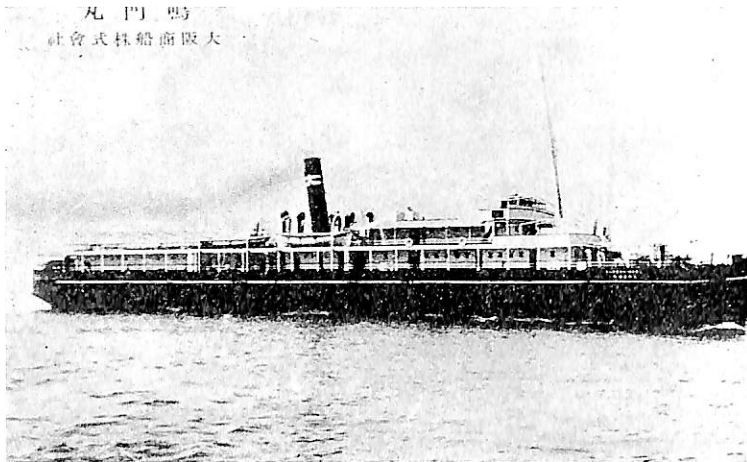


写真4 **くれない丸（初代）**（後に鳴戸丸と改名）

1,398GT 明治38年建造 主機レシプロ 最高速力10.9ノット 1等28名, 2等73名, 3等402名 明治45年ドイツ汽船の揚子江客船美順を輸入の上改装したもの。大正13年2代目くれない丸建造に伴ない鳴戸丸と改名された。終戦直後, 昭和20年9月大阪沖で坐礁解体。

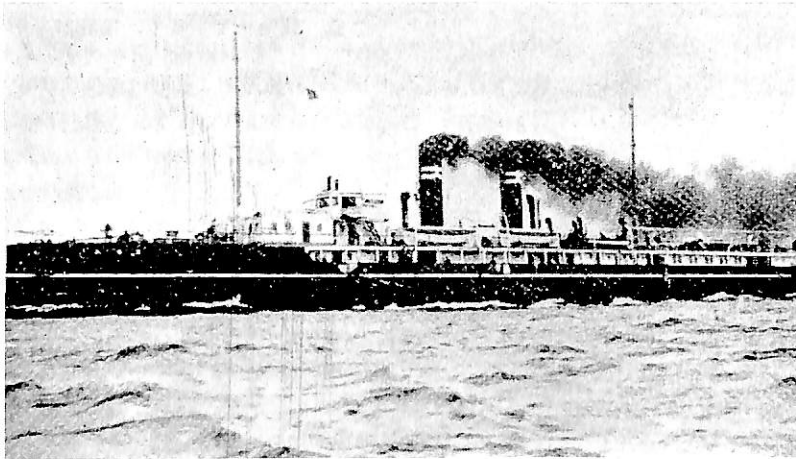


写真5 **屋島丸**

947GT 大正4年 欧州大戦のため英国で建造された掃海艇のランピア号の改造, 輸入され, 苦心して客船に改造された。大正12年12月, 別府航路に就航し, くれない丸(2代目)ができてから大阪/今治間を走った。昭和8年暴風雨のため神戸須磨沖で沈没, 写真のように2本煙突の型破りの船であった。その後修復され(1本煙突になった)こうせい丸と改名され, 伊豆/大島航路に就航した。

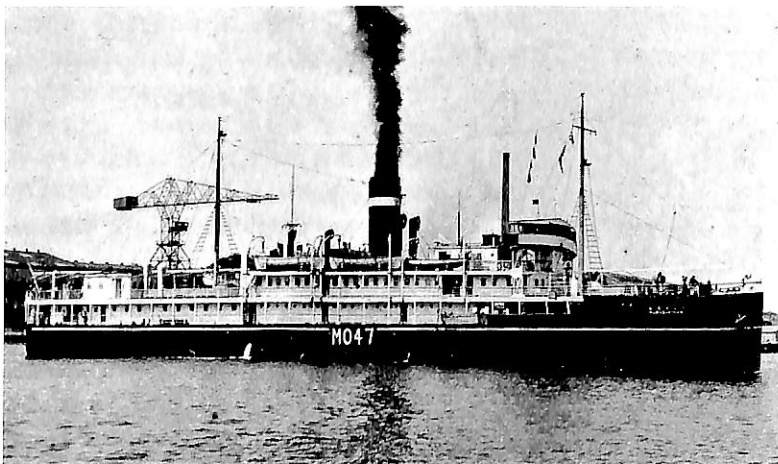


写真6 **むらさき丸（初代）**（佐々木三之助撮影）

1,598GT 大正10年 大阪鉄工所建造 主機レシプロ 航海速力12ノット 1等26名, 2等131名, 3等387名 昭和25年解体まで別府航路の開拓者として永年活躍した。

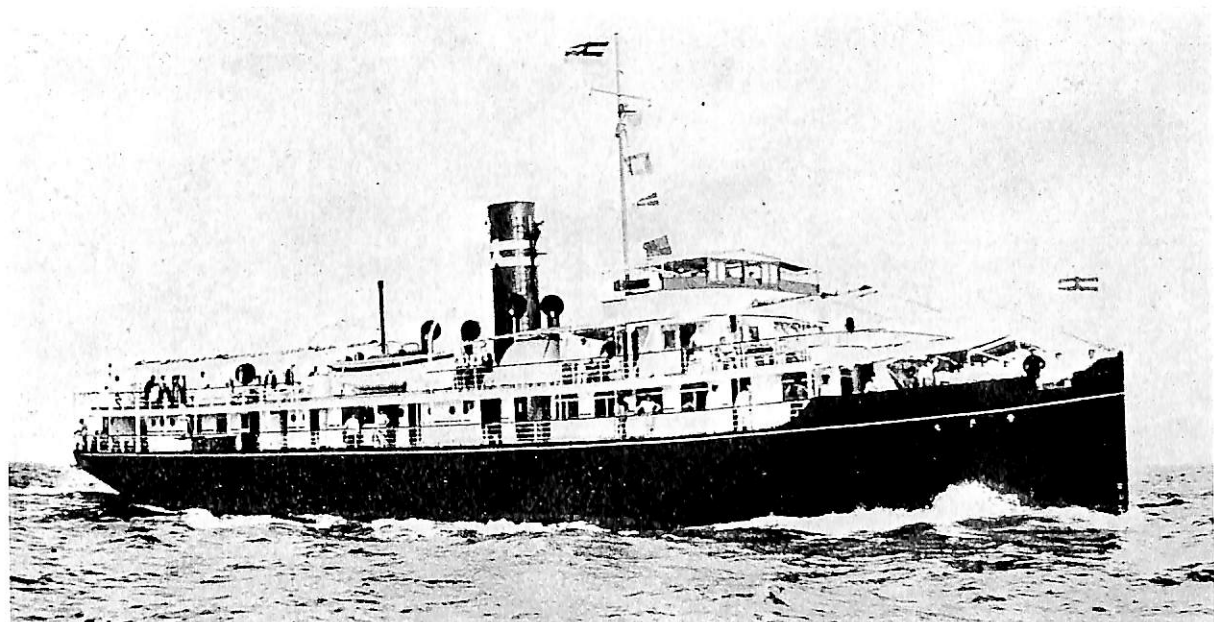


写真7

音戸丸

688GT 大正13年 三菱神戸造船所建造 我が国初のディーゼル船、航海速力10ノット 旅客370名 大阪／山陽線に就航、姉妹船の早鞆丸は戦後まで生残り、昭和35年解体。

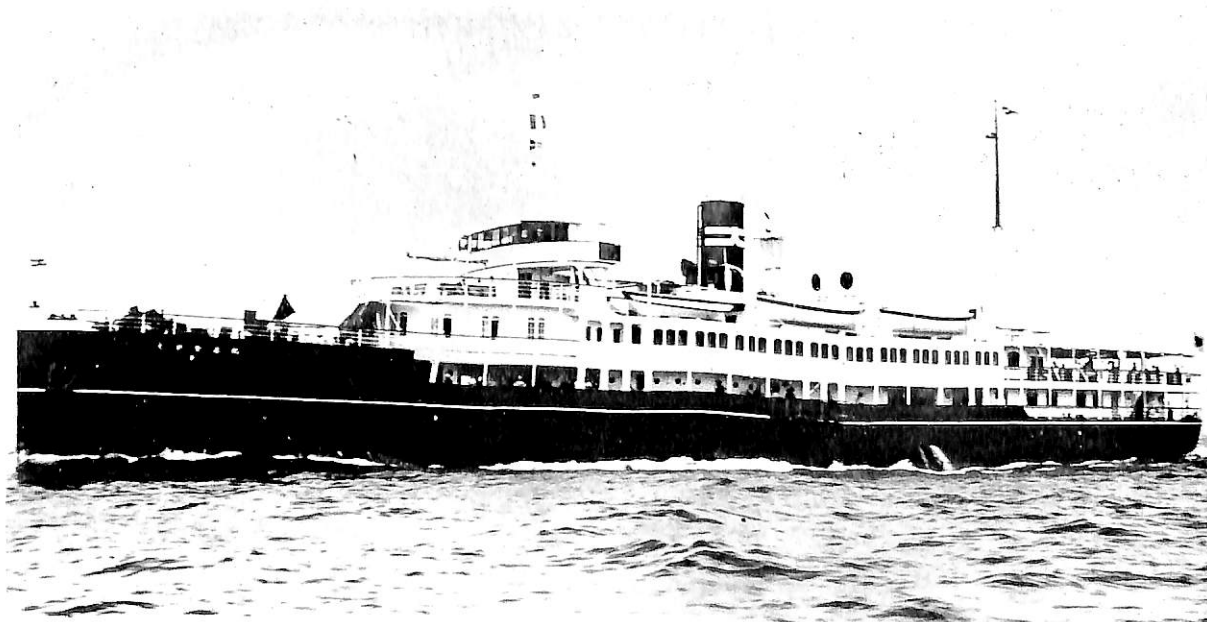


写真8

くれない丸（2代目）

1,541GT 大正13年 大阪鉄工所建造 ディーゼル船 航海速力12ノット 1等33名、2等106名 3等450名。瀬戸内海客船の基本的パターンが整いつつある昭和19年フィリピン沖で空爆により喪失。

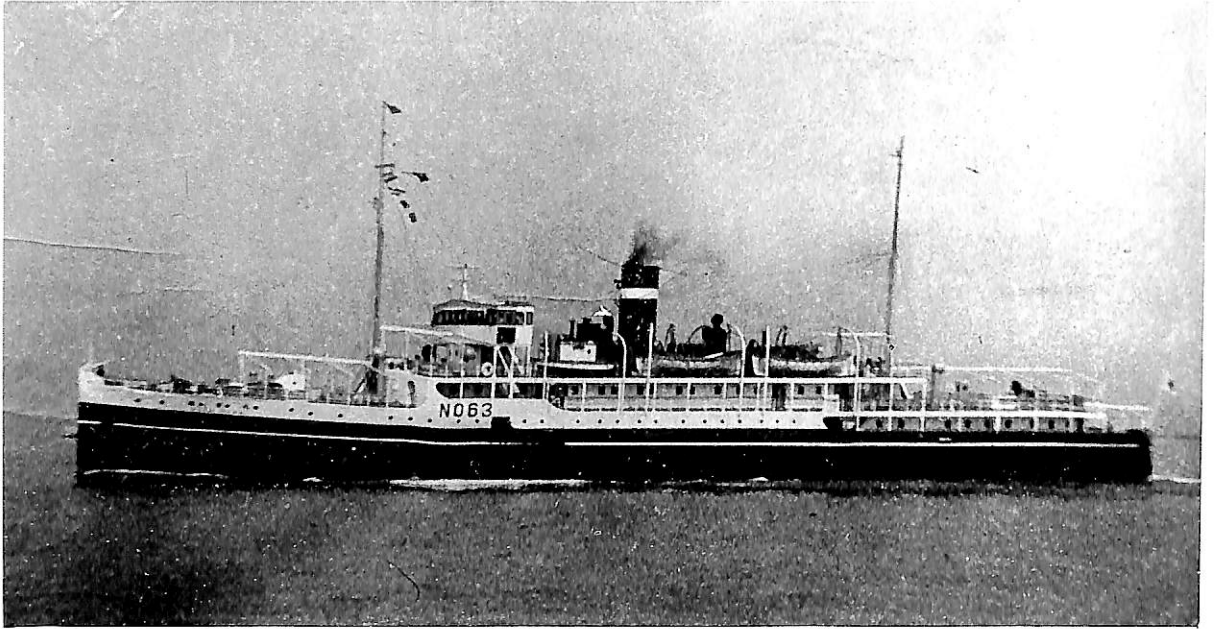


写真9

那智丸

1,605GT 大正15年 三菱神戸造船所建造 その名の示すごとく大阪／勝浦航路船としてつくられたわけだが、同航路が業績不振で廃止されてから、別府航路ほかに就航した。終戦直後は山陽線に、その後は高知航路等に配船された。昭和29年近海貨客船に改造され沖縄航路船となった。昭和35年解体。

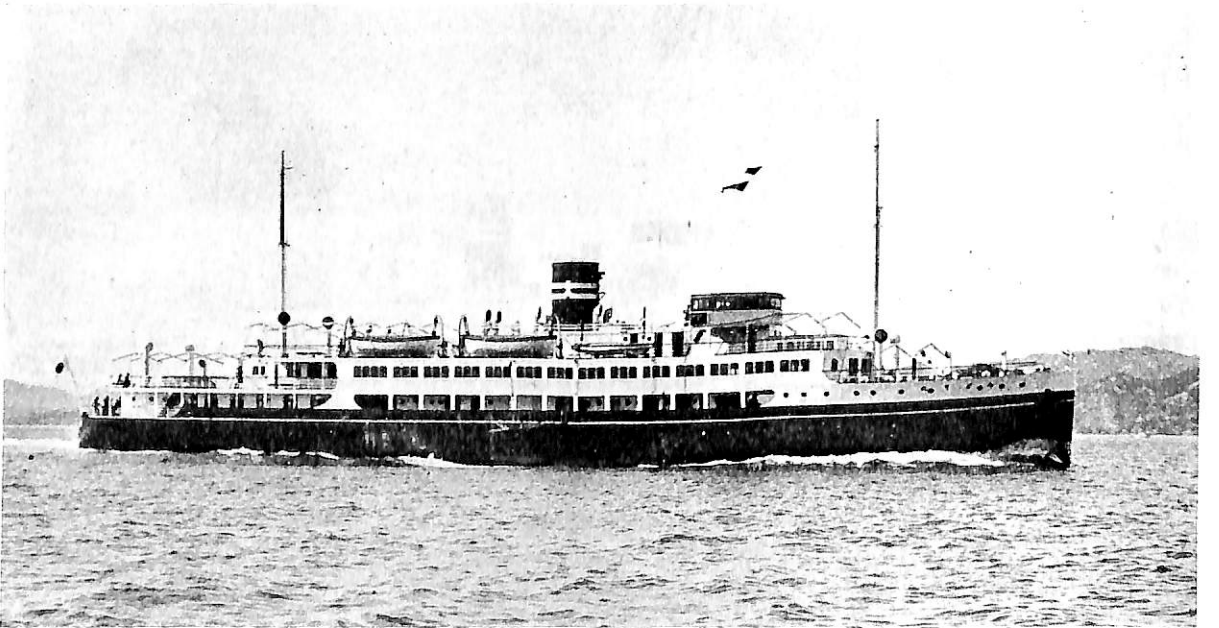


写真10

みどり丸

1,725GT 昭和3年 三菱神戸造船所建造 姉妹船にすみれ丸がある。昭和10年7月3日、午前1時小豆島地藏崎沖で濃霧のため大連汽船の貨物船千山丸と衝突し沈没した。多くの犠牲者をだし、客船の安全対策に大きな影響を与えた。

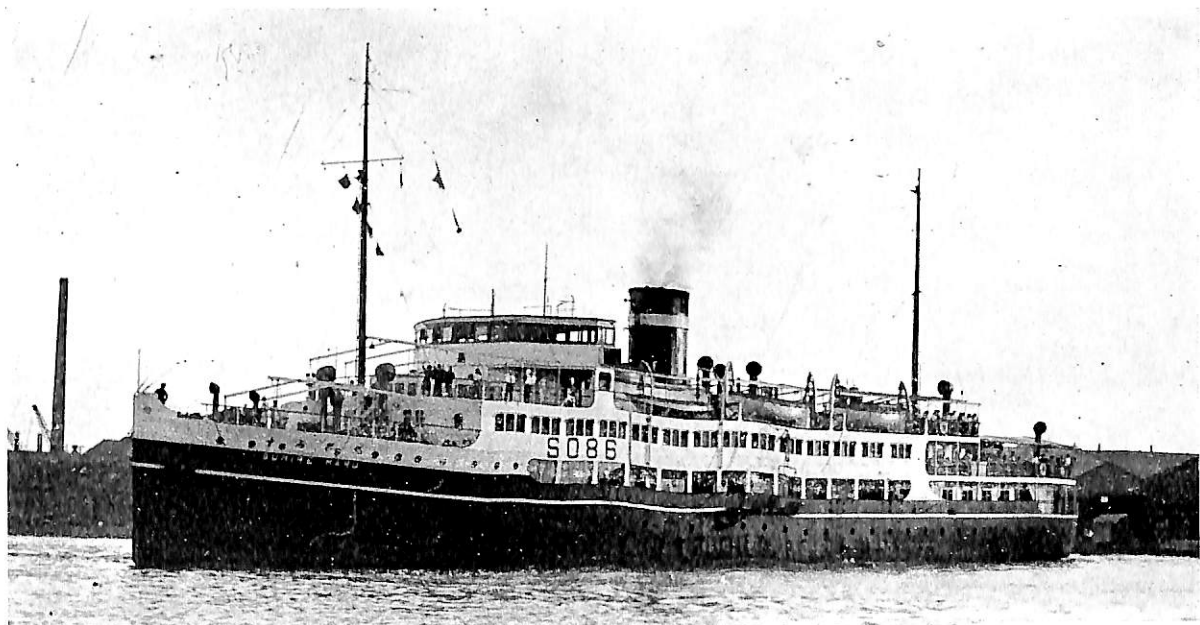


写真11

すみれ丸（初代）

（佐々木三之助撮影）

1,730GT 大正4年 三菱神戸造船所建造 ディーゼル船 航海速力14ノット 1等46名,
2等133名, 3等491名 現在の別府航路客船の原型となった。戦後, 一時別府航路にカムバック
したが, 昭和25年GHQの指令によりオランダに接収された。

