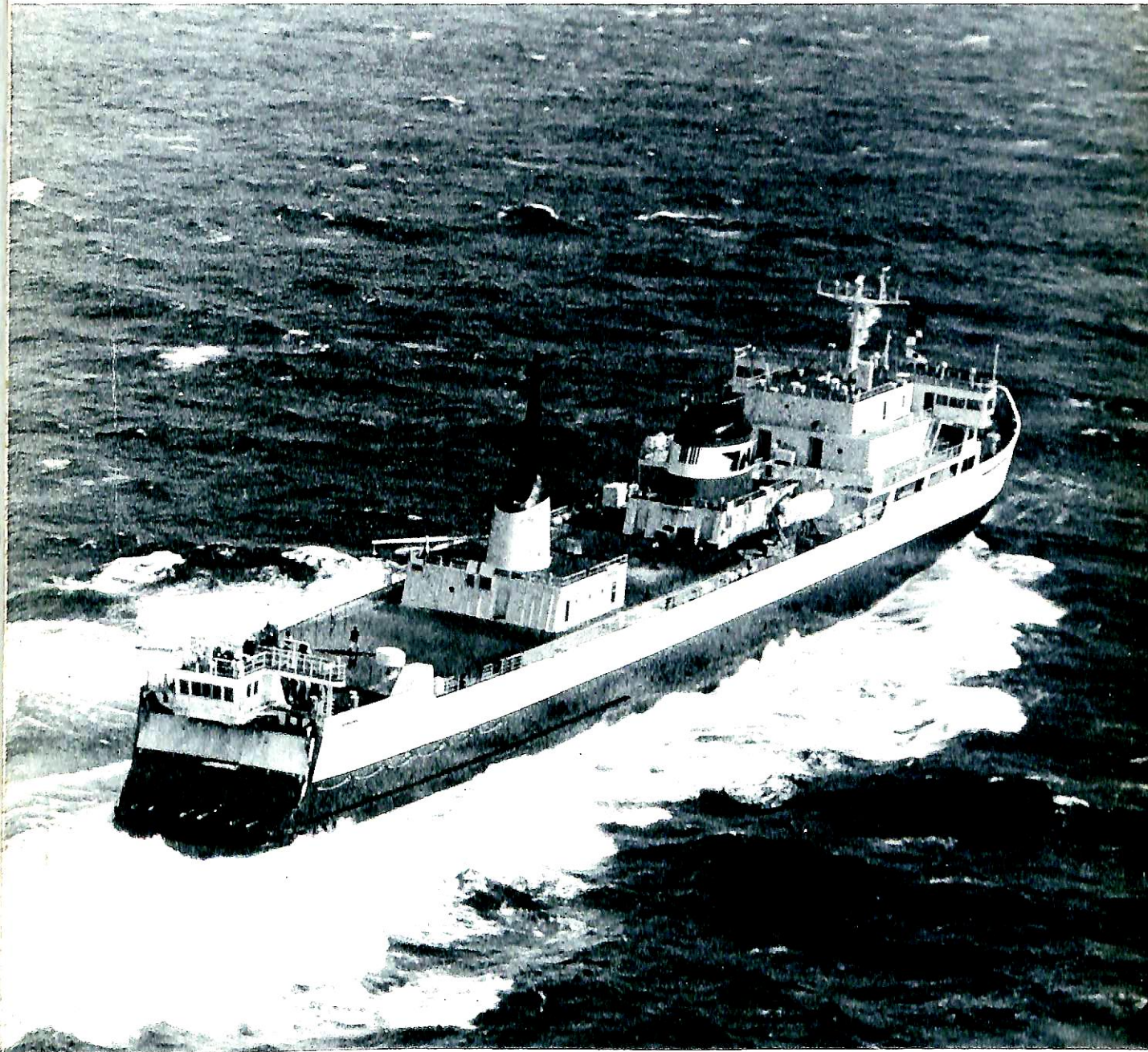


船の科学 6

1976

昭和51年6月5日印刷 昭和51年6月10日発行 第29巻 第6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日運輸省特別扶承認雑誌第1156号

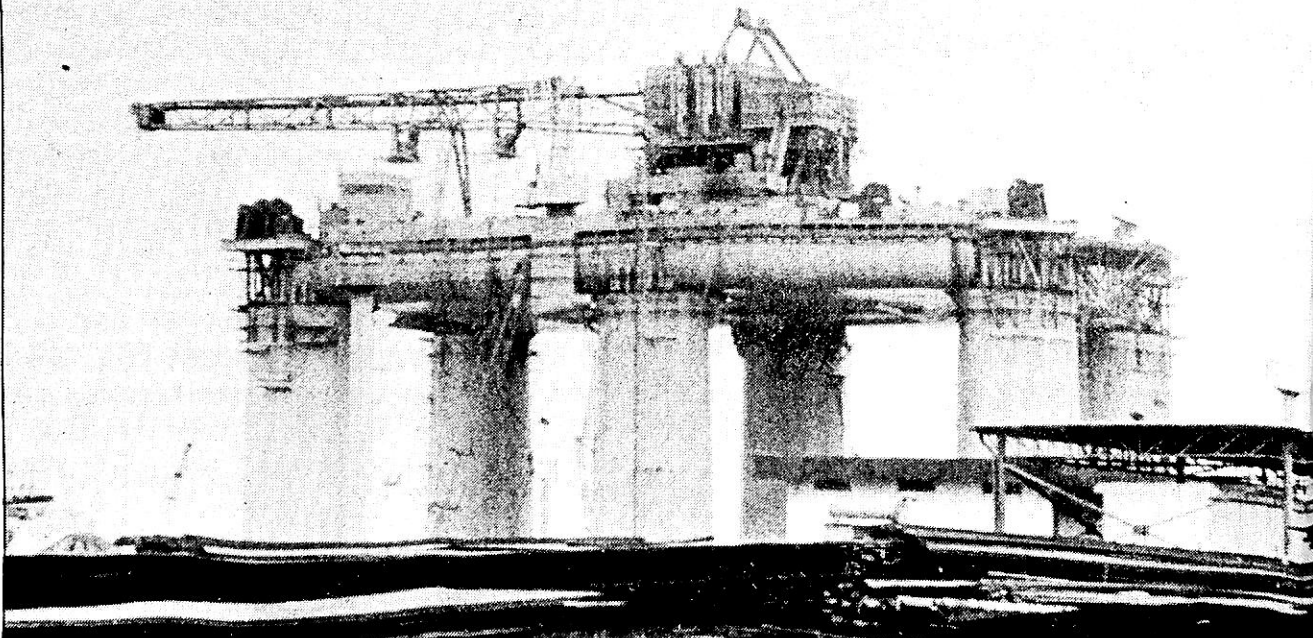
VOL.29 NO.6



 函館ドック株式会社

日本国有鉄道向け
車輛運搬船「空知丸」
総噸数 4,123.60T 主機ディーゼル 2,000PS×8
試運転最大 21.795kn 航海速力 18.2kn
函館ドック・函館造船所建造

海へ鉄の行進



★海を探り、海を拓く住友の鉄
原子力、宇宙開発に続くビッグサイエンス海洋開発。新しい資源の確保をめざして次々と大プロジェクトが着手されつつあります。しかし海は危険と困難がいっぱいの未知の世界。海洋構造物である石油掘削装置や各種作業台には最大級の強度が要求されます。厚鋼板、鋳鍛鋼品、鋼管等…すべてが高度

な品質（高張力、耐海水性等）を有していなければなりません。そして、住友が真に海洋開発に貢献できるのも、またこうした高品質の鉄が必要とされる分野です。海洋開発には単に鉄メーカーとしてだけでなく、人類の未来を占う海の挑戦者として、常に高品質の製品を供するため開発に意欲をもやしつづけます。

住友金属 住友金属工業株式会社

大阪・大阪市東区北浜5-15（新住友ビル） 電話（220）5111
東京・東京都千代田区丸の内1-3-2（新住友ビル） 電話（282）6111
営業所：札幌・福岡・広島・岡山・高松・名古屋・富山・静岡・新潟・宇都宮・仙台・札幌

三信は皆様のご要望の製品をすぐにお届けできます
IEC規格！CEE規格〈ドイツ・フランス他ヨーロッパ〉BS規格〈イギリス〉

BS規格形

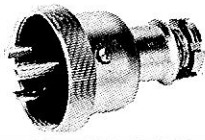
N.W.T
BS ■ U
プラグ



N.W.T
BU ■ UB
レセプタクル



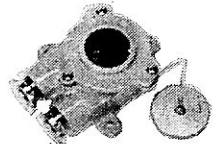
W.T
BS ■ 1A
プラグ



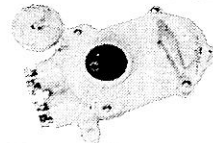
W.T
BS ■ 1B
プラグ



W.T
BS ■ 1
レセプタクル



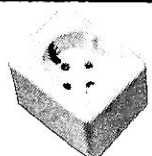
W.T
BS ■ S1T
スイッチ付レセプタクル



N.W.T
NR ■ 3P
プラグ



N.W.T
NR ■ 3P1
レセプタクル

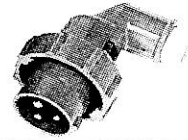


CEE規格形

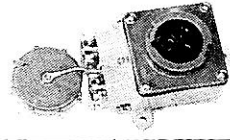
N.W.T
NR ■ 3PF1
レセプタクル



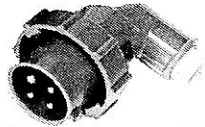
W.T
P2 ■ 3
プラグ



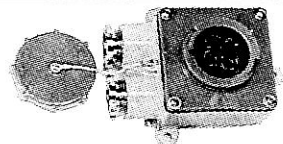
W.T
R2 ■ 3
レセプタクル



W.T
P2 ■ 4
プラグ



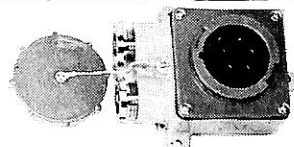
W.T
R2 ■ 4
レセプタクル



W.T
P2 ■ 5
プラグ



W.T
R2 ■ 5
レセプタクル



IEC・309規格形

主な営業品目

- 発電機 ● 電動機 ● 配電盤 ● 分電箱 ● 蛍光灯
- 照明器具 ● 配線器具 ● 白熱照明器具 ● 投光器
- 探照灯 ● 集魚灯 ● 電線 ● 電球 ● ヒューズ ●
- その他各種 ● 電装材料

CEE規格形



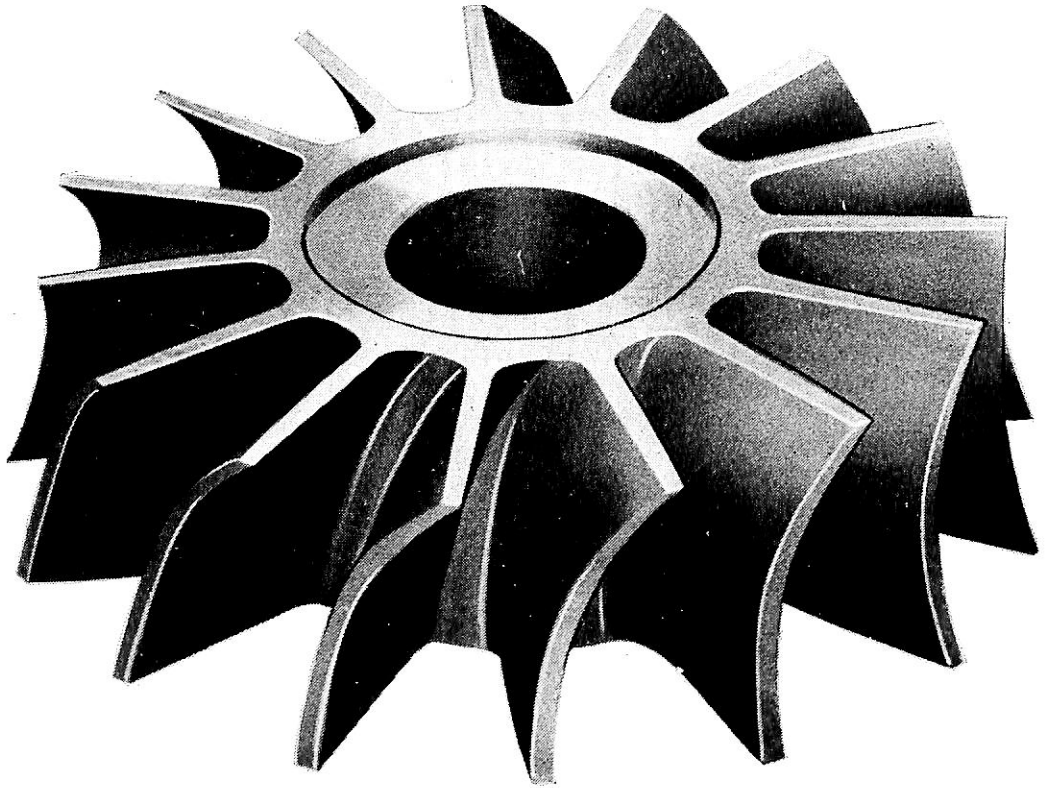
三信船舶電具株式会社
☎ 日本工業規格表示許可工場
三信電具製造株式会社

本社・東京都千代田区内神田1-16-8 ☎101 ☎東京(03):295-1831(大代)

● 福岡営業所 ☎福岡 092-771-1237(代) ● 京都営業所 ☎ 0143-22-1618(代) ● 函館営業所 ☎函館 0138-43-1411(代) ● 高松営業所 ☎高松 0878-21-4969(代) ● 石巻営業所 ☎石巻 02252-3-1804(代)

あなたの工場で
お困りの加工はありませんか？

この加工が僅か10時間でできます！



(外径160φ×厚さ45mm材質Al)

これはディーゼルエンジン用ターボチャージャー（過給機）に取付けるインデューサー（前翼）のサンプルです。

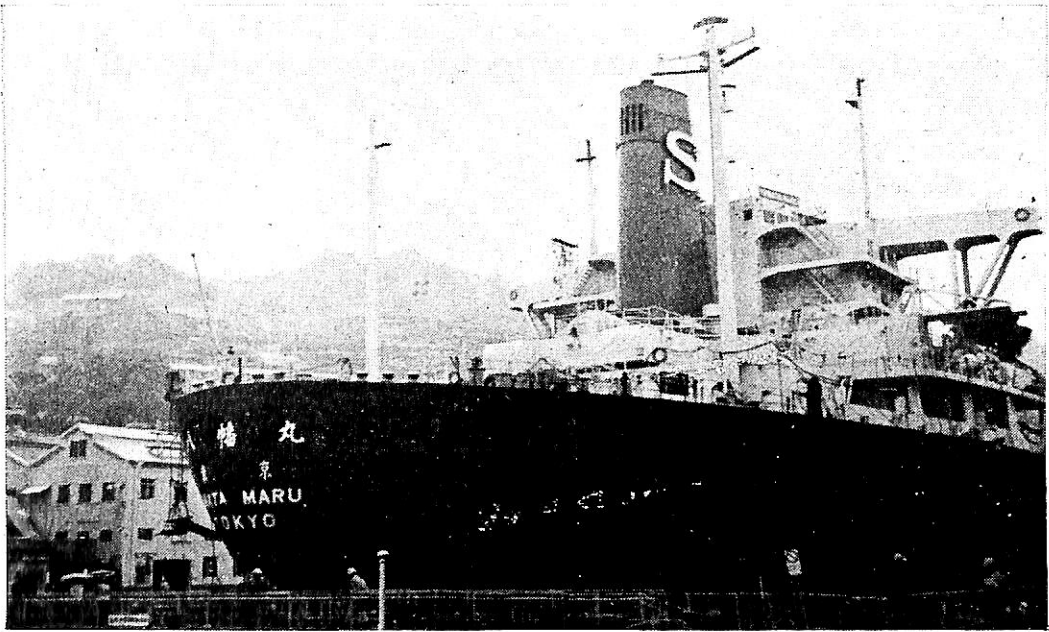
最新式のNCマシンで加工しますのでモデルの作成も必要がなく、短時間で高精度の安定した加工ができます。

複雑な形状の多種少量生産や、試作品の加工に、貴社の治工具工場としてご利用下さい。上記サンプルの加工面粗度をご確認されたい場合はご連絡下されば送付致します。

新大阪機械商事株式会社

大阪市西区立売堀上通り1-68(エースビル)
電話 (06) 541-1008 (代表)

ITAKURA SEAL

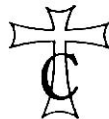


新和海運(株)・八幡丸 44年10月三菱重工業(株)長崎造船所修繕部施工

- バラスト・タンク用……………No.700HB
- スチーム・油圧パイプ用……………No.500
- ホールド・ポンツーン用……………No.300
- 水溶性・No.1000 (日本郵船(株)・松前丸バラスト・タンク試験中)

関連事業

新造船、修繕船のタンク内、下地処理より塗装まで一貫請負工事。
定検用、オイルタンク、海水タンクの掃除一式。



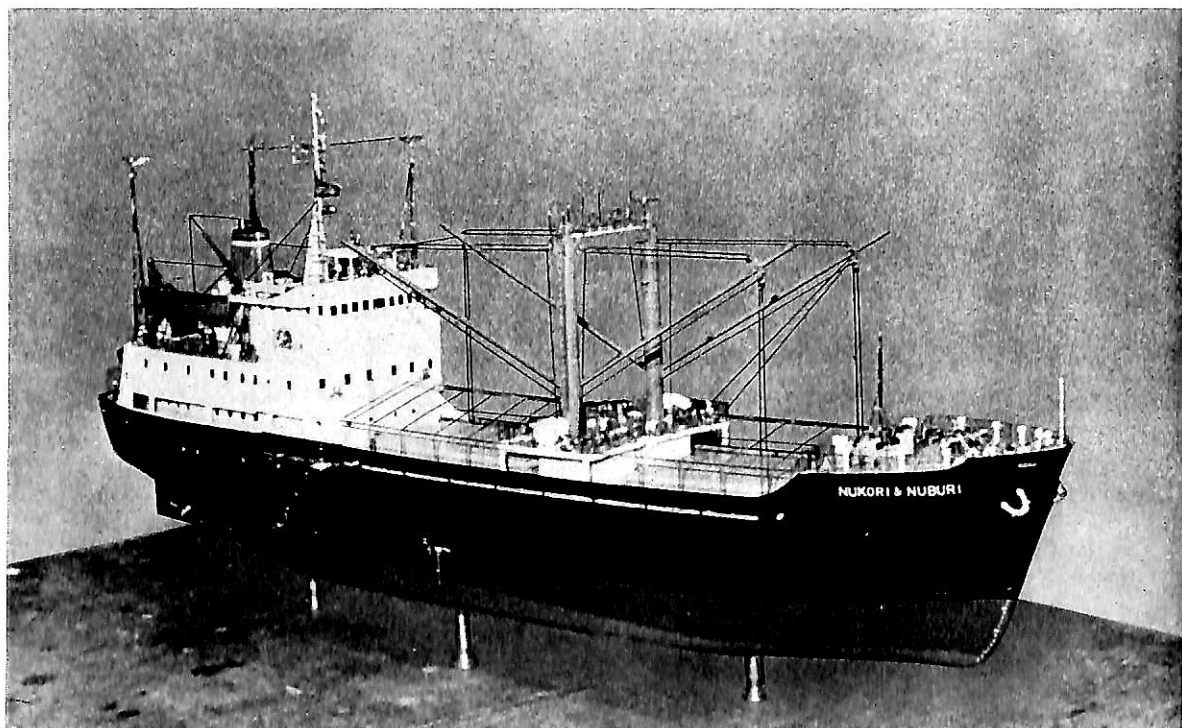
船舶特殊塗料

イタクラシール株式会社

東京都千代田区神田須田町1丁目6番地
〒101 電話03(252)3711代表

進水記念贈呈用に 不二の船舶美術模型を

企業合理化による量産体制と製品の均一と価格の低減



MS "NUKORI" & MS "NUBURI" (貨客船) 株式会社 白杵鉄工所・株式会社 新潟鉄工所納入

営業種目

船舶美術模型
プラント模型
施設模型

各種機器商品模型
工業機械委託研究

株式会社 不二美術模型

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

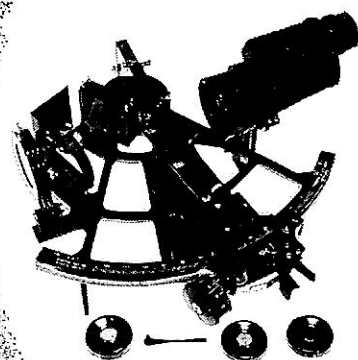
信頼ある最高精度

このマークが保証する航海用六分儀



636 航海用六分儀

MS-2型



「玉屋商店」の航海用六分儀は、過去50年に及ぶ豊富な製作経験と卓越した技術、精選された材料によって、構造の堅牢さはもとより測角精度、反射鏡、シェードグラス等、その優秀さは広く海外の専門家に認められております。

株式会社
玉屋商店

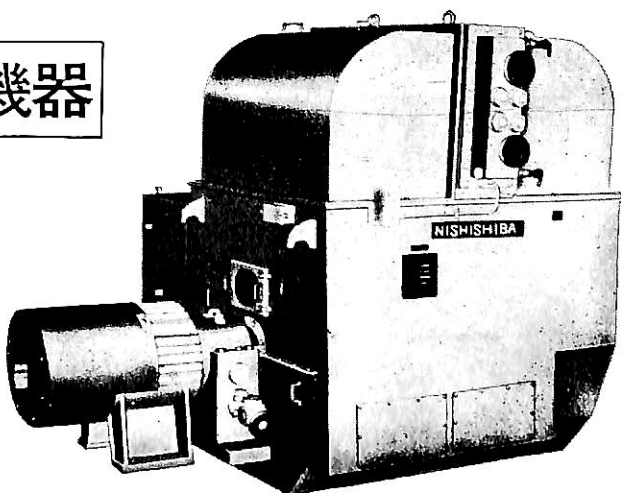
本社	東京都中央区銀座4丁目4番4号	☎104
	TEL 03 (561) 8711 (代表)	
大阪支店	大阪市南区順慶町通4丁目2番地	☎542
	TEL 06 (251) 9821 (代表)	
工場	東京都大田区池上2丁目14番7号	☎143
	TEL 03 (752) 3481	

技術と実績を誇る！

西芝の船舶用電気機器

《営業品目》

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



2,000KVA サイリスタブラシレス交流発電機

NSDK

西芝電機株式会社

本社・工場	〒671-12 姫路市網干区浜田1000	電話 姫路(0792) 72-4151(大代)
東京営業所	〒104 東京都中央区銀座8-3-7(伊勢半ビル)	電話 東京(03) 572-5351(代)
大阪営業所	〒530 大阪市北区堂島北町31(堂北ビル)	電話 大阪(06) 345-2158(代)
尾道出張所	〒722 尾道市土堂1-3-30	電話 尾道(0848) 23-2864

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

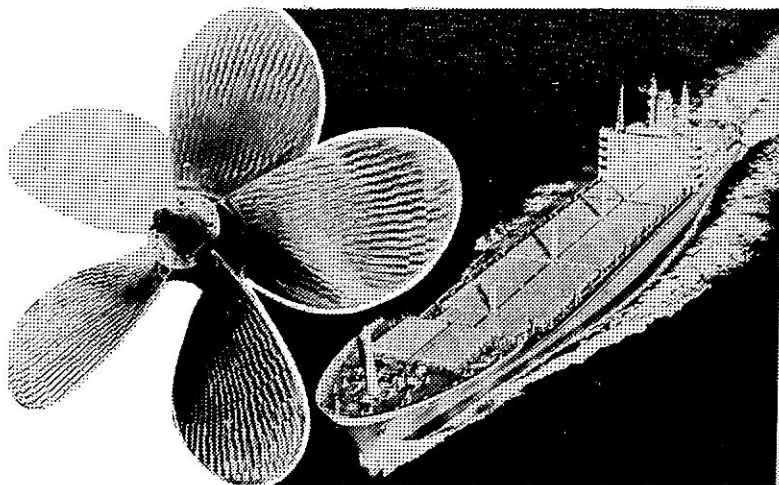
キーなしのシャフトにプロペラを油圧にて装着する新方式
取付・取外し簡便

○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

歴青塗料で最古の歴史と経験をもつ.....

兔田化学 の ビチュラック製品 は

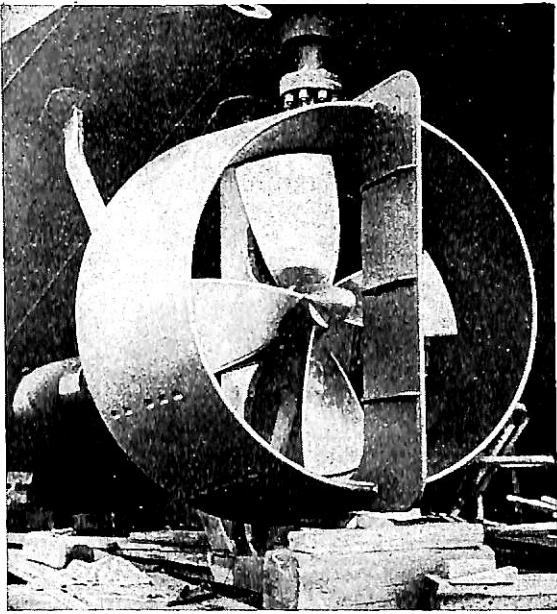
昭和35年以来、内外船765隻(51.1.31.現在)に塗装され、立派な成果をあげております。

タンク防食塗装ならおまかせ下さい

ビチュラック NO.20000 (ハイビルド型タールエポキシ)	ビチュラック NS (完全無溶剤タールエポキシ 無公害型)
ビチュラック NO.20000M (下地処理不用、タールエポキシ 補修用、三菱重工共同開発)	エピラー EM (エポキシエマルジョン 無公害型)
ビチュラック NO.203F (エポキシ、清水タンク用)	エピラー Non-S (ソルベントレスエポキシ 無公害型)
エピラー (エポキシ)	エピタイト (アスファルトエポキシ 無公害型)
ビチュラック FM (タールエポキシエマルジョン 無公害型)	WRコート NC (水性ノンクロム 無公害型)
ビチュラック Non-S s (ソルベントレス、タールエポキシ 無公害型)	

◀ 兔田化学

神戸 (078-411-0026) 横浜 (045-322-1816) 長崎 (0958-48-1407) 尾道 (0848-37-4643) 名古屋 (052-653-0561)



こんな時、

ゴルト Jズル

を！

1. 曳船、押船、底曳網漁船など、荷重度が高く、特に大きな推力を必要とする時
2. 搭載主機関の出力を増さずに推力の増加を計りたい時
3. プロペラ直径を制限され、目的の推力が得られない時
4. 河川など浅吃水で航行する場合、空気吸入、キャビテーションの発生を防ぐとともに、プロペラ羽根先の保護が必要な時



(株)マスミ内燃機工業所

本社 東京都中央区勝どき3-3-12 TEL (532)-1651
清水営業所 清水市入舟町2-36 TEL (53)-6178

新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

■ 主要業務

依頼試験、研究
施設設備の貸与
技術相談

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



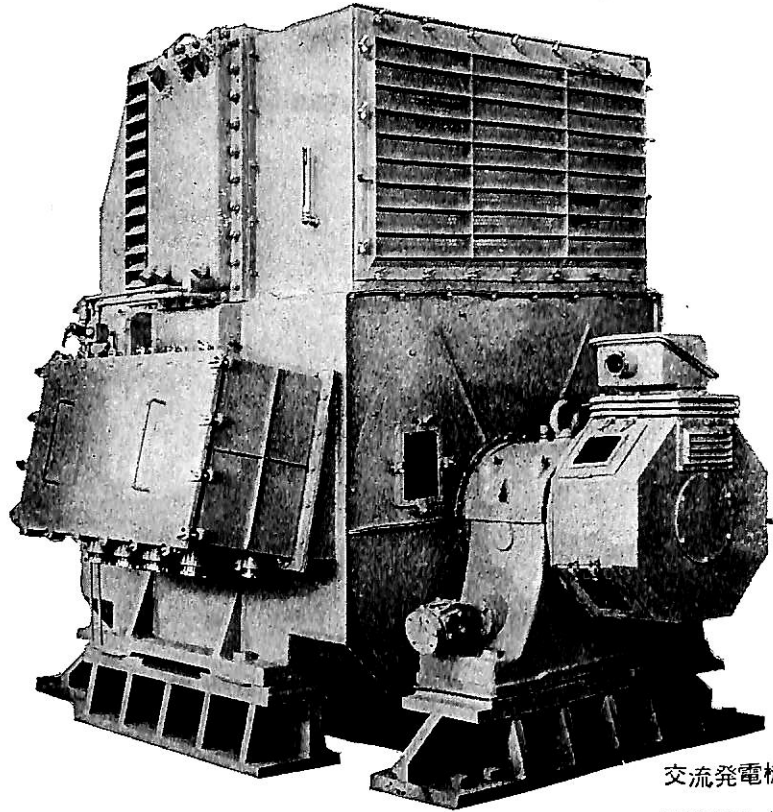
船舶艤装品研究所

RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING
HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

〒189 東京都東村山市富士見町1-5-12

TEL 0423-94-3611~5

(競艇益金事業)



交流発電機

1100KVA 450V 600RPM

ながい経験と最新の技術を誇る！

大洋の船用電気機械

発電機 自動化装置
各種電動機 及 制御装置
電動ウインチ 配電盤



大洋電機株式会社

本社	東京都千代田区神田錦町3の16	電話	東京(293) 3061(大代)
岐阜工場	岐阜県羽島郡笠松町如月町18	電話	笠松(7) 4111(代表)
伊勢崎工場	伊勢崎市八斗島町726	電話	伊勢崎(32) 1234(代表)
群馬工場	伊勢崎市八斗島町大字東七分川330の5	電話	伊勢崎(32) 1234(代表)
下関出張所	下関市竹崎町399	電話	下関(23) 7261(代表)
北海道出張所	札幌市北二条東二丁目浜建ビル	電話	札幌(241) 7316(代表)

船の科学

1976

6

Vol. 29

目 次

- 11 新造船写真集 (No. 332)
- 43 5月のニュース解説……………編 集 部
- 61 新造船紹介
- 46 国鉄新造車両運搬船“空知丸”について……………函 館 ド ッ ク
- 55 戦後の海運・造船よもやま話 (その6) ……甘 利 昶 一
- 59 英国標準型貨物船SD・14型……………R.F. Burnett
-
- 62 ケミカルタンカー (3) ……恵美洋彦・角張昭介
- 70 海の波 (4) ……井 上 篤次郎
- 75 実用船舶推進論 (6) ……伊 藤 一 男
- 92 続・造船工業の計画管理 (4) ……山 崎 真 喜
- 97 信頼性工学 (2) ……山 口 勇 男
- 108 連絡船のメモ (98) 操舵室と航海計器 (18) ……泉 益 生
-
- 116 昭和51年度事業計画項目一覧表……………日本造船研究協会
- 技 術 短 信 世界最大級のプロダクト・キャリアを受注……………川崎重工業
- ニ ュ ー ス 「AUTO RAP」実用化第1号機を搭載……………三井造船
- 製 品 紹 介 船舶用燃料ブレンド装置の開発……………ドッドウエル
- 外 国 船 紹 介 新造原子力空母 USS NIMITZ 写真集 (2) —就役式— ……速水育三
- 昭和51年度造船建造許可集計 (昭和51年5月)

最新の技術と実績を誇る 福島の甲板機械



Hydraulic deck crane (8¹×20⁰×23^M/min.)

