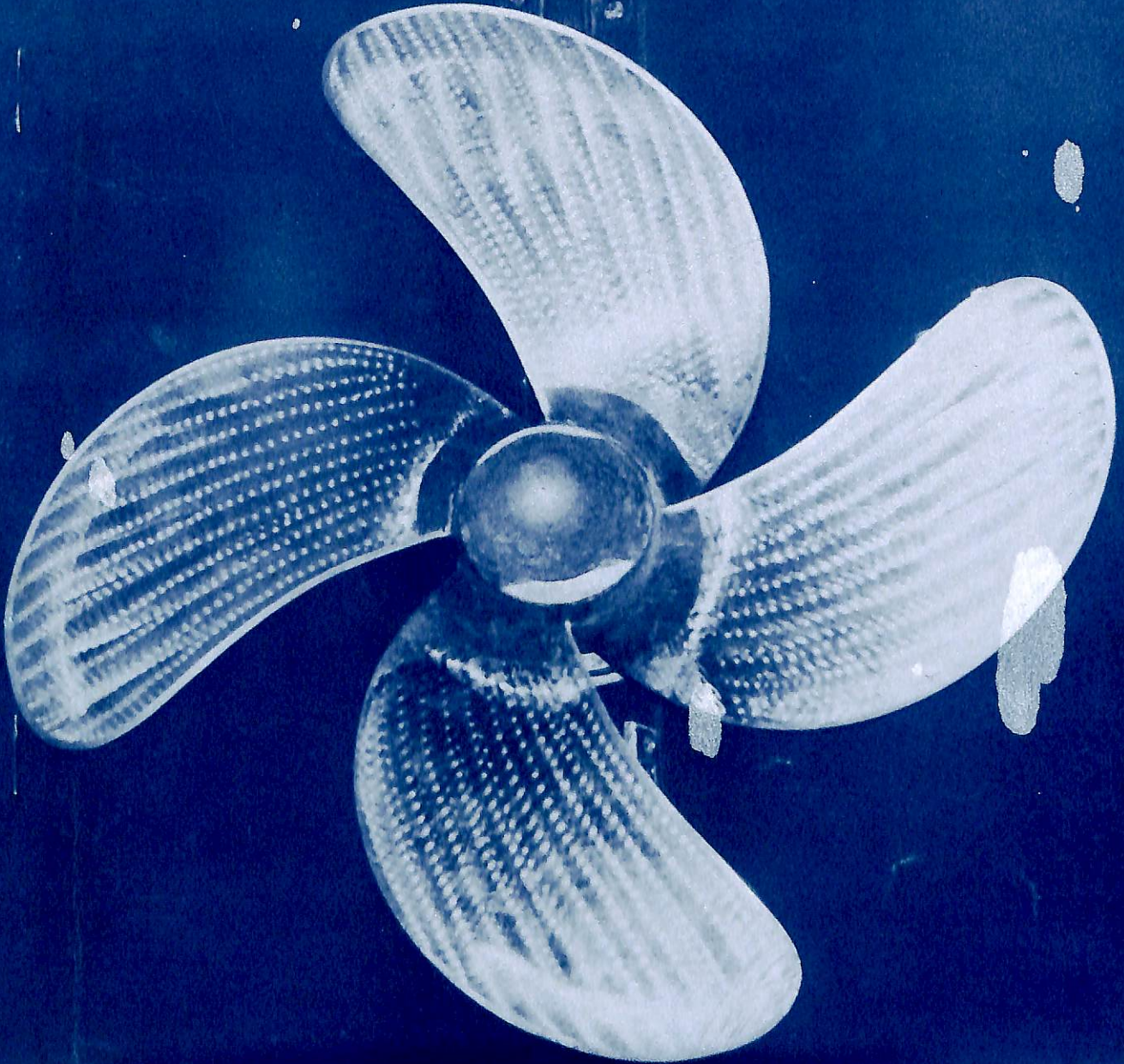


船の科学 9

VOL. 34 NO. 9



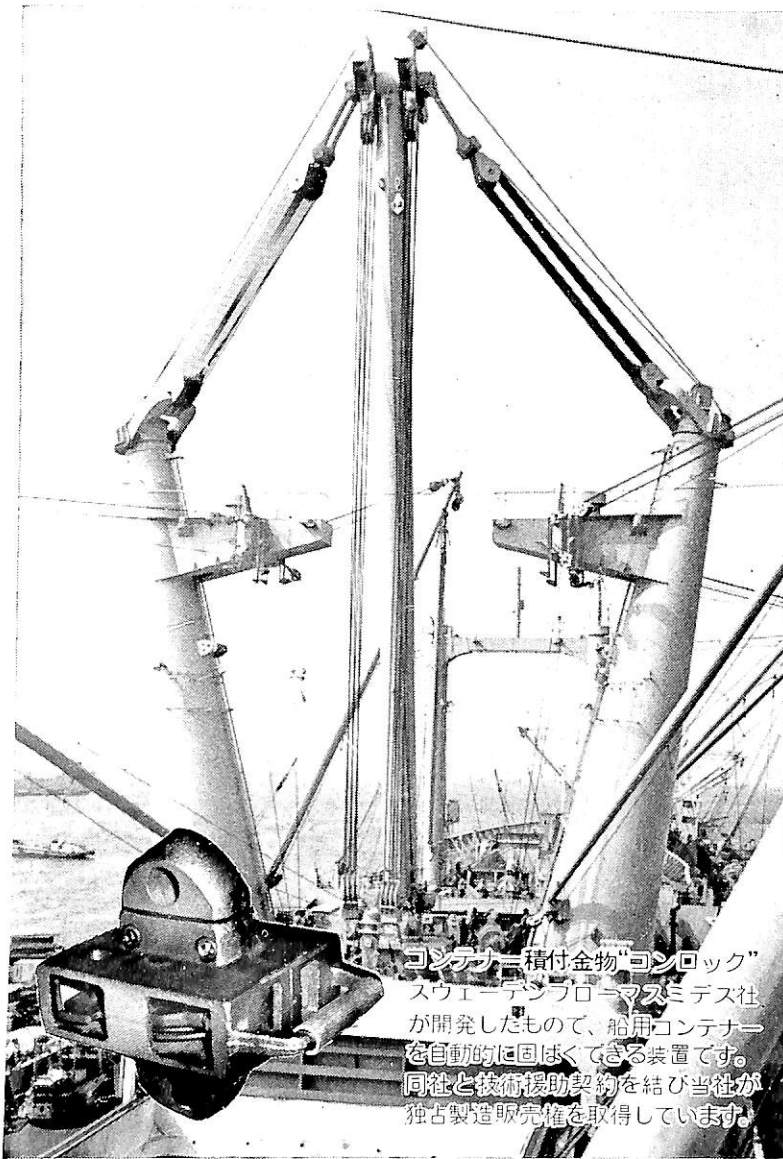
NPC

ナカシマスロペラ株式会社

●省エネルギー型のハイスPEEDプロペラ●

創業  1924

世界の港で活躍するこのマーク



コンテナ積付金物“コンロック”
スウェーデンフローマズミデス社
が開発したもので、船用コンテナ
を自動的に回ほくできる装置です。
同社と技術援助契約を結び当社が
独占製造販売権を取得しています。

主な製品

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

㊦日本工業規格表示工場

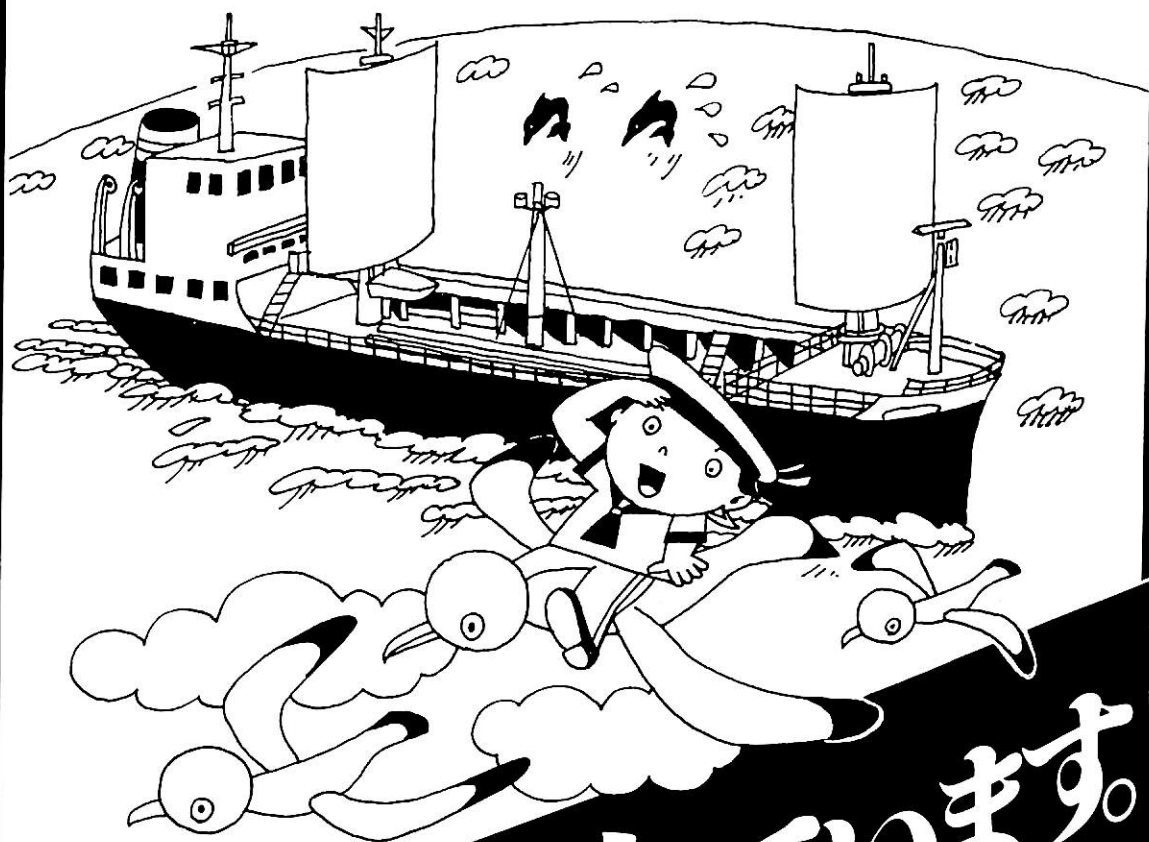
株式会社 立野製作所

取締役社長 立野勝彦

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

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

造船、造船関連工業の近代化のために



大きく科学しています。

世界は一家、人類は兄弟姉妹

モーターボート競走の収益金は、人類の文化と経済をささえた海の正しい理解の普及、及び海洋保護、海難防止、新しい未来づくりのための海洋開発、そのための新しい技術の研究、開発などの援助のほか「世界は一家、人類は兄弟姉妹」の理念に基づき、文教、体育、社会福祉、防犯・防火、その他の公益の増進、及び海外への協力援助事業など、幅広く役立てられています。

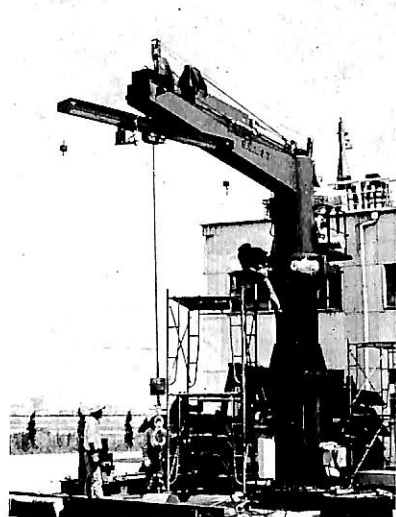
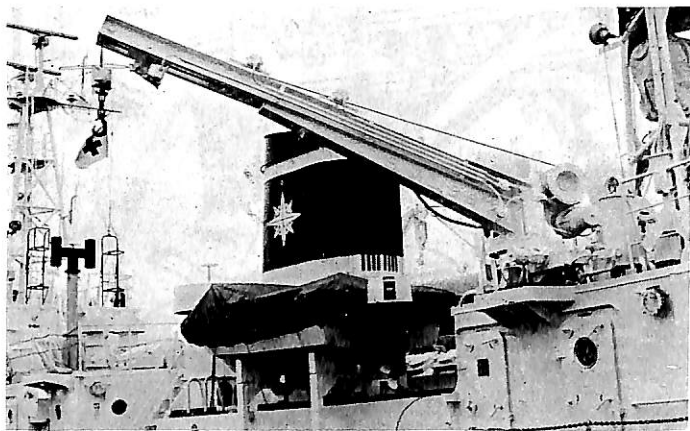
●モーターボート競走の収益金は、広く地球上のすべての人たちの生活向上、発展のために役立てられています。

財団法人 **日本船舶振興会** (会長 笹川良一)

UEDA

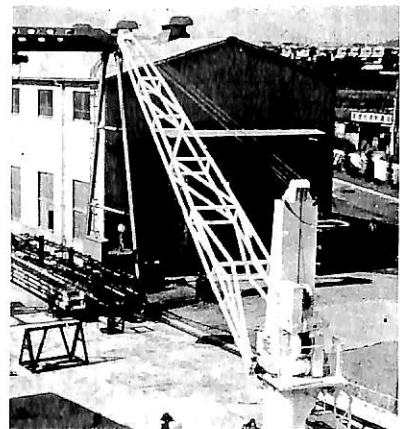
舶用クレーン

● 波浪追従装置付クレーン(特許)



営業品目

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



株式会社 五田鐵工所

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

USCG適用船に装備する照明器具はUL595の定める規定を満足しなければなりません。当社はすでにULでUSTINGされています。

- 運輸省型式承認
- 船級協会認定品
- UL承認品



UL承認FIXTURE

Guide IHHU. December 12, 1977 [T]
Fixtures, Marine Type, Nonrecessed.

E59638.

Kokosha Co., Ltd., Osaka, Japan

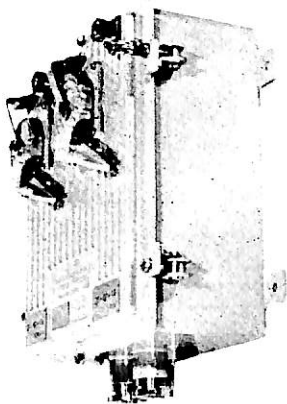
693 Mikuriya, Higashi-Osaka City.

LOOK FOR THE LISTING MARK

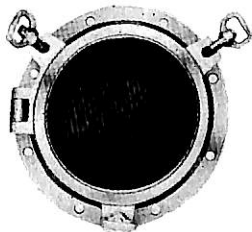
The Listing Mark of Underwriters Laboratories Inc. is the only method provided by Underwriters Laboratories Inc. to identify products produced under its Listing and Follow-Up Service. See General Information Card of above guide designation.



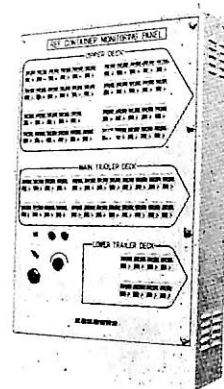
冷凍コンテナ用電源プラグ
250 V 3W 4P 60A
P-W4603P-A



冷凍コンテナ用ソケットアウトレット
2連式モニターソケット付
250 V 3W 4P 60A
R1-W4663B-60/60



ISOタイプ丸窓300φ
C19-61



冷凍コンテナ運転状況確認
集中監視盤

● 営業品目

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

株式会社 高 工 社

本 社 工 場：東大阪市御厨693

TEL 大阪 代表 (781) 4351, TELEX 大阪527-8914

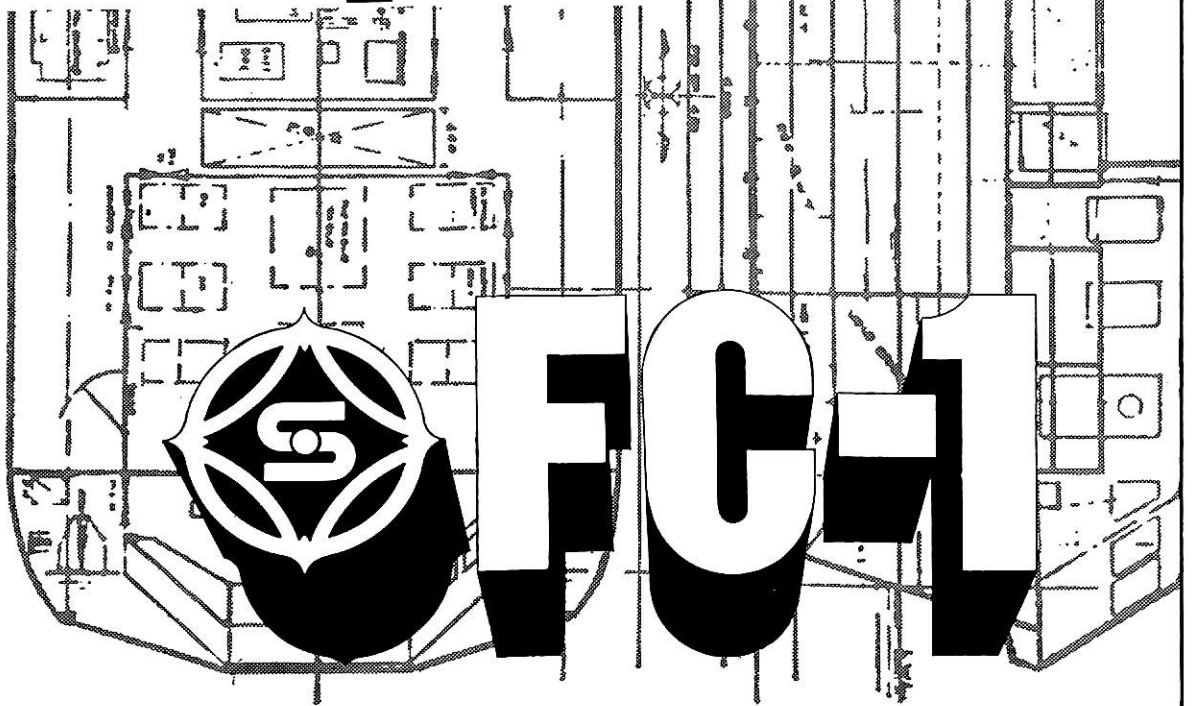
東京営業所：東京都港区西新橋1丁目22番7号 佐野ビル


TEL 東京 代表 (501) 8077, TELEX 東京222-4132


九州営業所：長崎市飽ノ浦町2番3号 石田ビル


TEL 長崎 代表 (61) 0809, TELEX 長崎 7523-27

造船の溶接に 「実力派」登場!



さらに高能率なものを———という
皆さまのご要望にお応えして、このたび
ニッテツが、自信をもってご紹介するの
が、FC-1。

FC-1はワイヤ断面が単純化され、
低水素ルチール系フラックスが充てんさ
れています。このため、溶着金属の拡散
性水素がきわめて低く、すぐれた作業性
を發揮します。とくにビード外観を重視
する溶接、薄板から厚板までの下向、立
向、横向の突合せおよびすみ肉溶接に最
適のワイヤといえます。

ぜひ FC-1でお仕事の高能率化をお
はかりください。

■用途

造船 電機機械 鉄骨 橋梁 鉄塔
化工機 車輛 一般製缶

CO₂溶接用フラックス入りワイヤ



FC-1

日鐵溶接工業

本社：東京営業所：東京都中央区築地3-5-4

中川築地ビル TEL 03(542)8611(代)

営業所：札幌/仙台/新潟/小山/千葉/横浜/静岡/名古
屋/富山/大阪/姫路/高松/岡山/広島/北九州/長崎

一目瞭然

複雑な面積測定をデジタル表示。TAMAYA PLANIX

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

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



PLANIX

新製品 / デジタルプランニメーター

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

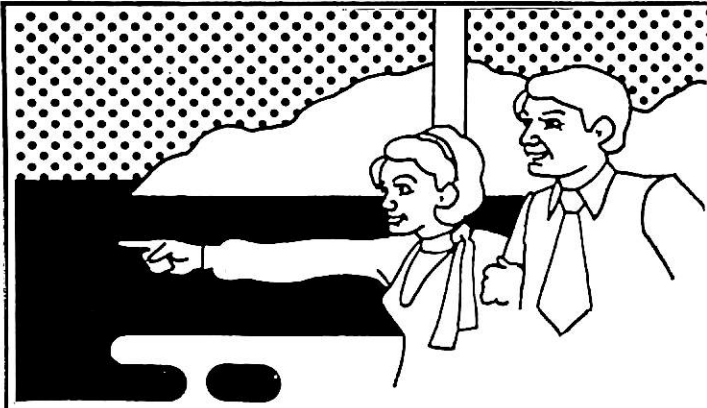
PLANIX2- ¥55,000 PLANIX3- ¥59,000 PLANIX3S- ¥56,500

※カタログ・資料請求は、本社まで
ハガキか電話にてご連絡ください。

 TAMAYA

株式会社 玉屋商店

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

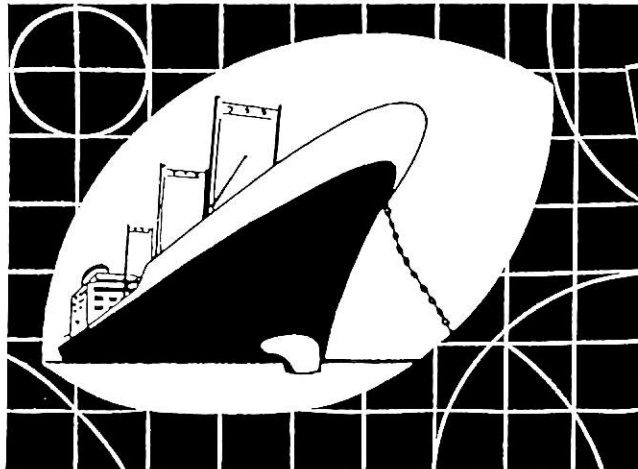


業務内容
 船客傷害賠償責任保険
 自動車航送船賠償責任保険
 日本旅客船協会船員災害補償保険
 公団共有旅客船の船舶保険
 交通事故傷害保険

楽しい船旅は安心から…
 —備えあれば、憂いなし—

日本定航保全株式会社
 社長 渡邊 浩

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

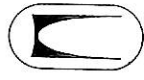


船舶の設計

- 各種船舶基本計画
- 各部工作図
- 高速艇
- 油回収船
- 修繕船修理工事
- 配管工事
- その他鉄構工事

海上運送業務

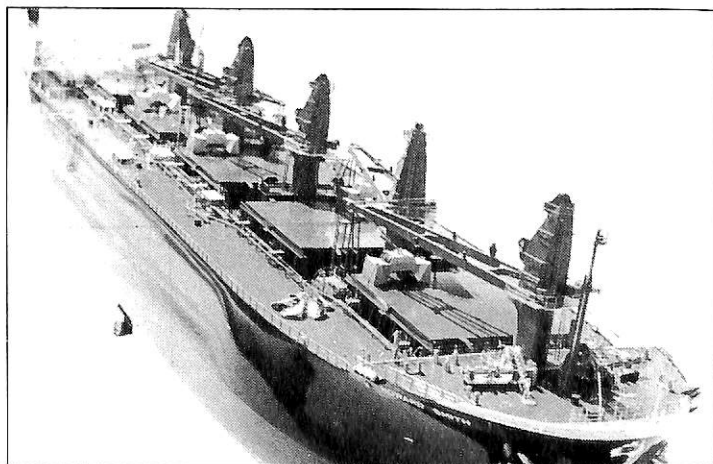
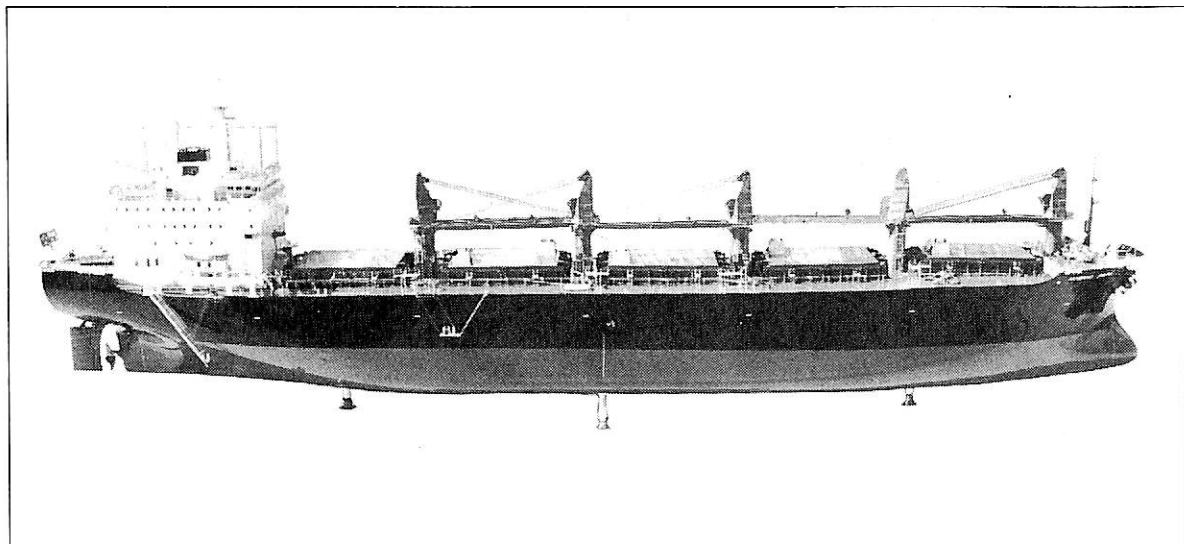
- 船舶回航業
- 船舶運航業
- 船舶仲立業
- 海水こし器



株式会社 **共栄船舶興業**

本社 横浜市神奈川区東神奈川2-48-2
 〒221 ☎ 045 (441) 7 6 8 5 (代表)
 清水営業所 静岡県清水市宮代町6-25
 〒424 ☎ 0543 (63) 0 9 5 5 (代表)

進水記念贈呈用に 不二の船舶美術模型を



37,300DWT 撒積貨物船
M.V. "HOWARD SMITH"
模型縮尺 1/100

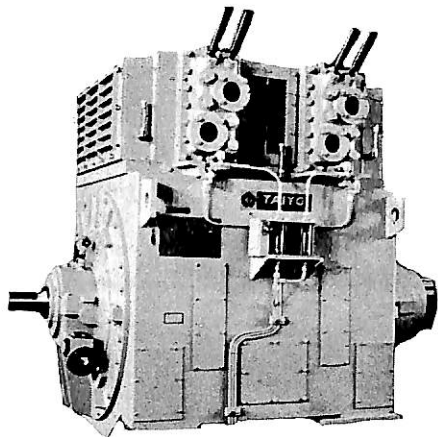
株式会社 不二美術模型

代表取締役社長 桜庭 武二
東京都練馬区高松 2 丁目 5 の 2 TEL. 東京 (998)1586

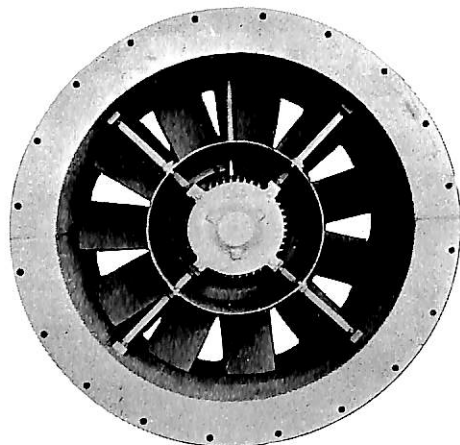
ながい経験と最新の技術を誇る！



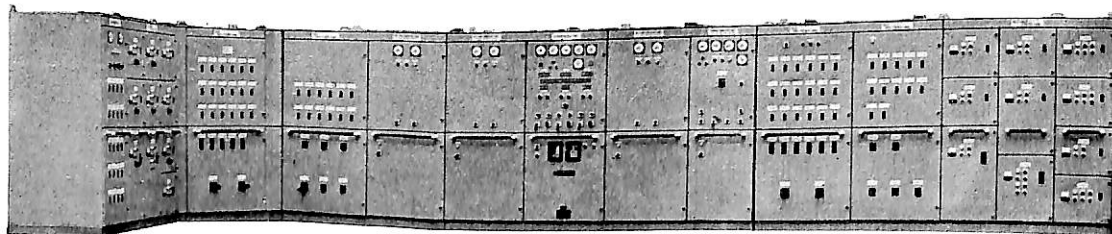
大洋の船舶用電気機器



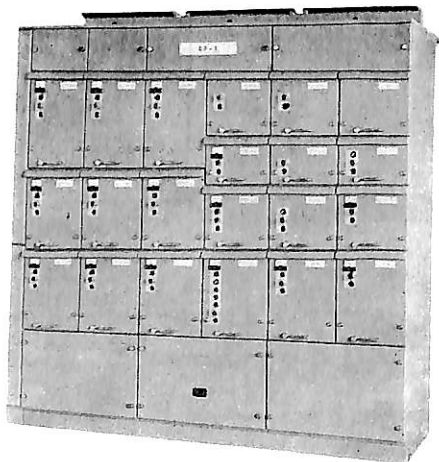
排ガスタービン2極発電機



低騒音軸流通風機



自動化装置組込配電盤



ドローアウト式集合始動器

主要生産品目

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

 **大洋電機** 株式会社

本社 東京都千代田区神田錦町3-16

電話 03-293-3061 (大代)

工場 岐阜・岐阜羽島・伊勢崎・群馬

営業所 下関・札幌・大阪・釧路

海外 Chicago・Jakarta・Dubai・Abu Dhabi

船の科学

1981

9

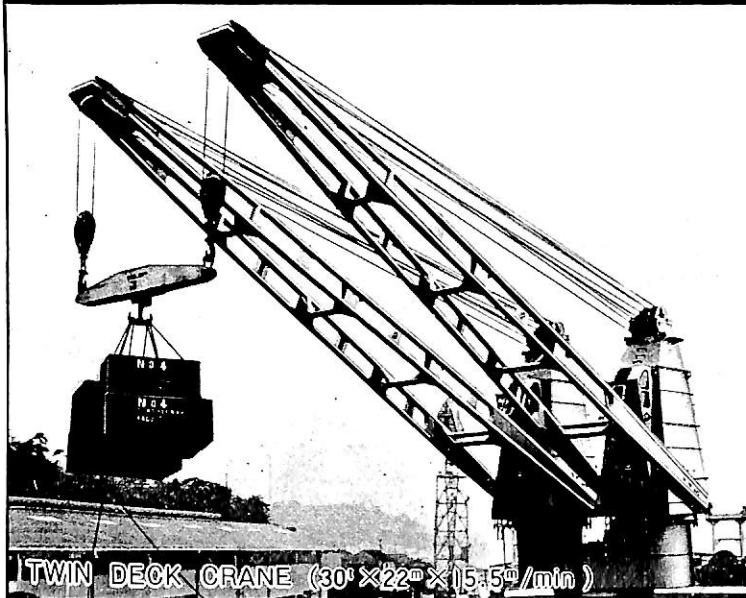
Vol. 34

目 次

- 11 新造船写真集 (No.395)
- 28 日本商船隊の懐古 No.27 (日章丸, 報国丸, 新羅丸, 山彦丸, 国島丸) 山 田 早 苗
- 33 8月のニュース 編 集 部
- 34 世界の原子力商船 編 集 部
- 36 6000M³型半冷却半加圧式 " GUARUJÁ " 三 井 造 船
- 44 半没水双胴型海洋調査船 " ことざき " 三 井 造 船
- 50 私の戦後海運造船史 (21) 米 田 博
- 54 高速艇の構造についての二三の考察 (1) 岩 井 次 郎
- 63 スキュー型可変ピッチプロペラについて かもめプロペラ
- 73 LNG船の就航記録から (その4)
貨物格納設備の損傷事故について 編 集 部
-
- 88 船舶電子航法ノート (59) 木 村 小 一

- ☒ 技術短信 省エネルギー型のハイスキュードプロペラを開発 ナカシマプロペラ
海上の動く修理工場, わが国初のメンテナンスバージ "AL HYLEH" 日立造船
- ☒ 海外技短 自動車運搬船 " MADAME BUTTERFLY " 竣工 Kockums
マックグレゴアの製品を多量に採用したワレニウス社の
"マダム バタフライ" マックグレゴア
- ☒ 新刊紹介 呉海軍工廠造船部沿革誌 (明治16~大正14年) あき書房

最新の技術と実績を誇る 福島甲板機械



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

Fukushima

株式
会社 **福島製作所**

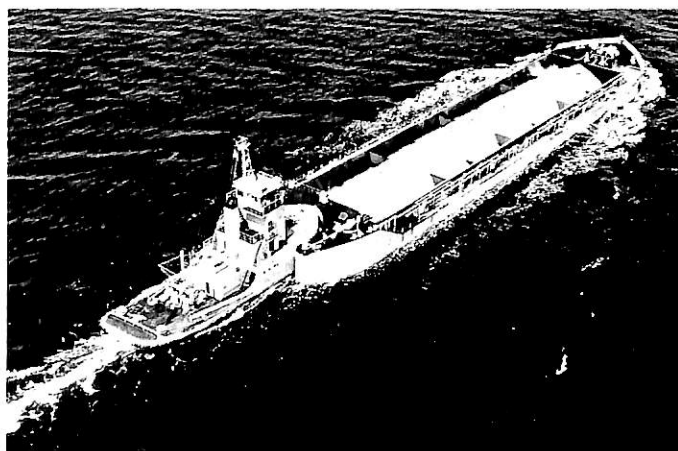
本社・工場 福島市三河北町9番80号 ☎0245(34)3146
 営業部 東京都千代田区四番町4-9 ☎03(265)3161
 大阪営業所 大阪市東区南本町3-5 ☎06(252)4886
 出張所 札幌・石巻・広島・下関・長崎
 海外駐在員事務所/ロンドン

TWIN DECK CRANE (30°×22°×15.5°/min)

“押船—舢艫船団に”アーティカップル

ピンジョイント式
自動連結装置

ボタン操作による
全自動方式

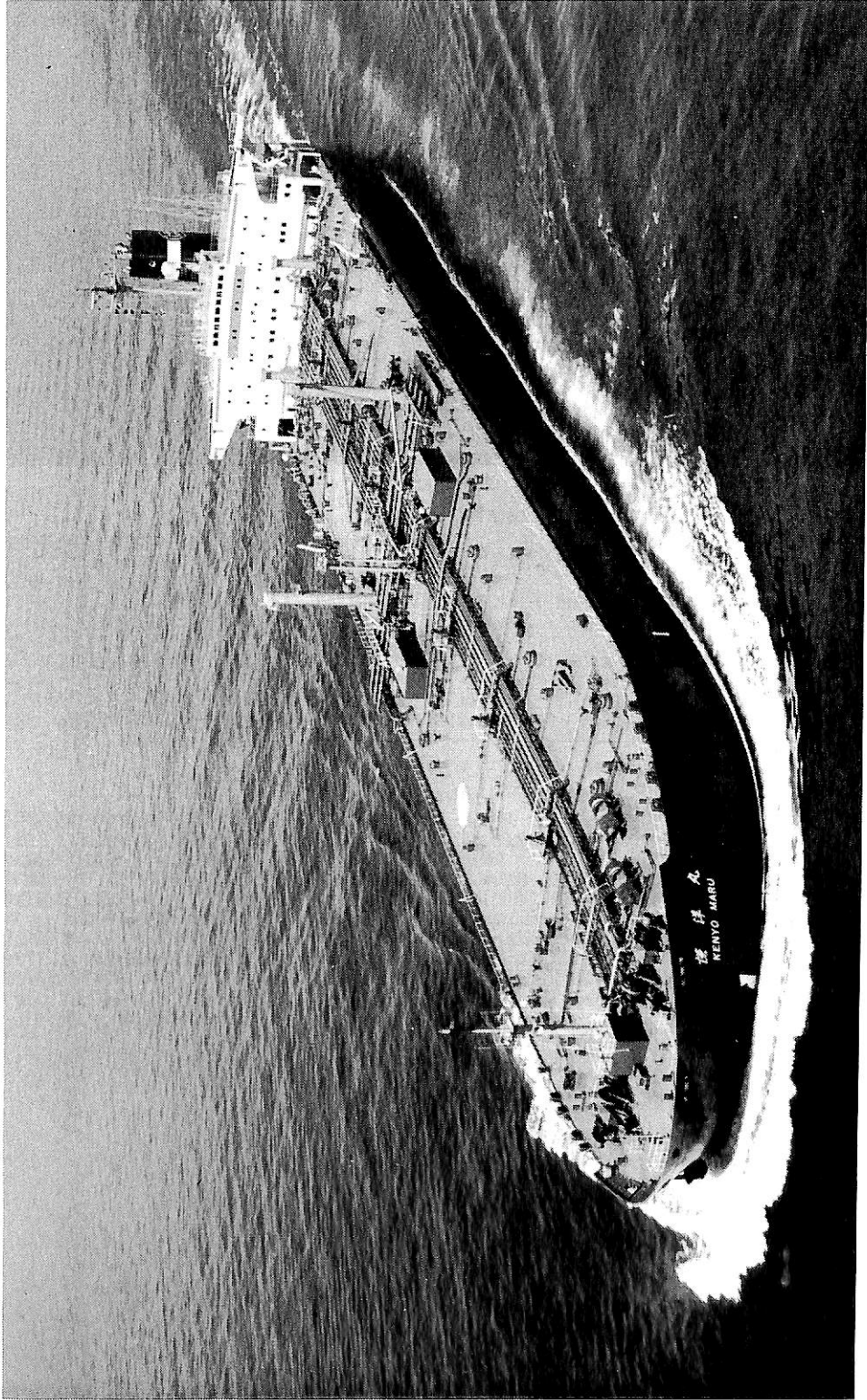


☆ 荒天時も就航可能!

☆ 連結—切離し作業の無人化とスピード・アップ!

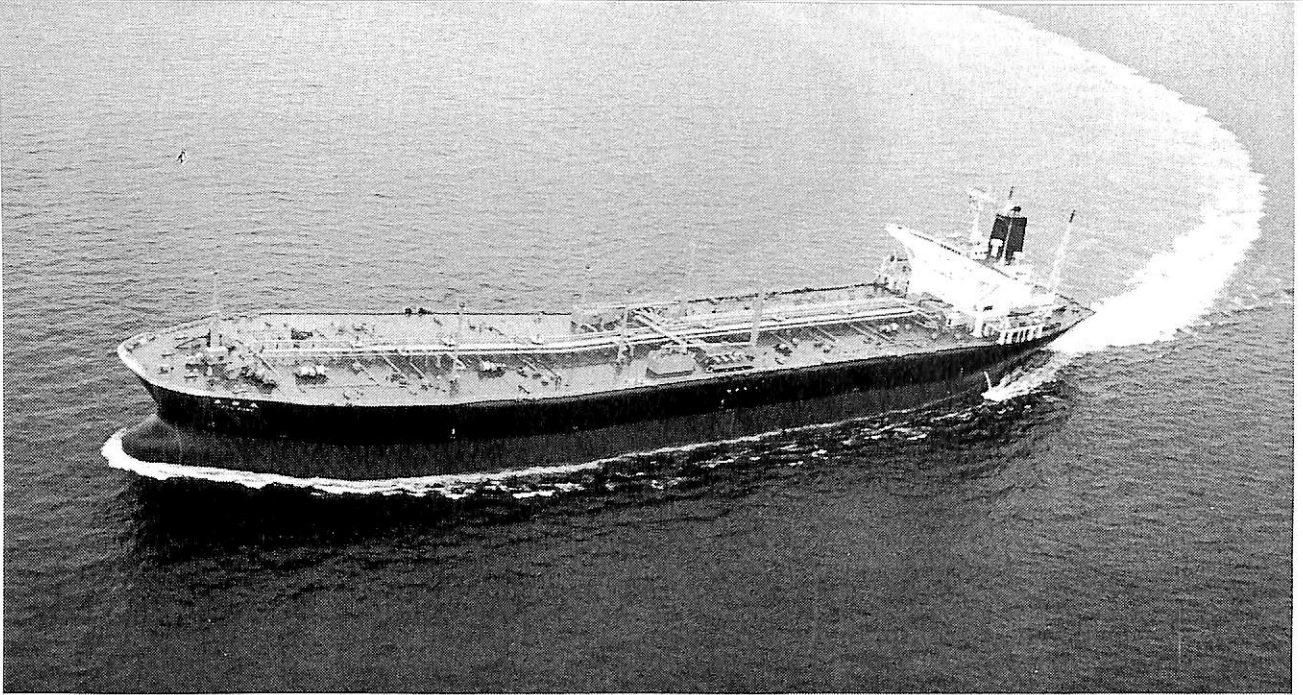
大成設計工務株式会社

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



36次油槽船 謙洋丸 KENYO MARU 大洋商船株式会社 日本郵船株式会社

三菱重工株式会社長崎造船所建造(第1872番船)	起工	55-7-30	満載排水	12,126m	竣工	56-5-29
全長 231.81m	純噸数	220.0m	満載排水	99,427.8m ³	満載排水	96,303t
総噸数 54,786.19T	純噸数	29,259.26T	貨物油槽容積	142g/PS·h	主荷油ポンプ	主機械
2,000m ³ /h × 125m × 3	燃料油槽F	3,176.0m ³	燃料消費量	(常用) 15,300PS (87rpm)	プロペラ	5翼1軸
三菱 Sulzer 5RLA90型(子)機関 × 1	出力(連続最大)	17,000PS (90rpm)	燃料消費量	(デ) 防滴 600kW × 3φ × 450V × 60Hz × 3	送(主)	T-100C,
補汽缶 三菱 CE 2胴水管 50t/h × 204°C × 16atg × 1	発電機(主)	(原) 180PS × 1,800rpm × 1	燃料消費量	無線装置	NNSS	レーダー
(原) 900PS × 720rpm × 3 (非) 防滴 フランレス 120kW × 3φ × 450V × 60Hz × 1	航海計器	デッカ	航路計器	船級・区域資格	NK	遠洋(MO)
T-U1-3 各1受(主) RA001, RA601B 各1 船舶電話	海事衛星装置	VHF	航路距離			
速度(試運転最大) 16.42kn	乗組員	24名	航路距離			
同型船	裕洋丸					



油槽船 東雄丸 東興海運株式会社
TOYU MARU

株式会社来島どっく大西工場建造(第2152番船) 起工 55-11-21 進水 56-2-28 竣工 56-5-25
 全長 237.70m 垂線間長 225.40m 型幅 42.00m 型深 19.80m 満載喫水 12.731m
 満載排水量 100,721.657t 総噸数 54,711.41T 純噸数 31,869.93T 載貨重量 83,131Lt
 貨物油槽容積 100,582.33m³ 主荷油ポンプ 2,500m³/h×125m×3 デリック 15t×2 燃料油槽 3,515.92m³
 燃料消費量 53.52t/day 清水槽 575.2m³ 主機械 川崎MAN16V52/55A型(テ)機関×1
 出力(連続最大) 16,880PS(450/79.8rpm)(常用) 15,150PS(434/76.96rpm) プロペラ 5翼1軸
 補汽缶 佐世保AMDII 水管型 45,000kg/h×23kg/cm²G 発電機(タ)新興金属560kW×1
 (テ)ダイハツ 660PS×440kW×2 無線装置 送(主)1.2kW×1 (補)75W×1 受(主)NRD-15k×1
 (補)NRD-72×1 船舶電話 航海計器 デッカ ロラン NNSS レーダー 速力(試運転最大)16.152kn
 (満載航海)14.25kn 航続距離 18,466浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 33名

自動車専用船 九州丸 日産専用船運航株式会社
KYUSU MARU

日立造船株式会社広島工場因島建造(第4683番船) 起工 55-9-26 進水 56-4-3 竣工 56-7-3
 全長 190.00m 垂線間長 180.00m 型幅 32.20m 型深 13.05/30.55m 満載喫水 8.92m
 総噸数 16,867.40T 純噸数 9,334.76T 載貨重量 17,650t Car 搭載数 5,591台
 燃料油槽 2,929.4m³ 燃料消費量 47.6t 清水槽 402.4m³ 主機械 日立B&W9L67GF型(テ)機関×1
 出力(連続最大)16,800PS(119rpm)(常用)14,280PS(113rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 日立造船
 コンポジット型 7kg/cm²×1,350kg/h(油焚)7kg/cm²×1,200kg/h(排ガス)発電機(テ)850kVA×450V×720rpm×3
 無線装置 送(主)1.2kW×1 (補)130W×1 受(主)90kHz~30MHz×1 (補)90MHz~30MHz×1 船舶電話
 VHF 航海計器 デッカ ロラン レーダー 速力(試運転最大)21.445kn(満載航海)19.30kn 航続距離 21,770浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 全通船楼甲板型 乗組員 30名 同型船 座間丸



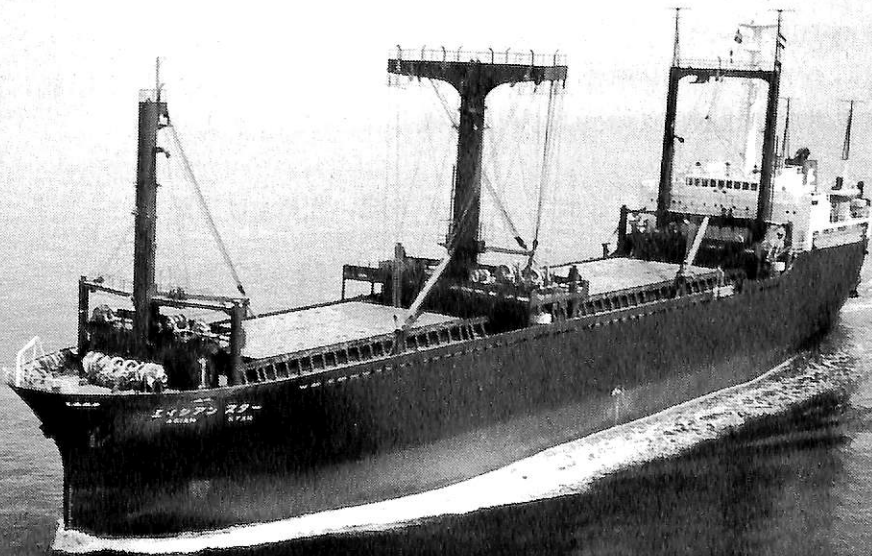


貨物船 **大 翔 丸** 船舶整備公団
TAISHO MARU 戸田汽船株式会社

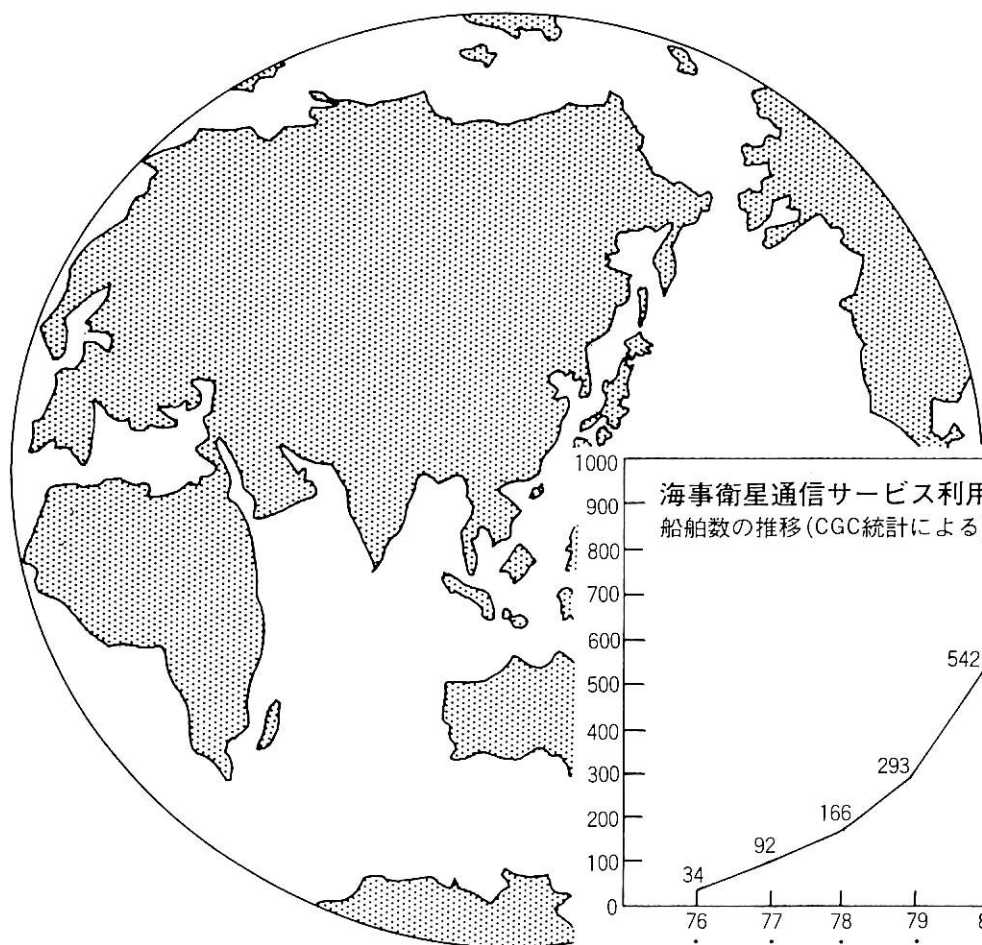
村上秀造船渠株式会社建造(第192番船)	起工 56-2-21	進水 56-4-22	竣工 56-6-10
全長 105.00m 垂線間長 98.00m	型幅 16.80m	型深 8.60m	満載喫水 7.025m
満載排水量 8,974.50t	総噸数 3,986.22T	純噸数 2,613.18T	載貨重量 6,845t
貨物艙容積(ベ) 8,218.35 ^m (グ) 8,779.73 ^m	艙口数 2	デリック 15t×4	燃料油槽 594.11 ^m
燃料消費量 11.4t/day	清水槽 402.26 ^m	主機械 赤阪6UEC37/88H型(テ)機関×1	出力 (連続最大) 3,900PS(210rpm) (常用) 3,315PS(199rpm)
発電機 西芝 220kVA×445V×900rpm×2 (原)ダイハツ 270PS×900rpm×2	補汽缶 トータス コクラン 8kg/cm ² ×500kg/h×1	無線装置 送(主) 0.5kW×1	速力 (試運転最大) 15.29kn (満載航海) 12.40kn
受(主) NSD-72, NRD-1003A VHF	航海計器 ロラン レーダー	船級・区域資格 NK 近海(国際)	同型船 公海丸
船型 凹甲板船尾機関型	乗組員 船員18名 その他6名 計24名		

多目的貨物船 **エイシアン スター** イースタン カーライナー株式会社
ASIAN STAR

警固屋船渠株式会社建造(第827番船)	起工 56-1-5	進水 56-3-9	竣工 56-6-22
全長 118.19m 垂線間長 110.00m	型幅 19.00m	型深 12.60/6.90m	満載喫水 6.41m
総噸数 3,400T	純噸数 2,297T	載貨重量 6,537.35T	貨物艙容積(ベ) 16,403 ^m (グ) 17,843 ^m
艙口数 2	デリック 20t×4	Car搭載数 320台(混載)	燃料油槽 1,039 ^m 燃料消費量 21.90t/day
清水槽 328 ^m	主機械 伊藤 M558HUS型(テ)機関×1	補汽缶 エコノマイザー×1	出力 (連続最大) 6,700PS(230rpm)
(常用) 5,695PS(218rpm)	プロペラ 4翼1軸	無線装置 送(主) 800kW×1 (補) 75W×1	速力 (試運転最大) 16.99kn
240kW×445V×60Hz×2 (原)ヤンマー 6AL-HTD 360PS×2	航海計器 ロラン レーダー	船型 全通船楼二層甲板型	
受(主) 1 (補) 1 船舶電話 VHF	航続距離 11,000浬	船級・区域資格 NK 遠洋	
(満載航海) 14.0kn	航続距離 11,000浬	船型 全通船楼二層甲板型	
乗組員 24名	・艙内可動甲板, 船尾ランプウエイ		



7つの海で775隻（うち日本船舶92隻）が 昭和56年8月1日現在 海事衛星通信サービスを利用しています。



KDDでは56年6月から設備使用料の値下げを行い、よりお使い易くいたしました。

高品質の安定したテレックス通信や電話が24時間いつでもどこからでもご利用いただける「海事衛星通信サービス」。ご利用いただく船舶には、海事衛星通信用船舶地球局設備を設置していただきます。