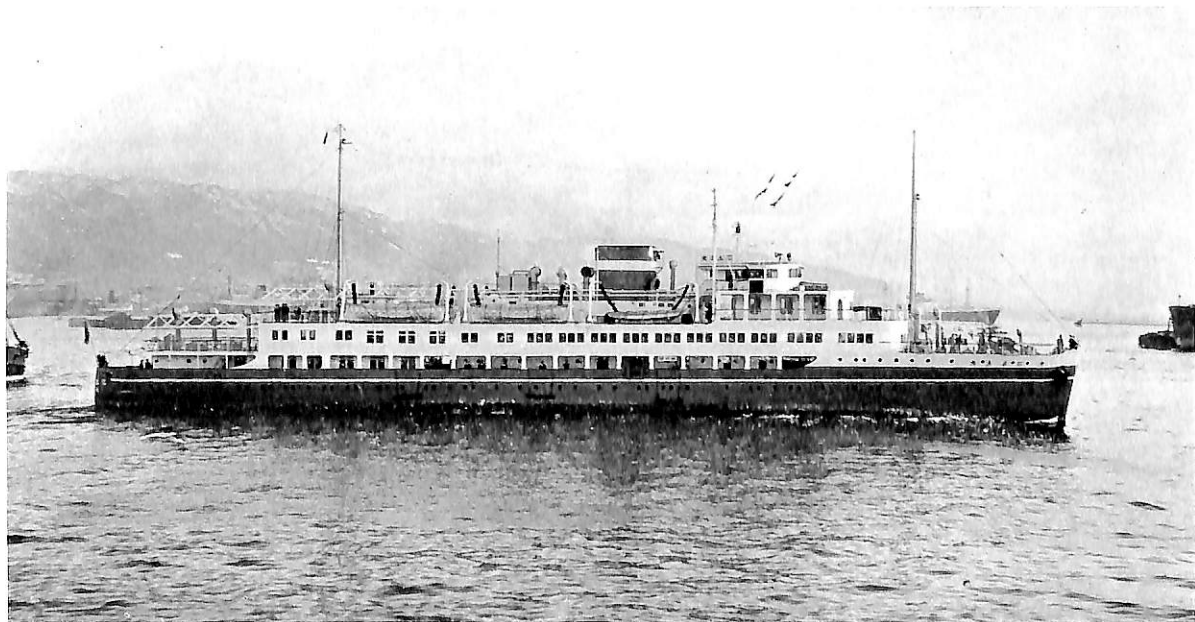


写真12

にしき丸

（宮崎光雄撮影）

1,907GT 昭和9年 三菱神戸造船所建造 安定した性能を有し航海速力14ノット 昭和46
年まで活躍, その後香港に売却され, 香港/マカオ定期客船華山と改名された。

“こがね丸” M.S. KOGANE MARU

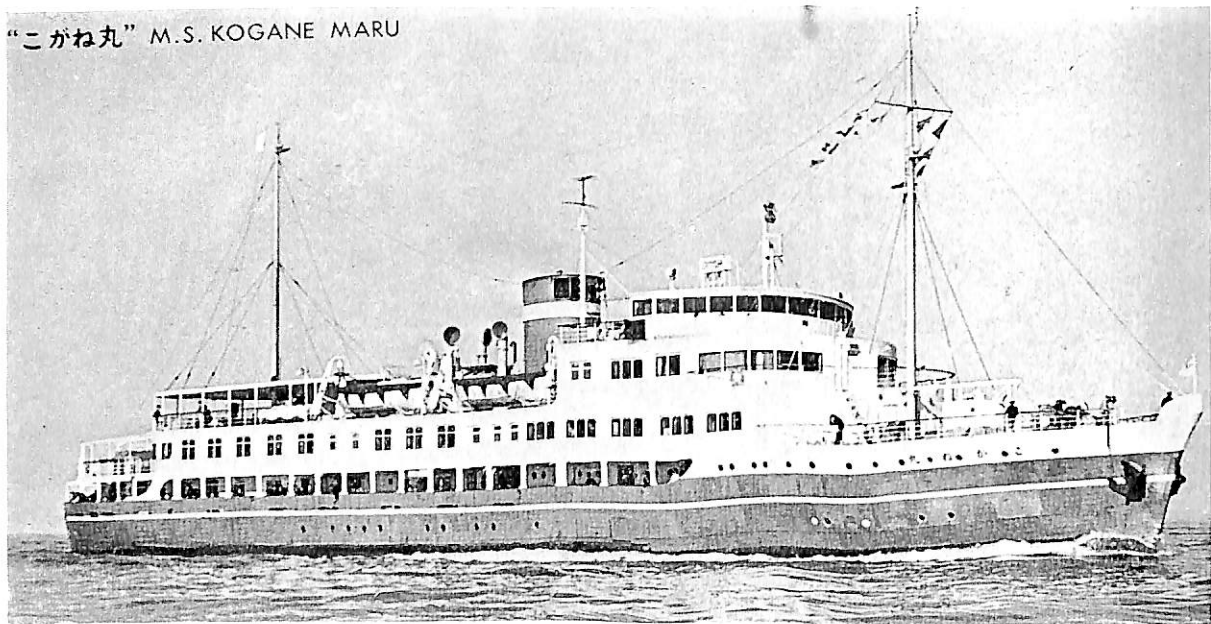


写真13

こがね丸

1,900GT 昭和11年 三菱神戸造船所建造 航海速力14ノット 昭和10年貨物船との衝突事故によって失われたみどり丸の代船として建造され、損傷時安全性確保のため水密隔壁による区画割りが行なわれた。昭和45年まで活躍、その後広島県で水上ホテルとなった。

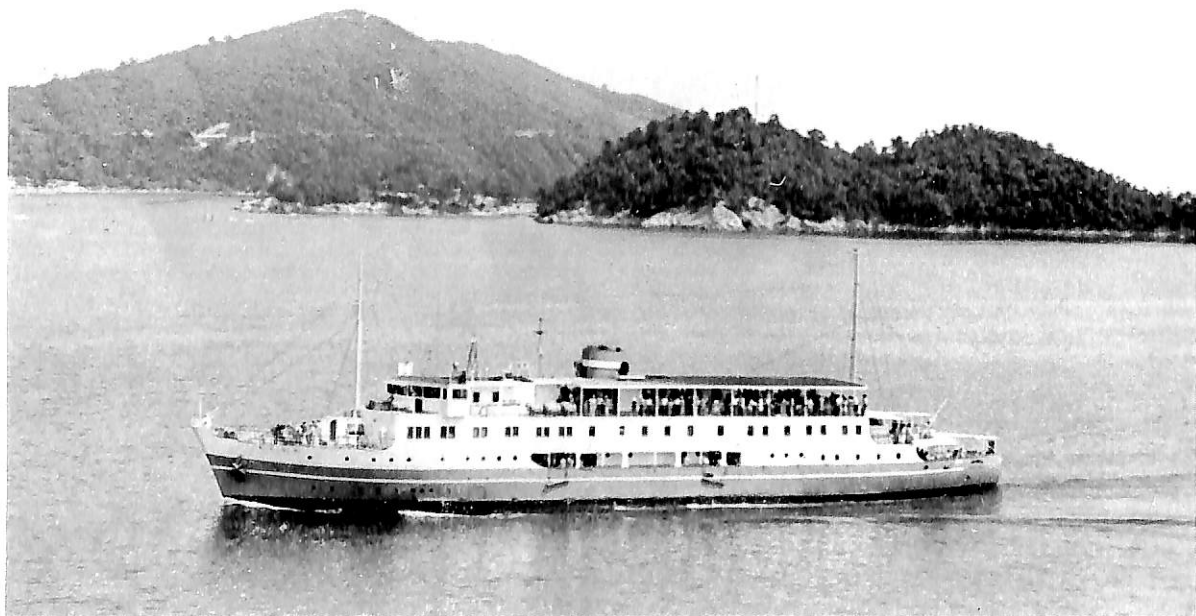


写真16

さくら丸

1,077GT 昭和23年 日本鋼管鶴見造船所建造 あかね、あけぼの丸と同型である。上部構造に3.2mmの薄板構造を採用する等重量軽減設計が行なわれ、復原性に優れていた。昭和43年主機換装され、航海速力16ノット、あかね丸型と同様に当初は別府航路、後に阪神／松山航路に就航し、昭和50年まで活躍した。写真は救命艇をおろし膨脹式救命いかたを設備してからの姿である。

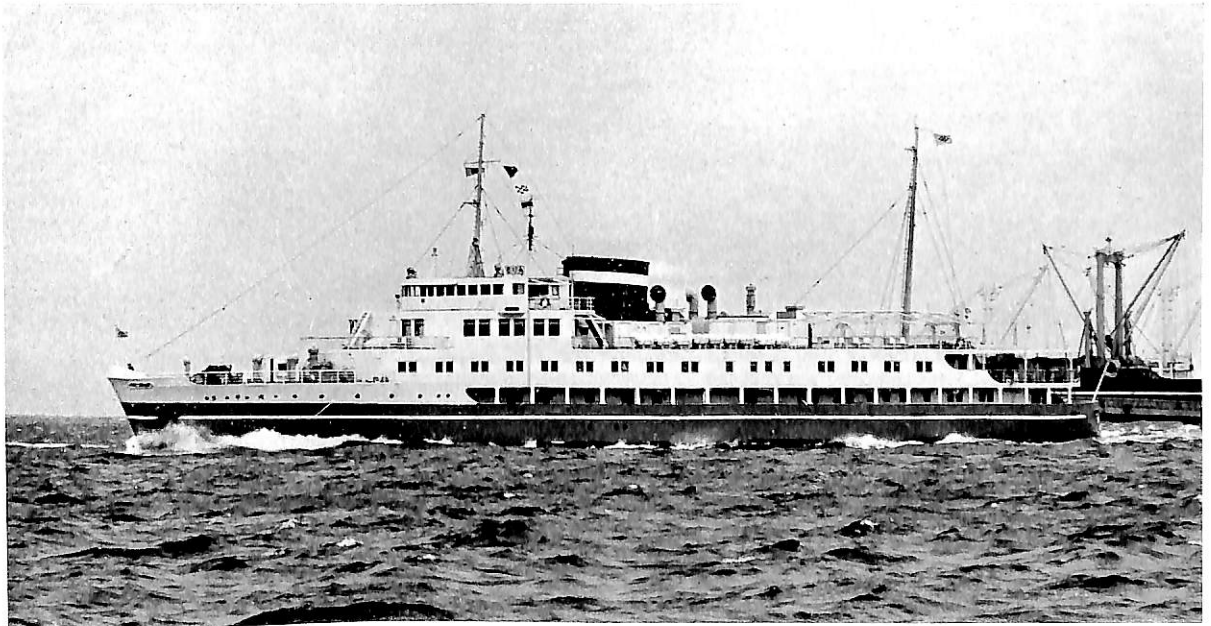
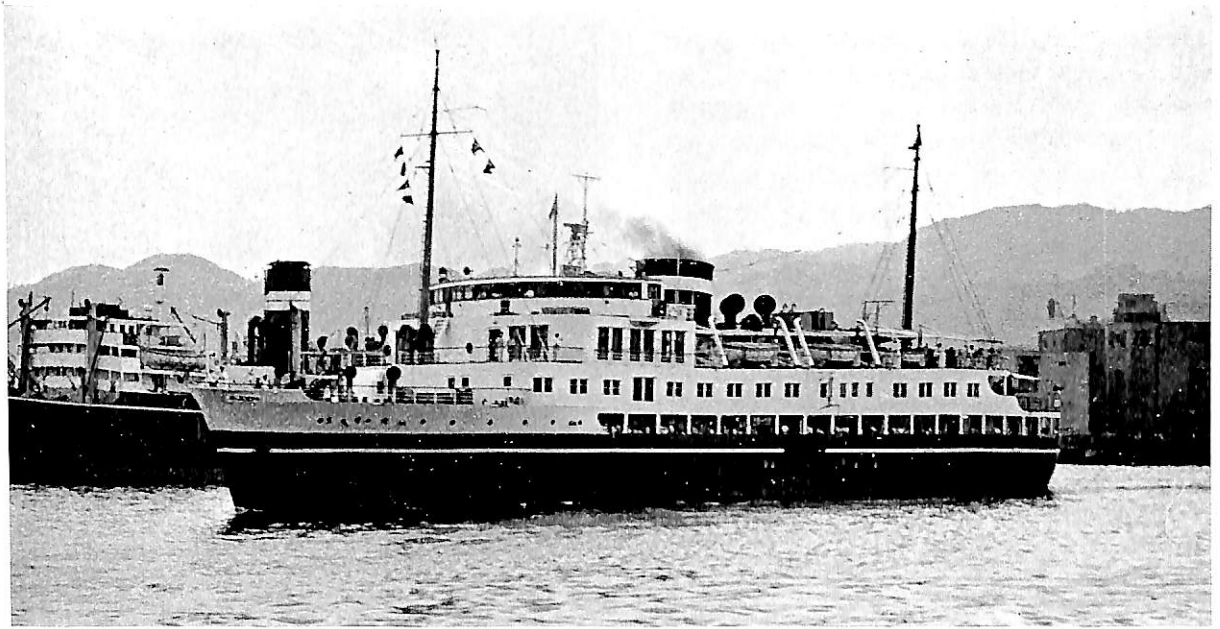


写真14

るり丸

(宮崎光雄撮影)

1,877GT 昭和23年 三菱長崎造船所建造 昭和36年主機換装し航海速力17ノットにアップ、にしき丸、こがね丸とともに戦後の別府航路に配船され、観光船入渠時の代船便にも就航した。竣工当時は、GHQの指示により船首楼にデリックポストが付けられていた。写真上はそれを撤去した直後のものである。写真下は昭和49年運航停止のときのもので、角窓取替、前橋移設、救命艇を膨脹式いかだに置替える、等の変化がうかがわれる。

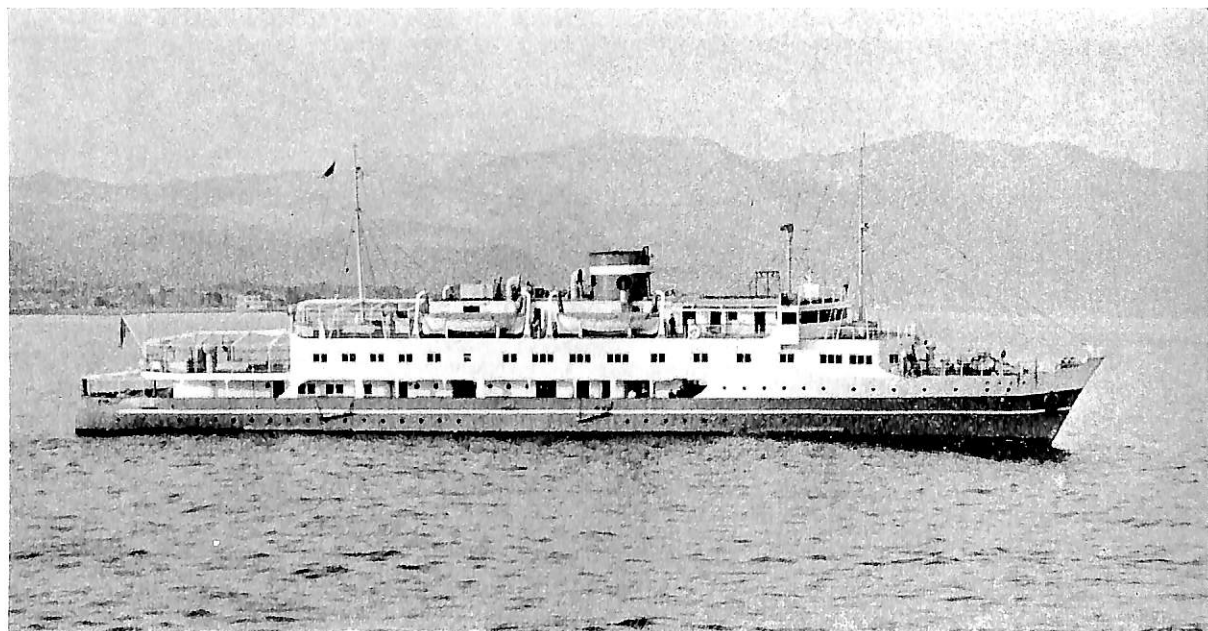
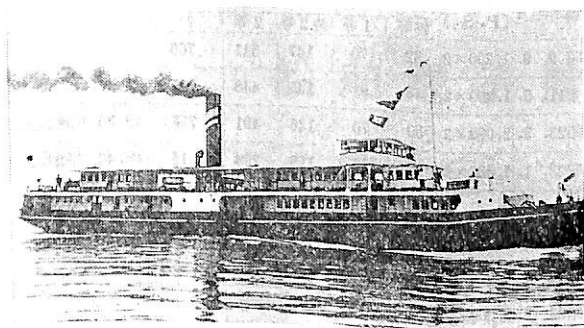


写真15

あけぼの丸／あかね丸

1,070GT 昭和23年 三菱神戸造船所建造の姉妹船2隻、姉妹船にあけぼの丸がある。昭和25年、両船ともジェーン台風により大阪港岸壁に係留のまま沈没したが、半年後に修復された。新造時(写真上)、上甲板はエンクローズされた全通楼型であったが、修復時(写真下)に開放舷側通路型に改造された。観光船が建造されるまで別府航路に就航し、後年は阪神／松山航路に配船され、昭和50年まで活躍した。新造時は航海速力13ノットであったが、両船とも昭和42年主機換装され、16ノットにスピードアップされた。



触雷沈没した女王丸

3.4万GTの小型貨客船の建造を許可することにした。この計画により、瀬戸内海客船として別府航路り丸以下12隻の建造が進められた。昭和23年、これら新造船が相次いで竣工し、別府航路ははじめ瀬戸内海各航路の輸送能力と設備は飛躍的に強化された。あけぼの丸、あかね丸(1,000GT型、昭和23年5月)、り丸(1,877GT、昭和23年10月)が就航し、昭和23年10月1日から別府航路1日2便制が復活した。また舞子丸、明石丸、淡路丸(1,000GT型)が日本郵船等により阪神/松山航路に就航した。

3.4 女王丸の遭難

昭和23年1月不幸な災害が発生した。女王丸(401GT)は大阪をたつて多度津へ向う途上、牛窓沖で触雷し、沈没した。この事故で乗客および乗組員全員が不帰の人となった。昭和23年4月阿波国共同汽船、宇和島運輸、尼崎汽船会社は関西汽船を離れ独立した。