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



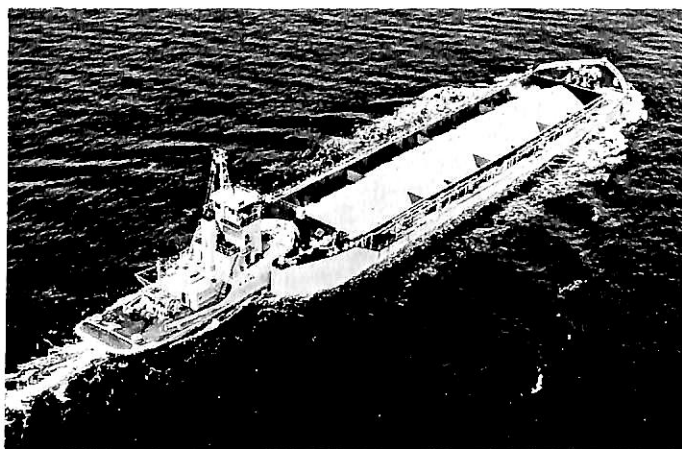
株式会社 **福島製作所**

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

“押船—舳船団に”アーティカップル

ピンジョイント式
自動連結装置

ボタン操作による
全自動方式

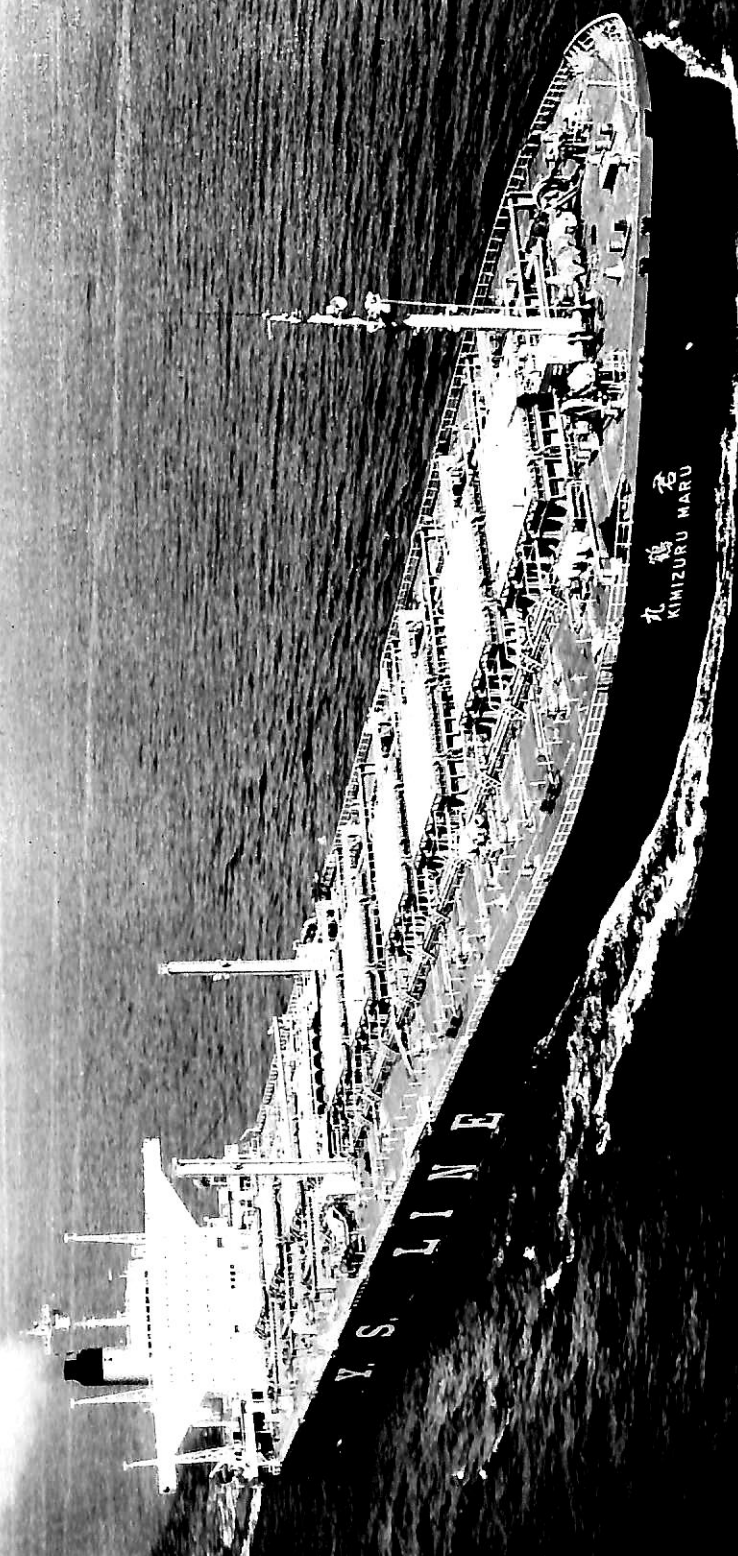


☆ 荒天時も就航可能!

☆ 連結—切離し作業の無人化とスピード・アップ!

大成設計工務株式会社

東京都台東区東上野 1-28-3
電話 03(833)0828, 0829

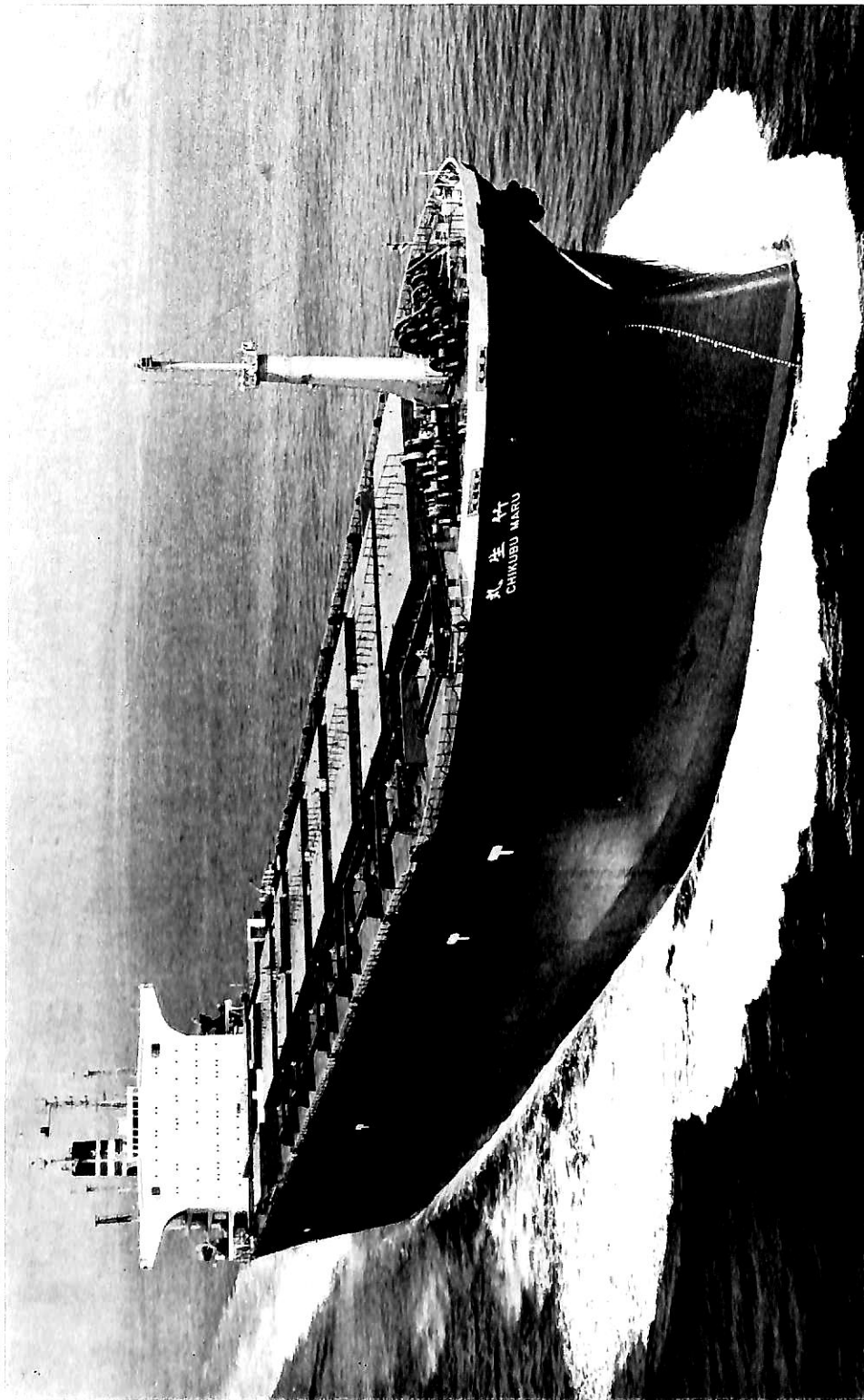


30次鉱石/油槽船

君 鶴 丸 山下新日本汽船株式会社

日立造船株式会社因島工場建造 (第466番船)
 全長 300.00m 垂線間長 289.00m
 満載排水量 203,477t 総噸数 89,814.80T
 貨物油槽容積 205,467m³ 主荷油ポンプ 純噸数 65,903.19T
 燃料油槽 8,303m³ 燃料消費量 101.9t/day 清水槽 1,064m³
 出力 (連続最大) 30,700PS (114RPM) (常用) 26,100PS (108RPM) 主機 日立 B & W 9K 90GF 型ディーゼル機関×1基
 発電機 (タービン) 1,000kW×AC450V×60Hz×1台 (ディーゼル) 600kW×AC450V×60Hz×2台 補汽缶 二胴水管強圧通風重油専焼式 80,000kg/h×1基
 1.2kW 1台 (補) 50W 1台 受信機 (主) 1台 全波 2台 (補) 全波 1台 速度 (試運転最大) 17.01kn (満載航海) 15.2kn
 航程距離 28,000哩 船級・区域資格 NK 速洋 船型 平甲板型 乗組員 39名
 NK MO 取得

竣工 50-3-25 型幅 48.00m 貨物輪容積 15t×2台
 起工 50-12-24 型深 23.00m デリックブーム 15t×2台
 進水 50-12-24 型深 23.00m 貨物輪容積 15t×2台
 満載排水量 172,182t 載貨重量 10個 主機 日立 B & W 9K 90GF 型ディーゼル機関×1基
 補汽缶 二胴水管強圧通風重油専焼式 80,000kg/h×1基
 速度 (試運転最大) 17.01kn (満載航海) 15.2kn
 乗組員 39名



30次石炭／鉱石運搬船

竹生丸
CHIKUBU MARU

住友重機械工業株式会社浦賀造船所建造 (第978番船)

全長 254.75m 垂線間長 244.00m

総噸數 66,497.48T 純噸數 45,961.69T

燃料油槽 5,972m³ 燃料消費量 75.2t/day

出力 (連続最大) 23,200PS (122RRPM) (常用) 19,700PS (116RRPM)

イザー (強制循環式) 2,000kg/h×1台 發電機 (ディーゼル) 1台

送信機 (主) SSB 1.2kW 1台, 1kW 1台 (非) 75W 1台

速力 (試運転最大) 17.525kn (滿載航海) 15.16kn

乗組員 33名

日本郵船株式会社
昭和郵船株式会社

竣工 51-4-30

進水 51-1-12

型深 23.90m

滿載喫水 16.892m

貨物艙容積 (グレージン) 138,903m³ 艙口數 9

主機 住友 Sulzer 8 RND 90 型ディーゼル機×1基

補汽缶 重油専焼式 2,000kg/h×1台, 排気(ガス)エコーマ

シユレス同期発電機 AC450V×60Hz×650kW×3台

受信機 (主) 全波 3台 (非) 全波 1台

船級・区域資格 NK 遠洋

船型 平甲板型



貨物船長宝丸 二宝船舶株式会社

CHOHO MARU

株式会社名村造船所伊万里工場建造 (第440番船) 起工 50-11-18 進水 51-3-2 竣工 51-3-31
 全長 177.03m 垂線間長 167.00m 型幅 22.90m 型深 14.50m 満載喫水 10.406m
 満載排水量 33,501t 総噸数 16,348.08T 純噸数 10,881.94T 載貨重量 27,060t
 貨物艙容積 (ベール) 32,595m³ (グレーン) 36,841m³ 艙口数 5 デッキクレーン 15t×5台
 燃料油槽 1,884.7m³ 燃料消費量 38.2t/day 清水槽 160.6m³
 主機械 三菱 Sulzer 7RND 68 型ディーゼル機関×1基 出力 (連続最大) 11,550PS (150RPM)
 (常用) 9,820PS (142RPM) 補汽缶 大阪ボイラーコクラン型 7kg/cm²×1,200kg/h×1台
 発電機 (ディーゼル) AC450V×380kW×3台 送信機 (主) 1台 (補) 1台 受信機 (主) 1台 (補) 1台
 速力 (試運転最大) 17.40kn (満載航海) 15.0kn 航続距離 16,200浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 四甲板型 乗組員 32名

貨物船ばんばす 株式会社木原商事

PAMPAS

幸陽船渠株式会社建造 (第721番船) 起工 50-8-1 進水 50-12-24 竣工 51-5-8
 全長 177.20m 垂線間長 166.90m 型幅 22.80m 型深 14.60m 満載喫水 10.588m
 満載排水量 33,858.90t 総噸数 15,727.34T 純噸数 9,272.19T 載貨重量 26,236.52t
 貨物艙容積 (ベール) 29,373.00m³ (グレーン) 31,253.70m³ 艙口数 4 デリックブーム 15t×6台
 Car 積載数 Car 420台 燃料油槽 2,000m³ 燃料消費量 38t/day (at c.s.o.) 清水槽 250m³
 主機械 IHI-S.E.M. T-18PC 2-5V 型ディーゼル機関×1基 出力 (連続最大) 11,700PS (520RPM)
 (常用) 10,530PS (502RPM) 補汽缶 三浦 VW-40型 1,400kg/h×6kg/cm²G
 発電機 ダイハツ 6PSHT-26D 型 650PS×720rpm×2台 (420kW×525kVA×450V×60Hz×3Phase.)
 送信機 (主) 1kW (補) 75W 受信機 (主) トリプルダブルスーパー (補) ダブルシングルスーパー
 速力 (試運転最大) 17.259kn (航海速力) 14.8kn 航続距離 14,310浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 四甲板型 乗組員 33名 外4名 同型船 清辰





貨物船 雲海丸 中村汽船株式会社
山九運輸機工株式会社

UNKAI MARU

三菱重工株式会社下関造船所建造 (第763番船)	起工 50-9-4	進水 50-11-10	竣工 51-4-14
全長 148.016m	垂線間長 136.10m	型幅 21.60m	型深 12.20m
満載排水量 21,711t	総噸数 10,110.83T	純噸数 6,337.91T	満載喫水 9.376m
貨物艙容積 (ベール) 20,264m ³	(グレーン) 20,828m ³	艙口数 3	載貨重量 16,889t
燃料油槽 1,726.3m ³	燃料消費量 26.8t/day (主機のみ)		デリックブーム 25t×5台
主機械 三菱 8UEC 52/105D 型ディーゼル機関×1基		出力 (連続最大) 8,000PS (175RPM)	清水槽 402.2m ³
(常用) 7,200PS (169RPM)		補汽缶 堅形コクラン 1,200kg/h×7kg/cm ² g×1台	
発電機 AC450V×600kVA×2台	送信機 (主) SSB 500W×1台	受信機 (主) 50W×1台	
速力 (試運転最大) 17.61kn (満載航海) 14.5kn	航続距離 約20,000浬	船級・区域資格 NK 遠洋	
船型 四甲板型	乗組員 33名	長尺貨物およびホットコイル積載可能	

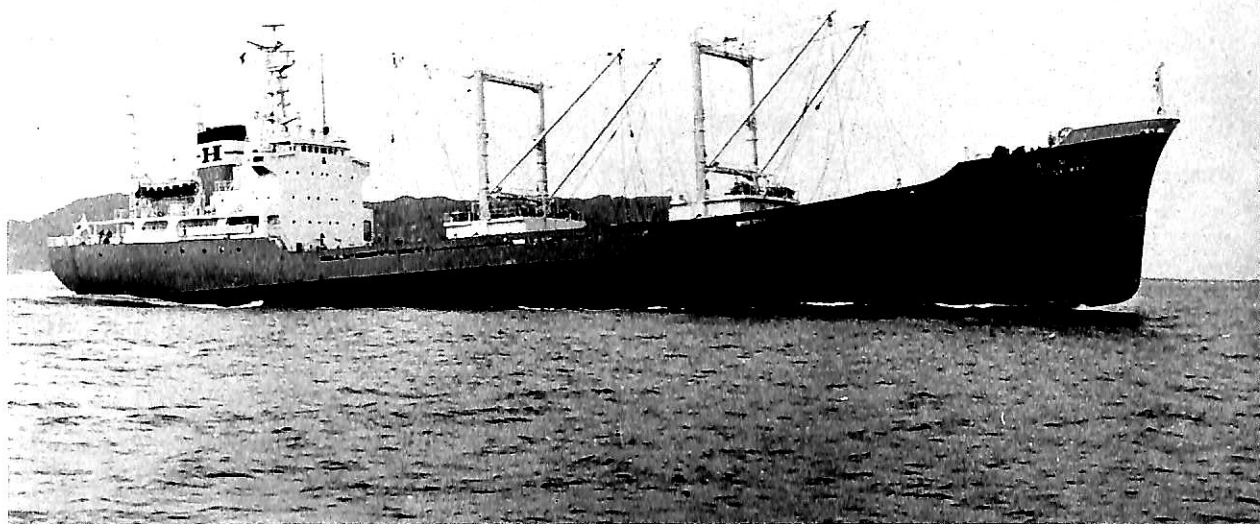
— 14 —

貨物船 さもあ丸 大和海運株式会社

SAMOA MARU

旭洋造船鉄工株式会社建造 (第279番船)	起工 50-9-17	進水 51-1-12	竣工 51-4-26
全長 141.50m	垂線間長 131.50m	型幅 20.40m	型深 13.70m
満載排水量 19,820.1t	総噸数 10,788.42T	純噸数 5,369.81T	満載喫水 9.470m
貨物艙容積 (ベール) 19,679.9m ³	(グレーン) 19,800.9m ³	艙口数 4	載貨重量 15,698.0t
燃料油槽 991.4m ³	燃料消費量 23.5t/day	清水槽 696.8m ³	デッキクレーン 10t×4台
ディーゼル機関×1基		主機械 神戸発動機 6UEC 52/105 D 型	
補汽缶 クレイトン WHO-100 型蒸気圧力 7kg/cm ²	出力 (連続最大) 6,200PS (175RPM)	(常用) 5,580PS (169RPM)	
送信機 (主) 1,000W 1台 (補) 75W 1台		発電機 450kVA×450V×2台	
(補) 全波ダブルシングルスーパー	速力 (試運転最大) 17.012kn (満載航海) 13.5kn	航続距離 11,600浬	
船級・区域資格 NK 遠洋	船型 四甲板船型	乗組員 34名	





冷蔵運搬船 志賀丸 田中産業株式会社

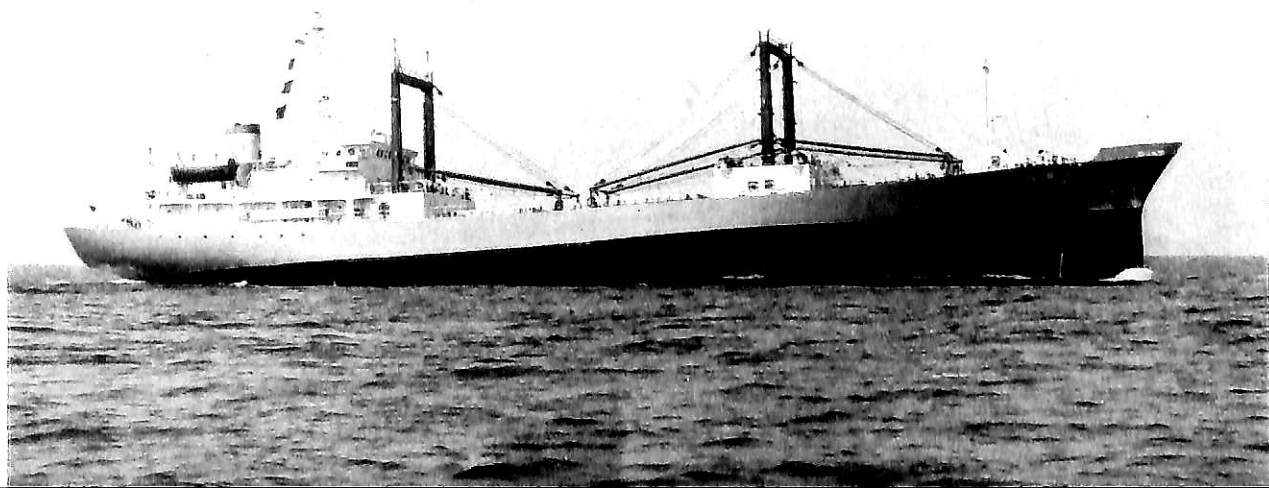
SHIGA MARU

福岡造船株式会社建造 (第1036番船) 起工 50-7-28 進水 50-9-23 竣工 51-2-12
 全長 112.50m 垂線間長 105.00m 型幅 16.60m 型深 8.10m 満載喫水 6.6665m
 満載排水量 7,490.45t 総噸数 3,616.44T 純噸数 1,852.51T 載貨重量 4,855.46t
 貨物艙容積 (ベール) 4,711.70m³ 艙口数 3 デリックブーム 3t×4台 燃料油槽 1,178.86m³
 燃料消費量 22t/day 清水槽 164.18m³ 主機械 神戸発動機 6UET 52/90D 型ディーゼル機関×1基
 出力 (連続最大) 6,000PS (198RPM) (常用) 5,100PS (188RPM) 補汽缶 堅水管式 0.8t/h×1台
 発電機 AC450V×560kW×60Hz×720rpm×2台 送信機 (主) NSD-9B (補) NSD-113
 受信機 (主) NRD-15K (補) NRD-10 速力 (試運転最大) 17.950kn (満載航海) 16.1kn
 航続距離 20,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋 "MO" 船型 凹甲板型 乗組員 27名

冷蔵運搬船 三保丸 南北産業株式会社

MIHO MARU

西井船渠株式会社建造 (第277番船) 起工 50-10-16 進水 50-12-23 竣工 51-3-26
 全長 95.67m 垂線間長 87.00m 型幅 14.50m 型深 8.60m 満載喫水 5.50m
 満載排水量 4,320.00t 総噸数 1,752.62T (スエズ 2,870.55T) 純噸数 893.69T (スエズ 2,089.72T)
 載貨重量 3,135.53t 貨物艙容積 (ベール) 3,598.77m³ 艙口数 3 デリックブーム 5t×6台
 燃料油槽 A.O. 171.73m³ C.O. 543.44m³ 燃料消費量 11.974m³/day 清水槽 92.06m³
 主機械 阪神内燃機 6LU46 型ディーゼル機関×1基 出力 (連続最大) 3,500PS (265RPM)
 (常用) 2,975PS (251RPM) 補汽缶 再循環式全自動 619kg/h×7kg/cm²×1台
 発電機 (ディーゼル) 530PS×900rpm×450kVA×445V×2台, 点灯用10kVA×110V×1台 送信機 (主) NSD-1590
 (補) NSD-1106 受信機 (主) NRD-10 トリプルスーパー方式 (補) NRD-1001 ダブルスーパー方式
 速力 (試運転最大) 16.592kn (満載航海) 14.00kn 航続距離 15,372浬 船級・区域資格 NK 第三種遠洋
 船型 二層甲板型 乗組員 22名 サイドローリング式ハッチカバー採用





物理探鉱船 開 洋 丸 石油資源開発株式会社
KAIYOU MARU

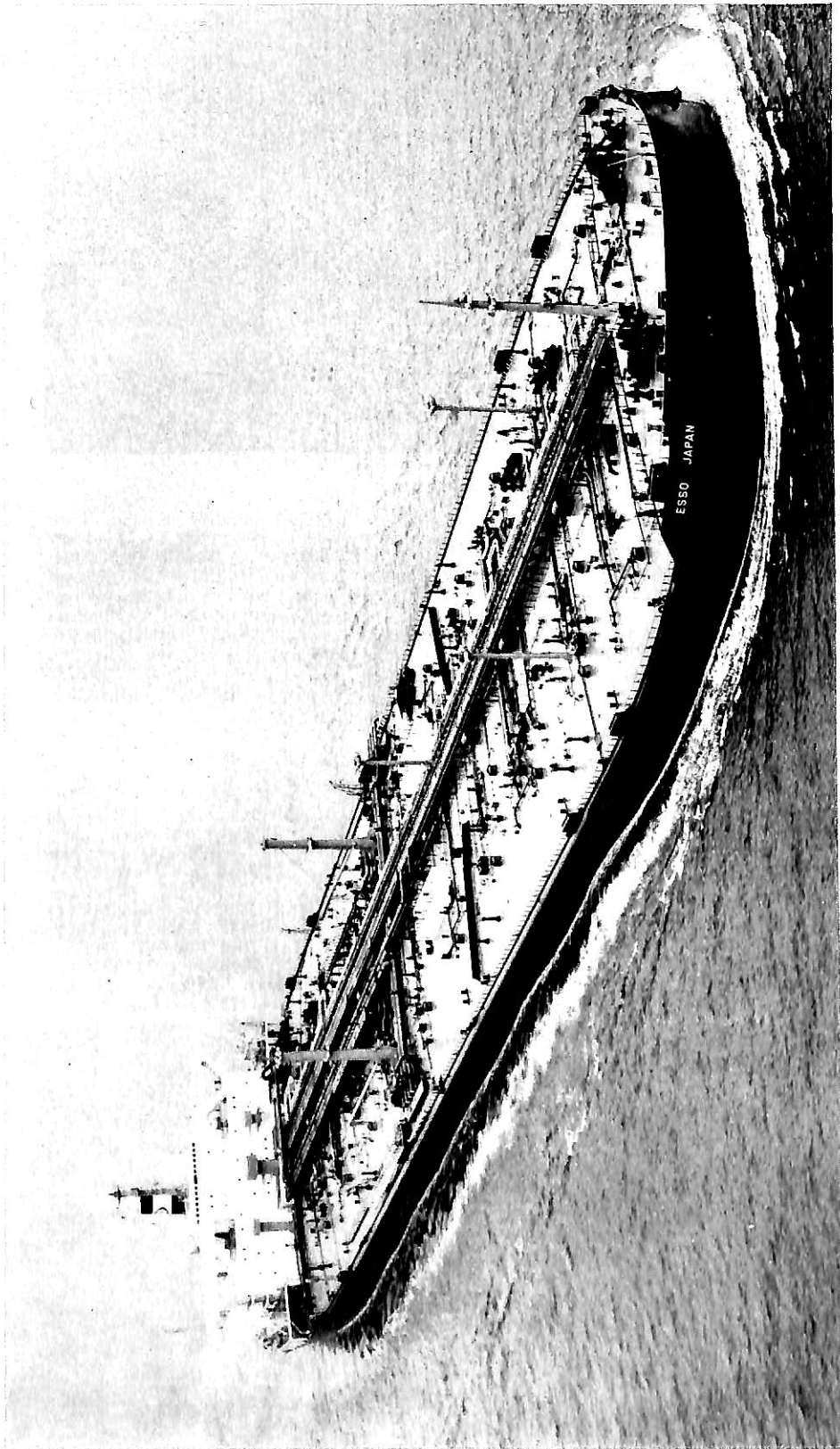
三菱重工業株式会社下関造船所建造 (第774番船) 起工 50-10-7 進水 51-1-30 竣工 51-4-28
 全長 75.97m 垂線間長 68.00m 型幅 12.00m 型深 4.60m 満載喫水 4.57m
 満載排水量 2,262.4t 総噸数 990.82T 純噸数 310.70T 載貨重量 739.4t 燃料油槽 598.7m³
 燃料消費量 14.4t/day 清水槽 230.8m³ 主機械 ダイハツ 6DSM-32 型ディーゼル機関×2基 (2軸2舵)
 出力 (連続最大) 4,200PS (600/240RPM) (常用) 3,570PS (568/227RPM) 補給機 コ克蘭 1,000kg/h
 発電機 AC450V×562.5kVA×4台, AC450V×156.25kVA×2台 (精密機器用) 送信機 (主) 1.2kW SSB
 1kW 中・短波 (補) 130W 中・短波 受信機 全波 速度 (試運転最大) 17.08kn
 (満載航海) 15.0kn 航続距離 11,500浬 船級・区域資格 NK 耐氷構造 C級 MO 遠洋
 船型 全通船樓型 乗組員 27名 観測員 22名 海底下数千m地層の石油・天然ガスを始めと
 する各種鉱物資源の調査を目的とする。地震, 重力, 磁力探査機器一式

— 16 —

8,000PSディーゼル エレク トリック ポンプ 浚渫船 第三スエズ 五洋建設株式会社
No. 3 SUEZ

石川島播磨重工業株式会社建造 (第2523番船) 起工 50-6-5 進水 51-1-16 竣工 51-6-30
 全長 119m 垂線間長 80.0m 型幅 19.4m 型深 5.6m 満載喫水 4.1m
 満載排水量 5,920t 燃料油槽 B.O 878m³, A.O 61m³ 清水槽 284m³
 主発電機 IHI S.E.M.T Pielstick 16PC2-2V 型ディーゼル機関×2基 定格出力 8,000PS×2
 (514RPM) 発電機 防滴保護他力管通風型自励式 AC5,500kVA×6,600V×514rpm×3φ×60Hz×2台
 船級・区域資格 JG 沿海 回航時国際遠洋 船型 平甲板船首カットアップラダーウェル付船尾船型
 乗組員 31名 浚渫深度 32m (ラダー傾斜48度), 排送距離 3,500m, 揚土量 1,500m³/h 浚渫ポンプ 形式渦巻
 式 8,000PS (泥水), 揚水量 10,000m³/h×130m





輸出油槽船 **ESSO JAPAN**

エッソ ジャパン

船主 Esso Tankers Inc. (Liberia)
 日立造船株式会社有明工場建造 (第4440番船)
 全長 362.000m 垂線間長 350.000m
 総噸數 192,679.37t 純噸數 159,424t
 主艙油ポンプ 5,000m³/h×16.5kg/cm²×4台 清水槽 917.0m³
 燃料消費量 約 225.8t/day (常用) 45,000PS (80RPM)
 出力 (連続最大) 45,000PS (80RPM) (常用) 45,000PS (80RPM)
 max.95t/h 発電機 (タービン) 2,200kW×AC450V×60Hz×1,800rpm×2台 (ディーゼル)
 1台 送信機 (主) NSD-7B 1台, (補) NSD-266H 1台 航続距離 約 26,800哩
 (試運転最大) 15,877kn (滿航航海) 15.15kn
 速力 乗組員 49名 (別項参照)
 船型 平甲板型
 進水 50-11-14 起工 49-10-14
 滿載排水 22,223m³ 型深 28,100m
 貨物油槽容積 (100% Cap.) 499,064.4m³
 燃料油槽 (100% Cap.) 19,154.6m³
 日立造船 UA-450/80 型タービン機関×1基
 日立造船 UMG 95/73 型 62kg/cm²G×515°C×
 一セル) 600kW×AC450V×60Hz×1,800rpm×
 (主) NSD-155 1台, (補) NSD-3D 1台
 船級・区域資格 AB 速洋



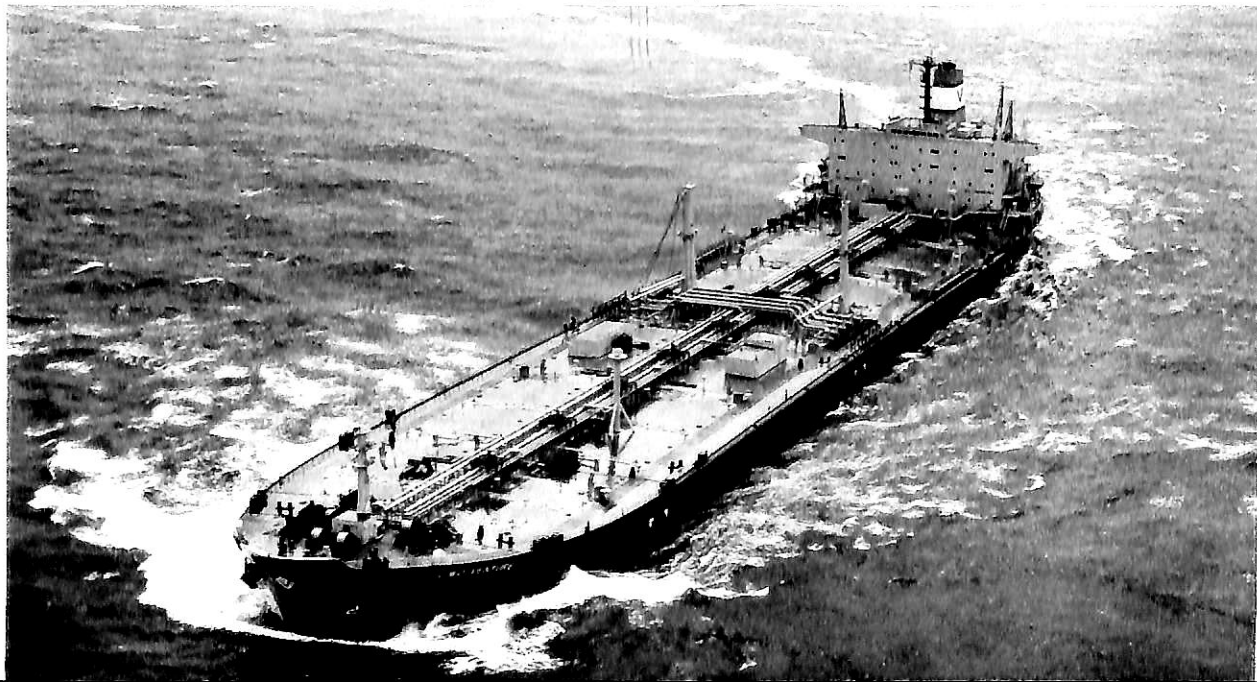
ベルゲ エムプレス
輸出油槽船 BERGE EMPRESS

船主 Sig Bergesen D.Y. (Norway)
 三井造船株式会社千葉造船所建造 (第1005番船) 起工 50-5-28 進水 50-12-23 竣工 51-4-27
 全長 381.800m 垂線間長 365.000m 型幅 68.000m 型深 28.650m 満載喫水 22.788m
 総噸数 211,359.88T 純噸数 170,386.69T 載貨重量 417,054T 貨物油槽容積 513,679.3m³
 主荷油泵 5,000m³/h×T150m×4台 燃料油槽 17,530m³ 燃料消費量 220t/day 清水槽 1,207m³
 主機 三井 Stal-Laval AP 型船用タービン機関×1基 出力 (連続最大) 45,000PS (80RPM)
 (常用) 45,000PS (80RPM) 主汽缶 三井-FW "ESD III" 型 発電機 (ターボ) 1,280kW×1,800rpm×2台
 (ディーゼル) 1,280kW×720rpm×1台 送信機 (主) 1,500W 1台 (補) 150W 1台 受信機 (主) 1台
 (補) 1台 速力 (試運転最大) 15.810kn (満載航海) 15.4kn 航続距離 25,797浬
 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 49名 同型船 BERGE EMPEROR
 "EO" "BIS" "Inert"

