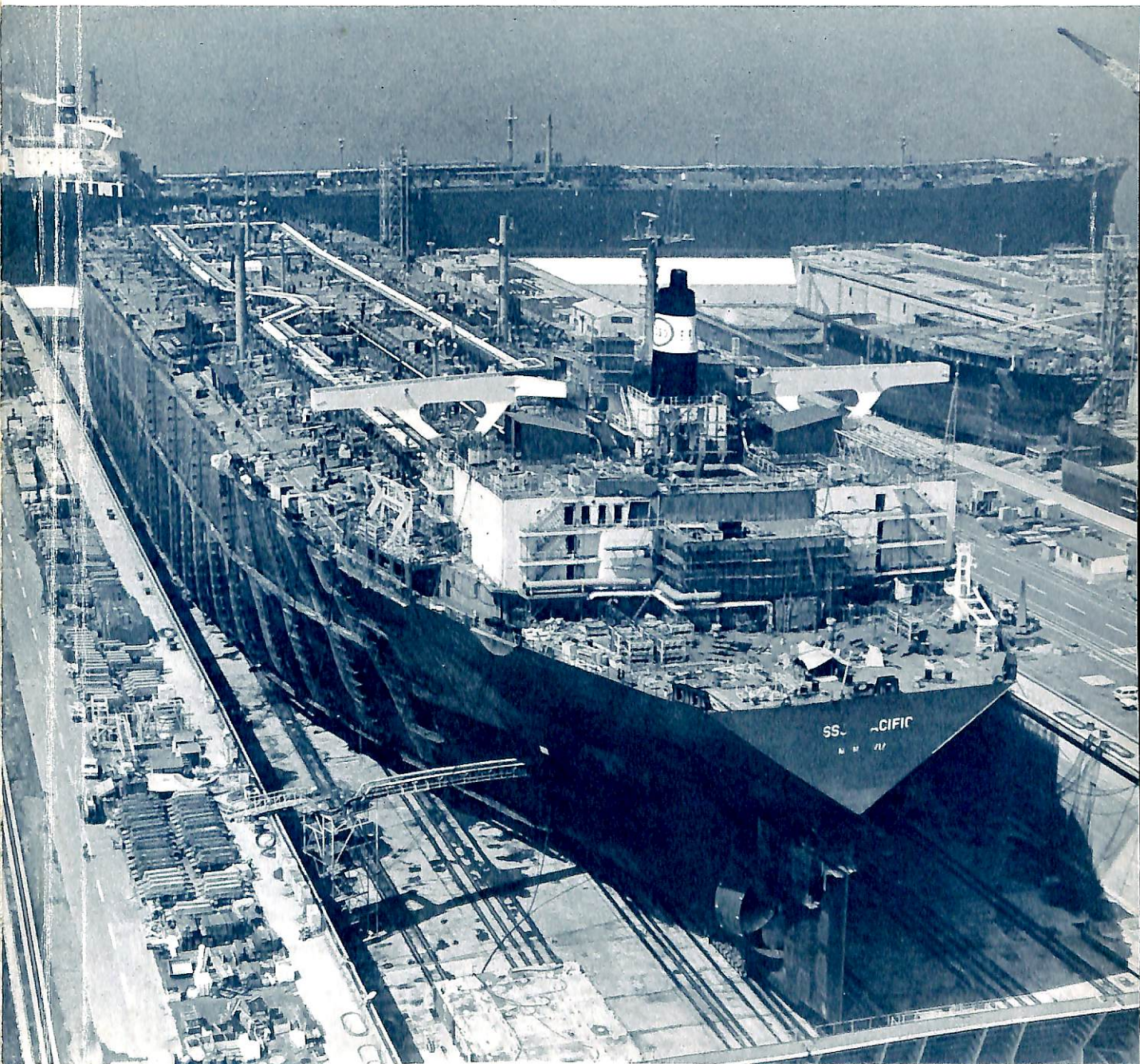


船の科学 7

1977

昭和52年7月5日印刷 昭和52年7月10日発行 第30巻 第7号 (毎月1回10日発行)
昭和23年12月3日 第3種郵便物認可 昭和24年5月31日運輸省特別扱承認雑誌第1156号

VOL.30 NO.7



日立造船株式会社

Esso Tankers 向け 50万 DWT 油槽船

“ESSO PACIFIC”

完工予定 昭和52年11月

(前方は艤装中の ESSO ATLANTIC)

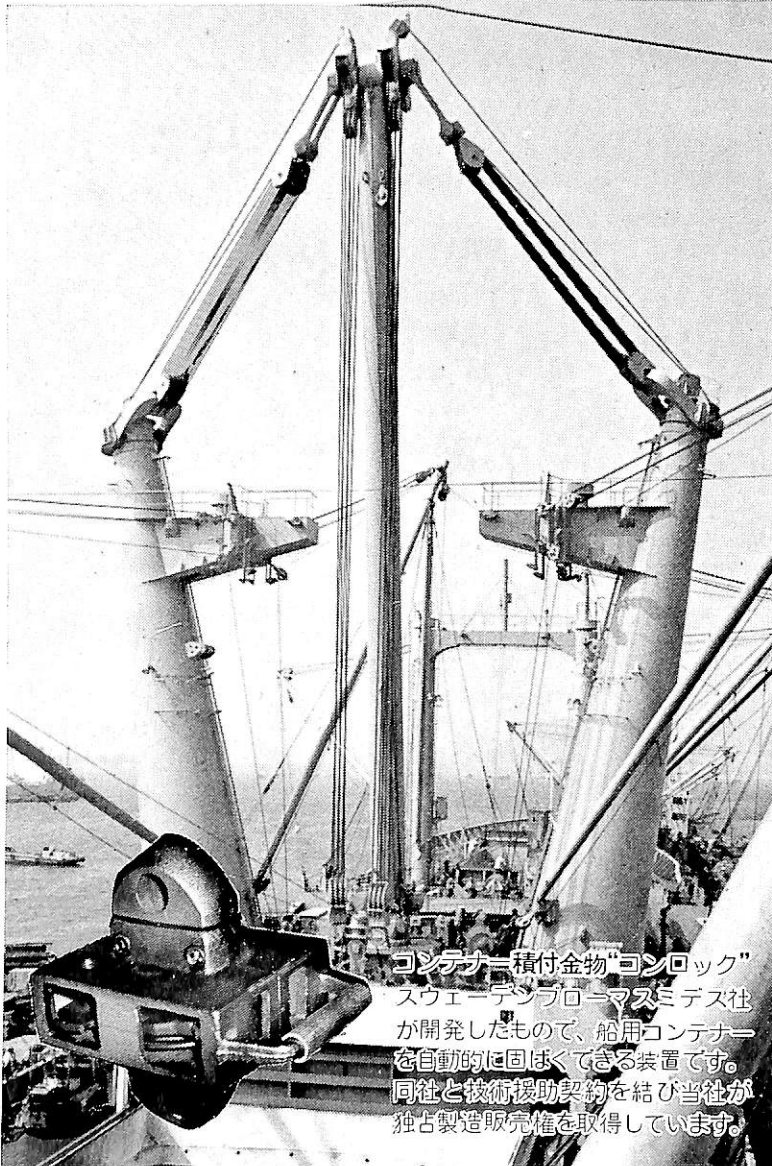
日立造船・有明工場建造

創 業



1924

世界の港で活躍するこのマーク



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

主な製品

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

㊦日本工業規格表示工場

株式会社 立野製作所

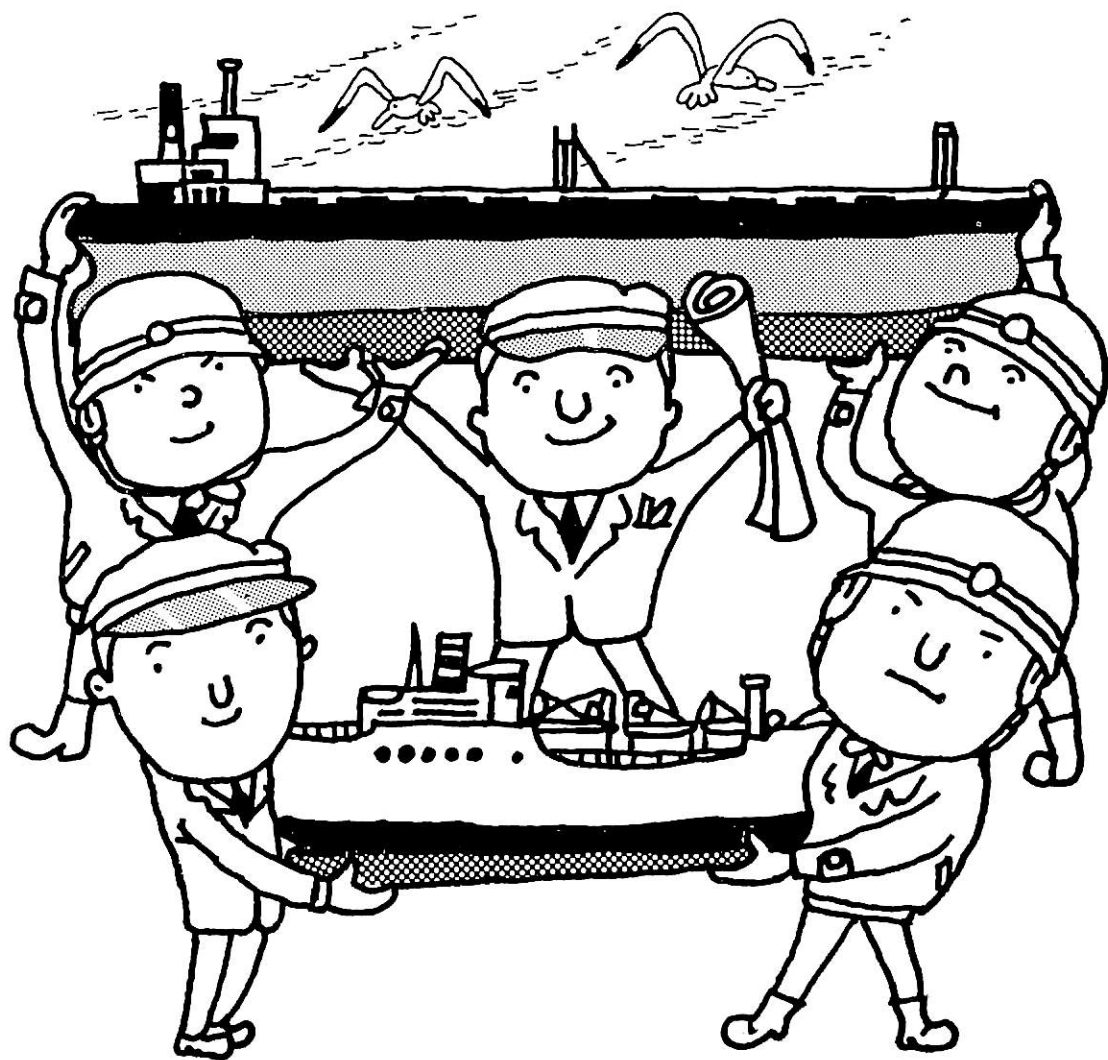
取締役社長 立野勝彦

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

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

造船日本を支える力

競艇の収益金



わが国の造船産業界は、ダイナミックな発展を続け、過去21年間にわたり、生産量・輸出量ともに世界第1位という実績を保っています。「造船王国」日本の高度な造船技術を支えているもの、それは日本人の英知と努力、そして、モーターボート競走の収益金。

日本船舶振興会は、モーターボート競争の収益

金を、わが国の造船および関連工業の振興に活かすため、今年度は総額325億3,000万円をお役立てして、造船業界発展に力を注ぎます。

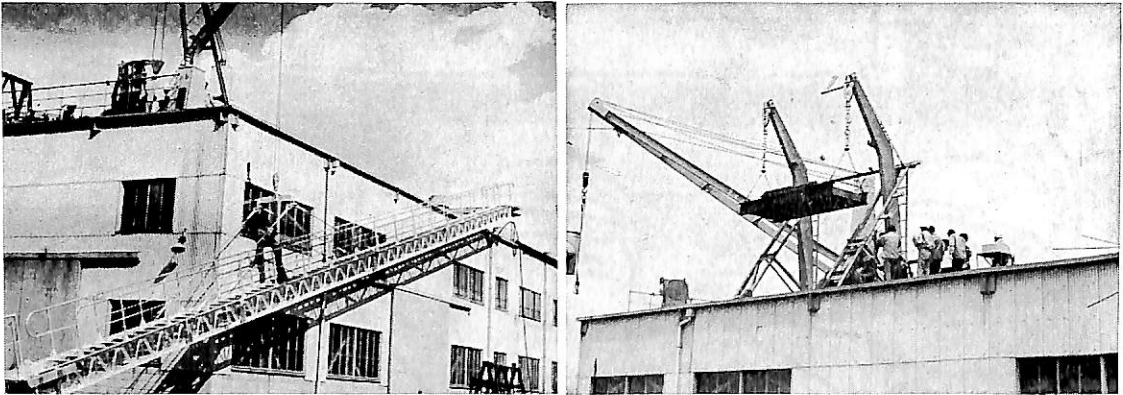
競艇関係財団法人 **日本船舶振興会**

会長 笹川 良一 理事長 芥川 輝孝

〒105東京都港区芝琴平町35(船舶振興ビル) ☎03(502)2371 大代表

英国 **SCHAT** 社と提携

上田の船舶機装金物



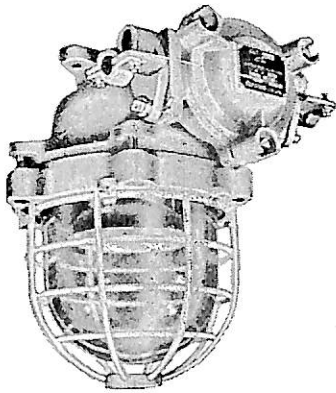
ACCOMMODATION LADDER & WINCH GRAVITY BOAT DAVIT & WINCH

日本工業規格 (JIS) 表示許可工場



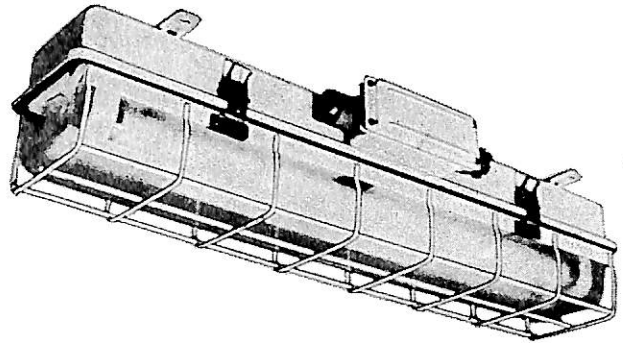
株式会社 **上田鐵工所**

本社・工場 大阪市東住吉区田辺西之町 7-10 電話 0 6 (692) 3131~3
羽曳野工場 大阪府羽曳野市広瀬 1 4 8 電話 0729 (56) 2481~3
東京営業所 東京都中央区八丁堀 1-1-4 (共同ビル) 電話 0 3 (552) 0811-1488

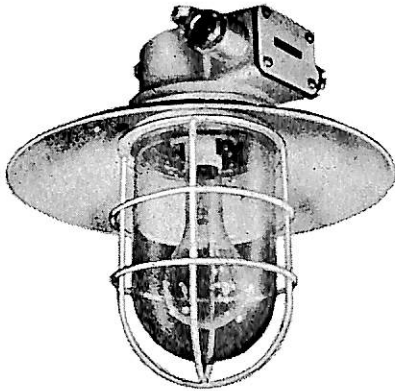


耐圧防爆形天井灯

- 運輸省型式承認
- 船級協会認定品



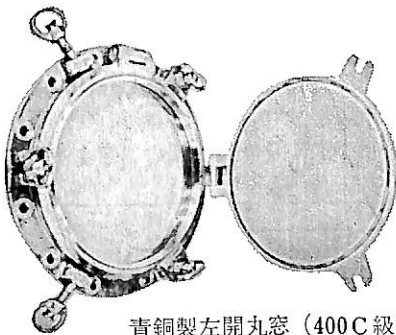
気密形蛍光天井灯



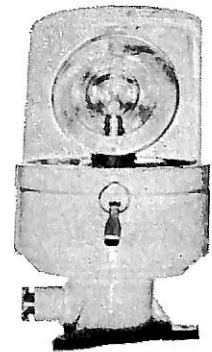
船用作業灯

● 営業品目

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



青銅製左開丸窓 (400C 級)



甲種紅色閃光灯
LGF2R-01

株式会社 高 工 社

本 社 工 場：東大阪市御厨693

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

東京営業所：東京都港区西新橋1丁目22番7号 森ビルE別館 1

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

MITSUI SUPER WESTAMARAN CP20

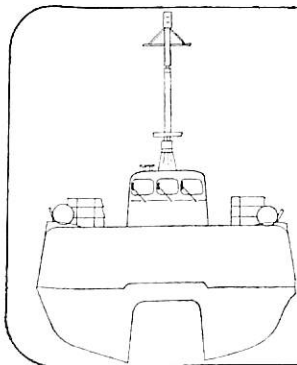


就航効率を高める非対称双胴型高速旅客艇

三井スーパー ウェスタマラン

—《高速旅客艇》—

ホーバークラフトでおなじみの三井造船が建造する新時代の高速旅客艇。それが、三井スーパーウェスタマランCP20。艇体の中心部をトンネル状にくりぬいた独得の構造になっています。この船型により、波浪衝撃を効果的に緩和。従来の船型にくらべ、航走時の造波も格段に小さく、乗り心地もすぐれています。現在、すでに山陽新幹線の三原と四国今治間を就航し、極めて好成績を納めています。



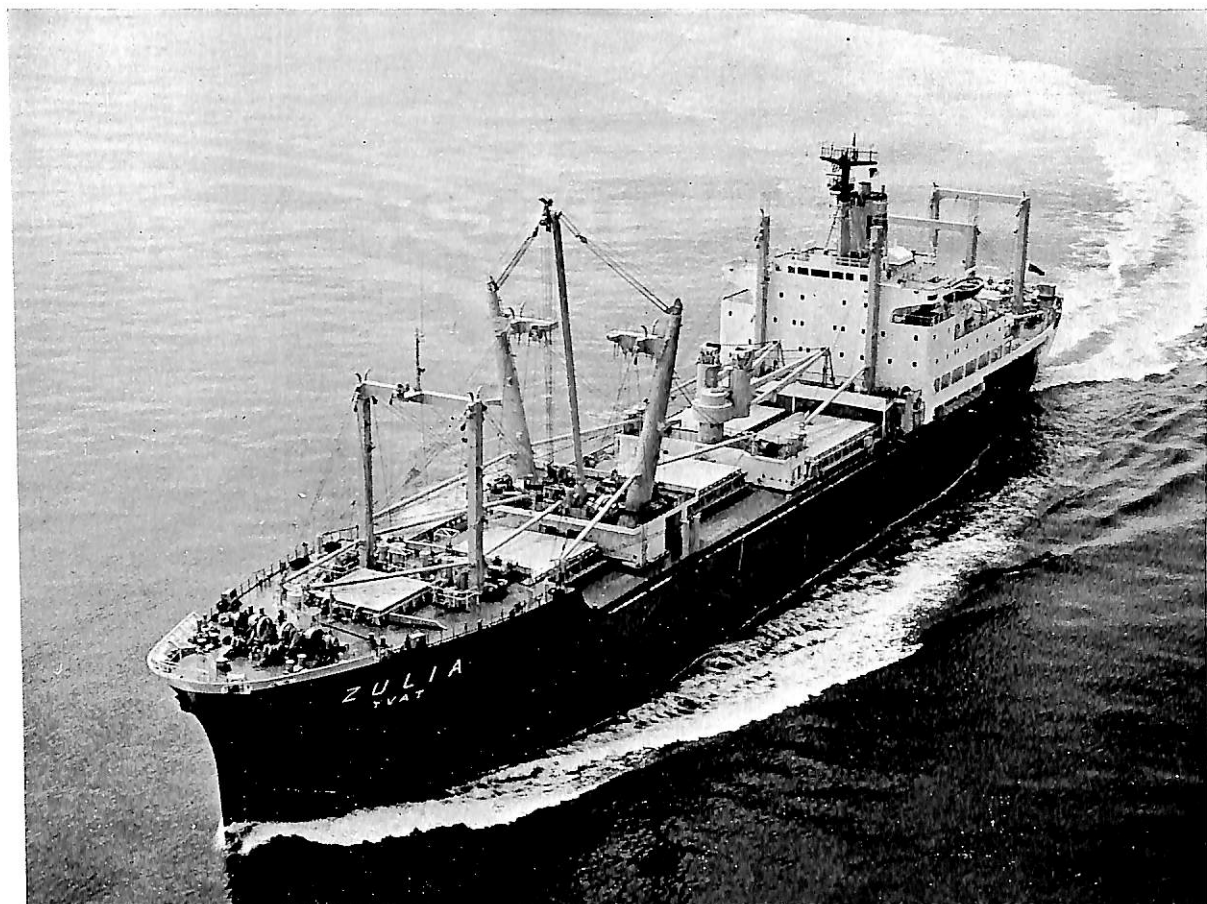
CP20型主要目

全長.....	26.465 m	推進プロペラ.....	直径0.8m、
全幅.....	8.800 m		3翼固定ピッチ式
深.....	2.488 m		2基
総トン数.....	約200ト	最高速力.....	約28.5ノット
乗客席数.....	180~200	燃料種類.....	軽油
乗員数.....	3~4名	航続時間.....	約9時間
主機.....	MTU331型船用4サイクル過給機付12気筒		
	ディーゼルエンジン連続最大出力1,125PS×2,200rpm×2基		



三井造船

ホーバークラフト事業室
 〒104東京都中央区築地5-6-4 TEL 03(544)3462



貨物船 ZULIA

船——その新しい 時代のために

いま三菱重工は、世界をリードしてきた高度な造船技術と、持前の幅広い技術とシステム力をフルに生かして在来の船種、船型に加え各種の作業船、調査研究船、公害対策船、プラント船、さらに海洋開発へと海の総合技術で、あらゆる社会のニーズにこたえています。



《ワイド・シップビルダー》

内海造船

●すぐれた技術で、さまざまな船を……

特殊な技術と巾広い知識が要求される各種新造船。この分野で内海造船は、今まで豊かな建造実績を示してきました。

客船、貨物船、カーフェリー、タンカー、セメント・アンモニア等各種専用船、作業船、タグボート、ドレヅジャー、漁船、冷凍船、巡視艇、etc.

これらは目的によって求められる性能を一船一船に満した。船主からの厳しい要求が、すべてにいかされています。すでに中小型各種新造船には、定評のある当社。これもすぐれた技術と豊かな実績から得た評価です。

●60,000DWTドックも完成！

体勢を整えた修繕部門

昭和51年春、多くの船主から待たれていた新ドックが瀬戸田工場に完成。田熊工場とともに、工期短縮、修繕費低減をはかったドックが5基設備され、メンテナンス・サービスも十分ご満足いただけます。

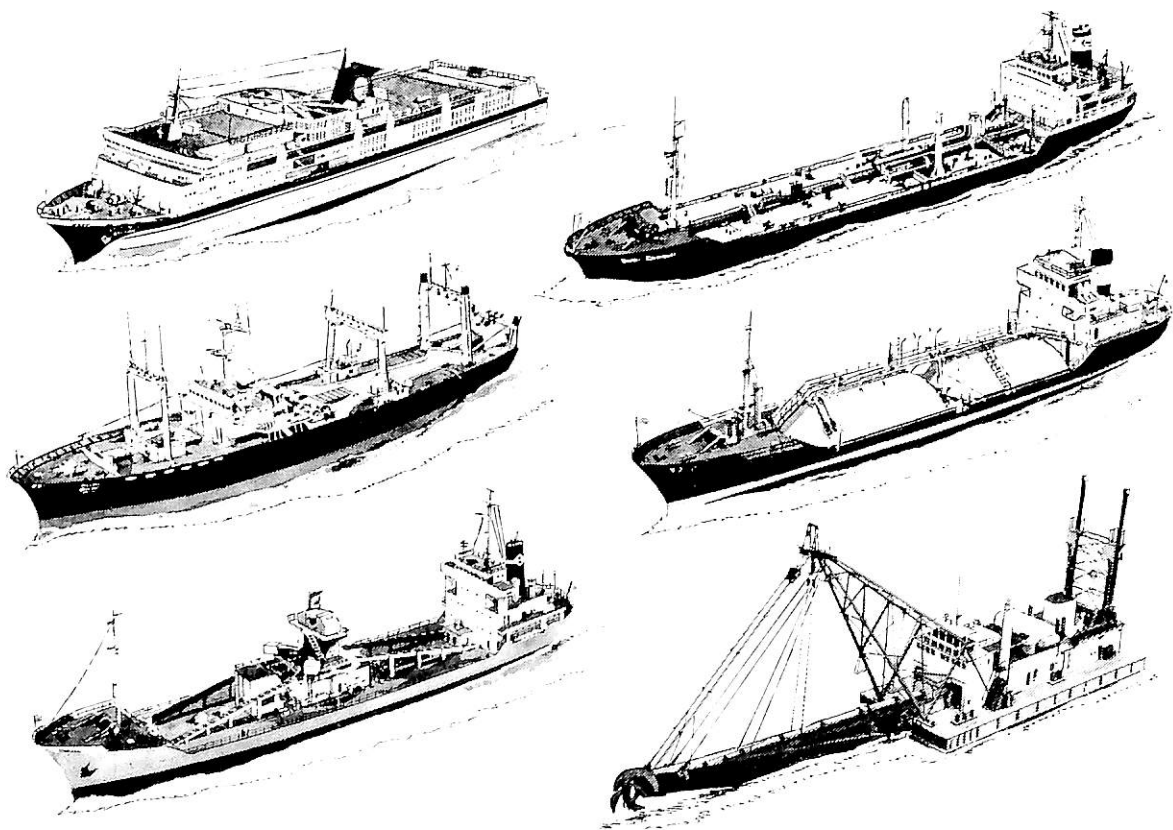
 **内海造船**

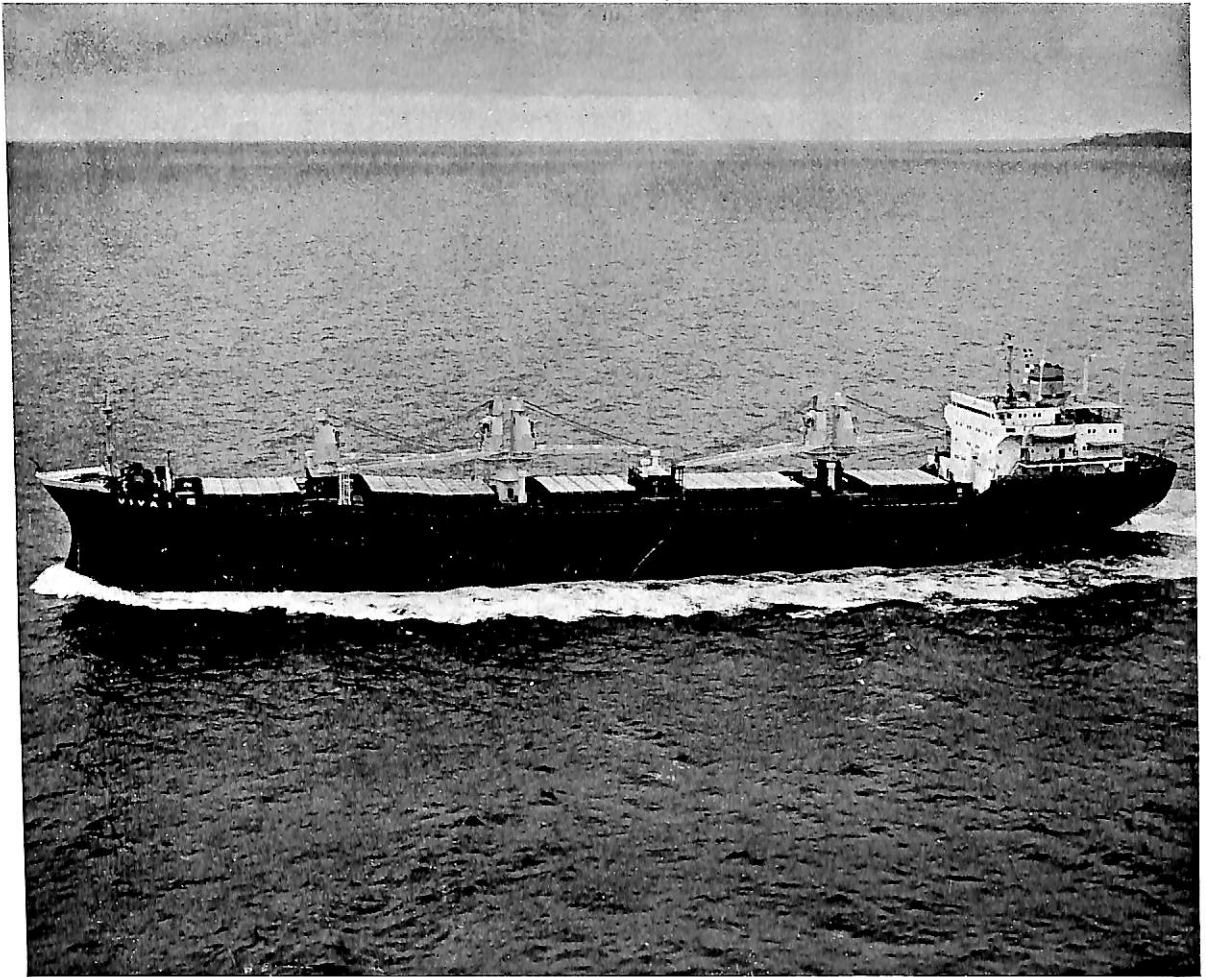
NAIKAI SHIPBUILDING & ENGINEERING CO., LTD.

本社・瀬戸田工場：広島県豊田郡瀬戸田町大字沢226番地の6
〒722 24 電話(瀬戸田)08452(7)2111(代)

田熊工場：広島県因島市田熊町2517番地の1 〒722 23
電話(因島)08452(2)1411(代)

事務所：東京・名古屋・大阪・神戸・九州





M/V "VIVA I" 船主 COMO SHIPPING INC. 26,357LT BULK CARRIER

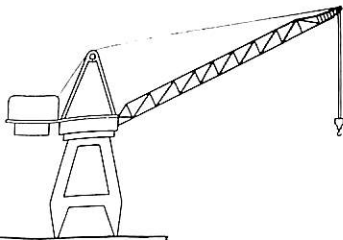
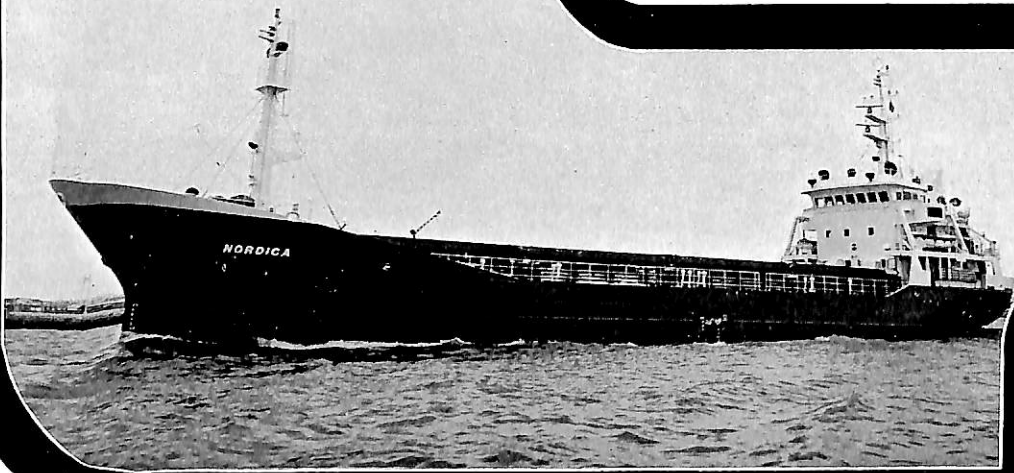


株式会社 名村造船所

取締役社長 名 村 源

本社・大阪工場	大阪市住之江区北加賀屋 4 の 1 の 55	電話大阪 (681)1121(代表)
伊万里工場	佐賀県伊万里市黒川町塩屋 5 の 1	電話伊万里 (7) 1 1 2 1
東京事務所	東京都千代田区神田鍛冶町3の4の2(神田東洋ビル)	電話東京 (252)4941(代表)
神戸事務所	神戸市生田区海岸通 5 (商船ビル)	電話神戸 (331) 4 8 1 0
ロンドン事務所	125 High Holborn LONDON WC 1 ENGLAND	

未来指向の 造船



建造能力 (G. T.)

新潟造船工場	No.1	5,000
	No.2	3,500
	No.3	1,000
	No.4	3,000
三崎工場	No.1	1,400
	No.2	500

より高度な合理性を要求される明日の船舶の姿を目標に、新潟鉄工の技術陣の努力が今日も積み重ねられています。すでに省力化、高能率化、居住性向上の面でめざましい成果をあげ、さらに船舶の標準化によって生まれたメリットはすべてユーザーのみなさまに提供されています。

ニイガタの船舶

客船、フェリー、カーフェリー、貨物船、RO/RO船、油槽船、冷蔵運搬船、艦艇、巡視船、浚渫船、各種作業船、各種漁船（トロール船、延縄船、旋網船等）、漁業調査船、漁業練習船、漁業取締船、漁業指導船、船舶修理

新潟鉄工

本社 東京都千代田区霞が関1-4-1 〒100 電話(03)504-2111
 支社 大阪・新潟 営業所 札幌・仙台・名古屋・広島・福岡
 出張所 釧路・函館・青森・八戸・境津・徳山・今治・下関・長崎・沖縄
 駐在員事務所 稚内・高崎・清水・高松
 エンジニアリング・センター 東京都大田区蒲田本町1-9-3 〒144 電話(03)737-1111

株式会社 金指造船所



清水工場	1号船台	179 m × 29 m	建造可能	36,000DW
	2号船台	175 m × 26 m	"	19,000DW
	船渠	125 m × 18 m	入渠可能	9,200DW
豊橋工場	建造船渠	(299 m + 151 m) × 66 m	建造可能	150,000DW
貝島 分工場	1号船台	84.5 m × 4 m	建造可能	2,000GT
	2号船台	84.5 m × 4 m	"	1,000GT
	3号船台	84.5 m × 4 m	"	1,000GT
	船渠	55 m × 10 m	入渠可能	700GT

代表取締役社長 金 指 利 明

本社・清水塚間工場	静岡県清水市三保491番地の1	電話 0543-34-5151(大代表)	テレックス3965-617
豊橋工場	愛知県豊橋市明海町22	電話 0532-25-4111(大代表)	テレックス4322-292
清水貝島工場	静岡県清水市三保4010番地の19	電話 0543-34-5252(代表)	テレックス3965-770
清水草薙工場	静岡県清水市七ツ新尾490	電話 0543-45-8441(代表)	テレックス3965-777
東京事務所	東京都港区西新橋2丁目8の8	電話 03-591-1306(代表)	テレックス222-2662



4,700台積自動車専用船 速力22.3kn "AMERICAN HIGHWAY"

船主 興洋商船

今治造船株式会社

代表取締役社長 檜 垣 正 司

本 社	愛媛県今治市大浜丁408番地の3	電話(0898)41-9456	〒799-21
丸亀事業本部	香川県丸亀市昭和町30番	電話(08772)3-0121	〒763
今治工場	愛媛県今治市大浜丁408番地の3	電話(0898)41-9456	〒799-21
東京事務所	東京都港区東新橋1丁目2番17号下島ビル5F	電話(03)574-0531	〒105



笠戸船渠株式会社

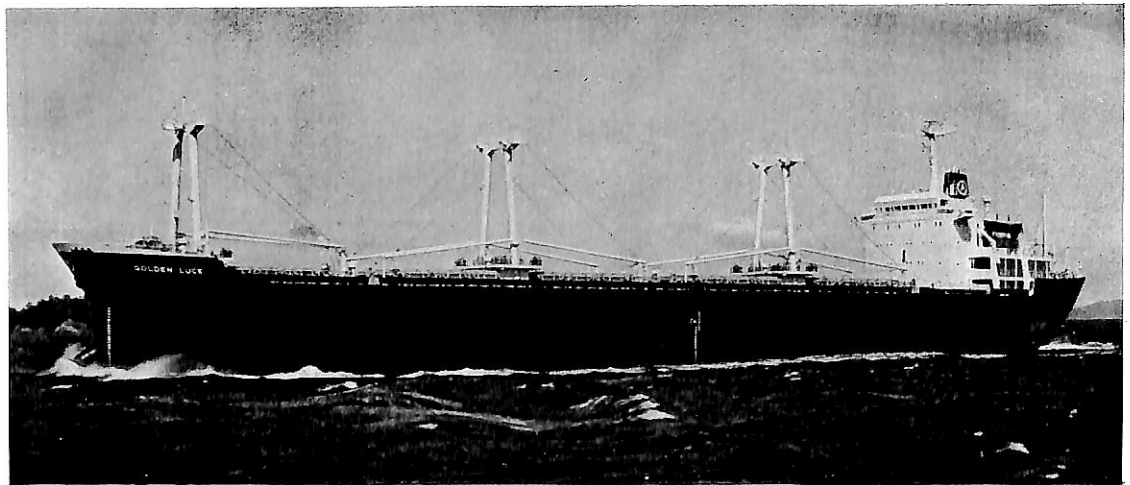
取締役社長 佐藤 祐金



32次計画造船

D/W 26,070T型撒積貨物船“白龍丸”

船主 太平洋汽船株式会社



D.W.21,692型撒積運搬船 M/V "GOLDEN LUCK" 船主 GOLDEN LUCK STEAMSHIP INC.



東北造船株式会社

取締役社長 野山 郁造

本社および工場	宮城県塩釜市北浜4の14の1	電話 02236(4)2111(大代表)
	テレックス 859208 TZHEAD J	
多賀城工場	宮城県多賀城市栄2丁目1番1号	電話 02236(4)1127(代表)
東京支店	東京都中央区日本橋2の3の10(丸善ビル7階)	電話(271)1907~9
	テレックス 2225323 TZTKYO J	

技術と伝統を誇る

㊦ 株式会社白杵鉄工所

代表取締役社長 矢野 鎮雄

本社 大分市生石777(田中ビル) TEL0975-32-2131(代表)

東京事務所 東京都中央区八重洲1-3-8(井田ビル) TEL03-273-1921(代表)

神戸事務所 神戸市生田区東町123(貿易ビル) TEL078-321-8501(代表) 臼杵造船所 臼杵市板知屋 TEL09726-3-2121(代表) 佐伯造船所 佐伯市鶴谷区 TEL09722-2-3331(代表)



西井船渠株式会社

社長 西井 進

3,500GT型冷蔵運搬船
載貨重量 5,786T
貨物艙容積(ベール)7,207.73M³

本社 三重県度会郡南勢町五ヶ所浦179

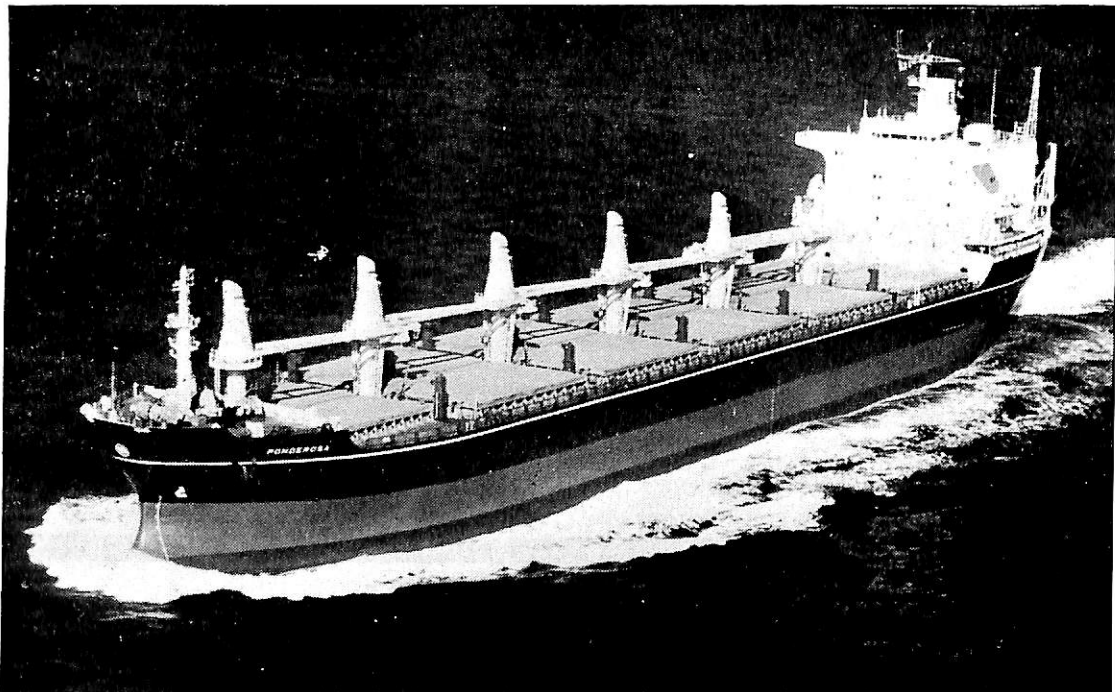
☎(05996)6-0001番

東京事務所 東京都港区麻布台2丁目4番7号松井商事ビル

☎(03)582-2856番

NIKKO - HÄGGLUNDS

Electro - hydraulic deck cranes



日鋼-ヘグランド電動油圧デッキクレーン

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

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

ネットワークがあり迅速なサービスを受ける
ことができます。

その他の船用機器

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



株式
会社

日本製鋼所

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



防食。

アラルダイト・エポキシ樹脂は、コールトールと組み合わせることにより、タールエポキシとして船舶用防食塗料の分野で数多くの実績をもっています。たとえばこの DOCECANYON 丸は、27万3千トンの鉱石運搬兼油槽船で、バラストタンク内など約150,000㎡にわたりアラルダイトにもとづくタールエポキシで防食されています（写真：日本鋼管KK提供）守りは堅く。アラルダイトで。CIBA-GEIGY

エポキシ樹脂をリードする。

アラルダイト®

日本チバガイギー株式会社
プラスチック部

本社 〒530=大阪市北区万歳町50番地 ☎06(312)3771代
東京支店 〒105=東京都港区浜松町2丁目4-1
世界貿易センタービル34階 ☎03(436)5271代
名古屋事務所 〒460=名古屋市中区丸の内2丁目7番17号
西田ビル ☎052(211)1764代

日本総代理店 長瀬産業株式会社

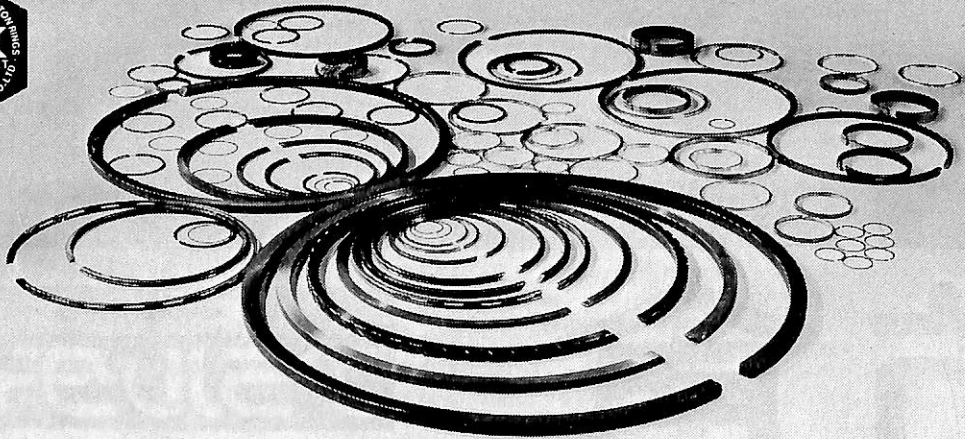
〒550=大阪市西区新町通1丁目5 新町ビル ☎06(541)1121代
東京支社 ☎03(665)3260-7 / 名古屋支店 ☎052(951)1121
広島出張所 ☎0822(27)1121 / 福岡出張所 ☎092(272)1121



夢の鉄は 猫のヒゲ。

20年前、電話の故障がきっかけで登場した夢の鉄・ウイスキー。その形が猫のヒゲ(ウイスキー)に似ているところから、この愛称で呼ばれています。ウイスキーの秘めた魅力はとてつもない強さ。鉄の中の力持ち・高張力鋼の、何と10倍もの強さを発揮します。それだけ、少ない量で大きな働きを期待できるわけです。新日鐵では、これら鉄のもつさまざまな可能性に挑戦し、新しい鉄の開発に力を注いでいます。

 **新日本製鐵**



RIKEN

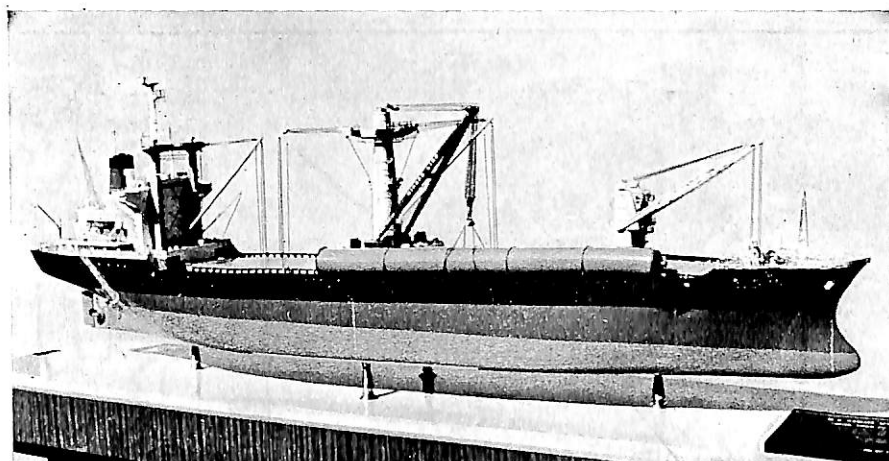
理研ピストンリング工業株式会社

〒102 東京都千代田区九段北1丁目13番5号

電話(03)230-3916番(代表)

札幌 電話(011)221-7117 仙台 電話(0222)33-7145 柏崎 電話(02572)3-3113 名古屋 (052)201-8681 大阪 電話(06)312-6291
 神戸 (078)231-5381 広島 電話(0822)48-4455 福岡(092)281-1071

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

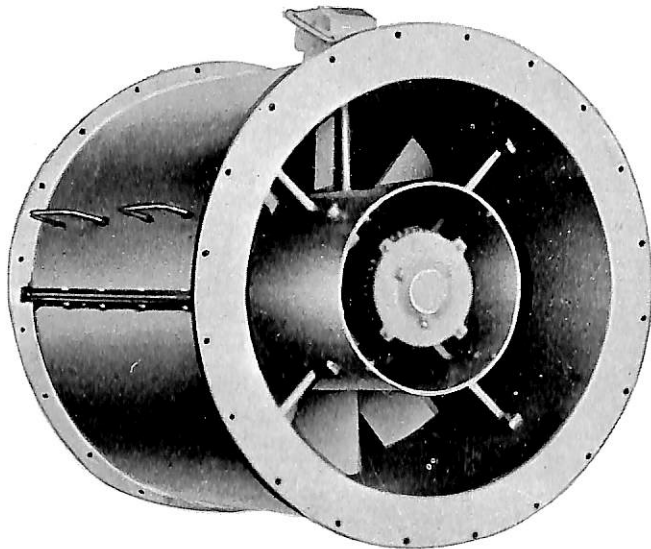
代表取締役社長 桜庭武二
東京都練馬区高松2丁目5の2 TEL. 東京 (998) 1586

大洋の



TAIYO
ELECTRIC HFG. CO., LTD.

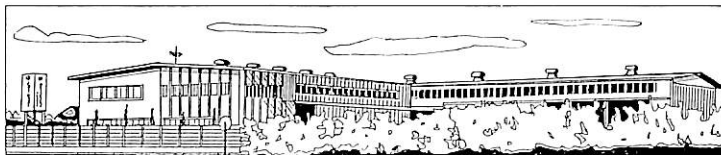
乗組員の生活環境改善に 低騒音船用軸流通風機



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、風胴装置、電源装置、計測装置等の組合わせにより、精密に測定、管理する方法を採用しております。

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

船の科学

1977

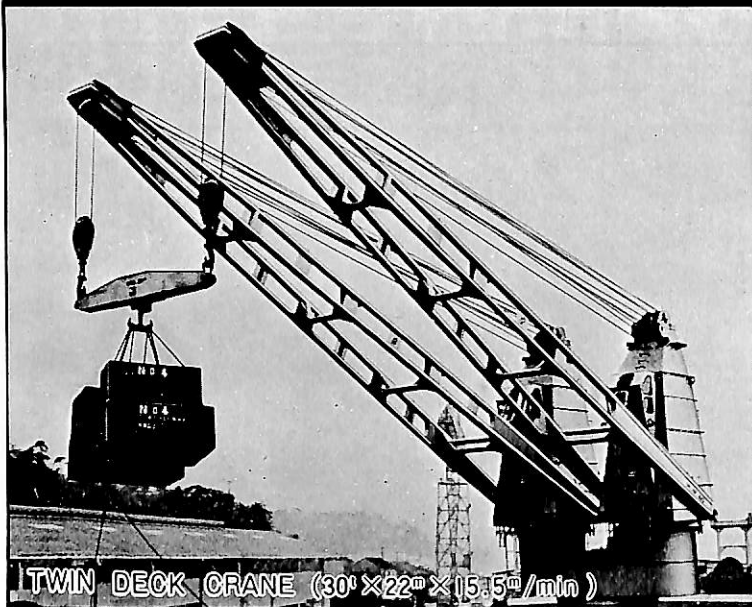
7

Vol. 30

目 次

- 19 新造船写真集 (No. 345)
- 69 6月のニュース解説 編集部
- 72 内航船の簡易型電気推進方式の経済効果 船舶整備公団
- 79 東ドイツ造船レポート 大野 伊左男
- 87 船用プロペラの歩みを顧みる 宮 脇 繁 雄
-
- 92 ケミカルタンカー(16) 恵美洋彦・角張昭介
- 101 実用船舶推進論(18) 伊 藤 一 男
- 105 船舶電子航法ノート(11) 木 村 小 一
- 113 瀬戸内海客船の歴史(6) 埴 友 雄
-
- 127 2液形長期防汚・防藻塗料
“ラパマリン A/F No.1000” について 関西ペイント
-
- 58 NIMITZ—CVN 68—(1) FINNJET 速 水 育 三
- 海外技術短信 ガス検出保安装置 シンプソン・ロウレンス社
 - 製品紹介 DL91型全自動ロランC受信機 セ ナ ー
- 昭和52年度新造船許可集計 (昭和52年5月分)

最新の技術と実績を誇る 福島甲板機械



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



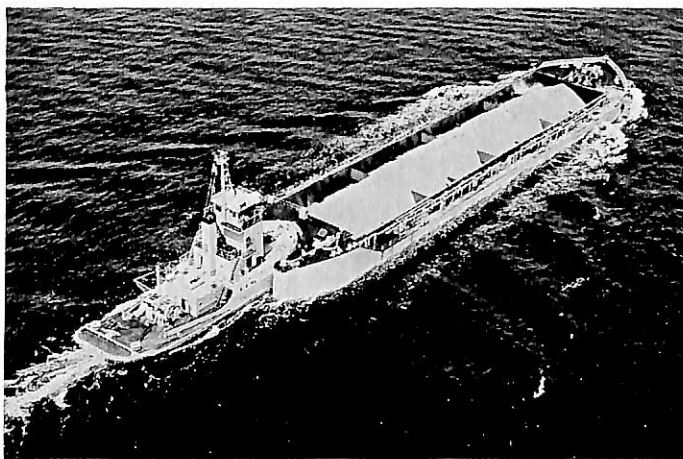
株式会社 **福島製作所**

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

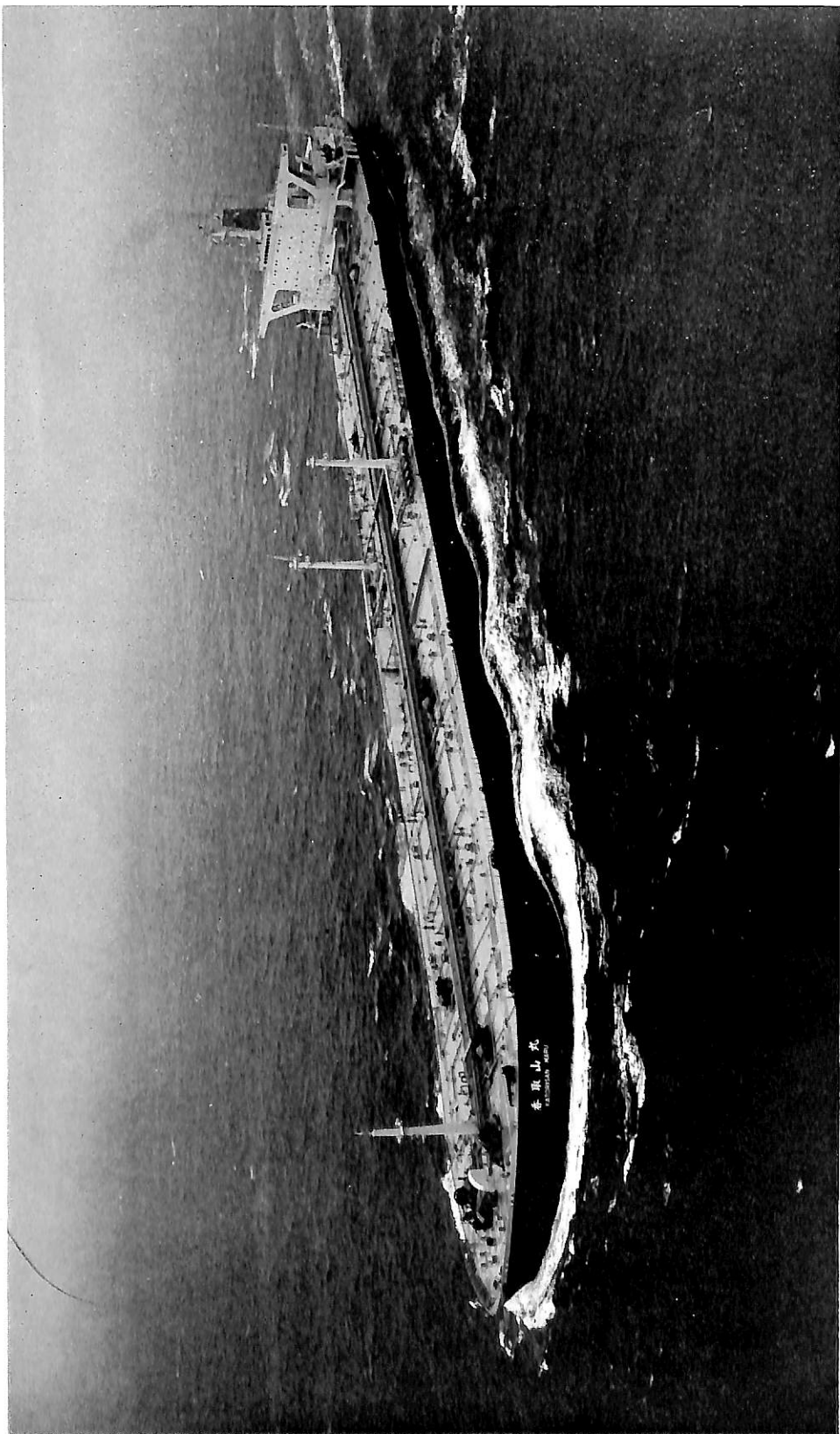


☆ 荒天時も就航可能!