3.5 戦後の不況

当時、日本経済は復金の基幹産業に対する重点的融資により、鉱工業生産等は著しく上伸したが、インフレの急進により極度の不安に直面し、昭和23年12月、GHQは日本経済の自立とインフレの収束を目標とした経済安定9原則を指示し、同24年ドッジ政策を実施した。これにより国の復興は促進されたが、経済界は一時沈滞し、重油割当量は大幅に削減され、別府航路は再び1日1便に減らされた。また、戦後異常な混雑を示していた輸送事情も、食糧不足等が緩和するに伴って落ち着きを見せ、昭和23年後半頃より旅客は漸減し、昭和24年のデフレ不況、昭和25年の朝鮮動乱の激動期を経て航路情勢は沈滞した。

3.6 航路の復興から発展へ

昭和27年4月講和条約が発効し、国民生活も漸く安定するに及び、季節的な観光客が漸増する傾向を示しはじめた。これに対応して、別府航路は昭和28年から多客

期2便、昭和29年から年間2便制が再び実施されるようになった。昭和29年舞子丸、明石丸、淡路丸による松山便が廃止され、舞子丸、明石丸が関西汽船会社に編入された。昭和30年からは国内経済の高度成長期に入り、旅客は逐年増加するようになり、別府航路は瀬戸内海交通の幹線として、また観光コースの一つとして面目を發揮するようになった。

3.7 戦後建造船の特徴

り丸以下戦後建造の各船は、以上のように航路復興の主役として活躍したが、その設計は戦前のものを原型として時代に合わせて修正されたものである。それらは不安定な社会情勢のもと、種々の悪条件を克服して建造された。

戦後復興を図る造船界にとって、最初の夢のある仕事でもあった。数々の新しい試みも実行された。

(1) 船体の全溶接構造

あけぼの丸、あかね丸に全溶接構造が採用された。溶接用鋼材および優れた溶接棒は未開発の時代であったが、先見的構造設計と、造船工作の技法は、後年の溶接技術発展に貢献したといえる。

(2) 交流電源の採用

船用として戦後最初の交流発電機が明石丸に搭載された。

(3) 船体重量軽減設計

さくら丸では、復原性の向上と、速力性能改善のため、思い切った薄板構造(3.2mm鋼板)が上部構造に採用され、同型船に比し大幅の重量軽減と、船体重心低下を果し、それまで常識視されていたこの種船型への固形バラストの搭載は不要なものであることを証明し、その後の別府航路客船設計に大きく貢献した。

(4) 大型角窓の採用

り丸の端艇甲板上の舷側まで張出したダイニングサルンは一段と甲板間高さが大きくされ、フルハイトの角窓配置が実施された。窓の材質に戦後の物資不足から、スチールサッシュが使用され、その腐蝕のために保船上の悩みが残ったが、展望性のすぐれた特徴は後年の客船に継承された。

(5) 高速船型の採用

当時の計画速力は13.5ノット(フルード数0.28)以下であった。日本船舶はGHQから15ノット以上の速力を禁止されていた。しかし、主力各船の船型設計は15ノット(フルード数0.31)以上に適するよう配慮されており、後年いずれも主機換装パワーアップされ、16~17ノットの速力に変更することができた。

当時、機関は戦時中設計製作された艦艇用主機が残存

表1 戦後の別府航路客船主要要目表

船名	G. T.	排水量 (t)	主要寸法 Lpp×B×D×d(m)	D. W. (t)	航海速度 (ノット)	進水年月	主機出力 (P. S.)	旅客定員					摘要
								特等	1等	特2等	2等	計	
にしき丸	1,907	1,830	74.0×12.0×5.8×3.68	406	14.0	昭9. 9.	1,200×2	32	70	147	511	760	
こがね丸	1,900	1,887	74.5×12.0×5.8×3.77	401	14.0	昭11. 5.	1,200×2	43	91	145	448	727	
るり丸	1,877	1,824	74.0×12.2×5.8×3.76	372	17.0	昭23. 3.	2,000×2	50	70	146	491	757	昭.36 主機換装
さくら丸	1,077	966	60.0×10.2×4.8×3.0	195	16.0	昭23. 1.	1,330×2	26	76	115	298	515	昭.42 主機換装
(同型船 あけぼの丸, あかね丸, ひ かり丸)													
くれない丸	2,999	2,499	80.0×13.4×6.25×4.17	542	18.0	昭34.11.	2,700×2	32	132	66	595	825	
むらさき丸	2,991	2,417	80.0×13.4×6.25×4.08	521	18.5	昭35. 5.	3,200×2	32	132	66	601	831	昭40 主機パワーアップ
すみれ丸	2,646	1,904	77.0×12.8×6.0×3.65	411	18.0	昭37.12.	2,350×2	34	120	60	544	758	
こはく丸	2,671	1,943	77.0×12.8×6.0×3.67	424	18.0	昭18. 3.	2,350×2	34	120	60	556	770	
あいぼり丸	3,165	2,303	82.0×13.4×6.25×4.03	489	19.5	昭42. 4.	3,500×2	42	104	100	682	928	
こぼると丸	3,164	2,339	82.0×13.4×6.25×4.07	500	19.5	昭42. 5.	3,500×2	42	104	100	683	927	
ゆふ丸	3,220	2,592	82.0×14.6×5.9×4.17	500	20.0	昭45.10.	4,200×2	—	120	96	923	1,139	
まや丸	3,228	2,592	82.0×14.6×5.9×4.17	478	20.0	昭46. 1.	4,200×2	—	120	96	984	1,200	

し、これらを再活用するために22号、23号ディーゼル機関が多く使用され、後年主機換装されるまでの期間、低質油の悪条件のもとで運転が続けられた。また1等室（当時は2等室と呼称）は全船和室であったが、昭和20年代後半に二重寝台の洋室に改装された。昭和25年9月

大阪を急襲したジェーン台風は、大阪港岸壁に係留中の新造後間もないあけぼの丸、あかね丸、太平丸の3隻を沈没させた。各船は半年後に修復され、面目を一新して就航した。

海外技術短信

海外技術短信

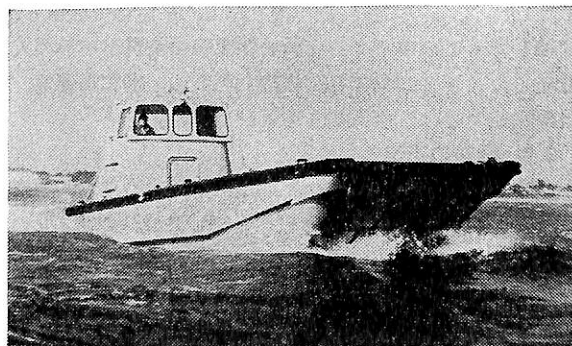
多目的作業船

5トンの積載重量で、わずかに300mmの喫水、これで35ノットの速度が出せる多目的作業船が英国で実用化された。「ロトック・シリーズ5」(Rotork Series 5)と呼ばれ、英国のロトック・テクニカル・サービス社が同社の最新機種として製作したものである。

1966年に最初に製作されたロトック船は、平底ポートの融通性に富む設計構想を基にしたもので、各国ユーザーのさまざまな使用目的に簡単に対応できるものとして知られる。

現在、700隻以上の作業船が世界の主要河川や短距離海路で使用されている。またオリジナルの「シー・トラック」ポートを基に開発された12種を越える標準型船が民間および軍事事業として、普通の船では行けない地域で各種の目的に使われている。港湾内の貨物および人員輸送、警備艇、沿岸パトロール船、遠隔地の医療船、汚染防止や軍隊輸送などが主な用途である。

シリーズ5は水ジェット推進を利用したもので、船体



はマルチブレン形状になっているため載満時に浅瀬を高速で走行できるのが特徴。4つの平面表面によって、荒海でも以前のシリーズ4よりはるかに乗り心地がすぐれている。船体および上部構造にはステンレス、プラスチックその他の耐蝕性材料でつくられている。新船の大きさは、12.8m、幅3mで、シリーズ4には2種の長さがある。同社では設計の新しさに加え、輸送手断として最も経済性にすぐれ、融通性に富むものとしている。

製造会社：Rotork Technical Services Ltd.,

2 Halkin Street, London SW 1 X

7 DJ England. (提供：英国大使館)

船舶電子航法ノート(6)

木村 小一
(電子航法研究所)

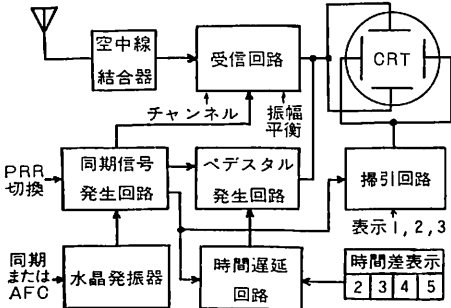
2・2・4 ロランA受信機と時間差測定手順

ロランAシステムを利用するにはロランA受信機を船上に設置しなければならない。このロランA受信機はわが国の場合、つぎの章で述べるロランCシステムにも使える受信機と組合わせてロランA/C受信機としている場合が多いが、ここではロランA受信機単独のものの動作について述べ、受信機の実例などについては次章で述べることにする。

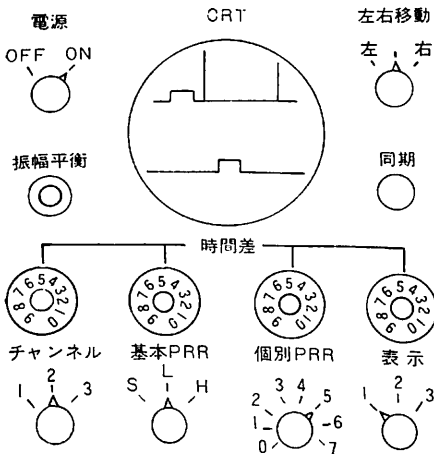
ロランC受信機の機能は、ロランA組局からの電波を受信し、その組局の信号を選び出し、主従局パルスを識別して、その両パルスの到来時間差の測定を行なうとい

うことである。そして到来時間差の測定は手動の場合はブラウン管(陰極線管, Cathode Ray Tube, 以下CRTと略す)上で受信波形を観測しながら行なうようになっている。このCRTへの受信波形の表示などはつぎのようにして行なわれる。

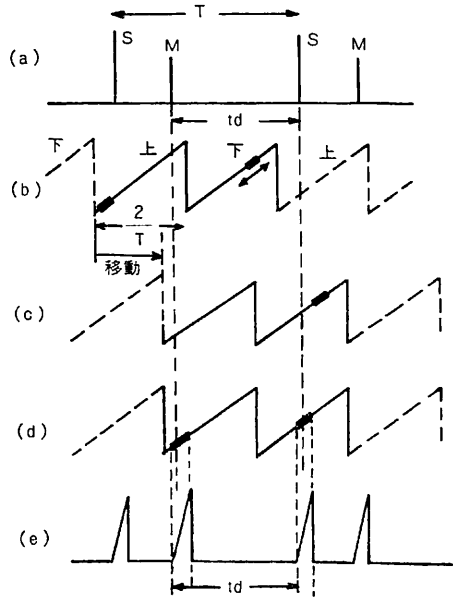
第2・21図はロランA受信機の簡単な回路構成図、第2・22図はロランA受信機の操作部の例(実例ではない)である。まず、電源スイッチを入れ、チャンネル番号とPRRの番号を所要のチューン(図では2L5)に合わせる。そして表示(操作ということもある)のスイッチを1に合わせておく。このときの主従局パルスの受信の時間的關係が第2・23図(a)のようであったとする。さきに第2・12図で説明したように主従局の送信のタイミングから受信点では主局パルスと従局パルスの受信時間の間隔は、その逆の従から主までの時間より常に大きいから、この図の場合、振幅の小さい(受信強度の弱い)Mパルスが主局パルス、背の高いSパルスが従局パルスであ



第2・21図 ロランA受信機の構成図



第2・22図 ロランA受信機の操作部の例



第2・23図 ロランAの時間差測定原理

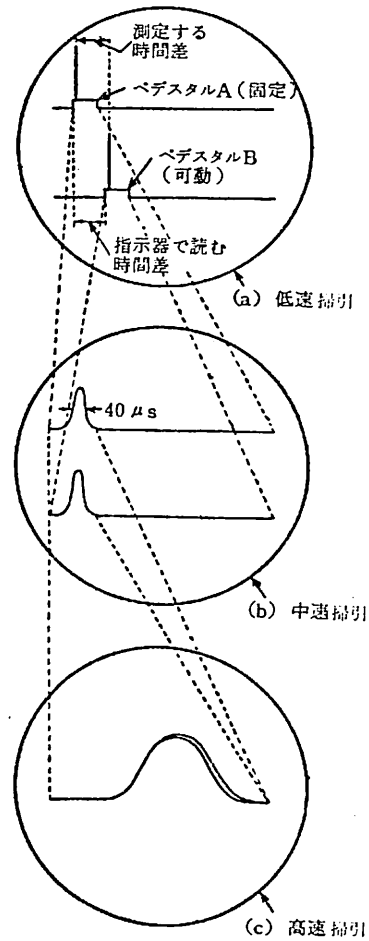
る。チャンネル番号を合わすことによって、その周波数の電波が受信増幅され、第2・21図に示すようにCRTの縦軸に加えられる。

この主局パルス（または従局パルス）がつつぎに受信される時間間隔Tが、第2・4表に示したそのチェーンのパルス繰返し周期である。ロランA受信機では安定な周波数を発振する水晶発振器からの信号で作った同期信号を使ってのこぎり（鋸）歯状の掃引電圧を作っているが、PRRスイッチの設定によって、そののこぎり波の周期が自動的にパルス繰返し周期の半分（ $T/2$ ）に自動的に設定され、第2・23図(b)のような電圧がCRTの横軸に加えられる。そして、こののこぎり波の1つ置きに異なる直流電圧をCRTの縦軸に加えておけば受信信号の1周期がCRT上に2本の掃引線に分けて表示される。

第2・22図のCRT上の2本の線上にある凸形の部分はペDESTAL (pedestal, 台) と呼ばれ、 $1,300\mu s$ の長さの直流電圧をペDESTAL発生回路で作ってCRTの縦軸に加える。上にあるのをAペDESTAL、下にあるのをBペDESTALと呼ぶ、AペDESTALは掃引の左端から約 $1,000\mu s$ のところ固定されているが、BペDESTALは時間差測定のつまみなどで時間遅延回路を調整することによって、下の掃引線上を左右に移動させることができる。この状態で得られたCRT上の表示は第2・22図のとおりである。この場合、受信パルスがゆっくりと掃引線上を左右に移動することがある。これは送信の周期Tと受信機内で作った $T/2$ が同期していないためで、同期というつまみをゆっくり左右にまわして両者の同期をとれば、パルスは線上に停止する。この操作を自動的に行なう受信機（AFC）ではこの同期つまみは省略されている。掃引線上を比較的速く右左に動く受信パルスは周波数が同じで、PRRの異なる別のチェーンからの信号である。

表示（操作）切換器の1を低速掃引とすれば、その2と3は第2・24図に示すとおりそれぞれ中速掃引および高速掃引と呼ばれる表示である。2の中速掃引は第2・23図の(e)に示すようにペDESTALの台上のみを表示するような切立ったのこぎり歯状電圧を作って行なう表示であって、更に3の高速掃引に切換えると、上下の掃引線が合わさって1本の線となり、ペDESTALの台上のうちの更に前の部分 $165\mu s$ のみが拡大して表示される掃引となる。

以下、第2・25図に従って時間差測定の手順を述べて行く。図(a)がこの状態である。まず、主局信号をペDESTAL Aのなるべく左端近くにのせる(b)。これには左右移動のスイッチを使う。このスイッチを左または右に動か



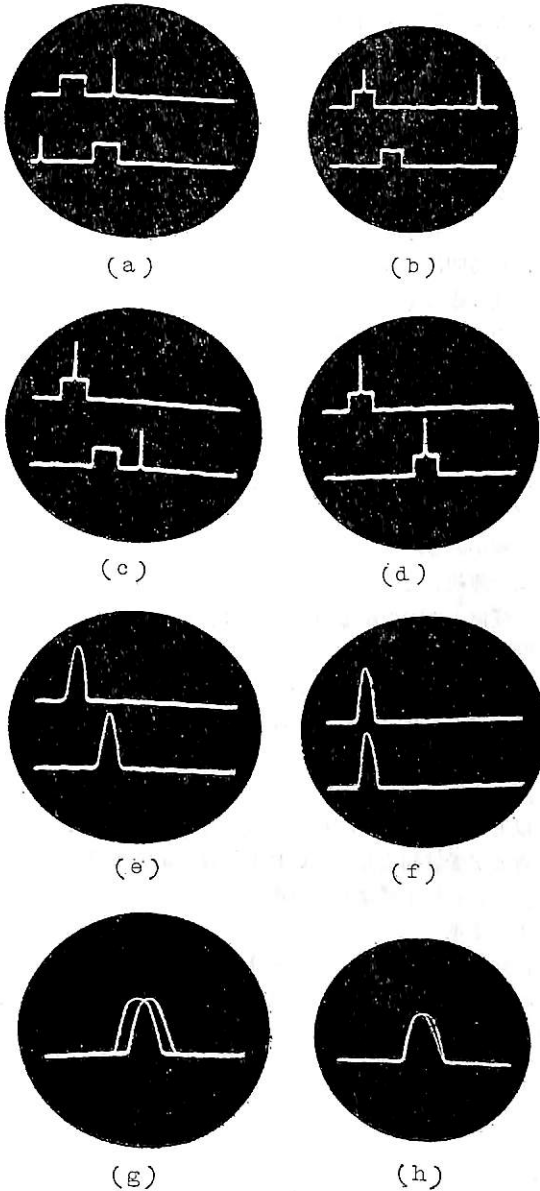
第2・24図 表示（操作）切換による掃引の変化

すと、掃引回路で作られるのこぎり歯状信号の周期が僅かに遅くまたは速くなって、同期が外れる。こうすると、主従局パルスは掃引線上をゆっくり左または右に移動し、1本の掃引線から外れたパルスは他の上または下の線に移ったりする。1本のパルスをAペDESTALに乗せたとき、もう1本のパルスが図に示すように上の掃引線上にあるか、あるいは下の掃引線上でもAペDESTALより左にあるときは、主局パルスだと思ってAペDESTALにのせたパルスが、実は従局パルスであったことになるので、もう一度、左右移動スイッチを動かしてもう1本のパルスをAペDESTALにのせるようにする(c)。こうすると、従局パルスは下の掃引線上に停止する。このあたりで、主従パルスの振幅（高さ）をできるだけ揃える。これには振幅平衡のつまみを使う。このつまみは2重つまみで、受信機の感度（利得）を上掃引と下掃引の時間に分けて別々に調整できるようにしてあるが、一方のつ