— 18 —

リオ ベンチャー
輸出油槽船 LIWO VENTURE

船主 Regence Carriers Inc. (Liberia)
 三井造船株式会社玉野造船所建造 (第1040番船) 起工 50-10-8 進水 51-1-20 竣工 51-4-28
 全長 271.000m 垂線間長 260.000m 型幅 44.000m 型深 22.400m 満載喫水 17.029m (ext.)
 満載排水量 162,429t 総噸数 64,631.31T 純噸数 51,161.25T 載貨重量 139,209t
 貨物油槽容積 170,829.4m³ 主荷油泵 3,000m³/h(S.W.)×d 14.2kg/cm²G(S.W.)×3台
 デリックブーム 15t×2台, 10t×1台 燃料油槽 F.O. 4,816.0m³ D.O. 381.3m³ 燃料消費量 約 88t/day
 清水槽 531.2m³ 主機 三井-B & W 8K90GF 型ディーゼル機関×1基
 出力 (連続最大) 27,300PS (114RPM) (常用) 23,200PS (108RPM) 補汽缶 三井 WTA-60, 2 胴水管式
 60,000kg/h×16.5kg/cm²×1台 発電機 (ディーゼル) ヤンマー 6GL-UT 型 1,000PS×720rpm,
 670kW×2台 (ターボ) 三井-BBC MTG-200, 900/750kW×10,000rpm, 900kW×1台 送信機 (主) 1.5kW 1台
 (補) 75W 1台 受信機 (主) 2台 速力 (試運転最大) 16.81kn (満載航海) 15.12kn
 航続距離 約 16,900浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板船 乗組員 42名 (別項参照)





パシフィック ジャスミン

輸出鉱石運搬船 **PACIFIC JASMIN**

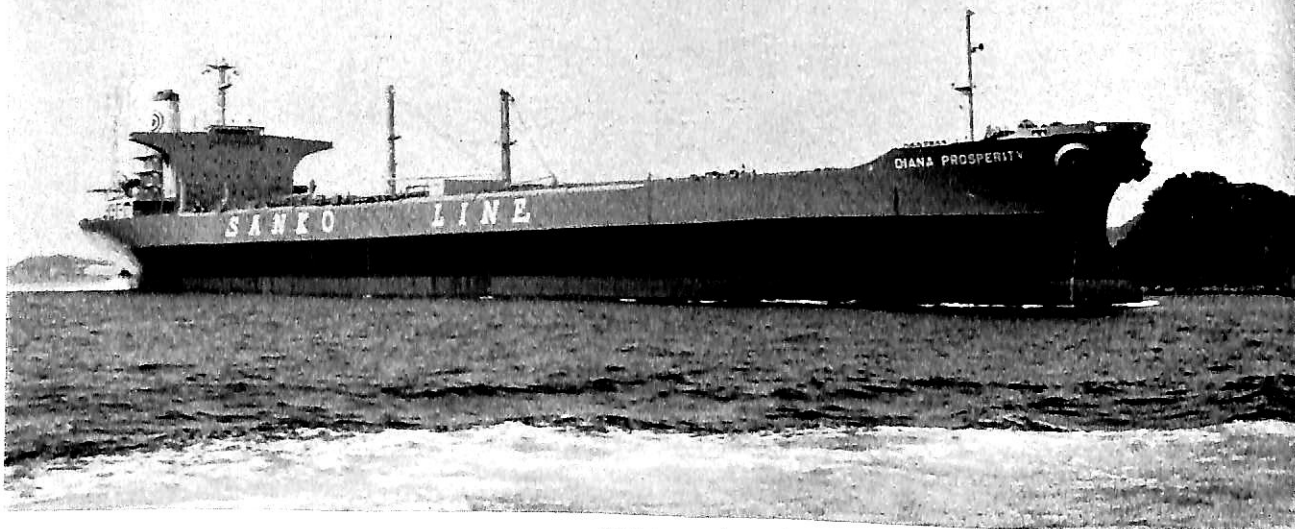
船主 Jasmin Shipping Co., Ltd. (Liberia)
 住友重機械工業株式会社追浜造船所建造 (第985番船) 起工 50-11-11 進水 51-1-14 竣工 51-3-31
 全長 267.00m 垂線間長 258.00m 型幅 44.00m 型深 22.90m 満載喫水 16.529m
 総噸数 44,718.97T 純噸数 28,786.20T 載貨重量 134,268Lt 貨物艙容積 (グレーン) 80,227m³
 艙口数 9 燃料油槽 8,764m³ 燃料消費量 88.9t/day 清水槽 476m³
 主機械 住友 Sulzer 9RND 90 型ディーゼル機関×1基 出力 (連続最大) 26,100PS (122RPM)
 (常用) 23,490PS (118RPM) 補汽缶 重油専焼立円筒型 2,500kg/h×1台, 排気ガスエコノマイザー 2,500×1台
 発電機 (ディーゼル) AC450V×60Hz×750kW×3台 送信機 (主) 1台 (補) 1台
 受信機 (主) 1台 (補) 1台 速力 (試運転最大) 17.50kn (満載航海) 15.33kn 航続距離 33,000浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 36名

アストロ レオ

輸出油槽船 **ASTRO LEO**

船主 Wearever Carriers Inc. (Panama)
 今治造船株式会社丸亀工場建造 (第1021番船) 起工 50-2-21 進水 50-7-1 竣工 51-4-26
 全長 237.613m 垂線間長 226.00m 型幅 39.40m 型深 18.70m 満載喫水 13.947m
 満載排水量 106,228t 総噸数 46,384.72T 純噸数 33,471T 載貨重量 89,964t
 貨物油槽容積 110,211.7m³ 主荷油ポンプ 2,500m³/h×140m TH×3台 デリックブーム 5t×2台
 燃料油槽 4,845.6m³ 燃料消費量 63.34t/day 清水槽 873.2m³
 主機械 三菱 Sulzer 7RND 90 型ディーゼル機関×1基 出力 (連続最大) 20,300PS (122RPM)
 (常用) 17,250PS (116RPM) 補汽缶 三菱 MAC-55 型 16kg/cm² (油焚) 55,000kg/h (排ガス) 6,800kg/h
 発電機 950kVA×2台 送信機 (主) NSD-1525 1kW (補) NSD-1075L 75W
 受信機 (主) NRD-10 全波 (補) NRD-1002C 全波 速力 (試運転最大) 16.500kn (満載航海) 15.1kn
 航続距離 22,800浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 42名
 同型船 ASTRO PEGASUS





ダイアナ プロスペリティ
輸出油槽船 DIANA PROSPERITY

船主 Sculpton Shipping Ltd. (Singapore)
 株式会社大島造船所建造 (第004番船) 起工 50-2-28 進水 50-12-20 竣工 51-3-31
 全長 241.50m 垂線間長 230.00m 型幅 40.00m 型深 18.80m 満載喫水 14.183m
 満載排水量 105,770t 総噸数 44,989.53T 純噸数 35,976.17T 満載重量 89,735t
 貨物油槽容積 112,633.1m³ (100% Full) 主荷油ポンプ 2,750m³/h×120m D.H.×3台
 燃料油槽 Bunker 3,210.9m³ Diesel 345.1m³ 燃料消費量 68.4t/day 出力 (連続最大) 20,300PS (122RPM)
 主機械 住友 Sulzer 7RND 90 型ディーゼル機関×1基 補汽缶 二胴水管式 55,000kg/h×16kg/cm²G×1台
 (常用) 18,270PS (118RPM) 送信機 (主) ST-1400C
 発電機 ダイハツ 6DS-26D 型 1,300PS×720rpm×2台, 880kW×AC450V×60Hz
 (補) ST-85D 受信機 (主) 3020A (補) RPI 速力 (試運転最大) 16.492kn (満載航海) 15.29kn
 航続距離 15,700浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 35名
 同型船 HELLESPONT GLORY

— 20 —

アルハンゲロス
輸出撒積運搬船 ARCHANGELOS

船主 Seventh Shipping Corporation (Liberia)
 日立造船株式会社舞鶴工場建造 (第4385番船) 起工 50-6-10 進水 51-2-13 竣工 51-4-28
 全長 225.055m 垂線間長 215.000m 型幅 32.200m 型深 17.800m 満載喫水 40'-10 3/4"
 満載排水量 71,815Lt 総噸数 30,098.32T 純噸数 22,943T 満載重量 60,200Lt
 貨物艙容積 (グリーン) 74,169.4m³ 艙口数 7 燃料油槽 3,613.38m³ 燃料消費量 55.25t/day
 清水槽 440.38m³ 主機械 日立 Sulzer 8RND 76 型ディーゼル機関×1基
 出力 (連続最大) 16,000PS (122RPM) (常用) 14,400PS (118RPM) 補汽缶 日立フレミング No. 3 型×1台
 発電機 587.5kVA (470kW)×3台 送信機 (主) 1台 (非) 1台 受信機 (主) 1台 (補) 1台
 速力 (試運転最大) 17.58kn (満載航海) 15.3kn C.S.O. (15% Sea Margin) 航続距離 20,200浬
 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 36名
 同型船 ZANNIS MICHALOS





ヘルスポント カレジ

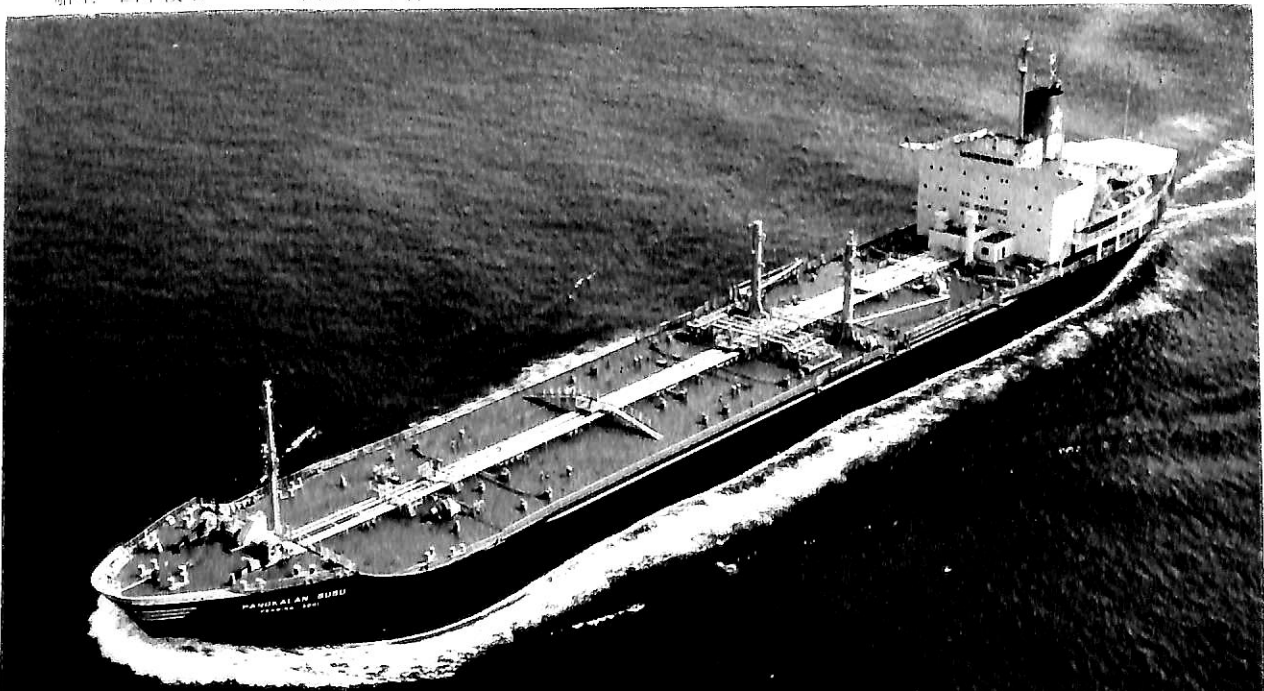
輸出貨物船 **HELLSPONT COURAGE**

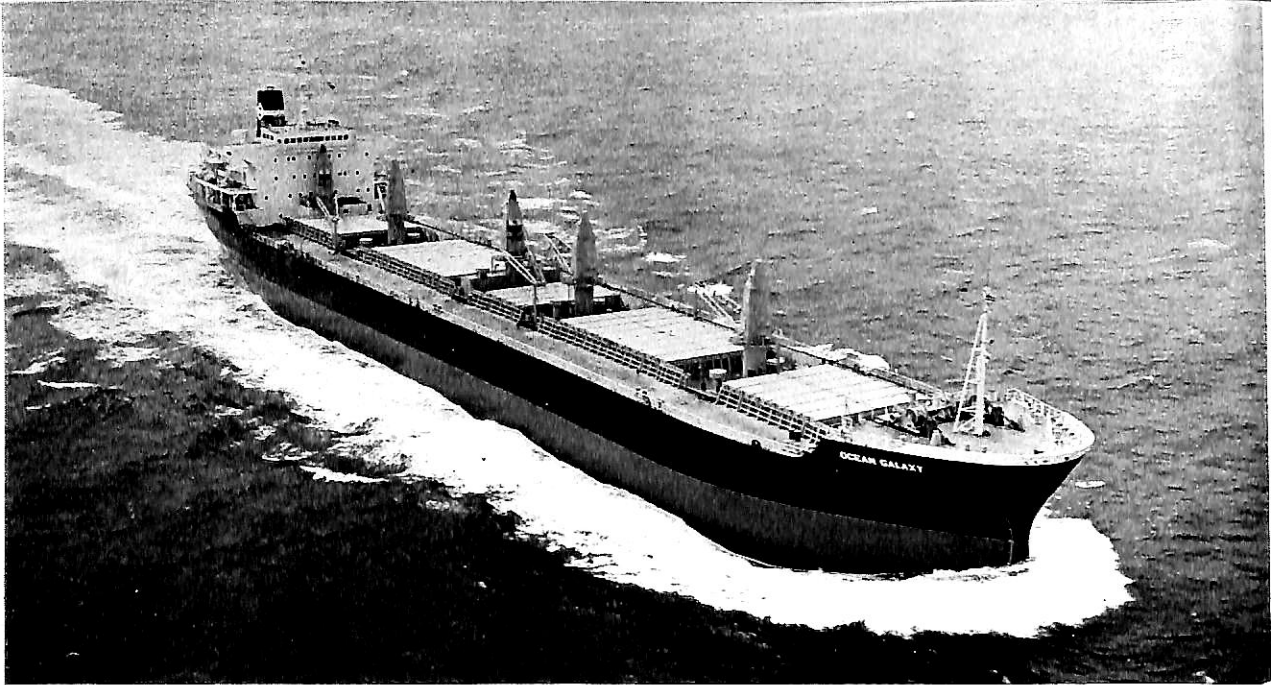
船主 Nana kru Navigation Ltd. (Liberia)
 株式会社名村造船所伊万里工場建造 (第809番船) 起工 50-9-5 進水 51-1-23 竣工 51-3-19
 全長 193.52m 垂線間長 184.00m 型幅 29.40m 型深 16.60m 満載喫水 11.668m
 満載排水量 52,417t 総噸数 22,893.42T 純噸数 16,816T 載貨重量 43,110t
 貨物艙容積 (グレーン) 56,079m³ 艙口数 6 デリックブーム 5t×12台 デッキクレーン 22t×3台
 燃料油槽 2,420.7m³ 燃料消費量 40.3kt/day 清水槽 509.0m³
 主機 三菱 Sulzer 6RND 76 型ディーゼル機関×1基 出力 (連続最大) 12,000PS (122RPM)
 (常用) 10,200PS (116RPM) 補汽缶 大阪ボイラーコクラン型 7kg/cm²×1,500kg/h×1台
 発電機 (ディーゼル) AC450V×380kW×3台 送信機 (主) 1.5kW SSB 1台 (補) 50W 1台
 受信機 (主) 1台 (補) 1台 速力 (試運転最大) 17.21kn (満載航海) 14.5kn 航続距離 19,100浬
 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 35名

パンカラン スス

輸出油槽船 **PANGKALAN SUSU/PERMINA 3001**

船主 Ozark Shipping Co., S.A. (Panama)
 株式会社全指造船所清水造船所建造 (第1120番船) 起工 50-7-28 進水 50-11-22 竣工 51-3-29
 全長 182.03m 垂線間長 170.00m 型幅 27.00m 型深 17.00m 満載喫水 11.723m
 満載排水量 44,491t 総噸数 19,944.73T 純噸数 12,698.88T 載貨重量 36,407t
 貨物油槽容積 44,926.5m³ 主荷油ポンプ 1,500m³/h×110mTH (by S.W.)×2台 燃料消費量 43.7t/day
 デリックブーム 10t×2台, 3t×1台 燃料油槽 A.O. 221.7m³ C.O. 2,719.0m³ 主機 川崎 MAN K7SZ 70/125 型ディーゼル機関×1基
 清水槽 684.6m³ 補汽缶 川崎 SM-27×1台 (2,700kg/h)
 出力 (連続最大) 13,300PS (145RPM) (常用) 11,300PS (137.5RPM) 補汽缶 川崎 SM-27×1台 (2,700kg/h, 16kg/cm²)
 発電機 (ディーゼル) ヤンマー 6GL-DT 型 850PS×AC445V×580kW×2台
 送信機 (主) MF, IF 400W, HF 1.5kW (補) MF 50W, 130W 受信機 (主) 全波 1台 (補) 全波 1台
 速力 (試運転最大) 16.464kn (満載航海) 14.8kn 航続距離 19,837浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 凹甲板型 乗組員 45名





オーシャン ギャラクシイ
輸出撒積貨物船 **OCEAN GALAXY**

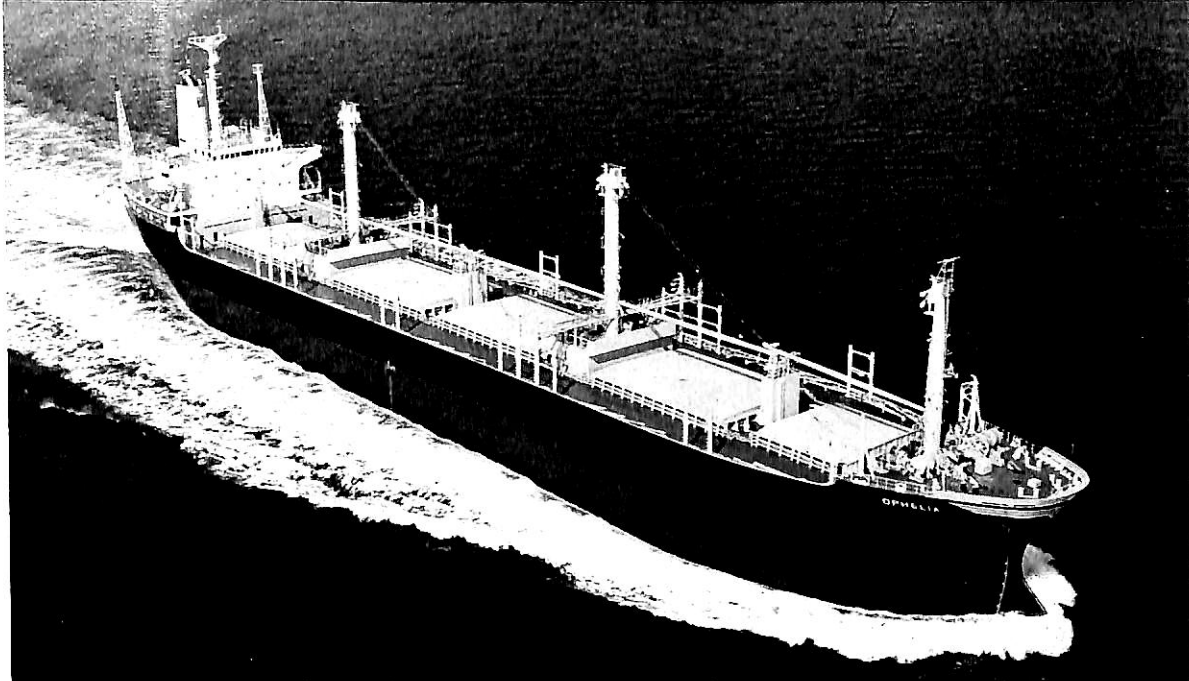
船主 Galaxy Naviera S.A. (Panama)
 株式会社大阪造船所建造 (第360番船) 起工 50-9-10 進水 50-12-23 竣工 51-4-12
 全長 185.500m 垂線間長 175.000m 型幅 26.000m 型深 15.500m 満載喫水 11.157m
 満載排水量 41,789t 総噸数 19,701.79T 純噸数 13,766T 載貨重量 34,399t
 貨物艙容積 (ベール) 41,323m³ (グレーン) 44,817m³ (含 T.W.T.) 艙口数 5 デッキクレーン 10t×5台
 燃料油槽 2,164.9m³ 燃料消費量 41.8t/day 清水槽 432.4m³
 主機械 三菱 Sulzer 7RND 68 型ディーゼル機関×1基 出力 (連続最大) 11,550PS (150RPM)
 (常用) 10,395PS (144.8RPM) 補汽缶 コ克蘭型コンポジット式×1台
 発電機 AC450V×475kVA×3台 送信機 (主) MF: 400W, 550W MF: 300W HF: 1,200W
 (補) 50W 130W 受信機 (主) 全波 1台 速力 (試運転最大) 16.614kn (満載航海) 14.9kn
 航続距離 16,790浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 四甲板型 乗組員 35名
 同型船 OCEAN COSMOS

— 22 —

ムーン リバー
輸出自動車/撒積貨物船 **MOON RIVER**

船主 Summit Navigation Co. Ltd (Liberia)
 常石造船株式会社建造 (第328番船) 起工 50-11-28 進水 51-1-20 竣工 51-4-23
 全長 179.000m 垂線間長 170.000m 型幅 25.400m 型深 15.500m
 満載排水量 (ext.) 11,187m 満載排水量 39,700t 総噸数 17,242.92T 純噸数 12,195.87T
 載貨重量 30,073t 貨物艙容積 (ベール) 33,980.0m³ (グレーン) 35,191.4m³ 艙口数 5
 デッキクレーン 8t×5台 Car 積載数 3,000台 (コナ型) 燃料油槽 F.O. 2,060.7m³ D.O. 221m³
 燃料消費量 38.1t/day 清水槽 322.6m³ 主機械 三井 B & W 6K 74 EF 型ディーゼル機関×1基
 出力 (連続最大) 11,600PS (124RPM) (常用) 9,860PS (117.5RPM) 補気缶 ガデリウスサンロッド型×1台
 発電機 ヤンマー 6GL-UT (600kW)×2台 送信機 (主) TK-27A 1台 (補) TK-28A 1台
 受信機 (主) RG-15A 1台 (補) RG-17A 1台 速力 (試運転最大) 16.83kn (満載航海) 14.75kn
 航続距離 13,400浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 ウエル甲板型 乗組員 38名
 同型船 TOYOTA No. 22 川崎 Blohm & Voss カーデッシシステム





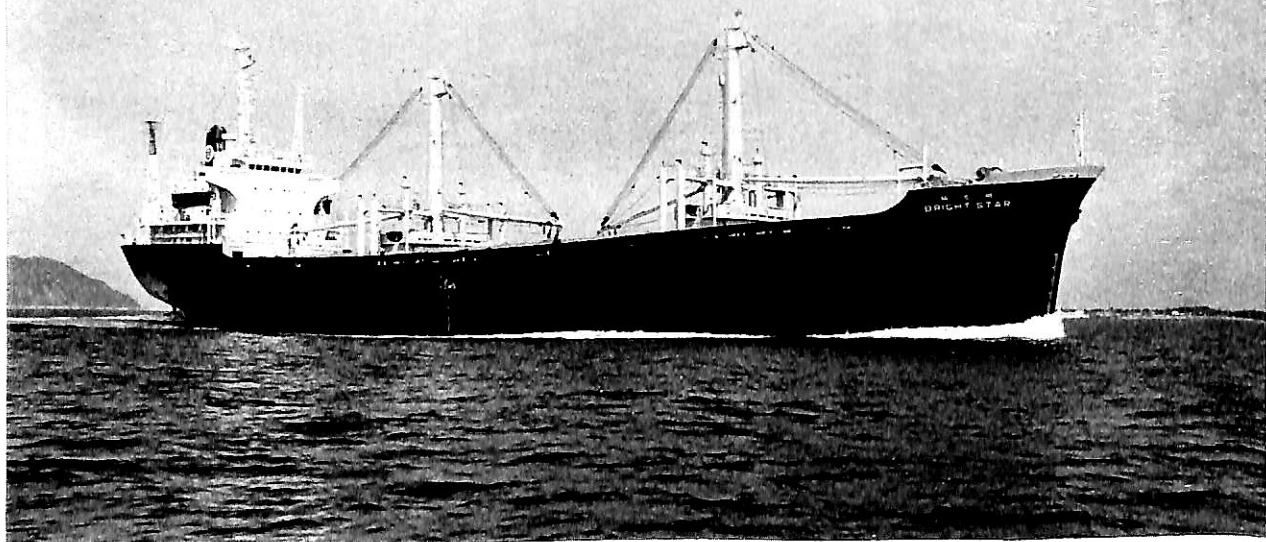
オフエリア
輸出撒積貨物船 **OPHELIA**

船主 Barclay Shipping Corp. Inc. (Liberia)
 今治造船株式会社丸亀工場建造 (第1034番船) 起工 50-10-15 進水 51-1-21 竣工 51-4-23
 全長 175.118m 垂線間長 165.00m 型幅 26.00m 型深 14.50m 満載喫水 10.425m
 満載排水量 37,611t 総純噸 16,937.57T 純噸数 11,426.0T 載貨重量 30,305t
 貨物艙容積 (ベール) 36,066.7m³ (グレーン) 37,572.9m³ 艙口数 5 デリックブーム 25t×5台
 燃料油槽 2,322.32m³ 燃料消費量 38.038t/day 清水槽 500.75m³ 主機械 三菱 Sulzer 7RND 68 型
 ディーゼル機関×1基 出力 (連続最大) 11,550PS (150RPM) (常用) 10,395PS (145RPM)
 補汽缶 コクランコンポジット型 7.0kg/cm² (油焚) 1,000kg/h (排ガス) 1,000kg/h 発電機 500kVA×2台
 送信機 (主) NSD-1595 1kW (補) NSD-1106 75W 受信機 (主) NRD-71 全波 (補) NRD-10 全波
 速力 (試運転最大) 17.013kn (満載航海) 14.5kn 航続距離 16,400哩 船級・区域資格 AB 遠洋
 船型 ウェル甲板型 乗組員 36名 同型船 成文丸

エヴァ シャイン
輸出コンテナ船 **EVER SHINE**

船主 Evershine Line S.A., (Panama)
 林兼造船株式会社長崎造船所建造 (第843番船) 起工 50-10-24 進水 51-2-19 竣工 51-4-27
 全長 160.80m 垂線間長 150.00m 型幅 24.00m 型深 13.30m 満載喫水 9.821m
 満載排水量 21,054.44t 総純噸 10,165.46T 純噸数 5,989.20T 載貨重量 14,812.60t 艙口数 15
 Cont. 搭載数 310個 (40ft コンテナ換算, 船倉内154個, 甲板上156個) 燃料油槽 4,022.46m³
 燃料消費量 51.2t/day 清水槽 464.62m³ 主機械 三井 B & W 8K67GF 型ディーゼル機関×1基
 出力 (連続最大) 15,000PS (145RPM) (常用) 13,600PS (140RPM) 補汽缶 壱形横煙管式 1.2t/h×1台
 発電機 (ディーゼル) 635kVA×AC445V×2台 送信機 (主) 1.5kW 1台 (補) 75W 1台
 受信機 (主) 全波 1台 (補) 全波 1台 速力 (試運転最大) 22.397kn (満載航海) 20.00kn
 航続距離 33,000哩 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 四甲板型 乗組員 28名 旅客 2名
 同型船 EVER SUPERB





ブライト スター
輸出貨物船 **BRIGHT STAR**

船主 Mingtai Navigation Co., Ltd. (Taipei)
 福岡造船株式会社建造 (第1035番船) 起工 50-11-10 進水 51-2-16 竣工 51-3-29
 全長 127.80m 垂線間長 119.00m 型幅 20.50m 型深 10.30m 満載喫水 8.052m
 満載排水量 15,162.20t 総噸数 7,094.87T 純噸数 4,495.28T 載貨重量 11,711.70t
 貨物艙容積 (ベール) 13,911.75m³ (グレーン) 14,721.84m³ 艙口数 3 デリックブーム 21t×4台
 Cont. 搭載数 船艙内×172個 甲板上×61個 燃料油槽 1,613.57m³ 燃料消費量 21t/day
 清水槽 585.89m³ 主機械 神戸発動機 6UEC 52/105D 型ディーゼル機関×1基
 出力 (連続最大) 6,200PS (175RPM) (常用) 5,270PS (166RPM) 補汽缶 コ克蘭型 0.6t/h×1台
 発電機 250kW×AC60Hz×450V×720rpm×2台 送信機 全波トリプルスーパーヘテロダイン 1台
 受信機 全波トリプルスーパーヘテロダイン 1台 速力 (試運転最大) 16.568kn (満載航海) 13.2kn
 航続距離 13,500浬 船級・区域資格 CR & NK 遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 38名

— 24 —

ハンス レオナード
輸出貨物船 **HANS LEONHARDT**

船主 Leonhardt & Blumberg (West Germany)
 株式会社宇品造船所建造 (第547番船) 起工 50-9-9 進水 50-11-25 竣工 51-3-24
 全長 129.73m 垂線間長 120.00m 型幅 19.60m 型深 10.50m 満載喫水 8.253m
 満載排水量 15,343t 総噸数 7,135.41T 純噸数 4,275.89T 載貨重量 11,680t
 貨物艙容積 (ベール) 14,005.7m³ (グレーン) 14,561.5m³ 艙口数 3 デリックブーム 15t×1台 20t×3台
 燃料油槽 C.O. 971.2m³ A.O. 199.2m³ 燃料消費量 22.6t/day 清水槽 294.6m³
 主機械 日立 B & W 7K45GF 型ディーゼル機関×1基 出力 (連続最大) 5,990PS (225RPM)
 (常用) 5,600PS (220RPM) 補汽缶 壱形コンポジット式 max 5.5kg/cm², Nor 4.5kg/cm²
 発電機 AC450V×60Hz×3φ×300kVA×3台 送信機 (主) 1.6kW SSB (補) 50W
 受信機 (主) 全波 速力 (試運転最大) 16.17kn (満載航海) 14.5kn 航続距離 13,500浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 ウェル甲板型 乗組員 30名 See-Berufsgenossenschaft 規則適用