☆ 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

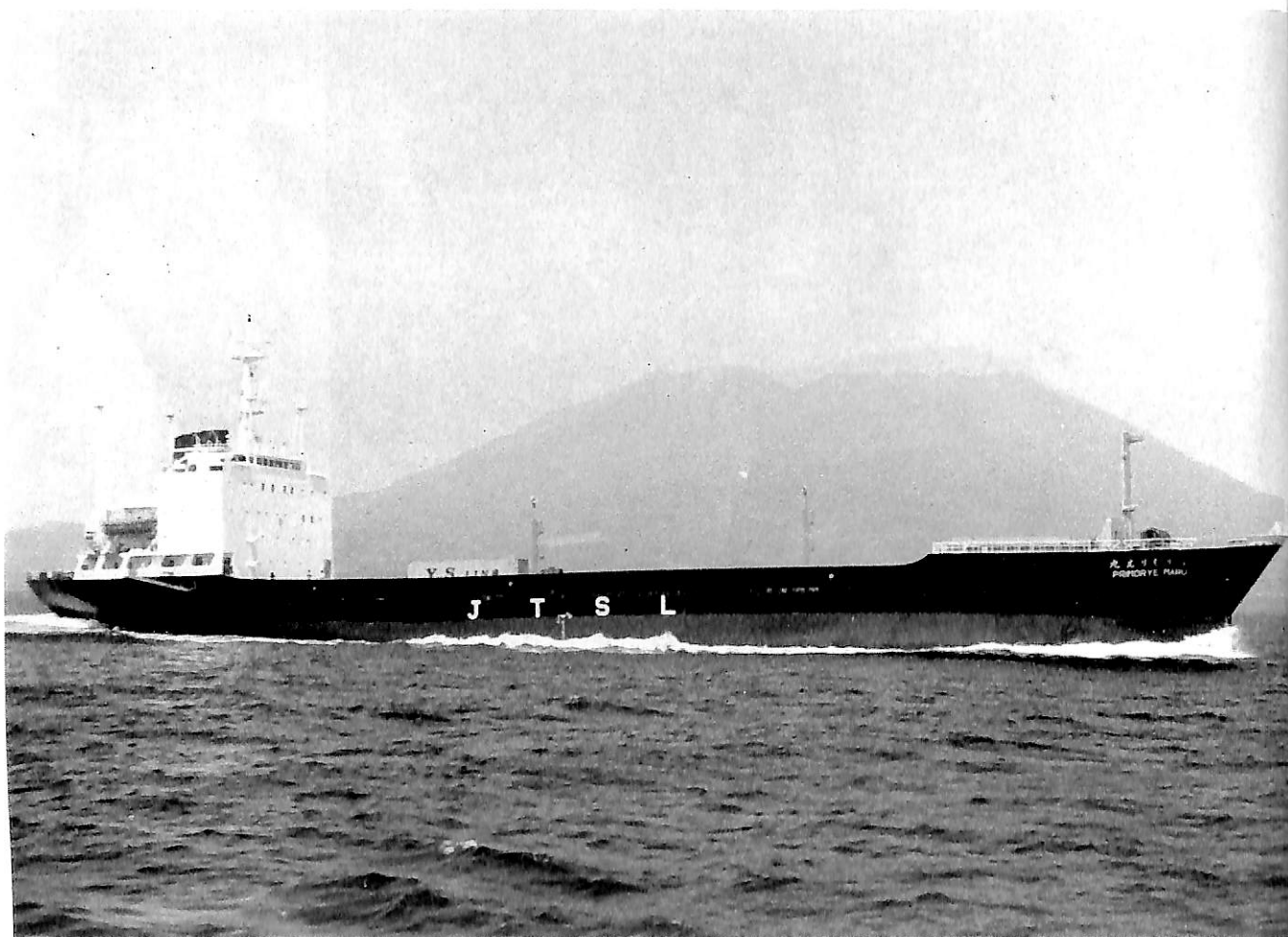
東京都台東区東上野1-28-3
電話 03(833)0828, 0829



30次油槽船

大阪商船三井船舶株式会社
KATORISAN MARU
新栄船舶株式会社

日立造船株式会社工場建造 (第4470番船) 起工 50-3-26 進水 51-2-10 竣工 52-3-29 全長 324.00m
 垂線間長 310.00m 型幅 53.00m 満載喫水 19.450m 満載排水量 272,000t
 総噸数 120,957.61T 純噸数 90,322.79T 載貨重量 237,569t 貨物油槽容積 282,651.3m³
 主油槽 613.0m³ 主機械 日立 UA-360型船用タービン機関×1 主汽缶 日立 UMG 72/55 型 出力 (連続最大) 36,000PS (90RPM)
 (常用) 35,000PS (89RPM) 発電機 (タービン) 1,500kW×AC 450V×60Hz×1,800rpm×1 (ディーゼル) 740kW×AC 450V×60Hz×600rpm×2
 送信機 MST-213A×1 MST-212A×1 受信機 RG 11A×2 RG 22B×1 船型 平甲板型 速度 (試運転最大) 16.405kn
 (満載航海) 15.7kn 航続距離 15,200哩 船級・区域資格 NK 適洋 乗組員 32名
 同型船 鹿島山丸 2港揚げを可能にするため、異種の貨物油を50対50又は85対65の割合で積み分けられる様タンク
 配置、貨物油管の配管が配慮されている。NK "M0"



32次コンテナ船 **ふりもりえ丸** 飯野海運株式会社
PRIMORYE MARU 山下新日本汽船株式会社

鹿兒島ドック鉄工株式会社建造 (第98番船) 起工 51-10-25 進水 51-12-24 竣工 52-4-28
 全長 128.00m 垂線間長 118.00m 型幅 21.00m 型深 8.40m 満載喫水 6.623m
 満載排水量 11,687.69t 総噸数 5,496.92T 純噸数 3,064.18T 載貨重量 8,008.5t 艙口数 6
 Cont. 搭載数 20' 423個, 40' 209個 燃料油槽 2,370m³ 燃料消費量 155g/PS·h 清水槽 200m³
 主機 赤阪鉄工 6UEC 52/105DS 型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 7,200PS (175RPM)
 (常用) 6,120PS (165RPM) 補汽缶 コンボジット式 1,000/1,000kg/h 発電機 500kVA×3
 送信機 (主) 800W (補) 75W 受信機 (主) 1 (補) 1 速力 (試運転最大) 17.68kn
 (満載航海) 14.70kn 航続距離 8,000浬 船級・区域資格 NK 近海 船型 四甲板船尾機関型
 乗組員 25名 旅客 4名 バウスラスタ, 可変ピッチプロペラー



撒積貨物船 **さんたしるびあ丸** 三菱鉱石輸送株式会社
SANTASILVIA MARU

三菱重工業株式会社長崎造船所建造 (第1793番船) 起工 51-9-21 進水 51-12-21 竣工 52-3-30 全長 238.00m 垂線間長 225.00m 型幅 32.20m 型深 18.20m
 満載喫水 12.20m 夏季乾舷 6.019m 総噸数 37,455.14T 純噸数 22,814.62T
 載貨重量 62,703t 貨物艙容積 (グレーン) 75,887.4m³ 艙口数 7 燃料油槽 4,239.8m³
 燃料消費量 63.9t/day 清水槽 619.9m³ 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 コクラン 7kg/cm²×515°C×1,850kg/h×1
 発電機 (ディーゼル) 6GL-DT型 850PS×450V×720rpm×540kW×2 送信機 (主) 2 (補) 1
 受信機 (主) 2 (補) 1 速力 (試運最大) 17.55kn (満載航海) 15.7kn 航続距離 24,000浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 34名 同型船 さんたばあば丸
 同社開発パナマ運河可航, 62型バルクキャリア NK "M0"

木材/撒積貨物船 **せーぬ丸** 新光海運株式会社
SEINE MARU 株式会社日本リース

— 21 —

佐野安船渠株式会社水島造船所建造 (第356番船) 起工 51-9-21 進水 52-2-3 竣工 52-4-28
 全長 183.675m 垂線間長 173.000m 型幅 27.60m 型深 17.00m 満載喫水 12.07m
 満載排水量 49,110t 総噸数 23,984.38T 純噸数 16,039.20T 載貨重量 40,542t
 貨物艙容積 (ベール) 45,319.3m³ (グレーン) 54,054.5m³ 艙口数 5 デリックブーム 25tトムソン型×5
 燃料油槽 2,606.5m³ 燃料消費量 47.7t/day 清水槽 341.4m³ 主機械 住友 Sulzer 7RND76 型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 14,000PS (122RPM) (常用) 12,600PS (118RPM)
 補汽缶 弩型コクラン煙缶型 発電機 AC 450V×525kVA×3 送信機 (主) 中波 500W,
 短波 1.2kW×1 (補) 中波 50W, 短波 75W×1 受信機 (主) 全波×1 (補) 全波×1
 速力 (試運転最大) 17.81kn (満載航海) 15.0kn 航続距離 15,500浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 四甲板船尾機関型 乗組員 35名 同型船 らいん丸 木材積用起倒式スタンション





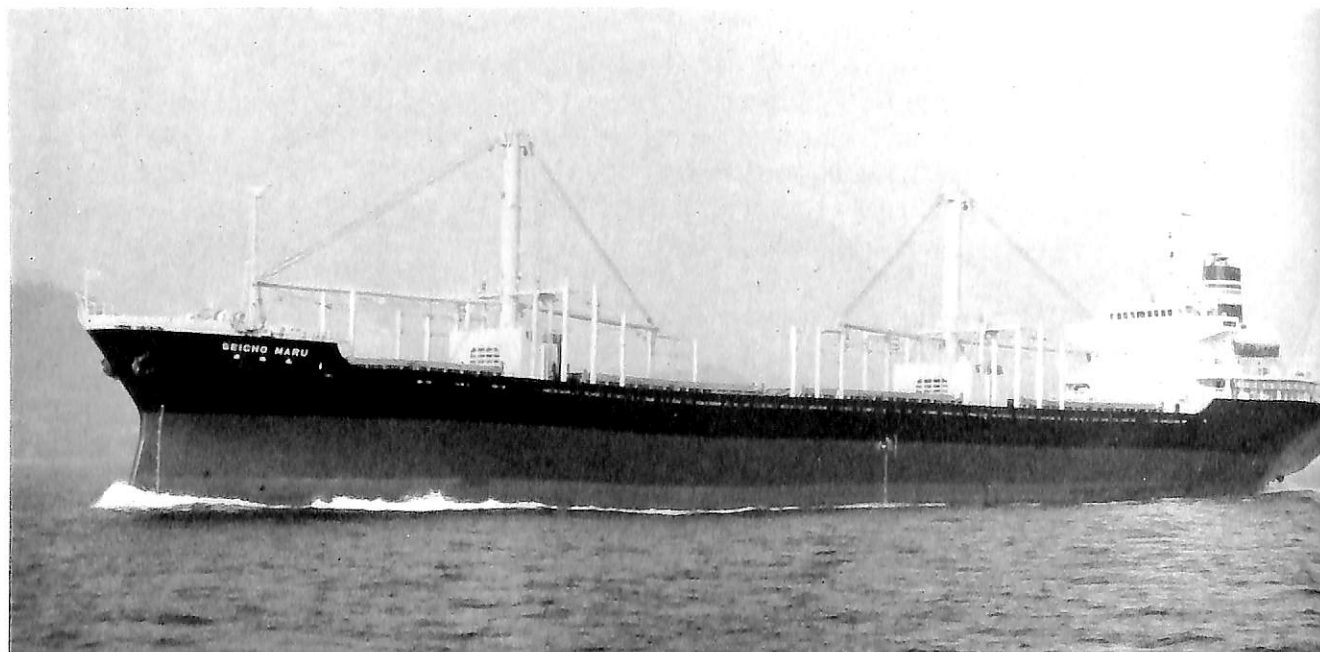
木材/撒積貨物船 花 光 丸 三光汽船株式会社
KAKO MARU

佐野安船渠株式会社本社造船所建造 (第360番船)	起工 51-9-14	進水 52-1-14	竣工 52-4-22
全長 169.58m	垂線間長 160.0m	型幅 24.80m	型深 14.35m
満載排水量 33,748t	総噸数 16,557.19T	純噸数 9,722.65T	満載喫水 10.352m
貨物艙容積 (ベール) 32,544.1m ³	(グレーン) 33,979.6m ³	船口数 5	載貨重量 27,606t
燃料油槽 1,854.5m ³	燃料消費量 34.0t/day		デッキクレーン 22t×5
主機械 住友 Sulzer 6RND68 型ディーゼル機関×1		出力 (連続最大) 9,900PS (150RPM)	清水槽 359.8m ³
(常用) 8,910PS (145RPM)	補汽缶 整型コクランコンポジット型	発電機 AC 450V×465kVA×3	
送信機 (主) 中波 400W, 短波 1.2kW×1 (補) 中波 50W, 短波 50W×1		受信機 (主) 全波×1	
(補) 全波×1	速力 (試運転最大) 17.52kn (満載航海) 14.75kn		航続距離 15,300哩
船級・区域資格 NK 遠洋	船型 凹甲板船尾機関型	乗組員 35名	木材積用起倒式スタンション

— 22 —

撒積貨物船 成 兆 丸 協成汽船株式会社
SEICHO MARU

今治造船株式会社今治工場建造 (第350番船)	起工 51-11-2	進水 52-1-17	竣工 52-2-26
全長 146.68m	垂線間長 136.00m	型幅 22.86m	型深 12.20m
満載排水量 22,293t	総噸数 10,501.63T	純噸数 6,928.02T	満載喫水 9.054m
貨物艙容積 (ベール) 21,707.67m ³	(グレーン) 22,627.73m ³	船口数 4	載貨重量 17,665t
燃料油槽 1,369.23m ³	燃料消費量 163.71g/PS·h		デリックブーム 22t×4
主機械 神戸発動機 6UEC 52/105E 型ディーゼル機関×1		出力 (連続最大) 8,000PS (175RPM)	清水槽 413.07m ³
(常用) 7,200PS (169RPM)	補汽缶 西田鉄工	排ガス併用横煙管式緊型	
発電機 400kVA×320kW×900rpm×2	送信機 (主) NSD-1590 1kW×1 (補) NSD-1106 75W×1		
受信機 (主) NRD-10 全波×1 (補) NRD-1003 全波×1	速力 (試運転最大) 16.906kn (満載航海) 14.1kn		
航続距離 13,400哩	船級・区域資格 NK 遠洋	船型 凹甲板型	乗組員 30名
同型船 SNOW PEAK			



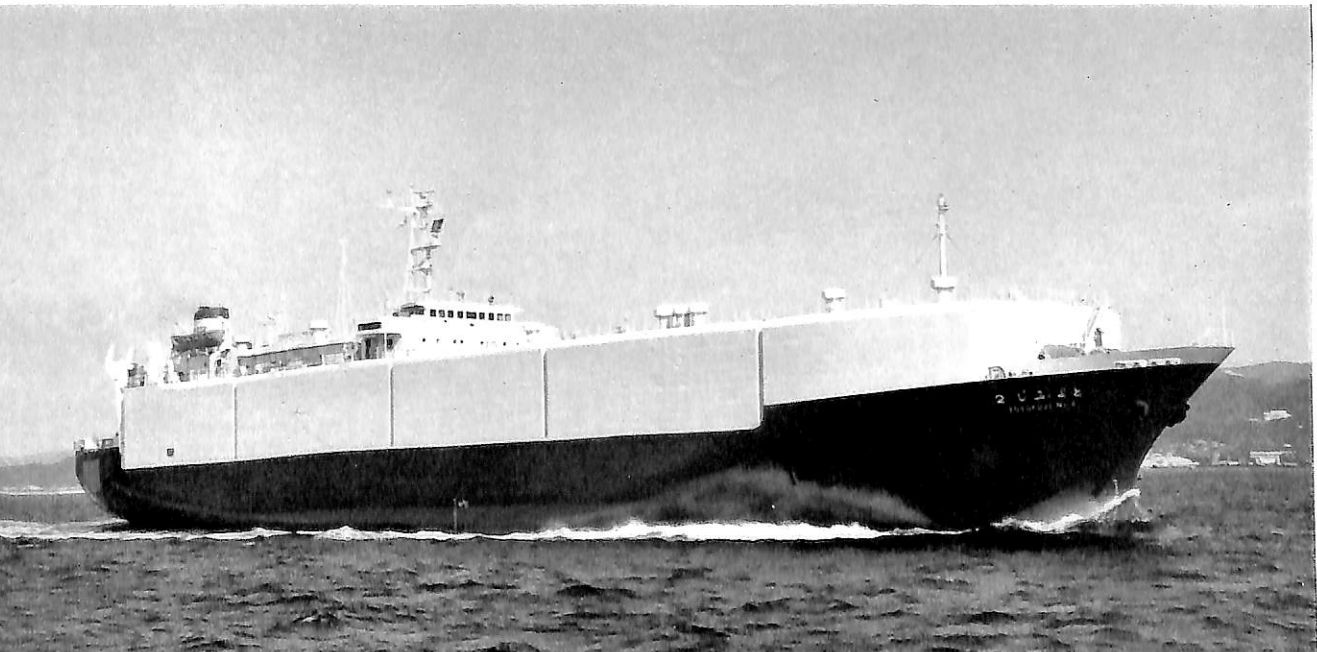


散積貨物船 **しんこう丸** 一宝海運株式会社
SHINKO MARU

株式会社神田造船所建造 (第220番船)	起工 51-9-27	進水 51-12-24	竣工 52-3-29
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 22,025.31t	総噸数 10,415.14T	純噸数 6,401.68T	載貨重量 17,466.51t
貨物艙容積 (ベール) 20,767.33m ³ (グレーン) 21,822.52m ³	燃料消費量 25.60t/day	艙口数 4	デリックブーム 25t×4
燃料油槽 1,528.77m ³	主機械 IHI 12PC 2-5V 型ディーゼル機関×1	出力 (連続最大) 7,800PS (520/139.8RPM)	清水槽 1,147.51m ³
(常用) 7,020PS (502/135RPM)	発電機 (ディーゼル) AC 450V×3φ×60Hz×450kVA×530PS×900rpm×1	補汽缶 コクランコンポジット型×1	送信機 (主) NSD-1590
(補) NSD-1106	受信機 (主) NRD-10 トリプルスーパーヘテロダイン (補) NRD-10	速力 (試運転最大) 17.588kn (満載航海) 14.3kn	航続距離 11,500浬
船型 四甲板型 乗組員 32名			船級・区域資格 NK 遠洋

自動車運搬船 **とよふじ 2** トヨフジ海運株式会社
TOYOFUJI No. 2

内海造船株式会社瀬戸田工場建造 (第415番船)	起工 51-12-17	進水 52-3-19	竣工 52-5-25
全長 116.90m 垂線間長 105.00m	型幅 18.80m	型深 11.10m	満載喫水 6.70m
満載排水量 8,056t	総噸数 6,877.11T	純噸数 3,945.64T	載貨重量 3,998t
Car 搭載数 乗用車 131台, ノックダウン車輛 2,264t	燃料消費量 21.9t/day	燃料油槽 85% fuel, 785.54m ³	清水槽 299.23m ³ (兼用タンク含んだ時 432.35m ³)
主機械 川崎 MAN K6Z 52/90N 型ディーゼル機関×1	出力 (連続最大) 6,000PS (205RPM)	補汽缶 コンポジット型 800/700kg/h×7kg/cm ² G×1	送信機 (主) 1kW×1 (補) 75W×1
(常用) 5,400PS (198RPM)	速力 (試運転最大) 18.669kn (満載航海) 16.15kn	航続距離 12,790浬	船級・区域資格 NK 遠洋
発電機 320kW×AC 450V×60Hz×2			乗組員 20名, 他 2名
受信機 (主) 全波×1 (補) 全波×1			





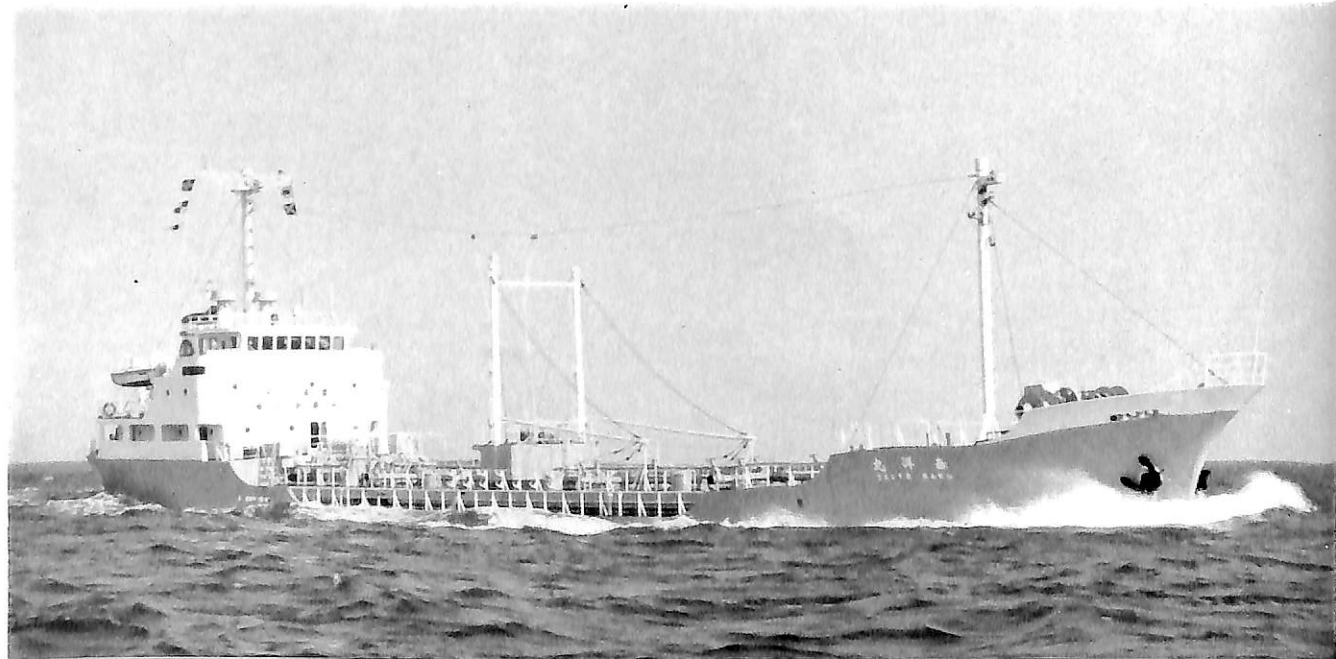
貨車渡船 石 狩 丸 日本国有鉄道
ISHIKARI MARU

日立造船株式会社向島工場建造 (第4518番船)	起工 51-7-22	進水 51-11-26	竣工 52-4-26
全長 144.60m 垂線間長 136.00m	型幅 18.40m	型深 7.20m	満載喫水 5.118m
満載排水量 6,654.93t	総噸数 4,105.62T	純噸数 1,261.31T	載貨重量 2,646.73t
車輛搭載数 ワム型 15T 貨車 55輛	燃料油槽 202m ³	燃料消費量 170g/PS·h	清水槽 392m ³
主機械 ダイハツ 6DSM-32型ディーゼル機関×8 (2軸)	出力 (連続最大) 1,600PS×8 (600RPM)	送汽缶 クレイトン WO-100型×2, 1,200kg/h×5kg/cm ²	発電機 500kVA×445V×3, 900kVA×445V×1
送信機 200W×1, 50W×1	受信機 全波×1, 中波×3	速力 (試運転最大) 21.66kn	船型 全通船楼平甲板型
(満載航海) 18.2kn	航続距離 1,360哩	船級・区域資格 JG 沿海	航路 青森↔函館
乗組員 41名, その他 50名	同型船 空知丸, 松山丸		
可変ピッチプロペラ			

— 24 —

油槽船 泰 洋 丸 泰洋汽船株式会社
TAIYO MARU

村上秀造船株式会社建造 (第137番船)	起工 51-12-21	進水 52-2-19	竣工 52-3-30
全長 75.14m 垂線間長 70.00m	型幅 11.00m	型深 5.50m	満載喫水 5.15m
満載排水量 3,090t	総噸数 994.32T	純噸数 620.76T	載貨重量 2,260.38t
貨物油槽容積 2,260.00m ³	主荷油ポンプ 750m ³ /h×85m×2	艙口数 10	デリックブーム 2
燃料油槽 110m ³	燃料消費量 165g/PS·h (B重油)	出力 (連続最大) 2,100PS (600RPM)	清水槽 59m ³
主機械 ダイハツ 6DSM-32F型ディーゼル機関×1	速力 (試運転最大) 12.323kn	補汽缶 三浦製作所 VW 4000型	船型 凹甲板船尾機関型
(常用) 1,785PS (568RPM)	航続距離 3,400哩	船電話	
発電機 120kVA×225V×60Hz×1,200rpm×2	船級・区域資格 JG 沿海		
(満載航海) 11.20kn			
乗組員 11名			





特殊塗装工作船 第七なかた 株式会社中田組

NAKATA No. 7

内海造船株式会社田熊工場建造 (第423番船) 起工 52-1-24 進水 52-4-4 竣工 52-4-28
 全長 54.18m 垂線間長 50.40m 型幅 10.00m 型深 5.00m 満載喫水 3.70m
 満載排水量 1,612.00t 総噸数 684.17T 純噸数 312.11t 載貨重量 1,023.57t
 貨物艙容積 (グレーン) 583.27m³ 艙口数 3 デッキクレーン 4.9t×14m×1 燃料油槽 99.54m³
 燃料消費量 6.5t/day 清水槽 162.22m³ 主機械 ダイハツ 6DSbM-22FS 型ディーゼル機関×2
 出力 (連続最大) 850PS×2 (900/391RPM) (常用) 725PS×2 (853/370RPM)
 発電機 (航海) ダイハツ 6PK-14A×1, 大洋電機 100kVA×AC 450V×1 船舶電話 速力 (試運転最大) 11.349kn
 (作業) 主機駆動 大洋電機 625kVA×AC 450V×2 船級・区域資格 JG 沿海 船型 船首尾楼付一層甲板型
 (満載航海) 9.50kn 航続距離 2,849浬 船級・区域資格 JG 沿海 船型 船首尾楼付一層甲板型
 乗組員 20名(含作業員12名) 動く工場として表面処理作業, 特殊塗装作業を海上で施工する。
 【主要設備】 ショベルカー1, ショトブラスト機1, グリット搬出用バケット1, 集じん機1, バキューム機1, 焼却炉1

自動車航送船 はやぶさ 共栄運輸株式会社

HAYABUSA

函館ドック株式会社函館造船所建造 (第656番船) 起工 51-6-16 進水 52-2-11 竣工 52-3-29
 全長 87.35m 垂線間長 76.25m 型幅 15.00m 型深 4.80m 満載喫水 3.75m
 満載排水量 2,309t 総噸数 999.71T 純噸数 360.23T 載貨重量 970.1t
 Car 搭載数 12mトラック×20台 又は 4m 乗用車×60台 燃料油槽 165.7m³ 燃料消費量 23.7t/day
 清水槽 167.1m³ 主機械 ダイハツ 8DSM32(L)+DRA45D(L)型ディーゼル機関×2
 出力 (連続最大) 3,000PS×2 (600/248RPM) (常用) 2,550PS×2 (568/235RPM)
 補汽缶 クレイトン RHOB-30型 398kg/h×6kg/cm² 発電機 ダイハツ 6PKTb-14A 220PS×1,200rpm×2
 大洋電機 AC 60Hz×445V×180kVA×2 送受信機 (主) SSB (沖海洋 OCS 6301) (補) 150MHz 無線電話
 速力 (試運転最大) 19.012kn (満載航海) 17.0kn 航続距離 2,500浬 船級・区域資格 JG 沿海
 船型 開放船楼付一層甲板型 乗組員 11名 旅客 12名 航路 函館⇄青森

— 25 —





廃油収集船 きさん1号 船舶整備公団
KISAN No. 1 株式会社愛徳

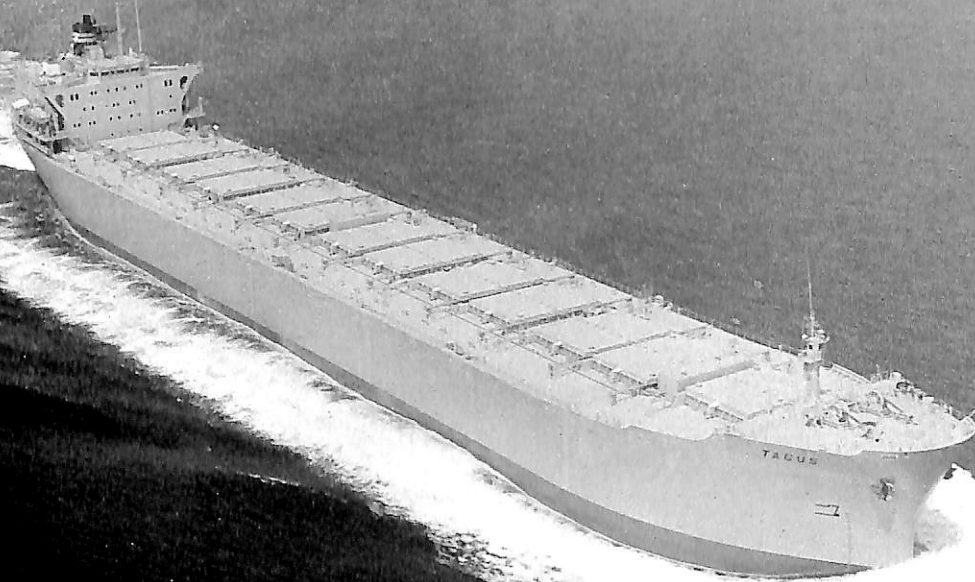
株式会社白杵鉄工所白杵造船所建造 (第955番船) 起工 51-9-27 進水 51-12-21 竣工 52-3-18
 全長 44.41m 垂線間長 40.50m 型幅 11.50m 型深 4.40m 満載喫水 3.82m
 満載排水量 1,401.00t 総噸数 488.83T 純噸数 270.19T 載貨重量 831t
 貨物艙容積 (グレーン) 271.64m³ 貨物油槽容積 576.80m³ 主荷油泵 500m³/h×7kg/cm²×1
 艙口数 1 燃料油槽 A.O. 13.16m³ B.O. 43.19m³ 清水槽 67.40m³
 主機械 防滴カゴ形誘導型電動機 (電気推進) 出力 (連続最大) 360kW×2 (1,200RPM)
 (常用) 324kW×2 (1,168RPM) 補汽缶 616kg/h×10kg/cm² 発電機 原動機 (ディーゼル) 850PS×720rpm×2
 防滴保護ブラッシレス交流型 700kVA×720rpm×3φ×445V×60Hz×2 船舶電話 (保安通信付)
 速力 (試運転最大) 11/10 負荷 11.219kn (航海) 9.0kn 航続距離 1,700浬 船級・区域資格 JG 沿海
 船型 船尾長スリップウェイ直立型船首 乗組員 10名
 。減速機組込式可変ピッチプロペラ×2 。船尾部に油回収船の搭載可能な設備を有している。

- 26 -

消防艇 (FL 04) かいりゅう 海上保安庁
KAIRYU

日本鋼管株式会社鶴見造船所建造 (第157番船) 起工 51-7-14 進水 52-1-18 竣工 52-3-18
 全長 27.50m 垂線間長 25.54m 型幅 10.401m 型深 3.80m 単胴幅 3.301m
 満載喫水 2.30m 満載排水量 267.0t 総噸数 200.38T 純噸数 66.12T 燃料油槽 5.66m³×2
 燃料消費量 4.6t/day 清水槽 2.00m³ 原液タンク 4.99m³×3 主機械 池田鉄工 MTUMB820Db型
 ディーゼル機関×2 出力 (連続最大) 1,100PS×2 (1,400/420RPM) (常用) 950PS×2 (1,400/420RPM)
 発電機 35kVA×AC 225V×3φ×60Hz×2 送受信機 MHF 10W, VHF 10W
 速力 (試運転最大) 13.536kn (航海) 13.33kn 航続距離 400浬 船級・区域資格 JG 沿海第4種船
 船型 双胴型 乗組員 14名 同型船 なんりゅう
 [主要設備] 消防ノズル 6,000l/min型×2(水用), 3,000l/min型×4(水及び泡沫用), 2,000l/min型×1(水及び泡沫用),
 5t 粉末放射銃 45kg/sec型×1(粉末用), 流出油処理ノズル 400l/min型×2, 油回収装置一式, 可変ピッチプロペラ
 配属第五管区堺海上保安部





タグス
輸出撒積船 TAGUS

船主 Wilhelm Wilhelmsen (Norway)
 日本鋼管株式会社津造船所建造 (第54番船)
 全長 233.600m 垂線間長 223.600m 型幅 32.200m 型深 18.700m 満載喫水 44'-10⁷/₁₆"
 総噸数 38,634.72T 純噸数 26,194.32T 載貨重量 70,600Lt 貨物艙容積 (グリーン) 80,540.7m³
 艙口数 7 燃料油槽 4,758.7m³ 燃料消費量 55.75Lt/day 清水槽 310.8m³
 主機械 三菱 Sulzer 6RND 90型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 17,400PS (122RPM)
 (常用) 15,600PS (118RPM) 補汽缶 1,500kg/h×6.5kg/cm²×sat×1
 発電機 (主) AC 450V×60Hz×570kW×3 (非) AC 450V×60Hz×40kW×1 送信機 (主) MF, MHF, HF
 (補) MF, HF 受信機 (主) 15~29999.9kHz×2 速力 (試運転最大) 17.20kn (満載航海) 15.5kn
 航続距離 28,919浬 船級・区域資格 DNV 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 30名
 旅客 7名 同型船 TAMESIS

ゴールデン ローレル
輸出撒積貨物船 GOLDEN LAUREL (金冠)

船主 Liberian Cordelia Transports, Inc. (Liberia)
 日立造船株式会社堺工場建造 (第4516番船)
 全長 224.50m 垂線間長 215.00m 型幅 32.20m 型深 17.80m 満載喫水 12.453m
 満載排水量 72,974t 総噸数 29,729.59t 純噸数 22,903t 載貨重量 61,710t
 貨物艙容積 (ベール) 71,262.4m³ (グリーン) 74,247.6m³ 艙口数 7 燃料油槽 3,826.40m³
 燃料消費量 48.3t/day 清水槽 431.4m³ 主機械 日立 Sulzer 7RND76 型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 14,000PS (122RPM) (常用) 12,600PS (118RPM) 補汽缶 日立 フレミング
 発電機 500kVA×AC 450V×60Hz×720rpm×3 送信機 日本無線 NSD-7BS 型×1
 受信機 日本無線 NRD-71 型×1 速力 (試運転最大) 16.944kn (満載航海) 14.8kn 航続距離 24,500浬
 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 35名 同型船 SAPPHERE





ファルコン アロー
輸出撒積貨物船 **FALCON ARROW**

船主 Kristian Gerhard Jebsen Skipsrederi A/S (Norway)
 三井造船株式会社千葉造船所建造 (第1044番船) 起工 51-10-22 進水 52-2-9 竣工 52-4-26
 全長 182.00m 垂線間長 174.00m 型幅 29.00m 型深 16.10m 満載喫水 11.611m
 総噸数 25,268.19T 純噸数 12,850.25T 載貨重量 38,137Lt 貨物艙容積 (ベール) 40,745m³
 (グレーン) 41,684m³ 艙口数 5 ガントリークレーン 25t×2 燃料油槽 2,261.2m³
 燃料消費量 46.0t/day 清水槽 283.5m³ 主機械 三井 B & W DE 7K74EF 型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 13,100PS (124RPM) (常用) 11,900PS (120RPM) 補汽缶 サンロッド CPDB15 型
 発電機 西芝 812.5kVA×3 送信機 (主) 1 (補) 1 受信機 (主) 1 (補) 1
 速力 (試運転最大) 16.79kn (満載航海) 14.50kn 航続距離 15,500浬 船級・区域資格 NV 遠洋
 船型 船尾接付平甲板型 乗組員 37名 同型船 SWAN ARROW

ブルックネス
輸出撒積貨物船 **BROOKNES**

船主 Reederei J. Jost O.H.G. (West Germany)
 日本鋼管株式会社清水造船所建造 (第352番船) 起工 51-7-13 進水 51-9-20 竣工 52-4-1
 全長 177.000m 垂線間長 167.000m 型幅 27.800m 型深 15.000m 満載喫水 11.157m
 満載排水量 43,349t 総噸数 20,164.14T 純噸数 12,514.78T 載貨重量 35,137t
 貨物艙容積 (ベール) 38,773.5m³ (グレーン) 40,389.0m³ 艙口数 6 デッキクレーン 15t×5
 燃料油槽 2,623m³ 燃料消費量 50.0t/day 清水槽 189m³ 主機械 住友 Sulzer 7RND76 型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 14,000PS (122RPM) (常用) 12,600PS (118RPM)
 補汽缶 Aalborg AQ-3 型 1,700kg/h 発電機 自励式 (主) 480kW×450V×3 (非) 10kW×450V×1
 送信機 (主) MF, IF, HF×1 (非) MF, IF, HF×1 受信機 (主) 全波×1 (非) 全波×1
 速力 (試運転最大) 17.502kn (満載航海) 15.0kn 航続距離 17,700浬 船級・区域資格 GL 遠洋
 船型 凹甲板型 乗組員 34名 同型船 BOLNES

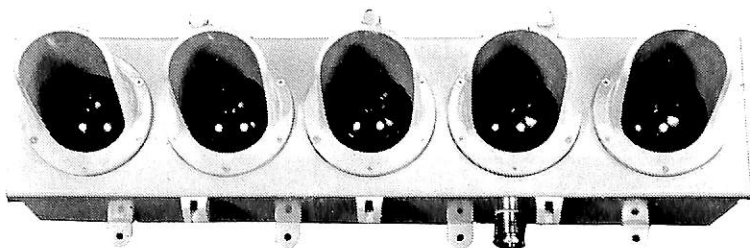
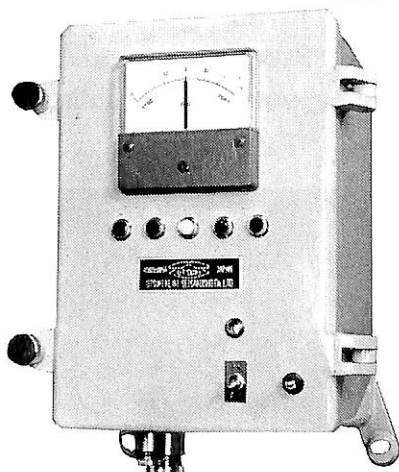




ブルネス
輸出撒積貨物船 **BRUNES**

船主 Sameiet Brunus V A/S Kristian Jebsens Rederi (Norway)	竣工 52-4-27	全長 180.00m	垂線間長 170.00m	型幅 28.40m	進水 52-1-31	型深 15.00m
住友重機械工業株式会社浦賀造船所建造 (第1047番船)	満載喫水 (ext.) 10.894m	総噸数 20,473.24T	純噸数 12,597.01T	載貨重量 34,488t	燃料油槽 2,144.4m ³	燃料消費量 47.84t/day
貨物艙容積 (ベール) 40,796m ³ (グレーン) 42,553m ³	主機械 住友 Sulzer 7RND76 型ディーゼル機関×1 (常用) 12,600PS (118RPM)	出力 (連続最大) 14,000PS (122RPM)	補汽缶 重油専焼式 1,375kg/h×7kg/cm ² G×1	發電機 (ディーゼル) 500kW×750PS×720rpm×3	船口数 5	デッキクレーン 15t×4
清水槽 284.7m ³	排ガスエコノマイザー 1,500kg/h×7kg/cm ² G×1	送信機 (主) 1 (補) 1	受信機 (主) 1 (補) 1	速力 (試運転最大) 16.98kn (満載航海) 15.8kn	航続距離 15,600浬	船級・区域資格 LR 遠洋
船型 ウェル甲板型	乗組員 33名					

ランプ表示式傾度計ULD-300C型



微妙な傾きを正確にキャッチ。

ULD-300C型ランプ表示式傾度計は見易い大型ランプ表示灯と、高精度の検出部により構成されています。

検出部には、当社開発のスプリング型リニアトランス方式を採用した高い分解能力を誇る傾度検出器を採用しております。出力信号によりヒール角の自動制御等のご利用も出来ます。

《特長》

- メンテナンスフリーの検出部

- 抜群の検出精度 ±1%Fs

- 防滴設計の見やすい大型ランプ

- 9段階のランプ表示パターン

荷役作業の安全//合理化//省力化に宇

津木の船舶用《ランプ表示式傾度計》を

お役立てください。

※資料請求は下記本社営業部へ。

株式会社 宇津木計器

本社 / 横浜市中区弁天通り6-83 〒231
TEL 045(201)0596(代表)

大阪営業所 / 大阪市西区西本町3-1-46第5奥内ビル〒550
TEL 06(541)6504(代表)

北九州出張所 / 北九州市小倉北区田町6-27 〒803
宮崎齒科ビル2F 201TEL 093(591)1304

サービス部 / 横浜市戸塚区上矢部町3530 〒244
TEL 045(811)0425



ゼフィロス

輸出散積貨物船 ZEPHYROS

船主 Marathon Compania Naviera S.A. (Greece)
 函館ドック株式会社函館造船所建造 (第649番船) 起工 51-9-21 進水 51-12-10 竣工 52-3-18
 全長 180.80m 垂線間長 170.00m 型幅 23.10m 型深 14.50m 満載喫水 35'-1/2"
 満載排水量 35,241Lt 総噸数 16,366.24T 純噸数 11,052.08T 載貨重量 28,710Lt
 貨物艙容積 (ベール) 1,173,191ft³ (グリーン) トップウイングタンクを含む 1,332,587ft³ 船口数 7
 デリックブーム 10t×II×7 燃料油槽 A.O. 6,322ft³ C.O. 70,125ft³ 燃料消費量 39.03Lt/day
 清水槽 D.W. 2,840ft³ F.W. 4,610ft³ 主機械 IHI Sulzer 6RND76 型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 12,000PS (122RPM) (常用) 10,800PS (117.8RPM) 補汽缶 Aalborg AQ-3 型
 7kg/cm²G×1,400kg/h×1 発電機 (ディーゼル) AC 450V×475kVA×560PS×3
 送信機 (主) MF, IF, HF (非) MF 受信機 (主) 全波×1 (非) 全波×1 速力 (試運転最大) 17.973kn
 (満載航海) 15.1kn 航続距離 16,180浬 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 船尾接付一層甲板型
 乗組員 40名 同型船 ATTICOS

— 30 —

ラビニア

輸出散積貨物船 LAVINIA V

船主 Summerfield Sea Transport Ltd. (Liberia)
 日本鋼管株式会社鶴見造船所建造 (第946番船) 起工 51-11-12 進水 52-1-19 竣工 52-4-27
 全長 178.200m 垂線間長 167.000m 型幅 22.860m 型深 14.707m 満載喫水 10.610m
 総噸数 15,949.39T 純噸数 10,642T 載貨重量 27,536t 貨物艙容積 (ベール) 31,593m³
 (グリーン) 37,140m³ 船口数 5 デッキクレーン 10t×3 燃料油槽 1,918m³
 燃料消費量 38.5t/day 清水槽 210m³ 主機械 住友 Sulzer 6RND68M 型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 11,400PS (150RPM) (常用) 10,200PS (145RPM) 発電機 自励式 500kW×450V×AC60Hz×3
 補汽缶 豎型水管 AQ-3 型 6.5kg/cm²×2t/h×3 受信機 (主) 全波×1 (補) 全波×1
 送信機 (主) 1.5kW×1 (補) 100W×1 速力 (試運転最大) 17.93kn (満載航海) 15.4kn 航続距離 18,000浬
 船型 凹甲板型 乗組員 39名 船級・区域資格 AB 遠洋





ジョン グレゴス
輸出撒積貨物船 JOHN GREGOS

船主 Capgreg Compania Maritima S.A. (Greece)

株式会社大島造船所建造 (第014番船)

起工 51-9-2

進水 51-12-4

竣工 52-3-10

全長 169.54m

垂線間長 163.00m

型幅 26.30m

型深 13.60m

満載喫水 9.613m

満載排水量 34,098t

総噸数 16,380.45T

純噸数 10,578T

載貨重量 27,476t

貨物艙容積 (バール) 31,369m³ (グリーン) Hold 32,076m³, T.S.T 3,638m³

艙口数 5

デッキクレーン 15t×5

燃料油槽 A.O. 209.2m³ C.O. 1,813.2m³

燃料消費量 42.1t/day

清水槽 247.3m³

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) 10,395PS(144.8RPM) 補汽缶 コクラン 1,500kg/h×7kg/cm²×1

発電機 ダイハツ 6PSHTb-26D 型 AC450V×60Hz×3φ×562.5kVA×660PS×720rpm×3

送信機 (主) NSD-18 (補) NSD-16

受信機 (主) NRD-71 (補) NRD-30

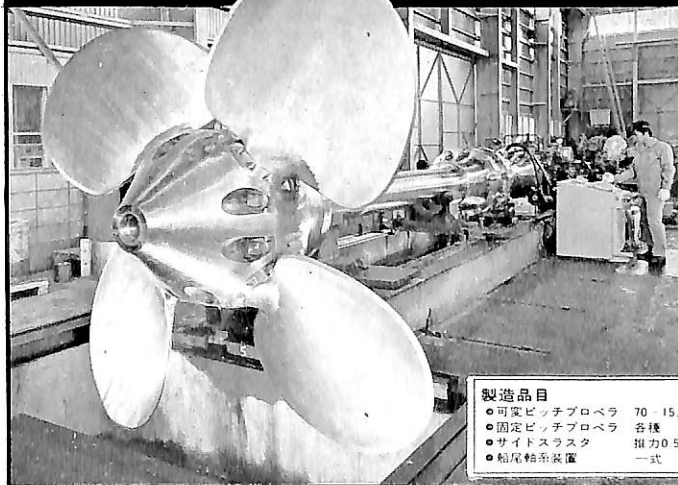
速力 (試運転最大) 17.527kn (満載航海) 15.0kn

航続距離 15,400浬

船級・区域資格 AB 遠洋

船型 船首接付平甲板型 乗組員 37名

省エネルギー対策にピタリ!!



2500

台を超える
実績と信頼性

全国40ヵ所のサービス網完備



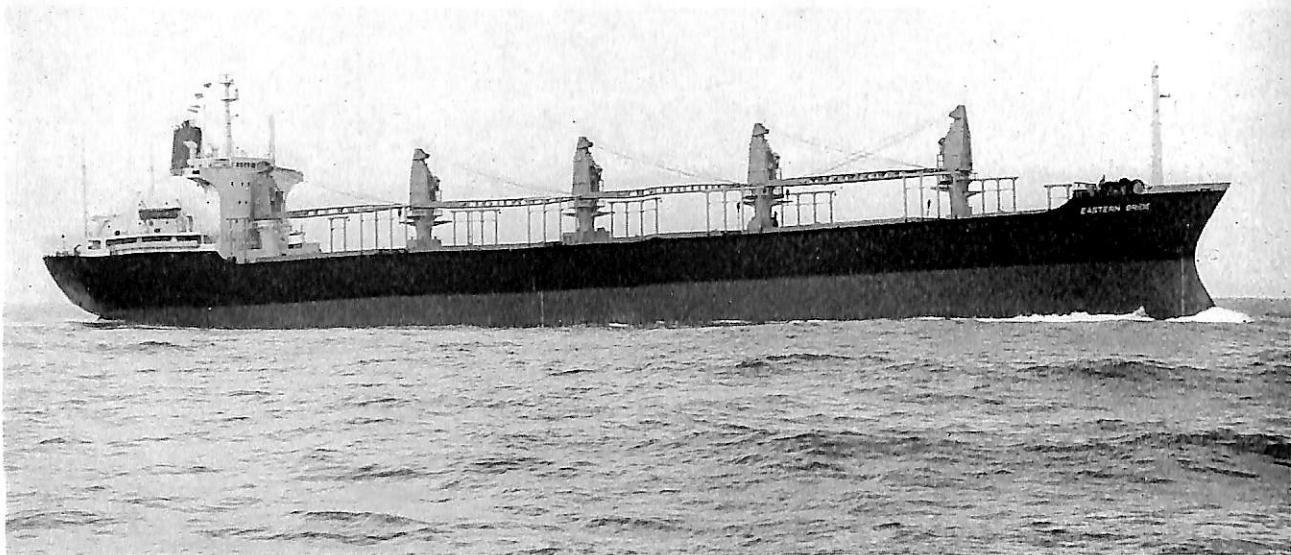
**かもめ
可変ピッチ
プロペラ**

運輸大臣認定製造事業場

かもめプロペラ株式会社

〒100 東京都千代田区千代田 2-14-7 電話 03(5561) 8111 2481 (代表)
東京事務所 東京都葛飾区新小岩 2-14-7 電話 03(5561) 8111 2481 (代表)

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



イースターン ブライド
輸出撒積貨物船 EASTERN BRIDE

船主 Eastern Heaven Shipping S.A. (Panama)
 林兼造船株式会社下関造船所建造 (第1212番船) 起工 51-11-11 進水 52-2-8 竣工 52-4-28
 全長 176.86m 垂線間長 165.00m 型幅 25.00m 型深 14.20m 満載喫水 10.25m
 満載排水量 35,567t 総噸数 16,040.35T 純噸数 10,413.52T 載貨重量 27,392Lt
 貨物艙容積 (ベール) 34,936m³ (グリーン) 35,713m³ 艙口数 5 デッキクレーン 25Lt×5
 燃料油槽 2,123m³ 燃料消費量 40t/day 清水槽 342m³ 上機械 三井 B&W 6K74EF 型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 11,600PS (124RPM) (常用) 10,600PS (120RPM)
 補汽缶 堅型コクラン 7kg/cm²×1,500kg/h 発電機 AC 自励防滴 600kVA×450V×3
 送信機 (主) MF 400W, MHF 400W, HF SSB 1.5kW (補) MF 50W, 130W
 受信機 (主) トリプルダブルスーパーヘテロダイン (補) ダブルシングルスーパーヘテロダイン
 速力 (試運転最大) 17.765kn (満載航海) 14.9kn 航続距離 14,400浬 船級・区域資格 LR 遠洋
 船型 凹甲板型 乗組員 36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。



◀ 樹脂

- 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。

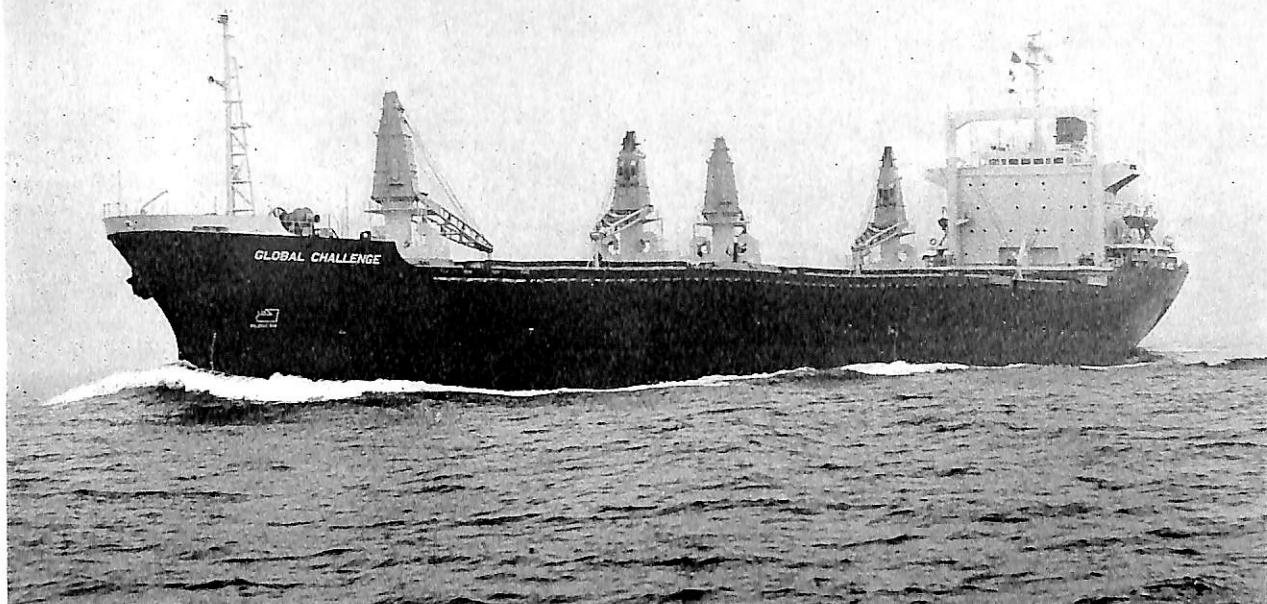
● QUIKSET EPOXY は、安全・確実な機器据付・大巾な工期短縮とコストダウン材として、内外に多くの実績をもっています。

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(572)7781(内) 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(ICAI PSJ)

《技術情報 No.2》

主要据付用材として
NK・ABS・LRS
 承認取得済!!



グローバル チャレンジ

輸出撒積貨物船 GLOBAL CHALLENGE

船主 Global Splendour S.A. (Panama)
 三井造船株式会社笠戸造船所建造 (第293番船) 起工 51-10-13 進水 51-12-24 竣工 52-3-14
 全長 168.91m 垂線間長 159.00m 型幅 24.80m 型深 14.30m 満載喫水 10.326m
 満載排水量 33,763t 総噸数 15,264.36T 純噸数 10,242.65T 載貨重量 27,083t
 貨物艙容積 (ベール) 33,782m³ (グリーン) 34,714m³ 艙口数 5
 デッキクレーン 15t×22m×2, 15t×18m×2 デリックブーム 15t×21.5m×1 燃料油槽 1,896.6m³
 燃料消費量 32.5t/day 清水槽 353.9m³ 主機機 宇部 6UEC 65/135D 型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 10,000PS (145RPM) (常用) 8,500PS (137.4RPM) 補汽缶 コクランコンボジット型×1
 発電機 AC 450V×60Hz×420kW×2 送信機 (主) NSD-1580S (補) NSD-1106
 受信機 (主) NRD-10 (補) NRD-10 速力 (試運転最大) 16.611kn (満載航海) 14.0kn
 航続距離 17,800浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 34名 同型船 ふろりだ丸

サムバワ

輸出貨物船 SUMBAWA

船主 Aktieselskabet det østasiatiske Kompagni (The East Asiatic Company Limited) (Denmark)
 三井造船株式会社玉野造船所建造 (第1103番船) 起工 51-11-16 進水 52-1-20 竣工 52-5-17
 全長 158.00m 垂線間長 150.00m 型幅 24.77m 型深 14.00m 満載喫水 (ext.) 10.210m
 満載排水量 31,352t 総噸数 16,126.99T 純噸数 9,685.51T 載貨重量 23,314t
 貨物艙容積 (ベール) 29,933.7m³ (グリーン) 31,080.9m³ 艙口数 9
 Cont. 搭載数 20' 換算 570個, 40' 専用 30個 燃料油槽 1,815.7m³ 燃料消費量 41.3t/day
 清水槽 243.0m³ 主機機 三井 B&W DE6K74EF 型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 11,600PS (124RPM) (常用) 10,600PS (120RPM) 補汽缶 壱型煙管 1,200kg/h×1
 排ガス 1,500kg/h×1 発電機 (ディーゼル) ダイハツ 6PSHTc-26D 型 840PS×720rpm×560kW×3
 送信機 (主) 1,200W×1 (非) 75W×1 受信機 (主) 1 (非) 1 速力 (試運転最大) 17.07kn
 (満載航海) 16.27kn 航続距離 約 15,200浬 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 平甲板型
 乗組員 34名 同型船 SONGKHLA Nos. 1, 3 & 5 ホールドにセルガイド設置





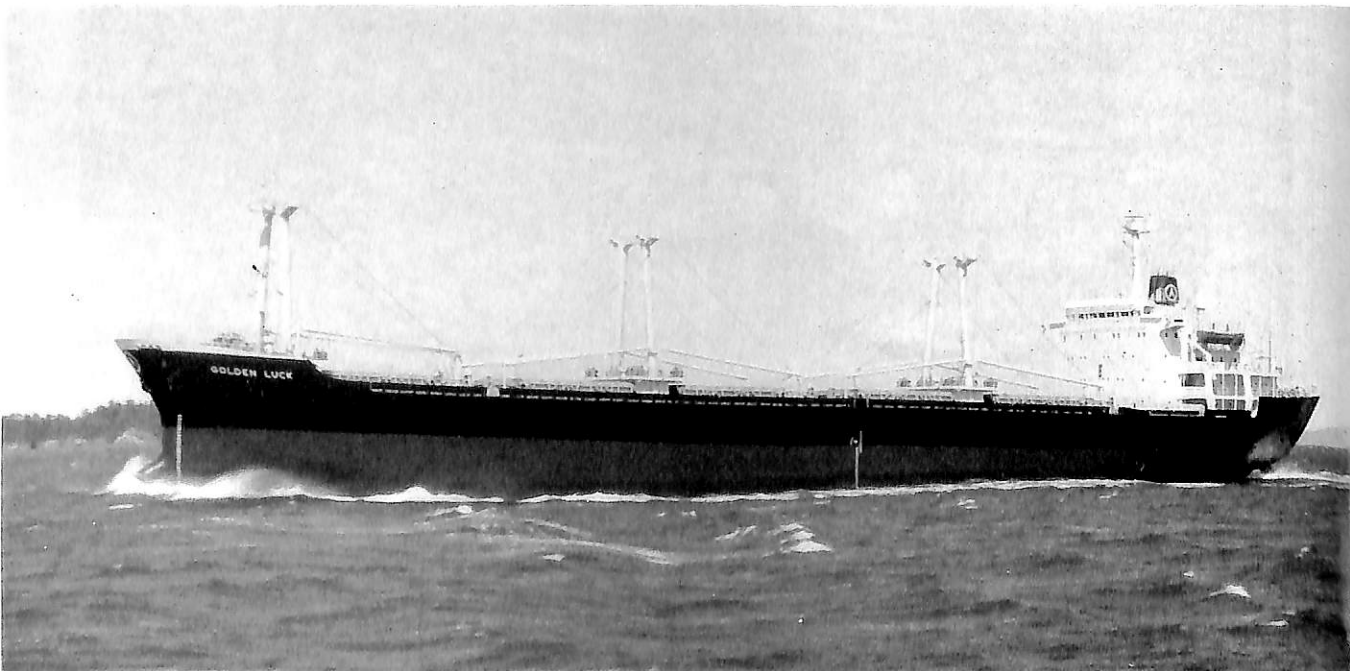
輸出 Roll on/Roll off シースピード アジア
トローラー運搬船 SEASPEED ASIA

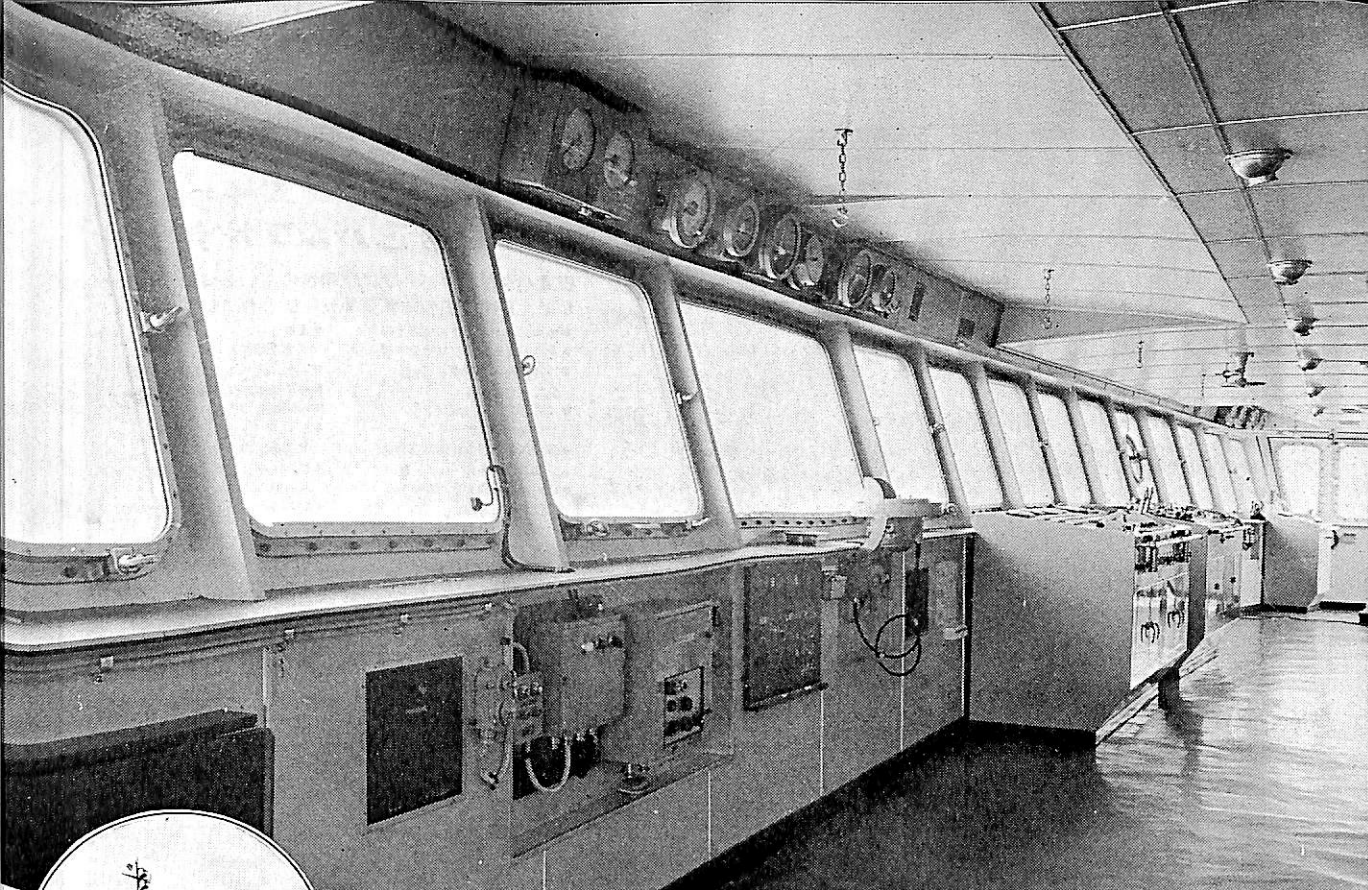
船主 Seaspeed Services (Greece)
 川崎重工業株式会社坂出工場建造 (第1258番船) 起工 51-9-13 進水 51-12-27 竣工 52-4-25
 全長 197.50m 垂線間長 180.00m 型幅 32.20m 型深 19.85m (Upp. Dk) 11.75m (M.T. Dk)
 満載喫水 10.028m 満載排水量 35,935t 総噸数 14,530.75T 純噸数 7,503.61T 載貨重量 22,734t
 貨物艙容積 (ベール) Abt. 48,400m³ Car 搭載数 40' Trailer×307台 Cont. 1,315個 燃料油槽 4,960.7m³
 燃料消費量 90.4t/day 清水槽 460m³ 主機械 川崎 MAN 14V52/55型ディーゼル機関×2
 出力 (連続最大) 14,000PS×2(430RPM) (常用) 12,600PS×2(430RPM) 補汽缶 サンロッド CPDA-20L型×1
 発電機 (主) 2,400kVA×1,200rpm×450V×2 (補) 1,750kVA×720rpm×450V×2
 送信機 (主) MF, 230W IF/MF, 1600W (非) 80W 受信機 (主) DSB/SSB (非) SSB
 速力 (試運転最大) 23.848kn (満載航海) 19.0kn 航続距離 23,100浬 船級・区域資格 LR 遠洋
 船型 平甲板型 乗組員 37名 旅客 12名 同型船 SEASPEED ARABIA
 ROROトローラー運搬船としては、世界最大船型

— 34 —

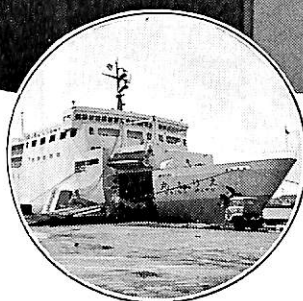
輸出散積貨物船 ゴールデン ラック
GOLDEN LUCK

船主 Golden Luck Steamship Inc. (Greece)
 東北造船株式会社建造 (第172番船) 起工 51-8-18 進水 51-12-6 竣工 52-4-12
 全長 155.700m 垂線間長 145.700m 型幅 22.860m 型深 13.600m 満載喫水 9.909m
 満載排水量 26,482Lt 総噸数 13,027.49T 純噸数 8,705T 載貨重量 21,692Lt
 貨物艙容積 (ベール) 25,117.4m (グレーン) 26,093.7m³ 艙口数 5 デリックブーム 10t×10
 燃料油槽 2,541m³ 燃料消費量 29.87Lt/day 清水槽 193.7m³ 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 発電機 450V×310kW×2 送信機 410~525kHz MF 200W
 受信機 15kHz~30MHz 速力 (試運転最大) 16.583kn (満載航海) 15.1kn 航続距離 28,200浬
 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 ウエル甲板型 乗組員 40名 同型船 GOLDEN SHIMIZU





日本沿海フェリー「えりも丸」



安全な航海のために 操舵室の窓は クリヤーに

結露・氷結から視界をまもります。

変わりやすい海洋気象、飛び散るしぶき、吹きつける氷雪、操舵室の窓は、どうしても曇りがちです。

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

ヒートコントローラー

※あわせて、ヒートライト製品の姉妹品、ヒートコントローラーのご使用をおすすめします。

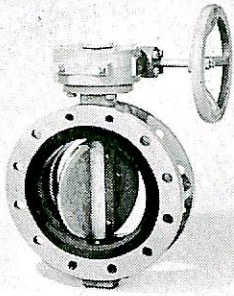
ヒートコントローラーは、自動的に使用適正温度を保ちますので、ON・OFFの手間がいりません。

結露・氷結防止作用、融雪作用のある安全ガラス

ヒートライト® C

旭硝子

100 東京都千代田区丸の内2-1-2(千代田ビル)
☎(03)218-5339(車輛機材営業部)
支店 = 東京・大阪・福岡・名古屋・札幌・仙台・広島



◀ 船体付バルブ・鋳鋼製フランジタイプ
Model: 720-20型 (口径250mm)

巴バルブは高度の信頼性と耐久性が要求される“船体付弁”として、船舶関係者の方々から圧倒的なご支持をいただいています。たとえばK重工のMサンのお話によりますと、従来のバルブは運行後に点検したところ、

カキ類の付着などによってシート面の損傷が多発。これの除去とすり合わせ作業などで相当の工数を要していたそうです。

ところが巴式(720型)を採用してからは、これらのムダを一掃。クレームなし!!という好成績を取め、「コストやイージーメンテナンスの面でも採用してよかった」とおっしゃっています。

巴式は小形・軽量で、経済的なバルブです。しかも耐食・耐久性に富んだ独特のシートリングを本体にはめ込んでいるため、海水には抜群に強く、閉止時の気密性が非常に高い、保守点検も容易、操作も軽快など、巴の技術が評価されたものと信じます。

(実績 = No.1)

◎ 巴バルブ株式会社

巴式バタフライバルブは信頼性の高い船体付バルブとして、各種船舶の主要な部分に使われています。

- 主冷却海水ポンプ 低位海水吸入弁
- 主冷却海水ポンプ 高位海水吸入弁
- 冷凍機海水冷却ポンプ 低位海水吸入弁
- 冷凍機海水冷却ポンプ 高位海水吸入弁
- 停泊用発電機海水冷却ポンプ 低位海水吸入弁
- 停泊用発電機海水冷却ポンプ 高位海水吸入弁
- 冷却機海水冷却ポンプ 吐捨弁
- 主機空気冷却器海水吐捨弁
- ディーゼル発電機海水吐捨弁
- 主機シリンダーおよびピストン用 清水冷却器海水吐捨弁
- エセクターポンプ 海水吐捨弁
- 補助清水冷却器海水吐捨弁
- 中間軸受冷却海水吐捨弁
- ビルジバラスト、甲板洗滌ポンプ 低位海水吸入弁
- ビルジバラスト、甲板洗滌ポンプ 高位海水吸入弁
- ビルジバラスト、甲板洗滌ポンプ 海水吐捨弁
- 非常用消防ポンプ 海水吸入弁
- ビルジ吐捨弁
- グリーンビルジ吐捨弁

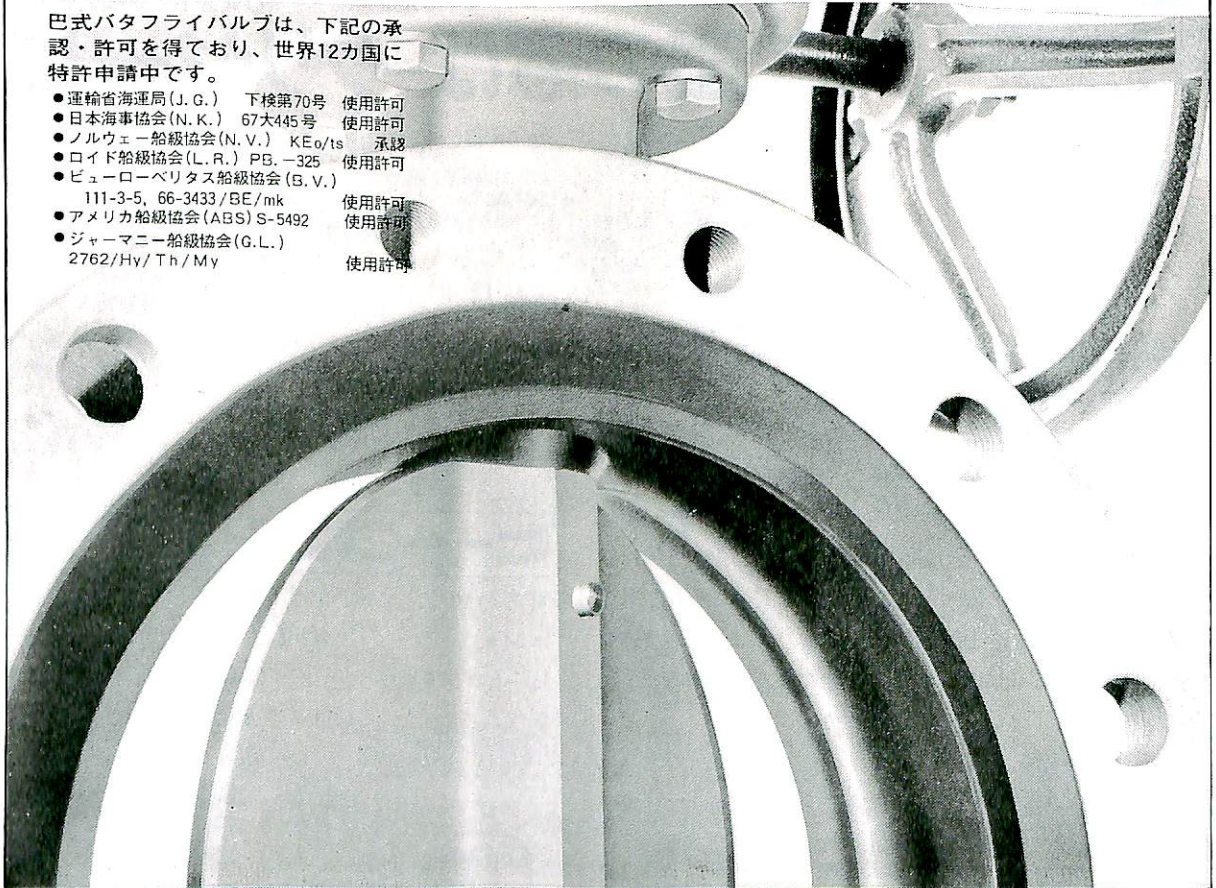


本社・営業所/大阪市西区新町通4-51 〒550 ☎06(541)2251(代) TE X525-6296
東京営業所/東京都千代田区神田真松下町17 〒101 ☎03(252)6681(代) TE X222-2387
海外部/大阪市西区新町通4-51 〒550 ☎06(531)4851(代) TE X525-6296

**K重工様から、一年間運行後の
ギャランティードックでクレーム・ゼロ!
という、嬉しいお言葉をいただきました。**

巴式バタフライバルブは、下記の承認・許可を得ており、世界12カ国に特許申請中です。

- 運輸省海運局(J.G.) 下検第70号 使用許可
- 日本海事協会(N.K.) 67大445号 使用許可
- フルウェー船級協会(N.V.) KEo/ts 承認
- ロイド船級協会(L.R.) PB-325 使用許可
- ビューローベリタス船級協会(B.V.) 111-3-5, 66-3433/BE/mk 使用許可
- アメリカ船級協会(ABS) S-5492 使用許可
- ジャーマニー船級協会(G.L.) 2762/Hy/Th/My 使用許可



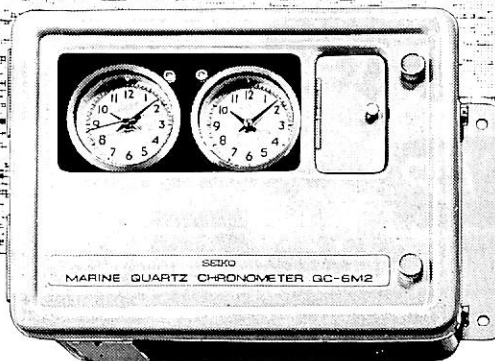
SEIKO

セイコー・株式会社 服部時計店

セイコー船舶時計

安全航海に、信頼のQC

QCは、水晶発振による、高性能設備時計です。船舶時計は、何よりも高精度なものが要求されます。セイコーなら、まず安心です。環境の変化に強く、抜群の安定性、堅牢な耐久力で定評があります。水晶発振のQCなら、いっそう信頼できます。



船内の子時計を駆動する親時計として

QC-6M₂ 300×400×186(%) 重量20kg

- モリス駆動で長寿命。正確な0.5秒運針
- 現地時間に簡単に合わせられる、正転・逆転可能
- 前面ワンタッチ操作の自動早送り装置・秒針規正装置
- MOS・IC採用のユニット化による安定性・保守性の向上
- 無休止制の交・直電源自動切換・照明つき

子時計は豊富にそろったデザインからお選びください。

標準時計に、小型・軽量、持ち運び自由な
QC-951-II 200×160×70(%) 重量2.6kg
(マリンクロノメーター)

- 乾電池2個で、約12ヶ月間作動
- 精度保証範囲0°C～40°C
- 平均日差 ±0.1秒

カタログ請求は——特約店 株式会社宇津木計器製作所 (〒291) 神奈川県横浜市中区弁天通6-83 ☎(045)201-0596

実績、経験を誇る日防の電気防蝕！

Capac® エンゲルハルド=日防

自動制御式外部電源電気防蝕装置

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

M.G.P.S. 三菱=日防

海洋生物付着防止装置

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

防蝕用Al入りZn 流電陽極

ZINNODE

PAT. NO 252748

防蝕用Al合金流電陽極

ALANODE

PAT. NO 254043



調査=設計=施工

日本防蝕工業株式会社

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



電気防蝕

調査
施工
潜水・水中
設計
管理
TV

性能のすぐれた 新しい
アルミニウム合金流電陽極 **ALAP**

船舶の腐蝕による損失を防ぐため

船体外板、推進器、バラスタタンク、ポンプ

海水管内面などに

中川の電気防蝕法を!!