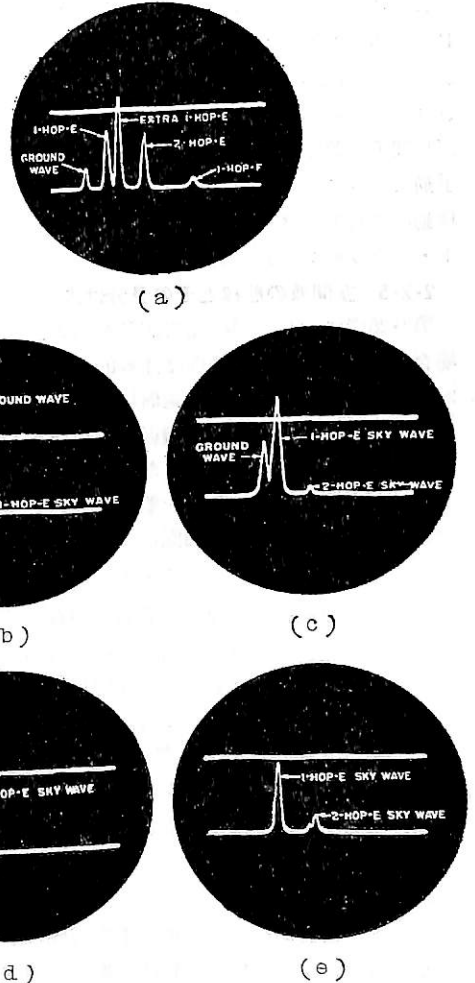
まみで受信機全体の感度を調整し、もう一方のつまみで上掃引と下掃引の受信感度差を調整するようになってい。従って、この2重つまみを調整して両パルスの高さをほど良く等しいように調整する。

つぎの操作はBペDESTALを移動させて、従局パルスをこのペDESTAL上に乗せることである(d)。第2・22図に示した操作器では、1,000 μ s、100 μ s、10 μ sとびの遅延をBペDESTALに与える3つのスイッチと0~10 μ sの遅延を与えるつまみとが4つ並んでいて、各つまみの調整

後の設定値の読みから図では5,555 μ sと読めるが、最近の受信機では前述の左右移動スイッチのようなスイッチが1つついていて、BペDESTALを左または右に連続的に移動でき、その移動量が4桁(ロランC併用のときは5桁)の数字表示管で別に表示される形式の受信機が多い。この状態になると、表示スイッチを“2”に切替える(e)。ここでは、BペDESTALをごく少量移動させて(表示2と3ではBペDESTALを右に動かすとパルスは逆に左に移動する。)主従パルスのペDESTAL上での位置を合わせる(f)。更に表示を“3”に切替える(g)。この状態では、前述のようにペDESTALの左端が拡大表示され、かつABペDESTALが重なって表示されるので振幅平衡とペDESTAL移動の調整を更に細かく行なって(h)図に示すように主従パルスの“前縁”が完全に重なるようにする。このときの時間差の表示の読みが測定値と



第2・25図 時間差測定の手順



第2・26図 空間波の変化例 (表示2, 上方の掃引線にはパルスのない状態)

なる。このように主従パルス位置の差は、ベDESTAL位置の差の時間に置換される。この測定時間差は船の移動とともに変化して行くから、(h)図のパルスの重なりも外れて行くのでなるべく手早く値を読み、測位のためにはもう一組のチェーンについても測定を繰返す。

以上の操作を自動的に行なう受信機も作られている。その詳しい内容は省略するが、大略つぎのような動作が受信機の内部で行なわれる。チェーン番号（周波数とP R R）の選択は手動で行なう。そうすると自動的に掃引の同期が少し外れて、1つのパルスをAベDESTALの左端に乗せる。パルスが定位置に乗ると掃引の同期が戻り、BベDESTALがパルスを捜して移動を始める。もし、BベDESTALの移動範囲にパルスがないときには、AベDESTAL上のパルスは従局パルスであるので、もう一度掃引の同期を外して主局パルスがAベDESTALに乗るようにする。再びBベDESTALが移動し従局パルスがBベDESTALの左端の定位置に乗ったところで移動が止まる。この間に主従両パルスの受信感度が自動的に調整される。これらの動きはCRT上で監視でき、また、測定時間差は数字表示管で表示される。このほか、一旦、手動でパルスの重ね合わせをしておくと、その後の船の移動による変化は自動的に追尾される自動追尾式（オート・トラッキング）受信機もある。

2・2・5 空間波の態様とその見分け方

第2・25図に示した図は受信信号が地表波のみの昼間の場合で、時間差測定は比較的簡単である。しかし2・2・3節で述べたように、送信局が遠いときは夕刻から夜間にかけていろいろな伝搬経路の空間波が受信され、逆に地表波の受信強度が弱くなるので、その受信波形の見分けが必要となり、それを誤ると大きな測位誤差の原因となる。以下、第2・26図によって受信波形の変化例のいくつかを見て行くことにする。

(a)図は地表波と各種の空間波がつきつぎに出ている模様で、各波形の伝搬経路は図に注記してあるとおりである。この図ではE層での1回反射に当る1-Hop-E波が、E層内でのその反射点の相異から2つに割れて、後から来る反射波の方をExtra 1-Hop-Eとして示してある。地表波と空間波との間の時間間隔は第2・17図に示すように受信点と送信局との距離が遠くなるほど逆に小さくなるが、この図はその距離が数百kmの場合を示している。

(b)図は送信局からの距離が千数百kmのところの午後3時頃の状況で、1-Hop-E波が地表波のすぐうしろに小さなこぶとなって表われている。この場合は地表波と空間波は一応分れて見えているが、場合によっては

地表波の裾が少し盛上った形に表われる場合もある。

(c)図は日没近くなって地表波より1-Hop-E波の方が強くなった状態で、E層からの2回反射による2-Hop-E波も頭を出している。

(d)図は地表波が非常に弱くなって、1-Hop-E波の裾に僅かに見えている状況であって、このような場合は地表波を見落すこともあるので注意を要するし、この地表波で時間差を測定するには受信機の感度を十分に上げてやる必要がある。

(e)図になると地表波は全く受信されておらず、左側にあるのが1-Hop-E波である。

地表波と各空間波を見分けるにはつぎのような点に注目すれば、その判別は比較的容易である。

(1) 地表波はその伝搬経路が安定しているのに対し、空間波はフェーディングによってその振幅が変動する。この変動は場合によっては数分間は安定に受信されるようなこともあるし、短時間に大きく変化することもあるので、ある程度の時間は観測を続ける必要がある。空間波は電離層内での反射点の変化などで波形にこぶがでけたり、2つに割れたりする。その状況の一例を第2・27図に示す。ロランAでは前述したとおりパルスの立上りの波形のCRT上での重ね合わせで時間差の測定を行なうので、この図の例えば(d)のような波形のひずんだ状態の立上りでの測定は好ましくなく、よくその波形を見定め測定の時期を選ぶ必要がある。

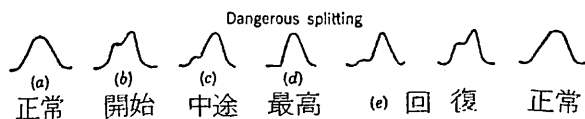
(2) 連続していくつかの波形が現われる場合は送信局から受信点までの距離の大略を頭に入れて、各信号の間隔を前に掲げた図などから推定することによって、各波形がどの伝搬であるかの判断を行なう。

(3) 以上の両者を行なうには、受信機の感度を上げたり下げたりして、見落す波形がないようにする必要がある。

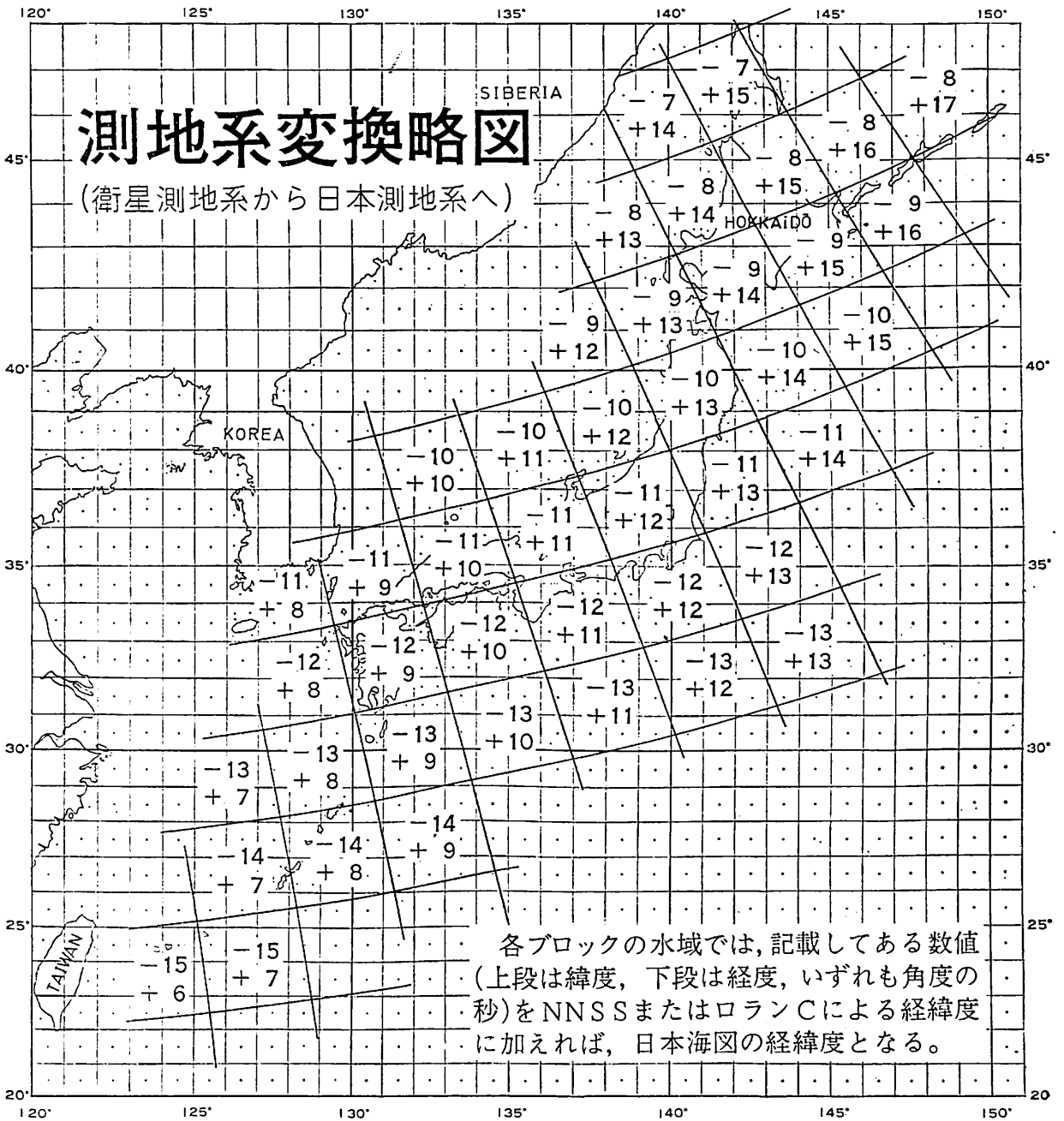
以上の判別のほか、ロランA受信機では雑音その他の妨害波が受信混入して、CRTの表示を乱す場合がある。それらの主要なものをあげる。

(1) 空電

自然雑音のうちで、ロランAの受信に最も影響を与えるのは雷放電であって、受信点の近くでこれが生ずると掃引線が大きく外れて測定不可能になる。



第2・27図 空間波の短時間的变化例



第1・追1図 測地系変換略図

(2) 混信

人工雑音の一つに他の送信機からの妨害電波がある。混信は周波数の近い電波のほか、自船の送信機の場合には、その送信周波数が離れていても妨害を与える場合がある。その状況を示すと、A1の無線電信の場合には上下の掃引線が変形して上下にゆれるし、無線電話の場合には音声の波形が掃引線に混入する。また、レーダの場合には、その送信パルスの繰返し数に応じたパルスが掃引線上に現われる、などである。

(3) 電気器具からの雑音

船内の電動機やけい光灯などからの雑音の影響を受けることもある。

(4) 偽像

他のロランAチェーンからのパルスが掃引線上で静止して見えることがまれに生ずる。この原因はつぎの2つである。

(イ)基本PRRと個別PRRが同じで周波数チャンネルが異なるチェーンからの混信

(ロ)PRRが特別の比率にあるチェーンからの混信で、SO($T=50,000\mu s$)LO ($40,000\mu s$), HO ($30,000\mu s$) または、S4 ($49,500\mu s$), L4 ($39,600\mu s$), H3 ($29,700\mu s$) のそれぞれ3つのPRRの間で生じる。この後者の場合は偽像パルスは何周期目かの掃引ごとに間欠的に表われるので注意をして見れば判別ができる筈である。

(追補)※

「1・9 地球の形と測地系」への追補

衛星航法システムであるNNS Sを用いて測位を行なうとその地の測地系にもとずいた海図上の位置と何百メートルかの差がでることは述べたとおりである。海上保安庁水路部では、このような精密測位の電子航法システム(NNS SおよびロランC)を用いて測位を行なったとき、その測位結果を日本の測地系に変換し、日本の海図上で正確な位置に直すための「日本近海測地系変換図」(海図6019号)を発行している。この海図はWGS-72を日本の測地系(Tokyo Datum)に直すための緯度と経度の変換値(WGS-72の測位結果にプラスする値)を緯度、経度1度ごとに百分の1秒(角度の秒)まで4桁の数字で示している。百分の1秒は約0.3mに相当するので、実際の有効数字は十分の1秒、すなわち小数点1桁までと考えられる。将来は、このような変換値

※この講座は「ノート」と題した筆者の覚え書であるので、今後も新しいデータがあれば随時前の記述の増補・訂正を行なうこととしたい。

は一般の海図に記入される由で、すでにアメリカでは一部実行されている。この変換図をもとに、より簡略化し、一般の航法用として十分な秒の単位(約30m精度)までの変換値を示した図が海上保安庁水路部の進士編暦課長によって作成されているので、第1・追1図として示す。(「航海」誌第50号および「水路」第19号より引用)。NNS Sは昭和50年12月にWGS-72に切換えられているが、ロランCはまだNWL-8Dにもとずいていると思われる。しかし、WGS-72とNWL-8Dとの差は航海上問題となるような差は実用上ないので、この図がそのまま使用できる。同じ全世界航法システムであるオメガ航法システムは、この変換を使用するほど良い精度の測位ができないと考えられているので、特にこの図を適用する必要はなさそうである。なお、このような変換値は将来は一般の海図にも記載される由で、すでにアメリカの海図では一部それを実施している由である。

新刊紹介

「衛星航法」 A5判 208頁 1,800円
海文堂出版

本誌で去年9月号より好評連載中の“電子航法ノート”の著者木村小一氏執筆の「衛星航法」が、海文堂出版より発行されました。木村氏は運輸省電子航法研究所・衛星航法部長で、斯界の第一人者であることは周知のことですが、同書が世界で初のNNS S、海事衛星の解説書として発刊されたことはまことに意義深いものと思われまます。

【本書の内容】人工衛星を利用した新しい航法システムの歩みは、すでに20年を経過しているが、NNS Sの船上受信装置の利用については、大型船舶はもとより、小型まぐろ漁船まで採用され、その重要性が一段と高まってきた状況を踏まえ、世界で初めての専門書として、NNS Sの測位原理・システム構成から受信装置の実際と取扱まで、さらに海事衛星については、その生いたちから問題点まで、わかりやすくまとめられたものです。

- 第1章 航海と人工衛星
 - 第2章 人工衛星の軌道と地球の形
 - 第3章 NNS Sの測位原理とシステム構成
 - 第4章 NNS S衛星からの軌道情報と測位計算方法
 - 第5章 NNS S受信装置の実際とその取扱
 - 第6章 NNS Sの測位精度の実際
 - 第7章 NNS S測位誤差の解析
 - 第8章 NNS Sの将来と次の世代の航行衛星システム
 - 第9章 海事衛星の生いたちとその実験
 - 第10章 海事衛星システムとその問題点
 - 第11章 海事衛星システム研究と海事衛星計画
- 関係文献一覧/索引

船と騒音(4)

中野有朋*

今回は船内騒音の概要を二、三の測定結果をもとに述べ、つぎに船内騒音防止の考え方、今後の問題点などについて述べることにする。

1. 船内騒音の性質

1・1 船内騒音の現状とその評価

騒音の対策を行なう場合、騒音の実情を把握すると同時に、防止目標を定めるために、騒音がどの程度であるかといういわゆる騒音の評価を行なう必要がある。

船内騒音についての系統的測定結果は少ないので少々データは古いが、筆者が以前に調べた種々の船舶についての騒音測定結果から、騒音レベル dB(A)と騒音評価値の関係性を求めた結果の一例を図1に示す。

これは、タンカー、貨物船、浚渫船、ヨット、護衛艦など10数隻の船舶について、居住区、およびこれに準ずる区画、ならびに、機関室などで、これらの船舶の使用に際して実際に遭遇するほぼ全ての条件について、調べた結果である。

これによって、騒音レベル dB(A)、または、騒音評価指数 (Noise Rating Number) による評価を行なってみると、機関室は、大部分が騒音レベルで88 dB(A)、NRNで85以上である。従って、機関室での会話伝達の了解度は非常にわるく(普通会話可能距離7cm, 大声到達距離14cm)、電話通話は不可能である。実際もこの通りであることが多い。

また、聴力保護の限界とされている騒音レベル 90 dB(A)、または、NRN85をこえ、連続的、慣習的に、このような騒音にさらされる場合には、聴力障害の危険も考えられる。さらにまた、工場内での推奨騒音レベル 65 dB(A)をはるかにこえ、作業環境の点から考えても、好ましくない。

その防止目標を、一応 65 dB(A)と考えても、少なくとも、20 dB(A)の減音を必要とする。

居住区、および準居住区では、機関室よりは低いが、

大部分が、騒音レベルで、50~85 dB(A)、NRNで45~80の範囲に入っている。使用目的の異なった室に対しては、それぞれ望ましいレベルがあり、平均的にきめることはできないが、一応、通常の事務所での平均的限界、NRN60を目標と考えると、半数位が、10 dB(A)程度の減音が必要になり、居住性も含めて、知的作業に要求される限界、NRN40を目標とすると、10 dB(A)から40dB(A)も減音しなければならない。平均的にみても、工場内の推奨レベル65 dB(A)程度の環境に終始おかれているわけであるから、居住性は、決して良好とはいえない状態にある。