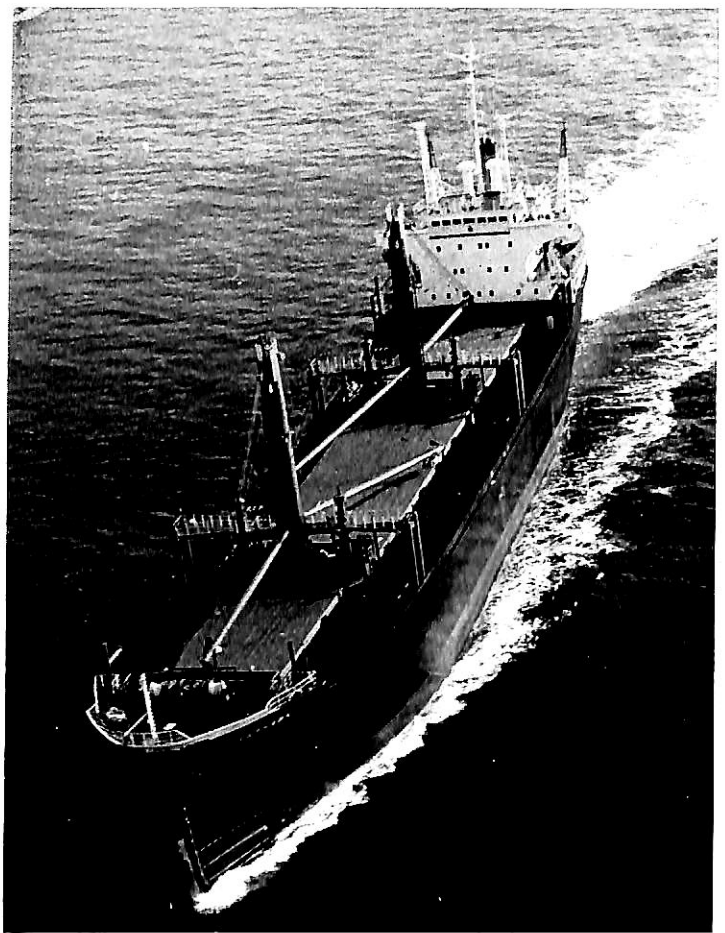


輸出貨物船
ゼップホーク
ZEPHAWK

船主 Fluorescence Shipping Co., Ltd.
(Singapore)

福岡造船株式会社建造 (第1033番船)

起工 50-9-27 進水 50-11-7
竣工 50-12-22 全長 127.80m
垂線間長 119.00m 型幅 20.50m 型深 10.30m
満載喫水 8.050m 満載排水量 15,158.00t
総噸数 7,188.14T 純噸数 4,783.16T
載貨重量 11,652.41t 貨物艙容積 (ベール)
14,372.26m³ (グレーン) 15,028.90m³ 艙口数 3
デリックブーム 21t×4台 Cont 搭載数 船艙内×
172個 甲板上×61個 燃料油槽 1,613.57m³
燃料消費量 21t/day 清水槽 585.89m³
主機械 神戸発動機 6UEC 52/105D 型ディーゼル機
関×1基 出力 (連続最大) 6,200PS (175RPM)
(常用) 5,270PS (166RPM) 補汽缶 コ克蘭型
0.6t/h×1台 発電機 250kW×AC60Hz×450V×
720rpm×3台 送信機 全波トリプルスーパーヘテ
ロダイン×1台 受信機 全波トリプルスーパーヘ
テロダイン×1台 速力 (試運転最大) 16.869kn
(満載航海) 13.2kn 航続距離 13,500浬
船級・区域資格 BV 遠洋 船型 四甲板型
乗組員 38名



UHC[®]

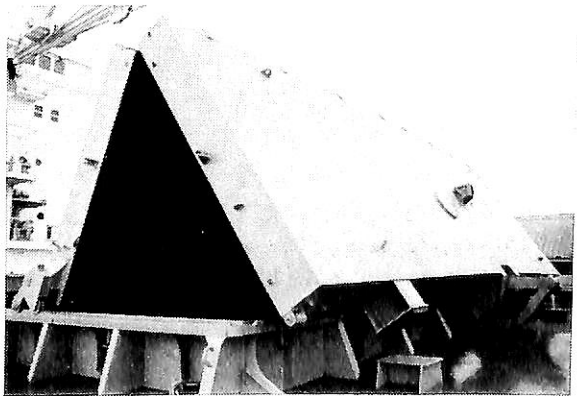
THE UNIVERSAL HATCH COVER

特許製品

IHIフォーチュン船に装備 (1隻に9基装備)

特徴

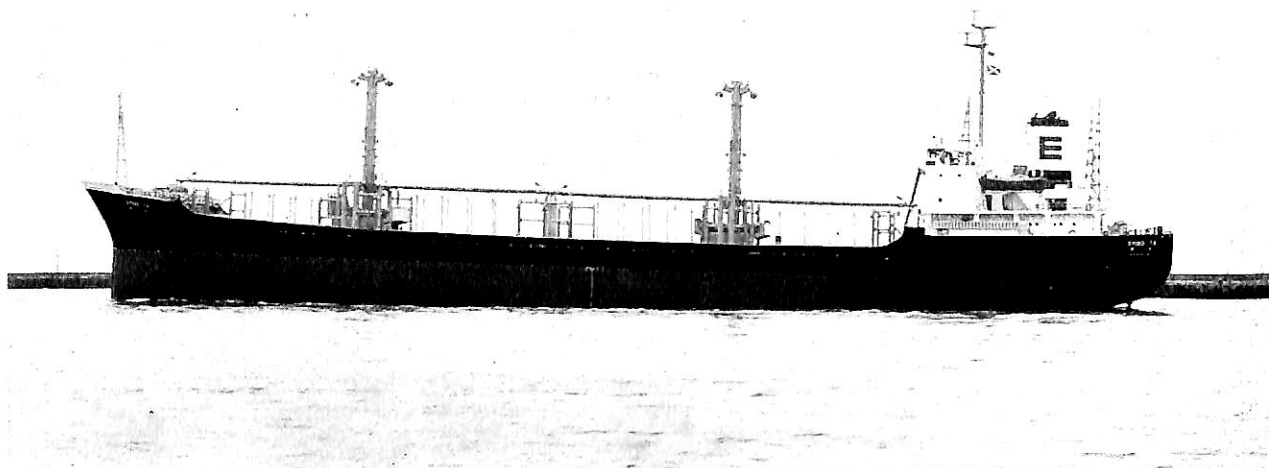
- ハッチカバーを開いた時自重によりSELF STOWINGの状態となり安全性が高く止め金具が不用です。
- ハッチカバーの開閉に油圧式リンク装置を採用しているため開閉準備が簡単でしかもワンマンコントロールが可能です。
- 開状態においてコンパクトであり甲板上に占める面積が少ない。
- 閉状態において船艙内および甲板上の荷物の障害にならない。
- 構造が簡単のため部品点数が少なく保守点検が容易です。
- 一枚のハッチカバーの面積を大きくできるためカバー一枚数が少なく防水性が優れている。
- 船舶がトリムまたはヒールした状態でも安全に開閉作業ができる。



船艙口広さ: 12,800×16,200 (7m)

お問合せは **日本アイキャン株式会社**

東京都中央区新富1-1-5 新中央ビル (京橋) 8F
〒104 電話 03-(552)7781 (大代) テレックス 2523688 ICANSP J



シン タ
輸出貨物船 SHING TA

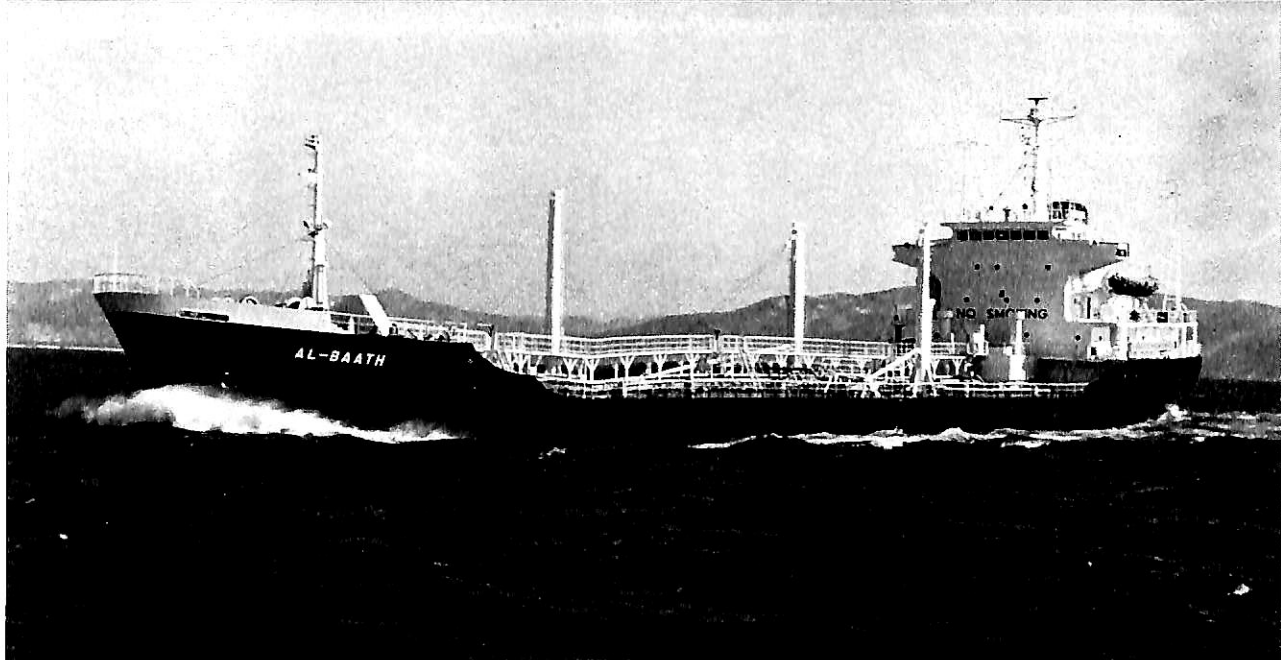
船主 Shing Ta Marine Co., Ltd. (Liberia)
 高知県造船株式会社建造 (第592番船) 起工 51-1-13 進水 51-2-25 竣工 51-4-27
 全長 127.97m 垂線間長 119m 型幅 18.30m 型深 9.90m 満載喫水 7.756m
 満載排水量 13,148.00t 総噸数 6,051.48T 純噸数 4,118.04T 載貨重量 10,029.00t
 貨物艙容積 (ベール) 12,449.77m³ (グレーン) 13,035.95m³ 艙口数 4 デリックブーム 15t×2台 20t×2台
 燃料油槽 A.O. 153.82m³ B.O. 953.16m³ 燃料消費量 23t/day 清水槽 741.53m³
 主機械 赤阪鉄工所 6UEC 52/105D 型ディーゼル機関×1基 出力 (連続最大) 6,200PS (175RPM)
 (常用) 5,270PS (165RPM) 補汽缶 コ克蘭コンボジット型 1台 発電機 300kVA×2台
 送信機 (主) 800W×1台 (補) 75W×1台 受信機 (主) 全波×2台 速力 (試運転最大) 17.301kn
 (満載航海) 13.5kn 航続距離 11,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 30名

— 26 —

リーゼント スコーピオ
輸出貨物船 REGENT SCORPIO

船主 Regent Scorpio Shipping, Inc (Liberia)
 波止浜造船株式会社建造 (第590番船) 起工 50-10-8 進水 51-1-22 竣工 51-4-6
 全長 127.97m 垂線間長 119.00m 型幅 18.30m 型深 9.90m 満載喫水 7.763m
 満載排水量 13,164t 総噸数 6,051.48T 純噸数 4,118.04T 載貨重量 9,866Lt
 貨物艙容積 (ベール) 12,439.87m³ (グレーン) 13,035.95m³ 艙口数 4 デリックブーム 15t×2台 20t×2台
 燃料油槽 A.O. 153.82m³ C.O. 953.16m³ 燃料消費量 23t/day 清水槽 741.53m³
 主機械 赤阪鉄工所 6UEC 52/105D 型ディーゼル機関×1基 出力 (連続最大) 6,200PS (175RPM)
 (常用) 5,270PS (165RPM) 補汽缶 コンボジット型×1台 発電機 300kVA×445V×720rpm×2台
 送信機 (主) 800W 1台 (補) 75W 1台 受信機 (主) 2台 (補) 2台 速力 (試運転最大) 17.447kn
 (満載航海) 13.5kn 航続距離 11,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 ウェル甲板型
 乗組員 30名



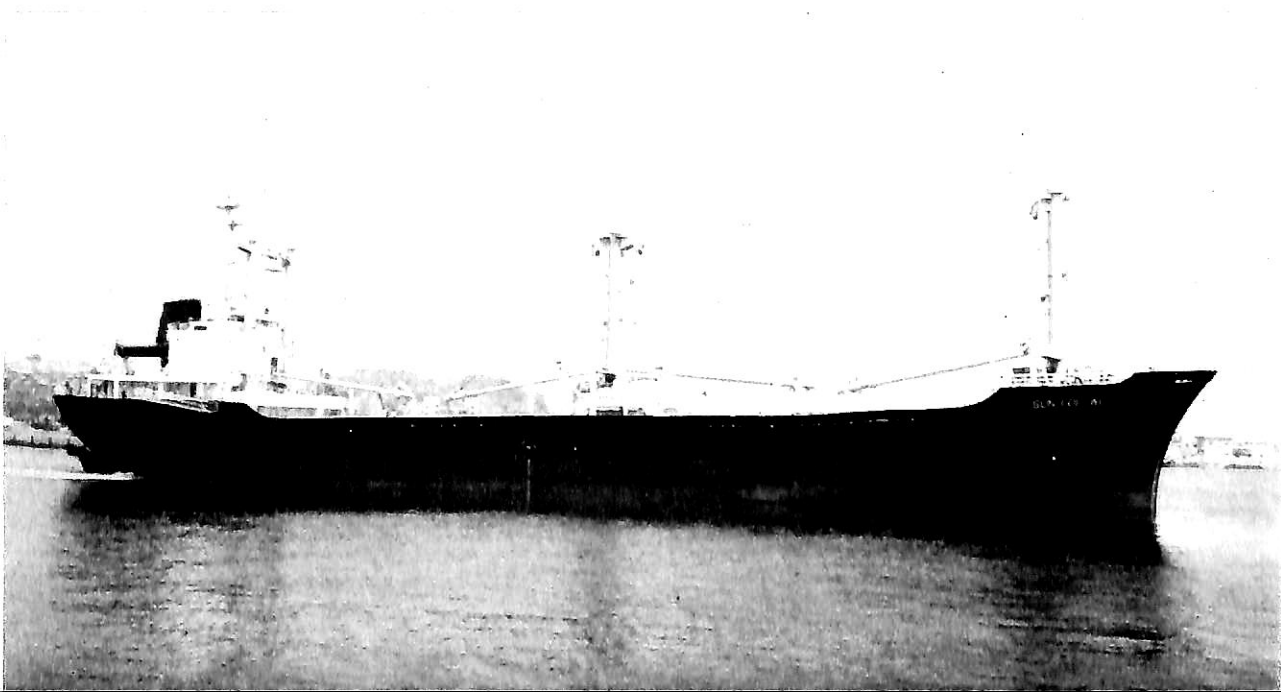


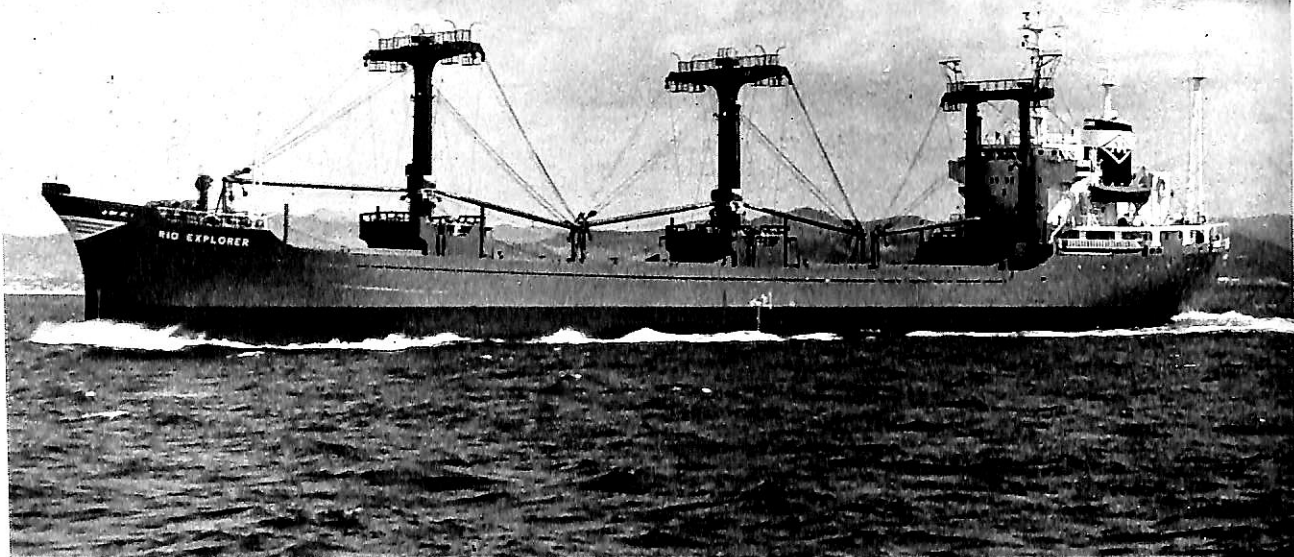
アル パース
輸出油槽船 **AL-BAATH**

船主 Administration for Distribution of Oil Products, Ministry of Oil (Iraq)
 株式会社山西造船鉄工所建造 (第801番船) 起工 50-7-16 進水 50-11-28 竣工 51-2-17
 全長 118.62m 垂線間長 110.00m 型幅 18.20m 型深 10.00m 満載喫水 8.135m
 満載排水量 12,531.00t 総噸数 6,641.49T 純噸数 3,639.68T 載貨重量 9,771t
 貨物油槽容積 11,749.84m³ 主荷油泵 500m³/h×7kg/cm²×2台 300m³/h×7kg/cm²×2台
 燃料油槽 647.62m³ 燃料消費量 158.7g/PS/h 清水槽 293.92m³
 主機械 赤阪鉄工 6UET 52/90C 型ディーゼル機関×1基 出力 (連続最大) 5,200PS (195RPM)
 (常用) 4,420PS (185RPM) 発電機 ヤンマー 6MAL-HTS 型大洋電機 AC385V×300kVA×2台
 送信機 (主) 800W 1台 (補) 50W 1台 受信機 (主) 全波 1台 (補) 全波 1台
 速力 (試運転最大) 14.376kn (満載航海) 13.5kn 航続距離 10,000浬 船級・区域資格 LR 遠洋
 船型 シングルデッキ型 乗組員 27名

サン エーデルワイス
輸出貨物船 **SUN EDELWEISS**

船主 Mar de Groria (Panama)
 鹿児島フック鉄工株式会社建造 (第82番船) 起工 50-7-29 進水 51-2-1 竣工 51-3-31
 全長 116.9m 垂線間長 107.00m 型幅 18.40m 型深 9.25m 満載喫水 7.305m
 満載排水量 11,030t 総噸数 4,816.45T 純噸数 3,095.00T 載貨重量 8,615.90t
 貨物艙容積 (ベール) 9,550m³ (グレーン) 10,750m³ 艙口数 2 デリックブーム 20t×4台
 燃料油槽 H.O. 552.1m³ D.O. 72.6m³ 燃料消費量 14.4t/day 清水槽 228.3m³
 主機械 神戸発動機 6UET 45/80D 型ディーゼル機関×1基 出力 (連続最大) 4,500PS (230RPM)
 (常用) 3,825PS (218RPM) 発電機 自励式交流防滴自己通風型 270kVA×2台 送信機 (主) 800W 1台
 (補) 75W 1台 受信機 (主) 800W 1台 (補) 75W 1台 速力 (試運転最大) 14.9kn (満載航海) 12.5kn
 航続距離 11,400浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 凹甲板後部機関型 乗組員 25名 旅客 5名
 同型船 SUN GERBERA





輸出貨物船 **リオ エクスプロラー**
RIO EXPLORER

船主 Elliott Shipping Limited (Liberia)
株式会社山西造船鉄工所建造 (第789番船) 起工 50-7-17 進水 50-10-11 竣工 50-12-29
全長 117.92m 垂線間長 110.00m 型幅 18.00m 型深 9.00m 満載喫水 7.223m
満載排水量 11,169.00t 総噸数 4,619.22T 純噸数 2,849.57T 載貨重量 8,153t
貨物艙容積 (ベール) 9,927.70m³ (グレーン) 10,134.35m³ 艙口数 3 デリックブーム 15t×5台
燃料油槽 736.66m³ 燃料消費量 16.0t/day 清水槽 167.44m³
主機械 神戸発動機 6UEC 52/105D 型ディーゼル機関×1基 出力 (連続最大) 6,200PS (175RPM)
(常用) 5,270PS (166RPM) 補汽缶 1台 発電機 350kVA×445V×900rpm×2台
送信機 (主) 800W 1台 (補) 75W 1台 受信機 (主) 1台 (補) 1台 速力 (試運転最大) 15.369kn
(満載航海) 14.00kn 航続距離 11,000浬 船級・区域資格 BV 遠洋 船型 凹甲板型
乗組員 30名

— 28 —

輸出自動車運搬船 **パシフィック ベンチャー**
PACIFIC VENTURE

船主 Pacific Venture Shipping S.A. (Panama)
東北造船株式会社建造 (第166番船) 起工 50-8-1 進水 50-12-9 竣工 51-3-29
全長 161.650m 垂線間長 152.000m 型幅 23.100m 型深 16.100m (2nd Deck) 満載喫水 6.721m
満載排水量 13,322t 総噸数 9,043.39T 純噸数 5,461.87T
載貨重量 7,003t Car 積載数 ISUZU KB-30型 1,985台 燃料油槽 1,894.6m³ 燃料消費量 35.1t/day
清水槽 452.8m³ 主機械 三井 B & W 8K62EF 型ディーゼル機関×1基 出力 (連続最大) 10,700PS
(144RPM) (常用) 9,100PS (136.5RPM) 補汽缶 堅型横煙管式 発電機 AC450V×3台
送信機 (主) T-12C-SSB 1.2kW 1台 (補) T-UO7-4 50W 1台 受信機 (主) RA901/R 1台
(補) RA601/R 1台 速力 (試運転最大) 20.882kn (満載航海) 18.4kn 航続距離 18,000浬
船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 37名 同型船 PACIFIC WING





ストライダー ブロードスワード
輸出コンテナ船 STRIDER BROADSWORD

船主 Sea Containers International Corp. (Liberia)

株式会社新浜造船所建造 (第703番船)

起工 50-5-24

進水 50-12-18

竣工 51-3-30

全長 119.001m

垂線間長 104.000m

型幅 18.900m

型深 10.500m

満載喫水 8.150m

満載排水量 9,880.20t

総噸数 3,391.73T

純噸数 1,986.52T

載貨重量 6,563.5t

貨物艙容積 (ベール) 10,135.5m³ (グレーン) 10,657.0m³

艙口数 5

Cont. 搭載数 20'×330個

35'×172個 40'×160個

燃料油槽 1,308.14m³

燃料消費量 155g/PS.h

清水槽 116.52m³

主機械 川崎 MAN 16V40/54 型ディーゼル機関×1基

出力 (連続最大) 8,900PS (430RPM)

(常用) 8,010PS (417RPM)

発電機 (ディーゼル) 48kW×AC440V×60Hz×600kVA×900rpm×2台

(ターボ) 112kW×AC440V×60Hz×140kVA×1,200rpm×1台

送信機 (主) Redifon DSB/SSB RMT-1500S

(補) C474

受信機 (主) Redifon DSB/SSB R551C (補) G474

速力 (試運転最大) 18.07kn

(満載航海) 16.83kn

航続距離 10,000哩

船級・区域資格 LR 遠洋

船型 ウェル甲板船尾機関型

乗組員 23名

同型船 MAERSK TEMPO

Ramp Way, Gantry Crane (38Lt×1台), Bow Thruster

ラテックスタイプ
エポキシタイプ
マグネシヤタイプ

デッキ舗床材

B.O.T承認番号

MC25/8/0113

カタログ呈
Tightex
タイテックス

SOLAS 承認

N.K

N.V

A.B

L.R

B.V

C.R

N.S.C

施工実績数百隻

太平洋工業株式会社

本社 京都市右京区三条通西大路西 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・長崎

小脚長溶接を可能にした

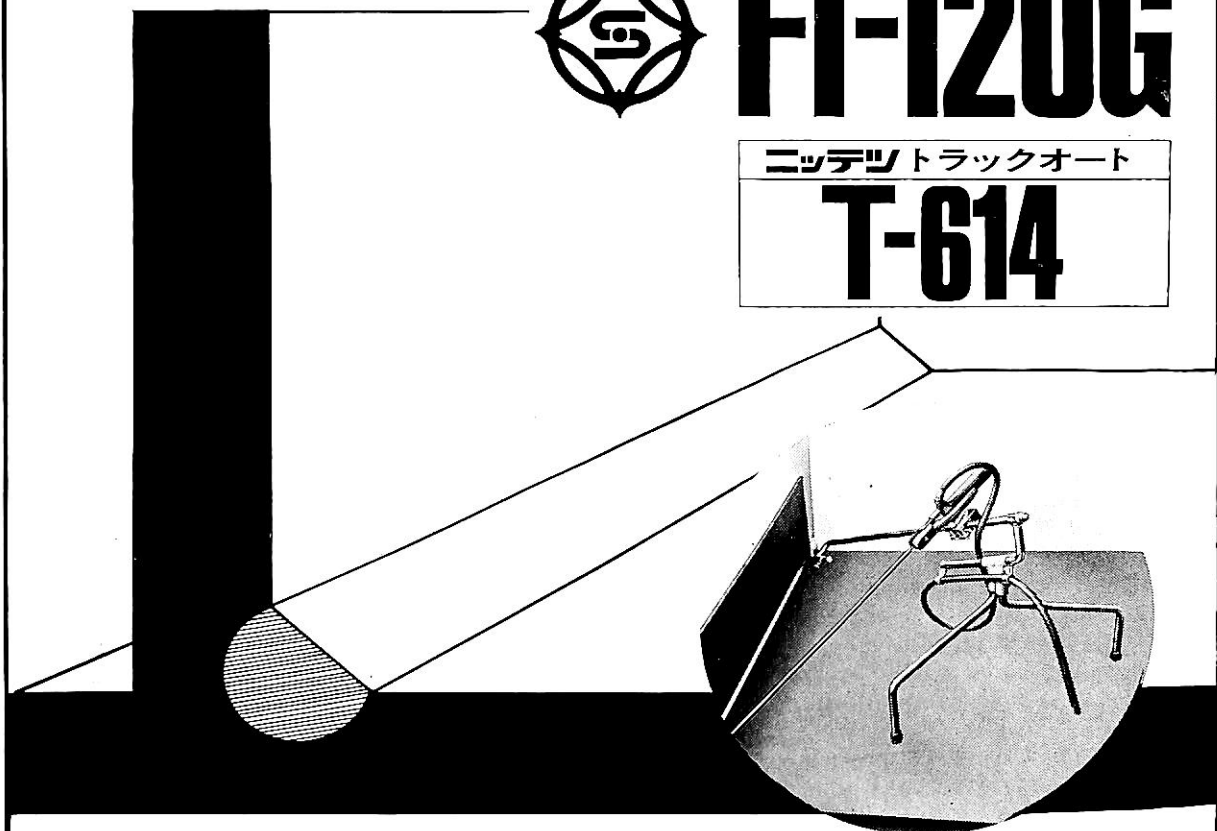
水平すみ肉溶接専用棒



FI-120G

ニッテツトラックオート

T-614



中小型船、鉄骨構造物などの溶接作業において、所要脚長4～5mmの小脚長溶接が多く使われております。しかし従来の鉄粉酸化鉄系溶接棒〈⊕FI-120G〉による重力式すみ肉小脚長溶接では溶接棒のたわみ、仮付部の手直しの増大、ルートギャップへの対応性などの問題があり、太径棒により指定脚長以上のビードを置いているのが現状です。

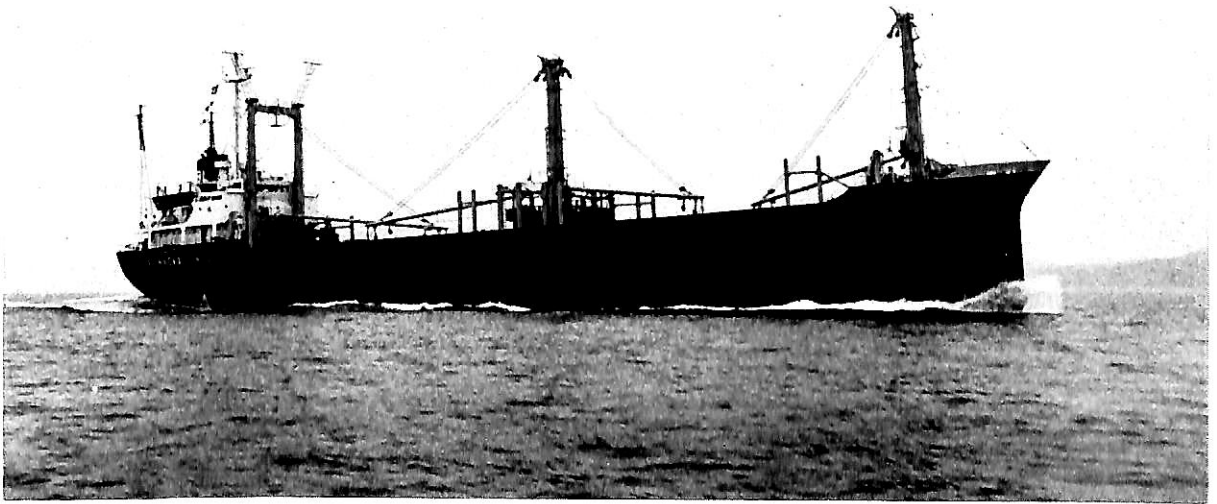
しかし不必要に脚長を大きくすることは、溶接ひずみを増大させるばかりでなく経済性

の点でも問題があります。

そこで当社ではすみ肉専用棒〈⊕FI-120G〉を改良するとともに、小脚長溶接専用トラックオート〈T-614〉を開発しました。これらの組合せによりすぐれた小脚長すみ肉溶接が可能になりました。

日鐵溶接工業

本社 ● 東京都中央区築地3-5-4中川築地ビル ☎03(542)8611
営業所 ● 札幌/仙台/千葉/横浜/名古屋/大阪/高松/岡山/広島
北九州/長崎



ビネカ

輸出散積貨物船 No. 3 BINEKA

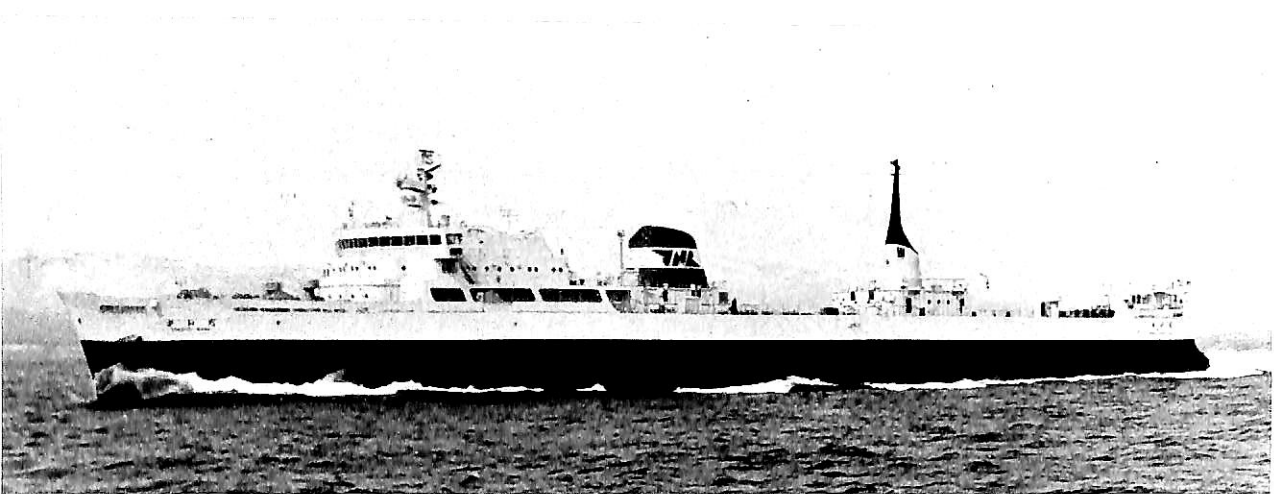
船主 HK Hiong Guan Lines Corp. (Panama)
 大島ドック株式会社建造 (第604番船) 起工 50-12-12 進水 51-1-30 竣工 51-3-31
 全長 102.57m 垂線間長 96.40m 型幅 16.20m 型深 8.30m 満載喫水 6.645m
 満載排水量 8,049.45t 総噸数 3,379.37T 純噸数 2,357.92T 載貨重量 6,144.80t
 貨物艙容積 (ベール) 7,049.54m³ (グレーン) 7,607.20m³ 艙口数 2 デリックブーム 15t×4台
 燃料油槽 A.O. 77.74m³ C.O. 565.66m³ 燃料消費量 13.2t/day 清水槽 317.77m³
 主機 赤阪鉄工 6UET 45/75C 型ディーゼル機関×1基 出力 (連続最大) 3,800PS (230RPM)
 (常用) 3,230PS (217.8RPM) 補汽缶 コクランコンポジット式 920kg/h×7kg/cm²
 発電機 160kVA×1,200rpm×2台 送信機 (主) 500W 440V (補) 75W 受信機 (主) 100V
 速力 (試運転最大) 15.889kn (満載航海) 12.5kn 航続距離 10,500浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 ウェル甲板型 乗組員 30名