世界に誇る中川の船舶塗料

無機質高濃度亜鉛塗料 無機質アルミメッキ塗料

ジンキー #10 (旧称ザップコート)

製造販売と施工

中川防蝕工業株式会社

本社・東京都千代田区鍛冶町2-2-2 電話 (252) 3171
テレックス・ナカガワボウショク TOK222-2826
支店・大阪市東淀川区西中島5-101 電話 (303) 2831
営業所・名古屋(962)7866 広島(48)0524 福岡(77)4664
出張所・札幌 仙台 新潟 千葉 水島 高松 大分 沖縄

信頼ある最高精度

TAMAYA 天文航法計算機

新発売

NC-2



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

これからは、六分儀と合わせて航海士必携の計算機です。

株式会社 玉屋商店

営業所 東京都中央区銀座3-4-16
銀座サニービル(3階) ☎ 104
TEL 03 (561) 8711 (代表)

本社 東京都中央区銀座4-4-4
大阪支店 大阪市南区順慶町通4丁目2番地 ☎ 542
TEL 06 (251) 9821 (代表)

工場 東京都大田区池上2-14-7 ☎ 143
TEL 03 (752) 3481

技術と実績を誇る!

西芝の船舶用電気機器

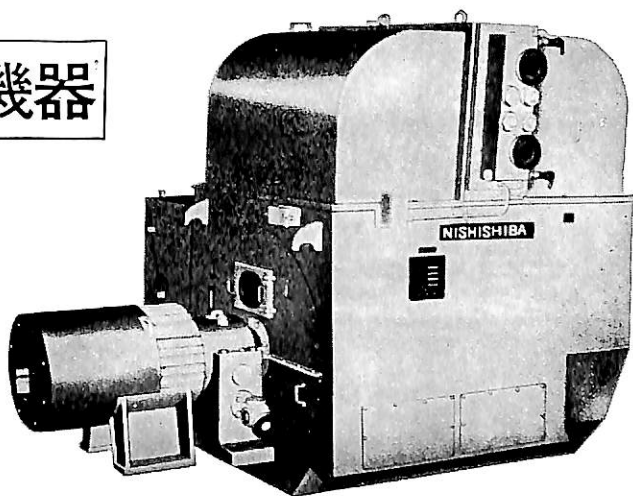
《営業品目》

船用交流発電機・船用各種電動機

船用電動通風機・防爆形電動通風機

配電盤・制御装置・自動化電気機器

つり上げ電磁石・リフトバック



2,000KVA サイリスタブラシレス交流発電機

NSDK

西芝電機株式会社

本社・工場 〒671-12
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

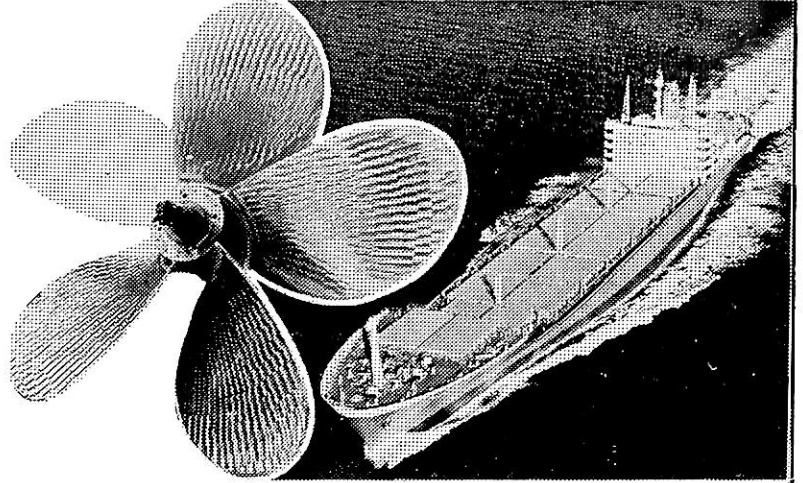
世界の海に活躍する **オカシマプロペラ**

■製造品目

大型貨物船・タンカー・撒積船
各種専用船プロペラの設計及び
製作、各種銅合金鑄造品・船尾
装置一式

■新開発システム

- キーレスプロペラ
キーなしのシャフトにプロペラを油圧にて装着する新方式
取付・取外し簡便
- NAUタイププロペラ
当社と造船技術センターの共同開発、中小型プロペラの効率大巾アップ
- 可変ピッチプロペラ
英国ストーン社との技術提携による高性能CPPシステム一式
(XS・XK・XX三種)



運輸省認定事業場



オカシマプロペラ株式会社

本社工場 岡山市上道北方688-1(岡山中央郵便局私書函167) 〒709-08 電話(0862)79-2205(代) TELEX 5922-320 NKPROP J
 東京営業所 東京都中央区八丁堀1丁目6番1号 協栄ビル 〒104 電話(03)553-3461(代) TELEX 252-2791 NAKAPROP
 大阪営業所 大阪市西区靱本町2丁目107 新興産ビル 〒550 電話(06)541-7514(代) TELEX 525-6246 NKPROPOS

Yanagi の バロメーター

気圧に関しては…オールラウンドプレーヤー

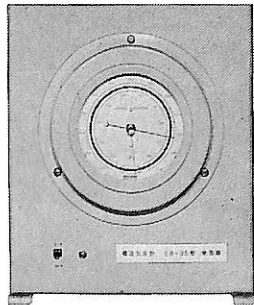
“デジタル式から指示目盛まで” バロメーターといえばヤナギです

大型船舶から小型ヨットまで、バロメーターはすべて—ヤナギ—とご指名下さい。

デジタルバロメーター
シリーズ

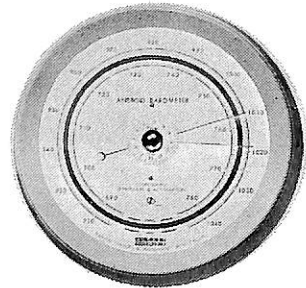


デジタル受信器 DR-01型



電送発信器 EB-05

船舶用精密アネロイド型指示気圧計
(気象庁検定証付)
8 A型



関連製品

- 記録計 RE-01型
- デジタルタイマー No.614型
- デジタルプリンター DP-12型
- ロボット用発信器 EA-03A型

営業品目 ■ デジタル集中表示装置 / デジタルバロメーター / 電算機
用シミュレーター装置 / 液面計 / 精密高度計 / 気圧計 /
気象計器 / 海洋機器 / 精密圧力計 / 配分電盤

柳計器株式会社

東京都大田区多摩川2丁目8番1号(☎144) 電話・東京(750)8181(大代表)

創業 昭和28年4月14日

日本定航保全株式会社

取締役社長 渡邊 浩

業務内容

船客傷害賠償責任保険
自動車航送船賠償責任保険
交通事故傷害保険
日本旅客船協会船員災害補償保険

特約一手取扱

公団共有旅客船の船舶保険と融資斡旋の取扱

日本旅客船協会機関誌「旅客船」の編集発行

東京都千代田区内幸町2丁目1番18号(新日本ビル5階)

電話 東京 (501)局6821~2

東京 (503)局4566

新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

■ 主要業務

依頼試験、研究
施設設備の貸与
技術相談

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



船舶艤装品研究所

RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING
HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

〒189 東京都東村山市富士見町1-5-12

TEL 0423-94-3611~5

(競艇益金事業)

社 団 法 人

日本造船工業会

会 長 真 藤 恒

東 京 都 港 区 芝 琴 平 町 35 番 地 (船 舶 振 興 ビ ル)
電 話 (502) 2 0 1 0 ~ 1 9



JAPAN SHIP EXPORTERS' ASSOCIATION

日本船舶輸出組合

理 事 長 山 下 勇

東 京 都 港 区 芝 琴 平 町 35 番 地 (船 舶 振 興 ビ ル)
電 話 本 部 (502) 2 0 9 4 分 室 (508) 9 6 6 1 (代 表)

社 団 法 人

日本中型造船工業会

会 長 織 田 澤 良 一

東 京 都 港 区 芝 琴 平 町 35 番 地 (船 舶 振 興 ビ ル)
電 話 (502) 2 0 6 1 ~ 6 3, 分 室 (503) 6 4 5 8 · 5 9

財 団 法 人



日本海事協会

会 長 水 品 政 雄

東 京 都 港 区 赤 坂 2 丁 目 17 番 26 号
電 話 (582) 0 3 3 1 (代)

社 団 法 人

日本船用工業会

会 長 小 曾 根 真 造

東 京 都 港 区 芝 琴 平 町 35 番 地 (船 舶 振 興 ビル)
電 話 (502) 2 0 4 1 ~ 4 2

財 団 法 人

日本船用機器開発協会

理 事 長 濱 田 昇

東 京 都 港 区 芝 琴 平 町 35 番 地 (船 舶 振 興 ビル)
電 話 (502) 2 3 7 1 (大 代 表)



JAPAN SHIP MACHINERY EXPORT ASSOCIATION

社 団 法 人 日 本 船 用 機 械 輸 出 振 興 会

会 長 野 島 富 雄

事 務 局 (本 部) 東 京 都 港 区 芝 琴 平 町 35 番 地 (船 舶 振 興 ビル) 電 話 東 京 (504) 0391
テ レ ッ ク ス 222-2548 JSMEA J
海 外 事 務 所 サ ー ビ ス セ ン タ ー ロ ッ テ ル ダ ム ・ シ ン ガ ポ ー ル
共 同 施 設 (ジ エ ト ロ) シ ン ガ ポ ー ル ・ シ ド ニ ー ・ ニ ュ ー ヨ ー ク ・ ロ ッ テ ル ダ ム
支 部 (膨 脹 式 救 命 い か だ サ ー ビ ス ス テ ー シ ョ ン) シ ン ガ ポ ー ル

社 団 法 人

日本船舶電装協会

会 長 長 谷 川 錦 三

東 京 都 港 区 新 橋 3 丁 目 3 番 14 号 (田 村 町 ビル)
電 話 (504) 0 8 5 8



Y.S. LINE

山下新日本汽船

取締役会長 山 下 三 郎

取締役社長 堀 武 夫

本 社 東 京 都 千 代 田 区 一 ツ 橋 1 - 1 - 1
電 話 (2 8 2) 7 5 0 0



ジャパンライン

Japan Line

取締役社長 松 永 寿

本 店 東 京 都 千 代 田 区 丸 の 内 3 - 1 - 1 (国 際 ビ ル)
電 話 東 京 2 1 2 - 8 2 1 1

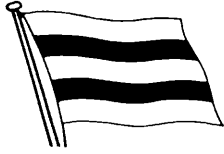


“K” LINE

川崎汽船

取締役社長 岡 田 貢 助

本 社 神 戸 市 生 田 区 海 岸 通 り 八 番
電 話 (3 9 1) 8 1 5 1 (代)
東 京 本 部 東 京 都 千 代 田 区 内 幸 町 2 - 1 - 1 飯 野 ビ ル
電 話 (5 0 6) 2 0 0 0 (代)



日本郵船

NYK LINE

取締役会長 有 吉 義 弥
取締役社長 菊 地 庄 次 郎

本 社 東京都港区三田一丁目4番28号(三田国際ビル)
電話 東京(454) 5111 (大代表)

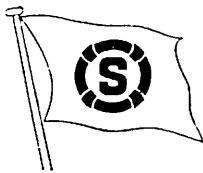


Mitsui O.S.K. Lines

大阪商船三井船舶

取締役会長 篠 田 義 雄
取締役社長 永 井 典 彦

東京都港区赤坂5丁目3番3号
電話(584) 5111 (大代表)



SHOWA LINE

昭和海運

取締役会長 末 永 俊 治
取締役社長 山 田 総 太 郎

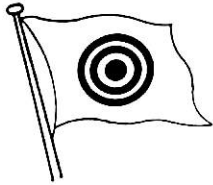
東京都中央区日本橋室町4丁目1番地(室町ビル)
電話(270) 7211 大代表



新 和 海 運

取締役社長 木 村 一 夫

本 社 東京都中央区京橋1丁目3番地(新八重洲ビル)
7月18日からダイヤルインに変更します。電話番号問い合わせは (03)566-3689



三 光 汽 船 株 式 会 社

代表取締役社長 亀 山 光 太 郎

東 京 本 部 東京都千代田区有楽町1丁目12の1 電話(216)6261(大代表)
大 阪 本 社 大阪市西区京町堀1-8-5 電話(443)1151(大代表)



東 京 タ ン カ ー 株 式 会 社

取締役社長 壺 井 玄 剛

本 社 東京都港区西新橋1丁目3番12号(日石本館)電話東京(502)1511



第 一 中 央 汽 船 株 式 會 社

取締役社長 山 田 知 之

本 社 東京都中央区日本橋3の5の15(同和ビル)
電 話 東 京 (272) 0 8 1 1(大代表)



明治海運株式会社

代表取締役社長 内 田 勇

東京本部 東京都港区西新橋1丁目4番7号(桜田ビル) 電話 東京 (580)7311 (代表)
本 社 神 戸 市 生 田 区 明 石 町 32 電話 神 戸 (331)3701 (代表)



太平洋海運

取締役社長 山 地 三 平

東京都千代田区丸の内2丁目4番1号(丸ビル)
電 話 東 京 (201) 2166 (代.表)



日正汽船

取締役社長 三 根 大 八

本 社 東京都千代田区丸の内2丁目2番1号(岸本ビル)東京(216) 1071(大代)



栗林商船株式会社

取締役社長 栗 林 定 友

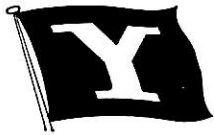
本 社 東京都千代田区丸の内2-4-1 (丸ビル)
電 話 東 京 (201) 1651 (代表)



日 邦 汽 船

取締役社長 千 葉 剛 太 郎

本 社 東京都中央区宝町1-2(西銀ビル)
電 話 (567) 0981(代表)



雄 洋 海 運

取締役社長 山 腰 嘉 正

本 社 東京都中央区日本橋2-14-9(加商ビル)
電 話 東 京 (274) 5251



大 洋 商 船 株 式 会 社

取締役社長 中 部 謙 次 郎

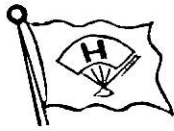
東 京 都 千 代 田 区 丸 の 内 2 丁 目 4 番 1 号

IINO LINES

飯 野 海 運 株 式 會 社

取締役社長 戸 塚 元 一 郎

本 社 東京都千代田区内幸町2-1-1
電 話 (506) 3000



日之出汽船

取締役社長 佐藤 邦明

本社 東京都千代田区丸の内1丁目2番1号(海上ビル) / 電話 東京(216)5311(大代)



太平洋汽船株式会社

代表取締役社長 秋山 龍

代表取締役副社長 小山 健一

本社 東京都千代田区大手町2-6-2(日本ビル)
電話 東京(270)7801(代表)



日本海汽船株式会社

取締役社長 国安 誠一

東京都中央区銀座4丁目8番8号(明裕国際会館)
電話 東京(03)567-0771(代表)



この5月からジェットフォイルが海を飛ぶ。新潟←→両津がわずか55分に！

親愛なるあなたへ、今、 私は風に乗っています……

日本海の荒波を、春風にも似たさわやかさで、
船旅が楽しめます。波高3.7mの荒海でも、速い・
揺れない・酔いしない超高速船ジェットフォイル。
優れた特長を満載してデビューします。

佐渡へ快適55分、日本最初のジェット船

ジェットフォイル

心の島、佐渡についてのお問い合わせは

下記の佐渡汽船案内所までどうぞ

新潟(予約センター)	☎(0252)24-5614
東京案内所	☎(03)275-0651-3
名古屋案内所	☎(052)571-8378-9
大阪案内所	☎(06)344-2316-7
金沢案内所	☎(0762)23-1315
仙台案内所	☎(0222)57-1380
高崎案内所	☎(0273)63-3212

 佐渡汽船

燃費節減に責任をおもちの方なら 防汚塗料を見直す義務があります。

すでに100隻以上の実船テスト、全面塗装船で例外なしに従来品に比べて格段の好成績を得ています。一流船会社の計算によれば、2年間船底をクリーンにキープできれば、V L C Cで年間5000万円以上

2万トン貨物船で年間2000万円以上の運航費が節約可能といわれます。今すぐご採用になれば、今年からおおはばなコストセーブが期待できます。

ユニークな2液形超高性能防汚塗料
しかも造工公認 (S) 証紙付きです。

いま注目の ラバマリン

MORE EFFECTIVE LESS HAZARDOUS

RABAMARINE A/F No.1000



第七全購運丸試験塗装 1年6ヵ月後



関西ペイント株式会社

船舶塗料部

東京 ☎ 03-472-3111
大阪 ☎ 06-203-5531



ソーラ ピーク
輸出貨物船 **SOLAR PEAK**

船主 Solar Transport S.A. (Panama)
 三菱重工工業株式会社神戸造船所建造 (第1080番船) 起工 51-9-9 進水 51-12-21 竣工 52-3-18
 全長 161.00m 垂線間長 153.00m 型幅 23.70m 型深 13.85m 満載喫水 10.313m
 満載排水量 26,792t 総噸数 12,769.27T 純噸数 7,599.01T 載貨重量 20,203t
 貨物艙容積 (ベール) 25,100.9m³ (グレーン) 27,072.7m³ 艙口数 7
 デリックブーム 10t×2, 22t×2, 16t (ツイン)×1 燃料油槽 1,690.8m³ 燃料消費量 37.7t/day
 清水槽 313.0m³ 主機械 三菱 Sulzer 7RND68型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 11,550PS (150RPM)
 (常用) 9,820PS (142RPM) 補汽缶 コ克蘭 1,500kg/h×1, 排ガスエコノマイザー 1,500kg/h×1
 発電機 (ディーゼル) 三相交流防滴自己通風ブラッシレス 687.5kVA×AC 450V×60Hz×3
 送信機 (主) 中波・中短波・短波×1 (補) 中波・中短波×1 受信機 (主) 全波×1 (補) 全波×1
 速力 (試運転最大) 20.09kn (満載航海) 17.1kn 航続距離 13,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 凹甲板型 乗組員 34名 旅客 1名

クサール アテール
輸出撒積貨物船 **KSAR ETTIR**

船主 Compagnie Nationale Algerienne de Navigation (Algeria)
 株式会社金指造船所豊橋工場建造 (第1200番船) 起工 51-8-27 進水 51-10-30 竣工 52-2-25
 全長 156.10m 垂線間長 146.00m 型幅 22.80m 型深 13.50m 満載喫水 9.924m
 満載排水量 26,092t 総噸数 12,799.48T 純噸数 8,351.49T 載貨重量 19,783t
 貨物艙容積 (ベール) 24,867.1m³ (グレーン) 27,476.8m³ 艙口数 4 デリックブーム 2t×1, 15t×4
 燃料油槽 2,352.9m³ 燃料消費量 37.87t/day 清水槽 323.9m³ 主機械 日立 B&W 6K67GF 型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 11,200PS (145RPM) (常用) 10,200PS (140RPM)
 補汽缶 ガデリウス サンロッド CPDB-12L 型 8kg/cm²G×1,200kg/h×1
 発電機 神鋼電機 AC 380V×50Hz×400kW×3 日立 B&W 5T23HH 型 625PS×750rpm×3
 送信機 (主) 1.5kW SSB×1 (補) 55W×1 受信機 (主) 全波×1 (補) 全波×1 速力 (試運転最大) 18.948kn
 (満載航海) 16.0kn 航続距離 20,556浬 船級・区域資格 BV 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 41名





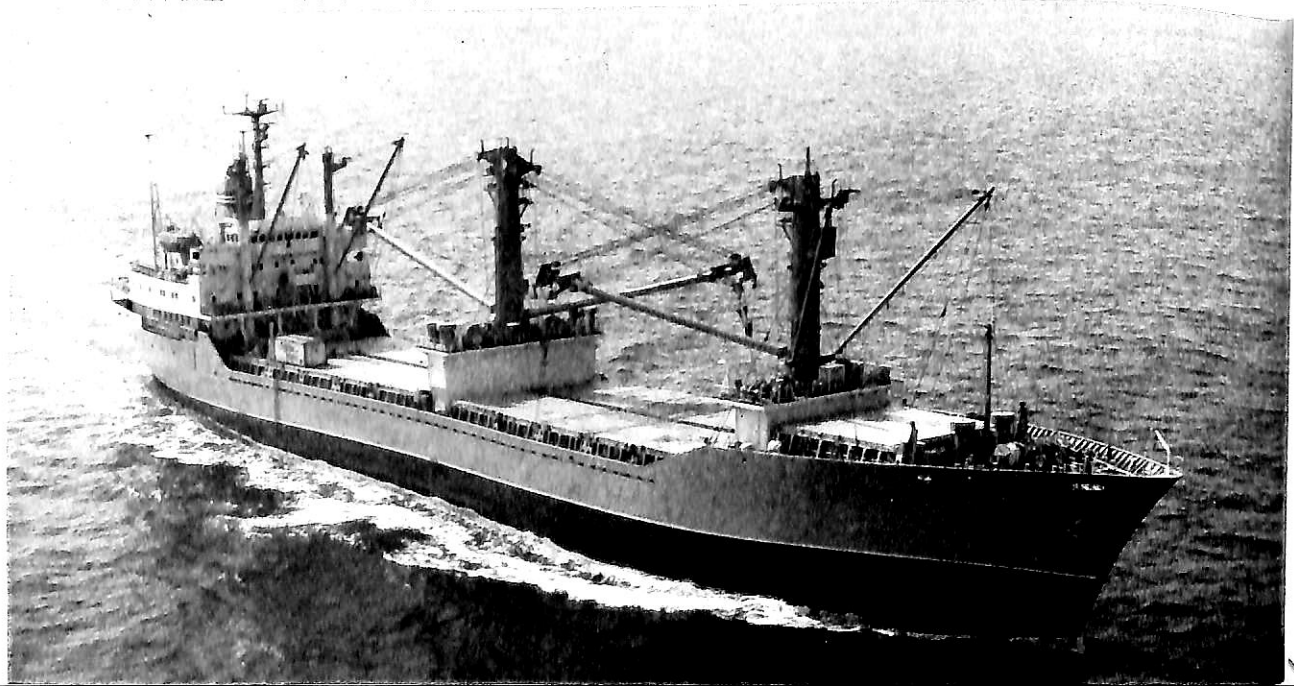
クーパーン
輸出撤積/油槽船 TARPON

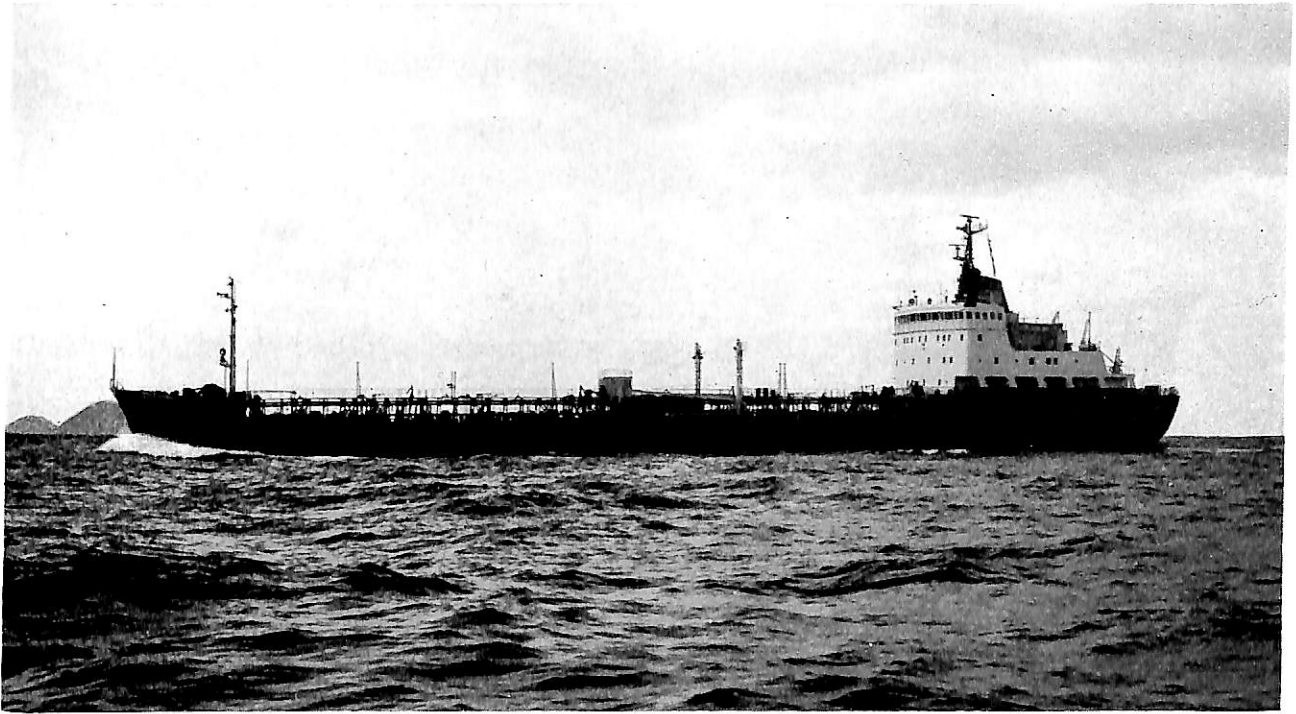
船主 Lib Ore Steamship Co., Inc. (Liberia)
 日立造船株式会社向島工場建造 (第4524番船) 起工 51-9-17 進水 52-1-10 竣工 52-4-27
 全長 155.212m 垂線間長 148.82m 型幅 21.34m 型深 10.14m 満載喫水 22'-11 1/2"
 満載排水量 19,932Lt 総噸数 9,402.36T 純噸数 7,517T 載貨重量 14,924Lt
 貨物艙容積 (ベール) 13,818m³ (グレーン) 14,016m³ 貨物油槽容積 9,206m³
 主荷油泵 398m³/h×70.4m×2 艙口数 8 燃料油槽 551m³ 燃料消費量 25.4t/day
 清水槽 111m³ 主機械 Nohab Polar F216V, Version D 型ディーゼル機関×2 (2軸)
 出力 (連続最大) 3,200/3,100PS (750/150RPM) (常用) 3,200/3,100PS (750/150RPM)
 発電機 375kVA×AC 460V×3 送信機 (主) 中波 400W×1 (補) 中波 400W×1 受信機 (主) 全波×1
 (補) 全波×1 速力 (試運転最大) 13.543kn (満載航海) 約 13.5kn 航続距離 5,500浬
 船級・区域資格 AB 国際遠洋 船型 平甲板型 乗組員 16名 同型船 MARLIN

— 52 —

オスロフィヨルド
輸出貨物船 OSLOFJORD

船主 Den Norske Amerikatinje A.S. (Norway)
 福岡造船株式会社建造 (第1051番船) 起工 51-8-24 進水 51-11-6 竣工 52-3-8
 全長 144.00m 垂線間長 133.55m 型幅 19.80m 型深 11.00m 満載喫水 8.220m
 満載排水量 15,827.70t 総噸数 8,060.45T 純噸数 4,976.78T 載貨重量 10,271.95t
 貨物艙容積 (ベール) 16,258.48m³ (グレーン) 17,884.17m³ 貨物油槽容積 549.36m³ 艙口数 3
 デリックブーム 10t/3t×4, 32t/11t×2, 40t/13t×1 Cont. 搭載数 20' 178個 (in Hold), 120個 (on Hatch)
 燃料油槽 1,220.02m³ 燃料消費量 32.7t/day 清水槽 221.91m³ 主機械 IHI Sulzer 5RND68 型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 8,250PS (150RPM) (常用) 7,837PS (147.4RPM)
 補汽缶 サンロード型 1.2t/h×1 発電機 425kW×530kVA×AC 445V×60Hz×3φ×3
 送信機 (主) 1,500W×1 (補) 100W×1 受信機 (主) 1 (補) 1
 速力 (試運転最大) 18.754kn (満載航海) 16.5kn 航続距離 15,000浬 船級・区域資格 NV 遠洋
 船型 凹甲板型 乗組員 28名 "E0"





テキサコ プレーブ
輸出ナフサ運搬船 **TEXACO BRAVE**

船主 Texaco Canada Ltd. (Canada)
 三菱重工業株式会社下関造船所建造 (第779番船) 起工 51-7-20 進水 51-10-45 竣工 52-3-10
 全長 131.50m 垂線間長 123.50m 型幅 20.00m 型深 10.80m 満載喫水 (ext.) 7.019m
 満載排水量 13,530t 総噸数 8,544.61T 純噸数 3,673.10T 載貨重量 9,657t 貨物油艙容積 12,497.6m³
 主荷油泵 Deep Well 480m³/h×90mTH×6 燃料油槽 H.O. 637.0m³ D.O. 150.1m³
 燃料消費量 17.8t/day 清水槽 Potable 61.9m³ Non potable 159.1m³ 主機械 日立 B&W 6K45GF 型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 5,300PS (227RPM) (常用) 4,800PS (220RPM)
 補汽缶 丸型煙管式 9kg/cm²×9,600kg/h×1 発電機 AC 450V×60Hz×875kVA×1,050PS×720rpm×3
 送信機 (主) 405~525kHz, 1.6~3.8MHz, 4~25MHz×1 (補) 405~525kHz×1
 受信機 (主) 15kHz~28MHz×1 (補) 165~235kHz, 405~536kHz, 1.6~22MHz×1 (SSB) 4~22MHz×1
 速力 (試運転最大) 14.21kn (満載航海) 13.5kn 航続距離 11,000浬 船級・区域資格 AB 遠洋
 船型 凹甲板船尾機関型 乗組員 29名 4翼可変ピッチプロペラ, 500PSバウスター装備 AB Ice Class A適用

船位を直読。作図は不要。

航法計算が約 $\frac{1}{10}$ に短縮できます。

わずらわしい手計算と作図をするという船位決定のための宿命を解決するため、(財)日本船用機器開発協会の協力をえて、OMRON立石電機は、世界で類をみない本格的な航法用電子計算機を開発しました。航行に欠くことのできない各種の計算が、随時に随所で簡単に、しかも高い精度で行なえます。



- 航行に不可欠な各種の計算が行なえます
天測航法計算、衝突防止計算、集成大圏航法計算、推測位置の計算、針路と距離の計算、時間計算、角度(弧度)計算、関数計算などがこなせる機能をそなえています。
- 船位を直読、作図は不要です
最小自乗法などの数学的プログラムによって、確度の高い船位を緯度、経度で直読でき、作図の手間がはぶけ、個人の技量差による誤差をなくせます。
- 航行に必要な数値を1組で表示します
表示部は2本の大形蛍光表示管。緯度と経度、針路と航程、方位角と修正差などの航行に必要な1組の数値を同時に読みとることができます。
- 初心者にも簡単にあつかえる対話形式です
- 特別な天測計算表を使用せずに、船位を求めることができ、全世界共通で使えます
- 漸長緯度航法を採用していますから高い精度を誇ります
- 集成大圏航法のプログラムを内蔵しています
- 衝突防止の計算プログラムを内蔵しています
- 防滴構造など耐環境性にすぐれています

航法用電子計算機
OMRON 1052NC



立石電機株式会社
汎用機器事業本部
03 (436) 7077

布谷船用計器(株)
大阪(本社) / 06 (581) 1755
東京 / 03 (436) 1641

(株)宇津木計器
横浜(本社) / 045 (201) 0596
大阪 / 06 (541) 6504



ハンド ミング
輸出貨物船 HAND MING

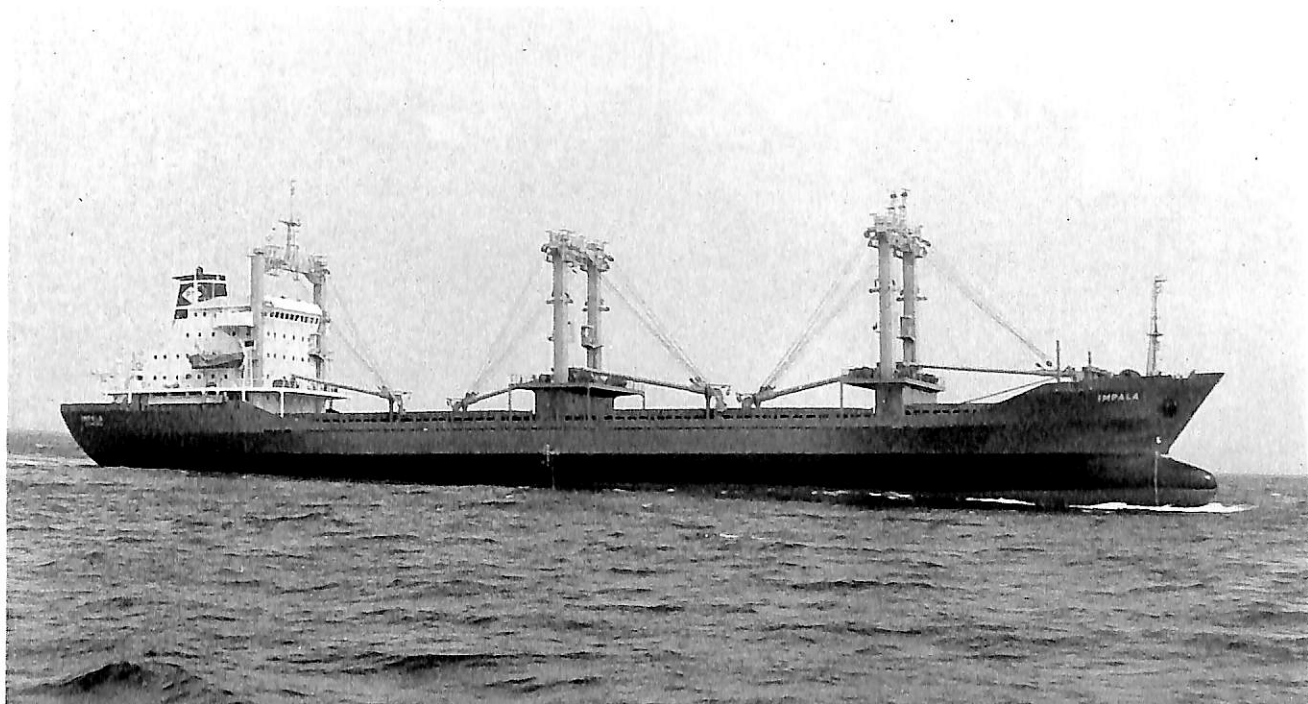
船主 Hand Ming Co., Ltd. S.A. (Panama)
 株式会社神田造船所建造 (第221番船) 起工 51-11-8 進水 52-1-12 竣工 52-3-28
 全長 115.50m 垂線間長 107.00m 型幅 18.20m 型深 9.80m 満載喫水 7.887m
 満載排水量 11,857.84t 総噸数 5,624.91T 純噸数 3,643.95T 載貨重量 9,135.05t
 貨物艙容積 (ベール) 10,952.16m³ (グレーン) 11,850.14m³ 艙口数 3 デリックブーム 15t×4
 燃料油槽 669.19m³ 燃料消費量 14.9t/day 清水槽 858.67m³ 主機械 赤阪鉄工 6UET 45/80D 型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 4,500PS (230RPM) (常用) 3,825PS (218RPM)
 補汽缶 堅水管式 7kg/cm²×1 発電機 AC 450V×250kVA×2 送信機 (主) FM 500W HF 1,000W
 (補) MF 50W HF 75W MHF 20W 受信機 (主) トリプルスーパーヘテロダイン×1
 (補) ダブルスーパーヘテロダイン×1 速力 (試運転最大) 15.85kn (満載航海) 12.7kn
 航続距離 10,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 ウエル甲板型 乗組員 30名

— 54 —

ポラー エース
輸出自動車運搬船 POLAR ACE

船主 Polestar Navigation S.A. (Panama)
 三菱重工工業株式会社長崎造船所建造 (第1799番船) 起工 51-7-14 進水 51-12-8 竣工 52-3-25
 全長 169.115m 垂線間長 160.00m 型幅 25.60m 型深 10.01m (強度甲板 23.09m)
 満載喫水 (ext.) 7.22m 夏季乾舷 2.790m 総噸数 (パナマ) 7,597.65T 純噸数 4,638.76T
 載貨重量 8,545t Car 搭載数 3,300台 燃料油槽 1,895.0m³ 燃料消費量 35.7t/day
 清水槽 542.3m³ 主機械 三菱 MAN 12V52/55型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 11,820PS (175.7RPM)
 (常用) 10,050PS (166.4RPM) 補汽缶 サンロッド CPDB-12 型 7kg/cm²×169.6°C×1,200kg/h×1
 発電機 (ディーゼル) 1,000PS×720rpm×AC 450V×680kW×2 送信機 (主) 1 (補) 1
 受信機 (主) 100kHz-30×1 (非) 100kHz-30×1 速力 (試運転最大) 19.60kn (満載航海) 18.10kn
 航続距離 13,700浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 全通船楼型 乗組員 28名
 同型船 CORAL ACE 荷役は Roll on/off 方式で第5自動車甲板の後部両舷に設けたカーラダー及び倉内の各
 自動車甲板に設けた固定式ホルドランプを通して自走で行う。





インバラ
輸出コンテナ/貨物船 **IMPALA**

船主 Peter Döhle Schifffahrts-KG (West Germany)
 株式会社山西造船鉄工所建造 (第810番船) 起工 51-7-20 進水 51-10-22 竣工 52-4-6
 全長 129.30m 垂線間長 119.30m 型幅 19.20m 型深 10.25m/6.85m
 満載喫水 7.833m/6.677m 満載排水量 12,812.0t/10,604.0t 総噸数 6,500T/3,750T
 純噸数 4,100T/2,370T 載貨重量 8,512.0t/6,304.0t 貨物艙容積 (ベール) 11,626.5m³ (グレーン) 12,874.8m³
 艙口数 3 デリックブーム 30t×4, 50t×2 Cont. 搭載数 40'×152 個または 20'×312 個
 燃料油槽 748.6m³ 燃料消費量 157.2g/PS·h 清水槽 130.6m³ 主機機 日立 B&W 7K45GF 型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 6,000PS (225RPM) (常用) 5,600PS (220RPM)
 補汽缶 Aalborg AQ-5型 1,200kg/h×1 発電機 (ディーゼル) 520kW×AC 450V×900rpm×2
 350kW×AC 450V×900rpm×1 送信機 (主) 1,500W×1 (補) 400W×1 受信機 (主) 1 (補) 1
 速力 (試運転最大) 16.80kn (満載航海) 15.0kn 航続距離 8,500浬 船級・区域資格 GL 遠洋
 船型 二層甲板型 乗組員 28名 SBG 取得 AUT 16/24 取得

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

カタログ見
Tightex
 タイテックス

SOLAS 承認

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

施工実績数百隻

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

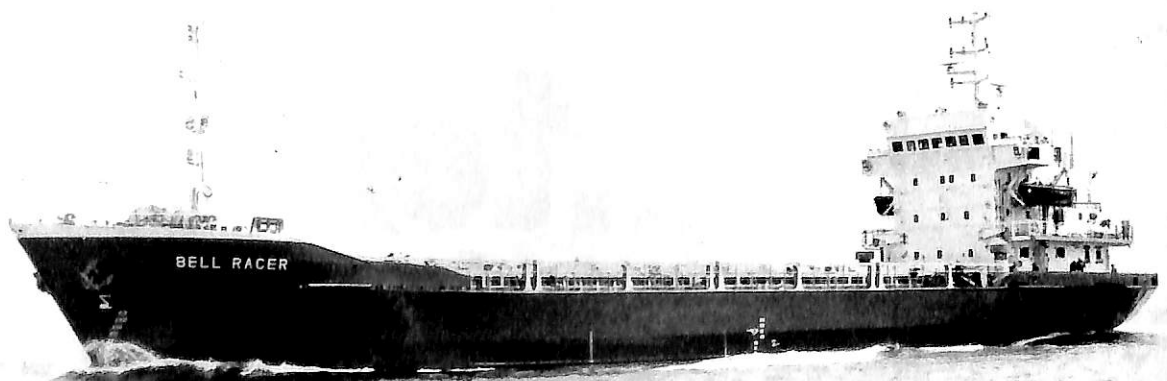


ハートレイ エース
輸出自動車運搬船 **HARTLEY ACE**

船主 Hartley Shipping Corp. (Panama)
 株式会社三保造船所建造 (第1036番船) 起工 50-12-18 進水 51-7-26 竣工 52-1-28
 全長 121.87m 垂線間長 110.00m 型幅 19.80m 型深 11.00m 満載喫水 9.097m
 満載排水量 12,777.71t 総噸数 5,734.41T 純噸数 3,998.37T 載貨重量 5,949.73t
 艙口数 14 デリックブーム 5t×2 Car 搭載数 Bluebird 1600cc 1,285台 燃料油槽 1,343.84m³
 燃料消費量 36.7t/day 清水槽 355.32m³ 主機械 日本鋼管 Pielstic 16PC2-5V 型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 10,400PS (517RPM) (常用) 9,360PS (500RPM) 補汽缶 堅型水管式 8kg/cm²×935kg/h
 発電機 400kVA×2台 送信機 (主) 800W×1 (補) 75W×1 受信機 (主) 全波×1 (補) 全波×1
 速力 (試運転最大) 18.94kn (満載航海) 17.5kn 航続距離 13,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 全通船楼甲板船尾機関型 乗組員 26名 同型船 ブルーバード

ベル レーサー
輸出コンテナ/一般貨物船 **BELL RACER**

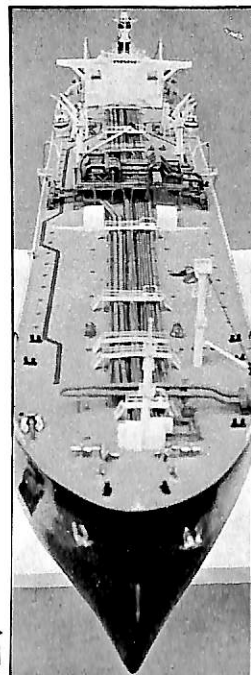
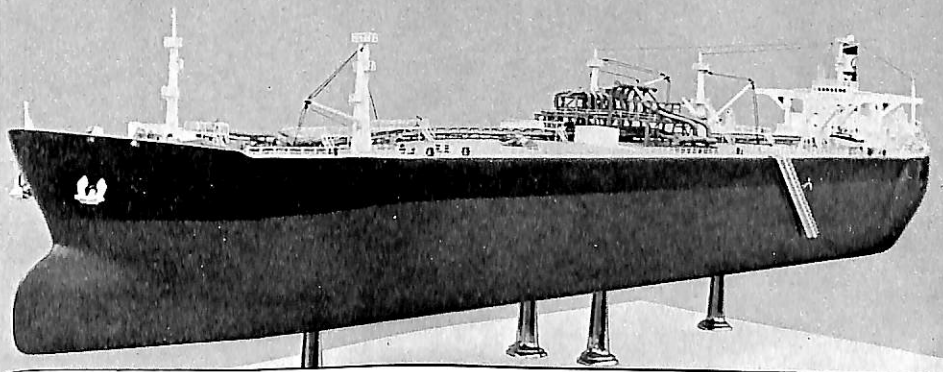
船主 Reederei Horst Zeppenfeld GMBH (West Germany)
 鹿児島 Dock 鉄工株式会社建造 (第93番船) 起工 51-10-25 進水 52-1-9 竣工 52-3-31
 全長 80.00m 垂線間長 72.00m 型幅 13.55m 型深 6.80/6.90m 満載喫水 3.855m
 総噸数 499/1,599T 純噸数 297/946T 載貨重量 1,558.00t 貨物艙容積 (ベール) 3,100m³
 (クレーン) 3,500m³ 艙口数 1 Cont. 搭載数 20'×122個 燃料油槽 275m³
 燃料消費量 154g/PS·h 清水槽 53m³ 主機械 西独 MAK 6M453AK 型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 2,100PS (324/600RPM) (常用) 2,100PS (324/600RPM)
 発電機 230kVA×1 (軸発電機), 200kVA×2 送信機 (主) 400W SSB 受信機 (主) 1
 速力 (試運転最大) 13.99kn (満載航海) 13.20kn 航続距離 7,500浬 船級・区域資格 GL 遠洋
 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 12名 同型船 BELL ROVER 可変ピッチプロペラー



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
注文輸出する

現代模型商事

大韓民国釜山市釜山鎮区三楽洞401~9

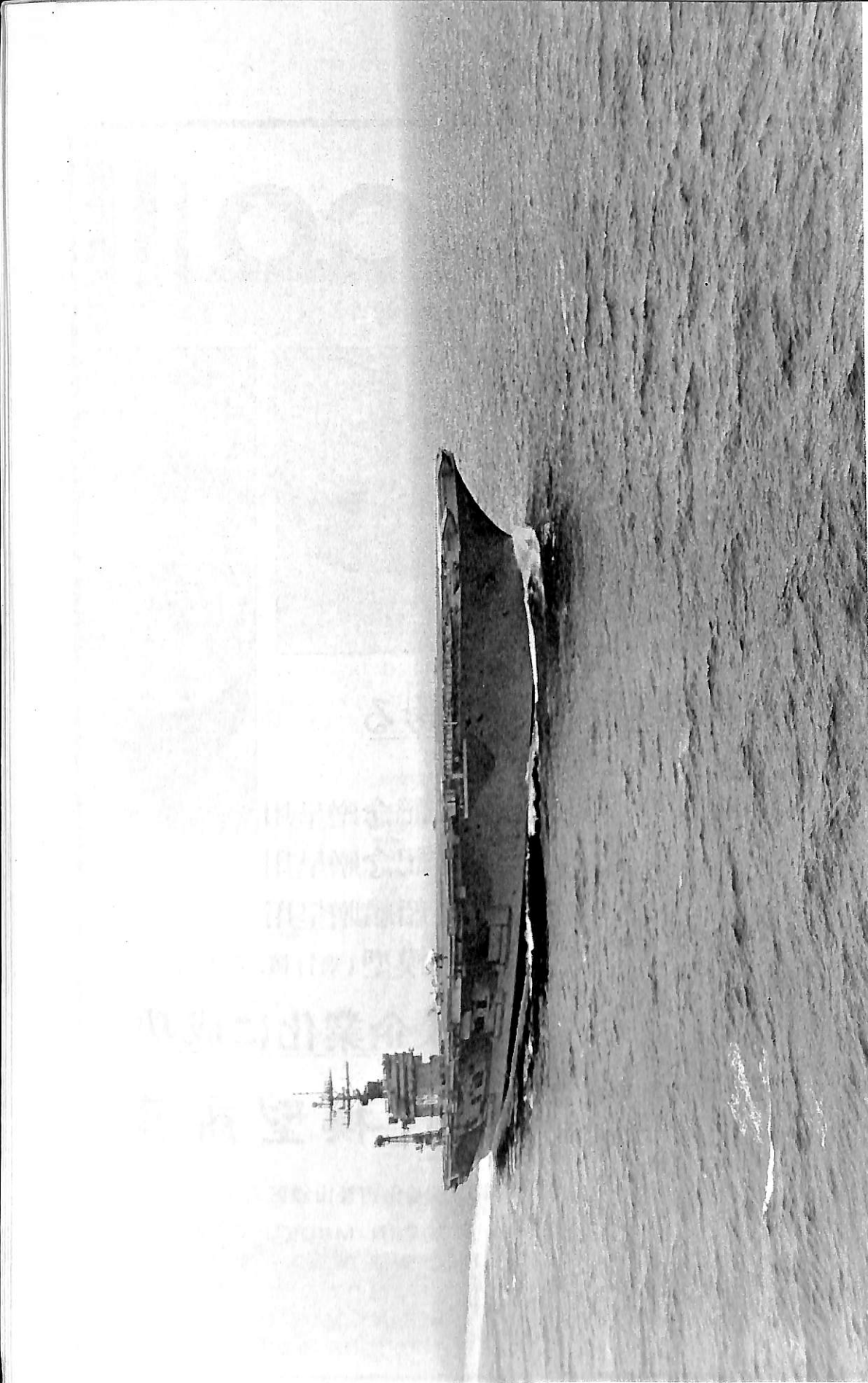
MODERN MODEL COMPANY

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

TELEX: MODERN K 3 6 2 4

CABLE: MOMOCO BUSAN

P.P.BOX: 509 BUSAN KOREA



The First Series
原子力空母 NIMITZ - CVN68 -

Virginia Capes.....An aerial three-quarter
starboard bow view of the nuclear powered
attack aircraft carrier USS NIMITZ,
CVAN-68.

Official U.S. Navy Photograph

速水育三氏提供



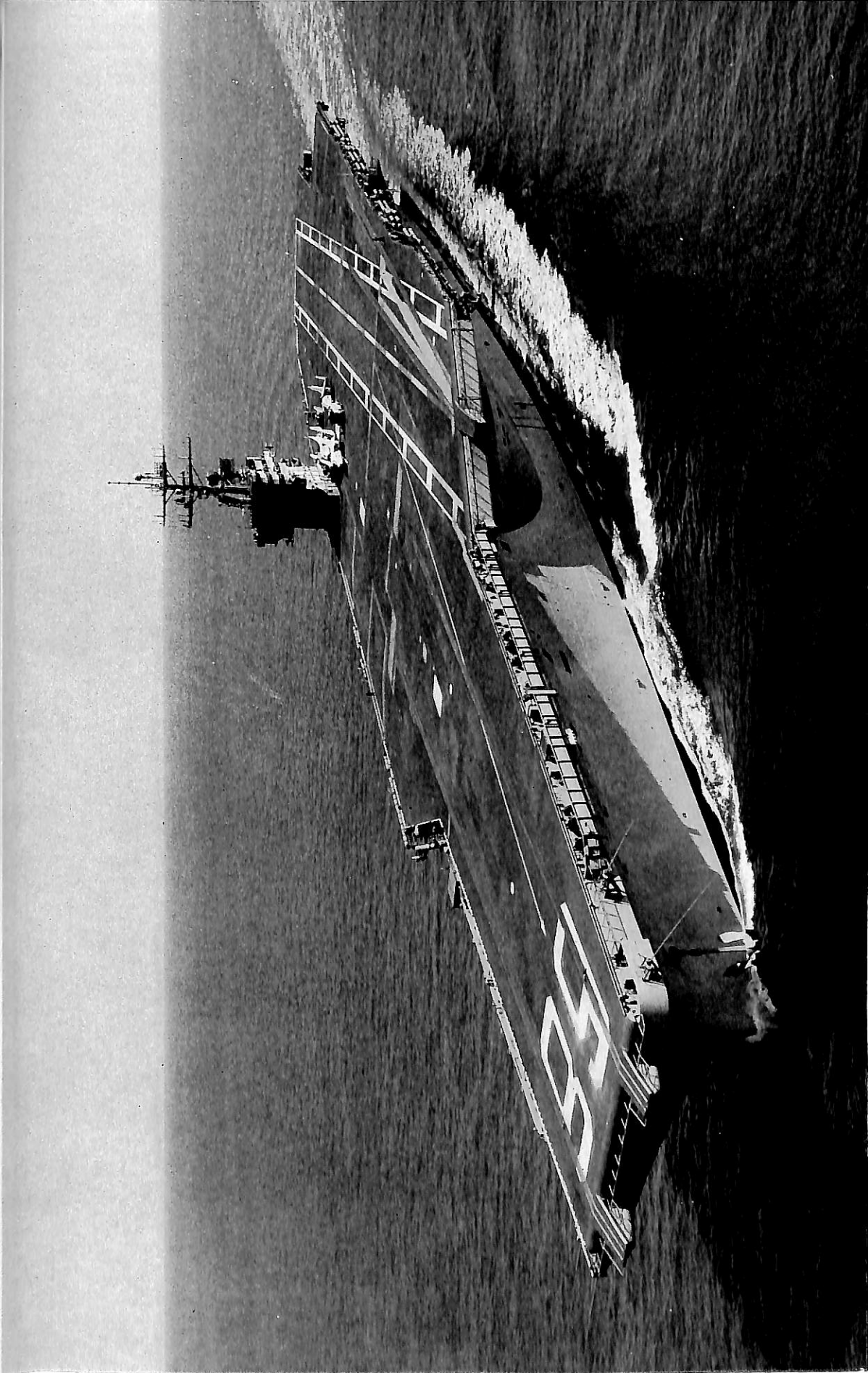
NIMITZ — CVN 68 —

Virginia Capes.....An overhead aerial view from the port side of the USS NIMITZ.



NIMITZ —CVN 68—

Chesapeake Bay.....An overhead stern view of the USS NIMITZ.



NIMITZ — CVN 68—

Atlantic Ocean.....A port quarter bow view of the USS NIMITZ.



NIMITZ —CVN 68—

Virginia Capes.....An A-7E corsair II attack aircraft and a mobile crane are parked near the island on the flight deck of the USS NIMITZ.



NIMITZ
—CVN 68—

Virginia Capes.....A view
down the flight deck of
the USS NIMITZ.



NIMITZ — CVN 68 —

Virginia Capes.....Men of the USS NIMITZ handle hose on the ship's hangar deck.



NIMITZ —CVN 68—

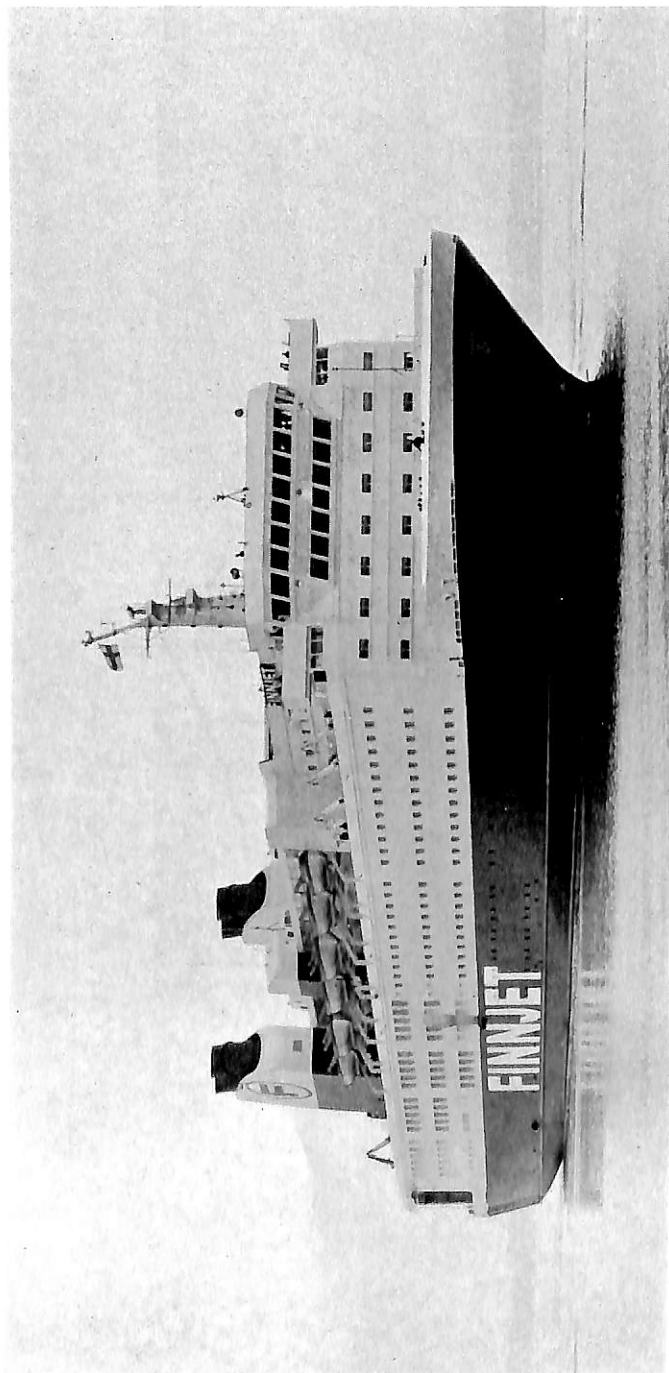
Atlantic Ocean.....A plane director signals the pilot of an A-6 intruder attack aircraft on the catapult for launching from the USS NIMITZ.