このような目標に、いくらかでも近づけるため、後にのべる種々の対策が行なわれているが、まだ一般的に充分とはいえない実状にある。

1・2 主要騒音源

船内騒音の原因となる騒音発生源は、船内外にいくつかあるが、プロペラ、および主機関、補機などが主要なものである。

図2は、11,300トンのジーゼル貨物船が、一定速力17ノットで航行中、船内各部の騒音レベル分布を、オクターブバンド毎に求めた結果の一例である。周波数が高くなると、場所によりあまりレベル差がなくなり、内部に

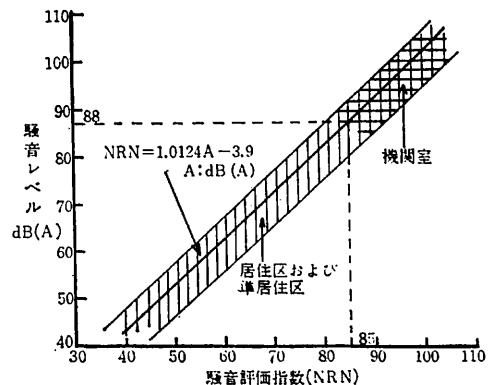


図1 船内騒音における騒音レベル dB(A)と騒音評価指数の関係

* 石川島播磨重工業(株)防音技術センター所長, 工博

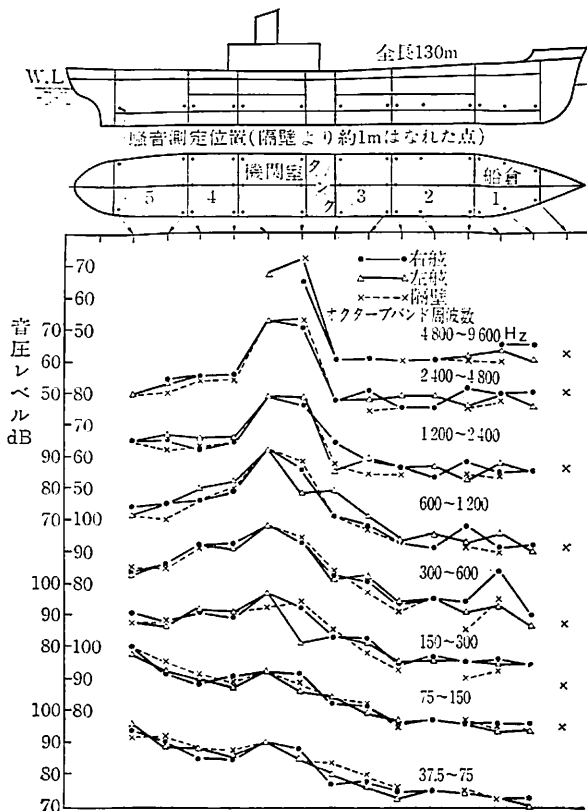


図2 船内騒音レベル分布の一例

(11,300トン, 6,600IPディーゼル, 17ノット航走中)

主機関、補機などを有する機関室が大きく、低い周波数では、内部に騒音源がないにもかかわらず、プロペラの回転による外板などの振動により、船尾のレベルが上昇することがわかる。これは、同様な振動レベル分布にもみられ、また電動機、タービンなど、主機型式によらず、中央部に機関を有する船舶における一般的傾向である。タンカーなど、後部に機関を有する場合には、機関部と、船尾間をつないで考えたのと同様になる。

プロペラ、機関のほかにも、空調用ファンなども問題になることがあるが、一般建築におけると同様、消音器の設置などにより、概して大きな問題となることは少ない。

船舶の発生する騒音（もっと一般的に音響）が問題となるのは、どのような場合であるか考えてみると、

まずプロペラに関しては、

- 1) プロペラの回転により発生した水中音、およびこれにより加振された船体より放射される水中音が、水中で問題になる場合
- 2) この水中音、およびプロペラの回転に基因する固体音によって、船殻外板が加振され、プロペラ近く

の区画で問題となる場合

- 3) 船殻外板の振動が、船体構造を伝搬し、遠くの居住区などで問題になる場合
- などが主なものである。

主機関、補機などに関しては、

- 1) 機関の吸、排気、および本体よりの空気音が、機関室内、および近くの区画で問題になる場合
- 2) 機関の振動による固体音が機関室、および居住区で問題になる場合
- 3) この振動により船体加振され、水中に音を放射し、また空気音が水中に透過して問題になる場合

などである。

船舶の場合、このように騒音源より問題点への騒音の伝搬経路をたどり、それぞれに適切な対策を考えることが大切となる。

2. プロペラに基因する騒音とその対策

プロペラに基因する騒音が問題となるのは、主として、居住性向上のための船内騒音、および水中音に関する広い意味での騒音問題においてである。この音響、およびプロペラの回転に基因する振動に関しては、従来、大型船における船体の高次振動、局部振動、小型艦艇における、船底外板の損傷などに関係した船体の構造強度的な面と、プロペラ、およびプロペラにより加振された船体からの水中音の防止に関係した特に艦艇、および潜水艦対策としての、軍事的な面で、理論的、実験的に研究が行われてきた。船内騒音防止の見地からの研究はあまり積極的に行われて来たとは言えないが、最近作業環境改善の見地から問題化していることは前にものべた通りである。

2.1 船尾騒音

船尾区画で、最近しばしば問題となっている、いわゆる船尾騒音は、プロペラの回転に基因する船内騒音である。

プロペラによる音響発生原因の主なものとして、つぎのものが考えられる。

- 1) プロペラ、およびプロペラ軸の静的、動的不平衡によるもの。
- 2) プロペラの作る乱流、また、プロペラ翼の通過による周期的圧力変動によるもの。
- 3) 急激な気泡の生成、消滅によるもの（キャビテーション）。
- 4) プロペラ翼の固有振動数と翼のつくるカルマン渦の共鳴による、いわゆる Singing。

である。

これらのうち、4)は、プロペラの設計、製作時に解決でき、現在では異常音の部類に属する。その他のものなかでは、2)が比較的大きいと考えられている。いずれにしてもこのような原因による、水中の圧力変動が船殻に到達し、その外板を振動させ、曲げ振動をおこし、これが船体構造を伝搬し、室内に音となって放射されるわけである。

プロペラ近傍の船底付近の水圧変動の記録波形の一例を図3に示す。一般に、プロペラ翼の通過周波数成分が大きく、回転数が増すと、高調波成分が増加する傾向を示す。このような圧力変動によって加振された、プロ

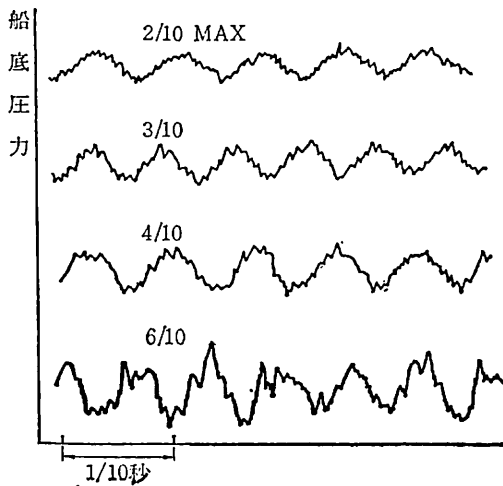


図3 プロペラ直上水圧変動波形の一例
(護衛艦 2,891トン, 22,500HPタービン)

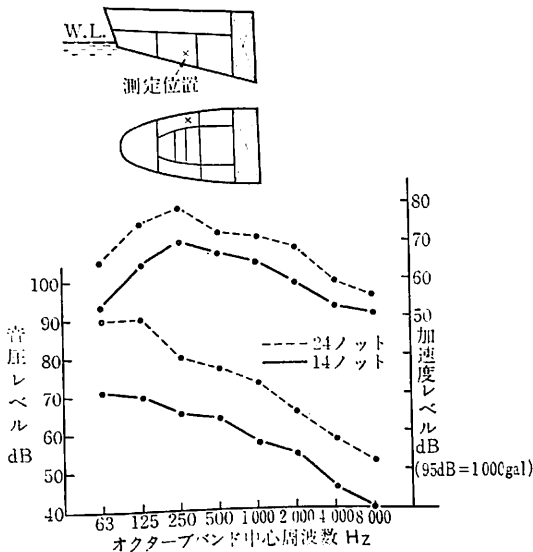


図4 船尾区画の騒音振動スペクトルの一例
(護衛艦 2,097トン, タービン60,000HP)

ペラ近くの船尾区画の騒音、振動スペクトルの一例を図4に示す。回転数の増加により、外板、隔壁などの振動レベルは全般に増加する。これに対応し、区画内の騒音レベルも同様に増加する。これらのレベルの大きさはもちろん、船尾部の構造、プロペラ回転数などによって異なる。また、回転数の高い場合、金属性の、衝撃的な、流体音もしばしば不規則に発生するのが観測される。

図5で、A室の空気音により隔壁などが加振され、B室にでる二次固体音よりも、プロペラ付近の船体の一部で発生した振動が船体構造を伝わりB室にでる一次固体音が有力な場合は、B室の隔壁などの振動は、反射波成分の寄与が大きく、振動減衰により放射音のパワーを軽減できるので、対策として、ハルダンパー、または同等の構造を、床面、隔壁などにはりつけている。対策結果の一例を図6に示す。床面にこのような対策をするとき

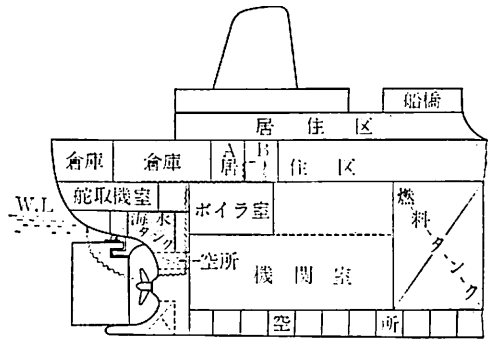


図5 船尾および居住区画

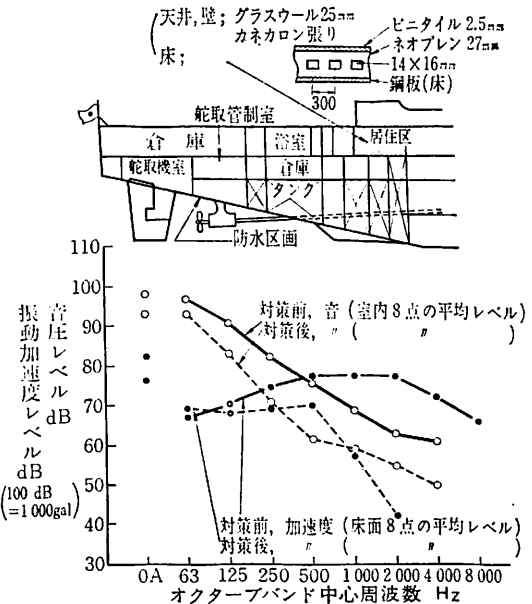


図6 振動減衰による居住区の騒音軽減の一例
(対策は床面のみの減衰処理)

は、室内の騒音レベルの低下がさほど大きくなくても、従来の鋼板とくつとの接触による振動音が、人体を通して伝わるのが少なくなり、見かけ上、レベルが下がったように感じられるという効果も割合大きい。

このほか、振動波の直接波成分を減衰させるため、隔壁などの周辺を防振ゴムで絶縁したりすることもある。さらに吸音力を増すため、室内の吸音処理も行なわれるが、船舶の場合、これはそれほど一般的ではなく、この点いくぶん改善の余地がある。

これらの方法は、プロペラばかりでなく、主機関、補機などの振動が原因となる場合にも、同様に行なわれる。

プロペラ近くにある区画では(図5)、プロペラによる水中音によって、直接その一部が加振されて二次固体音も考えられるわけであり、この場合には、加振点が、ほぼ全面に分布し、反射波成分をへらしても、放射音のパワーは、さほどへらないと考えられるので、ハルダンパーなどによる振動減衰による効果は期待できない。この場合の対策として、プロペラ付近の外板などをコンクリートで固めたりして、重量増加による遮音特性の改善をはかることが行なわれている。しかし、最近の筆者らの実験結果によるとこの付近でも、二次固体音よりも、プロペラによる一次固体音が著しく大きいことが明らかになり、重量増加とともに、振動減衰材も併用すると、一層の効果が期待できると考えられる。

2.2 水中音

くわしくは省略するが、プロペラに基因する水中音に関する研究は、ソナーの性能改善などに関連し、いろいろ行なわれており、また漁船の発生する水中音に関して、いくつかの報告があり、漁獲高向上の点から、その軽減が望ましいと考えられている。この対策としては、根本的には、その主要音源であるプロペラの作る音場を変えること、すなわち推進方式を変えることが必要である。

3. 機関に基因する騒音とその対策

主機関、補機などからの騒音が問題となるのは、主として、機関員の労働環境改善、居住区に対する騒音源として、また船体よりの水中音軽減のためなどである。後者については、艦艇の対潜水艦対策として、その水中音を定期的にモニターし、水中音の増加に寄与する機関、補機などは交換するか、オーバーホールするということまで行なわれているが、一般商船の場合、それほど問題になっていない。前者については、特に最近、関心が高まり、種々その対策が考えられるようになってきた。

3.1 機関室

機関室の騒音スペクトルの一例を図7に示す。これは

主機付近で測定した結果である。船舶の場合、この各周波数成分が、何に原因するものであるか、すなわち、空気音が固体音か、また本体からか、吸込口からか、ということが大きな問題となる。実船における騒音測定と、陸上試運転時における測定結果を併せ考えねばならない。現在は、機関室内騒音は、主機、補機系からの空気音が有力であると考えられている。ジーゼル船の場合、低音部は、主機主体、吸・排気管壁、高音部は、過給機の吸気、吸・排気管壁からの空気音に負う所が大きい。

吸・排気口、管壁からの空気音の対策としては、陸上における測定結果をもとにし、消音器の設置、防音ラギングなどを行なっており、ある程度の効果をあげている。

主機本体からの空気音については、そのレベルは、種々の研究結果より大体の推定ができ、対策の検討はできるが、小型の機関については、主機関全体をカバーした対策例があるが、大型のものについては、実際問題として、不可能に近く、筆者の知る限り実船で行なった例はないようである。後にのべるように、むしろ人間の方に対策をする方向に、積極的に努力がなされている。

主機関よりの固体音については、その防振支持により軽減をはかった例は、小型高速機関の場合に、いくつかあるが、これも大型機関の場合は、一般的に実施困難で、行なわれていない。

このように、現在は、機関室内レベルを下げるため、消音器の設置、防音ラギングの実施、機関などの防振支持、防音カバー、さらに機関室内吸音処理などが、case by case、実船実験をもとにし、また推測により、行なわれているが、何か一つをやるにしても、これに附随して、主として機械的な面での未解決の問題が関連し、わ

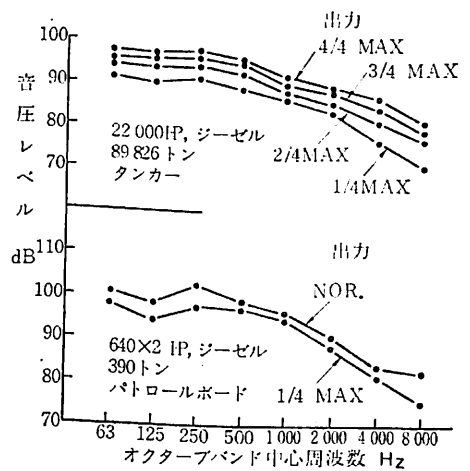


図7 機関室の騒音スペクトルの例

かっていても、なかなか実施できないというのが実情である。

また大型機関の場合には、このような対策を行っても、限度がある。例えば、機関出力2万馬力とし、この 10^{-6} が音になると考えると、パワーレベルは約112 dBとなる。従ってこのような場合には、人間の方に対策が行なわれる。従来より、機関室内に制御室が設置されているが、これを、必要な遮音量をもつ防音構造にすることにより解決をはかっている。室内のレベルは、70 dB(A)程度になっており、通常の作業場程度にはなっており、電話通話も大体できる状態である。しかし、各種配管などの貫通による隙間、主機関などによる固体音の影響により、予測される遮音量は得られず、その防音構造方式にはさらに検討の余地がある。しかし、この点の研究は着々と進められており、また将来集中制御方式が採用される傾向にあり、機関室騒音は、船内他区画に対する騒音源として検討される傾向にある。

3・2 居住区

居住区の騒音スペクトルの一例を図8に示す。これは9万トン、ジーゼルトンカーの居室(Deck Office)で測定した結果である。居住区の騒音は、このように主として機関、プロペラなどの振動に基因する、低音成分の大きいスペクトルであり、一般に、周波数が2倍になると、約5 dB減少するスペクトルで代表される。この騒音対策としては、2・1にのべたと同様に、室内吸音処理、隔壁などの振動減衰、周辺の防振支持などが行なわれている。

また、特に大型タンカーの場合、居室の配置を音源からはなすことにより、騒音レベルが大幅に下がり、一挙に問題は解決されたという例もある。大型タンカーでは、船橋、居室などは、現在、船尾に配置されるのが普通の船型であるが、例えば図2よりも推定されるように、機関室より、30mもはなれると、居室の主成分である低音部(37.5~75Hz)のレベルが15dB以上も下がることから、居住区を中央部にもってこることにより、ほとんど問題が解決されることが予想される。実際にもその通りで、中央部に居室を配置したところ、ドア、換気口などを通しての隣室の音が問題となる程度まで下がり、逆に静かすぎて困るという通常の船内騒音では考えられない問題も生じている。このように、配置を変えることにより、当然、費用の問題、安全性(油タンクの上に居室があり万一のとき危険)の問題などが大きな問題となってくるが、一つの解決策ではある。

