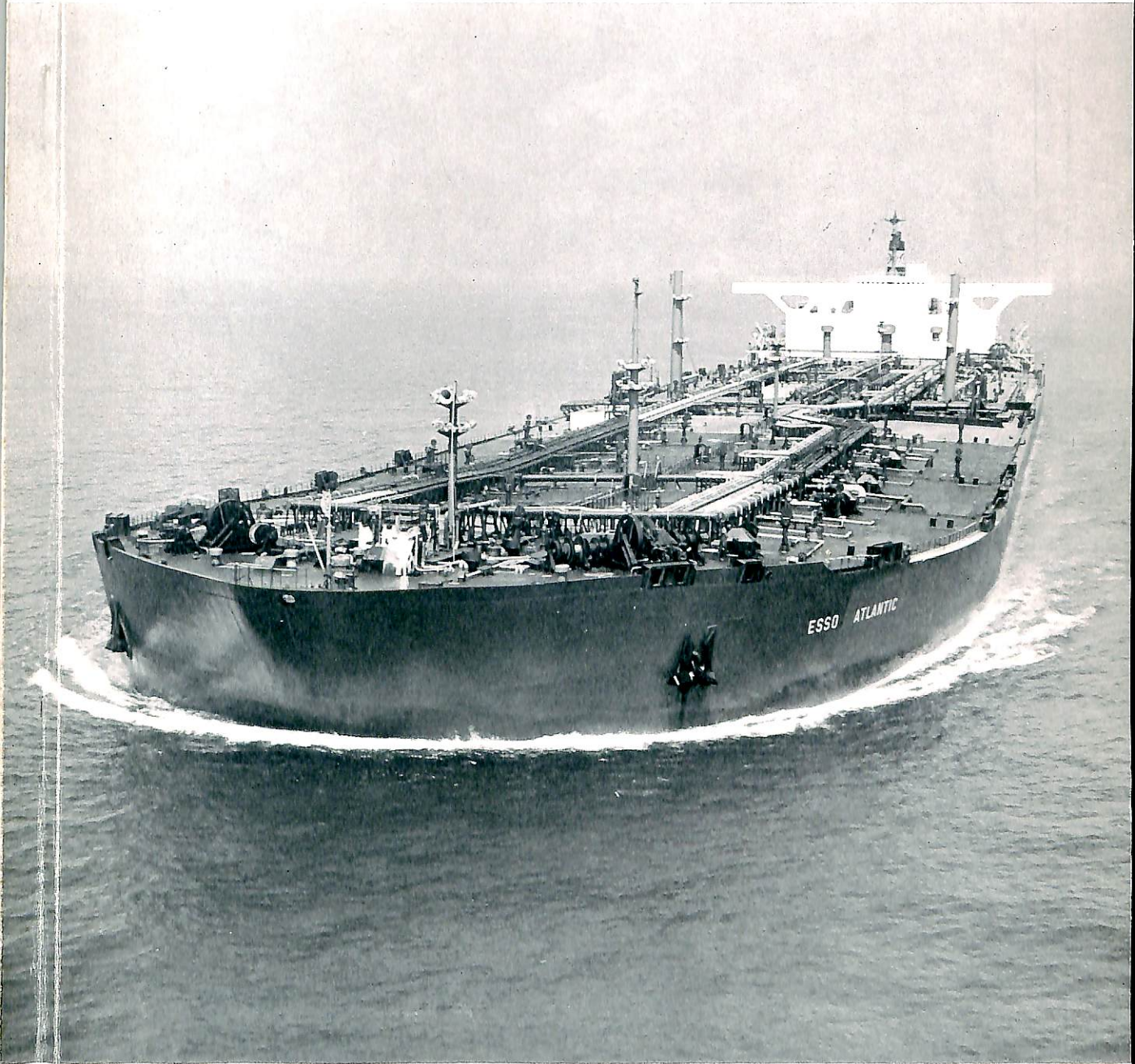


船の科学 1977 10

昭和52年10月5日印刷 昭和52年10月10日発行
昭和23年12月3日 第3種郵便物認可

第30巻 第10号 (毎月1回10日発行)
昭和24年5月31日運輸省特別扱承認雑誌第1156号

VOL.30 NO.10



我国で建造された最大級の油槽船
"ESSO ATLANTIC"

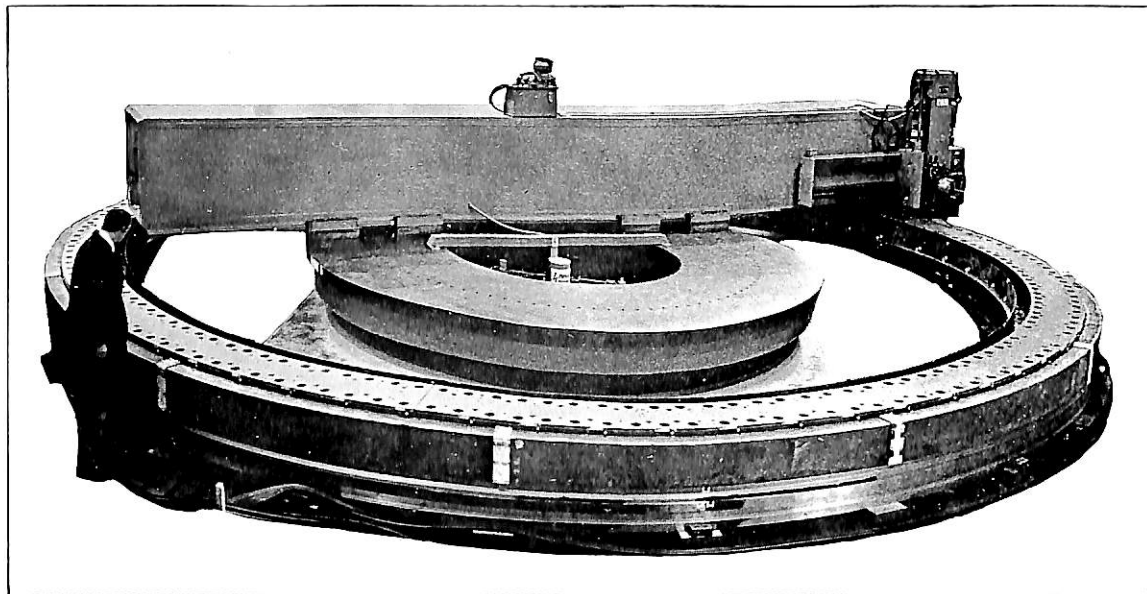
載貨重量 508,731t 主機タービン 45,000PS
速力試運転最大 16.051kn 満載航海 15.15kn
日立造船・有明工場建造



日立造船株式会社

舶用業界に貢献するロボロ旋回環

—世界最大の旋回環を完成—



写真は西独 Hoesch Rothe Erde-Schmiedag AG で製作され、ソ連 Sudoimport 向けのクレーン船“アストラクラン”(25,000 DWT)に搭載される、360°回転可能な2,500t吊りのクレーンに装着されたものであり、この旋回環は4つの分割部から成り立っている。

●旋回環仕様

外 径	11,500 mm
全 高	730 mm
重 量	132,644 kg

(ボルト、ナット、ワッシャ、ピン及びグリースを含む)

グリース充填量	2,000 kg
ボルト、ナット、ワッシャ、ピンの重量	20,142 kg

旋回環リング材質 SOGS (特殊鋳鋼)

●最大作業荷重

モーメント	80,190 t m
スラスト	6,930 t
ラジアル	760 t

●クレーン仕様

自 重	4,970 t
最大吊荷重	2,500 t
最大リーチ 32m における最大吊荷重	1,960 t

〒105 東京都港区芝愛宕町1丁目14番地
愛宕山弁護士ビル2階 電話(03)434-4341~4

 **日本ロボロ株式会社**

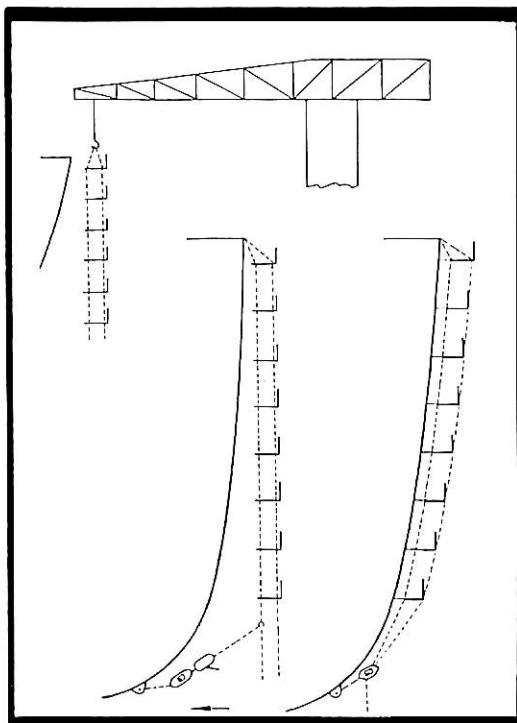
大阪出張所 電話 (06) 372-8628

Hoesch Rothe Erde-Schmiedag AG
46 Dortmund, Tremoniastrasse 5-11

F. R. Germany

Tel. 0231-1961

造船用チェーン式吊り足場装置 “SWIFT STAGE”



●船舶建造の安全を守る

- 1) 架設及び取り外しが簡単なため安全性が極めて大である。
- 2) STAGE（作業面）の安全率はいずれの場合においても最小4以上を有する。
- 3) STAGE（作業面）の吊下チェーンの安全率は最小8以上である。
- 4) その他当該製品は安全手すり及び、最上段降下梯子等の付属品を併用することにより極めて高度な安全性を維持できる。

●架設コストを半減させる

- 1) 架設時間が従来の方式に比較して1/6～1/12に短縮できる。
- 2) 船首船尾のような複雑な曲線部に速くフィットし、またタンク壁内部など、どこにでも架設が可能である。
- 3) チェーンの着脱すなわち段数調整が非常に簡単である。
- 4) リース販売を行っているため設備購入管理、その他資金面でのメリットがある。

★カタログのご請求は、本社までご一報下さい。

**JAPAN
STEELS**
ENGINEERING CO., LIMITED

ジャパン・スチールズ・エンジニアリングCO., LTD.

本 社 〒113 東京都文京区本郷1-18-5 朋和ビル
TEL 03-815-4344(代) TELEX 272-2159
広島工場 〒729-05 広島県豊田郡本郷町南方1155
TEL 084886-5151 TELEX 6423-46

A Division of
ACROW

小規模の船体修理ですか 大規模の船体改造ですか？

私共におまかせ下さい。期日内の完工をお約束します。

当社はもうおなじみの筈

RSV という頭文字にはあまりおなじみがないかも知れませんが、これらの文字で代表される私共のグループの個々の社名は皆さますでに御存知の筈。

ロッテルダム造船会社 (The Rotterdam Dockyard Co., Rotterdam)
電話：010-879111

ウイルトン・ファインノード造船会社 (Wilton-Fijenoord, Schiedam)
電話：010-269200

フェロルメ・ドック造船会社 (Verolme Dock and Shipbuilding Co., Rotterdam)
電話：01819-14644

オランダ・ドック造船会社 (Netherlands Dock and Shipbuilding Co., Amsterdam)
電話：020-213456

ロイヤル・シュケルデ造船会社 (Royal Schelde, Vlissingen)
電話：01184-15555

ニュー・ウォーターウェイ造船会社 (New Waterway Shipbuilding Co., Schiedam) 電話：010-260380

ヴァルフアブン造船会社 (Waalhaven Shipyard and Engineering Co., Rotterdam) 電話：010-290411

P.シミットJr's 造船所 (P. Smit Jr's Shipbuilding and Engineering Works, Rotterdam) 電話：010-193300

フェロルメ・コーク造船所 (Verolme Cork Dockyard Ltd., Cork, Rep. of Ireland) 電話：Cobh 811831
その他系列会社

航海中修理用：
ウイルドック・サービス会社 (Wildock Service, Rotterdam) 電話：010-161952
テレックス：21451 シップドック会社 (Shipdock, Amsterdam)
電話：020-213456 テレックス：12623
VHF チャネル13 (ウェイスミュラー・エイモイデン経由)

船舶修理は私共の専門

工事の質と敏速な完工。これが RSV のモットーです。RSV は世界でも極く少数の優秀な設備を誇る造船会社の一つです。小型補給船からマンモス・タンカーに至るまでの船体修理、船体改造、その他いかなる修理をもお引き受け出来る準備が整っています。私共の36の修繕ドックは、重量トン1,500から500,000トンの船体の取り扱いを可能にし、その他タンク・クリーニング施設並びに M.A.N., スルツァー (Sulzer), B & W, ドックスフォード (Doxford) 及び S.E.M.T. ビールスティック・ディーゼル等により製造されたディーゼル・エンジン用の

完璧なサービス施設を誇りとしております。私共の最高の技術と大きな部品のストックはこれ凡てお客様のものです。能率的な工事システムと24時間労働は、お客様の船舶のスピーディーな寄港を保証すると同時に、熟練工が私共の伝統である優秀な技術と確実性を維持しております。

お客様のお困りの問題は？

専門家におまかせ下さい。時を問わずに分析、検討し、お客様のいかなる悩みの種をも解決いたします。仕事を一旦お引き受けした際には御注文通りの仕上げと期日以内の工事完了を保証いたします。これが私共の仕事のやり方なのです。

RSV 船舶修理会社

ロッテルダム・オランダ
RSV / Shiprepairs

Rotterdam, The Netherlands,
Oostmaaslaan 59-65
電話：010-142811 テレックス：23652

在日エイジェント：原田産業(株)東京支店
東京都千代田区丸の内1-2-1
電話：03-212-5726



ライン-シュケルデ-フェロルム 造機造船会社, オランダ

(Rhine-Schelde-Verolme
Engineers and Shipbuilders/The Netherlands)

造水装置をご検討の方へ……

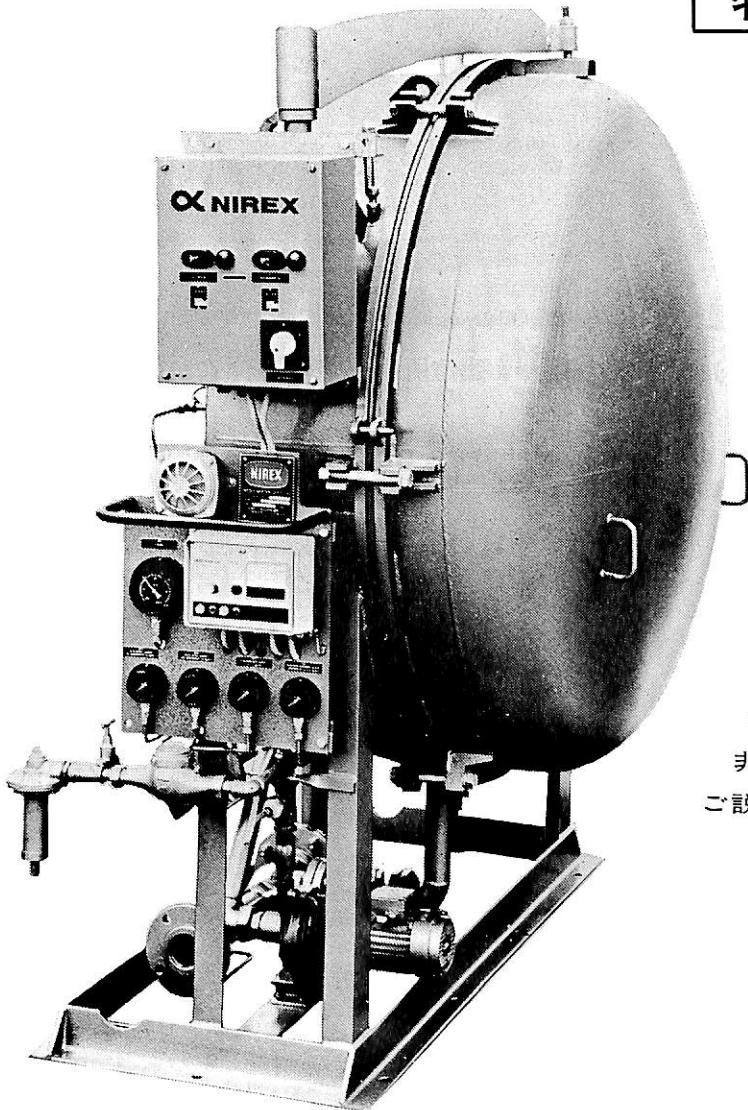
新型ニレックス造水装置

JWP-36型

——をお奨めします。

特 長

- 前面ハッチカバーはスイング方式で隅々まで完全に点検できます。
- 一旦容量を決めると調整の必要がありません。
- アルファラバルプレート式熱交換器が使用されていてエバポレーション及びコンデンセーションはプレート間で行なわれます。
- コンデンサーにはチタン材質のプレートが使用されています。
- どのような温度条件にも最適な機種を選ばせて頂きます。
- まだまだ特長がありますので是非ご照会下さい。係員が参上し、ご説明申し上げます。



長瀬産業株式会社

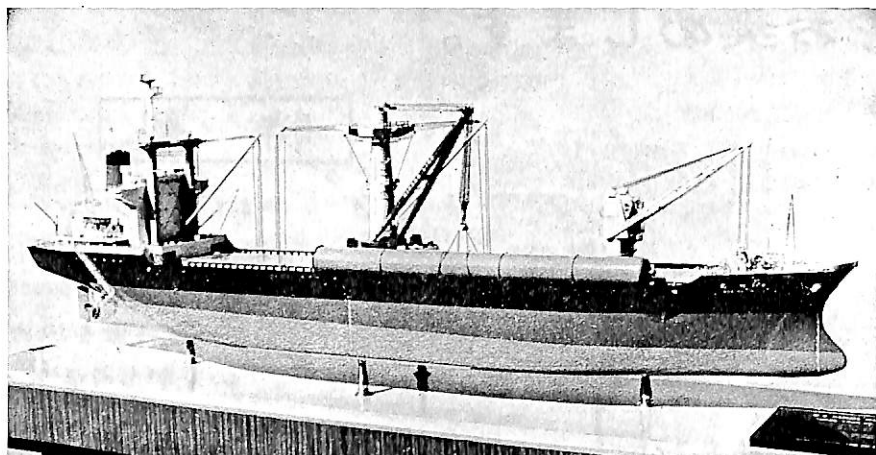
機械部 船用機械課

他の取扱い機種：アルファラバル油清浄機・アルファラバルプレート式熱交換器・スタネックス油加熱器

大阪本社 大阪市西区立売堀南通1-19 ☎(06)541-1121

東京支社 東京都中央区日本橋本町2-2 ☎(03)665-3765

進水記念贈呈用に
不二の船舶美術模型を



“春日丸” 船主 日之出汽船株式会社 建造所 尾道造船株式会社



“SIROCCO” 輸出船 建造所 松浦鉄工造船所

株式会社 不二美術模型

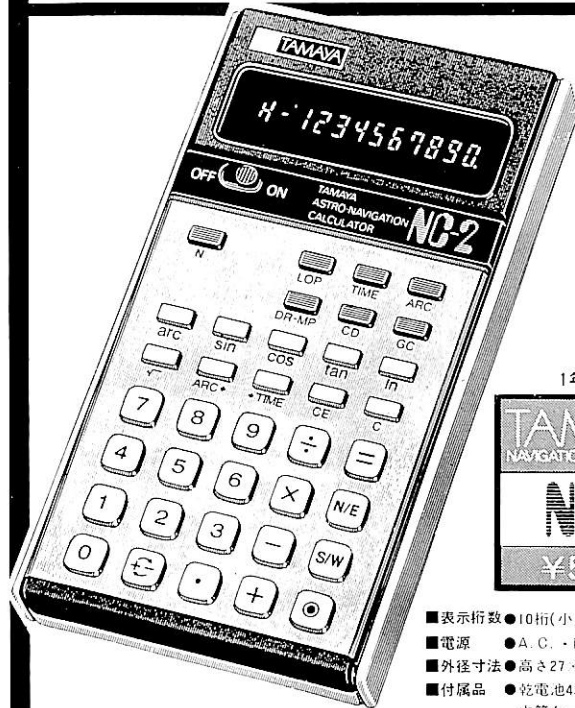
代表取締役社長 桜庭 武二
東京都練馬区高松2丁目5の2 TEL. 東京 (998) 1586

TAMAYAデジタル航法計算機 NC-2

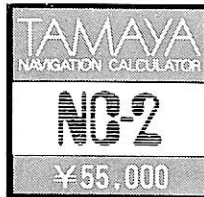
航法計算のすべてを瞬速計算。

船位も・針路も・距離も。

六分儀のTAMAYAから、新登場!!



1年間保障



- 表示桁数 ●10桁(小数部≦9桁)
- 電源 ●A、C、D、C、両用
- 外径寸法 ●高さ27×巾82×奥行150mm
- 付属品 ●乾電池4本・取扱説明書
木箱ケース付

■計算機能

- 推定位置の計算：メルカトル航法・中分緯度航法による針路/距離計算
大圏航法による初期針路・大圏距離の計算
- 最確位置の計算：天文航法による位置の線一天体の高度と方位角の計算
時間から弧度へ、弧度から時間への換算
- 弧度・時間の四則計算 ●関数計算(三角関数・逆三角関数・対数関数)
- 一般四則計算 ●定数計算 ●自乗・べき計算 ●開平計算 ●逆数計算 ●混合計算 ●応用計算

■航法計算が一瞬にしてデジタル表示

船位、針路、距離、到着地点など。各種航法計算を瞬時に行うTAMAYA航法計算機。発表以来、各方面で早くも大評判。日本郵船や防衛庁に納入され、いまや米国をはじめ海外でも好評を得ています。やっかいで手間のかかる天文航法にともなう計算。熟練者でもかなりの時間を要するとされています。でもこの計算機なら、キー操作ひとつ。初心者でも数秒で計算が完了。正確な結果が得られます。いま、海の男たちの厳しい要求に答えて新登場です。

■操作は簡単・精度は抜群・信頼度は最高

プログラミングの知識を全く必要としない“対話方式”を採用。行なおうとする航法計算のモードキーを押せば、後はデジタル表示管のシンボルマークに従ってデータを入れるだけ。実に簡単な操作で正確な計算結果が生まれます。各種航法計算プログラムを内蔵。使いやすいハンディタイプの航法計算機。ぜひ一度お試めください。

■お申し込み・お問い合わせ。

- 下記の代理店に、葉書または電話でご連絡ください。
- 現金書留にて、下記の代理店へお送り願います。
- カタログもご遺慮なく、同じところにお申し出ください。
- 送料、木箱を含んで¥55,000となっています。

■お支払い方法。

代理店

- 東京測器株式会社 : 〒101 東京都千代田区外神田1-3-3 TEL253-2991
- 株式会社 本地郷 : 〒104 東京都中央区勝どき3-3-5 TEL531-4338
- 三洋商事株式会社 : 〒104 東京都中央区新川1-17-2 TEL551-8151~8
- ニチモウ株式会社 : 〒100 東京都千代田区大手町2-6-2 日本ビル10F TEL270-6311
- 株式会社 宇津木計器 : 〒231 横浜市中区弁天通6-83-1 TEL(045)201-0596
- 南北産業株式会社 : 〒424 清水市旭町2-2 TEL(0543)51-1100
- 英和精工株式会社 : 〒550 大阪市西区北堀江通5-59 TEL(06)538-1851
- 株式会社 港文庫 : 〒552 大阪市港区築港3-5-4 TEL(06)573-0271~3
- 株式会社岸計器製作所 : 〒650 神戸市生田区海岸通2-26 東和汽船ビル TEL(078)331-2387~9・0641
- 第一計器工業株式会社 : 〒650 神戸市生田区海岸通5 大阪商船三井ビル TEL(078)391-3883
- 日本測器株式会社 : 〒650 神戸市生田区海岸通4-17-1 ポートビル2F TEL(078)341-4291
- 株服部宝生堂眼鏡店 : 〒650 神戸市生田区三宮町3-57 TEL(078)331-1123

総発売元



株式
会社

玉屋商店

東京銀座

東京本社 〒104 東京都中央区銀座4-4-4 大阪支店 〒542 大阪市南区順慶町通り4-2

国内(03)561 8711・(06)251 9821 輸出(03)563 4621

技術と実績を誇る！

西芝の船舶用電気機器

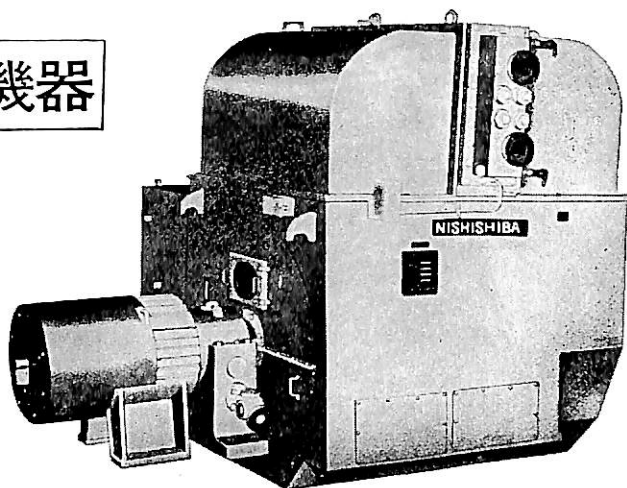
《営業品目》

船用交流発電機・船用各種電動機

船用電動通風機・防爆形電動通風機

配電盤・制御装置・自動化電気機器

つり上げ電磁石・リフトバック



2,000KVA サイリスタブラシレス交流発電機

NSDK 西芝電機株式会社

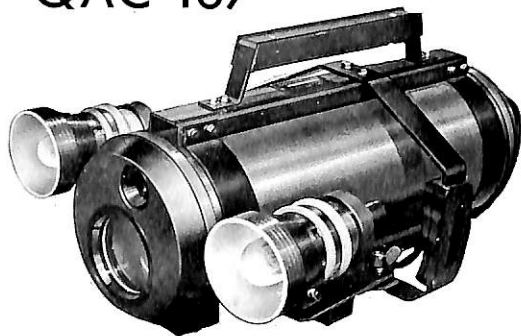
本社・工場 〒671-12
東京営業所 〒104
大阪営業所 〒530
尾道出張所 〒722

姫路市網干区浜田1000
東京都中央区銀座8-3-7(伊勢半ビル)
大阪市北区堂島北町31(堂北ビル)
尾道市土堂1-3-30

電話 姫路(0792) 74-2111(大代)
電話 東京(03) 572-5351(代)
電話 大阪(06) 345-2158(代)
電話 尾道(0848) 23-2864

新しい海への技術

QAC-107



小型、軽量
操作が簡単、機動性抜群

使用例

- キャピテーション解析水中テレビシステム
- 流状観測水中テレビシステム
- 資源調査用深海中テレビシステム
(水深12,000mまで可能)
- 漁業調査用水中テレビシステム
- ヘドロ浚渫用水中テレビシステム
- 船舶搭載用テレビシステム

超小型水中カラーテレビジョン装置

- ・ UNDER WATER TV SYSTEM ・
- ・ VIDEO DISPLAY EQUIPMENT ・
- ・ MICRO COMPUTER ・

Video System Q・I



●お問合せは下記水中TV営業課へ
関西地区はソニー商事(株)大阪「特器営業所」
TEL(06)531-4111(代)・ITV係まで
株式会社 キュー・アイ
東京都大田区南雪谷2-20-5 〒145
TEL(03)727-8591(代表)

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



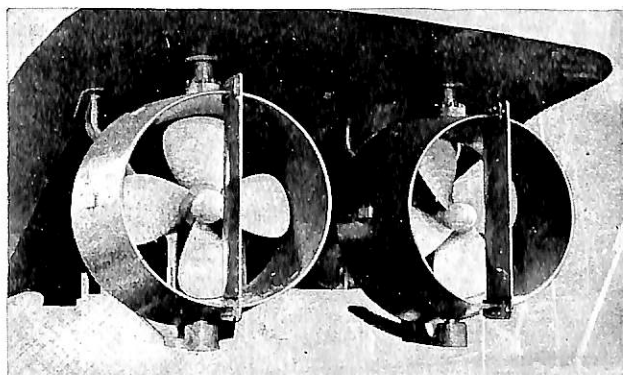
船舶機装品研究所

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)

PROPELLER
NOZZLE SYSTEM
ノズルノズル



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



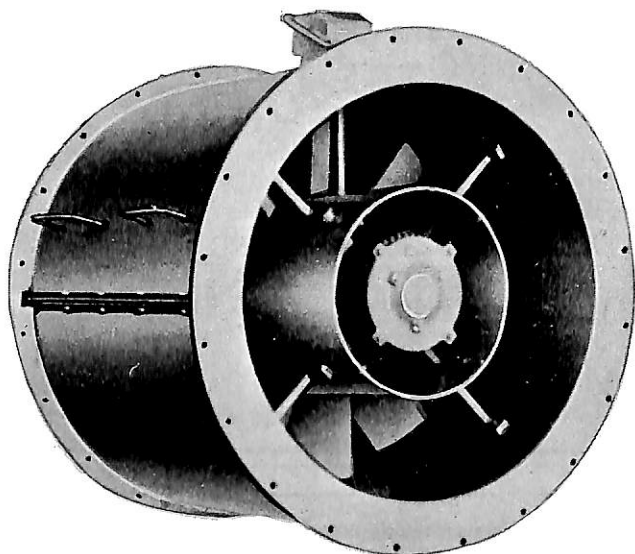
(株)マスミ内燃機工業所

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

大洋の



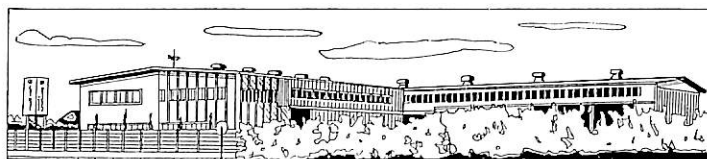
乗組員の生活環境改善に 低騒音船用軸流通風機



68_{db}

11KW. 6P

風量 600m³, 風圧 40mm



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

最新鋭のコンピューターによる試験設備

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

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

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

岐阜羽島工場

岐阜県羽島市正木町坂丸3-1 電話 05838-92-8500(代表)

主要生産品目

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

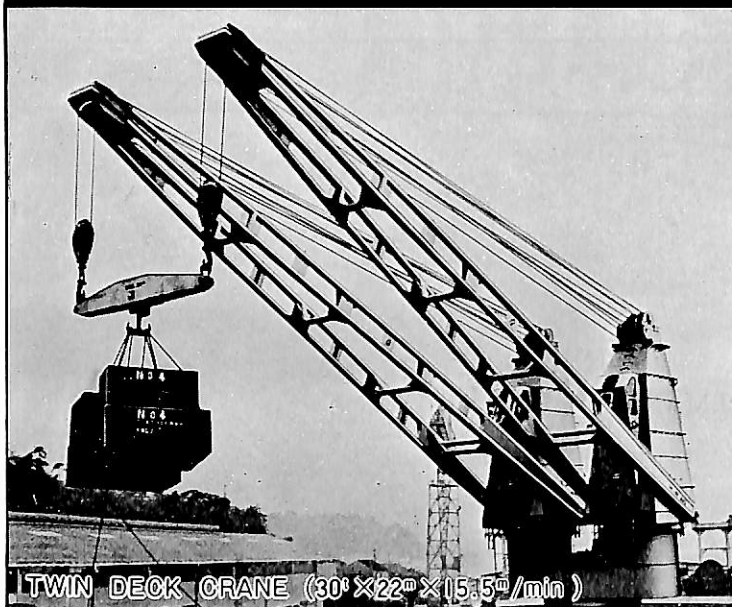
大洋電機株式会社

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

目 次

- 11 新造船写真集 (No. 348)
- 43 9月のニュース解説 編 集 部
- 104 新造船紹介
- 46 BORO Liner “BELLMAN” 川 崎 重 工 業
- 53 高速艇のプロペラシャフトについての一メモ 岩 井 次 郎
-
- 60 ケミカルタンカー(19) 恵美洋彦・角張昭介
- 71 実用船舶推進論(21) 伊 藤 一 男
- 77 船舶電子航法ノート(14) 木 村 小 一
- 85 瀬戸内海客船の歴史(9) 埴 友 雄
-
- 98 新しい低温用鋼板——SHT鋼板——について 住友金属工業
- 105 長期防汚船底塗料“AFシーフロー” 中 国 塗 料
- 30 NIMITZ—CVN68—(3) 速 水 育 三
- 技術短信 全ソ船舶輸出入公団向け物理探鉱船イスカージェリ改造工業完工 三 菱 重 工 業
省エネルギー型の中小船用ディーゼル機関
「三菱 Sulzer 6 RLA 56型」の初号機を完成 三 菱 重 工 業
- 製品紹介 立体スキャニング新型ソナー「FSS-75A」 古 野 電 気
-

最新の技術と実績を誇る 福島甲板機械



TWIN DECK CRANE (30^t×22^m×15.5^m/min)

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



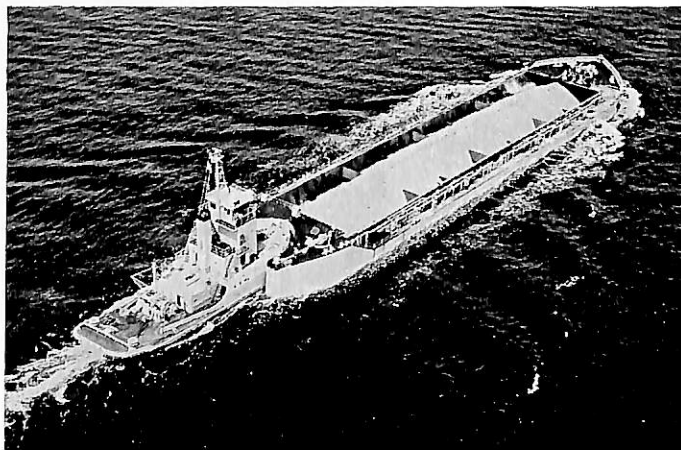
株式会社 **福島製作所**

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

“押船—舳船団に”アーティカップル

ピンジョイント式
自動連結装置

ボタン操作による
全自動方式



☆ 荒天時も就航可能!

☆ 連結—切離し作業の無人化とスピード・アップ!

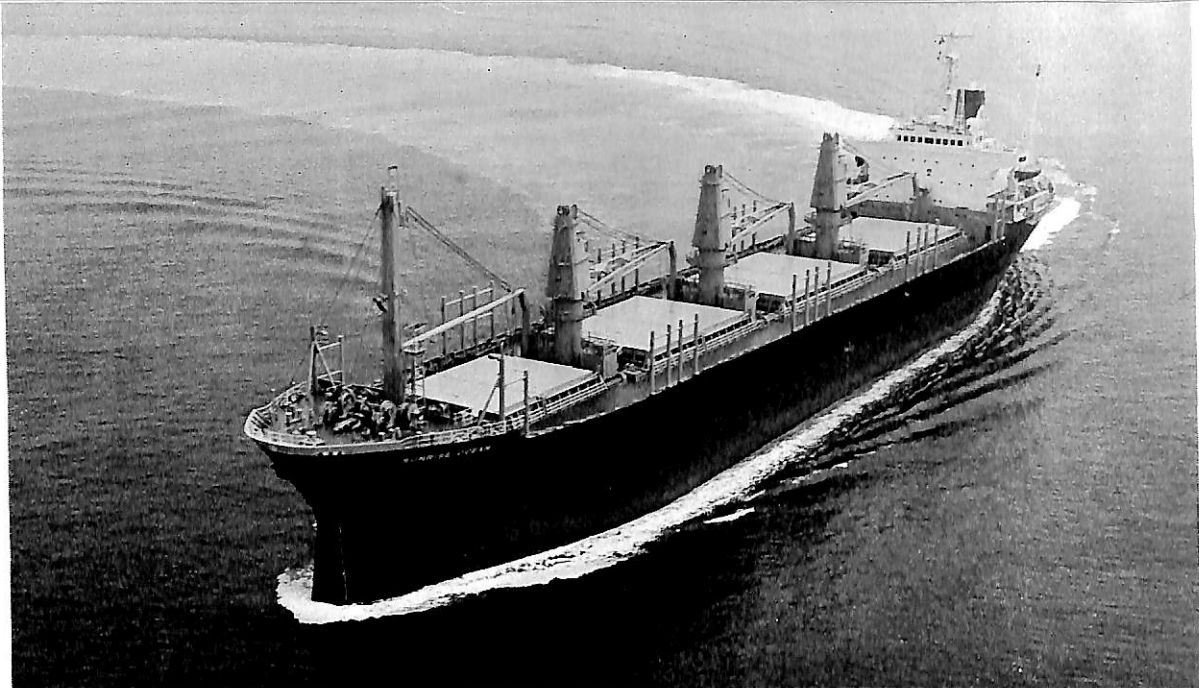
大成設計工務株式会社

東京都台東区東上野 1-28-3
電話 03(833)0828, 0829



自動車運搬船 **ねぶちゅーん だいやもんど** 三菱鉱石輸送株式会社
NEPTUNE DIAMOND

三菱重工業株式会社長崎造船所建造 (第1815番船)	起工 52-1-27	進水 52-6-2	竣工 52-8-25
全長 169.115m	垂線間長 160.00m	型幅 25.60m	型深 10.01m(乾舷甲板迄)
満載喫水 7.22m	総噸数 9,491.62T	純噸数 4,793.18T	載貨重量 8,017.4Lt
デッキクレーン 2t×2, 0.5t×2	Car 搭載数 2,900台 (ギャラン, ランサー)	燃料油槽 1,624.63m ³	
燃料消費量 35.7t/day	清水槽 339.73m ³	主機械 三菱 MAN 12V52/55 型ディーゼル機関×1	補汽缶 三菱 MC-12型×1
出力 (連続最大) 12,000PS (430RPM) (常用) 10,200PS (407RPM)		送信機 (主) TS-15A-1A (補) SSB 1.2kW×1	
発電機 (ディーゼル) AC 625kVA×3		速力 (試運転最大) 20.18kn (満載航海) 18.1kn	
受信機 (主) RG33A (補) SSB×1			
航続距離 15,9000浬	船級・区域資格 NK 遠洋	船型 全通船楼甲板型	乗組員 31名
日本郵船(株)により運航され、荷主は三菱自動車工業(株)である。			航路 日本～米国西海岸, 北米



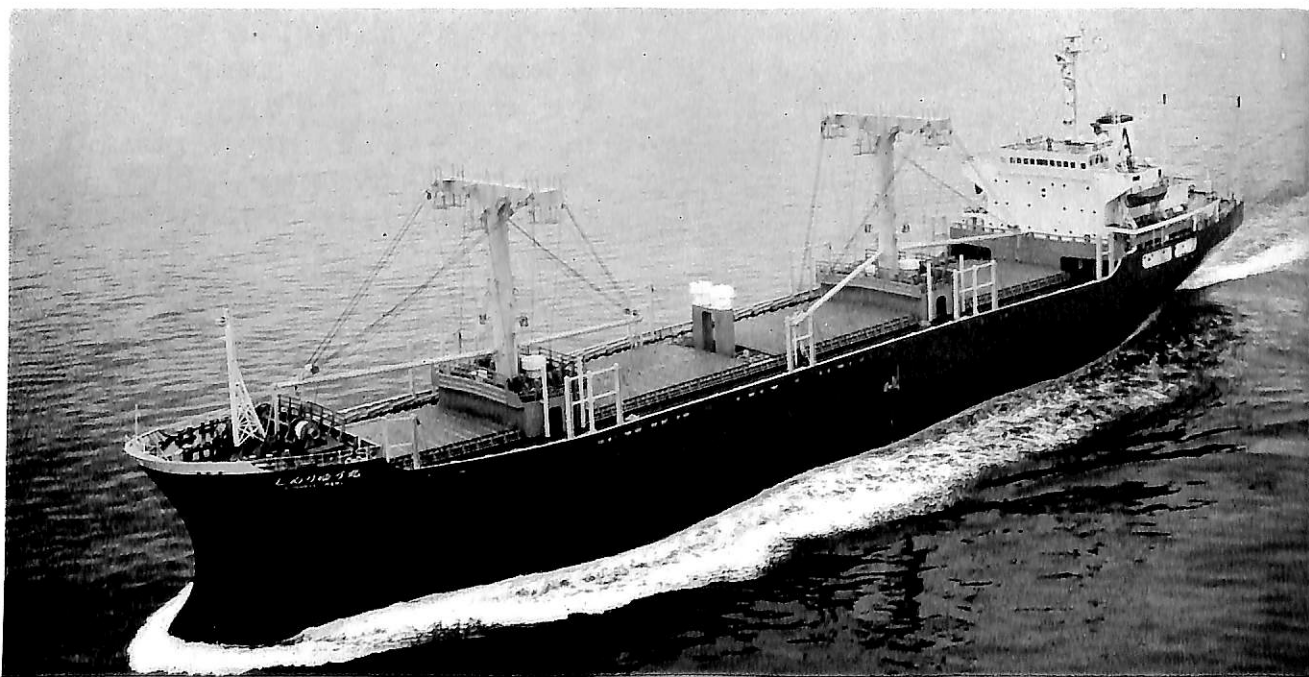
撒積貨物船 **SUNRISE OCEAN** 日鮮海運株式会社
サンライズ オーシャン

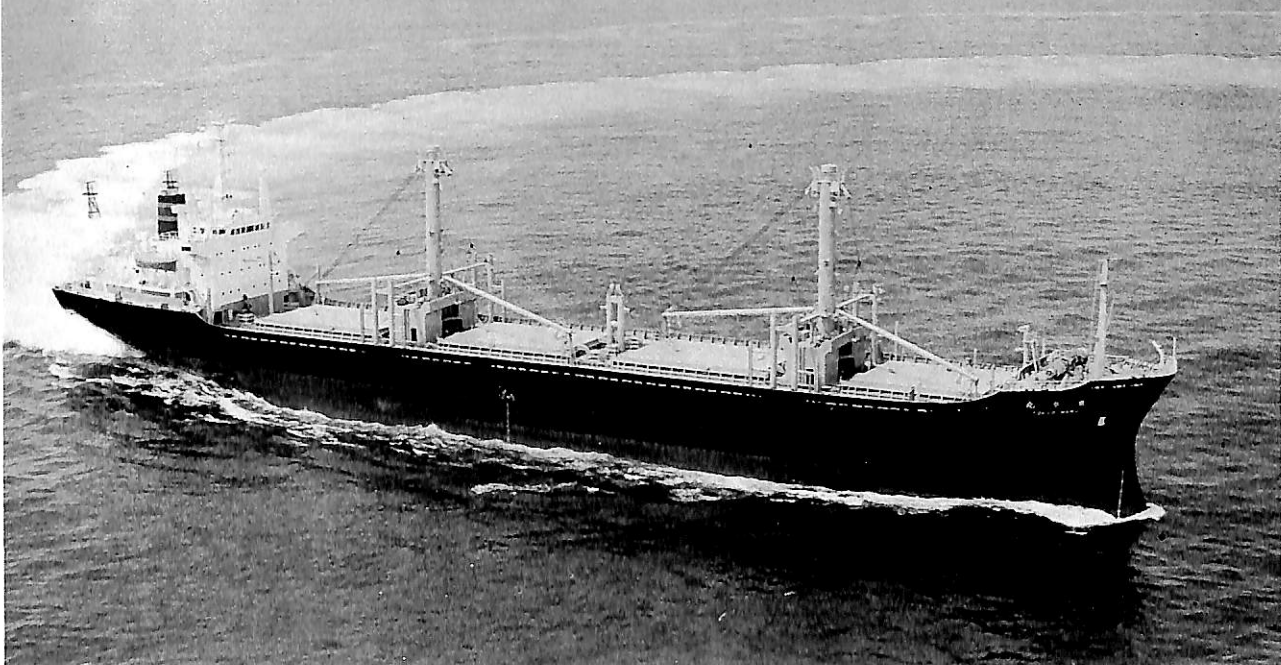
今治造船株式会社丸亀事業本部建造 (第1037番船) 起工 52-2-5 進水 52-4-23 竣工 52-7-11
 全長 159.826m 垂線間長 150.00m 型幅 24.60m 型深 13.60m 満載喫水 9.932m
 満載排水量 29,684t 総噸数 13,870.56T 純噸数 9,029.79T 載貨重量 23,651t
 貨物艙容積 (ベール) 29,099.64m³ (グレーン) 30,425.26m³ 艙口数 4 デリックブーム 25t×1
 デッキクレーン 25t×3 燃料油槽 1,734.56m³ 燃料消費量 32t/day 清水槽 358.45m³
 主機械 三菱 Sulzer 6RND68 型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 9,900PS (150RPM)
 (常用) 8,910PS (145RPM) 補汽缶 コクランコンポジット型 7kg/cm² (油焚) 800kg/h (排ガス) 800kg/h
 発電機 400kVA×2 送信機 (主) NSD-1590 1kW (補) NSD-1106 75W
 受信機 (主) NRD-10 (補) NRD-1002C 速力 (試運転最大) 17.116kn (満載航海) 14.5kn
 航続距離 14,100浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 ウエル甲板型 乗組員 29名
 同型船 GARZA STAR

— 12 —

撒積貨物船 **しんりゆう丸** 秋田船舶株式会社
SHINRYU MARU

株式会社神田造船所建造 (第222番船) 起工 51-12-24 進水 52-3-23 竣工 52-6-25
 全長 144.00m 垂線間長 134.00m 型幅 22.30m 型深 12.50m 満載喫水 9.377m
 満載排水量 22,025.13t 総噸数 10,385.46T 純噸数 6,316.46T 載貨重量 17,430.13t
 貨物艙容積 (ベール) 20,767.33m³ (グレーン) 21,822.52m³ 燃料油槽 1,528.77m³ 燃料消費量 25.6t/day
 デリックブーム 25t×19m×1, 25t×21m×3 主機械 IHI S.E.M.T Pielstic 12PC 2-5V 型ディーゼル機関×1
 清水槽 1,147.51m³ 出力 (連続最大) 7,800PS (520/139.8RPM) (常用) 7,020PS (502/135RPM) 発電機 450kVA×900rpm×530PS×2
 補汽缶 排ガス併用横煙管型 7kg/cm²×1 受信機 (主) NRD-10 トリプルスーパーヘテロダイン
 送信機 (主) NSD-1590 航続距離 11,500浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 速力 (試運転最大) 17.650kn (満載航海) 14.3kn 同型船 しんこう丸
 船型 ウエル甲板型 乗組員 32名





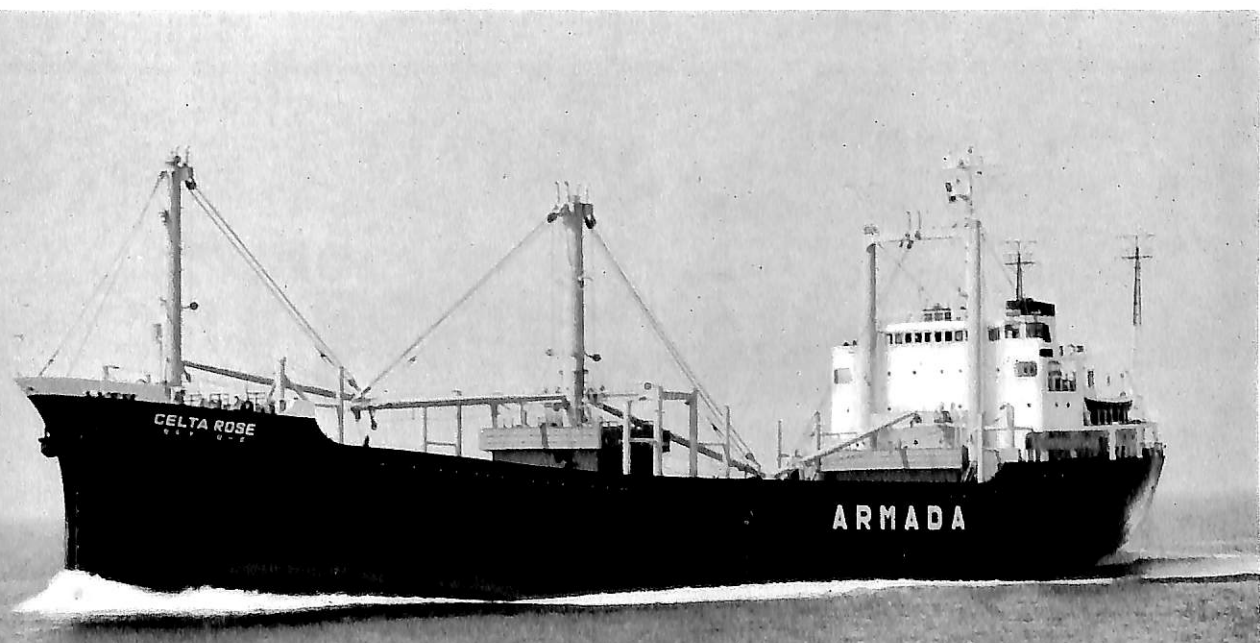
貨物船 東京丸 東京船舶株式会社
TOKYO MARU

株式会社新山本造船所高知造船所建造(第200番船) 起工 52-3-18 進水 52-6-9 竣工 52-8-10
 全長 146.40m 垂線間長 136.00m 型幅 22.60m 型深 12.10m 満載喫水 8,946.5m
 満載排水量 21,628t 総噸数 10,192.69T 純噸数 6,483.82T 載貨重量 16,785t
 貨物艙容積 (ベール) 19,978m³ (グレーン) 21,054m³ 艙口数 4 デリックブーム 25t×3, 30t×1
 燃料油槽 C.O. 1,462m³ A.O. 160m³ 燃料消費量 26.78t/day 清水槽 520m³
 主機械 神戸発動機 8UEC 52/105D 型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 8,000PS (175RPM)
 (常用) 7,200PS (169RPM) 補汽缶 コ克蘭コンポジット NCP 120/120型
 発電機 AC 430kVA×450V×900rm×2 送信機 (主) 1kW, 500W (補) 75W 受信機 (主) 全波
 (補) 全波 速力 (試運転最大) 17.23kn (満載航海) 14.3kn 航続距離 17,000浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 31名

貨物船 CELTA ROSE オリエントリース株式会社・
セルタ ローズ 株式会社ワイドクリーンライン

— 13 —

株式会社栗之浦ドック建造(第122番船) 起工 52-4-26 進水 52-5-31 竣工 52-7-30
 全長 109.04m 垂線間長 101.80m 型幅 17.00m 型深 8.60m 満載喫水 6.99m
 満載排水量 9,630t 総噸数 4,247.55T 純噸数 2,646.42T 載貨重量 7,406.90t
 貨物艙容積 (ベール) 8,642m³ (グレーン) 9,431m³ 艙口数 2 デリックブーム 20t×2, 15t×2
 燃料油槽 752m³ 燃料消費量 149.15g/PS·h 清水槽 478m³ 主機械 阪神内燃機 6LU54 型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 4,500PS (230RPM) (常用) 3,825PS (217.8RPM)
 補汽缶 蒸発量 800kg/h×10kg/cm²×1 発電機 AC 445V×250kVA×2 送信機 (主) 500W (補) 75W
 受信機 (主) 15球 (補) 11球 速力 (試運転最大) 15.154kn (満載航海) 13.5kn 航続距離 10,000浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板船尾機関型 乗組員 25名 同型船 SUN SALVIA
 Panama, Suez Canal USCG Rule Harbor Rule (India, Pakistan, Australia, Canada)





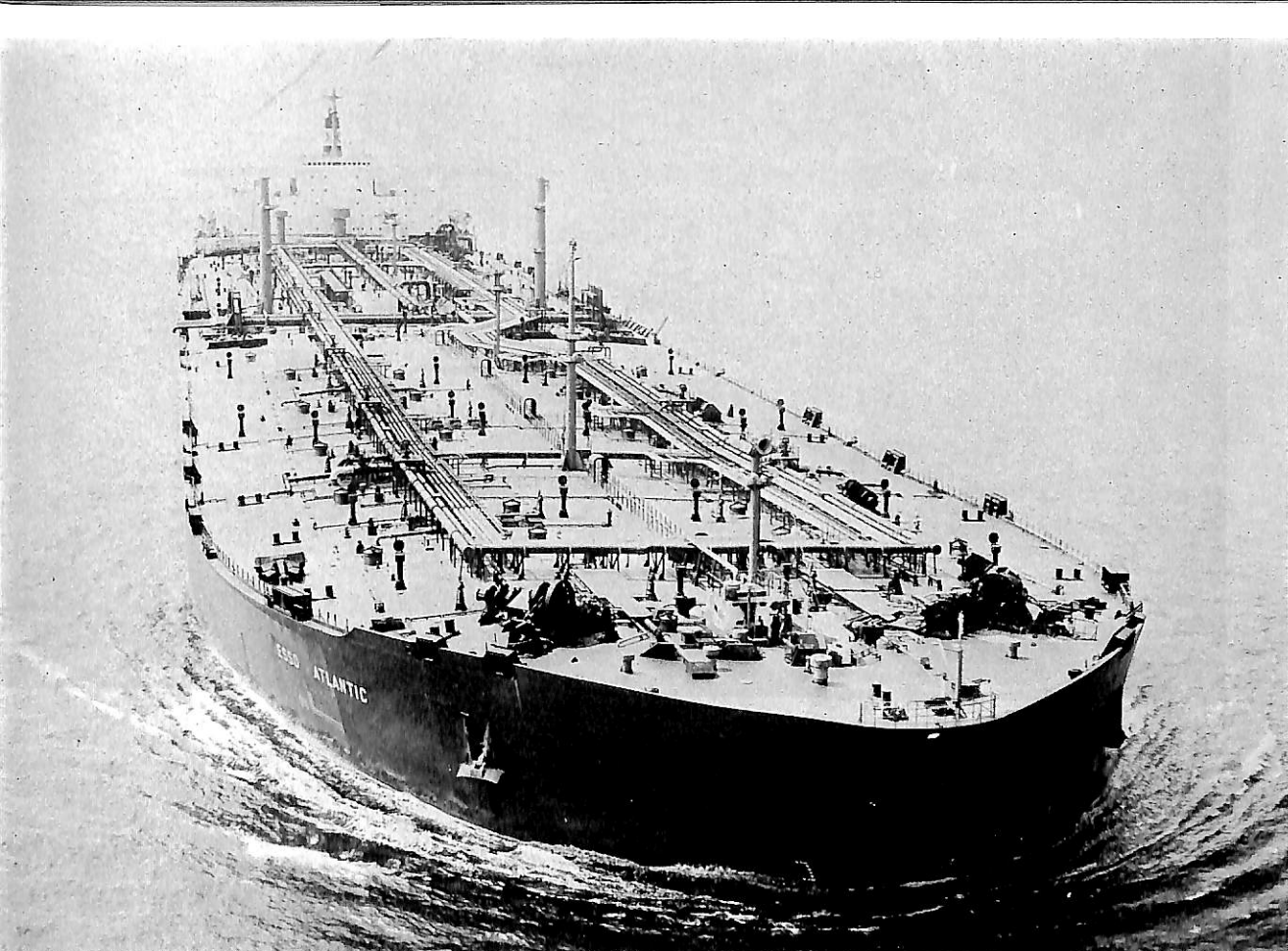
カーフェリー あさなぎ丸 日本道路公団
ASANAGI MARU

三菱重工業株式会社神戸造船所建造(第1092番船) 起工 52-2-17 進水 52-4-28 竣工 52-6-27
 全長 55.953m 垂線間長 50.00m 型幅 12.00m 型深 4.00m 満載喫水 3.061m
 満載排水量 1,200t 総噸数 683.40T 純噸数 199.27T 載貨重量 277.1t
 Car 搭載数 8.5mトラック×11台, 4.5m小型自動車×4 燃料油槽 58.89m³ 燃料消費量 12.71m³/day
 清水槽 17.41m³ 主機械 ダイハツ4サイクル単動中速ディーゼル機関×2
 出力(連続最大) 1,600PS×2 (730RPM) (常用) 1,360PS×2 (691RPM) 補汽缶 温水ボイラ 120,000kcal/h
 発電機 (ディーゼル) 220kW×AC 225V×60Hz×2 送受信機 船舶電話装置一式, VHF 無線電話装置一式
 速力(試運転最大) 14.46kn (航海) 13kn 航続距離 1,300浬 船級・区域資格 JG 沿海 第二種船
 船型 平甲板型 乗組員 14名 旅客 250名
 (ダックペラ)×2 推進器は360度旋回式コルトノズル付プロペラ
 。自動膨脹式シュータを装備 航路: 明石~岩尾(淡路島) 自動車搭載スペースに手動スプリンクラー装備

曳船 く に び き 農林省中海干拓事業所
KUNIBIKI

三菱重工業株式会社神戸造船所建造(第1082番船) 起工 52-5-11 進水 52-7-12 竣工 52-8-29
 全長 22.0m 垂線間長 20.16m 型幅 6.8m 型深 2.8m 満載喫水 2.02m
 排水量 174.0t 総噸数 97.16T 純噸数 34.98T 燃料油槽 12.0m³ 燃料消費量 124ℓ/h
 清水槽 3.28m³ 主機械 ダイハツ 6PKTbM-16F 型ディーゼル機関×2
 出力(連続最大) 350PS×2 (1,200RPM) 発電機 (ディーゼル) AC 3φ×225V×60Hz×40kVA×2
 送受信機 VHF 超短波無線電話装置一式 速力(試運転最大) 10.6kn (満載航海) 10.0kn
 航続距離 780浬 船級・区域資格 JG 平水第4種船 船型 平甲板型 乗組員 4名
 。推進器は360°旋回式Tドライブ付プロペラ×2 曳航力(100負荷) 前進 9.8t, 後進 9.0t





エッソ アトランティック
輸出油槽船 **ESSO ATLANTIC**

船主 Esso Tankers Inc. (Liberia)
 日立造船株式会社有明工場建造 (第4484番船) 起工 51-3-11 進水 52-2-9 竣工 52-8-11
 全長 406.600m 垂線間長 390.000m 型幅 71.000m 型深 31.200m 満載喫水 25.294m
 満載排水量 589,842t 総噸数 234,626.82T 純噸数 201,698T 載貨重量 508,731Lt
 貨物油槽容積 610,759m³ 主荷油泵 6,000m³/h×165m×4 デリックブーム 16Lt×2 キャング
 燃料油槽 21,346m³ 燃料消費量 214.3t/day 清水槽 1,142m³ 主機械 日立造船 UC-450/80 型
 タービン機関×1 出力 (連続最大) 45,000PS (80RPM) (常用) 45,000PS (80RPM)
 補汽缶 日立造船 UMG 97/71型 62kg/cm²g×515°C×Max 97t/h
 発電機 (タービン) 2,500kW×AC450V×60Hz×1,800rpm×2, (ディーゼル) 760kW×AC450V×60Hz×1,800rpm×1
 送信機 (主) HF NSD-18×1 (補) NSC-16×1 受信機 (主) NRD-71×1 (補) NRD-30×1
 速力 (試運転最大) 16.051kn (満載航海) 15.15kn 航続距離 約 33,000浬 船級・区域資格 AB 遠洋
 船型 平甲板型 乗組員 50名。航路 ベルシヤ湾～北ヨーロッパ。我国で建造された最大のタン
 カーである。ULCC 級の世界最大はフランス Société Maritime Shell 所有の BATILLUS, BELLAMYA
 (550,000DWT. 1976年フランスのアトランティック造船所建造) の2隻であり、これに次ぐものである。(別項参照)