設置についてのお問い合わせは下記へ

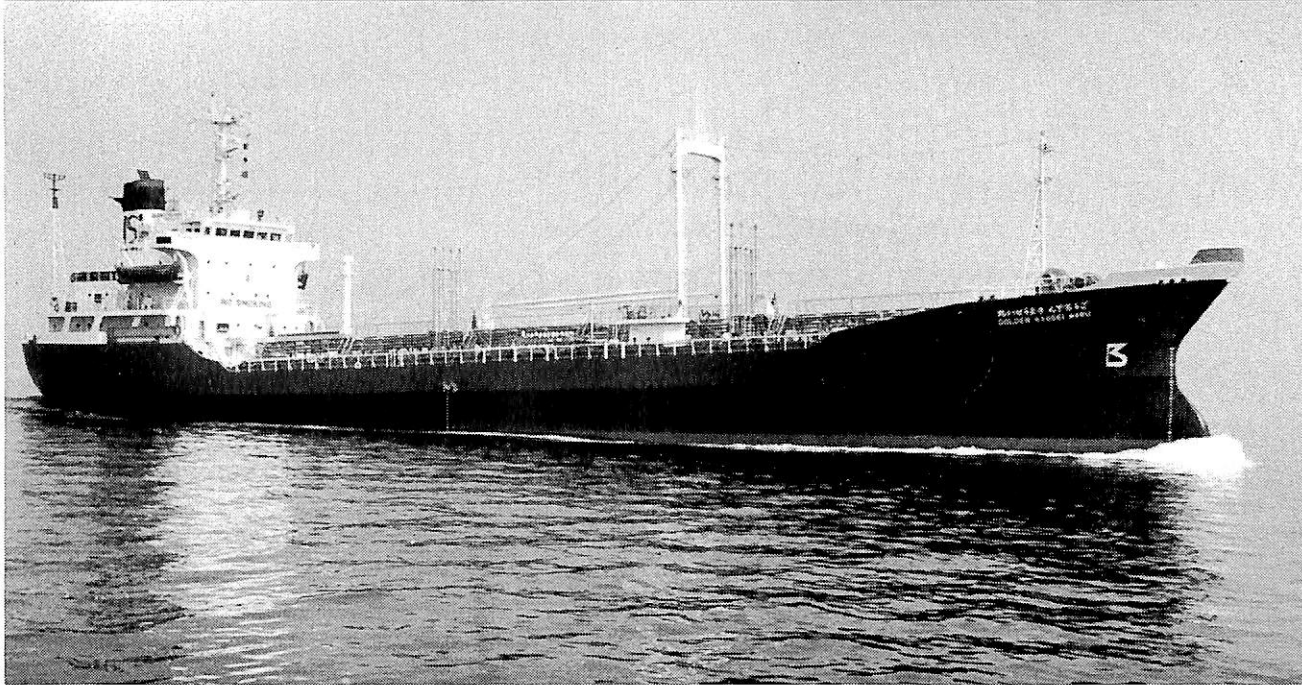
KTI 国際通信施設株式会社

工務部営業課 TEL (03) 347-7892

KDD 国際電信電話株式会社

東京営業部販売第2課 TEL (03) 240-8445

大阪営業部販売課 TEL (06) 228-2072



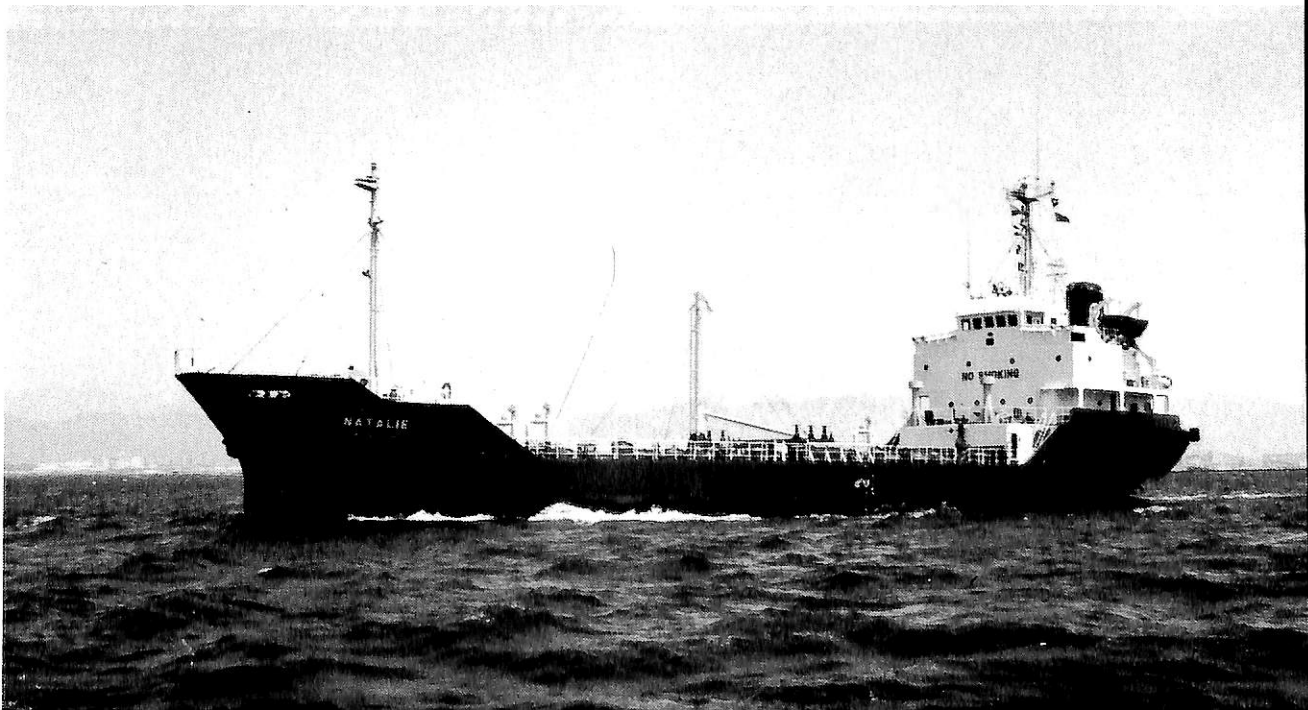
ケミカルタンカー **きょうせい丸** 協栄汽船株式会社
GOLDEN KYOSEI MARU

本田造船株式会社建造(第691番船) 起工 55-10-17 進水 56-3-5 竣工 56-5-20
 全長 108.33m 垂線間長 99.80m 型幅 16.00m 型深 8.40m 満載喫水 6.70m
 満載排水量 8,393.09t 総噸数 3,667.12T 純噸数 1,900.54T 載貨重量 6,161t 貨物油槽容積
 5,837.022m³ 主荷油ポンプ 150m³/h×80m×11, 50m³/h×70m×1 燃料油槽 A 74.26m³ C 642.90m³
 燃料消費量 19t/day 清水槽 625.76m³ 主機械 横田KSLH654型(テ)機関×1 出力(連続最大)
 5,200PS(225rpm) (常用) 4,420PS(213.1rpm) プロペラ 4翼1軸 補気缶 10kg/cm²
 発電機 大洋電機 343.8kVA×2 (原) 420PS 無線装置 送1kW×1 受(主)全波×1(補)全波×1 船舶電話 VHF
 航海計器 レーダー 速力(試運転最大) 14.987kn (満載航海) 14.0kn 航続距離 1,000浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 A型 乗組員 19名

— 15 —

石油精製品運搬船 **ナタリ** ファースト マリタイム株式会社
NATARIE

福岡造船株式会社建造(第1087番船) 起工 56-1-9 進水 56-2-9 竣工 56-4-23
 全長 69.52m 垂線間長 64.00m 型幅 11.80m 型深 5.15m 満載喫水 4.313m
 満載排水量 2,544.13t 総噸数 1,101.52T 純噸数 675.65T 載貨重量 1,770.87t 貨物油槽容積
 2,256.264m³(含スロップTk) 主荷油ポンプ 220m³/h×8.5kg/cm²×3 デリック 0.9t×1 燃料油槽
 107.53m³ 燃料消費量 4.7t/day 清水槽 26.46m³ 主機械 ヤンマー6Z-DT型マリン(テ)機関×1
 出力(連続最大) 1,400PS(680rpm) (常用) 1,190PS(644rpm) プロペラ 4翼1軸 発電機 西芝320kW×
 445V×60Hz×1,200rpm×2 (原) ヤンマー6AL-ST 無線装置 送1 受1 航海計器 デッカ
 レーダー 速力(試運転最大) 11.585kn (満載航海) 10.7kn 航続距離 3,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 凹甲板型 乗組員 12名 同型船 PER





旅客船兼自動車航送船 **伊良湖丸** 船舶整備公団
IRAKO MARU 伊勢湾フェリー株式会社

内海造船株式会社田熊工場建造(第467番船) 起工 55-11-6 進水 56-2-18 竣工 56-6-26
 全長 64.23m 垂線間長 60.00m 型幅 13.00m 型深 4.50m 満載喫水 3.31m
 満載排水量 1,414.65t 総噸数 957.36T 純噸数 342.79T 載貨重量 454.73t Car 搭載数
 大型バス11台、中型乗用車5台、又は中型乗用車42台 燃料油槽 56.18^m 燃料消費量 13.1t/day
 清水槽 41.40^m 主機械 新潟6MG28BX型(デ)機関×2 出力(連続最大)1,800PS×2(720rpm)
 (常用)1,530PS×2(682rpm) プロペラ 4翼2軸 発電機 横防滴型 プラシレス AC445V×250kVA×2
 (原)ヤンマー6RAL-T 300PS×1,200rpm×2 無線装置 船舶電話 航海計器 レーダー 速力
 (試運転最大)17.160kn (満載航海)14.8kn 航続距離 1,300浬 船級・区域資格 JG 平水
 船型 長船首楼付平甲板型 乗組員 20名 旅客 580名 パウスラスター装備
 航路 鳥羽↔伊良湖

アンカー ハンドリング タグ/サプライ船 **ゆにおん ぱある** ユニオンタンカー株式会社
UNION PEARL

株式会社横浜造船所建造(第1391番船) 起工 55-10-3 進水 56-3-18 竣工 56-4-27
 全長 54.50m 垂線間長 50.50m 型幅 12.00m 型深 4.60m 満載喫水 3.99m
 満載排水量 1,808t 総噸数 827.02T 純噸数 277.94T 載貨重量 948t 貨物水槽容積
 飲料水 179^m 工業用水 365^m 貨物油槽容積 151^m 主荷油ポンプ 50^m/h×60m×2、主荷水ポンプ
 100^m/h×60m×2、デッキクレーン 2/4/6t×21/10/10MH×21.9/21.9/9.4 M. R. Cnot. 搭載数 冷凍3個
 燃料油槽 137^m 燃料消費量 12.5t/day 清水槽 78^m 主機械 富士6L27.5G型(デ)機関×2
 出力(連続最大)1,800PS×2(750rpm)(常用)1,530PS×2(750rpm) プロペラ 4翼2軸 CPP
 発電機 西芝 170kW×2、125kW×1(原)GM(デ) 無線装置 送 75W×1 VHF 航海計器 レーダー
 速力(試運転最大)13.2kn (満載航海)12.5kn 航続距離 2,740浬 船級・区域資格 NK遠洋 JG沿海
 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 13名 旅客 10名 ・セメントタンク 28.3^m×4及び
 パウスラスター、曳航操錨ウインチ、潜水夫用空気ボンベ充填装置、ベッカーラダー





安全な航海のため、 操舵室の窓はクリアーに。

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

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

ヒートライト® C

 **旭硝子**

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



ゴローラ スピリット

GOLAR SPIRIT

輸出LNG運搬船

船主 Golar Gas Cryogenics, Inc. (Liberia)
 川崎重工株式会社坂出工場建造 (第1220番船)
 全長 288.00m
 総噸数 93,815.14T
 LNGポンプ 1,100m³/h × 140m × 10
 燃料油槽 8,463.2m³
 燃料消費量 221.3t/day
 (タ) 出力 (連続最大) 45,000PS (105rpm)
 2胴水管 77,000kg/h × 69,000kg/h × 62kg/cm² × 515°C × 2
 3,100kVA × AC450V × 60Hz × 3φ × 1,800rpm (補) (デ) 1,700kVA × AC450V × 60Hz × 3φ × 1,200rpm × 1
 (補) 130W × 1 変(主) 全波 × 1 (補) 全波 × 1 海事衛星装置 VHF
 速度 (試運転最大) 22.016kn (満載航海) 20.6kn
 乗組員 43名
 モス式球型LNGタンク
 航続距離 17,400 哩
 船級・区域資格 NV、遠洋
 航海計器 デック、NNSS
 衝突予防装置 レーダー
 無線装置 送(主) 1.5kW × 1
 船型 船尾機関平甲板型
 竣工 56-9 予定
 満載喫水 11,424/12,524m
 満載排水 128,997.61m³ (-163°C)
 クレーン 3t × 4
 LNGタンク槽容積 2段減速歯車装置付衝動
 52-6-30 25.00m 主機械 川崎UC型クросコソックス 6翼1軸
 推進型深 44.60m 主機 川崎RPA型背圧式 × 1, PRC型復水式 × 1
 52-2-1 44.60m 載貨重量 68,994/80,239t No.1 直徑 37.1m(A/合金) プロペラ 6翼1軸
 型幅 267.72m 清水槽 45,000PS (105rpm) 発電機 (主) 川崎RPA型背圧式 × 1, PRC型復水式 × 1
 52-6-30 25.00m 進水型深 44.60m 載貨重量 68,994/80,239t No.1 直徑 37.1m(A/合金) プロペラ 6翼1軸
 型幅 267.72m 清水槽 45,000PS (105rpm) 発電機 (主) 川崎RPA型背圧式 × 1, PRC型復水式 × 1
 56-9 予定 11,424/12,524m 満載排水 128,997.61m³ (-163°C) クレーン 3t × 4
 2段減速歯車装置付衝動 主汽缶 川崎UMG型
 無線装置 送(主) 1.5kW × 1
 衝突予防装置 レーダー
 船型 船尾機関平甲板型



エルギン

輸出鉱石 / 散積貨物船 **ELGIN**

船主 Bulkers Limited (Liberia)
 日本鋼管株式会社津製作所建造(第71番船) 起工 55-10-6 進水 55-12-27 竣工 56-6-30
 全長 300.00m 垂線間長 285.00m 型幅 50.00m 型深 24.60m 満載喫水(最大) 18.266m
 総噸数 86,208.11T 純噸数 70,842T 載貨重量 191,616LT 貨物艙容積(ク) 214,537m³ 艙口数 11
 デリック 5t×1 燃料油槽 9,689m³ 燃料消費量 67.3t/day 清水槽 653m³ 主機械
 三井B&W 7L90GFC型(デ)機関×1 出力(連続最大) 23,900PS(94rpm) (常用) 20,300PS(89rpm)
 プロペラ 5翼1軸 補汽缶 大阪ボイラー 重油専焼強圧送風式丸型 発電機 大洋電機(タ) 720kW×1
 大洋電機(デ) 760kW×2 無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 50W×1 海事衛星装置 VHF 航海計器
 デッカ NNSS レーダー 速力(試運転最大) 16.15kn (満載航海) 14.1kn 航続距離 44,500浬
 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 船尾船橋船尾機関船首楼付平甲板型 乗組員 35名
 同型船 新扇島丸

ラテックスタイプ
 エポキシタイプ デッキ舗床材
 マグネシヤタイプ

B.O.T承認番号

MC25/8/0113

カタログ呈
Tightex
 タイテックス

SOLAS承認

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

施工実績数百隻

太平洋工業株式会社

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



テキサコ ウェストミンスター
輸出油槽船 **TEXACO WESTMINSTER**

船主 Texaco Overseas Tankship Ltd. (U.K.)
 石川島播磨重工業株式会社相生事業所第一工場建造(第2718番船) 起工 55-11-17 進水 56-2-12
 竣工 56-5-28 全長 246.85m 垂線間長 236.80m 型幅 39.90m 型深 19.00m
 満載喫水 12.180m 総噸数 54,076.04 T 純噸数 36,366.55 T 載貨重量 81,283t 貨物油槽容積
 101,171.7 m³ 主荷油ポンプ 2,500 m³/h × 125 m × 3 艙口数 13 デリック 10t × 2 燃料油槽 2,726.7 m³
 燃料消費量 47.7 t/day 清水槽 649.6 m³ 主機械 IHI SEMENT Pielstick 10PC4V型(デ)機関×1
 出力(連続最大) 15,000PS(400rpm)(常用) 13,500PS(386rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 IHI-ADM
 16kg/cm² × Sato × 60t/h × 1, 排エコ 強制循環型 5.5kg/cm² × 350°C × 5.1t/h × 1 発電機 IHI(タ) 800kW × 1
 AC 60Hz × 450V × 1,800rpm × 1, ダイハツ(デ) 560 kW × AC 60Hz × 450V × 900rpm × 2 無線装置 1.5kW × 1
 0.65 kW × 1 航海計器 レーダー 速度(試運転最大) 15.49 kn (満載航海) 14.7 kn 航続距離 15,000 浬
 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 35名

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

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

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

● P.C Series

Principal Standard Specification

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

注目の **SERIES**
小型船用クレーン

確かな構造、安心の機構です。

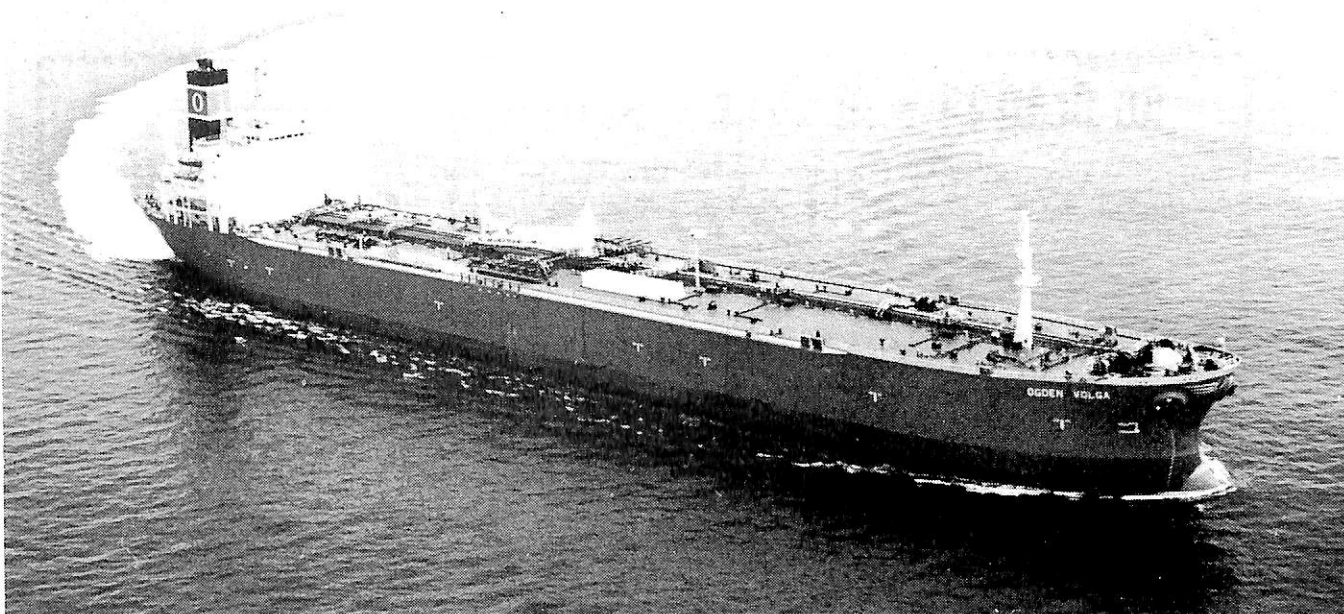


● 標準仕様のほか、ご要望に応じて製造もいたします。

NIPPON ICAN LTD. 東京都中央区新富1-1-5 (新中央ビル8F) 〒104

TEL: 03(552)7781 TELEX 2523688 ICANSPJ Cable: ICANSHIP TOKYO

神戸営業所: 兵庫県神戸市中央区中町通り3-1-23(桑田ビル4F) 〒650 TEL: 078(351)6870



オグデン ボルガ

輸出 原油/重油タンカー **OGDEN VOLGA**

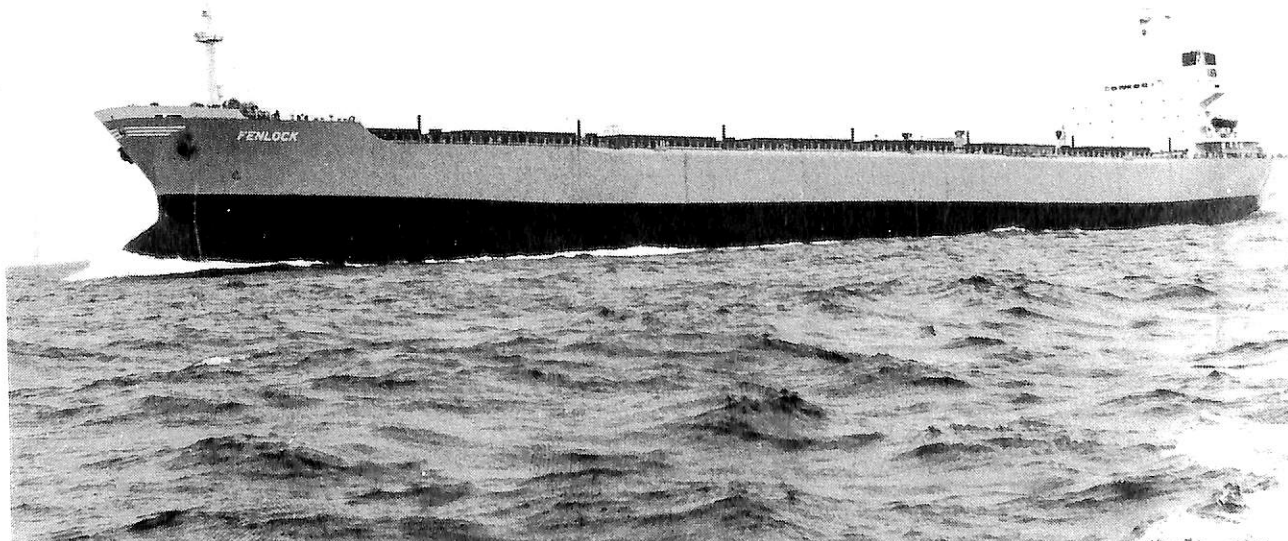
船主 Ogden Volga Transport Inc. (Liberia)
 住友重機械工業株式会社 追浜造船所 建造(第1081番船) 起工 55-8-20 進水 55-12-26 竣工 56-6-23
 全長 228.60m 垂線間長 220.00m 型幅 32.24m 型深 20.00m 満載喫水 12.80m
 総噸数 33,932.97T 純噸数 24,173T 載貨重量 65,689t 貨物油槽容積 81,236^m 主荷油ポンプ
 1,250^m/h×120m×4 クレーン 10t×1 燃料油槽 2,491^m 燃料消費量 45.6t/day 清水槽 514^m
 主機械 住友 Sulzer 4RLA90型(テ)機関×1 出力(連続最大)14,740PS(101rpm) (常用)13,260PS(97.5rpm)
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 25t/h×2 発電機 (テ)750kW×3 (非)(テ)150kW×1 無線装置 送(主)1.5kW×1
 (補)130W×1 受(主)1 (補)1 VHF 航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー
 速力 (試運転最大)15.90kn (満載航海)14.95kn 航続距離 17,800浬 船級・区域資格 AB 遠洋
 船型 平甲板型 乗組員 51名 同型船 OGDEN NILE
 ・貨油タンク内全面フェノールエポキシコーティング施工

・大型低速4シリンダー機関搭載第1船

フェンロック

輸出散積貨物船 **FENLOCK**

船主 The Escudo Shipping (Liberia)
 等戸船渠株式会社 笠戸造船所 建造(第321番船) 起工 55-11-29 進水 56-3-5 竣工 56-6-2
 全長 238.15m 垂線間長 225.00m 型幅 32.20m 型深 18.20m 満載喫水 13.20m
 総噸数 33,110.66T 純噸数 24,961.44T 載貨重量 69,737t 貨物艙容積(グ)78,253^m 艙口数 7
 燃料油槽 3,157^m 燃料消費量 42.0t/day 清水槽 587^m 主機械 三井B&W 5L80GFCA型(テ)機関×1
 出力(連続最大)14,000PS(103rpm) (常用)12,250PS(98.5rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶
 縦コンボジット型 7kg×1.8t/h×1 発電機 AC450V×500kW×720rpm×3 (原)ヤンマー750PS×720rpm×3
 無線装置 送(主)1.5kW×1 (補)50W×1 受(主)全波×1 (補)全波×1 VHF 航海計器 ロラン NNSS
 レーダー 速力 (試運転最大)16.87kn (満載航海)14.5kn 航続距離 24,100浬
 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 33名 同型船 INVERLOCK



防食塗料・塗装は 兎田化学

さび落しが不要です!!

サンダーコート

エポキシ系強力防食塗料(特許出願中)

コスト遜減
工期短縮

タールエポキシ塗膜補修用

ビチュラックNo.20000M

(特許)

旧塗膜処理
不要

兎田化学

〒658 神戸市東灘区本庄町3丁目8番10号

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

新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

■ 主要業務

依頼試験、研究
施設設備の貸与
技術相談

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

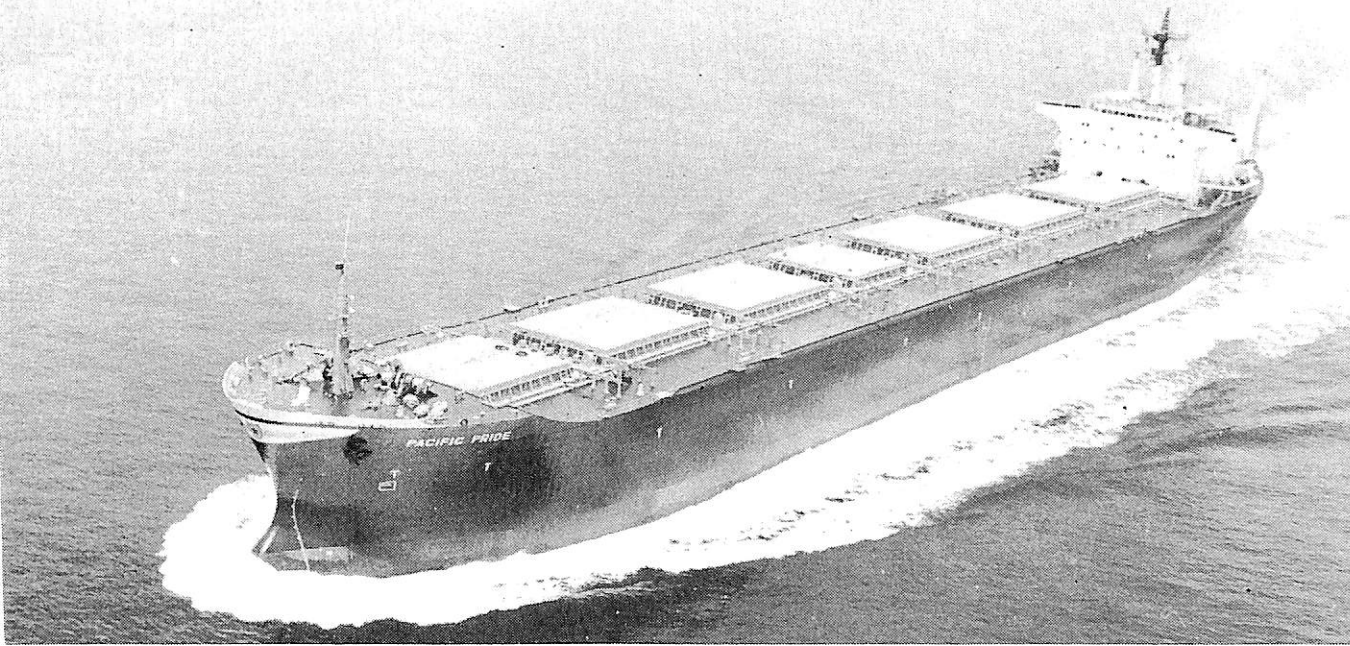


船舶艙装品研究所

RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING
HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

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

(競艇益金事業)

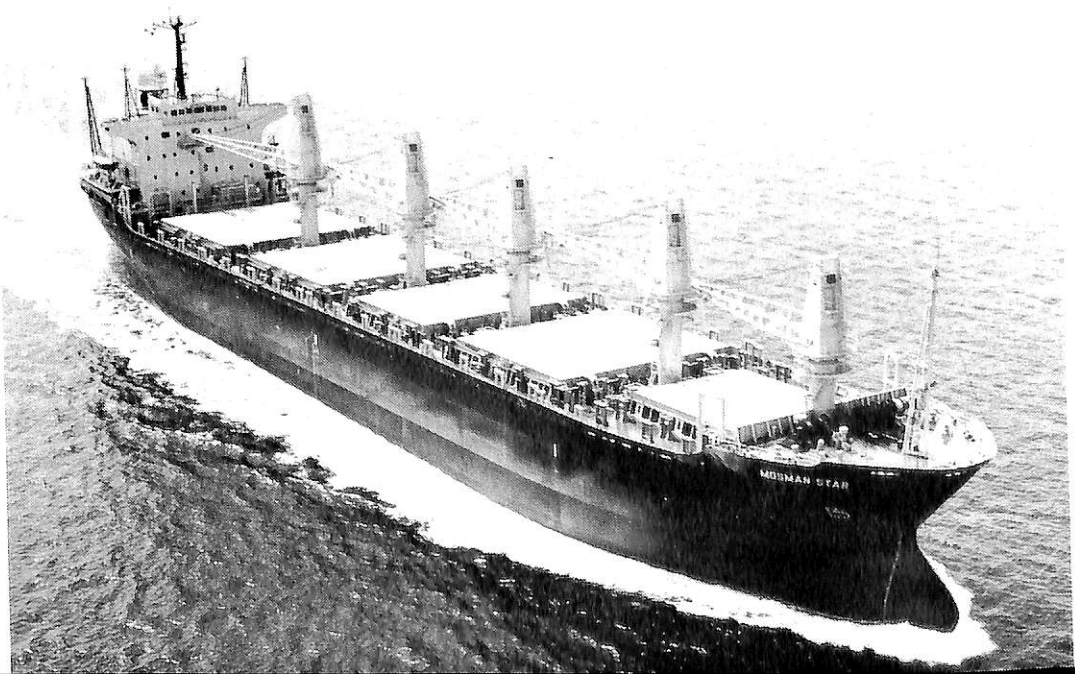


パンフィック プライド
輸出散積貨物船 **PACIFIC PRIDE**

船主 Greenburg Shipping Limited (U.K.)
 常石造船株式会社建造(第463番船) 起工 55-12-13 進水 56-2-19 竣工 56-5-30
 全長 227.997m 垂線間長 218.000m 型幅 32.200m 型深 18.300m 満載喫水 12.752m
 総噸数 37,562.43T 純噸数 25,100.84T 載貨重量 64,919t 貨物艙容積(グ) 75,662.7m³
 艙口数 7 燃料油槽 3,609.6m³ 燃料消費量 47.0t/day 清水槽 371.0m³ 主機械
 三井B&W 7L67GFCA型(デ)機関×1 出力(連続最大)15,200PS(123rpm) (常用)13,900PS(119rpm)
 プロペラ 5翼1軸 補汽缶 1,700kg/h×7kg/cm² 発電機(デ)500kW×625kVA×2, (タ)480kW×600kVA×1
 無線装置 送(主)1.5kW×1 (補)100W×1 受(主)全波×1 (補)全波×1 VHF 航海計器 デッカ ロラン
 NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大)16.90kn (満載航海)15.10kn 航続距離 24,900哩
 船級・区域資格 BV 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 37名

モスマン スター
輸出 木材 / 散積貨物船 **MOSMAN STAR**

船主 Rowley Shipping Limited (Liberia)
 株式会社神田造船所建造(第258番船) 起工 55-11-27 進水 56-2-23 竣工 56-5-27
 全長 182.85m 垂線間長 170.00m 型幅 27.60m 型深 15.10m 満載喫水 10.876m
 満載排水量 41,613.62t 総噸数 18,664.61T 純噸数 13,240.04T 載貨重量 32,514.32t
 貨物艙容積(ベ)40,145.41m³(グ)41,477.88m³ 艙口数 5 クレーン 25Lt×5 Cont.搭載数 1,182TEU
 燃料油槽 C.2,319.22m³ A.218.84m³ 燃料消費量 40.51t/day 清水槽 422.92m³ 主機械
 IHI Sulzer 7RND68M型(デ)機関×1 出力(連続最大)12,600PS(137rpm) (常用)11,340PS(132.3rpm)
 プロペラ 5翼1軸 補汽缶 大阪ボイラ DEC-315 堅型横煙管式1,500kg/h×8kg/cm²×1 発電機 西芝
 AC450V×637.5kVA×3 (原)ダイハツ 750PS×720rpm×3 無線装置 送(主)1.5kW×1 (補)75W×1
 受(主)1 (補)1 船舶電話 VHF 航海計器 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大)18.35kn
 (満載航海)15.0kn 航続距離 18,500哩 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 34名





エガーロック

輸出撒積貨物船 **EGGARLOCK**

船主 Essex Carriers Inc. (Panama)
 日本海重工業株式会社建造(第217番船) 起工 55-8-6 進水 56-2-2 竣工 56-5-29
 全長 191.29m 垂線間長 150.00m 型幅 22.86m 型深 13.50m 満載喫水 9.475m
 総噸数 16,069.36T 純噸数 11,306.19T 載貨重量 27,036t 貨物艙容積(べ) 32,447m³(グ) 33,921m³
 艙口数 5 クレーン 25t×4 燃料油槽 1,732m³ 燃料消費量 32.37t/day 清水槽 249m³
 主機械 三井B&W 7L 55GFCA型(デ)機関×1 出力(連続最大) 10,500PS(155rpm) (常用) 9,530PS(150rpm)
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 コクラン コンポジット型×1 発電機 ヤンマー S185L-ST 500kVA×
 600PS×900rpm×3 無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 50W×1 受(主) 全波×1 (補) 全波×1 航海計器
 ロラン レーダー 速力(試運転最大) 17.051kn (満載航海) 14.6kn 航続距離 16,100浬
 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 船首楼付船尾機関型 乗組員 33名 同型船 REGENT PALM

オーシャン トレイダー

輸出撒積貨物船 **OCEAN TRADER**

船主 La Darien Navigacion S. A. (Panama)
 今治造船株式会社今治工場建造(第399番船) 起工 56-3-5 進水 56-4-1 竣工 56-5-11
 全長 160.38m 垂線間長 150.00m 型幅 24.60m 型深 13.60m 満載喫水 9.947m
 満載排水量 29,703t 総噸数 13,400.39T 純噸数 9,871.88T 載貨重量 24,001t
 貨物艙容積(べ) 29,840.70m³(グ) 31,233.37m³ 艙口数 4 クレーン 25t×1, 25t×3 燃料油槽 1,422.01m³
 燃料消費量 28t/day 清水槽 428.84m³ 主機械 三菱 Sulzer 7RLA56型(デ)機関×1 出力(連続最大)
 9,380PS(170rpm) (常用) 8,440PS(164rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 排ガス併用横煙管式堅型
 7kg/cm² 発電機 ヤンマー 450kVA×360kW×900rpm×2 無線装置 送(主) 1kW×1 (補) 130W×1
 受(主) 全波×1 (補) 全波×1 船舶電話 海事衛星装置 VHF 航海計器 ロラン レーダー 速力(試運転最大)
 16.639kn (満載航海) 13.7kn 航続距離 11,500浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 ウェル甲板型 乗組員 27名 同型船 SUN GLORIOUS

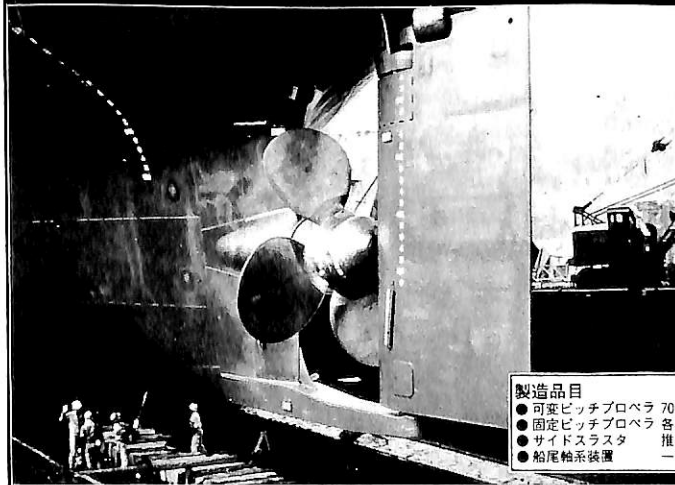




ニュー メール
輸出散積貨物船 **NEW MAIL**

船主	New Mail Line S.A. (Panama)			起工	55-10-27	進水	56-2-18	竣工	56-4-20	
株式会社新山本造船所建造(第255番船)	全長	152.60m	垂線間長	142.00m	型幅	24.00m	型深	13.20m	満載喫水	9.707m
満載排水量	26,566t	総噸数	11,964.71T	純噸数	9,157.74T	載貨重量	21,380t	燃料油槽	1,340.34m ³	
貨物艙容積(ベ)	27,092.81m ³	(グ)	28,330.82m ³	艙口数	4	クレーン	25t×1, 25t×3	主機械	三菱Sulzer 6RLA56型(デ)機関×1	
燃料消費量	26t/day	清水槽	394.28m ³	プロペラ	4翼1軸	補汽缶		無線装置	送(主)1kW×1	
出力(連続最大)	8,040PS(170rpm)	(常用)	7,235PS(164rpm)	ヤンマー	450kVA×360kW×900rpm×2	無線装置	送(主)1kW×1	航海計器	ロラン レーダー	
排ガス併用横煙管式堅型	80kg/cm ²	発電機		船舶電話	海事衛星装置	VHF		船級・区域資格	NK 遠洋	
(補)125W×1	受(主)全波×1	(補)全波×1		船舶電話	海事衛星装置	VHF				
速力(試運転最大)	16.324kn	(満載航海)	14.0kn	航続距離	10,400浬					
船型	ウエル甲板型	乗組員	26名							

省エネルギー対策にピタリ!!



2800

台を超える
実績と信頼性

全国40カ所のサービス網完備



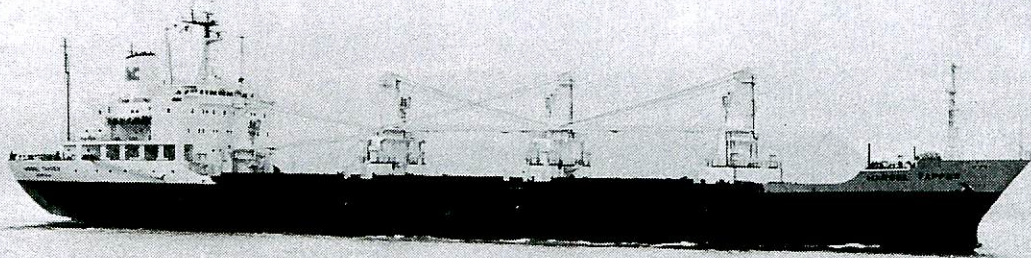
**かもめ
可変ピッチ
プロペラ**

運輸大臣認定製造事業場

かもめプロペラ株式会社

本社 横浜市戸塚区上矢部町690 市245 ☎(045)811-2461(代表)
東京事務所 東京都港区新橋5-34-7第2三栄ビル 市105 ☎(03)431-5438-434-3939

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



THE SECRET OF FLUME

It's almost a secret, all too well kept, that the Flume Stabilization System can substantially reduce your fuel costs. By reducing rolling, as it has in more than 1,600 ships, and by making possible the elimination of bilge keels, the Flume Stabilization System allows you to maintain your desired sea speed at a lower resistance and lower fuel consumption, all without loss of cubic or deadweight capacity.

For free fuel saving brochure, write:



**FLUME
STABILIZATION
SYSTEMS**

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

輸出ラテックス / 乾貨運搬船

ハーベル タッパー

HARBEL TAPPER

船主 PMC IV Corp. (Liberia)

幸陽船渠株式会社建造 (第876番船)

起工	55-12-18	進水	56-3-20
竣工	56-6-26	全長	141.67 m
垂線間長	130.00 m	型幅	22.0 m
型深	11.60 m	満載喫水	8.316 m
満載排水量	17,145 t	総噸数	8,148.29 T
純噸数	4,924 T	載貨重量	11,683 t
貨物艙容積 (ベ)	9,769 m ³	(グ)	9,960 m ³
ラテックスタンク容積	4,510.791 m ³		
艙口数	3	クレーン	4
	186 個 (20')	Cont. 搭載数	
燃料消費量	20.7 t/day	燃料油槽	798.79 m ³
		清水槽	267.59 m ³
主機械	三井 B & W 7L45 GF 型 (デ) 機関 × 1		
出力 (連続最大)	6,160 PS (170 rpm)		
(常用)	5,600 PS (165 rpm)		
4翼 1軸	補汽缶	煙管	OEC-310 × 1
發電機	西芝	450 V × 550 kVA × 60 Hz ×	
	650 PS × 720 rpm × 3	無線装置	送 (主)
	1.5 kW × 1 (補) 50 W × 1 受 (主) 1 (補) 1	VHF	
航海計器	ロラン	NNSS	レーダー
速力 (試運転最大)	17.499 kn (満載航海)		
15.1 kn	航続距離	12,000 浬	
船級・区域資格	AB	遠洋	船型
船首楼・船尾楼付平甲板型	乗組員	36名	

Wallenius Lines 向け自動車運搬船 “MADAME BUTTERFLY” 竣工

“MADAME BUTTERFLY” は Kockums AB (Sweden) が、Wallenius Lines から受注した自動車運搬船で4隻シリーズ中の第一船であり、7月10日に竣工した。同船は直ちに Gothenburg と Bremerhaven に向い、車の積荷をして Arabian Gulf に向った。

第2船の “Figaro” は今年末頃、第3船からの2隻は来年竣工を予定している。

主要要目等は次のとおりである。

全長	198.12m
垂線間長	190.00m
型幅	32.25m
型深第 6甲板まで	13.64m (13.69m aft)
ウエザー甲板まで	31.20m
喫水 (計画)	9.50m
スキャントリング喫水	11.50m
載貨重量 (計画)	17,000 t
(最大喫水)	27,500 t
総噸数	17,000 t
純噸数	8,000 t
主機関 B&W 7 L 80 GFCA 型ディーゼル機関×1	
出力 13.5MW (18,400 PS) 106 rpm	

プロペラ	1軸固定
発電機	Wärtsilä -Vasa 6 R 32 型(デ)機関 2,000 kVA × 1,600 kW × 440 V × 60Hz × 720 rpm × 3
速力試運転	20.3 kn
満載航海	19.6 kn (9.5 m喫水)
乗組員	27名

車輛甲板	13層
総車輛搭載面積	52,000 m ²
搭載台数	乗用車 6,120台
又は乗用車	2,900台、トラック 520台

船級	LR 100 A 1, LMC, UMS, Ice Class 3, Vehicle Carrier
----	---

航海計器	レーダー、オートパイロット、 デッカナビゲータ、マクナボックス 型サテライト受信装置、ログ装置
------	---

バウスラスター	1,500 PS
---------	----------



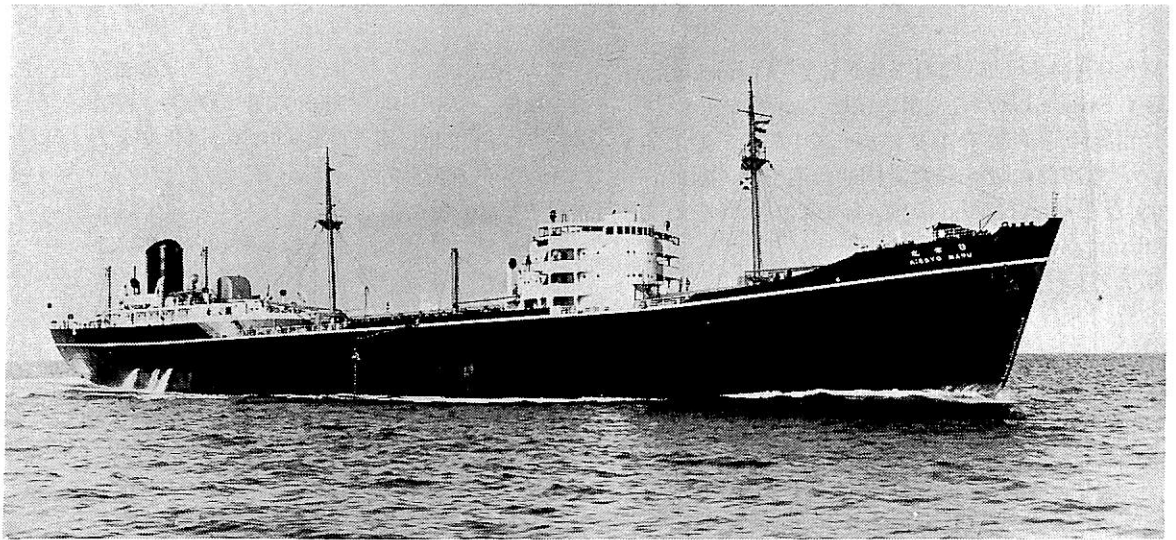
試運転時の MADAME BUTTERFLY

(Kockums 資料より)

日本商船隊の懐古

山田早苗氏提供

油槽船 日章丸 昭和タンカー株式会社



三菱重工業(株)横浜船渠建造(第S-287番船) 船舶番号 45446 船舶信号 JMYM 起工 昭12-8-10
進水 13-6-13 竣工 13-11-29 全長 169.0m 垂線間長 159.0m 型幅 20.0m
型深 12.0m 満載喫水 9.131m 総噸数 10,526.0T 純噸数 7,638.0T 積貨重量 13,855.0t
貨物油槽容積 17,432m³ 主機械 三菱MAN D8Z 72/120P型複動二衝程無気噴油式船用ディーゼル機関×1
出力(連続最大)10,617PS(計画)9,400PS 速力(試運転最大)19.59kn(満載航海)16.5kn
船級・区域資格 通信省 第1級船 遠洋区域 帝国海事協会 NS(Bulk Oil Carrier)MNS, RMC 鋼船
船籍港 東京

第1次世界大戦後の海運不況の救済ならびに過剰船腹を整理してこれらを優秀船におきかえて国防を強化するなどの目的をもった政府の船舶改善助成施設法は、昭和7年10月1日から実施され、昭和12年の第3次をもって一応の目的を達した。その結果、海運・造船界は好調に推移してきたが、その後将来起り得る戦争に対してさらに一層優秀船の保有の必要にせまられていた。政府では昭和12年4月1日より優秀船舶建造助成施設を実施し多数の優秀船が多額の政府補助を受けて建造された。

これらの船舶はいずれも太平洋戦争に於て海軍艦艇と同等またはそれ以上に活躍したもののばかりで、この法律は有効であったことがわかる。

本船は昭和11年12月21日、出光商会、大同海運、太平洋海運などの出資金100万円で設立された昭和タンカーが優秀船舶建造助成施設法の適用(第2種船命令番号103号)を受けて建造した最新型のオイルタンカーであった。

船型は、船首楼、船橋楼、船尾楼を有し、船尾に機関を置く典型的なタンカーで、船橋楼、船尾楼、煙突上端などに大胆な流線型をとり入れたユニークなものであった。とくに船橋楼は卵型で前面は楕円形で前方に突出し、後方に行くに従ってその幅を減じ、船尾楼も同じ様な形態であった。

上部船橋楼甲板室には船長室、士官室、無線電信室を配し、下部船橋楼甲板室最前部に食堂及び士官室を配し、

上甲板上甲板室はシルクルームに当てられた。

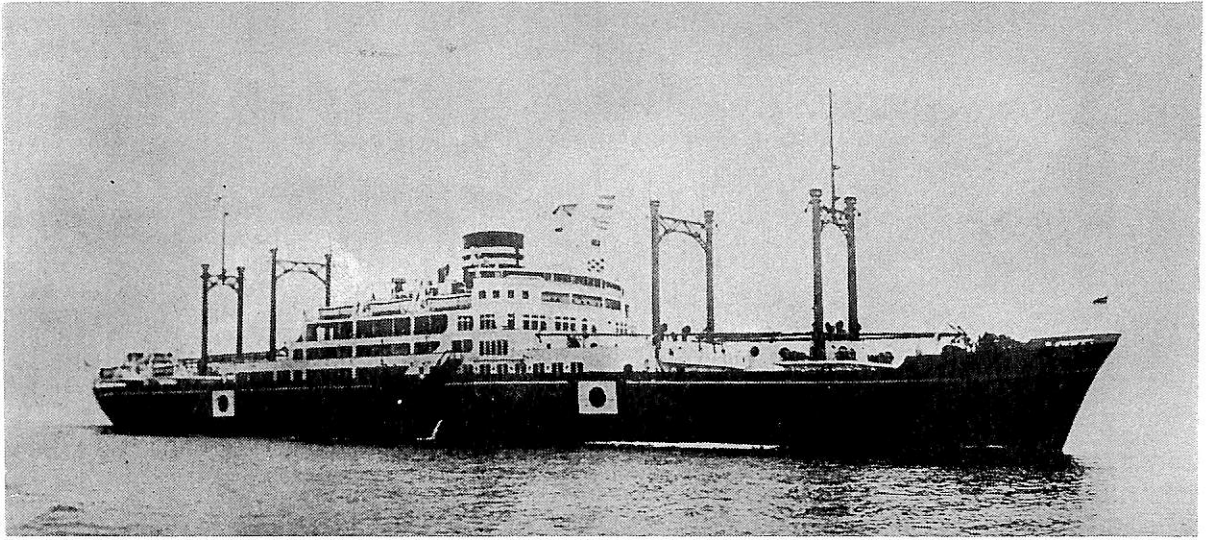
船尾楼最上部の短艇甲板には2隻の大型救命艇を装備し、その下段甲板室の最前部に食堂、両舷には士官室、上甲板上甲板室は船員室にあてられていた。火災対策としては油艙内にフリューガス防火装置を装備していた。

昭和13年6月13日午後5時30分横浜船渠にて進水し、同年11月22日には、龍島・岩井袋間にて公試運転を実施し、最高速力19.59ノットを記録した。船価は340万円であった。

竣工後、昭和17年まで太平洋海運が運航していたが、同年2月23日海軍に徴傭され、横須賀鎮守府所属の特設給油船となる。昭和18年7月内海西部にあった機動部隊のトラック進出にともない19日機動部隊に編入、昭和18年11月カビエン北方約180浬で米哨戒機の爆撃を受け航行不能となり、4日午前巡洋艦「鳥海」と駆逐艦「涼波」が救助に向い、5日午前6時ラバウルに到着した。その後昭和19年1月9日までトラックで機関修理をした。

昭和19年1月12日バリックパパンへ向う。22日より2月15日までスラバヤにてドック入り。15日スラバヤを出港バリックパパンへ。20日バリックパパン発ダバオに向う途中ダバオ湾口にて米潜Hoe(SS-258)の雷撃を受けて沈没した。北緯5度50分・東経126度0分の地点であった。

貨客船 報 国 丸 大阪商船株式会社



三井物産(株)造船部玉工場建造(第251番船)	船舶番号 46833	船舶信号 JCSN	起工 昭13-8-18
進水 14-7-5	竣工 15-6-15	全長 160.8m	垂線間長 150.0m
型深 12.4m	満載喫水 8.839m	総噸数 10,438.77T	純噸数 6,134.12T
貨物艙容積(ベ) 12,759 ^m	主機 三井 B&W 12-62VF-115型	単動二衝程トランクピストン型無気噴油式	載貨重量 9,615t
ディーゼル機関×2	出力 (連続最大) 19,427 PS (計画) 13,000 PS	速力 (試運転最大) 21.148 kn	
船級・区域資格 通信省 第1級船 遠洋区域 鋼船	旅客 1等48名, 特3等48名, 3等304名	計400名	
姉妹船 愛国丸, 護国丸	船籍港 大阪		