以上船内騒音の概要についてのべたが、つぎに船内騒音の防止を進める場合の基本的考え方、問題点などにつ

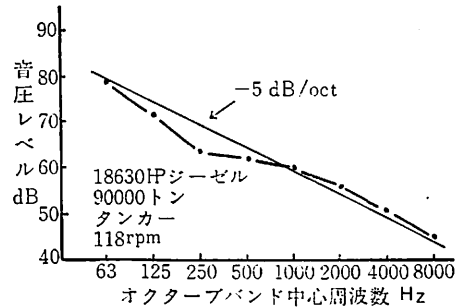


図8 居室(デッキオフィス)の騒音スペクトルの一例

いて簡単にのべる。

4. 騒音の種類と伝搬

たとえば、内部に騒音源をもたない居室のような船内区画を考えてみる(図9)。この区画内の騒音は、A、B、C、D、E、Fで示される音が合成されたものになる。

A、B、C、Dは、となりまたは上下の区画内の騒音が夫々の隔壁にあたって、これらを振動させこの区画内に放射される音であり、通常2次固体音と呼ばれている音である。Eは、Aの音の原因となる隔壁の振動が他の隔壁に伝わり、これから放射される音(側路伝搬による音)である。Fの音は、他の区画にある、たとえばポンプなどの振動源からの振動が構造体中を伝わって、この区画の隔壁を振動させ、放射される音で、1次固体音と呼ばれている音である。すなわち、区画内騒音は、A、B、C、Dで代表されるいわゆる透過音、Eで代表される側路伝搬によるもの、およびFで代表される振動源からの振動伝搬によるものの三つに分けられるわけである。

前号にのべた測定や、評価は、この合成音について行なわれるわけであるが、騒音対策を考える場合には、個々の音について十分検討し、総合的に騒音レベルが低下するように、諸対策を実施していかねば効果的な結果は得られないのである。

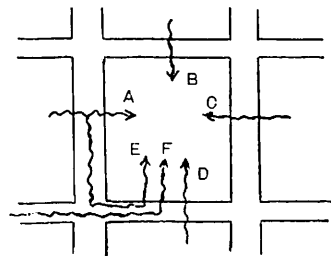


図9

5. 船内騒音レベル

式がでてきて少し面倒になるが図9に示した室内の騒音レベルがどのように表わされるか求めてみる。

この室の吸音力を A , ($A = \bar{\alpha} S$, $\bar{\alpha}$ = 平均吸音率, S = 室内表面積, 室の音を吸収する能力を考えればよい) とすると, i 番目の隔壁を通して室内に伝わってくる音の騒音レベル L_{2i} は(1)式で求められることが知られている。

$$L_{2i} = L_{1i} - TL_i + 10 \log_{10} \frac{a_i}{A} \quad (dB) \quad (1)$$

ここで L_{1i} ; 隣室の騒音レベル (dB)

TL_i ; i 番目の隔壁の透過損失(音の遮音能力) (dB)

a_i ; i 番目の隔壁面積 である。

したがって, 隔壁が隣室などの音によって振動し, この室内に放射される音の騒音レベル L_a は, 各壁からの音のレベルのパワー和として(2)式で求められる。

$$L_a = 10 \log_{10} \left(\sum_i 10^{\frac{L_{2i}/10}{10}} \right) \\ = 10 \log_{10} \left(\sum_i 10^{\frac{L_{1i} - TL_i + 10 \log_{10} \frac{a_i}{A}}{10}} \right) \quad (dB) \quad (2)$$

つぎに i 番目の隔壁の振動(側路伝搬含む)によって生じる室内の騒音のレベルは次のように求められる。

壁から放射される音のパワーを W (watt), 隔壁の振動速度(実効値)を v (m/s), 音響放射率を k とすると,

$$W = \rho c v^2 a k$$

であるから,

$$PWL = Lv + 10 \log_{10} k + 10 \log_{10} a \quad (dB)$$

$$\text{ただし } Lv = 20 \log_{10} \frac{v}{5 \times 10^{-8}} \quad (dB) \quad \text{となる。}$$

また, 室内の騒音のレベル L_R は,

$$L_R = PWL - 10 \log_{10} R + 6 \quad (dB)$$

(R ; 室定数 m^2) であらわされることが知られているので,

$$L_R = Lv + 10 \log_{10} k + 10 \log_{10} \frac{a}{R} + 6 \quad (dB)$$

となる。

故に(3)式が得られる。

$$L_{Ri} = Lv_i + 10 \log_{10} k_i + 10 \log_{10} \frac{a_i}{R} + 6 \quad (dB) \quad (3)$$

したがって, 振動によって生ずる室内の騒音のレベルは, 各室からの音のレベルのパワー和として(4)式となる。

$$L_s = 10 \log_{10} \left(\sum_i 10^{\frac{L_{Ri}}{10}} \right)$$

$$= 10 \log_{10} \left(\sum_i 10^{\frac{Lv_i + 10 \log_{10} k_i + 10 \log_{10} \frac{a_i}{R} + 6}{10}} \right) \quad (4)$$

結局, 室内の騒音のレベルは L_a と L_s のパワー和として(5)式となる。

$$L = 10 \log_{10} \left(10^{\frac{L_a}{10}} + 10^{\frac{L_s}{10}} \right) \\ = 10 \log_{10} \left(\sum_i 10^{\frac{L_{1i} - TL_i + 10 \log_{10} \frac{a_i}{A}}{10}} + \sum_i 10^{\frac{Lv_i + 10 \log_{10} k_i + 10 \log_{10} \frac{a_i}{R} + 6}{10}} \right) \quad (5)$$

また, L_{1i} のみによる振動速度レベルを $L'v_i$, また $R \doteq A$ ($\bar{\alpha} \ll 1$) とすると(6)式をうる。

$$L = 10 \log_{10} \left[\sum_i 10^{\frac{10 \log_{10} k_i + 10 \log_{10} \frac{a_i}{A} + 6}{10}} \times \left(10^{\frac{L'v_i}{10}} + 10^{\frac{L'v_i}{10}} \right) \right] \quad (6)$$

(6)式が室内の騒音レベルをあらわす式で, もっとも基本的なものである。

簡単のために一例として, (6)式において, $i = 1$, すなわち1つの隔壁のみから音が伝わってくる場合を考えると,

$$L = 10 \log_{10} \frac{a_1}{A} + 10 \log_{10} k_1 + 6 + \\ 10 \log_{10} \left(10^{\frac{L'v_1}{10}} + 10^{\frac{L'v_1}{10}} \right)$$

となる。

最初の3項は室の寸法, 材料, 構造などがわかると決まる量であり, 最後の項は隣室の音によって生じる隔壁の振動速度レベルと, 隔壁の振動によって生じるレベルのパワー和であり, 実船計測において測定される量である。

居室の騒音を予測するには, 居室が決まれば決まるものとしては, 材料の吸音率, 音響放射率であるが, 吸音率については船の場合にも通常の建築材料と大きく異なることはないので, 従来のデータが採用できる。放射率については, 一部の材料について測定されているのみであまりデータがないので, 測定方法を決めてデータを蓄積する必要がある。

L'_v については,

$$L'_v = L_1 - TL - 10 \log_{10} k - 6$$

であるから, L_1 が求まればよい。船内騒音源の配置などがきまると, およその値は求めることができる。必要な TL も船に特有な複合材料をのぞいては大体そろって

いる。L₀については、部分的に測定されているが、データ不足である。デッキ毎、隔壁毎の伝搬損失、隔壁内振動速度レベル分布などにしぼっての実船計測が必要である。

実船計測においても、また予測のためのデータ採取についても、振動速度レベルの測定が必要になるが、実際

には、測定は内装材の上で行なう以外に方法はない。内装材と隔壁の振動の関係、また隔壁そのものの振動を測定する方法を講ずることが必要になる。

騒音対策は以上の内容を考慮に入れ(6)式の値が小さくなるように進めることである。問題点は少なくないが逐次解決されるものと考えられる。

ニュース

ニュース

ギアバルク新船舶用に、またまた、マックグレゴアのピギーバックを指定

ノルウェーのコンソーシアム、ギアバルク・リミテッドに所属の二社が、マックグレゴア・ファー・イースト・リミテッド（極東マックグレゴア）に、ハッチカバーと関連装置を再発注した。これは千葉の三井造船が建造予定の五隻の38,300tのオープン・タイプのバルクキャリア用。これらのうち四隻は、パリのルイス・ドレフェース社、あとの一隻はBergenのクリスチャン Gerhard Jebsenの注文によるもの。

これらの受注は、激烈な国際受注戦の結果、極東マックグレゴアが獲得したもので、受注獲得で重要な要因となったのは、これら船主所有の船団の船にすでに採用のマックグレゴア社製品に対する同社の万全なサービス態勢の実績とされる。これらの五隻の船は、ギアバルクの主要業務である林産物の輸送に従事する予定で、設計は1973—74年にギアバルク・リミテッドのグループ会社のために日本で設計された四隻の再発注で、これらがマックグレゴアのハッチカバーを使用していたもの。

各船舶の五つのハッチは、船幅の80%と船倉の96%をカバーする。各メイン・ハッチは26.25m×23mで600㎡の面積をおおうことになる。しかし、露天甲板の両側にそって走る二つの巨大なガントリー・クレーンのランブウェイの部分は、サイド・ローリング・カバーが使用できないので、ハッチ部分の外側に積込み場所を必要としない有名なマックグレゴアのピギーバック・カバーを仕様で指定する必要があるわけである。

各昇降口には、二つの大きなパネルが取り付けられており、前方のが93t、船尾の方が105tある。各ハッチは船尾の方のパネルが、フリクション・ドライブができるようにモーターで駆動されるようになっている。

これは、四つの電気駆動式の車（一方に二つ）がついており、縁材上のレールを走るようになっている。カバーの開閉速度は一分間約8mである。

ハッチは、パネルをまず索止めからはなし、4つの同

期作動のハイ・リフトシリンダーで1.24mの高さにもちあげることによって開けることができる。それからモーター駆動のパネルがキャリアーとして作動するように下方回転していき、そのあとで両方のパネルが、ピギーバック・スタイルで所要の積み込み場所まで動くようになる。オープン・スタイルの船では、海と荷積みの状況次第でハッチが一時的に変形しやすいので、ハッチカバーはどんなときでも適正なツーリング効果をもつように特大のガスケットが取り付けられ、この目的は達成された。また索止めの数は従来の同種類のハッチカバーには100もとりつけられていたのにくらべ、20にまで減らされた。索止めは締め付けがカバーの重さ自体で行なわれるので、特別な努力を必要としない簡単なヒンジ・タイプになっている。

1,000kw (1,340PS) までのエンジン用船用熱交換器

PHシリーズ、PKシリーズとして知られている450kw (603PS) ~1,000kw (1,340PS) のエンジン用船用熱交換器が英国パーミンガムのE. J. ボウマン社により販売された。PHとPKシリーズ装置は、腐蝕防止のための標準とされている銅ニッケル管と青鋼のエンドカバーを持ち、流量を100m³/hまで操作することができる。両シリーズ共、取り付け、維持が容易で、単体でも大量でも引渡しが迅速に出来る。

PHシリーズ：これは、ボウマン社の既存のヘダータンク熱交換器の発展型であり、冷却路中に通気の危険なく高い清水流量割合を処現出来るよう、ヘダータンクを特別に再設計したものである。

PKシリーズ：これは、標準型の熱交換器で、エンジンオイルあるいは冷却水の何れかを冷すに適しており、クリーニング用の管群に入り易くするためのやすく取り除けるエンドカバーを有している。

製造会社 E. J. BOWMAN (Birmingham) Ltd.
Aston Brook Street East,
Birmingham England B6, 4AP.

舶用蒸気主機関の技術の変遷 (3)

矢 杉 正 一

佐世保重工業株式会社参与

13. 海軍省の外国造船会社利用の初め

海軍省は横須賀造船所の建造能力拡大を計ると同時に、最新式の新造軍艦をイギリスとオランダに1隻ずつ注文することを決めたが、実行に移らないうちに、明治7年佐賀の乱、つづいて征台の役がおこり、さらに支那との紛議が生じた。このため急速に優勢な軍艦の必要を痛感し、イギリスの造船会社に注文して、明治8年起工、明治11年竣工の甲鉄戦艦扶桑、鉄甲帯巡洋艦金剛及び比叡を入手した。

扶桑は排水量3,777吨、3,500馬力、速力13kt、横置2段膨脹トランク式機関2基、2軸である。また金剛、比叡は排水量2,248吨、2,500馬力、速力13.5kt、横置2段膨脹還動式機関1基1軸である。

因みにこれら3艦は幾多の新兵器と、造機、造船の新知識を装備しており、特に扶桑の船体はわが国の軍艦として最初の複底をもつものであって、当時における世界きっての豪壮な甲鉄戦艦であった。日清、日露の両戦役にも3艦は大いに活躍した。

これら3艦のボイラは、何れも最新型の戻火式円缶で触面復水器を有し、ボイラ圧力は 60 lb/in^2 の高圧となった。これら新機関に関しては、回航員であったイギリスの予備海軍機関官数名に、教官として日本に残留してもらい、数年間艦上及び陸上で、イギリス式機関取扱いに関する実習を受け、機関取扱上の技倆の向上が得られたのである。

触面復水器は1860年頃から外国船舶で一般に採用せられるようになったが、わが国では前項の明治8年国内進水の軍艦清輝が2段膨脹機関とともに、圧力 45 lb/in^2 の円缶と触面復水器を採用した。触面復水器の採用と円缶の発達とは、蒸気圧力の高圧化を、そして高度の蒸気の膨脹性の利用の誘因となったことはいままでもない。

蒸気主機関の採用によって、船舶は帆走よりも遙に優れた性能が発揮されるようになったが、然し船舶の保有する石炭燃料の消費の点から、航続力の不足は帆走でお

ぎなうことが常識とされており、例えば明治18年横須賀で竣工の軍艦天龍（排水量1,547吨、1,267馬力、速力12kt）は、汽走30%、帆走70%として計画し使用されていたと記されている。このように当時の新鋭軍艦でも、汽走、帆走両用の軍艦であった。扶桑、金剛、比叡もまた汽帆両用の軍艦であった。

このため帆走中はプロペラを吊り揚げる装置をもつ軍艦や、2翼のプロペラを装備して、これを縦直位置に固定する軍艦もあった。前述の明治4年海軍省が中古軍艦を買い入れたときの、イギリス建造の軍艦筑波（200馬力、速力8kt、横置単式2気筒機関、圧力 25 lb/in^2 角缶）には、第15図のプロペラ吊り揚げ装置が装備されていた。

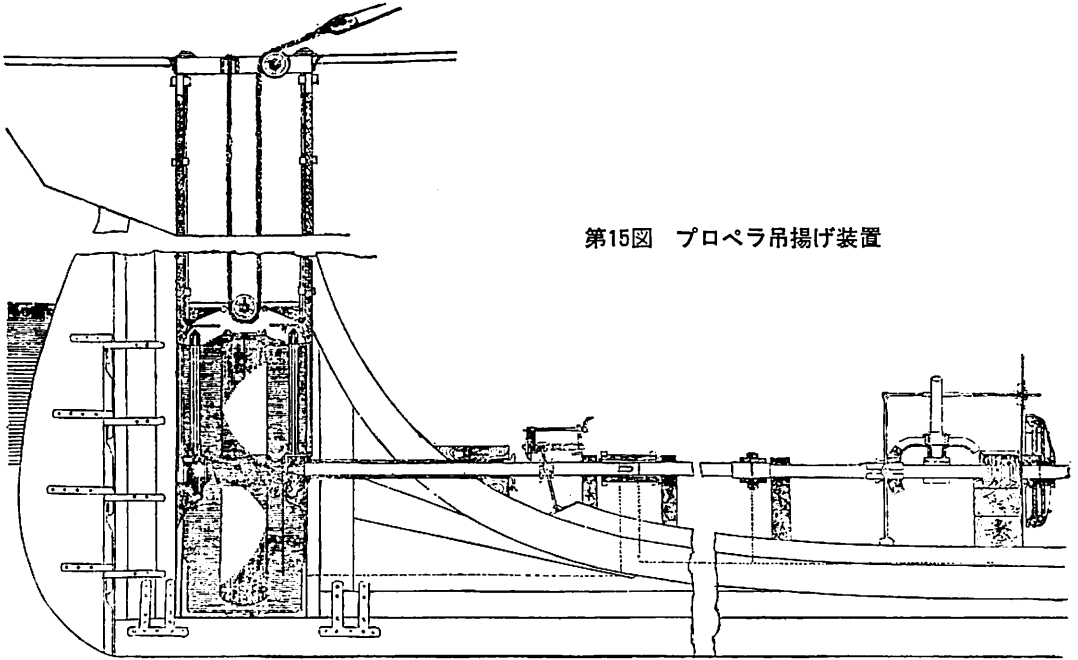
なお金剛、比叡のピストン式機関のシリンダ内径が、高圧66インチ（1.68m）、低圧99インチ（2.52m）という厩大な大きさで、100年前にこんな大きなピストン式機関が製造せられていたことに私は少なからぬ興味を覚えるのである。

14. 汽走専用軍艦の誕生

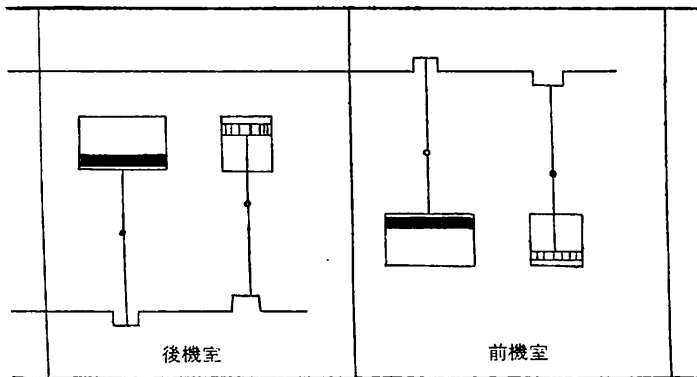
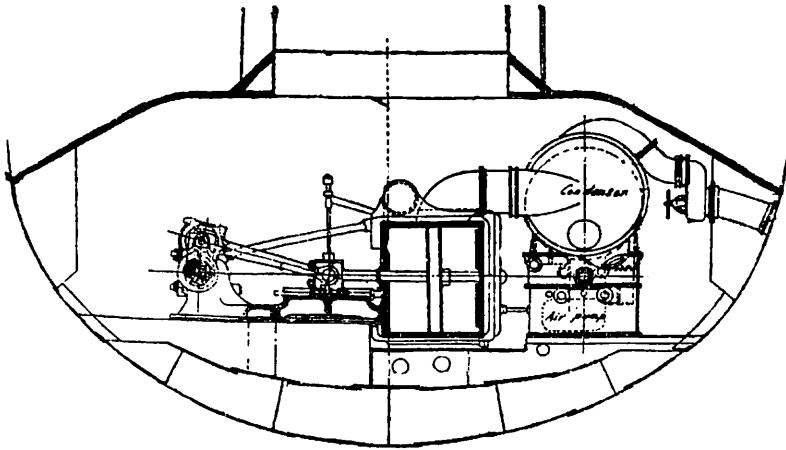
前項で蒸気船舶の航続力不足は帆走によっておぎなうことが常識であったことを述べたが、高圧蒸気の使用と、2段膨脹機関の採用により、燃料消費率の低減がめざましく、遂に帆走には全くたよらぬ、汽走のみの航洋艦船の建造が可能となった。