プロスパー ワールド

輸出自動車運搬船 PROSPER WORLD

船主 Prosper World Marine Co., Ltd. (Liberia)
 波止浜造船株式会社建造 (第583番船) 起工 50-11-11 進水 51-2-20 竣工 51-4-26
 全長 137.26m 垂線間長 122.90m 型幅 18.30m 型深 7.02m 満載喫水 6.322m
 満載排水量 8,618.44t 総噸数 4,686.94T 純噸数 2,621.90T 載貨重量 4,765.64t
 Car 積載数 Sedan-844台 2t Truck-94台 6t Truck-65台 燃料油槽 A.O. 102.44m³ C.O. 1,061.73m³
 燃料消費量 A.O. 1.7t/day C.O. 28.9t/day 清水槽 230.90m³ 主機 16PC2V 型ディーゼル機関×1基
 出力 (連続最大) 8,000PS (500/181.8RPM) (常用) 6,800PS (474/172.3RPM) 補汽缶 ナチュラル
 セキュレーション パーチカル ウォータータブ ボイラー 1台 発電機 375kVA×900rpm×2台
 送信機 (主) 1kW 1台 (補) 75W 1台 受信機 (主) 100V 1台 (補) 100V 1台
 速力 (試運転最大) 19.15kn (満載航海) 17.0kn 航続距離 11,500浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 全通船楼型 乗組員 28名





日本国有鉄道向け
車輛運搬船

空 知 丸

(4,123.60GT) (本文46頁参照)
函館ドック・函館造船所建造

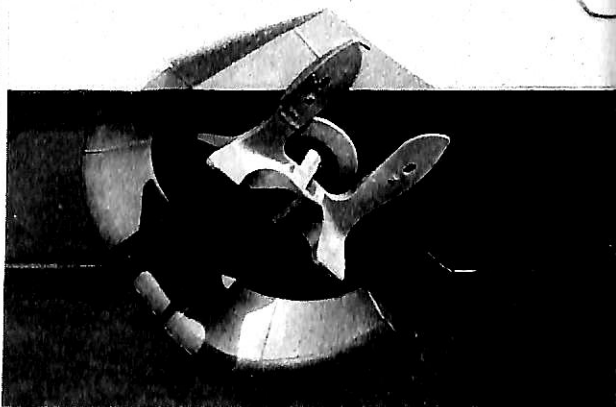
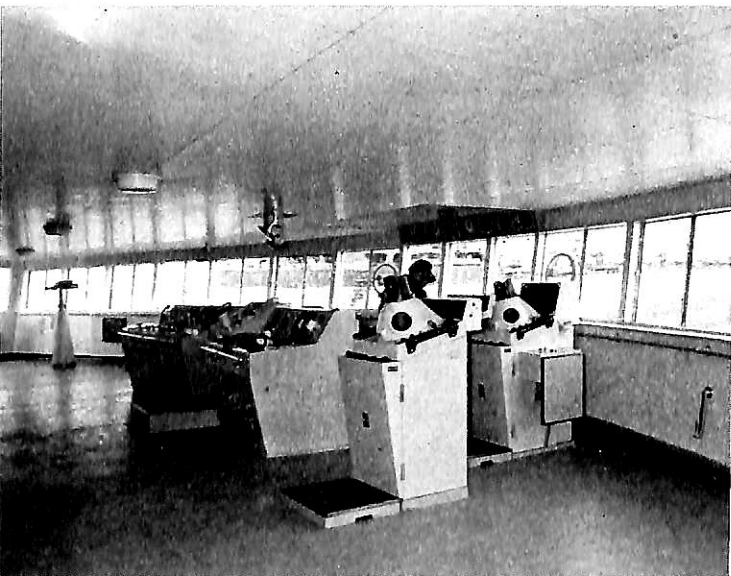


写真 2 アンカー リセス

◀ 写真 1 操舵室 (前面)

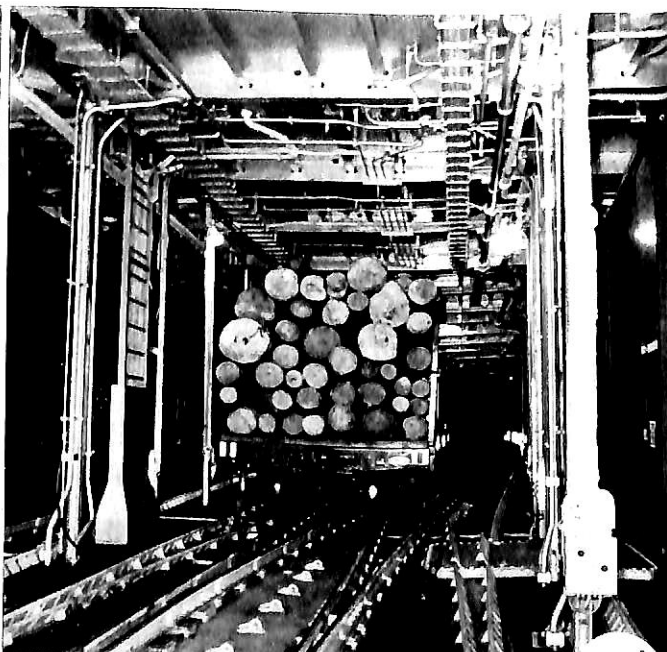


写真 3-1 船首右舷貨車甲板より船尾方向を見る
右側は中央通路

写真 3-2 貨車塔載状況, 貨車甲板船尾付近

写真 4 貨車甲板船尾
扉半開状況と、はね上
げレール3対（扉全開
後降下して船内軌条を
連結する。）

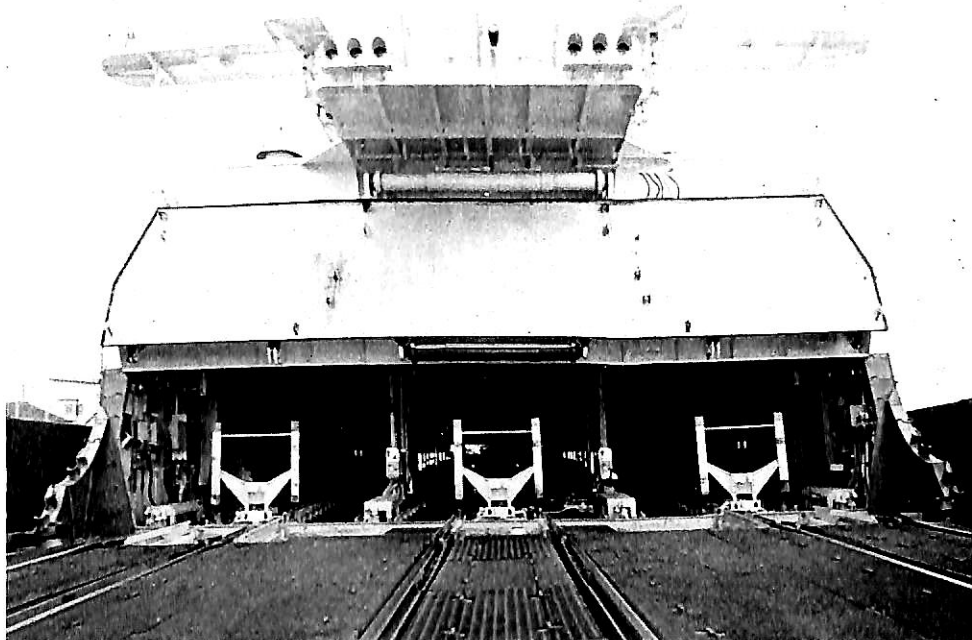
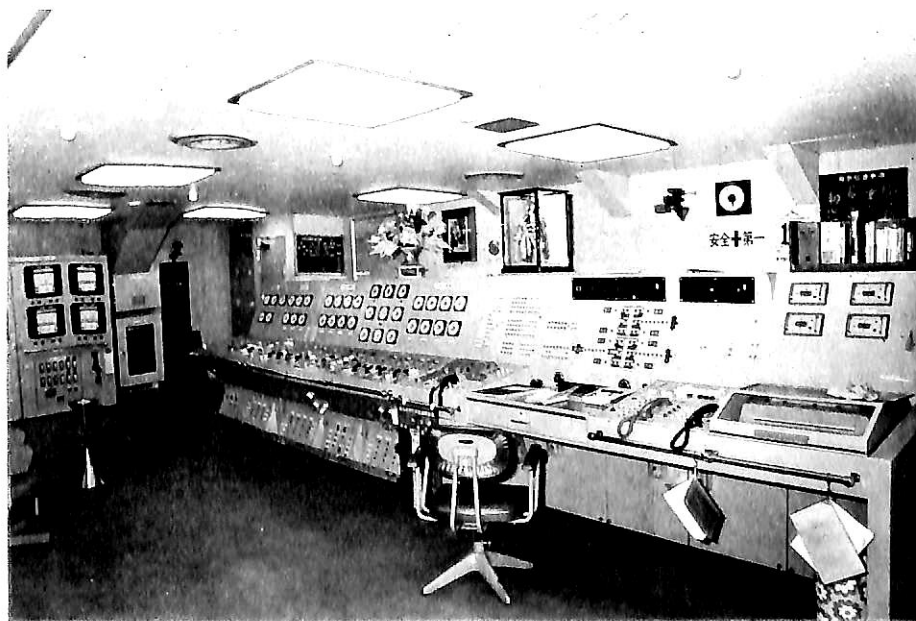


写真 5 可変ピッチ
プロペラ

写真 6 総括制御室

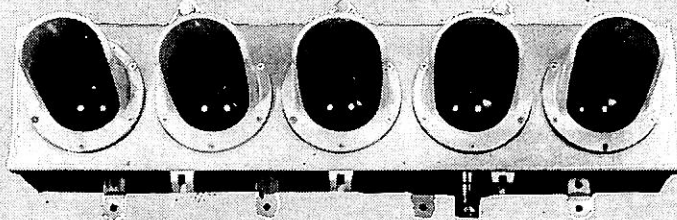


UTSUKI - KEIKI は



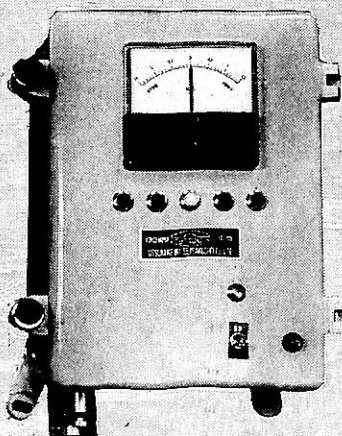
傾度計・傾度制御装置の

トップメーカーです。



ULD-300C型

ランプ表示式傾度計は、スプリング型リニアトランス式傾度検出器のアナログ電圧出力を、A-D変換し、5ヶのランプを、一定のパターンにより点滅し、船体等の傾度を表示する装置です。



— 傾度検出器は、保守を全く必要とせず、

寿命は半永久的です—

— ユニット化されたプリント基盤は、交換が容易です。ランプの点滅制御には双方向性サイリスタを使用しているののでリレーの様に予備品を必要としません—

— バラスト調整用の接点出力信号を送出することが可能です—

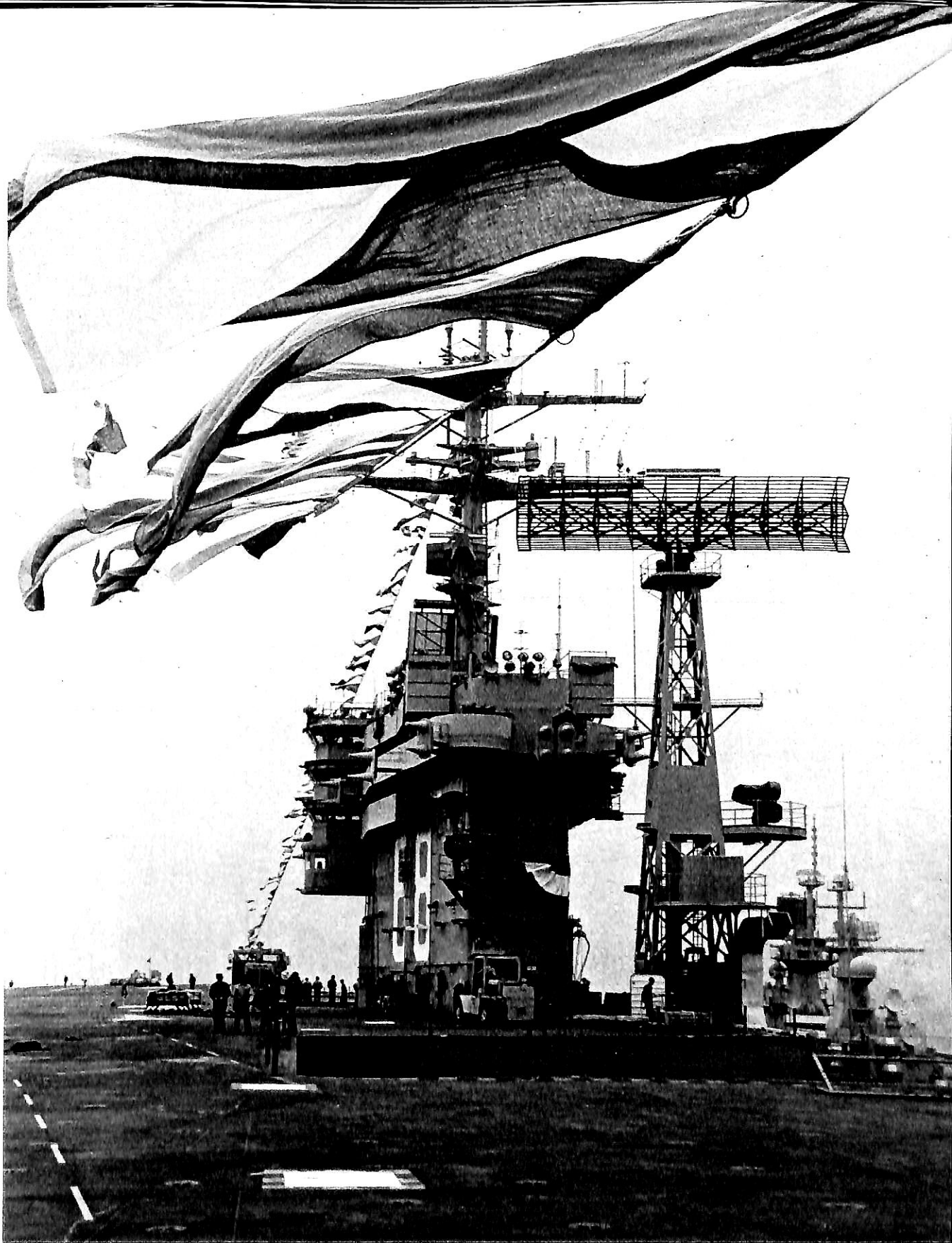
- | | |
|----------------|---|
| 傾度計シリーズ | 精密機械式傾度計、電気式トリム(ヒール)計、制御出力端子付傾度計、トリム・ヒール自動制御信号装置、船足場自動水平保持装置、他。 |
| 製造 クレーン用計器シリーズ | ブームメーター、アウトリーチメーター(リミッター)、デリッククレーン自動制御装置、他。 |
| 品目 ロガーシリーズ | 時刻装置付データーロガー、ロガー用パルスジェネレーター、他。 |
| 目 気圧計シリーズ | 船舶用アネロイド型気圧計、電気式気圧計、他。 |
| その他 | 電気式乾舷高計、レベル計、他。 |

船舶の省力化と安全に貢献する

株式会社

宇津木計器

本社・工場 横浜市中区弁天通り6丁目83番地
Tel (201)0596(代)
大阪営業所 大阪市西区靉本町4-80
第五奥内ビル3階 Tel (541)6504(代)



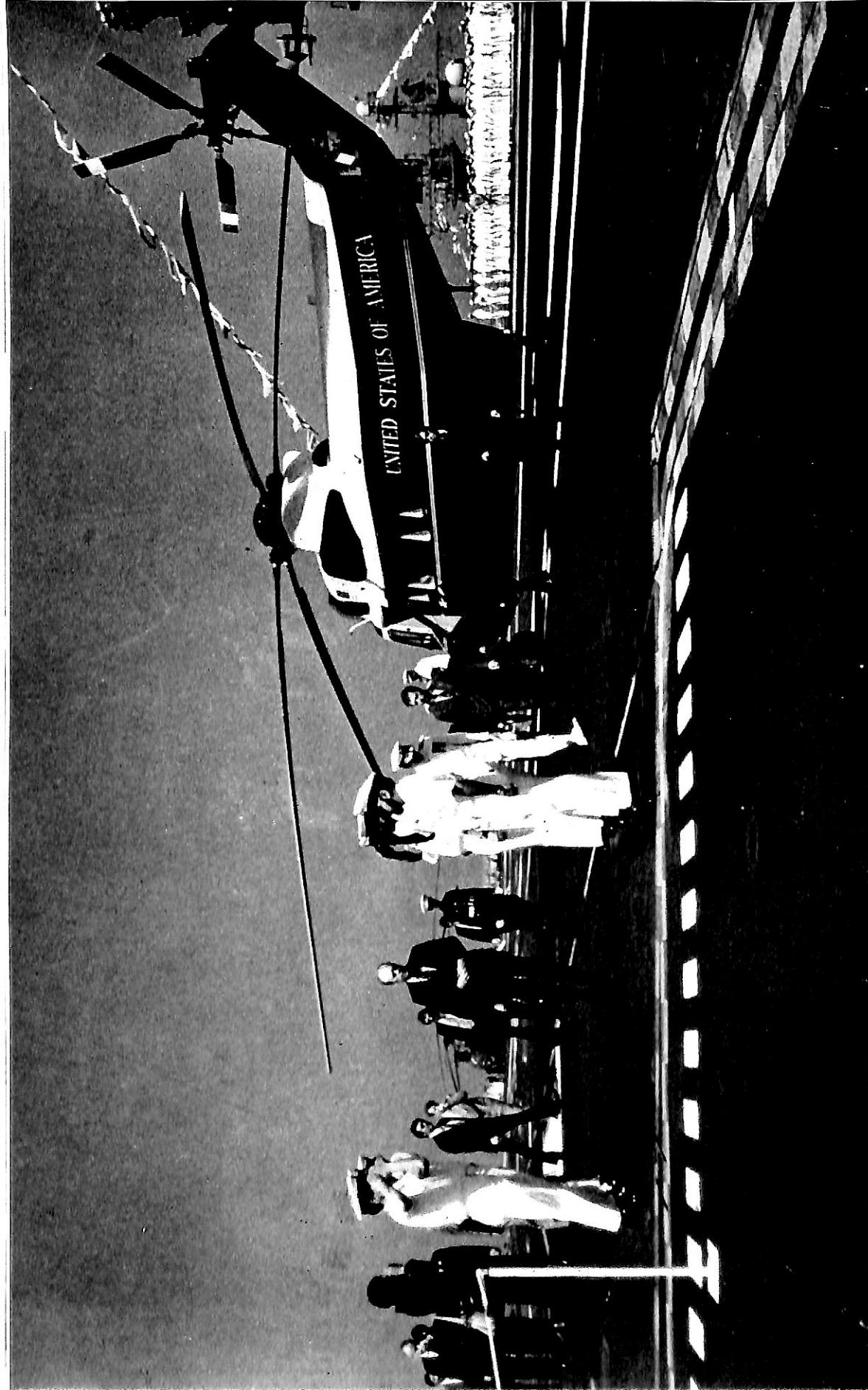
新造原子力空母 USS NIMITZ 写真集 (2)

——就役式——

official U.S. Navy Photograph

Signal flags fly from halyards over the flight deck of the nuclear powered attack aircraft carrier USS NIMITZ, as she is ready for the Commissioning Ceremony.

速水育三氏提供



President Gerald R. Ford arrives by his VH-3A Sea King Executive Helicopter on the flight deck of the USS NIMITZ, for the Commissioning Ceremony.

USS NIMITZ



President Gerald R. Ford speaks during the Commissioning Ceremony for the USS NIMITZ.

USS NIMITZ



President Ford and Capt. Bryan W. Compton, Jr. commanding officer of the USS NIMITZ. Salute during the playing of the national anthem at the Commissioning Ceremony.

— 38 — USS NIMITZ

A view of the spectators on hand for the Commissioning Ceremony of the USS NIMITZ.





President Ford speaks at the Commissioning Ceremony for the USS NIMITZ. Capt. Bryan W. Compton, Jr., commanding officer of the carrier; Mrs. Lay, sponsor and Mr. J. William Middendorf, II, secretary of the navy, are on the right.

USS NIMITZ — 39 —

Members of the crew of the USS NIMITZ, man their stations on the ships bridge as she prepares to dock at pier twelve of the naval base after undergoing sea trials.

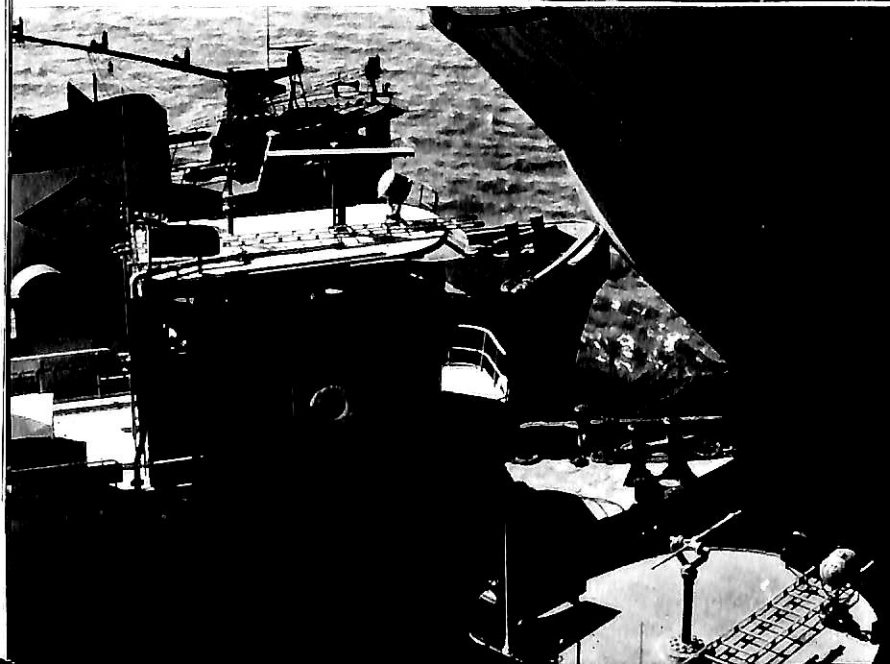
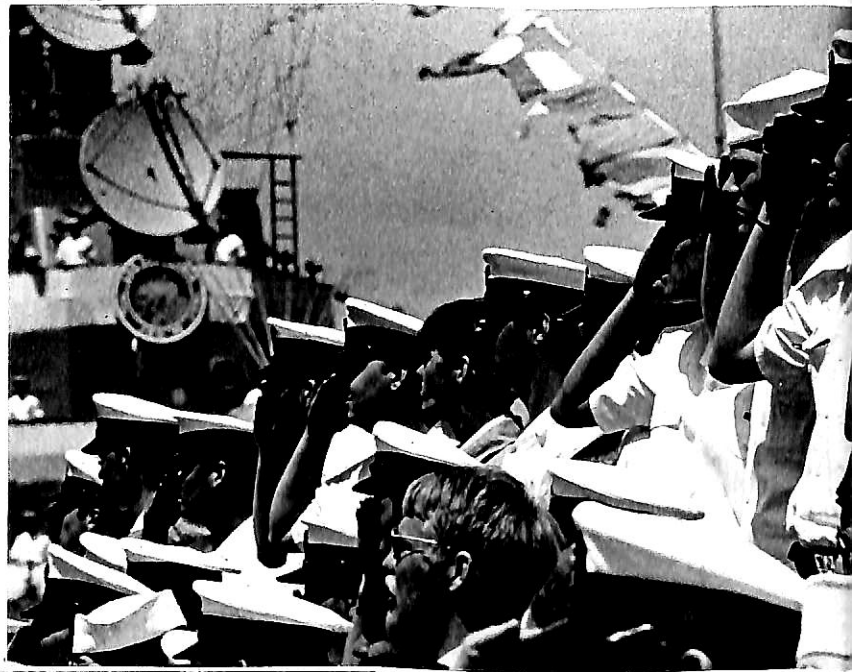


USS NIMITZ

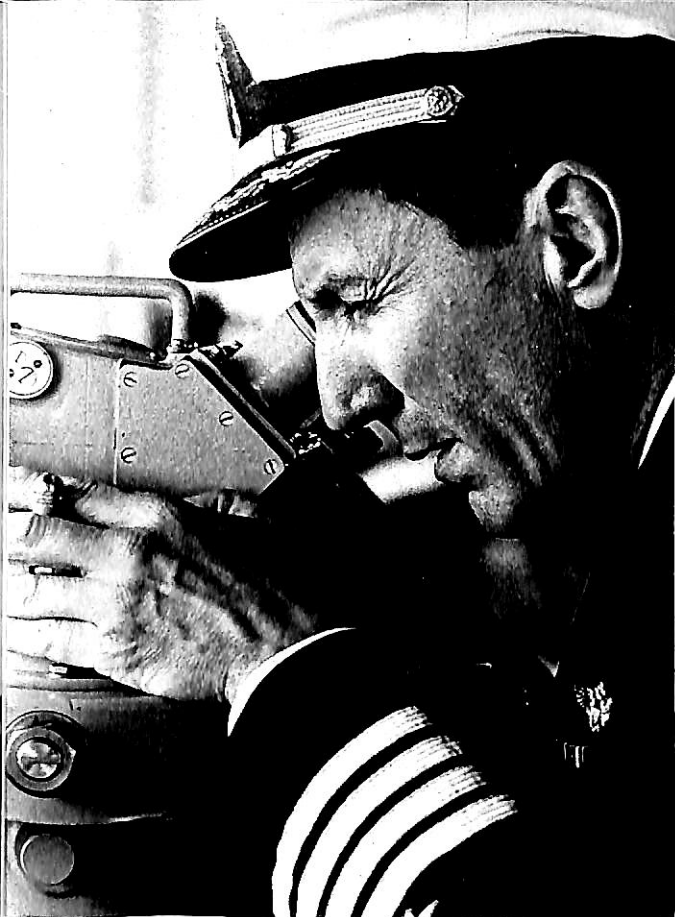


Capt. Bryan W. Compton, turned at right, commanding officer of the USS NIMITZ, and the ship's navigator, center, watch the approach of the vessel to pier twelve at the naval base from the ship's bridge. The NIMITZ has been undergoing sea trials.

Crewmen salute during the Commissioning Ceremony of the USS NIMITZ.



Commercial tugs nudge the USS NIMITZ into the channel as she gets underway for builder's sea trials.



Capt. Bryan W. Compton commanding officer of the USS NIMITZ, uses a telescopic alidade on the ship's bridge as the NIMITZ approaches pier twelve at the naval base.



The navigator, left, and another officer of the USS NIMITZ, watch the approach of the carrier to pier twelve at the naval base from the ship's bridge.

USS NIMITZ



A member of the deck crew of the USS NIMITZ, balances on mooring lines of the vessel to lash them together prior to the carrier's Commissioning Ceremony.