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



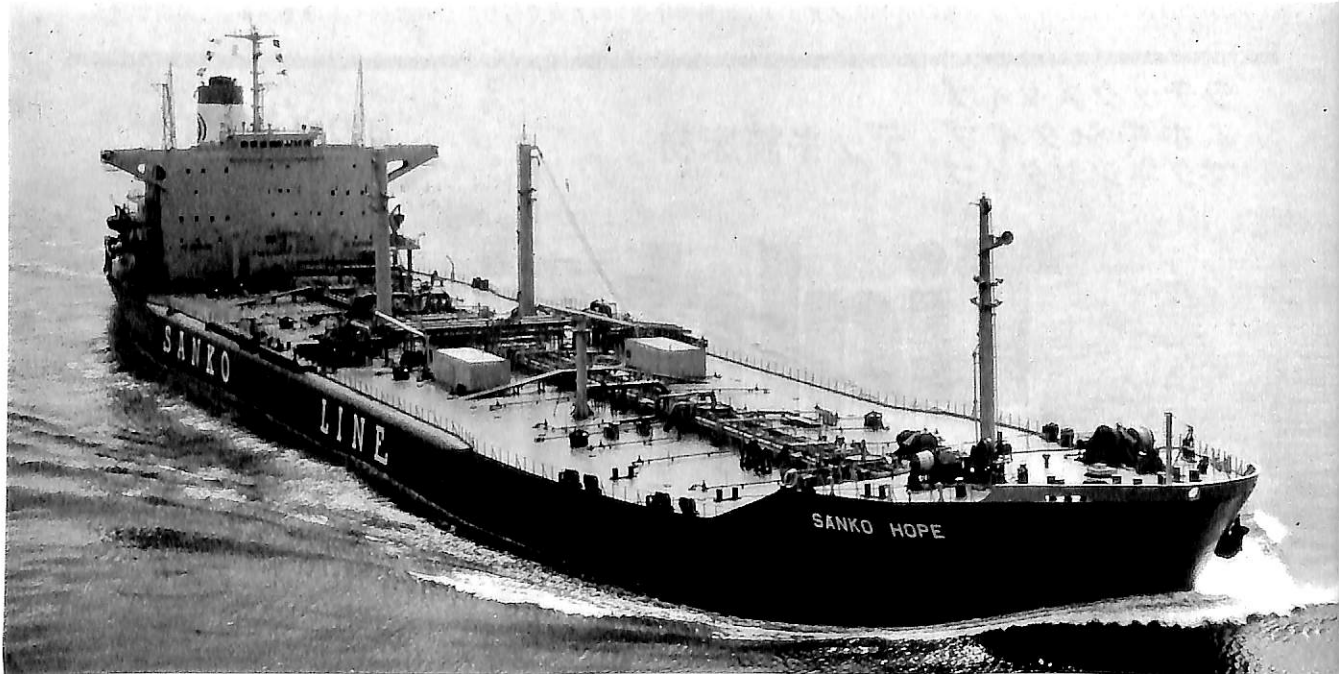
アル ファイハ
輸出油槽船 **AL FAIHA**

船主 Kuwait Oil Tanker Company S.A.K. (Kuwait)
 尾道造船株式会社建造 (第247番船) 起工 51-9-2 進水 52-1-14 竣工 52-7-22
 全長 339.15m 垂線間長 324.00m 型幅 53.50m 型深 26.60m 満載喫水 20.73m
 満載排水量 305,725t 総噸数 136,614.35T 純噸数 102,602.61T 載貨重量 267,911t
 貨物油槽容積 317,190.5m³ 主荷油ポンプ 5,000m³/h×150m×3 貨物油槽数 20
 デリックブーム 15t×2 燃料油槽 C.O 14,574.6m³ A.O 389.1m³ 燃料消費量 224g/h・SPS
 清水槽 790.4m³ 主機械 三菱クロスコンパウンドギアード船用タービン機関×1
 出力 (連続最大) 36,000PS (84RPM) (常用) 34,000PS (82.4RPM) 主汽缶 油焚水管 max. 75t/h,
 nor. 52t/h×2 発電機 (タービン) 2,000kVA×AC 450V×2, (ディーゼル) 1,062.5kVA×AC 450V×1
 (非) (ディーゼル) 1,062.5kVA×AC 450V×1 送信機 (主) MF, MHF, HF 1.5kW (補) MF, HF 100W
 受信機 (主) 1 速力 (試運転最大) 16.74kn (満載航海) 15.75kn 航続距離 27,400浬
 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 66名

— 16 —

サンコー ホープ
輸出油槽船 **SANKO HOPE**

船主 Bosphorus Shipping Inc. (Liberia)
 尾道造船株式会社建造 (第264番船) 起工 51-6-14 進水 51-11-8 竣工 52-7-5
 全長 236.85m 垂線間長 225.00m 型幅 40.00m 型深 18.80m 満載喫水 14.226m
 満載排水量 103,208t 総噸数 43,732.65T 純噸数 34,844.38T 載貨重量 87,607t
 貨物油槽容積 110,616m³ 主荷油ポンプ 2,750m³/h×125m×3 デリックブーム 15t×2
 燃料油槽 3,759m³ 燃料消費量 69.1t/day 清水槽 493.3t 主機械 日立 Sulzer 7RND90型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 20,300PS (122RPM) (常用) 18,270PS (118RPM)
 補汽缶 2胴水管式 発電機 AC 450V×3φ×60Hz×900kW×1,443A×1 送信機 (主) 1.5kW SSB×1
 (補) 75W×1 受信機 (主) 全波×2 速力 (試運転最大) 17.209kn (満載航海) 15.5kn
 航続距離 16,407浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 39名



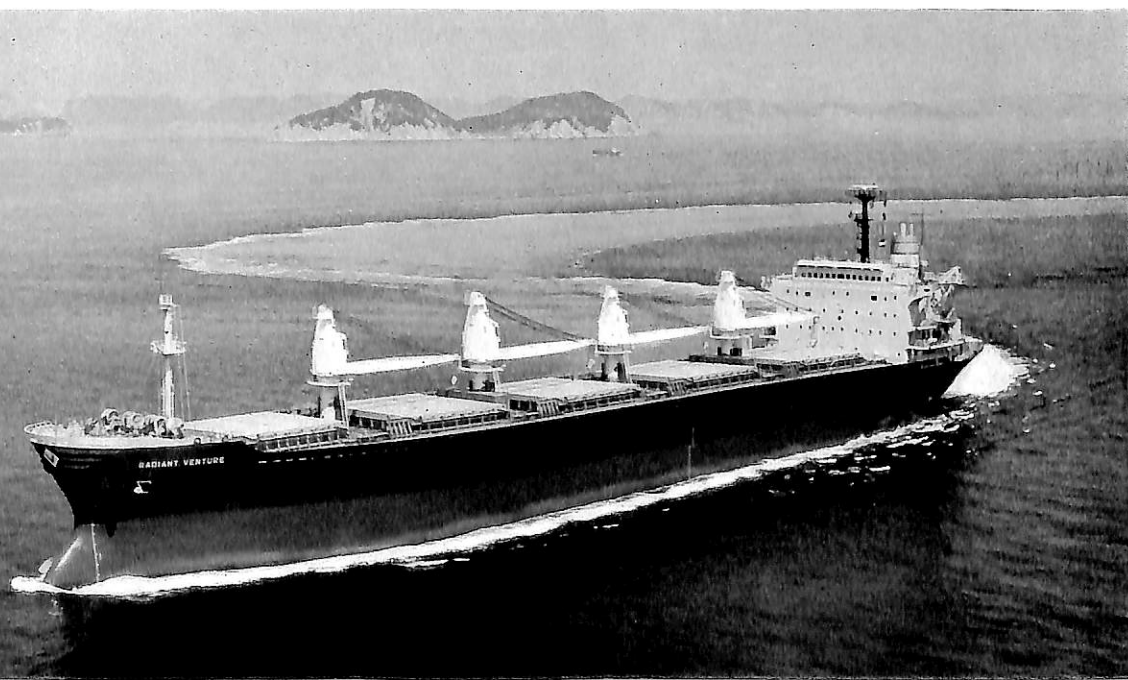


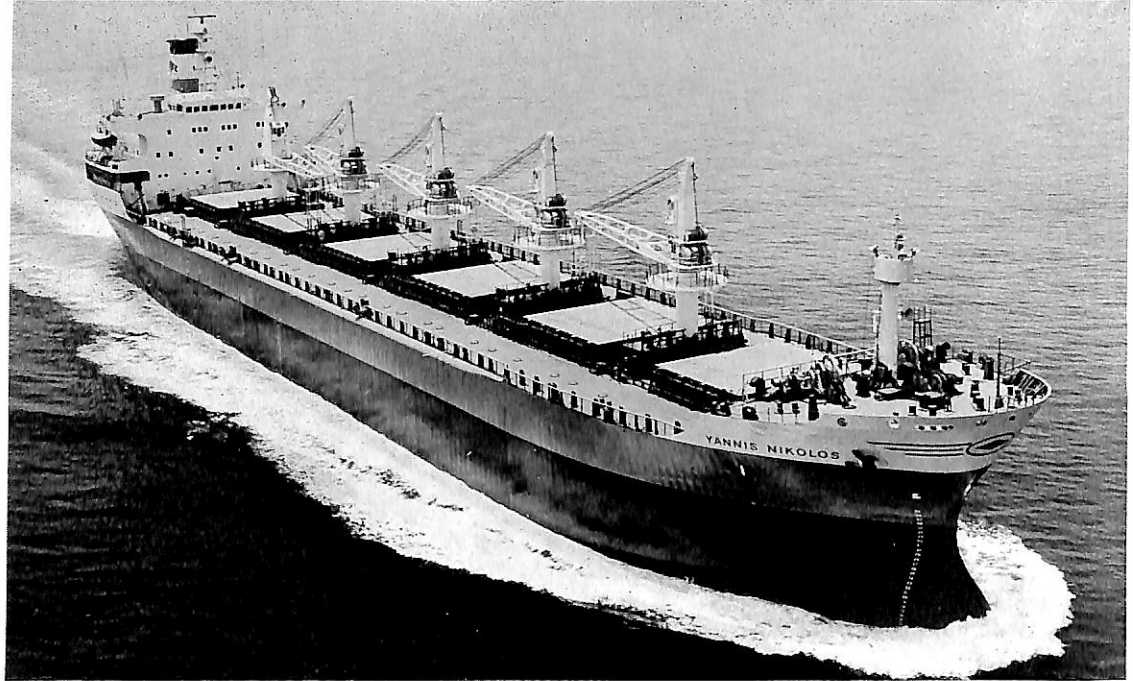
ノーディック マーチャント
輸出撒積貨物船 **NORDIC MERCHANT**

船主 Norwind Shipping CO., Inc. (Liberia)
 三菱重工株式会社長崎造船所建造 (第1790番船) 起工 52-3-7 進水 52-5-13 竣工 52-8-30
 全長 236.80m 垂線間長 225.00m 型幅 32.20m 型深 18.20m 満載喫水 12.229m
 総噸数 32,508.31T 純噸数 22,882T 載貨重量 61,328Lt 貨物艙容積 75,887.4m³
 燃料油槽 4,217.7m³ 燃料消費量 63.9t/day 清水槽 364.8m³
 主機械 三菱 Sulzer 6RND90 型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 17,400PS (122RPM)
 (常用) 15,660PS (118RPM) 補汽缶 MC-18 型 7kg/cm²×164.17°C×1,800kg/h×1
 発電機 8PSHTB-26D 型 650kW×AC 450V×720rpm×970PS×3 送信機 (主) PMT 1500S×1
 受信機 (主) RMC 1000×1 速度 (試運転最大) 17.42kn (満載航海) 15.80kn 航続距離 23,700浬
 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 50名

ラディアント ベンチャー
輸出撒積貨物船 **RADIANT VENTURE**

船主 Radiant Carriers Inc. (Liberia)
 石川島播磨重工業株式会社相生第一工場建造 (第2598番船) 起工 51-12-2 進水 52-2-17
 竣工 52-4-14 全長 187.73m 垂線間長 178.00m 型幅 28.40m 型深 15.30m
 満載喫水 10.763m 総噸数 19,441.35T 純噸数 13,496.30T 載貨重量 37,871t
 貨物艙容積 (ベール) 44,356.9m³ (グレーン) 45,829.9m³ 艙口数 5 デッキクレーン 15t×2, 25t×2
 燃料油槽 3,341.3m³ 燃料消費量 32.6t/day 清水槽 373.6m³
 主機械 IHI Sulzer 6RND68 型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 9,900PS (150RPM)
 (常用) 8,900PS (144.8RPM) 補汽缶 堅型水管 IHI 7kg/cm²G×170°C×1.5t/h
 発電機 (ディーゼル) 420kW×AC 60Hz×450V×720rpm×1 送受信機 HF 15kW, MF 0.4kW
 速度 (試運転最大) 16.33kn (満載航海) 15.0kn 航続距離 22,000浬 船級・区域資格 LR 遠洋
 船型 平甲板型 乗組員 33名 (Future-32型)





ヤンニス ニコロス
輸出撒積貨物船 YANNIS NIKOLOS

船主 Evangelistria Shipping Co., Ltd. (Greece)

三井造船株式会社千葉造船所建造 (第1080番船)

全長 179.00m 垂線間長 170.00m

総噸数 19,293.71T 純噸数 12,808.71T

(グレーン) 44,233.2m³ 艙口数 6

燃料消費量 45.1Lt/day 清水槽 223.1m³

出力 (連続最大) 13,100PS (145RPM) (常用) 11,900PS (140RPM)

発電機 (ディーゼル) AC 450V×560kW×840PS×3

受信機 (主) 1 (補) 1

船級・区域資格 LR 遠洋

起工 51-11-1

型幅 27.00m

載貨重量 33,750Lt

デッキクレーン 15t×5

主機械 三井 B&W DE 7K67GF

補汽缶

送信機 (主) 1.5kW×1 (補) 1.5kW×1

速力 (試運転最大) 17.25kn (満載航海) 15.55kn

船型 船首・船尾楼付平甲板型

乗組員 38名

進水 52-3-16

型深 14.80m

貨物艙容積 (ベール) 38,561.1m³

燃料油槽 2,116.6m³

型ディーゼル機関×1

堅型水管 1,400kg/h

航続距離 15,660浬

ジェミニ トレーダー

輸出撒積貨物船 GEMINI TRADER

船主 Gemini Maritime Corporation (Liberia)

三井造船株式会社藤永田造船所建造 (第1115番船)

全長 176.750m 垂線間長 168.000m

満載排水量 34,456t 総噸数 16,735.75T

貨物艙容積 (ベール) 32,974.0m³ (グレーン) 38,472.1m³

燃料油槽 1,716.9m³ 燃料消費量 A.O 2.08t/day C.O 40.42t/day

主機械 三井 B & W 6K67GF 型ディーゼル機関×1

(常用) 10,200PS (140RPM) 補汽缶 堅型横煙管×1

送信機 (主) 1.5kW×1 (補) 50W×1

(満載航海) 15.10kn

乗組員 37名

起工 51-12-17

型幅 22.860m

純噸数 12,076T

艙口数 5

出力 (連続最大) 11,200PS (145RPM)

発電機 (ディーゼル) AC 60Hz×450V×550kVA×3

受信機 (主) 1 (補) 1

速力 (試運転最大) 17.343kn

船級・区域資格 AB 遠洋

船型 凹甲板型

進水 52-3-23

型深 14.700m

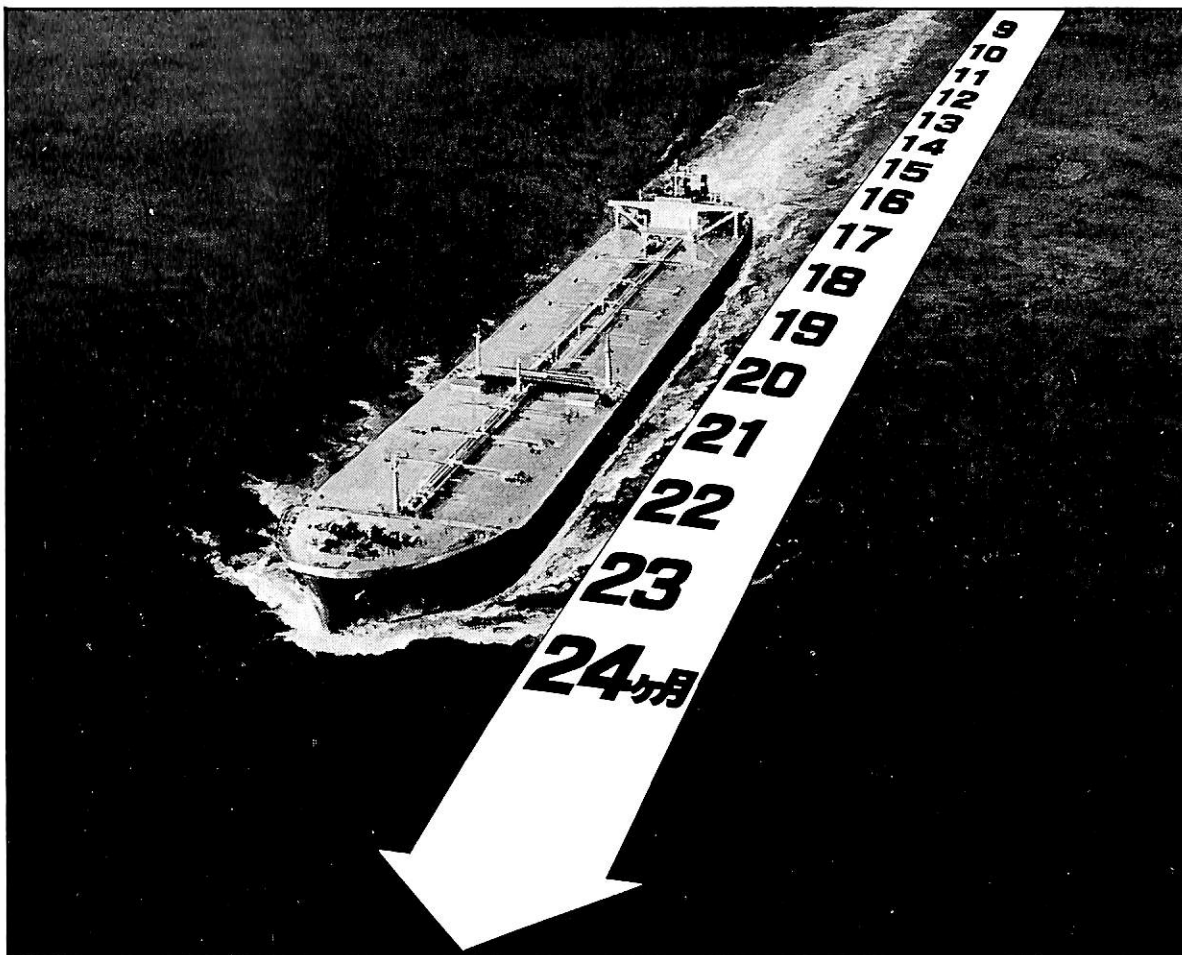
満載喫水 10.548m

載貨重量 27,750t

デッキクレーン 15t×4

清水槽 182.3m³





2年間ノン・ドック

新しい防汚剤
溶出機構による **AFシーフロー**

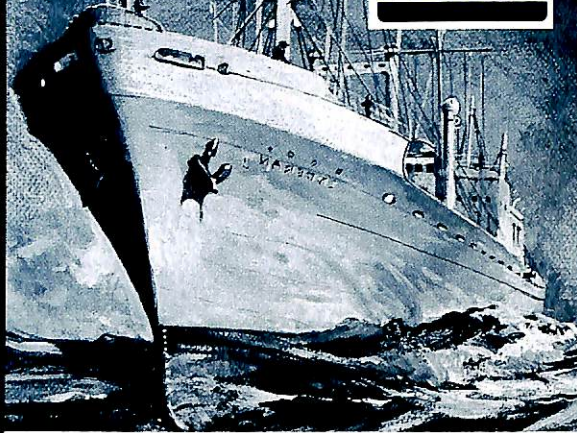
船底の汚れは運航経済性を大きく左右します。とくに最近では、燃料油の高騰、補修ドックにおける諸経費の増大から、長期間防汚性能をたもつ船底塗料がのぞまれています。

「AFシーフロー」はこの要望にこたえたもの。特殊な溶出助剤とビヒクルの配合にくふうを加えることで、塗膜から有効に防汚剤を溶出させるという新しい防汚剤溶出機構を採用しています。(特許出願中) これにより、防汚剤である亜酸化銅とトリフェニル錫化合物の相乗効果(防汚剤は種類・量ともに日本造船工業会規制適合)が発揮され、24ヵ月以上の長期間にわたって海中生物の付着を防ぎ、「シーフロー」の名の通り、海のうえを流れるように航走させることでしょう。いま中国塗料は船舶塗料のトップメーカーとして、時代のニーズにマッチした製品づくりに取組み、数々の成果をつみかさねています。

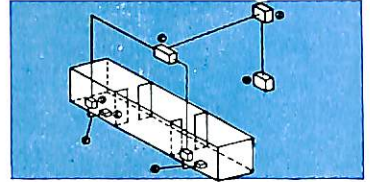
 **中国塗料株式会社**

東京都千代田区内幸町2丁目1-1飯野ビル 〒100 ☎03(506)3951

**Products, People and Systems
For Ship
EFFICIENCY**



**CONTROLLED
FLUME
STABILIZATION
SYSTEM**



Preferred and specified by marine architects and owners. Effective roll reduction can be obtained over a full range of loading conditions by adjusting the liquid level. Use of the Siemens manufactured Phase Control System ensures the Flume System is operating at peak efficiency despite changes in stability or sea state.

OTHER FLUME SYSTEMS FOR BETTER SHIP EFFICIENCY

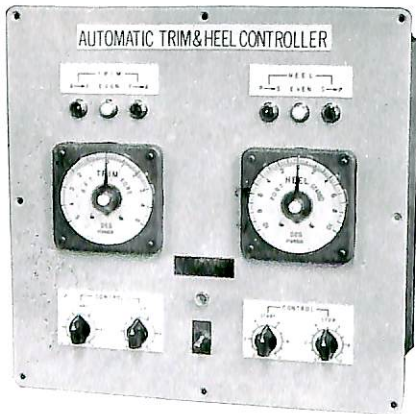
- | | |
|---|--|
| <p>■ PASSIVE FLUME SYSTEM
The most popular and cost effective means of obtaining efficient roll reduction.</p> | <p>■ WHITE GILL BOW THRUSTER
Provides positive thrust in any direction without risk of underwater damage.</p> |
| <p>■ COMBINED FLUME & ELEKTROFIN For the advantages of both systems at lower cost than that of a fin system alone.</p> | <p>■ ELEKTROFIN Hydraulically driven foldable or retractable fin stabilizers actuated by a Siemens acceleration control system.</p> |

**IMPROVE SEAKEEPING and INCREASE
MANEUVERABILITY with products from**



FLUME STABILIZATION SYSTEMS A DIVISION OF **JOHN J. McMULLEN ASSOCIATES, INC.**
One World Trade Center • Suite #3000 • New York, N.Y. 10048 • Representatives throughout the world.

**用途に応じて使いわけ
自動化用傾度計!!**



〈用途〉

1. イーブンキール制御に
2. 任意の姿勢保持に
3. 警報点(2領域可変)設定に

〈特長〉

- ユニット交換で制御・警報・表示を用途に応じて装備できます。
- RO-RO船, コンテナ船, 自動車運搬船に最適です。
- メンテナンスフリーの実績を誇る傾度検出器を使用しています。
- コンピュータへの出力も可能です。

お問合せ・資料請求は本社営業部へ

株式会社 宇津木計器

本社 / 〒231 横浜市中区弁天通 6-8 3
TEL 045-201-0596(代)



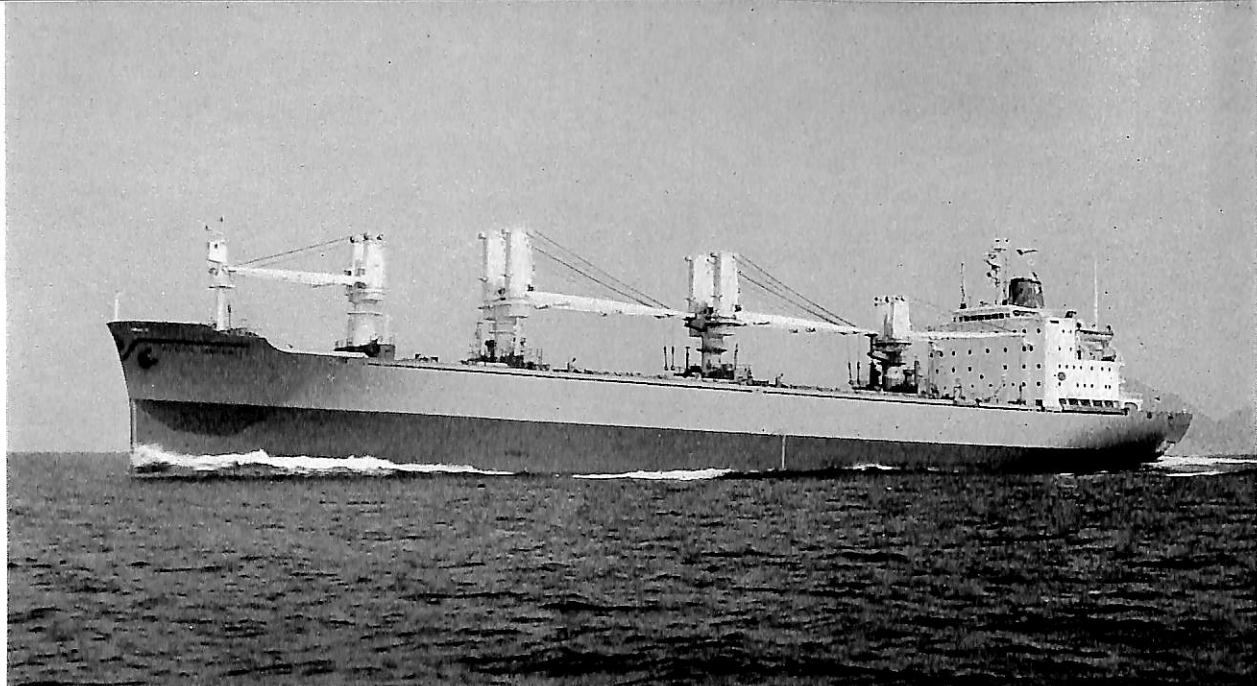
ユニオン ビューティー
輸出撒積貨物船 **UNION BEAUTY**

船主 International Union Lines Ltd. (Liberia)
 住友重機械工業株式会社追浜造船所建造 (第1036番船)
 竣工 52-4-28 全長 178.00m 垂線間長 168.00m 型幅 22.96m 型深 14.60m
 満載喫水 (ext.) 10.459m 総噸数 16,731.47T 純噸数 11,097T 載貨重量 27,544t
 貨物艙容積 (ベール) 32,817.9m³ (グレーン) 37,624.7m³ デッキクレーン 25t×4 燃料油槽 1,963.5m³
 燃料消費量 39.7t/day 清水槽 296.6m³ 主機械 住友 Sulzer 7RND68 型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 11,550PS (150RPM) (常用) 10,400PS (145RPM)
 補汽缶 重油専焼式 1,500kg/h×7kg/cm²G×1, 排ガスエコノマイザー 1500kg/h×7kg/cm²G×1
 発電機 (ディーゼル) 440kW×660PS×720rpm×3 送信機 (主) 1 (補) 1 受信機 (主) 1 (補) 1
 速力 (試運転最大) 17.23kn (満載航海) 15.0kn 航続距離 16,000浬 船級・区域資格 AB 遠洋
 船型 凹甲板型 乗組員 35名

マンドリーナ
輸出撒積貨物船 **MANDOLYNA**

船主 Metropolitan Sea Trade Corp. (Liberia)
 日立造船株式会社大阪工場堺建造 (第4554番船)
 竣工 52-8-9 全長 173.04m 垂線間長 164.00m 型幅 22.80m 型深 14.75m 満載喫水 10.630m
 満載排水量 32,842Lt 総噸数 16,266.76T 純噸数 10,785T 載貨重量 26,431Lt
 貨物艙容積 (グレーン) 37,556.5m³ 艙口数 5 デッキクレーン 15t×5 デリックブーム 2t×1
 燃料油槽 1,806.6m³ 燃料消費量 39.0t/day 清水槽 536.3t 主機械 日立 B&W 8K62EF 型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 10,700PS (144RPM) (常用) 9,800PS (140RPM)
 補汽缶 日立造船フレミング型×1 発電機 475kVA×AC 450V×60Hz×720rpm×3
 送信機 (主) NSD-18×1 (補) NSC-16×1 受信機 (主) NRD-71×1 (補) NRD-30×1
 速力 (試運転最大) 17.334kn (満載航海) 14.9kn 航続距離 14,769浬 船級・区域資格 AB 遠洋
 船型 船首船尾接付平甲板型 乗組員 38名





オーシャン シンセリティ
輸出多目的貨物船 **OCEAN SINCERITY**

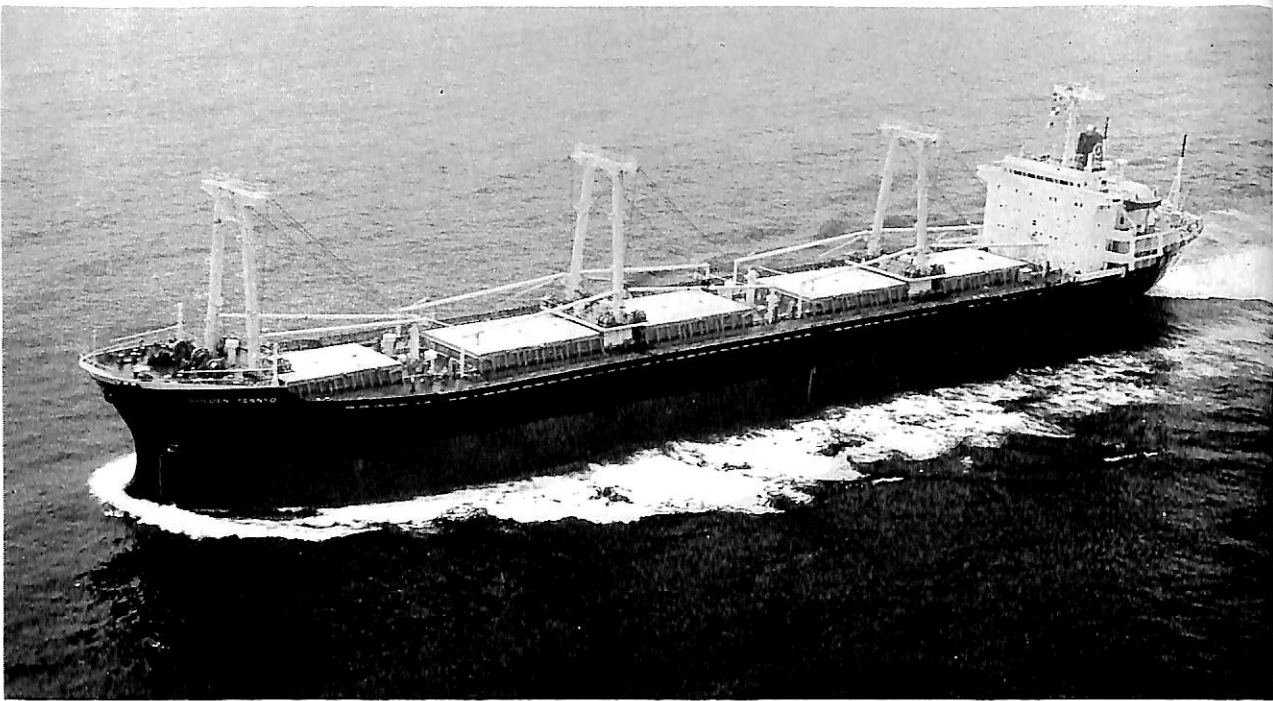
船主 Shimonoseki Shipping & Enterprises CO., (Liberia) Inc. (Liberia)
 三菱重工業株式会社下関造船所建造 (第771番船) 起工 51-9-1 進水 52-1-24 竣工 52-8-24
 全長 182.85m 垂線間長 176.50m 型幅 26.00m 型深 16.00m 満載喫水 10.956m
 満載排水量 37,232Lt 総噸数 19,531.73T 純噸数 11,974.39T 載貨重量 26,340Lt
 貨物艙容積 (ベール) 38,364.5m³ (グレーン) 41,030.7m³ デッキクレーン II×12.5t×18.3mR×1,
 II×20t×26mR×2, II×12.5t×18mR×1 燃料油槽 1,964.7m³ 燃料消費量 56.6Lt/day
 清水槽 349.8m³ 主機械 三菱 Sulzer 6RND90 型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 17,400PS (122RPM) (常用) 15,660PS (118RPM) 補汽缶 豎型横煙管式×1
 発電機 三菱 AC 450V×60Hz×630kW×935PS×600rpm×3 送信機 (主) MF, IF, HF 400W (補) 70W×1
 受信機 (主) 1 (補) 1 速力 (試運転最大) 20.68kn (満載航海) 18.2kn 航続距離 1,3000浬
 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 46名 同型船 OCEAN STRENGTH

— 22 —

ゴールデン サリ
輸出撒積貨物船 **GOLDEN SARI I**

船主 Sari Shipping Pte. Ltd. (Singapore)
 林兼造船株式会社長崎造船所建造 (第849番船) 起工 52-2-22 進水 52-4-22 竣工 52-7-29
 全長 174.00m 垂線間長 166.00m 型幅 22.86m 型深 14.50m 満載喫水 10.449m
 満載排水量 33,460.27t 総噸数 16,918.89T 純噸数 11,152.55T 載貨重量 26,398.13t
 貨物艙容積 (ベール) 33,766.39m³ (グレーン) 34,390.20m³ 艙口数 5 デッキクレーン 25t×4
 燃料油槽 2,197.52m³ 燃料消費量 32.9t/day 清水槽 404.09m³ 主機械 IHI Sulzer 6RND68 型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 9,900PS (150RPM) (常用) 8,910PS (144.8RPM)
 補汽缶 コ克蘭コンポジット型 1,200kg/h×1 発電機 AC 440kW×445V650PS×3
 送信機 (主) 1.5kW×1 (補) 50W×1 受信機 (主) 全波×1 (補) 全波×1
 速力 (試運転最大) 17.081kn (満載航海) 14.50kn 航続距離 15,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 船尾楼付平甲板型 乗組員 35名 同型船 BOGASARI SATU





輸出撒積貨物船 GOLDEN TENNYO

ゴールデン テンニョ

船主 Golden Tenny Steamship Inc. (Greece)

日本鋼管株式会社清水造船所建造 (第363番船) 起工 52-2-17 進水 52-5-10 竣工 52-7-19
 全長 172.260m 垂線間長 161.660m 型幅 22.860m 型深 13.600m 満載喫水 9.779m
 満載排水量 29,676Lt 総噸数 14,530.52T 純噸数 10,238T 載貨重量 24,347Lt
 貨物艙容積 (ベール) 1,028,613ft³ (グリーン) 1,196,973ft³ 艙口数 5 デリックブーム 15Lt×10
 燃料油槽 51,548ft³ 燃料消費量 28.9Lt/day 清水槽 6,923ft³ 主機械 住友 Sulzer 6RND68 型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 9,000PS (137RPM) (常用) 7,650PS (130RPM)
 補汽缶 Aalborg AQ 5型 1,700kg/h (油焚). 1,300kg/h (排ガス)
 発電機 自励 AC 450V×3φ×60Hz PF=0.8 330kW×2 & 245kW×1 送信機 MF A₁/A₂H-400W
 IF A₁, A₃A, A₃H, A₃J HF 400-1500W 受信機 100kHz-30MHz 速力 (試運転最大) 17.149kn
 (満載航海) 14.7kn 航続距離 17,860浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 ウェル甲板型 乗組員 40名

●いままでの据付作業を短縮・コストダウンOK!!
鉄製ライナーに代る
注入式樹脂ライナー材です。

QUIKSET EPOXY[®] IT-735R

くわしい資料をご希望の方は 日本アイキャン㈱に ご請求ください。

《技術情報 No. 2》

主据付用材として
NK・ABS・LRS
 承認取得済!!



- ① 作業は簡単! スポンジタムをセットし、樹脂を流し込むだけの熟練不要です。
- ② 耐食性・耐振性は十分です。

- ③ 据付面・ライナー材などの機械加工は一切不要です。

- QUIKSET EPOXY は、安全・確実な機器据付・大巾な工期短縮とコストダウン材として、内外に多くの実績をもっています。

日本アイキャン株式会社

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

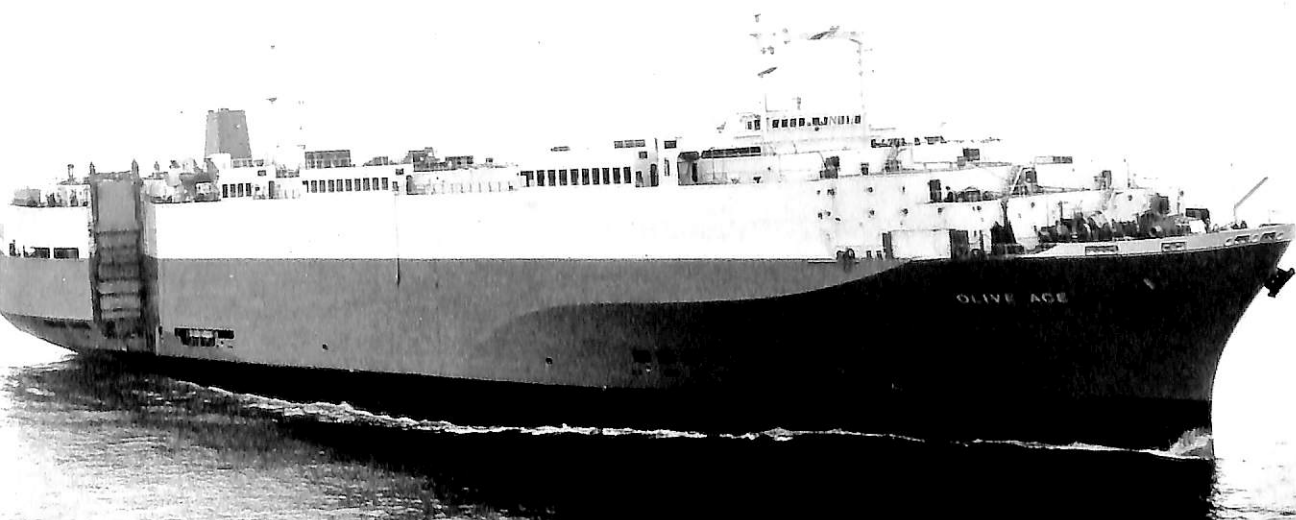


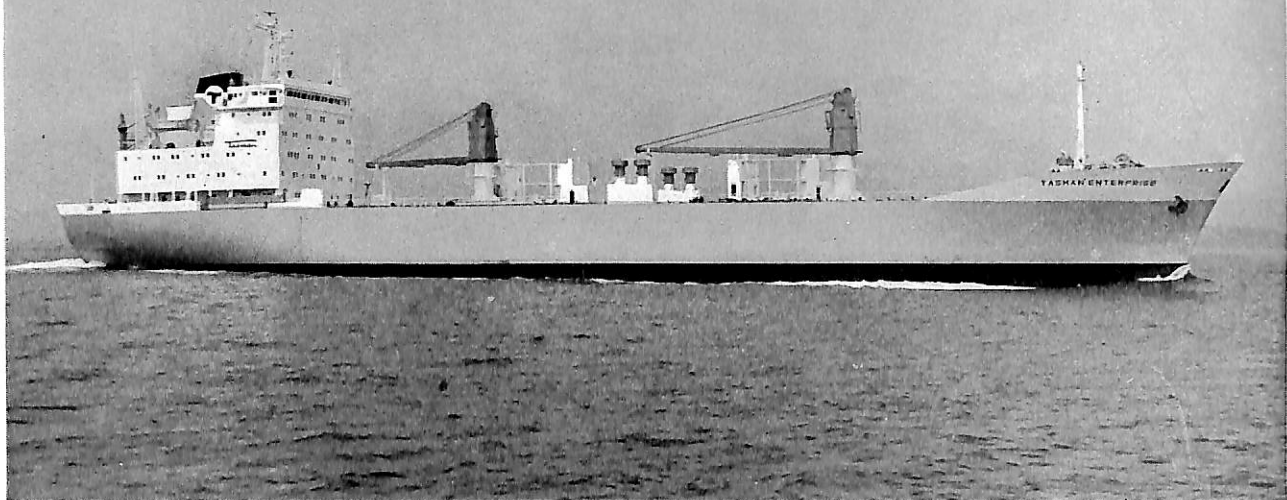
輸出 Roll on/Roll off ラベンフェルス
 ・コンテナ運搬船 **RABENFELS**

船主 Deutsche Dampfschiffahrts Gesellschaft "Hansa" (West Germany)
 佐世保重工業株式会社佐世造船所建造 (第256番船) 起工 52-1-7 進水 52-3-30 竣工 52-7-8
 全長 193.214m 垂線間長 178.00m 型幅 27.00m 型深 17.60m 満載喫水 9.119m
 満載排水量 26,880t 総噸数 14,741.93T 純噸数 7,329.86T 載貨重量 15,175t
 貨物艙容積 (ベール) 42,276.8m³ Car・Cont 搭載数 トレーラー 40' 258台, コンテナ20'換算 522個
 燃料油槽 3,564.2m³ 燃料消費量 156.2g/BPS・h 清水槽 588.2m³ 主機械 川崎 MAN 9L52/55A 型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 9,490PS×2 (450RPM) (常用) 8,310PS×2 (450RPM)
 補汽缶 強制循環式熱油媒体型 800,000kcal/h 発電機 (ディーゼル) 450V×AC60Hz×1,625kVA×1,200rpm×2
 (補) 450V×AC 60Hz×1,000kVA×720rpm×1 送信機 (主) 1.5kW (MF, MHF, MF)×1
 (補) 130W (MF)×1 受信機 (主) SSB (補) 1 速力 (試運転最大) 21.4kn (満載航海) 19.00kn
 航続距離 21,600浬 船級・区域資格 GL 遠洋 船型 遮浪甲板型 乗組員 47名 (別項参照)

輸出自動車運搬船 オリーブ エース
OLIVE ACE

船主 Ros Tres Marineros S.A. (Panama)
 三井造船株式会社玉野造船所建造 (第1136番船) 起工 52-2-14 進水 52-5-6 竣工 52-7-25
 全長 176.25m 垂線間長 166.00m 型幅 32.00m 型深 28.30m 満載喫水 9.033m
 満載排水量 25,838t 総噸数 12,283.68T 純噸数 7,417.02T 載貨重量 13,873t
 Car 搭載数 4,300台 燃料油槽 3,289.3m³ 燃料消費量 53.9t/day 清水槽 578.7m³
 主機械 三井 B&W 9L67GF 型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 16,800PS (119RPM)
 (常用) 14,300PS (113RPM) 補汽缶 三井コンボジット 油焚 1,500kg/h×7kg/cm², 排ガス 1,800kg/h×7kg/cm²
 発電機 (ディーゼル) 600kW×450V×3 送信機 (主) 1kW×1 (補) 130W×1 受信機 (主) 1 (補) 1
 速力 (試運転最大) 21.04kn (満載航海) 18.9kn 航続距離 18,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 car deck 13層 乗組員 35名 No. 6 dk 後部約55mを liftable deck とし, 下の No. 7 dk に背の高
 い車の積付を可能にしている。 三井 B & W ロングストローク機関 LGF 型第1号搭載船





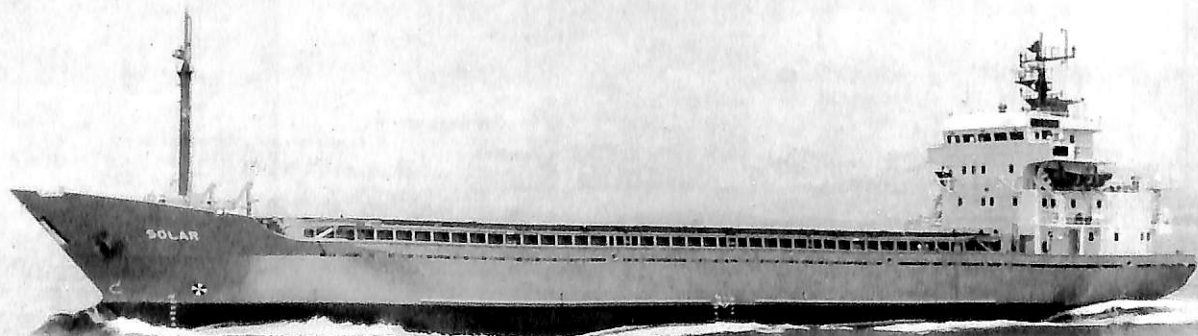
タスマン エンタープライズ
輸出ペーパーロール運搬船 **TASMAN ENTERPRISE**

船主 Forestry Shippers Ltd. (New Zealand)
 鹿児島ドック鉄工株式会社建造 (第110番船) 起工 52-2-10 進水 52-5-4 竣工 52-8-10
 全長 144.60m 垂線間長 133.60m 型幅 21.00m 型深 13.40m 満載喫水 7.074m
 総噸数 5,577.83T 純噸数 3,278.51T 載貨重量 8,455.41t 貨物艙容積 (ベール) 14,549m³
 デリックブーム 15t×2 Cont 搭載数 20' 換算 128個 燃料油槽 782m³ 燃料消費量 24t/day
 清水槽 268m³ 主機械 日本鋼管 S.E.M.T Pielstic 14PC2-2V 型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 7,000PS (520/140RPM) (常用) 6,300PS (502/135RPM) 補汽缶 1,000/1,000kg/h
 発電機 750kVA×3, 250kVA×1 送信機 (主) 1.5kW SSB×1 (補) 100W×1 受信機 (主) 1 (補) 1
 速力 (試運転最大) 17.28kn (満載航海) 15.00kn 航続距離 11,000浬 船級・区域資格 LR 遠洋
 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 36名 ペーパーロール専用荷役装置 可変ピッチプロペラ,
 パウスラスタ

— 26 —

ソーラー
輸出多目的貨物船 **SOLAR**

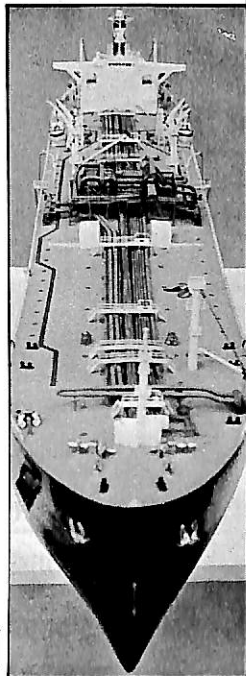
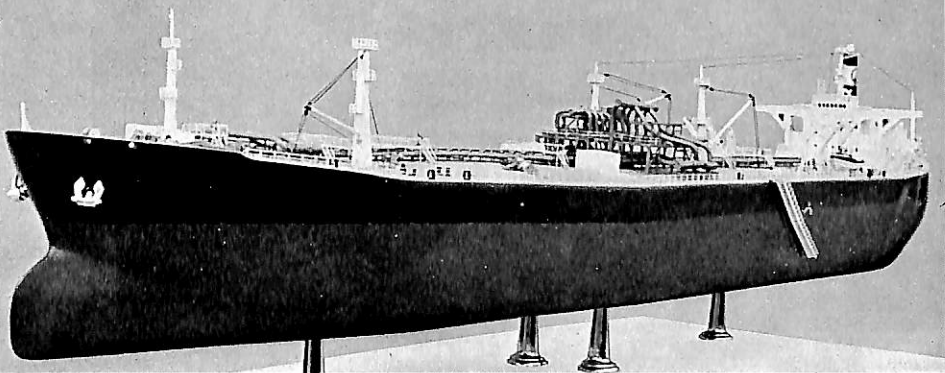
船主 Parten Reederei Ahrens/Soehi (West Germany)
 日窒工業株式会社建造 (第12番船) 起工 52-3-18 進水 52-5-17 竣工 52-7-26
 全長 86.5m 垂線間長 77.0m 型幅 13.0m 型深 7.6m 満載喫水 4.88m 総噸数 999T
 純噸数 677T 載貨重量 2,397t 貨物艙容積 (ベール) 4,260m³ (グリーン) 4,371m³
 艙口数 1 Cont 搭載数 20' 換算 140個 燃料油槽 176m³ 燃料消費量 7.71t/day 清水槽 25m³
 主機械 西独 MAK 6MU453AK 型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 2,100PS (600RPM)
 補汽缶 200,000kcal/h 発電機 150kVA×445V×AC 3 送信機 (主) MHF & HF 400W×1
 (補) MF 50W×1 受信機 (主) 1 (補) 1 速力 (試運転最大) 13.78kn (満載航海) 12.15kn
 航続距離 5,500浬 船級・区域資格 GL 遠洋 船型 遮浪甲板型 乗組員 12名



MOMOCO

MODERN MODEL COMPANY. BUSAN, KOREA

超大型 TANKER 233,199T (SCALE 1:200)



世界第一の精密手工業を誇る

MOMOCO

技術は

各種船舶の☆発注記念贈呈用

☆進水記念贈呈用

☆保有船舶贈呈用

他各種模型(飛行機,プラント等)の

大規模企業化に成功!

もっとも適正な価格で世界市場に
受注輸出する

現代模型商事

大韓民国釜山市釜山鎮区三楽洞401~9

MODERN MODEL COMPANY

TEL: 9~2 3 0 7 9~0 3 7 6

TELEX: MODERN K3624

CABLE: MOMOCO BUSAN

P.O.BOX: 509 BUSAN KOREA



Scandinavian Motorships AB 向け
BORO Liner (Bulk, Oil, Roll on/Roll off)

試運転中

BELLMAN (10,665DWT)

川崎重工業・神戸造船所建造

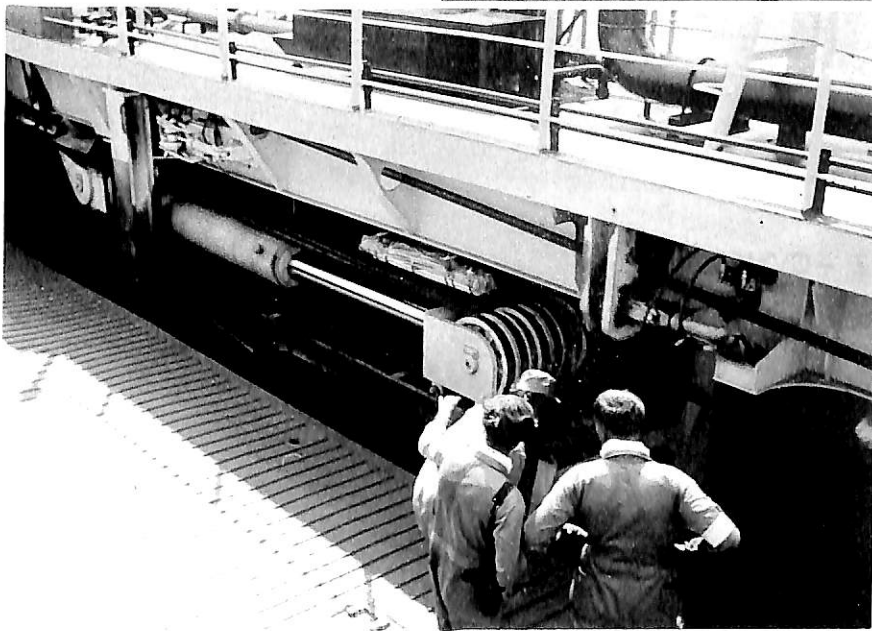
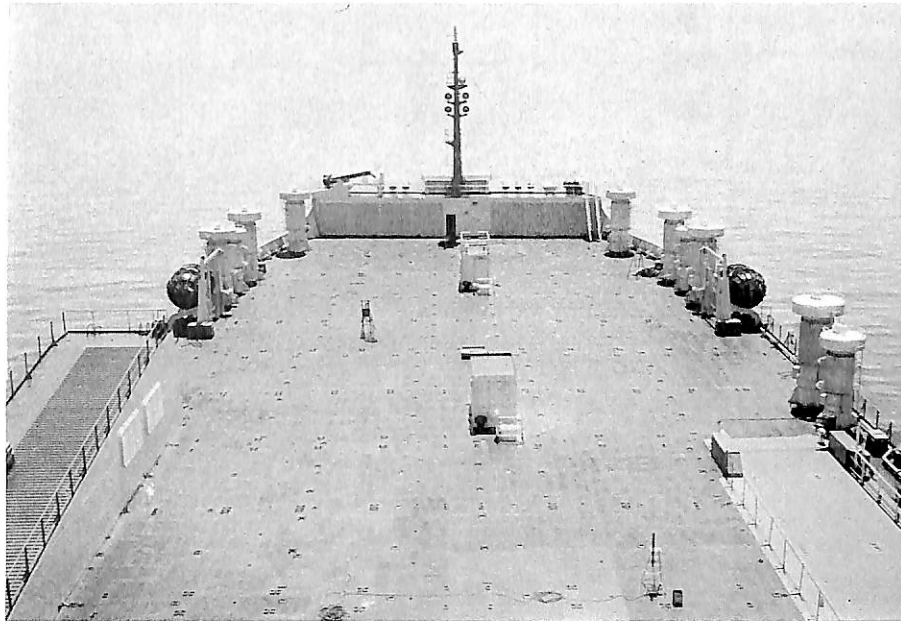
(本文46頁参照)



本船の Patent フォーム
逆梯形型の傾斜船側に設計され、卓越した復原力を有し、少いバラスト量で航行可能な喫水が得られる。氷海を航行する時も、通常の船舶に較べてスムーズに通行出来、アイスクラスを取得している。

各種の艤装を施した上甲板

自動車、コンテナ、トレーラー等積載可能、右側手前はカーゴリフト、左側は艙内からのランプウェイ出入口であり、傾斜屋根部にも車輛等が積載される様になっている。



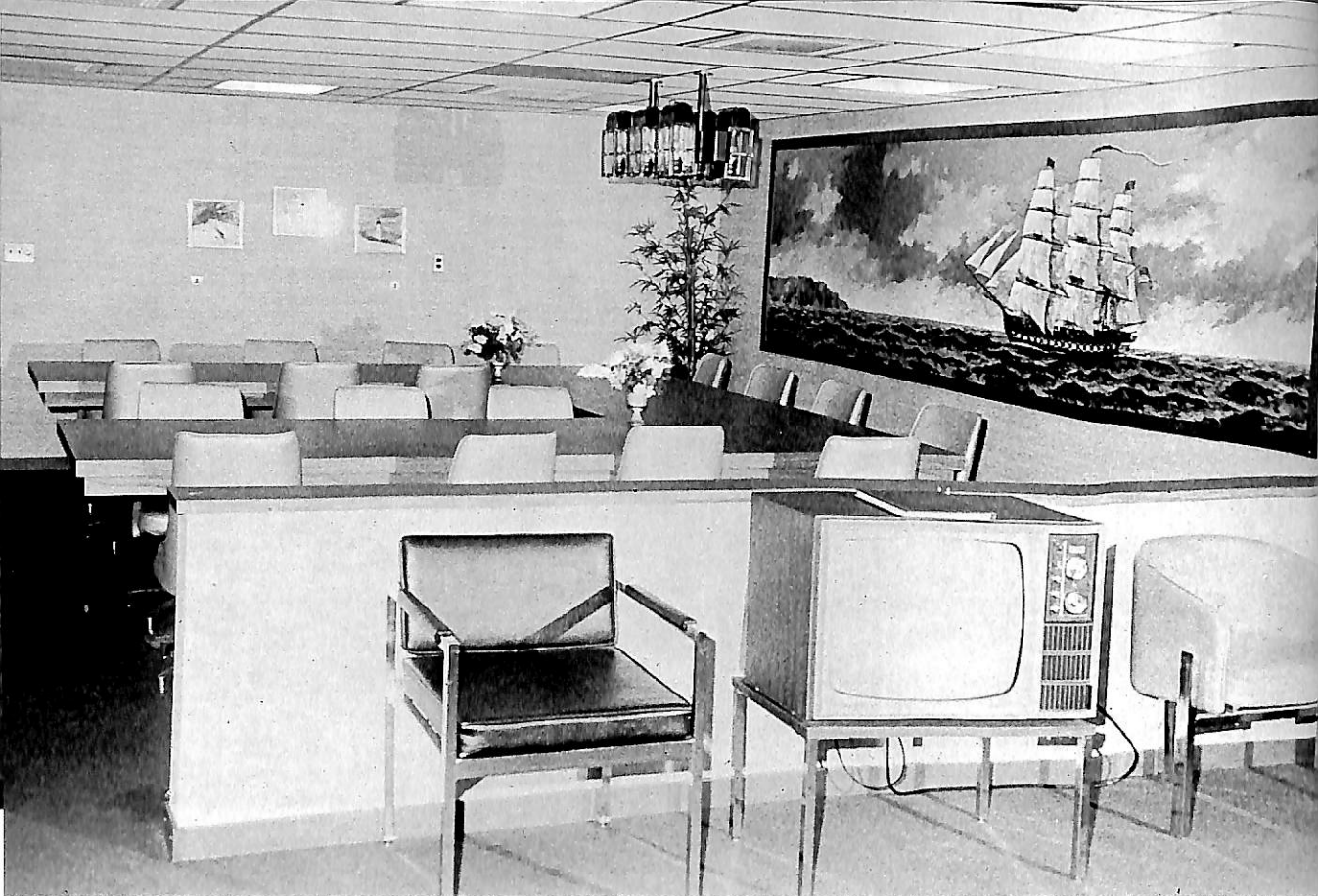
◀ 試運転中のカーゴリフト

油圧シリンダ駆動で、ドライカーゴデッキ、カーデッキ、上甲板の各甲板への荷物の積込み、積下し的手段として使用される。格納時は上甲板の風雨密蓋として使用される。

(上甲板右)

ドライカーゴホールド (片舷)





THE THIRD SERIES

Flag mess

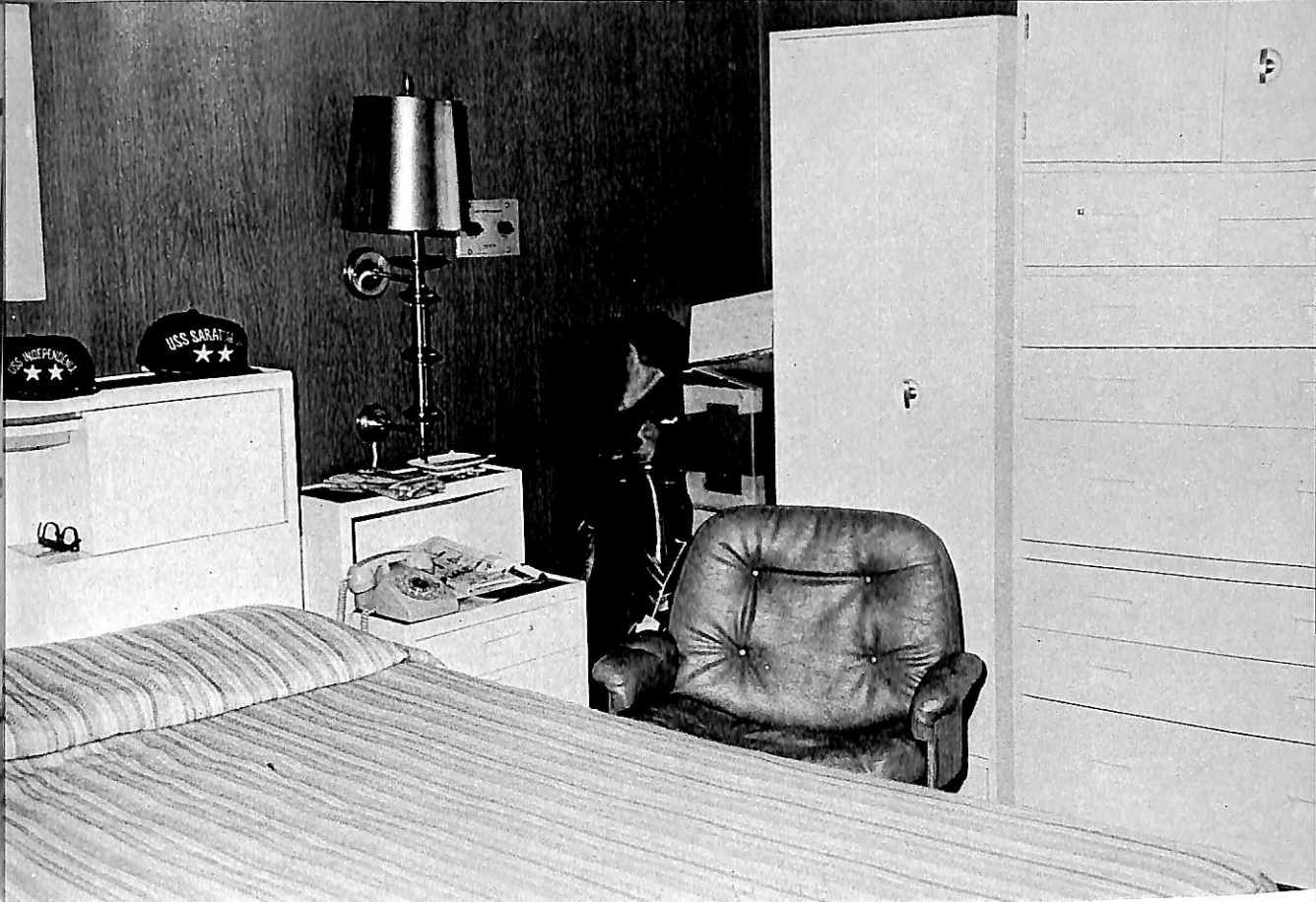
— 30 —

原子力空母 NIMITZ -CVN68-

OFFICIAL U.S. NAVY PHOTOGRAPHS 速水育三氏提供

Admiral's mess





Admiral's stateroom

NIMITZ -CVN68- - 31 -

Captain's in port cabin





Captain's in port cabin

— 32 — NIMITZ —CVN68—

Officers' lounge

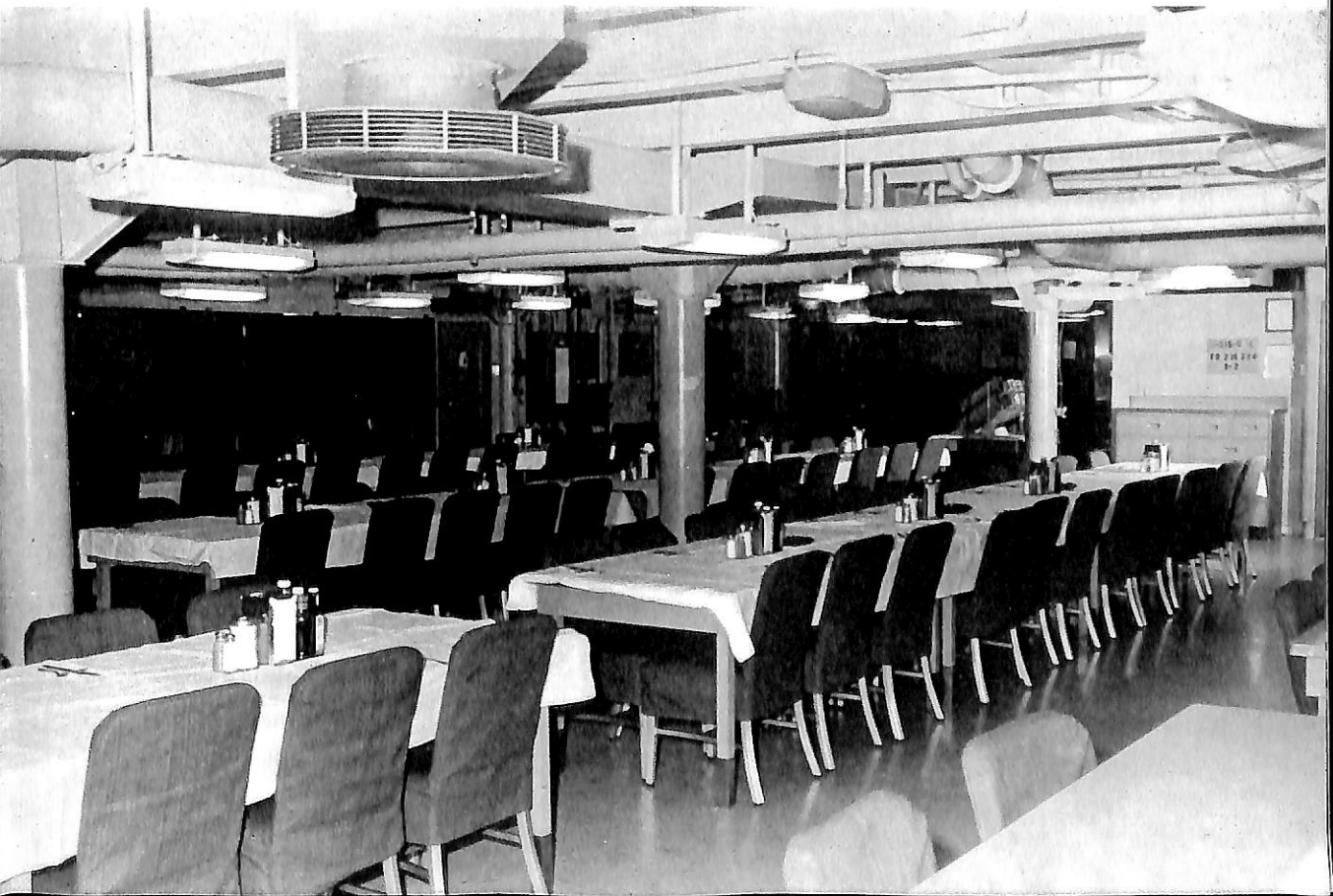




Officers' wardroom lounge

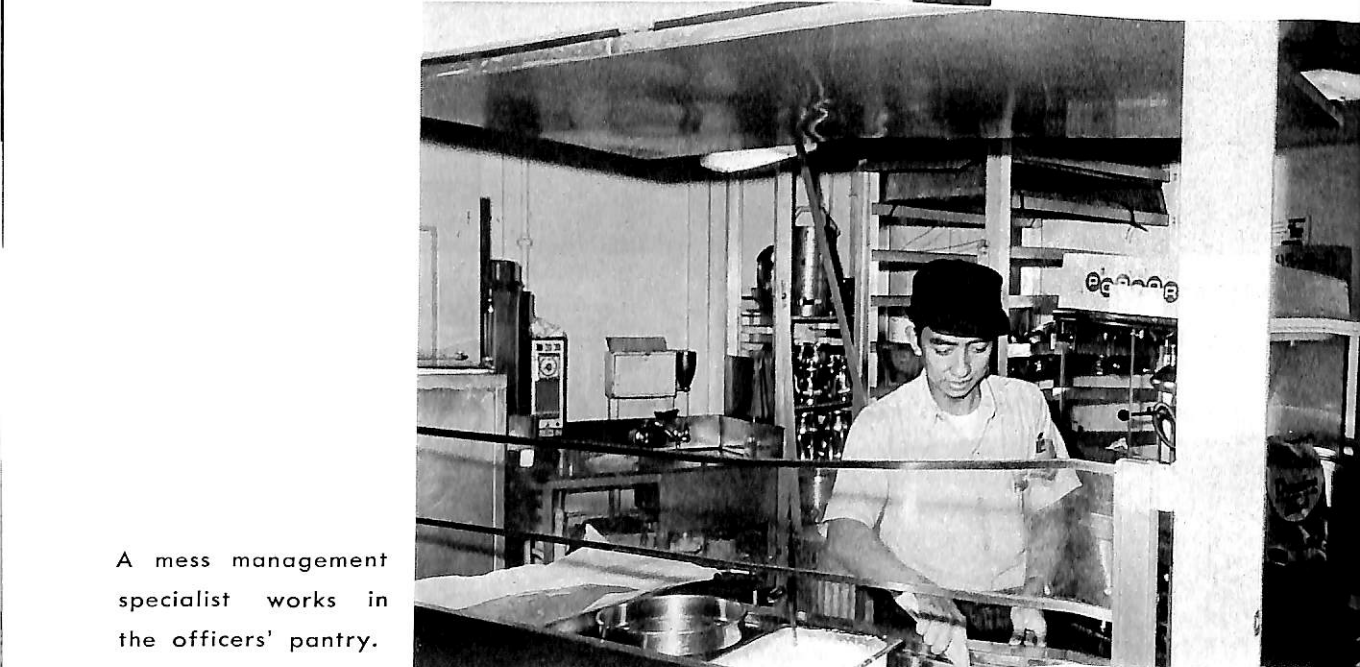
NIMITZ -CVN68- - 33 -

Chief petty officers' mess

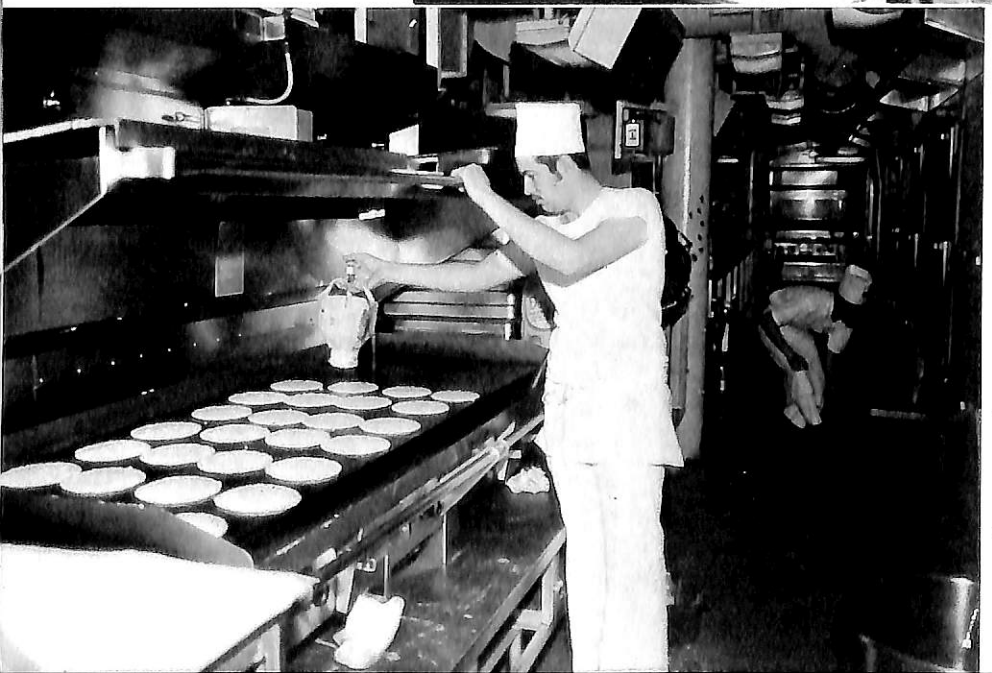




A mess management specialist works in the officers' galley.