FINNJET

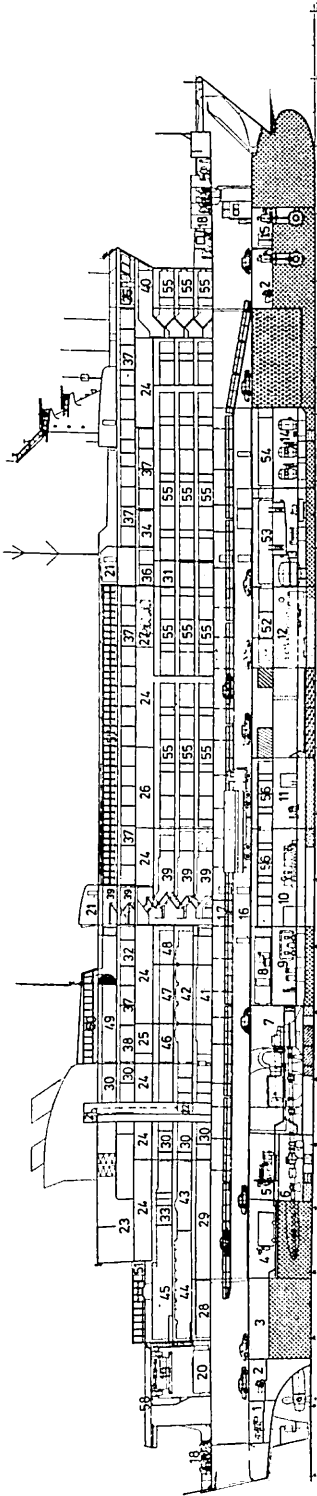
Delivered to the Finnlines
on May 1, 1977

Wärtsilä Helsinki Shipyard

速水育三氏提供



Full speed
ahead!



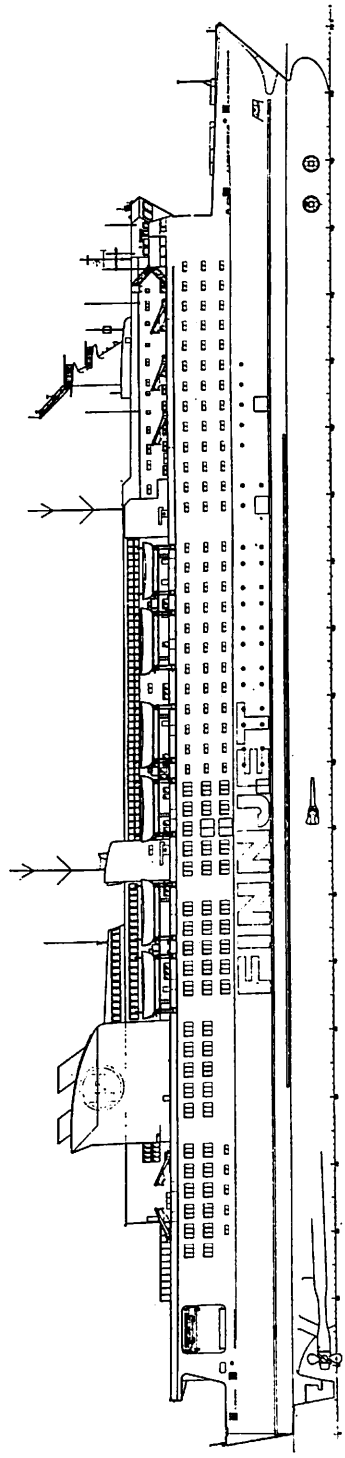
- 1 BALLAST WATER
- 2 FRESH WATER
- 3 COOLING WATER
- 4 SEAWATER INLET
- 5 SLUDGE
- 6 G.T. DIESEL OIL
- 7 DIESEL OIL
- 8 LUB. OIL
- 9 CP PROP MOTOR OIL
- 10 OVERFLOW OIL

- 1 STEERING GEAR
- 2 DECK MACHINERY
- 3 HYDRAULIC PUMPS
- 4 BOW STORE
- 5 MILLER ROOM
- 6 TURBINE ROOM
- 7 GAS TURBINE ROOM
- 8 CONTROL ROOM
- 9 PUMP ROOM
- 10 CENTRAL COOLERS AND B.W. UNIT
- 11 WATER PUMP
- 12 SEWAGE PUMP
- 13 VACUUM SEWAGE SYSTEM
- 14 F.W. HYDROPHORE EQUIPMENT
- 15 BOW THRUSTERS

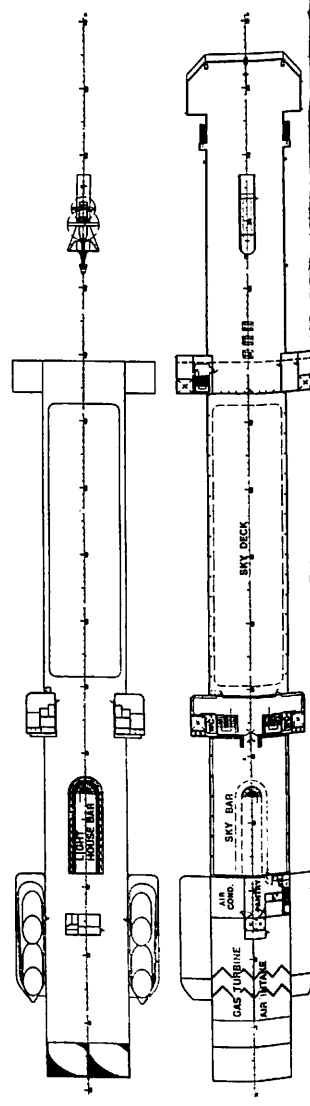
- 16 CAR DECK
- 17 HANGING CAR DECK
- 18 DECK MACHINERY
- 19 PROVISION CONTAINER CRANE
- 20 PROVISION STORES
- 21 LIFT MACHINERY
- 22 LIFT
- 23 GAS TURBINE AIR INTAKE
- 24 AIR CONDITIONING
- 25 TELEPHONE EXCHANGE
- 26 TELEPHONE
- 27 EMERGENCY GENERATOR ROOM
- 28 PREPARATION AND STORES
- 29 MAIN GALLEY
- 30 PANTRY

- 31 CABIN SERVICE PANTRY
- 32 HOSPITAL
- 33 PROJECTOR ROOM
- 34 HANGAR ROOM
- 35 WARD ROOM
- 36 SHIP OFFICE
- 37 SHIP PERSONNEL
- 38 SHIP PERSONNEL
- 39 MAIN MALL
- 40 VIEW MALL
- 41 SHIP PERSONNEL
- 42 GRILL RESTAURANT
- 43 PUB
- 44 DANCING SALOON
- 45 MULTIPURPOSE ROOM

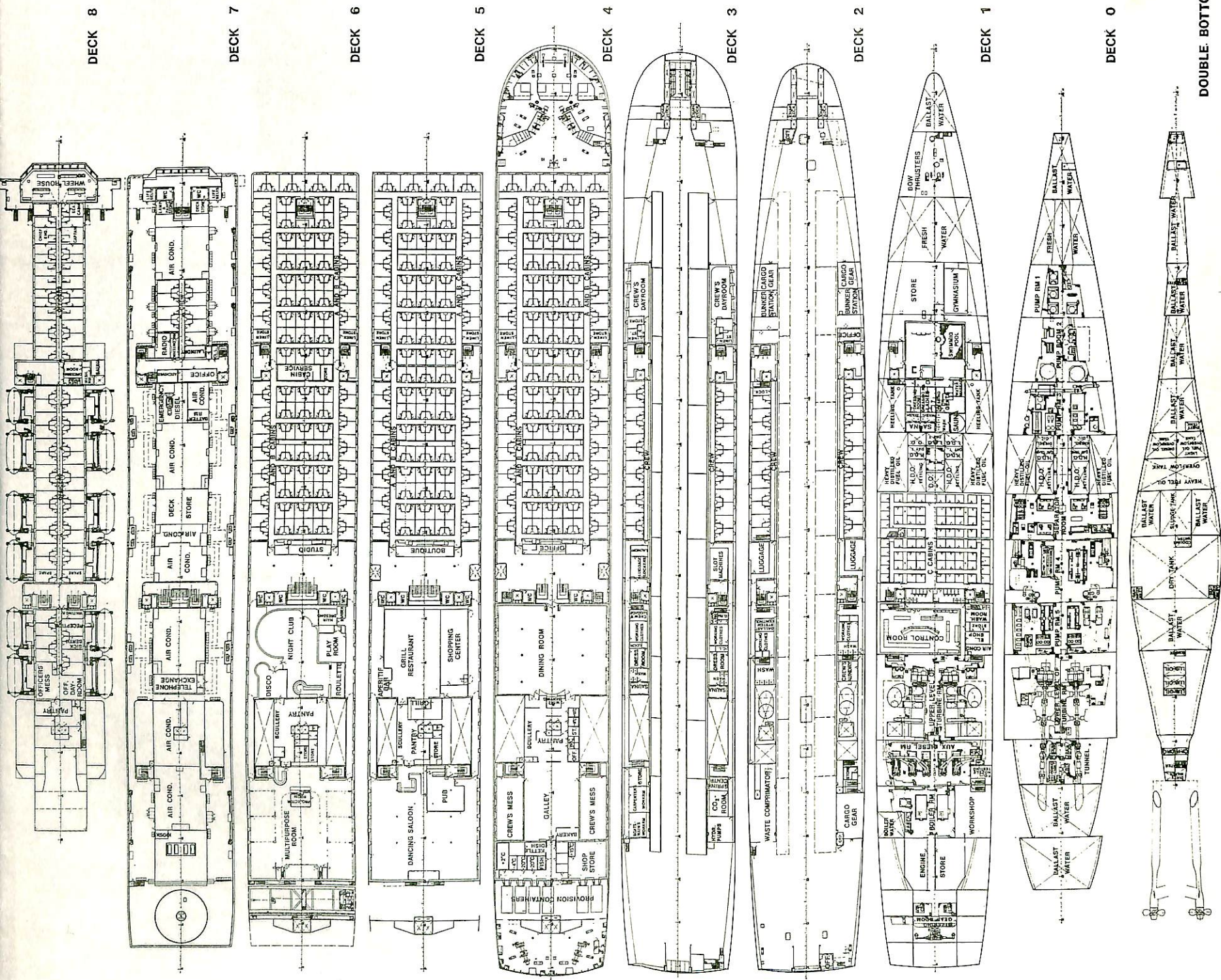
- 46 ROULETTE
- 47 DISCO
- 48 NIGHT CLUB
- 49 NIGHT CLUB
- 50 LIGHT HOUSE BAR
- 51 KRISK
- 52 SAUNA DEPARTMENT
- 53 SWIMMING POOL
- 54 GYMNASIUM
- 55 A AND B CABINS
- 56 A AND B CABINS
- 57 SUN DECK
- 58 HELICOPTER LANDING DECK



DECK 10



DECK 9



GT/S FINNJET PUBLICITY ARRANGEMENT

WARTSILA
HELSINKI SHIPYARD
A.P. 007-02.12

6月のニュース解説

○海運造船問題

●一般政治経済問題

5月27日●ソ連の200カイリ漁業専管水域内での日本漁

(金) 船の操業原則を決める日ソ漁業暫定協定がようやく調印され、ことし3—12月の漁獲割当量が70万トンと決まった。50年同期の実績に比べ45.3%の減少。これから3月漁獲分を差し引き、6—12月間に実際にとれるのは45万5千トン。サケ・マス、ニシンの200カイリ内の割り当てはゼロだった。

○日本海事協会は4月中に新造船31隻、約22万7千総トン、既存船32隻、約2万9千総トンの合計63隻、約25万6千総トンを新たにNK船級船として登録した。このうち約43%が日本籍船で外国籍船ではパナマが最も多い。

30日(月)○運輸省船舶局は51年(1月—12月)の舶用機械輸出実績をまとめた。それによると船舶関連17製品の合計で前年度25.8%増の1,200億円となった。製品別ではディーゼル機関、船外機、甲板機械等が堅実な伸びを見せたのに対し、プロペラ、タービンボイラーなどが減少した。

6月2日●経済企画庁が発表した52年1—3月期と51年

(木) 度の国民所得統計速報によると、実質国民総生産(GNP)は、1—3月に前期比2.5%の大幅な増加を示し、51年度では5.8%となった。政府の改定経済見通しによる51年度の成長率見込み5.7%をやや上回った。

○海上保安庁が調査した5月末現在におけるわが国沿岸の係船数は合計12隻、87万3千総トンで、2月末に比べ2隻、61,420総トン減少している。またこれまで圧倒的に多かったタンカーの係船が大幅に減少し、貨物船が増加している。

3日(金)○重機械輸出会議はこの日船舶部会を開き、本年度の輸出見通しについて検討した。それによると、52年度の船舶関係通関見通しは①船舶が一般鋼船(73億5,500万ドル)、雑鋼船のほか、中古・改造船、非鋼船の合計で92億400万ドル、②船舶機械4億6,580万ドルの合計96億6,980万ドルとなっており、総額で前年度実績比20.1%増を見込んでいる。また船舶輸出環境改善に関する政府への要望事項も

決めた。

4日(土)●ソ連は現行のスターリン憲法を41年ぶりに大幅改正した新憲法草案を発表。プロレタリア独裁国家としての使命は終了し、国民主導型の「全人民の国家」と明記している。また、武力不行使、戦争宣伝の禁止など平和共存の原則を盛り込んだ。

6日(月)●通産相の諮問機関である総合エネルギー調査会は需給部会を開き、60年度のエネルギー総需要量(石油換算)を7億4千万キロリットルと、前回計画の8億3千万キロリットルより9千万キロリットルも減らすなど、省エネルギー強化を中心とした需給暫定見通しを了承した。

7日(火)○運輸省船舶局はこのほど、OECD(経済協力開発機構)から報告のあった今年1—3月の加盟国新造船受注状況を明らかにした。それによると、この間の日本の受注比率は全体の68.9%、AWE S諸国は同31.1%となっており、日本の受注シェアは76年に比べかなり下がっていることが明らかとなった。

9日(木)○運輸技術審議会海洋開発部会は、この日運輸大臣から諮問されていた海洋構造物の建造に関する技術的重要事項と、その実施方策について結論をまとめ答申した。それによると、早急に開発すべき構造物として①沖合港湾②海上空港③洋上プラントおよび海洋貯蔵倉庫等の4つの利用形態をかかげ、この構想を実現するための技術的問題をとりあげ、同時に官民による共同開発体制、民間の開発促進、プロトタイプによる実証実験等の技術開発体制の確立を提言している。

14日(火)●政府は漁業水域暫定措置法、領海法とそれぞれの政令を7月1日から施行することを閣議決定した。

16日(木)○日本船舶輸出組合は、この日5月中の輸出船契約実績を発表した。それによると500総トン以上の一般鋼船が15隻、24万1,088総トンなど契約総額で約919億9千5百万円となった。これは一般鋼船を前年同期実績に比べると隻数、トン数、金額とも大幅減少である。

編集部

原子力潜水タンカーについて

今回は、わが国ではあまり人気がない原子力船のことを書くことにする。人気がないのは、わが国が世界唯一の核被爆国の所為かも知れないが、一種独特な感情問題が絡んでいるようである。いやもっと複雑な様相を呈している。さらに運の悪いことに、ことさらこれらの感情を逆なでするような「むつ」の故障が起った。あれは事故ではなく故障であるが、ともあれ、現在のような不安定な状態に「むつ」を放置しておくのはあまり得策ではない。船舶は所詮機械である。それをあのように管理のし難い状態に放っておくことは、さあ事故を起せと言っているようなものではないか、或いは全くの廃船にでもしろと言っているのであろうか。ともあれ今回は原子力船の生い立ち等について少しふれ、次に最近アメリカ合衆国で行われた、北極圏用原子力潜水タンカーのフィージビリティスタディについて言及してみたいと思う。

1896年 Henri Becquerel による放射能の発見とその数年後の Curie 夫妻によるラジウムの分離の成功以来、原子力に関する科学の進歩は目覚ましいものがある。そして1939年初め Hahn と Strassmann はウラニウムの核分裂を発見、ここに原子エネルギー利用の可能性は決定的になった。ここで少し興味ある事実を述べておくことにする。1939年の原子核分裂の発見後アメリカ合衆国は初めこのエネルギーを何に利用しようとしたのであろうか。原子爆弾？否、なんと船舶の推進手段として原子力を用いるための研究を先に行っているのである。ヨーロッパにおける戦争勃発のほぼ3年前に、U. S. Naval Research Laboratory は船舶推進用の原子力プラント設計のための研究を開始していた。尤も、この研究は、原子爆弾の研究が優先されたために戦争終了まで中止されたが。どうも原子爆弾は今も昔も、原子力船の発達を邪魔しているようである。

戦争後、やっと、原子力推進に関する研究が再開されたが、残念なことに、それは商船ではなかった。1955年ニューポートニュース造船所で、原子力タービン2軸推進器を備えた、世界初の原子力潜水艦ノーチラス号(基準排水量3,180 t, L=98m, B=9.1m, 水中速力23kn)が建造された。これに後れること四年の1959年世界初の原子力商船サバンナ号が進水するに至る訳である。

さて、一体、原子力推進による商船というのは経済的に成り立つのであろうか。軍事用ならば、世界中を補給

なしで航行できる軍艦というのは魅力があるかも知れないが、こと商船となると事情が少し違う。船舶の原子力推進に関して考慮すべき経済的諸因子は、陸上原子炉とほぼ同じであるが、船舶の原子力推進はさらに次の2点を考慮する必要がある。

(1)単位出力(例1HP)当りの原子力プラントの重量

(2)船舶の速力

そして、これは別格として考えなければならないことであるが、原子炉の安全性である。勿論、発電用原子炉も安全性が強調されなければならないが、原子力推進の場合は、さらに、船舶等の衝突の可能性及びその影響の不特定性(つまり、原子力船が航行する範囲、それが国内でも、外国でも)を考慮に入れなければならないから陸上原子炉よりも、より高度な安全性が要求される。

このように考えてくると、原子力商船は、速力と航続距離において、従来船と競争することは可能であるが、その他の面においては、さらに技術の進歩を待つ必要があるように見える。

このように、一見存在理由がないような原子力商船であるが、ここに全く別な観点からの判断がある。それは「エネルギー問題」である。今や、われわれの住む地球上の化石燃料時代の最後がもう眼に見えているということは常識となった。そしてわれわれの技術は他のエネルギー源の開発に向かって急速に前進しなければならないということも今や周知の事項である。特に、わが国のような、エネルギーの大量消費国であって、しかも資源が乏しく、在来燃料の供給がきわめて不安定である場合、原子力開発の持つ意味は大きい、このようなエネルギー対策の一環として、原子力商船は必要なものとなる。

ここでもう一度、在来型エネルギー装置と、原子力エネルギープラントを比較して、後者の利点を列挙してみると

- (1)燃料と装置の単位重量及び体積当りのエネルギー発生可能量が、在来型エネルギー装置と比較してきわめて高いこと。
- (2)燃料を更新することなく長期間運転できること。
- (3)運転に際し、酸素を必要としないこと。このことは水中での運転において重要である。
- (4)熱の他に、放射線と同位元素が得られること。
- (5)きわめて高い温度が得られる可能性があること。

(6)プラントが大きくなるにつれて動力増加分の価格は在来型エネルギー装置よりも小さいこと。が挙げられるが、(4), (5), (6)は今後のエネルギー対策及び技術開発上きわめて重要な意味を持つ。さて、このような特性を有する原子力推進の応用について、様々な構想が打ち出されているが、今年の5月に行なわれたO. T. C. (Offshore Technology Conference) で発表された、北極圏潜水タンカーによる輸送システムに関する論文は、原子力潜水タンカーの経済性、安全性、有用性を高く評価している。この北極圏潜水タンカー輸送システムは、アラスカ北部の油田から、アメリカ合衆国東海岸へ原油を輸送するためのシステムである。経済性の比較は、A) 潜水船によるシステムとして、i) アラスカ=U. S 東海岸直通, ii) ノルウェーでULCCに積み換える, B) 砕氷船について、i) アラスカ=U. S 東海岸直通, ii) グリーンランドにてULCCと積み換える, C) パイプライン方式について、i) アラスカ横断パイプライン=ULCC, ii) カナダ通過の直通パイプライン、の合計6ケースについて経済性評価を行っている。この結果が表1である。

従来のエネルギー源、今や枯れんとしていた資源を運ぶために、次代のエネルギー源、原子力が用いられているのは、単なる過渡期的現象のように映るかも知れない

表1 輸送コスト比較 RFR, \$/bbl

	Capital Operating Total		
潜水船			
直 通	2.83	0.77	3.60
Norway 積み換え	1.62	1.02	2.64
砕氷船			
直 通	1.26	1.82	3.08
Greenland 積み換え	1.12	1.75	2.87
パイプライン			
Alaska 横断-ULCC	2.99	1.48	4.47
Canada 経由直通	3.32	1.23	4.55

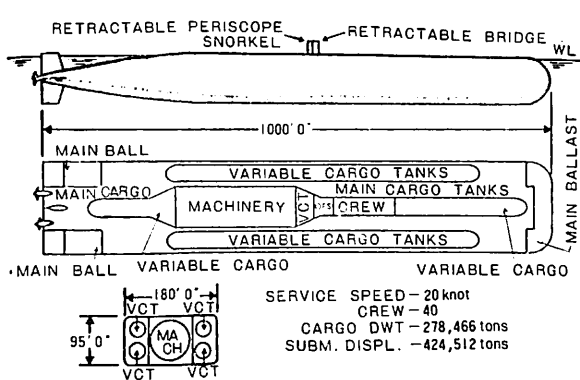


図1 原子力潜水タンカー

いが、石油はエネルギー源として用いられるだけではなく、化学工業の原料として極めて重要な資源であり、天然資源保存の観点からの原子力船の有用性に照らしあわせればごく普通の輸送方式であろう。

ここで行なわれた、原子力潜水タンカーの概念設計について見てみると、二つの大きな特徴がある。それは船体形状に関する事項と、荷役方式に関する事項である。船体は扁平な形状を有し、従来の潜水船とその外観を著しく異にしている(図1)。船の大きさは、現在のアメリカ合衆国の造船設備で建造可能な最大級のものとした。もし日本で造るとしたらさらに大きく、輸送効率の高いものができるに違いない。このような扁平な形状にしたのは、大量輸送が可能で、かつ、大きな原子力プラントを補修しやすいように搭載するためとか、水圧を考慮してとか、次に述べる荷役方式に適しているためとかいろいろ考えられるが、このような扁平体については、わが国でも船舶技術研究所にて水力の性質について研究が進んでいるが、推進抵抗についていささか問題があるそうである。

さて次に、荷役方式であるが図2に示す通り、水中にて荷役を行う方式をとっている。これにより天候に左右されることなく計画的に荷役ができ、水中航行に適している原子力潜水船の特徴を生じた荷役方式である。

アメリカ合衆国はすでにアラスカパイプラインの建設を終え、輸送を開始するに至っているが、さらにこのような研究を進めているのは、エネルギー資源と安定確保がいかに国際関係上、また自国の生活安定上いかに重要であるかをよく認識しているからであろう。わが国においてもさらに原子力船も含めエネルギー政策が積極的に推進されることを期待する。

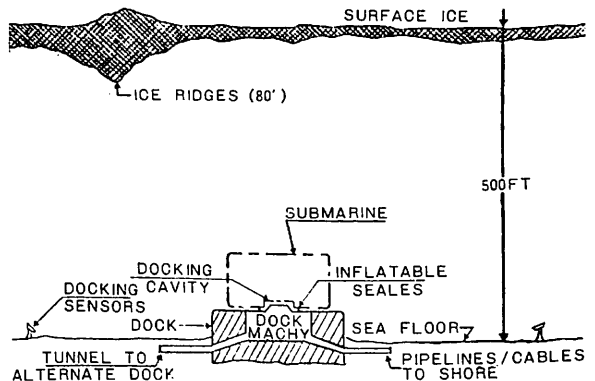


図2 荷役方式

内航船の簡易型電気推進方式の経済効果

船舶整備公団

1. まえがき

我国には、今日までに建造された代表的な電気推進船として漁業調査船“開洋丸”南極観測船“ふじ”などがあるが、電気推進は、総合推進効率が悪いため、内航船にはあまり採用されなかったものと思われる。

しかしながら電気推進は、操船性にすぐれているので安全性が高く、貨物倉容積が大きくとれる。また方式によっては保守が容易なので、省力化、省人化を図ることができるなどの利点を有している。

今度、船舶整備公団・姉愛徳との共有船として簡易型電気推進方式を採用した産業廃棄物運搬船“きさん1号”を銜臼杵鉄工所にて建造した。この機会に、499GT型電気推進方式を採用した内航船について、性能・経済効果などを調査・研究して、とりまとめた次第である。

2. 電気推進方式について

2・1 電気推進方式の種類

現在までに実用化された電気推進方式は、電源（発電機）と推進電動機との組合せにより、次の3形態に分類される。

- 1) 直 流 式 直流発電機+直流推進電動機
- 2) 交 流 式 交流発電機+交流推進電動機
- 3) 交直併用式 交流発電機+直流推進電動機

これに推進電動機の数速度コントロール装置が加わり、それぞれ特長のある推進方式になる。そこで方式の比較、機関室配置及び推進プラント組立方式等は、表1、表2に説明するとおりである。

2・2 電気推進方式の利点

推進機関として電気推進方式を採用すると次の様な利点がある。

- 1) デッドスローから最大速度まで、連続的に安定した広範囲な速度制御を行うことができる。
- 2) 前後進、急速停止の操作が迅速かつ容易で、衝突防止上、極めて有効であり、航行の安全を高める事ができる。
- 3) 補機用および照明用などの電力が推進用の発電機から給電されるので、補機としての発電装置が不要。
- 4) 推進用発電装置を任意の場所に配置することができるので、上部構造物中に設置するとディーゼル船に比

て機関室を縮小する事が可能となり、その分だけ貨物倉の容積を大きくできる。

- 5) ディーゼル船の主機は回転数変動があるが、電気推進船の発電装置は一定の回転数で運転できるので、操作、監視ならびに保守が容易である。また乗組員（特に機関担当）の労力が軽減される。
- 6) 電気推進船はディーゼル機関の振動が推進軸系に伝わらないので、ディーゼル船に比べて推進軸系の故障が少なくなる。

2・3 電気推進用発電装置

電気推進用発電装置は小形軽量で、設備費および燃料費が安く、安全性、信頼性が高く、かつ保守が容易であることが望ましい。電気推進用発電装置の原動機として、現在使用されているものには、蒸気タービン、ガスタービンおよびディーゼル機関の3種類があるが、内航船として当面考えられるのはディーゼル機関であろう。

船用ディーゼル機関には高速機関、中速機関、および低速機関の3種類があるが、これらの特長は、次のとおりである。

2・3・1 高速機関

- 1) 小形軽量になり、船内に占めるスペースが小さくてすむ。
- 2) 出力当りの価格が安い。
- 3) 使用燃料が軽油なので、燃料費が高い。B重油使用可能な、低・中速機関に比べると約40%高くなる。

2・3・2 中速機関

- 1) 使用燃料はA重油又はB重油であるので、高速機関に比べて燃料費は安くなる。
- 2) 出力当りの価格は高速機関に比べ高い。
- 3) 寸法・重量は高速機関に比べ若干大きい。
- 4) 船用補機として普及している。

2・3・3 低速機関

- 1) 使用燃料はA重油又はB重油である。
- 2) 寸法・重量が大で出力当りの価格は最も高い。
- 3) 回転数が低いため、低速機関によって駆動される発電機は大形で、高価となる。これをさけるためには増速機が必要となる。
- 4) 船用主機として最も多く採用されている。

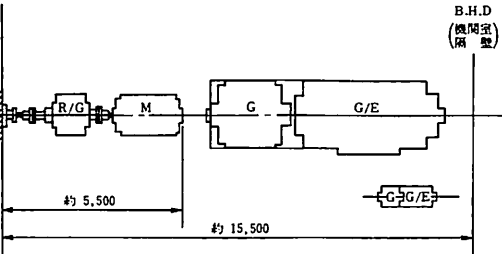
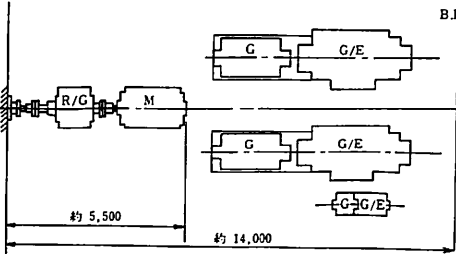
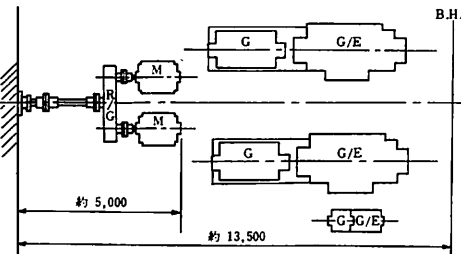
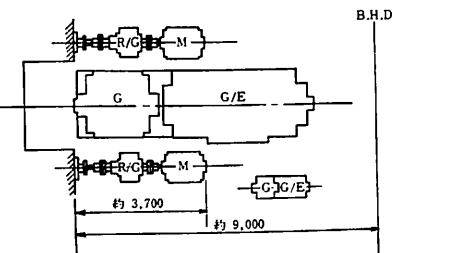
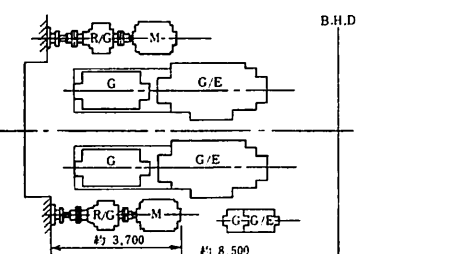
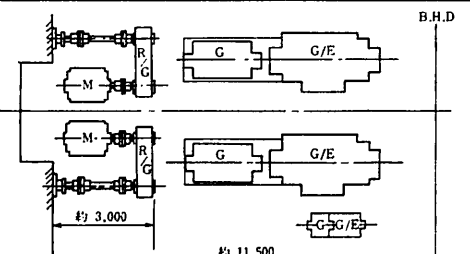
表1 電気推進方式の比較

G.E : 発電機用原動機 D.C.M : 直流電動機
 D.C.G : 直流発電機 A.C.M : 交流電動機
 A.C.G : 交流発電機 I.M : 誘導電動機

方式	発電機+電動機	速度制御方式	構成図	特徴
1	直流発電機 + 直流電動機	ワードレオナード方式		<p>長所</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 制御性がすぐれている。 2. 機関の回転速度、および回転方向が一定の為、補助発電機を推進用発電機関に併結可能 3. 低回転で高トルクが得られる。 <p>短所</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ブラシのメンテナンスが必要 2. 価格が高い。
		定電流制御		<p>長所</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 低速巡航しながら大きな負荷を駆動する様な船に適している。 <p>短所</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 主回路に一定電流が流れるため、軽負荷時の効率が悪い。 2. 各電動機の界磁制御のため、極低速にできない。
2	交流発電機 + 直流電動機	サイリスターレオナード		<p>長所</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ワードレオナードと同一の特性が得られる。 2. 推進用交流発電機を船内電源と共用出来る。 3. 電源側の保守が楽になる。 <p>短所</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 低速運転時に励磁電流が要求され力率が悪くなる。 2. 半導体の欠点として耐熱性に劣る。 3. 過電圧、過電流に弱い。
		定電流制御		<p>長所</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 低速巡航しながら大きな負荷を駆動する様な船に適している。 2. 推進用交流発電機を船内電源と共用できる。 <p>短所</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 半導体の欠点がある。 2. 各電動機の界磁制御のため、極低速はできない。
3	交流発電機 + 同期電動機 (誘導電動機)	周波数制御 (発電原動機による)		<p>長所</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 力率を1に出来る。 2. 誘導機より効率が良い。 3. 大出力の製作が可能 <p>短所</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 同期電動機の励磁装置が必要となる。 2. 電動機は極数が多いため、大型となる。 3. 逆転時バックパワー吸収装置が必要
4	交流発電機 + 交流電動機 (同期或は誘導機)	サイリスタ周波数制御		<p>長所</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 推進発電機を船内電源として利用出来る。 2. 速度特性は直流機と同様、逆転、極低速が可能 <p>短所</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 複雑な周波数変換装置を必要とし、価格が高くなる。 2. 半導体の欠点がある。 3. 電動機は誘導同期に比べて大型となる。 4. 逆転時バックパワー吸収装置が必要
5	交流発電機 + 巻線形誘導電動機	二次励磁による速度制御 セルピウス法 クレマ法		<p>本方式は電気推進発達初期に使用されたが2次抵抗、直流電動機、整流器が必要であり、始動、逆転に時間がかかり、操縦性が悪く、本質的に電気推進として適していない。</p>
6	交流発電機 + かご形誘導電動機	可変ピッチプロペラによる制御		<p>長所</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 機構が簡単、メンテナンスが殆んど必要ない。 2. 電装品の価格が安い。 3. 推進用と船内一般電源が共用できる。 4. 運転操作が容易である。 <p>短所</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 一般に減速機が必要 2. 始動時大電流が流れる。

表2 機関室の長さについて

G/E…発電機用原動機 M…推進モーター G…発電機 R/G…減速機

電気推進プラントの組立方式	備 考
<p>(その1)</p> 	<p>組立方式</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 主G/E出力≒2000ps×720rpm×1基 2) 停泊用G/E出力≒50KVA×1800rpm×1基 3) 推進モーター≒1080KW (540+540)×1基 <p>記 事</p> <p>1基1軸方式を採用した場合であるが、電気推進装置の最大の利点である推進軸系装置と原動機の軸芯を同一にしないで良い点を生かしていないケースに当たる。その為に機関室までが長くなり好ましくない。</p>
<p>(その2)</p> 	<p>組立方式</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 主G/E出力≒1000ps×720rpm×2基 2) 停泊用G/E出力≒50KVA×1800rpm×1基 3) 推進モーター≒1080KW (540+540)×1基 <p>記 事</p> <p>2基1軸方式を採用した場合であり、機関室の中がせまい場合には適しているが(その1)と同様機関室までが長くなり不利である。機関室中が比較的広い場合には主発電機を縦へ下げる事により機関室をある程度短縮する事が出来る。又、発電機を上甲板へ移動する事により機関室を短縮する方法も考えられる。</p>
<p>(その3)</p> 	<p>組立方式</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 主G/E出力≒1000ps×720rpm×2基 2) 停泊用G/E出力≒50KVA×1800rpm×1基 3) 推進モーター≒540KW×2基 <p>記 事</p> <p>2基1軸方式で、推進モーターと減速機の組合せを変更した場合で、この方式では変節装置を容易に設ける事が出来、又発電機を上甲板へ移動すれば、諸機器のスペースを必要とするだけで機関室は相当短縮する事が出来る。本方式が最も実用的と思われる。</p>
<p>(その4)</p> 	<p>組立方式</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 主G/E出力≒2000ps×720rpm×1基 2) 停泊用G/E出力≒50KVA×1800rpm×1基 3) 推進モーター≒540KW×2基 <p>記 事</p> <p>1基2軸方式を採用した場合であるが、発電機出力が大型となる為、長さ、高さ寸法が大きくなり上甲板への移動も殆んど不可能でB.H.Dの短縮は期待できない。</p>
<p>(その5)</p> 	<p>組立方式</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 主G/E出力≒1000ps×720rpm×2基 2) 停泊用G/E出力≒50KVA×1800rpm×1基 3) 推進モーター≒540KW×2基 <p>記 事</p> <p>2基2軸方式を採用した場合で、船中が十分あれば機器配置上最も良い方法と思われる。尚この配置図から発電機を上甲板へ移動すれば諸機器のスペースを必要とするだけで機関室の短縮も可能である。</p>
<p>(その6)</p> 	<p>組立方式</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 主G/E出力≒1000ps×720rpm×2基 2) 停泊用G/E出力≒50KVA×1800rpm×1基 3) 推進モーター≒540KW×2基 <p>記 事</p> <p>2基2軸方式で、推進モーターと減速機の組合せを変更した場合であり、この方式でもって起動電力を減少させる為に推進モーターを270KW×4基とする事も可能である。又、変節装置も容易に設ける事ができる。発電機を上甲板へ移動すればB.H.Dの短縮も可能となる。</p>

2・4 電気推進とプロペラ

電気推進においては、従来、推進電動機としては直流電動機が、又プロペラは固定ピッチプロペラが使用されていた。したがって推進電動機の回転数、回転方向を電氣的にコントロールすることによって、前後進、増減速を行っていた。

ところが、最近、可変ピッチプロペラを採用することにより、推進電動機の回転方向および回転数をコントロールすることなしに、プロペラの翼角変更によって船の前後進、増減速を行なう方式が現れた。この方式によれば、プロペラは常に一定方向、一定速度で回転するので、電源としては交流を、また推進電動機としては、従来の直流電動機に代って、カゴ型誘導電動機を使用することができ、推進電動機の世界コントロール装置も不要となった。この為、従来の方式に比較して推進装置全体（可変ピッチプロペラを含む）の価格は、廉価となり、又保安も格段に容易となった。

推進電動機とプロペラは、直結される場合と、減速装置を介して連結される場合がある。後者の場合、減速装置とプロペラ変節装置とが一体に組込まれている場合と別置きの場合とがある。しかし組込み型の場合は、スペースは小さくて済むが、減速比があまり大きいものは製作困難である。推進電動機、減速装置およびプロペラ変節装置の配置例を図1に示す。

2・5 簡易型電気推進

前記2・1項の表1に示した様に、電気推進には種々の方式が考えられるが、これ等の中で方式6は電気回路、使用機器の簡易さ、運転、保守の容易さから、内航船の電気推進方式として特に適していると考えられるので、これを「簡易型電気推進装置」として取り上げ、その性能および経済効果の検討を行った。

2・6 簡易型電気推進方式を採用するに
適した内航船

簡易型電気推進方式を採用し、発電装置を船尾楼内に配置すると、機関室が縮小されるので、貨物倉容積を大きくすることが出来る。しかしながらディーゼル船に比べて電気推進においては総合した電気推進プラントの重量が増大するので載貨重量は減少する。

したがって載貨重量が減少しても、載貨容積の増大でメリットが得られる軽質油タンカーは電気推進の採用が適している一つの船種と考えられる。

また、電気推進の動力源となる発電装置を任意の場所に設置できるので、機関室の寸法などが制約を受ける船舶についても有効である。

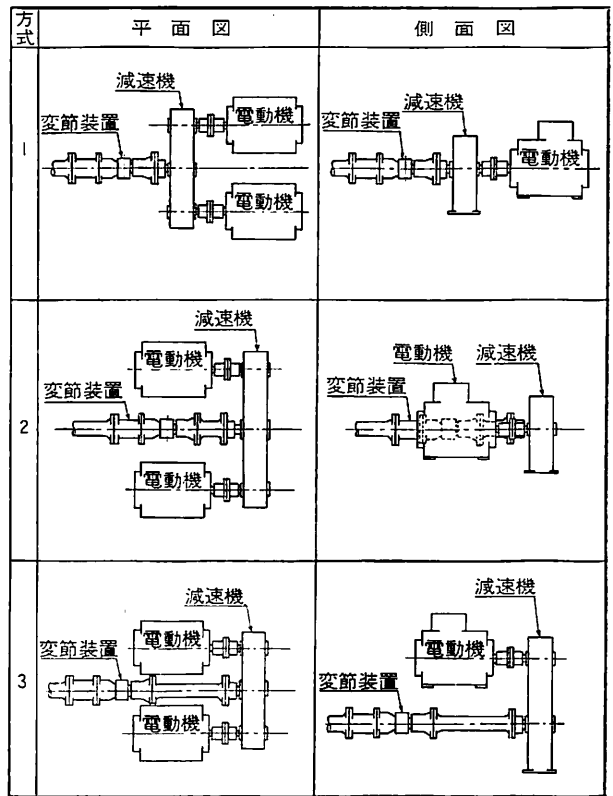


図1 推進電動機、減速機および変節装置の配置例

2・7 今後の検討事項

- 1) 推進電動機およびこれを始動させる始動装置を新たに設置する必要がある。
- 2) 原動機が発生する機械エネルギーを電気エネルギーに変え、更にこれを機械エネルギーに変えるため、変換に伴うエネルギー損失が生じる。
- 3) 推進電動機は船底部に設置される場合が多いので、湿気飛沫による絶縁劣化の防止などに特に配慮する必要がある。

3. 簡易型電気推進方式採用の経済比較

499GT型内航タンカーに簡易型電気推進方式を採用した場合と、従来のディーゼル船との建造費および運航費などを試算し、両者の運航試算をしてみると、次のとおりである。

3・1 ディーゼル船と簡易型電気推進船の船価比較

3・1・1 現在就航している499GT型内航ディーゼルタンカーと、これに簡易型電気推進装置を採用した場合との主要目を比較すると次頁に示す表のとおりとなる。

	ディーゼル船	簡易型電気推進船
L×B×D	58.00×10.00×4.50m	58.00×10.00×4.50m
総噸数	499 t	499 t
乗組員	7名	7名
貨油倉	1,260m ³	1,315m ³
速力	11.3kn	11.3kn
主機関	ディーゼル機関 1,400 P S	※1) 電動機 540kw
軸系	1 基 1 軸 プロペラー軸 中間軸 軸受	2 台 1 軸 プロペラー軸 中間軸 — 減速機
プロペラー	固定ピッチ	※2) 可変ピッチ
補機関	発電機 80kVA×2 原動機 115 P S × 2	※3) 発電機800kVA×2 原動機1,000 P S × 2 停泊用発電機
配電盤	小	大 始動器 2

上表中で※1), 2), 3)の算出根拠

※1) 推進電動機の出力

ディーゼル船の主機は 1,400 P S であるから、これを電動機出力に換算すると
所要出力（プロペラーを駆動する為に必要な電動機の力量）は、

$$1,400 \text{ P S} \times 0.736/0.97 = 1,063 \text{ kw}$$

$$1 \text{ P S} = 0.736 \text{ kw, 減速機効率; } 0.97$$

推進電動機は 2 台並行運転（不平衡分 2%）することとして 1 台の電動機の所要出力は

$$\frac{1,063}{2} \times 1.02 = 542 \text{ kw} \approx 540 \text{ kw}$$

※2) 発電機の容量

前項の推進電動機を運転し、船内電力を併せ供給するのに必要な発電機容量は次のようになる。

推進電動効率; 0.92

推進電動機の入力（推進電動機を運転させるために必要な電力量）は

$$\left. \begin{aligned} \frac{540 \text{ kw} \times 2}{0.92} &= \frac{1,080}{0.92} = 1,174 \text{ kw} \\ \text{船内電力} &80 \text{ kw} \end{aligned} \right\} 1,254 \text{ kw}$$

発電機容量 1,254kw ÷ 0.8 = 1,568kVA

力率 0.8

2 台に分けると 1,568/2 = 784 ÷ 800kVA

※3) 原動機の出力

前項の発電機を駆動する原動機の所要出力は

$$\frac{800 \text{ kVA} \times 0.8}{0.73 \times 0.94} = 925 \text{ P S}$$

以上により、若干の余裕を見て発電機は 800kVA
これを駆動する原動機は 1,000 P S を採用する事とした。

3・1・2 ディーゼル船と簡易型電気推進船との主要な
機関部関係の重量、価格の比較

○ ディーゼル船

項目	容 量	数	重量 t	金額(¥)	備考
主機関	1,400PS×340rpm	1	24.00	36,000,000	
補機関	115PS×1200rpm	2	3.00	8,400,000	
発電機	80kVA×1200rpm	2	1.50	2,500,000	
共通台板		2	1.30	補機に含む	
荷油ポンプ減速機		1	2.80	3,400,000	
配電盤		1	2.70	2,000,000	
艀廻り	固定ピッチ	1	4.00	5,000,000	
計			39.30	57,300,000	

○ 簡易型電気推進船

項目	容 量	数	重量 t	金額(¥)	備考
推進用モーター	540kw×6P	2	7.00	8,000,000	
推進用始動機	コンベン式	2	3.00	6,500,000	
発電機	800kVA	2	41.80	41,500,000	共通板を含む
原動機	1000PS×720rpm	2			
配電盤		1	3.05	8,500,000	
推進用減速機		1	2.80	8,000,000	
荷油ポンプ用減速機		2	2.40	3,000,000	
艀廻り	可変ピッチ	1	5.00	9,500,000	変節装置を含む
停泊用発電機, 電線, 制御盤他			2.00	6,300,000	
計			67.05	94,300,000	
差			27.50	37,000,000	

(注) 金額は昭和50年3月の値である。

比較表によれば、ディーゼル船に比べて簡易型電気推進船は重量が約27.5 t 重く、建造船価が約¥37,000,000高い。

3・2 簡易型電気推進船とディーゼル船の
経済性の比較検討

表3 発電原動機の比較

機 種	高速機関	中速機関	低速機関
出力 (PS)	1,115	1,000	1,000
回転数 (rpm)	1,200	720	400/720
全 長 (mm)	3,300	3,600	3,831
全 幅 (mm)	1,500	1,600	1,696
全 高 (mm)	2,000	2,600	2,653
重 量 (t)	約 8.2	約10.0	約15.1
使用燃料	軽油	A又はB	A又はB
燃料消費率 (g/PS・h)	170	165 (B重油)	167 (B重油)
備 考			増速機を設ける

(注) 1) 原動機製造所により若干の寸法差がある為、概略の値で示した。

- 2) 2基装備する中の1基について示した。
- 3) 発電機は交流式としての出力及び回転数を示した。
- 4) 低速機関については大きさ、重量は増速機を見込んだ値を示し、出力及び回転数は連続最大時の値を示した。

3・2・1 積荷容積の拡大にともなう運賃増収

3・1 項の要目表に示した貨物倉の容積を基準としてディーゼル船と電気推進船を比較すると次の様になる。尚、運賃算出方式は、昭和51年度全国内航タンカー運賃協定の運賃算出方式に基づいた。

	ディーゼル船	簡易型電気推進船	対比 (ディーゼル船に対し)
容 積 量	1,260m ³	1,315m ³	
積荷可能量	1,197kl	1,247kl	52kl
1航海運賃	885,780円	924,260円	38,480円
1カ年間運賃	153,884千円	160,569千円	6,685千円

(注) ○積荷可能量 = 容積量 × 95%

- 1航海運賃 = 51年度全国内航タンカー協定運賃 740円/kl (水島/阪神 700~1,200kl 積型) × 積荷可能量
 - 1カ年間運賃 = 1航海運賃 × 51年度全国内航タンカー運賃協定計算 年間航海数173.7265航海 (年間稼働日数351.97日 ÷ 1航海所要日数2.026日)
- 電気推進船は、ディーゼル船に比べ積荷容積拡大から運賃収益は年間 6,685千円増加する。

3・2・2 船価高からの船費増加

簡易型電気推進船はディーゼル船に比較し総船価が37百万円高額になる。これが法定償却期限11カ年間に回収されるためには下記の船費が毎年必要である。

	ディーゼル船	簡易型電気推進船	対比 (ディーゼル船に対し)
船 価	313,000千円	350,000千円	37,000千円
船価差年間償却費			3,364千円
〃 年間償却金利			1,744千円
〃 固定資産税			141千円
〃 船体保険料			1,055千円
計			6,304千円

(注) ○船価差年間償却費 = 船価差 ÷ 11年

- 船価差年間金利 = 11年目までの船価差額の総金利の年間平均、利率年9.43%
- 船価差年間固定資産税 = 11年目までの船価差額の総固定資産税の年間平均 税率 0.7%
- 船価差年間船体保険料 = 付保増額 37,000千円 × 2.85円/100円

3・2・3 原動機出力の相異による燃料費増加

電気推進船はディーゼル船と推進出力を同一にする場合、発電機効率ロス (効率94%)、電動機ロス (効率92%) を考慮した原動機馬力を必要とする。

即ち、ディーゼル船の原動機馬力 1,400PS に匹敵する簡易型電気推進船に必要な原動機馬力は 1,618PS (1,400PS ÷ 0.94 ÷ 0.92) である。

これに必要な燃料量は、

ディーゼル船 低速エンジン 1,400PS × 0.152l/h
 電気推進船 中速エンジン 1,618PS × 0.16l/h

である。両方式共B重油の使用である。

船内電力は、ディーゼル船は 115PS 中速ディーゼル (消費燃料A重油) で行なうのに比較し、簡易型電気推進船は、航海中は主原動機の余力より 115PS 引出し (消費燃料B重油) 停泊中は 50PS 中速ディーゼル (A重油) でまかなう切り換えを行う。潤滑油の消費量は低速エンジン 1g/PS・h 中速エンジン 1.5g/PS・h とした。

3・2・4 運送コストでは簡易型電気推進船が高い

上述を要約すれば、簡易型電気推進船はディーゼル船に比べて

- 1) 1カ年間運賃収入は 6,685千円増収
 - 2) 〃 間接船費は 6,304千円増費
 - 3) 〃 燃料費は 3,206千円増費
- 計 2,825千円増費

となる。

(注) 1) 船舶経費の船員費、修繕費、船用品費、雑費、

運航の港費、雑費は双方共同とみなした。

2) 年間就航路、稼働日数、一航海所要日数、(航走、待機、荷役日数)ならびに運賃単価は、本船型(700~1,200k^l積)の全日内航タンカー運賃協定昭和51年度算出表に準拠した。

3・3 保守点検の簡易化による省力化

ディーゼル機関推進船にあつては、低速又は中速の主機関と中速の補機関で占められ、主機関は回転変動による負荷制御を行い、発電機用補機関は定回転で駆動されている。ディーゼル主機関の回転変動による負荷制御のため人手を欠くことはできないが、発電機用補機関は定回転に整定すれば制御盤の監視だけでよい。

電気推進船は、ディーゼル主機関に代るディーゼル発電装置が常に一定回転で原動機として最も効率のよい回転数を維持しているため保守は、ディーゼル船の主機関に比べかなり楽である。また、操舵室に制御盤を設け、ディーゼル発電装置及び推進用電動機の監視を行なえば更に省力化が可能となり、人件費の節減ができる。

昭和51年度内航タンカー運賃協定の運賃算出書によれば乗組員1名削減した場合

¥517,238/1人/月×12カ月=6,206,856

となり年間約¥6,200,000。一の人件費が節減可能。

4. むすび

電気推進は従来、特に勝れた操縦性を要求する船舶に採用され、一般内航船としては、実用化されていなかった。今回、内航タンカーに簡易型電気推進方式を採用した場合の経済効果について調査・研究を行なった次第であるが、この方式によれば電気機器の簡易化、小型軽量化、低質燃料の使用、省人化などにより建造コストおよび運航費を下げる事ができるので、内航船にも電気推進を採用できる分野があることが判明した。初めにも申し述べたが、この方式を実際に採用した廃油収集船「きさん1号」が建造されて今後、その運航実績を調査解析することによって、更に簡易型電気推進方式が改良され、その信頼性、経済性の向上が図られると期待される。

(編集部注)「きさん1号」の詳細については8月号に記載いたす予定であります。

好評発売中 ● 目録進呈

海難審判の実務

6月上旬刊

今西保彦著

A5判・三二〇頁

定価三五〇〇円

送料二〇〇円

刑事裁判の手続との相違点を指摘しつつ、海難審判の仕組みと審判手続を明らかにする。審判判決の実例等を参照にした具体的解説。【収録内容】審判手続主体・海難審判庁の任務と審判の客体的・審判手続・審判手続行為・証拠法・審判・海難調査・審判開始の申立・高等海難審判庁の審判・高等海難審判庁の判決に対する訴・判決執行・送達及び期間・機船雄洋丸機船パンフィックアレス衝突事件の審判。ハ付録V海難審判法・海難審判法施行令・海難審判法施行規則・海難審判庁事務章程

新訂 船用電気の理論と実際

(上・下)

● 針本多久男著 誘導電動機・船用電子工学関係を中心に、全章の内容を洗い直し、最近の試験問題を収録。明快な懇切な説明で好評。 定価(上)三五〇〇円、(下)三〇〇〇円 送料二〇〇円

基礎力学

— 好評改訂初版 —

● 田中 武著 具体的問題との関連性を通して、力学的な考え方の育成と高等力学へ導く最適な参考書。精選一〇〇題の演習問題を収録し、巻末に解答を付す。 定価一八〇〇円 送料二〇〇円

今月の好評図書

基本造船学

(船体編)

詳細な附図。完璧な基礎知識の解説

● 2200円 (〒200)

原子力船工学

その安全性・経済性理論と実際、原子力船理解に唯一書

● 3800円 (〒200)

造船統計要覧

◀ 52年版 ▶

最新データ165項目。待望の市販!

● 1500円 (〒160)

英知 海事大辞典

● 8500円 (〒240)

成山堂書店

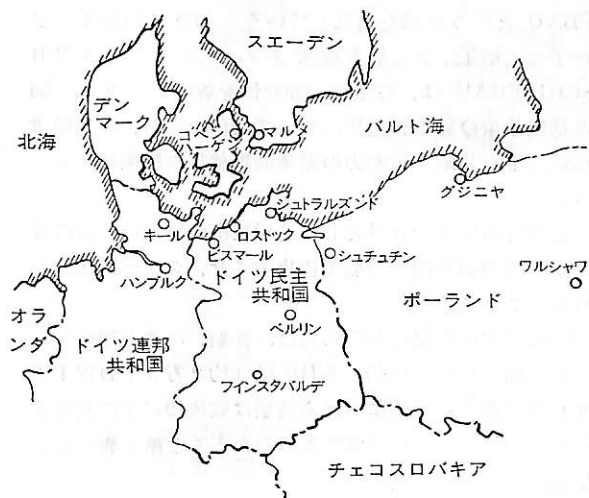
海事図書 (〒160) 東京都新宿区南元町4-51 成山堂ビル
専門出版 TEL 03 (357) 5861 (代) 振替・東京7-78174

東ドイツ造船レポート

大野 伊左男

1. はじめに

東ドイツにロストック市がある。ここは北海に面し有名なハンザ同盟華やかな当時から栄えた古い都市である。(第1図参照) 緯度の割に暖流の影響で暖く、夏は海水浴を中心とし白砂輝く海岸に多勢の人の集う保養地であるが、同時に東ドイツ国における造船の学術、研究、建造の中心地である。ここに14世紀創設というウィルヘルム・ピーク・ロストック大学がある。東ドイツにおける唯一の造船科コースをもつ大学であるが、この大学で造船学科発足25周年を記念し「造船工作国際シンポジウム」が昨年9月22日から24日まで開催され、東京大学藤田教授の御指導のもと、日本鋼管榑鶴見造船所造船工作部次長大木昌美氏と論文発表の機会を持つ事が出来たので、比較的知られていない同国における造船事情



第1図 関係都市図

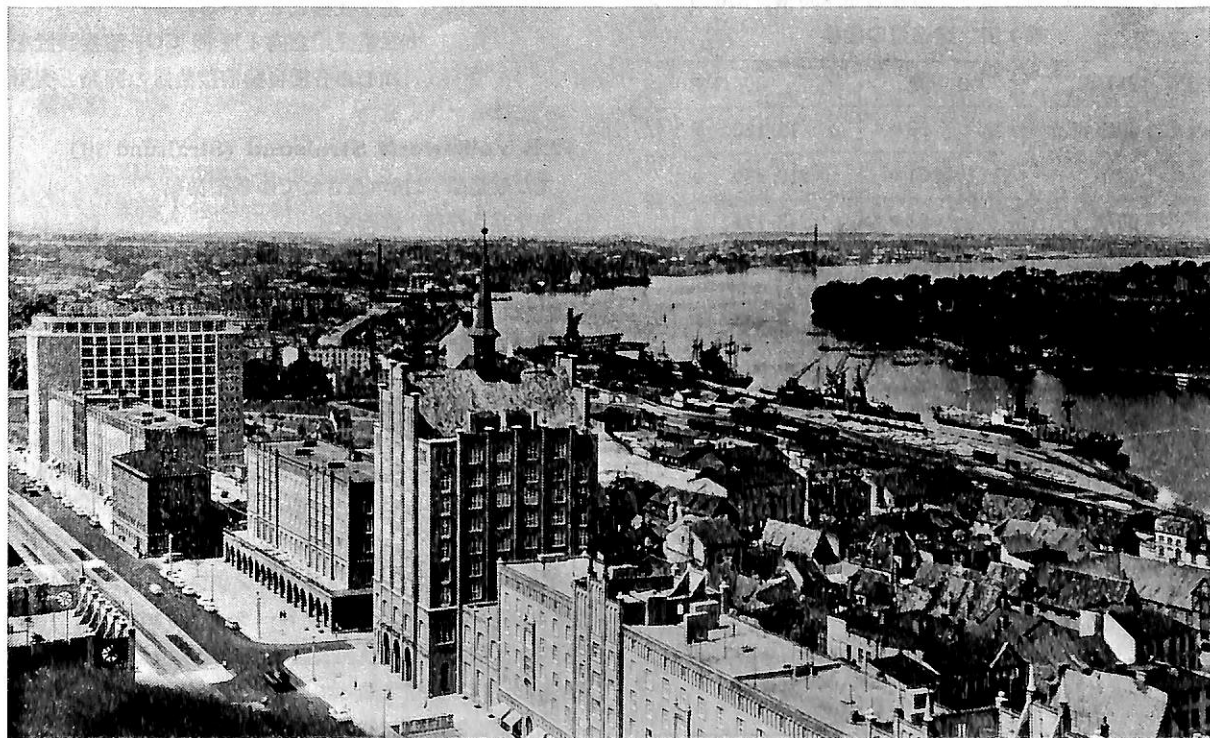


写真1 ロストック市とロストック港

を見たまま、聞いたままとりまとめお知らせする。

2. 東ドイツの造船について

東ドイツの造船業は、関連工業を含め従業員5万人の規模をもち、同国における重要な産業の一つを形成している。先ず、東ドイツは社会主義国家であり、当然計画経済を基幹としている。造船所を含め企業というのはほとんど国営である。これら国営造船所は VVB SCHIFFBAU という組織を構成している。日本でいえば、さしずめ造船工業会という所であろうか。この VVB SCHIFFBAU は、各企業の独立性を尊重しつつも、国の造船政策の計画、実施について責任をもち、各造船所への仕事の分配、労働力の産業間調整等の機能を果している。

この計画経済を背景とし、造船技術の特徴は一口に言えば「同型船を同一造船所に集中させ、シリーズ建造を行う」ことにある。

同国における建造船の90%は、漁船、冷凍運搬船を主とし、他コンテナ船、多目的船(約2万5千DWT程度)等である。同国における造船は戦後1947年に開始された。同年以来の建造量の推移をたどると第1表の様になる。

なおこれら建造量の90%は輸出船であり、総建造量3,574隻、500万重量トンのうち2,850隻、310万トン

第1表 建造量の推移

1947年	3 隻	306GT
49年	59 "	12,136 "
59年	161 "	210,459 "
65年	98 "	243,174 "
68年	129 "	292,442 "
71年	77 "	309,433 "
74年	65 "	350,000 "
1947~1974年	3,574 "	5,000,000 "

1974年内訳

1) Dry Cargo & Container Vessel	26隻	218,100GT
2) Fishing Vessel & Refer Ship	26隻	114,400GT
3) Various	13隻	17,500GT
計	65隻	350,000GT

がソ連向けである。その他の輸出国としては、ルーマニア、ユーゴスラビア、中国、フランス、印度、西ドイツ等があげられる。いずれにしても日本と同じ様に資源の乏しい同国が外貨獲得のためには造船は重要な産業の一つと言える。

東ドイツにおける<主要造船所>としては次の4造船所があげられる。

VEB Warnowwerft Warnemünde

(Rostock-Warnemünde 市)

主な建造船：1万~1.7万トンコンテナ及び貨物船

主な建造技術：(1)短納期(起工から引渡しまで70~100日)

(2)主機運転は“Flow Chamber”を使って、岸壁で実施する。

(3)60~180t Heavy Derrick の開発

VEB Schiffswerft “Neptune” Rostock

(Rostock 市)

主な建造船：12,500t までの多目的船、

セミコンテナ船、その他

主な建造技術(1) 125年前創立東ドイツ最古の造船所、戦後大幅に近代化された。

(2)上部構造は地上で結成(200t)、艀装をすましてフローティングクレーンで進水後搭載している。

(3)二重底用立向4電極 CO₂ 溶接装置をはじめ各種自動溶接装置の開発と実用化

VEB Volkswerft Stralsund (Stralsund 市)

主な建造船：110m長さまでの各種漁船

主な建造技術：詳細後述

VEB Mathias-Thesen-Werft Wismar

(Wismar 市)

主な建造船：Universal Carrgo Vessel (Ore/Bulk/Container type) 及び漁船

主な建造技術：詳細後述

いずれも従業員5,000~6,000人の規模をもっている。

その外に Passenger Ship, low draft の河川 Ship, Life Boat 等を造っている中小造船所がある。

<関連工業>

Rostock 周辺にディーゼルエンジン (Sulzer, MAN 型 3,000~11,200PS), プロペラ (径8mまで), 甲板補機, 大型鋳鍛鋼, 航海装置等各種船用機器の製作工場をもち、ほぼ国産で賅っている。なお鋼材については、国内需要2,200~2,300万トンに対し生産が800万トン/年、しかないため、70%はソ連から輸入している。

<将来計画>

Cargo Ship, 漁船とも次第に大型化してきているので、10万トン程度までの建造体制を整える計画をもっているとの事であった。

我々は前記4大造船所のうちもっとも近代化の進んだストラルズンド及びビスマル造船所を、ロストック大学造船科の皆様の好意により親しく視察する機会を得たので以下報告する。

3. VEB Volkswerft Stralsund について

この造船所はロストックより東へ約50km位離れた古い町ストラルズンドにある。造船所は1948~1950年に創設され、東ドイツにおける漁船建造の中心造船所であり、これまでの所次の様な各種タイプの漁船を連続建造しながら次第に拡張、近代化されてきた造船所である。

第I期 (8年) トロール船 (L=40m, 400PS)

建造隻数 150隻

第II期 トロピック型漁船 (L=60m, 1,200PS)

建造隻数 200隻 (3日に1隻の割合で建造した。)

第III期 改良トロピック型 (L=75m, 2,000PS)

166隻

第IV期 アトランテック型トロール船 200隻

本船はL=85m, 2,400PS, 2-Diesel
Reduction Gear 付1974年まで30隻/
年ピッチで建造した。

第V期 アトランテックスーパー型トロール船

L=102m, B=15.2m, d=5.2m, 主機8
ZD 72/48AC-1 3,880PS, Speed 14.6kn,
船級 Register of Shipping of the USSR 排
水量 4,000T, 可変ピッチプロペラ (ノズル
付) 建造ピッチ20隻/年, 既に60隻引渡し100
隻の受注残をもっている。(第8図参照)