大阪商船では大正15年3月、かなだ丸を第1船としてアフリカ東岸航路を開設した。当時は4隻で月1回の発航で、終着港はダーバンであったが、昭和6年日本郵船が同航路から撤退したのを機会にケープタウン経由南米に延航し、はわい丸クラスの大型船を投入した。昭和9年頃より同航路は荷動きが活発となり、優秀商船建造助成施設法の適用をうけて3隻の新鋭船を玉造船所へ発注した。本船は和辻春樹氏の設計による水平甲板船で船体は全通二重底とし8コの支木隔壁で9分割されていた。

また、48名の1等船客を収容できる豪華な客船的性格と4コの鳥居型デリックポストを有する高性能の貨物船の性格を併せ有するもので、短艇甲板最後部の開放式ベランダや、遊歩甲板最前部の1等喫煙室などの公室はすべて現代日本式に統一され、とくに船橋楼甲板右舷最前部には豪華な特別室「奈良」があり、当時の客室としては最高級のものであった。

昭和14年7月5日午後0時45分に玉にて進水、昭和15年5月13日及び16日の両日小豆島標柱間にて公試運転を実施し、最高速力21.148ノットを記録した。

昭和15年6月15日引渡しののちアフリカ航路に就航するに先立ち重要物資輸送と披露を兼ねて7月2日正午神戸を出港、大連に向け処女航海に出発、12日早朝神戸に帰着した。7月19日横浜を出港、26日神戸、27日門司を経て南米東岸に向った。本船の同航路への就航はこの1

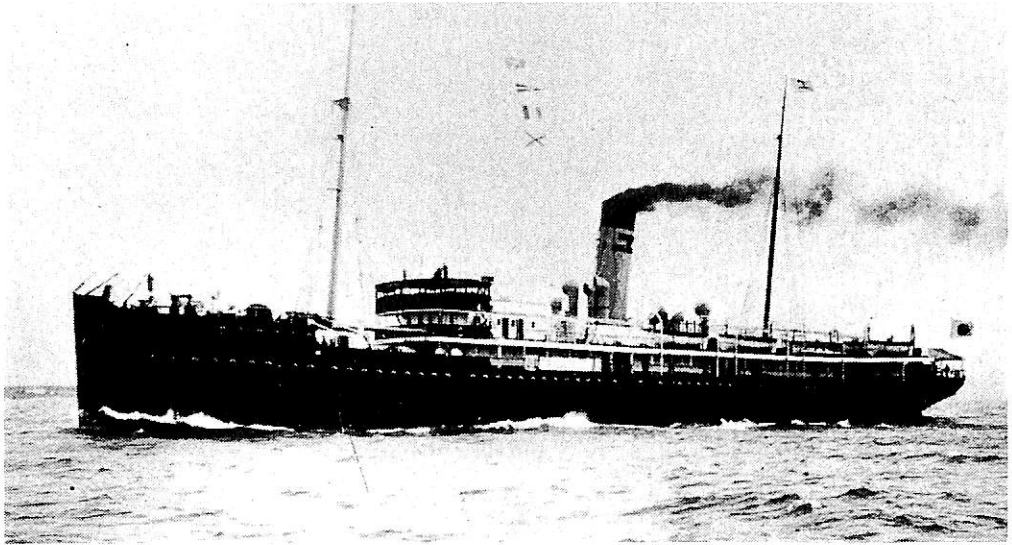
回で終り昭和15年12月16日より大連航路の定期便となる。

昭和16年8月28日、特設巡洋艦(呉鎮守府)として徴備され三菱神戸にて改装、15cm砲8門、8cm高角砲2門、25mm機銃4門、53cm 聯装発射管2基、後部デリックポストの間に九四式水偵1機、補助機1機を搭載、姉妹船愛国丸とともに第24戦隊を編成し聯合艦隊直属となる。

昭和16年11月15日岩国沖を出撃、オーストラリア附近の海上交通破壊のため12月8日開戦とともにツァモア諸島の北東海域に進出、13日米船ビンセント号、翌1月2日アラマ号を撃沈、2月4日にトラックにもどる。3月26日先遣部隊に配属、4月30日ペナンを出撃、第1潜水隊とともに印度洋通商破壊のためダーバンに向う。6月5日モザンビーク海峡南方で武装商船エリシヤ号を撃沈、7月13日セイロン島南1,500哩でホーキー号を拿捕、7月末ペナンにもどる。昭和17年9月20日南東方面部隊の指揮下に入り苦戦のラバウル方面へ兵力を緊急輸送するため9月24日メダン駐留の佐野兵团(第38師団)を乗せブラウン港を出撃、10月6日ラバウルに部隊を揚陸、その後10月10日再び先遣部隊に復帰し、11月1日シンガポールを出撃、通商破壊作戦中、11月11日インド洋ココス島204度540哩で敵の武装油槽船と交戦、敵の一弾が予備魚雷に命中、大爆発をくりかえして沈没した。

本船の大型模型は東京神田交通博物館に展示、保存されている。

鉄道連絡船 新 羅 丸 鉄道省



川崎造船所建造(第359番船)	船舶番号	15997	船舶信号	MFTV→JSKD	起工	大1-8
進水 1-11-27	竣工	2-3-14	全長	101.98m	垂線間長	97.53m
型深 9.14m	満載喫水	5.18m	総噸数	3,102.36T	純噸数	1,673.28T
主機械	三連成レシプロ機関×2		出力(連続最大)	4,676PS	速力(試運転最大)	16.12kn
船級・区域資格	通信省	第1級船	鋼船	乗組員	109名	旅客 1等43名, 2等128名, 3等440名, 計611名
姉妹船	高麗丸	船籍港	東京			

明治39年12月1日政府は山陽鉄道株式会社を買収、翌40年4月1日から帝国鉄道庁が開庁された。

本船は鉄道国有化後最初に建造された関釜航路用の本格的連絡船で、造船奨励法の適用を受けた。

山陽鉄道時代は対馬丸、壱岐丸が就航していたが、明治43年日韓併合後、日韓間の交通量は増大し、明治44年175,000人、貨物81,000トンであったのに対し、大正元年には200,000人、126,000トンと急激な伸びを示し、鉄道省では多数の備船によってこれに 대응してきたが、それも間に合わず、とくに夜行便に旅客が集中することから、夜行便専用船として2隻の新鋭船を神戸の川崎造船所に発注、本船はその第2船として完成した。

本船は鋼製の双螺旋船で、玄海灘の荒波を乗りきるため船首楼を有する覆甲板船とし、全通二層甲板ならびに機関室の前後部に下甲板を有していた。二重底は船の全長に亘り、支水隔壁は5コあり、船艙は3コで、貨物は旅客手荷物が主であるため、揚貨機は第2船艙のみで、他は昇降機又は人力に依った。

大正2年2月8日公試運転を実施し、最高速力16.12ノットを記録した。船価は約90万円であった。

大正2年4月5日より関釜連絡航路に就航。

大正9年8月26日には神戸からアメリカ国会議員団を乗せ釜山まで航海し、大正10年1月25日には李王世子殿下が本船を利用して渡鮮された。

大正11年頃より景福丸クラスが就航するに及び、本船クラスは貨物専用船となり、乗客の多い時のみ2,3等に限り客扱いをした。大正14年3月14日無線電信機を新設、門司無線局経由で陸上と通信が可能となる。

昭和6年5月14日釜山第1棧橋に係船中、第3船艙より出火、艙内の荷物の1/4を焼失、損害10万円を出した。

昭和7年上海事変では陸軍病院船となり、3月3日宇品を出港、上海に向い傷病兵多数を内地に輸送、4月1日には解除された。

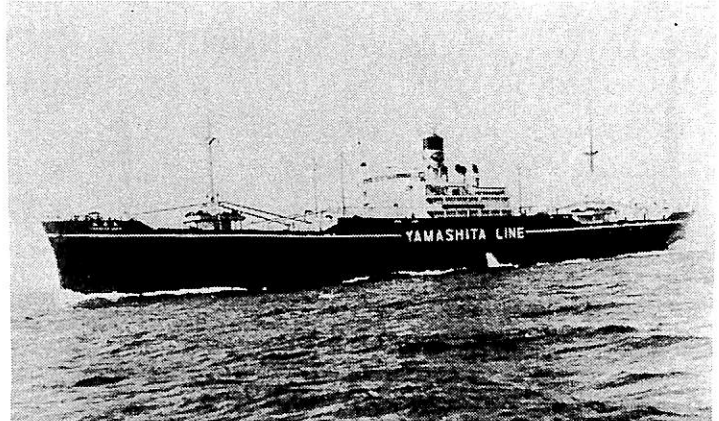
昭和11年金剛丸クラスの就航により昭和12年10月27日貨物船に改造された。昭和16年7月10日室蘭に回航、9月30日まで本輪西～塩釜間に臨時就航する。昭和16年12月8日より翌17年2月28日の間青函航路に臨時配船。

昭和17年6月10日青函航路に転属となる。昭和17年8月7日より関釜航路へ応援のため臨時配船。9月3日からは神戸～釜山間に就航し、18日下関を出港して函館にもどる。昭和18年3月10日より4月24日まで再び関釜航路を応援のため就航。昭和19年3月9日より4月11日まで海軍が使用。昭和19年6月22日より9月6日まで大泊～新潟間の航路に就航。昭和20年4月20日関釜航路に転属となる。昭和20年5月25日尾道船渠で修理ののち、午前5時糸崎発、午後6時下関海峡東口部崎灯台35°9'20mの地点でB-29の投下した機雷に触れ午後7時頃沈没した。
(写真提供 川崎重工業株)

貨物船 山彦丸 山下汽船株式会社

浦賀船渠(株)建造(第417番船)

船舶番号 43733	船舶信号 JTVL
起工 昭12-1-23	進水 12-7-28
竣工 12-12-4	全長 141.90m
垂線間長 134.0m	型幅 18.0m
型深 10.26m	満載喫水 8.225m
満載排水量 14,500.0t	総噸数
6,795.34T	純噸数 4,050.33T
載貨重量 10,210.96T	主機械
石川島衝動式複汽笛2段減速装置付タービン	機関×1
出力 (連続最大) 5,585PS	(計画) 5,000 PS
速力 (試運転最大)	17.022 kn
船級・区域資格	通信省
第1級船 遠洋区域 帝国海事協会 NS,	BS 鋼船
姉妹船 山浦丸	船籍港 神戸



山下汽船が極東と南北アメリカ東岸の定期航路船として建造した貨物船で、主機は単螺旋二段減速歯車付衝動タービンである。主汽缶は三胴型水管缶2基で、本船に使用された汽缶系統は戦後の計画造船のタービン船の範となったものである。また、本船は船体構造の大部分に電気溶接を採用した。

昭和12年12月1日房州沖にて公試運転を実施し、最高速力17.022ノットを記録した。

昭和16年8月6日海軍に徴傭され佐世保鎮守府所属の運送船として第3艦隊附属となる。

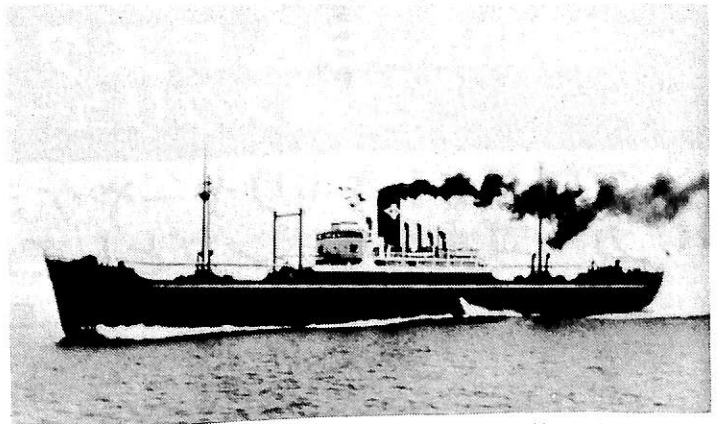
昭和17年4月10日第2南遣隊附属の工作救難船となる。昭和17年12月2日、工兵第5聯隊、歩兵第11聯隊第3大隊、同21聯隊第3大隊、同42聯隊第2大隊、飛行場設営隊をのせ、シンガポールを出港、駆逐艦「朝風」の護衛で12月2日ラバウルに部隊を揚陸した。

昭和19年1月10日八丈島西方130浬にて「朝風」「満珠」の護衛で航海中、米潜 Steelhead (SS-280)の雷撃を受け、山国丸がこれを曳航したが、1月12日波浪により船体が分断し沈没した。船長以下多数が戦死した。北緯31度42分・東経137度50分の地点であった。

貨物船 国島丸 飯野汽船株式会社

播磨造船所建造(第235番船)

船舶番号 42978	船舶信号 JHJL
起工 昭12-3-5	進水 12-6-4
竣工 12-8-30	垂線間長 109.72m
型幅 15.24m	型深 8.84m
満載喫水 7.04m	総噸数 4,083.0T
純噸数 2,440.0T	載貨重量 6,244.0t
主機械 川崎T-1	2段減速装置付ギヤードタービン機関×1
出力 (連続最大) 3,400PS	(計画) 2,800 PS
速力 (試運転最大)	16.939 kn (航海) 13.5 kn
船級・区域資格	通信省 第1級船 遠洋区域 帝国海事協会 NS, BC, BS 鋼船
旅客	1等3名
船籍港	神戸



昭和8年以降積極的に中古船を購入して船腹の増強をはかってきた飯野汽船では、遠洋航路進出の目的で造船資金貸付補給及び損失補償制度の適用を受け、低利率の融資を受けて新造船の建造を計画、本船はその第2船として完工した。飯野汽船では「君国の光、民を安んず」という言葉から船名を付けて居り、本船はその中の「国」ととって国島丸と名付けられた。

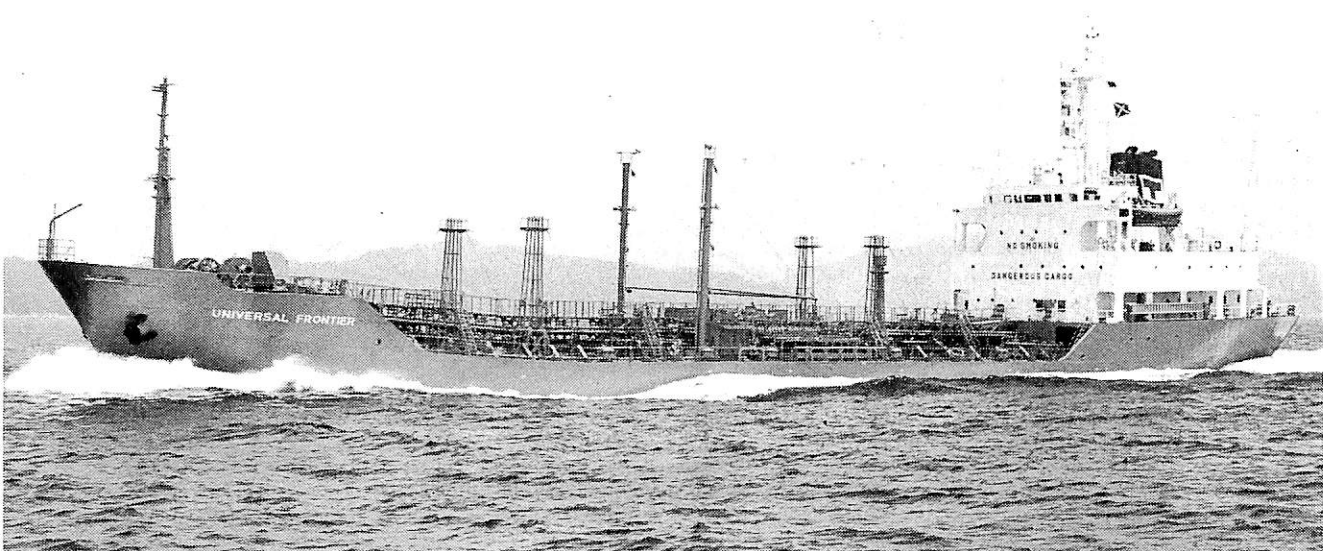
本船は船首楼、船橋楼、船尾楼を有する三島型船で、2本のマストの外、船橋楼甲板の最前部に鳥居型デリックポストがあった。艙口は前部に3コ、後部に2コあり、

これに10台の揚荷機を配置した。第3艙口は船橋甲板にあった。

昭和12年9月竣工とともに日本郵船に貸船し、同社のカルカッタ航路に処女航海として就航した。

昭和15年1月24日海軍に徴傭され呉鎮守府所属の運送船となる。

昭和18年1月29日呉を出港、第131設営隊を乗せトラック經由ラバウルに向う。昭和19年2月24日、志摩半島神の島附近にて座礁、沈没した。

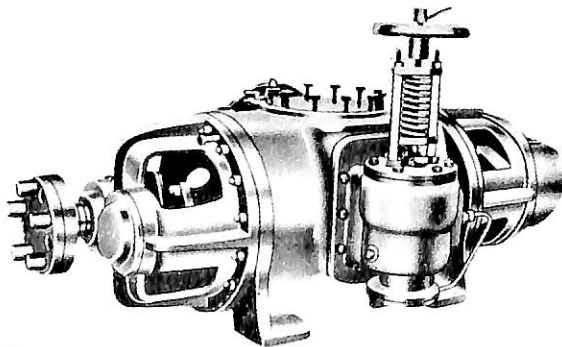


ユニバーサル フロンティア
輸出油槽船 UNIVERSAL FRONTIER

船主 Universal Frontier Shipping S.A. (Panama)
 宇部船渠株式会社建造(第163番船) 起工 55-11-27 進水 56-3-9 竣工 56-5-29
 全長 108.10m 垂線間長 99.50m 型幅 16.20m 型深 8.40m 満載喫水 6.95m
 満載排水量 8,885.90t 総噸数 3,864.58T 純噸数 2,150.44T 載貨重量 6,276.46t 貨物油槽容積
 7,060.12m³ 主荷油ポンプ 150m³/h×80m×10, 100m³/h×80m×12, デリック 1t×2 燃料油槽
 600.10m³ 燃料消費量 15t/day 清水槽 193.50m³ 主機械 宇部 MaK 6 u552 AK型(デ)機関×1
 出力(連続最大) 4,500PS (480/150rpm) (常用) 4,050PS (463/145 rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶
 三浦 VW-100WZ型×2 発電機 ヤンマー 450kVA×530PS×900rpm×3 無線装置 送(主) 1kW×1
 (補) 75W×1 受1 VHF 航海計器 ロラン レーダー 速力(試運転最大) 14.420kn (満載航海) 13.7kn
 航続距離 8,500浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 船首尾楼付船尾機関型 乗組員 24名
 同型船 UNIVERSAL APOLLO

SNM - S & P スクリューポンプ (二軸スクリューポンプ)

プロダクトキャリアーやケミカルタンカーの
 カargoオイルポンプとして最適



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



新日本造機株式会社

本社 東京都港区芝2丁目1番28号(成旺ビル) ☎東京(03)454-1417代
 大阪(06)538-1731代・広島(0822)48-2280・九州(093)551-3213・
 札幌(011)664-3241・名古屋(052)951-6875

8月のニュース解説

7月21日～8月20日

○海運造船問題

●一般政治経済問題

7月22日○船舶整備公団では、54、55年度に研究、開発(水)した省エネルギー内航船の運航実態を再評価することを目的として、省エネルギー船追跡調査グループを設置した。期間は56、57年度の2ケ年間で、この調査によって得られたデータを基にさらに省エネルギー船の改善を図る方針である。

●20日からオタワで開かれていた第7回先進国首脳会議は、「インフレを低下させ失業を減少させる戦いをわれわれの最優先課題とする」との「オタワ宣言」(共同コミュニケ)を採択して閉幕した。宣言は前文、経済、発展途上国との関係(南北問題)、貿易、エネルギー、東西経済関係、結論の項目から成っており、世界経済が相互依存関係にあり、連帯と協調、責任の分担によって西側経済の再活性化を図っていくことが急務であるという基調に立っている。

7月24日●55年度の科学技術白書が中川科学技術庁長官(金)によって閣議に報告され、了承された。白書はわが国と先進諸国の科学技術を比較し、総合力では主要先進国と肩を並べるようになってきているとしながらも、わが国の科学技術の成果は工業生産に結びついた生産技術の分野に強く表れており、先端的科学技術の分野ではまだ先進国に遅れていると指摘している。今後は、国際社会に積極的に貢献するためにも、独創的に富んだ自主技術の開発に全力を傾けるべきだと提言している。

7月27日○日本原子力船研究開発事業団と青森県・関根(水)浜漁業協同組合は、原子力船「むつ」の新母港の海域調査に関する覚書を結んだ。主な内容は、①調査はできるだけ漁業に支障のないように努め組合は調査が円滑に進められるよう努力する、②事業団は補償金、事務経費として組合に1200万円支払う、などとなっている。

8月4日●石炭鉱業審議会は、80年代前半のわが国石炭(火)政策のあり方を決める第7次石炭政策を田中通産大臣に答申した。答申は、①国内石炭生産は将来とも年間2000万トン程度の水準の達成を目指す、②炭鉱間格差是正のため安定補

給金の傾斜配分を強める、③国内基準炭価は現行制度を維持することなどを骨子としている。また、将来相当量の石炭を海外に依存することが予想されるため、産炭国における炭鉱開発を含む海外炭の開発促進及び積出港、海上輸送、コールセンター等の受入施設、さらには国内輸送を含むコールチェーン・システムの形成の必要性を指摘している。

8月6日○日本鋼管はメンブレン型LNG船のタンク建(木)造で課題とされてきた全自動溶接システムの開発に成功した。このシステムは「コルゲート・メンブレン自動溶接装置」と呼ばれ、傾斜面を検知できる小型のならいセンサーを2個備え、2つのセンサーの高低の差を溶接トーチに伝え、トーチの小型モーターにより角度、スピード、母材との間隔を自動制御するもので、手溶接の2倍の溶接速度を達成でき、曲線や上向き、垂直などの形状の溶接が簡単にできるというもの。また、精度はすでに地下タンク建設で実証済という。

8月7日○海運造船合理化審議会は海運対策部会を開き、(金)同部会のワーキング・グループがとりまとめた「当面の外航船舶整備対策」の中間報告を受けた。報告は経済的安全保障の見地などから、昭和60年にも現状の日本船舶腹量とほぼ同規模の3400万総トンを確保すべきであると、政府による低利の財政資金の投入、金利軽減措置など船舶建造資金コストの低減策を求めている。しかしながら、最近の財政事情を配慮し、助成の対象は代替エネルギー船など、今後重要性が強まる分野の船舶に重点化していくことを要望している。

8月12日●宇宙開発事業団が11日、種子島宇宙センターから打ち上げた静止気象衛星「ひまわり2号」は午後7時45分47秒から約40秒間、衛星後部にあるアポジモーターを噴射、長円のトランスファ軌道から赤道面上のほぼ円形のドリフト軌道に入った。これで、日本で打ち上げた初の大型実用静止衛星の誕生はほぼ確実となった。衛星はこのあと軌道修正を繰り返し約1ヶ月後、静止衛星となる見込み。

世界の原子力商船

日本における原子力船の開発は、原子力第1船“むつ”が昭和49年9月、出力上昇試験中に放射線漏れを起こして以来、その計画を大巾に変更し、遮蔽改修工事や安全性に関する総点検等を実施し、現在佐世保においてそれら工事に全力を傾けている状態にある。海運・造船国である日本にとってはエネルギー情勢もふまえ、“むつ”の一日も早い完成が待たれるところだが、海外における原子力商船の開発は現在どのような状態にあるのか、最近、建造中であると伝えられるソ連の原子力砕氷船を中心に、各国の現状について以下に述べる。

1. ソ連

ソ連は1959年に世界最初の平和目的の原子力船である原子力砕氷船“レーニン”を完成し、ムルマンスクを基地として氷海における商船の先導にあたっている。1963年には第1回目の燃料の交換を、また1966年には原子炉プラントの全面的オーバーホールを行い、原子炉を3基から2基に減少（出力的に十分余裕のあることが確認されたため）する等の改造を行なっている。その後も順調に運航し、毎年の平均航行距離は約28,000海里でそのうち約23,000海里は氷海であった。“レーニン”は1979年に就航20周年をむかえ、その間約2,000隻の輸送船の先導を行い、35万海里を航行した。“レーニン”の経験によって、ソ連は原子力船に関する建造と運航の十分なデータを蓄積し、その経験をもとに1974年には、新型原子力砕氷船“アルクチカ”を就航させた。“アルクチカ”が“レーニン”と大きく異なる点は砕氷能力を示す比推力（推力/垂線巾）が著しく増大したことである。本船は、1977年に氷上を運航する船舶としては、史上初めて北極点に達し、世界的に有名になった。また1977年には、“アルクチカ”と同型の“シビリー”が係留運転を開始し、翌78年から北極海で貨物船の先導に従事しているが、本船は、1年余という驚異的な短期間のうちに完成させることができた、と報せられている。

また、現在ソ連は原子力砕氷船、原子力ラッシュ船を建造中であり、原子力砕氷船は“ロシア”と命名され、既にレニングラードのバルト造船所で船体中央部船底部分の製作がはじまっている。この新型原子力砕氷船は、外見的には、“アルクチカ”に似ているが、多くの点で“アルクチカ”建造以後10年間の様々な経験や技術が生かされている。特に砕氷能力や原子力船用の設備を供給

する工業部門の更新に伴い、およそ500の新設計による機械や計器等の改良がなされた。また、性能と共に居住性の向上に新たな工夫がみられ、（プール、人工太陽光線に照らされたデッキチェア、サウナ等々）船室の一部も騒音や震動の少ない船体上部に移すなどして、従来の「砕氷航行は単調・寒気・揺れが何ヶ月も続く」という厳しい条件の緩和に細かい配慮がはらわれている。

2. 西ドイツ

西ドイツは、原子力鉱石運搬船“オット・ハーン”を1968年12月に完成し、英国一周、南大西洋（赤道付近）北極海、西大西洋を実験航海した。1970年2月からは商業航海に入り、鉱石や穀物を運搬するとともに、各種の改良研究を行い実験船としての機能も果たした。実験船としての十分な技術的データと運航経験が得られ所期の目的が達成されたこと、また、運航経費の問題等で“オット・ハーン”は1979年2月、北海の最終航海を終え、運航を停止した。現在“オット・ハーン”は燃料が抜き取られた状態で、ハンブルグ港に係留されている。尚、最近の情報によると、GKSSは再び“オット・ハーン”の運航について、検討を行なっているとのことである。

3. 米国

米国は1962年に、原子力貨物船“サバンナ”を完成しその後8年間に約50万海里にわたる試験航海・商業航海に就航させた。この間、米国内の32の港に入港したのみならず、海外の26ヶ国45港を訪問した。“サバンナ”は所要の目的を果たし、1970年から燃料を取り出して、現在はチャールストン港に係留されている。

米国は当初、1980年代の始めには原子力船時代が来ると予測していたが、1974年から1975年にかけての海運市況の不振により予想とは大巾に遅れる結果となった。また、米国海事局は1976年原子力潜水タンカーシステムおよび原子力砕氷タンカー輸送システムの概念設計を完成している。

4. カナダ

カナダ政府は、北極圏の資源開発及び年間を通じての航路確保を図るため、沿岸警備隊に対して、大型の在来型砕氷船及び原子力砕氷船の設計を行うよう求めている。設計は必ずしも建造を意味するものではないが、実現す

れば、原子力砕氷船の実際の運航は1992年以降になるものとみられている。

5. その他

英国やフランスでは、米国やソ連と同様に原子力艦船の建造を目的に、原子力開発が開始された。両国とも原子力商船については、その安全性や必要性、さらに経済性等についてそれぞれ研究・調査を行い、英国の原子力船検討委員会による「原子力船研究に関する報告書」やフランスにおける試設計された原子力船と在来船との比

格評価等、原子力船の有効性について書かれた報告等も数多くあるが、海運市況等も手伝って、いまだ実際に建造するには至っていない。

ベルギーは英国原子力公社と共同で一体型PWR船用炉の設計研究を行い、またオランダ、イタリアもそれぞれ、分離型PWR船用炉の設計研究を行い、ノルウェー、スウェーデンも共同で65,000 DWT型原子力タンカーの設計研究を行なっている。

(注：原子力砕氷ラッシュ船については、本誌1981-6)の海外技短を参照して下さい。

世界の原子力船一覽

船名	レーニン	サバンナ	オット・ハーン	むつ	アルクチカ	シビリヤ	ロシア	(未定)	(未定)	
国名	ソ連	米国	西ドイツ	日本	ソ連	ソ連	ソ連	ソ連	カナダ	
用途	砕氷船	貨客船	鉦石運搬船	原子動力実験船	砕氷船	砕氷船	砕氷船	LASH船	砕氷船	
全長	134.0 m	181.5 m	171.8 m	130.0 m	148.0 m	アルクチカ と同型船	アルクチカ と同型船	260.0 m	210.0 m	
幅	27.6 m	23.8 m	23.4 m	19.0 m	30.0 m			33.3 m	33.0 m	
深さ	16.1 m	15.2 m	14.5 m	13.2 m	17.2 m			18.3 m	18.75 m	
満載排水量	19,240 t	21,990 t	25,790 t	10,400 t	23,460 t			61,000 t	40,000 t	
速力	18ノット (常用)	20ノット (常用)	16ノット (常用)	16.5ノット (常用)	21ノット (最大)				19ノット (常用)	
主機関 種類・基数	蒸気タービン 4(電気推進)	蒸気タービン 1	蒸気タービン 1	蒸気タービン 1	蒸気タービン 1(電気推進)				蒸気/ガスタービン (電気推進)	
出力	(3軸) 44,000馬力	(1軸) 22,000馬力	(1軸) 11,000馬力	(1軸) 10,000馬力	(3軸) 75,000馬力				40,000馬力 (3軸) 150,000馬力 (原子力 90,000馬力)	
原子炉型式	加圧水型 (分離型)	加圧水型 (分離型)	改良加圧水型 (一体型)	加圧水型 (分離型)	加圧水型 (分離型)				加圧水型 (半一体型)	
熱出力	90 MW×3	80 MW×1	38 MW×1	36 MW×1	150 MW×2				150 MW×1	330 MW×1
燃料	酸化ウラン	酸化ウラン	酸化ウラン	酸化ウラン						
起工	1956年8月	1958年5月	1963年9月	1968年11月	1971年7月					
進水	1957年12月	1959年7月	1964年6月	1972年12月	1972年2月	1976年2月				
完成	1959年9月	1962年5月	1968年12月	(未定)	1974年11月	1977年10月	(1986年)	(1986年)	(X+138ヶ月)	
備考	1966年改造原子炉を3基から2基に変更。改造後の要目は不明	(1970年係船)	(1979年係船)	改修中	北極海航路に就航中	北極海航路に就航中	建造中	建造中 砕氷能力はアルクチカの1/2。パージ74隻、ヘリコプター1機	検討中 砕氷能力 Polar X class	

6,000M³型半冷却半加圧式LPG船“GUARUJÁ”

三井造船株式会社 玉野事業所
造船設計部

1. はじめに

“GUARUJÁ”はブラジルの半官半民の船会社 Petroleobrazilero S. A. 社向けに、当三井玉野事業所にて建造した、約6,200 m³のタンク容積を有する半冷却半加圧式のLPG運搬船である。昭和55年8月8日起工、同年10月30日進水、昭和56年4月25日竣工し、船主に引渡された。

本船建造にあたり適用した規則としては、船級協会はABS, +A1Ⓔ Liquefied Gas Carrierのnotationの他、SOLAS 1974 with PROTOCOL 1978 及び MARPOL 1973 with PROTOCOL 1978, IMCO Resolution A 328 (IX) Code for the construction and equipment of ships carrying Liquefied Gases in bulk 更にはUSCGのLPG Carrierとしての“Letter of Compliance”も取得出来るような設計となっている。

2. 船体部

2・1 主要目

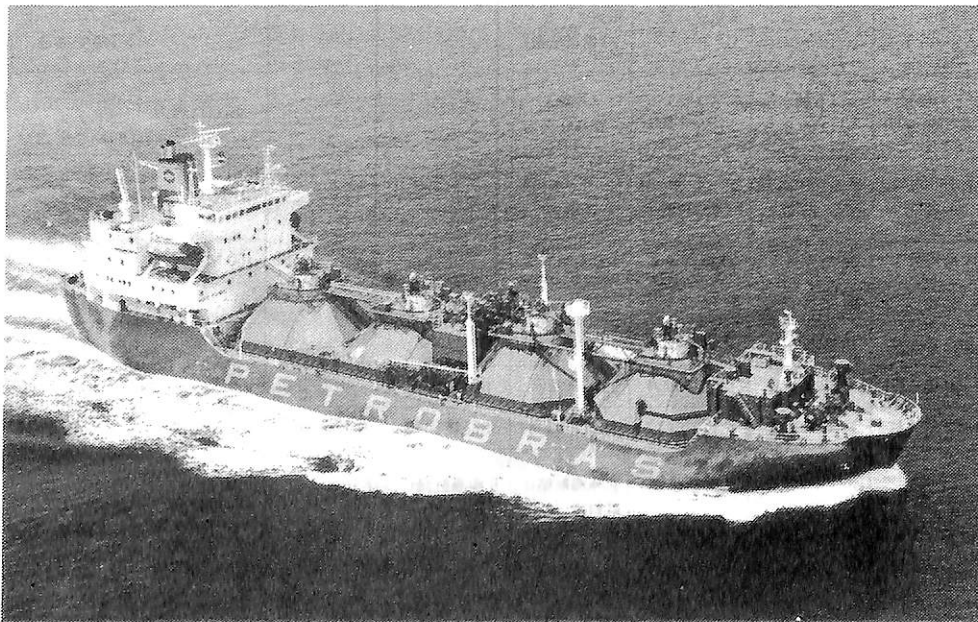
全長 109.99 m

垂線間長	103.00 m
幅(型)	20.00 m
深さ(型)	10.00 m
満載喫水	5.373 m
載貨重量	4,514.0 t
主機関	三井B&W 6 L 45 GFC型ディーゼル機関
	最大出力 5,280 PS×170 rpm
総トン数	6,662.76 T
航海速度	14.30 kn
定員	44名

2・2 一般配置

一般配置図に示すとおり、船尾部に機関室及び居住区を配し、船首楼上部には、カーゴコンプレッサ室及びその下部にはカーゴレフマシン室を配する。さらにNo.2及びNo.3タンクカバー間ローディングステーション上部には、荷役制御室を設け荷役の便を計っている。

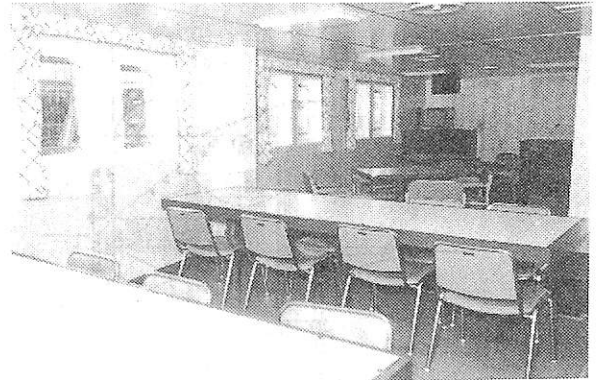
タンクカバー上には、通行及びドームトップのバルブ類操作のために、船首部から居住区画まで続く歩廊を設けている。そして、その両側には貨物用管を配管してい



航走中の
LNG船
“GUARUJÁ”



操 舵 室



部員食堂および喫茶室

る。船体の中央部には4倉のホールドを設け、各ホールドにはそれぞれ、球形独立タンクを搭載している。上甲板にはタンク上部を覆うために、鋼製八角錐形の水密タンクカバーを設けている。

タンクには、外部からの熱侵入を防ぐため赤道部を除き厚さ50mmの発泡ウレタンで防熱され、更に、防水及び防火のためのコーティングが施されている。

船底は全て2重底構造、船側はNo.1ホールドを除きバラスタタンク、清水タンク等に依りダブルハル構造になっている。

2・3 船体艦装

(1) 係船装置

係船機は全て防爆型の電動駆動とし、保守及び操作を容易にしている。係船機は船首部に1台（揚錨機と兼用）、船尾部に1台、合計2台設け4個のドラム、4個のワーピングエンドに依り十分な係船力が得られるよう設計している。

(2) 管系統

バラスタ管及び貨物用管の弁は、油圧駆動とし、荷役制御室にて遠隔操作できるものとしている。又、バラスタ注排水及び喫水調整等の作業を効率よく行なえるように、空気式のバラスタタンク液面計及び喫水計を備えている。

(3) 消火装置

貨物区画用として、通常の海水消火設備の他に下記消火設備を装備している。

(A)固定式粉末消火装置（上甲板貨物区画用）

(B)水噴霧装置（居住区前面、ドームトップ、荷役制御室周囲壁、ローディングステーション、カーゴコンプレッサー及びモーター室周囲壁）

(C)ハロン1301消火装置（カーゴコンプレッサー

室及びモーター室）

(D)CO₂消火装置（機関室、甲板長倉庫及びペイント室）

(4) 居住区艦装

居住区画は、IMCO防火構造を十分満足するよう設計した。又、騒音対策として、Poop Dkには浮床構造を採用、壁面は特殊コイルダンパーで振動を吸収する等の特別の対策を考慮した。又、Ships Officeは、内部に3つのコンパートメントを設け、会議机とローディングコンピューターテーブルを持つ機動性に富んだOfficeとしている。

3. 機関部

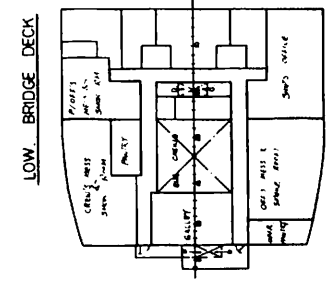
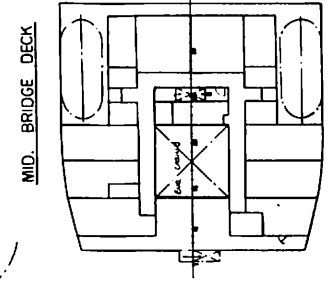
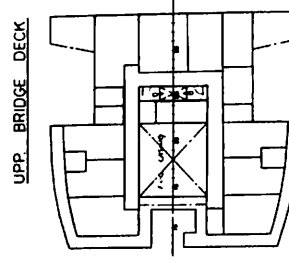
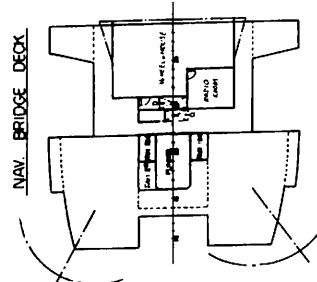
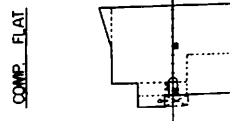
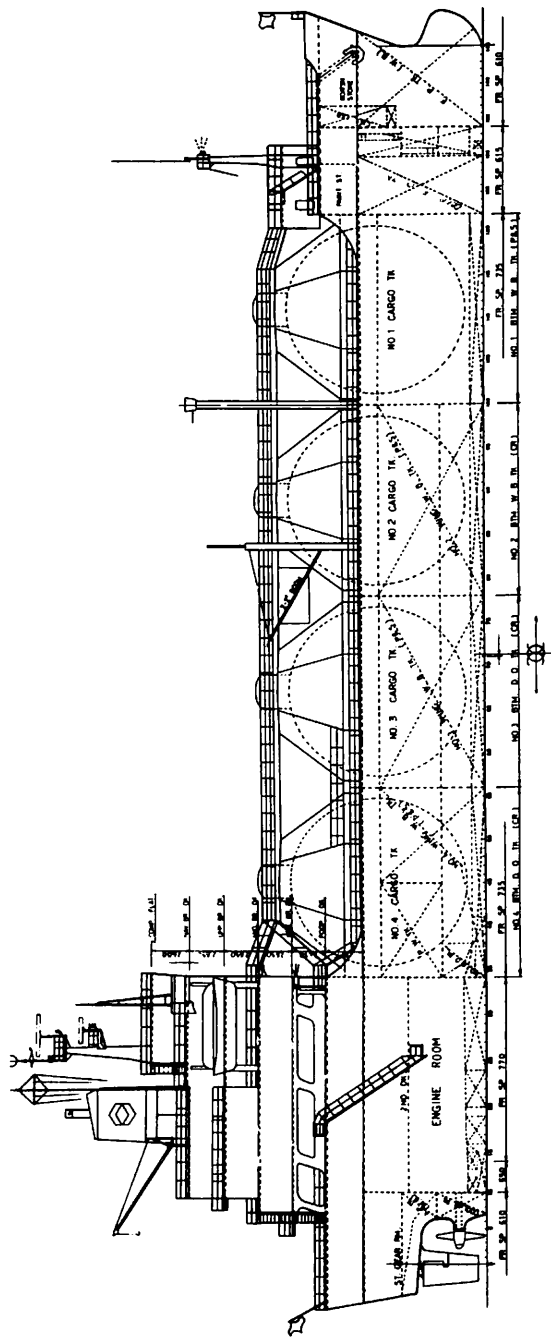
本船の主機関は、静圧過給方式のGFC型低速ディーゼル機関を採用しており、CPPとのコンビネーションにより操縦効率性を高めている。

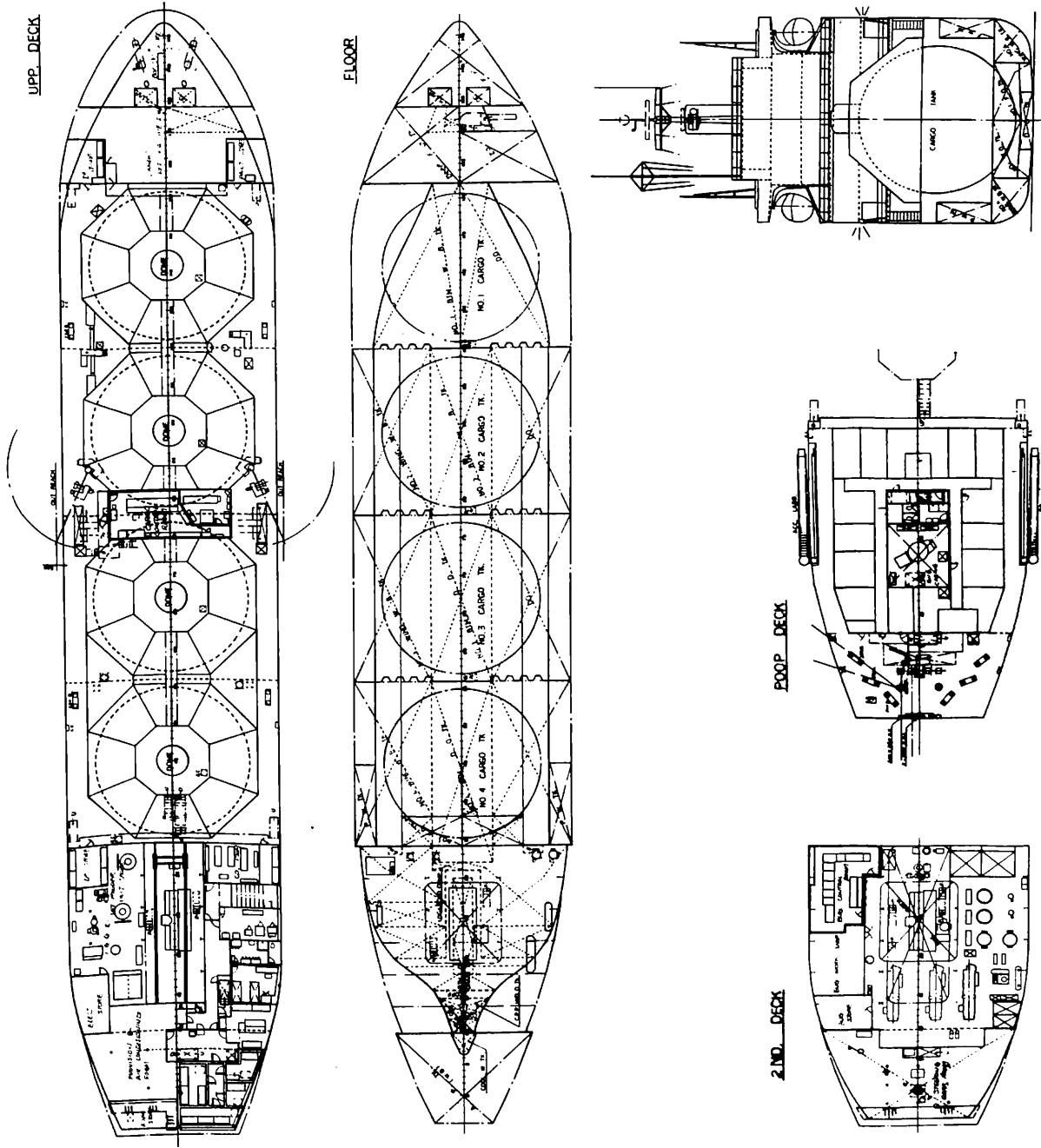
又、静かな機関室をめざし、主機関の排気レシーバー、給気管の板厚増加及びInsulation Materialの考慮、発電機セット及び主空気圧縮機の弾性据付等を採用している。

3・1 主機関及び軸系装置

主機関は、三井B&W 6L45GFC 2サイクル単動クロスヘッド形過給機付ディーゼル機関 最大出力5,280 PS 1基装備し、1基1軸推進装置としている。回転数は、170 rpmとしている。

船橋から1本のコンビネーターハンドルにより、主機関とCPPを同時に操縦できる。又、船橋両翼にはこのコンビネーターハンドルと電氣的に結合されたハンドル及び操舵スイッチを設け、狭水路等での操船を容易にした。機関室内制御室からは、主機関及びCPP制御用の別々のハンドルによる操縦及び、固定翼角による主機関逆転制御も可能である。





6000m³型 LPG船“GUARUJÁ”一般配置図
三井造船・玉野事業所建造

尚、C P Pは三菱-KaMeWa 102 × F14を採用し、自動保護装置として自動負荷制限装置を装備し、主機関に規定以上の負荷がかからないよう翼角を自動制御するようにしている。

3・2 発電機用原動機

発電機用機関としては、日立B&W 6 T23HHを3台搭載しており、出力440 kWとなっている。

3・3 蒸気発生装置

蒸気発生装置として、大阪ボイラー-Aalborg, AQ-5 堅型水管コンボジットボイラ1基を、装備している。圧力は7 kg/cm²Gであり、蒸発量は排ガス部、油だき部それぞれ1,000 kg/h, 2,000 kg/hとなっている。

4. 電気部

本船には、ディーゼル発電機440 kW 3台を装備し、停泊時及びバラスト航海時を除く通常航海時、荷役時及び出入港時は2台の発電機にて、船内の電力負荷を賄えるように計画されている。尚、カーゴポンプ、再液化装置のフロン圧縮機等の甲板部大容量補機は、発電機2台並列運転時のみ運転可能なようインターロックをしている。しかし、発電機の負荷が軽い時は、バイパススイッチにより1台でも運転できるようにしている。

主配電盤には、自動同期投入装置、自動負荷分担装置を装備し、発電機の並列運転が、自動的に行なわれるようになっている。非常電源として24 V, 300 AHの蓄電池2組を装備し、非常灯、航海通信装置に給電する。

高温地対策として、発電機には水冷の空気冷却器を装備し、又、B種絶縁ながら温度上昇はA種に抑えるよう設計している。又、暴露部の電動機はE種のものにB種絶縁を採用している。

一般照明は電子スタート式蛍光灯、船首部の再液化装置室は防爆白熱灯とし、暴露部照明用として水銀及び白熱投光器を装備している。

船内通信は自動交換電話及び船内指令装置によるが、船内指令装置は、通常時はラジオ放送、テープ等4チャンネルの放送を流せるようになっている。

航海計器としては、下記の機器を装備している。

レーダー2台、ジャイロコンパス及び自動操舵装置1式、電磁ログ1台、音響測深機1台、風向風速計1台、オメガ受信機1台、ロランC受信機1台、方位探知機1台、水晶時計1式

無線装置は、1.2 kW SSB主送信機1台、130 W中波補助送信機1台、全波受信機2台、国際VHF電話一式等

を装備している。

5. LPG部

5・1 LPG部要目

- | | | | | | | | | | | |
|--|---|------|----|----|------|-------|------|------|------|-----|
| (1) 貨物タンク 球形独立タンク II PGタイプ “C” | 4 基 | | | | | | | | | |
| 対象貨物 液化プロパン, 液化ブタン,
液化プロパン/ブタン混載 | | | | | | | | | | |
| 使用条件 温度 -5°C 以上, 圧力 5 kg/cm ² G 以下
総容積 約 6,200 m ³ | | | | | | | | | | |
| (2) 荷役ポンプ ディーゼルウエル遠心式 | 4 台 | | | | | | | | | |
| 能力 140 m ³ /h × 130 m
モーター 55 kW × 1,800 rpm (防爆型) | | | | | | | | | | |
| (3) ブースターポンプ 遠心式 | 2 台 | | | | | | | | | |
| 能力 200 m ³ /h × 120 m
モーター 75 kW × 3,600 rpm (防爆型) | | | | | | | | | | |
| (4) 再液化装置 フレオンガスに依る間接冷却式 | | | | | | | | | | |
| 液化能力 222,200 kcal/h/set | | | | | | | | | | |
| (i) フレオンコンプレッサー | 3 台 | | | | | | | | | |
| (ii) フレオンコンデンサー | 3 台 | | | | | | | | | |
| (iii) LPGコンデンサー | 3 台 | | | | | | | | | |
| (iv) コンデンセートポンプ | 3 台 | | | | | | | | | |
| (5) カーゴ圧縮機 | 1 台 | | | | | | | | | |
| 能力 100 m ³ /h × 入口 5 kg/cm ² G 出口 8 kg/cm ² G
モーター 22 kW × 600 rpm | | | | | | | | | | |
| (6) ベーパーライザー 蒸気加熱式 | 3 台 | | | | | | | | | |
| 能力 3,800 kg/h (プロパン) | | | | | | | | | | |
| (7) カーゴヒーター 海水加熱 | 2 台 | | | | | | | | | |
| 能力 プロパン 200 m ³ /h | | | | | | | | | | |
| | <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">入口</td> <td style="text-align: center;">出口</td> </tr> <tr> <td>(積荷)</td> <td style="text-align: center;">-15°C</td> <td style="text-align: center;">-5°C</td> </tr> <tr> <td>(揚荷)</td> <td style="text-align: center;">-5°C</td> <td style="text-align: center;">5°C</td> </tr> </table> | | 入口 | 出口 | (積荷) | -15°C | -5°C | (揚荷) | -5°C | 5°C |
| | 入口 | 出口 | | | | | | | | |
| (積荷) | -15°C | -5°C | | | | | | | | |
| (揚荷) | -5°C | 5°C | | | | | | | | |
| (8) イナートガス発生装置 | 1 基 | | | | | | | | | |
| ガス発生量 600 Nm ³ /h × 0.3 kg/cm ² G | | | | | | | | | | |

5・2 船殻構造及びタンク構造

船倉部は、八角錘、台形状のタンクカバー、上甲板、タンク支持甲板、二重底及びダブルハル構造等から構成されている。タンク容積を十分取るため2重底の高さは最小におさえている。タンクの支持は、支持甲板で行なわれ、船体構造との直接のつながりはない。タンクは上記タンクカバーで覆われており、これに依り船倉部は気密状態となっている。貨物が低温であることを考慮してタンク近傍の船殻構造各部分に低温用鋼材を使用している。更に、タンク強度については、実際のタンクを用い

て圧力試験を行ない、安全性を確認している。特に強度上問題になると思われるドームトップ及びタンク支持部の赤道部分は、残留応力除去のため焼鈍を行なった。タンク溶接部の検査については、全ての溶接部でX線検査を行ない、問題の無いことを確認した。

5・3 防熱

球形カーゴタンクの保冷には、タンク外面に厚さ約50mmの硬質ウレタンフォーム（比重 $P=38\text{kg/m}^3$ ）を、現場発泡させた。硬質ウレタンフォーム上には、カバーリング材として防水コート2回、防火コート2回及び仕上げコート1回、それぞれ適当な間隔で塗布している。現場発泡に際しては、作業を容易にするため約900mm間隔で経度方向に50×50mmの成形硬質ウレタンフォームスペーサーをあらかじめ接着し、その後、現場発泡を行なう方法を採用、又、タンクの据えつけは、タンクの全ての防熱工事が終了して後船内に搭載した。

通常の運航においては、タンクが格納されているHold内に乾燥空気を封入し、防熱効果が劣化しないようにしている。この乾燥空気は、イナートガス発生装置より供給される。