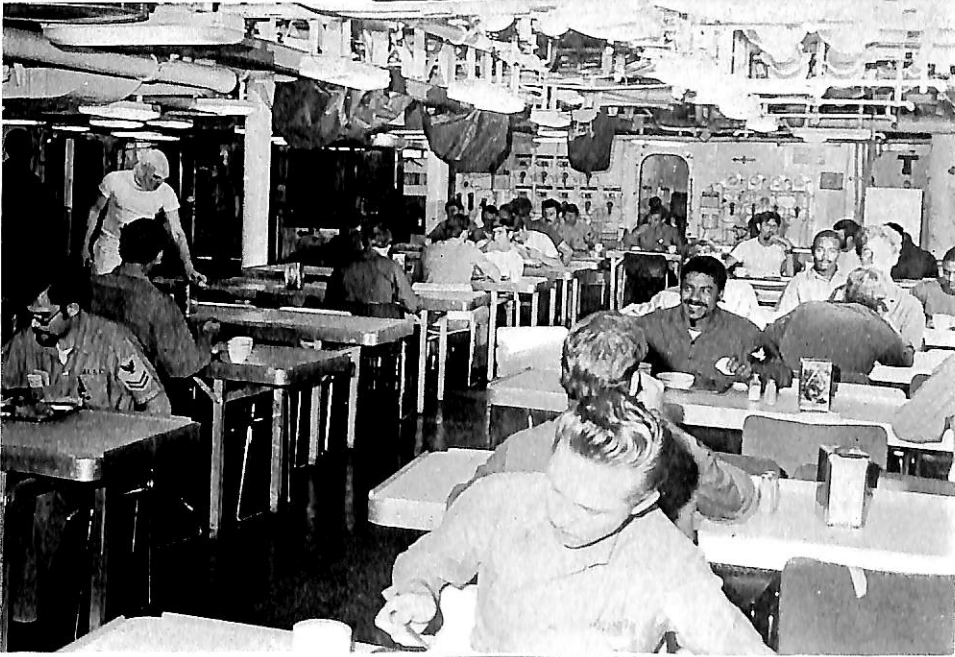
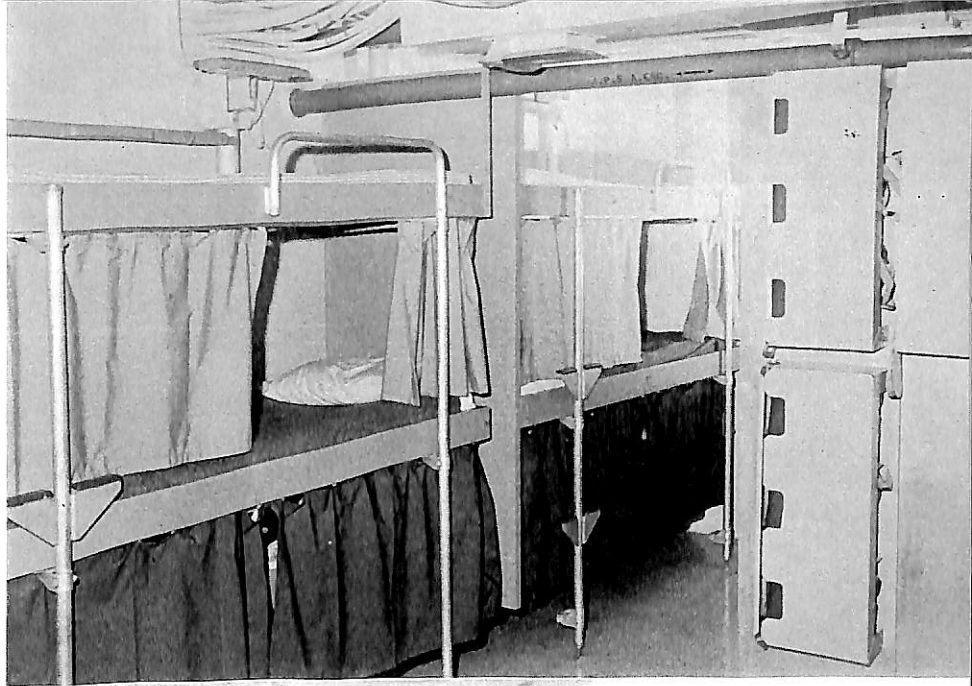


A mess management specialist works in the officers' pantry.



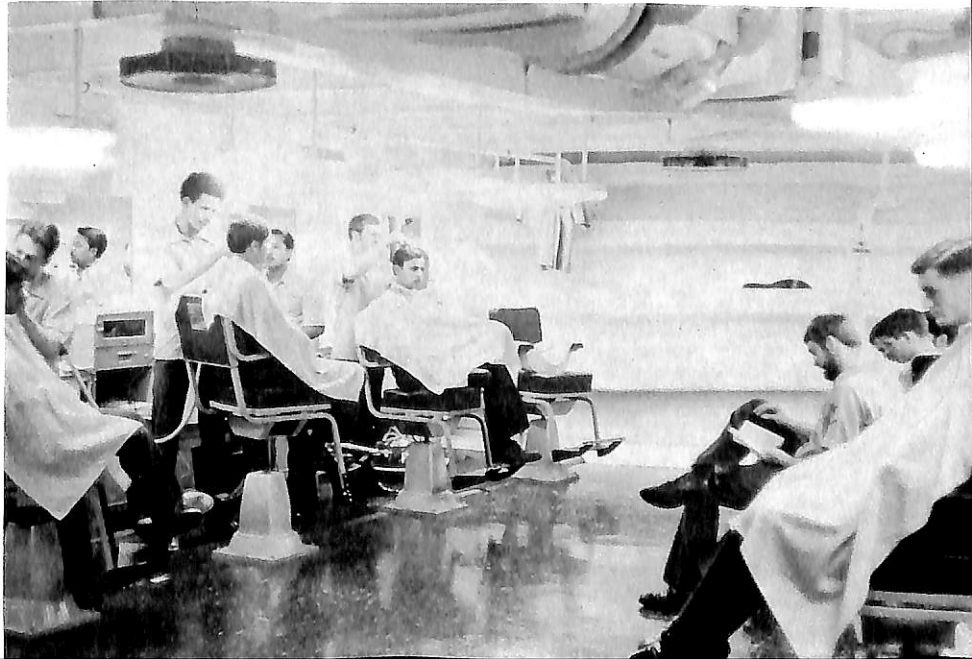
A mess management specialist pours pancake batter on the grill.

Chief petty officers'
quarters



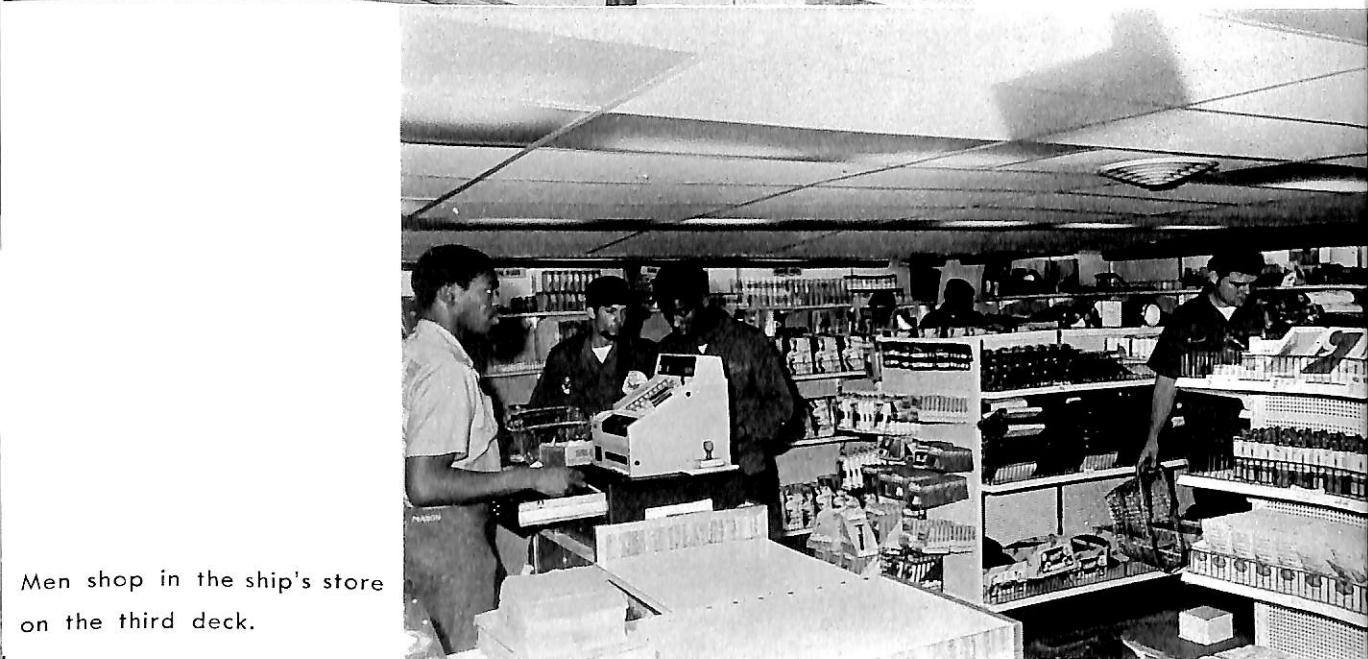
Men eat in the enlisted
men's mess.

Men of the NIMITZ
have their hair cut
in the ship's enlisted
men's barber shop.





Jewelry shop on the third deck

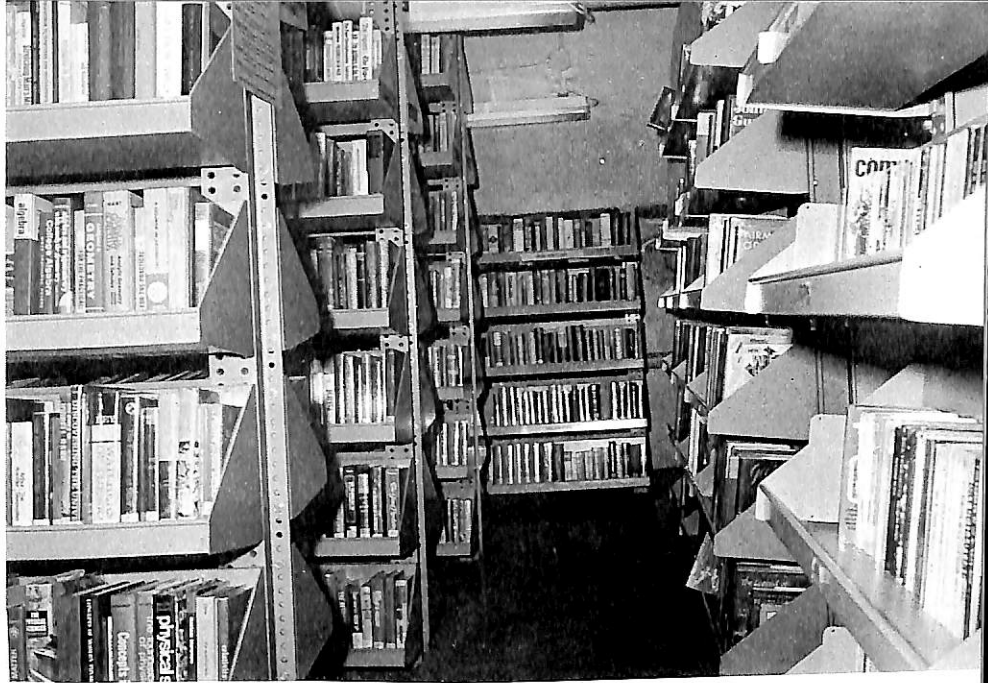


Men shop in the ship's store on the third deck.



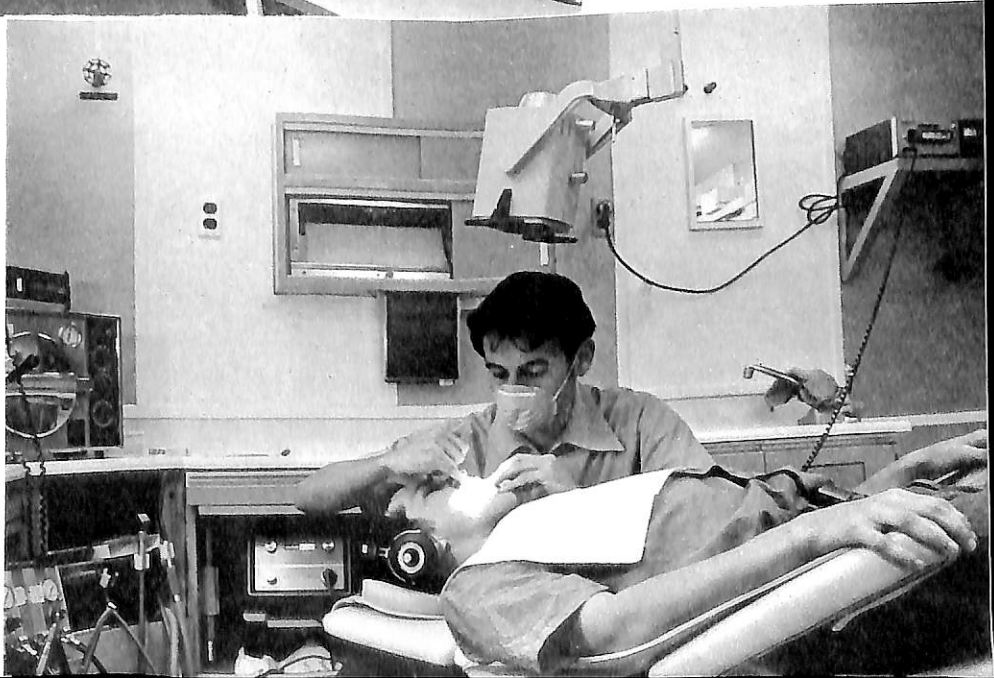
Men shop in the ship's store on the 02 level.

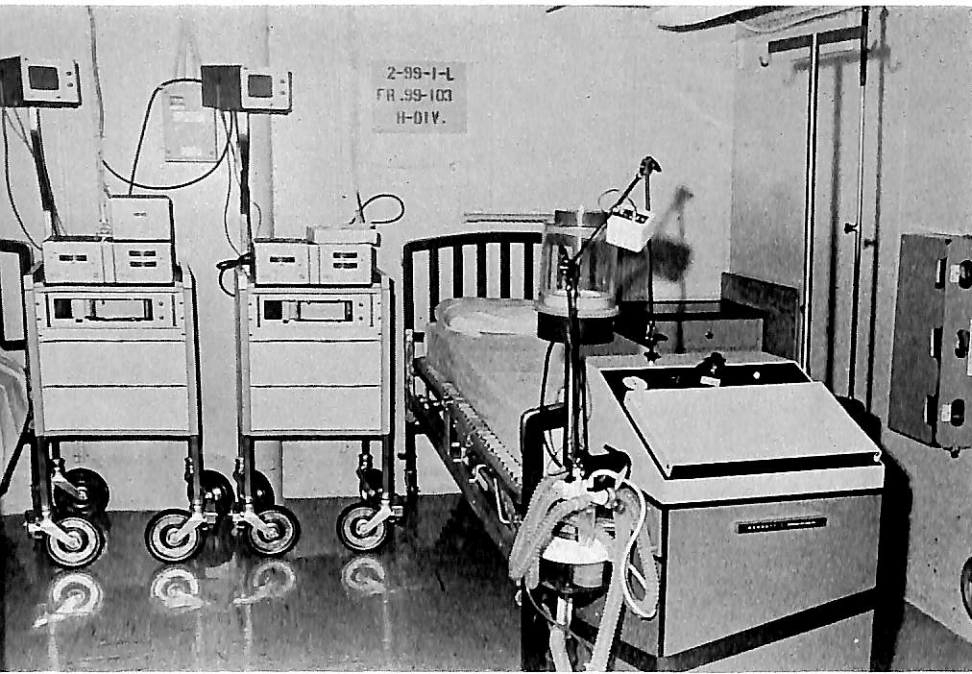
Library



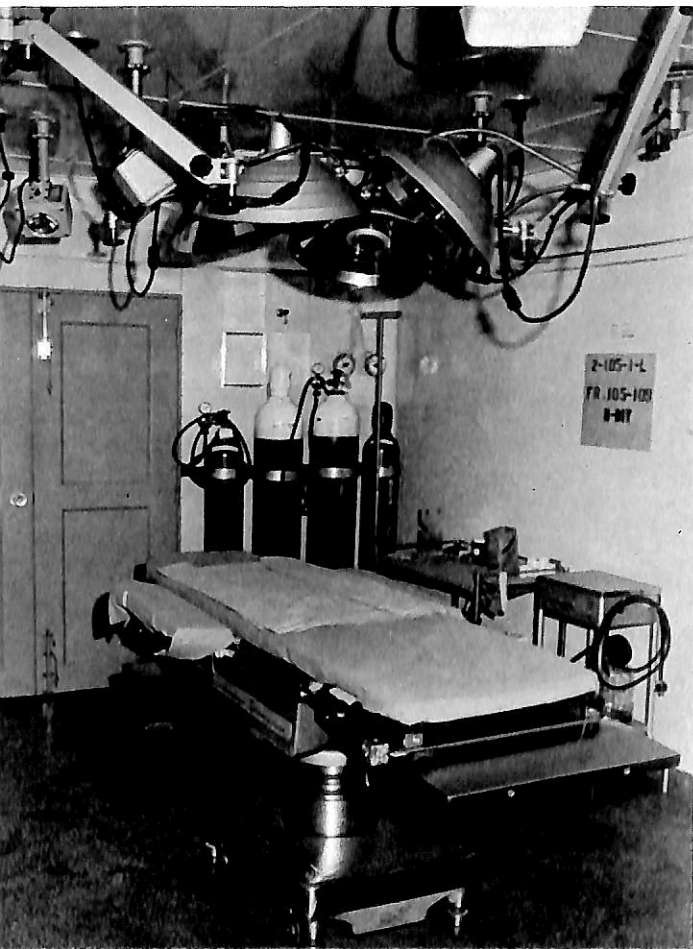
Reading area in the library on board

A dental technician checks the teeth of a man in the dental operating room.



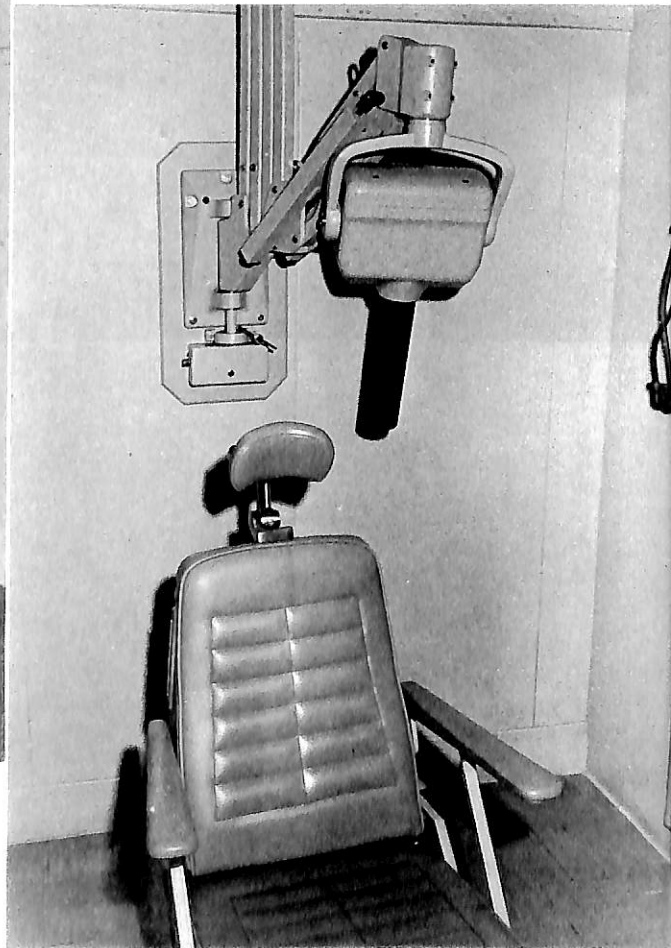


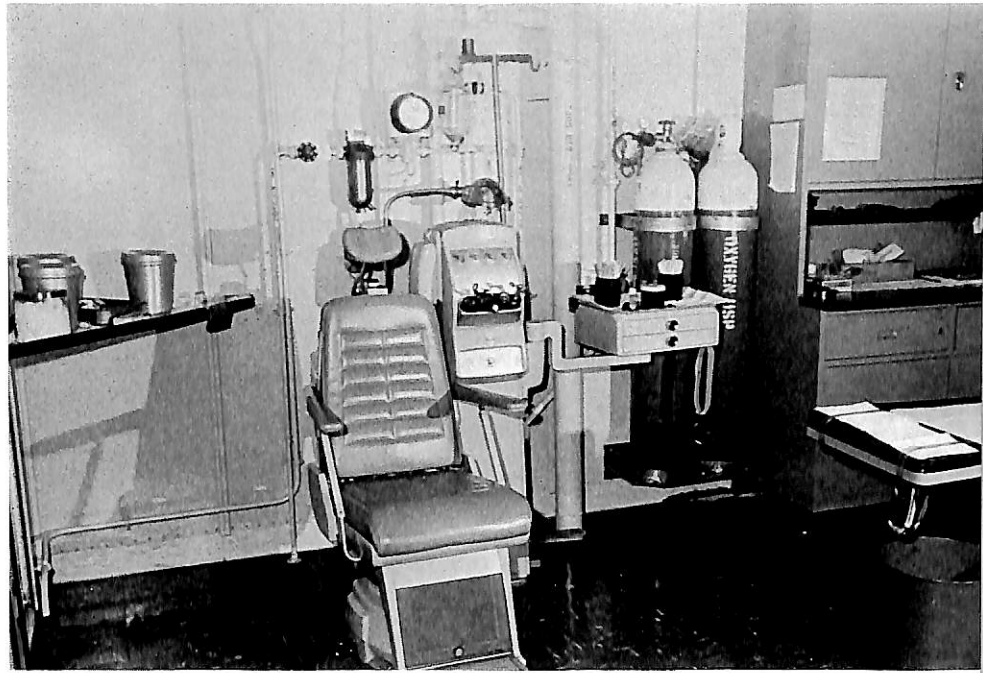
Medical quiet room
(intensive care unit)



▲ Operating room

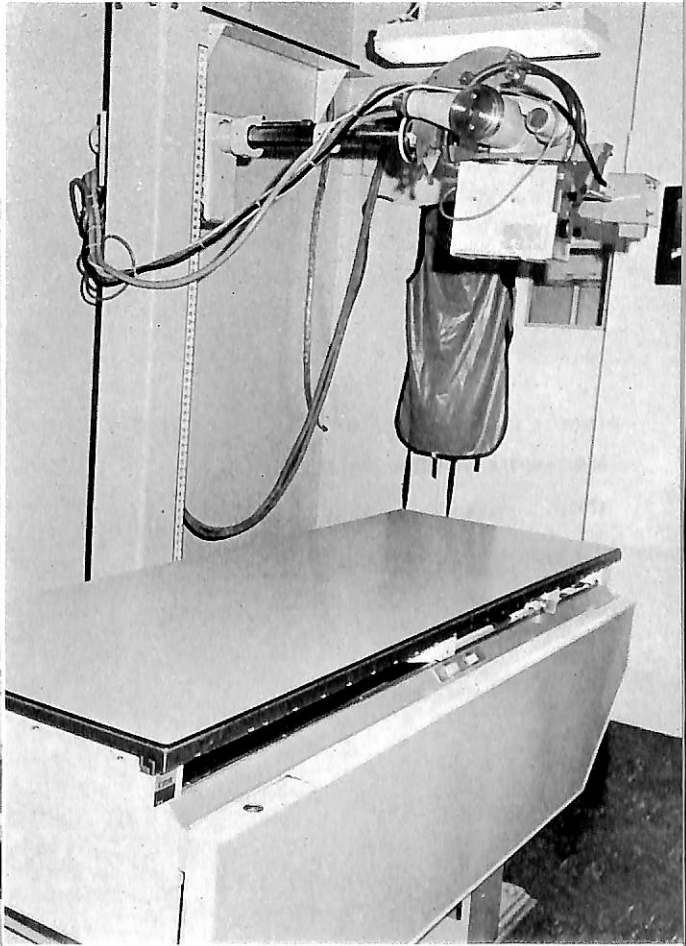
▼ Equipment in the dental X-ray room





Medical examination room

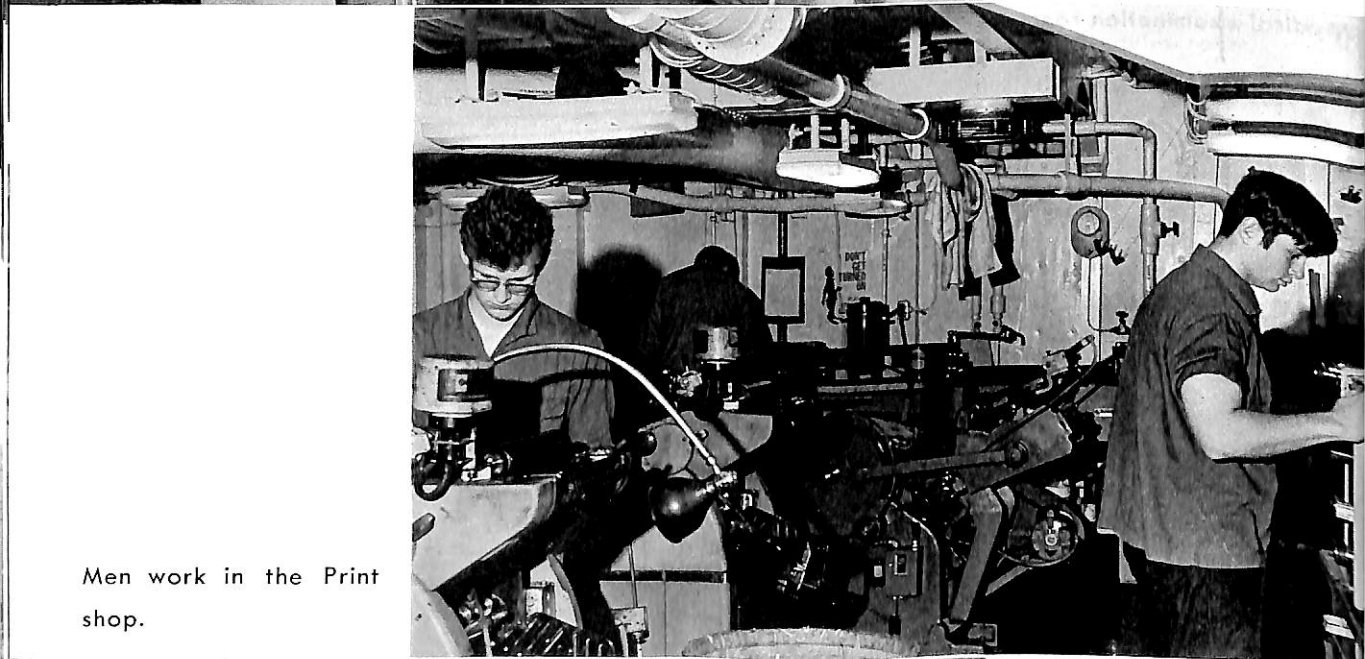
▼ Medical examination room



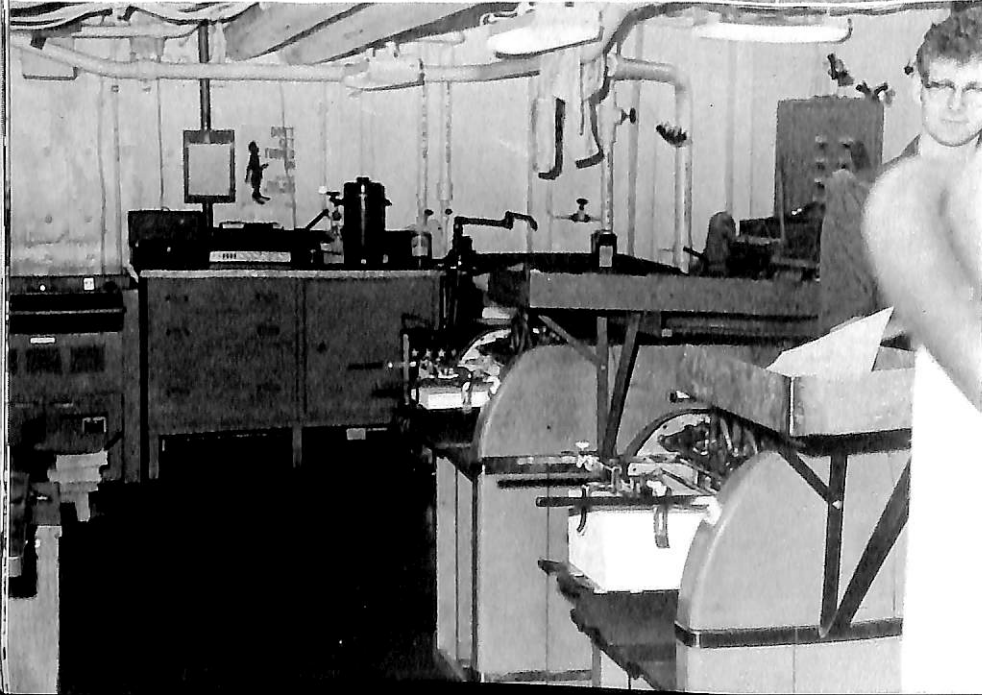
▲ Medical X-ray room



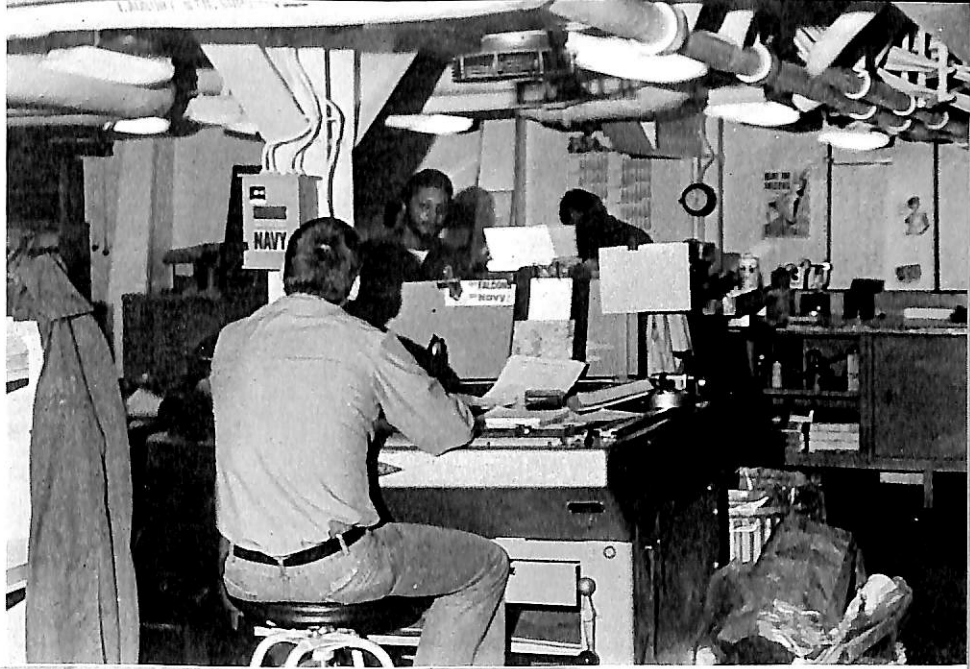
A hospital corpsman readies equipment for use in the medical laboratory.



Men work in the Print shop.



Print shop



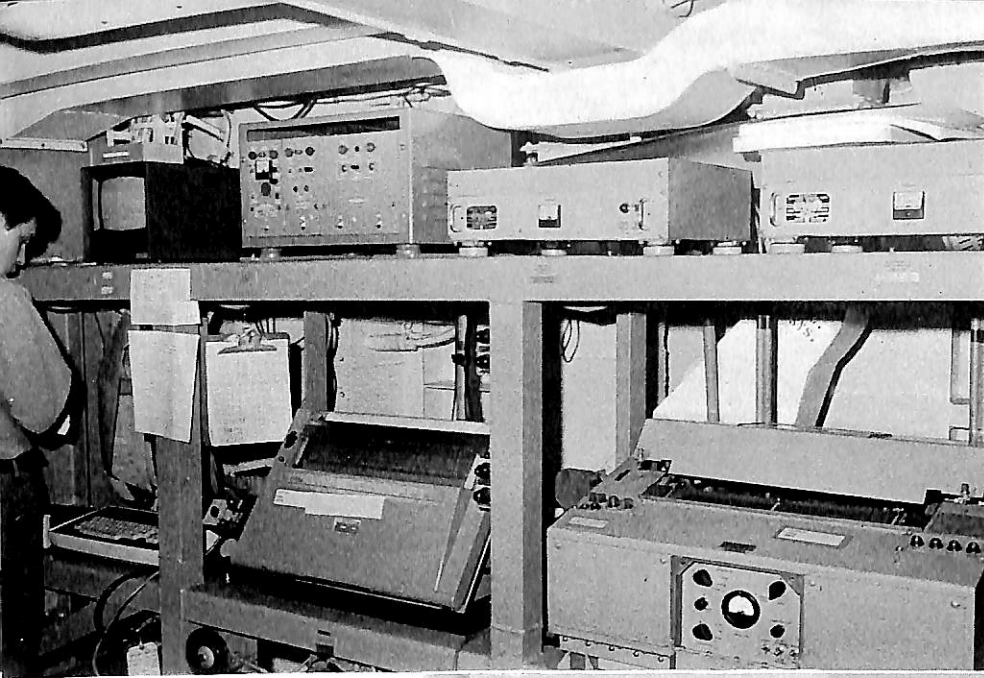
Men work in the print shop.



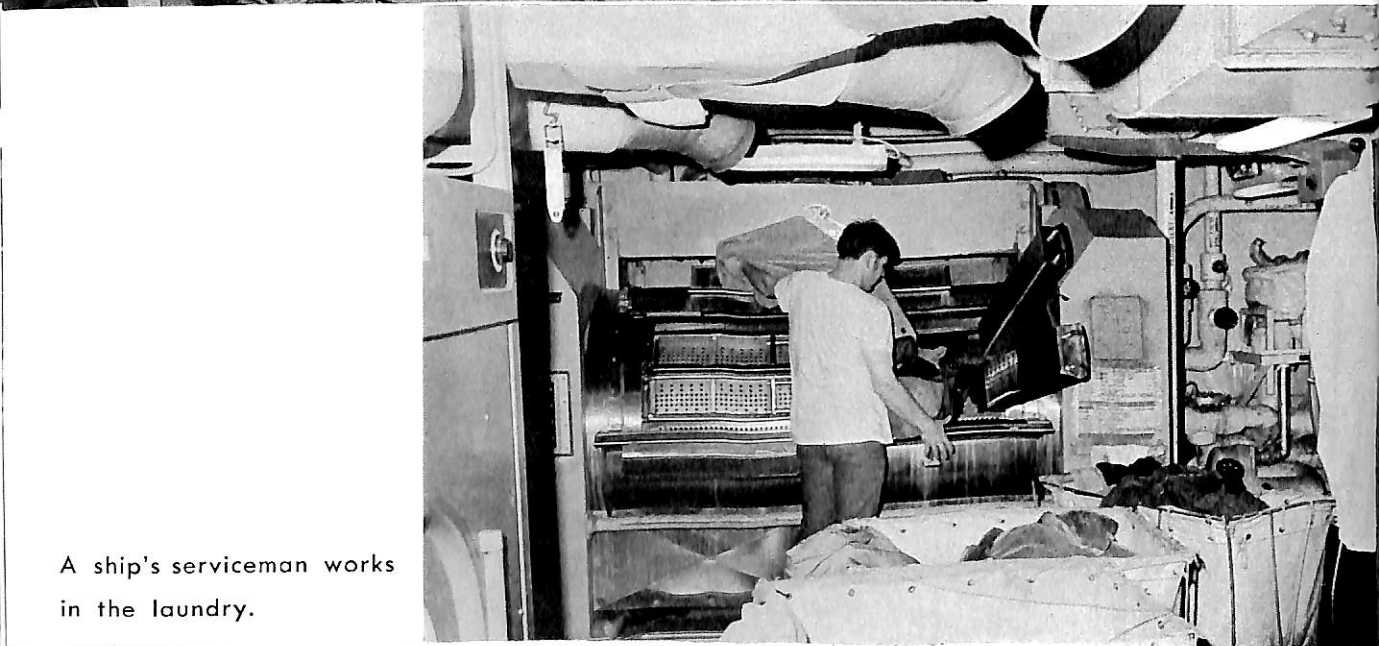
An aerographer's mate works in the meteorology spaces.



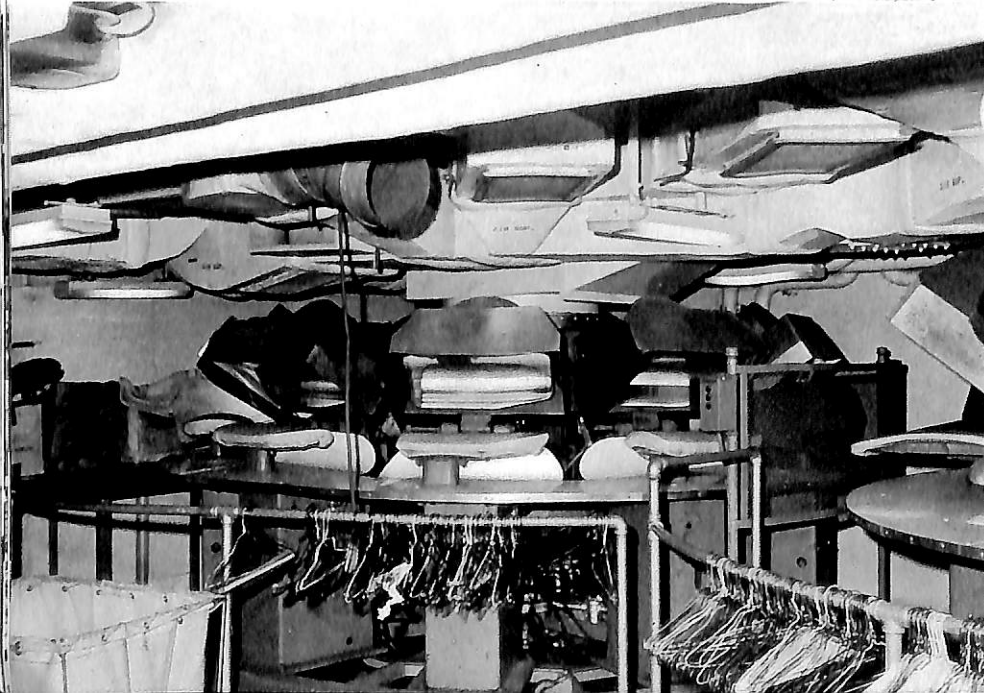
Meteorology spaces



A crewman works in the meteorology spaces.



A ship's serviceman works in the laundry.



Laundry

9月のニュース解説

8月21日～9月20日

編集部

○海運造船問題

●一般政治経済問題

8月22日○運輸省海運局がまとめた貨物船・フェリーの

(月) 沖縄航路の就航状況によると、同航路に就航しているのは5社10航路15隻、8万3,300総トンとなっている。航路別では東京航路が2社2隻、1万3,400総トン、阪神航路4社5隻、2万9,300総トン、鹿児島航路3社7隻、3万4,400総トン、博多航路1社1隻、6,200総トンで阪神航路が最も競合しているが、投入船舶は鹿児島航路が最高となっている。

29日(月)●国鉄監査委員会と国鉄が、51年度国鉄決算と監査報告書を田村運輸相に提出した。それによると、再建初年度だったのに差し引き9,141億円の損失で、前年度に続き年間1兆円近い赤字が定着する結果となった。

●経済企画庁が発表した4—6月期の国民所得統計速報によると、実質国民総支出(国民総生産=GNP)は前期比で1.9%、年率に直すと7.6%のかなり高い伸びとなった。しかし4—6月のGNPを押し上げた要因の約半分を政府支出の増加が占める一方、個人消費や民間設備投資など民間内需は相変わらず低調で、同庁は52年度の実質GNP 6.7%の目標達成のためには、景気浮揚策は必要との判断を示した。

31日(水)○日本造船工業会は、大阪・泉州沖に計画されている関西新国際空港の建設を浮体方式による海上空港で行うよう関係方面に働きかけているが、このほど、新空港の建設は、分離方式とし、海上部の主滑走路、横風用補助滑走路の着陸帯だけを浮体構造に、その他の施設帯は埋立てて建設する。この場合、総面積は576ヘクタール、鋼材の使用量は550万トン、建設費1兆4,000億円となるなどの青写真の内容を発表した。

○日本海事協会(NK)は、7月中に新造船39隻、約25万総トン、既存船17隻、約8万総トン合計56隻、約33万総トンを新たにNK船級船として登録した。このうち日本籍船は新造船12隻約8万総トン、既存船5隻、約6,000総トンの合計17隻、約8万6千総トンだったが、これは例月に比べてかなり少ない数字と

なっている。

9月1日○海上保安庁が1日現在で調査したわが国沿岸

(木)で係船している船舶は合計11隻、78万5,520総トンと一時に比べ大幅に減少している。船種別ではタンカーが4隻で依然として一番多いが、この中で注目されるのは鉱石石炭専用船が含まれていることで、鉄鋼不況の影響によりタンカー同様バルク・キャリアーも長期係船せざるを得なくなったものとみられる。

9日(金)○政府間海事協議機構(IMCO)の海上安全委員会は、この日ロンドンで開かれた会議で、インドネシア、シンガポール、マレーシアの3国から提出されていた「マラッカ・シンガポール海峡の航行システム」について、航行分離帯を設定することを原則的に認めたものの、3国案の分離帯の設定方法の一部に技術的な難点があるとして、改善案を勧告した。また、これと同時に、同案に盛り込まれた同海峡を通航する船舶の船底と海底との差を3.5メートル以上とすることを承認した。

13日(火)○日本船舶輸出組合はこの日、8月中の輸出船契約実績を発表した。それによると新規受注は20隻、28万9,829総トン、約560億800万円だった。同月中は既契約船の船種変更による代替受注は1隻もなかった。前年同期と比べるとトン数で52.9%金額で57.5%のそれぞれ大幅減少になっている。これは市況が極めて悪い上に、日本の造船所の国際競争力が昨年に比べて著しく低下しているためと見られる。また契約内容をみると、金額ベースで円建て66.8%、延払いが20%と外貨建てとキャッシュ・ベースの契約が多いことが注目される。

15日(木)○運輸省船舶局はさきほど日本海事協会(NK)の船舶検査手数料平均35%の値上げを認可し、NKはこの日から手数料改定を実施した。今回の改定は、船体関係の検査が50%、エンジン、艀装品関係が35%、鋼材関係が20%それぞれ引上げるというもので、平均35%の引上げとなる。

日本の生き残る道

——来るべき危機を乗り越えて——

わが国がこれから乗り越えて行かねばならない危機が3つある。エネルギー危機と食料危機と不況である。

不況については多くを語るまでもないであろう。特に造船業界及び関連業界は深刻な構造不況に陥っており、本誌の読者諸兄にとって最も切実な問題であるはずである。同様の構造不況にあえぐ紡績業界は150万錘の紡績機を廃棄することにしたという。これまでに廃棄されたものと合わせ200万錘の紡績機が廃棄されることになるわけで、この他に中小企業がやはり数十万錘を廃棄する予定だと言われている。造船業界及び関連業界も早かれ遅かれ同様の事態に追い込まれていくのではあるまいか。

エネルギー危機についてはこの欄でも何度か紹介してきたところである。要するに今世紀中に全世界の石油生産がピークを過ぎてしまい、後は世界のエネルギー需給がアンバランスになる。OPEC諸国の出方いかんでは1985年前後にも石油需給アンバランスの事態が予想されるというわけである。

しかし何と言っても最大の問題は食料危機である。仮に不況を克服できず、エネルギーが不足したとしても、経済に悪影響を及ぼす程度であり、わが国の存亡に根本的な脅威を与えるわけではない。ところが逆に、たとえ不況を克服し、エネルギーを確保できたとしても、食料が不足したらわが国は滅亡の危機に瀕することになるのである。

驚いたことにわが国の食料自給率は家畜飼料も含めると30%に満たないという。エネルギーの自給率よりやや高いものの似たりよったりの状態なのである。言うまでもなくわが国は加工貿易の国であって、原料を輸入して製品を輸出し、その差額で食料を買い入れている。しかし世界の状況を見ると、その人口は40億に達さんとしており、そのうち食料を十分に得ているのはわずか半にすぎない。そして半は餓死の危険に直面しているという。世界がこのような状態なのにいつまでもわが国が70%もの食料を確実に買いつけられるという保障はないのである。

日本人はのんびりしすぎている。ある説によると日本

人の心の中には根拠のない予定調和説というものがあるそうである。つまり確固とした見通しも計画もないのに何とかなるさとたかをくくって、決して針路を変更しないというのである。言われてみればなるほど確かにそのとおりである。すぐる大戦の時もほとんどの日本人は戦争を避けるために国の方針を変えて、A B C D諸国との和解へ転じようとはしなかった。戦争をやりさえすれば何とかなる、すなわち必ず勝つと思っていたのである。そのくせ開戦から講和に至るまでのプログラムを誰も持っていなかったというのだから、いやはや我ながらあきれたものである。

今の日本も当時と同様に針路を変えなければ恐るべき審きを受ける結果になるであろう。もし当時の我々がそのことを知ったならば、針路を変え、戦局の有利なうちに米英と和解し講和に持ち込むべく努力をしたであろう。しかし実際にはそうはならなかった。今日の我々はどうか。このまま食料危機に突入してしまうのだろうか。それとも針路を変えて、来るべき危機の時代を回避できるであろうか。

実は食料危機とエネルギー危機と不況の3つを一度に解決できる方法があるのである。それは要するに国の経済政策を根本的に改めることに他ならない。すなわち産業構造の大変革をやるのである。今日エネルギー問題を熱心に論じ、産業構造の変革を最も強く主張しているのは通産省である。しかしその通産省の言う産業構造変革とは、要するに第2次産業内部だけの構造変革にすぎない。つまりこれまでの基盤産業中心主義からより付加価値の高い産業構造へ変革し、それによってエネルギー少消費型の産業構造を作ろうというわけである。

その程度のことで本当にエネルギー危機を回避できるとは思えない。仮に回避できたとしても食料危機を乗り越えることはできない。結局は、第1次産業から第3次産業まで全体を見渡した上で産業構造を変えなければならないのである。すなわち、製造業を縮小して農業を拡大するのである。

食料を自給しようと思えば今の少なくとも3倍の農業人口が必要となるであろう。農産物の価格を保障し農民

の生活を安定させるならば農業人口を増やすことは可能である。3倍とまでいかなくても、2倍にすれば西欧なみの自給率は十分に可能である。そして今日、太陽エネルギーを最も有効に利用しており、かつ公害を全く出さない産業は農業なのである。そして第1次産業と第2次産業のバランスに見合った形で第3次産業が成立することになる。

第1次産業から第3次産業までを見通した上でこのような大規模な構造変革を行えば、初めてエネルギー危機を回避することができるようになるであろう。なぜなら農業は石油を少ししか消費しないからである。そして農業の拡大によって食料自給率が上がれば食料危機も回避する目途が立つ、ついでに農業は多量の労働力を必要とするから不況対策にも都合がよいのである。

通産省が産業というとき、それは工業及び商業のことである。そのような認識の下に産業構造変革と言ってもはじまらない。意地悪く勘ぐれば、通産省はエネルギー危機の克服ではなく自分の所管する商工業の繁栄、とりわけエネルギー産業の繁栄をめざしているのではないか、それが本音なのではないか……と覚えてくる。もし通産省が本当にエネルギー問題を解決しようと思うならば、逆に自分の所管する商工業を縮小し、他省の所管である農業の繁栄に協力すべきなのである。もしわが国がエネルギー危機を回避できなかったとすれば、それは通産省のセクト主義の責任であり、食料危機を回避できなかったとすれば、それは農林省の怠慢の責任である。

もちろん工業を縮小し農業を拡大するからには、それに伴って国民経済がある程度後退するのは覚悟しなければならない。特に農業振興の為に農産物の価格を保障するというような措置をとれば、食料品の値上げは避けられないであろう。しかしそれでも食料の輸入が止まってしまうことを考えるならずっとましなのである。そもそも経済が縮小したからと言って国が亡びるわけではない。国民が1人1人少しづつ貧乏になればすむだけのことである。現に韓国や台湾はわが国よりも高い人口密度をかかえ、経済力も小さいのに国家として成立しているではないか。わが国だけがアジアの中で飛び抜けて高い

生活水準を保たねばならぬ必然性はないはずである。それなのに日本人は皆、経済成長がなければ生きていけないかの如く思いこんでいる。全くおかしい話である。

昭和50年代前期経済計画では、安定成長と称して年率6%のGNP成長を主唱している。この6%という数字は失業率を増さないための数字なのだそうである。しかしもし農業を拡大するとすれば、そこには豊かな労働吸収力があるわけであるから、この6%という数字にむやみにしがみつくと必要すらなくなる。まして工業を壊滅せしめよなどと言うのではない。農業人口及び農業生産を今の3倍、否3倍とは言わない2倍でもいい、わずか2倍にせよと言うにすぎない。この程度のことであれば日本人皆が少しづつ、本当に少しづつ貧乏になればすむことなのである。それも10年計画でやればよい。

今、造船業界並びに関連業界は人手が余っている。そしておそらく、少なくともタンカーに関する限り造船不況は永遠に解決できない。もし解決できるとすれば、それは大幅な設備廃棄の後である。相当数の関係者が転身を図らねばならないだろう。本誌はここに、その転身に際して最も有力な業種を提示したつもりである。

世界の人口は爆発的に増えている。食料需給のアンバランスは今後ますます激しくなるであろう。その中において日本だけが70%もの食料をいつまでも確保して輸入できると思うのは、全くの根拠なき予定調和説である。そして識者の指摘にもかかわらず政府はその経済政策を変更しようとはしない。食料危機は必ず来るであろう。終戦直後のことを思い出してみるがよい。そのとき最大の利潤を上げ、生き残る業種は農業なのである。○農業株式会社などというものが成立し得るかどうかは知らないが、いずれにせよ農業はきわめて有力な転職先であり得る。株式会社とまではいかなくても共同農場くらいは十分に可能性があるであろう。

本欄では先に、わが国は世界が平和でなければ成りゆかない国であるという現実を指摘し、国家の理想像として「平和を創り出す者」を提唱した。本誌にとって替越に過ぎることではあるが、今またここにわが国の生き残る道を提唱した次第である。

空荷運航をなくした世界初の超多目的貨物船

BORO Liner “BELLMAN”

川崎重工業株式会社 神戸工場造船設計部

1. まえがき

多目的貨物船として、ライパーという船種が最近数多く建造されているが、多目的船の名にふさわしい船として出現したのが本船である。(写真頁28頁参照)

“BELLMAN”は、ご注文主であるスウェーデン国のスカンジナビアン・モーターシップス社とRO/RO船に豊かな経験をもつ当社とが、共同で研究開発した新しい発想に基く、世界ではじめて建造された超多目的貨物船である。現在の国際経済の動静から鑑み、船主の船舶建造における危険性を軽減することが重要な課題であり、本船考察の最大目的が船主経済性の向上にある。即ち、本船は片道で固体を輸送し、もうひとつの片道で液体の輸送が可能であり、費用のかかるバラスト航海をすることが無く、非常に経済的な海上輸送サービスができる。

本船はBulk Oil およびRo/Roの全能力を有することをアピールするため、イニシャルを採ってBOROライナーのニックネームで呼ばれている。

貨物として燃料油、ロールペーパー、パルプ、木材等の林産貨物をはじめトレーラー、コンテナ、自動車、そ

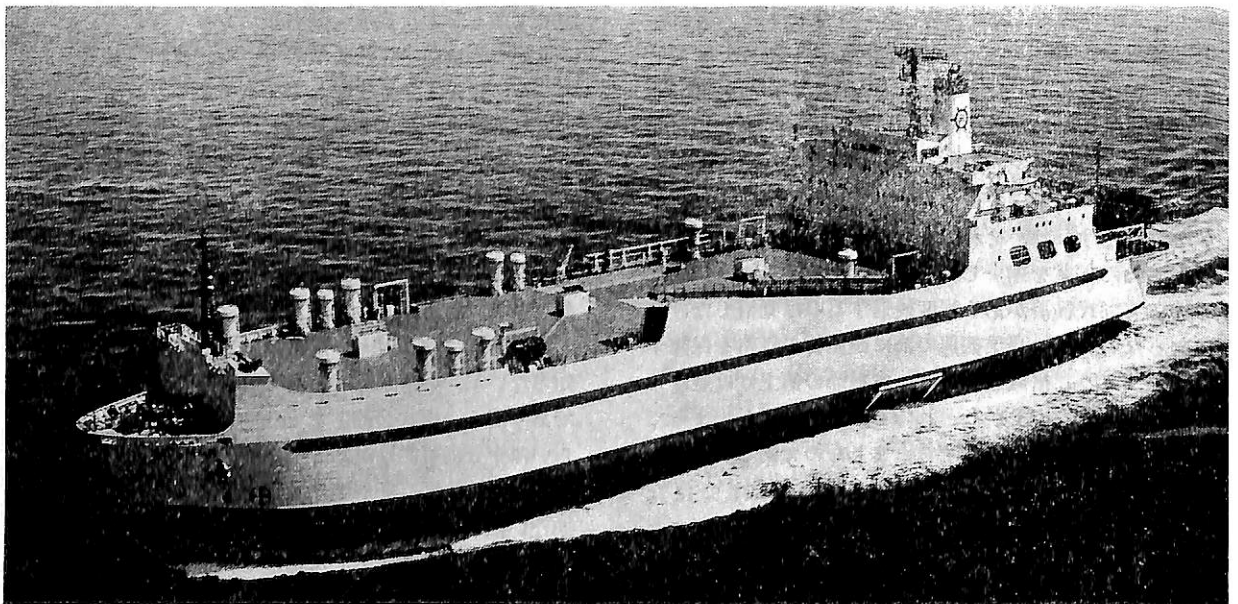
して雑貨と実に多種多様な貨物を積載できるよう設計されている。

本船は昭和51年12月17日起工、昭和52年3月17日進水8月9日引渡を行い、千葉と清水の両港で初荷を満載し韓国に寄港したあと、ヨーロッパへ処女航海の途について。今後本船は、ヨーロッパ北岸とスカンジナビアン諸国間のサービス航路に就航することになっている。