明治14年（1881年）イギリスで竣工し、明治16年5月購入した軍艦筑紫は、帆走を全然廃止して、汽走のみで計画された最初の軍艦である。これにつづいてイギリスで明治19年竣工入手した巡洋艦浪速、高千穂の姉妹艦も同様で、これらの艦から白熱電灯による艦内照明等の施設も装備した最も近代的な軍艦となった。

筑紫は排水量1,350吨、速力16kt、2軸2,400馬力、浪速、高千穂は排水量3,709吨、速力18kt、2軸7,600馬力の近代的鋼製軍艦で、3艦とも横置2段膨脹2気筒機関を第16図のように、前後両機室に1基ずつ配置し、ボ



第15図 プロペラ吊揚げ装置



第16図 軍艦筑紫機械室

イラは艦艇用として相当多く使用せられた低円缶である。蒸気圧力は 90lb/in^2 と一段と高圧化した。この低円缶燃管の材料は、筑紫が黄銅、浪速型が鉄であった。

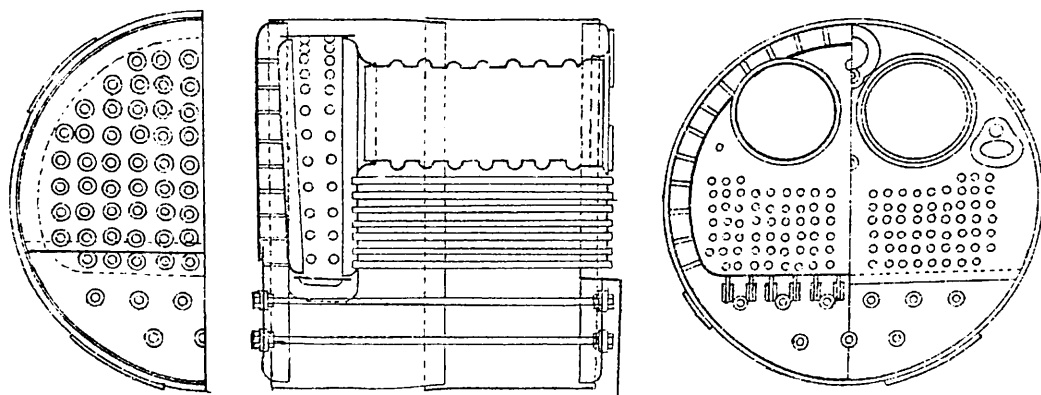
円缶の種々の名称が出たので御専門以外の方のために少しく付言する。船用ボイラとして発達した円缶が、軍艦、商船の主ボイラの王座を独占し、やがて明治後期に水管式ボイラが登場してからも、商船では保有水量が多く、保守、取扱い容易な円缶の方が重宝がられ、主機械が蒸気ピストン式からタービンに移行した後も、商船の主ボイラとしては長く円缶が多く使用されていた。

この商船にも軍艦にも広く採用された円缶の外に、特にボイラの高さに制限のある艦艇では、高さの低い円缶即ち低円缶が使用せられた。前に述べた最初の国産軍艦千代田形をはじめ、本項の筑紫、浪速などこれである。低円缶に対して、商船にも使用する円缶を構造上戻火式円缶と称し、また高円缶とも呼んだ。両型式の円缶の構造の比較図を第17図及び第18図にならべて示した。なおこれら円缶2基を背面でつないで、焚口を両側においたものを両面型と称し、単基のものは必要の場合片面型と

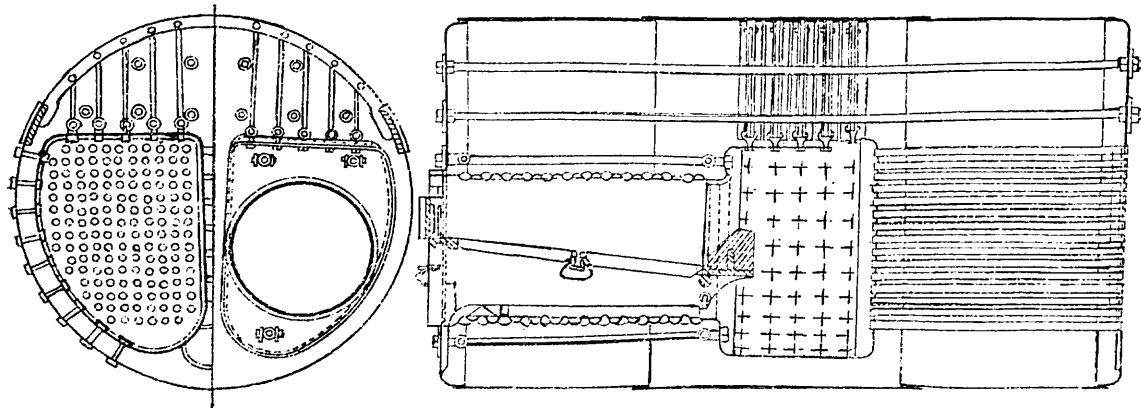
呼んで区別した。浪速型軍艦には、片面低円缶3基と、両面低円缶3基を装備している。

さて従来の機帆併用の艦船の場合には、出入港時のみ機関を運転し、平常航海中は帆走であるから、文字通りの風まかせで、機関部員はその間飲用水の採取ぐらいが唯一の作業であったが、軍艦筑紫からは帆走装置が廃せられたため、機関部員は四六時中労働ということとなった。それだけでなく、艦内電灯照明が初めて採用されたが、そのために装置された発電機があり、さらに大砲用の水圧機械も装備された。浪速、高千穂ではそのうえに、魚雷用の空気圧縮機械も採用された。これら新補機がすべて機関科所掌となることはいうまでもない。このため機関部員の勤労激増を来し、その職責上にも大きな改革がもたらされることとなった。明治20年海軍機関学校が廃止されて一時海軍兵学校に併合されたのもその一端を語るものである。

なお軍艦浪速が内地に回航する際から、回航員は初めて日本海軍の兵員が当ることとなり、その後すべてこれにならうことになった。機関の運転取扱いの技術も十分



第17図 高円缶（戻火式円缶）



第18図 低円缶

身についたということである。

15. 国内民間造船所建造最初の軍艦

イギリスに浪速型巡洋艦を注文すると同時に、フランスにも巡洋艦敵傍（排水量 3,615 吨，斜動 2 段膨脹 2 気筒機関 2 基 5,500 馬力，低円缶 9 基）を発注したが，明治 19 年 10 月竣工日本回航の途中，同年 12 月 3 日シンガポール出港後行衛不明となり翌 20 年 10 月亡没と認定された。このためフランス式の技術導入はできなかったが，前項イギリスのアムストロング社建造の筑紫及び浪速型の近代軍艦の技術は，日本海軍の造機，造船技術の躍進に多大の貢献をした。

一方国内でも，明治 16 年（1883 年）には，巡洋艦葛城，武蔵の同型 2 艦を横須賀造船所で建造すると同時に，同型艦大和を兵庫の小野浜造船所で建造することとした。これが日本海軍が，国内の民間造船所を利用し軍艦を建造した最初である。

小野浜造船所は，イギリス人キルビーの経営であったが，巡洋艦大和建造の受託決定直後に，経営者キルビーが病歿したため，海軍は小野浜造船所の全施設を買収して，大和の建造工事を直営継続し完工した。

葛城型 3 艦は，排水量 1,502 吨，速力 13kt，横置選動式 2 段膨脹 2 気筒機関 1 軸 1,622 馬力，片面高円缶 6 基，使用圧力 70lb/in² である。

従来軍艦は単に飲用水製造のための極めて低力量の蒸溜器を備えていただけで，この蒸溜器は艦が入港碇泊後大気に放散する蒸気を利用して蒸溜水を採るものであった。葛城型巡洋艦では初めて，蒸化器と蒸溜器を装備して，随時淡水を製造できるようになった。然し蒸化器の力量は僅かに 3.5t/day に過ぎない小型の飲用水用のものであった。

葛城，武蔵は明治 20 年 11 月，大和は同 21 年 2 月竣工し，日清，日露両戦役に参加した。なお武蔵，大和は，大正 11 年特務艦（測量艦）となり，昭和初期まで役務についていた。

葛城型巡洋艦について，明治 19 年乃至 21 年国内で進水した，摩耶型砲艦 4 隻のうち，愛宕は横須賀造船所建造であるが，摩耶，赤城は，小野浜造船所で建造し，鳥海は石川島平野造船所で建造せられた。石川島平野造船所は，幕府時代の石川島造船所跡を明治 9 年平野富二が引きつぎ，民営として営業を開始したもので，現在の石川島播磨重工業の創業時代である。

摩耶型砲艦は，排水量 614 吨，速力 10.25kt，横置 2 段膨脹 2 気筒機関 2 基 2 軸 963 馬力，低円缶 2 基，圧力 80 lb/in² であった。

16. 3 段膨脹機関の採用

日本海軍が 3 段膨脹機関を採用した最初は，明治 22 年（1889 年）横須賀造船所で進水の通報艦八重山である。これより 6 年前明治 14 年に濠州・支那間の貿易船アバーデイン号が，初めて 3 段膨脹機関を装備して非常な成功を収め，それから一般商船に 3 段膨脹機関が使用せられるようになった。

イギリス海軍が，初めて軍艦に 3 段膨脹機関の採用を決定したのは，明治 18 年であるから，日本海軍の 3 段膨脹機関の採用は，イギリス海軍より僅かに 4 年おくれたのみで，外国の建造とはいうもののわが国の造機技術は長足の進展を見たといえよう。

八重山は排水量 1,609 吨，速力 20kt で，その機関は，同年フランスで進水した巡洋艦敵島と同型である。機関は全部イギリスのホーソン社製造のものを横須賀で組み立てたのである。主機械は，横置 3 段膨脹 3 気筒機関 2 基 2 軸 5,400 馬力であり，ボイラは，両艦とも低円缶 6 基であるが，その内容において相異していた。使用缶力の高圧化が進み，八重山は 150lb/in²，缶管はボイラ水に海水使用の名ごりを止めて青銅製である。敵島は圧力 170lb/in² とし，缶管は鋼管となり，炉筒に初めてフォクス式波形のものが採用せられた。

巡洋艦敵島は，排水量 4,278 吨，速力 16kt で，明治 24 年フランスで竣工したが，三景艦と呼ばれ，同型艦松島が翌 25 年フランスで，橋立が横須賀で同 27 年竣工した。3 艦とも全く同じ蒸気主機関である。

横須賀造船所で，八重山ならびに橋立の建造が行なわれるに先立ち明治 19 年，時の海軍大臣西郷従道が，欧米視察の際，フランスの造船家ベルタンの来日建艦指導を依頼したのが実現し，八重山及び三景艦の計画はベルタンによって行なわれたのである。

明治 23 年横須賀で竣工した八重山を初め，相ついで竣工した三景艦に，初めて飲用水，ボイラ水両用の大型蒸化器が装備せられた。八重山用は 15t/day のもの 1 基，三景艦用は同力量 2 基である。従ってこの 4 艦から初めてボイラ水の補給に海水の使用が中止されることとなったのである。

なお三景艦の主機械は，平常航走中は 3 段膨脹として作動し，高力運転時には蒸気をボイラから直接高圧及び中圧気筒に同時に送気して，その排気をともに低圧気筒に導くことによって，2 段膨脹として作動させることに計画されていた。

三景艦のうち最初に竣工した敵島は，フランスのツーロン港を出港し，日本への回航の途中，しばしばボイラ

の燃室内管板に漏洩を生じ、それがだんだんひどくなって、コロンボに寄航したときには、どうにも処置なきに至った。そのため急遽フランスから職工の派遣をもとめて、応急修理を実施し、やっと日本到着ができたのである。円缶の使用圧力が上昇し、強圧通風により燃焼度が高まった此の頃から、このような円缶の事故がぼつぼつ発生するようになった。

横須賀建造の橋立は、日清戦役に辛うじて間に合ったのであるが、新造公試運転の最中に、全ボイラの炉筒に膨垂を生じ、第5号缶にあっては炉内が圧潰してしまうという事態を生じたため、日清戦役中橋立の第5号缶は使用禁止の状態におかれるありさまであった。

日清戦役後明治29年、橋立の第5号缶は炉筒をフォックス式波形から、パーブス式波形のものに換装され復活したが、ボイラ使用圧力を 120lb/in^2 に制限した。また敵島はその翌年ボイラ圧力を 100lb/in^2 に制限している。主力艦におけるボイラのこの種の故障は、当時の海軍における頭痛のたねであって、明治31年には湯地定監機関総監を委員長とする円缶事故に対する調査委員会が設けられ検討が行なわれている。

三景艦がフランス式技術で建造されているとき、イギリスで巡洋艦千代田が、明治21年起工同24年竣工したが、海軍で最初の直立3段膨脹3気筒機関を採用した。千代田は、さきに述べたフランスで建造し、回航の途中行衛不明になった敵傍の保険金で発注されたもので、排水量2,439吨、速力19kt、主機械2基2軸5,678馬力、ボイラには汽車缶(第19図)6基を採用し、使用圧力を 160lb/in^2 とした。汽車缶は明治14年以降建造された水雷艇には広く採用されてきたボイラであるが、軍艦に採用したのは千代田が初めてである。

千代田と殆んど同時期に、国内でも小野浜造船所で、砲艦大島が建造せられ、直立3段膨脹気筒機関を採用した。大島は排水量640吨、速力13kt、主機械2基2軸

1,217馬力、ボイラは汽車缶2基、圧力 160lb/in^2 である。

17. 蒸気主機関と日清戦役

前項の三景艦の主機械をモデルとして、横須賀造船所で計画製造した純国産の横置3段膨脹3気筒機関2基2軸が、同所建造の巡洋艦秋津洲に搭載せられ、明治27年3月開戦の直前に竣工した。なおこの主機械のシリンダー・カバーなどの鉄鋼製品に初めて国産鉄鋼が使用せられ、わが国の鍛造技術のひとつのエポックであった。

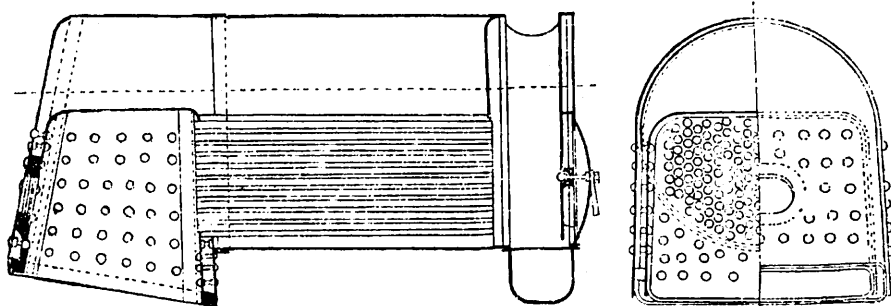
秋津洲は、排水量3,159吨、出力8,500馬力、速力18ktで、ボイラは三景艦にならわず、両面高円缶4基として、圧力は 150lb/in^2 におさえた。

秋津洲よりちょうど半年前、イギリスで巡洋艦吉野が竣工し、27年3月日本に到着し、辛うじて日清開戦に間に合った。吉野は、排水量4,160吨、速力22.5ktという快速巡洋艦で、主機械にはわが海軍で最初の、3段膨脹4気筒機関を2基採用し、15,500馬力という高出力のものであった。ボイラは圧力 155lb/in^2 の高円缶12基である。公試運転の実績は、15,819馬力、23.03ktという俊速で、当時世界海軍注視の巡洋艦であった。

明治27年9月15日、軍令部長海軍中将樺山資紀は、仮装巡洋艦西京丸に乗船し、海軍中將伊東祐亨の指揮する本隊(旗艦松島、敵島、橋立、扶桑、千代田、比叡)及び第一遊撃隊(旗艦吉野、高千穂、浪速、秋津洲)ならびに砲艦赤城とともに、海洋島に向けて出発、9月17日同島沖で清国北洋水師提督の率いる戦艦定遠、鎮遠など12隻を発見、交戦大勝を博した。これが有名な日清戦役黄海海戦である。

帝国海軍機関史(昭和18年海軍省教育局発行)に、日清戦役当時の機関の状況に関して、興味ある記録があるのでここに引用する。

“蒸化、蒸溜器の力量は極めて微弱で、予備水タン



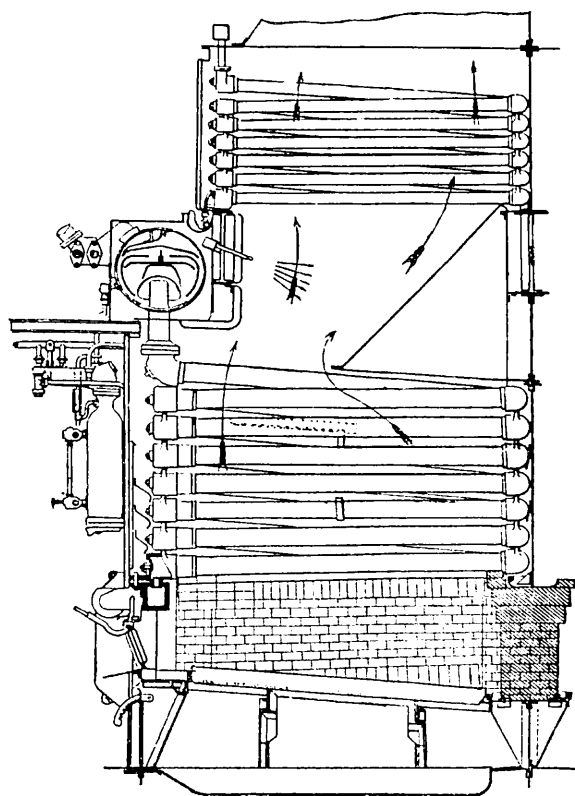
第19図 汽 車 缶

クの設備もなく、出征に際して、松島、敵島、秋津洲が急造的に、機械室下二重底に予備水を貯えたにすぎなかった。黄海海戦時においても、ボイラ水として真水を使用していたのは、三景艦と八重山の4艦にすぎず、吉野、比叡、愛宕は淡水欠乏時に海水を補給し、扶桑、浪速、金剛、赤城は終始海水を使用していた。”とのことである。