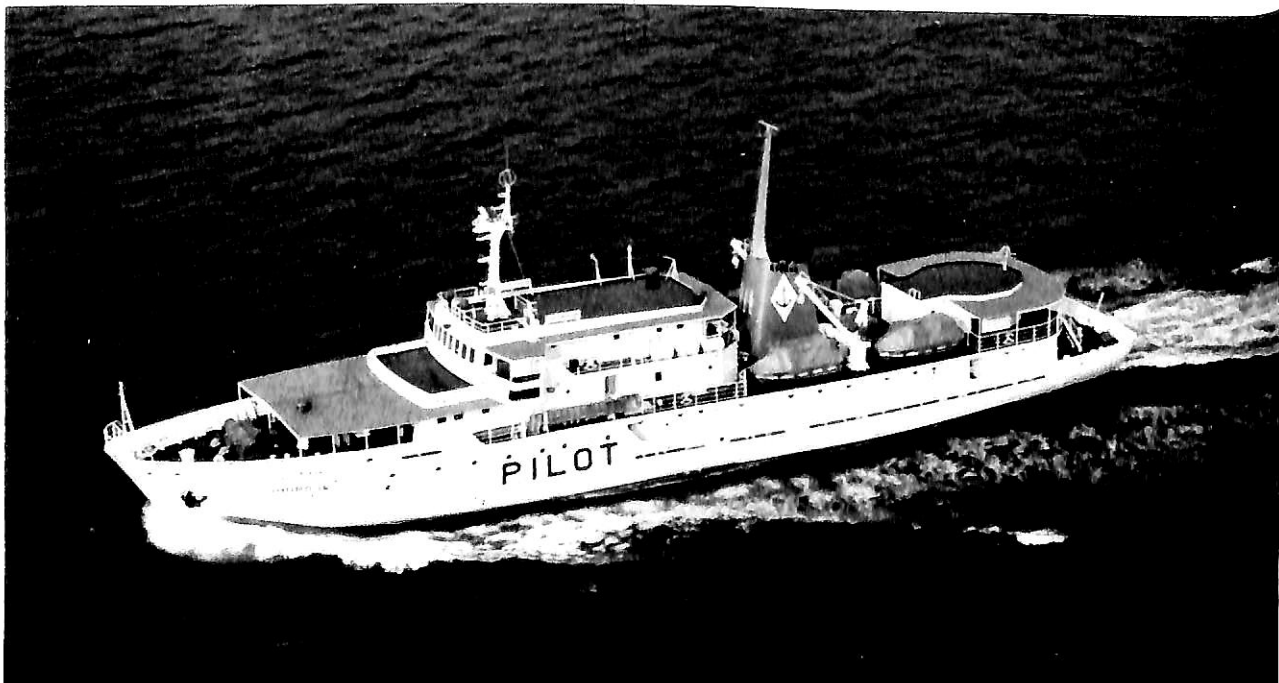


ヌブリ
輸出貨客船 **NUBURI**

船主 Sea Communication of the Republic of Indonesia (Indonesia)
 株式会社新潟鉄工所新潟造船工場建造 (第1382番船) 起工 50-9-25 進水 50-11-26 竣工 51-3-10
 全長 59.50m 垂線間長 55.00m 型幅 10.40m 型深 6.30m (1st deck) 3.80m (2nd deck)
 満載喫水 3.21m 満載排水量 1,419.0t 総噸数 798.05T 純噸数 372.32T 載貨重量 750.06t
 貨物艙容積 (バール) 1,639.38m³ (グレーン) 1,846.47m³ 艙口数 2 デリックブーム 4台
 燃料油槽 90.99m³ 燃料消費量 4.7t/day 清水槽 122.00m³
 主機械 新潟鉄工所 6MG25BX 型ディーゼル機関×1基 出力 (連続最大) 1,000PS (720RPM)
 (常用) 850PS (682RPM) 発電機 100kVA×1,500rpm×50Hz×AC380V×3台 送信機 (主) JRC NSD1109
 (補) JRC NSD1108 受信機 (主) JRC NRD10 (補) JRC NRD1003 速力 (試運転最大) 11.83kn
 (満載航海) 10.5kn 航続距離 3,000浬 船級・区域資格 BKI 近海 船型 船首船尾接付船尾機関型
 乗組員 27名 旅客 132名

ショールック
輸出パイロットサービス船 **SHOROOK**

船主 State Organization of Iraqi ports. (Iraq)
 株式会社新潟鉄工所新潟造船工場建造 (第1372番船) 起工 50-10-25 進水 51-1-8 竣工 51-4-21
 全長 57.80m 垂線間長 52.00m 型幅 10.50m 型深 4.80m 満載喫水 3.613m
 満載排水量 1,131.45t 総噸数 958.88T 純噸数 262.59T 載貨重量 398.40t ポートクレーン ×2台
 燃料油槽 102.02m³ 燃料消費量 10.3t/day 清水槽 118.35m³
 主機械 新潟鉄工所 6MG25BX 型ディーゼル機関×1基 出力 (連続最大) 1,170PS (725RPM)
 (常用) 1,050PS (700RPM) 発電機 400kVA×750rpm×50Hz×AC385V×2台 250kVA×1,000rpm×
 50Hz×AC385V×1台 送受信機 JRC JSB-75 1台 A₃J 75W 速力 (試運転最大) 15.25kn (満載航海) 14.85kn
 航続距離 2,400浬 船級・区域資格 LR 船型 船首接付平甲板型 乗組員 51名
 パイロット及び実習生28名, 小型パイロット用ポート4隻積載



5 月 の ニ ュ ー ス 解 説

○海運造船問題

●一般政治経済問題

編 集 部

4日(火)○日本タンカー協会が発表したわが国の油送船調査によると、本年4月1日現在で総計280隻、3,825万7千重量トンに達した。船種別には一般タンカーが222隻、3,214万2千重量トンで、前年比20隻、231万6千重量トンの増加となっている。船型をみると20万重量トン以上の超大型船が83隻、1,997万6千重量トンで、全体の62.2%と主要部分を占め、大型化が着実に進行していることを物語っている。

5日(水)●南北問題を討議する国連貿易開発会議(UNCTAD)第4回総会がケニアのナイロビで開会、同会議のコレア事務局長は基調演説で新しい国際経済秩序確立の必要性を強調するとともに、一次産品価格安定のための総合計画、開発途上国の累積債務のタナ上げなど緊急措置を訴えた。

6日(木)○ガボン共和国はこの4月1日付をもって国連政府間海事協議機構(IMCO)の加盟国となった。IMCO加盟国はこれで、準加盟国1カ国を含め95カ国となった。

8日(土)●24兆2,960億円の51年度一般会計予算、特別会計、政府関係機関各予算は参院予算委員会で可決、参院本会議でこの日成立した。

13日(木)○日本船舶輸出組合は、この日4月中の輸出船契約実績をまとめ発表した。それによると500総トン以上の新規受注船舶は18隻、約16万4千総トン、約433億6,300万円で、前月実績に比べ金額で約6.57%の減少。また、前年同月比では、隻数、トン数、金額とも大幅に減少しており、対金額比では49.08%と半減した。契約内容では、金額ベースで円建て99.3%、現金払い26.1%、商社契約28.9%であった。

14日(金)○運輸省はこのほど、51年度交通安全業務計画を策定した。これは交通安全対策基本法に基づき、同省が所掌する陸上、海上および航空交通の安全に関して今年度に講ずべき施策と陸上交通の安全に関する都道府県交通安全実施計画作成の基準となるべき事項を定めたもので、この中で海上交通の安全に関する施策

として①海上交通環境の整備②海上交通の安全に関する知識の普及③船舶の安全な運航の確保④船舶の安全性の確保⑤損害賠償の適正化⑥海難原因の究明⑦海上交通の安全に関する科学技術の振興などとなっている。

17日(月)○国税庁はこの日付で新造船の契約解除損失金の税制措置に関し通達した。この契約解除損失金に対する税制措置は、今年12月末までに発生するキャンセルによって取得したキャンセル・フィーの利益金計上を1カ年間にわたって繰越し可能とする暫定措置である。

20日(木)○運輸省はこの日、51年度(第20回)船員労働安全衛生月間の実施要綱を発表した。これによると実施月間は9月1日～30日までで、主催者は運輸省、労働省、社会保険庁、水産庁で、今年度は48年度からスタートした第2次船員災害防止基本計画の4年目にあたる。この間、船員災害の発生は逐年減少しており、特に疾病は計画の減少目標を大きく上回る好成績をおさめている。

21日(金)●通産省が発表した3月の鋳工業生産指数は前月比3.6%の大幅な伸びとなり、1～3月期では前期比5.8%増と昨年後半の足踏み状態を脱した。

24日(月)○ロイド船級協会がこのほどまとめた世界の造船統計によると、世界の造船手持工事量はこの5年間で最低になっている。今年3月末現在の世界の造船手持工事は7,478万総トンであった。これは世界の造船所の建造能力からすればほぼ2年分の手持工事になるといえる。主要造船国中、前四半期末実績より手持工事量を増やしたのはポーランドと韓国だけで、あとはすべて減少である。中でも最も急激に手持工事量が減ったのは日本で、今年第1四半期中に450万総トン強の工事がなくなった。

28日(金)○運輸省船舶局はこのほど51年度構造改善事業計画を認可した。この構造改善事業は49年度から53年度までの5カ年計画で進められているもので、中、小型造船所の協業、集約化が進められている。

天然ガスの供給と LNG 船の建造

—その現状と展望—

先般のオイルショック当時、日本だけでなく全世界的に、それまでの石油一辺倒のエネルギー政策が反省され、天然ガスが一躍脚光を浴びた。また天然ガスは液化の過程で他の成分が取り除かれて、メタンをほとんど純粹な形で利用することができるため、公害の少ない燃料としても注目されるようになったのである。

しかしながら、日本人特有の熱しやすくさめやすい性格からか、その後の日本政府の対中東政策がアラブ産油国側から好意的に受け止められ、以前より高価ではあるがともかくも石油の当面の供給の目途が立ってからというもの、一時脚光を浴びた天然ガスは、再び何となく石油の背後に押しやられてしまった感がある。とは言え、天然ガスはやはり公害の少ない燃料として重要な資源であるし、また不況に悩む造船会社の中には LNG 船の建造に活路を見出そうという努力をしている所もある。それに石油の値段もかなり高くなった。結局の所、今後徐々にではあるが天然ガスの輸入が次第に増えて来ることは明らかである。

折も折、イランのペルシア湾岸のカングン地区で、世界最大級と言われる大ガス田が発見され、近来にない朗報として伝えられた。また、住友重機(株)と日本ソフラン化工(株)が共同で開発した硬質ポリウレタンフォームによる二次防壁の形成と防熱構造が、世界で最も厳しいと言われる USCG の審査基準に合格し、コンチ方式 LNG 船用の防熱として承認を得た。そして川崎重工(株)が4隻目の LNG 船をレイ・ホーフ社から受注した。このように天然ガスや LNG 船建造に関する明るいニュースが続いていることは、今後の天然ガスの前途を祝福するもののようにも見受けられるのである。

それでは、今後天然ガスはわが国においてどの程度の需要があるのだろうか。昭和47年に通産省鉱山石炭局の液化天然ガス研究委員会が報告した「天然ガス流通システム試案」によると、昭和60年(1985年)におけるわが国の天然ガス総輸入量は、1年間

火力発電用として	4,000万トン
鉱工業燃料用として	2,300万トン
民生用都市ガスとして	860万トン

計 7,160万トン
に達すると考えられている。LNG 船1隻当りの積載量を平均5万トン(約111,000 m³)、1隻当り年間20航海すると仮定しても、日本だけで70隻もの LNG 船が必要という計算になる。

しかしながら、この「天然ガス流通システム試案」が報告されたのは昭和47年であり、その後のオイルショックの結果としてわが国の産業は全面的にスローダウンしてしまう以前に立てられた予想であった。また、肝腎の消費体制がなかなか整わないでいる。現在の所、わが国における天然ガスの需要者は電力会社やガス会社のような大口消費者に限定されているようである。輸入国側の消費体制が整わないため、せっかく建造された LNG 船も、かなり多くのものがそのまま係留されたり、あるいは LPG の輸送でお茶を濁したりしているというのが実情である。

こういうわけであるから、この「天然ガス流通システム試案」の言う年間に7,160万トンという数字はかなり大幅に修正されなければならないであろう。昭和60年頃で天然ガスの総輸入量は4,000~5,000万トン程度ではなからうか。それでも、再び先のごくラフな計算をしてみれば50隻近くの LNG 船が必要となる。日本だけで50隻であるから全世界では相当な数に上るであろう。LNG 船は非常に高価なものである、これは造船所にとってきわめて有力なマーケットとなり得るはずである。

ところで、今までに明らかになっているわが国の天然ガス輸入プロジェクトは大体次表に示されているとおりでである。

この外にも天然ガス輸入プロジェクトが計画されているようであるが、いずれも交渉が難航していたり、また計画が中止されたりしているようであるので、今の所では一応この7つのプロジェクトを考えればよいであろう。このうち、最初の2つはすでに輸入が開始されており、根岸、袖ヶ浦、泉北の3港には LNG 船が現実に入港している。

この表を見る限りでは、昭和55年(1980年)の天然ガス輸入量は年間約2,400万トンである。また就航する

生産地	期間	輸入量	L N G 船	輸入港
アラスカ	'69~	98万トン/年	71,500 m ³ × 2	根岸
ブルネイ	'72~	514 "	75,000 " × 7	根岸 袖ヶ浦
アブダビ	'76~	200 "	125,000 " × 3 80,000 " × 1	泉北 袖ヶ浦 "
イラン	'77~	250 "	125,000 " × 10	新潟(予定)
スマトラ北部	'77~	450 "	128,000 " × 7	戸畑
東カリマンタン	'77~	300 "	128,000 " × 3	戸畑
サラワク	'80~	600 "	125,000 " × 3	未定

LNG 船は36隻となる。

次に、わが国における LNG 船の建造体制はどうであろうか。前述のとおり、わが国では川崎重工(株)が4隻の LNG 船を受注しており、昭和53年に2隻、54年に2隻を引き渡す予定である。そして今までの所、同社以外には LNG 船を受注したというニュースは伝わっていない。全世界ではタンク容量 10,000 m³ 以上の船がすでに26隻(昭和50年7月現在)竣工しているのであるから、LNG 船の建造についてはわが国は大幅に立遅れたわけである。もっとも今日では、LNG 船を建造すること自体については、技術的な問題点は一応解決されたと言われているが……。

LNG 船の建造で技術的に最も重要な問題となるのは、言うまでもなく LNG タンクの製作である。現在の所、この LNG タンクとして、主として次のような方式が考えられているようである。

1. 独立タンク

- ガスオーシャン球型タンク方式 (住重)
- モスローゼンベルク球型タンク方式
(川重, 三井, 三菱)
- コンチオーシャン方型タンク方式
(住重, 鋼管, 三菱)

日立・エッソ方型タンク方式

2. メンブレタンク

- ガストランスポール方式 (鋼管, 三井)
- テクニガス方式 (住重, 三菱)

3. セミメンブレタンク

- IHI フラットタンク方式
- BS—SSK 方式

4. 内部防熱タンク

() 内に示したのはわが国におけるライセンスで

ある。

これらのタンク方式の中で実船建造の実績があるのは、モスローゼンベルク球型タンク方式とコンチオーシャン方型タンク方式、ガストランスポール方式とテクニガス方式等である。これはいずれも外国で開発されたものであり、わが国の造船各社はこれらの技術を導入して LNG 船の建造に備えようとしているわけである。

一方、自主開発の動きもある。中でも日立造船(株)では実験船まで建造して独立タンク方式の開発研究を行っている。また、セミメンブレタンクとして石川島播磨重工(株)と佐世保重工(株)が研究を行なっている。内部防熱タンクとしては、現在三菱重工(株)がシェルの技術を入れて LPG タンクを建造しているだけで、LNG 用としては未だ研究の段階であると言われている。

ところで、前述のタンク分類を見て気付くことであるが、LNG タンクの研究開発を行なっているのは、わが国においては造船所であるのに対して、外国ではガス輸送会社であることである。いわば船主や荷主が研究開発を行なっているのである。日本において LNG 船の研究を行なっているガス輸送会社はブリジストン液化ガス(株)のみのようである。この辺にも日本独特の体質があるように感じられる。そしてこの傾向は LNG 船の開発に限らず、およそ船舶の技術開発と名のつくものはほとんど全て同種の事情であるようだ。せっかく造船所が先進的な船を作ろうとしても船主や荷主がそれになかなか理解を示さない日本と、造船所の尻をたたいて新しい船を作らせる欧米とでは、おのずから技術開発のテンポが異って来るであろう。今後、日本が真に技術立国を目指すのであれば、どうやらこの辺の体質から改善してゆかねばならないようである。

国鉄新造車輻運搬船 “空知丸” について

函館ドック株式会社
函 館 造 船 所

1. まえがき

青・函 即ち、本州側青森市と北海道側函館市を結んで青函と一般的に呼ばれている。この青函航路に、日本国有鉄道（当時鉄道省）が貨車航送を開設して、早や半世紀を経過した。昨年8月、この貨車航送50年の歴史を記念して数々の祝賀記念行事が地元函館市で行われたが、この年、この時、既に新空知丸は、函館ドック株式会社函館造船所において、新しい息吹きを始めていた。

即ち、本船は、昨昭和50年9月、函館造船所第4号ドックにおいて起工され、爾来6カ月の船殻建造・艤装工事を順調に進め、本年3月31日、国鉄御当局に全く文字通り無事に御引渡しを完了したものである。

今ここで、朝夕窓外に、在来の客貨船、貨車航送船に伍して、新空知丸が、初夏の津軽の海に赤と白に塗り分けられたスマートな姿をうかべて就航しているのを見ると、母港の函館にあるわれわれ函館ドックの全てが、あたかも、手塩にかけた娘が嫁ぎ先でがんばっているのを見るとき、安堵にも似た感概と同じ気持ちをいただいているのは、読者諸賢に十分御理解いただけるものと思う。

さて、本船は、要目的にはさきに昭和44年以降連続して建造された、新型貨車航送船、所謂渡島丸型シリーズの各船と基本的に同型である。

この渡島丸型シリーズの第1船、渡島丸がわれわれの函館造船所で建造された実績・経験があり、設計上の諸資料は勿論であるが、現場工作上の所謂 know how 的なものまで殆んど揃って居ったことと、また作業員の殆んどが国鉄連絡船とは如何なるものかということ、経験上熟知しており、この Hard, Soft 両面の支えがあったため、この新しい空知丸の建造に当って、いろいろな面で難しい船ではあるが、一方手慣れた船であり、立派にやれるという自信があったということ、手前味噌ながら、ここに先ず述べたいと思う。

本船の建造を振り返って見ると planning 的に2つの山があった。即ち、第1は、計画初期において、主機、発電機関の機種変更を主とし、その他新しい諸要求を満すための一連の且つ大がかりな設計変更が、比較的短時日

の間に極めて精力的に行なわれたことである。この詳細は、以下別に述べるとおりである。また第2には、前回、渡島丸の建造が旧設備の船台で行なわれたのに対し、新空知丸の建造は全く能力の異なる新設備の Building Dock で行なうことを計画し、このため、ブロック割りの変更を主とした徹底的な工作法の変更を図ったことである。

以下各部の設計面での内容を紹介する前に、上述の変更された、連絡船工作法の内容に少しふれることとする。

この工作方法は大別して、ブロックの大型化と、先行艤装の徹底化にある。

即ち

(1) ブロックの大型化

建造ドックのクレーン能力 (250トン×2) を有効に活用するということと、2軸8基のマルチエンジンを搭載している本船の構造上の特異性を勘案してブロックを可能な限り大きくした。但し無理な若くは数字だけの大型化にこだわらず、従来の経験と、既存の工作図を活用するため在来のブロックをタテ・ヨコ方向に拡大する考え方で主として、ドックサイドにおける総組立てで仕上げる方法を進めた。この他船首、船尾部ブロック、上構ブロックを一体化した。

このため渡島丸建造時 (1969年) 合計152個のブロックは本船の場合63個に集約されたものである。

(2) 先行艤装

上記ブロックの大型化を更に有効ならしめるため、工程管理上 (冬期間建造も考え) ユニット艤装・地上塗装を徹底して行ない、極端な言い方をすれば、完成した本船を分割して搭載する考え方で planning がなされ、且つ実行された。

このことは、連絡船の一つの重要課題である一般および縮小建築限界の確保が、船型保持が容易に行なわれたことにより、何等危惧することなく行なわれた結果を生じた次第である。

注) 本文参考としてでてくる写真は写真頁 32, 33 頁参照

2. 船体部

航海速力
航行区域

18.2kn
沿海区域

2.1 船体部主要要目

全長	144.60m
長さ(垂線間)	136.00m
幅(型)	18.40m
深さ(型)	7.20m
計画満載喫水(型)	5.10m
同上における排水量	6,654.93 t
総屯数	4,123.60 T
純屯数	1,272.34 T
横支水隔壁の数	12
同上水密扉の数	4
乗組員	41名
その他の乗船者	50名
最大搭載人員	91名
レール有効長	445.3m
搭載車両数(ワム型)	55両
試運転時最大速力	21.795kn

2.2 船型および一般配置

本船は鉄道車両約55両を搭載して、青森—函館間を往復する連絡貨物船である。船型は車両甲板の形状によって大きく左右されたほか、専用岸壁および可動橋との関係で艀のラインが大きな制限を受けている。特に接岸時のうねりの影響を考えて岸壁に接する部分を長くするよう考慮した結果、艀が狭く艀が広い船型となった。

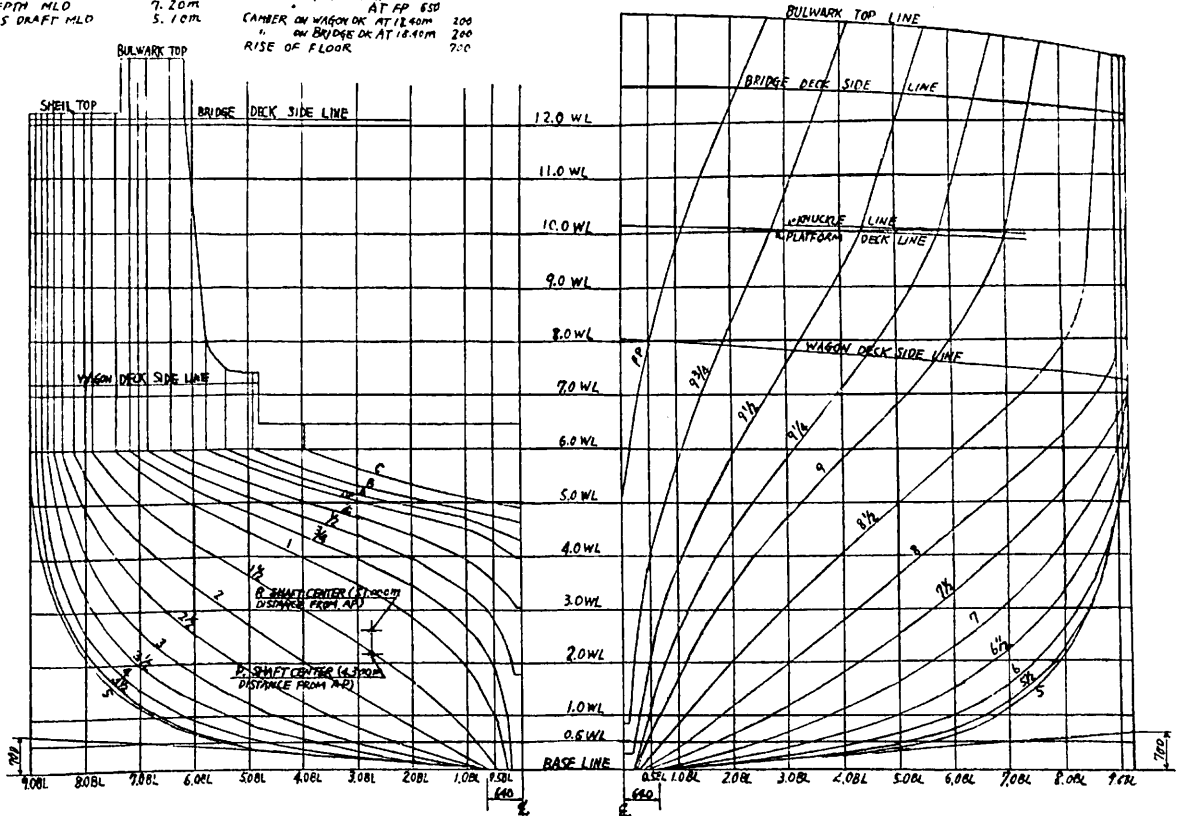
車両甲板下は12枚の水密横隔壁により13区画に分けられ、区画浸水、損傷時復原性能は客船並みに2区画浸水にても満足するように計画されている。

甲板配置は上部よりコンパス甲板、航海甲板、上部船楼甲板、船楼甲板、中甲板、車両甲板とし、航海甲板上には操舵室、無線通信室等、上部船楼甲板上には士官室、船楼甲板上には部員室、食堂などがあり船員室はすべて船楼甲板より上に配置した。

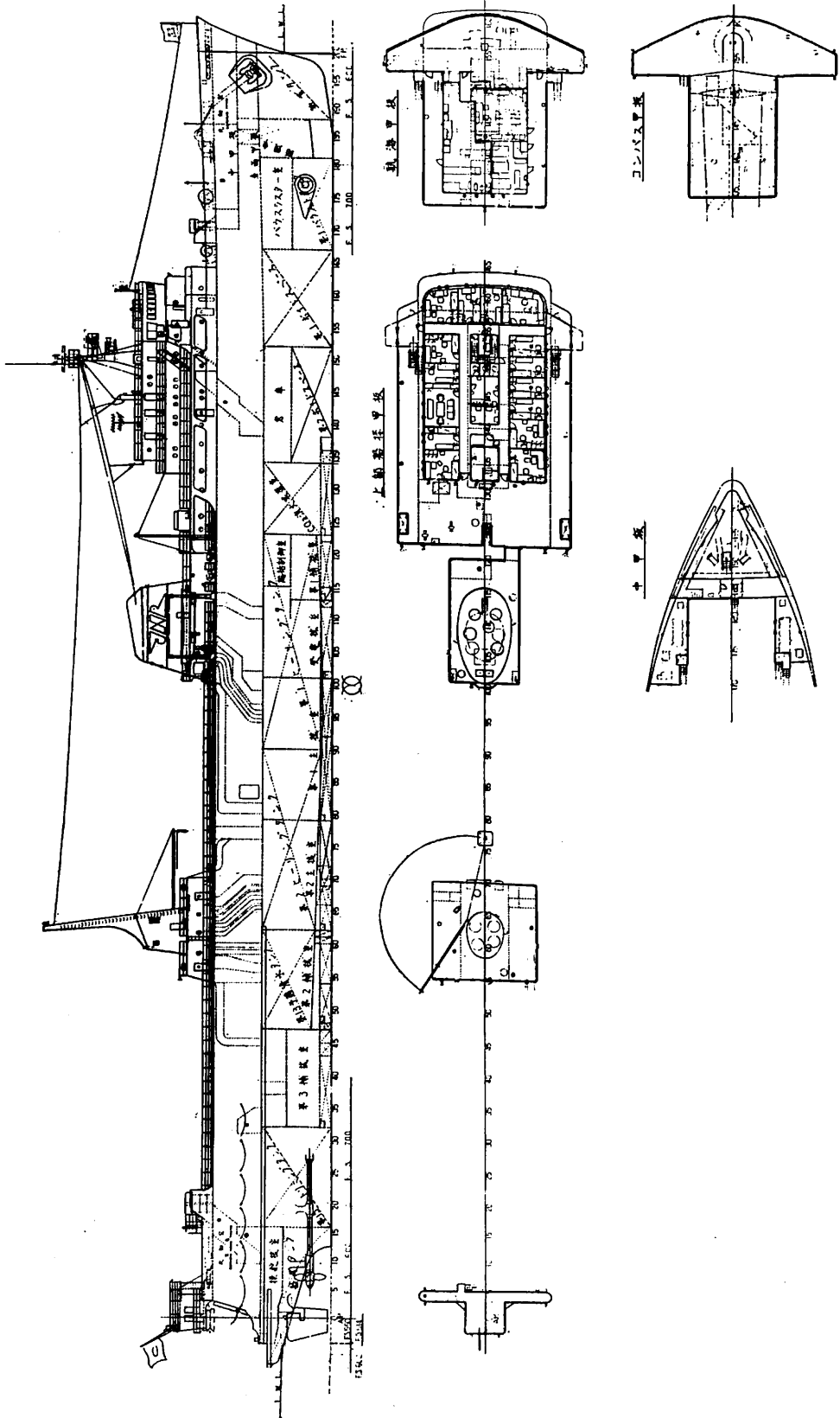
本船は運航上航走中および着岸時とも EVEN KEEL が好ましいので、車両搭載、空艀ともに出港状態から、

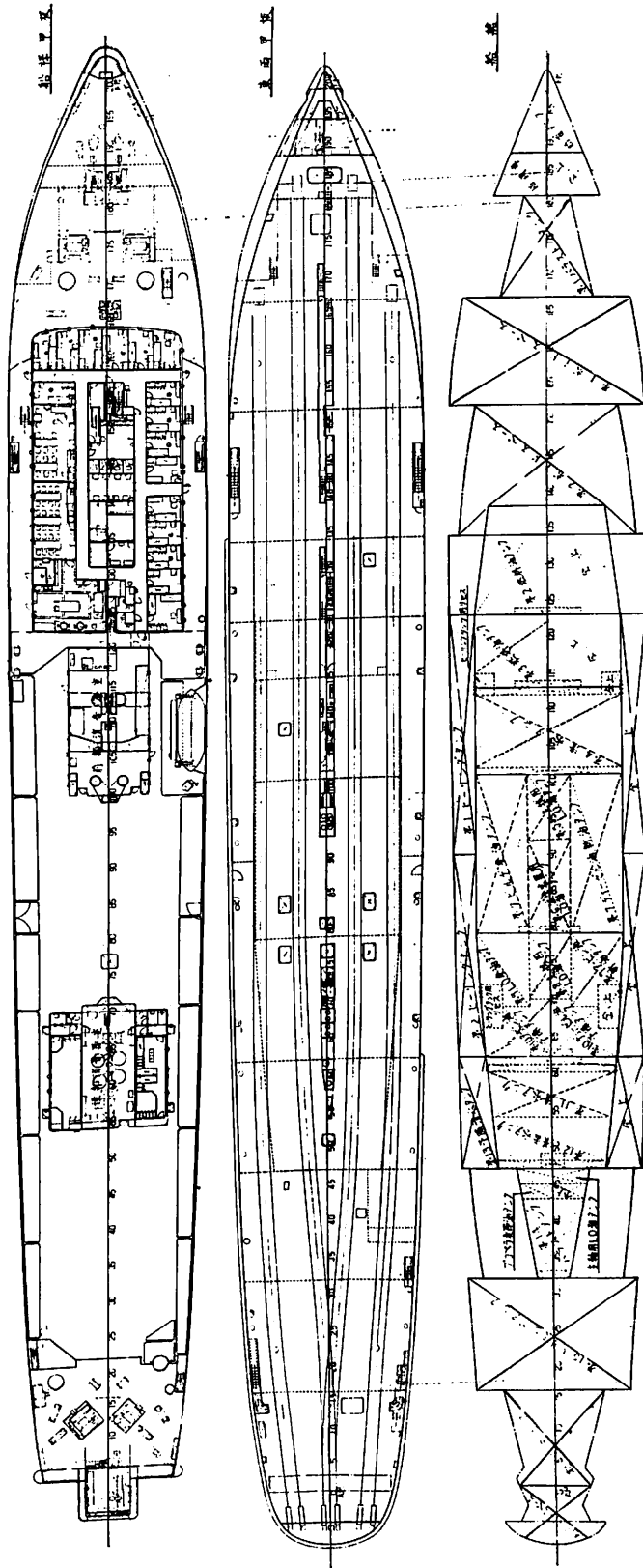
LENGTH OVER ALL 144.15m
LENGTH B.P. 136.00m
BREADTH MLD 18.40m
DEPTH MLD 7.20m
DES DRAFT MLD 5.10m

SHEER ON WAGON DK AT AP 0
" " " AT FP 20
SHEER ON BRIDGE DK AT AP 0
" " " AT FP 65
CAMBER ON WAGON DK AT 18.40m 200
" " ON BRIDGE DK AT 18.40m 200
RISE OF FLOOR 7:0



空知丸正面線図





日本国有鉄道向け
車輛運搬船“空知丸”一般配置図
函館ドック・函館造船所

100%消費状態までバラストを積み卸しすることなくほぼ EVEN KEEL になるようなタンク（燃料油および清水）配置にした。

車両搭載時における船体傾斜の修正は、船楼甲板上最後部のポンプ操縦室にて、車両積込状況および同室に設置された傾斜計を見ながら遠隔操縦により、左右各2つのヒーリングタンク内海水を移動して行なう。

ヒーリングポンプは2組で車両の積込速度を時速4kmとして船体の最大傾斜角が3°を超えないようなポンプ容量とした。

2.3 船殻構造

青函連絡船の船殻構造が如何にあるべきかは、先に就航した松前丸型客車両渡船および渡島丸型車両渡船建造当時、十分に研究しつくされ、合理的な部材寸法、並びに配置になっている。本船は当然これらの貴重な経験を生かし、工作面においても、当社の永年に亘る数多くの青函連絡船メンテナンス工事の体験を、本船建造に生かした。本船の船殻構造は、既存連絡船と略同じであるので、詳細については省くことにし、その後本船建造に当り、鋼材加工、組立工程等の近代化により、改良した所を記載する。

歪防止のため、上部構造外壁は、板厚7mmを8mmとし、居住区の仕切壁は、プレインタイプをコルゲートウォールに変え、船楼甲板より下方の機械室隔壁、各機器室々壁および水密隔壁等の板厚は、最低8mmとした。

この結果歪取り作業は減少し、振動防止にも役立った。また、渡島丸では、ビルジキールに鋲接構造を採用しているが、本船では、これを溶接構造としたので、100%溶接採用構造船となった。

舵板々厚は、スロット溶接部損傷を防止するため、スロットのある鋼板のみ2.5mm増厚して、14mmとした。

鉄道車両渡船は、特に船体完成時の寸法精度（船の長さはレール有効長、船幅は岸壁との関係）を、高く要求される。この対策として、本船では、前記の如く渡島丸よりブロックを大型化し、地上におけるブロック寸法精度を、上げるように努めた。その結果船体完成寸法は、計画どおり、十分満足できるものであった。

2.4 塗装

本船の塗装系は、今まで採用されてきた船底部のビニール系船底塗料およびシルバックス系塗料、暴露甲板のビニール系さび止および鉛丹さび止塗料等の代りに、補修時の塗り替えが容易に行なえ、旧塗膜に対する密着性が優れている塩化ゴム系の塗料を採用した。主な塗装仕様は次のとおりである。

船底部 塩化ゴム系ハイビルド型A/C 2回

	合成ゴム系	A/F	2回
	(但し、ビルジキールから水線部まで)		
	油性系	A/F	2回
	(フラットボトムからビルジキールまで)		
暴露甲板	塩化ゴム系鉛丹プライマー		2回
	塩化ゴム系ノンスリップ	デッキペイント	2回

防汚塗料は船底部の生物の付着分布を考慮し、船側部分には海藻に有効な有機毒物配合のA/Fを、フラットボトムには一般の防汚塗料を塗装した。

塗装色は上部をライトピンク(2.5RP 9/1)、下部はレッド(5R 4/14)とし、青海原を航海するに相応しいカラーイメージとした。

タンク掃除、燃料油タンク、潤滑油タンクの防錆には、積込まれる油に影響を与えない特殊な防錆油を採用した。この種の採用によって、従来鋲油拭をしていた燃料油タンクのように水圧TEST後の排水に、油が混って流出することがなくなった。

2.5 航海装置 (写真1 参考)

(1) 航海計器

・ジャイロコンパス	東京計器 (TG-100)	1台
・オートパイロット	" (PR-301)	1式
・風向風速計	光進電気	1式
・音響測深儀	海上電機 (MG-31A)	1式
・電磁ログ	北辰電機 (EML-12)	1式
・レーダー	東京計器 (MR121X)	2式
・衝突予防装置	スペリー (CAS-101)	1式
・航海記録装置	東京計器	1式
・電動ピストンホーン	伊吹工業 (MH-550)	1式
・エアホーン	" (Z00-EAL)	2式
・磁気羅針儀	布谷船用計器 (R-165)	1式

(2) 自動旗揚装置

船名符字旗(4枚)専用として自動で旗を揚卸する。スイッチは操舵室に装備した。

2.6 繫留装置 (写真2 参考)

(1) 大錨, 錨鎖

無鋲大錨 (国鉄型)	3,930 kg	3
錨鎖 (鋳鋼鎖)	62mm φ	600m

渡島丸型と変わっている点は船主殿の強い要求で大錨格納用“リセス”を設けたことである。

従来の客船も“リセス”を設けているが、船型が全く違うため本船は新たに設計されたものである。

(2) 甲板機械 (電動油圧式)

揚 錨 機 (船首部)	25T×10m/min
主ウインチ (")	12T×20m/min
補ウインチ (")	12T×20m/min
スプリングウインチ (船首部)	5T×20m/min
左舷ウインチ (船尾部)	12T×20m/min
右舷ウインチ (")	5T×20m/min

甲板機械は船首、船尾それぞれのグループ毎に1台の遠隔操作盤からコントロールされる。

2・7 車輛搭載設備 (写真3 参考)