従業員は現在 7,000人という事であるが、このうち

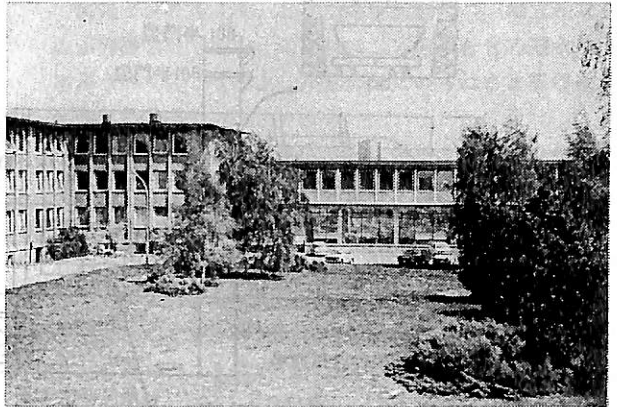


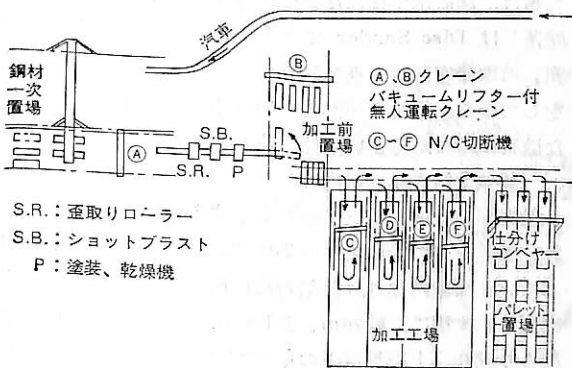
写真2 ロストック大学構内 (正面造船学科教室)

1,500人は修繕部門に属している。この様に大きな漁船専門工場であるが、東欧圏としてはポーランドにもっと大きなものがあり第2位に位置している由。この様な背景のもとに漁船連続建造の基本的構想によってレイアウトされた設備、工作法について順をおって説明しよう。

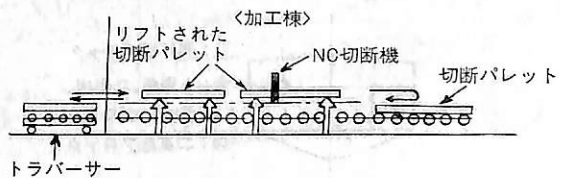
(1) 自動鋼材置場と加工工場

レイアウトは第2図を参照して欲しい。流れに従い説明すると、

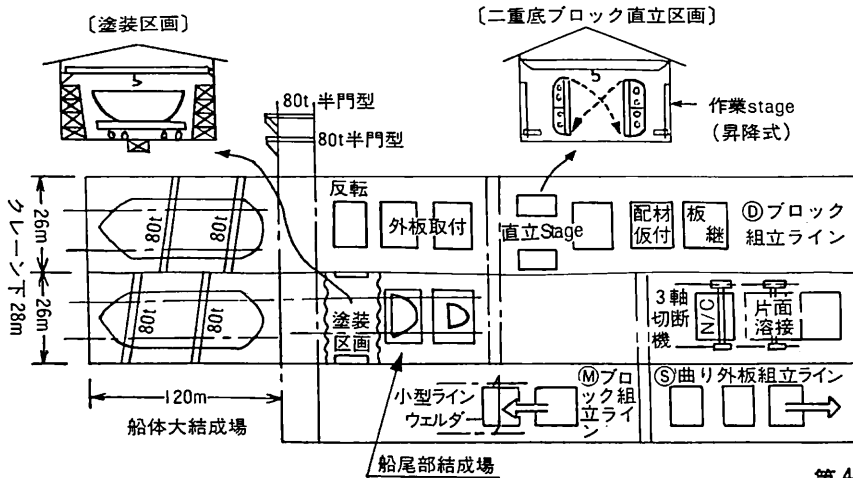
- (イ) 鋼材はすべて鉄道で運ばれてくる。
- (ロ) 一次置場に仮置きした後、二次置場に寸法別に山積みされる。
- (ハ) ④はバキューム・リフター付無人運転クレーン。1日の作業はコンピューターから、うち出されてくるテープによってコントロールされている。なお東ドイツでは欧米造船所と異なり、シリーズ建造、標準寸法化により鋼材のストック量は少なく1・5カ月程度である。
- (ニ) 無人④クレーンによって出棟された鋼板は歪取り機、ショットブラスターを通して加工前置場に送られる。
- (ホ) ここで⑧クレーン (これも無人運転) によって1時おろされ、ついでトラバースーの上に4枚ずつ並べられる。加工は4隻同時に行われるため、同一寸法の板が4



第2図 鋼材置場と加工工場



第3図 NC 切断機への材料搬出入法



第4図 組立工場レイアウト

枚ずつ並べられるわけである。なおトラバーサーは、あらかじめ切断定盤を4組のせてくるので、板は各切断定盤の上に一枚一枚並べられる。

(v) パレットから板は切断定盤にのせられたままNC切断機に送られる。

(b) 加工工場にはNC切断機が4台あり、内2台は光学トレース装置兼用型である。又2台にプラズマ切断機が装備され順調に稼動中であり、更に1台プラズマ用に改装中であった。

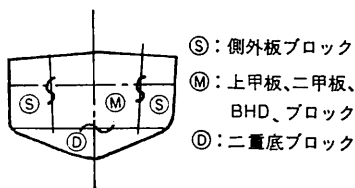
(c) 切断後の材料の処理方法はユニークである。第3図の様に、切断ズミの部材はパレットにのせられたまま、切断ステージにある次の切断パレットが油圧でリフトされている下を通して、再びトラバーサーへ戻ってくる。トラバーサーはこれを仕分けコンベヤーへと送りこむ。

仕分けコンベヤー上には門型クレーンがついており、クレーンによって各部材を部材整理場のパレットへと仕分けられている。

(d) 加工工場から組立工場へは、部材はフォークによってパレットごと運搬される。

② 組立工場

レイアウトを第4図に示す。なお本レイアウトについては、20~30分の間に現場で頭にいったものであるが、若干実状と異なると思われるが、後日訪問の機会を誰方が得た際はぜひ誤りを正していただきたいと思う。



第5図 ブロック分割要領図

(i) 先ずブロック分割であるが、第5図に示す様に3分割され、それぞれ専用ラインが編成され、流れ作業方式でブロックが組立られている。

(ii) 二重底Dブロック組立について

ここでの特色は Positioning にある。図の様に両側へ2回直立させ Floor と Gird. Floor と Tank すべて下向き溶接にて処理している。

(iii) 中間ブロックMブロック組立について

ここで甲板隔壁の組立に小型ラインウエルダーともいふべきものを使用していた。小型型鋼をパレットごと腹の下にかかえこんでおり、中から1本ずつとり出して仮付、本溶接してゆく小型ラインウエルダーというべきものである。

(iv) 曲り外板Sブロック組立について

特に変わった工作法は行われていない。

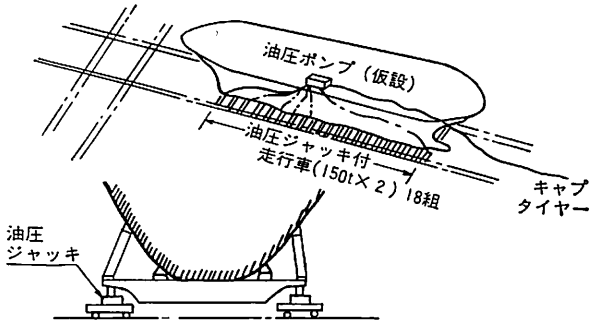
(v) 船尾部結成場

カント構造を除き、スターンフレーム、艀構造などが150t (max) の大きさまで台車の上で大結成される。

(12日に1ブロックの割合)。この組立ラインで感心した事は、図に示す様に塗装区画をもっている事である。錆落としは Disc Sander であるが、この様に狭隘な艀軸室、冷凍機室区画を換気設備のついた専用の区画で塗装をしてから、艀装にかかるという事は、作業環境の大幅な改善につながるよい方法と思われた。

(vi) 船体大結成場 (屋内)

船尾部結成場で組立てられた船尾部は台車で送り出され、クレーンで船体大結成場に運びこまれる。ここは日本でいえば屋内化された船台に匹敵する。建物の大きさは図に示す様に、幅26m、長120m、クレーン下28mの2棟より成り、上甲板以下の船殻ブロックの搭載、固め及び主機積込をはじめとする先行艀装を屋内で行なってい



第6図 船体移動装置

る。屋外は冬-5度位になっても屋内では+5度位であり、寒さに対しては特に何も対策は必要ないという事である。各棟それぞれ独立し第6図に示す様な台車の上で船体を組み上げ、24日に1隻、2棟で12日に1隻の割合で完成しているという事である。なお本工場内で搭載される主機装置は、冷凍機、ボイラー、主機、魚肉装置等主たる機械装置はほとんど含まれている。

(b) 屋外組立場と進水台

船体結成場(屋内)で上甲板以下出来上がった船体は第6図の移動装置によって屋外組立場へ移動され、上甲板以上のマストハウス、上部構造等が搭載され、併せて機

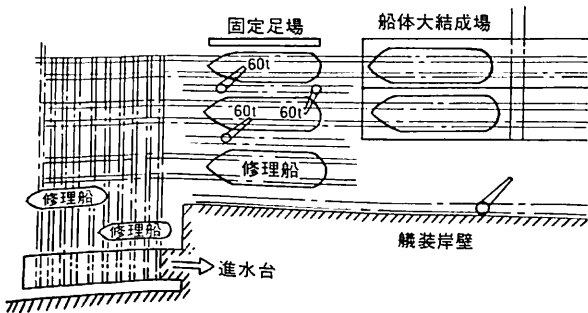
装工事が行われる。なおこの位置では、外板足場はすべて固定ヤグラ方式で、各所に照明装置のついた立派なものが設置されていた。この様にして塗装を含め進水前工事がすべて完了すると、移動装置にのったまま横移動がかけられ進水台へと移される。

進水台は10本の横ビームとユニホームな油圧のかかる様制御された油圧装置より成っていて、最大4,000tまでの荷重をうけ、船体を海に浮べる事が出来る。この装置は逆に海から船をひきこんで油圧で押し上げ陸上に船体を上架する事も可能である。第7図に示す修理船はこの様にして上架されたものである。この様に第8図に示すアトランティクスーパertype大型トロール船が起工〜進水まで48日、進水〜引渡は60日で計108日のコンスタントなピッチで連続建造されてゆくわけである。

4. VEB Mathias-Thesen-Werft Wismar

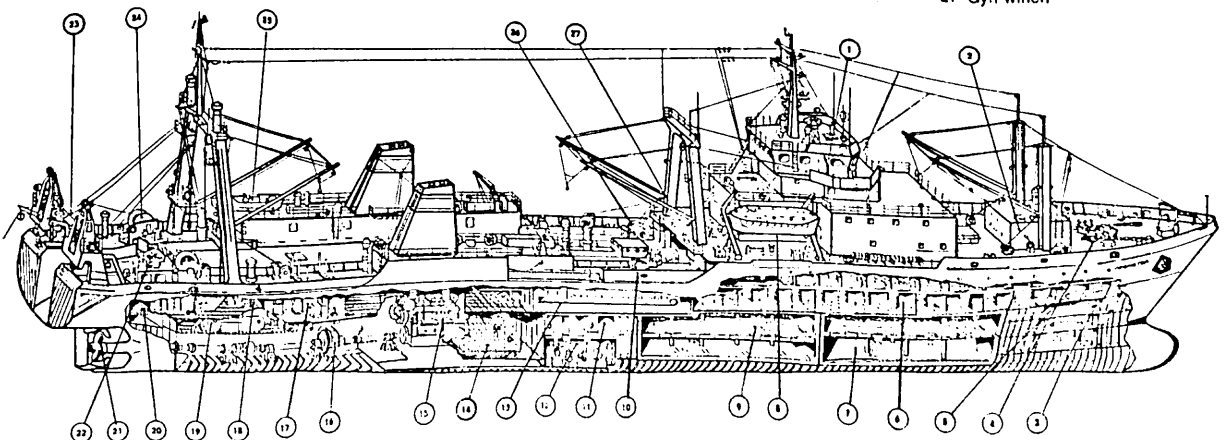
ロストック大学造船科主任教授ザーベック博士が同行して下さった。ビスマール市はロストックより西へ60km、同じ様に北海に面した古い港町である。人口は55,000人この市最大の規模をもつ企業が従業員7,000人のビスマール造船所である。簡単に同造船所の歴史を、説明にあ

[下8図の記号の説明]



第7図 屋外組立場と進水台

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1 Wheel house | 14 Diesel generator |
| 2 Air conditioning system | 15 Main engine |
| 3 Electrical equipment store-room | 16 Shaft-driven generator |
| 4 Anchor capstan | 17 Tinning factory |
| 5 Laundry | 18 Processing room |
| 6 Cabin | 19 Fish meal plant |
| 7 Cargo hold No. I | 20 Net hold |
| 8 Life boat | 21 CP propeller |
| 9 Cargo hold No. II | 22 Winch for the electric catching device |
| 10 Cargo winch | 23 Trawl bridge passage |
| 11 Engine control room | 24 Trawl winch |
| 12 Cooling room | 25 Working boat |
| 13 Belt type refrigerating apparatus | 26 Cable winch |
| | 27 Gyn winch |



第8図 アトランティクスーパートロール船概要図

船の科学

たってくれた技術担当重役ゲーディックさんの言葉そのままに伝えたい。

- 1946年 4月27日 創立
- 1952年 第一船ソ連向1,000 DWT Cargo Ship 起工
- 1953年 ソ連向 River Passenger (370人乗り L=89 m) 進水, 以降同型船49隻建造, 又この年現在使用中の船台ワイヤークレーンが完成した。
- 1955年 新造船部門が修理船部門の生産量をこえる様になった。
- 1965年 300人乗り Ocean Going Passenger Vessel 19隻の建造開始。現在, ウラジオストックと横浜の間に就航し, 日本の若者達に親しまれている客船も本シリーズ船として当所で建造された由。

以上の建造と併行し現在まで建造されたものは次の通りである。

Fishing and Treating Vessel	13隻
Transport and Treating Vessel	2隻
Cargo (5,300/6,765DWT, 16.0kn)	6隻
750人乗り Ocean Going Passenger	5隻
海洋観測船 (L=132m, 22の研究室, 電子 Data 処理装置あり)	11隻
カスピ海用 Fishing and Refrigerating Vessel	34隻

以上の様な建造船実績をもとに, 現在建造中のものは次の3船型である。

(1) Fishing and Refrigerating (Atlantik Type)

ストラルズンド造船所がアトランティック スーパー型に移行したため引きついだものである。L_{OA}=82m, L_{PP}=73m, B=13.6m, D=9.55m, d=5.0m

(2) Refrigerating and Transport Vessel

L_{OA}=151.95m, L_{PP}=142m, B=22m, D=13.6m, d=7.23m

(3) Universal Cargo Vessel OBC

主として北欧船主の考え方をとりいれて計画したものであり, Ore/Bulk/Container の積込が可能なる多目的船である。

この様な数種の船を組み合わせるため本造船所は次の様な特徴をもっている。

(a) 職種毎の仕事量の変動が大きい。例えばOBCの様なものでは船殻職の比率が70%に達するが, Passenger では35%にすぎない。又漁船を建造する時は350人位の防熱工を必要とするのに, OBCでは全く不用という事になる。このため

(i)多能工化の採用: 1人の人が2つ以上の職種をこな

す様にしている。

(ii)同時併行して建造する船の種類のを組み合わせを考える。

(iii)ストラルズンド等近隣の造船所と作業員の融通を考える。

(iv)近隣小型工場に1部外注に出す。等という事であった。造船屋の考える所洋の東西を問わず違わないものであると感じいた。

(v) Passenger Boat 等薄板多層甲板の船を多く建造しているが, ビスマル企業グループは航空機部門をもっており, 同部門からの工作技術を導入しているという事である。但し, 現場を歩いている限りでは実際にみる事が出来なかった。

(vi) 工場の規模として鋼材処理量 45,000t/年, 又勤務時間は5:45~15:00, 13:00~22:00 の2交代が船台組立場で採用されている。内業加工は3交代である。

ビスマル造船所は海岸線に沿った細長い工場であるが, 我々の希望をいれて案内してくれた船殻工場を主体に説明しよう。

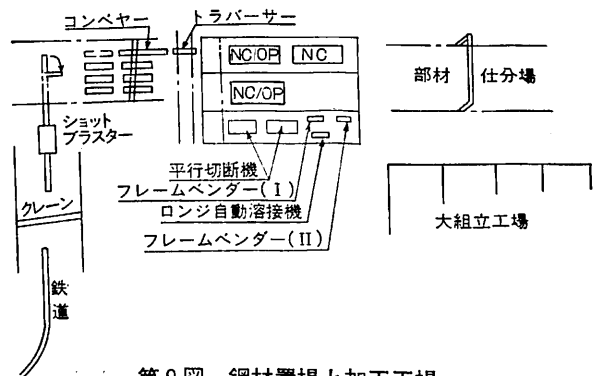
(1) 鋼材置場と加工工場

レイアウトを第9図に示す。工程順に以下説明しよう。

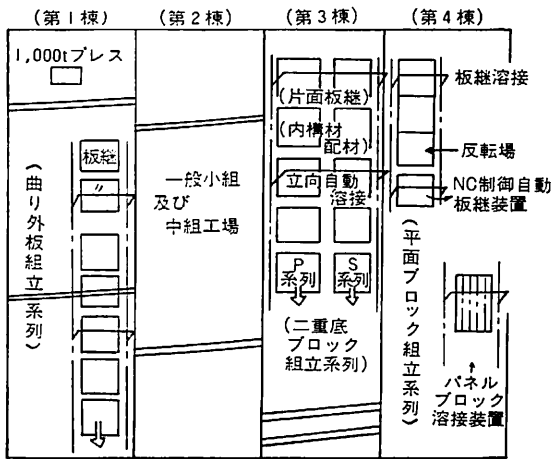
(i)鋼材置場の鋼材ストックは45~50日程度という事であったがみたくには少なかった。

(ii)加工工場にはN/C切断機3台(内2台はO/Pトレース装置付)あり, ほぼ全部材の処理が行われていた。なおN/CとO/P処理部材の比率は85:15という事である。今後, 我々も中小型船の加工近代化をすすめてゆく場合O/Pトレース装置の併用について再び考えてゆく必要があるのではなからうか。

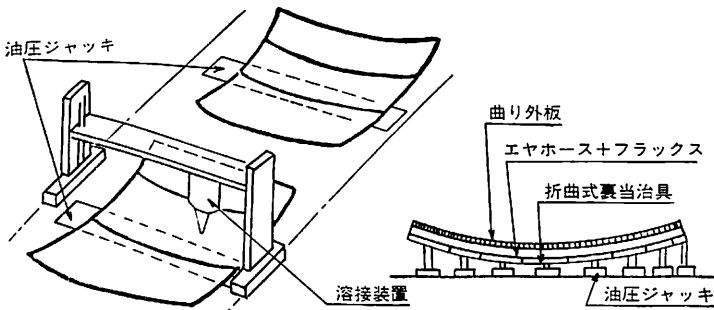
(iii)型钢については比較的小型サイズのものしか入手出来ないらしく, 中型以上は2台の平行切断機で切り, ロンジ自動溶接機(自社開発)を使い組立溶接を行っている。



第9図 鋼材置場と加工工場



第10図 大組立工場



第11図 曲り外板片面溶接装置

このロンヂ溶接装置の特色は、心線は平板断面をもち、溶接速度1.5m/分で順調に稼動していた。

溶接の終わったロンヂはフレームベンダー(I)を使用し歪取り矯正を行っていた。このフレームベンダーはN/C制御付(400t)という事であったがどうも曲げにはN/C制御は用いられていないようであった。

曲りフレームの加工は手動で、ベンダー(II)で行われていた。

(イ)加工工場は一見して仕事の割に作業員が少ないこと。又一般に、ここもそうであるが、欧米の造船所は日本に比較し工場内外がきたないものであるが、この加工工場は婦人労働者がたえず掃除していて大変きれいなのが印象に残った。

② 大組立工場

4棟の工場から成り、組立系列毎に各棟が次の様に編成されている。(第10図参照)

(i)第1棟

曲り外板の曲げ加工と組立が行われている。曲げ加工はプレスと撓鉄加工であり日本と大差ない。組立は次の様に流れ作業化されていた。

a) 板継ぎ

装置の概要を第11図に示す。裏当装置(エヤホース+フラックス)は2組あり、1組が溶接中の時、他の1組は準備中という事で稼動率向上に十分な配慮がしてある。溶接装置は高さ調節可能な門型に搭載されているが、傾斜25°まで溶接可能という事である。

b) フレーム溶接について

フレームとスキンプレートとの隅肉は門型に搭載したCO₂溶接2電極で、2カ所の隅肉を同時に行うという説明であったが、実際に使用している姿をみる事は出来なかった。外に柱からカンチレバー方式でCO₂半自動が備えつけられていた。

(ロ)第2棟

クレーン能力50t、小组立、中組立が行われている。

これといった設備はない。

(ハ)第3棟

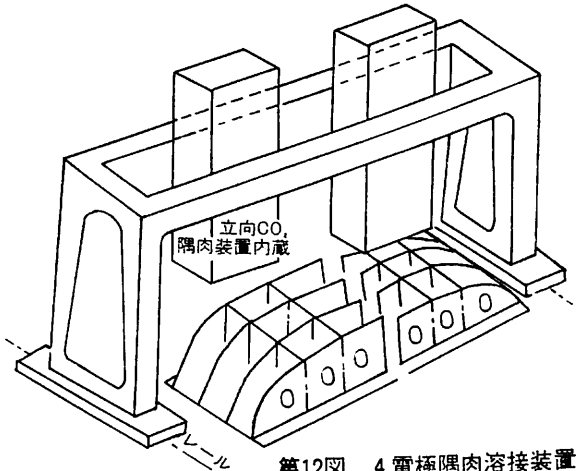
二重底組立専用棟である。

a) 板継ぎ溶接

確認をしなかったが片面自動溶接の様である。

b) Floor と Gird. 立向溶接

板継ぎ溶接のすんだタンクトップ板上にロンヂ、フローラ、ガーダーを配材し、仮組みが終った所で本装置を使って隅肉溶接を行う。本装置は Neptune Shipyard と共同開発したものといわれている。概要は日本の大型造船所で井桁の隅肉用に開発されたものに似ており、4電極炭酸ガス隅肉溶接であり、異なる所は門型に搭載され上から装置が溶接箇所へ降りてくる所である。炭酸ガス隅肉を行う場合気になる表面塗装であるが二重底内部はショットをかけたのみで溶接を終了し、塗装は外板をつけ屋外へ出てから行っていた。説明によれば従来の手溶接法に



第12図 4電極隅肉溶接装置

比較し2.6倍の能率向上になっているという事であった。(第12図参照)

(-)第4棟

現在板継ぎ溶接装置を設置しほぼ実用化に達している。但し装置は片面溶接でなく、片面溶接後すぐに反転する装置をもっており、両面から溶接している。

この装置の次ぎではN/C制御自動溶接装置を据付けテスト中であった。溶接電流、板厚、溶接速度等60のプログラムに組込んで完全な溶接自動制御をめざしているという事であったが、まだ実用化には到達していない感じを受けた。

この棟は甲板、隔壁等の平面パネルブロックの組立溶接を行なっているがStiff.と板殻との隅肉溶接は門型に炭酸ガス半自動を搭載した様な装置によって行われていた。しかもスプリングを使って溶接ヘッドを隅肉部におしつけながら走行させるという方法をとっていた。日本でいえばグラビティと炭酸ガス半自動を組合せた様な形である。

(3) 船台

日本では、お目にかかれぬワイヤークレーンでブロックの搭載が行われていたが、最近船台左舷側に80t×50mジブクレーンを2台設置し、これにきりかわりつつある。

5. まとめ

今回の訪問を通し印象深かった点2, 3を述べ、とりまとめとしたい。

1) 自由主義、市場経済にもとづく我々と、社会主義、計画経済にもとづく彼等という所に根本的な差がある。これが高度に集中した同型船連続方式を生み出し自動化を促進しているわけである。

しかもいづれも中小型船、高付加価値船を対象に、いろいろ工作法を開発し改善している姿は今後の我々にとって示唆に富んでいると思う。

2) たまたま、今回の訪問期間中プラズマ切断機メーカーであるマンスフェルド社を訪問し、東ドイツの工場労働者の実態にふれる事が出来た。先ず工場は朝何時から開始されるのかと聞いた所、朝6時からという事である。地方都市の事、我々の泊った所は、その町に一つしかないというホテルでありながら、日本でいえば、さしずめ下宿屋という感じで、まわりの部屋は、ほとんどマンスフェルド社をはじめとする工場の勤務者という感じであった。

なる程、朝5時をすぎるとざわざわははじめた。我々も一緒に起き出し散歩に出かけてみると、道路は通勤する人の車や自転車にぎわい活気を呈している。従って小学校も早く7時頃までには登校してしまう。朝早いので、工場は午後3時半には終了する。この勤務時間は、工場幹部、スタッフも同じという。そんなに早く仕事を終え退屈だろうときくと、仕事の後皆ホビーを持っている。ホビーの時間を皆大事に考えているから朝の早いのは皆苦にならないという返事である。実際に日本よりはるかに緯度の高いこの地で、この様な日々を送る彼等は我々よりも割と平気で自然条件にたちむかってゆく姿には感心させられた。

3) シンポジウムの参加者は、ポーランド13人、ソ連7人、ブルガリア5人、チェッコ3人、ユーゴ3人をはじめとして主として東欧共産圏の国々の人達であったが、彼等の我々に対する関心は深く、他の人達にはほとんど質問もないのに我々の発表及びもっていた当社の映画については、たくさんの質問が集中した。彼等も日本造船界の実力について十分な敬意を払いつつ、いろいろなもの吸収を真剣に求めている姿勢がうかがわれた。西ドイツ、日本等に比較し、現状ではおこなっているとはいえ、質素且つ勤勉な彼等はいずれ造船の世界においても、モントリオールオリンピックと同じ様に第一線に躍り出してくるのではないだろうか。

(住友重機械工業株) 船舶本部 管理部次長)

コンテナ船

(社)日本造船研究協会編

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

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、運輸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

B5判 304頁 上製本 ケース入り

定価 3,000円(送料 200円)

船舶技術協会

船用プロペラーの歩みを顧みる

——造船関連業界の生きる道を求めて——

(株)神戸製鋼所
顧問 宮脇 繁雄

まえがき

長期化する世界的不況下にわが国造船業界はあげて企業最終目標である「永遠の存続」に向ってひたむきの努力を続けているのだといえる。昨年の11月対EC貿易問題で、鉄鋼・自動車・電気製品・ボールベアリング・造船等が問題点としてとりあげられた。輸出が増加して関係国に大きな影響を与えているためだとされている。然し乍ら造船に関する限りは事情は少しく異っているのではないかと筆者は思うのである。

永い歴史のうち、幾度かの不況を乗り越えて世界に君臨する造船国として発展成長したわが国の造船業界は正に偉業を成し遂げて来たたと断言したい。然し乍ら私共関連業界を含めて造船業界の動向を見ると『失われゆく企業の活力』と『強まる減量経営』傾向について、このままでは更に苦境に追いやられると考えるので、此際真剣に将来への展望に立って強力な施策の実施を計るべきことを痛感しているのは筆者ひとりではあるまい。そしてその探索の早期実現をこそ希うものであるが、今ここに終戦直後から繰り上げられた足跡の一頁を（主として船用プロペラーの立場から）顧みて不況対策樹立への一助にもなれば幸せである。

1. 造船関連業界に針路を求めて

（筆者呉赴任当時）——その厳しさをかみしめて——

旧尼崎製鉄が呉海軍工廠跡に戦時中の残存設備を活用し、戦後の復興資材を生産すべく呉事業所を開設したのは昭和21年、終戦の翌年のことである。当初2～3年の間は工場運営もままならず、広大な構内管理に明け暮れたが、次第に残存設備の補修稼動に移っていった。

筆者が初めて呉の現地を訪れ、残存設備の調査を行ったのは丁度その頃で、昭和26年の初秋であった。工場は尼崎製鉄呉製鋼所と改称され、当時のわが国では最大の30トン弧光式電気炉や大型ターニングミル、横中ぐり盤、そして元鑄造工場には超大型ピット（深さ9m×幅

11m×長さ11m）、大型乾燥炉等が健在で将来造船関連部品の生産には役立つものとされていた。

其後約3年を経過、旧尼崎製鉄と神戸製鋼の業務提携が成立したことに始まり、昭和29年筆者は突然この呉製鋼所に所長として赴任することになったのである。

大きく戦災を受けていた呉工場が民需転換して果して独立事業として、自立出来るか否かが会社（旧尼崎製鉄）再建の将来を見極める上で大切であったことはいう迄もない。

工場の将来計画について慎重審議を重ねた結果「船用プロペラー」こそ眼玉商品とすべきであるとの基本線が幹部間で打出された。漸くにしてかためられた未来像に向って邁進したのだが、これは次の方々からの心からなるご指導と激励があったればこそと感謝の念で一杯である。

ご指導願った第一人者としては先ず、故伍堂卓雄氏（元海軍工廠長・初代尼鉄会長）、故浅田長平氏（元神戸製鋼社長）、故町永三郎氏（元神鋼・尼鉄及尼鋼社長）を挙げねばならない。また故福田烈、故正木宣恒の両氏は元海軍工廠呉造船部長の要職のご経験から適切な助言を頂いた。山下勇氏（当時三井造船・玉野副所長、現三井造船社長）、真藤恒氏（当時呉NBC副所長、現石川島播磨重工社長）からは親身も及ばぬご指導と激励の数々を賜ったがこれ等は終生肝に銘じて忘れ得ぬものである。

社内的には旧尼崎製鋼の倒産が大きく影響し、尼崎製鉄は大幅の赤字決算を余儀なくされ、一切の設備投資の中止は勿論、大量の人員整理を必須としていた。

今にして想えば筆者が所長として赴任した時の苦難¹⁾は言語に絶するものがあったといいたい。斯くして呉製鋼所は旧海軍伝統の技術を生かし、船用プロペラーを始め、スターンフレーム、ラダーストックや船用エンジン用架構、ベッド等を主製品として造船関連工業界にその針路を求めていったのである。然し乍ら造船関連部品の生産のみでは工場の独立採算は到底望むべくもなく、安

定操業迄には遠い道¹⁾が続いたのである。

2. 造船関連業界に漸く訪れた光り

新生呉製鋼所の運営が次第に明るさを増して来たのは、造船業界の活発な動きと筆者等の国際市場視察効果によるものが大きかったと思う。国際間の動きが活発化したのは昭和32年～33年だった。

関連工業界への風当たりも誠に厳しくなり、造船業界からの数々の強い要請がもたらされたが集約すると次の事項だった。

- 1) 造船の前途は、OECDの動きから見る場合、大型化、高速化、専門化が強く叫ばれ、且自動化が要請されることは必至である。
- 2) 顧客指向が必然的に必須条件となる。
- 3) コストとメンテナンスの重要性に徹し、信頼度を高めるためクレジットカード・システムが早急に整備されねばならぬ段階を迎えた。
- 4) 将来プロペラーの輸出は可能で、有望である。

何れも前向きな姿勢でこれ等をうけとめたが関連業界への奮起を要望するものであった。従来殆どの大型プロペラーは外国からの輸入に依存していたので、関係者間に国産化への意欲が表面化し、筆者も強い決意を持ち戦後初めての渡米決行に胸を躍らせたものである。

3. 船用プロペラーの歩みを顧みて

1769年にジェームズ・ワットが蒸気機関を考案してから、動力として蒸気機関が利用されるようになり、外車船時代が永く続いたことは衆知の通りだが1829年ドイツ人レッセルが1重ねじ²⁾のプロペラーを作製、特許を得たのがねじプロペラーの起源とされている。船用プロペラーの発展過程は大きく材料面と設計面に分けられる。

(1) 船用プロペラー用材料の推移

1) 鋳鉄・鋳鋼又は砲金がプロペラーに使用されたのは1870年代迄とされているが、鉄系は海水に対する耐蝕性が劣り、銅合金は強度が低い欠点があるので種々検討がなされ、試作が繰り返されたが、P. M. Parson³⁾が銅-亜鉛系合金を主体とした所謂黄銅に各種の元素を添加した合金を研究し、1879年プロペラーとして初めて使用したとのことである。これが高力黄銅であって俗にマンガング銅といわれ船用プロペラー材料の代名詞の如く永く使用されるようになったのである。尤も新しい材質が開発採用されるようになってからも、鋳鉄製は価格等の関係から専ら予備プロペラーとして、又北極洋等に於けるキャッチャーボート等には鋳鋼製が採用されている。

2) 旧海軍材・商船材の開発

旧海軍と三菱がわが国に於ける船用プロペラー研究の創始者とされているが、旧海軍は特に軍艦金剛が英国から輸入され、その姉妹艦の国産化を計ったが、これが大型プロペラーの研究のきっかけとなった。三菱長崎造船所は英国 J. Stone 社³⁾と技術提携実施のため、5トン反射炉を設置、適切なプロペラー材料の開発に重点指向、此等の研究開発の総合結果として、

海軍材は 高マンガングでオールβ相とし

商船材は 低マンガングでα+β相として

かたまっていたのである。そして特に海軍材は、その使用時の特徴から「無理な荷重の変形を重視し、強い剛性材料」を選んだが、商船材は「適当な強さと伸びを有する無理のない材料」を目標にすることになった。

英国に於ては早くからストーン社でプロペラー材料の改良研究が行われ、定着した材料としてストーン・マンガニーズ・ブロンズ³⁾が誕生している。日本に於ても1926年(大・10)三菱造船に於ける研究開発の成果として、当時としては画期的な NMBr の発明がなされ、その優秀性を海外にも誇ったのである。筆者は先年リプス社(和)の幹部が来日の際、当時この NMBr を採用した経緯を聞かされ評価の大きかったことを承知している。わが国の海軍に於ても、これに対抗出来る材料の開発に打込んでいったが安定した適切な材質は仲々得られなかったとの事である。

日支事変突入後 Ni の使用制限や NMBr 製造禁止等によって旧海軍材規格によるものが随分採用されるに至ったのであるが、不幸にも折損事故多発のまま終戦を迎えたとのことである。

(2) 船舶用推進器材料研究会発足と

アルミニウム・青銅委員会への転身

わが国でアルミニウム青銅が実用合金として研究に着手されたのは³⁾ 遠く1925年頃とされている。外国で(英)アルミニウム青銅鋳物が船用プロペラーとして実用化されるようになったのは1952年(昭・27)頃からである。これより先1950年に入ると大型輸出船の受注時にオーナーサプライの形式で英・米両国からの輸入プロペラーが取付けられ、輸出される様になっていた。

一方当時わが国としてはプロペラー用新材質の研究も重要課題ではあったが、適切なプロペラー材の確保と事故発生防止が何よりも緊急課題であるとして、日本学術振興会の推進器綜合委員会(24小委)に昭和28年、船舶用推進器材料研究会³⁾を設けて発足した。

そして昭和27年春以来高力黄銅製につき広い角度から研究を展開して懸案事項の解明を計って来た結果、商船用プロペラー材にはα+β組織が適切であるとの推奨を

行い、なやみ続けて来た折損事故防止に終止符を打ち重要な役割を果たしたのである。

処が前述の通りアルミニウム青銅製プロペラーが大型船舶用として採用され続々として輸入されるのを業界として放置出来なくなり、従来の船舶用推進器材料研究会を解消し、委員会名を「船舶用アルミニウム青銅委員会」に改称し、愈々材質研究にメスを入れることになったのである。

3) 旧尼崎製鉄(呉製鋼所=昭和40年以降合併に依り神戸製鋼呉工場)における大形船用プロペラーの歩み

旧尼崎製鉄(呉)が船用プロペラーの生産を開始し、その第1号機を納入(元播磨造船・相生向け)したのは1948年(昭・23)のことである。

1) 材質転換の意志決定(1954年, 昭・29)

旧海軍時代から引続いだ技術陣(旧呉製鋼所故植田鑄造課長及故水野技手等が中心)が数年間検討を重ねて来た新しい金属組織——比較的やわらかい組織の $\alpha + \beta$ 相——に全面的に変更採用することを確認指示したのは筆者が呉に赴任直後(昭・29)のことである。そして筆者の渡米迄の2年間はこの面からも苦闘時代であった。

2) アメリカの船用プロペラー業界を探る

筆者の渡米¹⁾は1954年(昭・32)6月~8月の間だっ

た。アメリカでの船用大手プロペラーメーカー3社を訪問し益する処誠に大であった。

先ず第一にボールドウィン・ハミルトン社(B. L. H)を訪問、次にアメリカン・マンガニーズ社をそして兼業部門としてのベツレヘム・スチール社を訪ねた。

何れも先発メーカーとしての貫録十分で実情と将来性につき十分体得することが出来たのだが当時アメリカの主要メーカーは下表の18社だった。

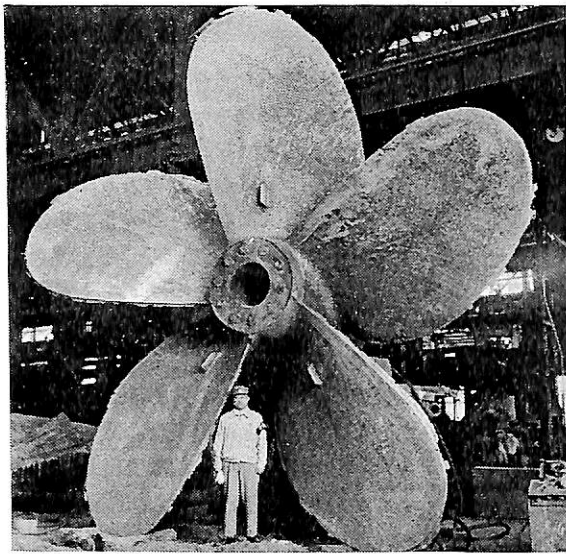
当時B. L. H社で最も関心を深めたのはアルミ青銅と従来のマンガング銅との比率が半々だったことである。筆者がアルミ青銅製大形プロペラーに打込む決意をしたのはこの時だった。マンガング湖周辺の鑄物砂を持ち帰り分析、将来への自信を固めることが出来た。次いでアメリカン・マンガニーズ社ではアルミ青銅は生産していないがニッケル・マンガング銅に重点を置き、防蝕よりも強度を増すことに留意し翼の薄さを特徴としているようだった。海軍向が多くタービン・メタルの商品名で供給していた。

3) 大形プロペラー軌道に乗る(写真参照)

旧尼崎製鉄(呉)で大形プロペラーの生産が軌道に乗ったのは1956年(昭・31)で川重向け40,500トンタンカーに採用されてからで鑄放1個の重量は34.5トンにも達していたのである。この前後から造船界は活発な世論に

アメリカの主要船用プロペラーメーカー一覽(1954年)

社名	住 所
1 Bethlehem Steel Co.(Shipbuilding Div,Quincyclant)	Quincy 69 Mass. {Contra Propellers. Ferrous //
2 Baldwin-Lima-Hamilton Corp.(Eddystone Div.)	Philadelphia, Pa. Ferrous Propellers
3 American Manganese Bronze Co.	4709 Rhawn St. Holmesburg, Philadelphia 36 Pa.
4 Furguson Propeller & Reconditioning Co.	Hoboken, N. J. Ferrous Propeller
5 Columbian Bronze Corp.	Fleeport L. I., N. Y.
6 Doran-Alabama Prop. Co.	
7 Coolidge Propeller Co.	
8 American Ship Build. Co.	Cleveland, Ohio Ferrous Propeller
9 Newport News Shipbuild. & Dry Dock Co.	Newport News, Va.
10 Hyde Windlass Co.	
11 Ship Fitting Inc.	
12 Week-Howe-Emerson Co.	San Francisco 5, Calif.
13 Erie Forge Co.	Erie, Pa. Ferrous Propeller
14 Monitowac Ship Build. Co.	Monitowac, Wis.
15 Meehanite Metal Corp.	Pittsbergh, Pa.
16 Michigan Wheel Co.	Grand Rapid 2, Mich.
17 Pichometer Propeller Co.	Alaweda, Calif.
18 Pittsville Casting & Machine Shops Inc.	Pittsville, Pa.



大型推進器軌道に乗る

川重向け40,500トンタンカー用マンガンブロンズ
プロペラーと筆者 鑄放重量34.5t
1956年(昭・31・6・8)鑄放完

誘導され、業界の動きは一段と活況を呈すに至ったが、その頃、筆者は呉製鋼所の鑄造工場の現場において大形プロペラーの鑄込作業の都度この作業に立会し、終始良品の鑄込・鑄放し作業を厳重に見守ったものである。作業員と共にある所長の責任感に生き甲斐を感じていた日々だった。

4) NC翼面加工機導入の端緒を掴む

当時、わが国では制御装置にアンプリダイン・コントロール・デバイスあるいはオールエレクトロニクス・チューブ方式に依存していた。これに対して筆者は滞米中にギディング・ルイス社(在フォンデュラック)で全米の技術水準の実態につきその概念を把握することに執心していた。三次元トレーサー(G. E社方式)あるいは二次元トレーサーについて貴重なディスカスが出来たが高価に過ぎ、英国のターチャント・ハイドロリック・トレーサーは安価だが魅力なし。在ボストンのMIT工科大学における研究がある程度進行中であることがキャッチ出来たので早速照会した。当時未だ模索中だったが「無線操縦を目標とするテープコード・システム」でMIT工科大学での開発の完成予想は1958年であることが判明した。その時はおどろき喜んでことを記憶している。米国ムスケゴンのモルトン社のミーリング切削に於けるトレーサー・コントロール及びエッシャー・ウイス社の水車部品に応用のトレーサー制御研究があったが、これも見送り結局その後の筆者等は後日完成したN

C自動制御化実現の道突走っていったのである。

5) アルミニウム青銅製大型プロペラーの開発

欧米では1946~1956年の間に逸早く数千トンのアルミニウム青銅製³⁾が実用に供されたが、わが国では少し遅れて、防衛庁が初めて駆潜艇用に採用を踏切ったのが1957年(昭・32)である。その後大型輸出船の受注が相次ぎ船主支給として輸入プロペラーにこのアルミニウム青銅製が次々と採用される様になったことは既に述べた通りである。船主支給のものは多種に亘ったが主なものは次の通りであった。

商 品 名	メーカ ー	国 名
Novoston	J. Stone 社	(英)
Nikalium	M. Bronze 社	(ノ)
Nialite	B. L. H 社	(米)
Cunial	Lips 社	(和)

当時の情勢から止むを得なかったとも考えられるが、輸入プロペラーの中には筆者等のメーカー意識からはとてても良品としては容認し難いと思われるものが多かったように思う。

『アルミブロンズ製「呉・尼鉄」で誕生』⁴⁾との見出し付で雑誌に報道されたのは1958年(昭・33)である。三井造船 630番船(三井船舶・目黒丸向け)に4翼組方式が、次いで2号機として栃木汽船向け 632番船に一体式が採用されたが、鑄造性の困難さが禍して工程遅延の原因となり、納入迄の間、関係技術者の労苦は並大抵ではなかった。この苦難の連続も今となっては懐しく、良き試練として終生忘れ得ぬものとなった。

6) AU型の開発(1957年~1972年)

設計面での新開発への意欲も全く旺盛で前述した通り続々受注増加の超大型タンカー用には直径7m以上、重量40トン前後のもの迄使用されるようになり、造船対策上大形プロペラー良否如何が大きく影響し、造船面からのプロペラーメーカーへの要請は日毎に厳しさを増したのである。船体の大型化と振動の問題が4翼から5翼への移行を促進し、設計面に画期的展開を計る機運は益々強くなった。呉製鋼所のAU型5翼い推進器はこんな状況下に誕生したが、5翼としては設計チャートがトルースト型以外になかったので、わが国独自の5翼推進器完成を目指して、元運輸技術研究所と共同して研究を進めることになった。

綿密な研究結果完成したものは従来のトルースト型に比べて効率は、同一の出力係数で2~5%高く直径は約5%小さくなることが判明したのである。更に6翼への構想も展開することが出来た。AU型は次々と改良さ

れ、その後MAU型(翼形)⁵⁾として最も多く使用される様に発展した。そして遂に最大記録品として直径9.7m、40万DWTタンカー用(1975年、昭・50)として完成に漕ぎつけたのである。

7) 高速化・巨大化傾向対策

1959年頃になって米国を初め大型タンカーにキャピテーション禍が多く発生し、業界を動揺せしめて以来、造船関連業界はこぞってアルミ青銅の安定化と大形の国産化に懸命に打込む姿勢をとった。爾来この傾向は現在も続いている。

翼面の機械加工と仕上げ分野では既に関係業界の努力が結実し、工程短縮と省方面で大きく寄与しつつある。神戸製鋼(呉工場)では1966年(昭・41)設置のNC方式による加工設備(3軸同時制御、5軸機能)を十分活用して来たが、その後1977年(昭・52)1月には更に最新鋭の超大型機(5軸同時制御、9軸機能)の開発に成功、設置に踏切り、既に稼動中である。大型化対策はこの面では完全に近いといえる。そして生産本数も驚異的に伸び神戸製鋼呉工場で生産納入総数は昭和52年1月には3,000本を越えたのである。然し乍ら従来からの対キャピテーション防止設計⁶⁾のみでは顧客のニーズに万全とはいえない。飛躍的な決め手を開発すべき時機到来を訴え度いのである。

む す び

世界的不況の長期化する現情勢下に対処すべき一般的企業の条件は別としても「企業の社会的責任と価値観」は著しく変化しつつあることに先ず深く留意せねばならない。従来の企業マインドに新機軸を加味し、船主・造船界・関連業界が相互に問題の提起を計り、関係諸条件のきめ細い分析の上に立って「お互いが十二分に調整し合う新しいパターン」をこそ確立することに邁進せねばならないことを痛感する。

それは高度に発展しつつある高性能のコンピュータを徹底的に活用駆使して伴流分布の改善を含め新しい「しくみ」を開発することを意味し、これこそ未来像に通ずる意義ある道だと申し添えたい。

参考文献

- 1) 宮脇繁雄著：安芸くれ回想—瀬戸内奮闘記編及工場のあゆみ編
- 2) 隈元 士著：船用プロペラーと軸系(新訂版、昭51)
- 3) 日本学術振興会 アルミニウム青銅委員会編：アルミニウム青銅(日刊工業新聞、昭42)
- 4) 船舶技術協会：船の科学(Vol. 11, No. 6)
- 5) 神戸製鋼所編：R & D 神鋼技報(Vol. 21, No. 3, '71)
- 6) 日本機械学会編：日本機械学会誌(Vol. 79, No. 692)

海外技術短信

海外技術短信

ガス検出保安装置

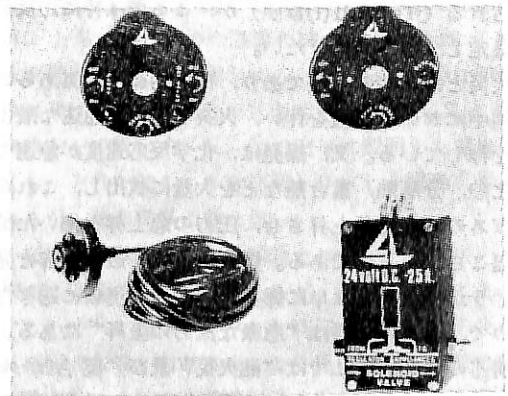
英国のシンプソン・ロウレンス社は、このほど、船舶内の可燃性ガスを検出可能な保安装置「S-Lガス検出装置」を開発した。

この装置は、12Vと32Vのいずれのバッテリーでも作動し、バッテリーの電圧が9Vに低下しても機能を発揮できることを特徴としている。

この装置は制御部、検出部、および自動カット・オフバルブからなり、表示器やスイッチ類をすべて前面に配置して、操作の便をはかっている。

検出部は、必要に応じて適当な箇所に取り付けることができ、船底に取り付けると水位の異常上昇も検出することができる。

ソレノイドバルブを取り付ける場合は、差動式表示器を使用してバルブが動作される。警報発生時、電流の



異常低下時、もしくは、装置の故障時には、直ちにバルブが自動的に閉じてガスの供給が中断される。また、ガスや燃料の供給をバルブで遠隔制御することも可能である。

製造会社：Simpson-Lawrence Ltd.,

218-228 Edmiston Drive,

Glasgow G51 2YU, Scotland UK.

ケミカルタンカー(16)

恵美洋彦 角張昭介

(日本海事協会船体部)

4・2・2 火災・爆発の危険性

火災は、可燃物及び支燃物の種類によって分類すると、一般に次の6種類に分類される。即ち、1)ガス火災、2)油火災、3)易燃物火災、4)電気火災、5)金属火災及び6)過剰火災である¹⁴⁾。居住区、機関室及び工作室等を含めれば、これらのいずれの火災でもケミカルタンカーに発生する可能性はあるが、ここで問題とするのは、ケミカルタンカーの積荷の火災である。

又、爆発には、1)混合ガス爆発(可燃性ガスと支燃性ガスの一定割合の混合ガスに着火して爆発)、2)単一ガスの分解爆発、3)粉じん爆発及び噴霧爆発、4)混合危険による爆発、5)爆発性化合物の爆発、6)蒸気爆発の6種類が考えられるが、そのうち特にケミカルタンカーに関係すると思われるのは1)及び4)の爆発である。なお、溶融硫黄のように100℃以上に加熱した状態の場合には、タンク内への海水の侵入又はビルジの滞留しているコッファダムへの硫黄の漏洩等による水蒸気爆発の事故も考えられる(1・2・3 II(1)参照)が、ここでは特に1)及び4)に限定して考えていきたい。

火災とは燃焼の一種であり、概念的には空気あるいは酸素中において高温を伴い、火炎を生じる急速な酸化反応を称している。又、爆発は、化学反応速度が急速で、酸化熱、分解熱、重合熱などを大量に放出し、これが介在ガスの温度を急上昇させ、圧力の急上昇を招いた結果起こされるものである。爆発には、一般に爆音と発光が伴うが、これらは単に爆発に随伴する現象に過ぎないもので、爆発の本質は“急激な圧力の上昇”にある。

前述の通り、ここでは“油火災”及び“混合ガス爆発”並びに“混合危険による爆発”を中心に解説するが、前二者の問題はいずれも“燃焼”の問題に帰するので、以下、“燃焼”に関する基礎的知識を取りまとめておく。又、後者の“混合危険による爆発”は、後に述べる“相互反応の危険性”の一種となるものであるが、引き続き、簡単に説明する。

(1) 燃焼の形式と分類

可燃性液体が燃焼する場合には、周辺構造物への熱電達、蒸発などの前駆過程が存在する上に、液体とその蒸気との境界面が存在する為、ガスの燃焼のように燃焼反応が同一相内で起こる場合(均一系の燃焼)とは異なっており、一般的に不均一系の燃焼と称されている¹⁵⁾。いずれにしても液体の燃焼では、結局は可燃性のガス又は蒸気の燃焼に帰するものであり、火炎が形成される。液体は溶融した金属の表面燃焼のような特殊な場合を除いては、一般に直接に燃焼に関与することはない。不均一系の燃焼では、酸素の供給をまわりの空気から拡散によってあおぐことが多い。これを拡散燃焼と称する。拡散燃焼においては拡散によって酸素が入ってきた部分だけしか反応は起こらないので燃焼は必ずしも十分ではなく、又、風などによる影響を受けやすい。

拡散燃焼とは反対に可燃性ガスが予め酸素と混り合った状態で燃焼する場合を混合燃焼と称する。混合燃焼の例としては、船用ボイラのバーナでの燃焼状態が考えられる。又、拡散燃焼の一例としては、例えば、タンクのベント管開口部から大気中に可燃性ガスが流出するとき、空気中に拡散し、適当な濃度範囲を持つ拡散層内で可燃限界濃度に入った部分において燃焼反応が行なわれ、その結果として拡散炎が生じる場合がある。この時は、爆発とはならない。一般に火災の燃焼は拡散燃焼であり、可燃性ガスの爆発災害は混合燃焼の一種である。

燃焼に伴う火炎面の位置の時間的变化から見た場合、可燃性液体の燃焼のように、燃焼時に炎の位置、形状が変化しないものを定常燃焼と称する。又、密閉容器内の可燃性ガスの燃焼のように火炎面の位置が移動する場合を伝播燃焼と称し、火炎の移動を火炎伝播と称する。前述の拡散燃焼では、液体表面上の火炎伝播を除けば、伝播燃焼は殆んど生じない。

混合燃焼の場合、可燃性ガスと支燃性ガスとが当初から可燃範囲内の濃度に調整され、それに点火した場合に

14) 北川,「化学安全工学」,日刊工業新聞社

15) 中田,「火災」,共立出版

は、そこに局限された燃焼域が形成され、これが混合ガスを伝播していく。この燃焼波の伝播速度は極めて速いので、ガス混合物は短時間に燃焼し尽くされる。この混合ガスが密閉又は閉塞個所内に存在する時は、発生した燃焼熱の為に燃焼ガスは膨張して高圧を発生し、容器を破壊するに至る。これがガス爆発である。この燃焼波が伝播できる濃度範囲が(2)で解説する爆発限界（又は燃焼限界）である。

伝播速度は、温度、圧力、混合物組成などを含む数種の因子に依存しているが、速度が低いものから順次、低速燃焼、高速燃焼、爆燃、爆轟と呼ばれる。爆燃では毎秒数百メートルの速度であるが、いずれも音速以下である。大気中における圧力の伝播速度は音速に等しいので、伝播速度が音速未満の場合は火災面前後の圧力差は比較的小さく、最高圧が初圧の8倍を越すことは稀である。音速以上になると、火災面に衝撃波を伴って進行するようになるが、この現象が爆轟（Detonation）と呼ばれ、最高圧が初圧の40倍以上になることがある。一般に、ガス爆発は爆燃以上の場合に起こる。総じて、火災現象は定常燃焼、爆発現象は伝播燃焼に属するものが多いといえる。

燃焼経過を時間的に分類してみると、まず、可燃性物質と酸素の混合系は、外部からのエネルギーの付与により発火を起こし、ついでその結果生じる熱により燃焼は次々に隣の層に移ってゆき、最後にその混合系に特有な性質を持った燃焼状態に達する。この経過は普通の燃焼のように速度の遅い場合でも、又、前述の爆轟のように高速の場合でも同じことで、これらの過程は、発火、生長（持続又は伝播過程）、安定燃焼（爆発）と称されている。

(2) 爆発限界（燃焼限界）

一般に燃焼が起こる為には、(a)可燃性物質と酸化剤の混合系の組成と(b)エネルギーに関する2つの条件が同時に満足されることが必要である。つまり、可燃性ガス又は可燃液体の蒸気が空気又は酸素と混合した場合、あるガス組成範囲が形成され、同時に、何らかの着火源（エネルギー）が存在すれば爆発が起こる訳で、この組成範囲を爆発限界（範囲）又は燃焼限界（範囲）と称しており、先きの(a)の条件に相当する。又、(b)のエネルギーに関する条件は、(4)で述べる発火温度又は発火エネルギーで表わされる。

爆発限界は、反応系中の可燃性物質及び酸素分子の何れか一方の数が過剰になると有効な衝突が減り、熱の発生と放散の釣り合いが取れなくなる為に生ずるものと考えられている。従って、可燃性物質濃度についていえば

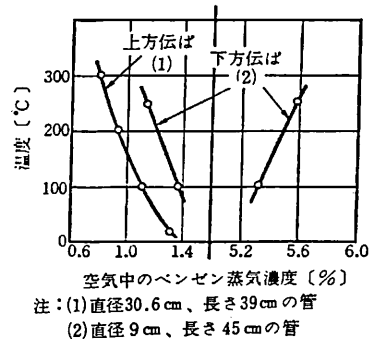


図4・3 ベンゼン蒸気—空気系の爆発限界に及ぼす温度の影響

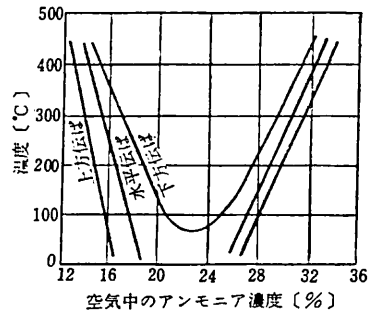


図4・4 アンモニア—空気系の爆発限界に及ぼす温度の影響（直径5cmの管）

この低い側と高い側に1つずつ限界が現われることになる¹⁵⁾。前者を爆発下限界（Lower Explosion Limit, LEL）、後者を爆発上限界（Upper Explosion Limit, UEL）と名づけ、2つの限界の間、つまり燃焼可能な組成範囲が爆発限界に相当する。これらの限界は可燃性ガス（又は蒸気）の混合ガスに対する Vol % 又は mg/l を単位として表わす。又、(1)で簡単に説明した爆轟についても、それを起こしうる範囲が存在し、爆轟限界と呼ばれるが、爆発限界よりは狭い。

一般に爆発限界は混合系が決まれば定まる値で、その意味では一種の物性定数であるが、温度、圧力により変化するので¹⁶⁾、既存のデータを利用する際には十分な注意が必要である。測定方法により異なるが、一般に温度が上昇するにつれて下限界が低くなり、上限界は高くなる為、爆発範囲は拡大する。これらの限界値と温度の間には、ほぼ直線関係のあることが比較的多くの物質に認められている。一例を図4・3及び図4・4に示す¹⁸⁾。又、爆発限界に対する圧力の影響については数 atm 以内では

16) 橋口、「可燃性ガスおよび蒸気の爆発危険性」、高圧ガス保安協会、昭和46年

著しくないが高圧になると影響が現われ、一般に炭化水素系では圧力が増加するに従って、爆発範囲は拡大する。

しかし、ケミカルタンカーの運送対象となる可燃性液体では通常、常温常圧におけるデータのみが必要となるので、これらの特性は特に大きな問題とはならず、又、これまで公表されてきたデータの多くは空気と混合したときの常温、常圧における値である。

爆発限界の測定方法としてこれまで利用されてきたものとしては、**Coward-Jones 法**（伝播法）及び **Egerton-Powling 法**（平面炎法）がある。Coward-Jones 法は円筒型ないし球型の容器に必要な組成の混合気をつめ、容器の一端ないし中心で点火して炎が全面に広がる限界の組成をもって爆発限界とするもので、この方法を応用した測定装置で多く用いられる方法として米国鉱山局型測定装置があるが、その他北川研究室型測定装置¹⁴⁾など各種の改良型が提案、実施されている。

爆発限界は混合ガスの成分が一種の可燃性ガス又は蒸気と酸素の場合（2成分系混合ガス）に限らず、多成分系についても現われる。なお、一般に可燃性ガス又は蒸気の爆発下限界の値は、実測によれば、それが空気中であっても酸素中であっても殆んど相違はない。

原油や混合溶剤のように揮発性ガス成分が2種以上混合している場合のような多成分系の爆発限界を、実測によらないで計算によって求めるには、従来、**Le Chatelier** の法則が用いられている。

この法則によれば、混合ガスの爆発下限界（Vol %）をLとし、ガス中の各成分の組成（Vol %）をそれぞれ P_1, P_2, P_3, \dots 、各成分の爆発下限界をそれぞれ N_1, N_2, N_3, \dots とすると、Lは次式で示される。

$$L \text{ (Vol \%)} = \frac{100}{\frac{P_1}{N_1} + \frac{P_2}{N_2} + \frac{P_3}{N_3} + \dots} \quad (4.8)$$

〔計算例〕 20°Cで酢酸エチル（分子量88；LEL 2.2%）の蒸気25.4%、アセトン（分子量58；LEL 2.3%）の蒸気56.2%、ベンゼン（分子量78；LEL 1.4%）の蒸気18.4%より成る混合蒸気の爆発下限界（LEL）を求める。

$$L \text{ (Vol \%)} = \frac{100}{\frac{25.4}{2.2} + \frac{56.2}{2.3} + \frac{18.4}{1.4}} = 2.04$$

この法則は炭化水素類の混合物に対してはよく適合するが、水素などを含有する混合物の場合には適合し難い。又、良く適合する範囲も、互いに反応を起こさない四成分系までで、爆発上限界に対して適用する場合はあまり正確ではない。爆発上限界に適用する場合は、(4.8)式の N_1, N_2, N_3, \dots をそれぞれ各成分の爆発上限界値に置き換えればよい。

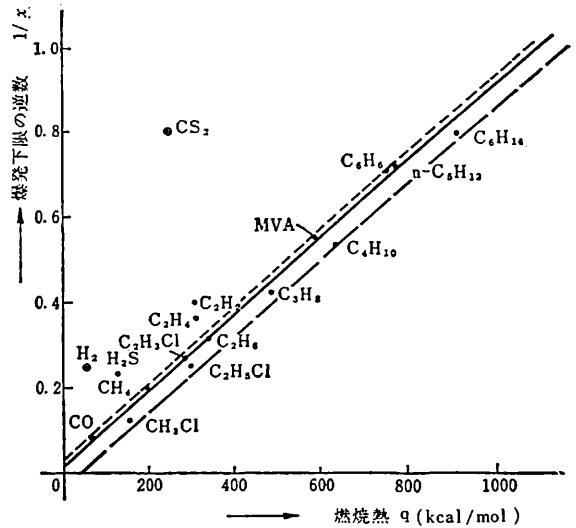


図4.5 燃焼熱と爆発下限界との関係

次に爆発限界と燃焼熱との関係を簡単にまとめておく。一般に炭化水素類の場合、燃焼熱と爆発下限界の積は、炭化水素の種類に拘わらず、一定値となる関係がある（**Burgess-Wheeler の法則**）この関係を次式及び図4.5に示す。

$$x \cdot q = 1059 \quad (4.9)$$

$$y \cdot q' = 400 \sim 500 \text{ kcal/m}^3 \quad (4.10)$$

ここで

x = 爆発下限界 (Vol %)

y = " (mg/l)
（脂肪族炭化水素及び芳香族炭化水素において、一般に40~45mg/lである。）

q = 物質1モル当りの燃焼熱 (kcal/mol)

q' = " 1グラム " (kcal/g)

この関係は、接触燃焼式のガス濃度計のように燃焼熱の測定によって爆発下限界を求める形式の計器の目盛に利用されている。

爆発下限界と燃焼熱の積が一定ということは、爆発下限界濃度にある混合ガスの単位体積当りの発熱量が、可燃性ガス又は蒸気の種類によらず一定ということの意味するので、この法則は“爆発下限界における炎の温度は一定”ということを示し、ひいてはこれより低い温度の炎は存在しないことを証明していることになる。又、この考え方に従えば、爆発下限界とは、混合ガスの単位体積当りの発熱量が一定の限界値に達するに必要な可燃性ガス濃度であるということもできる。

前述の **Le-Chatelier** の法則と **Burgess-Wheeler** の法則を組み合わせると(4.11)式に示すような多成分系の

爆発限界値Lと燃焼熱の間の近似的な関係が得られる。

$$L = \frac{100C}{P_1 \cdot q_1 + P_2 \cdot q_2 + P_3 \cdot q_3 + \dots} \quad (4 \cdot 11)$$