18. 水管ボイラの採用

日清戦役の2ヶ年における欧米列強の造船造機技術の進展には著しいものがあった。明治27年イギリスに発注した戦艦富士、八島が建造せられた。両艦は、排水量12,450 吨、直立3段膨脹3気筒機関2基2軸 14,180馬力、速力18.25kt で同30年両艦とも竣工した。ボイラは高円缶10基、圧力は $155lb/in^2$ である。

その後明治31年及び32年イギリス或はアメリカで竣工した巡洋艦高砂、笠置、千歳（以上直立3段膨脹3気筒機関2軸 15,500馬力）、浅間、常磐（以上直立3段膨脹4気筒機関2軸18,000馬力）にも、圧力 $155lb/in^2$ の高円缶が採用せられた。



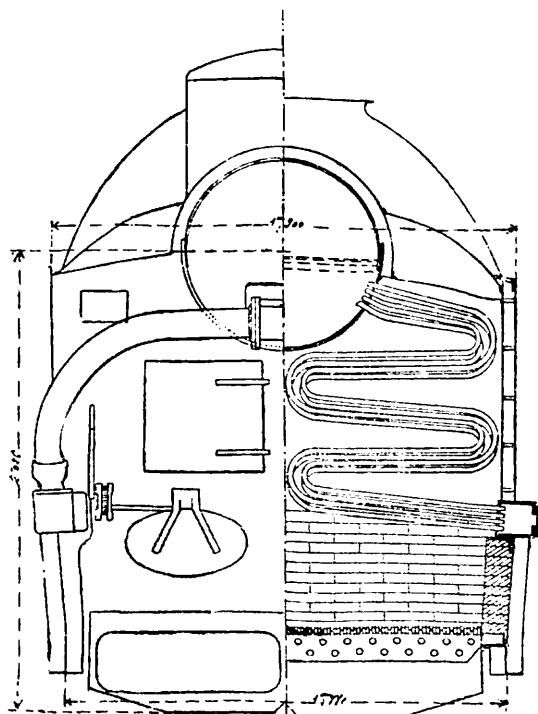
第20図 ベルビール式ボイラ

しかし円缶における事故は跡をたたく、明治30年イギリスで起工の戦艦敷島において、主力艦として初めて水管ボイラを採用することとし、ベルビール式ボイラを装備し、圧力も一挙に $270lb/in^2$ ($19kg/cm^2$) に上昇した。つづいてドイツ、イギリスで起工した、八雲、吾妻、出雲、磐手などの諸艦もこれにならった。またイギリス建造の戦艦朝日と三笠にも、ベルビール式ボイラを採用したが、圧力を $300lb/in^2$ ($21kg/cm^2$) とした。

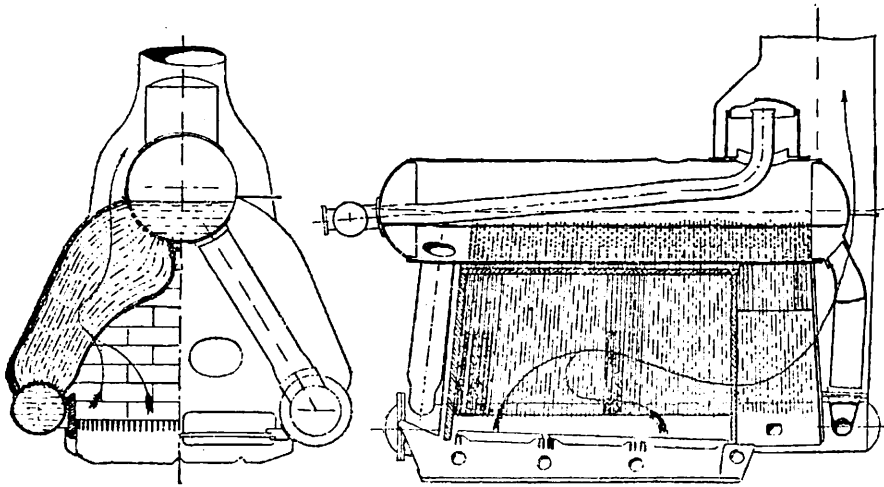
戦艦敷島は計画14,500馬力、実績15,145馬力、朝日及び三笠は計画15,000馬力、実績16,335馬力及び16,431馬力であり、直立3段膨脹3気筒機関2基、ボイラ25基である。一等巡洋艦八雲、吾妻、出雲、磐手は、計画14,500乃至17,000馬力、直立3段膨脹4気筒機関2基、ボイラ24基である。これらの軍艦は、日露戦役の花形である。

水管ボイラを、日本海軍が最初に採用したのは、明治25年フランスのクルーズー社で進水した第15号水雷艇と、同時にフランスで製造のうえ、翌26年小野浜造船所で組立てた第20号水雷艇で、ジュタンブル式ボイラである。

次いで明治27年フランスのノルマン社建造の第21号水雷艇はノルマン式ボイラである。これらベルビール式ボイラを第20図に、ジュタンブル式ボイラを第21図に、ノ



第21図 ジュタンブル式ボイラ



第22図 ノルマン式ボイラ

ルマン式ボイラを第22図に示す。

なおベルビル式ボイラに関しては、欧州で大艦に採用しはじめたとき、わが国でも早晩これを大艦に使用しなくてはならなくなると考えて明治29年、軍艦千代田の汽車缶を換装の際、ベルビル式ボイラを購入装備して

31年4月換装を完了したので、わが国の大艦における水管ボイラの採用は千代田が最初である。千代田のボイラ換装後の実績によると、定量石炭に対し、14ktにおける航続距離が35%増大したと記されている。

現行 海 事 法 令 集 (52年版)

●運輸省監修 A5・2812頁 上製函入 定価15,000円(〒500円)

正確な条文・充実した内容。52年1月10日現在の海事関係のあらゆる法令を網羅した完璧唯一の法令集

*改正された法令・70件、新たに収録した法令19件、全収録件数は370余におよび、12項目にわたって分類収録

*主要法令には詳しい参照条文を付記して利用しやすくしたもので、会社・団体・官庁・学校等には座右の書

*特典…52年6月末日までに、本書中の追録引換券をご送付下さった方に限り、主要法令改正分の追録を進呈

ボイラ水管理の実務

●ジャパンライン海務部編 A5・208頁 定価2,200円(〒160円)

ボイラ管理実務者の立場からボイラ水管理について、造船所・清缶剤メーカー・陸上および船舶における実際のデータを基本にして、60kg/cm²級船用ボイラを中心にまとめられた技術書で、中・低圧ボイラ、陸用ボイラの水処理に対しても多大の参考となる。とくに、清缶剤投入量の算出、水質試験のデータについては、計測方法のすべてが理解できる。

JSDS — 22 イナートガス装置設計指針 — 23 ベント管装置設計指針

●日本造船学会 造船設計委員会第二分科会編 B5・292頁 定価5,800円(〒200円)

全国主要造船所の艦装設計者、大学・日本海事協会・運輸省船研のメンバーによる委員会がとりまとめた基本指針…JSDS シリーズは1～23までとなり完結!

22は、タンカーの荷油タンク内を低酸素濃度のイナートガスで満たし、洗浄中の爆発防止に役立つ装置の指導書として、また23は、ベント管装置の機能・方式、管径設計法、設計手順、規則比較表についてまとめている。

101東京・神田神保町2—48
電話 (03) 261-0246

海文堂出版

650神戸・生田元町通3—146
電話 (078) 331-2664

英文「日本造船年鑑1976-77年版」

英文月刊誌「造船」が毎年1回発行している英文「造船年鑑1976—77年版」がこの程完成された。

過去20年間、進水実績で世界の王座を維持して来た日本の造船業は1973年秋の石油ショックに端を発した世界的な造船不況のあおりを受け運輸省の操短勧告に基づき生産量の規制に乗り出した。好況時に多額の設備投資をし、造船能力を拡充して来た造船界の今後の動向はどうか。大型タンカーの受注は急減し、大型船から中小型船へ移行している。このような現状を今後どう乗りきって行くか、またどう変って行くかは内外の関係業界の大きな関心事である。この年鑑は造船業界ならびに関連工業界の現状を可能な限りの資料を駆使し、あらゆる角度から分析し紹介している。読者にとって非常に価値のある参考書である。

全体が七部門に分かれ、

第一部門では日本の造船業界の回顧と展望を主として昭和50年度（昭和50年4月から昭和51年3月まで）の統計資料をもとにあらゆる部門から分析し集録している。

第二部門ではわが国主要造船会社（29社）と東南アジアを中心とする主要海外造船会社（18社）の紹介を会社の歴史や特徴、新造船実績、手持工事量や造船施設のレイアウトなどを豊富にもりこみ詳細に収録している。

第三部門では造船関連工業メーカー（船用機器メーカー）の紹介を新製品の資料を中心に収録している。

第四部門では船舶および船用機器の輸出入に従事する商社の紹介

第五部門では造船関係の団体、政府機関、船級協会、保険会社や代理店などを集録

第六部門では船舶輸出産業に従事する関係業界の主なスタッフを紹介する人名録を収録

第七部門では総合索引と統計表などを収録

発行所：㈱東京ニュース通信社

東京都中央区銀座西8—10 (03) 571—4931

体裁：A4判512頁 定価：国内8,500円、海外33ドル

「船舶商社便覧」

—船舶および船用機械取扱い商社の人事名鑑—

ECの対日造船批判がクローズアップしている中で、

相変らず日本向けの新造船建造発注意欲は依然衰えず、例えばEC問題の集中した本年度11月期だけでも日本は総額700億円近い新造船を受注している。

これらの対日建造を誘引しているのが船舶商社の一群で、その活躍ぶりは眼を見張るものがある。

また船用機械の取扱い実績も漸増傾向にあり、今後はEC諸国からの強い要請もあって、欧州製船用機器の部品輸入なども増加するものとみられている。

日本の新造船マーケットは、今日商社抜きでは論じられないほど強大なものとなっており、本書は第一線で活躍する商社の船舶輸出実務者および船用機械取扱い実務者の役職、人事（住所）を紹介した船舶商社の専門人事名鑑である。

発行所：㈱東京ニュース社 (03) 861-3091

東京都千代田区岩本町2—10—3 (大信ビル)

体裁：A5判300頁2色刷り 定価5,000円 (送料別)

「内航タンカー安全指針」

全国内航タンカー海運組合編

船舶所有者は、危険物船舶運送及び貯蔵規則に規定されている“危険物取扱規程”のほか、海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律に定められている“油濁防止規程”と、大型タンカーのタンククリーニング時の火災、爆発事故の防止対策として、運輸省通達による“タンカーのタンク清掃作業の具体的作業要領書”の作成指導などにに基づき、乗組員に安全な作業を実施させるために必要な取扱規程を自主的に定め、実施することが要請されている。しかし、これらの諸規程を個々の船舶所有者が、具体的に細部についてまで記載、作成することは甚だ困難であるが、これらの諸規程の整備と普及は、安全確保上緊急を要するものである。

本書は、以上の法令、又は通達により船内に備え付け実施が定められている諸規程として使用するために、編集したものである。更に、船舶所有者が規程し、乗組員に守らせなければならない船員災害防止協会等に関する法律に基づく“商船船員災害防止規程”もあわせて掲載されている。その他、乗組員の安全作業や事故発生時等の対策や処理方法に重点をおき、関係諸法規、安全諸資料が豊富に収録され、石油製品の荷役、海上輸送の安全指針としても利用できる。

発行所：㈱成山堂書店 TEL (03) 357—5861

体裁：A5判 350頁 定価 1,800円

昭和51年度12月分新造船許可集計

昭和51年（4～12月分）建造許可集計

運輸省船舶局造船課

区 分		4 月～12 月 分 累 計				12 月 分			
		隻数	GT	DW	契 約 船 価	隻数	GT	DW	契 約 船 価
国内船	貨物船	93	1,145,820	1,815,865		22	218,490	364,136	
	油槽船	6	29,150	47,750					
	貨客船	—	—	—					
	小計	99	1,174,970	1,863,615	215,762,600千円	22	218,490	364,136	千円 39,938,600
輸出船	貨物船	381	4,847,880	7,472,043.5		47	567,190	833,932	
	油槽船	13	321,700	553,175					
	貨客船	—	—	—					
	その他	1	5,000	3,090					
	小計	395	5,174,580	8,028,308.5	1,124,100,310千円	47	567,190	833,932	円 121,623,682
合 計		494	6,349,550	9,891,923.5	1,339,862,910千円	69	785,680	1,198,068	千円 161,623,282

(注) 1. 貨物（鉱石兼撒積運搬）兼油槽船は、貨物船として集計してある。

■ 編 集 後 記 ■

□鈴木秀夫著『氷河時代』を読んだ。まるで造船・海運と関係ないものの様に思えるこの本も、意外のことを気づかせる。自分の専門には全く関係ないように見える広い学問で地球学と言うもののある程度の常識の必要を感じる。

□「大型タンカーを迂回させるもの」という箇所だが、概略を引用すると、「かつてマレー半島、スマトラ、ジャワ、ボルネオが一つながりで大陸の一部となっていた氷河時代のころ大河が南シナ海へ注いでいた。氷河時代が終ると大陸の氷はとけ海の水位は高くなり、インドネシアの島々は大陸と分離してしまった。その結果、インド洋からマラッカ海峡を抜けて太平洋に至る水路ができたわけである。この付近の海底にはかつての大河川の谷が沈んでおり周囲の島から海に注いでいる現在の川の延長上に発見される。マラッカ海峡の底にあるのはその一支流で、今日の巨大タンカーを完全に通すには不十分な

程度の腐蝕しかしていなかった。マラッカ海峡を通れない船は、大きく迂回してロンボク海峡から北上することになる。ロンボク海峡は氷河時代の大陸の東南端であり氷河時代にも海峡であった深い海である。その時代からすでに、ユーラシア大陸の動物は二つの海峡を渡ることができず、海峡を隔ててオーストラリアの動物群は大いに異なってしまう、現在に至っている。これが動物地理学上有名なバリ＝ロンボクラインである。」

□地理学からいくとマラッカ海峡は岩礁が存在し、それもある程度以上の大型タンカーの通過の困難は確かに知られている事実であった。仮に航路設定の検討項目に地球学的な知識を生かせたら、岩礁を爆破して水路拡大を計ることやトン数とか船幅による通過の規制も事前に来た筈であろう。これは、縁遠いように見える学問（知識）も有効に生かせば役に立つという好例ではないかと思う。雑学の奨励というところででしょうか。

☆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4,500円 (送料共)
1カ年分8,600円

運輸省船舶局監修
造船海運総合技術雑誌

船 の 科 学

禁転載 第30巻 第2号 (No. 340)

発行所 株式会社船舶技術協会

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

昭和52年2月5日印刷 {昭和23年12月3日}
昭和52年2月10日発行 {第三種郵便物認可}

定価 750円 (〒41円)

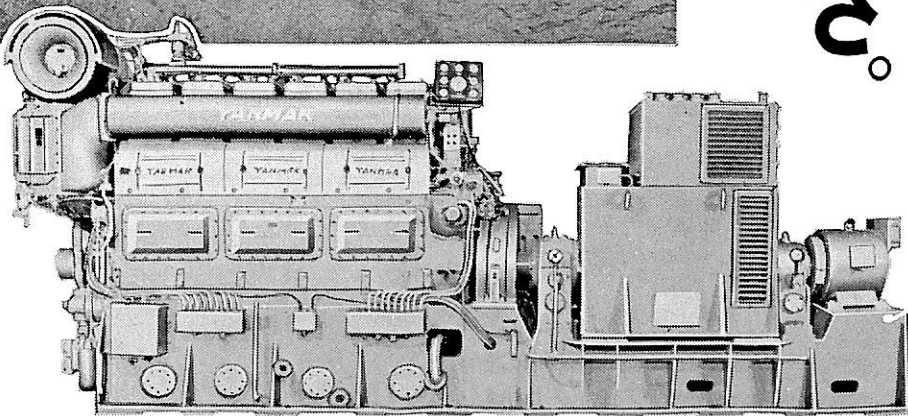
発行人 船 橋 敬 三
編集委員長 田 宮 真
印刷所 大洋印刷産業株式会社

一滴の燃料を生かす確かな技術



補機は使い良さ。

船内快適



船舶補機

6GL-ET形〈1200PS/750rpm〉

GL形シリーズ〈850~1200PS〉 ZL形シリーズ〈1400~3600PS〉

- 船舶主機用3.0~2400馬力
- 船舶補機用3.5~3600馬力

ヤンマー
ディーゼル

快適な船内環境を守る、ヤンマーディーゼル補機エンジン。60余年の経験と技術が、日本中の海の男達のあいだで信頼を呼んでいます。小形・軽量——高出力、つねに安定した性能を保ち、耐久性は抜群、さらに自動化や保守点検・安全性など、あらゆる面から使い良い補機づくりに徹しています。全国の海で、圧倒的な人気を博しているのも、ヤンマーの丹念な製品づくりの成果が、海の男達に認められているからなのです。

●お問合せは、営業統括部販売推進部 まで。



ヤンマーディーゼル株式会社 (本社) 大阪市北区茶屋町6-2 (〒530) — TEL (06) 372-1111 (代)

営業統括部販売推進部 尼崎市長洲東通1-1 TEL (06) 488-1111 (代)

札幌支店 TEL 011 221-6131 東京支店 TEL 03 213-8111 名古屋支店 TEL 052 563-2271 大阪支店 TEL 06 372-1111 高松支店 TEL 0878 21-2111
 広島支店 TEL 0822 28-1111 福岡支店 TEL 092 441-0111 仙台営業所 TEL 0222 62-5761 焼津営業所 TEL 05462 8-3118

昭和五十二年二月五日印刷
昭和五十二年二月十日発行
昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

Dimetecote® 厚膜型無機亜鉛塗料

ダイメットコート

鋼構造物を腐食から守る特殊防食塗料

Amercoat®

小松島特装工場

新造船、就航船などに最新設備によって工期短縮
低コスト、精度の高いタンク内塗装施工を行います。

小松島工場：〒773 徳島県小松島市中田町東山 電話 08853-2-6352

船の科学

定価 七五〇円

塗料販売および塗装工事

株式会社 井上商会

米国アメロン社技術提携塗料製造

株式会社 日本アマコート

取締役社長 井上正一

本社 〒231 横浜市中区尾上町5の80
電話(045)681-1861(代)

本社 上記井上商会内
工場 〒232 横浜市中区かもめ町23
電話(045)622-7509・7529

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