1.1 一般配置と特長

(1) 船尾部に機関室と居住区を配置し、上甲板下には二層の貨物倉甲板(カーデッキ、ドライカーゴデッキ)を有し、ドライカーゴデッキ下には6個のカーゴオイルタンク、2個のスロットタンク、6個の水バラストタンクを配置している。さらに船型も当社でははじめての試みである逆梯形型の傾斜船側の設計がなされ、卓越した復原力を有し、少ないバラスト量で航行可能な喫水が得られる。また傾斜船側のため氷海を航行する時、通常の船舶に較べてスムーズに通行することができる。このため、アイス Class を取得している。

貨物倉の容積が同寸法の従来の貨物船にくらべ約2倍大きいことも本船型の大きな特色であり、荷油のみで、



BOLO Liner 第1船 “BELLMAN”

あるいは油以外の貨物のみで満載喫水がとれるよう設計されている。

(2) 上甲板上には、自動車、コンテナおよびトレイラの積載、カーデッキ上には自動車、ロールペーパー、そしてドライカーゴデッキ上には自動車、コンテナ、コンテナトレイラー、ロールペーパー、バルブ、木材等を積載することが可能である。

(3) 上甲板上に各舷2個、計4個のニューマチック・フェンダが装備されている。これは本船が岸壁に接舷する場合、通常の船舶のようにそのまま接舷すれば、傾斜船型のため船側に岸壁が鋭角に当たり、外板を損傷する恐れがあるので、このフェンダを接岸時に上甲板から外板と岸壁との間に降下させて船体と岸壁とが直接当らぬよう計画されている。またフェンダはあらゆる方向に移動が可能であり、船の動揺に順応し十分にその能力を発揮できるよう設計されている。

(4) パイロットが安全に乗下船できるようパイロットポート下方にヒンジドパネル方式のフェンダを装備している。パイロットポートが本船に接舷しようとする時、油圧を用いてこのフェンダを垂直に広げることにより、ポートがパイロットポートの直下に安全に接舷できるよう計画されている。

(5) 荷役については荷油以外はロールオン・ロールオフ方式を採用している。

船尾にランプウェイが装備され、貨物は岸壁からこのランプウェイを通して船内に進入する。船内には固定のランプウェイと35トン型カーゴリフトが装備されており、これらはすべてのデッキにサービスできるよう計画されている。また岸壁よりカーデッキの後端に、陸上設備のランプウェイをかけることにより、カーデッキ上にロールオン・ロールオフの荷役ができるよう後部にスライングドアを設けている。上甲板の荷役はロールオン・ロールオフ方式とコンテナ荷役のリフトオン・リフトオフ方式を併用することができる。

1.2 適用規則

本船は、NV規則および種々の規則を適用しているが加えてスウェーデン規則を適用している。この規則は、居住区や倉内の騒音関係、さらに船内の安全・防火設備、安全通路等に対してこれまでにない厳しい規定があり、これらの規制をすべて満足する仕様になっている。

2. 船体部

2.1 主要目

全長	142.90m
垂線間長	134.50m

幅 (Mold)	32.20m
深さ (Mold)	20.30m
満載喫水	7.815m
載貨重量	10,665 t
総トン数	9,471.42T
純トン数	3,966.67T
船級 DNV	✱1A1, ✱MV, ICE 1A, E.O.
試運転最大速力	17.734kn
航海日数	約30日
航続距離	9,800海里
乗組員数 (スベア10名を含む)	35名
貨物容積 (ベール)	26,388.4m ³
(甲板面積)	6,129.9m ²
荷油タンク容積 (含 Slop T.)	14,501.2m ³
燃料油タンク容積	977.1m ³
ディーゼル油タンク容積	302.5m ³
バラストタンク容積	5,307.5m ³
清水タンク容積	253.2m ³
コンテナ積載個数 (ISO20'換算)	109個
自動車台数 (トヨベットコロナRT-43L)	1,005台
コンテナトレイラー (ISO40')	108台
予定航路	スカンジナビア各国～欧州各国
船籍	スウェーデン

2.2 船殻構造

上甲板下には二層のカーデッキ、ドライカーゴデッキを有し、ドライカーゴデッキ下にはカーゴオイルタンク及び船側にはショルダータンク (荷脚水槽) が設置されている。カーゴオイルタンクの船側外板は横肋骨方式、他の船側外板、甲板は縦肋骨方式を採用している。

氷海を航行するため、DNV規則アイス1Aを満足するように、アイスベルトゾーンの船側外板を増厚したり、助肋を密に設けて、氷圧に対して十分な強度を有するよう船の全長にわたり船側外板を補強している。

ドライカーゴデッキは、フォークリフトの走行、及びトレイラー (コンテナ積載) が積載できるように設計されている。

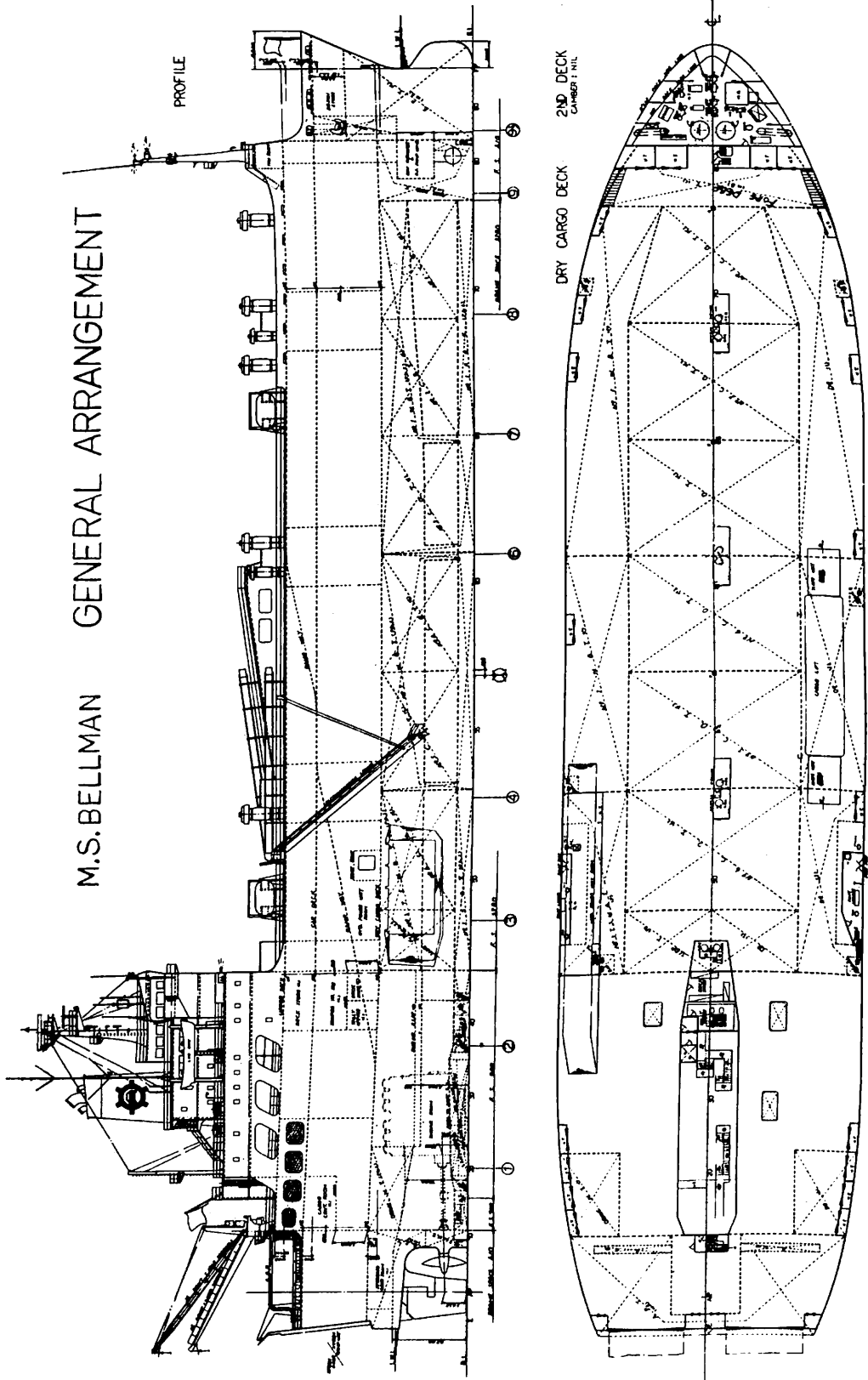
カーデッキは小型フォークリフトの走行、及びベーパーロールが積載できるように設計されている。

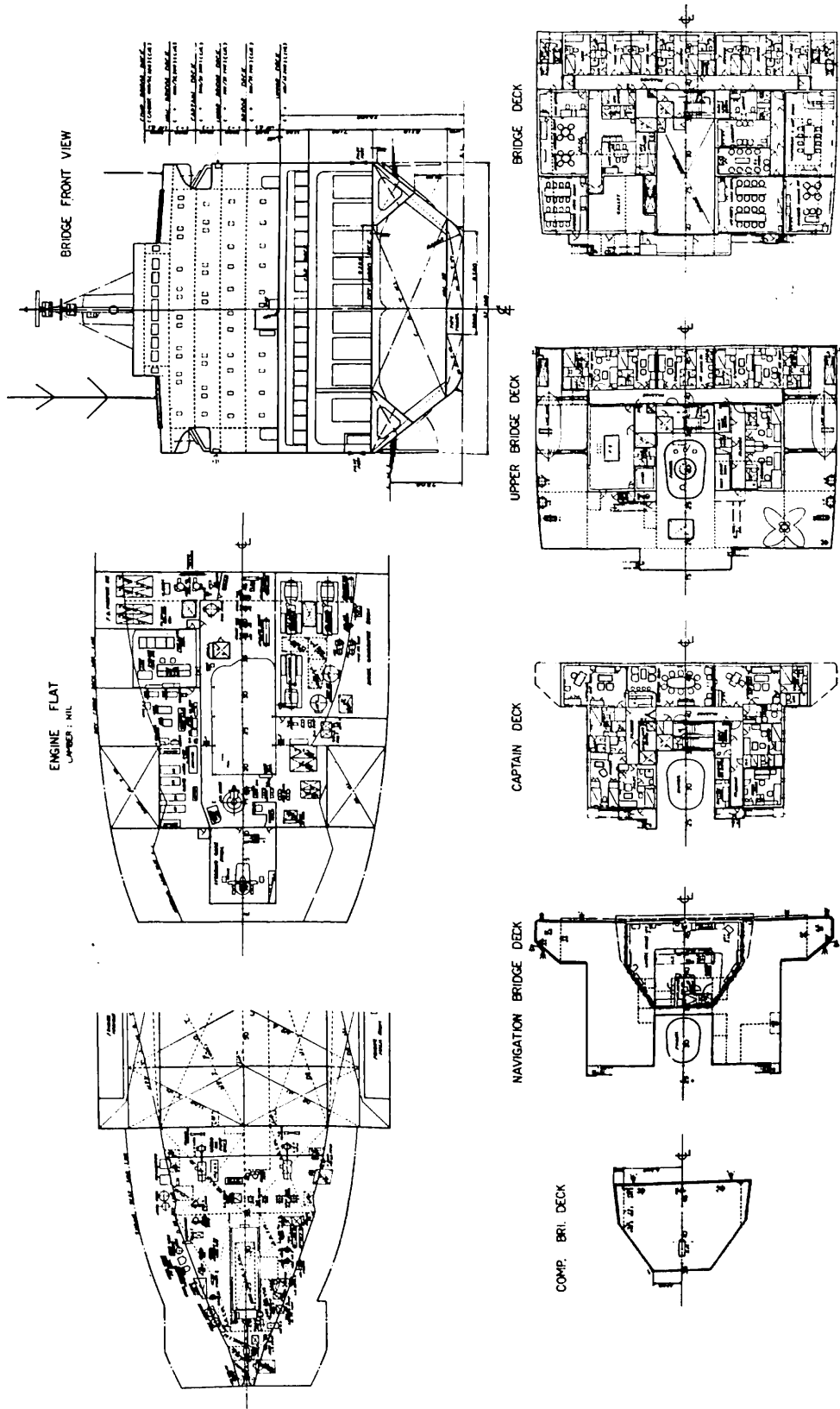
上甲板は20フィートコンテナ1段積み、ロードトレイラー (コンテナ積載) 及びフォークリフトの走行を考慮して必要な補強を行っている。

上甲板、カーデッキは、船側特設肋骨及び船体中心線に設けられたピラーやアクセストランクにより支持されている。

ドライカーゴデッキから上甲板まで左舷船側に設けら

M.S. BELLMAN GENERAL ARRANGEMENT





れたランプウエイは、小型フォークリフトや自動車の走行ができるように設計されている。

上甲板、カーデッキの右舷に設けられたカーゴリフト用開口周辺は、ピラー及びボックスガーダーを配置し十分な補強を行っている。

2.3 荷役装置

(1) スタンランプウエイドア

本船の主な荷役設備として、ドライカーゴデッキ後端の両舷に2基のスタンランプウエイドアが設けられている。これらのランプウエイは、それぞれ格納時にはスタンドアとして使用される。

a) スタンドアとして使用される場合

ク リ ア : 7.5m × 6.2m (幅 × 高)
 タイ プ : 油圧締付装置付風雨密扉
 開 閉 : 油圧ウインチ

d) スタンランプウエイとして使用される場合

タイ プ : 1枚パネル, フラップ付
 幅 × 長 : 幅7.5m × 長14.2m
 使用角度 : 下向8° 上向5° 船体ヒール3°
 強 度 : ドライカーゴデッキと同等
 セルフサポーティングロッド : ランプセット角度
 下向12° 又は水平, 支持荷重20トン

(2) カーゴリフト

カーゴリフトは係船機用ポンプユニットの切換にて駆動され、ドライカーゴデッキ、カーデッキ、上甲板の各甲板へ荷物をサービスすることができる。格納時上甲板レベルに風雨密蓋として使用される。

タイ プ : ワイヤ引き, イトマチックシールタイプ
 風雨密蓋

力 量 : 35トン × 6.5m/min

操 作 : 各甲板にコントロールスタンドを設け、各甲板間で相互に呼出しを行った後、リフトの運転はその甲板付スタートボタンを押し続けることにより行う。

フォトセル : 上甲板上面、カーデッキ裏面に光電管を設け、リフトよりはみ出た荷物を検出し、リフトを止める。

スロープウエイ : 前後に5.4m長のランディング・スロープウエイを設け、操作は油圧シリンダー駆動による。

遮 断 機 : 上甲板上面のカーゴリフト用開口部前段に設け、開閉は油圧シリンダー駆動による。

(3) カーゴオイル・ローディング

荷油は引火点60℃以上として計画し、2種類の油を積み分けられる。ローディング・マニホールドは、カーデ

ッキ後部両舷と上甲板中央部右舷の計3カ所に設け、荷油ポンプは機関室内の前部に2台設けている。二重底内のパイプトンネルには2系統の荷油管と油圧弁を配置している。ポンプの運転、油圧弁の操作、タンクの液面監視等は、すべて荷油制御室で集中制御することができ、積荷中のオーパフローに対しては、ガス止め可能なチェーンク弁により、油をスロップタンクに逃すよう計画されている。

2.4 係船および乗下船装置

(1) 係船装置

船首に揚錨機連結型係船機2台、係船機1台を装備し船尾に係船機2台のほかに、中央部に各舷2個の空気式防舷材(ニューマチックフェンダ)を装備した特殊な係船装置がある。

<要 目>

揚錨機連結型係船機(電動油圧)

22t × 9m/min/12t × 15m/min × 2台

係船機(電動油圧)

10t × 10m/min × 1台, 12t × 15m/min × 2台

ニューマチックフェンダ

2mφ × 4mL × 4個(円筒型ゴム製)

エアウインチ付ダビット × 4台

(2) 乗下船装置

上甲板中央部両舷にエアウインチ付舷梯、船側中央部にパイロット乗下船装置(船側扉、ポート接舷用フェンダおよび縄梯子付)と船尾に乗組員乗下船用扉を装備している。

パイロットポート接舷用フェンダは、ポートが本船に接舷しようとする時、逆梯形に傾斜した船側に入り込まぬよう考案された装置である。パイロットはこのフェンダ面にパイロットポートより吊された縄梯子によって安全に乗下船できる。このフェンダはパイロットポート直下の傾斜船側部に装備され、操作は油圧駆動により所定の位置に開閉される。フェンダの設計は排水量32tのパイロットポートが約2ノットの速度で接舷しても、油圧パネシステムにより十分その強度を保てるようになっている。

2.5 貨物倉用通風装置

ドライカーゴデッキ、カーデッキの各貨物倉は航海中機動給排気とし、換気回数は約10回/時、荷役中約30回/時と計画している。尚、荷役中排気の一部は自然排気としている。

<各貨物倉ファンの要目>

ドライカーゴデッキ 軸流給排気

1,500m³/min × 50mmAq (30kw) 給

4台

700m ³ /min×50mmAq (11kw) 給	2台
800m ³ /min×60mmAq (15kw) 給	8台
1,400m ³ /min×65mmAq (30kw) 排	2台
カーデッキ 軸流給排気	
1,500m ³ /min×50mmAq (30kw) 給	2台
800m ³ /min×45mmAq (11kw) 給	1台
500m ³ /min×45mmAq (17.5kw) 給	4台
900m ³ /min×65mmAq (18.5kw) 排	4台*

(*内2台は両貨物倉兼用で切換ダンパーを装備)

上記軸流ファンはすべて耐圧防爆型とし、逆転可能としている。倉内騒音は厳しいスウェーデン規則を満足するよう各ダクト系に吸音材やサイレンサを装備している。

2.6 貨物倉内臓装等

貨物倉内の臓装を計画するに当たって、特に考慮したことは次の通りである。

(1) 貨物倉の有効面積を極力広くする。

貨物倉に面する扉は総て内側に開閉するよう計画するとともに、スライド式扉も採用して倉内には一切開かぬようにした。これにより有効面積の拡大は勿論、車走行時の危険性も無くなった。

さらに、ウインチ、コントロールスタンド等も極力セットインされた区画に配置した。

(2) 荷物の保護対策

同一貨物倉に自動車、ベーパーロール、木材、雑貨等を積載するため、甲板上の自動車固縛金物は沈み型を採用し、船側は4条の木製スパーリングを設けるとともに、コンパニオンやランブウェイ等の凹所には鋼製ワイヤを甲板間に取付け、荷崩れによる荷物の損傷を極力少なくするよう計画されている。

(3) 本船はスウェーデン規則の適用を受けるため、安全通路、階段等の設計に種々の工夫をこらしている。

2.7 消火装置

本船の消火設備は、一般には射水式消火装置を装備し貨物倉内および機関室は固定式炭酸ガス消火装置を装備している。その他、所要の持運式消火器を配備した。

2.8 居住区設備

船長、機関長および上級職員は居室と寝室をもっており、全乗組員の居室、船主室、パイロットの部屋および病室にシャワールームが付属している。

公室としては、士官食堂および喫煙室、部員食堂および喫煙室、デューティメスルーム、読書室、TVルーム、バーカウンターのある会議室およびレセプションルームと豊富である。

また体育室とそれに隣接して、シャワールームおよびサウナバスが設けられている。

上級職員以上の居室と寝室および高級な公室の床にはカーペットが敷き詰められ、周囲の壁や家具と調和して豪華な雰囲気をかもし出している。

騒音防止としてはスウェーデン規則の厳しい規定を満足するため、居住区が機関室囲壁に接しているという配置上の条件も考慮して、次の様な周到な対策が講じられている。

a) 上甲板上のエンジンケーシングを二甲板にとどめ機関室と居住区とが接する部分を極力少なくしている。

b) 居室、公室、事務室は一部を除き、機関室より通路、階段室等を隔てて配置し、やむを得ず機関室と隣接する公室の機関室側には100mmロックウールおよび不燃性ボードにて内張りを施した。また、機関室より居住区への出入口にはロビーを設け、2重扉としている。

c) 機関室用通風機および給排気口を居室より遠ざけている。

d) 特に主機からの固体伝播音を防ぐために、機関室から遠い場所および規制のゆるい場所を除きほとんどの居室、公室、事務室の床・天井・壁を浮構造とし、更に必要に応じて浮床と鋼甲板の間にロックウールを敷きつけている。

e) その他各所に防音対策としての細心の注意がはらわれている。

居住区の空調関係では、暖房時天井と床との温度差を5℃以下に保たなければならないとのスウェーデン規則を満足するために冷暖房を行う部屋は全て、床置き型のキャビンユニットを採用している。

3. 機関部

3.1 機関部概要

主機関は川崎MANディーゼル機関1基を装備し、主発電装置は交流発電機3基、蒸気発生装置として排ガス・エコノマイザ1基および蒸気量が不足の時追焚きすることもできる補助ボイラ1基を装備している。

機関室では、厳しい騒音規制を満足するよう騒音対策には特に配慮した。発電機を独立した区画に防振ゴムを取付けて配置したり、主機用過給機を防音機で覆う等、騒音値を機関室のいかなる場所においても許容値100dB(A)以下になるよう計画した。

機関制御室は機関室上段の騒音源機器類よりできるだけ離れた位置に設置し、ここから主機関ならびに主要補機類の集中監視を行うことができる。

3.2 機関部主要目

(1) 主機関

型式：川崎MAN K6Z70/12DE型、2サイクル単動

船の科学

クロスヘッド型無気噴射自己逆転式排気タービン
過給機付船用ディーゼル機関

出力：連続最大 9,300 PS×145 rpm
常用 7,900 PS×137 rpm

(2) 発電装置

主発電機用原動機：ダイハツ 6 D S-26型
1,250 PS×720 rpm×3基

(3) 蒸気発生装置

補助ボイラ：ガデリウス CPDB-45 S型
4,000kg/h×7kg/cm²G (飽和) 1基
排ガスエコノマイザ：KHI BLE-1152型
1,400kg/h×7kg/cm²G (飽和) 1基

3.3 機関部自動化の概要

機関部は、NV (EO) 取得に必要な自動化および監視装置を装備しており、航海中24時間無人化運転が可能である。主機遠隔操縦装置には川崎 5 型電気一空気式リモート・コントロール方式を採用している。

4. 電気部

4.1 電気部一般

船内電源装置としては、常用としてのディーゼル主発電機 3 台と、非常用としてのディーゼル発電機 1 台が設けられている。主発電機は、航海中は 1 台のみ、タンククリーニング時及び出入港時は 2 台、荷役時は 3 台使用され、これらの制御を容易にする為に自動同期投入装置・自動負荷分担装置が装備されている。

4.2 電源装置

主発電機：ディーゼルエンジン駆動、ブラシレス式
1,050kVA (840kw), AC450V, 60Hz, 3φ 3台
主配電盤：デッドフロント自立形、発電機盤 3 面、発電機制御盤 1 面、440V 給電盤 2 面より成る。
非常発電機：ディーゼルエンジン駆動、ブラシレス式
150kVA (120kw), AC450V, 60Hz, 3φ 1台
非常配電盤：デッドフロント自立形、発電機盤 1 面、440V 給電盤 1 面、220V 給電盤 1 面より成る。
変圧器：一般用：120kVA, 440V/220V, 3φ 2台
非常用：30kVA, 440V/220V, 3φ 2台
船首部照明用：7.5kVA, 440V/220V, 1φ×3台 1組

4.3 照明装置

照明系統は AC 220V の一般照明回路及び非常用発電機より供給される非常照明回路の 2 系統からなっている。

S F V 規則により居住区は 80lux, 機関室は 150lux 貨物倉は 40lux, 上甲板暴露部は 20lux, 又、係船装置付近は 200lux の平均照度を要求されているため暴露部を除

き 40W 形蛍光灯を主体とした照明を行っている。暴露部の照明には 700W の水銀灯 24 灯、400W の水銀灯 4 灯を用いている。又氷海の航行に備えて 2,000W の操舵室操作形サーチライト 2 灯を羅針船橋甲板に設けている。

4.4 通信航海計測装置

電話装置
自動変換式電話装置 (50回線) 1式
共電式電話装置 (相互通話用) 3組
無電池式電話装置 (カーゴリフト用) 1組
指令装置及びトークバック装置 1式
エアフォーン 1式
信号電鐘
機関室パトロール員及び機関員の呼出し装置 各1式
警報装置
非常警報並びに機関室及び居住区火災警報装置 1式
貨物倉火災警報装置 1式
監視装置
貨物倉電動通風機運転表示盤 1式
貨物倉内可燃性ガス検知器 1式
計測装置
主軸回転計, 舵角指示器, 水晶時計 各1式
娯楽装置
テレビ受像機 3台 ステレオ 2台
船室用ラジオ 2台 VTR 1台
空中線共用装置 1式
航海計測装置
磁気羅針儀, 転輪羅針儀及び自動操舵装置, 音響測深儀, 音響相関式測程儀, エンジンテレグラフ及びロガー, 電気式風向風速計, 無線方位測定機, デッカ受信機 各1式
レーダー装置 2組
旋回窓 2組 ウインドワイパー 1組 操舵機集合盤 1面

4.5 無線装置

主送信機, 補助送信機, 主受信機, 補助受信機, 自動緊急受信装置, 自動電鍵装置, 国際 V H F 無線装置, 救命艇用携帯無線機, 2,182kHz スポット受信機 各1台

5. 試運転成績

本船の試運転は 8 月 26~27 日 紀州沖で行なわれ、その結果は試運転速力をはじめすべて良好であった。

すぐれた操船性能を示し、船体振動ならびに騒音も低く、厳しいスウェーデン規制値に対処した諸対策の成果が見られた。また機関電気関係も優秀なる成績をもって船主殿に引渡され今後の活躍が期待されている。

高速艇の軸系についてのメモ

— 高速艇の振動問題の一環として —

岩井次郎

副題のように、本稿は元来、従来取り扱われることの少なかった、従って普通船に比べて曖昧な部分の多い高速艇の船体 (Hull)、船体局部構造、軸系に関連する振動問題を取扱おうと意図したのであるが、今の所余りに負担が多いので、その一部分であるプロペラ軸系に関する振動問題といっても、高速艇の設計、建造の時かなり重要な問題であるプロペラシャフト軸受間の最大長さに関する問題だけを取り上げる。

以上に触れた高速艇体の振動問題 (Hull Vibration) の曖昧さについて一言すると、船体振動数の推定に役立つ Schlick その他の式中、振動実験その他実測から求められる係数 ϕ は短小な高速艇体については信頼出来るものはまだ無いといえよう。

Schlick の式は周知の通り次式である。

$$N = \phi \sqrt{\frac{I_{\Sigma}}{\Delta L^3}}$$

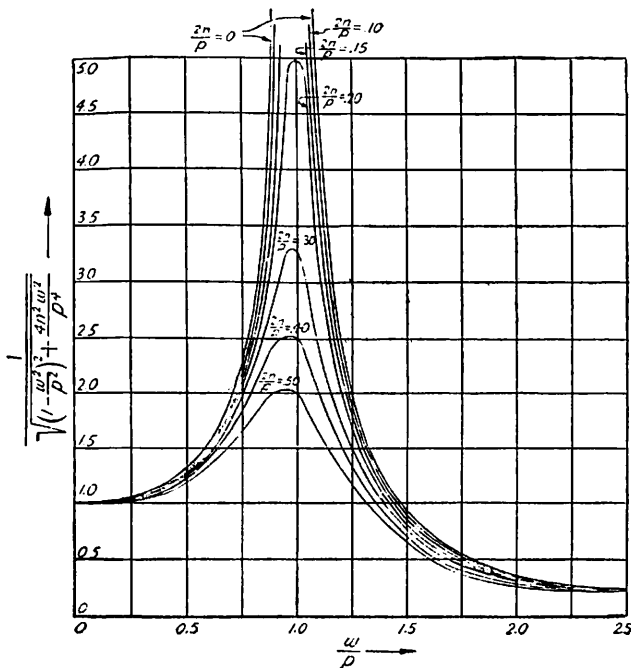


Fig. 1

N = 上下撓振動の固有振動数、毎分当り

I = 中央横断面の慣性能率

L = 船の長さ、普通 L_{pp} をとる。

Δ = 排水量

高速艇の振動については、アメリカのコーストガードがかなり熱心で、実艇について起振器を使った実測などを行っている。そして小艇で厄介な船体振動は上下振動でなくて水平振動であることがわかっている。振動源はプロペラによるもので、船体或いは構造局部 (船底パネルなど) の固有振動数がプロペラの blade frequency (軸速度 \times 翼数) に一致すると大きな振幅の振動を生ずる。所謂共振である。船体の固有水平振動数に対しては上記の Schlick の式中の I_{Σ} は普通の縦強度計算の場合から 90° 回転した垂直軸の周りの I を取らねばならない。

高速艇体の構造設計中、重要な部分の一つであるプロペラ付近船底パネルの設計は、接水している水と一緒に振動するパネルの固有振動数をプロペラ・ブレード・フリケンシイに対してうまく決める、ということにある。静水圧プラスプロペラの回転によって船底に誘起されるプロペラ力を元にするのは正しくないであろう。プロペラ付近外板のロンジ、肋板などの外板付き溶接に亀裂を生じた場合、外板の厚を増し骨を密に入れて所謂補強が行われる。これによって同一の振動源に対して平均応力は減り、より安全側になるが、本質的にいえばそのパネルの固有振動数を変えて (この場合はより高くする)、共振点から充分離し振幅を小さくするという措置である。この船底パネルの振動その他実際の振動は振動学で扱われる所の“減衰を有する強制振動”に属する。その振動の微分方程式は周知の通り次式である。

$$\ddot{x} + 2n\dot{x} + p^2x = \frac{Pg}{W} \sin \omega t$$

上式では速度 \dot{x} に比例する減衰があり、 $(c\dot{x})$ 外力 $P \sin \omega t$ (周期 $2\pi/\omega$) をうける固有振動数 $p/2\pi$ ($p^2 =$

kg/W' (Wは振動体の重量) の振動系を表わす。これから
 振幅倍率は $1/\sqrt{\left(1-\frac{\omega^2}{p^2}\right)^2 + \frac{4n^2\omega^2}{p^4}}$ となる。即ち外力P
 が静的にこの物体に加わる場合の撓みが動的の作用のため
 に増幅する係数であり、減衰を表わす項 $\frac{2n}{p}$ ($\frac{c}{W} = 2n$)
 の色々な値に対して Fig 1 をうる。 $\omega/p = 1$ は共振
 点で、上述のプロペラ付近船底パネルの補強の例では
 パネルの固有振動数を高くし、この共振点から充分左方
 へ状態を移すということである。 $(\omega/p < 1)$ 既に完成し
 ている構造物などでは、固有振動数を減らして $\omega/p > 1$
 とすることは困難といえるが、設計の段階ではこれも
 勿論可能である。外力の振動数に対して物体の固有振
 動数が充分大きく $\omega/p \approx 0$ の場合には振幅倍率は1とな
 る。即ち外力の動的作用は無く、撓みは静的の場合に等
 しいことになる。これと反対に外力の振動数に比べて物
 体の固有振動数が小さく ω/p が非常に大きくなると零に
 近づく。即ち高振動の周期的外力が作用する時には、振
 幅の非常に小さい振動を生ずるということである。物体
 は空間に殆んど動かぬままの状態に留まる。

1. プロペラシャフト軸受間長さ

高速艇の主機から後部の所謂軸系の配置は一般には、
 Fig. 2 又は Fig. 3 のようである。両者での違いは Fig.
 3 にある船体外部に取付けられている中間軸受①の有無
 である。一般に艇が小さく主機からシャフト・ブラケッ
 トまでの距離が短い場合には Fig. 2 のように、中間軸
 受①が設けられない場合が多い。さてこの中間軸受は高
 速艇の性能に大きな影響を有する付加物のうちの一つで
 ある。一般に水槽試験による抵抗試験の場合、付加物の

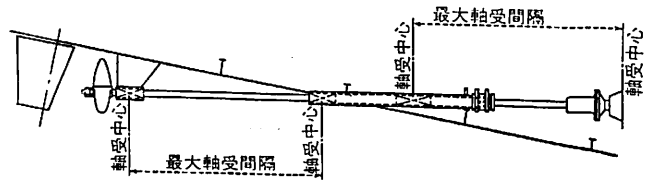


Fig. 2

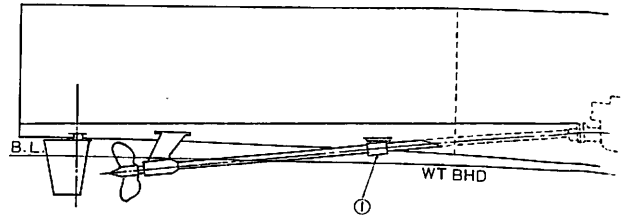


Fig. 3

無い裸殻につき計測が行われる。付加物を有する船体の
 抵抗は前者の裸殻の有効馬力に付加物抵抗に相当する有
 効馬力をつけ加えて求める。高速艇の付加物の抵抗につ
 いては従来かなり曖昧であったが、アメリカDTMB
 (現NSRDC) の J. B. ハードラーがしっかりした業
 績を発表している(1966年)。彼の論文は P. D. ケーン中
 佐も高く評価していた。各付加物の抵抗の計算式を示
 し、PT 8 の 1/2, 1/3, 1/5, 1/10 のスケールの模型につき
 各付加物の抵抗を計測した。(全部装着のものから、一
 つずつ付加物を除去してその都度抵抗を計って行く。そ
 の差が取り去った付加物の抵抗に当る) 提示した計算式
 による計算値と実測値は表 1 の通りである。

表 1 中、最も信頼出来る縮尺 1/2 の場合から、バームを
 合せたシャフトブラケットの抗力の%は非常に大きいこ
 とがわかる。船外中間軸受は是非とも必要な所謂必要悪
 (necessary evil) ではなくて省略出来る設計であれ
 ばそれが最良である。筆者の見所、わが国の高速艇で
 はこの不必要な船外中間軸受が設けられている場合が多
 く、余分な経費と船体抵抗を増やしている。これはプロ
 ペラ軸の船底貫通部の様式、設計とかなり密接に関連す
 る。木船の場合の様式から来たと思われるパイプ式の船
 尾管は必ずしもこの場合適するとは思わない。また、こ
 のパイプ式船尾管様式では、サポートの剛性不足のため、
 よりひどい振動を生じ易いようだ。

Fig. 2 或いは Fig. 3 の軸系の荷重ダイヤグラムは、
 軸受中央部の二点で支えられている均一の自重荷重を有
 する回転丸棒である。(Fig. 4) しかし特殊の艇、例えば
 マブラマー社の水中翼船 (Fig. 5) や競走艇のあるもの

表 1

縮尺	1/2	1/3	1/5	1/10
舵	23.0	24.3	26.4	28.6
シャフトブラケット	9.5	10.2	11.0	12.0
シャフトとボッシング	30.6	31.1	31.6	32.2
後部バーム	17.6	16.6	15.2	14.1
前部バーム	15.0	13.6	11.7	9.2
干渉	4.3	4.2	4.1	3.9
全抗力(ポンド)	33.0	14.92	5.49	1.44
実測抗力(ポンド)	31.92	15.45	5.98	2.10
計算抗力/実測抗力	1.03	0.96	0.92	0.69

筆者注) 上記シャフトブラケットはバームと軸受の円筒部を除いた所謂ブラケット部だけである。

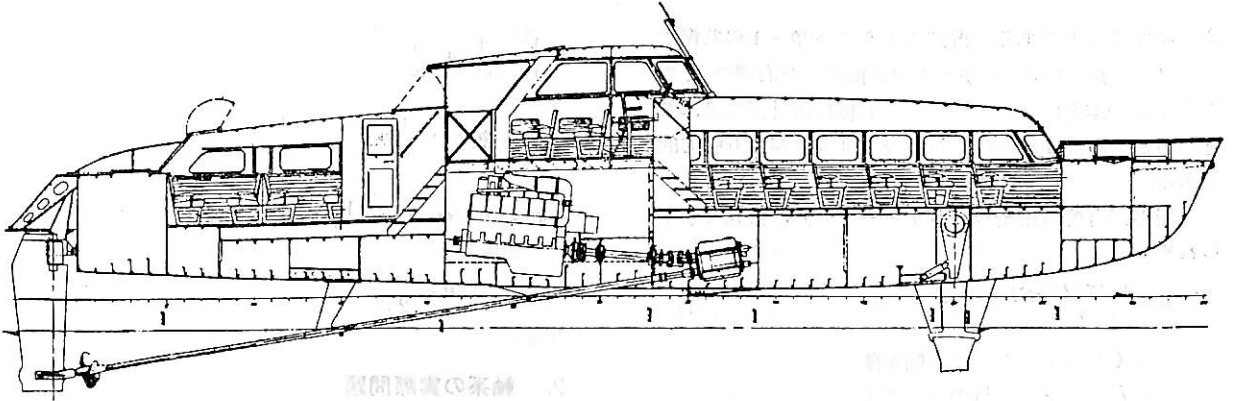


Fig. 5 スプラマーハイドロfoil艇PT20

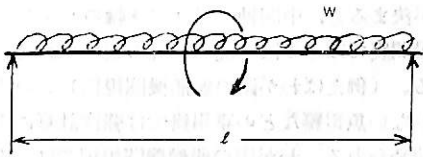


Fig. 4

ではプロペラ前方のシャフトブラケットを設けず、プロペラシャフト後端の軸受はラダーホーンに設けられる (Fig. 6)。これによってプロペラに流入する水流の状態をより良好に保ちシャフト抵抗の消滅と相まって、推進効率を上げる。

昭和41年秋、英国のカウス (Cowes) とターキー (Torquay) 間の Daily Express 国際外洋レースに出場したヴォスパー建造の全アルミ競走艇“飛魚”号 (Flying Fish) (写真1) の設計、建造はデューケン中佐の命で私がヴェテラン操縦士M. トリミング氏と相談しながら主として担当したが、この軸系は Fig. 5 のような様式とし、あとで述べる計算法でシャフトの whirling チェックを行った。

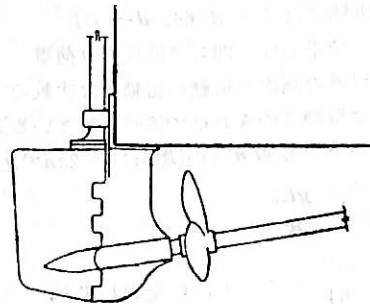


Fig. 6

材料力学又は振動工学の教科書中に述べられているように、Fig. 4 のような系では回転速度が次第に増大し、ある速度になると動的に不安定となり大きな振動を生ずる。この現象は所謂共振効果によるもので、このシャフトの固有撓み振動数に等しい速度の所で起ることは周知の通りである。この回転速度はまた whirling speed ともいわれる。シャフトの軸長の設計は支えられた材質と直径に対し、その危険速度を常用回転数から適当に離す

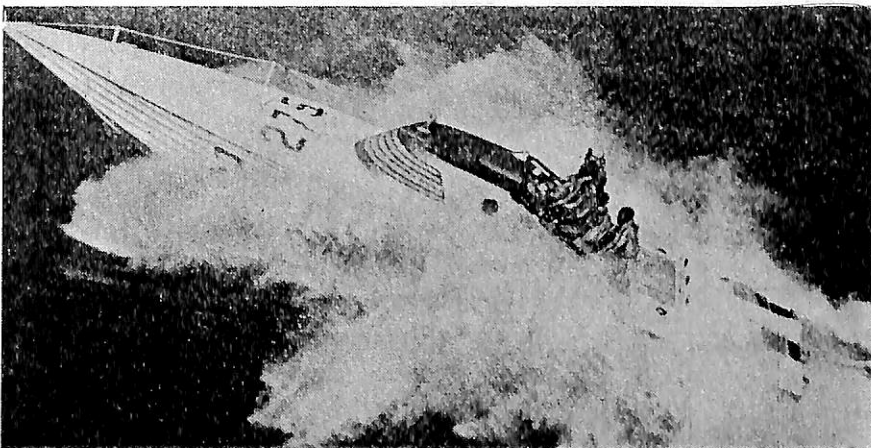


写真1

全アルミ外洋レーシングボート“Flying-Fish”
1966年、Vosper 建造

ようにすることである。既述のように $\omega/p = 1$ の共振点をさげ、 $\omega/p < 1$ 又は $\omega/p > 1$ の共振点の左右側の適当な所をえらぶということである。右側に設計点を選ぶことの方が実際問題において色々なメリットがあり魅力的である。

上記の固有撓み振動数（基本モードの）は次式で与えられる。

$$n = \frac{1.57}{l^2} \sqrt{\frac{gEI}{w}} \quad (1)$$

l = シャフトの支点間距離

E = シャフト材のヤング率

g = 重力の加速度

I = シャフト断面の慣性能率

丸棒では $I = \pi d^4/64$, d = 直径

w = 荷重強度, 即ち単位長当り荷重

基本モード以外の高次の振動の振動数は次数の二乗に比例することは振動学のABCで述べられている通りである。角速度 ω と回転数 n との関係は $\omega = 2\pi n$ であるから、

$$\omega = \frac{9.85}{l^2} \sqrt{\frac{gEI}{w}} \quad (2)$$

(1)に $I = \frac{\pi d^4}{64}$ を入れ、 l を表わすと、

$$l = \frac{3.3d}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{E}{w}} \quad (3)$$

Fig. 7のように、軸受中間に重量 W のプロペラによる集中荷重がある系の固有振動数は振動工学の原理より次のように求められる。

- (i) シャフト自体の角速度 ω_s を(2)によって求める。
- (ii) 重量 W のプロペラ自体だけに対する角速度 ω_1 を求める(注1)。

以上の結果をダンカライ (Dunkerley) の次の経験式に入れて全系の角速度を求める。

(注1) (ii) 即ち Fig. 7の系に対しては

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{2EI_0g}{Wl_1l_2}}$$

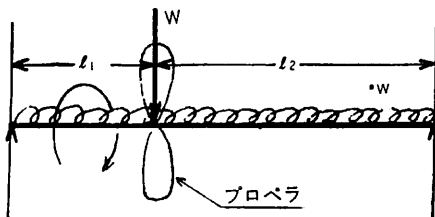


Fig. 7

$$\frac{1}{\omega^2} = \frac{1}{\omega_s^2} + \frac{1}{\omega_1^2}$$

$$\text{(一般には)} \quad \frac{1}{\omega^2} = \frac{1}{\omega_s^2} + \frac{1}{\omega_1^2} + \frac{1}{\omega_2^2} + \dots$$

$$\text{これより} \quad \omega = 1/\sqrt{\frac{1}{\omega_s^2} + \frac{1}{\omega_1^2}} \quad (\text{ラジアン/秒})$$

$$n = \frac{\omega}{2\pi} \quad (\text{cps})$$

となる。

2. 軸系の実際問題

一つの艇で搭載主機の種類、軸馬力、回転数、プロペラ直径が決まると、中間軸、プロペラ軸の直径が定められる。民間艇ではその国の関係法規に定められている算式による。(例えばわが国の船舶機関規則) この法規に拘束されない魚雷艇などの軍用艇では強度計算によって適正に決められる。わが国の船舶機関規則では、上記の軸長と危険回転速度との関係からの規定はなく、ねぢり振動に関し若干の記述がある。現今、高速艇のような小艇のプロペラ軸の材質は全くステンレス鋼であるといつてよく、以前に使われたネーバルプラス、鋼、或いはアルミブロンズはわが国では殆んど使われない。性能を極度に追究する外洋レーシングボートなどでは高価なモネルメタル (65~70% Ni, 35~30% Cu, 比重8.87) が使われることがある。既述の“Flying Fish”のプロペラ軸は直径1.5吋のモネルK製であった。

軸材質とその直径が決まると、式(1)により、軸長と固有振動数は何れかを定めれば一元的に定まる。

シャフト材質がステンレス鋼の場合、

$$E = 20,000 \text{ kg/mm}^2$$

$$g = 9.8 \text{ m/sec}^2$$

$$\gamma = 7.89 \text{ gr/cm}^3 \quad \therefore w = \frac{\pi d^2}{4} \times 7.98$$

$$= 6.2675 \times 10^{-3} d^2, \text{ kg/cm}^3$$

$$I = \frac{\pi d^4}{64}$$

これらを(1)に入れて、 l と d の色々な値に対して n が計算される。これを $n-l$ カーブに表わすと Fig. 8 となる。

一つの実例として筆者設計の全アルミ高速旅客艇“第三西日光”(船主三原観光汽船社、昨秋10月16日引渡し)の軸系につき述べる(写真2)。

本艇の主要目は次の通りである。

全長 × 最大幅 × 深 = 23.00m × 5.40m × 2.50m

船型、構造 V底プレーニング型可展面船型

全アルミ，全溶接縦肋骨式構造

総トン数 115.2トン

満載排水量 46.36トン

主機関 GM 12V-71T I, 3基
JG 1/4出力 540 S H P / 2, 170rpm
減速比 2 : 1

搭載人員 旅客 150名 乗組員 3名

燃料油 3,000 ℓ

清水 500 ℓ

速力 最大 30.7ノット

1/4において 27.3ノット

船主の要求は次のように甚だ厳しいものであった。

- 1) 上述の3基の主機の1/4出力の90%出力，即ち合計1,458 S H Pにおいて，70% 搭載状態で航海速力25ノット以上のこと。艇はこの状態で三原⇄瀬戸田間を毎日8往復する。
- 2) プロペラは以上の使用状況で一年間使用出来ること。即ちキャビテーション・エロージョンによる損傷（特に翼根部の）は1年間使用に堪える程度であること。（プロペラは勿論SCプロペラではない。）

最小抵抗の優れた性能のプレーニング型高速艇を設計するための筆者の基本原理は本艇においても別に変わることはないが，3軸の場合には付加物抵抗が2軸の場合よりかなり増大するし，また上述のように速力性能に対する要求も極めて厳しいので付加物抵抗の減少には格段の努力を払った。

本艇のプロペラ軸はステンレス鋼N A S 46製，直径73 mmとした。(1)式を使って，種々の軸長に対する固有振動数をプロットすると Fig. 9 となる。1/4の90%出力時のプロペラ軸速度は1,050rpm (17.5cps) である。

ところで，American Boat & Yacht Council 発行の小艇安全基準中のプロペラ軸系に関する条項中，軸受間隔についての規定では，フレキシブルな軸受の軸に対し最大軸受間隔に対し次式を与えている。

$$L = \sqrt[3]{\frac{3.21D}{N}} \sqrt[4]{\frac{E}{w_1}} \quad (4)$$

ここでL=最大軸受間長，ft

D=軸径，in

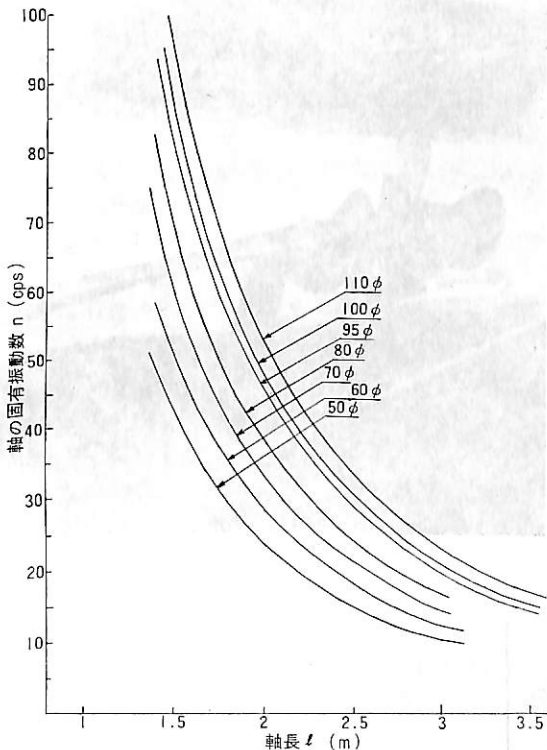


Fig. 8 ステンレスシャフトの直径，軸長，固有振動数（危険速度）間の関係

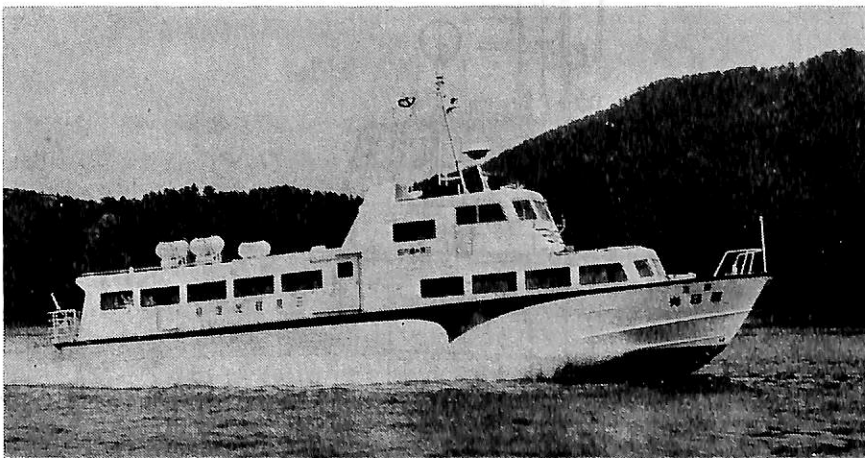


写真2

第三西日光

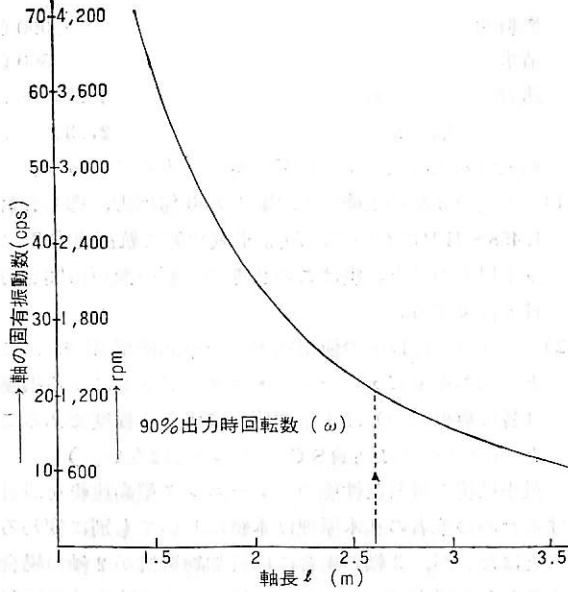


Fig. 9 第三西日光のプロペラ軸 (73P) の軸長と固有振動数の関係

- N = 軸速度, rpm
- E = 軸材のヤング弾性率, lb/in^2
 $= 28 \times 10^6 \text{ lb/in}^2$ (ステンレス鋼に対し)
- w_1 = 軸材の 1 in^3 当り重量, lb/in^3
 $= 0.2883 \text{ lb/in}^3$ (ステンレス鋼に対し)

上式に“第三西日光”の場合を当てはめて ($D=73\phi=2.874'$) 種々の N に対し L を計算すると、前に(1)式で計算した結果 (Fig. 9) と同一結果を与える。即ち(4)式は危険速度と軸長との関係を示すものである。

さて、“第三西日光”では主機、プロペラ中心位置などから軸受間長を2.6mを基準とした。Fig. 9 でこの軸

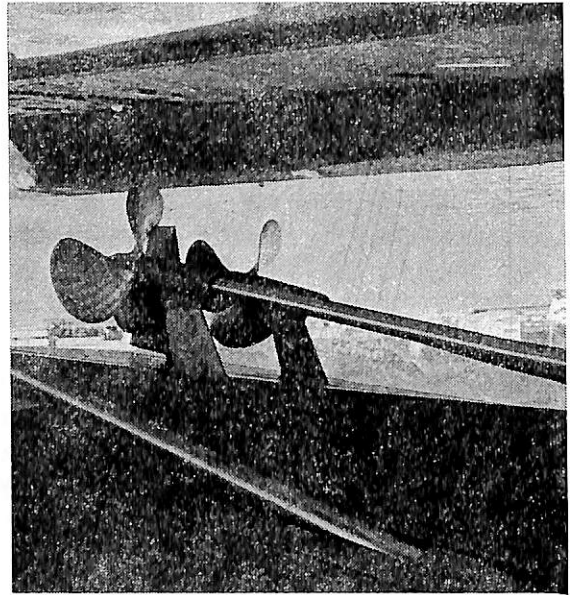


写真 3

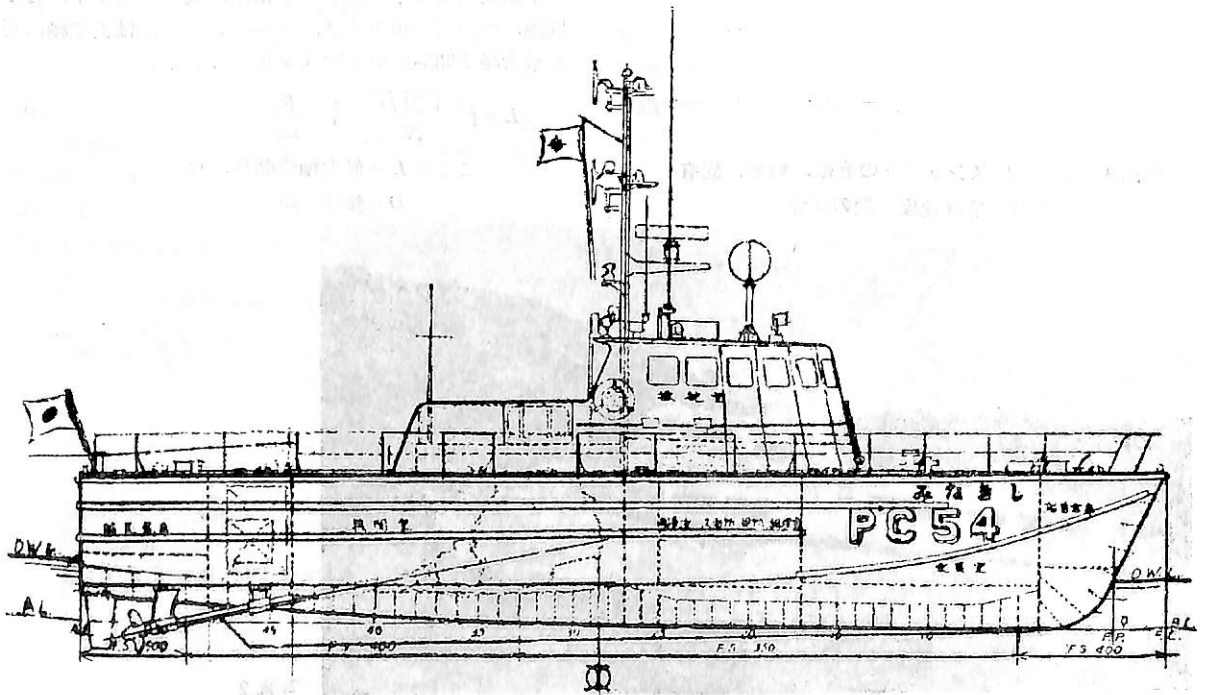


Fig.10 しきなみ

長に対応する固有振動数を読み取ると、1,240rpm をうる。常用軸速度は1,050rpmであるから $\omega/p=1,050/1,240 \div 0.847$ となる。これを Fig. 1 に入れて無減衰の場合の振幅倍率として約3.5をうる。実際は各種の原因による減衰があるから振幅倍率はもっと小さい筈である。実際の運転では極めて静粛な良い状態に在る。写真3に同艇プロペラ軸の船底貫通部を示す。船外軸受を省略するよう設計したということである。クリューボート「むさし」も同一思想で設計し極めて良い結果をえた。

他艇の状況

各社発行のカタログ或いは船舶雑誌などに発表された高速艇関係の記事などから、以上に述べたプロペラ軸長について調べて見た。軸長は一般配置図などから求めた概略寸法である。

1) 巡視艇「しきなみ」(Fig. 10 参照)

全長 21mの全アルミ製V型高速艇
 主機 池貝ベンツMB820 Db 2基
 連続定格出力 1,100ps/1,400rpm
 減速比 1:1
 プロペラ軸 95φ, NAS 46H-4
 軸受間長 約1,900

Fig. 8 より軸95φ, $l=1,900$ m の基本振動数を読み取ると $n \div 51cps=3,060rpm$ をうる。故に $\omega/p \div 0.46$ となり、Fig. 1 でかなり左側である。共振点は充分避けてはあがるが、軸長を約3,500に延ばすと船外中間軸受は省略される。この時の軸の振動数 $n \div 15cps=900rpm$ で、 $\omega/p=1,400/900 \div 1.56$ となる。Fig. 1 よりわかる通り、現行のものより良好な状態となろう。

2) ハイドロホイール艇「PT20」(Fig. 5 参照)

全長 20.6m
 主機 MB820Db Vドライブ付 1基
 連続定格出力 1,100PS/1,400rpm
 減速比 1:1.115
 プロペラ回転数 1,255.6rpm
 プロペラ軸 95φ(推定)
 軸受間長 約4,500

シャフトだけの基本固有振動数は9cps=540rpm プロペラが軸受間にあるから系の振動数は更に軸だけの場合より低下するから上記540rpm より下がる。結局 ω/p は1,255.6 \div 540 \div 2.3より更に右のところを設計点としてあるようだ。極めてスマートな設計で、さすがにスプラマーであると感ずる。

その他、高速旅客艇と称せられるわが国の高速艇などでは、省略しうる船外軸受をわざわざ設けている拙い例が非常に多く、一々例示するのは繁に堪えないので省略する。

× × ×

以上回転する軸の基本振動数の考えから、高速艇のプロペラ軸軸受の設計に関する小論を展開した。この方法でプロペラ軸を取扱うと確信をもってスマートな設計を行うことが出来る。従来の“まあここに一つ軸受が欲しい”というような非科学的水準から脱皮することが出来よう。なお本文中に触れた“第三西日光”のプロペラは就航後約4ヶ月、8ヶ月の時点で上架の際チェックしたが、なお引きつづき使用中であり、今秋約1年後の状態を詳細に調査、検討し有益なデータを得んものと期待している。

全ソ船舶輸出入公団向け

物理探鉱船“イスカーチェリ”号の改造工事、完工

三菱重工業・下関造船所において、全ソ船舶輸出入公団向け物理探鉱船“ISKATEL”(イスカーチェリ)号の改造工事を完工し9月初旬引渡しを行なった。

本改造工事は、ハパーロフスクのソ連造船所において進水した未完成の本船を下関造船所に曳航し、ソ連邦船級協会規則に基づき施工された。

本船は、最新式フランス製地震探査システムなどの物理探査機器を装備し、日ソ共同プロジェクトであるサハリン大陸棚石油・ガス開発計画の海底資源物理探査などに従事する予定である。

主要目

全長	54.80m
垂線間長	48.00m
幅(型)	9.30m
深さ(型)	5.10m
満載喫水(型)	4.18m
総トン数	約730T
航海速度	11.5kn
主機関	NVD48A-21型(東ドイツ製) 1基
常用最大出力	875PS/375rpm
乗組員数	48名

ケミカルタンカー (19)

恵美洋彦 角張昭介

(日本海事協会船体部)

4・2・4 反応の危険性

(1) 一般

ケミカルタンカーの抱える危険性を論じる場合、これまでに述べてきたような火災、爆発及び毒性の他に、ケミカル貨物の反応性の問題があり、次の3種類の反応が考えられる。

- (a) 重合、縮合、分解等の自己反応
- (b) 清水又は海水との反応 (禁水性)
- (c) 2つ又はそれ以上の貨物の相互反応 (混合危険)

なお、前(b)は、(c)の場合の一方の物質が水である場合に相当し、広義には(c)に含まれるものと考えられるが、(b)に該当する物質は、禁水性物質として別に分類するのが一般的である。又、IMCO規則でも上記の3種類が考慮されている。

尚、上記の他、貨物タンク又は管装置の構造材料及びコーティング等と貨物との反応性の問題があるが、これらは夫々の各論にて述べる。

(2) 自己反応

重合とは、一種類の単位物質が、その物質の倍数の分子量をもつ物質に移行する化学変化をいうが、最近、発展した石油化学や高分子化学の分野では、一種類のみならず、2種類以上の単位物質が、他の物質の脱離又は付加を伴なうことなく結合する反応のことを示す。重合によって生成する物質を重合体と呼ぶ。

縮合とは、有機化学反応の一形式であるが、有機化合物中の二つ或いはそれ以上の官能基間の反応において、簡単な分子の脱離を伴って、新たな共有結合を形成する反応の総称であり、縮合により生成する化合物を縮合物と呼ぶ。なお、ケミカルタンカーの運送中には起り得ないが、縮合反応を行ないつつ、高分子化合物が生成する反応として重縮合反応と呼ばれるものがある。

分解とは、化合物が何らかの方法によって、より簡単な化合物に変る現象のことであり、化合や合成の逆の過程であるといえる。分解の種類としては、光による光分解、温度上昇によって分解する熱分解等があるが、逆の