(1) 搭載車両

ワム型15T貨車で55両搭載する。

(2) レール

本船の艤装工事で最も重要なポイントは、レール布設工事である。レールの布設状態によって車両の搭載数が左右される。また車両甲板の艤装品、パイプ、電線等はすべて建築限界に抵触しないよう、十分な検討を要する。

布設レールは37kg/mレールを使用した。ポイント、船尾部など重要部は40kg/mレールを使用した。レールの接手部はすべて溶接構造とした。

(3) 貨車海中投棄装置

非常時に貨車を海中に投棄する装置として半球状の水中傘4個、浮標、貨車接続金物をワイヤーで接続したものを装備している。航行中に水中傘を海中に投棄すると海水の抵抗により貨車を引き出すことができる。

2・8 船尾扉 (写真4 参考)

船尾の車両出入口開口には電動油圧駆動トルクヒンジ付扉を装備している。開口寸法は幅11m100、高さ4m880で上下二枚の折たたみ式扉とし中間に6T-m、上部に扉二枚用として20T-mトルクヒンジを装備している。ポンプユニットは操舵機室に装備し、扉は機側車両甲板および扉開口上部のポンプ操縦室から遠隔操作により開閉される。扉の締付金具、扉コーミング部のレール接続等一連の作動は順序よく自動運転される。ポンプユニットの油圧ポンプは2台あり1台が故障しても扉の開閉は可能であり、非常開閉装置として船尾係船ウインチにより開閉も可能としてある。

2・9 水密戸装置

本船には4門の電動油圧駆動の水密戸が機関室隔壁に設けられている。扉の制御は操舵室から遠隔操作できると共に、扉部隔壁両側には手動油圧ポンプおよび電動開閉スイッチ、また車両甲板上からは手動油圧ポンプ、電気制御により、扉の開鎖のみを行なうことができる。ポンプユニットは船楼甲板上的水密戸動力室に設置さ

れており、ポンプ故障時の動力源としてアキュムレータを設けている。

2・10 安全設備

(1) 膨張式救命筏

25人乗り2種膨張式救命筏 (F. R. P 製コンテナ入り) を4個船楼甲板に装備。

また、これらに乗込むための綱梯子も各舷1組格納箱に納められており、レバー操作によって投下できる。

(2) 救助艇

救助艇の1目的は救命筏のとりまとめまたは、遭難者、船外転落者等の救助用として使用する。

主要目

長さ—	8.0m
幅 —	2.5m
深さ—	1.1m
定員—	6名
速力—	約8.0km/h
材質—	F. R. P 製

その他フックは一斉離脱式、スターター用の予備電池、探照灯等が装備されている。

2・11 火災警報および消火設備

(1) 火災警報設備

本船全域を29区画に分け各区画に合った感知器を配置し操舵室には表示船体図によって、どの区画が火災か一目で解るようにした。

感知器の種類としては、

- ①差動式スポット型感知器
- ②イオン式感知器
- ③定温式スポット型感知器

(2) 消火設備

本船の消火設備は、スプリンクラー装置、CO₂消火装置、持運式消火器、自動消火器消火栓等火災に対して万全を期している。

また、消防員装具も5組設置した。

2・12 冷暖房装置

(1) 暖房装置

本船の暖房は、居住区にスチームラジエーターを装備しており、エアコン装置は装備していない。

(2) 冷房装置

機関制御室内では、パッケージエアコンにより冷暖房を行なう、このほか電気機器冷房用パッケージエアコンを装備している。

(3) 操舵室窓用凍結防止装置

操舵室窓用凍結防止のために本船では、ほぼ窓全面に、室内室外の両面から下記の凍結防止を行なっている。

一船の科学

- (室内) 窓下にスチームラジエーターを取付け、窓に温風を送る。
- (室外) 清温水の配管を施工し、ノズルより窓外面に吹きつける。

(4) 凍結防止

本船では一船に施工されている温水管蒸排気管の他に、冬期中の諸管内残水凍結防止のために、清水管、甲板洗浄兼消火管、空気調節用冷却水管、排水管等の随所に防熱（石綿保温筒）を、施工している。

2.13 居住区設備

乗組員の居室、食堂および会議室などの内張材は特に防火を考慮し特殊難燃処理合板を使用している。

また表面仕上げは家庭的な潤いを持たせるため各室に合った木目パターンを使用している。

浴室の天井は水滴を防止するため傾斜をつけ浴室用天井材（プラスチック・バスリブ）を使用している。

家具の材質は防火を考慮し、一部木製を除いて鋼製家具を使用している。

衛生区画の手洗器および大便器などは足踏式給水装置とし、特に衛生面には配慮されている。

3. 機関部

3.1 概要

本船の機関室は車両甲板下に、船首側より CO₂ 消火装置室、第1補機室（上部は総括制御室）、発電機室、第1主機室、第2主機室、第2補機室、第3補機室の順に配置し、各室は水密隔壁で仕切っている。

また各室への交通のために、CO₂ 消火装置室を除き第2甲板上の各水密隔壁には横開き式滑動水密扉を設けている。

総括制御室は第一補機室上部に配置し、ここには主機関、発電機関および各補機類の集中制御監視ならびに遠隔操作を行なうことができるよう、主機関、発電機関操作盤、データロガーおよび集管制御器盤等を設置した。

(写真6 参考)

主機関は在米車両渡船と同様中速ディーゼル機関8台を採用し、4機1軸方式のマルチギヤード方式を採用した。

在米船に搭載した主機関は外国メーカーのライセンスによる機種となっていたが、すでに製造が中止されており、国産エンジンの信頼性向上などを考慮し、国産のエンジンを採用したわけである。

また主機関および発電機関の燃料油は、開放期間の延長を計るため軽油としている。

発電装置はディーゼル機関駆動主発電機3台と主軸駆

動発電機（左舷の減速装置を介して主機関により駆動する）1台を装備し、通常航海中は、主発電機1台により必要な電力を賄うが運転発電機関に異常が生じた場合は主軸駆動発電機へ自動的に切換わる。

離着岸時使用するバウスラストの電力は主軸駆動発電機より供給する。

補助ボイラはクレイトンボイラ2基を装備し機関部および船体部雑用に必要な蒸気を供給する。

自動化装置は乗組員の労力軽減、作業環境の向上およびマルチプル・ギヤード・ディーゼル推進方式の特殊性を考慮し、大幅に採用した。

以下機関部の主要目について記述する。

3.2 機関部主要目

(1) 主機関および減速装置

主機関は片舷4台、両舷で8台装備した。これら片舷4台の主機関は高弾性ゴム接手（KE接手）と湿式油圧多板クラッチ（減速装置に内蔵）を介して1段歯車減速装置に連結され、推進軸を常時217.5rpmの一定回転数で駆動する。主機関と推進軸はクラッチにより自由に嵌脱ができる。

主機関および減速装置の主要目は次のとおりである。

〔主機関〕

型式×台数 ダイハツ 6 DSM-32型 4 サイクルトラ
ンクピストン過給機付ディーゼル機関
8台2軸

連続最大出力×回転数 1,600 PS×600 rpm
(1機あたり)

シリンダ寸法 320mm 径×380mm ストローク

最高燃焼圧力 110 kg/cm²

平均有効圧力 13.1 kg/cm²

ピストン速度 7.6 m/s

燃料消費率 170 g/PS・h

(減速機直結連続最大出力時)

主機関駆動ポンプ (1台あたり)

潤滑油ポンプ 29.5 m³/h × 5 kg/cm²

冷却清水ポンプ 50 m³/h × 20m

冷却海水ポンプ 50 m³/h × 20m

弁腕注油ポンプ 210 l/h × 2 kg/cm²

〔減速装置〕

型式×台数 ダイハツ RCF-28D 湿式多板クラッチ付
シングルヘリカル歯車一段減速装置
2台

伝達馬力×回転数 入力軸 1,600PS×600rpm 4台
出力軸 約6,200PS×217.5rpm

(1軸あたり)

(2) 軸系・プロペラ (写真5 参考)

本船の軸系は主機関の配置上垂直方向に若干のレーキを持ち、1軸系あたり中間軸3本推進軸1本により構成している。

船尾管の軸受材はリグナムバイタを、シール装置は日本シールオール製のE V K型を装備している。

プロペラは可変ピッチプロペラを装備している。

プロペラの主要目は次のとおりである。

型式×台数 遠隔油圧制御式可変ピッチプロペラ
三菱カメワ102S/4型 2台

材質 アルミ青銅鋳物

直径 2,000mm

羽根数 4

(3) その他主要補機器

ディーゼル発電機

原動機 ダイハツ 6 PSHT-26D型 4 サイクルトランクピストン過給機付ディーゼル機関
3台

出力×回転数 600PS×720rpm

発電機 防滴自己通風自励式三相交流型 3台
出力×電圧 500 kVA×445V

主軸駆動発電機 (左舷機により駆動) 1台
防滴自己通風自励式三相交流型

出力×電圧 900 kVA×445V

補助ボイラ クレイトンWO-100型 2台
蒸発量×蒸気圧力 1,200kg/h×5kg/cm²

バウスラスタ 電動遠隔油圧制御式可変ピッチプロペラ
三菱カメワSP800/3S型 1台
推力×羽根数 9トン×4
駆動電動機 625kW×900rpm

クラッチ用L. O. ポンプ 10 m³/h×18 kg/cm² 3台

減速機用L. O. ポンプ 46 m³/h×6 kg/cm² 3台

主機用F. O. プースタポンプ
5 m³/h×3 kg/cm² 2台

軸系冷却海水ポンプ 65 m³/h×20m 3台

ディーゼル油清浄機 (S J-4000) 4,000 l/h 2台

タービン油清浄機 (A S-15V-2 P) 1,000 l/h 1台

ビルジセパレータ (忍足OFC-2 B型) 2 m³/h 1台

主機室MGプリベント 700 m³/h 1台

発電機室MGプリベント 100 m³/h 1台

(4) 機関部自動化

可変ピッチプロペラならびにバウスラスタは出入港、離着岸時の操船を安全容易にするため操舵室中央に設置されたプロペラ制御デスクおよび左舷ウイングに設置し

たプロペラ制御補助デスクから遠隔操作することができる。

可変ピッチプロペラ遠隔制御回路には自動負荷制御機能が含まれており、プロペラの翼角が主機関の定格負荷を上まわる位置に設定された場合は、自動的に翼角を下げ主機関の過負荷運転を回避する。

主機関の始動停止およびクラッチの嵌脱は機関部総括制御室からすべて遠隔操作する。

また、本船の推進装置はマルチプル機関方式を採用しているため、運転主機関毎に平均に負荷が配分されるよう電気式自動負荷分担装置を装備している。

主機関は主軸から切り離され単体運転の時は主機関付のガバナー (子ガバナー) により回転を一定に保つように制御される。

主機関が主軸に2台以上連結されると自動的に自動負荷分担装置が作動し主軸に取付けたガバナー (親ガバナー) により主機関の回転を一定に保つように制御する。自動負荷分担装置の制御下にある主機関のガバナーの速度設定は自動的に最大の位置に設定される。

よって主機関の回転制御は主機関の燃料調整軸に取付けた自動負荷分担装置の操作部により制御される。

以上プロペラの自動負荷制御装置および主機関の自動負荷分担装置の特殊な装置のほか次のような自動化機器を装備している。

- 1) データ処理装置 (総監視点242点、警報点140点、記録点112点)
- 2) 排ガス温度打点記録計 主機関 合計56点
主発電機関 合計21点
- 3) 主発電機の自動負荷分担装置、自動同期投入装置、総括制御室からの遠隔発停装置
- 4) 次のポンプはスタンバイボタンを押すことにより一括起動する。
主機用F. O. プースタポンプ
減速装置用L. O. ポンプ
クラッチ用L. O. ポンプ
軸系冷却海水ポンプ
プロペラ変節油ポンプ
操舵機油圧ポンプ
- 5) 予備ポンプの自動切換
主機用F. O. プースタポンプ
発電機用F. O. プースタポンプ
- 6) ブラックアウト復旧後の必要補機の順次始動
- 7) ディーゼル油 (潤滑油) 清浄機の自動スラッジ排出
- 8) 燃料油移送の自動化

— 船 の 科 学 —

- 9) 燃料油積込の遠隔監視
- 10) ヒーリング装置の遠隔操作
- 11) 機関室の火災警報
- 12) ビルジ処理装置の自動運転

4. 電気部

4.1 概要

本船の発電機はディーゼル駆動主発電機3台、主軸駆動発電機1台で構成され、主発電機は航海中1台、出入港時および貨車出入作業時は2台並列運転することで計画している。

発電機の発停、ACBオンオフ、並列入切、負荷分担などの全ての操作は総括制御室の発電機操作盤より遠隔自動で行なうことができる。

主軸駆動発電機は通常、バウスラスト専用として使用するが、主発電機が事故などで主電源の電圧が低下すれば、自動母線転換器により重要負荷に給電する。

本船は各部に大幅な自動/遠隔制御を採用している。

また、機関部のデータ処理装置のほか、操舵室には航海記録装置を装備して気象をはじめプロペラ翼角、バウスラスト翼角、舵角、横揺れ角、速力などの操船、船体運動のデータを連続記録するようになっている。

4.2 電気部主要要目

(1) 電源

主発電機	AC445V 500kVA	3台
主軸駆動発電機	AC445V 900kVA	1台
蓄電池 (アルカリ)		
104.4V	500AH (非常灯航海機器用)	1組
25.2V	140AH (通信用)	1組
25.2V	360AH (無線用)	1組
変圧器 単相	60kVA 445V/105V	3台
主配電盤		1面
蓄電池充放電盤		1面
(2) 通信, 航海, 計測装置		
ジャイロコンパスおよびオートパイロット		1式
ピストンホーンおよびエアホーン		1式
風向風速計		1式

電磁ログ	1式
音響測深儀	1式
航海記録装置	1式
レーダ	2式
衝突予防装置	1式
データ処理装置	1式
マイクロセン式喫水計	1式
電気式傾斜計	1式
タンク容量計	
(2重底タンクおよび深水タンク用)	各1式
自動電話および鉄道電話	1式
無電池式電話	2系統
共電式電話	11系統
インタ・ホーン	2系統
電気時計	1式
エンジンテレグラフ	1式
ドッキングテレグラフ	1式
ステアリングテレグラフ	1式
電子式回転計	1式
舵角および翼角指示計	1式
火災警報装置	1式
非常警報装置	1式
操船指令装置	1式
船内放送装置	1式
(3) 無線装置	
200W無線電信装置	1式
定時放送自動受信装置	1式
国際港湾無線電話装置	2式
携帯用超短波無線電話装置	1式
救命艇用可搬形電線電信電話装置	1式

本稿の末尾で、大変失礼になるが、筆をおくに当り、本船建造に際して、終始御懇篤な御指導と御協力を賜った、国鉄船舶局および鉄道技術研究所の皆様と現地青函船舶鉄道管理局の御関係の皆様には、誌面をお借りして、心から御礼申し上げたいと存じます。

増補版 商船基本設計の一考察

優れた船舶の設計をするための基本を、永年の経験によって得た“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し、多くの資料によってその真髄を明かした基本設計の好参考書である。

元長崎造船大学名誉学長

渡瀬正麿 著

B5判 180頁 上製本 定価900円 (〒200円)

船舶技術協会

戦後の海運・造船よもやま話(6)

N・B・C 余談

甘利 昂一

さて話は元に戻るが、旧呉工廠4号船渠を中心にした施設等を放棄した播磨造船所からN・B・Cに移すに際し、大部分の従業員はそのまま残ったが、幹部級の職員の大多数は、当時仕事もない播磨造船所に戻ることを何故か希望した。その中の一人、真藤君(今の石川島播磨重工の社長)だけは Mr. Hann から囁目され、是非居残るよう小生にその説得方の依頼があったので、彼といろいろ話したところ、最大の居残れない理由は、9年後(契約によりN・B・Cが施設を日本政府に返還する時期)に元の播磨造船所に戻っても昔の同僚は既に「えらく」なっておって、一生うだつが上らないということであった。その話を小生から聞いた Hann は撫然たる顔付きをして、次のような話をした。

僕は戦時中、米国のカイザー(有名なカイザー製鉄所)の造船所で職長のような地位におったが、当時の働き振りを認められて、戦後N・B・Cの幹部に抜擢され WELDING・SHIP・YARDの所長となり、前述のような貧弱な造船所で、世界一のタンカーを連続して完成し、PHONEX号を最後とし、今度5~10万重量トン(巨大油槽船建造のリーダー・シップをとる意)の油槽船を呉で建造すべく、呉造船所長に任命された。

僕は行く先々で大きな仕事をしつつ逐次抜擢されて今日に至ったのだ。昔のカイザー造船所時代の同僚は相変わらずで出世していない。

彼は米国流の、仕事をよくやる人が出世する制度の中で育って来たので、日本流の年功序列型や学歴閥の制度を古い慣習として罵倒したのである。

しかし日本では現実にその慣習が存続しているので無視するわけにはゆかないとして、Ludwig社長と相談して彼と家族を引取り一生面倒を見ると申出てきたので、ことわる理由がなくなり、真藤君も恐らく、当時は浅々ながら居残ったようだ(彼に聞いてみないと分らないが、あるいは男の意気に感じたのかもしれない)。この時が、彼が今日造船界の立役者として引立てられる分岐点だったと思う。彼は戦時中海軍で一部行っていた材料・品質・工程等の管理技術を身につけておったのが

幸いしたようだ。これは小生が Mr. Hann に、真藤君のどこがそんなに気に入ったのか、と聞いた時の彼の返事だった。日本の経営者に人を採用する時に、これだけの熱意があるだろうか?

国内造船所からの要望もあって、N・B・C操業開始後数カ月経過した頃(昭和26年秋)のある日、主要造船所の設計・技術部長級の諸君20数名を引率して、Hannさんの工場を訪れ、彼の経営のやり方を見学する機会があった。視察後、見学者諸君の感想とか、有益だった点を聞いてみた時に話が出た数例を示すと次のとおりで、いずれも事柄は些細のことであるが、基本的な考え方に意義がある。

- (1) 大きなマンホールを切抜いて得られた残材は、再度適当の部材に使用して残りはスクラップにするのが当時の日本の造船所の通例だったが、N・B・Cでは最初から残材一杯に部品が罫書かれており残余は零に近かった。従って当時の日本の造船所のスクラップ率は造船規格材を使用しても少なくとも4~5%であったが、N・B・Cではその3分の1以下であった。
- (2) N・B・Cでは当時から設計は総て設計専門会社に依頼し、造船所では現場設計のみ行っていた。その一例として、ブロックの重心の位置を計算で出し、その位置にアイボルトを通して簡単に大きなブロックを誰でも吊上げ可能となるよう指導していた。日本では経験豊かな職人が勘で数回試して後、目的を達していた有様だった。
- (3) 旧事務所を改造して、モダンにしたが 改造工事を調度品、取付器具、窓枠硝子、床廻り等々に細分して、それぞれの専門屋に競争入札させて施工した。日本ならこの程度の事務所の改造なんかは一括して指定業者に施行させている。
- (4) 社内では休憩時間でも一般新聞は読ませないが、造船所の職員・工員として役立つ必要記事は、内外の諸新聞から抜粋し、ガリ版刷りにして社内に配布して読ませている。

つまりぬことだが一事が万事この調子でやっている。

ある時、Hann さんから造船用キルド鋼板を、トン当たり210~220\$で数万トン買いたいが世話をして呉れとの相談を受けた。数量が多すぎるので一寸おかしいな、とは思ったが（ロッキード機で問題になった丸紅幹部の国会答弁を思い出させる）、前述のとおり、厚板の大型溶接構造になると必ずキルド鋼板生産の問題が起これると思っていたので、彼とは別の思惑で彼の話に乗った。

当時日本で幅広のキルド鋼板を生産しうる工場は、戦前より軍艦のアーマー・プレートを造っておった室蘭の日本製鋼所しかなく、その施設の中心は1万トン press で、この容量のプレスは当時世界に7基しかなく、内4基は鉄のカーテン内にあり、自由圏内の3基の内のこれは1基と言われていた。非能率の施設で、注文もなかったもので休止しておったが、この話を契期にして再稼働させようと思い、早速当時の新谷日本製鋼所社長と交渉したところ（小生の局長の頃は、大きな問題は自ら折衝していたので、結果は知っていても折衝の経過を知っている人は少ない）、採算のとれる最低生産量は6~7千トン/月で、価格は350\$/Tとの申出であった。両者の間に、100\$以上の差があり、価格と数量の点で交渉は難行したが、最終的に発注量は3,000トン/月（N・B・C 2,000 T、播磨造船所 1,000 T）、価格は250\$/Tで解決し、1万トン press は戦後数年振りて再稼働した（この施設は、戦後国有財産払下げで、一時大谷重工に落札したが、小生の努力で再度日本製鋼所に返還させた経緯があり、その上、上記の話があったので、結局稼働まで面倒を見たことになる）。

最初の申出数量と妥決数量との差が余りにも大きいので、後で Hann さんに聞いたところ、210~220\$/Tなら世界中どこにでも売れるし且つ需要もあったので、発注数量で値段を下げ、自家用以外は外国に売り飛ばしてもうけるつもりだったと言う。造船屋と鉄鋼問屋との、かけもち商売をやるあきれた奴だと思ったが、国際市場（船舶のみならず関係原材料総てについて）に通曉していることには感心した。N・B・Cのような経営

のやり方が、国際的の造船会社の在り方かもしれない。

会社経営のモラルと言うと大げさになるが、昨今会社の交際費が尨大となり、年間一兆円を越え、税制優遇措置が問題となっている折から、参考としてもう一例を挙げてこの項の締めくくりとする。

N・B・C 呉工場の視察に出席した造船所の幹部は、当時としては大いに得るところがあったので、その感謝の気持を表わすために、Hann さんのため一席を設けたいとの申出があった。そこで、その旨伝えたところ、喜んで出席するが、その費用はどこから出るとか尋ねられ、咄嗟のこととて返事に困り、一存で、恐らく参加者が旅費の一部を割いて出すのだろうと答えた。後で判ったが、その誠意（旅費割愛）が印象をよくしたようだ。

翌日、今度は「ハンさん」が返礼として諸君を夕食に招きたいと言い出したので、すかさずその費用は会社から出るとか質問したところ、彼はとんでもないと言う「ジェスチャー」をして答えた。「君等に工場を見学され、且ついろいろの質問に率直に答えて教えてやって、何が会社の利益になったか、そんな費用は会社として出すわけにはゆかぬ。諸君の好意に対する返礼だから、これは僕のポケット・マネーだ、と如何にも当然だと言わん許りそっけなかった。

ある造船所の栄枯盛衰記

わが国の現存造船所にはそれぞれの長い歴史があり、その時々の経済社会の烈しい変化に伴い、合併・社名変更あるいは経営者交替に伴う施設の大改造または拡充により、外郭のみ残り内部施設には昔の面影さえ残らない造船所もあるが、全く跡形も無くなった大手造船所は川南造船所くらいではないか。

昔、長崎県香焼島（現在の三菱重工の新鋭香焼島工場建設地）に松尾造船鉄工所と言う名の、由緒ある造船鉄工所があった。先に富山県に、日本で初めての屋根のある船渠を建設した（日本海重工の前身）川南豊作氏が、昭和10年頃この造船鉄工所を獲得して、川南造船所を創設し、わが国造船史上初めての一万重量トンの大型標準船

の量産体制を整備した。N・B・CのHannさん以上の異色の経営者だった彼の経営理念即ち性格を、限られた紙面で描写することは困難だから、今回は記憶にある断片的事件を数例述べて、その異色振りを推察して戴くこととする。

- (1) ある日、準備がすっかり出来ていると言うことで、朝一番に迎いのポートで香焼島（当時は島だった）に渡り、新造船の汽缶安全弁封鎖に立会ったが、準備不十分のため数時間掛りそうなので午後には廻し次に控えている検査地（三菱長崎造船所砲ノ浦）に行こうとしたが、適便がないと言って舟を出してくれない、と言うよりは、足を奪ってのっ引ならぬ状態に追込む算段であることは、度々の前例から見ても明かであった。自社のためには他社の迷惑は勿論考えない許りか、公僕を社僕扱いにする人だった。
- (2) 材料手当不十分と工程管理ミスにより、甲板上のダビッドが間に合わず、新船の引渡しが遅れそうになったにも拘わらず、当時者は対策立たず思案に暮れとった。

たまたま現場に来た川南社長に職長がその旨訴えたところ、社長自ら構内の材料捜しをやって差当り使途のない砲金材料が多量にあることがわかり、早速それを使って鋳物を吹くよう言い渡した。この俊敏の処置により引渡しは納期に間に合った。引渡完了後直ちに船主と直接交渉して出航を数日遅らせ、その間に鋳鉄のダビッドに取換えた。造船所はペナルティーをまぬかれたが、船主は馬鹿を見た。こんな調子だから一度はついては再度ついてくる船主はなかった。しかし、彼の人物を見込んで助ける有力者が数人おった。東条英機氏は彼を非常に高く評価し、戦時中彼は陸軍省参与をしておった。また彼の郷里富山県に近い新潟県能生町の県立水産学校時代の同級生であった政財界の大物高崎達之輔氏は生涯彼の仕事を側面から援助し、且つ晩年の彼の私生活の面倒まで見ておった。彼は経営者でなく所謂事業家だったのだ。

- (3) 川南造船所の一万T大型標準船の第一船“東亜丸”の進水式が挙行されると言うので、県内の貴顕紳士は勿論、遠くから大勢の名士が馳せ参じ島内初まって以来の大事事となった。進水作業は順調に進み、いよいよ支綱切断となり川南社長自ら「ハッシ」と銀斧を振るって、見事支綱は切断され、シャンペンの飛沫は船首に散ったが、かたずをのんで滑り出しを今か今かと見守る観衆の前の巨船は微動だにしない。観衆がこれはおかしと感じた瞬間、進水台上のモーニング姿の川南社長は、ヒラリと台から飛び降り、自ら指揮して「船下し」作業を始めた。沖に待機している二隻の曳船に引張り作業を命じ、船台付近におった作業員の肩に「ドンゴロス」を当てさせて船側から押下ろさせた。その数は百数十名、しかし知る人ぞ知る、進水失敗の船は挺子でも動かなかった。

この事件の数カ月前、お隣の三菱長崎造船所でも進水異変があったが、しかし両社の経験と技術力の差を示す全く対象的の事故だった。

大連航路の新鋭快速客船“鴨緑丸”（わが国初めての、30気圧の高圧水管式汽缶を装備）の進水式が行なわれると言うので、当時のO・S・Kの村田省三社長を初め県知事・控訴院長等々の名士が、砲の浦の船台より遠く離れた水の浦の本館貴賓室で、玉井造船所長を囲んで式場への案内を待ちながら歓談しておった。そこに至急報がとどいた。「唯今鴨緑丸が無事進水しました」と。岸壁に廻航された鴨緑丸の前に急設した式場で簡素な進水式が行なわれた。その後の披露式で、村田社長は次のような意味の名挨拶をされた、「東亜の動きの烈しさを（支那事変勃発時だった）無心の船も察し、一刻も早く進水して祖国に奉ぜん」と云々……一方その技術の優秀さを世界に誇る三菱長崎造船所の完璧の進水準備云々……」と、当時は万事戦時体制の句調だった。

以上東（米）、西（日本）の異色の造船所経営者に親しく接して来た小生の思い出話を綴ってきたが、事局柄その中から発想転換の芽を摘みとって戴ければ幸いと思う。

【外国船紹介シリーズ (2)】

英国標準型貨物船 SD・14型

R・F・Burnett

SD・14型標準貨物船は 好敵手である日本のフリーダム船 (14,800D) が120隻程度の受注に対し、183隻の受注を獲得しており、世界一優秀な標準型貨物船と自負している。

しかし、激しいインフレのため、建造造船所の英国 Austin and Pickersgill 社¹⁾ ではSD・14型の受注をこの1年以上手控えていた。元来英国の造船所は納期があまり先の受注は避ける方針であるが、今後2年間に納入予定の受注残が18隻となった現在、再び1978年納入分の受注獲得に乗り出したのである。

SD・14型は、ギリシャとブラジルでもライセンスに基いて建造されている。フリーダム、ドイツ・リパティ、イスパニヤ等の一般に「リパティ代替船」の分類に入る主要船型の中で、SD・14型は、最大の満載喫水、最大の載貨重量/喫水比、最大の積荷容積、最小の燃料消費量、最長の航続距離および最大の燃料庫容積を持っていると称している。

1968年に基本価格90万ポンドで売り出されたこの5船艙の貨物船は、その後改良を重ね、現在建造されているのは“第3シリーズ型”である (次頁 第1図 参照)。

現在受注活動中のものは“第4シリーズ型”で、それには約30万ポンド分の装備が追加され、価格は約450万ポンドとなっている。

P & O ラインへ6隻納入

第3シリーズ型船の発注の主なものとしては、P & O

(Peninsular and Oriental Steam Navigation Company) が1973年に6隻・1,700万ポンドの発注をしている。既に STRATHDARE と STRATHDEVON の2隻が納入済みで、残りは1977年半ばまでに完成する予定である。P & O ラインのSD・14船隊は インド洋と中東諸港への定期運航に従事することになっており、この

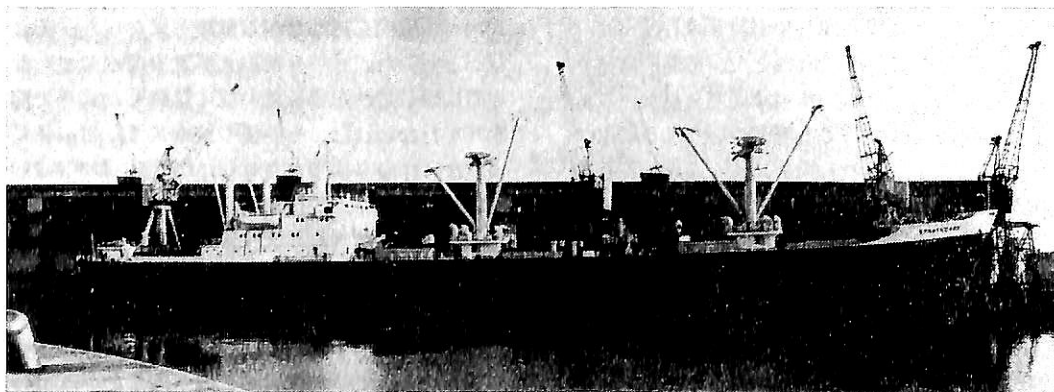
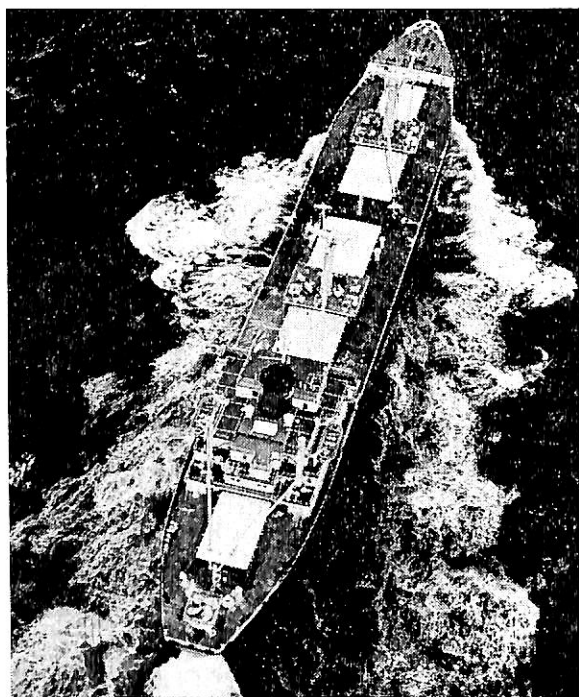