ここで、 q_1, q_2, q_3, \dots は各成分の発熱量(kcal/mol)であり、Cは、炭化水素類については(4・9)式の1059という定数である。

二成分系混合ガスは、可燃性ガス又は蒸気及び酸素のような支燃性ガス各一種から成り立っていることは前にも述べたが、この場合の爆発範囲は所謂一般のデータ集にあるような爆発上限界及び爆発下限界の間の濃度範囲ということで簡便に表示されたものを使用すればよい。

三成分系混合ガスにおいては、その組成に次の3種類が考えられる。即ち、1)可燃性ガス又は蒸気、支燃性ガス及び不活性ガス各1種から成る場合、2)2種の可燃性ガス又は蒸気と1種の支燃性ガスから成る場合、及び3)1種の可燃性ガス又は蒸気と2種の支燃性ガスから成る場合である。

ケミカルタンカーのタンク内空所は、イナートガスを封入していない場合には、積荷の可燃性ケミカルの蒸気と空気との混合体となっているので、実際にはこの蒸気、酸素及び窒素の三成分系ということになるが、前述の通り、可燃性ガス又は蒸気の爆発下限界の値は、実際では、それが大気中でも酸素中でも殆んど相違がない為、イナートガスを使用しない場合のケミカルの爆発の危険性等を検討する際には一般のデータ集に記載されている爆発範囲をそのまま使用する。即ち、二成分系的に考えることで実用上問題はない。又、空気の一部を漸次窒素で希釈していても、その中の酸素濃度がある一定の限界値以下になるまでは、爆発下限界の値には殆んど変化はない。これは(4・9)式より明らかである。しかし、ケミカルタンカーの積荷の対象となる可燃性のケミカルには火災の危険性の高いものが多く、従って、運送時にイナートガスをタンクに封入する必要のあるものが数多い。

イナートガスの主成分は、一般に主として窒素、酸素、炭酸ガスの混合ガスである。特別な場合として、酸化プロピレンのように98%以上の純度の窒素によるイナートガスを要求される場合や、貨物としての品質保持の面から同様の純度の高い窒素等を封入する場合もある。炭酸ガスは不活性ガスとしては、窒素ガスよりも爆発範囲を狭める効果がある。従って、爆発性混合ガスの発生を防止する方法を検討する場合には、炭酸ガス濃度を窒素ガス濃度に加えてしまつて、イナートガスは窒素と酸素の混合ガスであるとして取り扱う方が簡便且つ安

全サイドである。従つて、イナートガスを使用する場合の爆発範囲に関しては、可燃性ケミカルの蒸気、窒素及び酸素の三成分系混合ガスとして取り扱うことができる。なお、二種類以上の可燃性液体の混合液を運送する場合でも、Le-Chatelierの法則を適用すれば、これらの可燃性蒸気も単一成分と見做して考えることができる。又、三成分系の考え方は、消火剤放射率の決定にも重要な因子となる。即ち、可燃性ガス又は蒸気と酸素の二成分系に第三成分の消火剤が混合された状態を検討することになる。

三成分系の爆発範囲を検討する際に、しばしば利用されるものに、直角三角形又は正三角形による表示方法(爆発限界図)があるので、その方法を要約しておく^(14) 17)18)。なお、四成分系以上でも、原理的に三成分系に還元して考えることができるので、その解説は省略する。

17) 「JSDS—22, イナートガス装置設計指針」

日本造船学会編, 海文堂

18) 「安全工学便覧」, 安全工学協会編, コロナ社

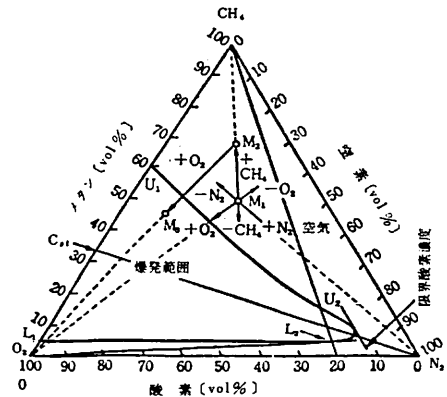


図4・6 メタン—酸素—窒素3成分系の爆発範囲図

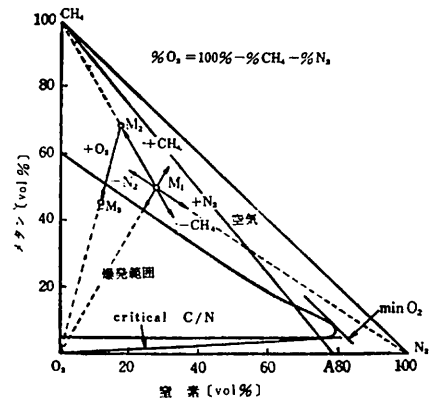


図4・7 メタン—酸素—窒素3成分系の爆発限界図 (26°C, 1 atm)

直角三角形又は正三角形による三角線図の一例をそれぞれ、図4・6及び図4・7に示す¹⁸⁾。図4・6において、三角形の頂点と酸素中での下限界を示す点 L_1 とを結ぶ線が下限界線で、上限界を示す点 U_1 とを結ぶ線が上限界線である。三角線図の特徴として、ある純成分に相当する頂点を通る直線上では、他の2成分は定まった比で表わされるので、メタン-空気混合物を考えた場合には、図4・6において空気の線上に表わされる。この空気組成線が爆発範囲を切る点 L_2 、 O_2 がそれぞれ空気中の下限界及び上限界となる。

この特徴を利用して、各成分ガスの濃度変化は次のように考えられる。いま、ある組成の混合ガス(又は蒸気)を考えると、これにメタンを添加した場合(ケミカルタンカーでは、タンク内のケミカル、ビルジ、スラッジなどから、可燃性蒸気が発生する場合に相当する)はじめは、頂点 CH_4 と M_1 を結ぶ全ての組成の混合物を生じることが、均一になった後は、新しい混合物組成として M_2 が得られる。同様に酸素が加えられる時(例えば、ブリザ-弁が真空側に作動して、タンク内に大気が導入される場合に相当する)は、 M_1 と頂点 O_2 を結ぶ直線上の組成になる。2種類以上のガスが M_1 に加えられる時は、これを2段階に分けて考えればよい。例えば、メタンと酸素が加えられる時は、まずメタンが加えられて M_2 が得られ、次に酸素が加えられて M_3 が得られると考えるとよい。これらの過程で、組成線及び組成点が爆発範囲内にあるか、外にあるかによって爆発危険性を判断することができる。例えば、図4・6及び図4・7で M_1 にメタンを添加する過程では爆発危険性はないが、酸素を添加する過程では、均一混合物の組成が、爆発範囲に入った場合は当然であるが、そうでない場合でも、混合過程では頂点 O_2 と M_1 を結ぶ直線上の全ての組成が生じる可能性が十分にあるので、爆発の危険性が出てくることがわかる。

上限界線より上部の区域は、メタン濃度がこすぎるため、このままでは可燃性はない。即ち、Too Rich Zoneと呼ばれるところである。反対に、下限界線より下側はメタン濃度が薄すぎて、このままではやはり可燃性はなく、Too Lean Zoneと呼ばれる。

頂点 CH_4 と N_2 とを結ぶ辺は、酸素濃度零の線である。この辺に平行な直線は、酸素濃度一定の混合物を示す。一定酸素濃度線の中で重要なのは、爆発上限界線の末端を通る線で、限界酸素濃度線と呼ばれる。即ち、不活性ガスの添加によって、可燃性ガス又は蒸気の混合体中の酸素濃度をこの値以下にしておけば、他の成分の濃度が如何に変化しても、決して爆発範囲にはならないと

いうことであり、安全上、重要な数値である。

酸素の頂点から下限界線へ引いた切線は、可燃性ガス(又は蒸気) - 不活性ガス臨界比(又は限界希釈線)と呼ばれ、可燃性ガス(又は蒸気)と不活性ガスの比をこれ以下にしておけば酸素をどのように加えても爆発範囲とはならない。

メタンの酸素中での完全燃焼組成、33.3%を辺上にとり、 C_{st} とし頂点 N_2 と結ぶと、完全燃焼組成線が得られる。

完全燃焼組成とは、その付近で可燃性ガスが燃焼すると発熱量が最大で火災の伝ば速度、爆発圧力も最高となる化学量論的な組成であり、爆発の危険性を検討する上に重要な組成である。可燃性ガスを $C_n H_m O_l F_f$ で表わした場合の空気中での完全燃焼組成 C_{st} は、次式で表わされる。

$$C_{st} = \frac{100}{1 + 4.773 \left(n + \frac{m-f-2l}{4} \right)} \text{ (Vol\%)} \quad (4 \cdot 12)$$

酸素中では

$$C_{st} = \frac{100}{1 + n + \frac{m-f-2l}{4}} \text{ (Vol \%)} \quad (4 \cdot 13)$$

で表わされる。

以上のように、可燃性ガス(又は蒸気) - 酸素 - 窒素3成分系の爆発範囲の三角線図は、爆発危険性の考察にとって非常に価値のあるものであるが、直接、文献で求めることができる物質は多くない。しかし、空気中及び酸素中の爆発限界値が判明している場合には、それぞれの値を図上にプロットすることにより、およその爆発範囲図を推定することは可能であるし、又、空気中での爆発限界値が得られない場合でも、先に述べたように、爆発下限界は酸素中でも空気中でも殆んど変化しないこと及び図4・6に示したように上限界線と下限界線との交点は完全燃焼組成 C_{st} (4・12式により求める)と頂点 N_2 を結んだ線(完全燃焼組成線)上にあることなどを利用すれば、近似的な爆発範囲図を推定することができる。

(3) 引火

可燃性の液体や固体の表面に小さな口火を与えながら加熱した時、炎を発生して燃えはじめる現象を引火と称する。この現象においては、(2)でも触れた燃焼の条件のうちエネルギーに関する条件が、口火の形ですでに与えられているので、燃焼が起こる為には更に、液体や固体の表面における蒸気や分解生成ガスの濃度が爆発範囲内に入ってくれば、燃焼の組成条件は満足されることになる。従って引火は、燃焼の組成限界に関した問題であり、(4)に示す発火とは異なる。

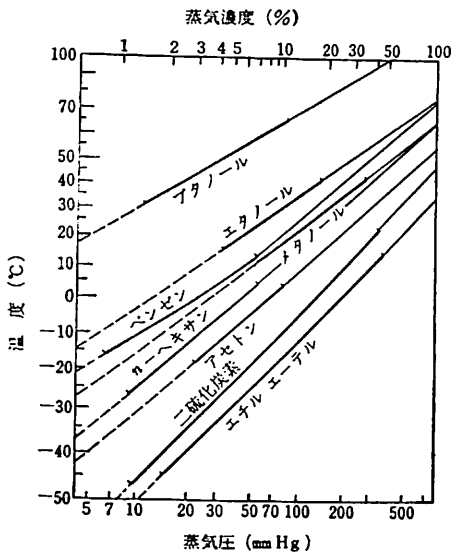


図4・8 蒸気圧線図と引火点
(引火点のCox線図による表示)

液面上の蒸気圧は4・2・1(4)でも述べた通り液体の温度に支配される為、引火が生じる為には引火するに十分な濃度の蒸気を発生させる為の一定の加熱温度が必要で、この温度を引火点 (Flash Point) 又は、引火温度 (Flash Temperature) と称する。即ち、引火点とは液面付近の蒸気濃度が丁度、その蒸気の爆発限界に達する温度のことであり、爆発下限界に対応する加熱温度を下部引火点、同じく上限界に対応する加熱温度を上部引火点という。しかし、通常は引火点という下部引火点のことを示すことが多い。要すれば、引火点とは、可燃性液体が空气中で液体表面近くに引火するに十分な濃度の蒸気を生ずる最低温度であると考えればよい。

いま、ケミカルタンカーに於て、イナーテイングが行なわれず、又、ブリザー弁やその他の開口、亀裂からの大気の導入等がないものとして、貨物タンク内の爆発の危険性を考えてみたい。

まず、貨物タンクの温度が低く、可燃性液体貨物の引火点以下の場合、タンク内部の空間部の可燃性蒸気は、爆発下限界以下の濃度であるから着火源があっても引火の危険はない。即ち、航海中に暴露甲板に射水して、タンクを冷却することは常温ないし60℃程度の引火点を有する可燃性液体製品には非常に有効であると云える。次に、タンクの温度が引火点以下に達した場合には、タンク内雰囲気は爆発下限界に達するので、着火源さえ与えられれば即座に爆発を越すことになる。従って、常温(ないし60℃)以下の引火点を有するケミカルを積載しているケミカルタンカーは、航海中は常に爆発の危険に

曝されていると考えるべきである。

更にタンク温度が上昇してタンク内雰囲気爆発上限界を超えた場合、即ち、上部引火点を超えた場合には、再度タンク内への引火の危険性はなくなる。なお、ペント管等を通じて放出される可燃性蒸気自体は、大気との拡散によって爆発限界内の濃度に希釈された個所では引火の可能性がでてくるが、火炎がタンク内へ逆流することはない。即ち、タンク内部の爆発に対しては、再び安全な限界値が存在することになる。

液体の蒸気圧と温度との関係は4・2・1(4)で述べたような分子論的考え方他に(4・4)式をはじめとする種々の関係式の基礎となる Clapeyron-Clausius の式

$$\ln p = A - \frac{L}{RT} \quad (4.14)$$

ここで p; 可燃性液体の飽和蒸気圧力, T; 液温 (°K) L; 蒸発潜熱, R; ガス定数, A; 定数

に従って変化することが熱力学的に得られている⁵⁾¹⁵⁾。従って、蒸気圧 p の対数と絶対温度 T の逆数を両軸にとると、各液体について直線関係が得られるので、この図 (Cox 線図という) 上で爆発範囲の蒸気濃度に対応する温度を求めると引火点が判ることになる。引火点をこのように表示したものを引火点の Cox 線図による表示と称する。一例を図4・8に示す¹⁵⁾。

以上のように、引火点と爆発範囲とは表裏一体を成すものである為、可燃性液体の火災の危険性を評価する時は、引火点で行なわれることが多い。

引火点は、これまでも数多くの物質について測定、推定されてきており、数多くの文献に発表されてきている。しかし、その測定方法は、単一ではなく各種のものが提案実施されている。例えば、4・2・1(9)でも簡単に触れたように日本の J I S に規定されているタグ密閉式やペンスキー・マルテンス密閉式等は、世界各国で広く用いられている装置であるが、この他にも主としてドイツで多く用いられている Marcusson Open Cup 式、フランスで多く用いられている Luchoire Closed type, Elliott 式などがある。本来、同一物質に対する引火点は一一定である筈であるが、実際はこれらの測定装置の種類によって、測定値にかなりの誤差が生じてくる。その一例を表4・6に示す¹⁹⁾。更に、測定方法が同一であっても試料の純度、特に微量の低沸点不純物の存在によって、かなりの影響を受ける場合がある。

従って、引火点は工学的に引火の難易度を示す標準、即ち、火災の危険性の程度を考える為の目安として非常に有効ではあるが、測定装置を明示していない限り、数

19) 堀口, 「公害と毒・危険物一総論編」, 三共出版

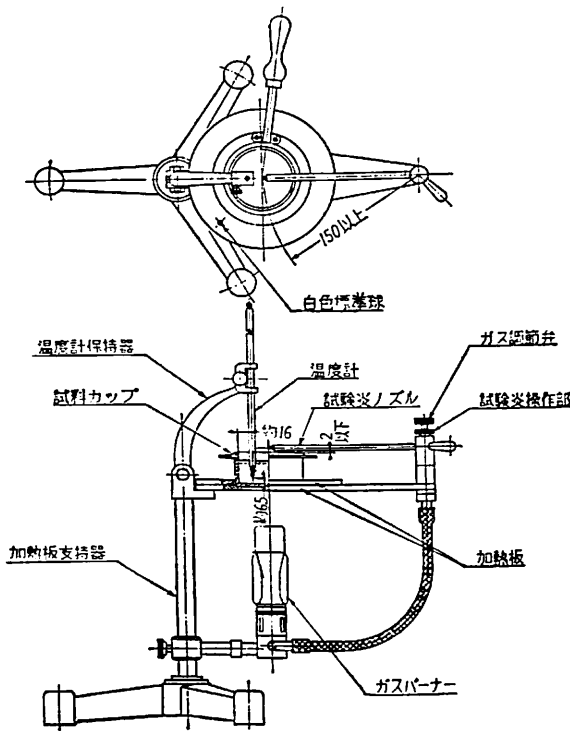


図4・9 クリーブランド開放式引火点試験器 (JIS K2803) (単位mm)

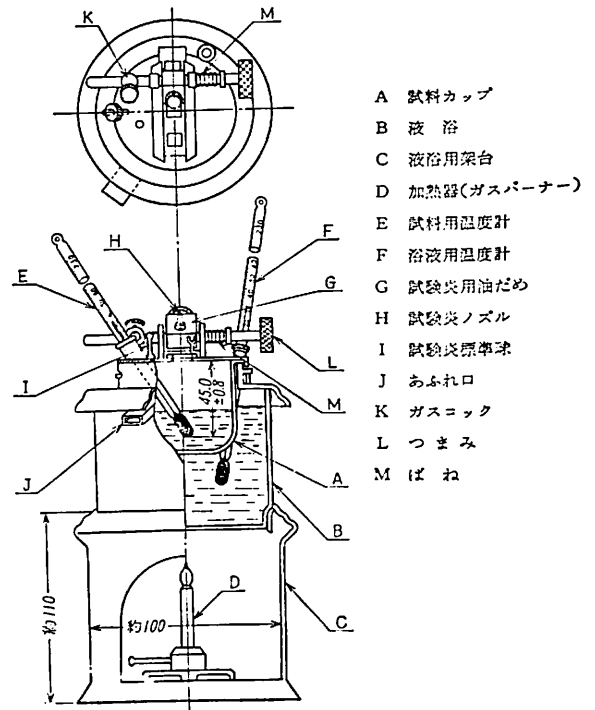


図4・11 タグ密閉式引火点試験器の一例 (ガス式) (JIS K2810) (単位mm)

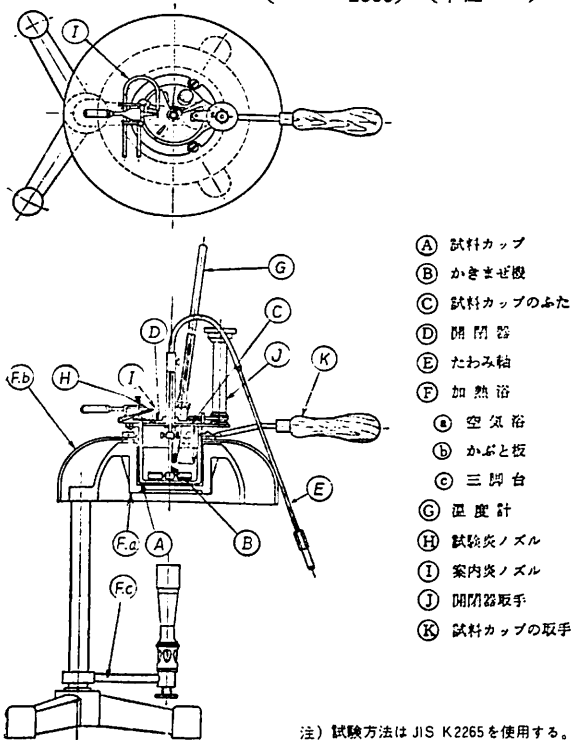


図4・10 ペンスキーマルテンス式引火点試験器 (ガス加熱) (JIS K2802) (単位mm)

値自身には厳密な意味での絶対性はないといえる。

J I S に規定されている各種装置の構造を図4・9～図4・11に示すが、その使用方法等の詳細基準は関連J I S規格を参照されたい。なお、引火点は以上のような装置によって実測するのが最も手軽であり、特に、混合液体や複雑な固体の場合には計算で求めることは難しく、実測に頼らざるを得ない。可燃性液体については、簡便な推定方法がいくつか提案されているようであるが²⁰⁾²¹⁾、そのうちで炭化水素の混合物について、比較的精度よく計算できるものに次式で示す **Thiele の式**がある¹⁵⁾。

$$T_F = -100 \log \left(\sum_i N_i \cdot 10^{-T_i / 100} \right) \quad (4.15)$$

表4・6 引火点測定装置による差

鉱油	Abel	Tag	Elliot	Pensky-Martens	Cleveland Open Cup	Luchoire
ナフサ	86	92	92	95	100	100
"	94	103	95	105	115	122
ケロシン	127	130	128	135	140	138
ペトロライト	142	139	140	150	155	144
ガス油				195	200	198

20) 石内, 「可燃性液体の引火点の推算方法」, 安全工学, Vol.15, No. 6 (1976)

21) 上原, 安全工学, 7, 210 (1968)

表4・7 液体蒸気の発火温度の比較 (Setchkin)

燃料	流通法				専入法		ポンプ法	圧材法
	Callender	Lewis	Estradere	Prettre	Lewis	Townend Cohen	Dumarol et al.	Tizard Pye
n-ペンタン	295	255	—	(254/263)	(255/259)	(510/518)	(225/237)	336
n-ヘキサン	265	230	330	253	232	(285/370)	(222/306)	300
n-ヘプタン	—	209	300	256	219	—	225	283
n-オクタン	—	197	—	248	203	—	320	278
n-ノナン	205	193	—	—	—	—	—	—
イソオクタン	—	—	500	—	—	—	—	—
シクロヘキサン	—	—	345	262	—	—	324	—
ペンゼン	670	—	650	595	—	—	—	—
トルエン	550	—	—	585	—	—	—	—

表4・8 各種の油滴法による発火温度の比較 (Setchkin)

燃料	研究者							
	Holm	Moore	Tausz Schulle	Mason Hamiltcn	Thompson	Egerton Gotez	Sortamn Beatty	Jentsch Von Zerte
n-ヘプタン	—	451	—	—	—	430	259	500
n-ヘキサン	—	—	—	520	248	—	—	560
n-ペンタン	—	579	487	579	308	515	418	580
ペンゼン	520	(566/556)	740	656	580	700	625	720
トルエン	—	(516/633)	810	633	553	780	630	730
二酸化炭素	—	—	—	343	125	120	—	—
エチルエーテル	410	347	343	487	193	440	—	500
エチルアルコール	510	518	558	568	420	515	—	575

ここで

T_F ; 混合物の引火点 ($^{\circ}F$)

N_i ; i 成分の混合率 (Vol%)

T_i ; i 成分の引火点 ($^{\circ}F$)

(4) 発火

燃焼が起こる為には前(2)及び(3)でも触れた通り、組成条件(爆発範囲及び引火点)とエネルギー条件が満足されることが必要であるが、このエネルギーの尺度の取り方に温度を用いる場合とエネルギー量を用いる場合とがあり、前者は可燃性物質を全面から加熱する際の発火現象に用い、後者は部分的な加熱による発火に用いられることが多い。

まず爆発限界内にある可燃性ガス又は蒸気と空気(又は酸素)との混合体を全面から加熱した場合、即ち、他から火炎、電気火花などの着火源を与えないで加熱のみを行なった場合には、温度が上昇し燃焼が起こる。即ち発火する。このように着火源を与えないで発火を起こさせるに必要な最低温度を発火温度(Ignition temperature)、又は発火点という。なお、発火温度は、しばしば自然発火温度と称されることが多いが、これは後で述べる自然発火現象と混同し易いので避けた方がよい。

発火温度は、可燃性物質と支燃性ガスの一つの組合わ

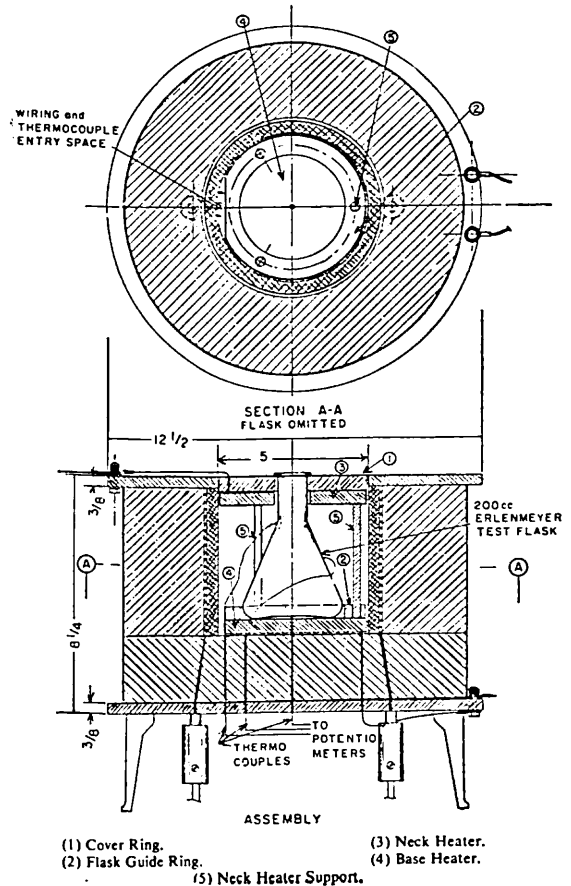


図4・12 ASTM D 2155による液体石油製品の発火温度試験装置

せについて往々にして恒数値のように考えられているが実際には、測定条件の相違によって一般に著しい差を示す。一例を表4・7及び表4・8に示す¹⁵⁾。そこで、発火温度を適切に表示する為には、測定方法、試料量、発火の起こる最低温度、測定温度と発火遅れ時間の関係等を示す必要があるが、このような記録例は比較的少ない²²⁾。ここで、発火遅れ時間(Ignition lag)とは加熱開始後、発火の起こるまでの時間のことであり、誘導期間ともいう。

なお、発火遅れ時間を無限に近く長くとしたときの温度が最低発火温度であり、逆に無限小の時間内に発火したときのものを瞬間発火温度と称しており、明確に区別しておく必要がある。

発火遅れ時間は、発火温度を測定する際に同一の測定温度でも試料の量によって異なることが多く、この変化量は最低発火温度付近において大きく現われ、温度が上昇して発火遅れ時間が短くなるにつれて減少する傾向がある。一般に、測定時の発火遅れ時間は、初期の混合ガ

22) 柳生, 「発火温度の測定データ(1)~(8)」, 安全工学,

スの濃度，温度，圧力で左右され，可燃性液体では物理的遅れと化学的遅れが含まれるものと考えられており，前者は液体（液滴）が高温空气中で加熱されて蒸発し空气中に拡散して可燃性混合ガスをつくる期間，後者は，この可燃性混合ガスの内部において複雑な連鎖反応を経て発火に至る期間とされているが両者の明確な区別は困難である。

これまでに報告，発表されている発火温度のデータの測定方法は，加熱温度を連続的に上昇させて発火の起こる温度をもって発火温度とする昇温法と，加熱温度を一定に保ち，その温度における発火遅れを測って遅れ時間無限大の時の温度を外挿して発火温度とする定温法とに大別される。これらの原理に従って実際に使用されている方法には実に多くのものが考案されており，一例として，ASTM, D2155—66 (1974) の装置がある。この装置は，石油製品その他の可燃性液体や固体の発火温度測定に広く用いられるもので，図4・12にその概要を示す。なお発火温度に関しては，現在でも適切な予測方法は見当らず，今後共実測に頼らざるを得ないと思われるが，これまで公表されてきた測定データ自体に関しても前述の通り，適切と思われるものは少なく，データの妥当性に関しては各利用者の判断に委ねられているのが現状である。

物理的，化学的な厳密さを追求する場合のデータの信頼性，表現の適切さ等は別として，各種装置の設計者サイドで考えた場合には，やはり発火温度は，物質の発火危険性の程度を温度で表わす特性値であり，安全工学上重要な目安となり得る数値であるといえる。例えば，燐のように自然発火温度が常温に近いもの（約30℃）などは燃焼の組成条件の1つである酸素を遮断する為に，貨物タンク内の燐の上部に封水を漲ったり，タンクを冷却すること等を考慮する適切な対策が必要になる。（1・2・3V(2)参照）しかし，実際にケミカルタンカーでの撒積み運送に供されているケミカルではこのように発火温度が低いものは極めて少なく，一般的には数百度程度の発火温度を有するものが多い。従って，発火温度はケミカルタンカーにおける火災の危険性，特に火災の原因となり得るかどうかの判定資料としては，重要なファクターではあるが，むしろ，燃焼の組成条件としての爆発範囲及び引火点の方が指標としては利用し易いといえる。但し，前述の燐を含めエチルエーテル，二硫化炭素，アセトアルデヒドなどのように発火温度が200℃程度より低いものは貨物管継手などから漏洩して裸の過熱蒸気管等に接触すれば発火し，火災となるので加熱が必要な貨物と混載する場合や蒸気タービン駆動の補機を使用する

場合等には十分な注意と対策が必要である。ちなみに，日本海事協会鋼船規則では原油を含めて一般の可燃性液体を運送するタンカーの貨物ポンプ室に配管する蒸気管内の蒸気温度は220℃を超えてはならないとされている。

部分加熱による発火現象を考える場合，例えば可燃性混合ガスを小さな熱源で部分的に加熱した場合の発火も現象としては，それに引き続いた燃焼の伝播の問題が多少入り込むことを除けば，前述の全面加熱による発火と本質的には同一と考えられる。しかし，この場合には燃焼に必要なエネルギーの尺度としては，発火温度よりも最小発火エネルギーを用いることが多い。

最小発火エネルギー (Minimum ignition energy)とは，可燃性ガスと空気との混合ガスで爆発範囲内にあるものを発火させる為に供給してやらなくてはならない最小のエネルギー値のことであり，発火源となるもののエネルギー値が，これ以下の時には，当然爆発範囲内にある混合ガス又は蒸気でも発火は起こらない。

最小発火エネルギーは可燃性物質の種類，濃度，温度及び圧力等の条件によって変わるが，それが決まれば定まる値であり，一般に気体混合物で 10^{-1} ミリジュール(mJ)，粉体—空気系混合物の場合で 10^{-1} ジュール(J)程度である。

防災の見地からは，この値は電気機器の火花や静電気(8)参照による発火と関連して重要である。電気機器による火花及び最小発火エネルギーに関しては，電気機器の防爆構造，本質安全防爆型電気設備と密接な関係があるので，電気機器の各論にて詳述する。

最小発火エネルギーの測定は，主として電気放電火花によるものが用いられており，中でも，アメリカ鉱山局で開発された方法で，蓄電器に充電された電気量の放電による火花による測定法がしばしば使用されている。なお，この方法によって測定された最小発火エネルギーはその測定原理から，静電気を発火原因とする災害発生の危険性を検討する際に有効である。

船の科学 ファイル

定価 500円(〒200円)

船舶技術協会

実用船舶推進論 (18)

伊藤 一 男

第6編 実用推進計画及び解析

6・4・5 超肥満型小型油槽船の例

M丸と似た例で、プロペラと船体との間げきは充分であったが、船型不良に対する過大出力主機の搭載により、激しい震動が発生し、舵柱材の溶接ビードが切れるほどのトラブルに遭遇したことがあった。船体の実状を調査したところ、プロペラ翼先端附近の水線のランの角度が大きく、そのためこの附近の水流の乱れのために、激しいキャビテーション現象が発生していることによるものと推定された。そこで、プロペラをできるだけ後退させ、翼のレーキ角を大きく（12°位）し、翼先端位置を、悪水流域からできるだけ遠ざける工夫をした特製プロペラを新調し、試験を行った。その結果、さしもの震動は、全く止り、プロペラ翼のエロージョンを著しく減少させることに成功した。この方法は、その後他にも数例実行したが、何れも奏効していることから思えば、船尾悪流領域は、ごくせまい範囲のように推定される。しかし、このようにして、震動等の害からはのがれても、抵抗の軽減による速度の増加即ち馬力節減には、あまり効果はないものである。

最近では、一般小造船所でも、船尾形状の改善の重要性が認識せられ、各所それぞれで工夫されるようになり、震動等のトラブルは、著しく少なくなった。その一つとして、球状船首 (bulbous bow) が、一種の流行となっている。球状船首は、図6・17にみるように、船首下部を球状にしたもので、波の干渉を有利に利用し、造波抵抗の減少を目的として、ある程度高フルード数 (0.28以上) 以上の船に応用されたものである。しかし、肥満船の抵抗増加傾斜の大きい船にも、効果があることがわかり、多くの油槽船にも採用されるようになった。(球

状船首に関しては、東大教授乾崇夫博士を中心とする研究が世界的に著名である)。球状船首の形状は、各船個々について設計さるべきものであるが、理論に関しては全く無知な小造船所でも、各自適宜に工夫して製作し、それぞれの成績をあげているのである。

これは、船首下部に浮力を移すために、前部満載喫水線のエントランス角が、ファインとなり、浮心が前方に移動することにより船尾形状が、スマートになって、後流の乱れが改善されて、震動の原因が著しく軽減されることによるものと思われる。

最近、W造船所 (長崎) で建造された普通型船首の超

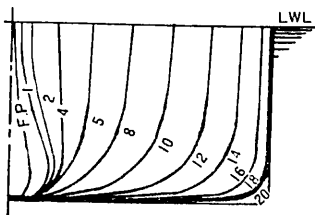


図6・17 球状船首船型前半部正面線図

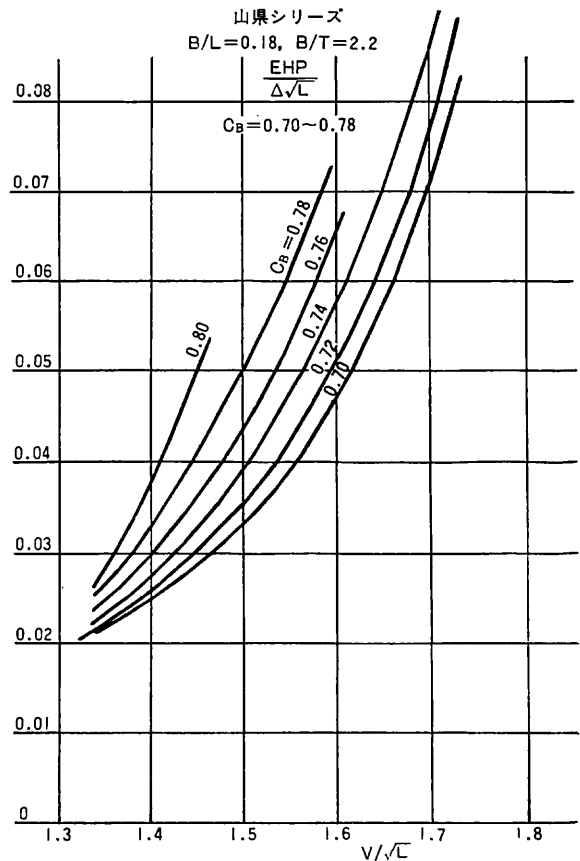


図6・18 高 C_B の変化と EHP の変化の関係をみる図表

肥満型小型油槽船第31三社丸が、好成績を納めた試運転成績があるので紹介する。

例題6・3 超肥満型小型油槽船 第31三社丸

44.5mpp × 8.0m × 3.4m

船体要目

満載喫水	$T(m)$	$\Delta(ton)$	C_B	C_P	$\frac{B}{L}$	$\frac{B}{T}$
	3.21	904	0.77	0.78	0.18	2.49

主機械 出力及び回転数

MCR 750PS/400RPM

(1) プロペラ計画

設計基準 $L=44.5m, \Delta=904t$
 $BHP=750, N=412 (+3\% \text{マージン})$
 仮定 $\eta_r=0.95, w=0.36$

船型は、普通の小型油槽船型として計算をすすめる。
 本船は、 C_B が著しく肥大しているので、 C_B の増加が速度に及ぼす影響を調べるために、附図2「山県シリーズの $\frac{EHP}{\Delta\sqrt{L}}$ 」図表(本誌 Vol. 29. No.6 参照)から図6・18を作った。既著の系統模型抵抗図表を見てわかるように、船型要素中最も抵抗を鋭敏に反映する要素は肥せき係数(C_P 又は C_B)である。従って、模範船との相違をみる場合には、多くの場合、肥せき度の影響だけを調べればよろしい。本船の場合

$$DHP = 750 \times 0.95 = 712.5$$

$$THP = 712.5 \times 0.43 = 306 \text{ (推定)}$$

であるから

$$T_i = \frac{THP}{\Delta\sqrt{L}} = \frac{306}{904 \times \sqrt{44.5}} = 0.0507$$

油槽船の T_i の基準グラフ図6.5から

$$V/\sqrt{L} \approx 1.68 \text{ (} C_B = 0.70 \sim 0.72 \text{)}$$

を得る。 T_i も E_i も 相似た数値と思われるので、この附近で、 C_B が 0.7 から 0.78 に増加した場合の V/\sqrt{L} の低下量をみると約 0.12 である。故に

$$V/\sqrt{L} = 1.56$$

と推定する。

$$V = 1.56 \times \sqrt{44.5} = 10.4kt$$

$$V_A = 10.4 \times (1 - 0.36) = 6.66kt$$

図5・20 (バリルー伊藤図表) によるキャピテーション計算

$$T = 146 \times \frac{THP}{V_A} = 146 \times \frac{306}{6.66} = 6.708kg$$

$N=400, D=1.7$ で計算する。

$$\frac{ND}{100} = 6.80 \quad \frac{D}{20} = 0.085 \quad \frac{ND}{100} \times \sqrt{\frac{1}{1+D}} = 6.53$$

$$K = 4,540 \quad \frac{T}{A_E} = 4,540 \times \left(1 + \frac{D}{20}\right) = 4,904kgm^{-2}$$

表6・12 プロペラ計算

DHP	N	V _A	$\sqrt{B_P}$
712.5	412	6.66	9.80
	Chart	MAU ₄ -55	
	δ	104	106
	ρ	0.610	0.580
	γ_0	0.432	0.432
	D(m)	1.681	1.713
	P(m)	1.026	0.994
	D+P	2.707	2.707
	D(m)	1.700	
	P(m)	1.010	

$$\alpha_E = \frac{6,708}{\frac{\pi}{4} \times 1.7^2 \times 4,904} = 0.603 \text{ (採用0.58)}$$

(2) 危険船速の検討

式6・8 $V_c = (3.07 - 2.2C_P)\sqrt{L}$ により安全限界速度を計算すれば

$$V_c = (3.07 - 2.2 \times 0.78) \times \sqrt{44.5} = 9.03kt$$

推定船速 $V=10.4kt$ は、1ノットも限界速度を超過しているので、震動発生のようなトラブルが、当然予想されるのであるが、試運転結果は、何等の故障もなく、現在クレームなしに、無事故で運航しているのである。このことは過大出力機械を搭載しても、優秀な船型設計により震動発生等の被害を、ある程度防止し得ることを実証している。

次に第31三社丸の試運転成績とその解析結果を示す。

(3) 第31三社丸の試運転成績とその解析 (表6・13)

(4) 試運転成績の検討

試運転成績を図6・19にしめす。これで見れば、

$$N=400 \text{ において}$$

$$V=10kt$$

$$DHP=650PS$$

$$BHP = \frac{650}{0.95} = 684.2PS$$

であるから、 $BHP=750PS$ に対応する RPM は

$$400 \times \left(\frac{750}{684.2}\right)^{1/3} = 412.4$$

となり、計画条件の+3%マージンに適合している。

図6・20に、 $T_i = \frac{THP}{\Delta\sqrt{L}}$ を普通小型油槽船の平均値と比較してあるが、第31三社丸の T_i が著しく大きくなっている。これは、 C_B の増大と $\frac{B}{T}$ が抵抗に関し不利であるこ

表6・13 第31三社丸の試運転成績とその解析

Condition	Full load trial				
$T(m)$	$\Delta(t)$	C_B	C_P	$L/\Delta^{1/3}$	
3.21	904	0.77	0.78	4.60	
Date	Oct, 6, 1975				
Place	三重沖				
Weather etc.	静穏				
main Engine	MCR	BHP=750PS at 400RPM			
Propeller					
翼型	$D(m)$	$P(m)$	p	α_E	
AU-4翼	1.700	1.010	0.594	0.58	
Rate	1/2	3/4	4/4	11/10	
$V(kt)$	8.86	9.50	10.00	10.25	
w	0.36	—	—	推定	
$V_A(kt)$	5.67	6.08	6.40	6.56	
N	318	364	400	413	
δ	95.3	101.8	106.25	107.0	
$\sqrt{B_P}$	8.56	9.38	9.95	10.05	
η_o	0.467	0.443	0.429	0.427	
DHP	311	485	685	719	
THP	145	215	282	307	
$\frac{V}{\sqrt{L}}$	1.328	1.424	1.499	1.537	
$T_i = \frac{THP}{\Delta \sqrt{L}}$	0.024	0.0357	0.0468	0.0509	

MAU4-55
 $p=0.594$

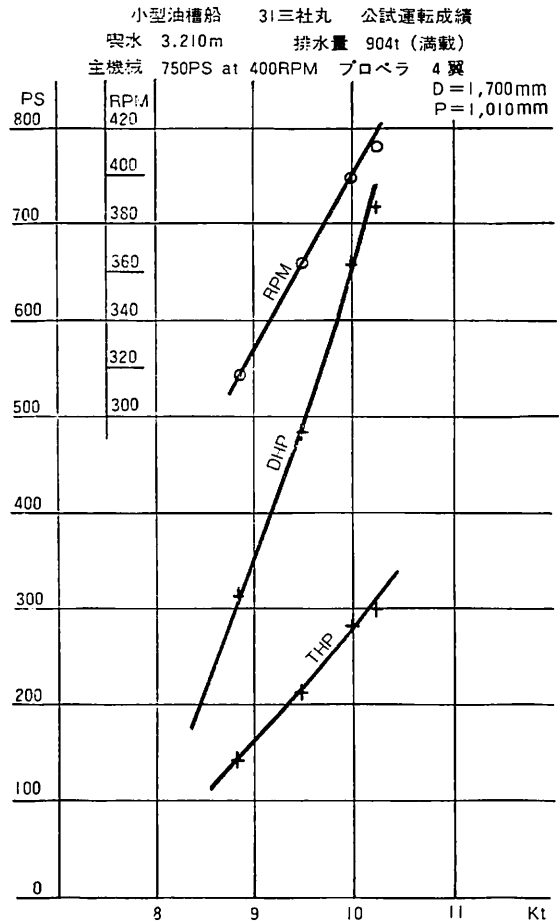


図6・19 第31三社丸の試運転成績図表

とを考え合わせれば理解できる。即ち本図は、小型油槽船型における肥満度 (C_B) と抵抗変化の関係を知る目安として、利用することができる。

猶また、第31三社丸は、前述の通り過大出力機械を搭載しているにもかかわらず震動の被害がなかったことは、船尾形状の設計が、優れているためである。造船所の好意により、線図及び船尾骨材の図面の提供を受けたので参考のため、図6・21(A)&(B)に掲げておいた。同図をクレームの発生したM丸(図6・10)と比較すれば、プロペラ軸中心の基線からの高さは、両船とも大差ないが、軸中心線以上のM丸の形状が窮屈であるのに比べ、第31三社丸は、ゆったりとし、スクリュウアパーチュアも大きくとってあり、パトック船型が、スマートに設計されていることに着目すべきである。プロペラ翼上部先端の間げき(表6・10のC寸法)は約300mmで0.176Dと、思い切り大きくとってある。

最近この種の小型船や重装備肥満型漁船で、過大出力の機械を装備することが、増加する傾向をしめしているが、これは速度の増加の目的よりも非常時(荒天等)の速力低下を少なくするためと、曳網力を増すことが主目的であって、平常航海では、経済的な低出力で運航するのであると言われている。しかしこのような無制限の増

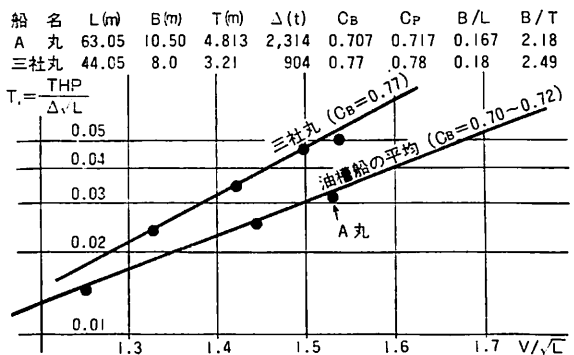


図6・20 第31三社丸とA丸との T_i の比較図

馬力競争は、経済的に不利なばかりでなく、大事故にもつながる危険性のあることを一般に認識させることも急務であると思われる。

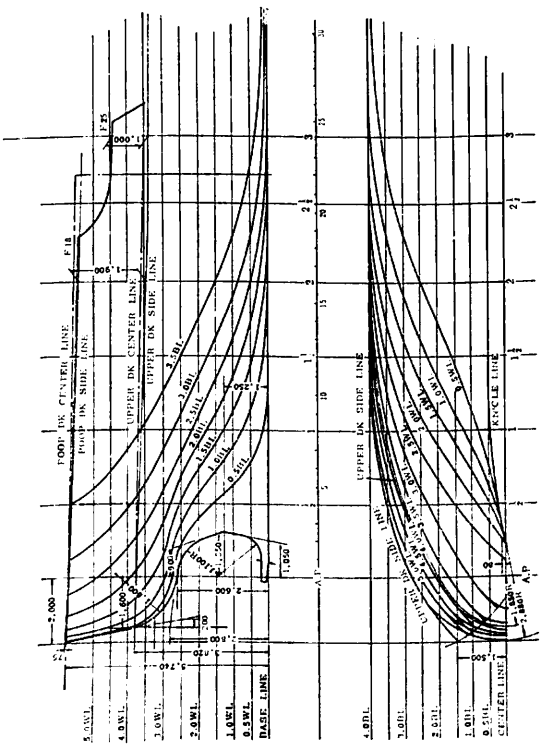
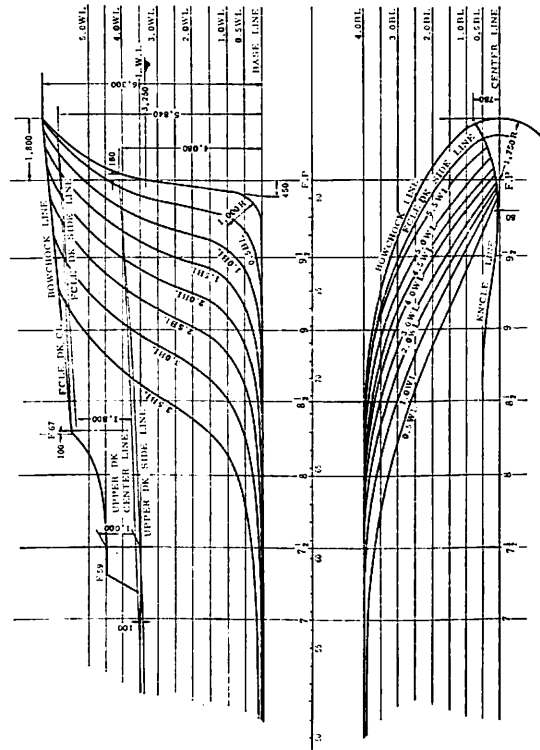


図6-21 (A) 299 GT 油槽船第31三社丸線図

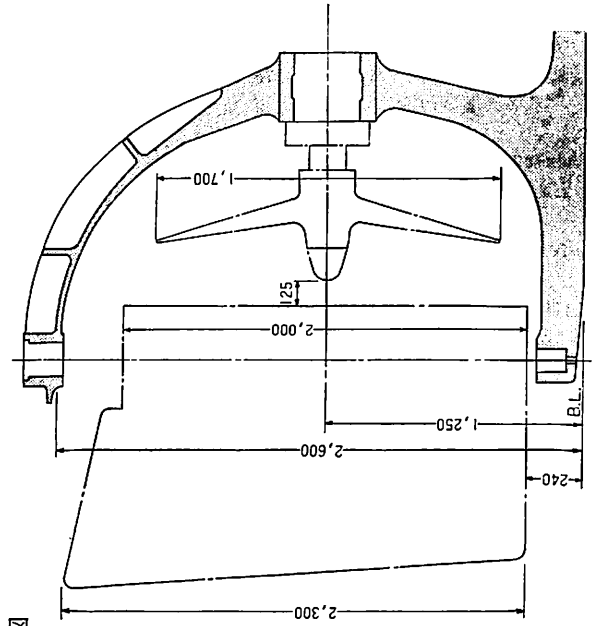


図6-21 (B) 299 GT 油槽船第31三社丸船尾骨材図

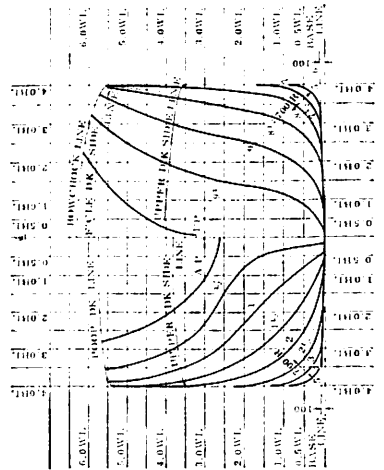


図6-21 (A) 299 GT 油槽船第31三社丸線図

船舶電子航法ノート(11)

木村小一

(電子航法研究所)

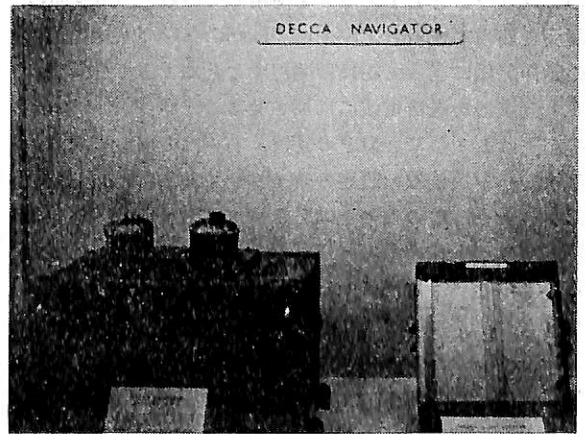
2・4・5 デッカ受信機の実際

ロンドンの科学博物館 (Science Museum) にはデッカ受信機 (Decca Navigator) の第1号機が展示されている (第2・61図)。この1号機は写真にみるごとく、航跡記録器も付加されているが、普通の船舶は受信機のみを備えている場合が多いので、ここでは受信機を主体に述べることにする。

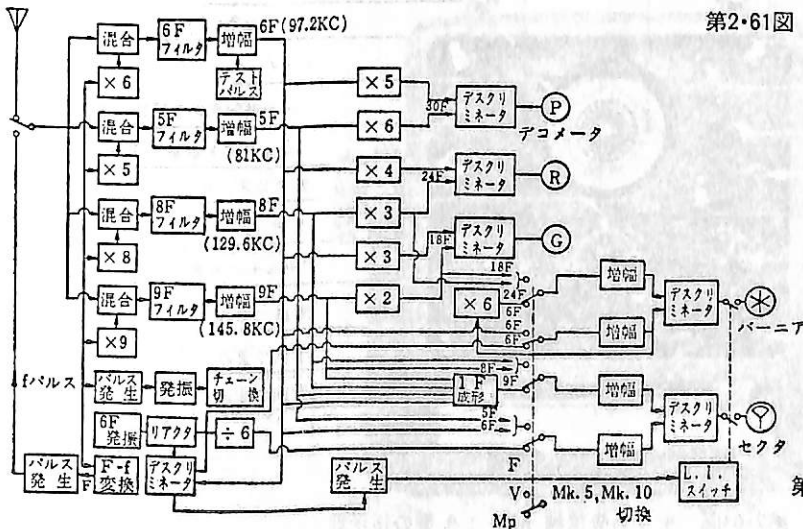
デッカ受信機には船舶用と航空機用とがあり、船舶用として古くから使用されていたのは前述もした Mark V (5型) と呼ぶ受信機であったが、MP型のレーン識別がシステムに導入されるに伴って新しい Mark XII 受信機が製作されるようになった。この Mk. XIIはMP型のLIでも、V型のLIでも何れも可能である。更に、数年前に半導体技術を大幅に導入したMPのLI専用の Mark 21受信機が作られるようになった。これらが、英国のデッカ・ナビゲータ社の受信機のシリーズであるのに対し、海上保安庁がわが国にデッカチェーンを導入するに伴って、わが国でのチェーン専用の受信機が製造されるようになり、古い方から順にMS-1A, MS-2AおよびMS-3Aと3つの型の受信機が国産されている。これらと前のとを対比をすると Mk. XII とMS-1A型が、

また Mk. 21とMS-2A型がほぼ同等で、MA-3A型は Mark 21 よりもデコメータ部を更にデジタル化した受信機ということになる。

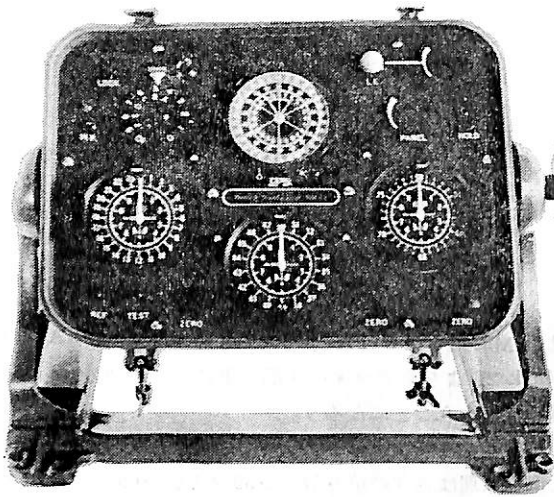
第2・62図は Mk. XII 型受信機の構成図であって、その動作原理はさきの第2・57, 2・59および2・60図を参照すれば明らかであろう。この受信機は周波数選択スイッチによって0Aから10Fまで63の全チェーンが利用できる。受信機の構成としては、アンテナ、受信部、指示部



第2・61図 デッカ受信機の第1号



第2・62図 デッカ受信機 Mk. XII の構成図



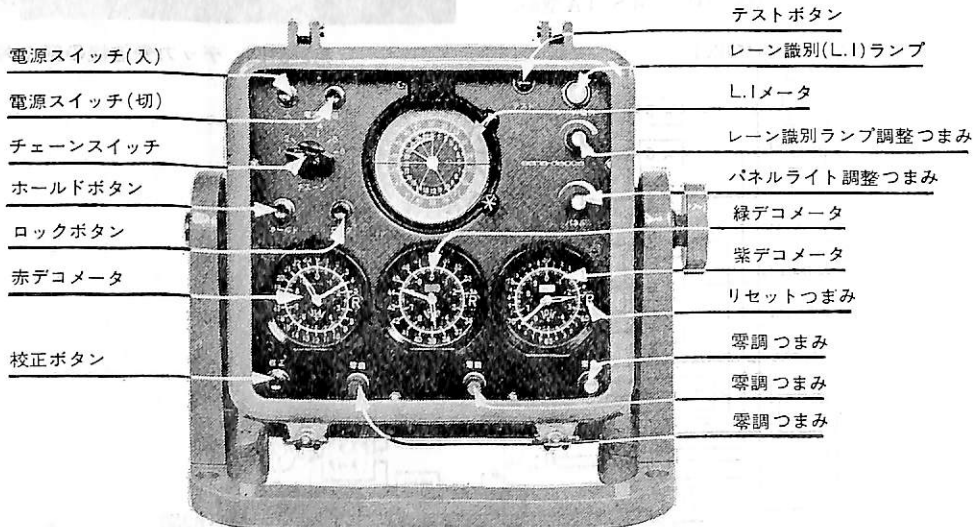
第2・63図 デッカ受信機 Mk. XII の指示器

および電源部とから構成されている。指示部は第2・63図に示すとおりであって、第2・58図に示したのとはほぼ同様のデコメータとLIメータを使用している。パネル面の説明を簡単にすると、左上の“Lock”ボタンは受信機の動作開始に当って約15秒間押すことによって受信機の6 f 発振器を送信電波に同期させることができる。その左下はLIのVとMPの切換、右下は2重つまみによるチェーン周波数の設定のスイッチである。上面中央はLIメータ、その右の上はLIランプとその照度加減器、下はパネル面の照度加減器と“Hold”ボタンである。このホールドボタンはそれを押すとLIメータの指示がその間ホールドされ、変化をしないので、読取が容易になる。下段は左から赤、緑および紫のデコメータで、それぞれ上にレーンとゾーンを設定する“Reset”つまみが付してある。最下段の“Ref”はこれを押すとすべてのデコメータのセンチレーンの指針が0になるので右側に3つ並んでいる“Zero”調つまみでそのゼロ点を正しく調整する。“Test”つまみはこれを押すと、各デコメータの指針の動作を、それぞれ反時計まわりに赤は0.20、緑は0.15、紫は0.25レーン一時的にシフトさせられるので、デコメータの動作を確認するつまみである。

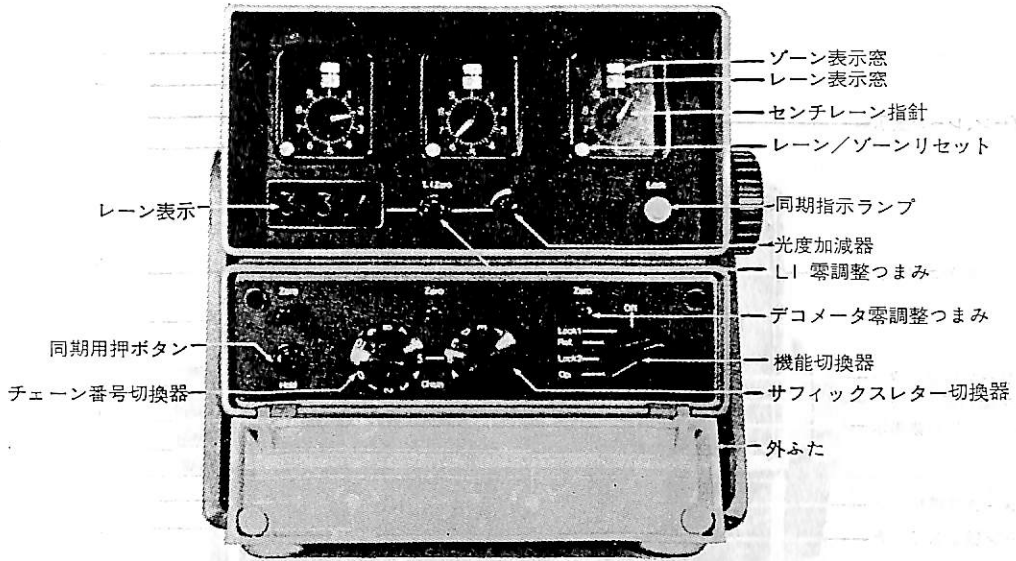
MS-1A型受信機の指示器は第2・64図に示すとおりで、モードの切換スイッチがないこととチェーンの切換が1～6までの6チェーンのみである点が異っている。なおMS-1A型は真空管(48球)のほかに若干のトランジスタ(40個)を使用しており、Mk. XIIの受信機(真空管56個)に比し、若干小型、軽量および低電力化(170W→140W)がはかられている。

Mk. 21受信機の特長はつぎのとおりである。

- (1) トランジスタ、集積回路(IC)およびデジタル技術を大幅に採用することによって、受信機を小型にし、従来3つの機器に分かれていた、指示部、受信部および電源部を第2・65図に示すような一体にまとめた。
- (2) LIメータを図の中段に示してあるようなデジタル形式に改め、V型のLI機能は廃止した。LIランプも廃止されている。
- (3) デコメータの型式も変わり、上の窓にゾーン値とレーン値が出る単針式となった。
- (4) 回路的には、主局および3従局にそれぞれ同期する発振器を有しているので、外部からの干渉に強い。
- (5) この受信機は周波数シンセサイザで6 f 信号を作っており、またLI値の読みがデジタルです早く読みとれるので、2つのチェーンを使う(クロスチェーン)



第2・64図 デッカ受信機 MS-1A 型の指示器

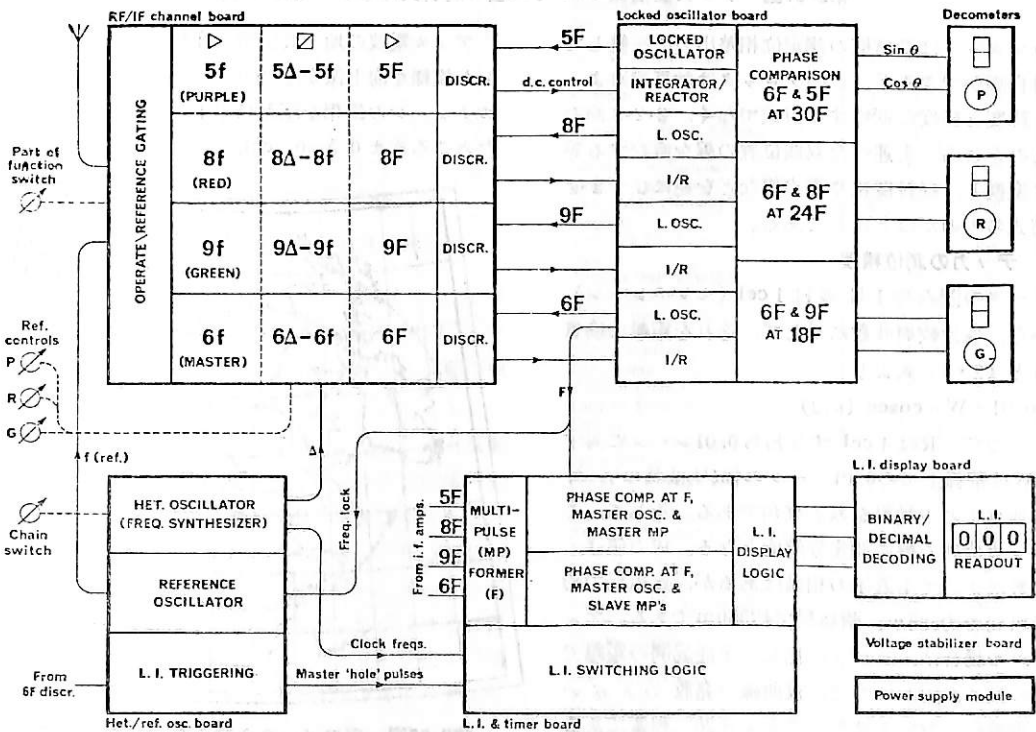


第2・65図 デッカ受信機 Mk. 21

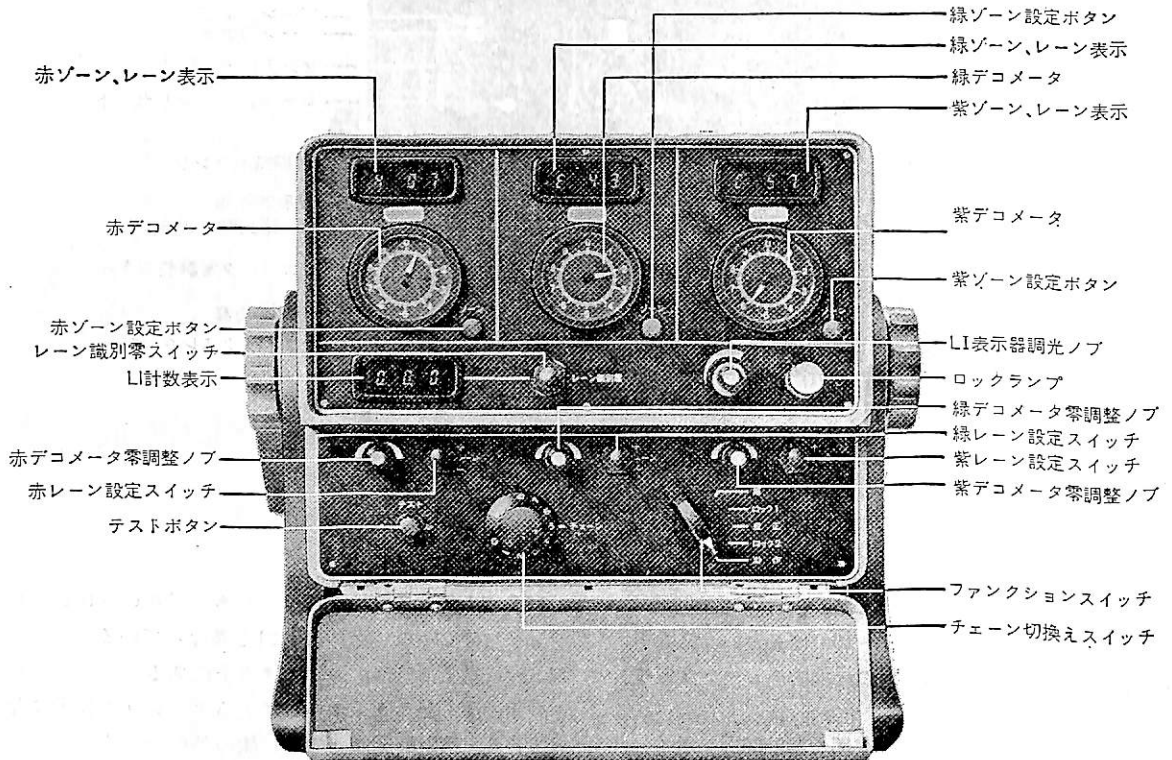
船位測定に利用することが可能である。

(6) チェーン選択スイッチに0~10の他Xという位置があり、63チェーンのほか低電力の局地的チェーンなどの受信の用意がなされている。Mk. 21受信機の構成図を第2・66図に示す。

MS-2A型受信機は受信チャンネルが0C~10Cの11チャンネル分しかない点がMk. 21と異なっている。更に、MS-3A型受信機はデコメータの上にあるゾーンとレーンの指示部が発光ダイオードによるデジタル表示になっている。第2・67図にその受信機の外観を示す。



第2・66図 デッカ受信機 Mk. 21 の構成図



第2・67図 デッカ受信機 MS-3 A型 (説明文はセナー社による)

デッカプロッタは受信機の測定位相差出力に接続して船の航跡自画ができるが、このプロッタは計算機によって船位を緯度と経度に変換する方式でなく、2・2・8節のロランAのところでも述べた双曲位置の線を直交する等間隔線に変換し、経緯度線や海岸線などを逆にひずませて画く方式のものがほとんどである。

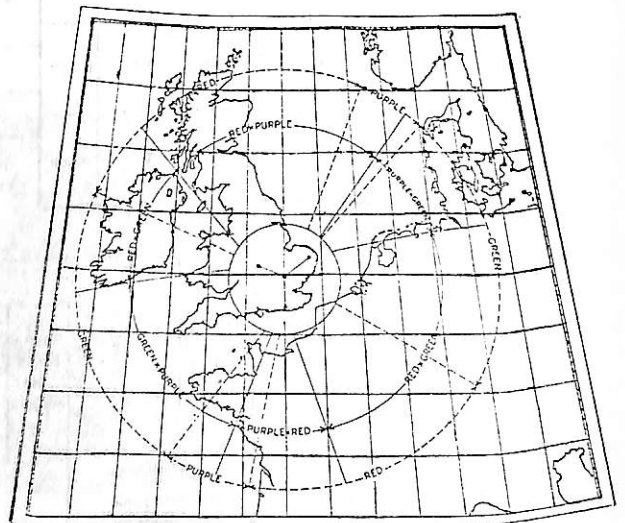
2・4・5 デッカの測位精度

デコメータの読みの1目盛は1 cel (センチレーン) であるから、各比較周波数に対して、それを距離に換算して見ると (2・1) 式より

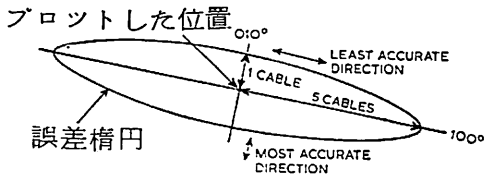
$$R = 0.01 \times W \times \text{cosec} (\varphi/2)$$

となる。ここで、Rは1 cel すなわち0.01レーンに対する距離、Wは基線上での0.01レーンの幅(1/2波長の1/100)、 φ はその地点での主従局をみる夾角である。そして、このRがデッカ位置の線の測定分解能となる。Wの値は、使用周波数によっても若干の相異はあるが、赤組局で約44m、緑組局で約585m、紫組局で約350mである。デッカシステムの場合は、ロランに比し、主従局間の距離である基線の長さが短いので、双曲線の発散が大きいが、その覆域内においては悪くても $\varphi=20^\circ$ 程度であるので、大略Rの値は20~30m以下である。

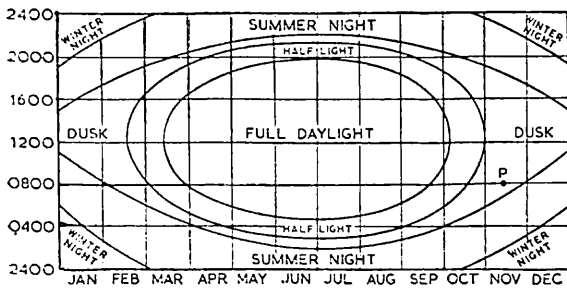
デッカ電波の地上波伝搬の変動を地上固定地点で測定した模様を海上保安庁のデータから示すと、北九州デッカチェーンの位相を昭和45年1~3月女島灯台で測定したところ赤 $\pm 0.5 \sim 0.7 \text{ cel}$ 、緑 $0.4 \sim 0.5 \text{ cel}$ 、紫 $0.9 \sim 1.2$



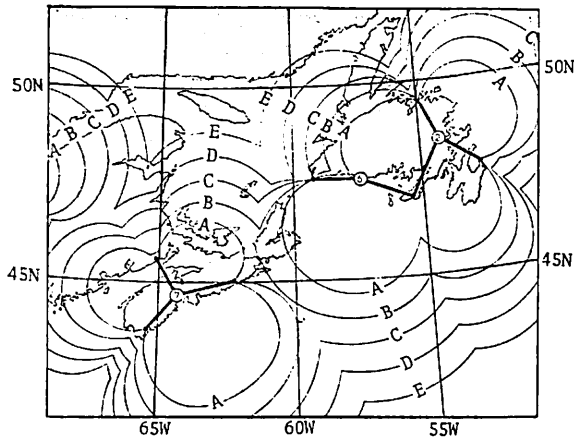
第2・68図 デコメータの読みの選定のためのチャート (English Chain)



第2・69図 第2・10表の変可誤差の誤差楕円 (表の Flushing の例を示す)



第2・70図 デッカ周期図 (緯度 50°N 付近)



第2・71図 カナダチェーンの等精度曲線 (95%)

cel (何れも標準偏差) で、この結果では悪くても九州のごく近海での変動は悪くても 2 cel 以内と考えられる。この値は空間波が混入する地域となると、伝搬の項でも述べたように大きな変動となる。

また、伝搬に伴う測位誤差の原因の1つはこれも伝搬のところでも述べたようにデッカチャートの作成に使用してある電波(地表波)伝搬速度と実際の電波速度との違いであって、海岸線での電波の屈折を含め、これは測位の固定誤差として表われる。わが国では行われていないが第2・9表に示したように欧州などのチェーンではその修正表が公刊されている。なお、デッカチェーンは3従局が主局の周囲に配置されているが、デッカ社の各チェーンについて第2・68図に示すようにそれぞれのチェーンについて、どの海域ではどの組局を使えばよいか、また、

第2・10表 デッカ可変誤差の表

ALLOWANCE TABLE	VARIABLE ERRORS					
	ENGLISH CHAIN					
	Location	Most accurate direction		Least accurate direction		
Bearing (°True)		Day	Night	Bearing (°True)	Cables	
Scheveningen	175	1/2	1	035	3	8
Flushing	010	1/2	1	100	2	5

1 cable = 100 fathoms = 182.8 metres = ± 0.1 nautical mile.