結合が比較的容易に実現される種類の分解を特に解離と呼んでいる。

又、ケミカルタンカーの積荷対象ではないが、一般に、その生成熱が正である気体で、分解により、かなりの熱を発生するものは、条件によって点火すると分解炎を伝播することができる。即ち、分解熱20~30kcal/mol程度の物質は分解炎を維持することができ、これ以上の分解熱のものは爆発が激しくなり爆ごうになることもあるといわれている。分解爆発性を有する気体で工業的に重要なものとしてはアセチレン、プロパジエン、メチルアセチレン、1-3ブタジエン、エチレン、プロピレン、エチレンオキッド等がある。尚、分解爆発は高压で起り易く、圧力を下げていくと火炎が伝播しないようになる。このときの圧力は分解爆発の限界圧力といわれている。

以上のような各種の自己反応を起す物質は数多いが、このような物質を運送する際に、IMCO規則では、抑制剤を投入することを義務付けると共に、添加された抑制剤に関して次の事項を記載した証明書の本船に備え付けることが義務付けられている。

- (a) 抑制剤の名称及び量
- (b) 抑制剤を添加した年月日及びその有効期間
- (c) 抑制剤の性能を低下させる温度
- (d) 航海期間が抑制剤の有効期間を超える場合にとるべき措置

なお、貨物タンク及び貨物管系内に発生する錆又は沈澱物等が、往々にして自己反応を促進する触媒として作用したり、添加した抑制剤を破壊することがある。従って、その際には、荷送人又はケミカル製造者と十分な協議を行ない、この種の有害性を有するものを明らかにすると同時に、積荷前に十分除去しておくことが必要となる。又、重合を起すケミカルに対し、IMCO規則では、特にその生成重合体によって、貨物タンク通気装置(圧力/真空逃し弁を含む)が閉塞されたり、作動不能となる事態を防止する対策を講じる旨、規定している。

自己反応を考える際に、もう一つ注意すべき点は、自己反応性を有する可燃性ケミカル（例えば、アクリロニトリル、スチレン、イソブレン、メチルメタクリレート、メチルアクリレートなど）が重合又は分解する時に発生する熱（自然発熱）による自然発火現象がある。即ち、「他から、何らの点火源を与えないで、物質が空气中で常温において自然に発熱し、その熱が長期的間に蓄積されて、遂に発火点に達し、燃焼を起すに至る現象」と定義される現象である。この定義からすれば自然発火現象は、4・4・2(4)で述べた発火温度が低い物質の発火とは無関係である。即ち、燐のように空気に触れると直ちに発火するものであっても、これは、あくまで発火温度が常温より低いことによるものであって、上記の自然発火現象とは異なるものであることは明らかである。しかし、広義に解釈した場合には、発火温度の低いものの発火も自然発火に含めることも多い。又、禁水性物質が水と接触した場合、或いは、互いに危険な反応を起す物質が混合した場合の発火も、厳密には、上記の自然発火とは異なるものといえよう。

参考までに、自然発火性物質が、自然発熱を起す原因としては、上記の重合熱、分解熱の他、酸化熱、吸着熱、発酵熱等が考えられる。又、自然発火は、物質の自然発熱の速度と熱の逸散速度との間の平衡が破れて、熱が蓄積することにより生じるので、熱の逸散を妨害する因子も自然発火を促進することになる。

以上、自己反応について簡単に取りまとめたが、IMCO規則において、重合、縮合等の自己反応を起す可能性があると規定されているもの（即ち、4・10の規定の適用を指示されているもの）は、現時点では、スチレン、塩化ビニリデン等を初めとする18品目のみであり、又、その他に新物質として評価される過酸化水素がある。

(3) 水との反応（禁水性）

水との反応は、前述の通り、広義には(4)に述べる異った物質間の反応に含まれるものであり、事実、表4・21及び表4・25には、海水、清水又は水溶液が含まれている。しかし、水と危険な反応をする物質を、我々は、通常、禁水性物質と称して区別することが多いので、ここでも別項として簡単に取りまとめておきたい。

一般に空気中の湿気（水分）又は水と接触、混合した時に反応して可燃性ガスを発生して発火するもの、発熱し、これに接触している他の可燃物を発火燃焼させるもの、或いは、有害ガスを発生するもの等を禁水性物質と称しており、一例として、クロルスルホン酸、硝酸（70%以上）、オレウム、塩化ビニル、トルエンジイソシアネート（TDI）等がある。

このような物質を運送する際には、二重底付きの中央タンクに積載するか、又は船側タンクに積載する場合には、二重船殻構造を有するものでなければならない。即ち、海水と外板一枚を隔てて隣接積載してはならない。従って、これらのケミカルの殆んどはタイプI又はIIの船型を要求されている。同様に、バラストタンク、又はスロップタンクと隔壁1枚で隣接するタンクに積載してはならず、この場合には、隣接するバラスト又はスロップタンクを空としておく対策が必要となる。

一方、各種管装置の設置に際しても、スロップタンク及びバラスト又は汚水の入っている貨物タンクのポンプ、管装置及び通気装置は、水と危険な反応をする貨物を積載したタンクのポンプ、管装置及び通気装置から分離する必要がある。又、バラスト或いは汚水移送用管装置を禁水性貨物を積載する予定のタンク内を貫通させる場合には、

(a)パイプトンネル内に設置する。又は、

(b)図4・20に示す方法により、これらの管装置のタンク内貫通部をバラストタンク又はスロップタンク及びこれらの漲り込みポンプから隔離できる様な配置とする。（このタンクに禁水性貨物を積載する時に隔離を施す。）

等の対策が必要である。

禁水性を有し、且つ、加熱が必要な貨物（例えばTDI）の場合、タンク内に設置した加熱管内の加熱媒体として水蒸気を使用することは出来ない。従って、このような場合には、隣接コファダム又はダクト内を加熱することによる間接加熱とするか、或いは、水蒸気以外で当該貨物と危険な反応をしない加熱媒体（例えば、鉱油等）を使用する必要がある。

更には、水と危険な反応をする物質で、大気中の水分さえも危険な存在となるものに対しては、タンク内空間部を乾燥させておく為の環境制御装置が必要となる。その為には、適当な乾燥剤を貨物タンクの通気装置に設けるか、又はDew Pointを十分に下げた乾燥窒素の封入等の対策が講じられている。

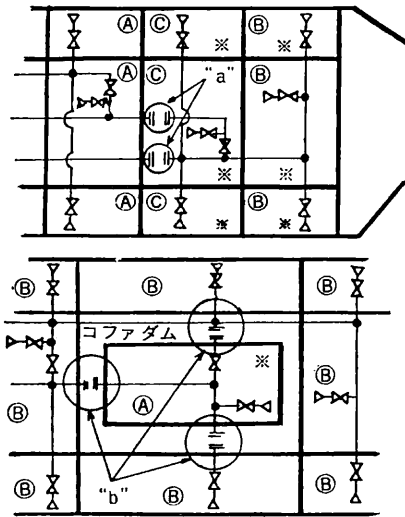
(4) 貨物同士の相互反応（混合危険）

2つ又はそれ以上の貨物の相互反応の危険性は、ケミカルタンカーの建造計画（特にタンク配置）及び貨物積載計画を立てる上で特に重要な因子となるものである。この種の危険性は、従来は、混合危険性とも呼ばれていたが、ここでは相互反応の危険性という表現に統一しておく。

相互反応の危険性を考える際には、自己反応及び水のみの反応のように、当該物質の化学的性質を調査する

ことだけで問題が解決する訳ではなく、次のような問題点が存在しているといえる。即ち、

- (a) 2つのケミカル間の相互反応を考える場合、現在ケミカルタンカーでのばら積運送に供されている数百にものぼるケミカルを、個々に組み合わせることを考えると、その組み合わせ数は膨大なものとなる為、個々のケミカル毎の組み合わせにおける危険な相互反応の発生の可能性の有無を確認することは確認手段が、実験又は理論であることを問わず共に不可能に近い。
- (b) ケミカルタンカーによる運送時に発生する異った2つのケミカル貨物の混合事故の形態には、種々のもの（例えば、貨物タンク又は貨物管の損傷、破壊による混合、誤操作による混合の状態等）があり、相互反応の危険性を考える際に如何なる事故を想定するかが問題となる。
- (c) ケミカルタンカーによる運送時のケミカルの状態を想定すること、例えば、貨物タンク内及び貨物管内に存在する不純物の影響、各種添加剤の相乗効果、環境制御の影響、運送温度及び圧力等の想定が困難である。又、同一のケミカルであっても、船舶で運送している時の状態と化学プラント工場内で製造、貯蔵している時の状態とは自ずから異なる為、陸上の

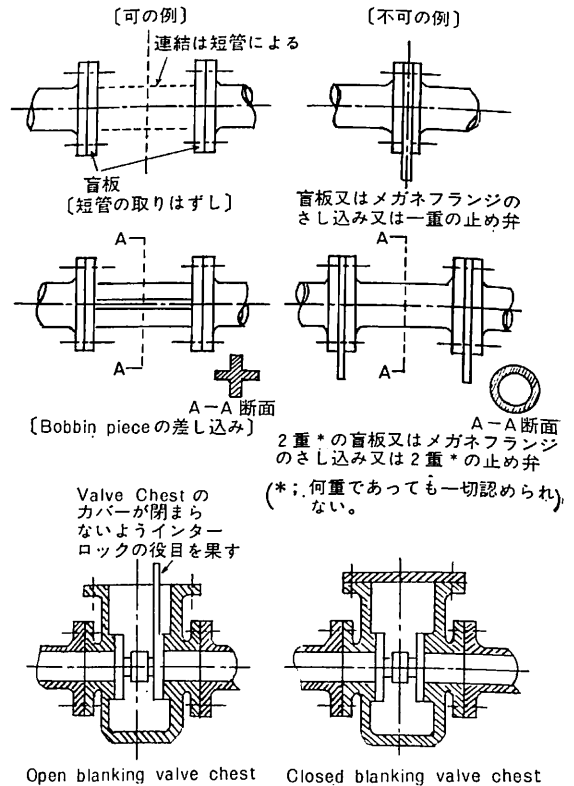


- 注1) "a" 部及び "b" 部は、図4・20に示した方法により分離しなければならない。
- 注2) (A)と(B)は危険な相互反応をする貨物
- 注3) (A)と(C)及び(B)と(C)はそれぞれ相互反応をしない安全な組み合わせの貨物
- 注4) ※印を付したタンクには独立ポンプ等の他の適当な荷役システムが設けられる。

図4・19 危険な相互反応をする貨物を積載したタンク内を貫通する管装置の分離例

化学工業を想定した従来のデータを利用しにくい。これまで利用されてきた相互反応の危険性に関する資料を眺めてみると、特定の物質又は特定の種類に対し、相互反応する危険性のある物質を単に列記するに止まり統一された表記方法もないのが一般的であった。又、その危険性の内容も、各物質の化学的特性から論じることが多く、特に上記(a)から(c)に示した問題点を解決できるような資料となっているものは皆無であった為、我々船舶の建造、運航に携わるものにとってこれらの資料を直接的に利用するには、はなはだ不都合の多いものが殆んどであった。しかし、最近、米国及びノルウェーに於て公表された相互反応の危険性に関する研究結果は、船舶運送時に限定して想定した実験・研究であり、又、その結果も船舶運送に携わる者で化学に対する造詣が特に深い者にとっても非常に利用し易いものとなっている。従って、次の4・2・5においては両者の研究の紹介を中心として相互反応の危険性についてのべる。

他の貨物と危険な相互反応を起す可能性のある貨物を積載するケミカルタンカーの設備に対し、IMCO規則では、次のような規定を設けている。なおこのような構造、配置を考える際には当然のことながら貨物と水との間の危険な反応、及び燃料油との間の危険な反応がある



Open blanking valve chest Closed blanking valve chest 図4・20 分離した配管系統と認められる分離方法の例

場合には、バラストタンク及び管装置並びに燃料油タンク及び管装置も対象として考えなければならない。(前(3)参照)

- (a) コッファダム、空所、ポンプ室、空タンク又は相互反応の危険性のない他の貨物を積載した貨物タンクにより危険な反応をする貨物をそれぞれ分離できるようにする。(図3・1参照)
- (b) 危険な相互反応をする貨物用にそれぞれ分離されたポンプ及び管装置とする。又、これらの管はパイプトンネルを設けて、その中を通した場合を除き、その管内を通る貨物と危険な反応をするような貨物を積載した他のタンクを貫通してはならない。(図4・19及び図4・20参照)
- (c) それぞれ分離された貨物タンク通気装置としなければならない。

前(b)に関連し、図4・19に例を示したように止むを得ず別の用途等の為に危険な相互反応をする貨物を積載したタンク同士を貫通する貨物管(Ring Main System及びMain Line System等)が布設されている場合、危険な相互反応をする貨物(例えば図4・19の④と⑤)を積載する際には、図4・19及び図4・20に示した分離方法により、この管系を遮断しておかなければならない。尚、当然のことながら、分離されたタンク(図4・19※印のタンク)の荷役は、各タンク毎に設ける独立の深井戸又はサブマージドポンプで行なうか、又は前(b)を満足する別の管装置が必要となる。

4・2・5 相互反応の危険性に関する各国の研究の状況 (I) 米国における相互反応の危険性の研究^{63)~68)}

物質同士の相互反応の危険性に関するこれまでの研究は、USCGの要請により、National Academy of Sciences (NAS) の Committee on Hazardous Materials が行なってきたが、その成果の第一報は、USCGの Circular として1969年及び1970年に公表された⁶³⁾。この研究成果は、米国のみならず広く世界の船舶関係者の間で、危険ケミカルをばら積運送する際の貨物同士の危険な相互反応の発生の可能性を検討する際の貴重な指針としてこれまで利用されてきたことは周知の事実である。

63) 「Chemical Data Guide for Bulk Shipment by Water, (CG-389)」, USCG, 1969, and

「Navigation and Vessel Inspection Circular No. 5-70, Bulk Liquid Cargoes Guide to Compatibility of Chemicals」, USCG, 1970

64) 「Compatibility Guide for Adjacent Loading of Bulk Liquid Cargoes」, National Academy of Sciences.

その後、船舶ばら積運送に供される危険ケミカルの急膨張に伴い、この相互反応表に含まれない新しいケミカルが増えてきたことから、更に新しく100以上の組合せに対して実験、研究が継続され、1975年2月、再度USCGにその成果が報告された⁶⁴⁾⁶⁵⁾。この研究結果は、USCG部内での検討を加えて、最終報告書として1976年3月にIMCOにも正式に提案されている⁶⁶⁾。なお、この最終報告書の研究成果は(II)に示したノルウェーの研究成果と合わせて日本では、現時点で妥当なものであると見做して暫定的に使用が認められている⁶⁷⁾。

米国及びノルウェー双方の研究の基礎となった共通の実験結果のデータ集は、文献(68)に掲げたものであるがこれは、ケミカルの相互反応(混合危険)の危険性を評価する際の実験データとしては最大規模のものであるといわれている。又、米国及びノルウェーの研究が行なわれている間に、双方でしばしば意見交換が行なわれた為、両者の研究のアプローチの方法にはかなりの相似点が認められているが、最終的な相互反応の危険性の表示の仕方自体は異なっている。(表4・21及び表4・24参照)

上記の報告書⁶⁴⁾⁶⁵⁾⁶⁶⁾では異なる物質が事故により混合した場合に考えられる危険性としては、1)温度上昇、2)ガスの発生、3)新しい化合物の生成、の3種類を考えている。以下にそれぞれの現象に対して想定された危険性の criteria をまとめる。

(a) 温度上昇

研究の当初は、次の3つの危険性評価が採用されていた。即ち、

25~50℃の温度上昇：低い危険性

51~75℃の温度上昇：中位の危険性

75℃以上の温度上昇：激しい危険性

しかし、実験室規模の実験と実際の船舶運送時の状態との相違等を考慮して最終的に採用された実験時の温度上昇の許容値は25℃以内である。

65) Anthony T. Wehman, 「The Evaluation of the Test Procedure for Hazardous Binary Combinations of Materials in Marine Transportation」, USCG.

66) 「Guide to Compatibility of Chemicals carried in Bulk」, USCG Report for IMCO, March, 1976.

67) 日本造船研究協会報告書 No. 58R, 昭和53年3月

68) Flynn, J. P. and Rossow, H. E., 「Classification of Chemical Reactivity Hazards」, The Dow Chemical Co., 1970, NTIS AD 773-049 (Not formally Published)

(b) ガスの発生

ケミカルタンカーの貨物タンクは、一般に、重力式タンク（通常、圧力逃し弁セット圧力が $+0.21\text{kg/cm}^2$ 以下）である為、異種物質が混合した時に制御出来ない程のガスが発生すれば危険になることはいうまでもない。又、2つの物質が混合した時に温度上昇が起きれば、蒸気圧が上昇するのも当然であるが、温度上昇が 25°C 以内の僅かなものであればこの影響は危険とは考えられていない。しかし、実験室規模の実験では、発熱による蒸気圧の上昇と実際のガスの発生による蒸気圧の上昇との間の差異を認めることは難しい。そこで、温度上昇の結果によって起こされる圧力上昇は簡単に計算できるので、その計算値以上の過大な圧力上昇が発生した場合には、明らかにガスの放出又は形成によるものであると見做すべきであると考えられた。前(a)と合わせ考えた場合、これらの criteria は、危険ケミカルの無制限の放出を阻止することが大きな目的であるといえる。

(c) 新しい化合物の生成

極く稀なケースではあるが、温度上昇及びガスの発生が共に危険範囲以下に収まっている場合も含めて、2つの物質が反応した場合に、反応させた物質のいずれよりもはるかに危険な性質（引火性又は毒性）を有する新物質を生成する場合があると考えられる。従って、このような反応は当然危険と判定されるべきである。しかし、このような危険性を有する組み合わせはこれまでのところ例はないが、相互反応の危険性を考える場合には、将来この種の危険性を有する組み合わせが当然現われるであろうと考えられる為、相互反応の危険性を判定する際の criteria の1つとして組込まれたものである。

次に実験方法について述べる⁶⁴⁾⁶⁵⁾⁶⁶⁾。本来ならば、相互反応の危険性は、それぞれのケミカル毎に決定することが理想的である。しかし、現在、船舶ばら積運送に供されているケミカル製品は数百以上にもぼっており、又、将来を展望した場合、増々多くのケミカルがばら積運送の対象になっていくであろうと考えられる。従って4・2・4(4)でも述べた通り、このように相当な数にのぼるケミカルの個々の相互反応の危険性を調査するには組み合わせの数からいっても膨大な作業が必要になると同時に、若し、個々の物質毎に相互反応の危険性が調査できたとしても、それらの結果を船舶運送の現場でどのような立場の人間でも有効に活用できるようにとりまとめることには相当の困難が伴なうといわざるを得ない。又、個々のケミカル毎に相互反応の危険性の有無を実験で確認できた場合でも、そのような方法では、新しいばら積

み対象貨物が申請された場合には、再度、他の同時運送されるケミカルとの間の相互反応の発生の有無を実験で確認しなければならず、それまでに蓄積されたデータから類推しようとしても統一的な法則を発見することは非常に困難な作業となるであろう。

以上のような問題点を解決する為、米国の研究では(II)に述べるノルウェーの方法と同様のアプローチを採用している。即ち、調査対象ケミカルを同じ化学的特性を有するグループに分類し、各グループの特性を代表するケミカルを1個、Working Chemical として相互反応の実験対象に選び出した。この選出に際しては次の3つの条件を基本としている。

- 1) そのグループの化学的反応特性を代表するものであること。
- 2) 反応性に関する有効な資料が存在していること。
- 3) 若し、判定が可能ならば、当該グループの中で最も激しい相互反応性を有しているもので、且つ、そのグループの一般的な危険性評価をする際にも、そのグループの conservative な要素を導きだすことができるものであるようにする。

表4・21の相互反応表の各構成グループの Working Chemical として使われた物質は次の通りである。

- グループ1；塩酸
- グループ2；硫酸（98%）
- グループ3；硝酸
- グループ4；酢酸
- グループ5；苛性ソーダ
- グループ6；アンモニア水
- グループ7；エチレンジアミン
- グループ8；エタノールアミン
- グループ9；アニリン
- グループ10；ジメチルフォルムアミド
- グループ11；無水酢酸
- グループ12；ジイソシアン酸トルエン（TDI）
- グループ13；酢酸ビニル
- グループ14；アクリル酸エチル
- グループ15；アクリルニトリル
- グループ16；酸化プロピレン
- グループ17；エピクロロヒドリン
- グループ18；メチルエチルケトン
- グループ19；n-ブチルアルデヒド
- グループ20；エタノール、エチレングリコール
- グループ21；O-クレゾール
- グループ22；カプロラクタム溶液
- グループ23～29；新物質用予備グループ

- グループ30; ジイソブチレン
 グループ31; ヘキサン
 グループ32; キュメン
 グループ33; —
 グループ34; エチルアセテート
 グループ35; 塩化ビニリデン
 グループ36; 二塩化エチレン
 グループ37; アセトニトリル
 グループ38; 二硫化炭素
 グループ39; スルフォラン
 グループ40; —
 グループ41; プロピルエーテル
 グループ42; ニトロベンゼン, ニトロプロパン
 グループ43; —

相互反応の危険性を確認する為の実験をする際には、実際のばら積運送時に発生する事故にできるだけ近い状態を再現することが一番望ましいといえよう。しかしながら、事故の形態としてはタンク間のさ細な漏洩から、果てはタンク間の隔壁の全壊又は衝突事故等による多量の混合事故に至るまで、あらゆる種類のものが想定されるといえよう。

従って、まず2種の貨物の混合状態として単純に次のような3種のパターンを考えた。

- 1) 混合量としてAの方がBより少ない。(A < B)
- 2) A及びBの貨物の混合量が同一。(A = B)
- 3) 混合量としてAの方がBより多い。(A > B)

この実際の事故時の3種の混合パターンを基にして、実験の際の混合率のパターンとしては、次の3種の組み合わせが考えられた。ここで、A及びBを混合した液の全容量を10とする。

- 1) (Aの容積):(Bの容積)=1:9
- 2) (Aの容積):(Bの容積)=5:5

- 3) (Aの容積):(Bの容積)=9:1

なお、混合率はモルで与えられていないが、これは、実験に於て、容積比を利用した場合とモル比を利用した場合とに殆んど差がないこと、及び多成分系の物質又は成分の未知な物質を扱う時に有利であり、あいまいさがなくなることによるものである。

混合実験において2つの物質は、常温、常圧の下で同時に反応容器に投入し、温度上昇が計測されている。又、熱損失は最小となるようにし、且つ、実船規模の状態と十分な相関関係が成立するような配慮がなされている。常温以上の温度下で発生すると想定される反応に対しては、50℃まで加熱する状態における混合実験が行なわれている。

なお、相互反応の危険性を確認する為の混合実験が開始される前には、当然のことながら実験の方法の確認、試験の選定等に関する予備実験が行なわれているので、そのうち重要と思われるものを2、3紹介しておく。

まず、前述の通り、発熱量の測定を行う際にはDow Chemical社及びノルウェーの実験結果との比較が為されている。それによれば、殆んどケースが互いに良く一致しており、その発熱量の差も僅か数度に過ぎないのであった。しかし、いくつかのケースでは、表4・18に示すように両者の間で一方で安全と判定し、一方では危険と判断されるような著しい相違の見られるケースがあった。

このような大きな違いの生じる理由は定かではないが、多分、不純物の混入、未知の反応性又は他の何らかの不確定要素が影響していると考えられる。

又、発熱による温度上昇が最高値に達する迄に、ある程度の時間を要する組み合わせは決して珍しいものではなく、又、殆んど発熱のケースは一定の時間を経ても危険と見做される温度に達しないもの、或いは、混合し反

表4・18 NAS, Dow社及びノルウェーの実験結果の相違例

Combination	Maximum Temperature Difference, ΔT , °C		
	Present Work (NAS)	Dow Report	Norwegian Report
Acetic anhydride-ammonia	Step 1 hazard	17	---
Ethylenediamine-ethylene dichloride	120	DTA 100-200	---
TDI - dimethylformamide	25,18	---	78
TDI - acrylic acid	25	---	DTA
Aniline - acrylic acid	111	24	---
Styrene - nitric acid	99	6	---
Diisobutylene - nitric acid	47	DTA 46-100	---

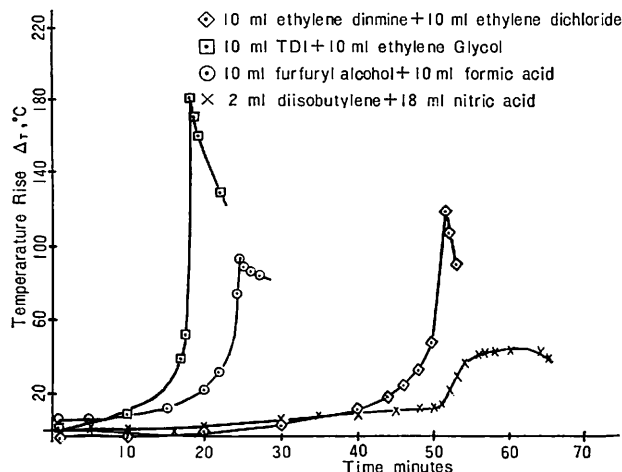


図4-21 Delayed reaction の例

応が始まって直ぐに急激な温度上昇を示すものいずれかであった。しかし、いくつかの例外としてかなりの時間を経るまで温度変化がないか、又は若干の変化に停まったのちに、急激且つ多量の発熱を示すものがあった。その例 (Delayed reaction) を図 4-21 に示すが、危険反応が開始されるまでに10~50分間程度の時間遅れがあることがわかる。

従って、温度-時間曲線を正確に作成することは、重要であり、且つ、何らかの温度上昇が観測された場合にはもはや温度が上昇しなくなるまで、即ち、温度が下降し始めるまで実験を続けるべきと考えられる。

後段で述べる USCG から提案された実験方法のステップ2においては、このようになかなか時間が経ってから反応が始まる場合 (Delayed reaction) を想定して、例え実験開始時に何ら反応が起きなくとも、少なくとも30分間は実験観察を継続することを要求している。

次いで、試験容器の Dewar フラスコの容積の違い及びフラスコ内への供試ケミカルの注入方法が混合時の発熱量に及ぼす影響も詳細に検討された。

フラスコの容積の影響に関しては、容積の異なる6種類の Dewar フラスコ (175~700cm³) を用意し、各フラスコに対し、5回ずつ18mlの蒸留水に2mlの濃硫酸を加える混合実験を行ない、その平均発熱量が計測された。これらの測定値と理論計算による発熱量との比較から、最も理論発熱量に近い計測値 (真の発熱量) を示したフラスコが実験に使用されることになった。即ち、最終的にはステップ2に示したように約300mlのものが採用された。尚、この予備実験では当然のことながら、フラスコ側壁からの輻射及び伝導による熱放散が発熱温度の計測値に大きな影響を与えている状況が確認されている。

又、フラスコ内への供試ケミカルの注入方法に関して、注入率及び注入個所の違いが発熱量にある程度影響を与えることが確認されたので、実験は全て同一の注入方法が遵守されている。

それでは、以上の予備研究を踏まえて実施された混合実験の方法を以下に紹介する。実験はステップ1ないし3の順序で行なわれるが、ステップ1ないし3の実験に対する判定及び各ステップの進め方をまとめると次の通りである。即ち、各ステップの実験結果が下記の1)~3)のいずれかに該当した場合、その組み合わせは危険な反応をする組み合わせであると判定されることになる。

- 1) ステップ1の実験の段階で沸騰及びガスの発生等の激しい反応が観測された場合；(この場合、ステップ2及びステップ3の実験を行なう必要はない)
- 2) ステップ2の実験の段階で沸騰及びガスの発生等があった場合、又は反応熱により25℃以上の温度上昇があった場合；(この場合、ステップ3の実験を行なう必要はない)
- 3) ステップ3の実験において、50℃までの周囲温度条件(油浴)の下に、たとえどんなにわずかでも発熱したことが計測された場合、及び、顕著なガスの発生等の何らかの有害と見做される現象が観測された場合

尚、以下の方法は1976年3月に USCG より正式に IMCO へ提案された方法である⁶⁾が、内容的には、これまでにNASで行なわれた実験方法に若干の改良を加えた程度であって、両者の実質的な差異はない。

ステップ1

目的；供試ケミカルが激しく反応するかどうかを確認し、ステップ2以降における安全性を確認する。
 実験手順；試験容器は25×150mmの円筒容器とし、そこへまず、供試ケミカルAを5.5ml入れておく。次に安全シールドの蔭のスタンドに供試容器を固定し、供試ケミカルB (0.5ml) を容器 (dropper) から注意深く加えていく。Bを加えて直ぐに反応が起こらなかつた場合、時間が経過してから反応が発生する場合を考えて、少なくとも10分間、混合液を放置しておくこと。

ステップ2

目的；特定の条件の下で混合した供試ケミカルに発生する反応熱を決定する。
 実験手順；実験対象となる2つのケミカル同士の各組み合わせに対し、混合率をそれぞれ次の3通りずつ作成する。

2 ml : 18ml, 10ml : 10ml, 18ml : 2 ml

すなわち、いずれの混合率においても最終的混合液量は20mlとなるように調整する。

発熱量を計測する為には、finer iron-constantan 又は Chromel-Alumel 熱電対2組（ガラス細管内に収める）及び記録計を用意する。反応の試験容器は約300mlの Dewar フラスコとする。熱電対の1組は室温になっている水を入れた容器（室温測定用）内に沈め、もう1組は混合液表面下に

なるようにする為に Dewar フラスコの底部付近に設置する。（発熱記録計及び熱電対は、室温と供試混合液の発熱値との差を記録できるように配線する。）なお、Dewar フラスコには攪拌用のテフロンコーティングされた棒と磁気式加振装置を設ける。これらの装置は、ノルウェーの実験装置とほぼ同一のものである（図4・22参照）。発熱記録計及び加振装置を始動させ、それぞれ別の目盛

表4・19 試験結果記録用紙の例

Chemicals: A _____	B _____			
Synonyms: _____	_____			
Formula: _____	_____			
Description of Products:				
Manufacture	A			
Sample Source	B			
Composition (by weight %)				
Inhibitors or Stabilizers				
Deviations from Prescribed Method (including special equipment)				
<u>Step Number 1</u>				
Products miscible? _____	Gases evolved? _____			
Other Observations:				
<u>Step Number 2</u>				
A/B Ratio:	2/18	10/10	18/2	Step No.3 5/5
Initial Temperature				
Maximum T				
Time to reach Max. Temp.				
Products miscible?				
Gases evolved?				
Other Observations.				
Size of Dewar Flask (inside measurements):				
Width	mm	Height	mm	

付き注射器に入れておいたつの供試ケミカルを同時に Dewar フラスコ内に注入していく。若し、発熱反応が発生した場合には、最高温度が計測され、温度が下降し始めるまで試験を継続する。若し、明らかな発熱反応が観測されない場合には、少なくとも30分間継続して実験を行ない、その間の変化を観察する。又、5分毎に加振を停止してガスが発生しているかどうか、或いは混合がうまくいっているかどうか、更には何らかの変化が起

きているかどうかを確認する為の観察を行なう。これらの観察は、安全の為に鏡を用いることが望ましい。

ステップ3

目的; 50℃まで昇温させる間に発熱反応が起きるかどうかを確認する。

実験手順; ステップ2において、危険と見做されるまでの反応が起こらなかった場合、3種の組み合わせのうちで最も温度上昇の大きかった組み合わせでこ

表4・20 混合実験結果の一例

CHEMICAL REACTIVITY DATA

Chemical: 2, 4-diisocyanate toluene(TDI)

Source: DuPont

Purity: Undistilled, N.O.S.

Binary Combination With:	ΔT_{max}			ΔT_{max} Dow Data	ΔT_{max} Norwegian Data
	Step 2 ratio 1:9	1:1	9:1		
Hydrochloric Acid	3	9	0		
Sulfuric Acid	*				
Nitric Acid	*				
Acetic Acid	9	30	17		
Caustic	3	7	173		
Ethylenediamine	23	94	--		
Isopropylamine	*				
Diethylamine					100
Triethylamine	11	--	--		
Ethanolamine	*				
Aniline	16	140	--		
Acetic Anhydride	2	2	2		
Acrylic Acid	3	25	8		DTA
Diisobutylene	0	0	0		
Vinyl Acetate	1	3	4		DTA
Ethyl Acrylate	1	0	2		
Acrylonitrile	0	0	0		6
Allyl Alcohol	22	131	24		
Sodium Chlorate	1	0	3		
Propylene oxide	0	0	0		
Epichlorohydrin	0	0	0		1
Methylethyl Ketone	0	0	1		
Furfural	3	0	1		DTA
Glyoxal	3	3	3		
n-Butyraldehyde	1	0	0		12
Acrolein	0	0	0		DTA
Ethanol	38	95	51		
Furfuryl Alcohol	21	101	--		
Ethylene glycol	20	180	10		
O-Cresol	7	0	0		
Caprolactam					>100
Dimethylformamide	25,18	19	7		>78

*Hazard by Step 1 of procedure.

表 4・21 ケミカル相互反応表(A) (液化ガスを含む)

ケミカルグループ

反応性分類	ケミカルグループ	1. NON-OXIDIZING MINERAL ACIDS	2. SULFURIC ACID	3. NITRIC ACID	4. ORGANIC ACIDS	5. CAUSTICS	6. AMMONIA	7. ALIPHATIC AMINES	8. ALKANOL AMINES	9. AROMATIC AMINES	10. AMIDES	11. ORGANIC ANHYDRIDES	12. ISOCYANATES	13. VINYL ACETATE	14. ACRYLATES	15. SUBSTITUTED ALLYLS	16. ALKYLENE OXIDES	17. EPICHLOROHYDRIN	18. KETONES	19. ALDEHYDES	20. ALCOHOLS, GLYCOLS	21. PHENOLS, CRESOLS	22. CAPROLACTAM SOLUTION
無機酸 (鉱酸)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
硫酸		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
硝酸		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
有機酸		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
苛性ソーダ, 苛性カリ等		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
アンモニア		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
脂肪族アミン		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
アルカノールアミン		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
芳香族アミン		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
アミド		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
無水有機酸		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
イソシアナート		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
酢酸ビニル		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
アクリレート		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
置換基を有するアリル		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
酸化アルキレン		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
エピクロロヒドリン		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ケトン		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
アルデヒド		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
アルコール, グリコール		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
フェノール, クレゾール		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
カプロラクタム溶液		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
オレフィン		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
パラフィン		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
芳香族炭化水素		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
各種炭化水素混合物		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
エステル		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ビニルハロゲン		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ハロゲン炭化水素		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ニトリル		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
二硫化炭素		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
スルフォラン		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
グリコールエーテル		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
エーテル		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ニトロ化合物		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
各種水溶液		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

注1) 空欄: 反応性なし、×印: 危険な反応あり

注2) 表中、A~Iで示される組み合わせは、各当該グループの構成ケミカル中、下記のものを除き、安全な組み合わせであることを示す。即ちA~Iで示される組み合わせのグループは原則として安全であると考えられるものであるが、下記に示す例外な組み合わせが含まれていることを示す。

- (A) Acrolein(19)、Crotonaldehyde(19)、およびEthyl-3propyl acrolein(19)とグループ1 (Non-Oxidizing Mineral Acids)の組み合わせは危険である。
- (B) Isophorone(18)およびMesityl Oxide(18)とグループ8 (Alkanol amines)の組み合わせは危険である。
- (C) Acrylic acid(4)とグループ9 (Aromatic Amines)の組み合わせは危険である。
- (D) Allyl alcohol(15)とグループ12 (Isocyanate)の組み合わせは危険である。
- (E) Furfuryl alcohol(20)とグループ3 (Non-oxidizing Mineral Acids)の組み合わせは危険である。
- (F) Furfuryl alcohol(20)とグループ4 (Organic Acid)の組み合わせは危険である。

- (G) Dichloroethyl ether(36)とグループ2 (Sulfuric Acid)の組み合わせは危険である。
 - (H) Trichloroethylene(36)とグループ5 (Caustics)の組み合わせは危険である。
 - (I) Ethylenediamine(7)とEthylene dichloride(36)の組み合わせは危険である。
- 注3) 調査しようとするケミカル双方が、30から43までのグループに分類された場合、その組み合わせは安全である。

のステップを行なう。但し、本ステップにおいては、混合液の合計量が10mlとなるような混合率で行なう（即ち、A : B = 1 ml : 9 ml, 5 ml : 5 ml 又は 9 ml : 1 mlの混合率）。又、ステップ2において何ら反応が起きなかった場合には、5 ml : 5 mlの混合率で本実験を行なう。

まずステップ2で用意した熱電対を10mlの水を入れた25×150mmの円筒型試験容器に挿入し、もう一つの熱電対を空の円筒型試験容器に挿入しておく。温度記録計を作動させたのち、2つの供試ケミカルを同時に一息に空の試験容器に入れる。2つの容器を共に、50±2℃に保持された油槽内

に入れる。そして、最高の温度差が記録されるまで、油浴させておくが、如何なる場合でも少なくとも15分以上は油槽内に保持しておくこと。実験中はガスの発生又はその他の変化を観測すること。

ステップ1ないし3の実験を行なう際に使用する記録用紙の例を表4・19に示す。又、前にも述べた通り、これらの実験はノルウェー及びDow Chemical社の実験結果を合せ考えながら行なわれているが、実験結果の一例を表4・20に示す。

以上述べたような実験を積み重ねて、最終的に作成された相互反応の危険性を示す組合わせ表（以下、相互反応表という）を、表4・21に示す。

新造船紹介（新造船写真参照）

《RABENFELS》

佐世保重工業・佐世保造船所で建造された西ドイツのドイッチェ・ダンプシュハルト・ゲゼルシャフト・ハンザ（Deutsche Dampfschiffahrt Gesellschaft “Hansa”）向けロールオン/ロールオフ船“RABENFELS”（15,175 DWT）は同造船所で建造した最初のロールオン/ロールオフ船である。

本船の特長は次のとおりである。

- 1) 本船の車輛搭載甲板は、二重底タンク上、3rd デッキ、2nd デッキ、および上甲板の4層となっている。
- 2) 船尾端に設けられた、左右各舷に旋回可能なランプウェイを通して、牽引車で引かれたトレーラが、主車輛甲板である2nd デッキへ導かれる。更に、ここから、リフティングプラットフォームに乗せられ降下して、二重底タンク上へ格納される。
- 3) 上甲板へは、2nd デッキよりヒンジ（蝶番）式の可動式ランプウェイを通して格納される。
- 4) 軽重量のトレーラーに対しては、サイドポートドアおよびターンテーブルを船の両舷に各組1設けて、荷役時間の短縮を計っている。
- 5) 上甲板上には、コンテナヤードのクレーンを使用し、コンテナが積載可能な様に、コンテナ格納用金物が配置されている。
- 6) 船首部には、低速時の船の旋回能力を良くする目的で、バウスラスタ2台が装備されている。
- 7) 主機（2台）は常時450rpmの回転数で運転され、クラッチ減速歯車装置をへて、常時120rpmの軸回転が保たれる。
- 8) 軸系は一つの軸系よりなり、可変ピッチプロペラを

装備している。

- 9) 2台の主発電機は、各々2台の主機により駆動される。この他2台の補助ディーゼル発電機と、緊急用ディーゼル発電機1台を有している。出入港時は、バウスラスタ2台を主発電機2台で駆動し、その他の船内電力は補助発電機2台の並列運転で賄う。

- 10) 補助ボイラは、一般の蒸気を熱媒体とするものとは異なり、特殊な油が熱媒体となっている点に特色がある。

製品紹介

海中を一瞬に立体スキャンングする新型ソナー“FSS-75” 古野電気(株)

本装置は、新しく開発された75kHz スキャンングソナー“FSS-75A型”で、国産初の全周型スキャンングソナー“FSS-31C型”の回路技術をベースに、より一段と使い易く設計されている。

FSS-75A型の特長

- 1) 魚群反応は一目でわかる。思考力、判断力は不要。
- 2) 海中の状況を一瞬にブラウン管に表示。聴音による探索も併用。
- 3) セクタ角180°に出力を集中する事により探知能力を高めている。180°のセクタは自船の全周どの方向にも向けられる。
- 4) 探知レンジ0~200, 400, 800m
- 5) 3/4オフセンタにより探知距離を延ばせる。（このときレンジは0~359, 700, 1400m）
- 6) ダイナミックレンジの広い高分解能映像
- 7) 俯仰角0~-90°まで連続可変できる。

実用船舶推進論 (21)

伊藤 一 男

第6篇 実用推進計画及び解析

6・4・8 近代高速艇の推進計画例と試運転実績の検討

モーターボートの推進に関する概念は、前節6・4・7で講述したので、これにより、推進計画に関する計算法は、修得されているものと思われるが、実例の計算によって、さらに重要な事項を説明して置くことにした。

(1) 高速モーターボートのプロペラ設計例

船体 軽合金製優秀高速艇 滑走 チェイン型

21.0m(LoA)×5.0m×2.3m

満載排水量 $\Delta_0=33\text{ t}$ $\frac{L}{\Delta_0^{1/3}}=6.547$

主機械 GM12V-21T1型2基

MCR 2×540PS

RPM $\frac{1}{2} \times 2170=1085$

プロペラ 3翼 左右両舷

(a) 速力の予想

$$\frac{BHP}{\Delta\sqrt{L}} = \frac{1080}{\Delta\sqrt{L}} = \frac{1080}{33 \times \sqrt{21}} = \frac{1080}{151.2} = 7.14$$

図6・34から $V/\sqrt{L}=5$ と読んで

$$V = 5 \times \sqrt{21} = 22.9\text{ kt (概略, 最高)}$$

又は、もう少し詳しく、プロペラ効率 η_0 を考慮に入れて、

$$\text{伝達効率 } \eta_T = 0.95 \quad \eta_0 = 0.70$$

と推定し、

$$THP = \eta_T \eta_0 SHP = 0.95 \times 0.70 \times 1080 = 718\text{ PS} \quad \textcircled{1}$$

$$\frac{THP}{\Delta\sqrt{L}} = \frac{718}{151.2} = 4.75$$

図6・35A曲線を用いて

$$V/\sqrt{L} = 5.15 \text{ と読む}$$

$$V = 5.15 \times \sqrt{21} = 23.6\text{ kt} \quad \textcircled{2}$$

を得る。この速度を設計速度とする伴流係数は、当然負値と思われるが、 $w=0$ としても大過はないので、この場合も $w=0$ とする。

高速艇のプロペラ設計の場合は、シーマージンを考慮に入れない方が都合のよい場合が多いのである。高速艇では、船型ばかりでなく、トリム、軸系の設計、外界の影響等が複雑に作用するので、一発で最適マッチングの

プロペラ寸法を決定することは至難の業と言わねばならない。従って、完成装着後、プロペラに修正をほどこさねばならないことが、しばしば発生する。この場合、重過ぎる場合は、直径を切り捨てることにより簡単に修正することができるが、軽過ぎた場合に、ピッチを上げて重くする修正は、まことに困難な仕事で、完全な仕事は不可能に近いのである。この事を考慮に入れて、少し重くなることは覚悟の上で、マージン無しで設計するのである。

(b) プロペラ寸法の決定

設計条件

満載 MCR 全力

軸馬力 SHP=540PS 1軸当り

伝達効率 $\eta_T=0.95$

伝達馬力 DHP=513 1軸当り

プロペラ回転 $N=1,085\text{ RPM no margin}$

プロペラ前進速度 $V_a=23.6\text{ kt}$

$\sqrt{B_p}=3.01$ を得る。

δ	36	38	40
p	1.16	1.04	0.94
η_0	0.701	0.71	0.71
$D(m)$	0.783	0.827	0.870
$P(m)$	0.908	0.860	0.818
$D+P$	1.691	1.687	1.688

この表で見ると、オプチマムは $\delta=39$ であるが、 $\delta=35\sim 40$ の間は η_0 は一定と見てよい。 $\sqrt{B_p}$ 図表でオプチマム効率にこだわる人を多く見受けるが、全くナンセンスで、図表は、オプチマムがこの付近にあることを示しているにすぎないのである。従って、寸法決定の場合は、プロペラ作動の安定側であるピッチ比 (p) の高めにきめた方がよい。この場合は、

$$D=790\text{ mm}, \quad P=900\text{ mm}$$

としたいところである。

実は、この艇は、工学博士岩井次郎氏の設計になる高速クレーボート“むさし”で、装着プロペラは、

$$\text{GAWN 型 3翼 } D=770\text{ mm}, \quad P=920\text{ mm}$$

となっている。

(c) 展開面積比の決定

(イ) 図 5・20 パリル—伊藤 キャビテーション チャートによる

プロペラ直径 $D=0.770m$

プロペラ回転 $N=1,085rpm$

推力 $T=146 \frac{THP}{V_a}$

①から 1 軸当り $THP=\frac{718}{2}=359PS$

$T=146 \times \frac{359}{23.6}=2,221kg$

$\frac{D}{20}$ は無視する。

$\frac{ND}{100}=10.85 \times 0.77=8.35$

$\frac{T}{A_e}=K=4,900kgm^{-2}$

$A_e=\frac{T}{4,900}=\frac{2221}{4900}=0.453m^2$

$\alpha_E=\frac{0.453}{\frac{\pi}{4} \times 0.77^2}=\underline{0.97}$

(ロ) 甘利の空洞図表

無数の旧海軍艦船の実船データを基礎として、甘利義之氏が研究案出された空洞判定図表で、日本造船協会報第49号(昭和7年)に発表されたものである。現代でも、高速艇等にはよく使用されているので、紹介しておく(本来ならば、5・4・5に付記しておくべきであった)。図6・38がこれで、造船設計便覧(昭和35年版)から転写したものである。キャビテーション限界の T/A_p を周速 $2\pi DN$ の関数とし、インマージョン(I)をパラメーターとして表現してある。インマージョンを無視する場合は、 $I=0$ の曲線が該当する。筆者は $I=1m$ の曲線を以って、高速艇のような小型舟艇の場合を代表させることにしている。

本艇を、甘利チャートで計算すれば、

$D=0.77m, N=1,085rpm, T=2,221kg$

$\frac{DN}{100}=8.35m/min, A_o=\frac{\pi}{4}D^2=0.466m^2$

$\frac{T}{A_p}=7,300kgm^{-2} (I=1m)$

$A_p=\frac{2221}{7300}=0.304m^2$

$\frac{A_p}{A_e}=\left(1.067-0.229 \times \frac{0.97}{0.77}\right)=0.793$

$\alpha_E=\frac{A_e}{A_o}=\frac{0.304}{0.466 \times 0.793}=\underline{0.82}$

甘利空洞図表
造船協会報49号から $I=1m$ の曲線を
 $\frac{ND}{100}$ ベースに換算し再録した。

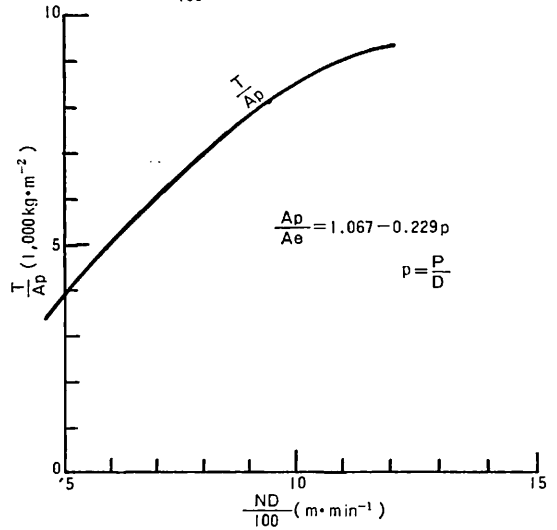


図6・38 甘利空洞図表

(ハ) 筆者の所感

前記計算から、プロペラ直径は $790mm$ 位とし、展開面積比を 0.75 程度にしたいところであるが、

$D=770mm, D=920mm$

3翼 GAWN型 展開面積比 0.67

に決定しておられる。直径を $770mm$ におさえられたのは、船体との関係で制限されたものと思う。この種の船では、満載で全力で航走することの少いことや、工作困難な広翼をさけるためと、キャビテーション防止は、翼面積を広くすることだけで解決できるものではなく、幾多の要因を考慮せねばならない等の理由により従来の経験から判定されたものと思う。

(ニ) 特殊アルミ合金製クリューポート“むさし”の試運転実績

本艇は、前述の通り岩井博士の設計になる近代高速艇で、在来艇に比べきわめてすぐれた推進性能を発揮しているため、教材としてその公試運転データを検討することにした。同艇の詳細は、「船の科学」vol. 29. No. 10に紹介してある。同博士のご好意により、公試運転成績の提供を受けたので、表6・18、表6・19にしめす。

解析計算法の説明は、要しないと思う。 $w=D$ と仮定しUB3-50の $\sqrt{T_p}$ チャートを使用した。これは、計算が簡単であるだけの理由で、 $\sqrt{B_p}$ 又は K_Q チャートを

表 6・18 “むさし” の諸要目表

船体 特殊アルミ合金製 (V底プレーニング, ハード
チェーン型) GT68.9t
全長L 21m 最大幅B 5m 深さ 2.3m
排水量

満載状態 J_0 33t $\frac{L}{D_0^{1/3}} = 6.55$

試運転状態 J 29.1t $\frac{L}{\Delta^{1/3}} = 6.83$
 $\frac{\Delta}{D_0} = 0.882$

主機械
GM12V-71T 1型 2基 2軸
全力 2×540PS/2, 170rpm
減速比 1/2
プロペラ GAWN型 3翼 左, 右
 $D : 770mm, P : 920mm, p = 1.195, \frac{A_e}{A_0} = 0.67$

使用してもよろしいのである。着装プロペラは、Gawn型であるが、性能は運研型と同一とみてよろしい。この場合のように、UB 3-50 で設計したプロペラであるから UB 3-50 のチャートを用いて解析し、設計の適否を判定すればよい。著者の経験では、プロペラの形状様式にはこだわらない方がよろしいようで、使用チャートは一定しておいたがよい。極端な例は、UB型でD, Pを決定

高速モーターボート “むさし” (船の科学 Vol.29, No.10)
21m×5m×2.3m G.T 68.9T

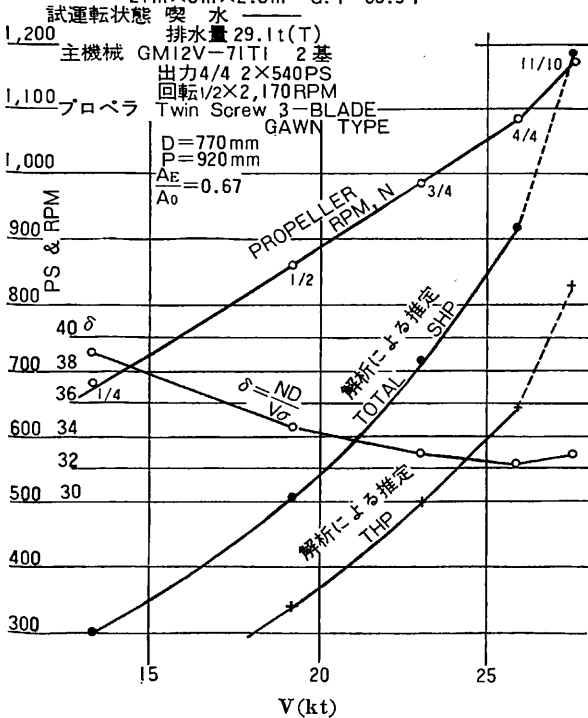


図6・39 “むさし” の公試運転結果

表6・19 “むさし” の公試運転成績とその解析表

Rate	1/4	1/2	3/4	4/4	11/10	
V(kt)	13.38	19.15	22.99	25.87	27.55	
N(min ⁻¹)	680	860	985	1,085	1,175	
Va(kt)	13.38	19.15	22.99	25.87	27.55	$V_a = (1-w)V, w=0$
$\delta = \frac{ND}{V_a}$	39.13	34.58	32.99	32.29	32.84	$D=0.770m, p=1.195$
$\sqrt{T_p}$	0.505	0.450	0.430	0.421	0.428	$\left. \begin{array}{l} \text{UB3-50, } \sqrt{T_p} \\ \text{チャート使用} \\ T_p = \frac{THP^{1/2}}{V_a^{1.5} D} \end{array} \right\}$
η_0	0.65	0.710	0.733	0.741	0.735	
THP / Shaft	92.4	170.7	246.3	322.5	416.0	THP = $\frac{[(\sqrt{T_p})^2]}{V_a D^2} V_a$
THP	185	341	493	645	832	
V/√L	2.920	4.179	5.017	5.645	6.012	$\left. \begin{array}{l} L=21m \\ \Delta=29.1t \end{array} \right\}$
THP / Δ√L	1.39	2.56	3.70	4.84	6.24	$\Delta\sqrt{L}=133.35$
推算 SHP	300	506	715	916	1192	SHP = $\frac{THP}{0.957\eta_0}$

しそのままクレセント型に作っても、大きな狂いはないものである。展開面積比の大小は、当然プロペラ効率に影響するものであるが、試運転の結果から、これを判定するには、よほど精密な計測を行わねばならないので、不可能に近い業と言わねばならない。

高速艇では、速度の増加にともない、リフト現象により、抵抗増加勾配がにぶり、速度増加にともないδ値が、ゆるやかに下降するものである。このことに着目し解析表6・19を見れば、1/4から4/4までは、順調にδが低下している。しかし11/10では、急に僅かではあるが上昇している。もしキャビテーションのような現象が発生するとすれば、Nが空転傾向で上昇する筈であるから、δの急増をしめすことになる。即ちδの急増点を、キャビテーション発生の一つの目安とすることができる。本艇の場合、11/10ではキャビテーション発生の疑ありとするのである。この様子は、図6・39のN及びδ曲線をみればよくわかる。

図6・40には、解析でもとめた $THP/\Delta\sqrt{L}$ を V/\sqrt{L}

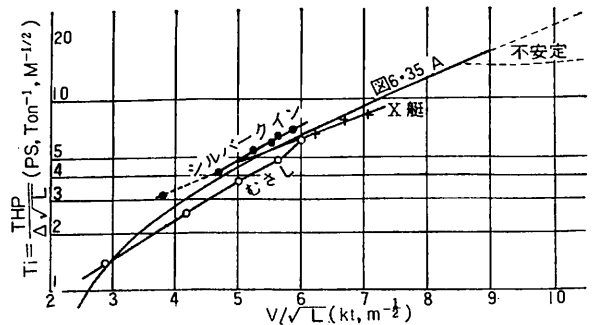


図6・40 近代高速艇の $THP/\Delta\sqrt{L}$ の比較図

のベースでプロットし、これに在来艇のデータからもとめられた図6・35A曲線が記入してある。これで見ると本艇の $Ti (= \frac{THP}{\Delta\sqrt{L}})$ は在来艇より約20%小さい。なお、他艇の Ti もプロットして比較してある。

ここに使用されているTHPは、すべて真のTHPではなく、UB3-50を仲介として、 $w=0$ と仮定し、解析によりもとめられたものであるが、この Ti 曲線図の比較をもって、推進性能の良否の判定資料として役立つものと思っている。しかし、これをもって船型の優劣を判定することは早計であってトリムやシャフトブラケットの影響等が、微妙に関連していることを覚えておかねばならない。これらの事を、くわしく知るためには、どうしても軸推力の計測を施行せねばならないことになる。

なお本艇の場合は、 $11/10$ 全力において、空洞発生疑が濃厚であるから、この点は除外せねばならない。空洞判定に関しては、他艇と比較しながら後節で一括論ずることとした。

ここで、本艇のプロペラのマッチングを確認してみよう。試運転では排水量29.1t (満載の88%) において

定格回転 $1/4$ 1,085rpm

船速 25.87kt

解析推定軸馬力 916 P S

となった。これは、定格 1,080 P S の84.8%に過ぎない。これで、マッチングは、丁度よいのである。これを確認するには満載状態の性能予想計算を行うのであるが、次のような計算で推知することができる。即ち、同一速力のもとでは、馬力は排水量に比例する故、

排水量	速力	RPM	SHP
公試運転 29.1 t	25.87kt	1,085	解析推算 916 P S
満載状態 33 "	25.87 "	1,085	$916 \times \frac{33}{29.1} = 1,039$ P S
		定格	SHP = 1,080 P S
			$\frac{1039}{1080} = 0.96 \dots$ マージン 4 %
			マッチング OK

(3) 試運転において、回転に異状をおこさなかった例 $V/\sqrt{L} = 5.9$ に達する高速艇で、回転に異状をしめさなかった試運転データがあるので表6・20に紹介する。

表6・20でみるように、速力増加に対する δ の推移は、順調にわずかづつ減少し、異状変化がみられないので、空洞発生疑は、ないものと推定される (図6・41)。

$Ti = THP/\Delta\sqrt{L}$ の解析値は、図6・40に・点でプロットしてある。在来艇と相似した値で、大体において好成績と言ってよろしい。定格回転で、マッチング状況を調べれば、

RPM 1085

表6・20 高速艇シルバームーンの試運転成績
特殊アルミ製高速モーターボート
“シルバームーン”

船体要目	19.4m(L _{OA}) × 4.6m × 2.15m				
試運転排水量	$\Delta = 25$ t	L = 19.4m	$\frac{L}{\Delta^{1/3}} = 6.63$		
主機械	GM12V-71NT1-2基				
出力: BHP	2×495 P S, 回転: $N = \frac{2170}{2}$ rpm				
プロペラ	3翼 右, 左 D = 820mm, P = 820mm, $\frac{A_e}{A_o} = 0.65$				

公試運転成績の解析

Rate	1/2	3/4	4/4	11/10	12/10	MAX	
V (kt)	16.93	20.79	23.20	24.42	24.86	25.81	D = 0.82
N (min ⁻¹)	860	985	1085	1120	1150	1180	
δ	41.6	38.8	38.4	37.6	37.9	37.5	
$\sqrt{B_p}$	3.41	3.00	2.94	2.86	2.90	2.85	UB3-50 $\sqrt{B_p}$ 使用 p = 1.0
η_o	0.681	0.713	0.716	0.725	0.720	0.725	
(w=D) V _a (kt)	16.93	20.79	23.20	24.42	24.86	25.81	
(1軸当り) DHP	254.3	324.3	426.5	463.2	507.8	542.7	
(1軸当り) THP	173.2	231	305	336	366	393	
全THP	346	462	610	672	732	786	
V/\sqrt{L}	3.843	4.720	5.267	5.544	5.64	5.860	L = 194
THP $\Delta\sqrt{L}$	3.14	4.20	5.54	6.10	6.65	7.14	$\Delta = 25$ t

速力 23.2kt

排水量 25 t

に対する、推算BHPは、

$$\text{at } 1/4, BHP = \frac{THP}{\eta_o \eta_r} = \frac{610}{0.716 \times 0.75} = 897 \text{ P S}$$

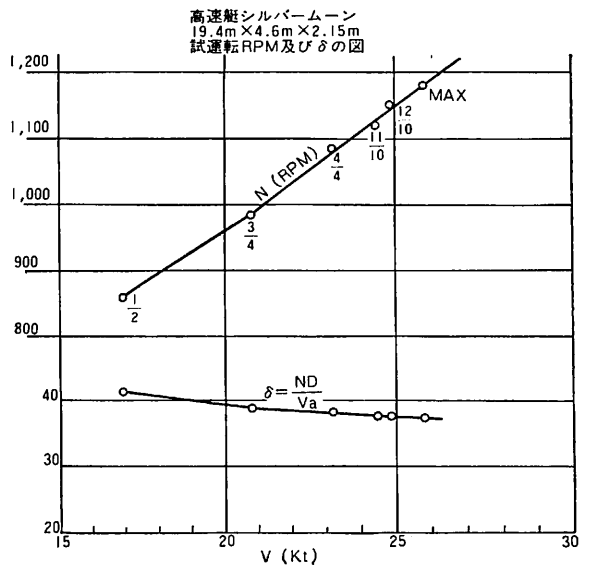


図6・41 高速艇シルバームーンの RPM 及び δ

表6・21 高速旅客艇X号の試運転成績とその解析表

高速旅客艇X号の主要目：16.2m(L_{OA})×4.0m×1.7m

試運転 排水量 Δ=13.25 t

主機械 ディーゼル 325 P S × 2 基 2 軸

$$\text{回転} \frac{2,170}{1.97} = 1,101 \text{rpm}$$

プロペラ D=700mm, P=930mm, 3翼, α_E=0.608

速力試験成績とその解析：

Rate	1/2	3/4	90%	4/4	11/10	Max	
V(kt)	20.68	25.00	26.90	28.40	28.98	29.30	
N	873	1000	1063	1101	1137	1168	
V _a	20.68	25.00	26.90	28.40	28.98	29.30	w=0 仮定
δ	29.55	28.00	27.66	27.13	27.46	27.90	UB3-50 使用
√Bρ	2.44	2.21	2.16	2.08			
η ₀	0.743	0.770	0.771	0.773			異常発生 のため計 算せず
1×DHP	175.9	233.0	271.3	285.3			p=930 700 =1.329
2×THP	261	359	418	441			
$\frac{THP}{\Delta\sqrt{L}}$	4.89	6.73	7.84	8.27			L=16.2 Δ=13.25t
$\frac{V}{\sqrt{L}}$	5.138	6.211	6.683	7.056	7.200	7.280	