5・4 通風装置

荷役に関係する下記区画の通風はIMCO A328(IX)の要求を満足するよう次のように計画している。

(イ) カーゴ冷凍機室及びモーター室

これらの区画を安全区画とするため、エアロックを設け、又、1時間に30回換気の給気通風により加圧している。

なお、この圧力がなくなった場合には、防爆型以外の電気機器の電源は自動的にシャ断される。

(ロ) 荷役制御室

1時間に10回の換気で給気通風し、入口戸は安全区画に設けてあるが、安全を考慮しエアロックも設けている。

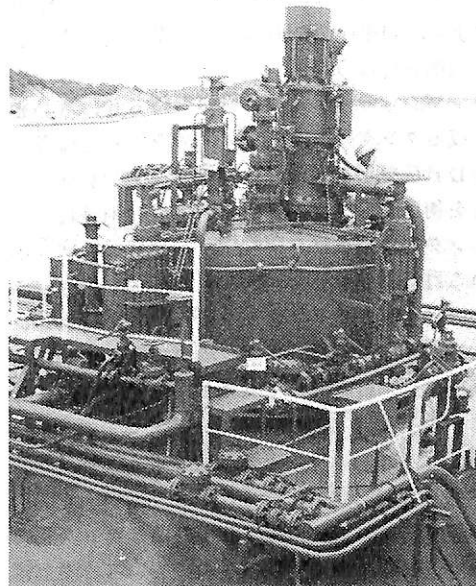
(ハ) カーゴコンプレッサー室

1時間に30回換気の排気通風により負圧を保つようにしており、万一危険ガスが漏れても他の安全区画には漏洩しないようにしている。

上記通風装置の空気取入口はすべて安全区画に配置し、(ハ)の排気口は安全区画から充分離れた場所まで導き、危険ガスが蓄積しないよう考慮している。

5・5 再液化冷凍装置

間接式再液化冷凍装置を3組装備しており、各組カーゴコンデンサー、コンデンサイトポンプ、フロンコン



タンク
ドーム
トップ

プレッサー、フロンコンデンサーより構成されている。

通常は、外部からの侵入熱のため発生するボイルオフガスによりカーゴタンク内圧が上昇し安全弁設定圧以上になるのを抑える目的で、設けているが、本船では、ペーパーリターンラインのないターミナルのことも考慮して、積荷時の置換ペーパー処理も可能にしている。管装置については、ペーパーヘッダーを介し、どの装置へもガスを吸引できるようになっており、再液化した液は、再液化返送管により任意のタンクへ返送できるようになっている。

フロンコンプレッサーの発停、0、25、50、100%の4段階の容量選定及び運転状態の監視はすべて、荷役制御室から行える。また負荷変動によるフロンコンプレッサー吸入圧の変化に応じたコンプレッサー容量の自動選定、自動発停、カーゴコンデンサーの器内圧及び液面の自動制御等の機能を備えており、荷役時以外の無当直運転もできるようになっている。

フロンコンプレッサーの起動インターロックとしてコンデンサー冷却海水流量が正常であるか、モーター室内圧は正圧となっているか、発電機は2台並列運転しているか等の起動条件をつけている。また、カーゴコンデンサーの凝縮液の温度が低くなりすぎないように、カーゴコンデンサー器内圧を自動制御するとともに、フロンの蒸発温度が -5°C 以下とならないような安全装置を備え、装置の安全運転に万全を期している。

揚げ荷に伴なう、カーゴタンク内蒸気圧力の減少を防ぐために、揚荷能力に充分見合う能力を持ったケトル

型水蒸気加熱式ペーパーライザーを装備している。

このペーパーライザーは、ペーパー出口の圧力を検知することにより、自動制御が計られ、低温地域に於けるタンク圧力制御も行なう。

カーゴコンプレッサーは2つの役目を持っている。その1つは、或るタンクのカーゴポンプが故障した場合そのタンクのLPGを正常なポンプを持ったタンクへ、タンク内圧差を利用して、移送できるように計画されている。このタンク内圧差を作るために、カーゴコンプレッサーが用いられる。

他の1つは、タンクのドライアップのためにコンプレッサーによりホットペーパーを送り込み、更に補助ヒーターにより加熱し、貨液の完全蒸発を促進するものである。

5・6 荷役装置

陸上への液の移送のためにNo.2およびNo.3タンク間の船体中央部付近両舷に陸上接続管を設けている。陸上接続管にはそれぞれのタンクへ通じる液およびペーパー用の管を各2本配管している。

貨液タンクは、2グループ（No.1及びNo.3 Tks., No.2及びNo.4 Tks.）に分け、それぞれのグループごとに、プロパン、ブタン及びプロパン/ブタン混合貨液を積載出来るように配管されている。

積荷に於いて、貨液の温度がタンクの許容温度 -5°C より低い場合は、船体中央部付近の荷役制御室上部のデッキに設けられた2台のカーゴヒーターにより加熱された後貨液タンクに積荷できるよう計画されている。尚、陸上接続部よりカーゴヒーターまでの管装置の設計温度は -15°C 、カーゴヒーターより貨液タンクまでの設計温度は -5°C である。従って、本船は -15°C までの貨液を積荷することが出来る。

揚荷は、貨液タンク内のパイプタワー下部に設けられた1台の荷役ポンプにより行なう。なお陸上のタンク圧力が高い場合、荷役制御室上部のデッキに設けられた2台のブースターポンプにより昇圧の上、陸上タンクに揚荷することも出来る。又、温度の高い貨液を要求される場合は、カーゴヒーターにより加熱の上揚荷することが出来る。タンクをドライアップする場合は、各タンクに設けられている荷役ポンプにより、最終揚切りを行なう。残液は各タンクのドームトップ付近に設けられた、補助カーゴヒーターにより加熱し、発生したホットガスをタンク低部まで配管された再液化返送ラインより放出して蒸発させる。尚、タンク内に設けたパイプタワー内には、この他に積込管、タンク予冷管、ガス採集管、フロート

式液面計、高液面計、スリップチューブ等が配置されている。

荷役作業時に操作の必要となる上甲板上の主要な弁は油圧駆動の遠隔操作式とし、荷役制御室から操作することが出来る。又、陸上接続弁及び口径50mm以上のタンク付弁はスプリングにより短時間で閉鎖する危急遮断弁となっている。これらの弁は、貨液タンクが高々液面、低温（ -5°C 以下）又は大気圧になった時、非常溶断エレメントが溶解した時等に、自動的に閉鎖する。

荷役装置関連の管は、 -15°C 又は -5°C の低温流体が流れても管材の衝撃値が大きく低下することのない、船級規格材を使用している。又、船体撓み、熱収縮、タンクの収縮及び移動による強制変位と多様な影響を受けるが、この対策としては、ペローズジョイント及びオフセットベント方式による配管方法を採用している。

5・7 計装

カーゴタンク、カーゴライン、カーゴポンプ、再液化装置等の遠隔制御、集中監視が行なえるよう荷役制御室には、種々の計装機器を装備している。

その主なものは次の通りである。

(1) 液面計測装置

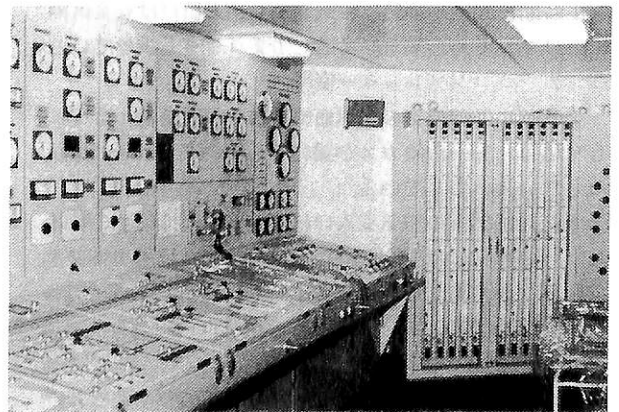
各カーゴタンクには、本質安全防爆形フロート式デジタル指示液面計及び最高液位検出用として、本質安全防爆形赤外線式液位スイッチを設けた。

(2) 温度計測装置

各カーゴタンク内に5点、タンク壁面に3点、各ホールドスペースに2点、液ライン2点、ガスライン2点、各カーゴヒーター出入口等の本質安全防爆形白金抵抗式温度計を設けた。

(3) 圧力計測装置

各カーゴタンク、ホールドスペース、カーゴライン、



荷役制御室

ベーパーライザ、カーゴ圧縮機、再液化装置等に本質安全防爆形電気変換式圧力計を設けた。又、各カーゴポンプ及びブースタポンプには吸入、吐出の差圧計測用として同形式の圧力計を設けた。

(4) ガス検知器

各カーゴタンク頂部付近、各ホールドスペース、荷役制御室、再液化装置関係の諸室エアロックスペース、ローディングステーション等でのガス漏洩を検知するため、吸引式の赤外線式ガス検知器を荷役制御室に設けた。また、居住区画及び機関室への万一のガス漏洩を検知するため、接触燃焼式ガス検知器を操舵室に設けた。

これらの指示、警報装置は、荷役制御室にて遠隔指示、警報するとともに、警報はシステム毎にグループ化して操舵室に延長警報を出すようにして、荷役以外は荷役制御室は無当直化できるようにしている。

6. おわりに

本船を含め3隻の姉妹船を受注したのは、昭和54年の夏のことです。時あたかも造船不況のどん底であり、何と

かして泥沼より抜け出そうと、みんな合理化に懸命の努力をしていた時であった。

玉野事業所としても、久し振りのLPG船であり、しかも半冷却半加圧式のプロトタイプとあって、失敗は許されず、重点プロジェクトの1つとして取り上げられた。

重量、重心の管理、ダメージスタビリティの問題、タンクの材質、支持構造、半冷却半加圧式であるため圧力及び温度コントロール、どれ一つとしてゆるがせに出来ないものばかりであり、コスト・ダウンのスローガンを横目で見ながら、如何にして、船主の要求に応えるかミスによる手戻工事の未然防止、合理的なルールの解釈、現場の品質管理等に、設計、現場一丸となって努力して来ました。

お陰様で、三井液化ガス(株)、七尾製造所の御協力を得て実液によるガストライアルも無事終了し、船主に引渡され、現在、ブラジルにて就航しております。

最後になりましたが、本船建造中、終始御指導御協力頂いた船主、船級協会、メーカーの方々に対し、深く感謝の意を表し筆を擱きます。

成山堂書店

(〒160) 東京都新宿区南元町4-51
電話03(357)5861 / 振替東京7-78174

★船舶の建造に必要な運航の実態・造船マン必修の海事図書目録達呈。

商船設計の基礎(上・下)

造船テキスト研究会編 エッセンシャルな基礎と最新の進歩を踏まえ、設計技術者が当面する項目を中心に設計全般を解説。採算計算、設計者の盲点・運航の実態も紹介。定価上5500円・下7000円

FRP漁船早わかり

船越 卓/笠井健一/金山美彦共著 船舶の新しい材料であるFRPの歴史・材質・建造・使い方と保守点検の全得失を、建造および使用上の両面から詳述した他に類のない評判の書。定価3500円

1981年版造船統計要覧

運輸省船舶局監修 造船界に山積する問題を考える手がかりとなる唯一の造船総合統計。受注・施設・従業員・関連工業・経営等の造船に、かかわりの深い海運を加え、利用度を配慮。定価1800円

船舶構造関係法令

運輸省船舶局監修 要望の高い船舶安全法の体系化にそって、船舶の構造規定(鋼船構造・木船構造・防火構造・復原性・喫水線・区画)関係を一冊に搭載した実務法規集の最新版。定価2000円

機関実務要覧

中島大二著 船舶機関士の実務をより能率化するため、理論と現場から得た経験を結びつける問答形式による解説書。経験値・経験式など造船関係者の関心データも取入れ内容を充実。定価4800円

空電 一雷の電波ふく射をめぐって

名古屋大学教授・佐尾和夫著 はじめて学ぶ人にも空電(雷からの電波)の常識が得られるよう図表でやさしくていねいに解説。内外の成果を集成して、空電の第1歩から幅広く紹介。定価2200円

半没水双胴調査観測船

“ことざき”

三井造船株式会社

1. まえがき

“ことざき”は、運輸省第四港湾建設局より受注され、昭和56年3月当社玉野事業所において完工した、我が国における初めての本格的な底質浄化のための調査観測船である。

本船は宇部港を母港とし、主として周防灘、別府港など西瀬戸内海における海洋の水質および底質などの観測に従事している。

本船は、当社が開発した半没水双胴船（SSC）であり、その特徴を生かして荒天時大きな動揺があってはならない測量船に初めて採用されたものである。

以下、本船の概要および主要目について紹介する。

2. 概要

2・1 主要目

全長	27.00 m
長さ（垂線間）	25.00 m
幅（型）	12.50 m
深さ（型）	4.60 m
総トン数	253.67 GT
排水量（満載状態）	250.00 t
喫水（満載状態）	3.50 m
最大搭載人員	
乗組員	7名
計測員	4名
その他（24時間未満）	9名
速力（100% M. C. O.）	20.50 kn

2・2 適用法規および航行区域

適用法規

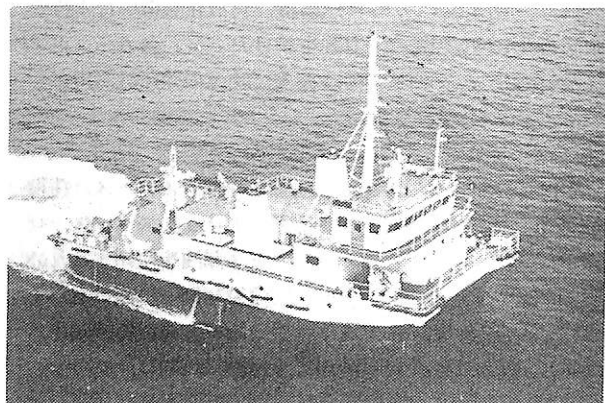
船舶安全法および関係諸法規

航行区域

沿海区域

2・3 計画概要

本船は、主として海底のヘドロの調査を行うために建造されたもので、ヘドロ調査および深度測定用超音波探査機、ヘドロ採取用採泥機、気象および海象観測装置、多項目水質測定器、船位測定装置等の諸装置を装備した



我が国で初めての本格的な調査観測船である。

本船の特徴をあげると

1) 本船は、水面下に船体排水量の大部分を受け持つ魚雷型をした2基の没水船体（ローハル）を有し、このローハルと水面上の上部構造物とを流線型断面のストラットで結合した半没水双胴船＝SSC（Semi-Submerged Catamaran）である。この船型は、当社における各種の水槽試験および一昨年SSCとして世界で初めて完成した実用船である446人乗り旅客船“めいさ80”での各種実船試験の結果として、下記のような特徴を持つことが実証され、この特徴が調査観測船に適していることが認められて今回の採用につながったものである。

- (1) 航走時および作業時における波浪中での船体動揺が少なく、復元性が良い。
- (2) 波浪中での速力低下が少ない。
- (3) 同一排水量に対し甲板面積が広くとれる。
- (4) 旋回性、保針性等操船性能が良い。

2) 船体はローハルおよびストラット以外はすべてアルミニウム構造とし、重量の軽減を図っている。

3) 船首付近の連結甲板下面を上方に傾斜させることによって、甲板下面への波の衝撃について配慮してある。また後部船橋甲板（作業甲板）をできるだけ低い位置に配置するとともに、そこに海上作業機器を集中配置することにより、海上作業が容易となるよう配慮している。

4) 推進軸への動力伝達には小型、軽量、高効率を特徴とするかさ歯車減速装置を採用している。

3. 船体部

3・1 船殻構造

本船は、ローハルおよびストラットは鋼構造、連結

甲板および甲板室はアルミニウム構造とし、沿海航行区域での使用に対して十分な強度を確保している。

ローハルは鋼製溶接構造で縦肋骨構造とし、ストラットは鋼製溶接構造で横肋骨構造である。

上甲板および船橋甲板はアルミニウム合金製溶接構造で横肋骨構造としている。

ストラットと連結甲板の結合部には、アルミニウム合金鋼接合用複合材（STJ）を使用し、溶接継手構造としている。

甲板室はアルミニウム合金製とし、リベットによる接合構造とし、甲板は縦肋構造としている。

3・2 船体艙装

3・2・1 概要

船橋甲板船首部にワーピングヘッド付揚錨機2台を、船尾部には係船機1台を装備している。揚錨機は操舵室より遠隔操作による速度調節が可能である。

操舵機は電動油圧方式として2台装備している。

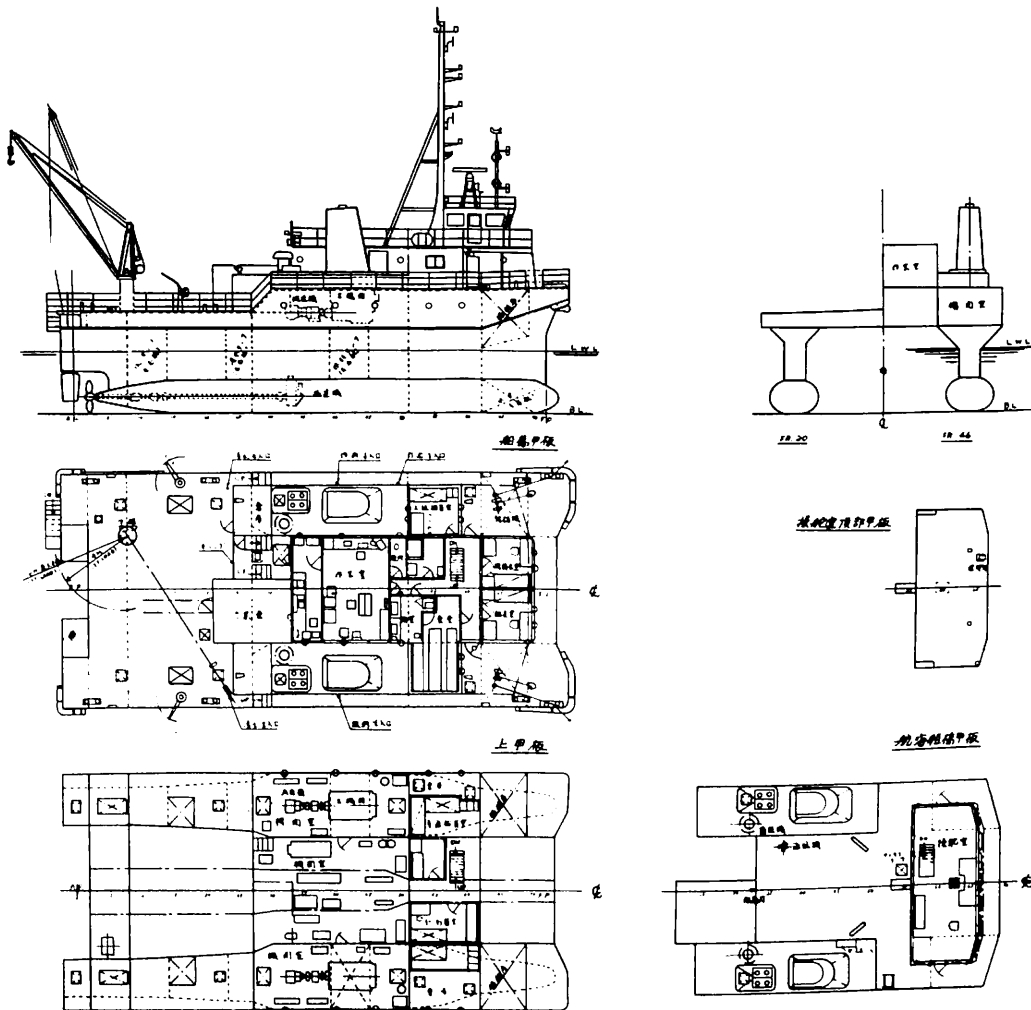
20名分の居住設備を上甲板上および船橋甲板上に配置している。船橋甲板上には船長室、機関長室、食堂等を、また上甲板上には普通船員室、計測員室等が配置されている。居住区には空気調和装置による冷暖房を行なっている。

航海船橋甲板に操舵室を設け、主機関の制御を含め操船に必要な機能を集中的に配置している。

3・2・2 船体艙装部主要目

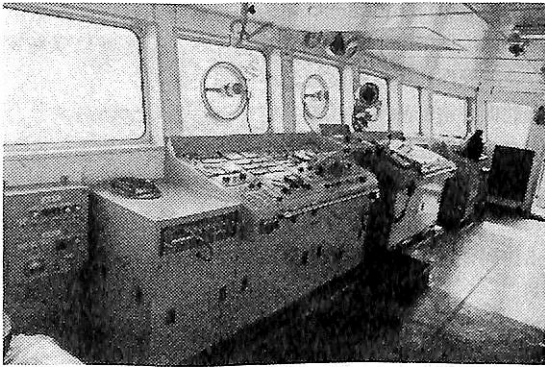
揚錨機

2台

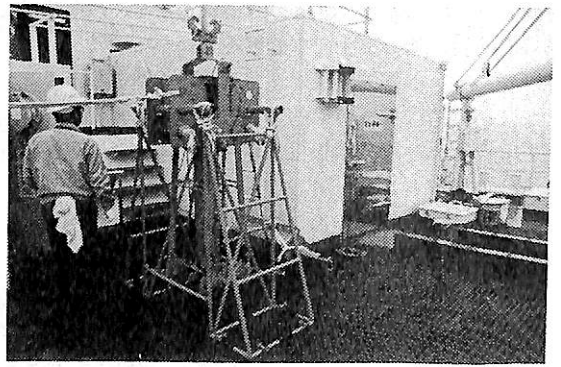


半没水双胴調査観測船“ことさき”一般配置図

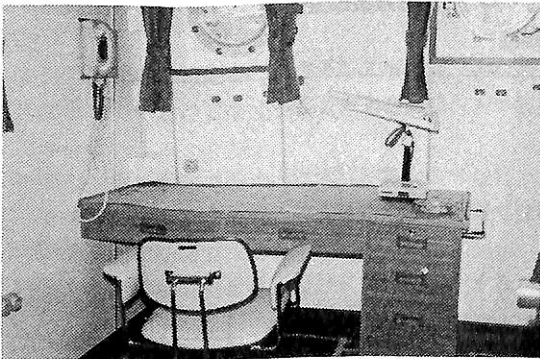
三井造船株式会社・玉野事業所建造



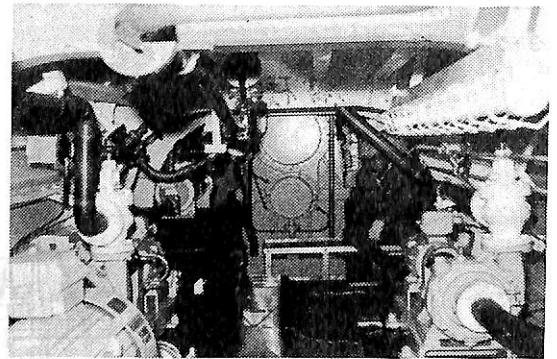
操 舵 室



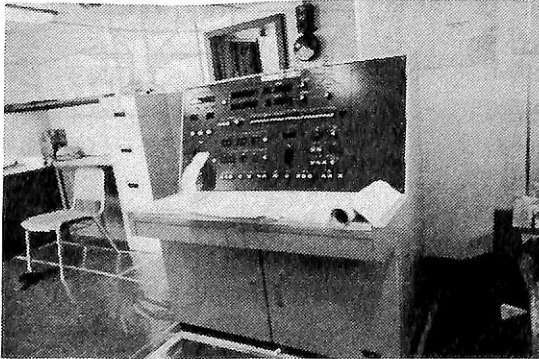
採 泥 器



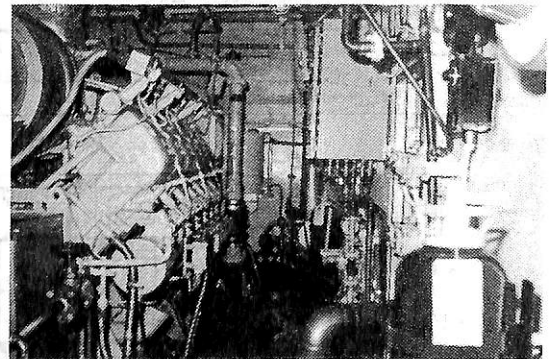
機 関 長 室



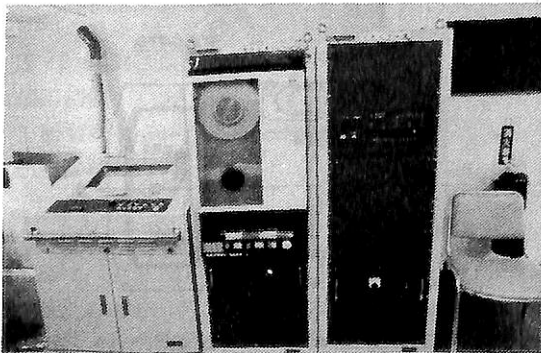
ロ ー ハ ル 部



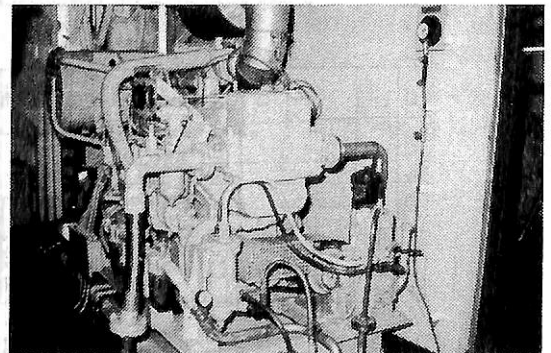
操 作 監 視 卓



機 関 室



デ ー タ 集 録 装 置



第 一 補 機 関

形式	横型電動駆動, ワーピングエンド付, チェーン式 遠隔操作可能
能力	2.5/1.25 t × 20/40 m/min × 15 kW
係船機	1 台
形式	縦型電動駆動
能力	1 t × 17.5 m/min × 3.75 kW
舵取機械	2 台
形式	電動油圧
能力	2 t-m
揚貨装置	1 台
形式	電動ジブクレーン
能力	1 t/2t × 作業半径 6 m/4 m
フィン	2 対
形式	遠隔操作式 (船首部) 固定式 (船尾部)
冷暖房装置	1 台
形式	パッケージ型 (暖房機は灯油燃焼式)
能力	30,000 kcal/h (冷凍) 40,000/50,000 kcal/h (暖房)

4. 機関部

4・1 概要

上甲板中央部に機関室を設け、主機関、発電機、空気圧縮機、配電盤、冷暖房装置等を配置している。主機関は船体中央部の両舷のストラット直上に配置され、その動力はかさ歯車式減速装置を通してローワーハル内の中間軸および推進軸に伝えられ、可変ピッチプロペラを駆動する。

発電機および空気圧縮機に防振ゴムの採用、機関室囲壁にサウンドインシュレーションの施工等により、防音・防振について配慮した設計となっている。

また、アルミブラスタ管の採用、補機台およびグレーティングをアルミニウム製とすること等により重量軽減について十分な配慮をほらっている。

4・2 機関部主要目

主機関	2 台
形式	V型12気筒4サイクルトランクピストン型過給機空気冷却器付非逆転船用ディーゼル機関
出力	1,900 PS × 1,475 rpm (100% MCO)
減速歯車装置	2 基
形式	かさ歯車式
減速比	1 : 1 (上部かさ歯車装置) 1 : 3.121 (下部かさ歯車装置)
推進器	2 基

形式	4翼可変ピッチプロペラ	
直径	1,750 mm	
回転数	473 rpm	
第一補機関		1 台
形式	4気筒単動2サイクル 直接噴射式ディーゼル機関	
第二補機関		1 台
形式	立型1気筒単動4サイクルディーゼル機関	
主空気圧縮機		1 台
形式	立型電動2段水冷式	
容量	9 m ³ /h × 30 kg/cm ²	
電動機	3.7 kW × 1,200 rpm	
補助空気圧縮機		1 台
形式	立型ベルト駆動水冷式 (第一補機関に組込)	
容量	9 m ³ /h × 30 kg/cm ²	
主冷却海水ポンプ		2 台
形式	横型電動渦巻式	
容量	110 m ³ /h × 30 m	
電動機	15 kW × 1,800 rpm	
補助冷却海水ポンプ		1 台
形式	横型電動渦巻式	
容量	30 m ³ /h × 20 m	
電動機	3.7 kW × 3,600 rpm	
ビルジ兼雑用水ポンプ		2 台
形式	横型電動渦巻式	
容量	30 m ³ /h × 20 m	
電動機	3.7 kW × 3,600 rpm	
清水ポンプ		1 台
形式	電動	
容量	45 ℓ/min × 20 m	
電動機	0.4 kW × 3,600 rpm (コンデンサーランニングモータ)	
燃料油移送ポンプ		2 台
形式	横型電動歯車式	
容量	3 m ³ /h × 2.5 kg/cm ²	
電動機	1.5 kW × 1,200 rpm	
オイルビルジポンプ		2 台
形式	横型電動モノ式	
容量	0.2 m ³ /h × 25 m	
電動機	0.4 kW × 1,200 rpm	
C P P変節油ポンプ		2 台
形式	横型電動歯車式	
容量	32 ℓ/min × 70 kg/cm ²	
電動機	5.5 kW × 1,800 rpm	

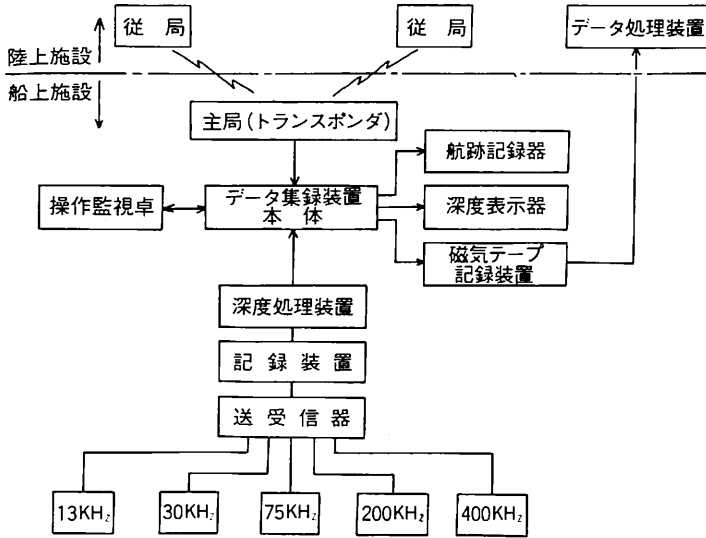


図1 調査観測システム図

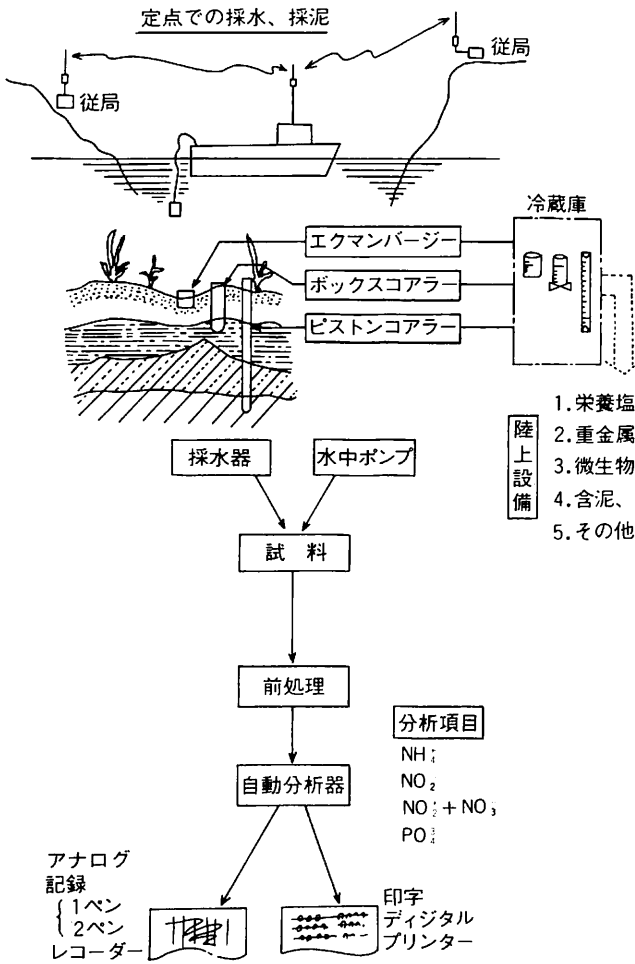


図2 採水、採泥の動作フロー図

機関室通風機	1台
形式	立型電動軸流式
容量	30 m ³ /min × 30 mmAq
電動機	0.4 kW × 3,600 rpm
主機関用清水冷却器	2基
形式	横型直管式
冷却面積	14 m ²
主機関用潤滑油冷却器	2基
型式	横型直管式
冷却面積	12 m ²
主機関用清水予熱器	2基
形式	灯油燃焼式
容量	18,000 cal/h

5. 電気部

本船の船内電源は第1発電機1台および第2発電機1台から供給され、第2発電機は主として碇泊時に使用される。

電源電圧は、動力用としてAC 440 V, AC 110 VおよびDC 24Vが、また照明、通信および制御用としてAC 110 VおよびDC 24 Vが用意されている。

5・1 電気部主要目

第1発電機	1台
形式	防滴保護自己通風型ブラシレス交流発電機
容量	120kVA × 445V × 3 φ × 60Hz × 1,800rpm
第2発電機	
形式	防滴保護自己通風型静止自励式交流発電機
容量	5kVA × 110V × 3 φ × 60Hz × 1,800rpm
配電盤	1面
形式	鋼製自立デッドフロント型
蓄電池	2組
形式	鉛蓄電池
容量	DC 24 V × 200 AH
船内指令装置	一式
船内電話	一式
インターホーン	一式
非常警報装置	一式
無線電話	一式
船舶電話	一式

6. 調査観測部

6・1 概要

本調査観測装置は本船の中核であり、主として海底のヘドロの調査を行うための諸装置を中心として、その他海象および気象観測装置等を装備している。

測定された位置データおよび深度データは本船に装備のデータ集録装置に送られ、磁気テープに記録され陸上設備で解析されるとともに、船内に装備された航跡記録器および深度表示器にディスプレイされる。

これらの機器類は船主の多年にわたる使用実績および研究の結果を基本として選定された最新鋭機器で、当社より発注され搭載されたものである。

これら各種装置の機能の関連を示す調査観測システム図および採水、採泥の動作フロー図を図2、図3に示す。

6・2 調査観測部主要目

データ集録装置	一式
形式	磁気テープ方式
構成	演算部 磁気テープ記録器 磁気テープ制御器
操作監視卓	一式
構成	操作監視部 入出力処理部 プリンタ
船位測定装置	一式
形式	電波式
構成	主局本体 主局空中線 従局本体 従局空中線 航跡記録器(X-Yレコーダ)
ヘドロ探査および深度測定装置	一式
形式	超音波式
構成	送受波器 深度記録器 深度処理装置 深度指示器
気象観測装置	一式
風向風速計	プロペラ発電式
気温計	白金抵抗式
日射計	熱電対式
海象観測装置	一式
流向流速計	プロペラ型発電機式
濁度計	透過光式

多項目水質測定器		
水温	サーミスタ式	
電気伝導度	電極式	
深度	圧力式	
pH	電極式	
溶度酸素	ポラログラフィック	
採泥器		一式
エクマンバージ		
ボックスコアラ		
ピストンコアラ		
採水器		一式
マルチサンプラ		
水中ポンプ		
水質分析装置		一式
形式	比色型方式(分析方式) 電気加熱式(酸化分解方式)	
構成	ポンプ カートリッジ 比色計 記録計 高速度湿式酸化分解装置 サンプラーIV型	
プランクトンネット		一式
透明度板		一式
水色色名帳		一式
酸化還元電位計		一式
ケーブル巻取装置		一式
巻取方式	手動	
巻取ケーブル長さ	100 m	
サンプル冷蔵装置		一式
形式	冷蔵庫方式	
能力	5,082 kcal/h	

7. あとがき

本船は本年2月末より調整運転および公試運転に入り、速力試験、旋回試験、前後進試験、操舵試験、航行試験等を実施し、波浪中での性能をも含めて、それぞれ予想通りの性能が確認された。速力試験の結果、100%M.C.O.にて20.5 knと予想を上回る結果が得られた。

本船は、調査観測装置を含めた各種の試験を完了後当所から宇部港に回航され、船位測定装置の現地確認を行った後、3月25日無事引渡された。

本船は、今後宇部港を基地として我が国初の水質および底質調査を目的とした本格的観測船として活躍しています。

私の戦後海運造船史(21)

—昭和41年前後—

米田 博
(財)日本海事広報協会

アメリカの海上コンテナ輸送と日本の対応

海上コンテナ輸送研究の動き¹⁾

昭和41年は日本海運及び造船・港湾など関連業界があらゆる分野でユニット・ロード・システムの勉強をし、海上コンテナ輸送を日本にとり入れるための努力をした年である。そしてこの一年間では日本における海上コンテナ輸送体制を確立し、42年で仕上げをし、43年には新造コンテナ船の竣工・就航を見ていよいよコンテナ船時代に突入したのであった。その代表的な動きとして、運輸大臣は41年5月24日海運造船合理化審議会に「わが国の海上コンテナ輸送体制の整備について」諮問し、審議会では海上コンテナ輸送部会で審議した結果9月12日に答申している。これに基づき、12月14日には日本を中心とする航路で最も早くコンテナ化される航路である北米太平洋岸航路については、1)日本郵船、昭和海運がマトソン社と提携してグループ化 2)大阪商船、川崎汽船、山下新日本汽船、ジャパンラインの4社でグループ化の2グループで効率的な運営を行なうこととなった。

一方41年には造船界としては輸出船受注が急増している。この41年という年は航空界の厄年で、2月4日の全日空機東京湾墜落、3月4日のカナダ太平洋航空機の羽田着陸失敗、3月5日BOAC機富士山墜落、11月13日に全日空YS-11機の松山沖墜落と一年に4件もの大事故がおきた。なおこの年6月1日に(財)海事産業研究所が発足し、(財)日本船用機器開発協会の設立が認可された。

アメリカではシーランド社、マトソン社はともに1957年(昭和32年)以来コンテナの海陸一貫輸送を開始していた。

日本では1958~59年にニューヨーク航路で海上コンテナがお目見えしたが、それは7×7×6フィートの小さな合板コンテナの海上輸送で、単に包装の近代化といった程度のものであった。

もっともわが国でも昭和35年頃に一度本格的なコンテナの海陸一貫輸送を真剣にとりあげたことがあり、たとえば神戸港ではコンテナ輸送が行なわれると神戸港はどのように変るかが議論されており、造船界では日本造船研究協会の中で、コンテナ船の構造・強度に関する研究、およびこの新しい船種のすべてを把握する意味でのあらゆる分野からの調査研究が行なわれ、船舶技術協会から36年7月に「コンテナ船」²⁾という立派な報告書として刊行されている。しかしながら、当時はコンテナ輸送のメリットは把握しても、日本だけが率先して巨額の資本投下をしてコンテナ輸送を行なう客観的条件が熟していないとして実施には至らず、コンテナ船研究も一休みしていたといえる。

本史(18)で述べたように、38年に発表された高経済性定期貨物船試設計ではコンテナ船の試設計がその一つのケースとして採用されたが、「現状の荷動きより考察する場合、往復航ともにコンテナ・カーゴを確保することは見込み薄との考えからセミ・コンテナ船」として設計しており、本船にガントリー・クレーンを持った船を考えていて、まだまだコンテナ輸送の本質を把握し得ていなかったといえる。

当時日本では海上輸送では先に述べたようにコンテナ輸送は一部で包装の近代化として細々と行なわれていたにとどまったが、陸上輸送では自動車輸送のもつドア・ツー・ドアの良さを鉄道輸送にも与えるための手段として鉄道のコンテナ輸送が35~40年の間に大いに検討された。この分野でもコンテナは包装の近代化という見地から検討され始めたものであるが、やがて、単なる包装の近代化だけではなく、輸送、保管、荷役、荷造包装などの輸送システムの近代化として考えられねばならぬことに思い至り、パレットの一貫輸送と共に、いわゆるユニット・ロード・システムという雑貨輸送の近代化として考察されるようになって、陸上コンテナ輸送はそのメリットが認識され始めた。本史(20)に詳述した昭和40年度運輸白書のテーマ「近代化の過程にある物的流通」はこのような観点から書かれたが、まだコンテナによる海陸一貫輸送を特に強調するまでの意識は持っていなかった。

わが国がコンテナの海上輸送と真剣に取り組み始めたのは昭和40年秋以降である。この頃マトソン社は今まで本土～ハワイ間に行なってきたコンテナ船サービスを本土～極東まで延長すると発表し、一方シーランド社は1966年4月から欧州向けにコンテナ船サービスを開発すると発表した。このため従来比較的コンテナ船に対して消極的な態度を取っていた米国の Conventional な定期船会社はまず積極的に変わり始め、ついで欧州の海運界が急激に積極的になり、この状態ではひとり日本だけがそっぽを向いて従来どおりの定期船サービスを続けるわけには行かなくなった。

わが国、なかならずわが国海運界がコンテナ輸送にふみ切らざるを得なくなった理由は二つある。

その一つは、国の輸出競争力を考えたとき、大西洋のみにコンテナ船を前提とした早い優秀なサービスがあり太平洋にこれが無い状態では、対米貿易においてわが国は欧州諸国に到底かなわないことになるからである。もう一つは、太平洋においてマトソン他米船あるいは諸外国船のみがコンテナ・サービスを行ない、わが国海運がこれを行なわなければ荷物がわが国海運から離れることがほぼ確実であるからである。

PDM研究会およびPDM視察団³⁾⁴⁾

運輸白書で物的流通の近代化を扱って、そのための勉強をしているうちに、何時のまにか私も物流マンの一人となっていた。いろいろな物流研究者との交流のうち、日本生産性本部で行った「物的流通管理研究会=PDM研究会」での研究活動に参加したことが、やがてPDM米国視察団への参加につながり、私とコンテナ輸送との縁をぬきさしならぬものにした。

40年春、中京大学の関口猛夫教授が、米田という男が物的流通を夢中になって勉強していると伝え聞かれて、今から日本生産性本部を舞台にして Physical Distribution Management (=PDM=物的流通管理) の研究会を始めるから参加しないかとお奨めがあった。このPDM研究会は40年5月から開かれたが、最初私は講師としてよばれ、そのまま会員の一人として毎月の輸送業界と、メーカー、ディーラー等の共同の真剣な研究会に参加した。そのうちに40年10月、40年度の運輸白書「近代化の過程にある物的流通」を発表したわけであるが、研究がある程度進行した段階で、この分野で最も進歩しているアメリカを視察することを日本生産性本部が企画し、物的流通管理専門視察団(通称PDMチーム)が組織された。メンバーは団長平田英一郎(中井(株))=現・日本紙パルプ)、副団長玉木六郎(大阪商船三井船舶)、顧問関口

猛夫(中京大学)、米田博(運輸省)、団員赤沢儀五郎(東北紙器)、颯川徳武(三菱商事)、福本義正(キッコーマン醬油)、笠間昌俊(東京芝浦電気)、小林実(日本興業銀行)、増田寿(日立造船)、大野良雄(資生堂)、押谷博(日本通運)、崎谷洋(東洋埠頭)、重松実(住友商事)、山本是宏(辰巳倉庫)、幹事中村四郎(日本国有鉄道)、小倉光雄(日本生産性本部)の17名で、PDMチームの名にふさわしいバラエティに富んだ専門家の視察団となった。

私は本史(12)で述べたように昭和32年に日本生産性本部によって鉄鉱石輸送効率専門視察団が出されたとき、視察団に参加はしなかったが幹事の1人として、団の組織、出発前の国内見学勉強会、帰朝後の報告書の取りまとめなどを担当したので、今回のPDM視察団に関しては前回の経験が非常に役立った。もっとも、今回はPDM研究会の研究結果が先行して、その成果を確かめるために視察する形になったので、視察団員だけによる出発前の国内見学勉強会はあまり沢山行なう必要はなかった。

団としての行動は41年4月15日から5月20日までの5週間であったが、この間の訪問都市はホノルル、サンフランシスコ、ロスアンゼルス、デンバー、(ダラス経由)、ヒューストン、ニューオーリンズ、シカゴ、バッファロー、デトロイト、ワシントン、フィラデルフィア、ニューヨークの12都市で、この間に33カ所の港湾特にコンテナ・ターミナル、倉庫、自動車、鉄道、航空関係およびメーカー、百貨店、スーパーストア等の流通センターを公式訪問した。港としてはサンフランシスコ、ロスアンゼルス、ロングビーチ、ヒューストン、ニューオーリンズ、ニューヨークの6港のポート・オーソリティーを公式訪問し、実に綿密に視察した。そのほかにホノルル、シカゴの両港は個人的に詳細調査したほか、ナイヤガラのウィーランド運河、デトロイト、バルモチア、フィラデルフィアの各港をべつ見することができた。

この間に、特にコンテナ・ターミナルとしてはマトソン汽船会社が使用中のターミナルとして、ホノルルのダイヤモンドヘッド、サンフランシスコのアラメダ、ロスアンゼルス・ウイルミントン、シーランド・サービス会社使用中のターミナルとしてロングビーチ、ヒューストン、ニューヨーク港のニューアーク(ニュージャージー州)を視察したほか、サンフランシスコおよびバルモチアでシーランドのターミナルをバスの中から遠望した。

日本生産性本部主催の視察団に参加した経験のある人なら理解できると思うが、旅行の間中実に徹底した準備により視察の実をあげていただき、私達の場合も日本生産性本部米国事務所のプログラム・コーディネーター兼通訳の田沼博元、丸橋将一の両氏が終始団に同行し

して同時通訳を担当して下さり、ウォーキー・トーキーという当時はまだ珍しかった文明の利器の恩恵にも浴して言葉のハンディキャップを殆ど感じないままに視察旅行を終えた。

ワシントンでは在米日本国大使館の一等書記官をしておられた後藤茂也氏を大使館に視察団全員で訪問してお話をおうかがいした。このときはたまたま私の中学校（広島高等師範学校附属中学校）の1年先輩の後藤氏が運輸省から、又同級生の吉岡裕氏が農林省から大使館へ出向して共に一等書記官として勤務しておられた他、私が在ブラジル日本国大使館に勤務したときおられた沢木正男氏が参事官としておられたのでいろいろお教えいただき大変心強かった。

私達と同じ時期に運輸省派遣のアメリカコンテナ事情調査団がアメリカに出されていたが 私はその団長の宇都宮寛氏（当時海運局総務課長）などと後藤氏宅に招かれて奥様の手料理を御馳走になった。ブラジル時代の私達家族とオーバーラップして忘れ得ぬ一タであった。

こうして得難い機会でもアメリカの物的流通を見聞することができたので、帰国直後に運輸省講堂で「アメリカにおける物的流通の近代化」⁴⁾と題して出張報告を行ったのを始めとして、約半年間はもとめに応じてできるだけ広く私の見てきたアメリカの物的流通近代化の実情について報告した。とくにコンテナの海上輸送については、視察団の大きな目的の一つでもあり、関係者の関心も大きかったので、繰り返しをいとわないで数度の報告会を行なうと共に、いろいろな雑誌にそれぞれ異った面から報告した。

輸送革命の立役者——コンテナ船⁵⁾⁶⁾

この頃の数多い私の講演や論文は二種類に大別される。一つはアメリカにおけるコンテナ輸送の見聞録であり、もう一つは視察旅行中に私自身が組み立てたユニット・ロード・システムの理論である。

前者の代表的なものとして参考文献⁵⁾⁶⁾等があるが、当時のコンテナ船に対する一般社会の関心度を知るために、私が朝日ジャーナルのインタビューを受けた時の記録の一部分を紹介したい。今でこそコンテナ輸送は社会人の常識となっているので何を今更こんなことをとの感が強いが、当時はコンテナ輸送は「輸送革命」の立役者とみられ、海運造船史の重大な一こまが今日の前でつくられつつあるという認識が強かった。このインタビューを受けた41年9月頃、私は既にいわゆるコンキチの仲間入りをしていたのであった。

後者については本史(22)で詳述したいと考えている。

近づくコンテナ船時代⁶⁾

このところ、急にコンテナ船問題が、ニュース面をにぎわしてきたのですが。

——アメリカでは7、8年まえからコンテナ船（実際にはコンテナ船と発音していますが）による海上輸送が行なわれておりましたが、しかしそれはアメリカの沿岸航路か、せいぜいハワイ、プエルトリコまででした。日本では遠い対岸の火事くらいに思っていたのですが、この春、マトソン、シーランドの両海運会社が極東に向けて大規模に配船したいという意向をもらし始めたのです。コストが安く能率のいいコンテナ船を配船されたら、日本の荷物はみなアメリカ船に持っていかれてしまう、これは大変だということになって、急に認識が深まってきたわけです。

すでに大西洋では、アメリカの海運会社がこの4月からコンテナ船の配船をやっておりまして、イギリスをはじめとする海運国がいっせいに注目しております。そしてコンテナ船の建造やコンテナ用の埠頭施設の整備につとめております。

注目されているアメリカのコンテナ船とはどういうものですか。

——アメリカでは、こないだの大戦中、軍の輸送能率向上のためにコンテナを利用したのですが、そのアイデアを本格化したのは1952年ごろからです。そして専用船を利用するようになったのが、前に述べたマトソン社で、これは1957年ぐらいからです。

いまやっているのは、長さが20フィートもある大きなコンテナで、約20トンほどの雑貨をつめて、特別な専用船に600個ぐらい積み込むやり方です。

以前は日本でも不定期船というのが大活躍で、これが鉄鉱石とか、石炭、穀物などなんでも積んで走っていました。それが鉄鉱石専用船とか、石炭専用船とか、穀物にはグレイン・キャリアとかいうふうにそれぞれ専門化されていって、一般不定期船の使われ方は少なくなったのです。

一方、定期船と呼ばれるほうは、以前から雑貨類を主な貨物にして商売をつづけていて、専用船がふえてきても影響を受けなかったのですが、その雑貨がコンテナ船の進出によってとられそうになってきたので、それでアワ食っているわけです。もっとも鉄などは、形も長いのが多いし、重量物だから、定期船の荷物としては残るでしょうけれど……。

コンテナ化が問題になる貨物とはもっぱら雑貨なのですね。

——雑貨が中心になりますが、私がこんどアメリカの

実情をみてきたところでは、自動車のコンテナ輸送もしきりにやっておりました。

これは雑貨のコンテナと同じ大きさのコンテナの中に、ワクをつくって上下に1台ずつ入れて、それを他のコンテナといっしょにして、ハワイに積み出しております。ハワイからの帰りに、原糖、糖蜜、パイナップルを積んでおりました。

コンテナ船による能率の向上というものは、

—コンテナ船なら、かりに運賃が同じであっても、積み込み積み下ろしがスピード化されるから早く運んでもらえます。大きないれものままゴボッと出して、それを鉄道とかトラック、あるいは日本のような場合は内航船が発達しているから、それに乗せて日本中どこでも配って歩くことができるし、盗難や荷痛みの事故も減ります。荷主としては同じ値段だったら当然、コンテナ船をとるでしょう。しかも運賃が安くなりそうなのだからますますいい。コンテナ船化を盛んにいうのは船会社ではなくて、じつは荷主側であるわけです。

コンテナ船化すると、どのくらいコストが安くなりますか。

—その計算は非常にむづかしいですね。いろいろな意味での膨大な設備資金がいります。まず専用船がいる、コンテナがいる。そのコンテナを上げ下げするための特別のクレーン、それからコンテナを揚げる場所、コンテナ・ターミナル施設もたいへんです。私がみてきたニューヨークのシーランド社のコンテナ・ターミナルの広さは、約39万平方メートルです。そのような大きな設備資金の償却をどう考えるか、それによってもコンテナの採算は大きく違ってまいります。

コンテナ船の建造費を在来の貨物船にくらべますと。

—建造費は2倍ぐらい高いでしょう。ところがコンテナ船は、両端の港における荷役時間が普通の定期船で2~3日かかるところが、17時間ぐらいですみます。船の建造費が2倍であっても結局船の停泊している日数が短縮されれば、船を遊ばせずに何回でも能率的に使えます。

アメリカの例ですと、いままで1年間に300日運航していても、そのうちの150日間は、じつは港にとまっている日数だった。ところがコンテナ船だと、1年300日運航していて滞船はたった50日間で済むといった具合で運航能率が非常に向上してきます。

また港湾の荷役費でも、従来は1トン当り15ドルだったものが2.6ドルと5分の1に減り、港湾停泊時間が短くなれば、大型船をつぎつぎと埠頭につけることが可

能となって、この面からも船の大型化が促進されます。大型化されれば、燃料費、船員費、船価などのすべての引き下げが可能となるといったぐあい、この面からも、コンテナ化は輸送革命の立役者といえますね。

ただしコンテナ化は、両端の港のあいだの距離が短か過ぎてても長過ぎてても妙味がでないという制約はあります。

さし当りはどういう航路に実現されましようか。

—やはり差当って一番可能性の強い航路は、日本とアメリカの太平洋航路でして、先方の港はまず西岸のサンフランシスコ、ロスアンゼルス、ついで東岸のニューヨークでしょう。その次の段階は日本とヨーロッパ、日本とオーストラリア間が考えられます。それによっていなくなる在来の貨物船は、日本とアジア諸国間の港とのあいだに若干が転用されてゆく形がとられるでしょう。

日本は造船世界一の国ですが、各国からのコンテナ船建造発注の期待はありますか。

—それは期待できると考えていいのではないですか。マトソン社はすでに日本の造船会社に見積りを出させています。アメリカでは、造船業保護政策として国家の運輸援助を受けている船会社は、自分の船を外国の造船所へ発注できないことになっております。

ところがマトソン社は、その点なまじ国の助成を受けるより、国際的な安い価格の船を買いたいという態度です。ですから、日本へ直接発注してくる可能性はあります。もしそれが実現されると、シベリヤやパナマに籍をもっているアメリカの船会社は別として、アメリカ国籍の船会社が日本へ発注してくる初の例となりましよう。わが国造船界への意義は大きいといわねばなりませんまい。

参考文献

- 1) 米田 博「わが国海運によるコンテナ船就航を迎えて」『船の科学』第21巻、第7号 1968年7月
- 2) 日本造船研究協会編『コンテナ船』船舶技術協会 昭和36年7月刊
- 3) 『昭和41年度物的流通管理専門視察団報告書』日本生産性本部、昭和41年10月刊
- 4) 米田 博『(出張報告書)アメリカにおける流通の近代化』昭和41年5月23日
- 5) 米田博「コンテナ時代への挑戦」『週刊東洋経済』昭和41年8月27日号
- 6) インタビュー(米田 博)「近づくコンテナ船時代—輸送革命の立役者」『朝日ジャーナル』1966年9月25日号

高速艇の構造についての二三の考察 (1)

岩井 次郎

高速艇と一般的にいっても、これは大きくプレーニング型と排水量型の二つに分類される。船型からいうと前者は殆どV底船型であり、筆者が従来の記事中でさいさい引用した英海軍の“Brave”級MTB（数年前除籍された）はその代表的なものである。但し、このプレーニング型であるがモノヘドロン船型を採用し、良い性能を示したノルウェーの“Nasty”級MTBは高速艇の歴史に残る特筆されるべき艇であろう。後者はスウェーデン海軍の“Spica”級FPBや今次大戦中のドイツ海軍のS38、MTBなどが代表的なものといえよう。これらは丸底艇（round bottom hull,あるいはround bilge hullといわれる）である。

前者は常用速力が充分に高く、動的な揚力の効果を活用して利益をうけるものであり、それに適するように船型、縦重心位置などが選ばれる。他方、後者は高速時には若干の動的揚力の効果は起るが、元来この活用を設計の基本には置かれていないようである。これら両タイプの抵抗特性の比較は重要な事柄であり、両船型のうちどちらを採用するか選択の第一の鍵となる。

各種のミサイル、EW、CIWSを含む砲装などを備えたかなり高速の近代FPB、あるいはFAC（Fast Attack Craft、かなり前からジェーン海軍年鑑ではこの語を使っている）は排水量は必然的にかなり大きくなり、

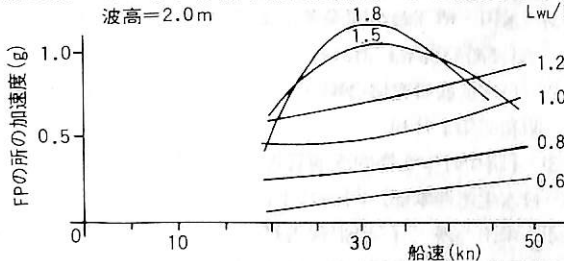


図1 波高2.0mの規則波中のFPの所の船速対垂直加速度

従来のFPBの範ちゅうを離れて、所謂高速コルベット（Corvette）の範ちゅうに入る。スウェーデン海軍の優れたFPB“Spica”級を多数建造したスウェーデンのヴォスパーともいえるカールスクローナ造船所からの6月頃の手紙ではかなり大きなもの（高速コルベットと思われる）を建造しつつある模様である。

このようなコルベットでは最高速度は38ノット位で、速度係数は $F_v = 2$ 位で、プレーニング前の速度範囲にあり、とうぜん排水量型丸底船型が妥当とされる。筆者が以前「シンガポール紀行」（船の科学、Vol. 32, No. 8, 1979）の中で触れたヴォスパーシンガポールの高速コルベットのプロジェクトでは基準排水量480トン、最高速度38ノット、連続最大速度35ノットである。従って、常備排水量を考慮すると $F_v \approx 2$ となろう。フルード数でそれぞれ0.83及び0.77位となる。写真1はベルリン大学水槽で実験中の同艇の模型（長さ4.2m、GRP製）である。筆者がヴォスパーで同室だったC.クルッパ教授の指導の下に行われているものであろう。また同艇模型による船首衝撃加速度の試験結果は図1のようである。波高2mの向波の規則波中で L_w/L が1.5、1.8あたりで、速度38ノットに対し最大の衝撃を示すが、その値は1gに達しない。プレーニング船型では想像もできぬ低い値であり、従って船底構造に対する設計水圧はかなり低い値となり、船底構造はプレーニング型に比べて軽くなるであろう。

排水量型丸底高速艇に関連して、かなり以前P.デュケーン中佐は次のような手紙を寄せられた。「拝啓、われわれは他の問題を抱えている。貴殿はこれをわれわれのために喜んで考えてくれるかもしれない。最近われわれは高速丸型艇の多数を建造し、設計してきている（写真同封）。

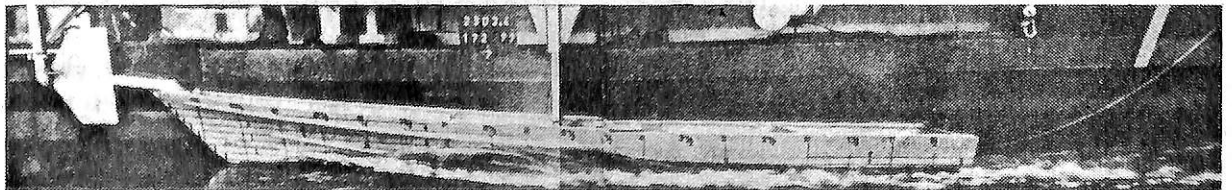


写真1 ベルリン大学水槽で実験中の高速コルベットの模型

My dear Doctor,

We have another problem which you might like to consider on our behalf.