第2・11表 不規則測位誤差

第2・69図の デッカ周期	曲線				
	A	B	C	D	E
Winter night	1 1/2	3	X	X	X
Summer night	1	2	4	X	X
Dusk	1/2	1	2	4	8
Half-light	1/2	1/2	1	2	4
Full daylight	< 1/2	1/2	1/2	1	2

第2・12表 世界のデッカチェーン (1975年)

チェーン名	コード	送信方式	建設年
South Baltic	0A/MP	MP	1969
Bergen (Norway)	0E/MP	MP	1968
South West British	1B/MP	MP	1952
Persian Gulf (South)	1C/MP	MP	1961
Northumbrian	2A/MP	MP	
Newfoundland East	2C/MP	MP	1957
Holland	2E/MP	MP	1972
North West British	3B/MP	MP	1951
Lofoten (Norway)	3E/MP	MP	1968
German	3F/MP	MP	1952
Port Hedland (Australia)	4A/MP	MP	1970
Namaqua (South Africa)	4A/MP	MP	1971
Swedish Baltic	4B/MP	MP	1957
North West Spanish	4C/MP	MP	1964
Dumai (Indonesia)	4D/MP	MP	
Trondheim (Norway)	4E/MP	MP	1968
English	5B/MP	MP	1946
Southern California	5B/MP	MP	1970
New York	5C/MP	MP	1964
Persian Gulf (North)	5C/MP	MP	1960
North Bothnian	5F/MP	MP	1962
Cape (South Africa)	6A/MP	MP	1971
Cabot Straits	6B/MP	MP	1957
North Scottish	6C/MP	MP	1960
Bangladesh	6C/MP	MP	
Tohoku (Japan)	6C/MP	MP	
Gulf of Finland	6E/MP	MP	1969
Danish	7B/MP	MP	1948
India West (Bombay)	7B/MP	MP	1962
Nova Scotia	7C/V	V1	1957
North Kyushu Chain	7C/MP	MP	1969
Irish	7D/MP	MP	
Finnmark (Norway)	7E/MP	MP	1967
Eastern Province (South Africa)	8A/MP	MP	1972
French	8B/MP	MP	1953
India East (Calcutta)	8B/MP	MP	
South Bothnian	8C/MP	MP	
Dampier (W. Australia)	8E/MP	MP	
Hebridean	8E/MP	MP	
Frisian Islands	9B/MP	MP	1968
Anticosti (Canada)	9C/MP	MP	1961
Hokkaido (Japan)	9C/MP	MP	1967
South West Africa	9C/MP	MP	1971
Helgeland (Norway)	9E/MP	MP	1968
Skagerrak (Sweden)	10B/MP	MP	1970
Natal (South Africa)	10C/MP	MP	1972

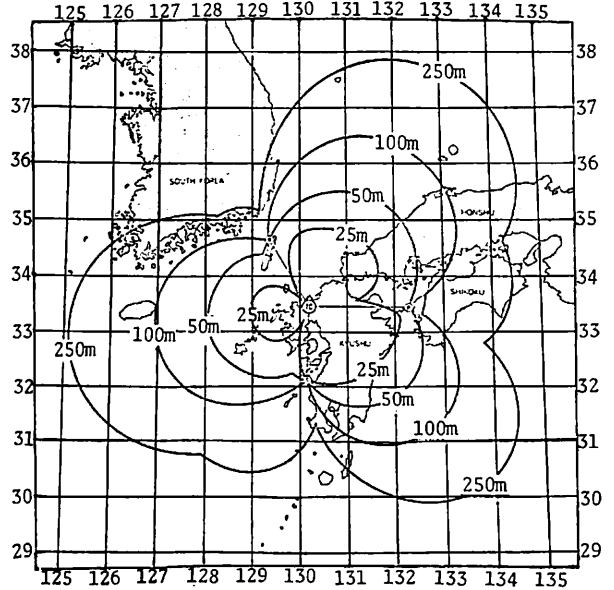
精度の落ちる遠距離では、どの組局が比較的信頼できるかを表わした図がデータシート中に用意されている。更に、このデータシート中には、電波伝搬の変動などに起因する可変誤差の大きさを海域ごとに第2・10表のように示してある。この表の単位はケーブル (cable) で表の下の注に示すごとく 1 cable = 0.1海里である。また、この表の2つの欄、Most accurate direction (最も正確な方向) および Least accurate direction (最も不正確な方向) は、それぞれ、第2・69図に示すように誤差楕円の長径と短径を示した値であって、Bearing はその方向を示している。

第2・70図は横軸に1年中の月が、縦軸には1日中の時間が目盛っている。この図は大略北半球の50°N 付近の例であって、中央の卵形の部分が電波伝搬的に見た完全に昼間の部分 (Full Daylight) それから外側に向かって、日のかげった朝夕 (Half Light), 薄明 (Dusk), 夏の夜 (Summer Night), 冬の夜 (Winter Night) の順の範囲を示し、それぞれ月別の時間が評価される。例えば図のP点は11月中旬の現地時間朝8時で「薄明」状態ということである。なお、この図は緯度により別の値をとり、もちろん南半球では夏と冬が逆になる。

一方、第2・71図はカナダ東岸の3つのチェーンについて測位の等精度曲線が引いてあるが、この各曲線のA, B, C, D, Eと第2・69図を結びつけるのが第2・11表であり、この表の中の数字は95%精度が海里で示してあり、P点の Dusk であればBの曲線が1海里を示すことになる。

なお、わが国の北九州チェーンの昼間伝搬の等精度曲線の例 (1σ) を第2・72図に示す。

2・4・6 デッカシステムの現状



第2・72図 北九州チェーンの昼間の等精度曲線 (1σ)

デッカチェーンの一覧を第2・12表に示す。このように比較的多くのチェーンが運用されているが、1チェーン当りの有効面積が狭いので、まとまった海域としてはヨーロッパの北岸と英国の周囲、いわゆる北海があるのみで、あとは船舶の輻輳する海域や良好な漁場を中心に日本、カナダ東岸、ペルシャ湾、インド、アフリカ北岸、オーストラリアなど、広く世界の海域に普及をしている。

わが国では、海上保安庁がデッカ社との契約にもとづいて1965年まず北海道チェーンの建設に着手し、その後北九州と東北との併せて3チェーンが開局している。その概要は第2・13表に示すとおりである。海上保安庁はあと3チェーン程度の建設を進めることによって、日本近

第2・13表 わが国のデッカチェーン一覧

チェーン名	局 種 別	送 信 周 波 数	比 較 周 波 数	基 線 上 の レ ー ン 幅
北海道 コード9C	主 局 (美 瑛) 赤 従 局 (厚 岸) 緑 従 局 (稚 内) 紫 従 局 (長 万 部)	1 f 14.2875 kHz	24 f 342,900 kHz 18 f 257,175 30 f 428,625	436,352 m 581,802 349,081
		6 f 85.725		
		8 f 114.300		
		9 f 128.588		
		5 f 71.438		
北九州 コード7C	主 局 (前 原) 赤 従 局 (上 県) 緑 従 局 (長 島) 紫 従 局 (瀬 戸)	1 f 14.2283 kHz	24 f 341,480 kHz 18 f 254,110 30 f 425,850	438,352 m 584,222 350,533
		6 f 85.370		
		8 f 113.827		
		9 f 128.055		
		5 f 71.142		
東 北 コード6C	主 局 (金 成) 赤 従 局 (川 内) 緑 従 局 (種 市) 紫 従 局 (栗 島)	1 f 14.1975 kHz	24 f 340,740 kHz 18 f 255,555 30 f 425,925	439,118 m 585,490 351,294
		6 f 85.185		
		8 f 113.580		
		9 f 127.778		
		5 f 70.988		

(注) 基線上のレーン幅は、電波伝搬速度299,250 m/mSのときの計算値である

海をすべてデッカチェーンでカバーするよう計画をしている。また、わが国のチェーンのチャートは海上保安庁水路部から刊行されている。

2・4・7 デッカシステムの特殊な応用

(1) ブラウンボックス

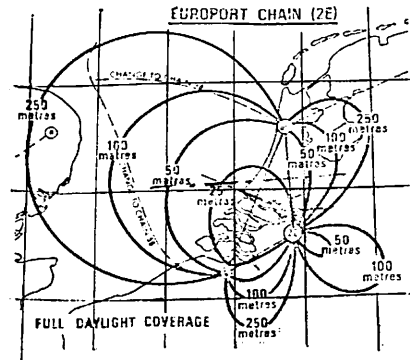
——出入港用航行援助システム——

オランダのユーロポート (Europort) で行われているきわめてユニークなデッカの使用法である。ユーロポートはロッテルダムの西側に広がる港域の総称であり、大型船を入港させるためかなりの沖合まで航路の浚渫が行われ、その浚渫航路にそって船を誘導するための正確な航行援助用として、デッカが特別な使い方がなされているのである。

ここに設置されているデッカチェーンは第2・11表の上から7番目にある2Eというコードのチェーンであり、第2・73図に示すように、主局と赤と緑の2つの従局から構成されており、それぞれの局の位置が特別な意味を持っている。すなわち、主局と赤従局を結ぶ基線の垂直二等分線が沖合から港に進入してくる幅1.2kmの航路と一致しており、その針路は 82.5° である。従って、航路のレーン値に合致した赤デコモータの指針が動かないようにしながら入(出)港して行けばその航路を正しく進んで行くことになり、そのときの船位は緑のデコモータの読みから求めることができる。航路は陸岸まで十数kmのところまで折れ曲っており、その針路は 112° である。この航路は図の赤従局と緑従局を結ぶ線の垂直二等分線と一致し、幅は500~600mである。この航路を普通の受信機では直接指示できないので、水先人がブラウンボックスと呼ばれるデッカ受信機への特別な付加装置を持って乗込んでくる。赤従局は8f、緑従局は9fでともに主局に同期した送信を行っているので、赤と緑の両局で作られる位置の線は比較周波数72f(波長約293m)で画かれることになり、これを赤と緑の混色であるところからブラウンで表わしている。ブラウンボックスは、デッカ受信機から赤従局の8fと緑従局の9fの受信信号を取出して、それらをそれぞれ9および8通倍して72fでデコモータを作動させる装置である。この場合、デコモータの指示はセンチレーンでなくメートルで航路の中心からの偏りが直読できるようになっている。第2・73図の測位精度(1 σ)値からわかるようにこの海域は昼間50m、最悪のWinter Nightでも0.1海里以内の誤差で位置が求まるので入港用のシステムとして十分な精度をもっていることがわかる。

(2) 船舶の試運転時の計測用としての応用

船舶の試運転時において、旋回試験での旋回径の測定



第2・73図 ユーロポートのデッカチェーン
(等精度曲線1 σ)

などの場合は、デッカ測位での固定誤差は全く考える必要がなく、短時間における位置の線の変動のみを考えておけばよいので、その測位精度から見て十分に考えられる利用方法である。ここでは、そのような試験のうち、デッカとしては余り得意ではないと思われる速力測定の方法を述べ、その精度を簡単に考察する。

この方法を行なおうとする船はストップウォッチとカメラを用意する。そして、測位精度がよく、その他試運転海面としても適当な海面を選定する。デッカを使うということのみについていえば、少なくとも2組の位置の線が利用でき、それらの線はできるだけ互に直交し、かつ基線に近いことが必要である。基線長の長い日本のチェーンなどはこの方法を行うには余り適当ではない。

航走はできるだけ一方の位置の線に添って行き、デコモータの横にストップウォッチを吊して、指示面を1分ごとに20分間撮影する。そうすると10分間の航走記録が10組フィルム解析から得られ、10分間の航走距離を海図または計算から求め、10組のデータの平均を船速とする。

いま、いろいろな実績から、昼間の位置の線の安定度を1cel、デコモータの指示誤差を1cel、その読取誤差を1celとすると、この3者のRMC誤差は1.7cel、仮にレーン幅を30fの約700mとすると約11.9mとなる。15knの船の10分間の航走距離は2.5海里であるから1海里当り4~5mの誤差となり1/500ぐらいの精度が期待できる。

(3) 測量用のデッカシステム

海洋測量や海洋調査などに使う高精度測位システムとして、測量用デッカ、移動用デッカあるいはデッカハイフィックス(Hi-Fix)などのようなシステムがあるが、この章は専ら航法システムについて述べているので、これらについては別の機会にゆずる。

参考文献 (デッカに関するもの)

- (2・19) 茂在寅男：解説「デッカ」，成山堂 (1969)
- (2・20) 木村小一：新しい電子航法，運輸省認定船員通信教育教科書 (1965)
- (2・21) 鮫島直人：電波航法入門，天然社 (1960)
- (2・22) 清野 浩(他)：デッカ方式について (他6編) 神戸工業技報No.34 (1967)
- (2・23) 豊福滋善(他)：デッカナビゲータシステム (他2編)，FUJITSU Vol. 27, No.2 (1976)
- (2・24) 只野 暢：デッカチェーンの現況，電波時報
- (2・25) 豊福滋善：東北デッカチェーンについて，電波時報
- (2・26) 只野 暢：デッカシステムと日本の計画，電波

- 航法，No.7 (1965)
 - (2・27) 木村小一：船舶の試運転への電波の利用，電波航法，No.8 (1966)
 - (2・28) 清野 浩：北海道デッカチェーンの測定結果，第1報，第2報 電波航法 No.9と10 (1968～1969)
 - (2・29) 只野 暢：ユーロポートにおけるデッカシステムについて，電波航法，No.17 (1974)
 - (2・30) C. Powell：Developments in the Decca Navigator System, IEE Conf. Pub. No.87 (1972)
- 備考：(2・11) はロランAの参考文献でもある。デッカに関しては前報の (2・4)，(2・5)，(2・7)，(2・10)，(2・14) も参考文献である。

製品紹介

製品紹介

デッカ

DL91型全自動ロランC受信機

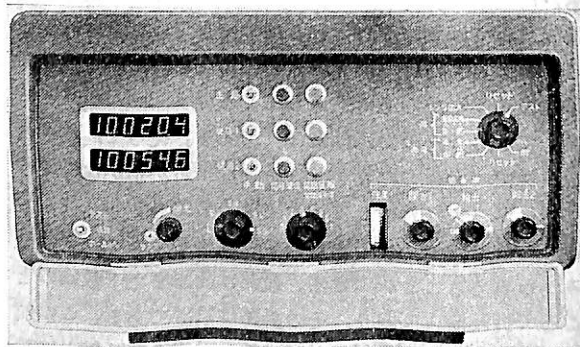
—自動受信・追尾，全パルスサイクルマッチング—

DL91型全自動ロランC受信機はデッカ社が長期にわたるロランC受信機についての経験を基礎にその技術を結集し最新のIC技術を駆使して完成した本格的なロランC専用受信機である。

通常の受信状態では単に受信機の操作スイッチを“断”より“追尾自動”に切り換えるだけで，数分以内に測定を開始し，2つの表示器に船の位置を表示する。そしてあとは船の移動に伴ない自動的にロランC電波を追尾する。またDL91は，測定チェーンの主局と2つの従局が発射する8つずつのロランCパルスを全て受信し，その受信電波を常に受信機内部のロック回路に位相同期させているため，受信状態が悪い場合でもその影響を最小限にいとめることができる。また，その測定精度は最も遠い局より100哩の点で約45m，500哩の点で約350mの再現性が得られる。

特長

- 1) 従来の軍用ロランC受信機に比してはるかに低価格である。
- 2) 取り扱いが容易
- 3) 希望するチェーンを選択することにより，主局及び従局の電波は自動的にそして連続的に受信される。
- 4) 主局に対する二つの従局の時間差が同時にデジタル



で表示される。

- 5) 地上波のサイクルマッチング (8パルス) を行うことにより，精度が非常に高くなっている。
- 6) 妨害波除去のための2つのノッチフィルターが組み込まれており，さらにオプションとして4つのX'talフィルターを組み込むことができる。
- 7) 小型，軽量，少ない消費電力で据付が簡単である。
- 8) 保守はプリント基板を交換するだけで容易にできる。また本器チェックのための信号発生器を内蔵している。
- 9) 付加装置として，デッカ自動航跡記録機SE-3A及び遠隔指示器を取り付けることができる。
- 10) コンピューター接続のための信号を取り出すことができる。

□取扱代理店

本社 東京都千代田区内幸町2-1-1

セナー株式会社

TEL (03) 506-5331 (代表)

瀬戸内海客船の歴史(6)

埴 友雄

区画・復原性の話

1. はじめに

筆者がはじめて保船を担当し、打合せのために別府航路客船すみれ丸(初代)を訪れた時のことであった。同船の船長から客船が沈没するときの恐しい体験談を聞かされた。同氏は屋島丸遭難事件の生存者の一人であった。屋島丸は第1次大戦中英国で水雷艇として建造され、その後、客船に改造され、別府航路に就航していたが、昭和8年10月21日、前夜、別府を発った同船は強風の播磨灘を縦断し、明石海峡を過ぎて神戸入港を目前にしていた。ところが須磨妙法寺川尻沖合2マイルの地点で真横から波浪をうけ沈没したのであった。当時の新聞に目撃者談として次のように書かれていた。「午後一時頃でした。屋島丸がフラフラしているのを見かけましたが、10分ばかり非常汽笛を鳴らし続けているうち、甲板に人が上ってきて右往左往しているのを見ましたが、間もなく赤い船腹を見せて南へ横倒しになってひっくりかえりました。……」すみれ丸船長は当時の屋島丸に乗組員として乗船していたが、凄まじい嵐の中で、大傾斜した船体から海上に逃れ、運よく眼前に浮上した航海船橋の屋根の破片にすがり、海岸に打揚げられて奇跡的に生還した。当時の航海船橋は磁気羅針儀への影響を考慮し

て木構造であった。「小型客船の沈没ははやいですよ。船が傾いたとき、皆は高い方の舷へ逃げましたが、私は沈む側から海に飛び込んで泳いだのです。救命艇は役に立ちませんよ。もし、ブリッジの破片が浮いてこなかったら私も死んでいたでしょう。あその海岸は岩が多く、大勢の人が波のために叩きつけられて殺られました。私は屋根の破片に乗るようにすがっていたので、岩に打ちつけられた時、もんどりうってはね飛ばされたようです。気が付くと海岸の砂浜の上に放りだされていたのです。一枚の板が私の命を助けてくれたのです。……」。船長の話聞き、「小型客船の沈没がはやいこと。救命艇が役に立たなかったこと。」この2つの事実は強く筆者の印象に残った。以後、30年近く、筆者は客船を主にした40数隻の基本設計にたずさわってきたが、それらの竣工時の傾斜試験には、必ずといってよいほど立会ってきた。それほどに復原性についての関心は念頭から離れなかったのである。したがって若い頃、風邪をひいて熱があった時、自分が担当している客船がのしかかるように倒れてくる悪夢におびやかされ、眼覚めて冷汗をかいていたことを覚えている。そうして、暴風雨による客船の遭難事故は屋島丸で終わった訳ではなかった。戦後も青葉丸、南海丸その他痛ましい客船遭難の事故は忘れかけた頃にやってきた。瀬戸内海客船も被害の大小は別として沈没事故を起したのであった。

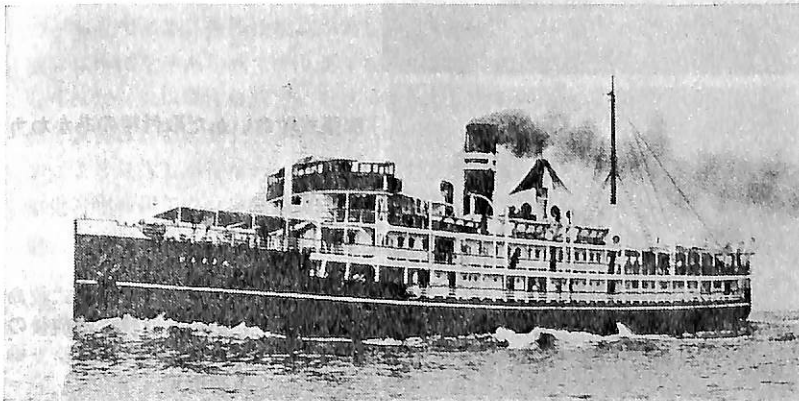


写真1 復原性が要注意であった
むらさき丸(初代)

昭和21年3月9日、別府航路むらさき丸（初代）（写真1）は、大分棧橋に停泊中、船体横傾斜により開いていた載炭門が棧橋に引掛かり、大傾斜を起して浸水が生じ、横倒しになった。

昭和23年1月28日、女王丸は牛窓沖で戦時中米軍機が投下した機雷に触れ遭難した。「この次、入港したらこれの修理をお願いします……」といい残して乗船した事務長は不帰の人となった。

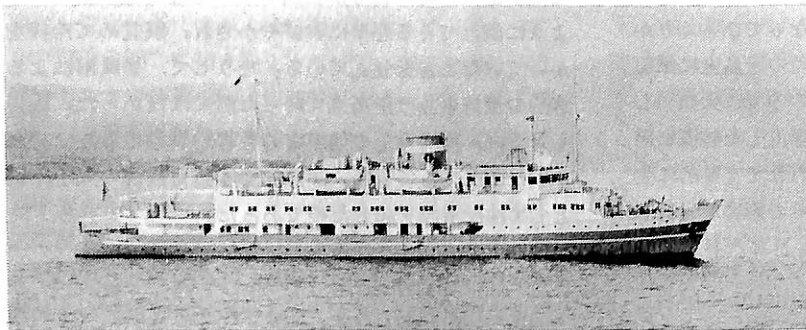
昭和25年9月3日の休日の朝、阪神地方を急襲したジェーン台風の猛威は凄まじかった。停電と交通寸断の中を出社してみても愕然とした。あけぼの丸、あかね丸、それに太平丸と新造後間もない1,000GT型瀬戸内海客船が枕を並べたように、大阪港の突堤に係留されたまま横転し、沈没していたのであった。その後引揚げられたそれら船舶の姿は、岸壁に激突したため想像以上に凄まじい傷跡を残し、正に満身創痍であった。「これを直せというのですか……」と造船所の技師を慨嘆させたほどで、波の力の恐しさを思い知らされたものであった。

昭和30年1月7日、まだ正月の屠蘇気分も抜け切らない時、別府航路にしき丸は大阪港の突堤に係留中、突然、船首居住区から出火した。黒煙は天に押し、放水消火が続けられたが、同船は傾斜し、第二甲板の舷窓が水没し、そこから浸水が始まり沈没した。にしき丸は就航中のGMが0.8mを越し、復原性に欠陥はないとみなされていたから、沈没のショックは大きかった。そうして、戦前、昭和10年7月3日、別府航路みどり丸が小豆

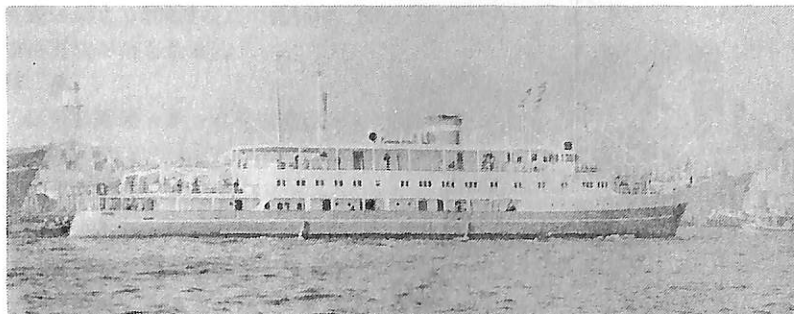
島地蔵崎沖で貨物船と衝突して沈んだ惨事を思い出させるのであった。みどり丸の事故では深夜という状況の不利益もあったが、沈没時間が短く、船内からの脱出も難しく、救命艇も役に立たなかったのではなからうかと憶測された。宇高鉄道連絡船紫雲丸の衝突の場合も、静穏な海象にもかかわらず、船内からの脱出が遅れたために大勢の犠牲者をだす結果となったのであった。

昔は気象予報技術や情報の伝達が現在のように発達しておらず、レーダもなく、衝突予防の管理が今ほどやかましく取締られていなかったから、そのために惨事を招来する結果に至ったともいえるが、人身事故に至らなかったものも含めると、転覆、沈没事故はしばしば発生していたのであった。事故は常に起りうるものなのである。

昭和20年代の客船の中には前述のむらさき丸（初代）のようにトップヘビーの船もあった。トップヘビーの船は修繕入渠のとき、造船所の技師泣かせて、全タンクの漲水を確認してから慎重にドックに据えるのであった。漲水するとき急激に傾斜してショアが外れ、肝を冷された小型客船もあった。当時の復原性理論は、直接実際の船舶の復原力判定には結びついていなかった。勿論、船舶の転覆は本船の復原力の良否のみで決まるものでなく、遭遇する海象の過酷さと本船航海状態との関連、運航、操船の判断と技術等に大きく支配されるもので、運航の判断と技術は永年の経験と勤で培われるものであるが、遭遇する海象の状態については、それまでの知識では何も知らされていない状態であった。「造船設計の進



救命艇撤去前のあかね丸



膨張式救命いかだ取付後のあかね丸

写真2 救命艇撤去、膨張式救命いかだに取替工事前後のあかね丸（写真宮崎光雄氏撮影）



写真3 復原性改善のため操舵室位置下げ工事中の
太平丸（旧操舵室は一段上方に設けられて
いた）

展のためには、何よりも優先して海洋の性質を把握し、それから出発しなければならない」という必要性を痛感させられた時代であった。こうした中で、MunkとSverdrupならびにBretschneiderの海洋波の生成発達理論を知らされたとき、晴天の霹靂の驚きを覚えたものであった。第2次大戦中、上陸作戦や海底油田開発のために米国で研究されたこれらの理論は、現在ではもう古典に属するものとなったが、造船界にとっては大きな収穫であったと思う。

1948年 SOLAS において、ようやく復原性強化について、各国の関心が高まり、我が国においては昭和28年頃より、官界、学界、造船界が一体となって復原性を判定する基準を作成する努力が続けられた。昭和31年、こうして復原性規則が公布された。主要諸外国の中でも早く、難しい復原性の基準を法制化したもので、動復原力の計算式のなかに、上記 MunkとSverdrupの波の η 度と波令の関係を示す図表が使われていることは、ご承知のとおりである。復原性規則が制定されてから、客船の設計は指標を与えられてやり易くなった。瀬戸内海客船もくれない丸以降は復原力に重点がおかれ、安全性は格段と改善された。また現存船については逐次、復原性基準による見直しが行なわれ、昭和38年の現存旅客船安全強化と昭和40年の救命設備規則等の制定と共に、救命艇撤去（膨張式救命いかだに取替）、パラスト搭載、操舵室位置下げ等の復原性改善工事が相次いで実施された。

（写真2，3参照）

一方、損傷時の安全性については、1919年 SOLAS において、タイタニック号遭難事件の反省から、はじめて

客船において、水密区画と隔壁の構造がとり入れられ、1929年 SOLAS では区画满载喫水線の指定がなされ、1948年 SOLAS において、損傷状態にある船舶の復原性に関する新しい規定が追加され、ようやく世間の関心が高まった。そうして、1960年 SOLAS では損傷時復原性の要件はさらに強化された。内航旅客船に対しては、小型であるとの理由も手伝って諸種の事情から船舶区画規程の適用は免除されていた。しかし、復原性は損傷時安全性や脱出設備、救命設備と共に総合的に論ぜられるようになり、法規の適用はなくとも自発的に区画規程を適用した設計が進められるようになったのであった。昭和40年以降は、カーフェリーブームが到来するとともに安全性の強化は必然的なものとなり、防火構造、消防、救命設備の法令改正とともに旅客カーフェリーに対して、 $L < 79m$ は1区画可浸、 $L \geq 79m$ は2区画可浸の区画規程が適用されるよう通達が出された。本文では、以上述べたような背景のもとでの、瀬戸内海客船の復原性の特徴、その改善の内容、ならびに損傷時安全性上の特徴等についてご紹介しよう。

2. 復原性

2・1 主要目と復原力

2・1・1 主要目の特徴

瀬戸内海客船を主とする内航旅客船、復原性の主要目は、一口にいうと幅広浅喫水、やせ型で乾舷の少ない船

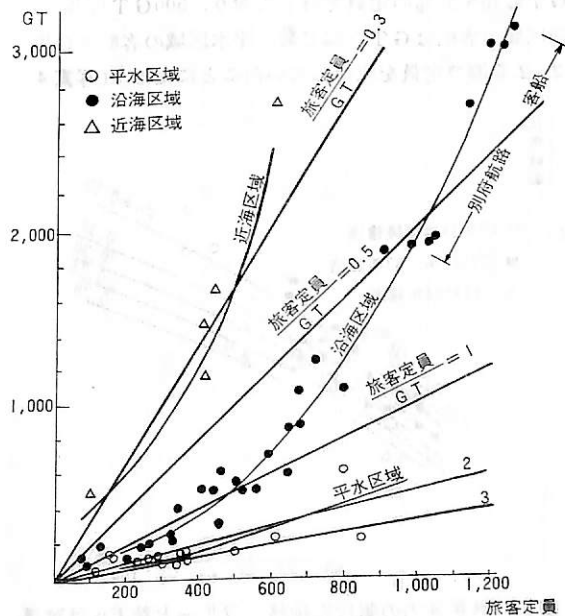


図1 GTと旅客定員の関係

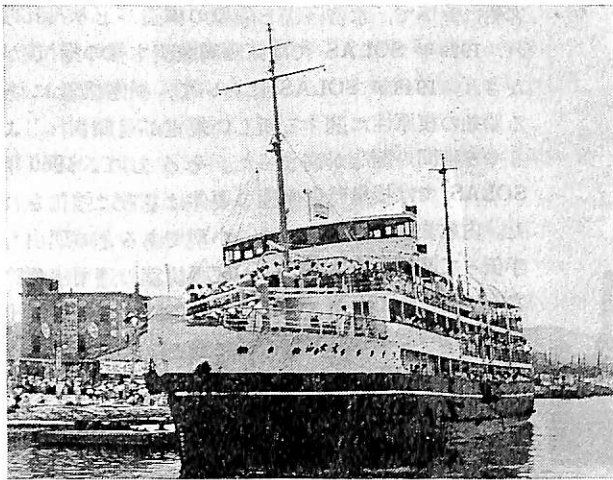


写真4 平水定員を取得して海水浴客満載の山丸
(800GT, 洲本港にて, 昭和29年7月)

型であった。 Δ/L^3 は 4×10^{-3} 前後で、船の大きさの割合に比し排水量が少ない。上部構造が大きく風による影響を受けやすく、船体重心位置が高く、動揺角度も大きくなる傾向があった。トップヘビーになりがちで、昔は固形バラストを搭載するのが常識であった。旅客定員が多く、彼等が上部甲板を舷側に移動する場合は、船は大きく傾斜し、排水量が小さいことは遊動水の影響を大きくし見掛けのGMを一層減少させるのであった。図1は我が国内航旅客船の定員とGTの関係を示したものである。図に旅客定員/GTの線を記入しているが、別府航路客船はGTの40~50%の定員を有しており、500GT程度の沿海区域の客船はGTと同じ数、平水区域の客船はGTの2~2.5倍の定員を取得していたことになる。(写真4

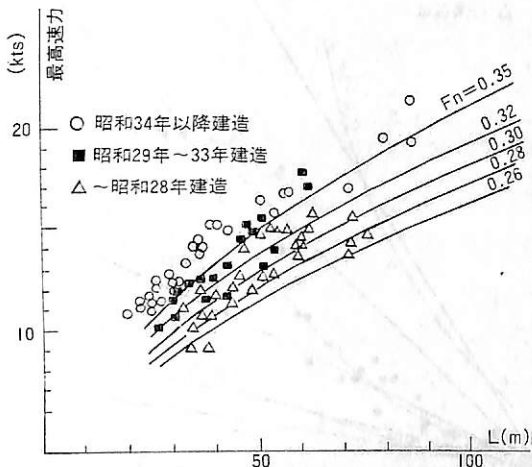


図2 最高速度の年代別推移 (フルード数 F_n は試運転速度に対するもの)

参照)したがって小型船ほど復原性上のトラブルが発生し易かったのである。次に、復原性の観点からは直接関係がないが、参考のために各船の最高速度を建造年代別に比較したのが図2である。フルード数をパラメータとして表示したが、昭和20年代は $F_n=0.28$ 前後であったものが、世の近代化につれ昭和30年代前半では0.32、それ以降は0.36程度まで引上げられたことを示している。このようにほとんどの船が造波抵抗が大きくなる高速域で就航するために、ファイン係数は $C_b=0.50 \sim 0.58$ とやせ型であった。図3は船幅変化の影響をみるために L/B を建造年代毎に L をベースに整理したもので、昭和20年代は L の大小に関係なく L/B は6以上であったものが、復原性規則が制定されてからは B を増大させる傾向が目立ち、大型船では $L/B=5.5 \sim 6.0$ と小さくなり、さらに小型船では5を下廻る傾向となり、フェリーとほとんど変わらない状態になった。 B/D は昔は2.1前後であったが、平水区域の小型船では復原性規則に合格するため、 $B/D \approx 2.5$ 前後まで大きくなり、これもフェリーなみになった。図4は d と L の関係を示すもので、 d は建造年代には関係なく、 L に比例して大きくなっている。近代船では増幅と重量軽減が実施され、固形バラスト

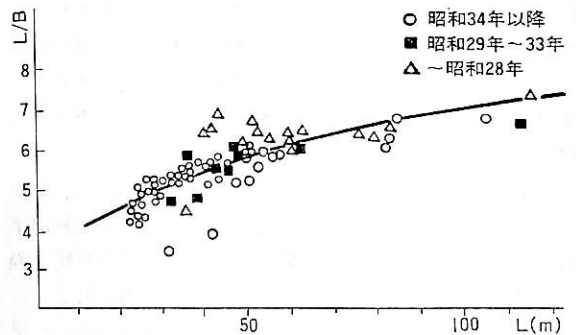


図3 L/B の年代別推移

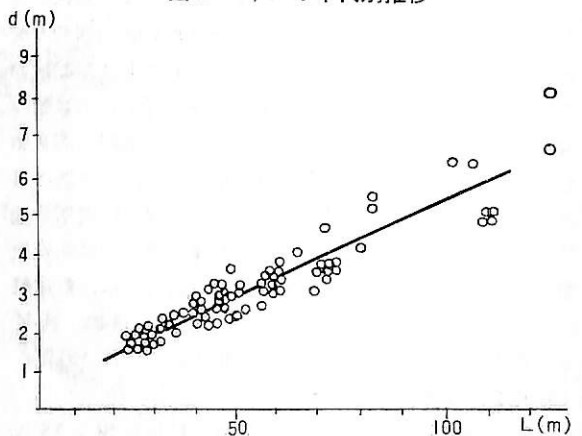


図4 喫水と長さの関係

表 1. 瀬戸内海客船の復原性主要目

別府航路客船 (瀬戸内海区域)

船名	G T	軽					荷					最大搭載人員	満載入港状態		搭載した固パラスト (t)	復原性改善のため行なった改裝工事
		排水量 (t)	Lpp (m)	L/B	B/D	B/d	KG/D	KM (m)	GM (m)	C係数	GZ max.					
○ くれない丸	2,999	1,953	80	6.0	2.1	3.8	0.97	6.90	0.82	1,195	2.15	0.286	0.275	なし	—	
○ むらさき丸	2,991	1,892	80	6.0	2.1	3.9	0.95	6.94	1.00	1,222	2.16	0.371	0.275	なし	—	
○ すみれ丸	2,646	1,475	77	6.0	2.1	4.2	0.94	6.60	0.98	1,159	2.47	0.448	0.275	なし	—	
○ こはく丸	2,671	1,473	77	6.0	2.1	4.2	0.91	6.57	1.10	1,275	2.94	0.374	0.275	なし	—	
○ あいぼり丸	3,165	1,800	82	6.2	2.1	3.9	0.94	7.03	1.15	1,280	1.48	0.387	0.275	なし	—	
○ こばると丸	3,164	1,824	82	6.2	2.1	3.9	0.98	7.11	1.01	1,280	1.22	0.346	0.275	なし	—	
■ るり丸	1,877	1,438	74.5	6.1	2.1	3.8	0.92	6.09	0.75	983	1.97	0.340	0.262	31	救命艇撤去	
△ こがね丸	1,900	1,491	74	6.1	2.1	3.9	0.90	5.87	0.55	1,017	1.50	0.260	0.258	不詳	沈没修復時、上部重量軽減	
△ にしき丸	1,907	1,366	74	6.1	2.1	4.0	0.89	5.78	0.61	1,044	1.66	0.270	0.258	なし	—	

○印：復原性規制制定 (昭31) 以降の建造
 ■：昭20～30年の建造
 △：戦前の建造

1,000GT型客船 (瀬戸内海区域)

船名	G T	軽					荷					最大搭載人員	満載入港状態		搭載した固パラスト (t)	復原性改善のため行なった改裝工事
		排水量 (t)	Lpp (m)	L/B	B/D	B/d	KG/D	KM (m)	GM (m)	C係数	GZ max.					
■ A 丸	1,090	899	60	6.0	2.1	3.4	0.91	4.90	0.52	724	1.2	0.230	0.215	43	{ 主機機室、日用清海水槽撤去	
■ B 丸	1,077	763	60	5.9	2.1	4.0	0.93	5.22	0.76	649	1.5	0.280	0.219	なし	—	
■ C 丸	1,020	872	60	6.0	2.1	3.5	0.90	4.82	0.50	667	1.2	0.250	0.215	70	{ 主機機室、救命艇撤去日所用海水槽撤去	
■ D 丸	990	819	60	6.1	2.0	3.5	0.91	4.96	0.57	617	1.25	0.231	0.211	30	{ 上記改裝のほか、アリュウ(シ)を一中板底に移設	
△ E 丸	1,047	806	60	6.25	2.1	3.1	0.83	4.56	0.78	856	1.08	0.234	0.206	不詳	{ 旅客旅行船に改造、上部重量減	

500GT未満客船 (平水区域)

船名	G T	軽					荷					最大搭載人員	満載入港状態		搭載した固パラスト (t)	復原性改善のため行なった改裝工事
		排水量 (t)	Lpp (m)	L/B	B/D	B/d	KG/D	KM (m)	GM (m)	GM (m)	限界傾斜角にとりあつたGM					
○ F	500	382	50	5.8	2.5	4.5	0.97	5.04	1.64	1,133	1.43	1.04	1.04	—	—	
○ G	351	270	42	5.5	2.4	4.2	0.86	4.39	1.39	746	1.06	0.95	0.95	—	—	

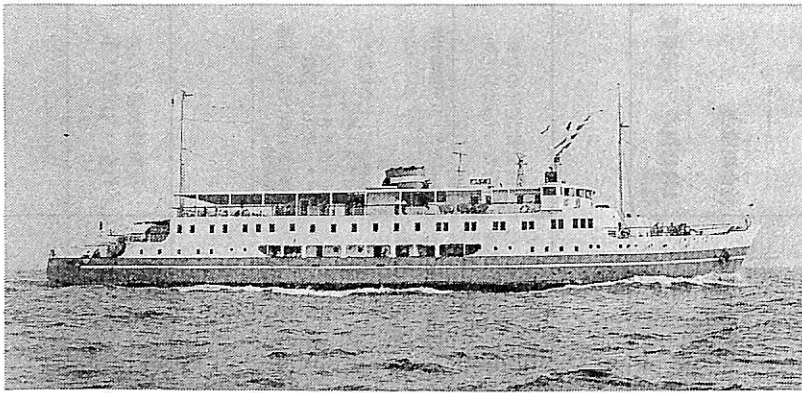


写真5 当初から復原性が良好であった さくら丸

トを搭載する必要がなくなったから、 d は減少するはずであるが、代りに上部構造が大型化し、載貨重量も増加することなどで、 d は昔の船とほとんど同じ大きさであ

った。表1は別府航路客船とその他の代表的瀬戸内海客船の復原性主要目をまとめたものである。○印は復原性規則公布以後に建造されたもの、■印は終戦直後の第1次建造小型客船、△印は戦前建造されたもので、上述した主要目の傾向がよくわかれる。

2・1・2 重心位置の上昇 (表1参照)

貨物船の軽荷状態の KG/D は船の長さが短いところでは0.65~0.93、長さが長くなるにつれて下り0.60~0.80ぐらいに分布している。昔の客船は0.85前後であったが、別府航路客船は上部構造が他より大きく、それらは多数の客用個室、公室を含み、種々の艙装設備により重心が上昇する一途をたどってきた。戦前建造の船は KG/D は0.9前後であったが、戦後建造された1,000GT型客船はにしき丸型になって個室を増加させたので KG/D が上昇し、0.98前後まで達した。これでは明らかに復原力が不足し、対策として各船40~70tの固形バラストを船底部に搭載し、やっと KG/D を0.93程度までに引下げることができたのであった。表1に示されているB丸(さくら丸)(写真5)だけは、初期計画時より重心低下を図り、3.2mm厚さの上部鋼構造を採用し、船底外板は規程より厚目のものが使用され、その結果、バラストを搭載することなく $KG/D=0.93$ をうるることができた。その後、前述のように、復原性基準による見直しが続々となされ(昭和35~40年)、船によっては救命艇を撤去し、あるいは操舵室の位置を下げる等の復原力改善工事が実施され、 KG/D は0.90前後まで下げられたのである。復原性規則公布後の新造船は、当初から B を大きくし、また整形ファイネス係数 C_v を減少させ(0.65~0.70)、水線面積係数 C_w を大きくして、メタセンタを高くする方法がとられた。図5、図6は客船の C_v と C_w が KB と BM に影響する度合いを知るために参考として掲げたものである。別府航路客船の上部構造は建造ごとに増大し、救命艇を膨張式救命いかだに置換した

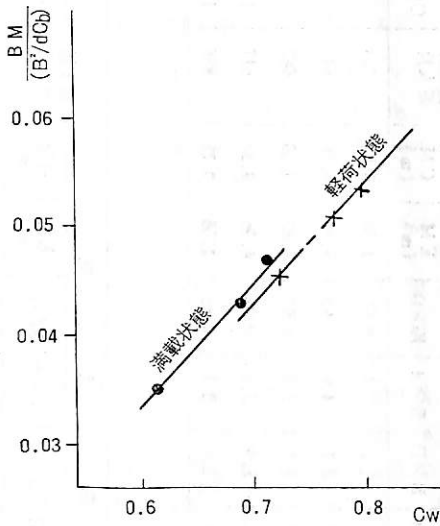


図5 客船の BM と C_w の関係

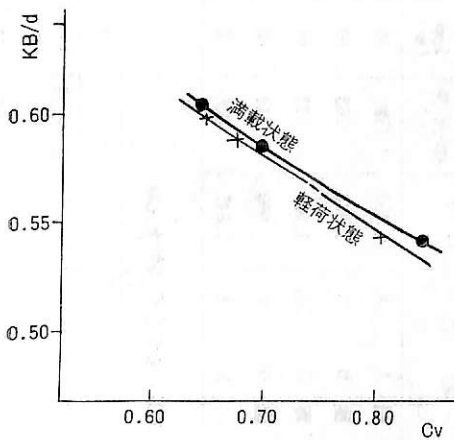
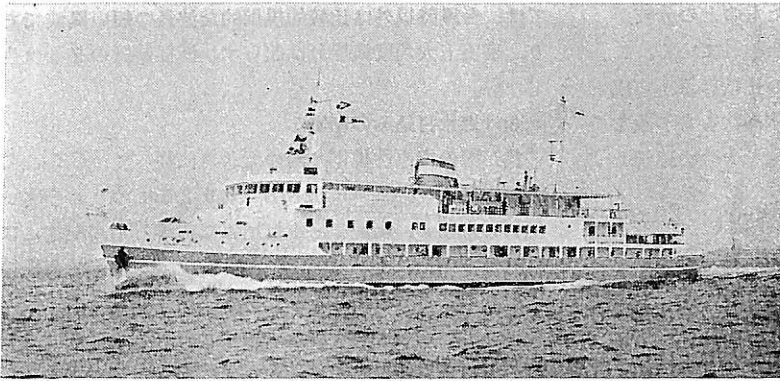


図6 客船の KB と C_v の関係

写真6 修学旅行船に大改造された
おとわ丸
(改造後わかば丸)



り、上部構造への軽合金使用、あるいはライトコルゲートパネル（ハットウォール）の広範囲使用等により、重心低下が図られたが、上部大型化による重心の上昇の方が勝り、 KG/D は0.94~0.98まで上昇した。（しかしこの傾向も風圧影響による操縦性能の悪化を懸念し、 $\frac{\text{水上風圧側面積}}{\text{水中側面積}} \approx 2.7$ を限度としてとどめられた。）けれども、船の形状改善によるKMの増大効果は重心上昇を上廻るものであったから、ノーバラストでも充分余裕をもって基準に合格することができたのである。このKGとKMがともに増大する傾向は、フェリー化とともにさらにひどくなり、旅客フェリーでは $KG/D=1.1\sim 1.2$ に達し、KMもまた大きくなった。以上のように瀬戸内海客船の復原性の主要目の傾向はそのままフェリーの設計に受継がれて発展していったのである。

次に老令化した客船の重心位置が新造当時より上昇することをお話ししよう。復原性規則が実施されてから、在来船の復原性の見直しが相次いで行なわれたが、傾斜試験を実施するごとに竣工時の成績との食違いが発生した。各船の軽荷重量は経年とともに増加し、重心位置は上昇していたのである。にしき丸の修復（火災沈没復旧）や、おとわ丸の修学旅行専用船への改造（写真6）のような、徹底した大改造では、不思議と新造当時の重量、重心位置に復したものであったが、入渠毎に繰返される船体内外の塗装による重量増加、倉庫内の重量増加、さらに古くなった木甲板、木部造作の吸湿による重量増加等が累積して、相当量となり、それらが主として上部構造部に集中したためであろう。船令20年程度でそれらの重量増は軽荷重量の5~6%、1,000~2,000GT客船で40~80トンに達し、 KG/D の増加は0.02程度、すなわち10cm前後、重心位置が上昇していた模様であった。したがって新造当時から復原性に問題のあった客船は古くなるとより一層運航上の注意が必要であった。

2.2 復原性の判定基準

我が国の復原性規則は昭和28年からの総合的研究の成

果として昭和31年に公布された。諸外国においては、米
国が1952年（昭和27年）に、ソ連が1959年（昭和34年）、
東独が1956年（昭和31年）、ポーランドが1957年（昭和
32年）にそれぞれ復原性の基準を制定した。これらの各
復原性基準は多年の経験と、復原性、安全性についての
学理を基礎とし、諸事情を慎重に考慮し、それぞれの国
情に最もよく適合したものとして採用されたものである。
船が転覆する要素は複雑にからみ合い、遭遇するであ
らうすべての状態に対し復原性の良否を判定することは
不可能に近いから、我が国の復原性規則では船の復原
力曲線に結びついた、 GM 、 GZ_{max} 等の媒介変数の最小
値を押えるという方法がとられ、これはまた、古くから
行なわれてきた最も簡単な方法であった。復原性規則で
は、その就航海域において、転覆に影響を及ぼす各要因
の大きさや程度を想定し、各要因間の比重を定めて判定
し、未知の要因、評価の困難な要因、きわめてまれにし
か起らないと思われる要因に対しては、適当と思われる
余裕が見込んである。安全を決める尺度として、船の保
持する復原ポテンシャルと外力のなす仕事の比率、すな
わち動復原性の度合いを判定し、そうして、在来建造さ
れ、多年さまざまな気象、海象の中で十分安全に就航し

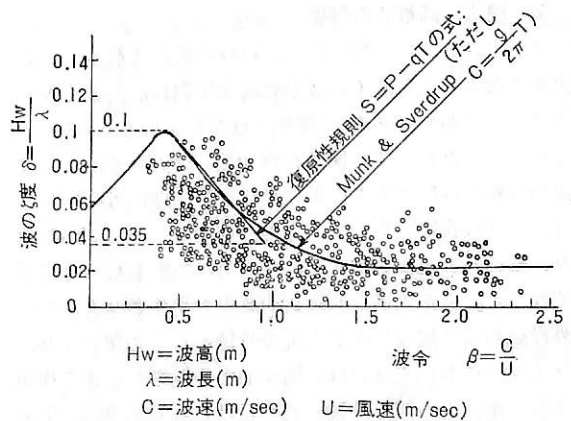


図7 Munk と Sverdrup の波の勾度と波令の関係

たものと、明らかに復原性不足であったものとの分岐が復原性判定の限界尺度となるように決められている。このように復原性の判定は過去の船舶との比較計算から成り立っているから、新しい寸法比率や船体形状をもつ船を設計する場合は、基準が作成された根拠を十分に理解しておく必要を感じる。

2・3 内航客船の動復原力の特徴

幅広、小乾舷の内航客船が荒天に遭遇して就航するときの動復原性について、復原性基準と対比しながら、次にその特徴を述べる。

(1) 波の η 度の影響

復原性規則では、風速を近海区域以上は26m/sec、沿海区域は19m/sec、限定沿海および瀬戸内海は15m/secと想定し、突風による風圧を1.5倍としている。横揺れ角を求める算式に使用されている波の η 度は、MunkとSverdrupの図表を基礎として決められている。

図7にMunkとSverdrupの曲線を示し、復原性規則に用いられている算式を併記した。内航客船の横揺れ固有周期は一般に短いから、波令の若い波と同調し、波の η 度は大きくなる。復原性規則では不規則波中における通常起りうる最大横揺れ角として次式を与えている。

$$\theta_{max} = \sqrt{138 \cdot \frac{r}{N} S}$$

r : 波の有効傾斜係数 N : 減減係数

$$r = 0.73 + 0.60 \frac{OG}{d} \left(OG \text{は直立状態での、} \right)$$

(重心と水線面間の距離)

S : 波の η 度 $\frac{H_w}{L_w}$

H_w : 波高 L_w : 波長

上式において波の η 度が大きくなると最大横揺れ角 θ_{max} も大きくなる。けれども沿岸の海象ではさらに異常な η 度をもつ場合も起りうるから、基準を適用する場合には、海域によっては十分な余裕をとる必要がある。

(2) 幅広、高重心の影響

d が小さく、 G が高いため、 OG が大きくなり、 r も大きくなる。さらに C_m (中央断面係数)が小さく N も小さくなりがちである。(規則では N はふつう0.02としている。したがって、横揺れ角 θ_{max} は大きくなる。最近の客船の GM は大きいから動揺周期は逆に小さくなり、大きな横揺れ角と小さな動揺周期をもつことになり、横揺れ加速度を増大し、荒天時に船酔いを起させやすくなった。また大横揺れは荷崩れ等を発生させるから、外洋航海では減揺装置が安全の見地からも必要となり、フェリーにおいては横揺れ角が 20° を越さないよう指示され、事実上の減揺装置が義務付けられる結果になった。)瀬戸内海では前述の紀淡海峡や、豊予海峡を除い

ては、台風時以外は比較的規則的な波長の短い風波であり、事実上大角度横揺れは起らず、減揺装置の必要は生じない。

(3) 海水打込みの影響

我が国の復原性規則は船の大きさに従って、 GZ_{max} の最小限度($GZ_{max}=0.0215B$ 又は $0.275m$ のうち小さい値)を規制し、転舵や海水打込みに対する余裕をここに見込んでいる。しかし瀬戸内海客船は平常穏やかな海域に就航し、多数の旅客を頻繁に上下船させるために舷が低い。したがって荒天遭遇時の海水の打込みの頻度、量はともに大きくなる可能性が強く、海水打込みによる船体の傾斜エネルギーは想像以上に大きく動復原性に悪影響するから、これに対する余裕を充分にとることが望まれ、復原性規則に示されるような漠然とした余裕では不安である。

昭和27年春、筆者が250GT型平水客船の建造を担当し、目的地高松への空船廻航に同乗した時のことであった。同日は折悪しく寒冷前線通過で1,000GT以下の定期船はすべて欠航していた。同船は諸行事のスケジュールの都合もあり、目的地への廻航を強行した。大阪湾は荒れ、神戸須磨沖(屋島丸遭難の場所)では三角波が発生し、波向と風向は異なり突風が吹いた。同船の固有動揺周期は5秒以下で、たちまち斜横の波浪を受け、大揺れをはじめ揺れ角は 20° を越し、風力に圧流されて針路維持も困難になった。動揺により上甲板舷側は海水に浸り、波浪が打上げた。復原性基準のない時代であったが、図らずも耐航性試験を実施し、復原力を確認するようなものであった。辛うじて明石海峡にたどりついてからは、海上は規則的な波に変わり動揺はびたりとおさまった。このように日本沿岸は地形、海流等によって局所的に海上の状態が急変し、全く不規則に変化する。当時の風力は15~20m/sec、波高は2m程度であったと思うが、これらに同調揺れを生じやすい小型船にとっては不規則波は大そう苦手である。むしろ外洋波の方が海象に規則性がある操船し易い。屋島丸や南海丸事故のような過去の大きな海難がこうした場所で起り、また風浪による一般海難事故の統計をみても、外洋よりも沿岸近くで事故が多発する傾向にあることに留意すべきであろう。沿岸波ほど海水打込の確率が高いと考えられる。

(4) 追波中の復原性

船は波との出会いにおいて固有周期に同調したものを適確に選択して同調揺れをすることは、乗船すればすぐに体験する。したがって複雑な波が多方向から押寄せると不規則波海面では操船が難しい。復原性上最も注意を要することは、船が追波中であって波の進行速度と船の速