満載排水量は不明であるが、仮に28 t とすれば

$$897 \times \frac{28}{25} = 1004 \text{ PS}$$

これは定格 2 × 495 = 990 P S に対し、少し重い様であるが、適合しているとしてよい。

(4) 試運転において異状 RPM が発生した例

次にのべる X 艇は、公試運転において RPM の船速に対する変化に異常を呈し、空洞発生の様相をしめしている。好参考資料として紹介することにした。

X 艇の公試運転成績及びその解析は、表6・21にしめしてあるが、計算法等については、特に説明は要さないと思う。

高速旅客艇X号の解析結果の検討：(表6・21参照)

(a) マッチング

1/4の回転1101 RPMにおける推算出力は

$$BHP = 2 \times \frac{285.3}{0.95} = 600 \text{ PS}$$

$$\text{定格出力 } BHP_0 = 2 \times 375 = 750 \text{ PS}$$

$$\text{出力比率} \frac{600}{750} = 0.80$$

この比率は、 $\frac{THP}{\Delta\sqrt{L}} = f(V/\sqrt{L})$ の形が不変とすれば排水量の比率にほぼ等しくなる。従って通常 0.8~0.9の間にある。

即ち、満載排水量16 t 位に丁度適合する。

高速旅客艇X号
16.2m×4.0m×1.7m
試運転 RPM と δ

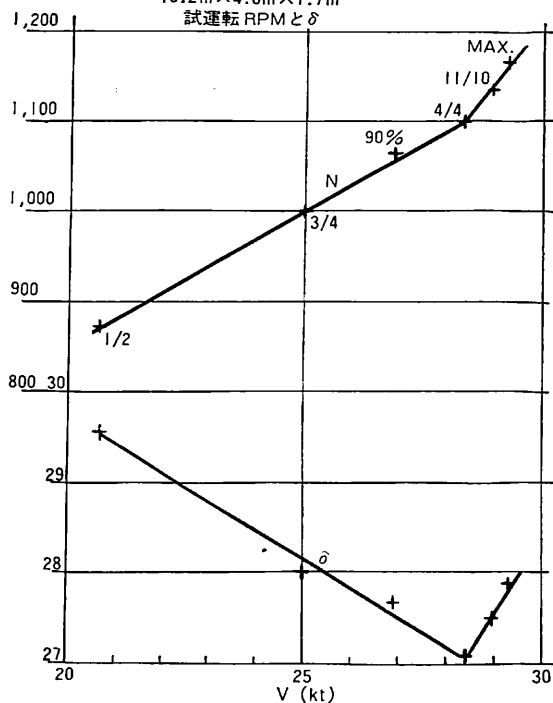


図6・42 X艇の試運転 RPM 及び δ

(b) RPMの検討

解析表でみると、δ 値は 1/4 までは、速度の増加にともない、少しずつ低下しているが、1/4 以上では逆に速度の増加にともない、δ 値が上昇している。このことは、何かの異変のため、RPM が急に上昇していることをしめす。この有様は、図6・42の δ の線を見れば、1/4 において角立って急昇している様子が明瞭にわかる。即ち 1/4 が空洞発生の限界と判断するのである。この RPM の異状変化は、N/V の数値でも同様に判定できるので、試運転施行中でも、すぐに判明する筈であるから、直ちに船体振動、プロペラエロージョン等の調査を行い、その原因を究明し、予防対策を構えねばならないのである。一般に、この種の船では、定格 RPM 以上で航走することはまれであるから、本艇でもあまり問題にされなかったものと思う。

本艇のような例が、外にも多々あるものと思われるが、空洞判定の好資料であることを思えば、そのまま埋もれてしまうことはまことに惜しいことである。

(5) 空洞限界判定チャートに関する考察

前記試運転データをみて、空洞発生限界の回転を“むさし”(表6・19)では、(1/4) 1085rpm, “X艇”(表6・21)では(1/4), 1101rpm, “シルバームーン”(表6・20)では(12/10), 1150rpm と推定し、それぞれの T/A₀ を計算し

表6・22 空洞発生限界の調査

	船名	むさし	X-号	シルバームーン	
船体固有	全長 L(m)	21.0	16.2	19.4	
	公試排水量 Δ(t)	29.1	13.25	25.0	
	1/4 全力 SHP	2×540	2×325	2×495	
	同 RPM	1085	1101	1085	
	プロペラ D(m)	0.770	0.700	0.820	
	ピッチ P(m)	0.920	0.920	0.820	
	ピッチ比 p	1.195	1.329	1.000	
試運転解析値	該当表	6.19	6.21	6.20	
	限界荷重率	1/4	1/4	12/10	
	限界 RPM, N	1085	1101	1150	
	1軸当り THP	322.5	220.5	366	$T = 146 \times \frac{THP}{V_a}$
	対水速度 V _a (kt)	25.87	28.40	24.86	
	推力 T (kg)	1820	1134	2149	
	展開面積比 α _E	0.670	0.608	0.650	$A_e = \frac{\pi}{4} D^2 \alpha_E$
	展開面積 A _e (m ²)	0.312	0.234	0.343	
	$K = \frac{T}{A_e}$ (kg m ⁻²)	5833	4846	6265	
キャビテーションチャート	ND (m min ⁻¹)	8.35	7.71	9.43	
	100 バリル-伊藤 K _B				図5・20
	$= \left(\frac{T}{A_e} \right)_B$	4920	4800	5100	
	甘利 $\left(\frac{I}{A_p} \right)_{甘}$	(7250)	(6150)	(8100)	図6・38
	投影率 C = $\frac{A_e}{A_p}$	0.793	0.763	0.838	=1.067-0.229p
	甘利 K _甘 = $\left(\frac{T}{A_e} \right)_{甘}$	5720	4690	6790	$\frac{T}{A_e} = C \frac{T}{A_p}$

表6・22を得た。

T.....プロペラの推力 (kg)

A_e.....プロペラの展開面積 (m²)

$K = \frac{T}{A_e}$ の解析値 (実測値の代用)

$K_B = \frac{T}{A_e}$ のバリル-伊藤チャートの限界値

$K_{甘} = \frac{T}{A_e}$ の甘利チャートによる限界値

として、K_B 及び K_甘 のそれぞれの K との対応を調べる。

	K/K _B	K/K _甘
むさし	1.186	1.020
X艇	1.010	1.034
シルバームーン	1.228	0.923

の割合となっている。バリル伊藤図表は、安全側に簡略化してあるので、T/A_e の値を原著より6~8%程度小さく与える。このことを考慮に入れば、バリルの図表も甘利の図表も、相似たようなものである。甘利の数値でみれば“むさし”も“X艇”もともに1/4が限界回転に

当っており、“シルバームーン”は12/10の回転でなお余裕のあることをしめしている。このことは、試験データとよく符合している。これだけのデータで、結論を出すことはできないが、高速艇用の空洞限界判定用としては、甘利の図表だけで充分のように思われる。

この種の艇では、プロペラの展開面積が広くなり工作や価格の面で、面積を切りつめる傾向があるが、それよりも、むしろ許される範囲でピッチを下げ、直径を大きくすることに心がけ、展開面積比を小さくすることに努力すべきであると思う。

(6) 高速艇プロペラの空洞現象による被害

推進性能の低下のもとになる空洞現象は、翼先端から発生し次第に翼面をおおりにいたる翼端キャビテーション(図5・13参照)であるが、これは、翼面積を充分にとり、翼断面形状の工夫(クレセント型断面の採用等)により、かなりの程度まで防止することができる。しかし、広翼、高速回転で、高ピッチ比の高速艇プロペラでは、例外無く、翼根部にもものすごいキャビテーションエロージョンを発生し、なやまされている。著者の経験では、ある高速魚雷艇の3翼広翼(α_E=約0.8)クレセント型プロペラを、試験用としてマンガン黄銅製で装着したが、ただ1回の最高試験で、翼根正面に無数のピンホールを生じた。これは、翼根部キャビテーションエロージョンの初期と判定され、実装備には、アルミ黄銅製とステンレス鋼製が装着されたが、それでも、おおかたは改善されたが、完全には防止できなかったことを記憶している。

最近の高速艇のプロペラは、翼根部正面ばかりでなく背面にも、ものすごいエロージョンが発生しているものが多い。そのエロージョンの有様は、ピンホールのような生やさしいものではなく、溝状にえぐられたようになっているのである。背面の空洞現象は、翼形状よりも、むしろ流入水流の乱れによるものと推定される。その原因は、シャフトブラケットの設計不良にあると思われる。このことは、一般には、あまり気づかれていないが、案外微妙な影響があるものである。著者自身も、シャフトブラケットの改造で、推進性能を改善した例もっている。このような研究のために、微妙な推力の変化をしらべる目的で、是非プロペラ推力の実測を実現したいものである。

誤植訂正

実用船舶推進論(20)Vol.30, No.9, 86頁 右段の換算式中の誤りを下記の如く訂正し、お詫び致します。

$$N = \frac{V\delta}{N} \rightarrow N = \frac{V\delta}{D}$$

船舶電子航法ノート(14)

木村 小一
(電子航法研究所)

2・6・3 オメガ電波の伝搬(つづき)

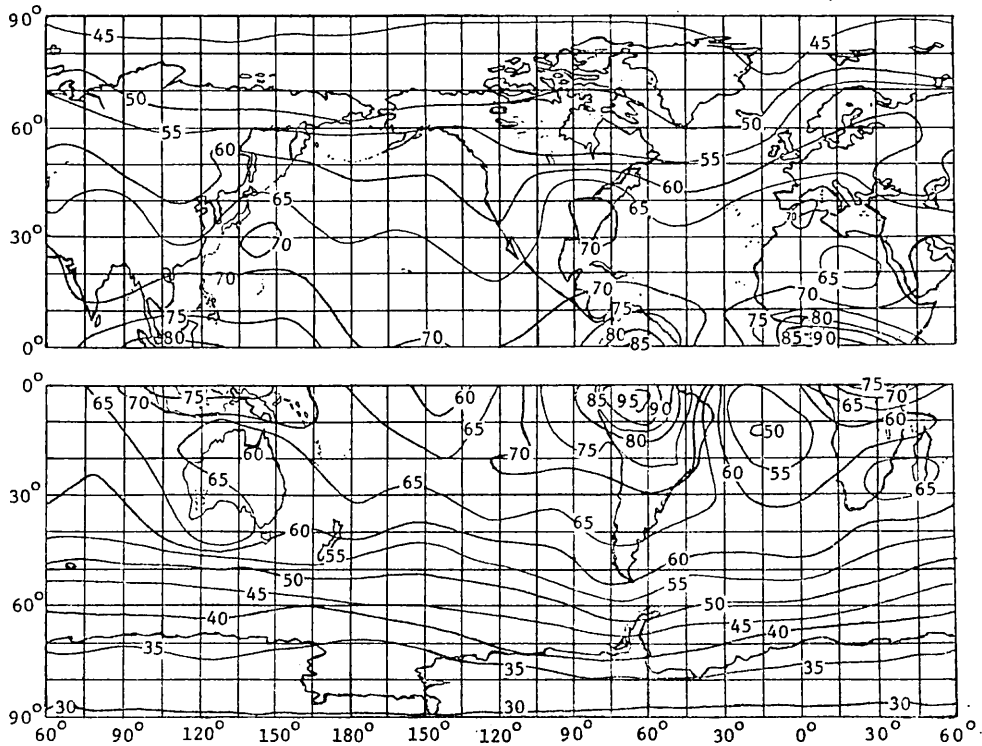
(その1, 導波管型伝搬モードと伝搬距離)

オメガ電波が遠方まで伝搬したとき, それを受信機で受信可能かどうかは, その電波を雑音の中から拾い出せるかどうかによってきまる。雑音には電波と同時に空間中に存在する大気雑音と受信機の内部, とくにその最初の増幅段階で発生する内部雑音とがあるが, ここでは主として前者について考えればよい。

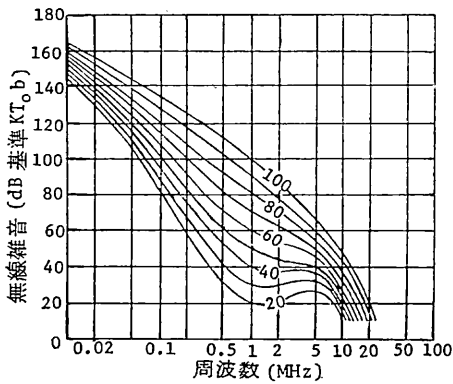
大気雑音は, 主に空中放電, いわゆる雷の放電によって作られ, その強さ(レベル)は周波数, 1日のうちの時間, 天候, 季節および地球上の場所によって異なり, 場所としては低緯度のところが強く, 緯度が高くなるに従って弱くなり, 赤道付近でも特にカリブ海やアフリカあるいはインドネシア地方などが強い。国際無線通信諮問

委員会(CCIR)の報告書322-1には世界的なその雑音の分布を示す一連の地図が掲載されている。第2・97図は1964年版の報告からの一例であって, 冬期の地方時0000~0400におけるものである。周波数は1MHz, (ボルツマンの常数 K) \times ($T_0=290^\circ K$) \times (受信機の帯域幅 b)を基準とした中間的な期待値で, 短い接地型ダイポールで受信した値に相当する。周波数的な換算をするには第2・98図を用いて横軸の周波数を上にあげて各期待値に対する縦軸を読めばよい。

なお, 局地的な変化を無視した赤道地方と極地方の各地方時における概略の雑音レベルの10kHzにおける値(帯域幅100Hz, 縦軸は $1\mu V/m$ を0dBとしたdB値)を第2・99図に示す。また, ロランCのところでは示さなかったので, ロランCに対応する周波数100kHz, 帯域



第2・97図 大気雑音の分布, 1MHz, 冬期地方時の0000~0400

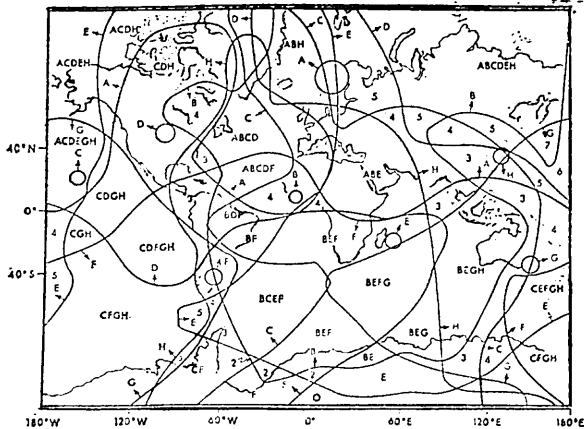


第2-98図 冬期0000~0400における大気雑音の周波数による変化(曲線のパラメータは第2-97図のdB値である)

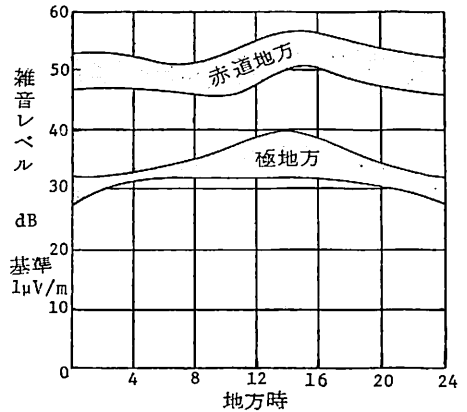
幅 20kHz の東南アジア地方の季節による雑音レベルを第2-100図に示しておく。

これらの大気雑音との信号対雑音比(S/N比)が100Hzの帯域幅で-20dBで受信できるような地域の予測図を8局のオメガ局全部が完成したときの状態について求めた結果を2nd Omega Symposium(1974)でBortz氏らが発表している。第2-101図(a)(b)が10.2kHzに対するそれぞれ受信点が地方時の正午と真夜中のときの値である。図中に示してある数字は何局が受信できるかを示しているが、この場合位置の線の交角については考えられていない。

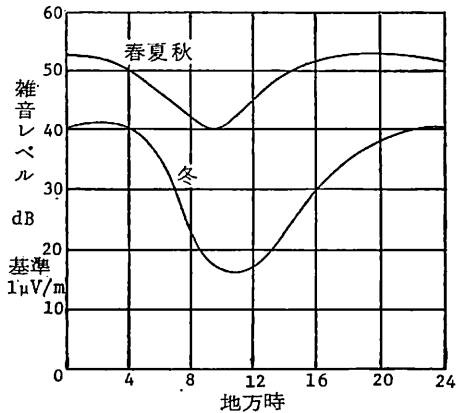
この図では曲線が入りこんでいて分りにくいので、それぞれの局の有効範囲を局別に斜線を入れて第2-102図(A)~(H)に示してある。前図同様、上の図がその地方時の正午、下の図がその地方時の夜中で、図からも明らかのように、モード干渉のある局周辺は昼の図では



(a) 地方時の正午

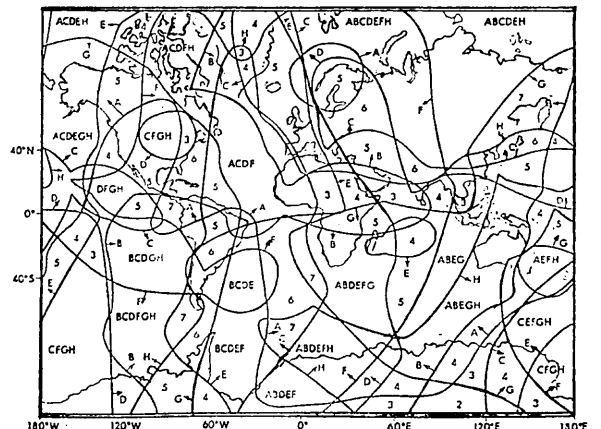


第2-99図 10kHz帯の帯域幅100kHzにおける大気雑音の概略値



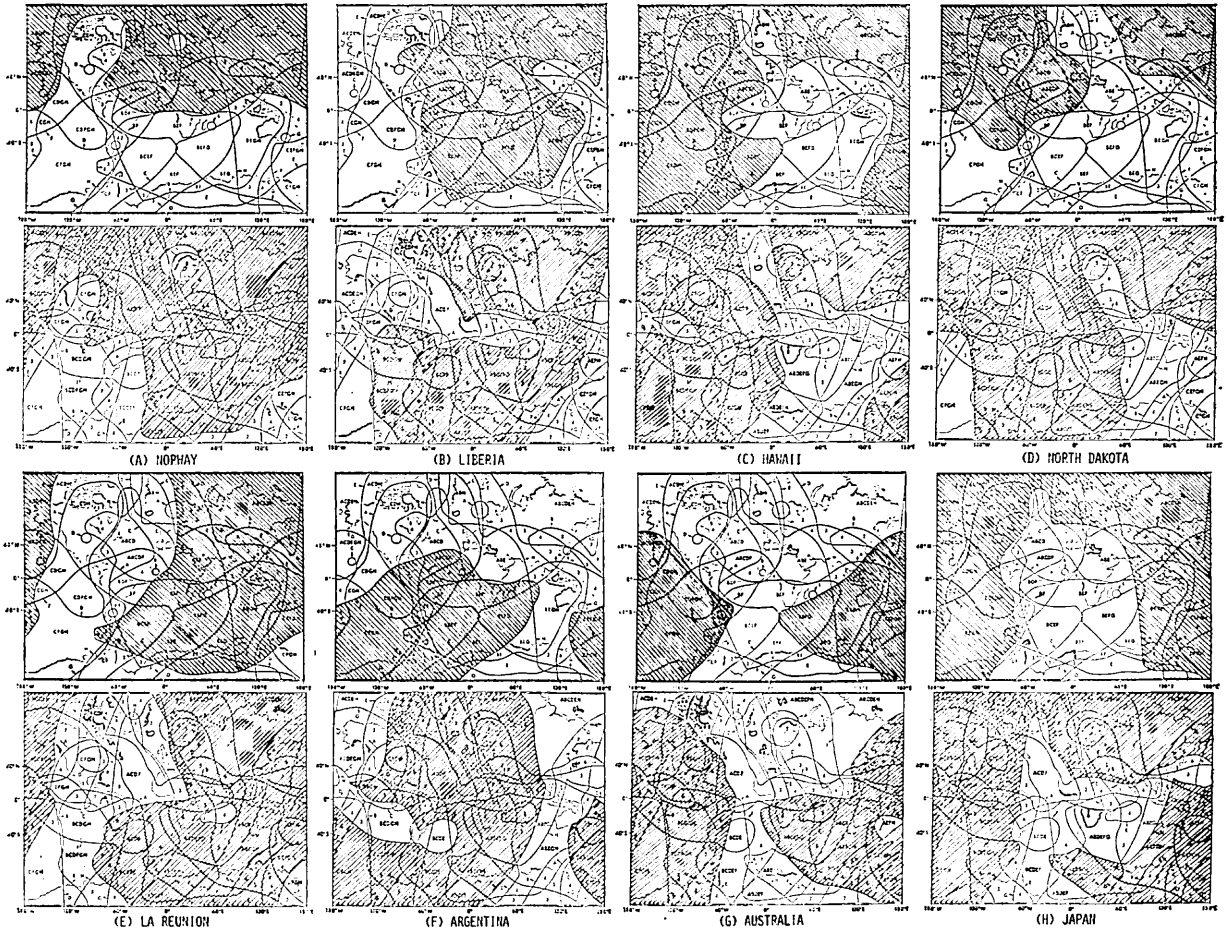
第2-100図 100kHz帯の帯域幅20kHzにおける大気雑音の概略値

その地域のD層の高度が低いいため二次モードの減衰が大きく、小さな円で示されているが、局周辺が夜のときはD層が高いために二次モードが遠方まで伝搬し、とくに

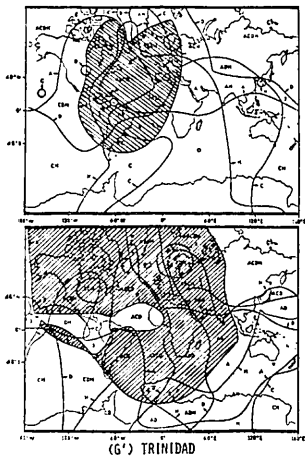


(b) 地方時の正子

第2-101図 オメガ各局の有効範囲の予測値(Bortz)



第2・102図 オメガ各局の昼夜の有効範囲（斜線部分）



第2・103図
トリニダッド局の有効範囲

局から西の方向の不感帯にそのまま接続している例がいくつかの局で見られている。総体的にいうと、受信点が昼のオメガ局の有効範囲は全地球の半分ぐらい、また夜のときは地球の $\frac{3}{4}$ ぐらいの地域で利用可能ということになろう。比較のために現在G局として、送信をしている

南米トリニダット局の有効範囲を第2・103図に示す。この局は実験用の局であるので送信出力が小さく、その有効範囲は他の正規の局に対してかなり狭いことを示している。（なお、これらの図の作成はC C I R雑音図1964, 6段階の大地導電率, D層高さ昼間70km, 夜間88.5km, その電子密度の傾斜昼間0.3/km, 夜間0.5/kmのデータによっている。）

第2・6・4図 オメガ電波の伝搬
(その2 伝搬速度)

第2・90図の導波管内での電波の伝搬のところで示したと同様に、オメガ航法において地表面またはその近傍で測定する位相は、図でいえば導波管の下側の管壁での位相であり、その位相の送信点からの距離に対応する位相の変化、つまり、位相の伝搬速度は「位相速度」であるということになる。

この位相速度は式(2・21)からもわかるように、周波数に対する導波管の寸法、オメガのVLFでいえば電離層のD層の高さによって変化をする。この関係は導波管の場合の幾何学的な関係に加えて、地球面の曲率などに

よる影響を加味して一次モードについて近似的につぎのように求められている。

$$Vp = C \left(1 - \frac{\lambda^2}{16h^2} \right)^{-1/2} \left(1 - \frac{h}{a} \right) \quad (2.23)$$

$$\approx C \left(1 - \frac{h}{a} + \frac{\lambda^2}{32h^2} \right)$$

ここで、 Vp : 位相速度
 C : 光速
 h : 電離層のD層の高さ
 λ : 波長

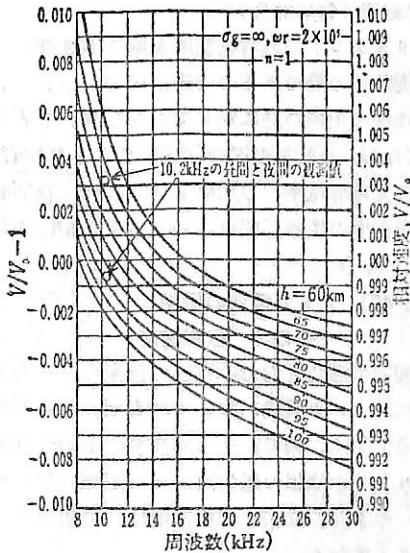
である。この式から、 h が Δh だけ変化したときの位相の変化 $\Delta\phi$ を求めるとつぎようになる。

$$\Delta\phi = \frac{2\pi d}{\lambda} \left(\frac{h}{2a} + \frac{\lambda^2}{16h^2} \right) \frac{\Delta h}{h} \quad (2.24)$$

ここで、 d : 送信点から受信点までの大圏距離であり、 h は距離 d の全体についての電離層高さに応じた電波の反射高さの平均値をとる。

このような位相速度 Vp (図では V) 自由空間での電波伝搬速度 V_0 を基準にした変化を周波数を横軸にとり、電離層高さをパラメータにして示したのが第2・104図である。図中にオメガ電波 10.2kHz の場合の昼間 ($h = 70\text{km}$) 夜間 ($h = 90\text{km}$) の伝搬速度の実測値を別に丸印で示してある。

このような位相速度の変化は電離層高さの影響が最も大きい、その他に電界強度のところでも述べたと同様



第1・104図 電離層の高さによる相対位置速度の変化 (VはVLF波の位相速度, V_0 は自由空間における電波の速度)

に地磁気との関係でも、また、大地導電率の値によっても変化をする。とくに、後者は励振率の位相係数が変化すると伝搬速度に直接影響をするのとの2つの効果が関係してくる。これらの効果は理論的にもまた一部実測によっても求められているが、ここではそれらを示すことは省略する。

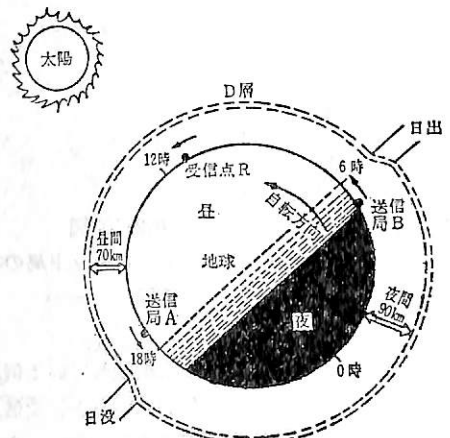
いま、電離層高さだけに着目をし、また説明の都合上、送信局と受信点すべて赤道にあると仮定をする。そうすると、第2・105図のような関係が生じてくる。地球の高空では地表面よりも日出が早く、日没が遅い。そのような日出と日没付近には電離層高さは図に示すように順次変化をするとすると、送信局AとBからの電波が地球をそれぞれ1/4周した距離10Mmのところの受信点Rにどのような位相関係で達するかを見てみよう。送信局からの距離 d のところにある受信点での位相量はその経路上の任意の点 y における位相速度を Vp とすれば、

$$\phi = 2\pi f \int_0^d (1/Vp) dy \quad (2.25)$$

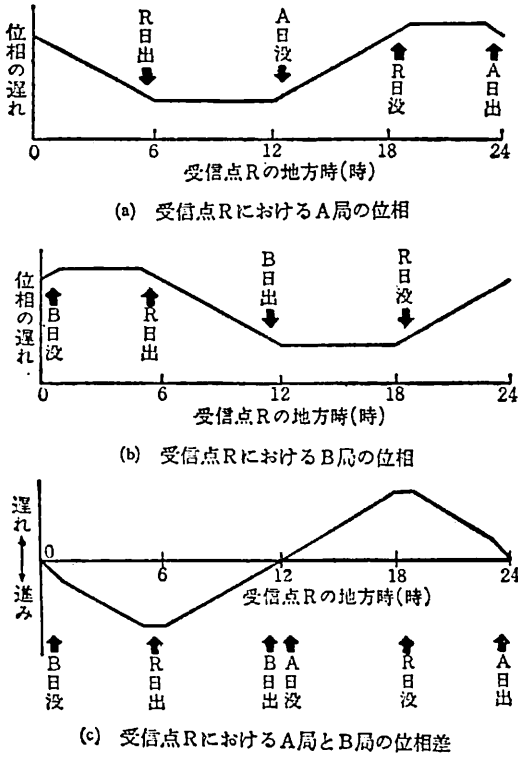
である。ここで、 f は周波数である。もし、 d にわたっての全経路の Vp が一定ならば、例えば、図で受信点Rが12時のときは送信局AとBからの全経路は昼間伝搬となり Vp は一定としてよいから、 $\phi = 2\pi f d / Vp$ となる。オメガでは2つの送信局からの電波の位相差を測定するのであるから、A B 両局の電波の受信位相差 $\Delta\phi$ は

$$\Delta\phi = \phi_A - \phi_B = 2\pi f \{ (d_A/Vp_A) - (d_B/Vp_B) \} \quad (2.26)$$

となる。このそれぞれの状態は第2・106図の12時のところに示してある。図の(a)でA局からの電波は全部が昼間の伝搬であるからその伝搬速度は最も速く、位相は進んで受信されており、(b)のB局の場合も同様である。図の(c)は(a)と(b)つまりA局とB局の位相の差すなわち、式



第2・105図 D層の高さの変化のモデル

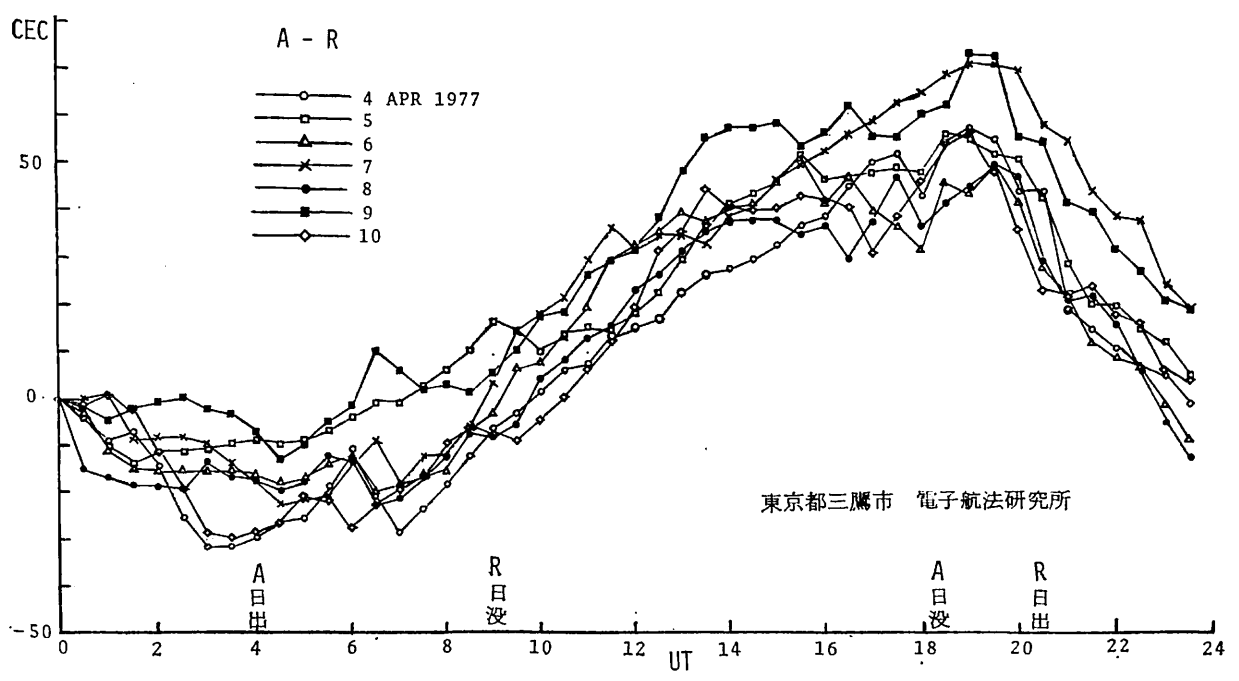


(2.26) に相当する位相差である。

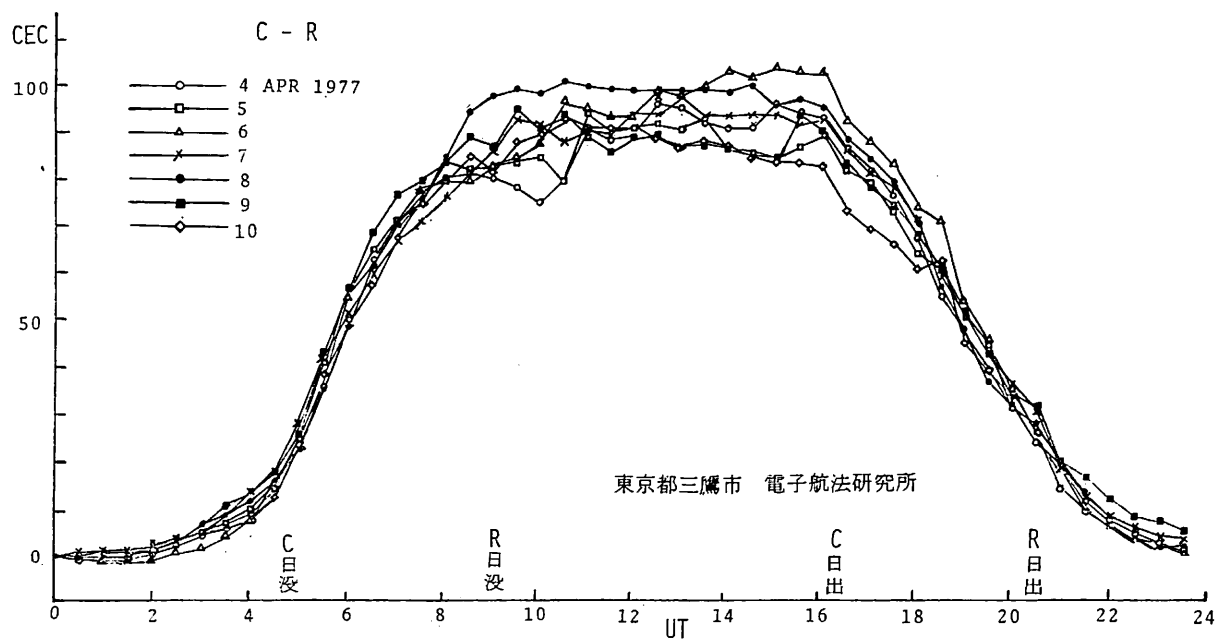
R 点の時間が12時から18時と変化するに伴ってR点とB局との間は未だ昼間であるから変化はないけれども、A局の方はA局が日没になって、夜間の伝搬部分が次第に増加をしてくるので、伝搬速度の遅い部分が増して来て、受信の位相が次第に遅れてくるし、図(c)の位相差の値も同様に遅れてくる。18時を過ぎると今度はR点が日没になりB-Rの部分次第に夜になり、B局の受信位相が遅れてくるため、逆にA-Bの差は次第に進んでくる。このようにして両局の位相の一日中の変化および両局の位相差の同様の变化を理想化して示すと第2.106図のようになる。

勿論、電離層の高さはこのように均一なものではなく、場所によっても、太陽から輻射エネルギーの微妙な差によっても、更に季節や時刻によっても異なり、毎日少しずつの変化もする。従って、一日中の位相(差)の変化は図のような平滑なものではなく、また、送信局および受信点とも赤道にあるわけではなく、またその間の距離もいろいろであるので、1局に対する位相の変化は何等かの型の台形状になるとしても、多様な形となり、従って位相差はより複雑な変化をする。第2.107図は昭和52年4月の初めの1週間に東京都三鷹市の電子航法研究所で受信したA局(ノールウェイ)とC局(ハワイ)の

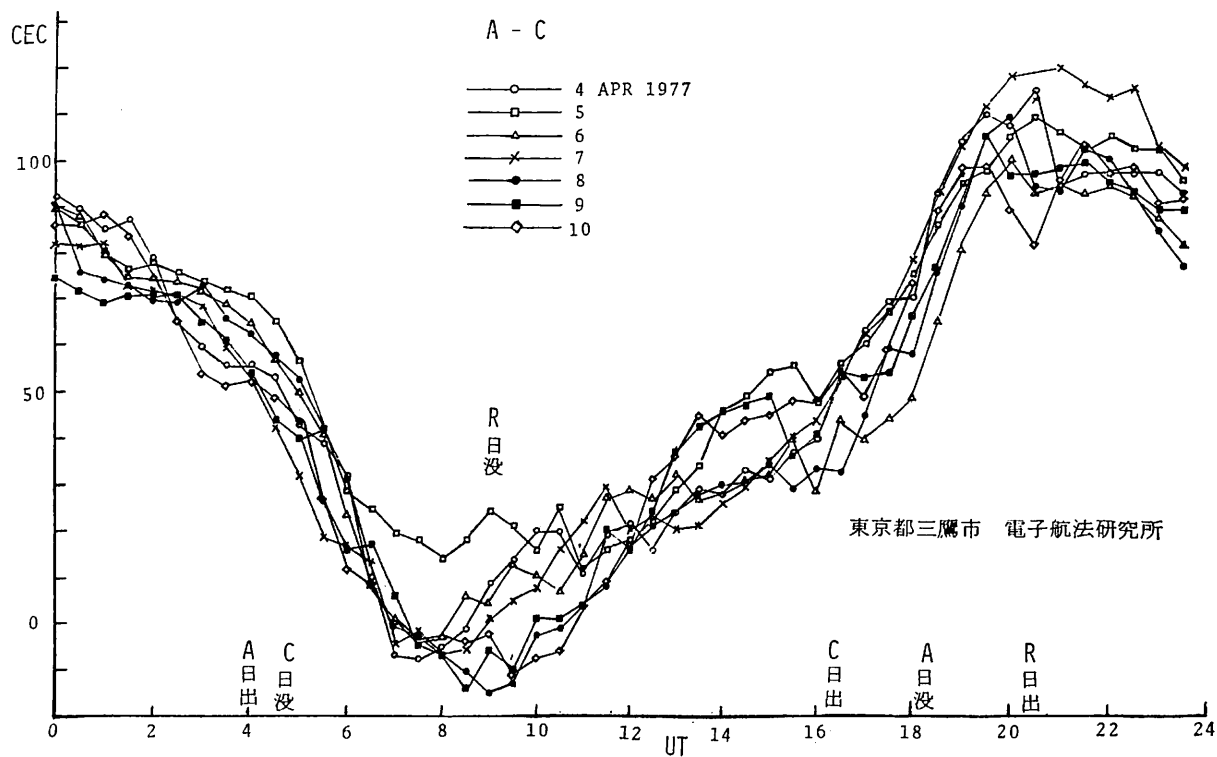
第2.106図 受信点における位相および位相差の日変化(説明図)



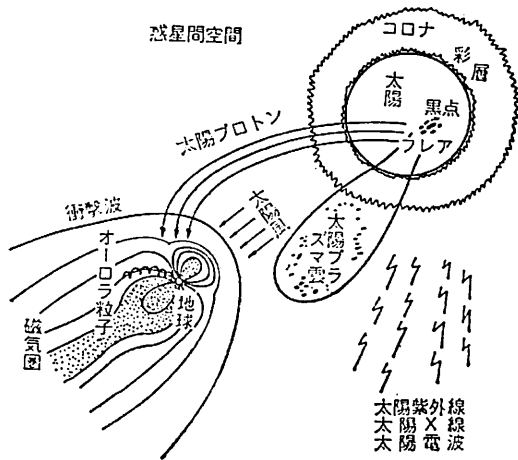
(a) A局(ノールウェイ)の受信位相
第2.107図 受信位相および位相差の実測例



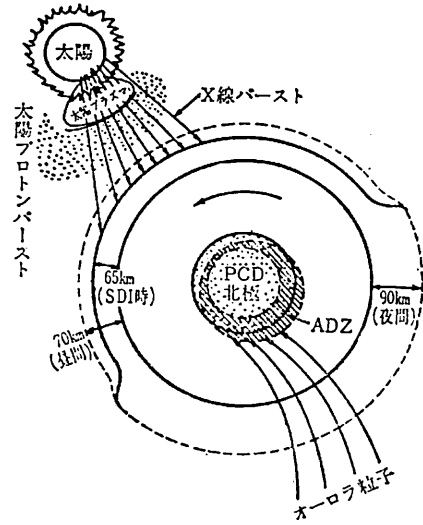
(b) C局 (ハワイ) の受信位相
第2・107図 受信位相および位相差の実測例



(c) A-C の受信位相差
第2・107図 受信位相および位相差の実測例



(a) 太陽からの放射と地球磁気圏



(b) 電離層への影響

第2・108図 オメガ電波のじょう乱の原因

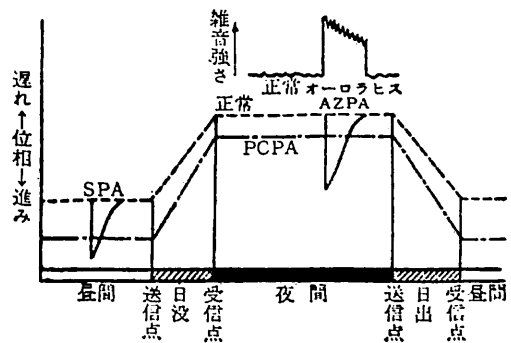
10.2 kHz 波の位相およびA-C局の位相差の実測データを示してある。普通の受信機では位相を長時間にわたって直接測定するのはむずかしいが、この場合はルビジウム原子発振器を用いてそれを測定し、かつ、30分ごとの測定値をプロットしたものである。A局の場合は日によってかなりの変化があり、それがA-Cの位相差のデータにも影響を及ぼしていることがわかる。

このような電波伝搬に伴う刻々の位相(差)の変化を無視して測位をした場合にはそれだけの測位誤差を伴うことになる。第2・107図のA-Cで示したように位相差が100cel以上変化をしているということは、位置の線の移動が8海里以上も動くということに相当するのでこの補正なしではオメガを航法システムとして利用することは不可能である。このため、オメガではこの位相の日変化を各送信局について地球上の各地において、理論的に予測を試み、その予測計算の結果を「オメガ伝搬補正表」として公刊をしている。この伝搬補正表の詳細についてはのちに詳しく述べるが、オメガが1966年頃から最近までハワイ、ニューヨーク、ノルウェー、トリニダッドの4実験局によって10年近くの長期間にわたって実験運用されてきたのは、この伝搬補正表の効果の確認であったといっても過言ではないようである。しかし、この伝搬補正表が如何に良く作られていても、第2・107図に示すような一日一日の変化はこれを補正することは困難であり、これを10~20cel程度は考えておかなければならない。従って、このような変化がオメガの測位精度をきめる一つの限界となる。

2・6・5 オメガ電波の伝搬
(その3, 異常伝搬)

オメガ電波の伝搬に大きな役割を果す下部電離層は太陽からの異常放射による影響を受ける。太陽は11年周期でその活動が活発になったり静かになったりしていることは良く知られているが、第2・108図(a)に示すようにその活動が高まり、大きな黒点群が出現するようになるとフレアと呼ばれる太陽面の爆発による突発現象が生じる。このフレアが生ずると一時的に強力なX線が発生し、それが地球面に降りそそいでくる。これをX線バーストと呼ぶ(第2・108図(b)参照)。このX線バーストとは電離層のD層の電離を増加し、結果的にはD層を下に(例えば図のように65kmぐらいまで)押し下げた形となる。

この現象を電離層突然じょう乱(Sudden Ionospheric Disturbance, SDIと略す)と呼び、太陽が当たっている面の電離層、すなわち昼間の部分に生ずる。そうするとその部分の伝搬の位相速度は当然速くなり、受信の位相は進む。これを急始位相異常(Sudden Phase Anomaly, SPA)という。このSPAは前述のとおり11



第2・109図 オメガ電波のじょう乱の説明図

年周期の太陽活動のうちの活動期に多く発生し、そのときの受信位相の進みは急で10~20分で最大に達し、そのあと徐々に元に戻るが、継続時間は30分~3時間で、第2・109図の左側に示すような位相変化となる。郵政省電波研究所の犬吠電波観測所での1969~1972年の4年間の観測によると、大きなSPAは年10数回は生じるが、小さいのを含めるとこの期間に約1900回のSPAが生じたとされている。

太陽にこのようなフレアが発生すると図(a)に示すように太陽大気中にあるプロトンが加速されて惑星空間に飛出し、そのうちの一部が地球付近に到来すると、荷電粒子であるこのプロトンと地磁気との相互作用によって磁極を中心とした70°付近の両極の輪状の部分に侵入してきて、下部電離層の異常電離をおこし、極光を伴うこともある。このような現象を極冠吸収(Polar Cap Absorption, PCA)と呼び、電離層が下るのであるから位相の異常な進み、極冠位相異常(Polar Cap Phase Anomaly, PCPA)を生ずる。このような異常は、その極領域を通ってくるような電波を利用する場合、または船が高緯度を航行する場合に生じ、継続期間は一般に長く2~3日から長い場合で10日も続くことがあるという。従って、この場合の位相異常は図に示すように昼も夜も全体の位相が下に下がったような形となる。

最近の人工衛星の観測では、太陽風と呼ばれるプラズマの風が惑星間空間を吹いていることが発見され、それによって地球の磁場が図(a)に示すとおり変形されているといわれている。この変形された磁力線にそって大気中に降下してくる電子あるいは陽子によってオーロラが発生する。太陽プラズマの雲が地球の磁気圏に来ると、それが引金となってオーロラ粒子が大気中に突入し、極光じょう乱(Auroral Zone Disturbance, AZD)が生じ、同様に電離層を下に押下げるので極光位相異常(Auroral Zone Phase Anomaly, AZPA)が発生する。このAZPAは、その大きさおよび継続期間は図にも示してあるようにSPAと良く似ているが、AZDは極光帯の夜間に発生するので、そのようなところを夜間に通る電波にのみ生ずる点が異っている。

更に、オーロラが発生するとVLF帯に強力な雑音が発生する。この雑音がオメガ電波より強くなると、受信不能になる。この雑音をオーロラヒスといい、高緯度を船が航行するときその影響を受けるおそれがある。

このような異常伝搬はその予告なしに発生し、オメガでの測位結果に大きな誤差を発生する原因となるので、その兆候を早期に発見してそのときの測位データを信用しないことにするとか、また、できればその補正手段を考える必要がある。

技術短信

技術短信

インドネシア錫公社“浮かぶ採掘・選鉱工場”
世界最大級のバケット式錫採取ドレヅジャを受注

三菱重工業は、この程、インドネシア錫公社より、バケット式としては世界最大級の錫採取ドレヅジャ「Bangka No.2」を受注した。引渡しは、昭和53年秋、インドネシアのパニカ島にて行われる予定で、引渡し後は同島近辺海域において錫採取作業にあたる事になっている。

この錫採取ドレヅジャは、海底から錫を含んだ砂を採取し、船上で選鉱するという一種のプラントバージで、容積6250のバケット151個を回転させながら最大46mの深さから錫を含んだ砂をすくい上げ、その砂を2台の回転式選鉱装置で粒径による選別を行い、さらに240台の重力選鉱装置により錫含有率を上げた砂錫にして、陸上の精錬所へ送るシステムで、浚渫船の技術と選鉱技術を組合せた“浮かぶ採掘・選鉱工場”といえる。

同社はこれまでに、スエズ運河庁向けに世界最大級の6,000^mホッパ・ドレヅジャ1隻、1万馬力カッタ・ドレヅジャ2隻、また五洋建設(株)向けに6,000馬力カッタ

・ドレヅジャ、クウェート・ガルフ社向けに2,200馬力の小形ドレヅジャなどをあいついで建造し、最近では運輸省第五港湾建設局より、浚渫作業と油回収の機能を兼ね備えた3,200 DWT大形自航ポンプ浚渫船を受注するなど、さまざまなニーズに応える浚渫船建造技術を有している。

インドネシア錫公社は、同国が世界第3位の錫産出国であることから、約30隻の錫採取ドレヅジャを保有しているが、そのほとんどが欧米で建造されてきた。しかしこのたびの「Bangka No.2」入札に際しては、同社の浚渫船建造実績および総合重工業としての能力が認められた事、外国のメーカーに比べて短期間で建造可能なことなどが評価され、受注に成功したもので、浚渫船の技術と他の技術を組合せてつくられる海底資源採取用のプラントバージの第1弾として注目される。

【主要目】

全長 202m 幅 44m 採取能力 約800^m³/時
最大浚渫深さ 46m バケット容量 6250×151個
回転式選鉱装置 直径約3m×長さ約19m 2台
重力選鉱装置 240台

瀬戸内海客船の歴史(9)

埜 友 雄

2・3・5 滞留現象

(1) 滞留と流出

脱出経路上に出口扉、階段、その他の障害物のように流速を妨げる施設がある場合、または群集中に特に速度の遅いグループや押合いなどがある場合は、それらの直後の群集密度は急激に上昇し、いわゆる滞留現象が生じる。この場合、滞留が発生する点を基にして、集結と流出が考えられる。滞留は集結人員と流出人員の差によって計算できる。滞留の解消は集結が減少し、流出が減少しないときに成立し、解消までの所要時間をいかに縮小するかが脱出問題のポイントである。このことは都市交通の交通麻痺現象と似ている。出口扉の幅員や階段幅および滞留流出口の形状は滞留解消時間を左右し、流出係数の増減に大きく影響する。USBECは1913年に委員会がつけられ、多くの分析や実情に応じて10数回改正が重ねられただけに、内容が整理充実されている点で世界有数のもので、考え方が合理的である。この規則では次のように説いている。「出口の幅の寸法をフィートやインチで測ることは、ある場合は安全性を増すことなく、かえって設計、施工に余分な損失を招くことになるだけでなく、わずかな端数が増加しても、流出人数は増加しないことがある。ただし、1人の人間が占有する幅を1単位とし、端数があるときそれが12 $\frac{1}{2}$ % (約 $\frac{1}{2}$ 単位)

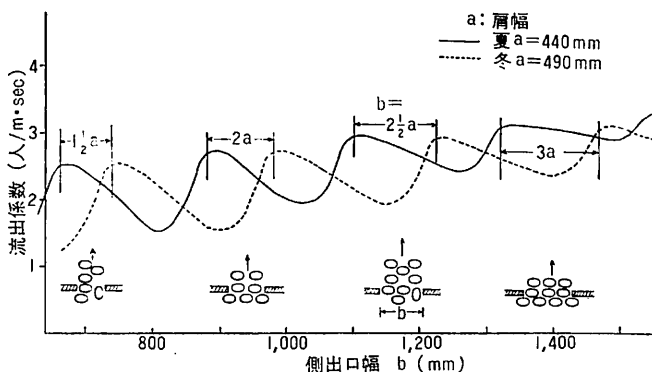


図6 通勤電車側出口の流出係数

のときは、中間のくずれた列を充分受け入れて、人々の流れを充分満たすものである。」端数の12 $\frac{1}{2}$ %とは人間の身体の厚さを示すものであろう。また、前述の車輛工業デザイン委員会が行った車輛側出口と流出係数の関係を図6に示す。人体寸法は既述の表4である。肩幅は老幼男女、また着衣の差により夏・冬異なるが、整数倍またはそれに身体の厚みを加えた寸法の出口幅のとき、最良の効率を示すことがわかる。それより小さい寸法では効率は悪く、やや大きい寸法でも乗客が少しの隙間に割込んでアーチアクションが起り、よくない結果になったと報告されている。図では身体の厚みを近似的に肩幅の $\frac{1}{2}$ とみなしている。以上のとおり、USBEC、車輛の研究、くれない丸の実験等から階段や出口幅と流出係数の関係は人体の肩幅単位でまとめた方が妥当であるとわかったので整理し図化したのが図7である。

(2) 階段昇り口及びシル付水平出口の流出係数

階段昇り口の滞留は流出するとき、ステップを昇らなければならぬから、流出係数は減少するが、一種の出口とみなせる。くれない丸実験を解析すると、階段第1段、第2段の歩行速度は遅く、第3段目からやや速くなって定常流に近くなっていた。したがって、階段の寸法形状が不良でない限り、階段途上における混乱はなく、昇り口の押合いによる流出制限が脱出時間を左右する。大阪府立大学の岩佐英介教授、田口賢士先生、池田勝先生（現在の田口教授、池田技術士）は昭和30～32年、「非常時の混雑を考慮せる出入口の幅について」と題する報告を関西造船協会で発表した。人体の代りに鋼球を用いた実験と、学生を供試群集としたシミュレーション実験が行なわれた。学生による実験の結果、20cmのシルハイトを有する出口では流出係数が20～30%減少し、それよりシルハイトが高くなると急激に係数が低下すると報告されている。USBECは階段脱出では、流出係数は水平出口の場合より25%減少することにして、くれない丸実験でも、230mmシルハイトの水平脱出は、階段昇り口の流出係数に近い値を示してい

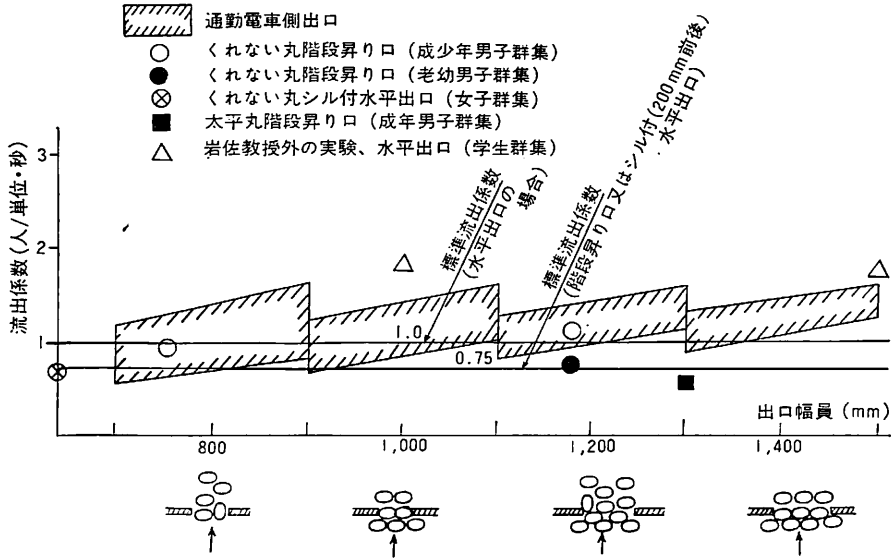


図7 脱出単位幅(肩幅)当りの流出係数

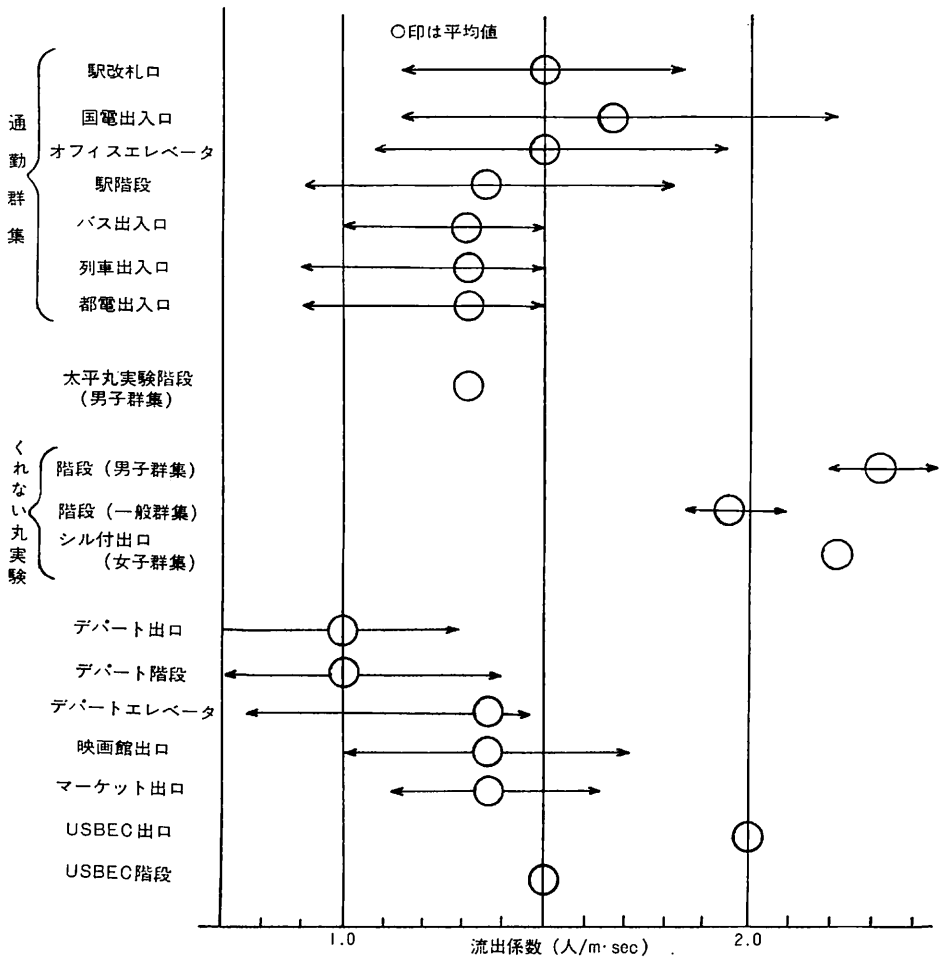


図8 陸上・船舶各出口の流出係数比較

る。したがって、階段昇り口および 20cm 前後のシルハイトを有する水平出口に対しては、ともにシルレスの水平出口の流出係数の $\frac{3}{4}$ の値を使用すればよいであろう。US BEC は流出量の見積として、水平脱出口の場合、1.0 人/単位・秒の流出係数を決めている。これは出口幅 1 m 当りに直すと 2.0 人/m・sec である。図 8 に各種流出係数をとりまとめた。この図から判断して US BEC の値は妥当と思える。そうすると標準流出係数は次のように考えられる。

標準流出係数 (人/単位・秒)

水平シルレス出口	1.0
200mm 前後のシル付水平出口	0.75
階段昇り口	0.75

(3) 滞留解消時間

扉口の幅について US BEC は次のとおり述べている。「人々は、いつも扉を使い、そして扉(又は出口枠)を通過するとき、扉の幅内で身を細めることになれている。本能的に身をひるがえすから 10% の幅の減少は脱出流をさまたげない」。階段上においては、壁面から 80mm 以上手摺が突出している。階段における手摺の突出量は腰の高さにあり、脱出流を妨げるものでない。このように脱出経路における特殊なものは、衣服が引かからない限り流出量に影響しないようである。

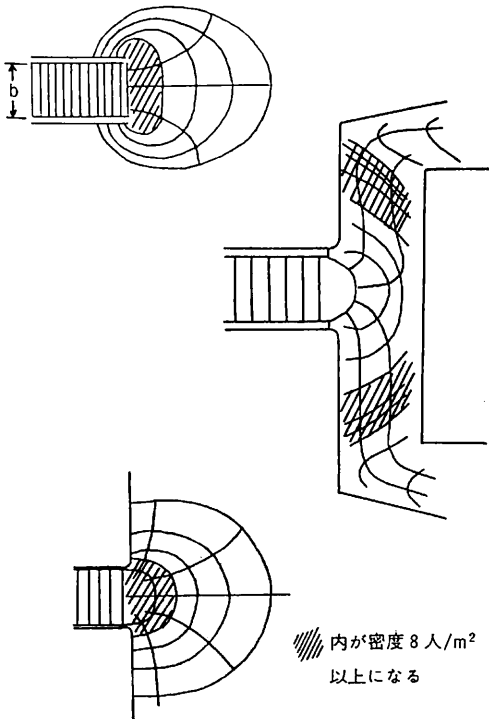


図9 階段昇り口の流動線と等位線

船舶設備規程では、例えば 100 人の人員に対して、100 cm の階段幅が要求される。2 単位 (2 列) 脱出であるから 1 単位 50 人の人員負担である。これに対し、US BEC では、普通危険度火災に対しては、60 人の人員負担であるが、高危険度火災に対しては 30 人の負担ときびしくし、脱出見積時間を縮小している。前述の 0.75 人/単位・秒の係数を使えば、US BEC では、滞留解消時間は普通危険度のとき 80 秒、高危険度のとき 40 秒、船舶設備規程では 66 秒と計算でき、設備規程は US BEC の普通危険度と高危険度の中間に存在することがわかる。

(4) 滞留の性質と広場の形状

各種文献、くれない丸実験、東京商船大学におけるシミュレーション実験、ならびに東大の鋼球実験から推定されたのであるが、階段昇り口や水平出口に生じる滞留の性質は広場の大きさ形状に影響される。流出口を中心にして蝟集状態となる群集流の動きにつき、時間的流動線と等位線を模型的に画くと、図 9 のとおりとなる。しかも、実験例から推してこの等位線などは、種々な場合でかなり変動が強いことがわかった。鋼球実験により流出状態の研究が行なわれ、実際の群集流が下記の特性をもっている点から、類似性につき検討も行なわれ、供試