We have recently been building and designing quite a lot of round form craft of the fast type (photo enclosed).


We do not know too much about how to design these craft from the structural point of view and I would be very grateful for any advice you can give. While we have a reasonably good knowledge of the structural problems in planing craft and of the pressures set up under the bottom we have no real idea of the pressures under these round form craft at say 110-ft. length and 32 knots.

It is desired also to arrive at a rational method of design i. e. relationship between web frames, longitudinals, spacing, etc.

I suppose the optimum structural scheme is what is termed longitudinal construction, although this is principally in aid of accepting the longitudinal bending moments, whereas in these fast craft quite a lot of loading arises from panel pressures.

Perhaps you have some ideas or could recommend references - the pressures are the chiefly interesting unknown.

Yours sincerely,



Peter Du Cane.

P. デュケーン氏より筆者宛の手紙

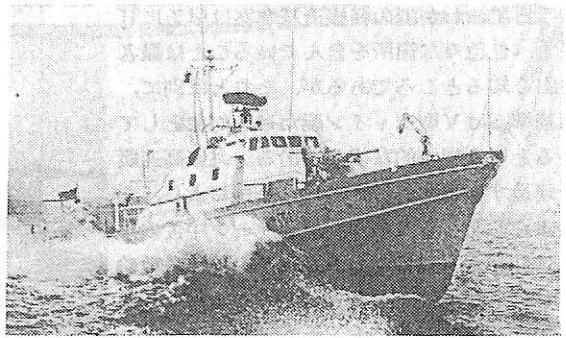


写真2 “SR1 KEDAH”級パトロール艇 “Trinity”

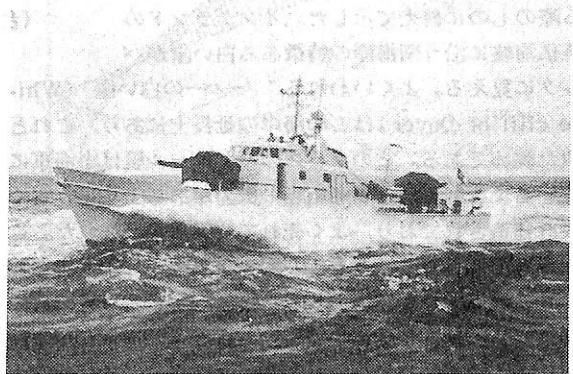


写真3 シンガポールに回航される“SR1 KEDAH級”パトロールボート

思う。もっともこれは主として縦曲げモーメントを引き受けるのに役立つのだが、これらの高速艇で全く多くの荷重はパネル圧から生ずる。

多分、貴殿は何等かの考えを御持ちか、或いは参考文献を推薦して戴けるでしょう、圧力が主として関心ある未知事項です。敬具

ピーター デュケーン

世界の最高権威者のこの謙虚な手紙には大変感動した。そして出来るかぎりの努力をして長文の回答を送った。この中で、丸底高速艇についても諸計器を装備の上、耐波試験を行うよう提案もした。ヴォスパーではアフリカのタバゴ向けの“Trinity”について耐波試験を行なった(写真2参照)。多数のレコード中圧力と加速度の代表的な型を示す(図2参照)。得られた記録の解析は私のところで行なった。

丸底高速艇については、次の機会を得てかなり詳しい記事を投稿したいと考えている。

われわれは構造上の見地からこれらの艇を設計する方法について多くを知ってはいない、それであなたが与え得るどんなアドバイスでも非常に有難い。われわれはプレーニング艇の構造的問題及び船底下に生ずる圧力についてかなりよく知っているが、例えば長さ110呎、速力32ノットのようなこれらの丸型艇下の圧力については、ほんとは分っていない。また合理的設計法、即ちウェブフレーム、ロンチ、スペーシング等の間の関係、に達することも望ましい。私はオブチマムな構造様式は所謂、縦式構造であると

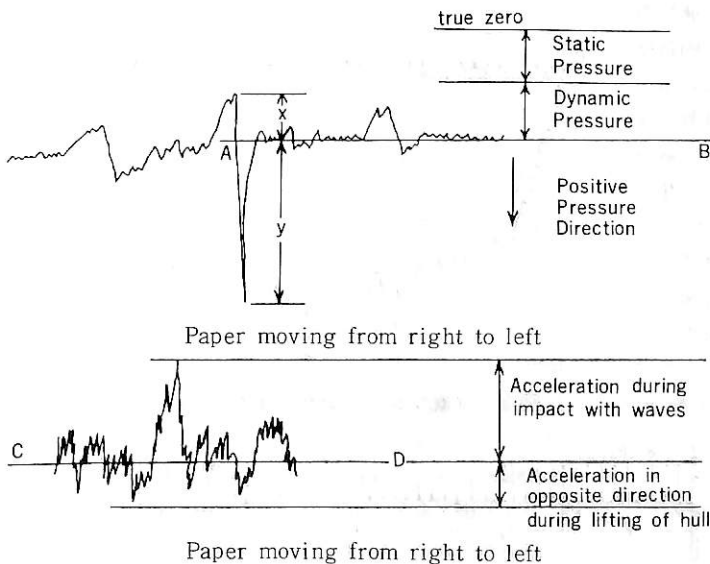


図2 丸底パトロール艇の耐波試験レコードの一部

ところで、わが国の軽構造基準案は早急に訂正すべき色々な箇所を含んでいることは識者の広く知るところであるが、それとは別に、同基準案はV型チェーン艇だけを対象としているという根本的な誤りもある。丸底高速艇を建造するとすればどういう基準により、またよらしむべきなのか。デュケーン中佐の手紙に同封の写真はマレー海軍その他に多数輸出したSR1 KEDAH級ディーゼルパトロール艇の試運転写真であったが、写真3にはこれらの艇のうち某艇がシンガポールに自航する際のものに替えて示した。イングランドの英仏海峡に沿う南海岸の特徴ある白い崖がバックに見える。よくいわれる“ドーバーの白い崖”(White cliff of Dover)はこの海岸の延長上にあり、これと似た眺めである。このクラスのパトロール艇は小海軍に適するよう安く、しかも相当の威力があるようにうまく設計建造されており、よく売れて約24隻建造された。この級を更に長くし(全長110呎)より強力な主機をもつペルー海軍向けの“Velardie”級6隻が筆者が社時代に建造され、何回か運転に乗った。写真4の進水台車は同艇用のもので、筆者の設計である。写真の右側に建造中のこのクラスの船体の一部が見える。背景に艦装ベースと艦装中の某艇が見える。ポーツマス湾は潮の干満の差が烈しいので、満潮時の海水を保つゲートを持ったこのような大きいポンドは必要欠くべからざる施設である。

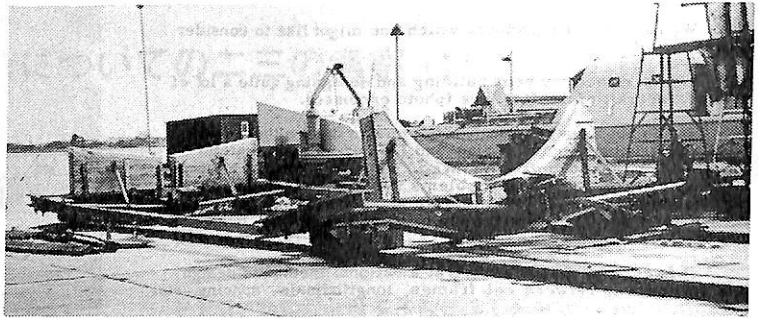


写真4 丸底高速艇用進水台車、ヴォスパ社スリップウェイにて (台車は筆者設計のもの)

“SR1 KEDAH”級ではプロペラ附近船底構造に亀裂が発生し、船体設計主任のブレイディング氏が早速私の所に相談にきた。船底パネルの片面接水状態時の固有振動数がプロペラブレードフリクエンシーと接近していることによる共振現象が原因であることを振動数の計算で確認し、固有振動数を充分高めるという対策をとって解決した。即ち補強である。ペルー海軍向けのこれら6隻は艦隊を組んでペルーまで9,000哩を自航して行った。

さて、上述の二代表的高速艇船型のうちV底高速艇の代表的横断面をとり、設計荷重状態を記入すると図3のようである。ヘラー、ジャスパー論文の例題艇をベースにして描いた。全アルミ合金縦肋骨式構造である。この横断面は構造型式からいうと、所謂枠組(フレーム構造)であり、チェーン、ガンネルなどの角には曲げモーメントが生ずる。しかし、ヘラー、ジャスパーや各船級協会の構造ルールなどではこれらの角は単純支持とみなす。それゆえ、ここでは曲げモーメントは零となる。これで

はこれらの角部に生ずる強大な曲げモーメントによって木造高速艇プレーニング艇で起こる損傷の原因を説明し、合理的な対策を立てることは出来ない(附録1参照)。近代の金属艇ではこのような部分の損傷は起ったことを耳にしないが、これは真の理解の上に立った合理的設計の結果ではなく、いわば僥倖である。何も知らなくて結果的にうまく行くこともあるのである。

いまこの横断面を展開した連続梁を考える(図4参照)。図3のK, C, Gの各部にはフレームの理論ではそれぞれ端末曲げモーメントが生ずる。それらは撓み角法(deflection slope method)によって求められるのが普通である。しかし、図4の連続梁として各支持点の曲げモーメントを求めても同じ解答が得られる(附録2参照)。各スパン上の荷重の強さは設計圧力 P_1, P_2, P_3 に基づくもので、 s をフレームスペースとすれば $w_i = P_i s$ な

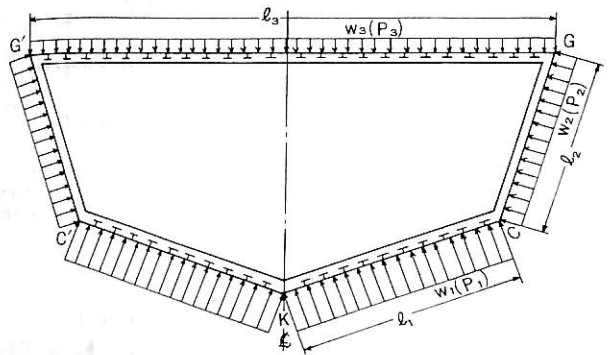


図3 V底プレーニング船体の設計荷重状態

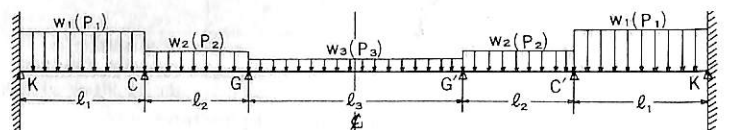


図4 図3に対応する連続梁

る荷重は船底フレーム，側肋骨，デッキビームなどに対する荷重の強さとなる。

連続梁の定理を図4に適用する。簡単のため各支点での沈下は零，各スパンのEとIは同一とする。対称性を考慮して未知モーメント M_K ， M_C ， M_G に対し，次の三方程式が得られる。

$$2M_K + M_C = -\frac{1}{4}w_1l_1^2 \dots\dots\dots(1)$$

$$M_Kl_1 + 2M_C(l_1+l_2) + M_Gl_2 = -\frac{1}{4}(w_1l_1^3 + w_2l_2^3) \dots\dots(2)$$

$$M_Cl_2 + M_G(2l_2+3l_3) = -\frac{1}{4}(w_2l_2^3 + w_3l_3^3) \dots\dots\dots(3)$$

これらから一般化した M_K ， M_C ， M_G の答が得られるが，かなり複雑な式となる。それで次のヘラーとジャスパーの例題艇の諸値を使い，マイコンによって各モーメントの数値を求める。

- $l_1 = 132'' = 335 \text{ cm}$
- $l_2 = 100'' = 254 \text{ cm}$
- $l_3 = 342'' = 870 \text{ cm}$
- $P_1 = 9.5 \text{ Psi} = 0.65 \text{ kg/cm}^2$ $w_1 = P_1s = 79.3 \text{ kg/cm}$
- $s = 48'' = 122 \text{ cm}$
- $P_2 = 4.9 \text{ Psi} = 0.345 \text{ kg/cm}^2$ $w_2 = P_2s = 42 \text{ kg/cm}$
- $s = 48'' = 122 \text{ cm}$
- $P_3 = 0.5 \text{ Psi} = 0.035 \text{ kg/cm}^2$ $w_3 = P_3s = 4.27 \text{ kg/cm}$
- $s = 48'' = 122 \text{ cm}$

これらの諸値を(1)，(2)，(3)に入れて次をえる。

$$2M_K + M_C = -2.22486 \times 10^6 \dots\dots\dots(1')$$

$$335M_K + 1178M_C + 254M_G = -9.17392 \times 10^8 \dots\dots\dots(2')$$

$$254M_C + 3118M_G = -8.75016 \times 10^8 \dots\dots\dots(3')$$

これより

$$M_K = -8.73269 \times 10^5 \text{ kg-cm} \quad (-8.73269 \text{ t-m})$$

$$M_C = -4.7822 \times 10^5 \text{ kg-cm} \quad (-4.78322 \text{ t-m})$$

$$M_G = -2.41668 \times 10^5 \text{ kg-cm} \quad (-2.41668 \text{ t-m})$$

これらを図3の横断面図に記入して，図5のモーメント図をえる。この例は，同論文に対するデュケーン中佐の討論でいわれているように荷重はかなり低く（船首加速度 3.3 g），向波中を高速航走するV底プレーニング艇の荷重状態とはかなり隔たりがあると感じられる。即ち図5のモーメント図は，ある低い荷重の場合の一例である。附録Iの中で述べている戦時中の英海軍魚雷艇では速力は非常に高速で，それに勇敢な若い船長の* 荒い操船の下で荷重は著るしく大きかったと思われる。更に魚雷発射管，魚雷，機銃などによる甲板荷重も著るしくシヴィアであったと思われるので，ガンネル部が破壊する事故が多かったことは了解できる。チェーン部は，船

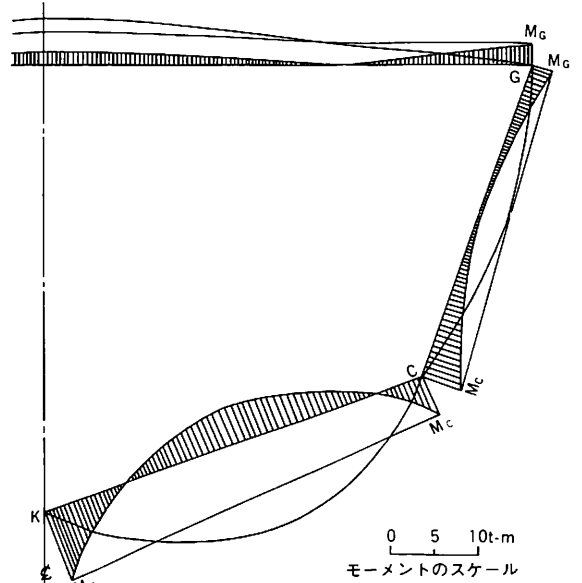


図5 Heller & Jasper 例題艇の曲げモーメント

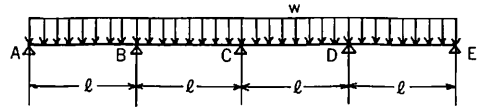


図6

底部はもともと大きな荷重をうけるものとの一般的認識のもとに，頑丈な構造としていたことで，ガンネル部ほど破壊を起さなかったものと思われる。上述のようなシヴィアな状態の荷重を仮定して， M_K ， M_C ， M_G を計算してみることは興味があることである。

次に図3の船底部分，即ちスパンKCを観察する。船底ロンジは図のように等スペースで多数配列されている。この構造は多数のロンジの所で支持された等分布荷重をうける連続梁と考えられる。

まず既述のチェーンの所の末端モーメントのことはしばらくおき，単純支持条件とし偶数スパンを考える。

スパン数4，等スパン，等分布荷重とする。E，Iはもちろん共通であるとする（図6参照）。沈下量 $\delta = 0$ として左端から順に2スパンに3連モーメント定理を適用し，対称性から $M_B = M_D$ ，また $M_A = M_E = 0$ を考慮して，未知モーメント M_B ， M_C に対し次の二式をえる。

$$4M_B + M_C = -\frac{wl^2}{2} \dots\dots\dots(1)$$

* "Many of the ratings were young boys of between eighteen and twenty years of age" と附録Iで引用したホルト大佐の論文ではいっている。

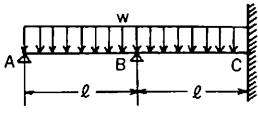


図 7

$$M_B + 2M_C = -\frac{wl^2}{4} \dots\dots\dots(2)$$

これより

$$M_B = M_D = -\frac{3}{28}wl^2 \quad (-0.107wl^2)$$

$$M_C = -\frac{1}{14}wl^2 \quad (-0.071wl^2)$$

他方、一端固定の図7の不静定梁を考える。荷重、スパンは図6の場合と同じとする。この不静定梁に対して上記(1)、(2)と同一の式を得て同一のモーメントをえる。すなわち

$$M_C = -\frac{1}{14}wl^2$$

このことから支点C（船体中心のキール部、あるいは甲板中心ガーダーのところに当る）は固定の状態に等しいことがわかる。これは梁の対称性から直観的に想像されることであるが、等分布荷重でなくても荷重状態が対称ならば同じことがいえる。即ち、対称な状態の連続梁の中央の支点は固定状態になる。だからといってこの中央支点の所、船のセンターガーダーなどは軽い構造でよいということにはならない。これに関連しては後述する。

次にスパン数を増した図8の連続梁を考える。

左端より2スパンに逐次3連モーメント定理を適用して、未知モーメント M_B, M_C, M_D, M_E に対し次の4式をえる。

$$4M_B + M_C = -\frac{wl^2}{2} \dots\dots\dots(1)$$

$$M_B + 4M_C + M_D = -\frac{wl^2}{2} \dots\dots\dots(2)$$

$$M_C + 4M_D + M_E = -\frac{wl^2}{2} \dots\dots\dots(3)$$

$$M_D + 2M_E = -\frac{wl^2}{4} \dots\dots\dots(4)$$

これを解いて

$$M_B = -\frac{41}{388}wl^2 \quad (-0.105wl^2)$$

$$M_C = -\frac{15}{194}wl^2 \quad (-0.077wl^2)$$

$$M_D = -\frac{33}{388}wl^2 \quad (-0.085wl^2)$$

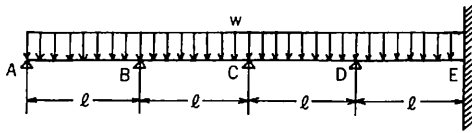


図 8

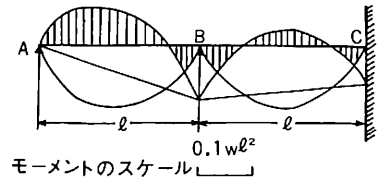


図 9

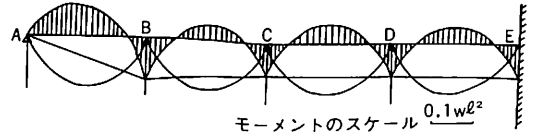


図 10

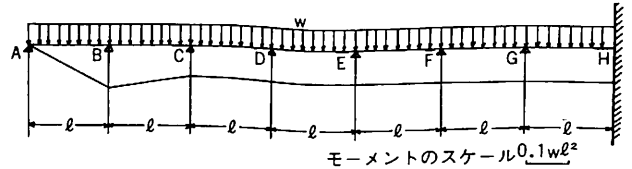


図 11

$$M_E = -\frac{8}{97}wl^2 \quad (-0.0825wl^2)$$

スパン数をさらに増した場合にも同様の方法で各支点の曲げモーメントを求めえる。ただしスパン数が増えると解くべき連立一次多元方程式の数が増え、手計算では多大の労力が必要となるがマイコンを使うと、迅速正確に解答が得られて便利である。この時、右辺にでてくる wl^2 に適当な数値を与えておく必要がある。以上の結果をモーメント図に表わす（図9、図10参照）。

さらにスパン数を増して図11のような7スパンの連続梁を扱う。スパン数7は任意にとったが、10でも20でもさらに増えた任意の数でもよい。前のように左端から順に2スパンに3連モーメント定理を適用して未知モーメント7個に対して次の7式をえる。スパン数がさらに増えても式をつくる労力はそれほどでない。最初と最後の式を除いて、他は同じ型を持っており、添字の変換の仕事だけとなる。最初と最後の式は次の(1)、(7)のような簡単な形である。

$$4M_B + M_C = -\frac{wl^2}{2} \dots\dots\dots(1)$$

$$M_B + 4M_C + M_D = -\frac{wl^2}{2} \dots\dots\dots(2)$$

$$M_C + 4M_D + M_E = -\frac{wl^2}{2} \dots\dots\dots(3)$$

$$M_D + 4M_E + M_F = -\frac{wl^2}{2} \dots\dots\dots(4)$$

$$M_E + 4M_F + M_G = -\frac{wl^2}{2} \dots\dots\dots(5)$$

$$M_F + 4M_G + M_H = -\frac{wl^2}{2} \dots\dots\dots(6)$$

$$M_G + 2M_H = -\frac{wl^2}{4} \dots\dots\dots(7)$$

これを手計算で解くのは大変だから、マイコンを使って解き次をえる。

$$\begin{aligned} M_B &= -0.10566wl^2 & M_C &= -0.07735wl^2 \\ M_D &= -0.0849wl^2 & M_E &= -0.0829wl^2 \\ M_F &= -0.08345wl^2 & M_G &= -0.0833wl^2 \\ M_H &= -0.08335wl^2 \end{aligned}$$

図11にこれらモーメントの値を記入した。このようにスパン数が増加すると端末に近い M_B, M_C を除いて他の各モーメントは両端固定、等分布荷重をうける梁の固定モーメント $1/12wl^2 = 0.0833 \dots wl^2$ に近い値となる。スパン数が増えると益々この値に接近していく。ゆえに、このようにかなり多数のロンチを有する等分布荷重をうける構造では、各ロンチの所で固定の状態となるとみなしてよい。

小型の高速艇では片舷に3~4本といった少数の船底ロンチを有するものも実際に存在するが、この場合にはロンチの所のモーメントはfixedの場合の値とはかなり隔たるが、やはり固定条件にあるとして取扱われ、パネル板の長辺の中央で最大曲げモーメント $wl^2/12$ を受けるとする(パネルのアスペクト比が2以上の場合)。

船の縦方向についても同様にして、船底フロアー、船側横肋骨などの所で固定条件に近くなる。以上が広い面積に亘って等分布荷重をうける船底のような構造中の個々のパネルは周辺固定として取扱われることの根拠である。しかし隣接するスパンの長さが異なったり、荷重の大きさが異なると固定条件の曲げモーメントとかなり違ってくる。

既述のようにチェーン部およびガンネル部はV底船体では従来行なわれているように単純支持と考えるのでなく、より真実に近い合理的なアプローチが必要な構造部分である。そこでこの部分を図3の巨視的見方でなく、やや微視的に図12のように隣接する船底と船側の1スパンだけをとる。いままでの考察から、船底と船側の端のロンチAとCでは近似的に固定条件にあると考える。荷重の強さとスパン長さは異なるとする。これを横に展開して得られる図13の連続梁を解く。船底と船側では構造部材のヘヴィーさが異なるから各スパンのIも異なるとするが、Eは同一、沈下量は零とする。連続梁の定理より次式を得る。

$$2M_A \frac{l_1}{I_1} + M_B \frac{l_1}{I_1} = -\frac{w_1 l_1^3}{4I_1} \dots\dots\dots(1)$$

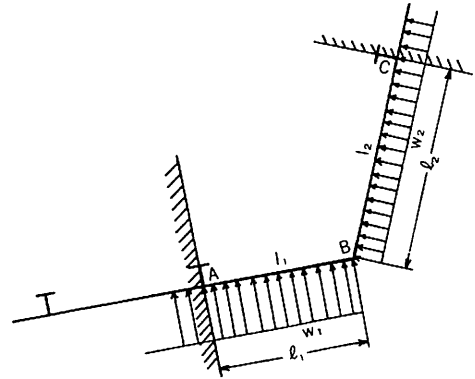


図 12

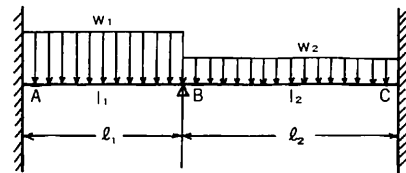


図 13

$$\begin{aligned} M_A \frac{l_1}{I_1} + 2M_B \left(\frac{l_1}{I_1} + \frac{l_2}{I_2} \right) + M_C \frac{l_2}{I_2} \\ = -\left(\frac{w_1 l_1^3}{4I_1} + \frac{w_2 l_2^3}{4I_2} \right) \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

$$M_B \frac{l_2}{I_2} + 2M_C \frac{l_2}{I_2} = -\frac{w_2 l_2^3}{4} \dots\dots\dots(3)$$

これらから、特に M_B に注目して解いて

$$M_B = -\frac{1}{12} \frac{w_1 l_1^3 I_2 + w_2 l_2^3 I_1}{l_1 I_2 + l_2 I_1} \dots\dots\dots(4)$$

$I_1 = I_2$ の時は

$$M_B = -\frac{1}{12} \frac{w_1 l_1^3 + w_2 l_2^3}{l_1 + l_2} \dots\dots\dots(5)$$

数値を入れて検討する。簡単のため $I_1 = I_2$ とし、単位幅を考えて $w_1 = 0.65 \text{ kg/cm}$, $w_2 = 0.345 \text{ kg/cm}$, $l_1 = 30 \text{ cm}$, $l_2 = 40 \text{ cm}$ と仮定する。(5)に入れて、

$$M_B = -47.18 \text{ kg-cm} \dots\dots\dots(6)$$

荷重 w , スパン l , 両端固定の梁の固定モーメントは $wl^2/12 = 0.65 \times 30^2 / 12 = 48.75 \text{ kg-cm}$ であるから(6)の M_B はこの97%であり、かなり固定条件に近いことがわかる。

附 録 I

関連する理論や経験が現在に比べると極めて低く、かつ少なかった近代高速艇の初期、即ち今次大戦中、多量に生産された木造V底高速魚雷艇(英国では建造の主体はVosperやBritish Power Boat Co.であった)では

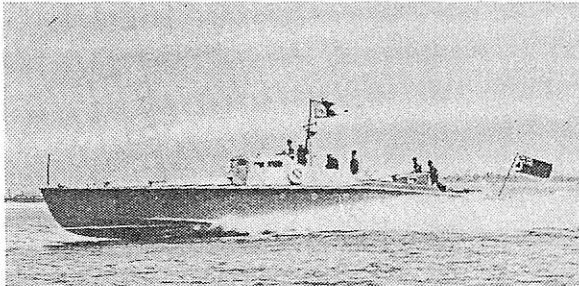


写真5 ヴォスパーの自社開発MTB 102
(1937年5月サザンブトン水路にて速力試験中)

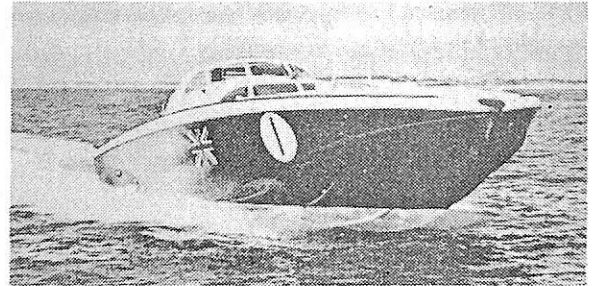


写真6 外洋レーシングボート「Tramontana II」
(Vosper 建造)

構造的にも色々なトラブルがあった。これらは一種の実物テストとみなされる。損傷の記録は非常に貴重なデータである。木構造は特に強度上の弱点を誇張して示してくれるという特色があり、構造強度試験用には向いている点もある。木材は繊維に平行方向の剪断力、むしろ力(tearing)などに対しては著しく弱い。

まず Vosper の自社開発艇で、その後の同社の多量建造の各型MTBの母体ともいえるMTB, No.102 (写真5)は英海軍に採用された直後シャープな波浪中を高速航行中、側外板がガンネルからもぎとられた。「このアクシデントは舷側、デッキ及びガンネル構造に非常にシビアなストレスが加わることを示す」と当時英海軍主任造船官であったホルト氏は論文の中で述べている*。

ちなみに同艇は全長68呎、満載排水量31トン、主機はイタリーの Isotta Fraschini ガソリンエンジン3機、各機最高1150 BHP、試運転最高速力43.7ノット、連続最大速力35.5ノットであった。

「また、70呎 British Power Boat Co. 製のMTBも就役中向波中を高速で走らせるとき損傷しやすかった。主な損傷は長さ中央近くの側外板のクラック発生とガンネルがフレーム、デッキビームおよび側外板やデッキ板から弛むことであった。」とホルト氏は同論文中で述べている。当時の木造MTBの代表的な構造図を図14に示す。

筆者がヴォスパー勤務中やはり木造V底高速艇のガンネル部のひどい破損の二例を経験した。一つはヴォスパー建造で1964年のデイリーエクスプレスのカウズ〜ターキー間の国際オフショアレースに出場した「Tramontana II」(写真6)であり、他はデンマーク海軍に輸出した50ノットガスタービンMTB「Soloven」級(写真7)である。両者とも、全木造接着構造艇である。前者は1964年の上述レースに出場し、構造を無茶苦茶に損傷して、ヴ社キャンパーヤードに係留されていた。そして



写真7 「Soloven」級デンマーク海軍向けガスタービン魚雷艇 (Vosper 建造)

デュケーン中佐は次の書類を寄せられた。

VOSPER LTD

MEMORANDUM No. PDC/547/65

From Commander Du Cane

Date 23/9/65

To Dr. Iwai.

Offshore Power Boat Racers

You have seen the "Tramontana II" I understand and I should like your confidential opinion on the best way to improve her structural integrity for next year, also would you kindly give me your considered opinion on the optimum material and construction for a boat capable of 50 knots+ of about the same form at an overall length of, perhaps, 36 ft.

P. デュケーン氏よりの筆者宛メモ

1965年9月23日

デュケーン中佐より

Dr. 岩井へ

「貴殿は「Tramontana II」を見た私は思う。来年のためにその構造の完全さを改善する最上の方法についての貴殿の内々の意見が欲しい。また多分36呎の全長ではほぼ同じ船型の50ノット以上が可能なボートに対する最適の材料と構造について、熟考の上の貴意見をくれませんか」

「Tramontana II」は筆者の補強案で改造され、1966年の同レース前に売れた。上記のデュケーン中佐の命で、

* 造船大佐 W. J. Holt "Coastal Force Design"

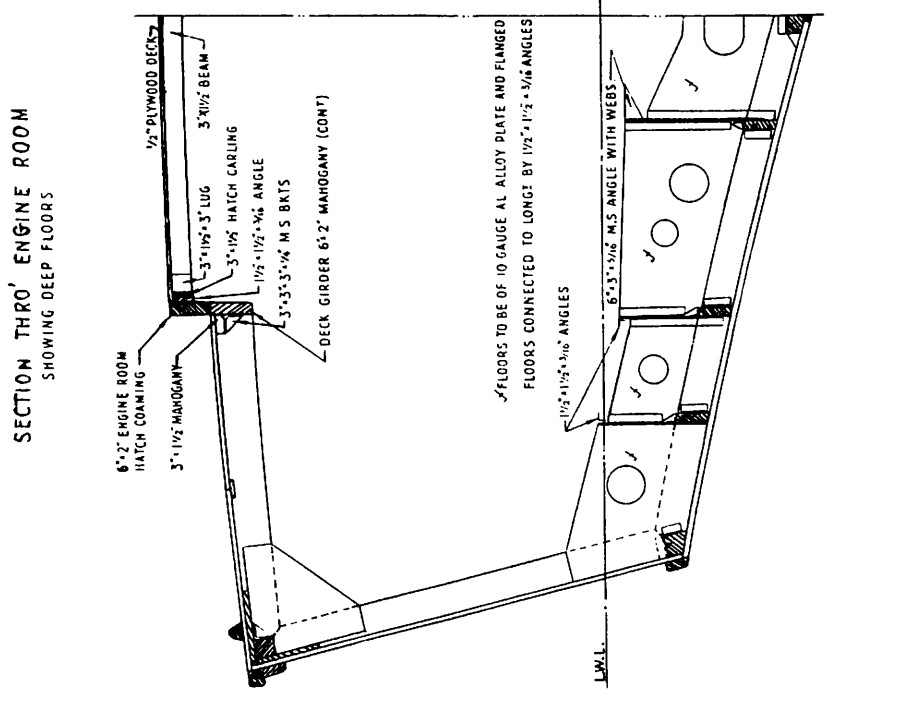
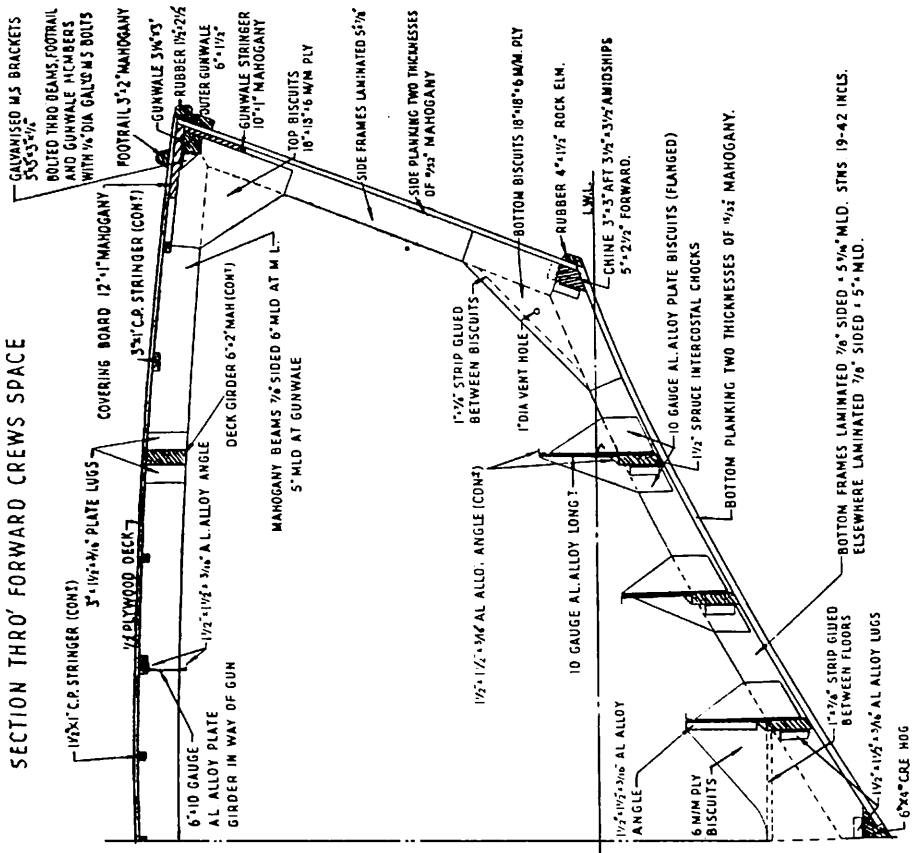


图14 第二次大战中の英魚雷艇の代表的構造断面図

損傷の調査と補強を行なったが、この艇ではガンネルもひどく破断していた。後者は50ノット近くでワイト島附近で耐波運転を行なったときガンネル部が割れた。

附 録 II

図15のようなフレームワークがA, Bスパン中央に荷重Pを受ける簡単な例を考える。C, DはヒンジでA, Bは所謂剛節とする。即ち、荷重後の変形は点線のようになり、 $\theta_1 = \theta_1'$ である。

両端に未知モーメントMと荷重Pが作用するAB梁の端の撓み角 θ_1 は、撓み角法（deflection slope法）により

$$\theta_1' = \frac{Pl^2}{16EI} - \frac{Ml}{2EI}$$

垂直部材ACは両端支持梁でA点でMをうけるから、

$$\theta_1 = \frac{Mh}{3EI_1}$$

$$\therefore \frac{Pl^2}{16EI} - \frac{Ml}{2EI} = \frac{Mh}{3EI_1}$$

これにより

$$M = \frac{Pl}{8} \frac{I}{1 + \frac{2h}{3l} \frac{I}{I_1}} = \frac{3Pl^2}{8} \frac{II_1}{2hI + 3lI_1}$$

他方、図15を横に並べた図16の連続梁よりは3連モーメントの定理を使い、沈下 $\delta = 0$ として、

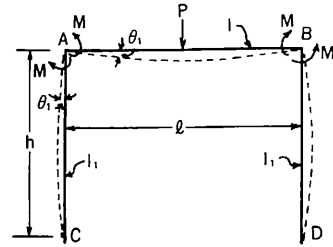


図 15

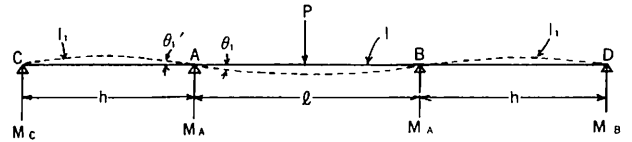


図 16

$$M_C \frac{h}{I_1} + 2M_A \left(\frac{h}{I_1} + \frac{l}{I} \right) + M_B \frac{l}{I} = -\frac{3Pl^2}{8I}$$

$M_C = 0$, $M_A = M_B$ であるから、上式より、

$$M_A = -\frac{3}{8} Pl^2 \frac{II_1}{2hI + 3lI_1}$$

これは上のMと同じものである。 M_A がわかれば反力 R_A, R_C などが求められる。

後者の法ではA点（あるいはB点）の撓み角は連続性の原理から一つであることを基礎にしているが、これは前者の方法の $\theta_1 = \theta_1'$ と同じことであり、同一の解答を与えるのは当然である。

人によって違うと思うが、筆者にとっては連続梁として解く方が撓み角法を使うよりはるかに楽である。

技術短信

技術短信

海上の動く修理工場
わが国初のメンテナンスバージ
"AL HYLEH"

日立造船・大阪工場堺で建造したアラブ首長国連邦のADMA-OPCO (Abudhabi Marine Operating Co.) 向けジャッキアップ式メンテナンスバージ"AL HYLEH"が現地での試運転を成功裡に完了し、このほど引渡された。

メンテナンスバージは、海底石油生産井の保守・管理や架設、海底布設管の保守・点検・補修などを行なういわば海上の修理工場で、本バージはアブダビ地域で稼動する予定である。

【特 長】

- 1) 前部甲板上と後部ウインチ室に各2基の係船ウインチを配置し、8点係留方式により位置決めをする。
- 2) 43mの水深で、風速60ノットの風、波高12.8mの

波に耐えられる。

- 3) プラットホームは電動式昇降装置により約0.92 m/min、通常のオイルリグに比べ3倍のスピードで昇降できる。
- 4) 海底布設管の常設および補修用の40 tと50 tのパイプハンドリングダビット各2基とパイプ補修用クレーン31 t 1基のほか、メンテナンスクレーン31 tと一般サービス用クレーン10 tを各1基を装備している。
- 5) 居住設備(100人)のほか娯楽設備・潜水治療室などを完備し、騒音や振動・高温対策など環境保全に万全を期している。

【主要目】

プラットホーム主要寸法

長さ 62.00 m × 幅 33.00 m × 深さ 7.00 m × 喫水 3.60 m
 レグ数 4本 (直径 3.66 m) レグ長さ 71.50 m
 稼動水深 43.00 m (約 140 ft) 船級 LR

スキュー型可変ピッチプロペラについて

かもめプロペラ株式会社
技術部開発課 板沢 順

1. まえがき

船のプロペラは、前方にある船体の影響を強く受けた不均一な流れの中で作動するという宿命を持っている。このプロペラへ流入する流れが不均一であるという事からプロペラの1回転中で、翼の発生する力は非定常なものとなり、プロペラ起振力と呼ばれる各種の変動力を生ずる。

近年、船の高馬力化の傾向があるなかで、居住性の改善が強く望まれ、船尾振動の原因となるプロペラ起振力を、できるだけ小さくするような方法の研究が数多くなされている。その一つの手段として、図1に示されるような、プロペラ翼を後方へ湾曲させたスキュー型プロペラが注目されるようになった。

プロペラの変動力を小さくするには、船尾の流れを均一化する事が最も効果的であり、この方法として、船尾バルブ、フロー・コントロール・フィン、水ジェットの吸出し等の採用が検討されている。これらは、プロペラの変動力をその原因から解決しようとするものであるがスキュー型プロペラは、流れの不均一性に対するプロペラ翼の感度を弱め、プロペラ自身でその発生する変動力を減少させようとするものである。

スキュー型プロペラのアイデアは新しいものではなく

固定ピッチプロペラでは約一世紀も前の1883年に、蒸気ランチに、直径約4.7 mの2翼のスキュー型プロペラが採用され、好結果を得たという報告がある¹⁾。最近になり、再び注目を集めてきたのは、プロペラの作用を理論的に取扱う手法が発達し、充分効果の期待できるスキュー型プロペラ的设计法が開発されてきた事によるもので、すでにスキュー型プロペラの理論的研究や模型試験による検証について詳しく解説された数多くの報告が発表されている^{1) 2) 3) 4) 5)}。

以下このスキュー型プロペラの特徴、特にスキュー型可変ピッチプロペラを中心に簡単な解説を行なうこととする。

2. プロペラ起振力とスキュー

プロペラが船後で回転する事によって発生する変動力をプロペラ起振力と呼び、これは変動力がプロペラ軸、軸受を介して船体に伝えられる「ベアリング・フォース」と、流体を介した圧力変動としてプロペラ近傍の船体に伝えられる「サーフェイス・フォース」の二種類に分けられる。

ベアリング・フォースは、プロペラが不均一な流入速度の中で一定回転で作動する為、翼の位置により翼素への入射角が変化し翼の発生する揚力と抗力が1回転中に

変動する事によって発生する。プロペラ面内における流速分布の例として、400 GT型鯖漁船について計測された軸方向の流速分布を図2に示す⁶⁾。図に示されるようにプロペラへの流入速度はプロペラ軸の上方で船体の影響を最も強く受け流入速度は最小になり、船側側ではほぼ

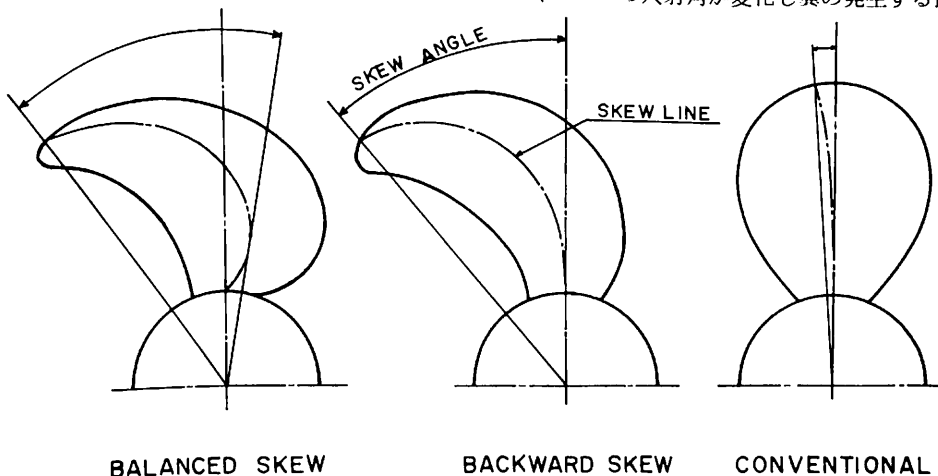


図1 スキュー型プロペラと普通型プロペラ

船速に等しい速度となり、軸下方で船体下部の影響を受けた若干流速の小さい部分が生ずる。この流速分布の0.7Rにおける軸方向流入速度の変化と翼素に対する入射角の関係を図3に示す。翼素への入射角の変化は翼の発生する揚力と抗力の変化となり、揚力の変化の軸方向成分はスラスト変動として、揚力と抗力の変化の回転方向成分はトルク変動としてプロペラ軸へ伝えられる。さらにスラスト変動からモーメント変動、トルク変動から横力変動が誘起され、このモーメント変動、横力変動は上下方向の軸と水平方向の軸にそれぞれ作用するので、ベアリングフォースは一般に六成分の変動力として表現される。各成分と船体振動の関係を下記に示す⁷⁾。

- スラスト変動 ————— 上部構造前後振動
- トルク変動 ————— 船体ねじり振動
- 上下方向の力、モーメント変動 — 船体上下振動
- 水平方向の力、モーメント変動 — 船体水平振動

サーフェイスフォースは、プロペラ翼が回転し船体後方を横切る事によって発生する周期的な圧力変化を原因としている。この圧力変化は翼厚によって排除される水の容積、揚力を発生する翼面上の圧力、キャビテーション発生によって排除される水の容積により誘起される。これらは均一な流れの中で作動しているプロペラでも発生するがそれ程強いものではなく、現実に船尾振動の原因となるのは、不均一流中で発生する非正常キャビテーションによる強い圧力変動である。図3に示されるようにプロペラの翼素への入射角は1回転中で、かなりの巾で変化する。従ってキャビテーションは、入射角の大き

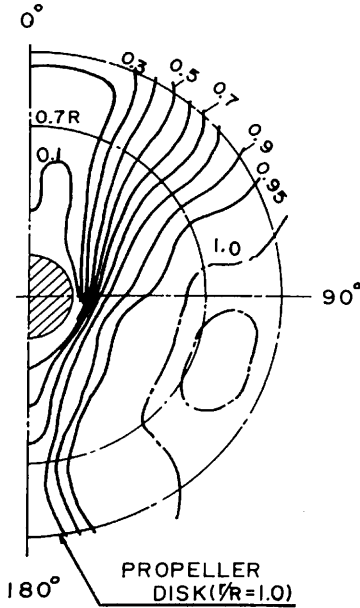


図2 プロペラ面内の流速分布

い位置で成長し、入射角の小さい位置で縮小または消滅するという急激な容積の変化を生じ、強い圧力変動をもたらす。キャビテーションの発生していない時に比べ、圧力変動の振幅が2~10倍にも達することがある⁸⁾。この圧力変動により船体外板に生ずる力をサーフェイスフォースと呼び、船底外板が傾斜をもっているため水平方向の成分と上下方向の成分に分けられるが、一般に水平方向の成分は小さく、上下方向の成分が船尾上下振動の原因となる。