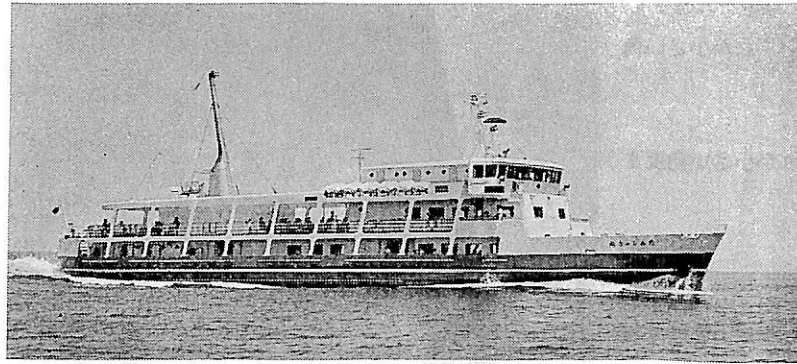


写真7 追波の打込みを防止するために船尾楼を設けた
たんしゅう丸 (500GT,
平水区域)

度がきわめて近くなったときで、波の η 度の大きい沿岸波の中で小型船がこういう状態に遭遇する場合は危険が想定される。波長が船の中央にある場合には、船が平衡を保つために、船の前後で大きく水線面積が失われ、中央部では水線面積の増加がきわめてわずかで全体として水線面の慣性モーメントは大きく減少する。GZも減少し復原力がおそろしく低下する。こういう状態で同調横揺れを起すと傾斜角がきわめて大きくなることが予想され、転覆の可能性も存在する。船首、船尾が極端にやせ、水線部分の大型化でメタセンタを保っている客船船型は追波に弱いと考えられる。波の荒い北欧では漁船や、サブライポート等が追波で遭難したと聞いている。昭和35年以降に建造された500GT未満の小型客船はこれらに対処して復原力を補い、海水打込みを減ずるために船尾楼や低船尾楼が設けられたものが多い。(写真7)

(5) 復原力範囲の検討

復原性規則が制定されてから、Bの増大が目立つようになったが、乾舷はトップヘビーになることを恐れ、むしろ減少の傾向さえあった。したがって、B/Dはますます大きくなった。それによりGMは増大し、そのまま

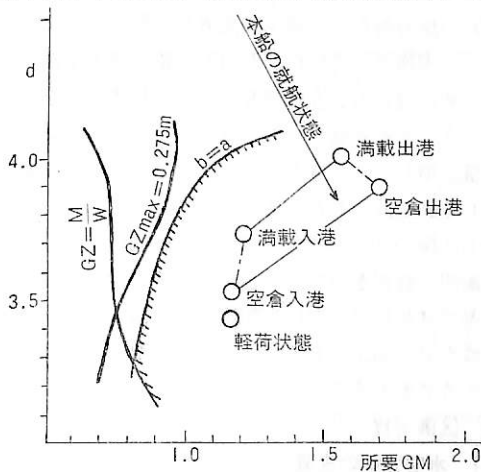


図8 別府航路客船あいぼり丸の復原性判定図

GZも増し、動復原性の基準にも劣することなく合格できるようになった。表1にみられるように、瀬戸内海区域の基準ではC係数は2前後(沿海区域基準にも十分合格)まで向上した。復原力範囲も $50\sim 60^\circ$ 、海水流入角は 30° 以上とますますであった。図8に別府航路客船あいぼり丸の復原性判定図を参考までに掲げた。充分に余裕のあることが示されている。けれども、我が国の復原性基準はあえて復原力範囲の規制をしていない。現在までの船型ならばこれでも問題は生じないが、フェリー化は幅広、浅深の傾向を異常なまでに助長した。従って今後、箱型のデッキバージを船舶にしたような船型があらわれる可能性もある。GMやGZは極端に大きい、復原力消失が 40° 以下の横傾斜で生じ、 $20^\circ\sim 30^\circ$ で海水流入が起ることもありうると考えられる。この場合でも復原性基準には合格である。遭遇する海象が未知であることを考えると、実際の就航中に 40° 近くの大揺れは実際に起りうるであろうから、設計者の原点に戻って復原力範囲の増大に配慮すべきであろう。最も望ましいのはやはり 60° 以上の復原力範囲を確保することである。IMCOは1968年の総会決議事項として「100m以下の旅客船及び貨物船の非損傷時復原性に関する勧告」と称して、小型船の復原性基準を作成した。それによる旅客船の場合を図9に示す。

1) GZ曲線にて $\theta=30^\circ$ までの面積A

$$\begin{aligned} A &\geq 0.05 & \theta \geq 30^\circ \text{で} GZ &\geq 0.20\text{m} \\ B &\geq 0.03 & \theta_{\max} &\geq 25^\circ \\ A+B &\geq 0.09 \end{aligned}$$

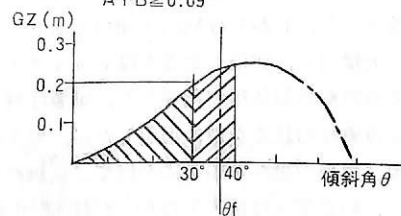


図9 IMCO 1968年のL<100m客船の復原性基準

$$A \geq 0.055 \text{ (m-rad)}$$

2) $\theta = 40^\circ$ 又は海水流入角 (θ_f) のいずれか小さい角度までの面積 $A + B$

$$A + B \geq 0.09 \text{ (m-rad)}$$

3) $\theta = 30^\circ$ から 40° 又は θ_f のいずれか小さい角度までの面積 B

$$B \geq 0.03 \text{ (m-rad)}$$

4) $\theta \geq 30^\circ$ にて $GZ \geq 0.20m$

5) 最大復原艇角度 $\theta_{max} \geq 25^\circ$, 30° 以上が好ましい。IMCOの規則ではこのように復原力範囲も規制されている。

(6) 遊動水の影響

瀬戸内海客船は排水量が小さく、 B が割合からいって大きいから、二重底を左右両舷2分割するだけでは遊動水によるGMの損失が200mmをこすことがある。昭和23年、1,000GT型新造船が、はじめて就航したとき、阪神間でわずかな風で反対舷に大傾斜した。傾斜試験の結果から推定すると、その時の状態ではGMが0.6mはあり、そんなに傾斜するはずはない。調査の結果、舷から舷までフラットになっている機関室二重底上にビルジが溜り遊動していた。当時の機関室二重底上の配管は複雑にからみ合い遊動水の発見が遅れたのであった。全幅10mのタンクトップ上に遊動水が生じると、GM損失は軽排水量であるから容易に40~50cmに達する。船体が傾斜するのも至当であった。くれない丸型以降はビルジの生じ易い機関室等はビルジュエルや大きなハットを設けて就航時に遊動水が発生しないよう配慮された。各タンクの横幅も制限して全遊動水による合計損失を50~60mm以内にとどめるよう細かい努力が払われた。

3. 損傷時安全性

3・1 にしき丸沈没の教訓

昭和30年1月7日、黒煙天に押し、近寄ることもできなかったにしき丸の火災は皮肉にも同船の沈没とともに鎮火し、鋼構造の被害は少なかった。ただちに修復され、船室は近代化され、旅客から好評をばくし、同船は昭和46年、別府航路を撤退するまで観光船に次いで活躍した。修復に当って、上部構造の艤装重量は軽減され、復原性も改善された。しかしGMが0.8mもありながらも簡単に大傾斜し、沈没したことはショックであった。沈没当時の同船の船体傾斜角等から、筆者は個人的に事故当時の復原性の状態を逆に推定したが、消火のための放水が第二甲板中央から船首にかけて二区画の客室の床上に溜り、船底部へは流入しなかった模様であった。遊動水の影響でGMは負となり、船首沈下と同時に

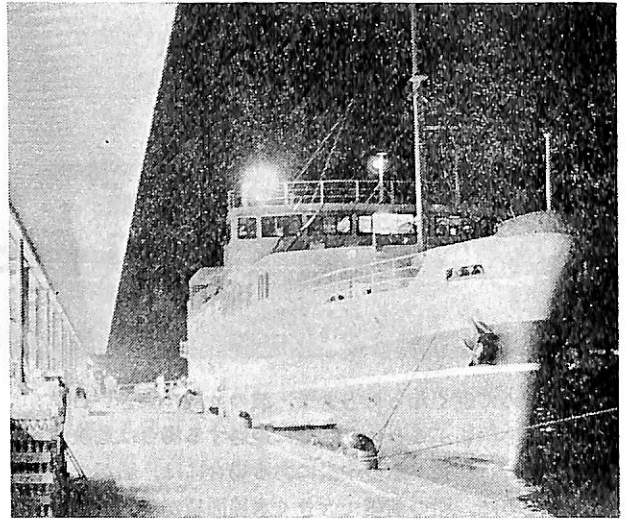


写真8 安全上好ましくなかった第二甲板の丸窓
(防舷材の直上のもの)

大きく横傾斜し、火災のため破損した舷窓が水没し、浸水がはじまったと想定された。第二甲板上の遊動水によるGMの損失は1.5m以上に達するから同船GMは負となり大傾斜したのであった。同様の浸水は衝突によっても起りうるから、これは客船の損傷時安全性にとって重要なことである。まず、それに備えて所要GMを一段と大きくする必要があると考えられ、この教訓はくれない丸の設計に生かされ、「船型設計の話」で既述したように、高速をうるための船型改善よりも優先して実施された。さらに第二甲板の舷窓は安全上好ましくないと判断し(写真8)すみれ丸建造以降はこの取付けを廃止し、現存船の舷窓も閉鎖し、蛍光灯の照明窓に設備替えした。

昭和11年建造のこがね丸はみどり丸衝突沈没事故(昭和10年)の反省から、水密区画配置が当時のSOLAS条約に従って実施されていた。しかし、損傷時復原性については、昔は現在のように詳しく研究されていなかったであろう。水密隔壁を増加させたことなどからこがね丸は重量が増し、にしき丸と同一主要寸法の同船は喫水が増加し乾舷が減少した。その結果にしき丸では辛うじて水線上に保つことができた第二甲板舷側線が水線下となり、衝突で舷側を破られると横転する危険を助長した。これでは折角の水密区画配置も無意味となる。損傷時安全性を真に向上させるには、船体主要寸法から抜本的に改める必要を感じるのであった。

3・2 区画規程

3・2・1 水密区画の配置

現在の区画規程では1960年SOLASの基準が用いられ

▄▄▄▄▄ : 隔壁甲板

图10 各船型的可浸長と隔壁配置

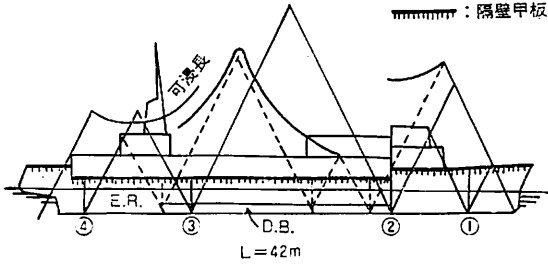


图10(a) 350G T 平水区域 F丸

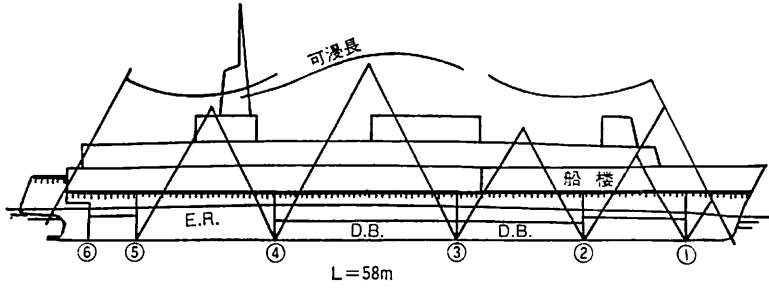


图10(b) 1,000G T 沿海区域
一層甲板船 G丸

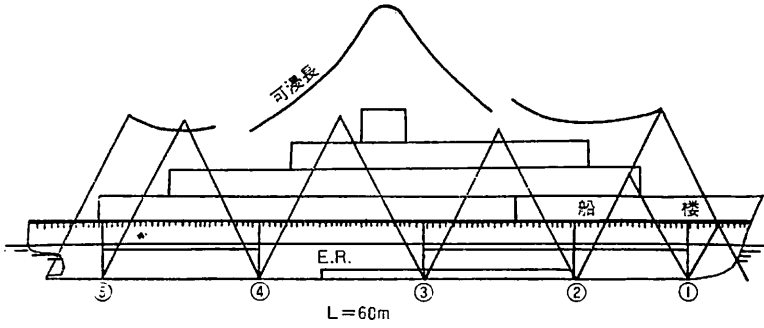


图10(c) 1,000G T 沿海区域
二層甲板船 A丸

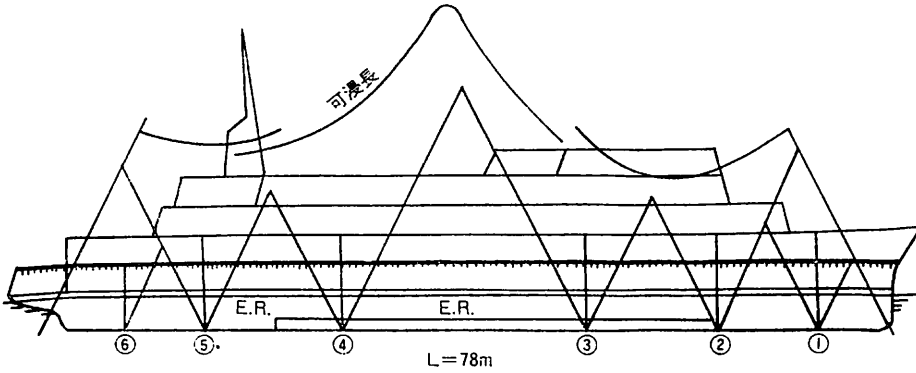


图10(d) 2,700G T 沿海
区域二層甲板船
S丸

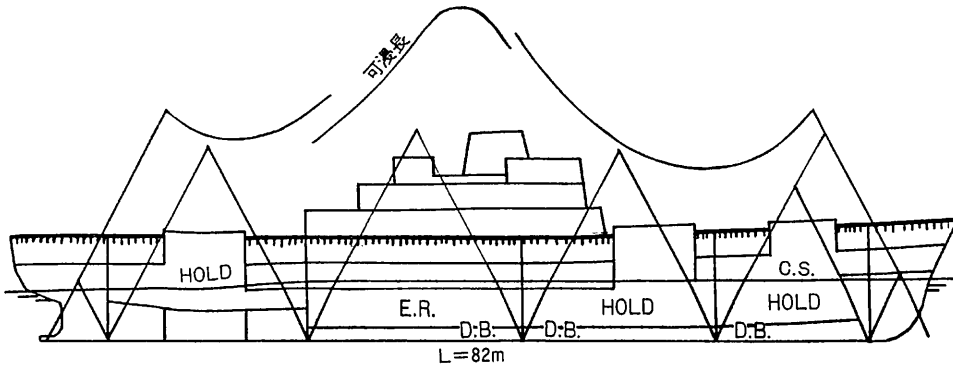


图10(e) 2,500G T
近海区域全
通船楼二層
甲板船
U丸

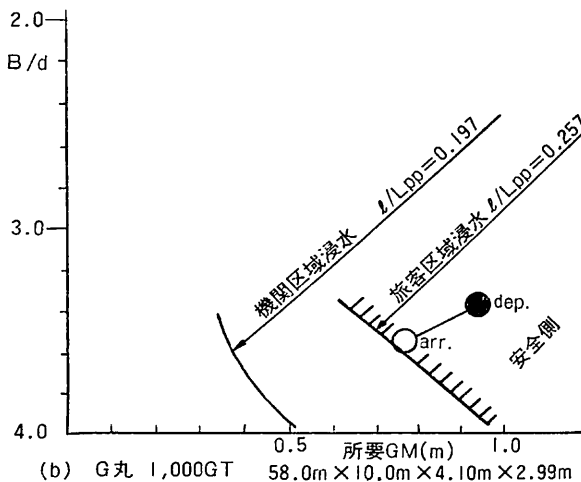
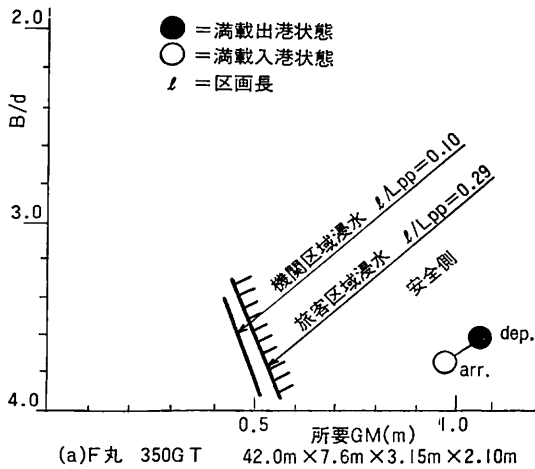
ている。その内容については各教科書等に記載されているから本文では省略する。旅客フェリーについては昭和48年、運輸省通達で次のとおり2区画可浸の方式が義務付けられ一段と改善された。

- 1) $L \leq 45m$ のとき、1区画可浸
- 2) $45m \leq L < 79m$ のとき、船首尾は隣接する2区画可浸、その他1区画可浸
- 3) $L \geq 79m$ のとき、隣接する2区画、その他1区画可浸

L：鋼船構造規程による船の長さ

旅客フェリー：旅客定員が12人を越えるカーフェリー

2区画可浸は生存率が優れているが、 $L < 79m$ の小型船は区画長が短くなり一區画可浸の方がよいとされている。瀬戸内海客船に区画規程を適用する場合は、一區画可浸で検討すればよい。区画係数 $F = 1$ で、可浸長と可



許長は等しくなる。

3・2・2 損傷時復原性の判定

図10(a)~(b)は350~2,700GTまでの客船の中から段階的に代表的なものを選んで、船体側面形状と可浸長曲線を示したものである。F丸、G丸、S丸、U丸は日本海難防止協会、区画復原性委員会へ報告されたものであり、筆者は委員として内航客船の研究を担当した。図11(a)、(b)、(d)、(e)はF丸、G丸、S丸、U丸の損傷時復原性の計算結果をまとめ、浸水最終段階でGMが0.05mを保持するための非損傷時所要GMを求めたものである。普通は縦軸にdを用いるが、各船を比較するためにここではB/dに置替えたものである。また同計算では浸水中間段階における船体傾斜角もチェックされた。

3・3 各船型についての評価

以上の代表的計算結果から推定し、各船型について、

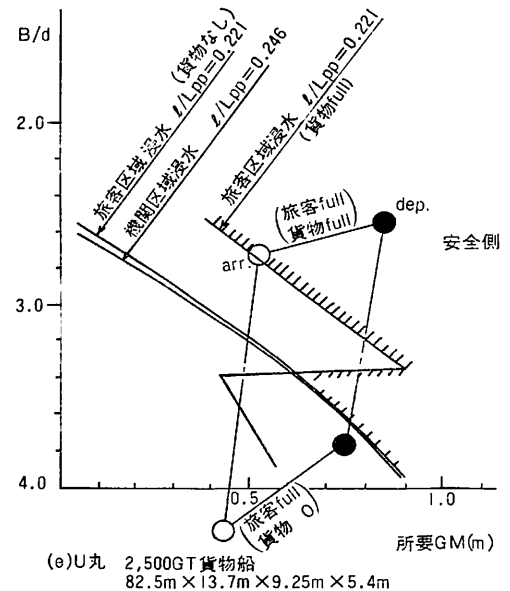
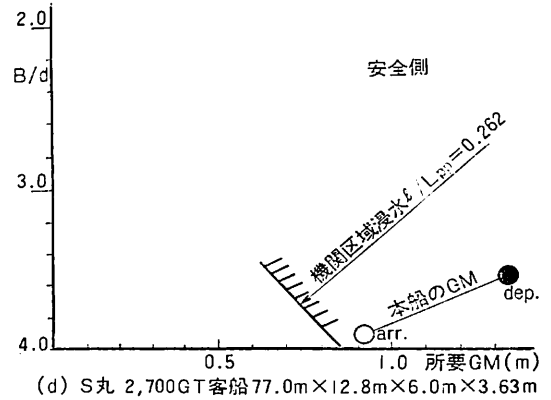


図11 (a)(b)(d)(e)各船型の損傷時復原性の判定図 (所要GM~B/d曲線) (GM ≥ 0.05m)

損傷時復原性を主にした評価を行なってみよう。

(1) 500GT未満の客船 (図10(a), 図11(a))

F丸 350GTがその例である。すでに述べたように、GTの2.8倍という多数の旅客を搭載している。近代の客船は就航中のGMは一般に大きくなり、1.0mを越すものが多く、非損傷時復原力は十分高いといえることができる。けれども水密隔壁配置はLが小さいから難しい。この船型では、図10(a)に示すように破線で画いた隔壁配置に変更しないと合格はおぼつかない。やせ型の船体と、高出力機関の搭載を必要とすることを考えると、船尾機関船では余程高速回転の小型主機関を選定しないと配置困難であろう。損傷時の復原性は機関室区域に浸水するときは、浸水は機関室底部に流れ込み、バラスト効果を発揮するから、浸水により大きな傾斜モーメントは生じない。したがって浸水時の船体傾斜は問題とならないほど小さいが、客室区域に浸水した場合は、二重底が無傷で残り、高さの高い平坦なタンクトップ上に100~150トン浸水したとき、横傾斜モーメントにより、15~16°の船体傾斜が想定される。さらに、波浪の打込み、旅客の船内移動等による傾斜モーメントを考えると、この船型の船体傾斜角は海水流入角を越えるおそれがあり好ましくない。したがって、さらに大きなGMが就航中に確保される必要が生じる。

(2) 1,000GT型客船 (図10(b), (c), 図11(b))

一層甲板型と二層甲板型(在来型)の2型式が考えられる。一層甲板船(図のG丸)は前項の500GT未満の船と同じ傾向を示すが、 $L=60m$ と大きくなるから水密隔壁を配置するのも船楼を設けることも容易になり、復原力範囲も拡大できる。就航中GMは最近の船では1.0m前後に引上げられたから損傷時復原性の最終段階では問題が生じない。ただG丸の二重底は客室床面就確保の関係から深さが大きくなっている。その分だけ浸水の重心位置が上昇するから、前述の500GT未満の客船と同様、各区域のタンクトップ上に浸水する中間段階で船体の大傾斜が起ることが想定される。次に第二甲板を有する在来型(A丸)では、もし水線直下の第二甲板に浸水した水が船底に流入しないと、にしき丸の例のようになって危険である。過去、永年の間に、この型の客船が他船から衝突されたことは何度かあった。いずれも損傷が小さく大事に至らなかった。典型的な損傷は図12に示すとおりであった。相手船の傾斜船首材はまず上甲板および舷側厚板に破口を生じ、喫水線上50~60cmのところにある防舷材の防護で、それより下方の損傷を免かれた例がほとんどであった。

これは衝突に対し防舷材が安全上有効であることを証

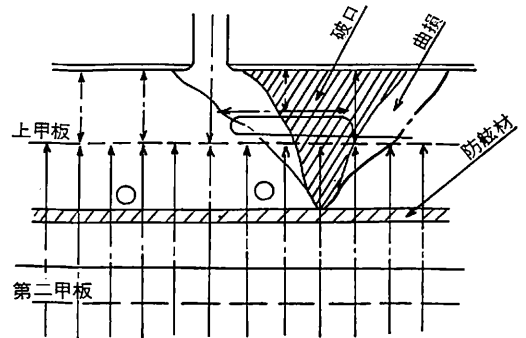


図12 内航客船の海難損傷例

明するものであるが、不幸にして防舷材が破られた場合は、水線部外板が破口し、水線下の第二甲板が抵抗して破口がとまり、第二甲板以下が無傷で残ることが予想され、大そう危険である。

今後、このような第二甲板を設ける場合は、鋼甲板と外板との間に間隙を設け、浸水が直接二重底上に落下し、遊動水や非対称傾斜モーメントを生じることなく、バラスト効果を発揮するよう配慮すべきであろう。

(3) 3,000GT型客船

別府航路客船S丸(すみれ丸)と近海区域貨客船U丸の2隻の計算例が示されている。

(a) 別府航路客船S丸 (図10(d), 図11(d))

非損傷時の復原力に余裕があることは前述した。水密隔壁の配置も図10(d)に示すとおり問題はない。すみれ丸型から、機関区域は主機室と補機室に2分割され、損傷時安全性の面から都合がよくなった。第二甲板もこの船型では喫水線上に配置され衝突時の浸水は二重底上へ流入することからはじまり、バラスト効果を発揮して、GMの損失が少ない。また、就航中のGMは浸水による損失を上廻って大きいから浸水中間段階における傾斜も少ない。

(b) 貨客船U丸 (図10(e), 図11(e))

この船型は航洋型で隔壁甲板が高く可浸長が大きくな

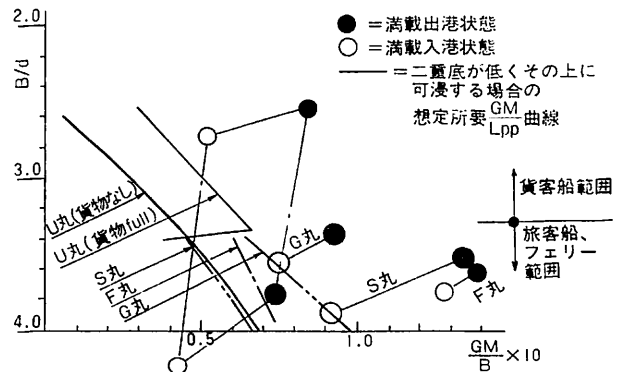


図13 損傷時復原性判定図

るから水密区画配置は楽で、非損傷時の動復原性は比較的良好な船型である。第二甲板が水線下にあるが、貨物倉が空の場合は、浸入水がバラストとして重心降下の作用を成し、浸水によるGM損失値は比較的小さい。けれども、貨物倉が満載の場合は、浸水は主として第二甲板上に多く溜り、図に示すようにGM損失が急増する。同船の就航状態の範囲が図示されているが、就航中の損傷時安全性が基準に合格するのは、船倉に貨物を十分に積み、喫水が深く、排水量が大きい場合で、貨物を積載しないときは $GM \geq 50mm$ の基準に不合格となり、船体が大傾斜することを意味している。したがって、損傷時安全性の見地から、就航中 $GM \geq 1.0m$ が望ましく、これによる動揺角の増大や、乗心地の悪化は減揺装置の装備で防止する傾向へ移向しなければならなくなった。

以上の各船型の損傷時安全性の判定図を総合的に比較するため、横軸を $GM/B \times 10$ で無次元化し、一枚にまと

めたのが図13である。二重底高さが低く、浸水時の重心低下が大きいS丸やU丸クラス（貨物なし）の場合は、図の太線で所要GM曲線を近似できるようである。二重底高さが大きいか、又は第二甲板上に浸水量が多い場合は、同曲線より右へずれ、所要 $GM/B \times 10$ が大きくなることがわかる。S丸、F丸、G丸等は就航中の $GM/B \times 10$ の値が十分に大きいから、損傷最終段階の基準を満足できることを示している。最近のフェリーは $GM/B \times 10$ が1以上になるように計画し、損傷時安全性の基準に合格するようになっている。

以上のように、内航客船の各船型について、損傷時安全性の検討がなされたが、とくに小型船でない限り、設計に留意すれば、充分基準に合格できることがわかった。そのために、就航中GMの大きさは従来のものより一段と引上げられねばならず、 $GM/B \times 10$ の値が1.0以上を確保するようにならなければならなくなった。

『連絡船のメモ』（下巻）発行！（上・中・下巻）完結

日本国有鉄道・船舶局次長 泉 益生 著

昭和47年上巻を、そして50年に中巻を発刊して2年目下巻の発刊をみ、連絡船のメモ（上・中・下巻）は完結致しました。本メモは、昭和43年以来、同題で8年間に亘って「船の科学」に好評裡に連載されていたものであります。すでに、連絡船の船体関係につきましても、国鉄・鉄道技術研究所の古川達郎氏により『連絡船ドック』、『続・連絡船ドック』として刊行されておりますが、本メモは各装置全般について、制御システム、設計の意図、就航後の状況等を詳述したもので、著者積年の願いである“安全な船を造る”思いが全編にわたって漲っており、これらは設計・現場・操船の分野を問わず、“安全な船”ということに関し日夜努力を惜しまぬ方々にとって、大いに参考になる座右の書であります。

（誠に申し訳ありませんが上巻は売切れしました）

【本書の内容】

（中巻） B5判 上製 250頁 3,000円（〒200円）
第7編 ヒーリング装置
第8編 船尾扉
第9編 水密戸

（下巻） B5判 上製 360頁 4,500円（〒200円）
第10編 繋船機械
第11編 操舵室と航海設備
他各編参考資料多数
昭和52年7月1日

〒104 東京都中央区新川1-23-17（マリビル6F）

発行所 船船技術協会 電話（03）552-8798

振替 東京3-70438番

取引銀行 第一勧銀 茅場町支店（当座）

三菱銀行 日本橋支店（普通）

『連絡船のメモ』購入申し込み書

1. 申し込み部数及び代金
（中巻） 部 円 （下巻） 部 円
1. 送金方法
現金書留、振替、銀行（ ）送金
上記のとおり購入申し込み致します。
昭和52年 月 日
住所
氏名 ⑧
船船技術協会 御中

2 液形長期防汚・防藻塗料

“ラバマリン A/F No. 1000” について

関西ペイント株式会社

1. まえがき

船舶外板没水部に生物が付着すると摩擦抵抗が著しく増加して、航行速度の低下、燃料消費の増大をまねき、経済的に大きな損失をこうむることは周知の通りである。

このため、通常1年から1年半で定期的に入渠して船底防汚塗料の再塗装が行なわれているが、近時、運行効率の向上、法規の改訂、経費節減から2年間無入渠が、1つの目標となりつつあり、これに耐える高性能の防汚、防藻塗料の出現が強く要望されている。

船底防汚塗料とは、いわゆる防汚剤を含有した塗料で、適当な強度を保有しながら生物の着生を防止するに必要な一定量の防汚剤を常時海水中に溶け出す様に工夫されたものである。したがって、この様な船底防汚塗料においては、いかに有効な防汚剤を選択するか、又この防汚剤の溶出をいかに長期間持続させるかが技術的に重要となる。

船底防汚塗料の防汚剤として古くから使用され、今日でも最も代表的で、かつ大量に使用されているのは亜酸化銅であるが、これはフジツボやセルプラのような動物性付着物には有効であってもアオサ、アオノリのような

表1 使用許可防汚剤

化学名	化学式
亜酸化銅	Cu_2O
テトラメチルチウラムジサルファイド	$CH_3 > N - \overset{\overset{S}{ }}{C} - S - S - \overset{\overset{S}{ }}{C} - N < CH_3$
ジメチルジチオカルバマート	$(CH_3 > N - \overset{\overset{S}{ }}{C} - S)_2 Zn$
トリフェニル錫ハイドロオキシライド	$C_6H_5 \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} Sn - OH$
トリフェニル錫アセテート	$C_6H_5 \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} Sn - O - \overset{\overset{O}{ }}{C} - CH_3$
トリフェニル錫クロライド	$C_6H_5 \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} Sn - Cl$

注) 塗料中の配合量(重量%)は、有機錫系はトリフェニル錫ハイドロオキシライドに換算して10%以内、その他は制限なし。

海藻類には必ずしも有効とはいえない。

しかし、船体外板の摩擦抵抗の増大に及ぼす影響は、フジツボよりもむしろ海藻類の方が大きく、船舶の大形化、高速化にともなって、この防止対策は重要な課題となっていた。こうした背景から、国内外の塗料メーカーは長期防汚・防藻塗料の開発を積極的に進め、過去においては、有機ヒ素、水銀、ブチル錫等、比較的毒性の高い防汚剤を配合した船底防汚塗料が数多く出現した。

しかし一方、安全衛生に対する認識が社会的に高まり昭和45年には、上述のような比較的毒性の高い船底塗料の使用が禁止され、また、昭和49年には、日本造船工業会は国内で使用できる防汚剤を表1に示す6種類に制限した。この様に、防汚剤の種類とその配合量が規制されたため、耐アオサ性のすぐれた船底防汚塗料の開発は一層困難となったが、当社では、これらの防汚剤の特性を基本的に研究し、その効果を最大限に発揮させることによって、従来には例をみない長期防汚・防藻塗料「ラバマリン A/F No.1000」を開発した。

ラバマリン A/F No.1000 は、日本造船工業会で許可されている防汚剤を使用した2液形の長期防汚塗料で、世界の有力25社の船底塗料を集めて米国フロリダで行なわれた浸海試験の結果でも最高の性能であることが実証されており、既に国内、国外の主要船主を含めた100隻以上の実船結果でも非常に満足すべき評価を得ている。

2. 船体の汚れと船舶の運行性能

船舶が航行中に受ける諸抵抗のうち、最も大きな要因は船体表面と海水の接触面に生ずる摩擦抵抗である。

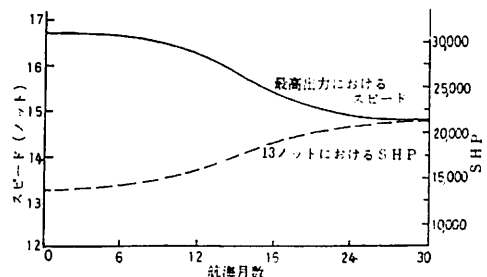


図1 25万トンタンカーのSHPの増加とスピードの低下

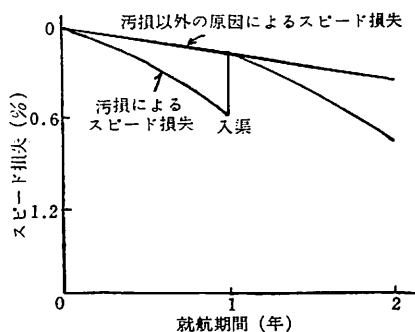


図2 汚損によるスピード損失例

図1¹⁾は25万トンタンカーの例であるが、船体の摩擦抵抗の増大により、30ヶ月の航海で約2.5ノットのスピード低下であり、それによる燃料消費の増加は2億1千万円にも及ぶ。このスピード低下の要因を更に分類すると、生物の付着によって生ずる船体の摩擦抵抗の増大によるものと、これ以外に塗膜の損傷、劣化等、表面粗度の増加によるものとが考えられるが、図2²⁾から明らかのように、その大半は前者であるから、その対策は極めて重要となる。

宮嶋等²⁾は、青函連絡船で船体汚損と運行性能について調査し、その結果は図3に示すように、塗料Bを塗装した場合は、塗料Aを塗装した場合と比較して燃料消費量の増加が約1/2であり、船底防汚塗料の性能による影響が極めて大きいことを報告している。

表2 各種防汚剤の浸海試験結果

防汚剤名	防汚剤量%	比	大阪	宮島	相生
トリフェニル錫 ハイドロオキシド (TPTH)	10	1/4	○	◎	◎
		1/2	X	○	○
	20	1/4	◎	◎	◎
		1/2	◎	○	◎
トリフェニル錫 クロライド (TPTC)	10	1/4	XXX	XXX	XXX
		1/2	XXX	XXX	XXX
	20	1/4	○	○	◎
		1/2	X	○	X
トリフェニル錫 アセテート (TPTA)	10	1/4	XXX	XXX	XX
		1/2	XXX	XXX	XXX
	20	1/4	○	◎	◎
		1/2	○	◎	◎
トリアチル錫 フロライド (TBTF)	10	1/4	XXX	XXX	XXX
		1/2	XXX	XXX	XXX
	20	1/4	XXX	XXX	XXX
		1/2	XXX	XXX	XXX
トリアチル錫 フマレート (TBTFum.)	10	1/4	XXX	XXX	XXX
		1/2	XX	XX	XXX
	20	1/4	○	XX	XXX
		1/2	X	X	XXX
Cu ₂ O	55.1	1/2	XX	○	◎

汚損率 ◎: 0% ○: <10% △: 11-25%
X: 26-50% XX: 51-75% XXX: 76-100%

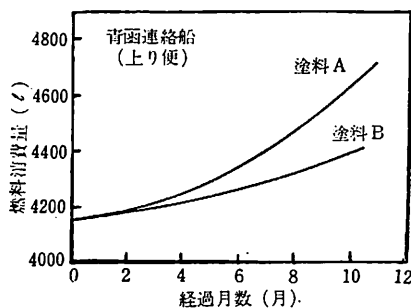


図3 燃料消費量におよぼす塗料の影響

3. ラバマリン A/F No. 1000 の性能

ラバマリン A/F No. 1000は、日本造船工業会で使用が認められている亜酸化銅とトリフェニル錫化合物を防汚剤として使用している船底塗料である。トリフェニル錫化合物は、表2³⁾で示す各海域で行った浸海試験結果から明らかのように、本来すぐれた防汚性を示すもので、とりわけ、トリフェニル錫ハイドロオキシドが有効である。しかし、トリフェニル錫化合物でも、これを単独で塗料に配合した場合には実用的に満足できる防汚効果は得られない。そこで当社では多くの基本研究を行った結果、これに適量の亜酸化銅を併用し、さらに配合面からの工夫を行って2液形にすると、その効果が著しく向上することがわかった。このような多くの基本研究と長年の浸海試験、実船試験を踏まえて完成したラバマリン A/F No. 1000 の諸性能を次に示す。

図4、図5、写真1はラバマリン A/F No. 1000 の浸海試験結果であるが、ラバマリン A/F No. 1000 と同一配合であっても1液形にしたものや、現在は安全衛生面から

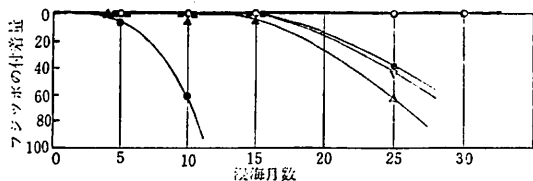
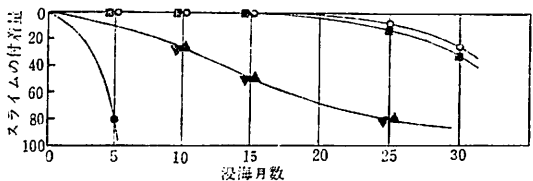
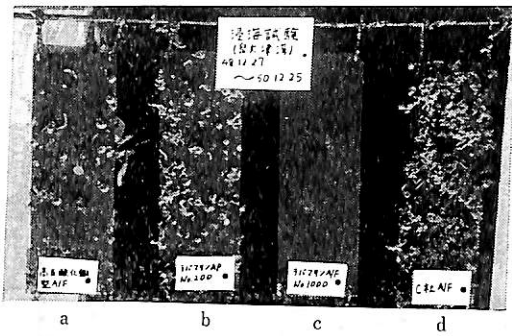


図4 鳥羽湾での浸海試験結果 (1973年12月から)



○ — ラバマリン A/F No. 1000 (2液形)
 □ — 同一配合の1液形 (使用できない)
 ▲ — ラバマリン A P #200 (有機砒素系A/F: 現在は60%亜酸化銅含有の塩化ゴム系)
 ◆ — 他社高級A/F (Cu₂O/TPT化合物)

図5 鳥羽湾での浸海試験結果 (1973年12月から)



a : 60%亜酸化銅含有塩化ゴム系A/F
 b : ラバマリンAP #200
 c : ラバマリンA/F #1000
 d : 他社高級A/F (Cu₂O/TPT化合物)

写真1 浸海試験結果
 (泉大津湾48年12月27日~50年12月25日)

使用が禁止されているが、防藻効果の面ではこれまで最もすぐれていると世界的に認められている有機ヒ素形A/Fよりもすぐれた防汚持続性を示している。このようにすぐれた防汚・防藻持続性は、トリフェニル錫化合物と亜酸化銅の海水中への溶出速度が適切に調整され、その相乗効果が有効に発揮されているためである。即ち、銅の最低防汚限界溶出速度は、海域や季節によりかなり異なるが、フロリダマイアミビーチや世界的にかなり汚損のはげしいとされる日本中南部の夏期の汚損条件下で、10 μ g/cm²/day、有機錫化合物のそれは1~1.5 μ g/cm²/dayであるが、ラバマリンA/F No.1000では図6に示すように定常状態 (Steady state) での銅の溶出速度が10~15 μ g/cm²/day、有機錫化合物の溶出速度が1.0~1.5 μ g/cm²/dayで、しかも長期にわたってこの状態が保持されるように設計されている。

写真2、写真3はラバマリンA/F No.1000の実船結果の1例を示す。本船は日本←→PGを航海するV・L・Cで、従来は塩化ゴム系高銅型A/Fが塗装されていたが、外板立上り部分には海藻の付着がかなりみられた。

1975年4月の入渠時に外板立上り部全面にラバマリンA/F No.1000が塗装された。(スタンパート部は2回塗り、他は1回塗り) 写真2は翌年(1976年)4月の入渠時の結果である。石油ショックの影響で減速航海を行っていたため、生物付着に関しては前航海よりも厳しい条件になっていたにもかかわらず、動物性付着物は無論、海藻の付着もなく非常にすぐれた状態であった。

この時のドックでは船主の都合で再び塩化ゴム系高銅型A/Fが塗装されたが、ラバマリンNo.1000の成績が良好であったことから、船主の御協力を得て、1部分を補

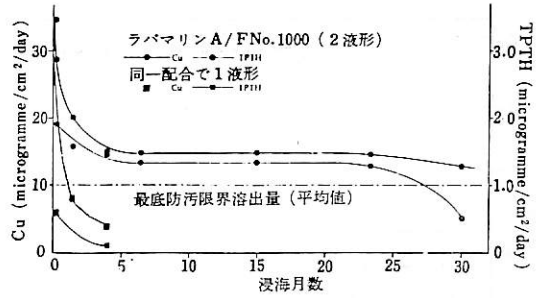


図6 ラバマリンA/F No.1000の防汚剤溶出率

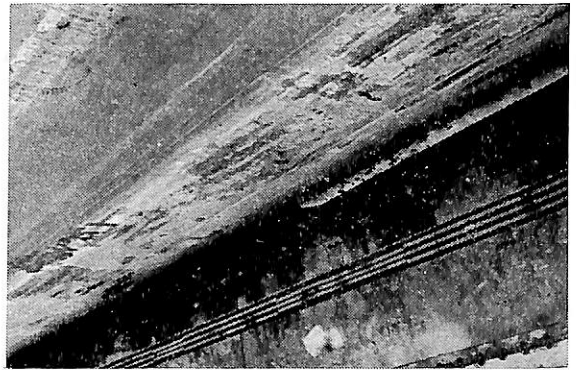


写真2 ラバマリンA/F No.1000を塗装したA船の結果(1976年4月)

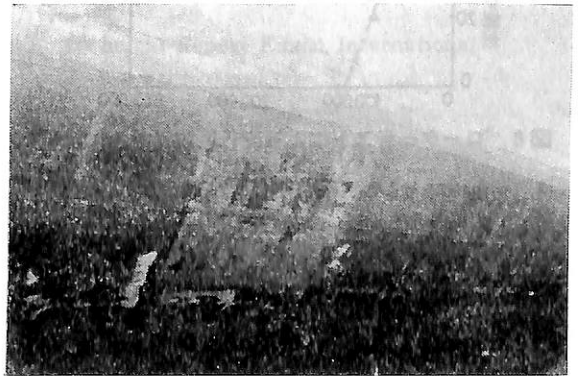


写真3 ラバマリンA/F No.1000及び塩化ゴム系高銅型A/Fを塗装したA船の結果(1977年4月)

(中央部アオサの付着していない部分はラバマリンA/F No.1000 2年目の状態,その他は塩化ゴム系高銅型A/Fの1年目の状態)

修せず塗り残しのまま出渠した。写真3は1977年の入渠時の結果である。塩化ゴム系高銅型A/Fの塗装されたところは1年の航海でかなりの海藻の付着が認められたが、ラバマリンA/F No.1000を塗り残した部分には2年経過しているにもかかわらず、海藻の付着は認められず、2年間無入渠も可能であることが証明された。

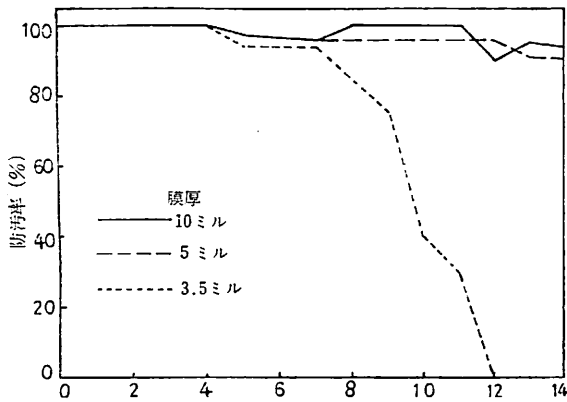


図7 有機錫系A/Fの膜厚と防汚性の関係 (防汚剤TBF)⁴⁾

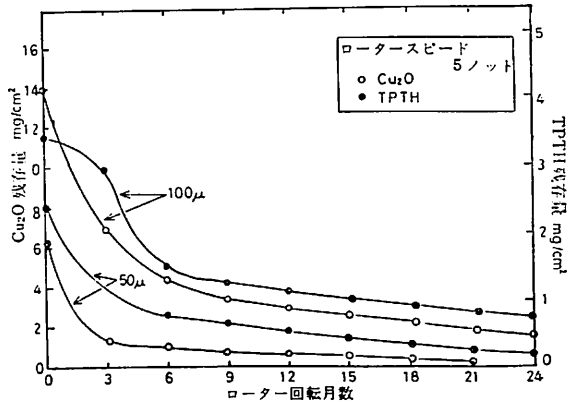


図9 ラバマリン A/F No. 1000 膜厚と防汚持続性

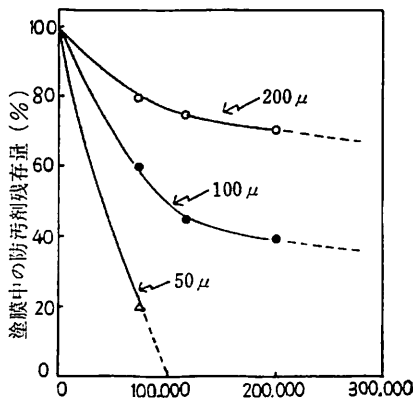


図8 ローターテストによる走行距離 (マイル)⁵⁾

4. ラバマリン A/F No. 1000 の塗装仕様

船底防汚塗料は塗膜に含まれた限られた量の防汚剤を

表3 新造船の場合

工程	塗料および処置	塗装回数	塗付量 (kg/m ² /回)	乾燥膜厚 (μ/回)
下地処理	ショットブラスト (SIS Sa 2.5以上)			
S/P	SDジソク プライマーZE (あるいは、メタラ クト、SDノンジ ソクプライマー)	1	0.12	15
A/C	ラバマリン シルバートンHD	1	0.31	60
	" HL	1	0.31	60
	" HD	1	0.31	60
A/F	ラバマリン A/FNo1000	1	0.37	60
進水——(結合)——引渡し前の入渠				
A/F	ラバマリン A/FNo1000	1	0.37	60

注1) A/C、A/Fの塗付量は理論値の1.7倍で示した。
注2) A/Cには、エポシール (タールエポキシ塗料) や
エポマリンA/C (ビュアエポキシ塗料) も使用できる。

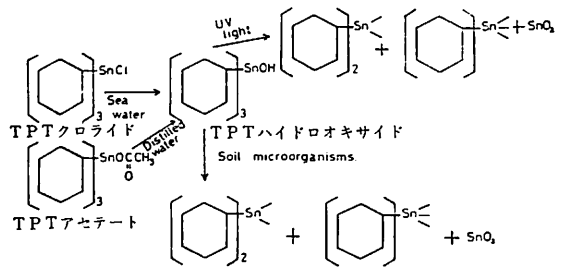


図10 トリフェニル錫化合物の分解⁴⁾⁷⁾

溶出させて生物の付着を防止するものであるから、長期の防汚持続性には膜厚が重要な要因となる。図7、図8は膜厚と防汚持続性の関係を示すものであるが、特に有機錫系防汚塗料の場合には膜厚効果が大きい。図9はラバマリンA/F No. 1000の膜厚と防汚持続性の関係をローターテストによって調査した結果であるが、2年間無入渠を期待するには最低100μの膜厚が必要である。表3、表4に2年間無入渠の塗装の仕様例を示す。

表4 修繕船の場合

工程	塗料および処置	塗装回数	塗付量 (kg/m ² /回)	乾燥膜厚 (μ/回)
下地処理	じゅうぶん清水洗いを行った後、損傷部はディスクサンダー・スクレーパーなどで、じゅうぶん処理を行なう。			
A/C (T/C)	ラバマリン シルバートンHD (あるいはラバマリ ンシルバートンD)	1~2 (1~2)	—	—
A/C	ラバマリン シルバートンHD (あるいはラバマリ ンシルバートンD)	1 (1)	0.37	60
A/F	ラバマリン A/FNo1000	2	0.37	60

注) A/C、A/Fの塗付量は理論値の1.7倍で示した。

表5 有機錫化合物の急性経口毒性

防汚剤名	急性経口毒性 LD50 (mg/kg)
トリフェニル錫ハイドロオキシド	500~600
トリフェニル錫フルオリド	1170
トリブチル錫フルオリド	200

注) 家死を試験体とし、LD50は、同一母集団のうち、その薬剤により50%が死亡する場合の推計値(体重1kgあたりの投与mg数)であるが、この値は、その薬剤が、ほぼどの程度の毒性を持つかを相対的に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、
 ㊶きわめて有毒…1mg/kg以下、㊶かなり有毒…1~50mg/kg
 ㊶やや有毒…50~500mg/kg、㊶わずかに有毒…0.5~5g/kg
 ㊶ほとんど無毒…5~15g/kg、㊶無毒…15g/kg以上が目安として用いられている。(SR141委員会、第3分科会、東大、和田助教資料)

表6 有機錫化合物の急性経皮毒性⁶⁾

組成			経皮毒性(塗付後3日目)																		
			マウス				モルモット				家兎										
			肉眼的所見	病理組織所見			肉眼的所見	病理組織所見			肉眼的所見	病理組織所見									
防汚剤名	防汚剤(%)	ビヒクル名		表皮肥厚・角化	基底細胞肥厚	浮腫		細胞浸潤	壊死	表皮脱落		表皮肥厚・角化	基底細胞肥厚	浮腫	細胞浸潤	壊死	表皮脱落				
トリフェニル錫ハイドロオキシド	20	塩化ゴム	軽微増	-	-	+	+	-	ほとんど変化なし	-	±	±	+	-	軽度の脱毛・肥厚	±	±	±	±	-	
トリフェニル錫フルオリド	20	塩化ゴム	ほとんど変化なし	-	-	-	±	-	軽い脱毛	-	±	+	-	-	脱毛肥厚潰瘍化	±	±	±	±	+	±
トリブチル錫フルオリド	20	塩化ゴム	軽微増化肥厚	±	±	-	+	-	点状に脱毛軽肥厚	+	+	+	+	-	脱毛肥厚潰瘍化	+	+	±	±	+	+
亜酸化銅	30	塩化ゴム	ほとんど変化なし	-	-	-	-	-	軽い脱毛	-	±	-	-	-	ほとんど変化なし	-	±	±	±	-	-

注1) 経皮毒性の判定基準
 (-) ……まったく所見なし。(±) ……きわめて軽度の所見あり。(+) ……軽度の所見あり。
 (+) ……中程度の所見あり。(+) ……かなりの所見あり。(+) ……著しい所見あり。

5. ラバマリンA/F No.1000の安全性と塗装上の注意事項

トリフェニル錫化合物の急性毒性は表5、表6に示すようにトリブチル錫化合物よりも低く、また、トリフェニル錫化合物は長期の間に無害な無機錫に分解するので残留毒性はないものと考えられている。特にトリフェニル錫化合物は図10に示すように紫外線、水、微生物によって容易に分解することが知られている。以上のようにトリフェニル錫化合物はトリブチル錫化合物に比べ、刺激性が低く、より安全性の高いものといえるが、塗装に際しては保護具の着用と、取り扱い注意事項を充分に守っていただくことが必要である。(詳細は当社カタログを参照願いたい。)

6. あとがき

石油ショック以降の燃料の高騰で、世界の海運界は運

行経費の削減が至上命令となっており、あらゆる角度から経済性の追求が指向されている。

ラバマリンA/F No.1000は、このようなすう勢の中に於ける長期防汚・防藻塗料として必らず皆様方の信頼に応えられるものと確信している。

〔文献〕

- 1) Technical Report Exxon International Company (1975)
- 2) 日本船用機関学会 第22回学術講演
- 3) 日本造船研究協会 SR第141研究部会資料
- 4) Technical Report, M & T Chemicals Inc.(1974)
- 5) Jour. Paint Technol A.M. Van Londen 49(1975)
- 6) 日本造船研究協会 第141研究部会資料
- 7) Jour. Paint Technol A.W. Sheldon 47 54 (1975)

増補版 商船基本設計の一考察

前長崎造船大学学長 渡瀬正磨 著

本書は造船技術を修得するため1904年に東京大学に入学して以来半世紀を経過し、造船学として学び得た全ての事項を、その間に得た経験から基本設計に関し“特に注意しておく方がよい”と認識した諸問題について考察を試みたものである。

商船基本設計と銘を打ってはあるが、著者の造詣の深い識見は一般航洋船舶(貨物船や客船)にまで論及

し、さらに造船技術者間の意見交換の疎通を円滑ならしめるべく必要な諸項目を決定するある標準を明解に要領を記述している点などは後学の基本設計者はこちらのんこと、領野に限らず広く共有すべき知識を学ぶに最適な書である。

B5判 178頁 上製本 定価900円(〒200円)

船舶技術協会

昭和52年度5月分新造船許可集計

昭和52年（5月分）建造許可集計

運輸省船舶局造船課

区 分	4 月～5 月 分 累 計				5 月 分			
	隻数	GT	DW	契約船価	隻数	GT	DW	契約船価
国内船	貨物船	12	99,600	158,500	6	45,300	69,100	千円 10,333,000
	油槽船	1	3,500	5,150	—	—	—	
	貨客船	—	—	—	—	—	—	
	小計	13	103,100	163,650	6	45,300	69,100	
輸出船	貨物船	51	722,700	1,113,080	34	508,300	723,200	千円 122,270,600
	油槽船	1	30,200	59,900	—	—	—	
	貨客船	—	—	—	—	—	—	
	その他	—	—	—	—	—	—	
	小計	52	752,900	1,172,980	34	508,300	723,200	
合 計	65	856,000	1,336,630	188,563,900千円	40	553,600	792,300	132,603,600千円

■ 編 集 後 記 ■

□造船会社の51年度の決算も終え、各社ともままたの
結果のようだった。しかし、52年度に入り造船不況はだ
んだんきびしくなってくる。需要の減った上に開発途上
国が低賃金を武器に造船の国際市場に進出しつつあるの
で、世界の造船王国日本も供給力を減少する方向で合理
的に対応して行かねばならず難しい時期となってきた。

□この時(社)造船工業界の会長が山下勇氏から真藤恒氏
にバトンタッチされた。山下さんもEC問題をはじめ大
変な時期に御苦労を重ねられたが、真藤さんは益々困難
な時期にお引受けになり大変だろうと思う、不況のピー
クと思われる53年を目前にして、大いに腕を奮っていた
だきたく期待する次第である。

□通常国会も終わった。今国会ではロッキード事件につ
いて何かあるかと思ったが、殆んど何も表に出ずに済ん
でしまった。結局は、はっきりしないままに終るのだら
う。造船不況もこんなふうにはやむやのうちにどこかへ

行ってしまっ、各社共平穩に好決算をつづけられると
いいのだが、俗にいわれる狼と少年も何回もつづくわけ
にはいかないだろう。

□中型造船所が大手造船所と提携して企業基盤を高めて
いるのがだんだん増えてきた。運輸省の行政指導もあ
つたろうし、金融機関との関係もあるのだろう。不況時に
中型造船所の生きて行く一つの道と考えられる。兎も角
日本のすべての造船所が倒れることなく、共存共栄を願
うものである。

□運輸省の勧告による操業度規制に踏み切った造船業界
は、新規受注が思わしくなく将来アイドルの生ずる恐れ
があると判断したのであろう、造船施設削減の方向に動
きそうである。6月15日の記者会見において真藤会長の
発言からうかがえる。造船業界もブームに合わせて生産
力をプラスしてきたが、もう嘗てのブームは帰って来な
いと判断したものである。御健闘をお祈りする。

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

運輸省船舶局監修 船の科学
造船海運総合技術雑誌

禁転載 第30巻 第7号 (No. 345)

発行所 株式会社船舶技術協会

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

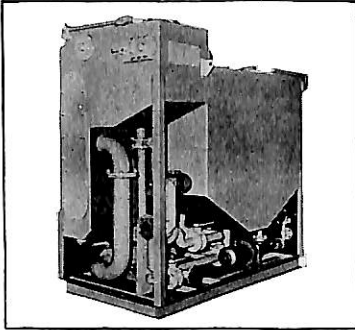
昭和52年7月5日印刷 [昭和23年12月3日]
昭和52年7月10日発行 [第三種郵便物認可]
定価 750円 (〒41円)

発行人 船橋敬三
編集委員長 田宮真
印刷所 大洋印刷産業株式会社

MISUZU の汚物処理装置

エルサン マリン シュウエイジ トリートメント システム

英ウィルソン エルサン社と技術提携



○US Coast Guard 認定済

(排出型、非排出型各TYPE)

○就航年数 10年

○世界34ヶ所のサービス・ネットワーク

MISUZU-BOLL



自動逆洗式 ファイン フィルター

西独ボル & キルヒ社と

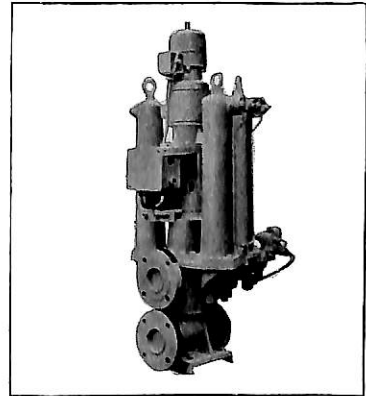
技術提携

○流量：3.5～1,000M³/Hr.

○濾過精度：10～50μ

○用途：主機、発電機
燃料油、潤滑油

○半自動、手動式各種



- 主營業品目
- 三鈴-FMV イナートガス発生装置
 - LPG、LNG、カーゴ、バルブ油圧式遠隔制御装置
 - ヤンマーディーゼル主機、補機
 - マロール油圧式遠隔操作装置
 - 船舶用諸機械、自動化機器、システム
 - 三鈴ケリー、フロメルト、マテハン機器、システム



三鈴マシナリー株式会社

本社/神戸市生田区栄町通5-25 TEL <078> 351-2201大代
支社/東京都港区新橋1-10-7大和銀行新橋ビル TEL <03> 573-3211大代
支店/札幌・名古屋・大阪・広島・福岡・長崎
工場/加古川・千葉 サービスセンター/芝浦・小牧

昭和五十二年七月五日印刷
昭和五十二年七月十日発行
昭和五十二年三月三日第三種郵便物認可



サンウェーマリ
Sシリーズ：ストレート油



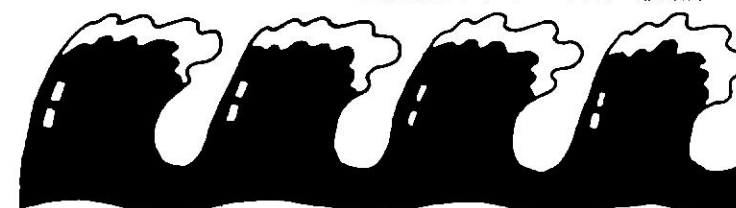
サンウェーマリ
Pシリーズ：クロスヘッド型機関用 プレミアムタイプ システム油



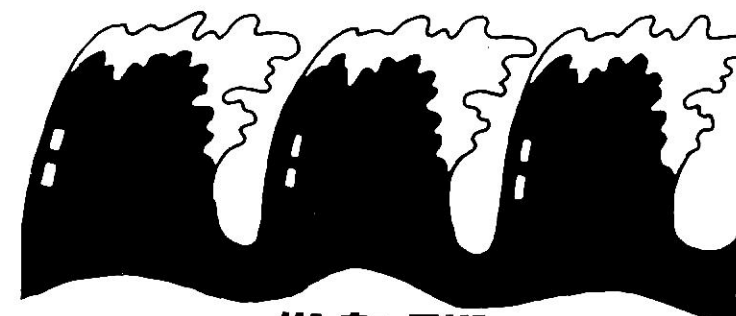
サンウェーマリ
PDシリーズ：クロスヘッド型機関用 HDタイプ システム油



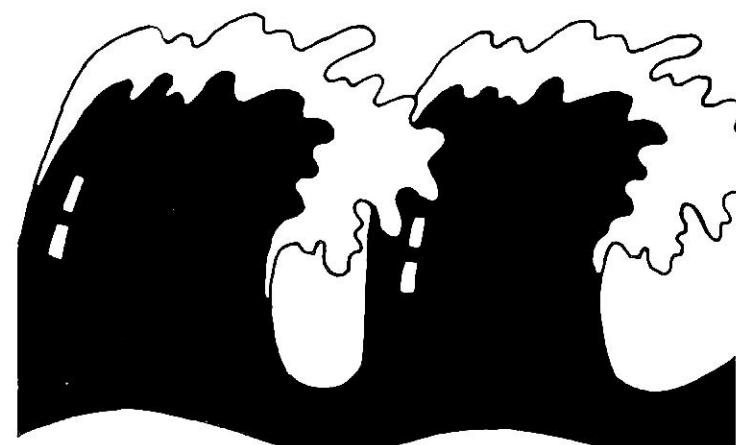
サンウェーマリ
Dシリーズ：トランクピストン型機関用 シリンダー・システム兼用油



サンウェーマリ
400シリーズ：中型ディーゼル機関用 中アルカリタイプ シリンダー油



サンウェーマリ
700シリーズ：クロスヘッド型機関用 高アルカリタイプ シリンダー油



サンウェーマリ
900シリーズ：クロスヘッド型機関用 超高アルカリタイプ シリンダー油

かお
**海の貌いろいろ、
オイルさまざま。**

大波、小波——海の表情は千変万化。そのなかを安全に航海するために、エンジン油はピッタリしたものを選びたいものです。千変万化する海で鍛えあげられた、共石の船用エンジン油は、ワイド・バリエーション。エンジンのタイプや使用燃料にあわせて、最適のエンジン油がお選びいただけます。しかも、その選定から効果的な使用方法まで、きめこまかいテクニカル・サービスを実施しています。ワイド・バリエーション、ワイド・サービスが魅力の共石の船用エンジン油で、安全航海の第一歩を確かなものにしてください。

船の科学

定価 七五〇円

高性能・高品質・高信頼性

サンウェーマリ

共同石油

本社 100東京都千代田区永田町2-11-2(星が同ビル) TEL(580)3711(代)
支店 札幌・仙台・東京・関東・横浜・名古屋・大阪・広島・高松・福岡・沖縄

東京部中央区新川... (株) 船舶技術協会