くれない丸 第 1 実験、3 回目 流出幅員 75cm

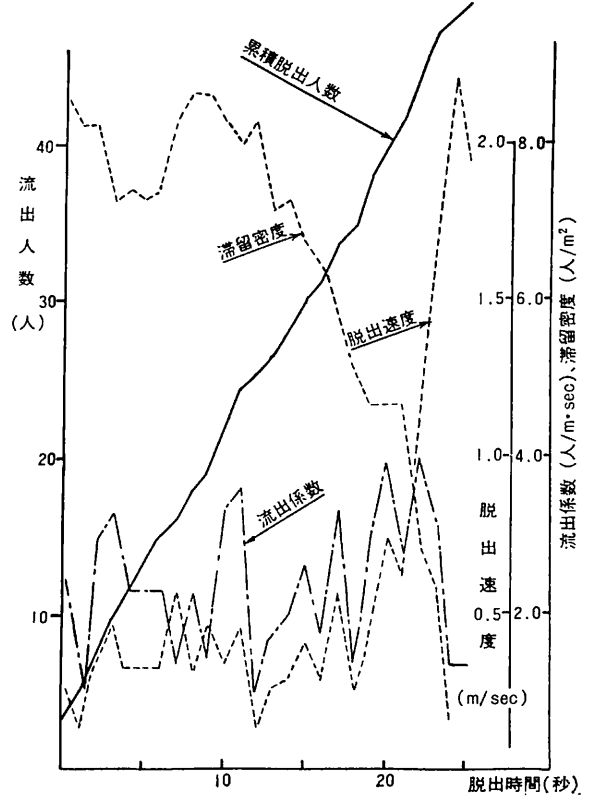


図10 くれない丸階段昇り口の解析結果

群集による実験フィルムを解析した結果からも判断されたが、群集流は、定性的に流体または粒状体の流動に類似しているといえる。

群集流は鋼球等と異なり次の特性をもっている。

- (イ) 人間の形状が規則的でない。
- (ロ) 個人個人の衣服が異なり、摩擦力がランダムである。
- (ハ) 個人個人の前進力が異なる。

図9に示される時間的等位線に囲まれた圏内について、群集の密度、速度を観察するに、流出口に近い圏ほど高密度、低速度である。密度は2人/m²以上が滞留とみなせる。通勤電車内の出口付近や、駅階段降り口直前では、12人/m²が記録され、階段の幅をbとすると、奥行b、幅1.5bの附近の等位線内の範囲が8人/m²以上の高密度を形成するものと考えられる。この密度以上では混乱が生じやすいから、階段昇り口に、その大きさの広場を必ず設けるよう指示したのが、船舶設備規程の検査心得であると思われる。くれない丸実験の階段昇り口の解析結果を図10に示す。同図からも階段昇り口に、密度8~8.7人/m²が発生していることがわかる。アーチアクションについては、次項で述べるが、階段または出口における滞留を如何に早く解消させるかが、脱出問題のポイントであり、アーチアクションが生じ難く、流出量を大とするには、流出口の幅員の検討と同時に、流出口付近が低密度となるよう図ることが重要である。流出口の形状は、液体または粒状体の流出口の設計に類似した配慮をすればよいと考えられる。出口壁面や手摺にRを設けるのも一方法であり、整流板に相当する壁又は柵を設けて、8人/m²以上の高密度が生じる範囲が、流出口直前に集中しないようにし、R壁や整流板により群集に出口方向へ向う押出力を与えてやることである。

(5) アーチアクション

アーチアクションとは滞留出口において、押合いにより流出がとまる現象で、この説明は、大そう難しい問題である。なぜならば、個々に身体寸法、形状、着衣状態の異なる群集が、しかも、パニックという異常な心理状態において、自身の生命を守ろうとする本能から、出口に向かってわれ先にと押合うとき、摩擦力と左右方向の押合力によって流出口を閉塞する有様が、どのようになるかは、到底理論で推定することは不可能であり、また、実験的に実現させることも許されない。また、非常事故の時の資料は皆無である。

確率過程の予測ならば、鋼球その他のシミュレーションによって統計的分布を知ることができるが、一発勝負

である脱出問題におけるアーチアクションによる時間損失の推定は難しい。けれども学問的価値に拘らず、脱出時間の推定にはアーチアクションを無視することはできず計算に入れる必要がある。文献によれば、平常な心理状態において、群集密度が9人/m²以上のとき、この現象が起りやすく、交通整理のゆきとどかなかった頃の通勤電車の乗降の際、よく見受けられたものである。くれない丸実験とその後のシミュレーション実験から次の結論がえられた。

(イ) 実験において観測された流出係数は、単位時間当りの平均値で、時間の関数として考えると、大なり小なりアーチアクションは発生し、そのために微小時間内に流出係数は常に大きく変動していた。(図10参照)

(ロ) 密度8人/m²以下のときは、故意の押合いをしないかぎり、目に見えて持続するアーチを認めることは少なかった。

(ハ) 滞留者数が多いときは、押合いによってアーチの頻度は増大する。ただし、滞留者がさらに多くなってもアーチをつくる頻度は一定値以外にはならないと想像された。(このことは鋼球実験で確証された)。

車輛工業デザイン委員会報告では、既述のとおり出口幅が肩幅の整数倍または整数倍+1/2肩幅以外のときは、割込みにより閉塞を起しやすく、平均流出係数の値が減少することを報告している。平本教授が実施された鋼球による流出模型実験では次の結果がえられた。

鋼球の形状は人体のそれと異なるが、その動きは実験やシミュレーションの階段による実験における群集の流動と酷似しており、鋼球の径を大小混ぜた場合も類似性は存在した。したがって、人体の代用として成立することが認められた。

以上の結果、定常流出の場合、次の性質が認められた。アーチをつくる確率をq、出口クリヤー幅と鋼球の直径(人体の肩幅とみなせる)との比をλとすると、

$$\log q \text{ は } (\lambda - 1/2)^2 \text{ に比例して減少する}$$

(図11, 図12(a)),

また、アーチからアーチまでの流出時間をTとすると $\log T$ は $(\lambda - 1/2)^2$ に比例して増加する(図12(b))



使用球は大球：7/16" 径
小球：3/8" 径

図11 鋼球の流出実験結果

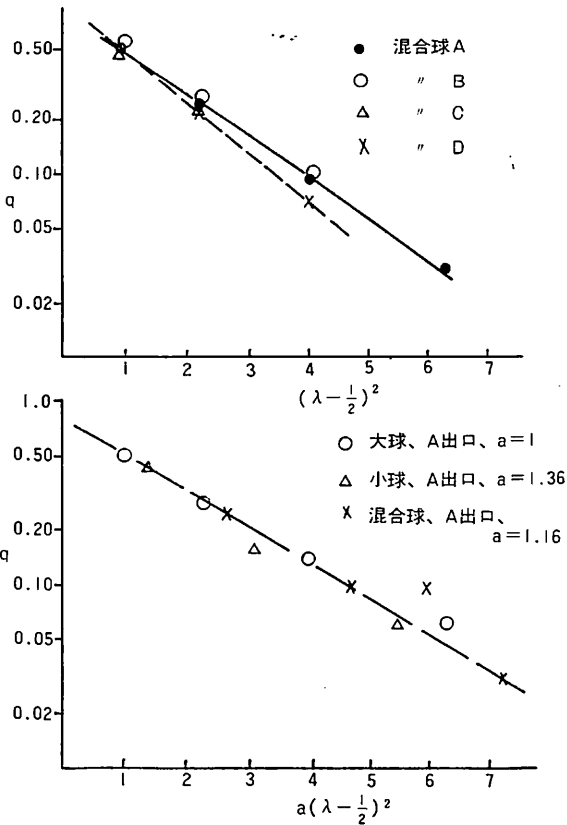


図12(a) 鋼球の流出実験結果

上式から $\lambda=2$, すなわち, 肩幅の2倍, 換言すると出入口の幅が1m以下のときアーチアクション発生確率は, 急激に高くなり, アーチから次のアーチまでの時間間隔は, 急速に縮小される傾向にある。USCGが1m以下の階段幅をシビヤーに規制しているのがうなずける。

$\lambda=2\sim3$, すなわち, 出口幅が100~150cmと広がるほど, アーチアクションは発生しにくい傾向があるが, 実際問題を考えると, あまり出口幅が広いことは, 押合いによる横方向への人体のふらつき振幅が, 大きくなることが考えられるから, かえって混乱による危険が予想される。通勤電車が側出口幅の値として, 120~140cmを採用しているのもこのためであろう。

アーチアクションを定量的に推定するためには, (頻度)×(持続時間(1回当りの平均値))を脱出時間に加えればよいが, この研究では, 標準値として滞留解消時間の50%をアーチアクション・マージンと決め, 係数1.5を乗じることになった。流出係数は $\times \frac{1}{1.5} = \times 0.67$ となる。

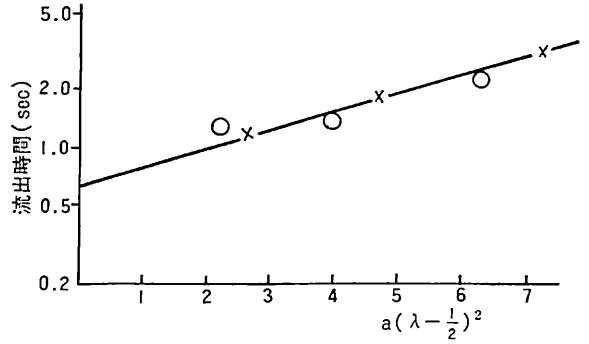


図12(b) 鋼球の流出実験結果

2・3・6 階段脱出

(1) 階段脱出速度, 階段上密度

階段上における脱出速度は水平脱出と異なり, 踏面の存在のために歩行速度は制限をうける。速度はもっぱら歩数の多少によりきまり歩幅には左右されない。一段一步として昇るから最も歩数の運びの遅い人に, 群集流は合わされる。ただし, 群集歩行速度は密度が大きくなるほど, 体の触れ合いがはげしく速度が低減されることは水平通路と同じである。階段上密度が異常でない限り, 階段脱出時間は, 一段につき何秒として計算することができる。文献や実験などから, 一段につき0.7秒と見積るのが妥当である。(手荷物のないとき, 幼児がいないときは0.5秒でよい)。(表3参照) 階段密度は, 1単位幅につき, 1段おきに1人の配置が限度であるから, 千鳥配列などを考慮して, 一般に3~5人/m²の密度とな



密度 (人/m²)	階段幅員 (cm)
4.2~2.8	50~70
5.5~3.3	70~110
5.0~4.2	110~150

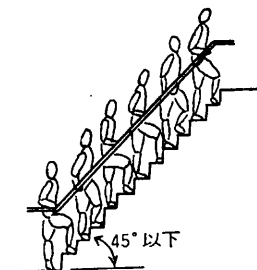
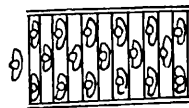


図13 階段上歩行密度の限度

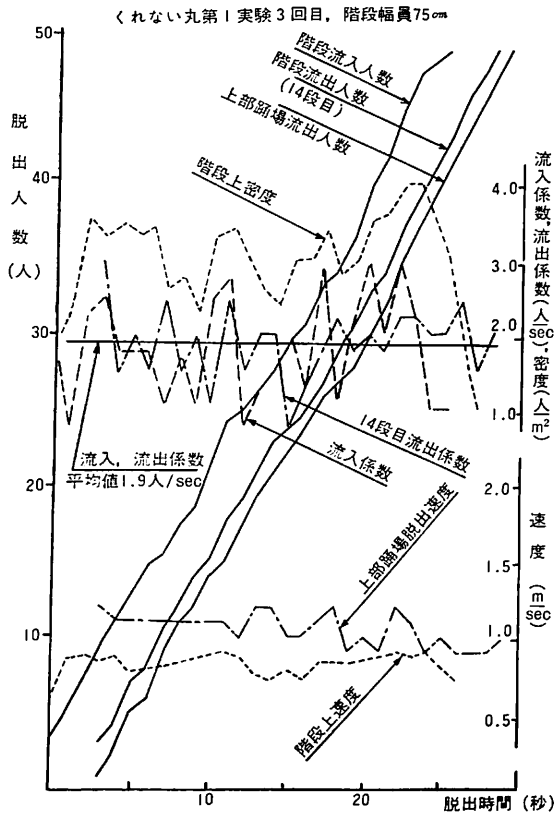


図14 くれない丸の階段脱出解析結果

る(図13参照)。くれない丸実験でも同程度の数字が確認された。図14はくれない丸階段上の脱出解析結果である。上記脱出速度一段0.7秒は、この範囲の群集歩行密度において成立する。パニックな心理で、これ以上高密度になると、押合い、将棋倒し、アーチアクションが発生する恐れがあり、階段であるだけに、いっそう危険である。したがって、階段に対する要件は、幅員も重要であるが、手摺、踏面、けあげ、段鼻の形状寸法、すべり防止などの細部の設計が重要であるとともに、階段昇り口の混雑が踏面上へ波及しないような配置と構造にする必要がある。階段の段数は通常12~14段であるから、1段につき、0.7秒として、一層階段の標準脱出時間は10秒と考えればよい。

次に、船舶における階段脱出と陸上のそれとの本質的な差異は、前者が上昇を主とするに反し、後者は下降が多いことである。場所的にゆとりのある陸上建築物の階段傾斜は40°以下であるに対し、わが国の船舶の階段は40~45°の傾斜が普通である。観測結果によれば陸上の場合、下降速度が上昇速度より速い。船舶の場合には、傾斜が急なために下降速度はおそいが、脱出に必要な上昇速度は、陸上と差がないようである。上昇の場合は、

35~50°の傾斜の範囲では速度はあまり変化しない。踏面およびけあげの寸法が適当であれば、1段当りの所要秒数に変化が少ないのであろう。昇行に関する人体の疲労の問題については、一般に17~18段目に足が疲れるが、船舶の甲板間段数は普通の場合12~14段であるから支障はないとみなせる。

(2) 階段踊り場の形状寸法 (曲り角の影響、らせん階段の影響)

旅客船における階段は、中段に踊場を有するものが多く、らせん階段をもつものもあった。US BECでは踊場を有して廻る階段は、ステップ自体が廻るいわゆるらせん階段とははっきり区別して、階段流出量は減少しないものとしている。らせん階段は、流出量に大きな影響を及ぼす。文献によれば、陸上建築における群集の階段踊場迂回所要秒数の算出法は次のとおりであった。

- 往還階段踊場迂回……階段幅(m)×1.5秒
- 直角迂回……………階段幅(m)×0.8秒

これより踊場歩行速度を推定すれば0.6~0.7m/secとなり、実験、文献から推定される階段歩行より速度が速いから、踊場迂回は階段流出を妨げないと解釈できる。踊場の階段進行方向の最小寸法は、階段幅に等しいのがよい。階段群集流の幅が、そのまま方向を変えると考えれば無難であろう。US BECにおいては、踊場迂回の際の整流作用を考えて、推奨事項として次のように記している。「多くの群集が集まる場所の主要階段は、踊場の外コーナーを2'の半径で回ること、あるいは幅20'で45°の傾斜を有する壁、手摺で角を落すこと。」

らせん階段は、脱出階段として使用することは好ましくない。やむをえず使用するときは、流出量の見積を相当減らさなければならない。US BECの基準を例にとれば、踏面が扇形になっている最狭端から1'の位置で過度の傾斜の修正、または標準以上の踏面に対する修正を行う。さらに次のとおりの比率で流出量を減らす。360°迂回について25%減、さらに曲形した踏面一つについて、1%減を加算(ただし最大減少は75%を越えない)する減少率を加味する。

(3) 階段の構造、傾斜、踏面の寸法等

同一の傾斜角の場合でも、その昇降に非常に難易の差がつくことが確認されている。これを支配するのは、構造上踏面とけあげの関係である。陸上建築物に対し、これに関係ある資料は多く、人間工学的に設計基準も設けられている。図15及び図16に階段の傾斜、構造寸法関係を示す。傾斜角が15~50°までを階段と称し、それ以下は斜路とするのがよく、それ以上は梯子として扱うのが妥当である。踏面とけあげの関係式でよく用いられる

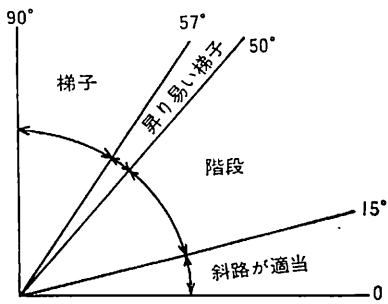


図15 階段の傾斜範囲

のは次の式である。Tを踏面、Rをけあげの寸法とすると

$$R + T = \text{一定} \quad (1)$$

$$2R + T = \text{一定} \quad (2)$$

$$R \times T = \text{一定} \quad (3)$$

上式はいずれも傾斜角に無関係な式であるが、右辺の値は傾斜角のありかたによって、左右されなければならない。陸上の階段においては、

$$R + T = 430 \sim 445 \text{mm} \quad (\text{Kidder氏}) (1)'$$

$$2R + T = 610 \sim 635 \text{mm} \quad (\text{Kidder氏 USBEC}) (2)'$$

$$R \times T = 1780 \sim 1900 \text{mm} \quad (\text{Kidder氏}) (3)'$$

USCGは傾斜角を40°に制限して、 $R + T = 430 \sim 457 \text{mm}$ で与えている。40°傾斜以下では(1)'(2)'(3)'いずれを使用しても大体実用範囲にある。40°~50°では(2)'式が比較的傾斜角の影響が少ない。(図17参照)

(2)'において50°傾斜では約610、40°以下で約635mmが適当である。50°以上の傾斜では右辺を600mm以下とするのがよい。ただし、50°以上の場合は、踏面が小さくなり、下降時に危険を感ずることは、前述のとおりである。踏面の小さいのを補う意味で段鼻をつけるが、傾斜が50°を超すとこれも意味がない。USCG及びUSBECでは、有効踏面として次のように決めている。

$$\text{有効踏面} \dots T (\text{踏面}) + N (\text{段鼻}) > 280 \text{mm}$$

有効踏面からみて $T + N < 260 \text{mm}$ は好ましくなく、また、けあげの値は $R > 230 \text{mm}$ は好ましくない。図17に $2R + T$ と階段傾斜角との関係を陸上の設計基準を例にとってプロットし、平均的な直線として

$$2R + T = -2\theta + 710 \text{mm} \quad (\theta \text{は傾斜角度})$$

を記入した。

階段は、脱出のみに存在するものではなく、下降についても通常通行のために考慮を払わなければならない。例えば、出帆直前に乗船した旅客が一齐に下降するとき、傾斜の急な階段は、踏面の寸法などを適切にしないと危険である。下降時は靴底の約80%を使用するから、ハイヒールの女子は足がすくむ思いをする。船舶設備規

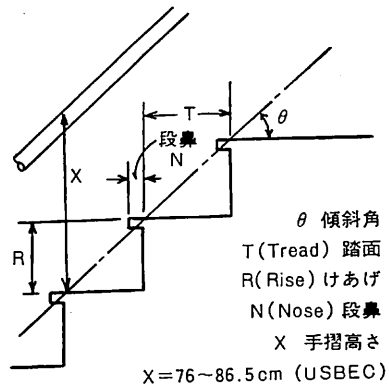


図16 階段の形状寸法

程が規制する傾斜45°は、脱出からは妥当であるが、下降時を考慮すれば理想的には40°以下が好ましい。45°の場合は、踏面、けあげ、段鼻の寸法を適確に設計する必要がある。人体に対する危険防止として、USCGは、踏面、けあげなどの各段における差異を禁じ、USBECは5mm以上の差異を禁ずるといふきびしいものである。船舶の場合、取付誤差の関係で最上段および最下段のけあげに20mm程度の差異が生じることが多いが、これが大きいと、くれない丸実船実験の節で述べたように、つまずきの原因になるおそれがある。スベリ止めのためのノンスリップは重要であるが、下降時にハイヒールの踵などがひっかかり、不慮の転落事故を起きぬよう寸法形状に配慮しなければならない。階段手摺の位置は図16に示すとおりである。手摺間の最大幅は、DOT152cm、USCG167cmである。混乱防止から4列の配列をつくることを防止していると解釈できる。

2・3・7 非常時の混乱防止

内航客船では船客の避難訓練を航海中に行う訳には行かないから、非常脱出時に混乱を防止し、正しい誘導を

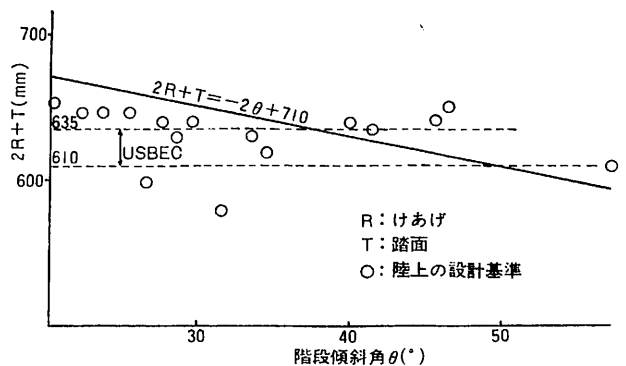


図17 階段踏面、けあげ寸法と傾斜角の関係

行うために、警報装置とともに放送設備は必ず非常電源が必要である。また深夜のパニックを想像すると脱出経路の非常電源による照明は欠かせない。また非常退避を誘導する標識は特に重要である。以上の3項目の整備は種々の設備や配置、構造上の要件に劣らないウエイトをもつものである。昭和40年以降、この警報、照明、誘導について重点的な規則化が進められた。

2・4 脱出時間の推定

船舶の危険度を表2のように分類できることを述べた。すでに我が国でもフェリーのように危険度の高い船舶は、stairway tower を防火構造囲壁で囲むことが義務付けられたから、脱出の見地からは随分と改善されたことになる。今までに述べた水平脱出、滞留解消、階段脱出の各要件から推定される標準脱出時間を用いて、船舶設備規程で決められている。1人当り1cm幅の脱出経路について、所要脱出時間を推定してみよう。例えば100人の定員の場合、階段クリヤー幅は1mになるから、2列脱出が可能で、1単位当り50人の負担となる。くれない丸の実験によると階段口に滞留（密度約8人/㎡）が生じるまでに在室者の20%が脱出した。したがって、40人が階段口滞留の1単位当り負担数となる。階段昇り口流出係数の標準値は0.75人/単位・secであり、アーチアクションマージンを1.5とするから、流出係数は0.75人÷1.5=0.5人/単位・secとなり、滞留解消の所要時間は80秒となる。水平脱出時間は15秒、階段脱出時間は10秒とすれば、合計105秒となる。マージンを加えて2分間ということができよう。これに対しUSBECの高危険度の基準では滞留解消所要時間は48秒となり、合計脱出時間は73秒と短くなる。火災の場合、stairway tower内に避難する時間を推定すると、滞留がtower入口に生じて、水平口脱出であるから、滞留流出係数は1人/単位・sec、アーチアクションを考慮して、0.67人/

単位・secとなり、船舶設備規程なみの1人当り1cmの経路では、滞留解消は60秒で終ることになり、早急に煙害から逃れうることになる。

2・5 脱出研究後の客船設計

以上、脱出研究の要点を述べたが、脱出研究のグループに参加し、昭和29年の太平丸実験以来、疑問をもっていった細かい点を探究し、綱球実験やくれない丸実験、東京商船大学のシミュレーション実験等を実施し、解析すればするほど、脱出問題は人間の心理と動作に関連して複雑で、解明することの難しさを痛感した。夜遅くまで、8mmフィルムを1駒ずつ止めながら、避難する群集の動きを観察しているうちに、フィルムが過熱して焦げたこと、階段における人体の動きを調べるために、地下鉄の構内で群集の流れを観察したこと、通勤の電車内で、群集密度を計るために人数を数えたり、流出係数を求めるために時間を計測したこと等が憶い出される。そして、こうした具体的な体験が、その後の別府航路客船の設計思考を決定するとき、大そう役立ったのであったと考えられる。

人間工学に関しては、書物の上で知識をうるよりも、実際の人間の動作の観察が客船設計には必要である。「居住区設計の話」において、筆者は諸室の寸法からフレームスペースの決定に至るまで、人体の肩幅と胸厚の単位を使用したことを述べた。また、椅子の設計において、既存の人間工学の知識を鵜呑みにすることがよくないことを述べた。こうした設計思考は、脱出に関する研究の結果として、自然と会得されたのではなからうかと思う。そして、すみれ丸（初代）船長から聞いた屋島丸遭難の様子の話や、その後、船火事の跡を調べたときの凄じかったことを思い出すのであった。

昭和28年頃だったと思う。沖縄航路の黒潮丸（初代）1,300GT（写真3）は復航、洋上で機関室から出火し

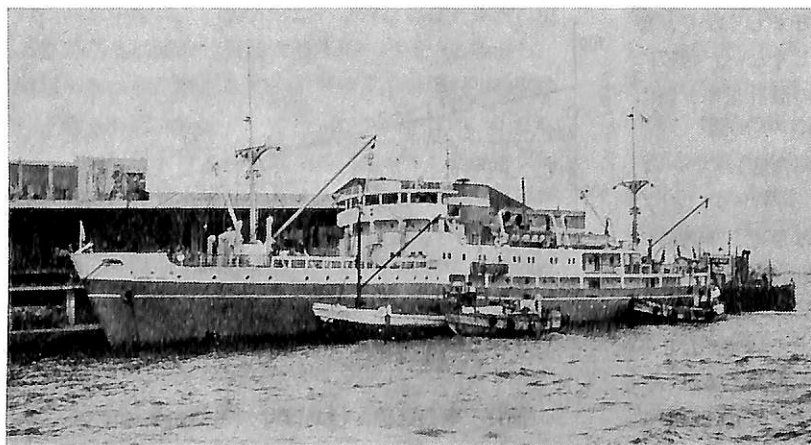


写真3 黒潮丸（初代）

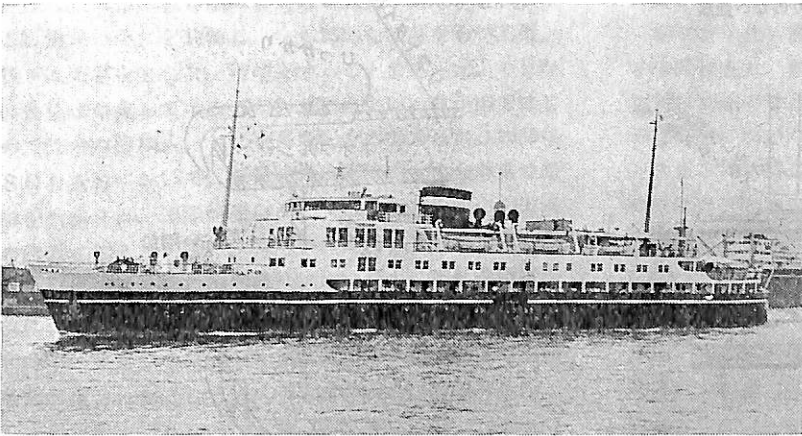


写真4 るり丸

た。乗組員の手で機関室は密閉されたが、機関室後部隔壁から第二甲板後部2等室内張に延焼し、階段は煙路となり、立入ることが不能となった。旅客は全員脱出し、端艇甲板に集合した。乗組員は、上甲板通路の65mm木甲板を手斧で割り、13mmの鋼甲板をドリルで穿孔し、そこから射水して、延焼を喰止めた。濡らした毛布の目張りで機関室を密封し、鎮火に成功した。自力で航海を終えたのであった。煤で黒く汚れた船体であったが、乗客は涙を流さんばかりに、船員の手を握り、消火の労をねぎらって下船していった。全員無事であった。冷静な手段で初期消火に成功した例であり、乗組員の沈着と勇気に頭が下る思いであった。

昭和30年代、造船所で冷房装置新設のため、改造工事実施中の2,000GT別府航路るり丸(写真4)の特2等室から出火した。工事のため置いてあった蓋をとった接着材に、溶接の火花が落ち、そばに積上げてあった発泡断熱材に引火したのであった。造船所を訪れていた筆者は、報らせを受けて現場に駆けつけたとき、既に鎮火していた。消火器の用意は万全で、即刻、初期消火に成功し、約10分間の出来事であったと思う。しかし、上甲板の特2等室の火元になった小部屋から、甲板室出口までの約10mの廊下は上半分のペイントが焦げ、黒くなって火炎が走った跡があった。廊下の壁に救命器具配置を示す、ガラスの額縁が取付けてあった。その下半分は何ら異常なく、上半部は黒く汚れ、熱によりガラスが割れていた。US BECでは、火災時廊下の上方は煙で見えなくなるから、非常灯はできれば足もとに取付けることを推奨するという事を述べている。るり丸の事故はまさにそれを裏付けるものであった。脱出経路に関する構造は単に規程に合格するというだけでは不十分で、より一層の細かい実情に即した配慮が必要なのであった。

脱出研究以降に建造された別府航路客船は次のとおり

の事項が改善されている。

- (1) stairway tower を形成するようにし、他の客室区域とは防火壁で仕切られた。stairway tower 内にできるだけ大きな集合広場が設けられるようになった。
- (2) 2等室の広幅階段(クリヤー幅 3,600mm)は従来は中手摺1条であったが、2条とされ、4列脱出の危険を緩和した。
- (3) 段数の少ない船内階段は廃止され、斜路とされた。
- (4) 階段昇り口と客室の間には防煙のため扉が設けられた。
- (5) 脱出経路上の突出物(ひっかかりを生じる)は無くされた。
- (6) 階段手摺の配置は脱出に都合がよいように配慮された。
- (7) 主階段傾斜が 40° 以下とされた。
- (8) 船内の扉はできる限りシルレスとし、止むをえず、小さなシルが残るものは、斜板を付け、つまずきが起らないようにされた。また、100mm程度のまたぎを要するシルは厚さが75mm程度とされた。階段のノンスリップはひっかかりのないものとされた。
(図18, (a), (b), (c))
- (9) 階段昇り口、出入口の前後、その他歩行の方向転換を要する個所にはノンスリップ床張が施工された。
- (10) 非常灯は増設され、誘導標識が改められた。

以上は細かい点ばかりである。大きな要件は規則強化により、規制され、改善されてゆくであろうが、細かい点に関しては設計者の自主的な配慮が必要で、今後再び客船が建造されるとき、細心の注意が払われることを期待してやまない。

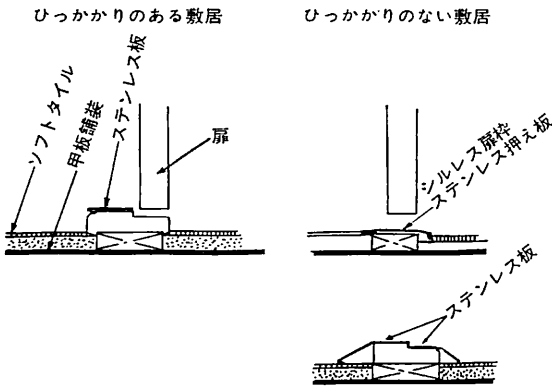


図18 (a) 敷居

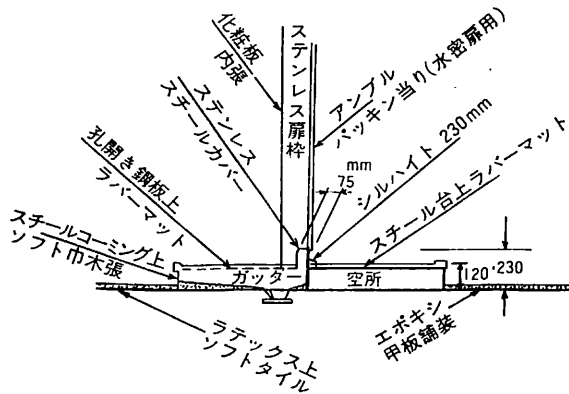


図18(b) またぎ易い出入口形状

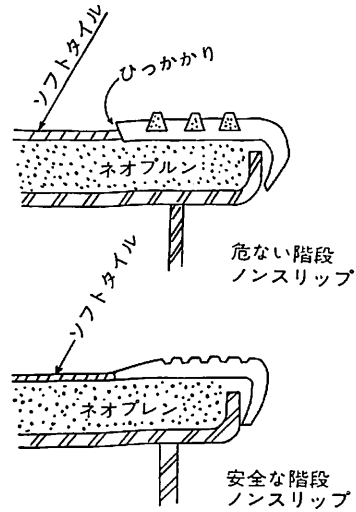


図18(c) 階段ノンスリップ形状

3 救命設備の改善

3.1 法令改正の経緯

戦後30年以上の間にはわたって、続けられた瀬戸内海客船の救命設備改善の中で、最たるものは、膨張式救命いかだが開発され、この採用が法制化されて、救命艇にとって替ったことである。膨張式救命いかだを搭載することにより、はじめて最大搭載人員の100%以上を収容することが可能となり、非常の際はすみやかに、確実に進水させ、安全に乗艇でき、天幕の展張によって人体が風波から保護されるようになった。現在の別府航路客船は25人乗りの膨張式救命いかだを50台以上装備しているから、1,250人以上の人員を水上に支えて救助することができる勘定になる。全いかだを一斉投下すれば、2~3分間で、船体の周囲は隙間なく展張したいかだが開まることになる。乾舷が低い客船からの乗艇は安全であり、また、たとえ、昔の海難例のように、船体が横転しても、いかだの固縛装置に取付けられている水圧離脱器が作動し、いかだが自動的に浮上展張する仕組みになって

いるから、船内からの脱出が巧くゆけば、全員がそれに乗移ることができるようになった。もし、膨張式救命いかだが開発されなかったら、そして、全員を救命艇に収容しなければならないとしたら、35~40隻の救命艇が必要で、3,000GT程度の船には物理的に搭載不能であった。

内航客船の救命設備の法令改正はSOLA S条約における救命設備改善の歴史に従って行なわれてきた。国内航路客船として、どのように国際条約に近づくかという形態をたどってきた。終戦直後の沿海区域客船は近海区域客船に比し、救命艇の総容積すなわち収容定員数が緩和され、不足する分を固形救命浮器で補うことが許されていた。しかもこれら救命艇と救命浮器の合計定員は、本船最大搭載人員の75%でよいことになっていた。したがって、2,000GT型客船は6隻、1,000GT客船は4隻の救命艇を装備していたがそれらの合計定員は船の最大搭載人員の19~20%に過ぎなかった。1948年SOLA S発効に伴い、昭和27年船舶設備規程が改正され、沿海区域旅客船の救命艇は少くとも最大搭載人員の25%の定員を保有するようになり、救命艇の所要容積の緩和措置は撤廃された。けれども内航客船の主力は昭和23年までに建造を済まされており、現存船に対しては従前の措置が設けられたから、実質的な法令適用は行なわれなかった。昭和30年を過ぎて、はじめて膨張式救命いかだが開発された。法制化としては先ず、国内船に対し、膨張式方式のみを適用する場合の救命設備が暫定措置として発令され、船舶設備規程と併行して、どちらの基準を採用してもよいことになった。救命艇との混載は認められな

かった。沿海区域客船は最大搭載人員の100%を収容する膨脹式いかだを装備し、うち25%を天幕をもつ乙型、残りは天幕をもたない丙型とすることであった。くれない丸型は卒先してこの新しい基準に従い、我が国ではじめて50台の膨脹式いかだを搭載したのであった。1960年SOLASにおいて、救命設備は国際的な人命尊重の精神を生かされ、国際航海においては、従来の救命艇方式の設備に加えて、膨脹式救命いかだ方式を増備搭載することが採択された。国内航路においても、内航の海難事故による人命の喪失について、反省の機運が高まり、昭和38年、旅客船の検査強化と救命設備改善に関する依命通達が出された。こうして昭和27年法令は改正されながら、現存船に対し猶予されていた救命艇容積不足を膨脹式救命いかだで補充し、さらに古くなった固形浮器を膨脹式いかだに置換する方向へスタートした。当時、船令25年を越す客船が急増していたので、それらに対し、徹底した安全検査が実施され、救命設備の改善の機会に全現存船が、はじめて復原性規則の適用を受けたのであった。続いて昭和40年、1960年SOLASに従った法令改正として、船舶救命設備規則が公布され、それまで船舶設備規程の中で扱われていたものが単独省令となった。この規則により、膨脹式救命いかだの丙種は廃止され、国際規格の甲種と国内用の乙種はともに救命艇と同一効力があるものと設められ、沿海区域旅客船は、救命艇又は膨脹式救命いかだいずれでもよく、それらの合計収容人員が最大搭載人員の100%に達するよう義務付けられた。昭和48年、カーフェリーの安全対策強化に関する通達が出され、カーフェリーに対しては、最大搭載人員の115%まで所要数が引上げられ、さらに非常艇1隻の追加が法制化され、やっと本格的な救命設備規則が整ったのであった。

3・2 救命設備検査の思い出

昭和20年代、瀬戸内海客船の保船を担当し、定期検査や中間検査で、救命設備の検査によく立会った。当時の客船は前述のように最大搭載人員の20%程度の救命艇と55%程度の固形浮器を積んでいた。

大正年代に建造されたむらさき丸(初代)、早鞆丸、その他はラジアル型ポートダビットを有し、検査官から振出しテストを指示されて大弱りであった(写真5)。大勢かかってやっと受検したが、これらの船は就航中、船体が傾斜しやすく、そうした時、傾斜の反対舷の救命艇を振出すことは到底不可能に感じられた。戦後の建造船とすみれ丸以降の戦前客船にはコロンバス式ダビットが装備され、ベベルギヤが付いた回転ロッドでダビットを舷外へ押出すのであったが、ハンドルが重く、やはり船体が2~3°逆傾斜すれば、振出しが困難のようであった。船長や一航士は受検しながら語るのであった。「法令で決っているから仕方がないのですが、私達は救命艇が万全だとは思っていません。定員の少ない貨物船ならば救命艇は効果的でしょうが、大勢の船客を一人でも多く助けるには不向きですよ。救命艇で死ぬこともあります。戦時中、救命艇に頼って我々の仲間が大勢死にました。我先にと艇に泳ぎついて、舷につかまるので、その重みで、あっという間に転覆し、頭の上に艇がかぶさってしまったのです。救命胴衣をつけているから、水中をもぐって脱出することができず全員死にました。非常の時でも、うかつに救命艇に近よるなといたいんです。だから混乱が起りがちな内航客船の救命具としてはいかだがよいでしょうね。……」

くれない丸は膨脹式救命いかだの最初の大量搭載船であったから、その投下装置をどうするかで、種種運輸省船舶局の方方からご指導をうけた。図19に示すように、

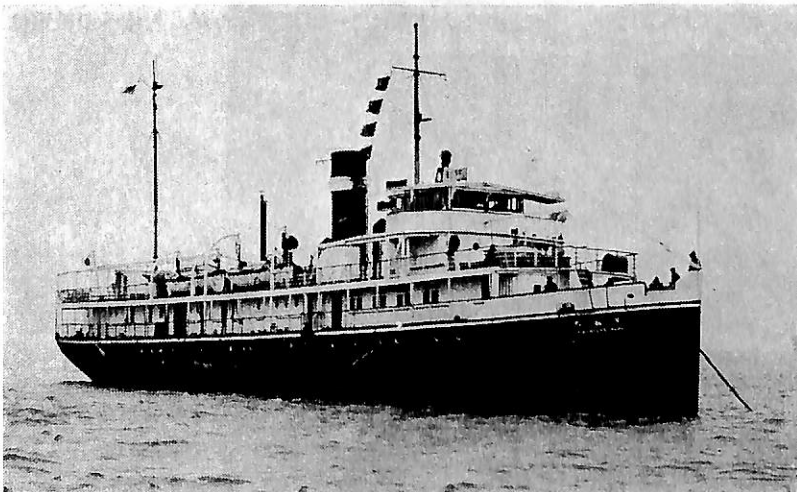


写真5 ラジアル式ポートダビットの早鞆丸

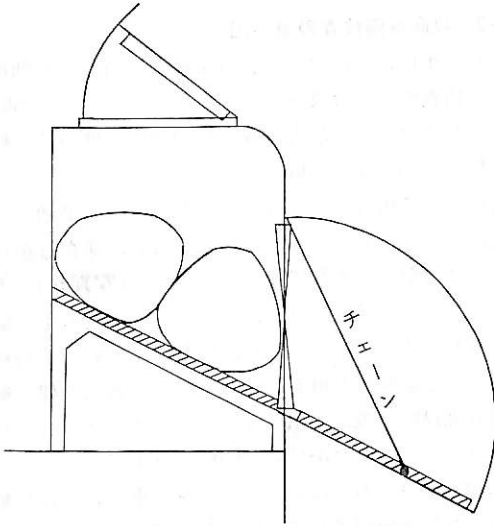


図19 初期の膨張式救命いかだ投下装置

底部床の傾斜を急にしましたが、ナイロンの収納袋に入ったいかだは摩擦があって滑り難い、むらさき丸では、ローラを付けた板を置きその上に、救命いかだを乗せて滑り易くした。

船体沈没時、箱の上部蓋を押し上げて、いかだが自動浮揚する場合、上蓋が開き易いようエアタンクを取付けたりしたが、どうもすっきりとしなかった。

昭和36年、平水区域客船ふえにつくす丸(350GT)(写真6)を建造したが、はじめて救命いかだコンテナが用いられた。軽合金の溶接で手造りされたもので、これを2個一緒に傾斜台に固縛した。同船竣工時、投下試験を実施したところコンテナは弧を画いて落下し、2個とも同じところに落ちる。最初のコンテナは次のコンテナに激突されて、大きく凹んでしまった。今度は、2個目のコンテナを少し遅らせて落下させたところ、海面で膨

脹途上のいかだの上に落ち、いかだが破れてしまった。さらに遅らせて落下させると、展張したいかだに当たったが損傷はなかった。2個同時落下はよくないとわかり、2回に分けて投下できるレバーを設けたのであった。その後FRPコンテナが作られるようになり、同時落下でも大きく変形破損することはなくなったようである。くれない丸型のいかだ投下装置もFRPコンテナ型に改造された。

昭和40年代の後半から内航客船の運航は、年末年始安全総点検が実施されるようになり、筆者らも、年末多客時、乗船で混雑する現場に詰めるようになった。出帆直前の岸壁に立つと、乗船口を照らす投光器の反射をうけて、船体の最上部にずらりと並んだ、救命いかだのコンテナが鈍く光っている。投下テストの状況を憶い出しながら眺めているうちに次のことに気が付いた。最近のいかだは急速投下できるよう、一挙動で固縛索の留め金が外れるようになっている。当然プラスチック板を破壊してレバーを引くのであるが、若し、出帆時に誰かがいたずらで操作したら、どうであろう。1個約100kgのコンテナが、雨のように舷側から3~4mの見送りの人々が近寄る位置に落下し、大変なことになる。早速、調査したところ、すでに担当技師がこのことに気付いて、二重の安全装置を取付けていた。しかし、救命いかだ投下装置をはじめて使用した当初は、いかだの投下の確実性ばかりに気をとられ、こうしたことまでなかなか気が付かないものであった。多数の人命をあずかる客船では、貨物船では考えられないような危険がいたるところに存在するものである。前述の救命艇が人を殺したと同様に、救命いかだが殺人をすることがあってはそれこそ大変である。

いかだの膨脹索が、航海中、いたずらで引張られ、船上で展張した事故は2~3度あったが、人体への被害は

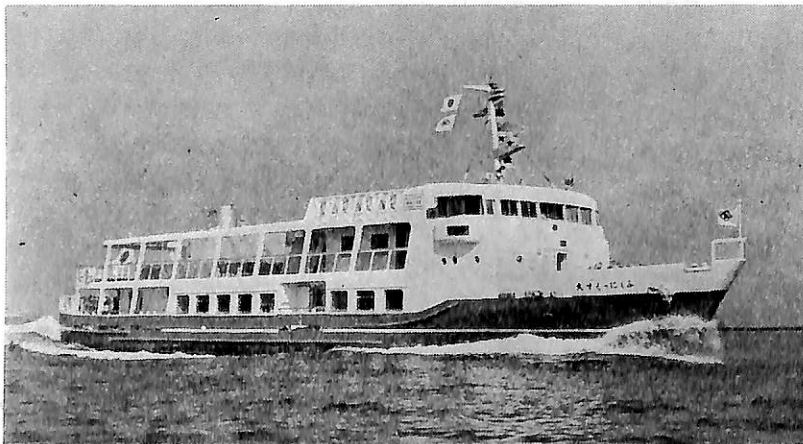


写真6 膨張式救命いかだを軽合金コンテナに納めたふえにつくす丸

なかった。また、膨脹式5人乗ゴムボートは、救命いかだではないが、各船に装備され、航海船橋近くに配備された。これは、時々発生する投身者の救出のために、大そう威力を発揮し、人命救助へ貢献した。

最後に救命設備ではないが、乗船中の人体の保護としての、柵欄装置について、横棒の間隔が230mm以上が設備規程で禁止されているが、幼児が乗船する客船では、横棒、縦棒にかかわらず120~150mm以上の間隔は、転落の危険があり、留意を要した。また、遊歩甲板

等において、各種箱類やベンチが、舷側のハンドレールに接して無意識に置かれることが多かったが、幼児がその上に乗って遊ぶとき、ハンドレールの頂部を越して転落の危険があり、置場所を替えるよう配慮された。陸上建築物では、屋上から身を乗りだす人は少ないが、下が海面の場合は恐怖心が薄らぐようで、夏期の多客時に、救命艇のカバーの上に乗ろうとする人を制止するのに乗組員が気を遣った時代もあったのである。

技術短信

技術短信

省エネルギー形の中小形船用ディーゼル機関 三菱 Sulzer 6 RLA 56 型の第1号を完成

三菱重工業・神戸造船所において、中小形船舶主機としてスイス・スルザ社との技術提携による低速2サイクルディーゼル機関「三菱 Sulzer 6 RLA 56形」の第1号機を完成した。実機としては、世界の一番号機である。

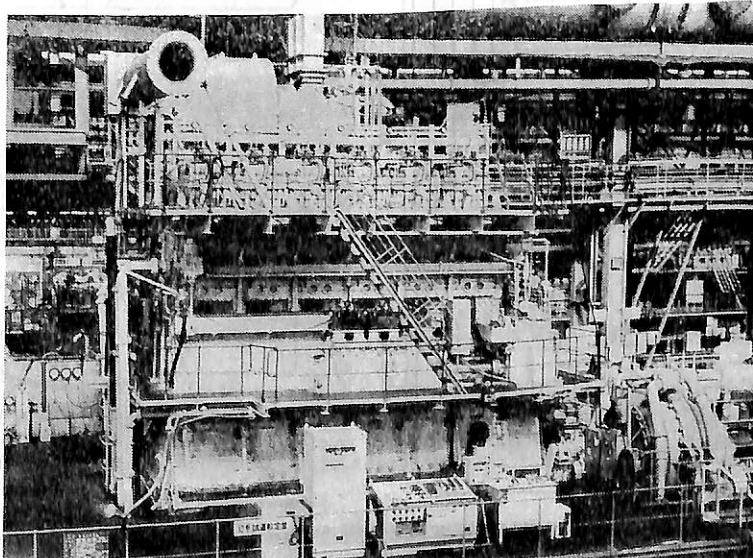
このRLA56形は、大形から中小形へと推移している船舶需要の動向に合わせ、従来の大出力ディーゼル機関であるRND形、RND-M形の姉妹機として、5千~1万PSの比較的小出力範囲をカバーする中小形ディーゼル機関として開発したものである。とくにシリンダのロングストローク設計によって回転数を落とし、推進効率の向上・燃料消費量の節減を図っている。

このたび完成した「6 R L A 56形」は現在(株)東島どっくで建造中の東京海事(株)向け16,000DWT多目的貨物船

に搭載する2基の主機関として受注したうちの1号機であり、更に引き続き2.3号機も年内に完成する予定である。9月1日の始動以来、ライセンサであるスルザ社のエンジニアも交えて、各部応力・温度計測および諸性能の確認試験を実施した。この結果、定格出力時の燃料消費率は1時間当たり149.3g/PS、常用出力時には148.7g/PSで保証値152g/PSを大幅に下まわり、本機関の高い経済性を実証した上、更に約2%改善できる目途もたっている。また機関騒音についても従来の機関以上に静かであるなど、所期の目的性能を確認している。

主要目

機関形式	三菱 Sulzer 6 RLA 56 副
定格出力	8,040PS (1,340PS×6 シリンダ)
定格回転機	170rpm
シリンダ径×ストローク	560×1,150mm
平均有効圧力	12.5kg/cm ²
平均ピストン速度	6.52m/秒
過給機	V T R 501—2 形×1 台



新しい低温用鋼板—SHT鋼板— について

西沢 一彦・別所 清
(住友金属工業株式会社)

1. 緒言

エネルギー問題・公害問題を反映して、クリーンエネルギーとしてLNGとともにLPGが見直され、日本をはじめ先進国間で導入がさかんになりつつあり、大型LPGタンカーの建造・引合がふえている。また、たとえば液化アンモニアタンカー等の他の液化ガス運搬船の需要もふえつつある。

これらガスの液化温度は図1に示す通りであり、タンクならびに一部船体については低温用鋼が使用される。液化ガス運搬船の大型化にとまぬ、脆性破壊を防止するために、鋼材に対し一段とすぐれた低温靱性が要求される。

住友金属では従来の低温用鋼よりも格段に低温靱性、とくに脆性破壊に対する伝播停止性能のすぐれた新しい低温用鋼の開発に成功した。この鋼は従来の焼ならし(Normalize)法、あるいは焼入れ焼戻し(Quench-Temper)法に代わる新しい製造法—SHT法—により製造されるもので、SHT(Sumitomo High Tou-

ghness)鋼と称している。

SHT法は焼ならし温度に加熱した鋼に結晶粒微細化を目的とした加工熱処理を与えることを特色としている。通常の焼ならし法よりもさらに細粒マイクロ組織が得られるので、すぐれた低温靱性を示すことになる。また細粒化による強度上昇により炭素当量の低下が可能であり、溶接性の改善も行える。

本資料は当社の新しく開発した低温用SHT鋼板の特性を紹介するものである。

2. 低温用鋼の規格

液化ガス運搬船に使用される鋼材については、各船級協会にてそれぞれ規格が設けられており、また共通規格としてIMCOにおいて“液化ガスばら積船構造設備規則”が審議されている。

代表例としてNKの低温用鋼材の材質規格の抜萃を

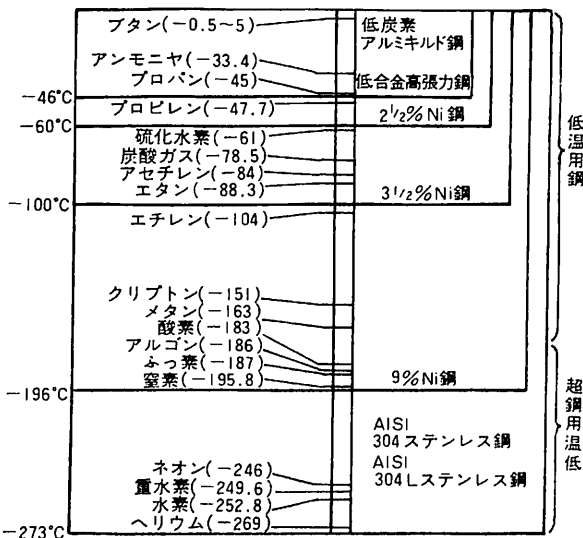


図1 各種液化ガスの沸点ならびに使用対象鋼板

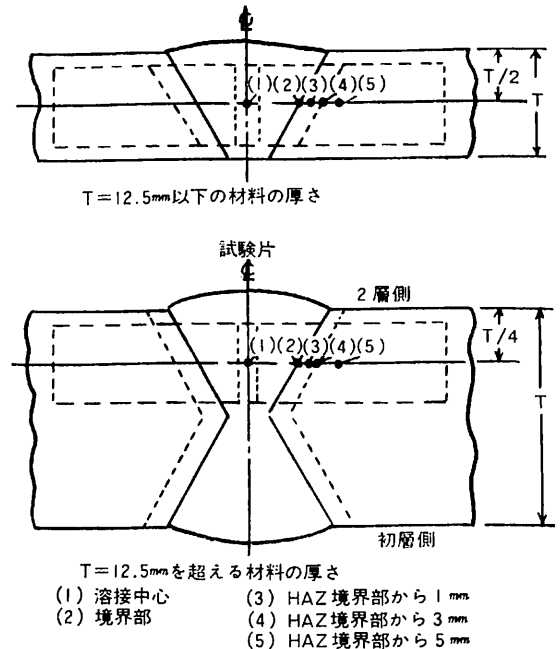


図2 溶接部シャルピー試験の切欠位置

表1 NK低温用鋼材の材質規格

鋼材記号		KT-35N	KT-50N	KT50-Q	K5T-50Q
脱酸形式		細粒キルド			
(と り べ 分 析 値) 化学成分(%)	C	0.16以下	0.14以下	0.14以下	0.14以下
	Mn	1.60以下	1.60以下	1.60以下	1.60以下
	Si	0.35以下	0.35以下	0.35以下	0.35以下
	P	0.040以下	0.035以下	0.035以下	0.035以下
	S	0.040以下	0.035以下	0.035以下	0.035以下
引張試験	引張強さ (kg/mm ²)	41~50		46~55	50~60
	伸び (%)	20		19	
		(標点距離 $L=5.65\sqrt{A}$, A :試験片の断面積)			
衝撃試験	試験温度 (°C)	-35	-50	-60	-60
	吸収エネルギー (kg-m)	5.5以上	5.5以上	6.2以上	7.0以上
熱処理		焼ならし		焼入れ焼きもどし	
炭素当量		0.41以下			

表1に示す。IMCOでは設計温度より5℃低い温度で最小平均吸収エネルギー値(C方向)として2.9kg-mが要求されており、この値は母材だけでなく、図2に示す溶接部の各位置についても要求されている。

3. 新しい低温用鋼の製造法

— SHT法 —

SHT法の特色を明らかにするため、低温用鋼としての実績の多い焼ならし法と製造プロセスを対比してみると、図3のごとくなる。SHT法と焼ならし法との相異個所を二重枠で示すが、SHT法の最大の特色は焼ならし温度と同一温度に加熱した鋼を加工熱処理することに

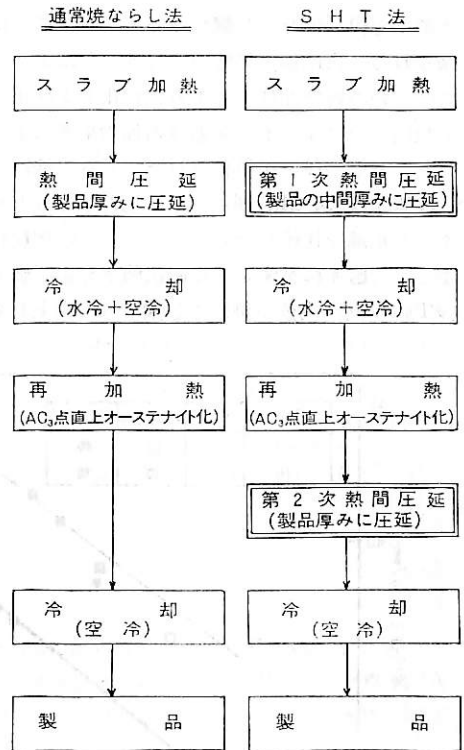
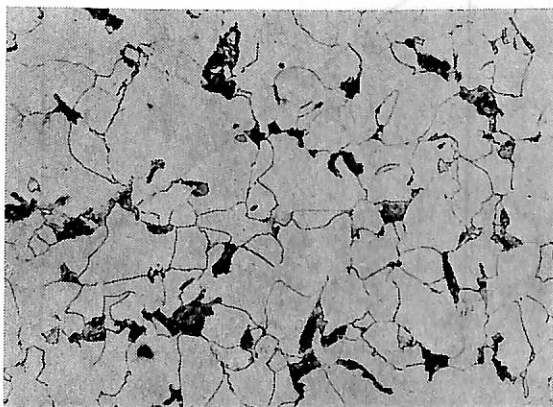


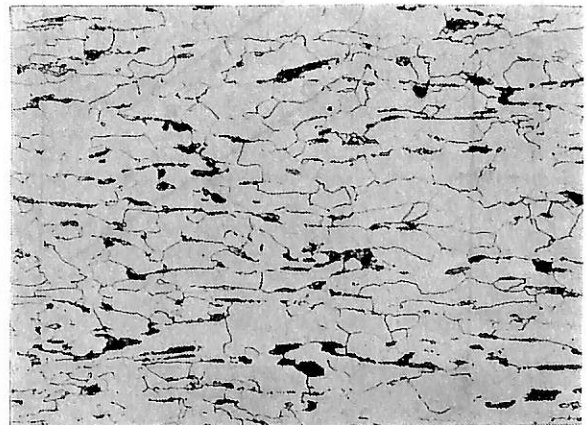
図3 通常焼ならし法とSHT法との製造法比較

ある。このため熱間圧延は2回に分けて実施され、第1次圧延では任意の厚みのスラブが第2次圧延に必要な加工度に相当するスラブ厚に達したところで圧延を中断することになり、鋼板に必要な性能は第2次加熱・圧延で制御される。

マイクロ組織的にみると、SHT法は最終加熱温度を焼ならし温度と同じにすることにより、整理粒のオーステ



(A) 焼ならし鋼 平均粒径12.5μ



(B) SHT鋼 平均粒径8.3μ [20μ]

写真1 焼ならし鋼とSHT鋼のマイクロ組織

ナイトを得、焼ならし鋼なみのマイクロ組織の均一性が確保される。次に加工熱処理を行うことにより、オーステナイト粒の再結晶作用による細粒化およびオーステナイト粒内へのフェライト変態核増加効果等により、焼ならし法よりも一段と細粒化されたマイクロ組織が得られる。

写真1は Si-Mn 鋼における焼ならし鋼と SHT 鋼のマイクロ組織を比較したものである。この細粒化の促進によって、図4に示すごとく降伏強さおよび破面遷移温度 (VTs) が同一成分の焼ならし鋼よりも向上していること

がわかる。

NRL 落重試験における NDT 温度は SHT の 2 次圧延時の全圧下率とよい関係があり、全圧下率を増すと改善され、たとえば焼ならし法では $NDT = -45^{\circ}\text{C}$ 程度の鋼を SHT 法により $NDT = -100^{\circ}\text{C}$ 程度まで向上させることも可能である。

4. SHT 鋼板の特長

SHT 鋼板の特長をまとめると次のごとくなる。

(1) すぐれた低温靱性

焼ならし鋼よりも結晶粒径が細かく、シャルピー試験、各種大型破壊試験性能がすぐれている。

(2) すぐれた溶接性

焼ならし鋼よりも、細粒化による強度上昇が容易であり、炭素当量の低減が可能である。

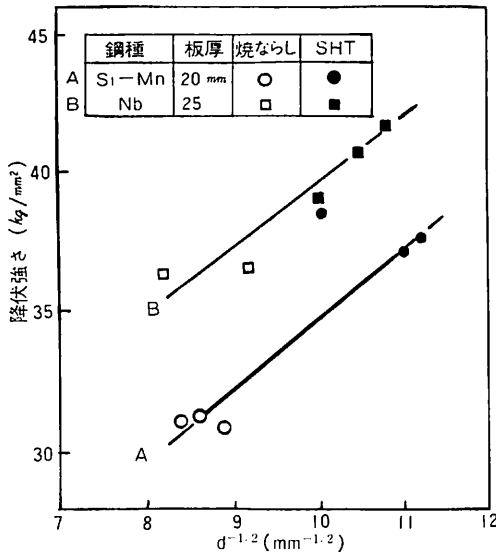
(3) すぐれた量産性

鹿島製鉄所に設けられたオンラインで連続的に製造可能な専用設備により、大ロットの受注に応ずることができる。

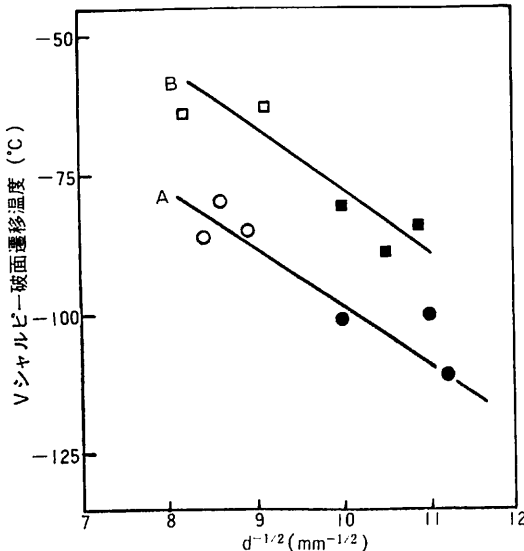
5. SHT 鋼板規格と認定取得状況

SHT 鋼板については社内規格を次のごとく決めているが、各種船級規格あるいは客先規格についても相談により製造可能である。SHT 鋼板規格を表2に示す。

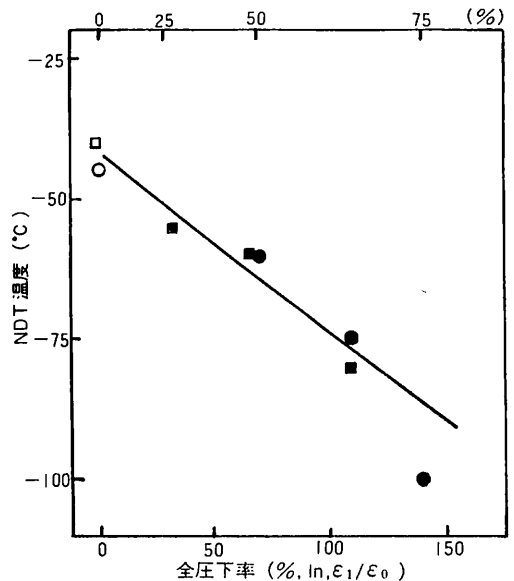
SHT 鋼板については表3のごとく、NK, NV, LR 船級認定および日本溶接協会 LT 認定を取得してい