スキューを大きくしてプロペラ起振力を小さくする原理は、一言でいえば変動力の原因となる現象が各翼素で同時に起らないようにする事、と言える。

ベアリングフォースに関して言えば、流入速度の最も小さい船体中心部を通過する時間が半径方向にわたってずれるようにし、揚力、抗力の変化のピークが同一時間に集中しないようにする事である。

サーフェイスフォースについても同様に、船底のある位置を通過する時間を各翼素でずらせる事により、翼全体の発生する圧力変化を小さく出来る。さらにキャビテーションが通常翼に比べ、翼弦方向に細長く広がるため非正常キャビテーションによる急激な圧力変化の増加を弱める効果がある。

実際のスキュー型プロペラの設計における、スキューラインの選定は、通常ベアリングフォースについての検討により決定される。これにはプロペラ面内の流速分布の調和解析を行い、各翼素について入射角の変動が最大となる位置を求め、それを、半径方向に結んだCrest Lineと呼ばれる最大値の軌跡に対して、できるだけ大きな角度で交わるようなスキューラインを選ぶ、という方法が用いられる。図4に流速分布の調和解析によって求められた、2次から5次の成分についてのCrest Line

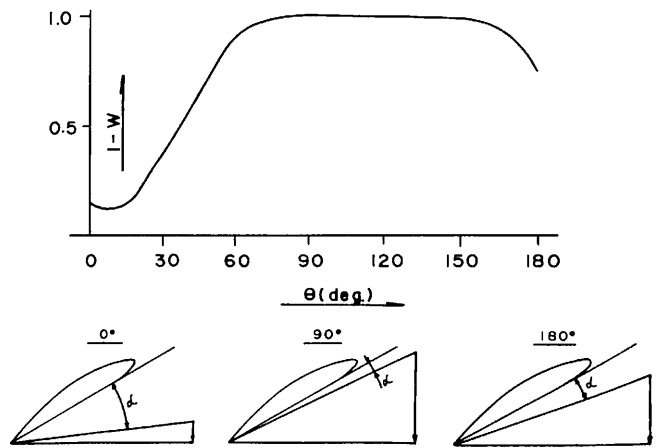


図3 0.7Rにおける流速の変化と入射角の変化

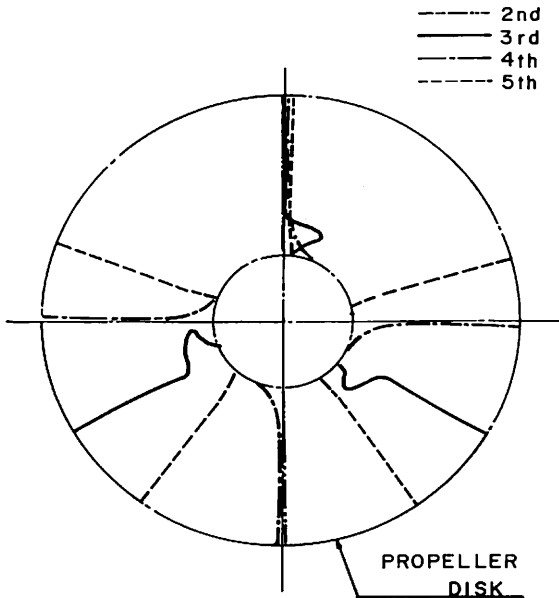


図4 Crest Line

を示す。この例ではCrest Lineはほぼ直線に近いものであるが流速の分布によってはかなり曲った軌跡となる場合があり、スキューを大きくした事により逆にスキューラインとCrest Lineが重なり、ベアリングフォースを大きくする結果になる事もある。またベアリングフォースの、スラスト変動とトルク変動は、調和解析によって得られた各成分のうち翼数次の成分によって支配され、モーメント変動、横力変動は翼数±1次の成分によって支配される性質がある。従ってスキューラインの決定は、Crest Lineの傾向と変動力を減少させようと意図する変動力の種類の双方を考慮して決定する必要がある。

3. スキュー型可変ピッチプロペラ

前述のように、適切な方法で決定された、大きなスキューを持つプロペラは、船体振動を軽減する手段として非常に有効なものであるが、一方スキューを大きくする事によって新たな問題が生じる。この主なものに、プロペラ単独性能の変化と翼の強度があげられる。特に、固定ピッチプロペラに大きなスキューを採用した場合、後進時のプロペラ効率の低下とクラッシュ・アスターン時に生じる大きな応力値による翼強度上の問題があり、これは逆転を必要とする固定ピッチプロペラでは避けられない難点である。従って当社では逆転操作の必要のない可変ピッチプロペラに大きなスキューを採用する事とし模型プロペラによる比較試験を含めた、設計上の諸問題についての検討を行った。

3・1 模型プロペラによる比較試験⁹⁾

可変ピッチプロペラにおけるスキューの大きさの影響を調べるため表1の3種類の模型を作成し、単独性能試験、キャビテーション試験、圧力変動の計測を行なった。

模型プロペラ番号0196と0197は通常の翼輪郭を持つプロペラで翼断面のみSRI-B型10とMAU型とし、0198は0196のスキュー角を40°と大きくした、いわゆ

表1 模型プロペラ主要目

模型番号	0196	0197	0198
直径(m)		0.25	
ボス比		0.30	
基準ピッチ比		0.40	
展開面積比		0.50	
翼厚比		0.05	
翼断面形状	SRI-B	MAU	SRI-B
スキュー角	8.5°	8.5°	40.0°
翼数		3	

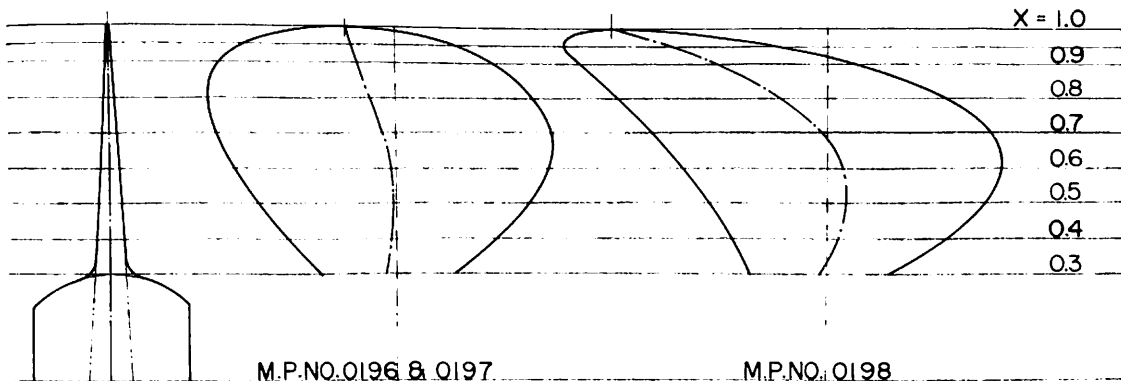


図5 模型プロペラの展開形状

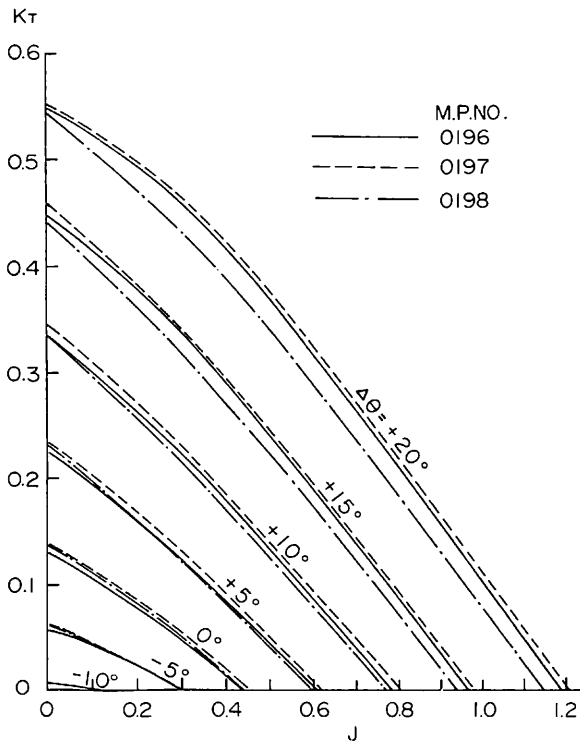


図6 スラスト係数

るスキュー型プロペラである。図5にこれらのプロペラの展開形状を示す。

単独性能試験は、翼の変節角($\Delta\theta$)を基準にピッチのセットを行い、+側 20° ～-側 10° の範囲について 5° 毎に、7状態の計測を実施した。試験結果を図6～図7に示す。この3種のプロペラについてのスラスト係数、トルク係数は基準ピッチ($\Delta\theta = 0^\circ$)の状態では翼断面形状の違いによるわずかな差が見られる程度であるが、変節角を大きくしていくと0198のスキュー型プロペラの K_T 、 K_Q は普通型プロペラの場合よりかなり小さな値となっていく。可変ピッチプロペラの場合、翼角を変節すると、ある半径比の円筒断面上の翼断面形状は変節前の形状と異なった翼断面となる。この断面の変化はスピンドル軸と翼断面の位置が離れている程、すなわちスキュー角が大きい程、変化の度も大きく、+側へ変節した場合はキャンバーが小さくなるように、また-側へ変節した場合はキャンバーを大きくするような形状の変化を生じる。実験結果における普通プロペラとスキュー型プロペラの変節後の K_T 、 K_Q の差はこの翼断面の変形による有効ピッチの差によるものである。プロペラ効率は有効ピッチの差を考慮すれば、3種のプロペラの間でほとんど差は見られず、スキュー型プロペラについて、前

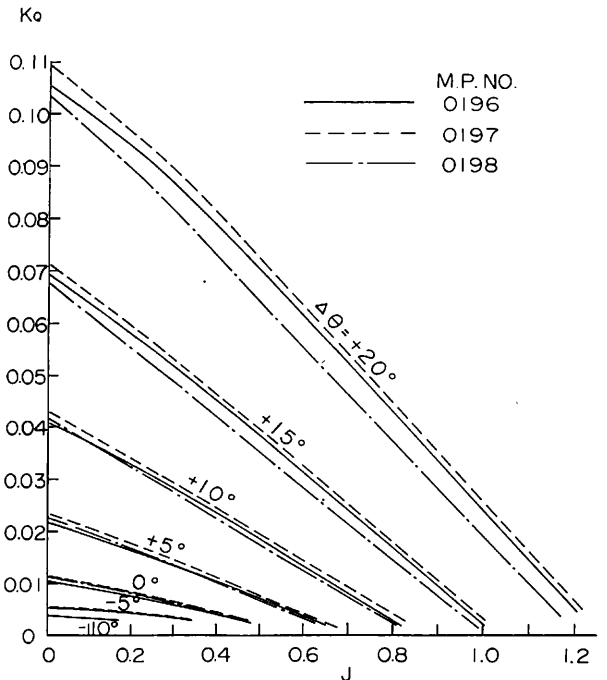


図7 トルク係数

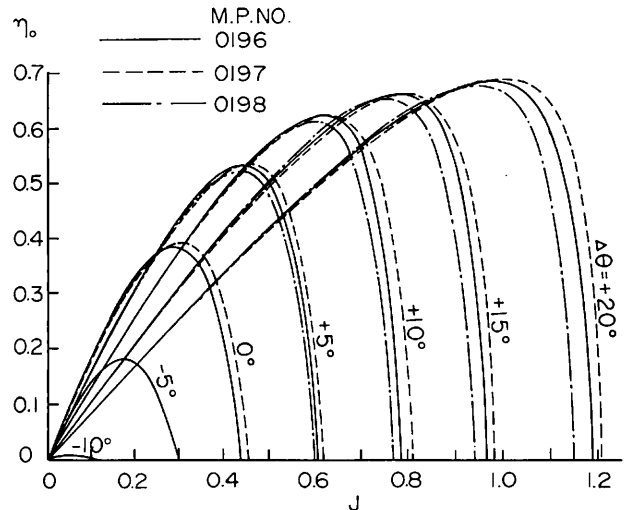


図8 プロペラ単独効率

進時のプロペラ効率上の問題は全くない事が確認された。

キャビテーション試験は、小型トロール漁船における独航状態($\Delta\theta = +5^\circ$)、曳網状態($\Delta\theta = 0^\circ$)およびゼロスラスト状態についてワイヤメッシュによって作り出された不均一流の中で実施した。試験状態を表2に示す。

ゼロスラスト状態は、 $J=0$ 、 $K_T=0$ の状態となる $\Delta\theta = -11^\circ$ で、3種類の σ_n について実施した。

表2 キャビテーション試験状態

模型番号		0196	0197	0198	模型番号		0196	0197	0198
独航状態	$\Delta\theta$	+5°			曳網状態	$\Delta\theta$	0°		
	K_T/J^2	0.9004				K_T/J^2	11.40		
	J	0.344	0.350	0.342		J	0.097	0.100	0.099
	σ_n	1.029	1.067	1.020		σ_n	1.072	1.154	1.124

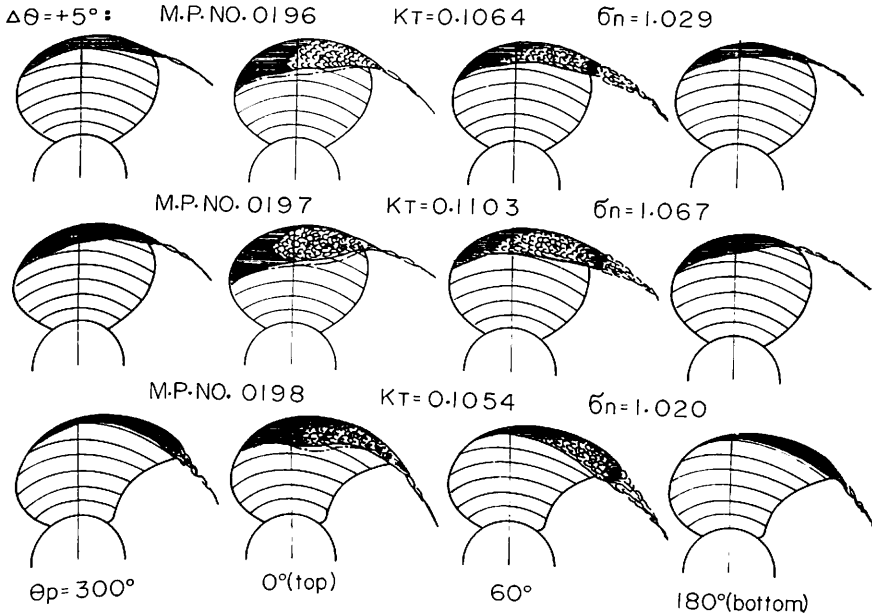


図9 独航状態

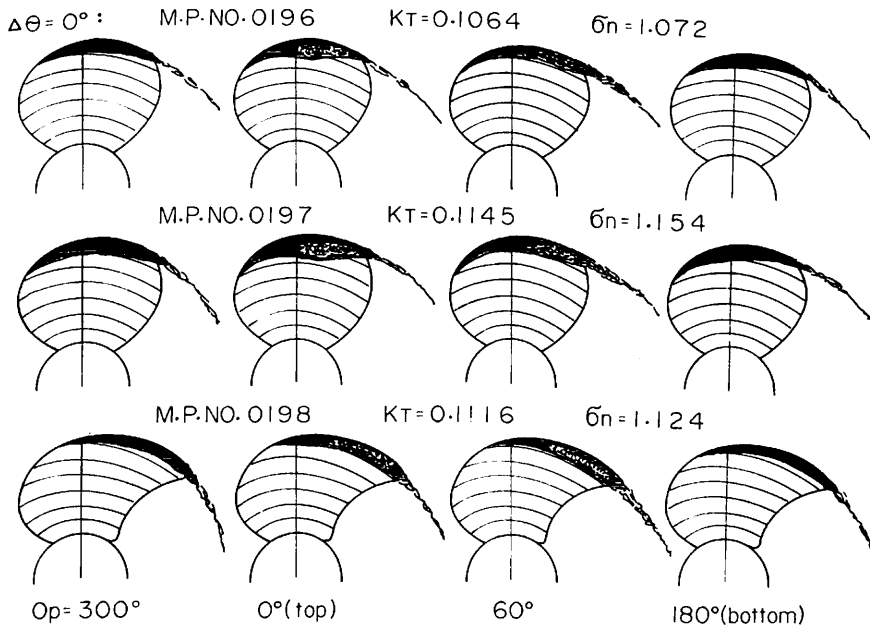


図10 曳網状態

試験結果を図9～11に示す。独航状態と曳網状態では背面側にのみキャビテーションが発生し、3種のプロペラとも翼の位置が0°付近でかなり厚いシートキャビテーションが見られる。スキュー型プロペラは普通型プロペラに比べ、キャビテーションの発生範囲の半径方向の幅がせまくなり、細長く横に広がっておりその面積も若干少なくなっている。ゼロスラスト状態では、正面側にのみキャビテーションが発生し、 $\sigma_n = 2.298$ と1.924では、0.9R付近にクラウドキャビテーションが発生している。しかし、2つの普通型プロペラがかなり激しいクラウドキャビテーションを発生しているのに比べ、スキュー型プロペラのそれは軽度なものである。またゼロスラスト状態の試験では3種のプロペラについてキャビテーションの初生点の計測を行ったが、スキュー型プロペラは、普通型プロペラに比べ、初生点がかなり遅れるという結果も得られた。これらの一連のキャビテーション試験を行った結果、ゼロスラスト状態という特殊な状態においても、スキ

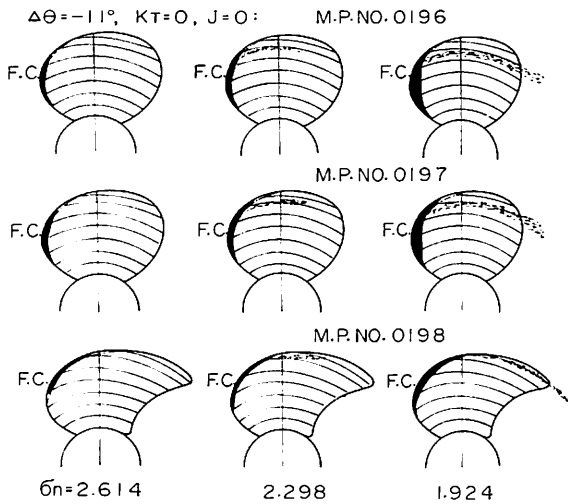


図11 ゼロラスト状態

suffix 1; 0.128D
 " 2; 0.300D
 " 3; 0.500D

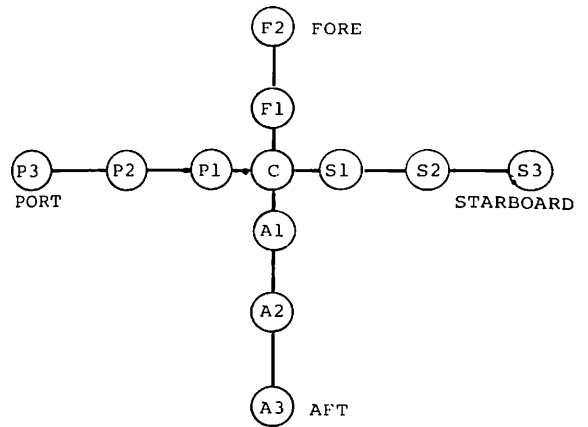


図12 圧力センサーの配置

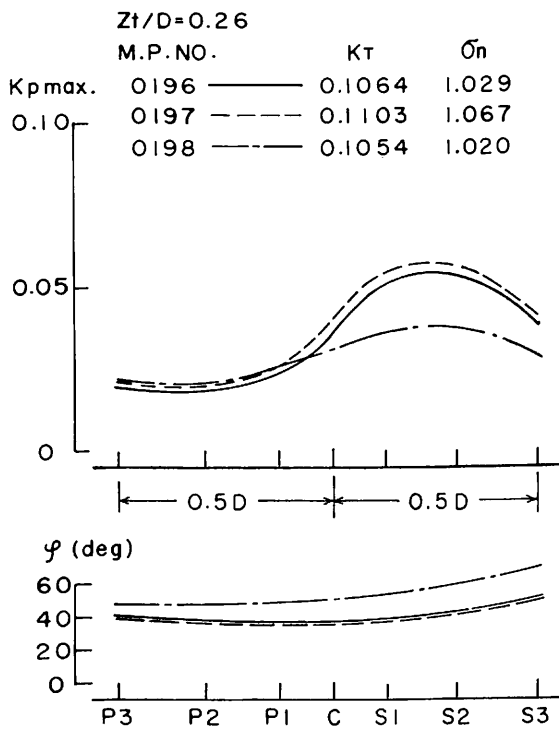


図13 船幅方向の変動圧力振幅と位相 (0.26 D)

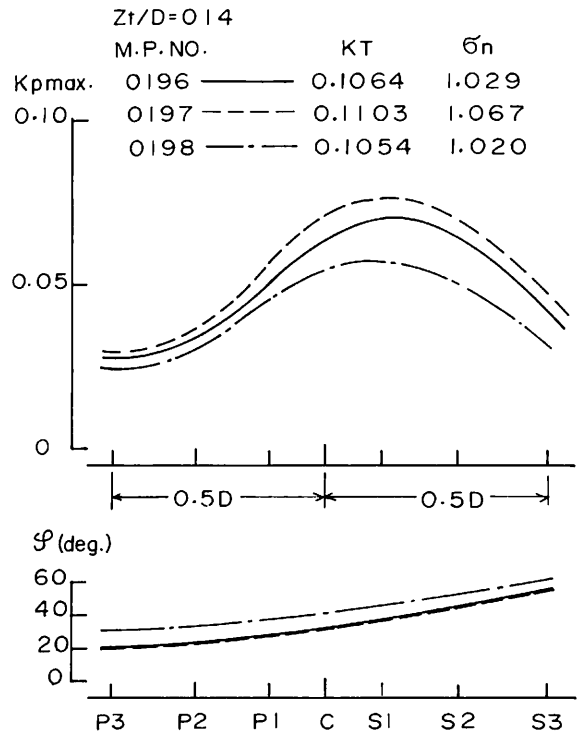


図14 船幅方向の変動圧力振幅と位相 (0.14 D)

ュー型プロペラの方がキャビテーション性能上、優れている事が確認された。

スキュー型プロペラの本来の目的である、プロペラ起振力の軽減効果を確認するために、非正常キャビテーションを発生している時の、圧力変動の計測を実施した。

計測はキャビテーション・トンネル内のプロペラ直上で圧力センサーを取付けた平板によって行われた。図12に圧力センサーの配置を示す。試験状態は $\Delta\theta = +5^\circ$ の独航状態とし、チップクリアランスの影響も合わせて調査するため、プロペラチップと平板の距離を、プロペラ直径

の26%, 14%の2種類についての計測も行なった。図13及び図14に、プロペラと平板の距離を26%, 14%とした時の、船幅方向の変動圧力振幅係数と圧力変動の位相を示す。図中、 $K_p \max$ は圧力変動の最大単振幅を無次元化したもので、変動圧力波形の最大値の1/2に対応する。スキュー型プロペラは、平板との距離が26%の場合で約30%, 14%の場合で約20%の圧力変動の振幅の減少が見られ、サーフェイスフォースの軽減に対するスキューの効果認められた。また平板との距離を実船におけるチップクリアランスと考えれば、スキュー型プロペラにする事でサーフェイスフォースを増加させずに普通型プロペラより、ある程度大きな直径のプロペラの採用が可能と推定できる。

3・2 翼強度

プロペラ起振力の面から見れば、出来るだけ大きなスキューを採用する方が、起振力のより大きな軽減効果が期待できるが、それを制限する要素として翼強度の問題がある。すでに数多くのスキュー型プロペラにおける強度の研究が発表されており、その形状の特殊性から、普通形プロペラとはかなり異なった応力分布となる事が指摘されている¹⁾²⁾⁴⁾⁵⁾。またスキューを大きくすると、翼にかかる荷重はねじれを生じさせ、従来一般に使われている梁理論では正しい応力の分布を求める事ができない。従って当社では有限要素法によりスキュー型プロペラと普通型プロペラの翼面上の応力分布の比較を行った。検討の対象としたプロペラの主要目を表3に示す。

解析はNASTRANを使用し、プロペラ翼のモデル化はキャンパーラインによって構成される薄肉シェル、

表3 プロペラ要目

直径	2.55
ボス比	0.27
基準ピッチ比	0.60
展開面積比	0.56
翼断面形状	SRI-B
スキュー角	8°及び40°

分割数は、節点数340、要素数306で行った。メッシュ図を図15に示す。

荷重は形状の影響を明らかにするためスキュー型、普通型プロペラとも、同一の流体荷重を分布荷重として与えた。流体荷重は揚力面理論計算プログラム¹¹⁾によって普通型プロペラについて求められた均一流中での揚力分布を、遠心荷重は分割要素毎に要素の重量、座標及び回転数から計算された値を使用した。これらの条件によって解析されたスキュー型プロペラと普通型プロペラの、正面側引張応力の翼面上の分布を図16に、翼弦方向の分布を図17に示す。なお翼弦方向の分布は普通型プロペラについて、梁理論によって求められた応力値も合せてプロットした。

これらの図より明らかなようにスキュー型プロペラでは応力の最大値が後縁側へ大きく移動し、0.5Rより外側では翼弦上の最大値は後縁端に位置している。有限要素法によって求められた、普通型プロペラとスキュー型プロペラの応力値については、若干スキュー型プロペラの方が高い程度であるがスキューをさらに大きくした場合0.5R～0.6R付近の後縁に、より高い応力が発生する事が推定され、応力値を下げるために翼厚を厚くするよう

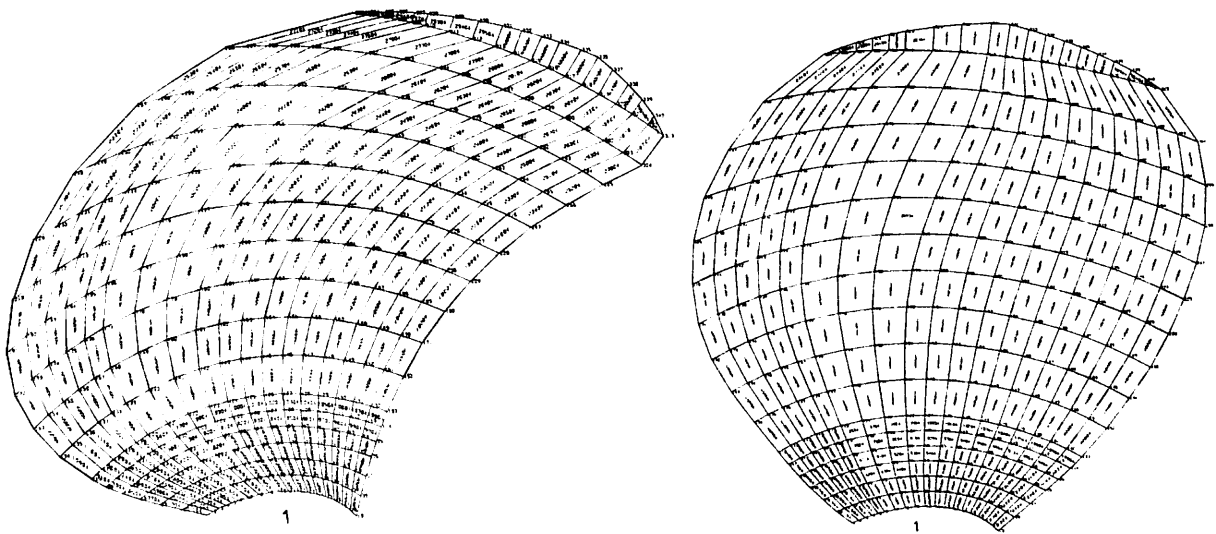


図15 メッシュ図

な対処が必要になると思われる。ただし、ここで紹介した解析は静的荷重について翼面上の応力分布の定性的比較を目的としたもので、翼厚の決定については1回転中の変動応力の振幅をもとにした疲労強度の検討を行う必要がある、より大きなスキューを採用する際の今後の研究課題と考える。

3.3 スピンドルトルク

可変ピッチプロペラで翼角を変化させるために必要な

回転軸まわりの力をスピンドルトルクといい、これは翼に作用する流体力と翼自身の遠心力とによって生ずる回転軸まわりのモーメント、さらに変節機構の機械的摩擦力の三つの合計に対し充分大きな値である事が必要である。

スキューを大きくすると回転軸と翼素との位置関係が変化するため流体力と遠心力による回転モーメントに影響を及ぼす。特に流体力による回転モーメントはスキューラインの選定によってはかなり大きな値となり、翼角

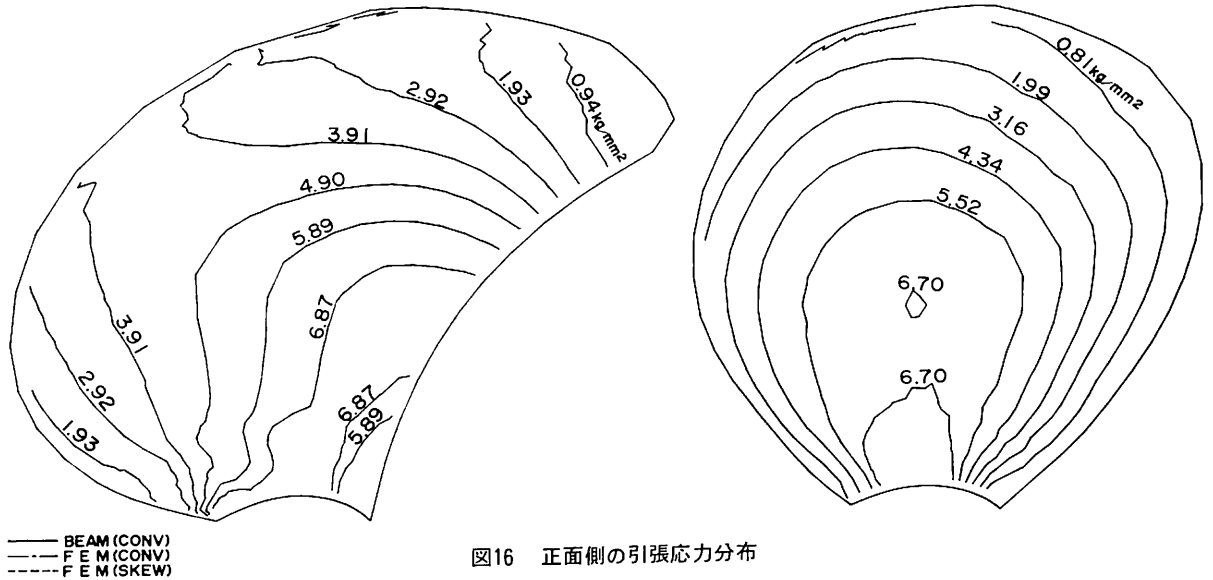


図16 正面側の引張応力分布

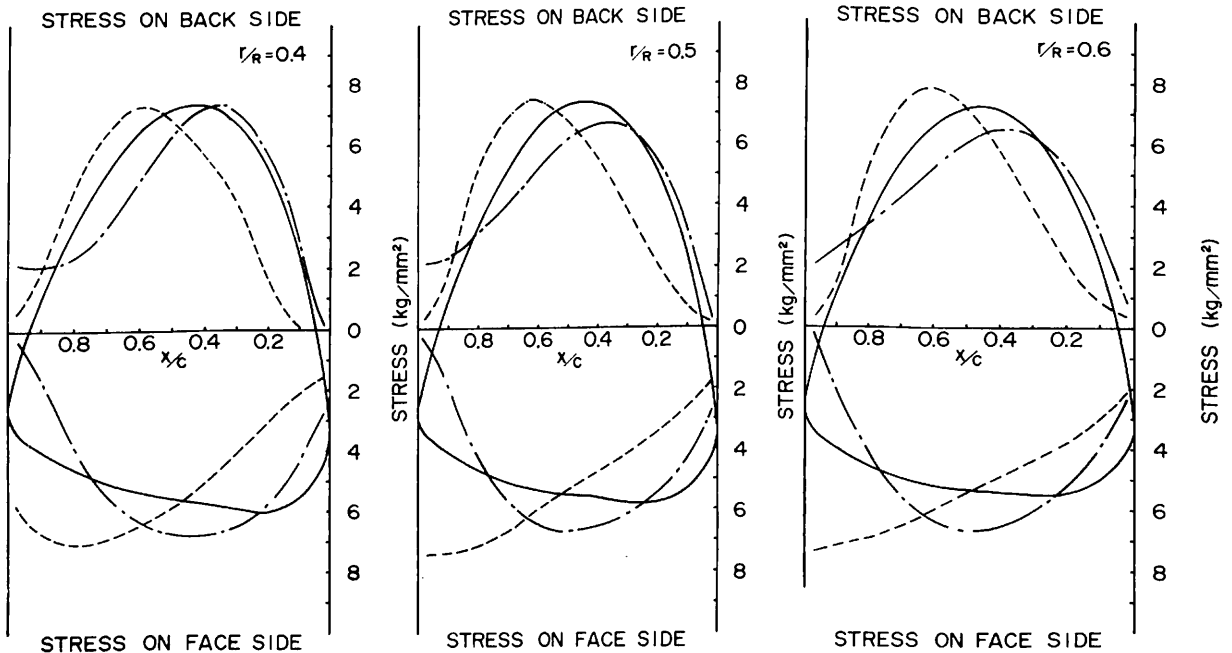


図17 翼弦方向の応力分布

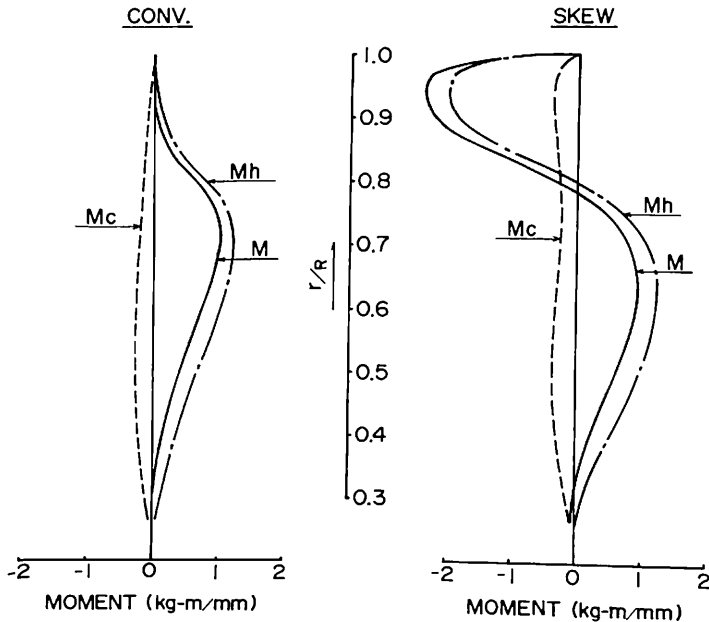


図18 半径方向の回転モーメントの分布

を変えるために要求されるスピンドルトルクが大きくなる。この弊害を避けるために可変ピッチプロペラでは図1に示される Balanced Skew が採用される。これは半径比の小さい部分によって生ずる回転モーメントと半径比の大きい部分で生じる回転モーメントの方向を逆にし相殺させる事を目的としている。図18に3・2で応力解析の対象としたプロペラについて計算した回転モーメントの分布を示す。図中、 M_c は遠心力によるモーメント、 M_h は流体力によるモーメント、 M は両者の合計を示す。横軸は半径方向の単位幅あたりの回転軸に対するモーメントの大きさを表わし、符号は正が翼角を大きくしようとする方向を意味する。普通型プロペラでは流体力によるモーメントは半径方向にわたってすべて正の値を持ち、負の値を持つ遠心力によるモーメントより大きな値のため、翼角を大きくしようとする合計のモーメントが生じる。これに対しスキュー型プロペラでは半径比が $0.8R$ 付近より上で、流体力によるモーメントが負となり合計のモーメントを小さくする。このように、スキュー型プロペラは、Balanced Skew とする事によって普通型プロペラよりも必要なスピンドルトルクを小さくすることができる。

4. あとがき

以上、可変ピッチプロペラを中心にスキューの効果、設計上の問題について述べたが、スキューのみがプロペラ起振力を減少させる方法ではなく船後の流れを均一化

する事が起振力減少の本筋であろう。

しかし、実際には船後の流れを完全に均一にする事は不可能であり、また流れを改善する方法も船尾形状の大幅な修正が必要となり、船型上の制約の多い中小型船では困難な場合が多い。従って船体を改造する事なく起振力の減少が期待出来るスキュー型可変ピッチプロペラは、中小型船に於ける振動、騒音の問題の解決に大きく貢献できるものと確信する。

なお、前記模型試験の実施については(財)日本船用機器開発協会の御協力と運輸省船舶技術研究所の御指導をいただいたことを、感謝の意をこめて、ここに付記する。

参考文献

- 1) Von Obering, O Bjoheden, "Highly Skewed controllable pitch propellers" J. S T G 1978
- 2) R. A. Cumming, Wm. B. Morgan, R. J. Boswell "Highly Skewed propeller", Trans. of the SNAME Vol. 80, 1972
- 3) 千葉規胤, 中村直人 "Highly Skewed propeller について" 日本船用機関学会誌 第11巻 9号 昭和51年9月
- 4) 千葉規胤, 中村直人 "Highly Skewed propeller について(続)" 日本船用機関学会誌 第15巻 3号 昭和55年3月
- 5) 丸橋亮 "可変ピッチプロペラ用「スキュード・プロペラ」について" 日本船用機関学会誌 第13巻 9号 昭和53年9月
- 6) 上田隆康, 高橋肇, 菅井信夫他 "漁船の推進性能とプロペラ起振力について" 船舶技術研究所報告 第14巻第4号 昭和52年7月
- 7) 教育テキスト研究会 「商船設計の基礎知識」下巻
- 8) 高橋肇 "プロペラキャビテーションの Surface Force に及ぼす影響に関する一考察" 西部造船会々報 No. 49, 昭和50年
- 9) 門井弘行, 岡本三千郎, 板沢順, 深沢正樹 "3翼可変ピッチプロペラの諸特性" 西部造船会論文梗概, 昭和56年5月
- 10) 岡本三千郎, 門井弘行, 吉田三雄 "SRI-Bプロペラ的设计図表" 第34回船舶技術研究所 研究講演集
- 11) 船舶技術研究所 "船用プロペラ特性の計算プログラム(その2)講習会テキスト" 昭和49年

省エネルギー型の

ハイ スキュード プロペラを開発

ナカシマプロペラは、表紙の写真の如く、省エネルギー型の固定ピッチプロペラのハイ スキュード プロペラを開発した。近年、船舶の省エネルギー化と共に、船体振動および騒音が、特に問題視されている。これらの問題と関連して、低回転大直径プロペラによる高効率のプロペラの採用、プロペラで誘起されるベアリングフォースおよびサーフェスフォースの軽減に有効なハイ スキュード プロペラの採用の問題がクローズアップされてきた。ハイ スキュード プロペラの採用の主な目的は、ベアリングフォースおよびサーフェスフォースによる船体振動の軽減であるが、省エネルギーのプロペラとしても、十分期待できるものであることが、検討の結果判明した。同社は55年度開発事業として、(財)日本船用機器開発協会と協同研究で、ハイ スキュード プロペラの各種模型試験および日本海事協会の協力により、実船実験が行なわれ現在データの解析整理が行なわれている。

ハイ スキュード プロペラの実験

(1) 模型試験

ハイ スキュード プロペラのシリーズテストは、日本造船技術センターで行なわれた。4翼と5翼(スキュー角度 50°)プロペラ計6個のモデルプロペラで、単独性能試験、均一流中のキャビテーション試験および船尾伴流中の動的応力試験(前進正転、前進逆転、後進逆転)を行った。ハイ スキュード プロペラ単独性能試験結果は、従来型プロペラと傾向的に一致し、特に効率の差は認められなかった。ハイ スキュード プロペラのキャビテーションフリー領域は、従来型プロペラに比べて、かなり拡大され、キャビテーション初生船速の改善が認められた。

前進正転時の翼の平均応力は、ハイ スキュード プロペラは特殊翼型の採用によって、従来型プロペラに比べて安全側にあることが確認された。応力振幅はハイ スキュード プロペラの方が、従来型プロペラに比べて小さい。これはスキューによる応力の平均化作用によるものと考えられる。前進逆転時の最大応力は、両者には、有意な差が認められない。後進逆転時は、最大応力は、ハイ スキュード プロペラの方が小さい。これはスキューに起因するものと考えられる。

(2) 実体翼による静的応力試験

プロペラ直径1,600 mmに相当する実体翼を製作し、揚力面理論で求めた推力とトルクの合力を荷重として、油圧ジャッキでピッチ面に加え、翼の応力分布を計測した。最大応力は $0.25 R$ の75%弦長付近に生じ、その値は 4.5 kg/mm^2 と低い。ピッチの変位についても計測したが、ピッチの変位は極めて小さく、計画ピッチに対して、 $0.9 R$ で最大約0.25%であった。

(3) 実船実験

供試船は、G/T 199 T 貨物船“幸盛丸”主機出力1,200 PS \times 380 rpm、従来型プロペラは4翼 \times 1,800 ϕ 、スキュー角度約 7° 、ハイ スキュード プロペラは4翼 \times 1,850 ϕ スキュー角度 50° で、満載と軽荷状態の2状態で、トルク変動、スラスト変動、船尾水圧変動、船体振動の計測を行った。船尾水圧変動は従来型プロペラに比べてハイ スキュード プロペラは有効に軽減され、船尾水圧変動の主成分である軸回転数4次成分に対して、ハイ スキュード プロペラは、水圧変動が約40%減少した。船尾部上下振動の支配的な成分である4次成分は主機の高回転領域において、従来型プロペラに比べかなり減少する。

省エネルギープロペラとしての

ハイ スキュード プロペラ

ハイ スキュード プロペラは、船体振動の軽減、キャビテーションノイズの軽減などに有効であることは勿論であるが、従来型プロペラ装備時と同程度の船体振動を維持するならば、省エネルギープロペラとして、ハイ スキュード プロペラは十分有効であることが確認された。

(1) 従来型プロペラによって誘起される船体振動を同程度に維持することであれば、ハイ スキュード プロペラは、従来型プロペラに比べて、プロペラ直径は約10%大きくすることができる。

(2) プロペラ直径を約10%大きくすることにより、プロペラ回転数は約15%低くすることができる。

(3) プロペラ回転数を約15%低くすることにより、推進効率率は約4%向上させることができる。従って、低回転大直径プロペラによる馬力節減と同じ効果が期待できる。

(4) 同じ翼数において、従来型プロペラとハイ スキュード プロペラとのプロペラ単独効率は、ほぼ同程度である。従って、同程度の船体振動条件であるならば、ハイ スキュード プロペラは従来型プロペラより翼数を減らすことができるので、翼数の減少による推進効率の向上が可能である。

■ LNG 船の就航記録から (その4)

貨物格納設備の損傷事故について

編 集 部

今回のテーマは、貨物格納設備(タンク、二次防壁、防熱材および支持構造)の損傷事故であるが、対象構造設備としてタンク周囲の船体構造も含めることとする。なお、スロッシングによるタンク等の損傷については、別途、本シリーズの「スロッシングによる損傷とその対策」でとりあげる。

考察を加える損傷事例は、主として文献¹⁾にリストアップされたものである。本文中に、関連する文献¹⁾の損傷の番号を(A-8)、(B-7)等のように入れておく。

また、LPG 船および陸上タンクの損傷事故にも参考となる事例があるので、引用し、考察を加える。

1. 損傷の概要および考察

ここでは、文献¹⁾にリストアップされた貨物区域内の上甲板き裂および内殻を含む貨物格納設備の損傷の概要および若干の考察を述べる。

1.1 上甲板き裂

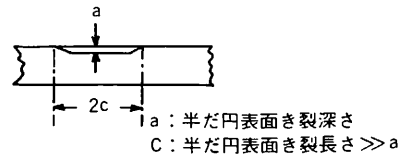
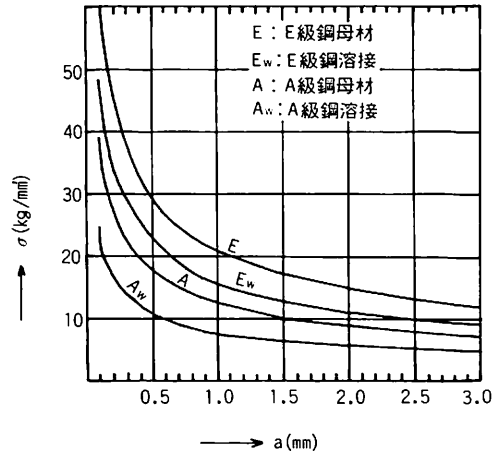
貨物区域の上甲板(タンクカバーを含む)には、11件のき裂発生事故が報告されている。その内訳は、表1のとおりである。

表1 LNG 船上甲板のき裂発生例

原 因	件数
LNG 溢 出: 監視/操作ミス, 計器不良	2 件
漏 え い: フランジ/弁の故障/不良	3 件
LN ₂ 流 出: 監視/操作ミス	2 件
漏 え い: 安全弁不良, カップリング故障	2 件
局 部 過 冷 却: 温度分布計算のミス	1 件
応 力 集 中 部: 構造拘束/詳細設計の不具合	1 件

貨物区域の上甲板のき裂発生は、11件のうち、9件が LNG または LN₂ の流出/漏えいによる過冷却である。文献¹⁾には、き裂発生に至っていない事故例も報告されているが、LNG または LN₂ を上甲板にこぼした場合、ごく少量の例を除き、殆どき裂発生に至っていることに注意すべきである。

日海防は、一般船体構造用鋼板上に LN₂ をこぼした



$K \geq 1.1 \sigma \sqrt{\pi a} \geq Kc$
 $K_{cat-160C} (kg \cdot mm^{-3/2})$
 $= 40 : E$
 $= 30 : E_w$
 $= 24 : A$
 $= 15 : A_w$

図1 微小表面き裂を有する船体構造用鋼(溶接部を含む)のぜい性き裂発生条件

実験を行なっているが、その結果²⁾によると、鋼板だけの上に LN₂ をこぼした場合は、き裂の発生には至っていないが、防撓材を設けて構造および溶接上の拘束を与えた試験片ではき裂が発生した。これは、溶接構造試験片では溶接拘束による応力(残留応力および熱応力)が存在し、この材質では、容易にぜい性破壊発生の条件を満たすからであろう。

文献³⁾のデータから船体構造用AおよびE級鋼(溶接部を含む)の-160°Cにおける破壊じん性値(K_c; kg・mm^{-3/2})を推定し、半だ円表面き裂が存在する場合のぜい性き裂発生条件を示すと図1のようになる。この図

から降伏応力程度の応力が存在すると、微小欠陥を発生源として、容易にぜい性破壊が生ずることが分かる。上甲板にLNG、LN₂等がこぼれて局部冷却されると、熱応力および溶接残留応力のみで降伏応力程度の高応力には、容易に達する。

これらからもLNGまたはLN₂の上甲板上への漏えいまたは溢出は、ぜい性き裂発生条件(材質、温度、応力および初期欠陥)を満たすであろうことが推察できる。この種の事故発生の防止対策は、もちろん、LNG/LN₂の漏えい/溢出を防ぐことであるが、マニホール部等におけるドリップパンの設置、漏えい/流出したLNGまたはLN₂を早急に洗い流すための海水管の配置等も有効である。

表1に示す7件の事故の何れも容易に修理(応急修理を含む)され、船舶を長期間停船させることは、なかったようである。

表1には、貨物液管の上甲板貫通部の過冷却によるき裂発生が1件(A-22)掲げられている。これは、設計時における温度分布計算が甘かったものと思われる。

メンブレンタンク船のドームハッチ隅部での上甲板き裂(B-24)が報告されている。これは、該部を拘束した構造としたための応力集中によるき裂損傷例である(2・3を参照のこと)。

そのほか、き裂の発生は報告されていないが、構造上、注意すべき箇所として球形タンク船の上甲板の開口部周辺およびタンクカバーの上甲板取合部附近がある。これらは、構造不連続部となるほか、船体の振り、撓み、大開口等の影響で複雑な応力分布を示す箇所となるからである。また、小型船上甲板上にトランク等を設ける場合、同様に、構造の不連続部には十分な配慮を払うべきである。

表2 貨物タンクの損傷例

損傷の種類	件数	
	独立	メンブレン
腐食/磨耗	3	2
疲労き裂	5	3*
溶接欠陥(漏えい)	1	1
スロッシングによる変形/き裂	—	4
インタバリアスペース過圧による変形	—	2
タンクドーム振動	2	—
過大な熱応力発生	1	—
タンク内清掃不十分	3	—

*うち、2件は金属性メンブレン二次防壁

1・2 貨物タンクの損傷

(1) 損傷の概要

文献¹⁾における貨物タンク(二次防壁を含む)の損傷発生例27件を分類すると表2のようになる。ただし、文献¹⁾中のB-9の損傷例(バルサ材内部防熱使用による内表面はく離)は、特殊な例であり、除外してある。

(2) 腐食と磨耗

腐食3件/磨耗2件が報告されている。

腐食は、36%Ni鋼使用のメンブレンのイナートガス不良による腐食、304ステンレス鋼メンブレンのLPG(ブタン)中の海水による腐食、および5083-Oアルミ合金のごく軽度の腐食の3件である。

36%Ni鋼の腐食例(B-2)は、燃焼排ガス中のSO₂等の不純物によるものと思われる。その後、軽質油燃焼排ガスによる良好なイナートガスを使用することによって、特に問題を生じていない。また、RR8委員会が実施した実験結果⁴⁾によると、次の成分の燃焼排ガスのイナートガスであれば、一般炭素-マンガン鋼(低温用炭素鋼を含む)304、304L、316および316ステンレス鋼、36%Ni鋼、9%Ni鋼、およびアルミ合金(5038-O)に対して腐食の心配はないとされている。

O₂ : 1.0 %以下 SO₂ : 50 ppm

CO : 0.01 %以下 N₂ : 残

CO₂ : 15 %以下 露点 : -45°C

(%は、容積 vol. %を示す)

304ステンレス鋼メンブレンのブタン積荷中の海水による腐食(B-20)については、2・2を参照のこと。

5083-Oアルミ合金の腐食(B-1)は、詳細不明であるが、ごく軽微なものとのことであり、特に、補修は行われていない。原因は、イナートガス中のSO₂によるものか、または海水成分の付着によるものと思われる。

磨耗は、球形タンクのタンク中心線タワー頂部のガイド支持部に2件(B-32、B-33)の発生が報告されている。このガイドは、ドーム頸部において垂直移動を拘束しないようにベアリング面を有するものである。原因は、ガイド部の過大なすき間、材料(ベアリング)の不適切および重いブタン貨物を部分積載したことによると考えられている。この対策として1隻は、固定支持構造に、他の1隻は、材質/すき間が適切になるように、それぞれ改造された。

LNG船の貨物タンクの腐食は、タンク内外が腐食環境にさらされる機会が殆どないため、通常オペレーションであれば特に問題はない。ただし、2・2で詳説するように、ステンレス鋼の海水成分による腐食は、かなり厳しい問題となる。したがって、LPG、特に、ブタン

も運ぶ計画がある場合のステンレス鋼製タンクには、注意が肝要である。また、タンク外部は、常に良好なイナータガスかあるいは乾燥空気が封入されていることになっており、オペレーション上、タンク周囲雰囲気を選定された成分/露点に保つことが重要である。

(3) 疲労き裂

き裂は、8件掲げられているが、何れも溶接工作不良、詳細設計の不具合に起因する微少な疲労き裂である。

このうち、独立型タンクに発生したき裂は、5件である。

2件(B-10, B-11)は、方形方式タンクの防撓材と端部肘板との取合部の溶接不良個所に発生しており、残り(B-35)は、何隻かの球形タンクのタンク内パイプタワー下部のすみ肉溶接不良部(アングカッタ、形状不良等)に発生している。何れもタンクは、5083-Oアルミ合金製である。これらのき裂は、少なくとも良好な溶接が行なわれていれば発生しなかったのではないかと思われる。しかし、詳細構造により一層の配慮を払って設計していれば、多少の溶接不良では、き裂発生に至らなかったはずである。