(A) 降伏強さと平均粒径の関係



(B) シャルピー破面遷移温度と平均粒径の関係



(C) NDT 温度と SHT 二次圧下率の関係

図4 焼ならし鋼と SHT 鋼の代表的機械的性質の比較

る。

6. SHT鋼板の性能紹介

SHT41A～SHT50Aの代表的性能を以下に紹介する。

(1) 母材性能

供試鋼の化学成分を表4に、引張試験結果を表5に、切欠き靱性試験結果を表6にそれぞれ示す。Vシャルピ

表2 SHT鋼板の社内規格

鋼材記号	SHT41A	SHT46A	SHT50A	
脱酸形式	細粒キルド			
製造法	SHT法			
化学成分(%)	C	0.14以下	0.14以下	0.14以下
	Si	0.35以下	0.35以下	0.35以下
	Mn	1.60以下	1.60以下	1.60以下
	P	0.035以下	0.035以下	0.035以下
	S	0.035以下	0.035以下	0.035以下
	V	—	0.15以下	0.15以下
	Nb	—	0.05以下	0.05以下
	Ni	—	—	0.30以下
引張試験	降伏点(kg/mm ²)	29以上	33以上	37以上
	引張強さ(kg/mm ²)	41～50	46～55	50～60
	伸び(%)	20以上		19以上
衝撃試験	試験温度(℃)	-50 または -60		
	吸収エネルギー(kg-m)	5.5以上	6.2以上	7.0以上
炭素当量	0.41以下			

$$\text{炭素当量 } C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15} (\%)$$

試験におけるvTsは-88～-128℃、NRL落重試験におけるNDT温度は-75～-100℃と非常に良好な値を示している。

表3 認定取得状況

船級協会	認定取得規格	認定板厚(mm)	対象社内規格
NK	KT35N, KT50N相当	max 35	SHT41A
	KT50Q 相当	〃	SHT46A
	K5T50Q 相当	〃	SHT50A
NV	NV2-4	max 30	SHT41A
	NV4-4	〃	SHT50A
LR	Category III 37-47	max 30	SHT41A
	〃 42-52	〃	SHT41A SHT46A
	〃 47-57	〃	SHT46A SHT50A
	〃 52-92	〃	SHT55A
WES	LT29-IV-80G-60A	max32	SHH41A
	LT-33-IV-90G-60A	〃	SHT46A
	LT-37-IV-102G-90A	〃	SHT50A

表5 引張試験結果

鋼種	試験片	方向	降伏点(kg/mm ²)	引張強さ(kg/mm ²)	伸び(%)
SHT41A	JIS5号	L	34.1	44.1	59.9
		C	35.5	44.3	58.8
	5.65√A	C	35.8	43.2	34.9
SHT46A	JIS5号	L	38.6	47.6	53.6
		C	39.5	49.8	49.6
	5.65√A	C	39.3	49.1	31.6
SHT50A	JIS5号	L	44.4	55.6	50.8
		C	44.4	55.6	42.5
	5.65√A	C	46.6	55.4	27.8

表4 供試鋼の化学成分

鋼種	化学成分(チェック値)(Wt%)										板厚(mm)
	C	Si	Mn	P	S	Ni	V	Nb	sol Al	Ceq	
SHT41A	0.08	0.08	1.36	0.018	0.003	0.01	—	—	0.033	0.31	30
SHT46A	0.09	0.07	1.34	0.022	0.003	0.01	0.05	—	0.035	0.33	30
SHT50A	0.10	0.32	1.38	0.021	0.004	0.25	0.07	0.020	0.029	0.36	30

表6 切欠き靱性試験

鋼種	方向	Vシャルピー				歪時効シャルピー			プレスシャルピー		NRL NDT温度 (°C)	
		vE_0 (kg-m)	vT_S (°C)	vT_E (°C)	$vE-60$ (kg-m)	vE_0 (kg-m)	vT_S (°C)	vT_E (°C)	$vE-60$ (kg-m)	pT_E (°C)		pT_C (°C)
SHT41A	L	27.6	-94	-75	11.4	25.5	-78	-61	7.8	-57	-66	-75
	C	19.3	-90	-78	9.0	—	—	—	—	-45	-57	—
SHT46A	L	25.8	-102	-89	12.2	20.9	-95	-78	10.3	-66	-82	-85
	C	13.5	-88	-84	8.0	—	—	—	—	-51	-68	—
SHT50A	L	23.3	-128	-124	16.4	21.5	-113	-112	10.8	-75	-88	-100
	C	10.2	-113	-108	8.4	—	—	—	—	-55	-63	—

(2) 脆性破壊伝播停止性能

二重引張試験結果を図5に示す。SHT41Aは-138G-88A、SHT46Aは-154G-103A、SHT50Aは-137G-99Aとすぐれた脆性破壊伝播停止性能を有する。

(3) 板厚方向特性

焼ならし温度に加熱後熱間加工を加えるので、板厚方向の性能劣化が懸念されるが、図6に示すごとく、板厚方向絞り値は焼ならし材に比べて遜色ない。

(4) 溶接性

炭素当量が低いので、最高硬さは203~292Hvと300Hv

以下の値を示す。γ開先拘束割れ試験における割れ停止予熱温度はSHT41A、46Aは室温、SHT50Aは50°Cであった。(表7)

表7 溶接性試験結果

鋼種	最高硬さ試験	γ開先拘束割れ試験	
	Hmax (Hv, 10kg)	割れ停止予熱 温度	PCM(%)
SHT41A	203	15°C	0.151
SHT46A	224	15°C	0.164
SHT50A	292	50°C	0.187

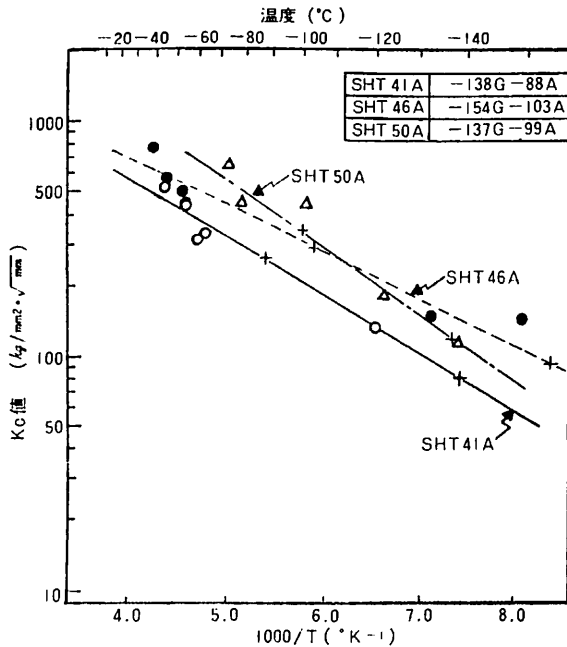


図5 二重引張試験結果

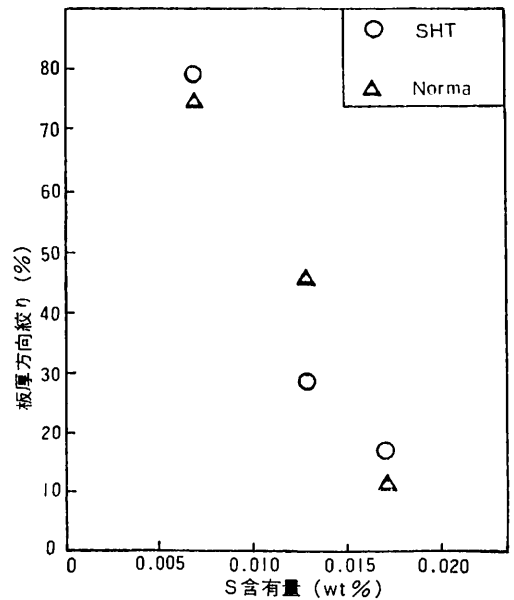


図6 SHT材と Norma 材のZ方向引張特性の比較

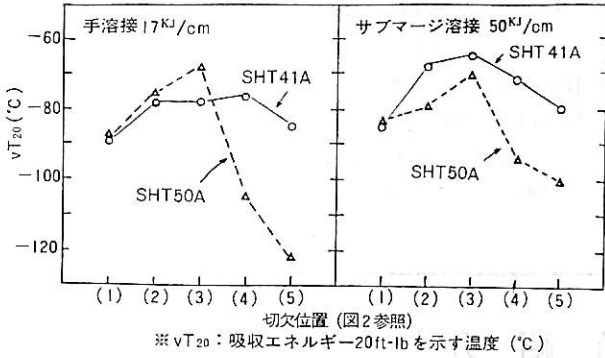


図7 溶接部シャルピー試験結果

表8 溶接条件

継手	開先形状	溶接材料	溶接条件	溶接入熱
手溶接		溶接棒: N-2	170A-25V-15cm/min 層間温度 100°C以下	17 kJ/cm
サブマージ溶接		ワイヤ: LT 3N フラックス: BL 3N	500A-40V-24cm/min 層間温度 100°C以下	50 kJ/cm



写真2 冷間球面加工材の外観 (17t × 125R)

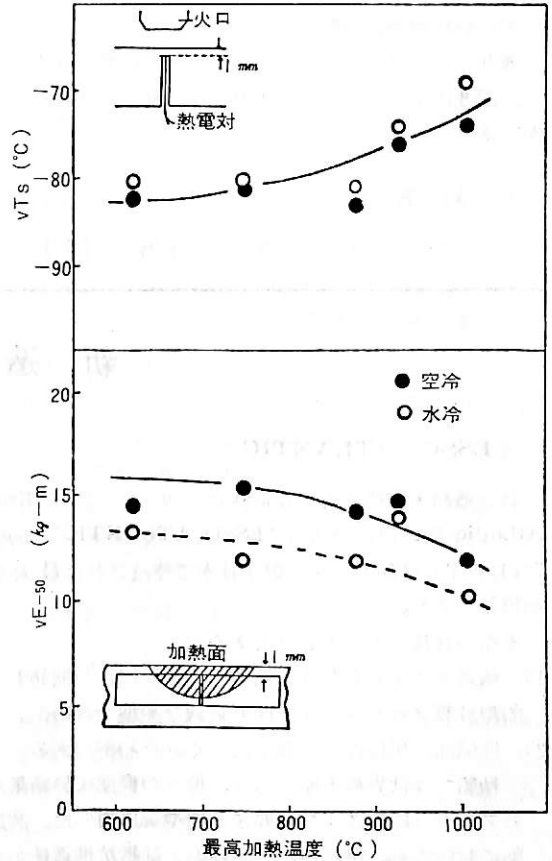


図8 線状加熱における最高加熱温度と衝撃特性の関係

(5) 接溶部シャルピー性能

手溶接部, サブマージ溶接部について IMCO 規定にしたがって溶接部シャルピー試験を行なった結果を図7に示す。溶接条件は表8に示すとおりである。

(6) 冷間加工の影響

写真2に示すような125R (加工度6.8%) および400R (加工度2.1%) の球面加工を行ない, 冷間加工の影響を調査したが, vT_s の劣化はいずれも10°C程度であり, 表6に示す歪時効シャルピー試験結果と比べても同程度の劣化である。

表9 線状加熱試験供試材

化学成分						板厚 (mm)	方向	引張			シャルピー	
C	Si	Mn	P	S	Ceq			Y. P. (kg/mm ²)	T. S. (kg/mm ²)	El GL=200 (%)	vE-50 (kg-m)	vTs (kg-m)
0.07	0.21	1.34	0.020	0.004	0.29	20	L	37.5	46.8	32.2	27.5	-109
							C	38.8	47.2	30.6	15.4	-86

(7) 線状加熱の影響

表9に示す供試鋼について線状加熱の影響を調査したが、図8に示すように線状加熱による靱性の劣化はわずかである。

7. 結 言

コストアップを招くことなく、従来鋼よりも格段に低

温靱性、とくに脆性破壊に対する伝播停止性能のすぐれた新しい低温用鋼の製造法としてSHT法を開発し、SHT鋼の特性の概要を紹介した。寒冷地ラインパイプ、極北用産業用機械等にすでに3万トン弱の製造実績を有しているが、今後LPGタンクあるいはアンモニアタンク用素材として利用頂きたい。

新 造 船 紹 介 (新造船写真集参照)

《ESSO ATLANTIC》

日立造船・有明工場で建造されたリベリアのEsso Atlantic Inc.向け油槽船“ESSO ATLANTIC”(508, 731DWT)は50万トンを越す日本で建造された最大の油槽船である。

本船の特長は次のとおりである。

- 1) 輸送コスト有利な経済船型であり、同社が開発した船型計算プログラムを駆使し最適な船型を求めた。
- 2) 性能面、居住性など非常にすぐれた船型である。一軸船では世界最大船であり、種々の模型実験結果からプロペラにノズルを装備する船型を採用した。試運転においても、保針性、操縦性および抵抗推進性からも非常にすぐれた船型であることが実証された。また、居住区における振動、騒音も通常良好とされている船の約半と居住性においてもすぐれている。
- 3) 機関室の無人運転ができる。主機関は操舵室から遠隔操作ができ、24時間機関室が無人でも航海できる様高度の自動化装置監視装置を採用し、乗組員の労力の軽減を計っている。
- 4) 省燃費対策を十分に考慮している。燃料の節約のため、あらゆる面から検討し下記のものを含め10数項目を採用している。
 - ・主復水器真空度の向上(723.5mmHg)
 - ・5段抽気、5段給水加熱システムの採用
 - ・ボイラー効率の向上
 - ・給水ボイラの吐出圧の定差圧制御
 この結果、試運転での燃料消費量は198.4g/ps.hであった。
- 5) 安全性の配慮から爆発防止設備イナート(不活性)ガス装置を採用している。これは原油積荷時、空船時を問わず常に本船の荷油槽に不活性ガスを送り込みタンク内の酸素濃度を減少させ爆発を防ぐ装置である。
- 6) タンク・クリーニング装置として、C.W.Sを採用

している。タンク・クリーニング・システムは、洗浄効率および荷役効率のよいクルードオイル・ウォッシング・システム(原油によるタンク洗浄方式)を採用している。

- 7) 救命装置に散水装置を装備している。救命装置としてFRP製耐火救命艇60名乗り2隻を装備している。また、乗組員と救命艇を火災から守るため、本船側から搭載位置および降下中の救命艇に海水を散布できるよう散水装置が装備されている。
- 8) 船舶の安全性の向上、運航コストの低減および船内作業の軽減を目的として、自動航法システムを採用している。
- 9) 機関室、居住区の他に主ポンプ室の上下の交通の便のためエレベーターを備えている。

【参考】本船の大きさの対比

- 1) 本船が1回に運ぶ原油の量は約61万klである。これは石油かん(18l)で約3,388万かん分に相当し、これをたて積みあげると富士山(3,776m)の約3,140倍の高さになる。また、霞ヶ関ビル(高さ147m、間口84m、容積518,616m³)をマスと考えた時約1.2杯となる。
- 2) 本船に付設されているパイプを全て継ぎ合わせると80,000mの長さとなり、東京駅を基点として東海道線の小田原駅近くまでの距離となる。また、これらパイプのもっとも太いパイプの直径は1.2mである。
- 3) 船首から船尾までの全長は約407mで東京タワー(333m)より74m長い、東京駅(276m)より131m長い、国会議事堂(206)より201m長い、新宿三井ビル(210m)より197m長い
- 4) 船底から操舵室までの高さ(50.0m)は「ビルの15階に相当し、またレーダーマスト頂部までの高さ(68.3m)は「ビルの21階」に相当する。

新しい防汚剤溶出機構による長期防汚船底塗料

“AF シーフロー”

中国塗料株式会社

1. まえがき

船舶の船底は常に海中生物（藻類・貝類）の付着環境に曝されている。生物が付着すると船底の摩擦抵抗を増加させ、船速の低下・燃料消費量増大等をまねく。また、生物付着により船底塗膜がはく離し、これにもとづく鋼板の腐食促進などの障害をもたらす。そのため定期的に入渠して船底を清掃し防汚塗料を塗りかえる必要があるが、入渠間隔が短い場合は入渠費用・不稼働損失等が大きくなる。このように諸種の影響をおよぼし船の運航採算を悪化させる原因となる。したがって、長期間有効で入渠間隔を延長できる高性能の船底防汚塗料を開発することが、海運界・塗料業界の重要な課題となっている。

近年、船底の生物付着様相が変化し、動物質のフジツボ、セルプラなどの付着は少なくなったが、アオノリ、アオサなどの藻類の付着が多くなっている。これは、世界産業構造の変化に伴う船舶の大型化・高速化や航行状

態の変化、塗料性能の改良その他港湾汚染などいろいろの影響によるものと考えられるが、藻類対策は防汚塗料の死命を制する大きな問題として残っている。

このような市場的背景にもとずき、問題解決のため当社は鋭意研究を進めていたが、以下に説明するような、新しい防汚剤溶出機構による高性能長期防汚塗料の開発を完成し、昭和52年7月以来“AF シーフロー”の商品名で本格的に市販を開始した。

2. “AF シーフロー”の特長

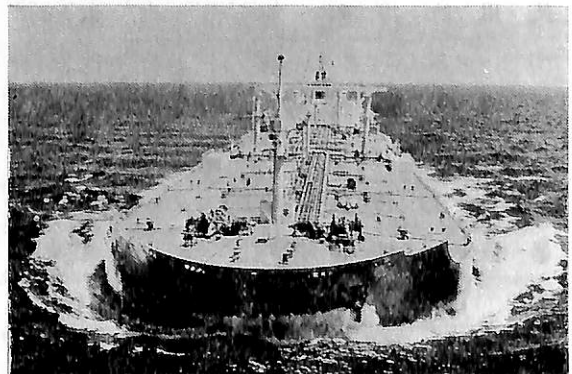
従来、亜酸化銅を防汚剤とする船底塗料は、動物質の生物には有効であるが、アオノリ・アオサなどの藻類には効果が不十分である。そこで、ヒ素、水銀、錫、鉛、塩素などの有機化合物が防汚剤として利用され始めたが、これらの中には塗装作業時の安全衛生面から使用できないものもあった。そこで、安全性の高い船底塗料を提供するため、日本造船工業会と日本塗料工業会とが共同で、有機防汚剤の取扱基準、使用範囲を明確にする意図から、日本造船研究協会SR141部会へ調査を依頼した。その結果、昭和49年9月、日本造船工業会は防汚剤の種類と配合量について表1に示すような制限を行った。

以前には、防汚効果や安全衛生の面から、有機防汚剤は国内・外国ともにブチル錫化合物が主用されていたが、これは上記制限によって日本国内では使用できない

表1 日本造船工業会承認防汚剤

No.	品名	化学式
1	トリフェニル錫ハイドロオキシサイド	$(C_6H_5)_3SnOH$
2	トリフェニル錫クロライド	$(C_6H_5)_3SnCl$
3	トリフェニル錫アセテート	$(C_6H_5)_3SnOCOCH_3$
4	テトラメチルチウラムジサルファイド	$CH_3 \begin{matrix} \diagup \\ N \\ \diagdown \end{matrix} - C(=S) - S - S - C(=S) - N \begin{matrix} \diagdown \\ CH_3 \\ \diagup \end{matrix}$
5	ジシメチルジチオカルバメート	$CH_3 \begin{matrix} \diagup \\ N \\ \diagdown \end{matrix} - C(=S) - S - Zn$
6	亜酸化銅	Cu_2O

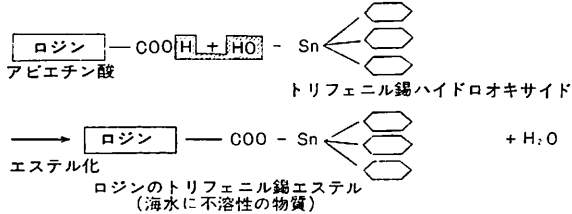
塗料中のトリフェニル錫ハイドロオキシサイドの含有量は10%以下とし、他の錫系防汚剤の含有量もハイドロオキシサイド換算10%以下とする。チウラム系・亜酸化銅の含有量は制限しない。



ようになったので、現国内ではトリフェニル錫化合物が多く使用されている。

また、従来の防汚塗料は、防汚剤を有効に溶出させるために、マトリックスとして海水に微溶性のロジン（松脂）を使用しているが、トリフェニル錫化合物は下記のようにロジンと反応性を有しているため、塗料貯蔵中に変質して塗膜からの防汚剤の溶出量が低下し、防汚効果の長期持続が困難となる。したがって、この種の塗料は2液型にして貯蔵中はトリフェニル錫化合物と他の塗料成分とを分離しておく必要があり、塗装前に両者を混合して使用しなければならない煩雑さがあった。

〔ロジンとトリフェニル錫ヒドロオキシドの反応〕



こうした性能上、作業上の欠点を解消するために、“AFシーフロー”は、特殊な溶出助剤とビヒクルの配合にくふうを加え、ロジンを使用せず、しかも日本造船工業会の制限範囲の中で高度の防汚性を発揮させるため、防汚剤としてトリフェニル錫化合物と亜酸化銅を併用し、これらの統合された効果によって、長期間高性能の防汚性を持続し得るように配合設計された塗料である。以下にそのおもな特長を紹介する。なお、本品は特許出願中である。

(1) 長期間防汚性能を保つ

ビヒクルにロジンを使用しないので、ロジンとトリフェニル錫化合物との反応で防汚効果が低下する懸念がな

く、亜酸化銅とトリフェニル錫化合物の相乗効果により、フジツボ、セルプラなどのような海中動物のみならずアオノリなどの海藻類に対しても長期間にわたり、すぐれた付着防止効果を示す。

(2) 耐候性がすぐれている

屋外バクロや乾湿交互作用による塗膜の劣化がなく防汚効果の低下もほとんどなく、長期間強じんな塗膜を保持する。

(3) 作業性と付着性がすぐれている

ビヒクルとして特殊な合成樹脂を使用しているので、ビニル樹脂塗料並みの乾燥機構を有し、速乾性で塗装作業性がすぐれ、塗膜の付着性も良好である。また、混合作業がないので塗料調合が容易であり、可使時間の心配もない。

(4) 貯蔵安定性がよい

長期間貯蔵しても防汚剤と塗料成分が反応することがなく、品質の低下がない。

(5) 防汚剤が認可品で安全である

使用防汚剤（亜酸化銅、トリフェニル錫化合物）は種類および量ともに日本造船工業会の規制に適合している。塗装時の防護対策も従来の亜酸化銅型防汚塗料の場合と同様、特別の防護対策は必要でなく、通常の防塵眼鏡、おおい程度で十分で、容易にエアレススプレーができる。

以上の事項をまとめて、従来の各種防汚塗料と“AFシーフロー”との比較を簡明にしたものを表2に示す。

3. “AFシーフロー”の防汚剤溶出機構

ロジンに配合せずに、溶出助剤として特殊な添加剤を配合しているが、これは亜酸化銅やトリフェ

表2 各種AFの分類と特長

溶出機構	油性AF		塩化ゴムAF		ビニルAF		AFシーフロー	
	溶解マトリックス型	不溶解マトリックス型	溶解マトリックス型	不溶解マトリックス型	溶解マトリックス型	不溶解マトリックス型	不溶解マトリックス型	分散型
使用防汚剤	亜酸化銅	亜酸化銅	亜酸化銅	高亜酸化銅	高亜酸化銅	高亜酸化銅	亜酸化銅	トリフェニル錫化合物
マトリックス(ビヒクル)	油性	合成	合成	塩化	塩化	ビニル	特殊	合成樹脂
長期防汚性	×	△	△	△	△	△	○	○
フジツボ防汚性	○	○	○	○	○	○	○	○
アオサ防汚性	×	×	×	×	×	×	○	○
暴露防汚性	×	△	△	△	△	△	○	○
乾燥性	×	○	○	○	○	○	○	○
日本造船工業会規制適否	適	適	適	適	適	適	適	適

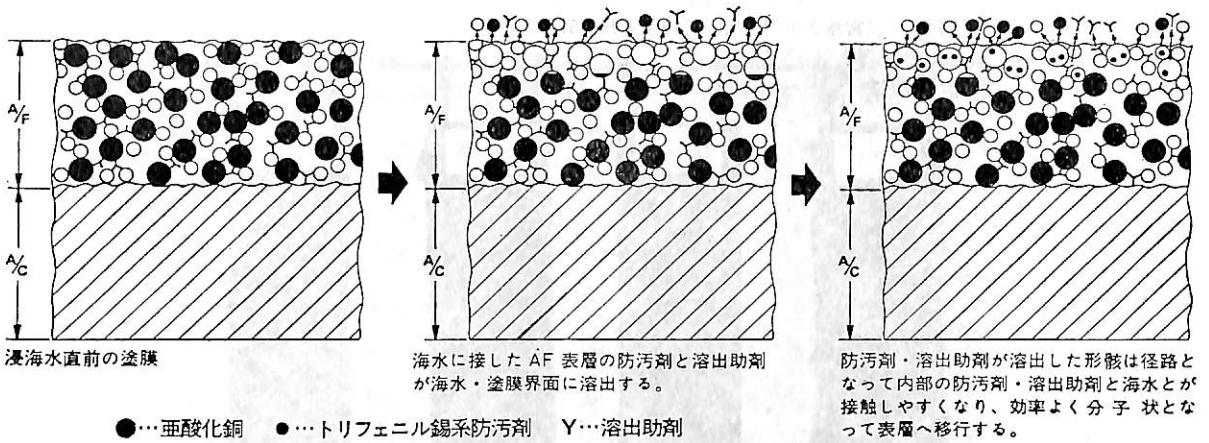


図1 AF シーフローの溶出機構

ニル錫化合物とは化学作用をしないので、塗料中および塗膜中で安定している。しかし、図1に示すように、海水に接すると塗膜表層部分から徐々に加水分解し、周囲の防汚剤を伴いながら海水中に溶出していき、さらに塗膜内部まで海水が接触しやすい構造となるので、防汚剤を無駄なく溶出させる効果がある。したがって長期にわたってすぐれた防汚効果を持続させることができるわけである。

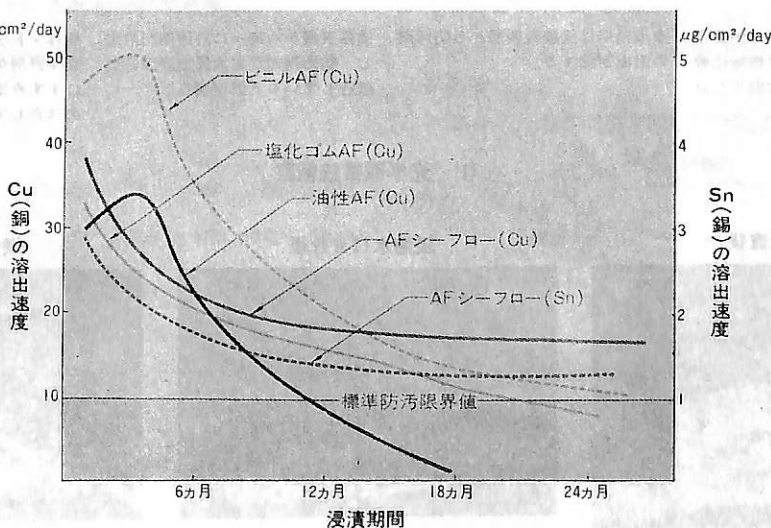
4. “AF シーフロー”の防汚性能

従来の船底防汚塗料は、ビニル中のロジンが海水に徐々に溶解する性質を応用して防汚剤の溶出を助成する方式であったが、トリフェニル錫化合物を配合した塗料

ではロジンがトリフェニル錫化合物と反応するため貯蔵中に変質し、それが原因で防汚剤の溶出速度が適正でなくなり、長期防汚性が不良となる。

また、藻類に対する防汚性は亜酸化銅よりもトリフェニル錫化合物がすぐれており、トリフェニル化合物だけでは不十分である。しかし、この両者を併用すると藻類・動物類いずれに対しても著しく防汚性が向上することが知られている。

“AF シーフロー”は、よく吟味された特殊合成樹脂に反応性のないある種の溶出助剤を添加して新しい溶出機構を付与するとともに、防汚剤の配合にも綿密な検討を行って開発した藻類・動物類に対して長期間防汚性を維持することができる船底防汚塗料である。



(注) AFシーフロー(60μ×2回塗り) 塩化ゴムAF(45μ×2回塗り)
 ビニルAF(45μ×2回塗り) 油性AF(45μ×2回塗り)

図2 防汚剤溶出速度

浸漬試験板 (宮島 2年間浸海水 49年4月→51年3月)

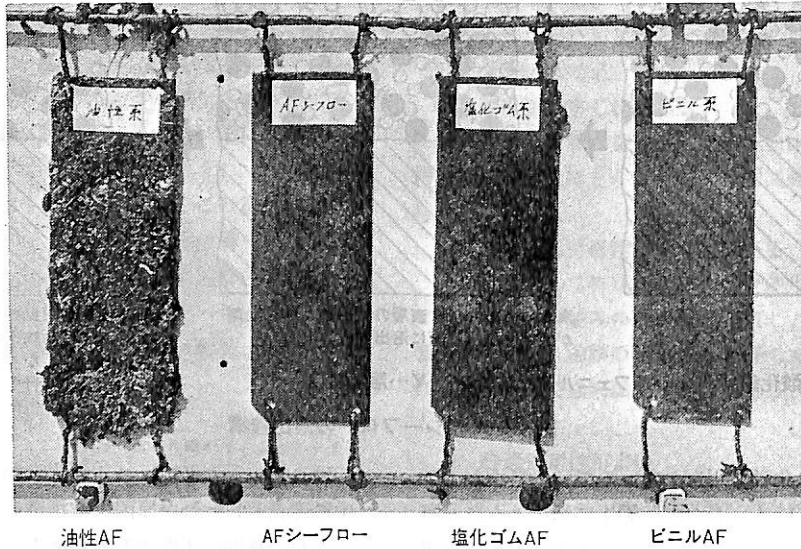
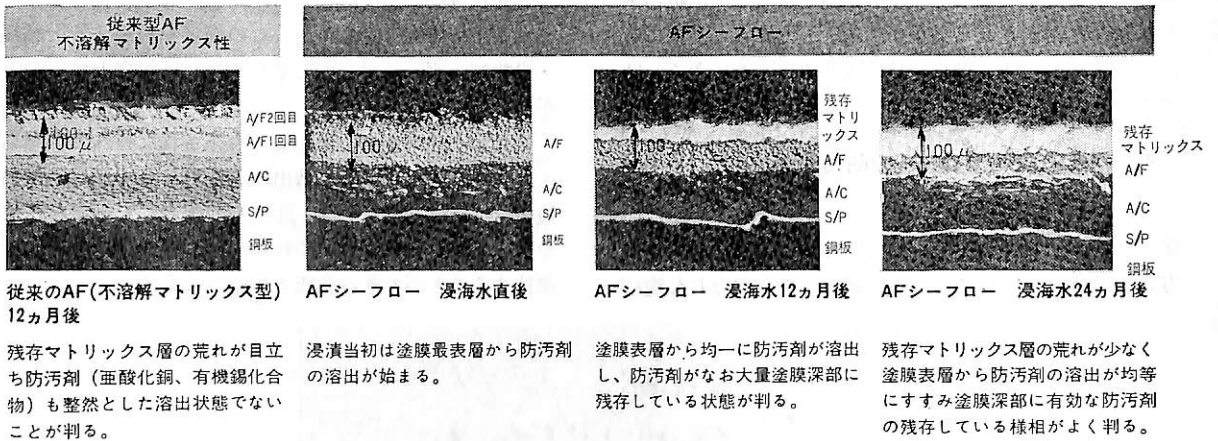
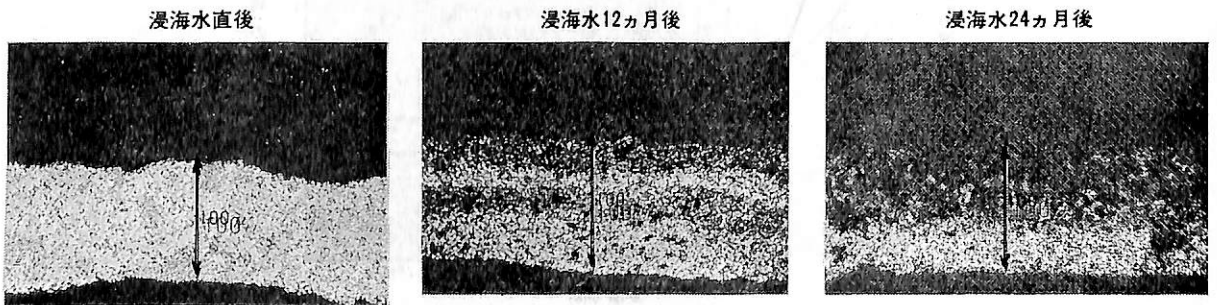


図3 浸漬試験板



(1) 光学顕微鏡観察



(2) X線マイクロアナライザーによる特性X線

図4 (1) & (2)防汚剤溶出と塗膜断面

表3 浸漬筏による防汚性能試験結果

品名	防汚剤	付着物		海中動物の付着								海藻類の付着			
		浸漬場所		宮島(広島湾)				長崎(長崎湾)				宮島(広島湾)			
		浸漬月数		6	12	18	24	6	12	18	24	6	12	18	24
AF シーフロー	亜酸化銅 トリフェニル錫 ヒドロオキシド			5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4.5
ビニル AF	高亜酸化銅			5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	3	2
塩化ゴム AF	亜酸化銅			5	5	4	4	5	5	4	3	5	4	3	2
油性 AF	亜酸化銅			5	2	0	0	4	2	0	0	5	4	—	—

(注) 1 塗装系：エピコンジックリッチプライマーB+ラボックスACHB×2+供試防汚塗料×2
 2 浸海水開始日：宮島(昭和49年5月10日)長崎(49年5月20日)
 3 評価基準：海中動物 5…付着なし 4…5%以下付着
 3…6~10%付着 2…11~25%付着
 1…26~50%付着 0…51%以上付着
 海藻類 付着なし→付着多い
 5→4→3→2→1→0

その防汚性能を確認するため、防汚剤溶出速度試験、海中浸漬試験、塗膜断面観察および実船試験等を行った結果、既に市場においてすぐれた実績を示した当社EXL-AF(ブチル錫系防汚剤)以上の性能を発揮できることが明らかとなった。図2、表3、図3および図4それぞれの試験結果を示す。

防汚塗料において、銅の標準防汚限界溶出速度は10μg/cm²/day、錫については1~1.5μg/cm²/dayといわれて

いるが、“AFシーフロー”は図2に示すように24ヵ月後においても、銅、錫とも防汚限界値以上の溶出速度に保持できることが確かめられた。

表3および図3は当社の試験筏における浸漬試験結果であるが、EXL-AFと同等以上の防汚性を有していることが明らかである。

図4は、塗膜中の残存防汚剤の分布状況を、塗膜断面について、光学顕微鏡、X線マイクロアナライザーによる特性X線像等の撮影を行って調べたものであるが、24ヵ月後においても塗膜表面の荒れが少く、防汚剤の溶出も均等に進行しており、有効な防汚剤が残存していることが明瞭である。

表4は、図5に示す回転円板型摩擦抵抗測定装置によ

表4 水中摩擦抵抗測定結果

浸漬期間	測定結果	測定AF			
		油性AF	塩化ゴムF	ビニルF	AFシロ
直後	表面粗度(μ)	32	24	26	22
	Cf	0.0042	0.0041	0.0042	0.0040
6ヵ月	表面粗度(μ)	51	39	39	32
	ΔCf/Cf(%)	7.0	4.9	2.5	2.2
12ヵ月	表面粗度(μ)	60	48	4.5	40
	ΔCf/Cf(%)	11.6	7.3	4.5	4.0

(注) 1 トルク値は、平均周速度8m²/secの値
 2 表面粗度は、Rmax(最大表面あらさ)、触針式粗度計にて測定
 3 上記試験板は、何れもAC2回塗、AF2回塗したもの

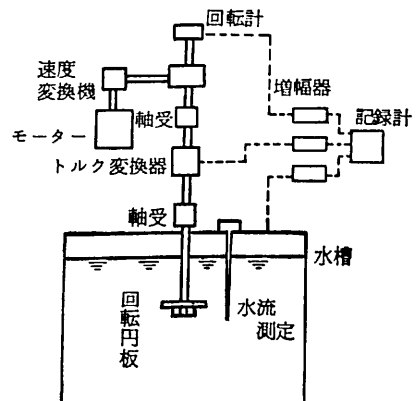
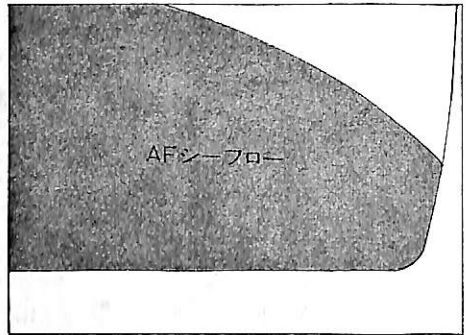
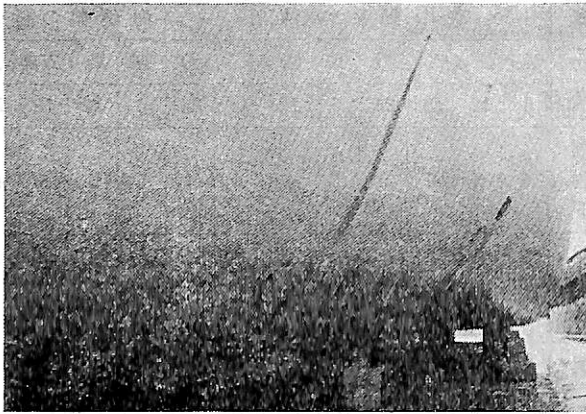


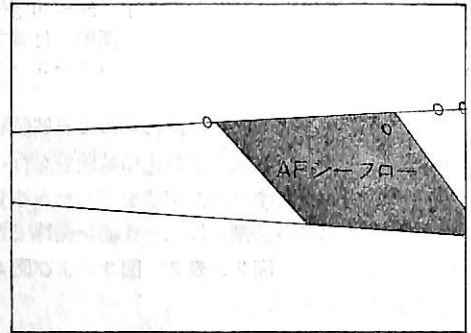
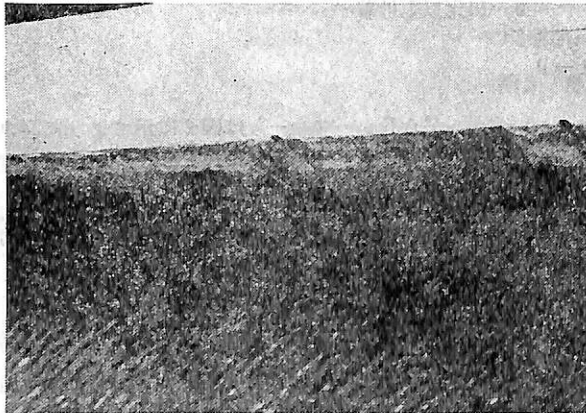
図5 回転円板型摩擦抵抗測定装置

“BHARATA” (32,250 D/W B.C. S.C.I.)
19ヵ月 (1975年1月塗装)



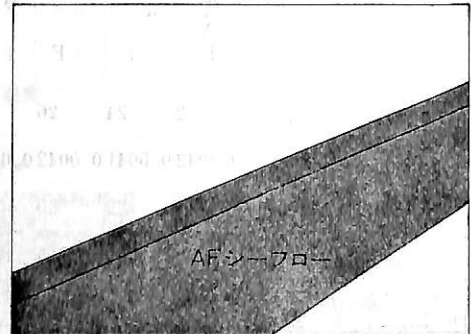
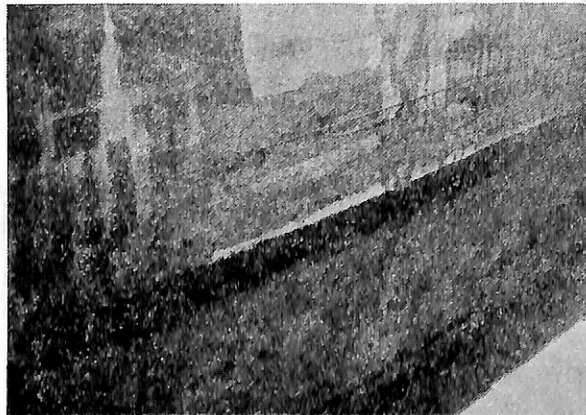
R/X AC T.U×1 + R/X AC A.O×1 + AFシーフロー A.O×2

“八坂丸” (1,400 G/T 客船 鹿児島郵船)
12ヵ月 (1974年2月塗装)



R/X AC T.U×2 + R/X AC A.O×1 + AFシーフロー A.O×1

“BARAUNI” (87,200 D/W O.B.O. S.C.I.)
16ヵ月 (1975年7月塗装)



R/X AC T.U×1 + R/X AC A.O×1 + AFシーフロー A.O×2

(注) R/X AC……ラバックスAC
T.U ……タッチアップ
A.O ……オールオーバー

図6 実船試験塗装結果

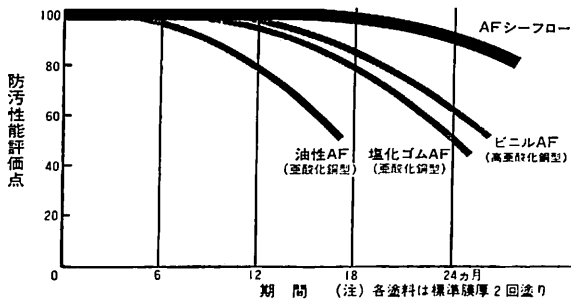


図7 防汚性能

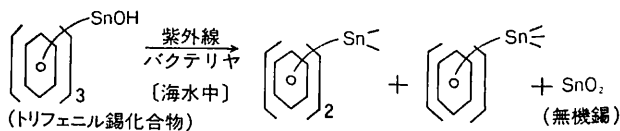
って塗膜の水中摩擦抵抗経月変化を測定した結果であるが、“AFシーフロー”は従来の防汚塗料に比して摩擦抵抗の増加が少く、したがって燃料消費量の低減、運航採算の向上が期待される。

図6は、“AFシーフロー”の実船試験結果の数例を示す写真であるが、長期間すぐれた防汚性を発揮することが実証されている。

以上の試験結果を総合して、従来の各種防汚塗料と“AFシーフロー”との防汚性能を評価すると図7のとおりである。

5. “AFシーフロー”の安全性および塗装上の注意事項

トリフェニル錫化合物の急性経口毒性は、表5に示すとおり、従来のEXL-AFに使用しているトリブチル錫化合物よりも低い。さらに、トリフェニル錫化合物は海水中で日光やバクテリアの作用により、つぎのように分解し無害な無機錫となるので残留毒性はないと考えられている。



このように、毒性は低いけれども、塗装に当っては従来の一般の防汚塗料と同様に、塗装上の注意事項は守る必要がある。

〔塗装上の注意事項〕

- (1) 塗料は底部より、よく攪拌してそのまま使用する。
- (2) 塗料はみかけはかなり粘稠であるが、作業性には支障はないので、できるだけシンナーで希釈しないで使用する。シンナーで希釈する場合も添加量は5%以内にとどめる。
- (3) 異種防汚塗料やボイル油、その他の異物の混入はさけること。

表5 防汚剤の経口毒性¹⁾²⁾³⁾⁴⁾

防汚剤	急性経口毒性LD ₅₀ (マウス, mg/kg)
トリフェニル錫ハイドロオキシド	500~600
トリフェニル錫クロライド	440
トリフェニル錫アセテート	450
テトラメチルチウラムジサルファイド	1,400
ジメチルジチオカルバマイト	860
亜酸化銅	200~300

(注) LD₅₀は、同一母集団のうち、その薬剤により50%が死亡する数値であるが、この値は、その薬剤が、ほぼどの位の毒性をもつかを示すもので絶対的なものではない。その信頼限界は±25%とされている。

なお一般には、LD₅₀の数値によって

- a きわめて有毒 1mg/kg以下
- b かなり有毒 1~50mg/kg
- c やや有毒 50~500mg/kg
- d わずかに有毒 0.5~5g/kg
- e ほとんど無毒 5~15g/kg
- f 無害 15g/kg以上

が目安として用いられている。

- (4) エアレススプレー塗装、ハケ塗り、ローラー塗りとも可能であるが、エアレススプレー塗装を推奨する。
- (5) 雨天、高湿度時、スウェット面での塗装はさけること。
- (6) 一般塗装作業において、人体に対する毒性はほとんどないが、従来の防汚塗料と同様、塗装にあたっては直接塗料を皮膚に付着させたり、長時間スプレーミスト(塗装霧)を吸入しないようにマスク、めがね、手袋などの保護具を着用すること。また塗装作業終了後には、石けん水洗されることをおすすめする。
- (7) 汚染海域(黒変海域)には適さないので使用しないこと。

6. “AFシーフロー”の塗料性状

表6に“AFシーフロー”の標準塗料性状を示す。

7. “AFシーフロー”の塗装仕様

表7に“AFシーフロー”の推奨塗装仕様を示す。

- (1) 船底立上り部は海中生物(特に海藻類)の付着を防止するために防汚塗料は2回塗りとする。また船底平底部には普通の防汚塗料を塗装するのが経済的である。

表6 塗料性状

タイプ	特殊合成樹脂系長期耐久性防汚塗料
色	赤さび色
比重(20℃)	1.67
粘度(25℃)	FC#4 90秒 80KU
塗付量(理論値)	218g/m ²
膜厚(ミクロン)	ウェット131, ドライ60
乾燥時間(20℃)	指触1時間, 硬化5時間
塗装間隔(20℃)	最短5時間 (注水までの時間)最短7時間
引火点(℃)	26
爆発限界(Vol%)	下限1.0, 上限11.0
消防法分類	第3石油類
有機溶剤区分	第2種有機溶剤
塗装条件	気象: 温度0℃以上, 湿度85%以下 塗装法: エアレススプレー, ハケ塗 ローラー塗 エアレススプレー: 適正粘度(FC #4) 90秒 チップNo.(グラコ) 625, 627 1次(空気)圧4~5kg/cm ² 2次(塗料)圧120~150kg/cm ² ガン移動速度60~80cm/秒
希釈シンナー	ラバックスシンナー
希釈率	エアレススプレーの場合0~5% さび, 油脂, 水分, 塵埃, その他付 着物を除去清掃のこと
下地処理	ラバックスAC, シルバックスSQ
適合下塗	中国ビニルAC

表7 (1)&(2) 塗装仕様

1. 修繕船仕様

塗装系	塩化ゴム系	ビニル系	エポキシ系	変性エポキシ系
さび止塗料 (タッチアップ)	ラバックスAC×1~2	中国ビニルAC×1~3	エピコンマリンHB -AL×1~2	ビスコンAC-AL ×1~2
さび止塗料	ラバックスAC×1	中国ビニルAC×1		
防汚塗料	AFシーフロー×2			

2. 新造船仕様

塗装系	塩化ゴム系	ビニル系
ショッププライマー	ウエルボンド, エパボンド, エピコンジクリッチプライマーBなど	
さび止塗料	ラバックスAC×3 または ラバックスAC HB×2 または ラバックスAC S-HB×2	中国ビニルAC×4 または 中国ビニルAC HB×2
防汚塗料	進水時	AFシーフロー×1
	引渡前入渠時	AFシーフロー×1

(2) “AFシーフロー”はエポキシ系, 変性エポキシ系の新造船仕様にも適用できる。

(3) 防汚塗料を2回塗りする場合は, 所定の膜厚を保持するために1回目用防汚塗料(ダークブラウン) 2回目用防汚塗料(赤さび色・標準色)のように色相の異なるものを使用する。

8. 用途

- (1) 船舶船底部(特に船底立上り部)の海中生物付着防止用
- (2) 海洋構造物, 海水導水管などの長期耐久性防汚用

9. “AFシーフロー”の塗装実績

昭和49年以降同52年6月までの塗装実績を表8に示す。その後, さらに塗装実績は日を追って増加している。

10. むすび

以上にわたって説明したとおり, “AFシーフロー”は特殊な合成樹脂をビヒクルに使用し, 長期防藻防汚効果を有する有機および無機化合物と, 特異の溶出助剤等を巧みに配合設計した高性能防汚塗料であるから, 汚損および塗膜の残存マトリックスの荒れ(経年劣化)が比較的少なく, 長期にわたって表面粗度の増加や摩擦抵抗

表8 AFシーフロー・塗装実績

昭和52年6月末現在

船名	船主	トン数	造船所	塗装時期	船名	船主	トン数	造船所	塗装時期
八坂丸	鹿児島郵船	1,400G/T	鹿児島ドック	49.2	ASIATIC	Triton Shipping	150,000D/W	石川島播磨相生	51.10
BHARATA	S.C.I(インド)	32,200D/W	三菱重工神戸	50.1	CLASSIC	"	150,000D/W	"	51.10
BARAUNI	S.C.I(インド)	87,200D/W	SENBAWANG	50.7	BARAUIN	S.C.I(インド)	87,200D/W	日立造船因島	51.11
樽前山丸	三井近海汽船	2,700D/W	神戸ドック	51.1	ZYGOS	Stravelakis Bros	33,000D/W	金指造船豊橋	51.12
W.M.NIAL	Canadian Pacific	118,000D/W	三井造船由良	51.2	さぬき	瀬戸内海汽船	900G/T	金輪ドック	52.1
大平山丸	三井近海汽船	5,600D/W	常石造船	51.3	AUTHENTIC	Triton Shipping	150,000D/W	石川島播磨相生	52.1
昭久丸	昭和油槽船	3,400D/W	下田船渠	51.4	SCORPIOS	Stravelakis Bros	33,000D/W	"	52.1
SOROKOS	Embiricos	50,700D/W	三井造船玉野	51.4	常盤丸	岡田商船	237,400D/W	佐世保重工	52.1
GEOMITRA	Shell Tanker	52,000G/T	三菱重工本牧	51.4	グリーンアロー	広島グリーンフェリー	2,100D/W	神田造船	52.2
KLAUS LEONHARDT	Leonhardt und Blumberg	15,200D/W	三菱重工横浜	51.4	キングペアー	瀬戸内海汽船	500G/T	内海造船	52.2
雄飛丸	三井近海汽船	1,900D/W	常石造船	51.5	ボンソーン	日本鋼管		日本鋼管鶴見	52.2
昭和丸	昭和油槽船	5,200D/W	日本鋼管清水	51.5	IHTHIS	Stravelakis Bros	33,000D/W	"	52.3
昭靖丸	"	2,600D/W	波止浜造船	51.5	おれんじ	防予汽船	900G/T	中村造船	52.4
GADINIA	Shell Tanker	48,600G/T	三菱重工本牧	51.5	おれんじえーす	"	900G/T	"	52.4
第3和洋丸	昭和油槽船	500D/W	高尾造船	51.6	教賀丸	日本郵船	142,200D/W	三菱重工香焼	52.5
昭永丸	"	3,600D/W	下田船渠	51.6	日石丸	東京タンカー	372,600D/W	"	52.5
昭徳丸	"	3,600D/W	波止浜造船	51.6	平和丸	太平洋海運	237,700D/W	佐世保重工	52.5
SANOHI	S.C.I(インド)	41,300D/W	三井造船玉野	51.6	PARVAGI	S.C.I(インド)	35,000D/W	"	52.6
昭邦丸	昭和油槽船	2,100D/W	波止浜造船	51.7	大祥丸	ジャパンライン	232,400D/W	石川島播磨相生	52.6
十勝山丸	三井近海汽船	4,800D/W	石川島播磨東京	51.7	熱田丸	照国海運	217,400D/W	三井由良	52.6
昭瑞丸	昭和油槽船	1,700D/W	神戸ドック	51.8	NALANDA	S.C.I(インド)	41,400D/W	佐世保重工	52.6
AJANTA	S.C.I(インド)	41,300D/W	三菱重工下関	51.8	海光丸	日魯漁業	3,900D/W	尾道造船	52.6
ARCHANA	S.C.I(インド)	15,000D/W	三菱重工長崎	51.9	カペラ	太平洋海運	120,000D/W	三菱長崎	52.6
TEXACO MELBOURNE	Texaco Overseas	23,300D/W	佐世保重工	51.9	STOIC	Triton Shipping	150,000D/W	石川島播磨相生	52.6
TEXACO LIVERPOOL	Tank Ship	49,300D/W	"	51.10	GARI	シエル船舶	48,700G/T	三菱重工横浜	52.6
PACIFIC LOGGER	Canadian Pacific	15,900D/W	三井造船玉野	51.10					

を低位に維持することが期待できる。その結果、船速の低下や燃料費の増加を抑制でき、運航経済性の向上に大きく貢献し斯界の要請に十分対応し得るものであると信じている。

[引用文献]

- 1) 日本造船研究協会第141研究部会「安全性の高い長期防汚塗料の開発研究報告書」(1974)
- 2) 谷口：生活衛生5(3), (1961)
- 3) 豊川：純銅の衛生学的研究(1970)
- 4) W. Sheldon : J. Paint Technol, 47, (1975)

コンテナ船

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

B5判 304頁 上製本 ケース入り
定価 3,000円(送料 200円)

(社)日本造船研究協会編

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

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

船舶技術協会

昭和52年度8月分新造船許可集計

昭和52年（8月分）建造許可集計

運輸省船舶局造船課

区 分	4 月～8 月 分 累 計				8 月 分			
	隻数	G T	DW	契 約 船 価	隻数	G T	DW	契 約 船 価
国内船	貨物船	48	512,150	822,160	14	148,600	230,160	
	油槽船	3	9,500	15,270	—	—	—	
	貨客船	—	—	—	—	—	—	
	小 計	51	521,650	837,430	105,325,000千円	14	148,600	230,160
輸出船	貨物船	109	1,307,289	2,006,826	—	—	—	
	油槽船	11	720,400	1,238,180	—	—	—	
	貨客船	—	—	—	—	—	—	
	その他	—	—	—	—	—	—	
小 計	120	2,027,689	3,245,006	384,546,312千円	23	338,299	562,290	千円 66,936,600
合 計	171	2,549,339	4,082,436	489,871,312千円	37	486,899	792,450	千円 102,701,600

編集後記

□7月1日 我国でも所謂領海法，200海里法が制定され，8月26日名実共に施行された。これにより海上保安庁の守備範囲が増大し，船舶増強が必要となってきた。

52年度予算増強4隻を含み86億円，52年度補正予算13隻の増強で83億円＋国庫債務84億円，53年度要求予算21隻の増強（13隻の国庫債務を含む）で365億円，55年度迄に計912億円の増強計画（増強43隻，代替67隻，計110隻）のようである。増強する巡視船もヘリ搭載型の3,800t型を含め，従来より総体的に大型化している。不況の造船界に活を入れる一助となる事を期待する。

□情報によれば，在来船を RoRo 自動車運搬船に改造したり，掘削船に改造したりする仕事が増えているようだ。物の動きは，世界経済社会の状況により変動する。それにつれて，現在の専用船化時代には一方の船種が過剰となり，別の船種が不足する。過剰の船種を係船して不足の船を作るよりは，荷主，船主，船の大きさがうまくマッチすれば過剰の船種を直接不足の船種に改造する

方が効率的であることは当然であろう。然し，それが専用船である以上，改造された船種がまた過剰となるおそれもあるから，それほど需要増大とはなり難いであろう。需給バランスというものはなかなか難しいものである。

□情報によれば，世界で運転中の原子力発電設備は今年中には1億キロワットに達する見込みだという。これはわが国の火力，水力，原子力を全部合計した発電設備に相当する。原子力発電が実用化されてから20年，ずいぶん発展したものだ。わが国では13基743万キロワットが運転中で全発電設備に占める割合は約8%程度である。それにしても我国の原子力船の開発はなかなかうまく軌道にのれない。いろいろ複雑な問題はあるのだろうが，やはり新しい技術が実用化することは将来に対するより多くの夢を持たせることになり，刺戟材にもなるであろう。暗雲をはらってうまくすすんでくれることを期待するものである。

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

予 約 金 6カ月分4,500円(送料共)
1カ年分8,600円

運輸省船舶局監修 船の科学
造船海運総合技術雑誌

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

禁転載 第30巻 第10号 (No. 348)

定価 750円(〒41円)

発行所 株式会社船舶技術協会

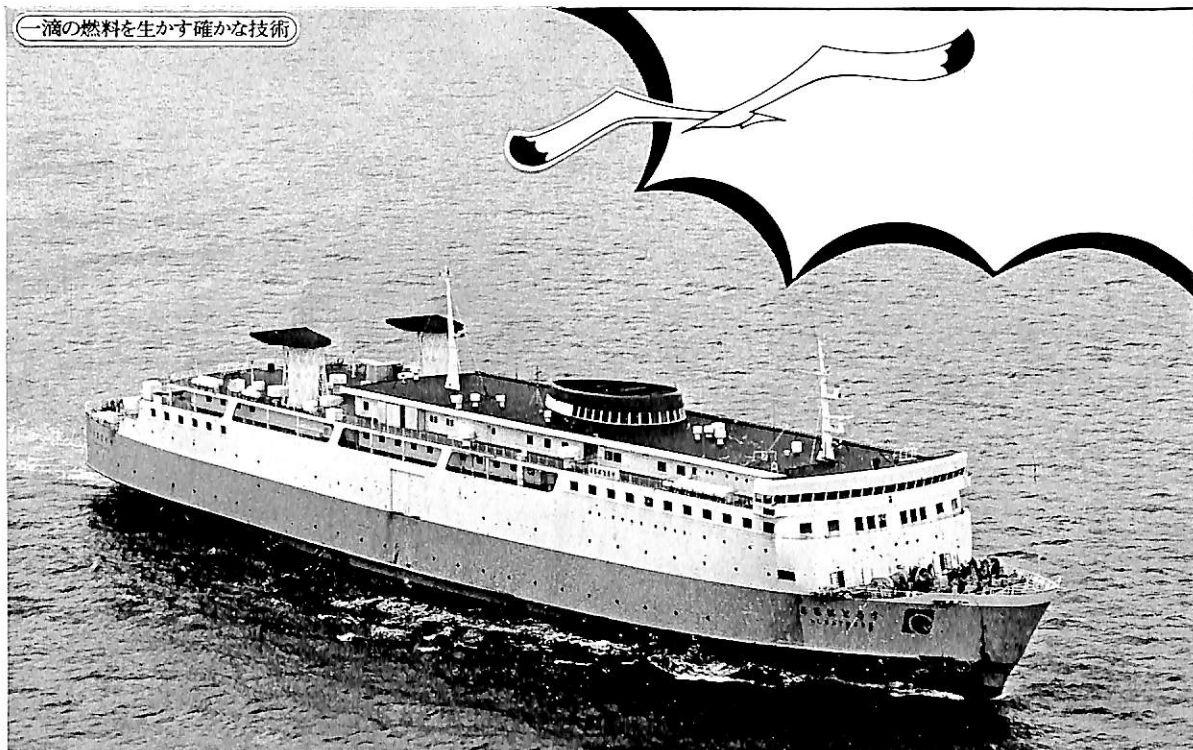
発行人 船橋敬三

編集委員長 田宮真

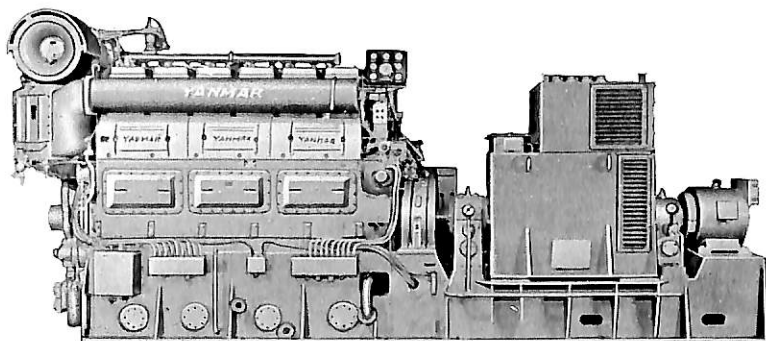
印刷所 大洋印刷産業株式会社

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

一滴の燃料を生かす確かな技術



船内快適—補機は使い良さ。



船舶補機

6GL-ET

<1200PS/750rpm>

GL形シリーズ

<850~2400PS>

ZL形シリーズ

<1400~3600PS>

- 船舶主機用3.0~2400馬力
- 船舶補機用3.5~3600馬力

ヤンマー ディーゼル

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

●詳しいカタログをお送りします(本社・宣伝部)まで。

ヤンマーディーゼル株式会社 (本社) 大阪市北区茶屋町 62 (〒530) TEL (06) 372-1111 (代)

札幌支店/TEL(011)221-6131 東京支店/TEL(03)213-8111 名古屋支店/TEL(052)563-2271 大阪支店/TEL(06)372-1111 高松支店/TEL(0878)21-2111
広島支店/TEL(0822)28-1111 福岡支店/TEL(092)441-0111 仙台営業所/TEL(0222)62-5761 焼津営業所/TEL(05462)8-3118
(海外) ロンドン/TEL01-405-9045 TEX261468 ロッテルダム/TEL010-76-9355 TEX27109

昭和五十二年十月五日印刷
昭和五十二年十月十日発行
昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

Dimetecote® 厚膜型無機亜鉛塗料

ダイメットコート

鋼構造物を腐食から守る特殊防食塗料

Amercoat®

小松島特装工場

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

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

船の科学

定価 七五〇円

塗料販売および塗装工事

株式会社 井上商会

米国アメロン社技術提携塗料製造

株式会社 日本アマコート

取締役社長 井上正一

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

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

東京都中央区新川一丁目二二番一七(マリンビル)
(株) 船舶技術協会
電話 東京(52) 八七九八番