304Lステンレス鋼メンブレンタンクドームに発生したき裂(B-23)は、構造の拘束により生ずる応力集中を原因とする。詳細は、2・3を参照のこと。

36% Ni鋼メンブレンタンク支持構造防熱箱固着用管材が二次防壁メンブレンシートを貫通している個所に疲労き裂の発生が、2件(B-29)報告されている。これは、溶接工作不良(すき間が大)および詳細構造設計の不適切(ハードスポットを構成)が原因である。修理にあたって、該部は、すき間が生じにくく、かつ、比較的ソフトな構造となるように改造された。この種の損傷事故にあって問題点の1つには、損傷発生個所発見の困難さを掲げることができる。即ち、二次防壁に漏えいがあることは容易に分かって、それがどこにあるかを見つけるのが容易でない。この事故例で、その発見方法は述べられていないが、文献⁵⁾に示されている二次防壁漏えい個所検知方法の何れかによったものであろう。

これらの8件の疲労き裂は、構造的には致命的なものではなく、詳細構造/溶接工作に細心の注意を払えば、未然に発生を防止できたはずである。

(4) 溶接欠陥

漏えいに至った貫通の溶接欠陥は、2件掲げられている。うち、1件(B-3)は、独立型アルミ合金タンク溶接部のパイプ状気孔であり、もう1件(B-8)は、ステンレス鋼製メンブレンタンクのドームハッチ部の溶接不良である。後者の事故例については、2・3を参照のこと。

これらの貨物タンクは、新造時に非破壊試験が実施されたはずであり、前者はともかく、後者については、新造時の所定の検査試験を確実にこなしていれば、発見/手直しができたのではないかと想定される。

(5) スロッシングによる変形/き裂

メンブレンタンクに発生したもので、タンク支持構造と共に破壊した(B-4, 5, 30および31)。詳細は、本シリーズ、"スロッシングによる損傷とその対策"を参照のこと。

(6) インタバリヤスペースの過圧によるタンクの変形

1件は、小型の実験船(TGMの原型)に発生したものの(B-7)で、インタバリヤスペースの雰囲気制御ミスによる過圧を原因とする。この後、このインタバリヤスペースの雰囲気は、自動制御する方式に替えられた。

もう1件(B-4)は、スロッシングによるメンブレンおよびタンク支持箱の損傷を修理するための入渠中に発生した。これは、インタバリヤスペースをガスフリーしている際、操作ミスおよびこのスペース用の圧力逃し弁の不完全さにより、過圧(約0.1kg/cm²G)でメンブレンを広範囲に変形させたものである。

インタバリヤスペースの雰囲気(圧力および組成)の制御は、メンブレン方式のみならず、あらゆるタンク方式において重要である。過圧または負圧による構造物の損傷防止に対しては、圧力の自動制御、圧力警報、圧力逃し装置等による二重/三重の保護が望ましい。

(7) その他

タンクドーム、特に最後部のタンクのものにかなりの振動が2隻以上の船舶に生じた(B-34)。ドームに付く管およびその他の艀装品の重量の減少、ドーム接合部の補強等の振動部材の固有振動を変える処置、および/またはプロペラの新替による起振源の減少によって解決された。タンクまたはタンク内タワーのような大きな構造物と船体振動とが共振しないような処置/解析は、あらかじめなされており、特に、問題を生じないが、タンク付管あるいはその他の艀装品についても十分に配慮することが望ましい。

最初のクールダウン時の応力計測で判明したものと思われる過大な熱応力の発生が報告(B-39)されている。熱応力の問題は、適切なクールダウンおよび積荷用管のタンク内配置およびこれらの作業手順によって解決できる。

タンク内清掃不十分による問題は、2件報告されている。その1つは、タンク内にボルトを残してしまった件(B-26)である。このボルトを取り除くまで揚荷が許可されず、全貨物をフィルタにかけながら再循環させたた

め、結局、海上に94日留まり、かつ、積荷の15%を蒸発／消費するという損失を蒙った。もう1つは、タンク内にアルミ粉末を残したことで、2隻以上の船舶で問題が発生した(C-38および49)。即ち、このアルミ粉末が原因となって電動サブマージドポンプのモータ巻線のエナメルが腐食し、その修理のため、長期間の不稼働をもたらした。これらは、工事完了後のごく僅かの注意をおこたると、重大な結果をもたらすことがあるという教訓である。

1・3 防熱に関する損傷事故例

貨物タンクの防熱に関する損傷事故（不適切な設計のため、所定の防熱性能を発揮できなかった場合を含む）は、表3に示す15件が報告されている。

(1) 仕様の防熱性能が発揮できなかった例

設計ミスあるいは防熱値の見積りの不適切さによって所定の防熱性能を発揮できない例が、2件報告されている。

そのうち、1件(B-16)は、横置隔壁の温度が設計より低くなったものである。同型の2隻のLNG船が、このため、最初の定期的検査の際、水蒸気加熱管によって暖められるように改造された。

もう1件は、タンク全体の防熱性能が低く、ボイロオフガスの発生割合が0.28%／日となったもの(B-17, A-11)である。この値は、計画より約15%多いボイロオフガス発生量であった。このため、当初は、過剰のガスをベントマストから大気放出して運航された。原因は、防熱性能の見積りが甘かったことにあるが、特に、船舶の動揺による蒸発の増加量の見積りが少なかったのが、大きく影響しているようである。対策としては、貨物の蒸発をできるだけ少なくする積荷方法の実施、およびボイロオフガス移送用圧縮機の容量増加および二重燃料バーナのガス燃焼量増加の改造が行なわれた。その結果、ボイロオフガス全量が船用主機燃料として使用できるようになった。該当する船舶は、7隻であった。

防熱性能、即ち熱貫流率は、実績のない防熱方式の場合、設計段階でモデルテスト等によって確認されるが、さらに、十分の余裕をもって設計すべきであろう。最初に紹介した例では、横置隔壁が二重隔壁構造、即ちコッファダムを構成していたので、加熱管配置という対策をとり得た。もしこのような対策をとり得ない場合、横置隔壁の新替ということもあり得る。

(2) 防熱構造のき裂、すき間等

防熱構造の設計不良、材料の不適切または工事不良によって、防熱構造にき裂、すき間等が生じ、内殻の局部冷却（コールドスポット）、さらには過冷却による内殻の

表3 タンク防熱の損傷例

損傷の種類	件数
設計ミスによる低防熱性能	2
防熱構造のき裂、すき間等	6
防熱材浸水（表4参照）	5
低温積荷試験での防熱破壊	2

表4 防熱材浸水の原因

防熱欠陥／過冷却による内殻き裂	2件
上甲板疲労き裂	1件
内殻疲労き裂	1件
保証ドック工事中のミス	1件

ぜい性き裂発生損傷、あるいはボイロオフ量増加をもたらした損傷例は、6件報告されている。内殻の局部冷却によるき裂発生は、さらに、防熱材の浸水事故をもたらすことがある。防熱材の浸水事故の対策については、次の(3)を参照のこと。

この種の事故のうち、5件(B-12, 13, 14, 15および18)は、独立型方形方式タンクのLNG船の2隻の同型船に相次いで発生したものである。詳細は、2・1を参照のこと。

残りの1件(B-36)は、球形タンクのLNG船に発生した防熱材のき裂であり、き裂発生タンクのボイロオフ量の増加により発見された。き裂発生箇所は、円筒スカート上部と赤道輪郭に近接した球形ゾーンとの間のエッジと呼ばれる区域の防熱材であった。原因は、防熱施工の不適切および材料の柔軟性の欠如であった。

(3) 防熱材の浸水事故

防熱材の浸水事故の原因は、表4に示すとおり、5件中、4件がホールドスペースの隔壁のき裂である。

防熱不良を起因とした過冷却による内殻き裂からの浸水事故が1件(B-15)ある。この損傷については2・1を参照のこと。

船体構造自身を原因とする疲労き裂発生により、防熱材の浸水事故に至った例は、少なくとも2件(B-19および24)報告されている。この種の事故発生防止対策は、船体構造の疲労き裂防止対策につきる。即ち、船体構造強度解析は、規則要求の如何に拘わらず、全体および局部強度について実施し、特に、詳細構造について十分の配慮を払うことが望ましい。また、防食にも十分の配慮を払うべきである。一般に、船体構造のき裂は、構造的欠陥による初期的なものを除き、船令約8年位から発生

しだすものであり、また、腐食の程度が激しくなるのも同様の船令である。LNG船のように高価な船舶は、詳細構造に特別の配慮を払い、かつ、防食および保守にも十分な処置をとって、き裂／腐食による損傷事故の発生を極力防ぐべきである。

もう1件の防熱材浸水事故(B-25)は、保証ドックの工事の際の不注意で生じたものである。この防熱は、バルサ材およびグラスウールで構成されていたが、グラスウールは取り去って代わりにポリウレタンフォームが封入され、バルサ材は、乾燥空気の送りこみによって乾燥された。

防熱材浸水事故の対策として重要なことは、浸水を生じさせぬことであるが、万一浸水した場合も考慮して、浸水した防熱材の性能の変化について設計段階において実験的に調査しておき、浸水後の処理／修理要領を検討しておくのがよい。

(4) 低温積荷試験での防熱破壊

最もシリアスな事故が2件(B-9および28)船舶の引渡し直前の低温積荷試験で発生している。何れも建造中止に至った例である。前者は、内部防熱材としての検討不足、後者は、施工不良が最大の原因と思われる。

(5) コールドスポット

記録には表われていないが、ボイルオフ量の増加および／または内殻の過冷却を伴わない程度のコールドスポットは、しばしば発生している。このようなコールドスポットが発生した場合、まず第一には、注意深く観察を続けることが重要である。その結果、コールドスポットが進行しているようであれば、定期的検査等の際にその個所の防熱材を検査すべきである。また、その間、ボイルオフ量の増加、内殻過冷却のおそれ等に至った場合は、修理のための停船を考慮すべきである。

(6) 防熱火災

幸いなことにLNG船での発生はないが、低温式LPG船では、数例が報じられている大事故として防熱火災がある。これは、全て、船体修理工事中に溶接火花により防熱材に着火し、燃え易い材料および狭い区域での消火作業の困難さのため、大火災に至ったものである。また、狭い区域での脱出の困難さから殆どの場合、人身事故(作業員の死亡等)を伴っている。

このような事故は、陸上タンク(表7参照)でも発生しており、LNG船でも発生する要因は、低温式LPG船と全く同じである。したがって、ここで特にタンク附近での溶接工事の防火／安全対策の重要性を喚起しておく次第である。

1・4 内殻の損傷

防熱不良個所の過冷却による内殻のき裂および防熱材浸水事故に至った内殻のき裂は、すでに1・3(2)および(3)に紹介したとおり、計5件発生している。なお、このうち、内殻き裂に伴う防熱スペースに浸水した事故で独立型タンクが持ち上がった例が2件(B-18および19)報告されている。しかし、タンク構造には、異常は発生していない。

これら以外の内殻き裂は、2件報告されている。

1件は、3隻のシリーズのLNG船(12万 m^3 型球形タンク)で、プロペラに起因する振動によって内殻に小さき裂が発生している(B-27)。プロペラは、漸次新替修理されている。

もう1件(B-40)は、二、三の船舶(球形タンクLNG船)において内殻のき裂を原因とするホールドスペースへの浸水事故が発生している。この場合、防熱材は、タンク付であり、内殻との距離が十分であったため、浸水に至らなかった。

内殻の損傷として特に報告されていないが、1・3(2)でも述べたように周囲バラストタンク等では、船令が増えるにつれて、腐食が進行するおそれがあるので注意する。特に、電気防食をして塗装を施さなかったり、または塗装をしていてもその後の保守が悪かったりすると、船令8年ぐらいで腐食衰耗による大幅な新替工事が必要となる。このような工事自身は、一般船舶の船体工事と同じであるが、周囲の防熱等に関する附帯工事が多くかかり、かつ、不稼働の1日当たりの経済的損失も一般船舶に比べてはるかに大きい。

内殻の腐食に関して注意しなければならぬ大きな問題がある。それは、ホールドスペースにイナートガスを封入する場合のオペレーションの問題である。このイナートガスは、防爆および防熱材の経年劣化防止の目的のみならず、内殻の防食の目的からも重要である。したがって、酸素濃度のみならず、乾燥度も定められた値を保つようなオペレーションとするように十分注意する。例えば、定期的検査等の後、ホールドスペースへのイナートガス封入を完全に行なっても内殻、防熱表面等の乾燥が不十分であれば、ホールドスペース雰囲気中には酸素(規則では5 vol. %以下)があり、さびを十分に生じさせ得る。即ち、ホールドスペースのイナートングの手順として、第一に、乾燥を十分に行なってからイナートガスの封入に移行すべきである。

1・5 タンク支持構造の損傷

タンク支持構造の損傷例は、4件報告されているが、

そのうち3件(B-5, 30および31)は、スロッシングに起因するものである。詳細は、本シリーズ「スロッシングによる損傷とその対策」を参照のこと。

他の1件(B-6)は、メンブレンタンクの木製の支持材/滑り止めの合板が、後進時の異常な振動、および半没水物体との接触衝撃により破損したものである。詳細は、不明であるが、就航後1年未満の間に、この程度の衝撃で2回も破損しているながら、その後、根本的な改修なく就航しているところをみると、工作不良によるのではあるまいか。

LNG船では、き裂発生の例はないが、低温式LPG船の独立型タンクでは、支持構造に疲労き裂が発生した例がある。支持構造は、個々の設計によって構造が異なるが、いずれにしても複雑な形状をしており、応力集中箇所となるので詳細構造に十分注意する。特に、実績がない場合は、疲労強度解析を実施した方がよい。なお、LNG船のタンクと支持構造取合部は、設計者から定期的検査における重点的検査箇所として指定されることもある。

独立型タンクでは、タンク揺れ止めのため、熱伸縮では滑るように設計された適当な挿入材(合板、樹脂等)が用いられることがある。低温式LPG船では、この挿入材と支持構造(キー・チョック)とのすき間がなくなって滑らなくなったため、タンクと船体との相対移動による全ての力が挿入材に加わった。このため、挿入材が破損した例がある。LNG船でもこのような構造とする場合は、設計/工作に十分注意すべきである。

1・6 その他の損傷

(1) ホールドスペース等の気密構造に関する損傷

ホールドスペース、インタバリアスペース、防熱スペース等には、イナートガスを封入しておくのが通常であり、そのためには、気密シール部が設けられている。この気密シール部には、2件の損傷例が報告されている。

1件は、球形タンクの赤道エッジ部における防熱シールの不具合である(B-37)。この船舶では、防熱カバーが気密構造となっており、タンクと防熱カバー間のスペース(防熱スペース)には、窒素を封入するようになっている。この損傷により、防熱スペースの窒素パージの困難をもたらした。

もう1件は、タンクドームとタンクカバー間のラバーシールの品質が適切でなかったため、気密性が不完全であったことである(B-38)。これは、ホールドスペースのイナーティング用窒素の消費をもたらした。

損傷報告があったのは、前記2件であるが、ホールド

スペース等のシール部の気密性は、100%完全なものとはいえない。そこで、イナーティング補充用の窒素を船舶に貯蔵しておくことになるが、その必要量の見積りはむづかしい。

実績の少ないシール方式では、航海中の窒素消費量の正確な推定は困難である。したがって、就航中にある程度の気密性は損なわれるものとして多少の余裕をもって貯蔵しておくべきである。

(2) その他

取扱い不注意により、防熱スペース中に、このスペースの環境制御用の三方弁を落としたため、そのタンクを1航海、空荷とせざるを得なかったという事故例が報告されている(B-41)。

2. 損傷事故の詳細

前1で取上げた損傷事故のうち、興味があり、かつ、詳細が発表されている損傷について説明を加える。

2・1 Methane Princess/Methane Progressの防熱損傷

この両船の防熱に関する損傷は、詳細が公表されている^{6) 7) 8) 9)}。しかも、損傷状況、修理方法および原因のみならず、損傷発生後の処置、修理手順等についても報告されているので、色々の意味で参考になる。この両船の防熱構造の概要については、本誌Vol. 34, 1981-7, 本シリーズ(その2)を参照のこと。

(1) コールドスポット

防熱材の欠陥は、内殻のバラストタンク側にコールドスポットとして表われる。両船は、各積荷航海にコールドスポット検査される。コールドスポットを見つけた場合、全て記録される。コールドスポット部の温度および範囲は、引続き、注意深く観察される。コールドスポットの成長が激しい場合、修理される。

最初は、Methane Progressの第1回積荷航海において内殻(縦隔壁上部)に2カ所のコールドスポットが発生した。これは、バルサパネルのスタッドホール(パネルを船体に固着するためのスタッド用)にPVCのプラグおよびシーリングナットを設けることになっていたのに、実際には、取り付けられていなかったためである。

さらに、1965年、Methane Progressのその後の航海において、バルサパネルのPVC継手(くさび形のPVC)の取付不良および不正確な形状によって、コールドスポットが発生した。Methane Princessの該部の工作も必ずしも良好ではなかったようで、1971年、同様のコールドスポットが発生した。Methane Progressのコールドスポットの多くは、側壁とビルジ部取合いの

135度コーナのPVCに発生した。
 これらのコールドスポットの発生によって発見された防熱不良箇所は、防熱材とタンク間に人間が入れないため、バラスタンク側から内殻鋼板を切り取ってPVCを再び取付けるか、またはポリウレタンフォームで埋める修理がなされた。

同じような防熱不良箇所のコールドスポットは、1971年および72年に発生して修理されている。その後は、この種の修理は殆ど行なわれていないようである。

図2にPVC継手の修理前(原型)および修理後の構造を示す。この修理の手順は、定められ、かつ、発表⁸⁾されているが、長くなるので割愛する。重要なことは、設計段階において万一の損傷を想定して、修理ができるだけ容易に行なえる構造を考えておくことである。

このほか、横置隔壁にもコールドスポットが発生している。これは、局所的な防熱不良ではなく、防熱性能/配置の設計上の問題とされ、船体が許容温度以下にならぬようにヒーティングコイルを設けることで解決された。

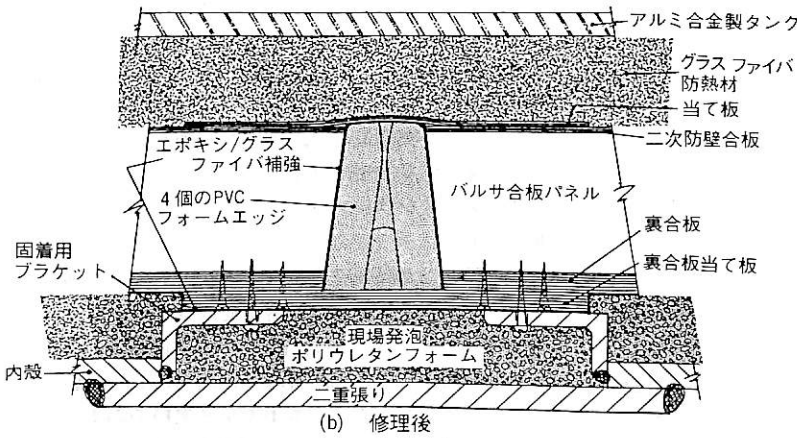
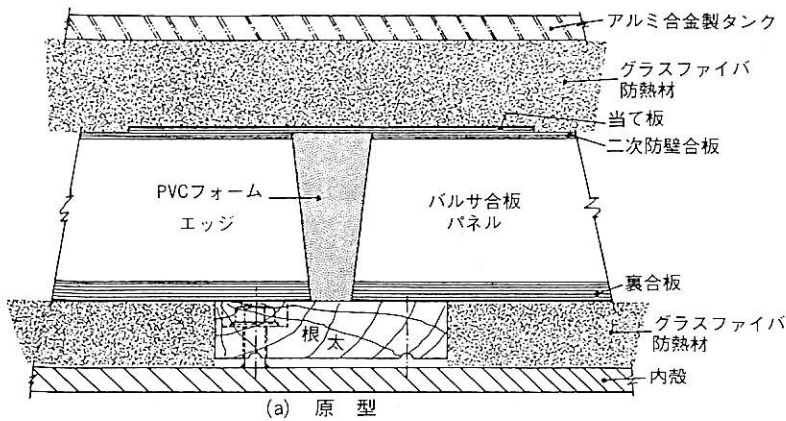


図2 Methane Princess/Methane Progressの防熱修理図

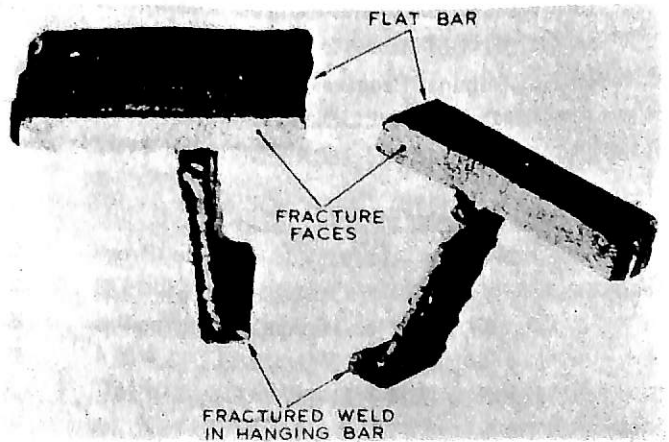
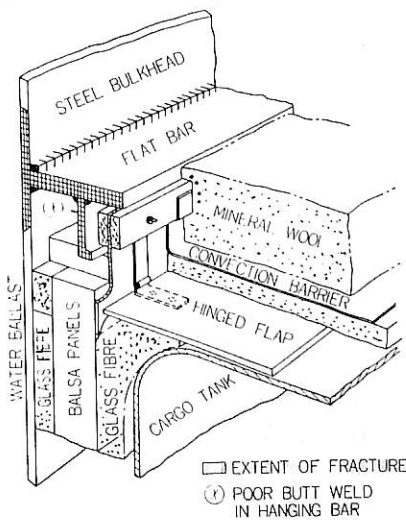


図3 内殻のき裂損傷

(2) 頂部防熱不良による内殻のき裂損傷

バルサ防熱材の上端部の防熱不良に起因する内殻の過冷却およびき裂が、相次いで発生している。経過は、次のとおりである。

(a) 最初に、Methane Progress の縦隔壁のタンク頂部での位置に帯状の霜よりなるコールドスポットが数カ所に発生した。船体温度は、計画値より低くなった。原因は、局部的な対流の発生、およびタンク冷却収縮によって防熱材がタンク頂部から引き離されたものと推定された。最初の検査の際、欠陥が生じた個所の固定および対流防止装置の設置がなされた。しかし、結果として、この修理は、完全でなかった。

(b) Methane Princess では、1965年4月、縦隔壁付き水平平鋼の上下方向にき裂が発生した(図3参照)。揚地の Canvey Island に到着後、ストップホールを設け、グラスファイバ/エポキシのパッチを当て応急修理とし、次定期検査まで運航された。そして、検査前のウォームアップの際、損傷部のタンク底部の温度計測では、該部に氷が存在する挙動が示された。タンク頂部の区域に人間が入って、き裂からの水の浸入が確認された。縦隔壁底部でもドリルで穴をあけることによって浸水が確認された。

(c) 前(b)の鋼構造のき裂は、垂直形鋼の突合わせ溶接継手に発生し、それが、縦隔壁にまで伝ばしているのが確認された。

(d) 防熱材浸水に関して修理方法を定めるための試験(浸水防熱材の性質、途中での氷結を考慮した水の浸透状況等)が行なわれた。この結果、浸水したグラスウールは、取り去って、新しくグラスウールを設けるか、または代わりにポリウレタンフォームを設け、バルサ材は、ホットエアで十分に乾燥させることになった。

(e) 1966年半ばに、Methane Princess の他のホールドスペースに、前(b)と同様のき裂が発生した。また、ほとんど同時に Methane Progress のNo 3 ホールドスペースにも同様のき裂が発生した。これらの損傷では、発見が早かったため、防熱材の浸水事故には至っていない。

(3) その他の内殻き裂

1967年および68年、さらに1972年に Methane Progress の内殻にコールドスポットが発生し、内殻にき裂が生じている。また、1972年、Methane Princess のNo 2 ホールドにき裂が発生して防熱材が浸水し、さらに、タンクが持ち上がった損傷事故の報告がある。いずれも詳細は不明である。

2・2 Descartes のタンク腐食損傷

1.2 mm 厚さの304 L ステンレス鋼メンブレンタンク LNG 船 Descartes は、LPG も運送するように計画されており、かつ、実際に LPG 輸送に従事した。その結果、LPG、特にブタン中に含まれる海水成分による腐食が発生した¹⁰⁾。

Descartes は、1971年に完成したが、1974年末、タンク底部に腐食が発見され、特に、No 5 タンクが著しかった。No 5 タンクでも、主として後部の底部格子附近に網目状の孔食が約10カ所存在していた。

この修理の手順は、次のとおりであった。

(a) メンブレンシートの pH を上げて腐食進行を抑止させるため、炭酸ナトリウム 10 wt % 水溶液をタンク底部の腐食部分にふりかける。

(b) コルゲート部をブラシで磨き、5 wt % 硝酸水溶液で不動態化させる。

(c) タンクの前、後および側壁では、近づき得る範囲を不動態化させる。

(d) タンク底部を洗い、かつ、不動態化させる。

(e) 深さが 0.3 mm 以上あると推定される多くの網状孔食のあるメンブレンシートには、メンブレン型の二重張りを施す。

(f) 孤立した深い孔食には、円状の当て金を施す。

(g) 深さの浅い孔食は、磨いて取り去る。

(h) (a)ないし(g)の補修後、タンク底面および底部から 2 m の高さまでの前、後および側面に 100 ないし 140 ミクロンの厚さのタールエポキシ系塗料を施す。この塗料は、選定にあたって、LN₂ 熱衝撃試験、コーティング試験片の曲げ試験、低温疲労試験(−196℃での繰返し伸び)、要素モジュールでの疲労試験を含む腐食試験、貨物との適合性に関する試験、および腐食抑制剤が存在する海水中での腐食試験が行なわれた。

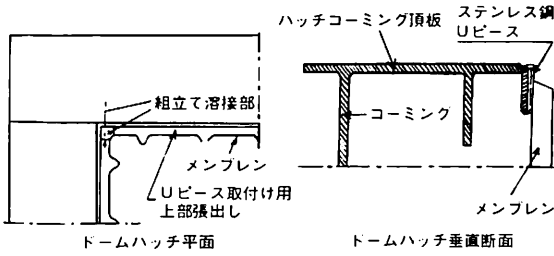
この後、Descartes は、多くの LNG および LPG を輸送しているが、4年後までの記録では、塗料には如何なるはく離および変形も生じていない。

2・3 Descartes のガス漏えい事故

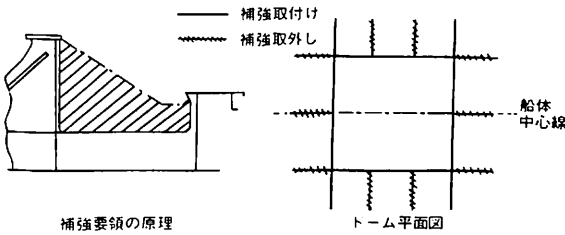
Technigaz メンブレン方式タンクを採用した本格的な LNG 船の第一船である本船では、タンクドーム部の溶接不良およびき裂によるガス漏えい事故が発生している。前者は、就航直後の1972年、後者は、1978年にそれぞれ起こったもので、詳細が発表^{10) 11)}されている。

(1) 溶接不良に関するガス漏えい

この損傷は、No 6 タンクのガスドーム部でメンブレンシートを取付けている U ピースの溶接不良、主として溶



(a) ドーム構造



(b) 溶接不良

図4 ドーム部の構造および溶接不良

け込み不足（図4参照）からのガス漏えいである。これは、溶接不良というより、むしろ溶接ミスといった方がよいような溶接であり、その内容、詳細等についての説明は、本誌Vol. 33, 1980-11に訳文が掲載された文献¹²⁾に紹介されているので、ここでは、ページ数の関係で割愛する。いずれも定められた要領どおりに溶接および検査していれば、漏えい事故の発生は未然に防ぎ得たものと思われる。

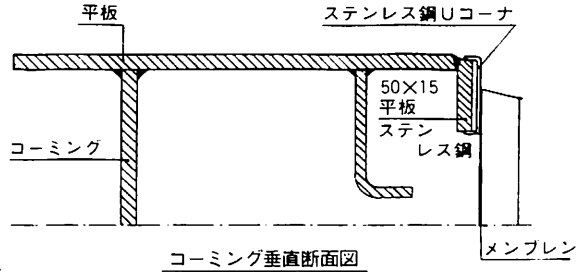
この事故の発見から処置に至るまでの経過は、興味があり、かつ、参考になるとと思われるので次に掲げておく。

(a) 1971年10月、ガステスト(3,300 m³のLNG使用)が行なわれたが、特に異常は認められなかった。

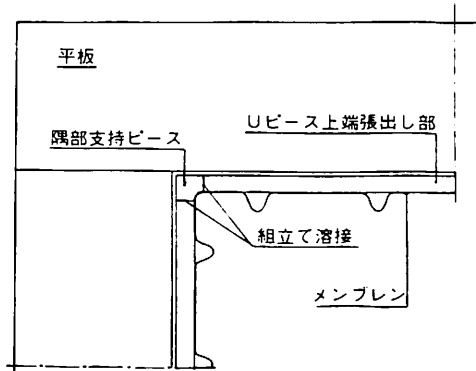
(b) 最初の積荷時、No.6タンクのインタバリヤスペースのガス濃度は、他に比べて若干高かったが、LELの25 vol. %に達することはなかった。

(c) 最初の積荷航海中、No.2, 3, 5 および6タンクのインタバリヤスペースのガス濃度について十分に監視がなされ、また、最初の揚荷入港の際のUSCGの検査において該スペースのガス濃度をLELの30 vol. %以下に維持するよう注意がなされた。

(d) この就航後の本船の停止の機会(貨物弁改造工事)に調査のため、No.6タンクのインタバリヤスペースのガスフリーを行なった。当時は、このガス濃度が多いのは、工具、足場等の落下によるメンブレンの損傷ではないかという想定で、タンク下部に対しアンモニアガスによる



コーミング垂直断面図



コーミング平面図

図5 ドーム付近船体構造の改造要領

漏えい試験が行なわれた。漏えい箇所は未発見。

(e) 第2航(1972年1月)積荷航でインタバリヤスペースの雰囲気に関する種々の計測がなされ、No.5および6タンクのガス密性は、他のタンクに比べて若干劣ること、およびタンクの高所部に何かの問題があるのではないかということが分かった。しかし、航海中は、インタバリヤスペースのガス濃度をほぼ一定値(LELの10 vol. %)に維持でき、特別の変化は表われなかった。

(f) 揚荷港(Boston)到着によって蒸発ガスの吸引を停止したが、この時、タンク内気相部圧力は、70 m barから110 m barに上昇した。このタンク内圧力上昇は、LELの10 vol. %を維持していたNo.6タンクのインタバリヤスペースのガス濃度をLELの28 vol. %に上昇させ、警報が鳴った。

(g) 前(f)の結果、気相部に接触しているタンク頂部に何らかの欠陥があるのではないかと推定された。USCGからNo.6タンクに関する厳格な検査の実施が要求された。種々の検討の結果、No.6タンクのガスドームが最も疑わしいこととなった。

(h) 本船は第2航後、1回だけLPG輸送に従事した後、前記の検査のため、1972年3月Marseilleに到着した。そして、No.6タンクのガスドーム部のUピースに溶

け込み不良が発見された。さらに、他にも同様の欠陥があるという疑いがあったので、全てのタンクドームについて同様の検査がなされた。

(i) 結局、全ての液およびガスドーム隅部のUピース溶接部の上部を削除し、入念なTIG溶接による円板の取付けが行なわれた。修理後、アンモニアガスによる漏えい試験が行なわれた。

(2) タンクドーム部でのき裂によるガス漏えい

1978年5月、No.3タンクのインタバリアスペースのガス濃度が、許容値をはるかに超えた。安全処置として引続いた2回の航海では、No.3タンクには積荷をせずにイナータガスを封入した。

1978年7月、定期的検査時にタンクの完全なアンモニアガス漏えい試験を実施したが、タンク頂部、側部および底部には欠陥はなく、液ドーム頂部のUピース支持用の50×15mmのステンレス鋼平板(図4参照)の溶接部に、長さ30mmのき裂が発見された。

き裂の直接の原因は、溶接不良であり、他の全ての同様な個所についても検査され、疑わしい個所は修理された。また、該部は、構造的に拘束され、高応力が生じていることが、詳細構造解析の結果判明したので図5に示す要領で改造された。

2.4 メンブレンタンク周囲スペースのガス濃度

メンブレンタンクは、0.5, 0.7 または1.2mmの薄い金属板で構成される。このような薄板の溶接工事で、しかも、1つのタンクの容量が2万m³を超えるような大型タンクでは、ガスの透過を皆無にするような工作および検査試験法は、実用的に不可能に近い。また、安全性の面からは、微量かつ一定量のガスの透過は許容され得る。したがって、この問題は、厳密にいうと損傷事故のテーマでとりあげるのとは適切でなく、むしろ、“貨物オペレーションの実情”でとりあげるべきテーマであるかもしれないが、便宜上、ここでとりあげておく。

(1) Gaz Transport メンブレンタンク

GT方式は、二次防壁に一次防壁と同じ36%Ni鋼製メンブレンを使用しており、引火爆発に関する安全性の点からのみいえば、インタバリアスペース(一次と二次防壁間の区域)は常に不活性雰囲気中に保たれており、さらに、その周囲のスペース(タンクおよび二次防壁と内殻の間のスペース)も常に不活性雰囲気中に保たれているので、周囲への万一の漏えいを生じた場合でも雰囲気になることはない。したがって、防爆上、二次防壁と船体内殻間のスペース(注)の雰囲気制御/規制すればよいことになる。したがって、一次防壁のガス密性は、最小

限、インタバリアスペースの圧力が異常に上昇したり、温度が所定値より低下しない程度のもとし、さらに、品質管理の観点から適当な値を設定すればよい。例えば、雰囲気中の貨物ガス成分20vol.%という値を許容濃度としたこともある¹³⁾ようだが、実際は、もっと少ないガス濃度となっているようである。

注:このスペースは、常に不活性雰囲気中に保持されているので問題はないが、さらに、このスペースから隣接区域(バラスタタンク、コッファダム等大気が存在する区域)への漏えいも考える必要がある。

就航実績では、一次防壁からある程度のガスが透過しているのは明らか¹³⁾であるが、どの程度の値かは公表されていない。また、二次防壁と内殻間のスペースの貨物ガス濃度は零という実績(Hassi R' Mel)も報告されている¹³⁾。

(2) Technigaz メンブレンタンク

TGM方式の二次防壁は、合板であり、完全なガス密性は有していない。即ち、インタバリアスペース、および二次防壁と内殻間のスペースの雰囲気は、共通であると考えられる。

TGM方式の本格的LNG船の第1船Descartesおよび第7船目(12万m³型としては第1船)のBen Franklinのガス濃度の計測記録を表5に示す¹⁰⁾。

表5 TGMタンク周囲のガス濃度計測記録

年	No.1		No.2		No.3		No.4		No.5		No.6	
	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B
Descartes												
1973	0.5	8	9	9	13	10	8	9	6	3	9	10
1974	12	16	16	17	21	17	10	10	20	16	18	8
1975	9	6	16	15	17	12	5	4	14	11	14	14
1976	7	7	11	13	14	16	7	7	12	13	8	14
1977	5	6	7	8	12	13	4	5	6	7	7	9
1978	3	2	6	4	17	13	5	5	4	6	7	8
1979	17	13	13	11	16	12	9	7	8	9	5	10
Ben Franklin												
1979	0	0	2	2	1	0	0	0	4	0	1	0

注:1) 数字は、LELを100%としたときのガス濃度(vol%)
 2) H:高所の検知点, B:底部の検知点
 3) Descartesは、異常時(前2.2参照)を除いた各年間平均値であり、かつ、No.1タンクの周囲に対し1m³/H、その他のタンク周囲に対して2m³/HのN₂を放出して雰囲気制御を行なっている(設計仕様では、それぞれ2.5m³/Hおよび4m³/H)
 4) Ben Franklinは、1979年11月の就航時計測記録であり、かつ、タンク周囲スペースには窒素の放出を行っていない。

Ben Franklin は、就航直後の記録のみではあるが、建造実績のフィードバックにより、タンクのガス密性は、TGMの第一船である Descartes に比べて著しく向上していることがわかる。

また、Descartes は、1978年にNo.1 タンクについてアンモニアガス漏えい試験を実施しており、漏えい検知箇所はないという結果¹⁰⁾が得られている。

3. LPG 船貨物タンクの損傷

低温式および圧力式LPG船の貨物タンクの損傷に関する調査資料が公表^{14) 15)}されている。これらのタンクは、材質/構造/使用条件がLNG船とは異なるが、損傷例にはLNG船の損傷防止対策を考慮するに当たって有用なものも多く含まれている。次にその概要を紹介しておく。

(1) 低温式LPG船の貨物タンクの損傷

日本海事協会(NK)船級の23隻の低温式LPG船の検査記録に基づく調査結果が報告されている¹⁴⁾。

調査対象となった23隻の平均船齢は、1979年4月現在で約9年であった。貨物タンクおよびタンク支持構造に関する損傷は、10件であり、そのうち、8件は、局部構造に起因する疲労き裂、1件は、建造時のガス切断で誤ってタンク板につけたノッチ、および残りの1件は、溶接のピンホール(貫通)である。いずれも微小き裂あるいは微小欠陥のうちに発見された。ガス漏えいに至った例も5件あるが、タンク周囲スペースのガス濃度がLELを超えた例はない。もちろん、液漏えいに至った例は1件もない。

報告¹⁴⁾中、特に興味があるのは、疲労き裂のうち、タンク板貫通き裂に至った3件(図6参照)についての

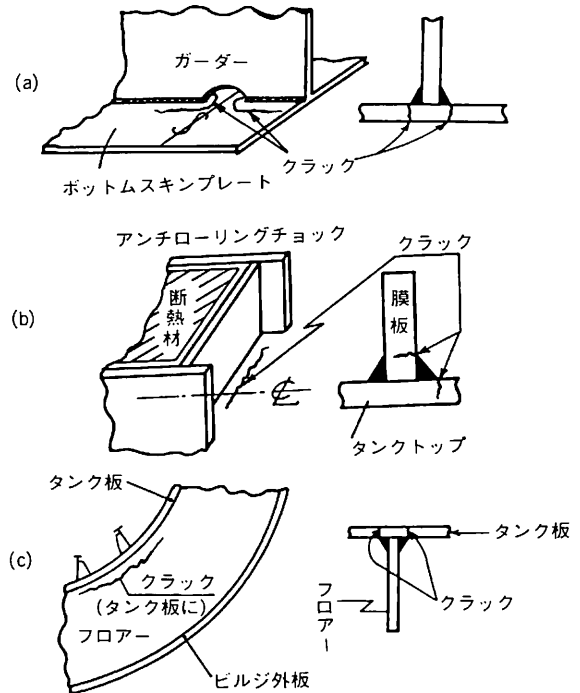


図6 タンク板の貫通き裂の例

破壊機構解析^{注)}結果である。その結果を表6に示す。表中、累積被害度が示されているが、この値は、タイプBタンクの設計基準によると0.5以下とする必要がある。即ち、これらのタンクの疲労き裂は、タイプBの設計基準を適用していれば^{注)}、その発生を未然に防ぎ得たものと思われる。

注：破壊機構解析とは、構造物に対する疲労き裂発生寿命および伝ば、並びに急速破壊(ぜい性破壊)解析である。規則で定めるタイプBタンク

表6 疲労き裂発生タンクに対する破壊機構解析結果

損傷例	発見時 船令 (年)	き裂発生個所のピーク応力(kg/mm ²)			累積被害度		貫通き裂* に至る期間 (年)	貫通後、限界 き裂長さに至 る期間(年)	備考	
		σ_{mean}	σ_{alt}	$\sigma_{max/min}$	()年内での 被害度	20年での 被害度				
タンク底板 図6(a) 1隻の船舶に対し 6カ所に発生	A	1.25	-4.1	±49.1	-53.2	9.4(1.25)	151		非貫通き裂	
	B	1.25	-12	±31	-43	0.9(1.25)	14		同上	
	C	1.25	-12	±26	-38	0.4(1.25)	4.2		同上	
	D	1.25	-12	±27.8	-39.8	2.4(1.25)	6.2	1.0(約)	>5または6	貫通き裂
	E	3								非貫通き裂
	F	5.9	-11.4	±34.8	-46.2	1.3(5.9)	16.5			同上
タンク頂板 図6(b)	4.5	-	±24.7	±24.7	1.5(4.5)	2.3	7.0(約)	>5または6	貫通き裂	
一体型タンクビルジ部 図6(c)	11	-	±43	±43	4.0(11)	8.0		>5または6	同上	

注：空欄部は計算していないもの。

*初期き裂を1.5mm×5mm(深さ×長さ)の表面き裂と想定したもの。

とする場合、このような解析が要求され、かつ、規則で定める基準に適合させる必要がある。これらのタンクは、タイプAタンクとして建造されているので破壊機構解析は要求されない。破壊機構解析についての詳細は、文献⁶⁾を参照のこと。

低温式LPG船の貨物タンクのき裂では、材質に起因するもの、および応力腐食割れは、発生していない。即ち、基本的には問題がなく、さらに、詳細構造に十分な注意を払い、かつ、溶接工作についても十分慎重に行なっていれば、これら10件の微少き裂または欠陥は、発生を防止できたと想定される。

(2) 圧力式液化ガスタンカーの貨物タンクのき裂

圧力式液化ガスタンカーの対象貨物の大半は、LPGであり、その他、アンモニア、プロピレン、ブタジエン、塩化ビニール等が、対象となる。これらのタンクでは、高張力鋼が多く使用されていることもあり、多くの微少き裂の発生例が報告されている¹⁵⁾。

高張力鋼(60キロおよび80キロ級)のタンクでは、検査タンク数51個のうち、微少割れが発見されたタンクは、21個であり、約40%のタンクに微少割れが存在していたことになる。なお、軟鋼製のタンクは、5個検査されているが、如何なるき裂も発生していない。

き裂発生の主原因は、溶接部の材質に関連する。高張力鋼製のタンクは、陸上タンクでも多くのき裂発生例が報告¹⁷⁾されており、これによると開放検査された高張力鋼製液化ガスタンクの半数以上のタンク(約60%)に微少き裂が発見されている。これらは、高張力鋼およびその溶接が材質的にき裂の発生に対して非常に敏感であり、したがって、十分に留意して材料/溶接法を選択すると共に、溶接施工管理も特に慎重かつ丁寧に行なう必要があることを示している。

LNG船および低温式LPG船に現在使用されている材料/溶接は、このような高張力鋼で発生しているような溶接部の材質的な原因によるき裂の発生は報告されおらず、これらの材料/溶接が微細き裂の発生に対して材質的に極めて優れたものであることを示している。

4. 陸上低温式液化ガスタンクの事故例

陸上の低温式液化ガスタンクの重大事故または液漏えいに至った事故例を表7に掲げておく。これは、文献¹⁸⁾に掲げられているもので、陸上の液化ガスタンクにおける著名な事故は、全て網らされている。

いずれも教訓として貴重なものである。

LNG船およびその他の液化ガスタンカーの全世界の

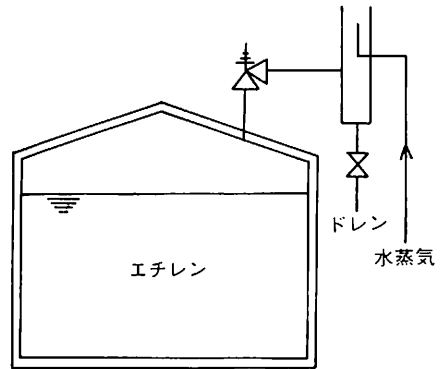


図7 氷結を起こしたベントスタックの構造¹⁹⁾

就航船は、現在、600隻前後ではないかと推定される。幸いなことに、これらの液化ガスタンカーでは、表7に掲げたような事故は、防熱火災(1・3(6)参照)を除き、皆無である。これは、これまでの液化ガスタンカーの設計、建造、検査および運航が適切であったと考えてもほぼ間違いはない。しかし、液化ガスタンカーでも、一步誤ると類似の事故が発生する要因を有している訳であるから決して油断してはならない。

表7のAの事故は、現在のような材料選択の手順を踏んでいれば、新しい材料(例えば、最近開発されている5%Ni鋼)でも心配することはない。また、Bの漏えい事故は、建造工作上の初歩的なミスであるが、このような思いがけぬ工作ミスは、2・2(1)の溶接不良や3(1)のガスハッチの例をみても分かるように液化ガスタンカーのタンク工作でもあり得るので留意すべきである。さらにつけ加えると、検査試験あるいは品質管理担当者は、得てして、小さなブローホールを見つける技術の追求に懸命になったり、品質管理の統計的数値の向上に目を向けがちとなる。これらは、もちろん、重要なことであるが、担当者は、まず第一に、マクロ的にみて常に抜けがないように初歩的な品質管理/検査を確実にこなすように心がけるべきである。

表7には、タンクの内圧の上昇によるき裂発生が3件(C, DおよびE)掲げられている。基本的には、タンク過圧安全弁が設計どおり作動していれば問題はなかったものと思われるが、さらに、圧力の監視体制も不十分だったようである。CおよびDのベント管装置の閉塞はいずれも設計ミスである。

これらに類似した内圧上昇は、液化ガスタンカーでは起こり得ないように規制されている。即ち、再液化装置/圧縮機の予備(圧縮機等の停止による圧力上昇がなくなる)、高圧警報の設置(安全弁が開く前にガスを排除す

表7 低温式液化ガス陸上タンクの事故例

件名		積載ガスの種類 タンク構造方式 事故発生年月日	事故の概要	原因,その他
A	(米)オハイオ州 クリーブランド のLNG貯槽の タンク破壊	LNG 二重殻低温貯槽 (内殻, 3.5% Ni 鋼) (外殻, 炭素鋼) 1944. 10. 20	LNGの貯蔵タンクとして稼動中, タンクぜい 性破壊により液が漏えい, 工場に拡散中着火し, 炎上。さらに, 近接タンクが倒壊爆発して大事 故に至った。最初は, タンクの高さ1/2 ないし 1/3 のところから, ガスと液が噴出しているの が目撃された。	3.5%Ni 鋼の使用によるぜ い性破壊で, 材質の不適當。 最初のLNG 受入れ時(1944. 7) に底板にき裂が発見さ れ, 補修されていたよう である。
B	川崎の低温LPG 内槽の漏えい	LPG(プロパン) 二重殻低温貯槽 1962. 3. 21	第1回の液の受け入れ完了後, 外槽に霜がつい たので調査したところ, スケッチプレートから 内槽側板にわたる全長160 mm のき裂で, 二重 殻間に液漏えい。	設計にない溶接ビード上の 欠陥から発生したもので, 建造時の施工管理/検査の 不十分が原因。 材料(低温用炭素鋼)のじ ん性が適切のため, 大き き裂には至らなかった。
C	Arabian/Ame- rican Oil の低 温LPG貯槽の 事故 (サウジアラビア)	LPG(プロパン) 一重殻低温貯槽 1964. 10. 12	貯蔵中, 内圧が上昇(過圧安全弁の設定 0.07 kg/cm ² G に対し, 0.1 kg/cm ² G に昇圧)し, 屋根と側板との接合部が約1/2 周ほどさけて外 部にガスが漏えいし, 次いで5秒後に着火炎上 した。隣接タンクの断熱材も被害を蒙った。	設計不良によりベント管中 にLPG凝縮が生じて液封 され, かつ, 圧力の監視不 備(圧縮機開放点検中)も あり, タンク内圧が設計圧 力以上になったため。
D	(英)ICI North Tees 工場のエ チレンタンク事 故	エチレン 二重殻低温貯槽 (アルミ合金) 1967. 11. 10	内圧が上昇して内槽各部分が変形し, 受入払出配 管の付け根部の破壊で外部に液が流出したが, 爆発/火災は起こらなかった。異常音後, 内外 槽間のベントが作動し, 1時間後, 外槽に霜が 付着して破壊し, 外部に液が流出した。圧力記 録計によると内圧は12時間の間, フルスケール (1600 mm Aq)を記録した。	再液化用圧縮機故障中, 安 全弁のベントスタック内(図 7 参照)でガス拡散用水蒸 気が氷結閉塞し, 内圧上昇 した。これに監視ミスが加 わった。 タンク内圧推定 7000 mm Aq (設計は 1000 mm Aq)。
E	カナダでのエチ レンプラントの 事故	エチレン 二重殻低温貯槽 (アルミ合金) 1970. 1. 21	タンク設計仕様を超える内圧により内外槽が破 壊。タンク内槽焼損。巡回員がタンク廻りで青 い炎を目撃している。	詳細不明であるが, 定常圧 力を超える内圧上昇が度々 生じたための低サイクル疲 勞。
F	(米)スタテン島 LNG貯槽の火 災	LNG 半地下低温貯槽 (非金属メンブ レン) 1973. 2. 10	タンク漏えい事故の修理中に防熱材に着火して 大火災が発生した。漏えい事故は温度検知 によって発見された。マイラフィルム(非金属 性メンブレン)の漏えい箇所は, 底板から30cm のところの水平接手部のき裂であった。	元の漏えい事故の原因は不 明である。 火災は, 補修工事中の安全 管理不十分。
G	カタールの NGLプラント 火災事故	LPG(プロパン) 一重殻低温貯槽 1977. 4. 3	貯蔵タンク側壁が大破壊して大量の液が漏えい し, 防液堤を超えてプロセス区域まで流れて きた。そして, 着火/火災に至り, タンクヤード を破壊し, プロセス設備もほぼ全損した。	不詳。 この大事故の1年前に, 同 じタンクの側板欠陥により, 約1時間の液流出事故があ った。

ることによって減圧可能), ベント管装置の設計基準の適合(氷結, 液封等によるベント管閉塞を防ぎ得る), 等によって, CおよびDのような例は, 最初の段階から未然に防ぎ得たはずである。

あとがき

LNG船の貨物格納設備の損傷事故は, 比較的多く公表されている。さらに, その他の事故例を含めて調査したので, 類型的な事例は, 殆ど網らできたと考える。本稿は, LNG船の設計, 建造および運航並びにその他の全ての関係者の参考になり得るものと信じている次第である。

〔参考文献〕

- 1) LNG船の就航記録から(その1), LNG船の各種事故, 損傷等に関する記録一覧, 船の科学 Vol. 34, 1981-6
- 2) 日海防, 昭和49年度, 危険物積載船の安全対策に関する調査研究報告書
- 3) 造研, Report of Studies on Hull Structural Materials of LPG Carriers, 1977 (英文レポート)
- 4) 造研, 研究資料 No.56 R, JG/NK IMCO ガスコード条文解釈, 昭和52年3月
- 5) 恵美, 液化ガスタンカー<31>, 船舶, 昭和55年12月号
- 6) R. C. Ffooks, Marine Transport of LNG, 7th World Petroleum Congress, 1967
- 7) D. E. Rooke et al, Six Years Operational Experience with the "Methane Princess" and

- "Methane Progress", 2nd LNG Conf., 1972
- 8) P. L. L. Vrancken et al, Twelve Years Operational Experience with "Methane Princess" and "Methane Progress", 5th LNG Conf., 1977
- 9) 恵美, LNG船—その概要, 実船例および開発状況, 日本海事協会々誌, No.142, 1973
- 10) B. Grison et al, Quinze ans d'Exploitation de Navires Methaniers, 6th, LNG Conf., 1980 (本誌 Vol. 33, 1980-6 に抄訳あり)
- 11) A. Ph., D'etrie, Premiers Mois d'Exploitation du Methanier "Descartes", 3rd LNG Conf., 1973 (本誌 Vol. 33, 1980-11 に訳あり)
- 12) 造研, L 5.5 タンク漏えい試験基準, 研究資料 No.52 R, 昭和51年3月
- 13) 造研, LNG船海外調査報告, 研究資料No.22R およびNo.33R, 昭和48年10月および昭和49年11月
- 14) 造研, Report of Studies on Independent Prismatic Tank Type B, Feb., 1981(英文レポート)
- 15) 城子; 加圧式液化ガスタンクの溶接部の微小割れとその対策について, 日本海事協会々誌, No.147, April, 1974
- 16) 恵美, 液化ガスタンカー<25>, 船舶, 昭和55年4月号
- 17) 柏木他, 高張力鋼製球形タンクの割れ発生状況と一考察, 機械学会誌, 第80巻, 第703号, 昭和52年6月
- 18) 日本LPガス協会, 低温タンクの耐久性研究委員会報告書(調査編), 1980/3
- 19) 安全工学協会誌, 化学プラントの事故例, 昭和55年4月

新刊紹介

新刊紹介

『呉海軍工廠造船部沿革誌』

(明治16年~大正14年)

呉海軍造船廠沿革録, 呉海軍工廠造船部沿革誌合本
A 5判200頁 定価3,000円(〒250円)

ここに全文を複製する『呉海軍造船廠沿革録』と『呉海軍工廠造船部沿革誌』は, それぞれの序で述べているように, 「書類散佚」「事蹟ノ煙滅」を防ぎ「温故知新ノ資」とするため, 廠当局がその沿革概要をまとめた小冊子である。横須賀海軍工廠については, 克明に記録された膨大な『横須賀海軍船廠史』『横須賀海軍工廠史』(全7巻)が残されているが, 呉海軍工廠に関してはおそらくこれ以外にまとまった歴史的記録がないのではあるまいか。長い間の, 幻の記録として広く求められてい

たものである。前者の沿革録には, 創業から明治30年頃までの「艦船造修工事ノ実施」「廠員の異動」「官制法規ノ更改」「日清事件中急要工事ノ実施」, その他「廠内ノ出来事及職工ノ増減」などがかなり詳細に記されている。後者の沿革誌の方は, 造船部を中心に「歳月流レ人亦転変シテ記憶ノ日々蒼茫ノ中ニ消去ラントス」る記録が, 沿革概要として第二海軍区(呉)の海域調査・指定から大正14年(1915)までの「主ナル事蹟ニ付年次ヲ逐フテ記述」され, さらに事業費・建艦一覧・職工数及判任官名簿の一覧が付されている……。

(広島県史編さん室主幹・天野卓郎氏の解説より抜粋)

発行所: あき書房 広島市南区皆実町5-20-9 〒734
郵便振替- 広島20958 あき書房

LNG 船の就航記録から (その1~その2) 補遺 / 正誤

【その1】

1. 表1および表3に“表1および表3補遺”をつけ加える。

表1補遺

番号	船名, 船型等	小分類	事故の概要	発生時船令	文献
A-25	Massachusetts	上甲板漏えい	LN ₂ 積荷用ホースのカップリングからのLN ₂ 漏えい (10ガロン)により, 上甲板き裂 (C-69関連)	1年未満	29)
A-26	Massachusetts	上甲板漏えい	N ₂ パージ用弁から LNG 流出 (約40ガロン) して上甲板き裂 (C-70関連)	1年未満	29)

表3補遺

C-69	Massachusetts	ホースカップリング	2" の LN ₂ ホースカップリングが破壊した。これは、カップリングを締めるためハンマーで繰返し叩いたため、機械的に壊れたものと思われる。材質不良と推定される。	1年未満	29)
C-70	Massachusetts	貨物弁	貨物管系統中の N ₂ パージ用の 1" のグローブ弁から積荷用の過圧によって LNG が流出した。これは発電機のスイッチを入れた後、瞬間的に電力が乱れて貨物積荷用弁が閉じたための急激な圧力上昇による。	1年未満	29)

2. 参考文献に次をつけ加える。

29) J.R. Velker et al, Fire Safety aboard Vessels, Report No. CG-D-94-76, USCG, Jan. 1976.

[55 ページ, B-32, 最下行]

C-31 参照 → C-35 参照

[61 ページ, C 58]

ソレノイド作動 → ソレノイド作動
液用弁の故障 → の液用弁の故障

3. 正誤表

[49 ページ, 左段, 最下行]

129 件 → 135 件

[49 ページ, 参考文献, 6]

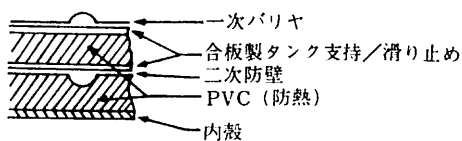
LPG 船 → LNG 船

[50 ページ, A-11, 上から 4 行目]

放熱性 → 防熱性

[52 ページ, B-6, 注]

図の矢印を下記のとおりとする。



【その2】

[73 ページ, 右段下から 18 行目] 建造 → 運送

[75 ページ, 左段上から 12 行目] 文献⁶⁾ → 文献⁷⁾

ケミカルタンカー

恵美洋彦・角張昭介著

B 5 判 300 頁 定価 4,000 円 (〒300)

ケミカルタンカーの建造・取扱・積荷等について国際及び国内の規則を中心に技術的に詳述した“ケミカルタンカー”の決定版であります。ケミカル運航に携わる方々、造船所の技術・営業に携わる方々及びその関連企業に携わる方々にとって必須の座右書であると確信します。化学品名の索引を添付いたしました。

株式会社 船舶技術協会

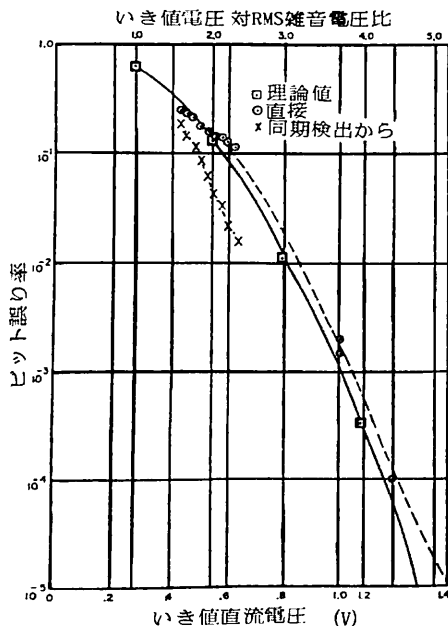
船舶電子航法ノート(59)

木村小一

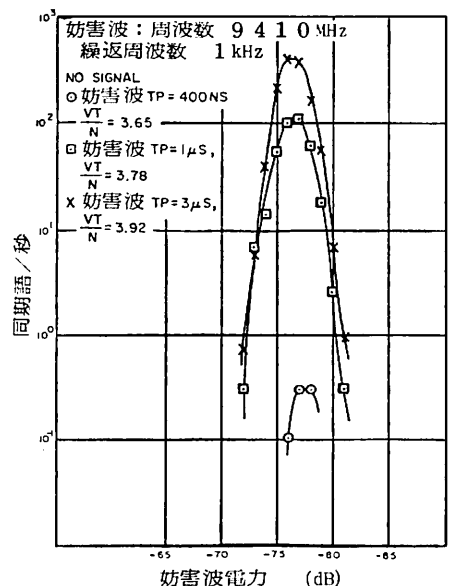
5・4・7 船舶用レーダ呼びかけ応答器(つづき)

試作された3台のMRITについては、まず室内実験が行なわれた。その送信のアンテナ出力は尖頭値での平均で約60Wであった。この装置は普通のレーダとは回路的に異った面を持っている。その第1はレーダのビデオ回路の中で、電圧のいき値(スレッシュولد)によりアナログ信号をデジタル信号に変換しなければならないことで、第2はコード化されたパルス列が使用され、誤ったコードを識別してシステムが誤警報を発することのないような改善をすることである。MRITのメッセージのコードには前述のように同期コードが前置されているが、試作器ではこれが01110010に設定されていた。このコードが受信されたビデオの中から検出をされると、装置の中で作られているクロック信号が、このコードに同期をして、同期検出信号が出力され、受信状態となり、受信の1サイクルが終ると、メッセージの終りにある誤り検出符号によって、この受信が正しいメッセージであ

ったかどうかをチェックするようになっている。そして、この正しいメッセージが受信されたかどうかシステムのパフォーマンスを示す1つの指標とされた。誤の発生率とビデオ信号のいき値であるスレッシュولدレベルとの関係が予測され、第5・168図の実線および□印の記号によって示されている。同じ図には直接の実測値(点線と○印)も示してある。この場合、信号が受信しなくても、受信機の雑音で同期が検出されることがあり、これがこの装置の1つの問題点であった。そこで、そのいき値を低くとると誤り率は非常に高くなるが、同期語の検出率は検出可能なものに対して十分に大きくなる。×印はこれらの条件のもとで同期検出の生じた記録から計算で求めたものである。誤りの生じないメッセージの確率はもちろんこのような同期検出よりもより低くなり、この試験では測定できる精度では観測できなかった。のちの野外試験では受信機の雑音を検出したことによる同期検出は実際には生じなかったがこのMRITの周波数の近くで、レーダが作動中にはそのレーダパルスの受信により



第5・168図 いき値電圧に対するビット誤り率
(いき値/RMS雑音 = 270 mV)



第5・169図 妨害波の電力によるビット誤り率の発生

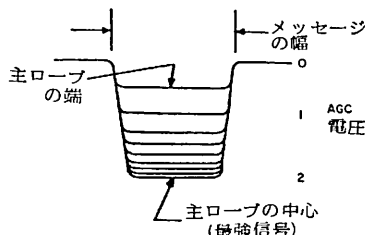
同期検出が見られることがあった。

このような現象は室内でも確かめられた。レーダ干渉波がシミュレーションによって入れられたが、その干渉信号は瞬間的にビデオ信号のレベルを上げる効果があることがわかった。干渉信号が大きいと、それは幅の広い1つのパルスとなって、本物の送信信号と干渉はするおそれがあるが同期信号として検出されることはない。しかし、その振幅がある範囲内にあると、この効果がいき値の中のバイアスを無効にして、高いビット誤り率を発生し、第5・169図に示すように偽の同期検出をもたらすことになった。この干渉が、同期符号より長いと、その長さのビット誤りを発生するということが明らかになった。

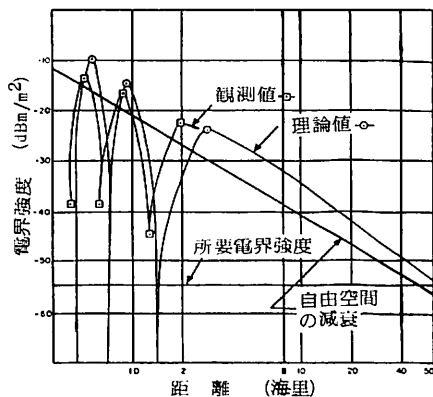
陸上試験では3台のMRITがそれぞれ研究室、アンテナ塔および移動自動車に装備され、室内実験よりはより実際の状態に近いが、つぎの海上試験よりは条件が制御しやすい環境のもとでの試験が行なわれ、それらの結果は海上試験の結果の基準としての役を果すことになった。

海上試験ではMRITは2隻の船に装備され、そのうちの1隻は浮標に係留され、その船のMRITはトランスポンダ（応答器）としての動作をした。もう1隻の船は、移動をして、呼びかけ器としての動作をした。

MIRTの受信機には自動利得制御（AGC）が組込まれていて、有効距離に亘ってビデオ出力が一定であるよ



第5・170図 AGC電圧のCRT像の例



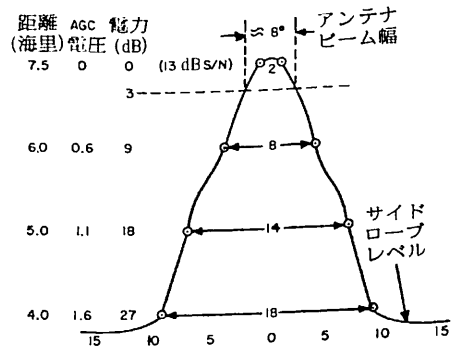
第5・171図 受信電界強度の実測値と計算値の比較

うに設計されていた。このAGC回路の電圧によって受信信号のレベルを測定できた。第5・170図は受信信号が比較的強いときのオシログラフの一例で、レーダアンテナの回転によって、AGC電圧が変化している様子を示している。海上試験での同期検出やメッセージの正しい受信の記録はこのAGC電圧の観測と手動記録により行なわれ、また、一方で受信メッセージはテープレコーダに記録されて、のちに解析された。1976年5月に4回の試験が行なわれた。順番に示すとその状況はつぎのとおりであった。

- (1) 海面は波立ち、船の動きによって信号は誤りが多かったが13.5海里までPPIの像と正しいメッセージが得られた。
- (2) 海面は静かで7.5海里の最大距離が得られた。
- (3) 海面は荒れていたが、信号は非常に強く23海里で試験が続けられた。13海里から23海里までの間の受信信号レベルの変化はきわめて僅かであった。
- (4) 海面は静かで、18海里まで試験をして、時間の関係で試験が打切られた。

以上の試験のうち、受信電界強度が正常値を示したのは(2)の試験のみで、残りの3回は大気の大気温度の垂直分布に高所に温かい空気が存在する、いわゆる“ダクト”（超屈折現象）があって、電波がレーダ水平線をこえて遥かに遠方まで到達する現象が見られており、これは実験の場所における特異な効果と考えられた。レーダ水平線の計算値は7.73海里で、(2)の試験では信号は7.5～8海里の間で失われている。第5・171図は距離に対する受信電界強度の実測値と計算値の比較であって、計算値はアンテナの高さを送受とも21ft（6.4m）として求めたものである。

各アンテナ走査ごとに正しいメッセージの受信された回数を第5・172図に示す。この曲線はアンテナの送受信ビーム形を反映しているが、受信電力が27dBになると



第5・172図 アンテナ1走査当りの正しいメッセージの受信記録

サイドローブによって受信メッセージが急に増加することも示してある。テープレコーダのデータの荒っぽい解析では7.5海里での検出確率は0.933, 偽の同期信号検出率は $10^{-3} \sim 10^{-5}$ であった。これらは受信電力から求めた予測値と良く一致している。

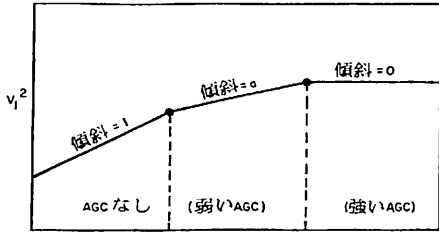
こゝで使用されたいき値は, 正規化して次式で与えられる。

$$T_N = T/\sqrt{N} \quad (5 \cdot 41)$$

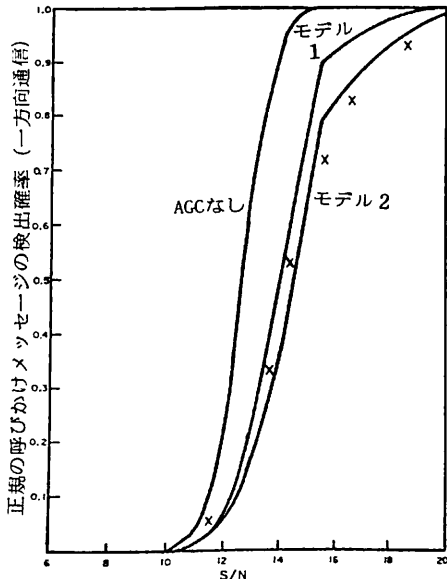
ここで, T = いき値のレベル (V)

N = 周囲の雑音電力 (W)

この検出器のAGCは理論的な検出確率を計算するとき, 予じめ見出されている効果をもっていることがわかった。この効果は第5・173図に示すような形でモデル化され, 信号対雑音(SN)比が増加するにつれて, AGCなしから弱いAGCに進み, 最後は高いSN比において強いAGCとなるとされた。



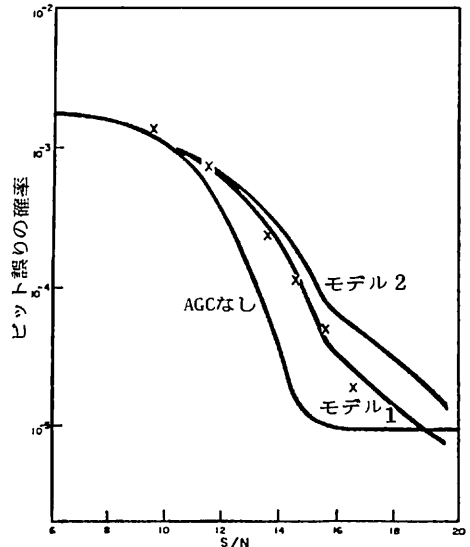
第5・173図 MRIT性能要素のための自動利得制御(AGC)特性のモデル化



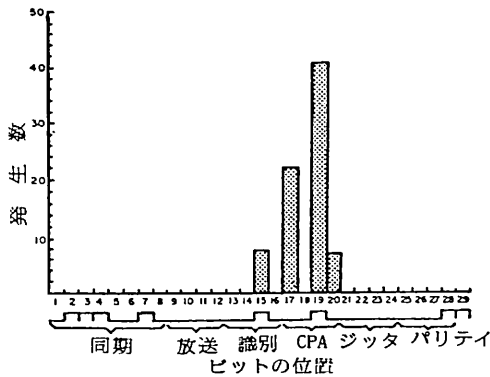
第5・174図 メッセージ検出確率に対する理論モデルと実験結果の比較

一方向通信のメッセージの検出確率の理論値と実験値の比較をしたものを第5・174図に, また, ビット誤り率について比較したものを第5・175図に示す。理論値の計算は2つのAGCモデルについて行なっているが, 何れの場合も, T_N の値としては4.90を使用している。実験値は×印で示してあるが, これは室内試験の結果によるものでSN比の値は3dB以内で一致している。図から見るように検出確率はモデル2のパラメータが, ビット誤り率はモデル1のものがよく合っているようであるが, これらはともに試作のMRITで計測したものの代表値である。そして, これらは試験の開始時に経験的に選んだもので, 必ずしも最適値ではない。

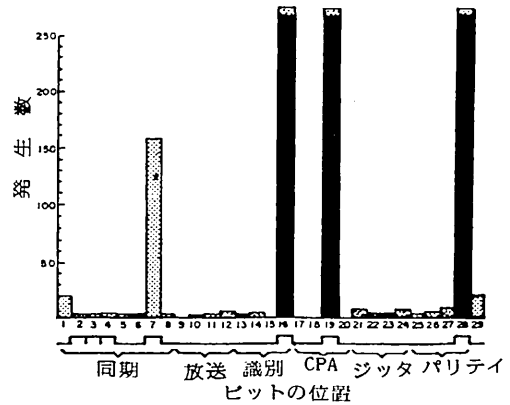
磁気テープに収録したメッセージをビットごとにしらべることによって, メッセージの特定の場所に大きなビット誤り率が発生することが求められた。第5・176図と第5・177図は陸上試験と海上試験でのこの差を示している。これらは何れも正規の呼びかけ応答を使って往復のデータ伝送をしたときのものであって, 第5・176図の陸上試験ではビット誤りの分布が不規則的であるのに対して, 第5・177図の海上試験では誤りが同期語のあとにあるメッセージの中の“1”のビットにそのすべてが集中していることが見られ, それは図では黒く表したヒストグラムで示してある。この現象にはつぎのようなもっともらしい解釈がなされている。すなわち, 海上での高い雑音レベルの結果, 多数の偽の同期語が検出され, そのため, そのあとには当然メッセージはないので, そのあ



第5・175図 ビット誤り率に対する理論モデルと実験結果の比較



第5・176図 室内試験におけるビット誤りの分布



第5・177図 海上実験におけるビット誤りの分布

との「1」がすべて誤りとして記録されたい、というものである。このような結果は多数の海上試験のデータテープで観測されたが、システムの性能を左右するというほどの頻度のものではなかった。しかし、同期検出回路の改良が勧告されることになった。第5・176図は全部で4,130メッセージ、第5・177図は10,121メッセージに対する値である。

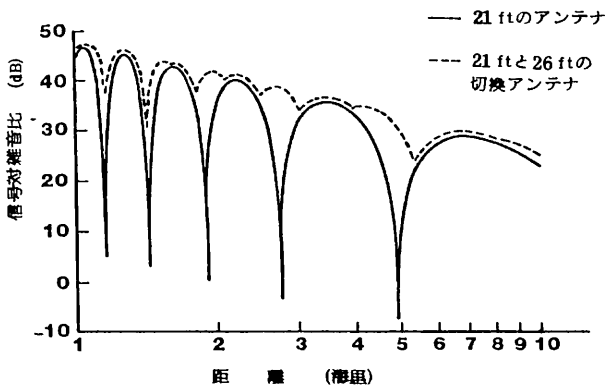
これらの試作器に対する結果はつぎのようにまとめられている。

- (1) メッセージの検出とビット誤り率の測定結果は解析による予測のものと良く一致し、一般的にはMRITはすべての試験目的に対して高い成功率であった。
- (2) しかし、試験中にいくつかの問題が見出され、MRITはその動作を最適なものにするための若干の改造が必要であった。
- (3) とくに静かな海面では、海面による電波の鏡面反射波の位相干渉により、電界強度の大きな低下が観測された。
- (4) 偽の方位を与える反射波による信号の検出と、高受信電力の場合のアンテナのサイドローブによる受信

がときどき発生した。同期信号の誤警報以外はこれは、MRITに特有の問題とは言えないだろう。

(3)項で述べた電波の海面反射による信号の受信電力の低下の問題は、より高い受信電力の側に応答してスイッチで切換のできる2つの高さの異なるアンテナを備えることによって解決した。第5・178図はその状況を示し、図の点線は21ftと26ftの2つのアンテナによる切換受信での改善された受信状況を示している。

MRITの運用上の有効性を確認するためには、一定の海域にいる多数の船がこの装置を装備して実用試験を行なう必要があるが、その実行には多くの困難さがあるために、すでに5・2・20節でその概要が述べてあるCAORFの船橋シミュレータを使用した一連のシミュレーション実験が計画をされ実施された。シミュレータによる実験は、試験条件の再現性があり、そのため他の装置との両立性や比較も可能であり、例えば、実際に船が衝突するような状況のようなきびしい条件の設定も可能であるなどの利点がある反面、シミュレーションはあくまでシミュレーションで実際の状況とはあるへだたりがあるという問題がある。



第5・178図 2個のアンテナによる信号対雑音比の改善

T	TARGET	A	B	C
	RANGE	3.0		
	BRG	30°		
	CRSE	165		
	SPEED	12		
	CPA	3.5		
	TCPA	8:20		
	TYPE	LNG		
	CODE	01		

第5・179図 CAORFにおけるTVモニター上のMRITの表示例

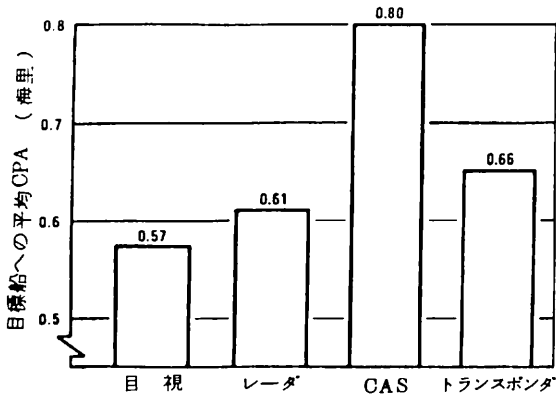
CAORFにはもともとMRITを模擬する用意がなされていないので、TVモニターを用いて臨時にMRITに似た機能をもたせることが考えられた。その操作はつき

のとおりである。

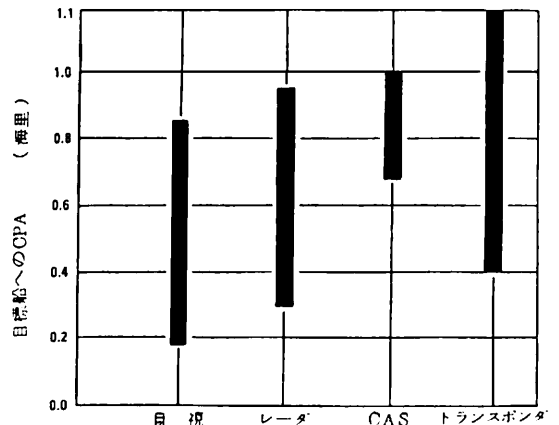
- (a) 船橋シミュレータの船橋にあるレーダ指示器に物標のエコーが現われたならば、船橋にいる被験者である航海士はその指示器上で、その物標の方位と距離を測定して、その物標の位置にグリーン鉛筆でマークをつける。
- (b) つぎに航海士はそうした物標に、例えば、A、B、C、などと識別記号をつけ、それぞれの識別記号の物標の方位と距離を連絡電話で制御コンソール前にいるオペレータに通知をする。
- (c) オペレータは、その船の各種のデータを制御コンソール上のデータで読み取って、それをTVモニター上に表示させる操作をする。TVモニター上における表示例は第5・179図に示すとおりであって、A、B、Cなど複数の船についての識別記号、距離(海里)、相対方位(度)、直針路(度)、速力(kt)、CPA(海里)、TCPA(分-秒)

第5・48表 CAORF MRITの通信文コードの種類

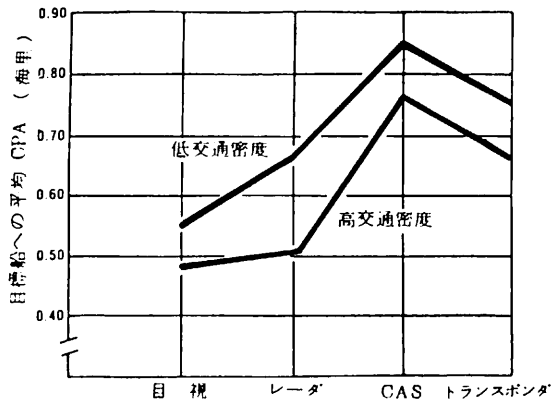
コード	意味
01	本船は右に変針中
02	本船は左に変針中
03	本船は減速中
04	本船は増速中
05	本船は状況を評価中
06	十分な余裕をもって行会えるので本船は現針路と速度を保持
07	十分な余裕で船首を通過できるので本船は現針路と速度を保持
08	船尾を通過するので本船は現針路と速度を保持
09	本船は現針路と速度を保持一本船は貴船に対して権利船である
10	貴船は如何なる操船をするか?
11	貴船は危険状態にある
12	本船は操船不能、貴船の処置を希望



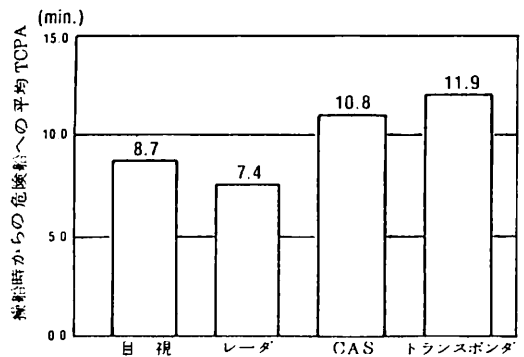
第5・90図 各種の航法手段による相手船へのCPA



第5・92図 平均CPAの変化範囲



第5・91図 交通密度の関数としてのCPA

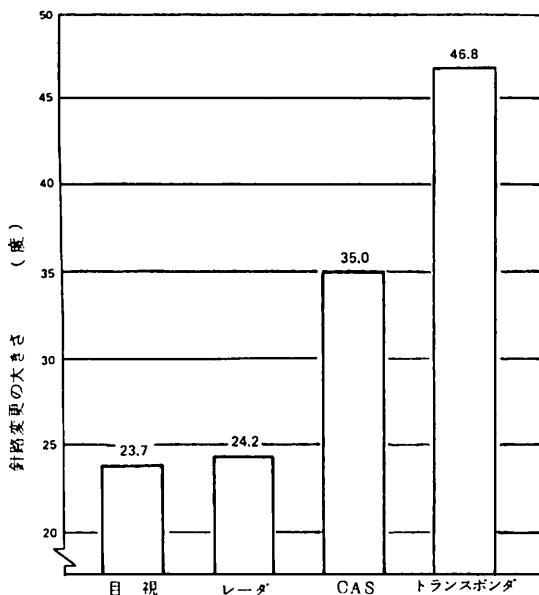


第5・93図 各種の航法手段による自船の操舵時からの危険船へのTCPA

が表示されるほか、物標船の種類（TYPEで図の場合はLNG船）が表示される。CODEの項は通信文であって次項に示す。

(d) 船橋ではレーダ指示器上のプロットをつづけ、TVモニタの表示は場合によって更新される。ある物標が危険船であることがレーダのプロットによって明らかになると、その物標船に呼びかけを行なう。このシミュレーションでは第5・48表に示した12のコードが用意されており、この場合の呼びかけはコード"10"（如何なる操船をするか）になる。呼びかけはオペレータになされるので、オペレータはシミュレーションのシナリオに従って返答をTVモニタに返信し、その上のCODEの欄に表に示したコード番号が表示される。この間の所要時間は1分間である。

(e) 物標船が操船をすると、その物標船のトランスポンダが放送モードになったことになり、オペレータはそれを船橋に電話で知らせたうえで、TVモニタ上に図に示すように例えば"01"(右に変針中)を表示する。このトランスポンダを使うシミュレーションはさきに5・2・21節で述べた目視、レーダ、PADの3種類の航法システムのシミュレーションとは別に、ほぼ同様の状態で実施された。実行されたシナリオは、前者の10のうち9つで、10人の士官が被験者となって行なわれた。その結果は前の目視などによるデータと同様の解析処理をされ、その結果はすでに第5・90図～第5・94図に併記されている。（ここでは新しい読者のために、この第5・90図～第5・94図を再掲しておいた。）



第5・94図 各種の航法手段による針路変更の大きさ

第5・90図に示すようにMRITの使用によるCPAの大きさはレーダと衝突防止レーダの一種であるPAD（スベリー社の予測危険範囲の楕円表示、5・2・16節参照）の中間であって、これはレーダとの間についても、またPADとの間についても統計的な有意差はほとんど無いという結果になっている。また、第5・91図に示すように交通量の多小によるCPAの変化はMRITの使用の場合、レーダにおけるような高密度交通時のCPAの急速な減小はなかったが、第5・92図にあるようにCPAにレーダよりも幅広いバラツキが見られたが、CPAの平均値はその最大、最小ともレーダのものよりも若干は改善されていることがわかった。TCPAの平均値の比較（第5・93図）ではMRITの使用はPADのものとはほぼ同程度で、レーダまたは目視によるものよりは良好で、両者の間には5%程度の有意差があるという結果となっている。第5・94図の針路変更の大きさでは、MRITの使用の場合が最も大きな値を示し、MRITが比較的早期に大きな避航動作をとることに役立ったことを示している。

これらの結果を総合すると、MRIT単体は衝突防止の道具としては、衝突防止装置よりは若干下で、レーダよりは上に位置づけられることが明らかになった。しかし、このMRITは衝突防止装置と組合せて使用することも可能であるというよりは、その組合せを行なうことによっていままで、相手船の操船行動は、それを行なったのち、ある時間を経過してからでなければ判定できなかったものが早期に知ることができ、両者の総合によってより進んだ衝突防止装置となる可能性のあるものである。更に、MRITの操作自身を衝突防止装置に組込まれているプロセッサで処理をすることによって自動化（手動も可能な）し、更に自船と相手船の両方のプロセッサのインターフェース用として役立てることも考えられるわけである。

なお、CAORFでのシミュレーションでは擬似MRITを使用した被験者の感想を求めているが、その中では相手船の針路、速力、CPA、TCPAのデジタル表示は非常に有効であったという意見が大半を占めたが、コードの種類が第5・48表に示した12種類であったことが、それで十分であるというのと、まだ不十分であるという両方の意見があった。最終的には、やはり音声通信による相互連絡が必要であるというのが共通した感想であった。

（この項つづく）

マック グレゴアの製品を多量に採用した ワレニウス社の「マダム・バタフライ」

13層の甲板を持つ載貨重量 17,000 トンの自動車／トラック輸送船 (PC/TC) がワレニウスの通商路に就役したことにより、この種船舶の比較的最近の歴史における一つの新しい頂点に達した。というのは、スウェーデン、マルモのコムス社から 7 月 10 日に引渡しを受けた「マダム・バタフライ」は、日本以外で建造されたこの種巨船の第 1 船であり、重量級ロールオン貨物積込用装置を大幅に採り入れているからである。

「マダム・バタフライ」は標準的日本製自動車 6120 台を積載する能力がある。ただし、同船は自動車とトラック、トレーラー等の背の高い車輛と、また実際に重量のある貨物との混合貨物を受入れられる融通性と強度を備えている。たとえば、同船は最高能力 1 ㎡当り 4 トンの完全強度甲板 3 基 (車輛甲板として適当なのは、1 ㎡当り 0.25 トンであるのと比較されたい。) と、容量 200 トンのマックグレゴア型船尾部斜路を備えており、マックグレゴア型ホイスタブル式車輛甲板を上げると、重車輛 520 台 (または同等の不可分重量貨物) を積載することができる上、2900 台の自動車を残りの固定甲板、またはマックグレゴア型ホイスタブル甲板に積める余地がある。

ストックホルムのワレニウス・ライン社は車輛輸送の分野では先駆の専門家であり、操業コスト削減には注意深く高い優先順位を与えてきた。その目的達成のためには二つの重大要素があるが、その第 1 は、与えられた限界内で、耐航強度一ぱいの最大積載重量を得るような船舶設計であり、第 2 は、貨物操作のために港内で要する時間を減少することである。この両方とも、協力して作業する造船所と、貨物移送装置設計者／供給者の権限範囲内にあるものである。「マダム・バタフライ」(および、1982 年中頃までに順次引渡される予定の姉妹船 3 隻) の場合には、これらの要素の実現に成功した。

計画段階から進んで、内部運送路 52,200 m を有する船に、6120 台の自動車を迅速に積み込み、荷おろしするためのやり方について、コムス社とゴートンブルグのスカンジナビア・マックグレゴア社は協議を続け、その結果、第 1 に、マックグレゴア社の大量の手持ち設計か

ら選別されたハードウェアについての正しい選択が可能になり、第 2 に、船舶内の最適配置の選択が可能になった。この両者とも、できるだけ短かい時間内に、必要な高い効率を得ることができる輸送システムの設計にとつては、肝要な要素である。

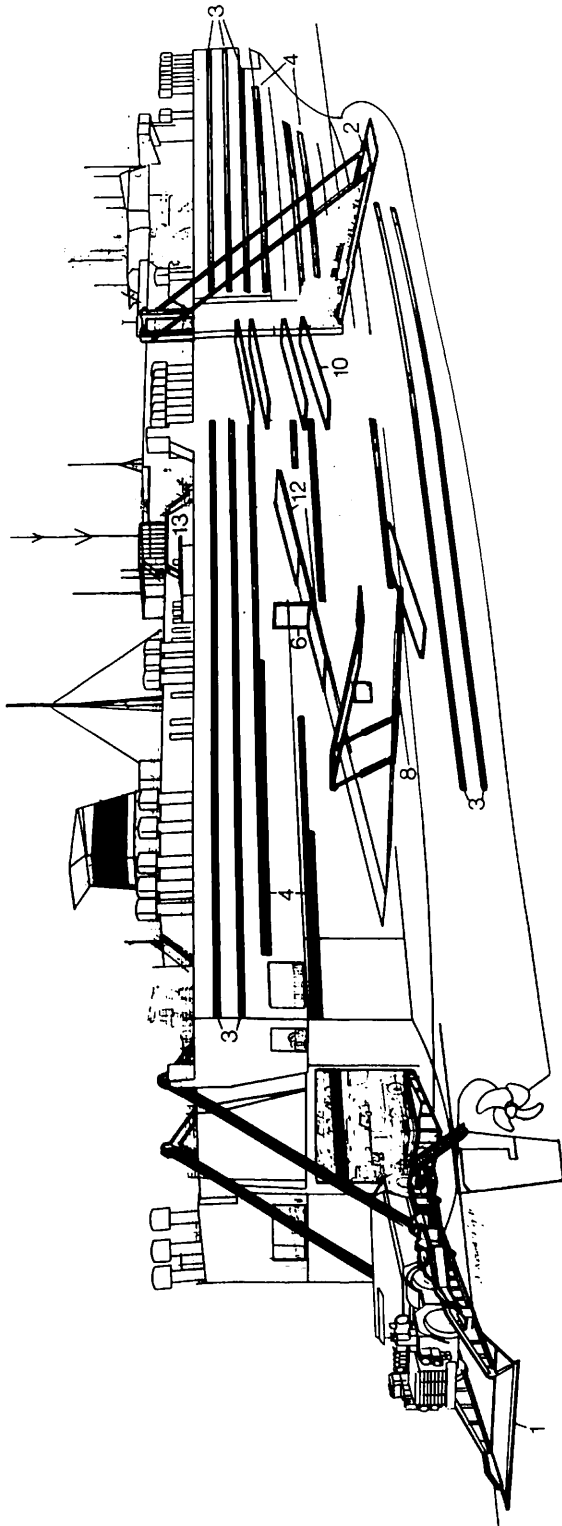
設備リストと側面図に見られるように、「マダム・バタフライ」に対するマックグレゴアの貢献は大きなものであり、同船に設置した個々の 13 品目は、数量の点から、価格または機能の面からも、貨物の通路および移送設備の供給者により、今までに実行された中では最大の参画をなしている。

機能を分析してみると、船尾および船側からの斜路によって、有輪貨物の迅速積み込みが可能になり、6 基の内部斜路、5 基の甲板カバー、8 基の扉が積み込み後の分配を促進し、合計表面積 36,000 ㎡ に上る固定車輛甲板とホイスタブル車輛甲板は、同船の 6120 台に上る自動車運搬能力の発揮に大いに役立っているのである。

マックグレゴアの設備はまた、ワレニウス社の別の船にも採用された。すなわち、最近日本において、同社の「オテロ」と「アイダ」の 2 隻が、ばら積み／自動車輸送船から、自動車輸送船に改造され、その積載量が 1 隻当り 3500 台から 6200 台に増加し、同社の自動車輸送船隊の能力が強化されたが、この際、極東マックグレゴアが各船に、長さ 36m × 幅 4 m の新式船側斜路 2 基と、隔壁扉 2 基を供給した。

このように、マックグレゴアの RO/RO 設備は、新造船の場合と同様に、改造を通じて、世界の代表的車輛輸送会社のひとつ、ワレニウス社の運営に主要な役割を果たす特権を有している。ワレニウス社の最大の新造船「マダム・バタフライ」は、それぞれの関連分野の先頭を行く他の 2 社、すなわち、造船におけるコムス社と貨物通路および移送設備におけるマックグレゴア社の専門技術を具体化したものである。

* 「マダム・バタフライ」の写真は本誌写真頁 27 頁を参照して下さい。



自動車/トラック輸送船「マダム・パタフライ」に装備したマックレゴーのR0/R0設備リスト

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 船尾部斜路/扉 1基。長さ43m (プラスはね) × 幅7m (入口部における幅12m × 能力200tで、6番甲板レベルの入口の役を果す。) 2. 右舷側の側面斜路/扉 1基。長さ25m × 幅4.3m × 能力34t。斜路の船側端は、縦方向に調節可能で、6番と7番甲板に入る事が可能である。 3. 2番, 3番, 11番, 12番, 13番甲板と8番甲板のうち船体中央部隔壁の前方にある半分で構成している、約21,000㎡の固定車輛甲板 4. 5番, 7番, 10番甲板と8番甲板のうち、船体中央部隔壁の船尾部にある半分で構成している、約15,000㎡のホイスタブル車輛甲板 | <ol style="list-style-type: none"> 5. 船体中央部隔壁用スライド式隔壁扉 7基 6. 9番甲板へ通じる固定斜路の気密扉 1基 7. 4番甲板のカバー/斜路 1基 8. 固定斜路の5番車輛甲板と4番甲板を結ぶ斜路 1基 9. 固定斜路の7番, 8番車輛甲板と9番甲板を結ぶ斜路 2基 10. 8番, 11番車輛甲板の斜路2基。いずれも、車輛を積載したまま揚げ卸しすることができる。 11. 6番, 9番甲板の気密斜路カバー 2基 12. 6番甲板の固定斜路を覆う気密カバー 1基 13. 逆気カバー 2基 <p>他に、上記設備用の操作および制御油圧装置</p> |
|---|--|

昭和56年度（56年7月分）新造船許可集計

運輸省船舶局造船課

区 分		4 月 ~ 7 月 分 累 計				7 月 分			
		隻数	G. T.	D. W.	契 約 船 価	隻数	G. T.	D. W.	契 約 船 価
国内船	貨物船	24	496,899	835,655		6	220,200	389,600	
	油槽船	14	387,900	378,300		4	113,900	90,000	
	貨客船	—	—	—		—	—	—	
	小 計	38	884,799	1,213,955	173,885,500 千円	10	334,100	479,600	60,510,000 千円
輸出船	貨物船	112	2,548,020	4,469,619		32	712,050	1,225,688	
	油槽船	18	504,660	837,290		2	64,000	120,000	
	貨客船	—	—	—		—	—	—	
	小 計	130	3,052,680	5,306,909	629,362,730 千円	34	776,050	1,345,688	166,625,000 千円
合 計		168	3,937,479	6,520,864	803,248,230 千円	44	1,110,150	1,825,288	227,135,000 千円

編集後記

□我が国造船業界は、石油ショックに続く造船大不況を、雇用調整、設備能力の削減、不況カルテルによる操業規制等の手段で努力し、たまたま不定期船市況の好調にも支えられて、各社とも順調に立直ってきた。

□特に中手の強力造船所は、今次削減に際し、企業グループでの処理を図った結果、本体造船所の削減を最小限におさえ、いわゆる大手造船所に比べて新造船の工事量の最盛時からの減少が少なく、相対的にシェアがかなり向上した。

□これら設備処理等による造船工場能力分布の変動に対応して、運輸省船舶局は従来の主要造船所34工場に代えて新たな主要造船所として33工場を選定した。この船舶局指定の「主要造船所」というのは、規模の大きい工場が対象となっており、我が国の造船工事実績の大部分を占め、マクロ的すう勢を知る指標として便利に使われているものである。

□新主要造船所33工場は、三井(千葉、玉野) I H I (東京、相生、呉)、鋼管(鶴見、清水、津)、住重(追浜

＝含浦賀)、金指(豊橋)、日立(舞鶴、広島、有明)、日本海重工、大阪造船、三菱(神戸、下関、長崎＝含香焼)川重(神戸、坂出)、佐野安(水島)、尾道、常石、幸陽、笠戸、今治(丸亀、今治)、波止波(多度津)、来島(大西)、林兼(下関)、名村(伊万里)、佐世保、大島造船所の以上33工場である。

□従来の34工場に比べると、大手では三菱横浜、広島、I H I 愛知・横浜、三井藤永田、日立堺が廃止または新造部門からの撤退により、三菱香焼、住重浦賀が長崎、追浜に夫々吸収されて8工場が減少し、所謂中手と称されていた尾道、常石、幸陽、今治、波止浜、来島等が新たに登場してきた。

□これらの主要造船所が強調して、一時のような過当競争にならないよう共存共栄の道を歩み日本造船界のより発展することを期待するものである。

□これにより本誌に掲載される統計的資料も、今回選定された「主要造船所」を中心として行なうことが多くなるものと思われる。

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

予 約 金 { 6 カ 月 分 5,700 円
1 カ 年 分 10,200 円 (送料共)

運輸省船舶局監修 船の科学
造船海運総合技術雑誌

禁転載 第34巻 第9号 (No. 395)

発行所 株式会社 船舶技術協会

〒104 東京都中央区新川1の23の17 (マリンビル)

振替口座 東京 3-70438 電話 03 (552) 8798

昭和56年9月5日印刷 {昭和23年12月3日}
昭和56年9月10日発行 {第3種郵便物認可}

定価 960円 (〒55円)

発行人 船橋敬三

編集委員長 田宮真

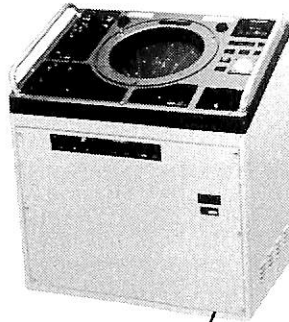
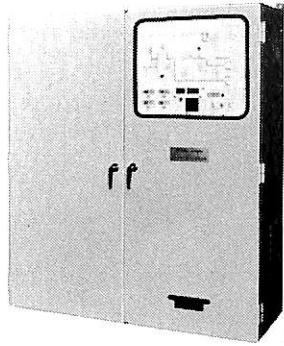
印刷所 大洋印刷産業株式会社

三菱重工船用制御システム製品

超合理化船の省力化、省エネルギー対策です！

MEDEA

操船性能と機関性能の両方を向上させる
三菱電子式ディーゼル機関遠隔制御装置

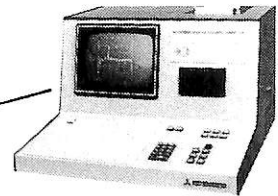


MARAC-III

USCG、IMCO規則に準拠した
三菱船舶衝突予防装置

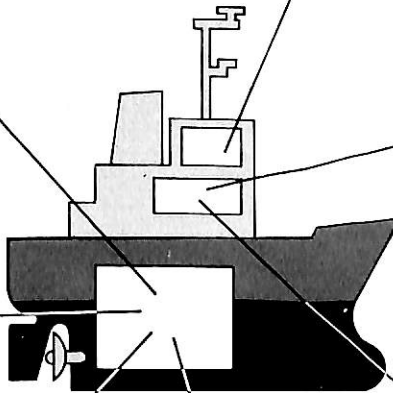
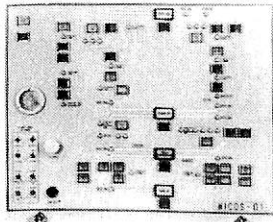
MLC-1600

縦強度や復原性の計算に
好評受注150台突破
三菱船用積付計算機



MICOS-D1

超合理化船の必須システム
三菱ディーゼル船機関部
ワンマンコントロールシステム



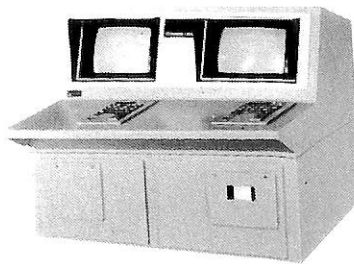
MLC-3200

三菱船用積付計算機
ハンディタイプ



MACCS

ボイラの自動燃焼制御
蒸気温度制御・給水制御に
三菱船用ボイラ制御装置



COMOS-D4

超合理化船の安全を約束する
三菱ディーゼル船機関部状態監視・記録システム

三菱船用シミュレータシステム

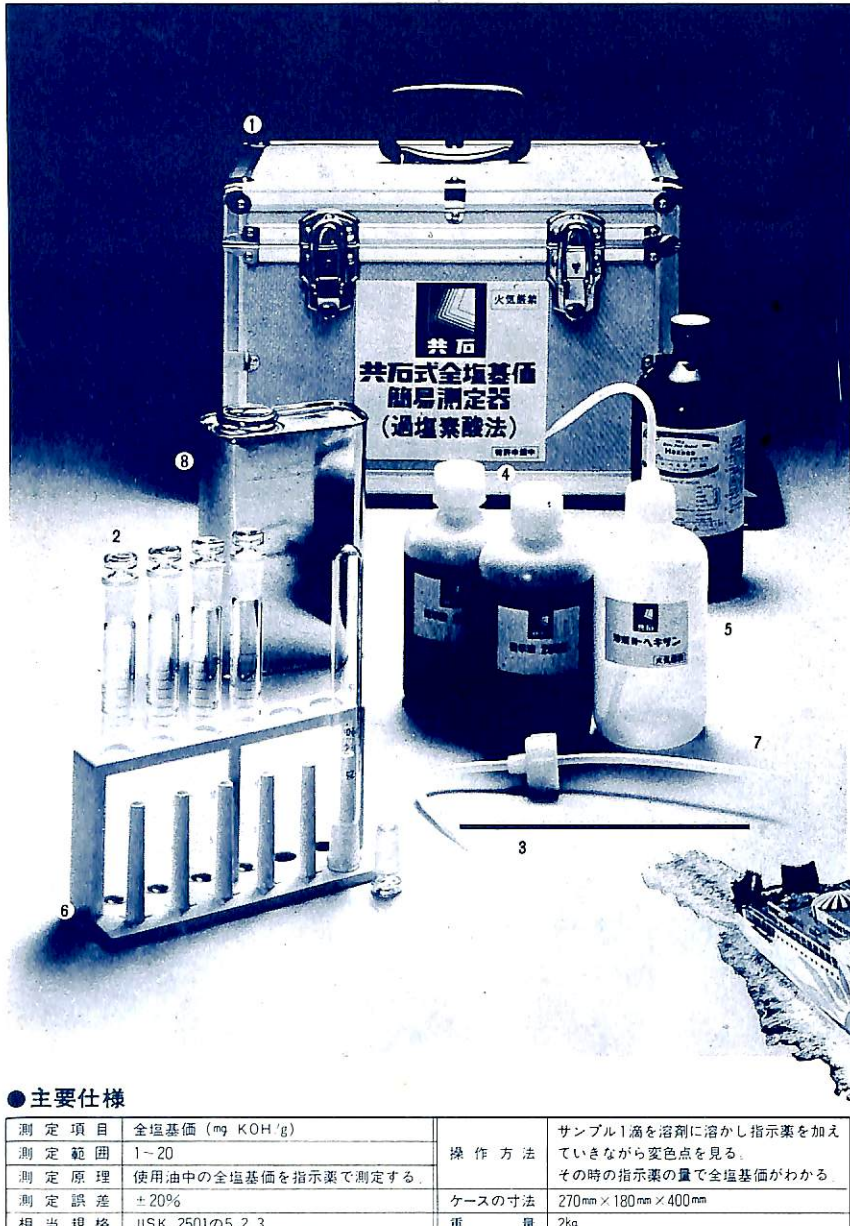
陸上における各種操作訓練用、関連機器・システムの開発に

当社の最新技術により、いかなるご要求に対しても援助いたします。詳細は下記へお問合せください。

三菱重工業株式会社 船舶技術部 東京都千代田区丸の内2-5-1 〒100 ☎東京(03)212-3111



こんな便利な「測定器」が、
あったでしよつか。
船内などの現場で、素早く、簡単に、
しかも正確な測定ができる「共石式」。



●主要仕様

測定項目	全塩基価 (mg KOH/g)	操作方法	サンプル1滴を溶剤に溶かし指示薬を加えていきながら変色点を見る
測定範囲	1-20		その時の指示薬の量で全塩基価がわかる
測定原理	使用油中の全塩基価を指示薬で測定する。	ケースの寸法	270mm×180mm×400mm
測定誤差	±20%	重量	2kg
相当規格	JISK 2501の5.2.3		

●測定器 (標準小売参考価格40,000円)

品名	数	品名	数
1 収納ケース	1	5 指示液入り洗ビン(500ml)	1
2 目盛付共検試験管 (25ml)	5	6 試験管立て	1
3 サンプル滴下棒	1	7 ノズル	2
4 溶剤入り洗ビン(500ml)	2	8 廃液用カン (1ℓ)	1

●薬品類(別売)

指示薬 (500ml)	パッケージ価格 (小売参考価格)	5,000円
洗浄液 (500ml)		

■きわだった特長、5点。

- ① 使用中の潤滑油の全塩基価を、簡単な操作で測定できます
- ② 測定結果は、数値ではっきり表示され、きわめて正確です
- ③ エンジンオイルの劣化判定に最も適した過塩素酸法を採用
- ④ 使用潤滑油の試験のための手間と費用を節減することができます
- ⑤ 持ち運び簡単、場所をとらない、コンパクトな測定器具です

早い・簡単・正確

共石式全塩基価簡易測定器 船舶用

共同石油

本社：東京都千代田区永田町2-11-2(星が岡ビル)〒100
TEL.03-593-6211～6215

- 札幌支店……………011-221-8623
- 仙台支店……………0222-66-3121(代)
- 東京支店……………03-580-1311(代)
- 関東支店……………03-561-9571(代)
- 横浜支店……………045-319-3991
- 名古屋支店……………052-562-6873
- 大阪支店……………06-376-5117
- 広島支店……………0822-46-3880
- 高松支店……………0878-62-1131(代)
- 福岡支店……………092-441-1611(代)
- 沖縄支店……………0988-63-4340(代)

●お問い合わせは、各支店の海上潤滑油担当者へ

発売元

共石商事株式会社
東京都港区赤坂2-3-4(赤坂パークビル2F)
〒107 TEL.03-584-6341(代)

東京都中央区新川一丁目三十一番(マリンビル)
(株) 船 舶 技 術 協 会
電話 東京 (552) 八七九八番