写真 P & O 向け第1船 “STRATHDARE” (上) 航走中 (下) 特長でもあるベレイ吊上デリック

Scale 0 10 20 30 40 50 Metres

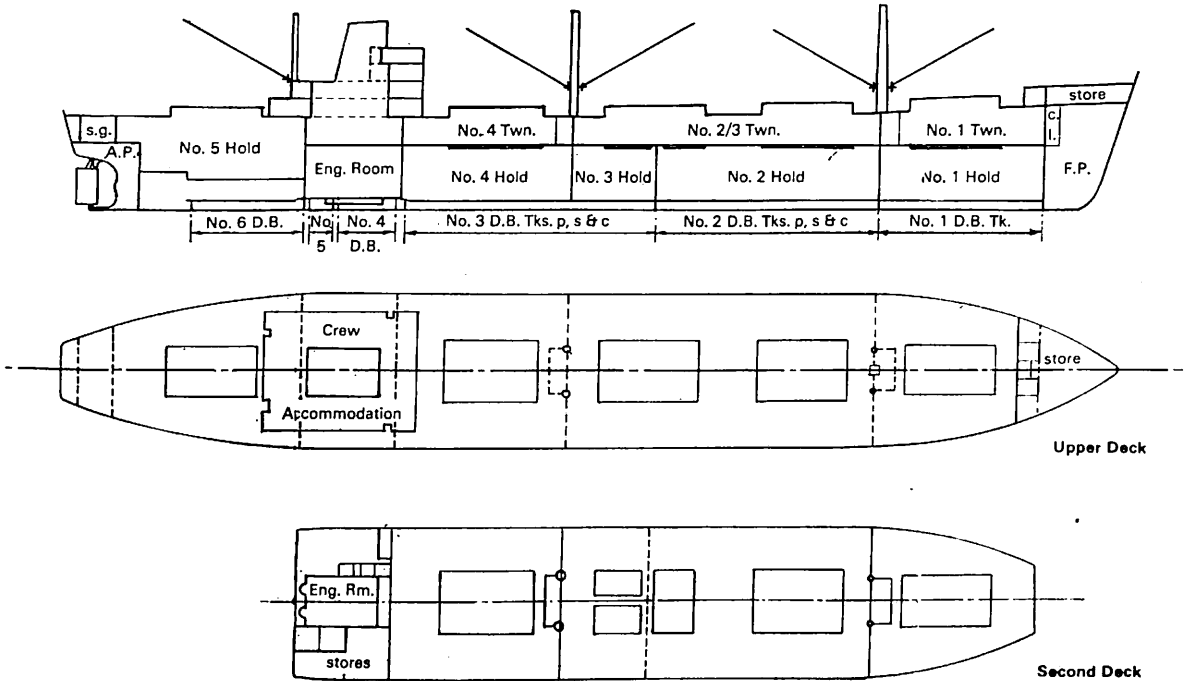


図 1 第 3 シリーズ S D ・ 14 型の船艙と荷役機器配置図

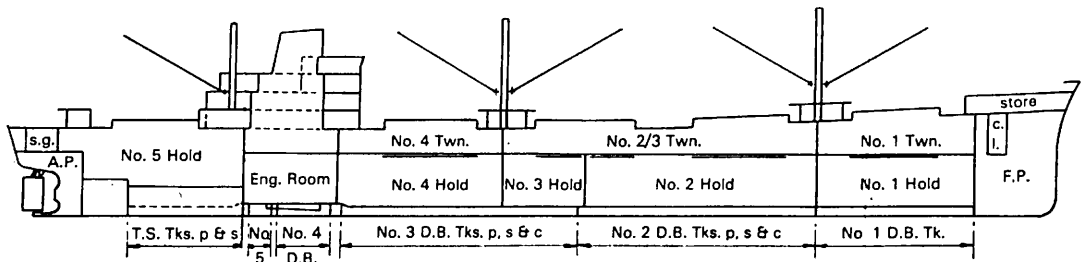


図 2 第 4 シリーズ S D ・ 14 型の船体側面図

ため荷役機械類は港湾施設の良否に関係なくフル稼働できるように特に改良してある。主要設備としてはベレーデリック 26 t 1 基、10 t 2 基と普通の 10 t デリニック 2 基の上に Cargospeed Equipment 社²⁾ の 50 t ベレーデリック 1 基を装備している。

P & O 向けの船の側面図を第 2 図に示す。

この船は、ロイド+100A 1+LMC 船級で、英国商務省規則、パナマ運航規則および IMCO 穀物規則等に適合するように建造されている。

図に示すように、5つの船艙があり、第4と第5船艙の中間に機関室および居住スペースがある。第1～第4船艙区画には中甲板が設けられており、この甲板間高さは船の中央船側で3.05mである。船首舷弧は2.74m、船

第 3 シリーズ S D ・ 14 型主要目

全長	140.97m
垂線間長	134.16m
型幅	20.42m
深さ (上甲板)	11.73m
” (第二甲板)	8.69m
夏季満載喫水	8.84m
載貨重量	14,850 t
ばら荷積容積	21,425 m ³
機関最大出力	5,600kW
燃料容量	1,115 t
燃料消費量	25.9 t/day
満載航海速度	15.0 kn

尾方向はノーシアアであり、甲板キャンパーは 0.46m である。船殻は、全溶接構造で横肋骨を有し、甲板と船底には縦肋骨が設けられている。

船首は傾斜型で船尾は深梁型である。船首楼と甲板室の高さは2.28mであり、船尾材は組立鋼製で、シンプル型舵を装備している。

甲板上に6m ISO (International Organization for Standardisation) 冷凍コンテナ8個を積載できる。木材甲板には1.4 m³/t で2.28 mの高さまで木材を積載できる。積載能力一杯を積む場合、露天甲板とハッチ上に8.75 t/m² 積載できる。バラスト水容積は、合計で3,314トンで、積荷重量の24.4%にあたる。

船艙のハッチカバーは MacGregor 社⁹⁾ 製 single pull 型である。

標準荷役装置

第3シリーズ型の標準荷役装置としては、各ハッチ毎に5tデリックが2台、3tウインチ2台が配備されている。(P & O 向け船舶には勿論 Cargospeed Equipment 社製吊りデリックが装備してある。50tデリックは第2ハッチに、26tデリックは第3ハッチに配備してある。第1と第3ハッチには、それぞれ10tベレーデリックがあり、British Steel 社製の在来型の管式デリック2基が第5ハッチ上に配置してある。

ウインチと甲板機械類は、すべて Clarke Chapman-John Tompson¹⁰⁾ 社製である。ヘビーベレーデリックには、ホイスト用の60kW主モーターと75kW発電機モーターおよび旋回とトッピング双方のウインチ用の35kW主モーターと90kW発電機モーターを備えている。

繫留用キャブスタンは2台あり、54mm 径の鋼製錨鎖(1,700m甲板上)巻上用電動ウインドラス1台がある。錨は重量各3.75tで Beal and Son 社¹¹⁾ 製の普通のストックレス型である。

機 械 類

主機関は、弩型、単動、2サイクル、可逆ズルツァ5 RND 68型船用エンジンであり、定圧方式で作動する Napier 社⁶⁾ 製排気ターボチャージャー1台つきのものである。この機関は George Clark and NEM 社⁷⁾ 製のものであり100°F (38°C)での粘度が3,500秒レッドウッドNo. 1までの重油で作動するよう設計してある。燃料消費量は25.9t/dayである。シリンダ径は680mm、ピストンストロークは1,250mmである。連続最大出力は137 r.p.m.において5,600kW (約7,600 PS)である。プロペラは Stone Manganese Marine 社⁸⁾ 製で、直径4,850

mm、重量8,910kgで、満載航海速度は15.0knである。

ボイラは、Spanner Boilers 社⁹⁾ 製の弩型コンジットボイラで7 kg/cm²、1,020 kg/hである。電源としては、Paxman 社¹⁰⁾ 製ディーゼルエンジン駆動の Siemens 交流発電機3台があり、1,200 r.p.m で350kW、440V、3相60Hzである。これは第3シリーズSD・14型の標準設計である280kWよりも高出力である。

装舵装置は、電動、油圧方式で Donkin 社¹¹⁾ 製5.2kW 電動機付きのパワーユニット2台がついている。

主甲板室は、第4と第5船艙の中間にあり、居住区は操舵室の下3層の甲板に設けられ、31人の乗組員、即ち船長、パイロット、甲板士官4名、機関長、機関士7名、下士官3名、賄係4名、甲板員6名、機関室補助員4名に対し各個室が設けられている。

救命設備としては、7.3mの Viking 社¹²⁾ 製ガラス繊維入の強化プラスチック救命ボート2隻と Beaufort 社¹³⁾ 製20人乗り膨張救命いかだ2隻等がある。

第4シリーズSD・14型

現在受注活動中の第4シリーズ型での主要な変更は、船体がやや大きくなったこと、性能の向上、積載能力100tアップ等である。

全長は140.97mから144.00mに、垂線間長は134.16mから137.50mにそれぞれ延長されている。なお船首の傾斜を減らすことによって、その分、船首艙が大きくなったが、船艙容量には実質上の変更はない。

第2、第3、第4船艙のビルジブラケットを取除き、包装物の収容力を増し、ばら荷の清掃を容易にした。荷役機械も能力を増し、従来の標準5tに代って安全荷重10tのもの6基がつけられている。

主機関は、従来の5気筒エンジンに代って保守が容易な4気筒 RND 68 "M" ズルツァエンジンが取付けてある。この4気筒エンジンは150 r.p.m で連続最大出力5,670kWであり、90%で満載航海スピード15kn、バラスト航海速度は17kn、燃料消費は26.4t/dayである。P & O 向けの船に搭載された350kW交流発電機が第4シリーズSD・14型では標準装備となった。

ところで、新しい標準型船舶、例えばサイズがよく似ているスペインのカルタゴ、一回り大型のフォーチュン、フロンティア、フューチャー等の日本の船舶などとの競争の中でSD・14型の世界市場での位置づけが注目されている。
(提供：英国大使館)

(注)

1) Austin and Pickersgill Ltd, Southwick Yard,

- Southwick, Sunderland, Tyne and Wear, England.
- 2) Cargospeed Equipment Ltd, Garvel Shipyard, Greenock, Inverclyde, Scotland.
 - 3) MacGregor and Company (Naval Architects) Ltd, MacGregor House, 86-90 Front Street, Monkseaton, Whitley Bay, Tyne and Wear NE25 8DN, England.
 - 4) Clarke-Chapman-John Thompson Ltd, Victoria Works, Gateshead, Tyne and Wear NE8 3HS, England.
 - 5) Beal and Son Ltd, Anchor House, Dumballs Road, Cardiff, South Glamorgan CF1 6TX, Wales.
 - 6) D Napier and Son Ltd, East Lancashire Road, Liverpool, Merseyside, England.
 - 7) George Clark and NEM Ltd, PO Box 8, Northumberland Engine Works, Wallsend, Tyne and Wear NE28 6QH, England.
 - 8) Stone Manganese Marine Ltd, Riverside House Anchor and Hope Lane, London SE7 7SZ.
 - 9) Spanner Boilers Ltd, PO BOX 17, Gracebrook House, Pear Tree Lane, Dudley, West Midlands DY2 0XE, England.
 - 10) CEC Diesels Ltd, Paxman Engine Division, PO Box 8, Hythe Hill, Colchester, Essex CO1 2HW, England.
 - 11) Donkin and Company, Shields Road, Walkergate, Newcastle upon Tyne, Tyne and Wear NE6 2YA, England.
 - 12) Viking Marine Company Ltd, Mumby Road, Gosport, Hampshire PO12 1AE, England.
 - 13) Beaufort (Air Sea) Equipment Ltd, Beaufort Road, Birkenhead, Merseyside, England.

新造船紹介 (新造船写真集参照)

《ESSO JAPAN》

日立造船・有明工場で建造されたリベリアのエッソタンカー社 (Esso Tanker Inc.) 向け 400 型油槽船 “ESSO JAPAN” (400, 219 DWT) は同社建造最大船舶である。

本船の特長は次のとおりである。

- 1) ヨーロッパ入港時の喫水制限から浅喫水、広幅船型 (L/B=5) を採用している。
- 2) 舵面積を大きくし、保針性能に万全を期している。
- 3) タンク内貨物油管に耐蝕性のすぐれたダクタイル鋳鉄管を採用して防蝕を行なっている。
- 4) タンク内洗滌効果の向上および揚荷をより完全にす目的で貨物油タンクの洗滌はクルード・オイル・システムを採用している。
- 5) イナートガス発生装置を備え、不活性ガスをタンク内に送り込み、貨物油タンク内のガス爆発を防ぐ。
- 6) タンク測深装置とは別にオーバー・フロー・アラームをC・Oタンクに設け、原油積荷時のオーバーフロー防止をはかっている。
- 7) 船の防火対策には万全を期し、CO₂、エアフォーム・ウォーター・スプレーシステムをとり入れ、適宜本船上に配置している。

《LIWO VENTURE》

三井造船・玉野造船所で建造されたリベリアのレジエンス・キャリアーズ社 (Regence Carriers Inc.) 向け油槽船 “LIWO VENTURE” (137, 017 DWT) の特長は次のとおりである。

- 1) タンク爆発防止のため、イナートガス装置を装備している。
- 2) タンク排水監視装置を設け、海上汚染防止の配慮がなされている。
- 3) 荷役作業の能率化と乗組員の労力の軽減を目的として、荷役システムは徹底した遠隔操作集中制御方式を採用している。
- 4) 主機各部の状態を連続監視し、メンテナンスの必要な部分をデータの解析に基づいて予測するデータトレンドシステムを装備している。
- 5) 居住区画に対しては、集中ガス検知装置を設けている。
- 6) ドップラーログを装備している。
- 7) 無線機は、WAMARC—1974 適用の最新型センサー方式のものを装備している。
- 8) 乗組員が快適な海上生活をおくれるように乗組員居住区画はグレードの高いものとしている。

ケミカルタンカー (3)

恵美洋彦 角張昭介
(日本海事協会船体部)

IV しるばーまぐばい¹¹⁾

(1) 一般

“しるばーまぐばい”は、ファーイースト SHIPPING (株)における IMCO 規則適用のケミカルタンカー第2船である。図 1-14 にその写真を示す。

〔“しるばーまぐばい”の主要目〕

全 長 ; 130.05m
垂線間長さ ; 120.00m
幅 ; 18.50m
深 さ ; 10.70m
喫 水 ; 8.47m

総トン数 ; 6,660.46 t

載貨重量 ; 11,195.98 t

主 機 関 ; 8 UEC 52/105 D, 8,000 PS×175 rpm

船 級 ; NK, NS* (Tanker, Molasses or Oils F.P.
below 65°C and Specified Chemicals type
III)

適用規則 ; IMCO 規則 (タイプ III)

船 主 ; ファーイースト SHIPPING (株)

建造造船所 ; 三重造船 (株)

本船は、日本国籍船で危険物ケミカルタンカーとしては法的には現在のところ、運輸省「危険物船舶運送および貯蔵規則」を満足すればよいことになるが、USA 等の規制が厳しい国の出入港のために IMCO 規則に適合するように設計、建造された船である。

本船は、危険ケミカルとしては IMCO 規則タイプ III

11) 前野, ケミカルタンカーにおける艀装設計および
施工上の問題点, 造船技術 75/11

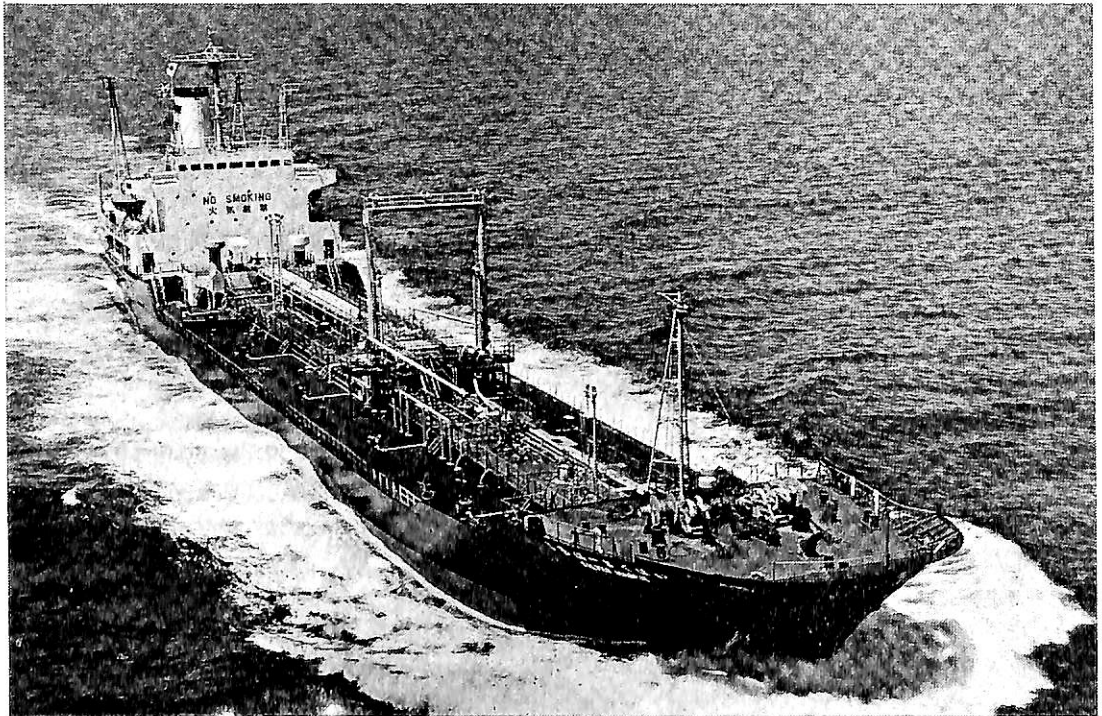


図 1-14 “しるばーまぐばい”

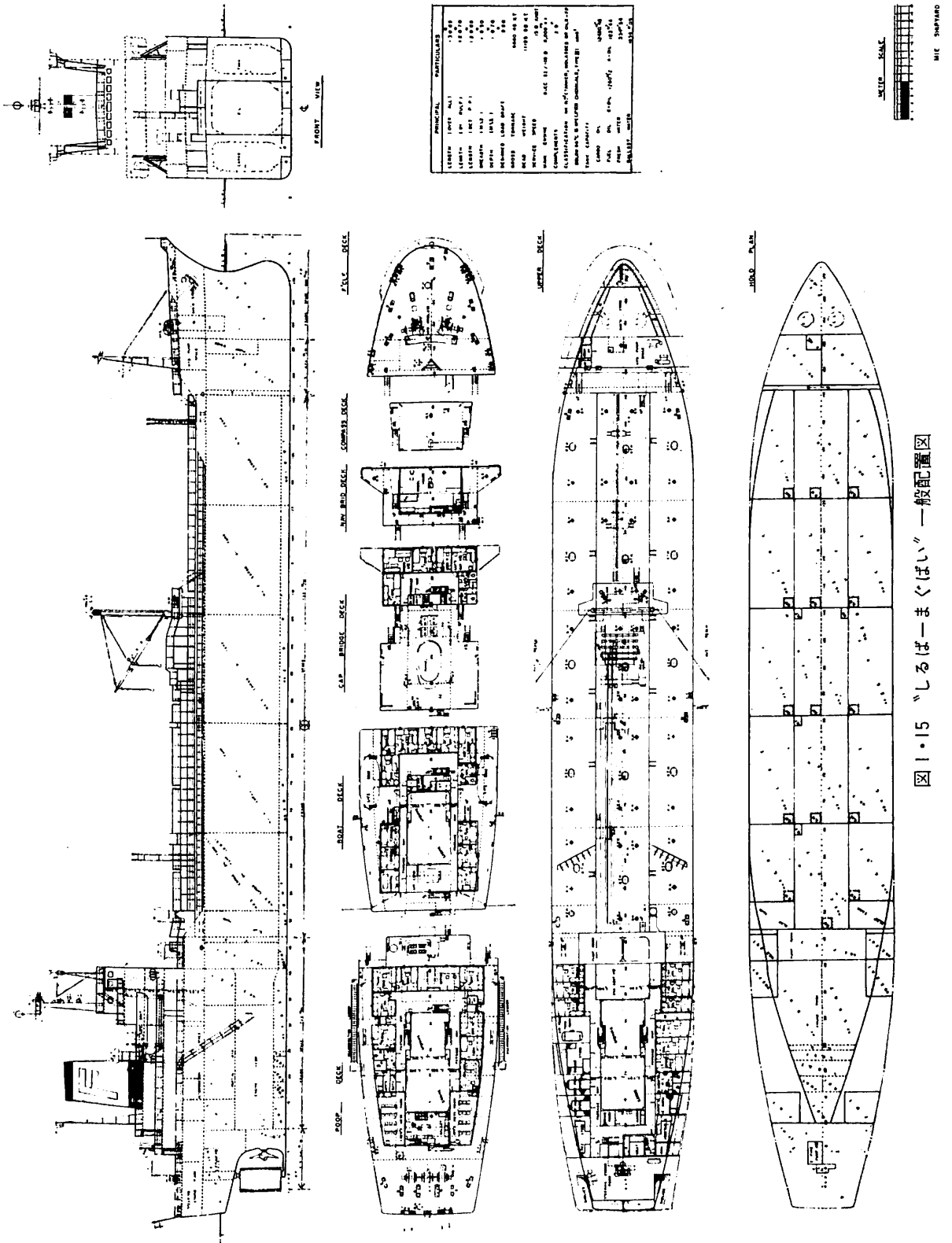


図1・15 “しるばーまぐばい”一般配置図

相当の貨物のみを積載する計画で建造され、予定積荷品目は、メタノール、アルコール類、ベンゼン、トルエン、スチレンモノマー、糖蜜、苛性ソーダ等31品目で、このうち、糖蜜と苛性ソーダは、それぞれ単体で専用の積付計画となっている。

(2) タンク配置

貨物タンク部は、図1・15に示すように2列の縦通隔壁と4枚の横置隔壁で仕切られ、ウイングタンクとセンタータンクの3列で計15タンクに分割されている。また、センタータンク上部はトランク甲板となっている。このほか、貨物タンクの後の両舷にスロップタンクが設けられている。このスロップタンクの容積は、全貨物タンク容積の3%以上になるように設計されている。又、貨物タンク区域のタンク下部は二重底が設けられており、この二重底は、バラスタックとしてクリーンバラストのみでバラスタ航海ができるように計画されている。

(3) 貨物ポンプ室

貨物ポンプ室は、貨物タンク後部に配置され、3台の主貨物ポンプと2台のストリップポンプが設けられている。何れのポンプも機関室に設けられた電動機で駆動される。ポンプは、全て横型スクリュウポンプで、材質は本体ケーシングはFC20、主動軸SUS44、スクリュウFC20となっている。

ポンプの遠隔操作は、甲板上的ポンプ室入口の操作パネルで行なわれ、このパネルにはポンプ吐出圧力計も設けられている。

ポンプ室内の交通は、IMCO規則にもとづいて全て傾斜梯子とし、さらに意識不明の人間を吊上げる設備も設けられている。

さらに、ポンプ室には、次の機器が設けられている。

バラスタポンプ；100 m³/hr×25m×1

ビルジポンプ；10 m³/hr×20m×1

油水分離器；10 m³/hr×1

パタワースヒータ；30 m²×1

排気ファン；7.5kW×1

(4) 配管装置

主貨物油管には、300φのSch. 40の鋼管が使用され、3系統に分けられる。支管は、250φである。吸引口は、二重底頂板のサクシオンウエルに導かれ、パタフライ弁とゲート弁により全て二重閉鎖となっている。タンク内の弁は、全て甲板上からリーチロッドによる遠隔操作となっている。

積荷配置と関連して15タンクを前部3タンク、中央部6タンク、後部6タンクの3グループに分けた貨物管配置となっており、甲板上も250φで同じく3系統となっ

ている。

ストリップ管は、タンク内200φ、甲板上150φであり、主貨物ポンプが二段変速になっているのでストリップング時には、ポンプの回転を下げて使用できるようになっているため、ストリップ管はNo. 3および4ウイングタンク(P & S)のみに導かれているが、これはむしろ隣接するタンクに異なるケミカルを積むための措置となっている。3台の主貨物ポンプと2台のストリップポンプで最大5種類の貨物の荷役が可能である。

甲板上的管は、甲板上約3mの位置に架台が組まれ、その上に配置されている。また、配管と並行して歩路が船尾楼から船首楼へ設けられている。ショアコネクションのバルブステーションは、船の中央部近くに設けられ、下部にはドレン受けがある。

全ての貨物タンクおよびスロップタンクには、それぞれヒーティングコイルが設けられている。ヒーティング比は、0.04 m²/m³となっている。ケミカルでは、ヒーティングすることが少なくヒーティングコイル非使用時には、甲板蒸気管支管から雑用圧縮空気を 사용하여貨物タンク内ヒーティングコイルに内圧を加えるようにしてある。また、ヒーティング管内に混入する漏えいケミカル貨物の検出のためのインスペクションコックが甲板上に設けられている。

タンククリーニング系統は、ポンプ室に蒸気海水温水器を設け、No. 1ストリップポンプから暖水器を通して暖水が甲板上に送られるようになっている。クリーニング用に適当数の連結部と甲板上的クリーニングホールが設けられている。

ベント管は、各貨物2タンクを1組とし、8系統に分けて配管され、各貨物タンクハッチから甲板上3個所に集められ、ベント開口端を規定の位置まで高くしている。

(5) 貨物タンクコーティング

コーティング剤の選定にあたっては、本船に積載が予定されているケミカル貨物に対する適性が調査された。

本船のコーティング要領は次のとおりである。

塗料 エッソラストパン EX 5704/EX 5705

(エポキシ系コーティング)

下地処理 サンドブラスト Sa 2.5~3.0

膜厚 EX 5704 1回塗 100μ

EX 5705 1回塗 100μ

(6) 安全装置、ガス検知

IMCO規則により人身の保護のため、必要な安全装置、ガス検知装置の設置が要求される。本船では次の装置、設備が備えられている。

往復式空気圧縮機 明治 UN 220式

1台

保護服 (防毒衣)	重松 410 型	4 着
保護服 (耐酸衣)	重松 420 型	4 着
洗眼設備	シャワー	1 式
ガス検知装置	理研式可燃ガス測定器	2 台
	北川式真空法ガス検知器	1 式
	ドレーゲル式ガス検知器	2 台

総トン数; 4,200 T
 貨物容積; 7,829.5 m³
 主 機 関; 2×1,500 PS×500 rpm
 1×3,000 PS×500 rpm
 速 力; 16 kt
 船 級; GL ✕ 100 A 4 E “Tankschiff” MC 16/24
 適用規則; IMCO 規則 (タイプ II)
 船 主; Hamburg Shipping Co. of Tankreederei
 De Vries & Co.

V Thoralbe¹²⁾

(1) 一 般

本船は, Hamburg Shipping Co. of Tankreederei De Vries & Co. が発注した 6 隻のケミカルタンカーの第 1 船である。その主要目は下記のとおりである。

〔“Thoralbe” の主要目〕

- 全 長; 129.80m
- 垂線間長さ; 120.10m
- 幅 ; 17.50m
- 深 さ; 8.60m
- 喫 水; 7.00m
- 載 貨 重量; 7,500 t

造 船 所; Sapsborg Varv.

本船は, 上述のように IMCO のタイプ II 船の規定を満足するように計画されているが, タンク配置は IMCO 規則のタイプ I (センタータンク) を満足するように設計されている。

また, 本船は, ヨーロッパ域を運航するよう計画されている関係上, DnV の X-3, H-3 (センタータンク), X-3, H-2 (ウイングタンク) の規定, RINA の Annex A のリストの貨物リストに合う規定, さらに, See-Berufsgenossenschaft, SOLAS の諸規定にも適合するように計画された。なお, 本船と同型の 2 隻は, 同じ造船所で, 他の 3 隻は Floro 造船所で建造された。

(2) 一般配置

本船の一般配置は, 図 1・16 に示すとおりである。

12) “Thoralbe” First of six chemical carriers for the De Vries Group, Nov. 1973, Shipping world & shipbuilder

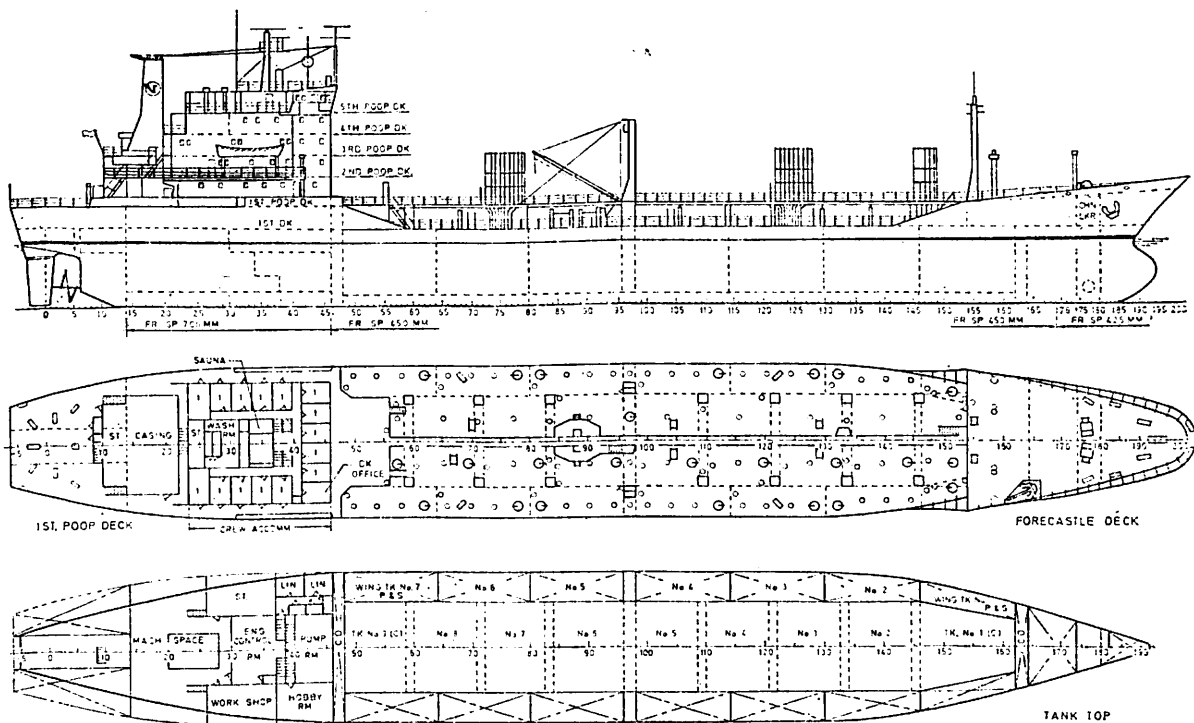


図 1・16 “THORALBE” 一般配置図

即ち、船首楼および船尾楼を有する凹甲板船で、5層の船尾甲板室を有する。また、船首部はバルバスパウ型で、船尾部はトランサム角型である。

二重底は、FPT から APT まで全通しており、二重底は14タンクに仕切られ、主としてバラスタタンクとなっている。

貨物タンクは、2列のステンレス鋼製縦通隔壁で、ウイングタンクの幅は、センタータンクが IMCO 規則タイプ I の規定にあうようにとってある。

ウイングタンクは、両舷それぞれ7タンクに分かれ、No. 4 と 5 ウイングタンクの間には、コッファダムが配置されている。センタータンクは、9タンクに分けられており、各センタータンクは、互にコッファダムで分離され、さらにセンタータンクの頂部にもコッファダムが設けられている。

(3) 貨物タンク

センタータンクは、全ての防撓材がセンタータンクの外側、即ちウイングタンク、二重底、コッファダム内に設けられる。これは、タンククリーニングとドレン排出の便利のためである。

二重底への交通は、コッファダムから行なうようになっている。

No. 5 と No. 6 センタータンク間のコッファダムは、ステンレス鋼製ストリンガーを有する波形隔壁構造で、スロップタンクとして使用できるようになっている。

貨物タンクは、合計23タンクで、そのうち、9センタータンクは、ステンレス鋼製で、残りの14ウイングタンクは、サンドブラスト Sa. 3 後 Dimetecote No. 4 がコーティングされている。また、センタータンクは、K80スタンダードで洗浄されている。

各貨物タンクには、 8 kg/cm^2 の圧力で $100 \text{ m}^3/\text{hr}$ の能力の Frank Mohn type SD4 ディープウエルポンプが設けられている。これらのポンプは、油圧駆動遠心ポンプで、二重底タンク頂板のウエルに設けられ、甲板にフランジで取付けられている。スロップを処理するために中央部コッファダムには、油圧駆動の Bornemann type W7 2k-85 スクリューポンプが設けられている。このポンプは、 8.5 kg/cm^2 で $130 \text{ m}^3/\text{hr}$ の能力をもち、スロップタンクまたは No. 6 センタータンク上の貨物揚荷用マニホールドから吸引してローディングステーションに送るようになっている。このポンプの動力源は、貨物ポンプと同じである。

(4) 各種管装置

バラスタ管装置は、2つの完全に分離したグループで貨物区域の相互の混合が起らないように配慮されている。

1つのものは貨物区域内で、他は貨物区域外、即ち FPT および APT 用である。

二重底バラスタタンクのバラスタは、No. 4 および No. 5 ウイングタンク間のコッファダムに設けられた2台の $150 \text{ m}^3/\text{hr}$ の油圧駆動 Desmi SA 150 Minor ポンプで吸引される。

ヒーティングコイルは、ステンレス鋼製で No. 6 ないし 9 センタータンクおよび No. 5 ないし 7 ウイングタンク (P & S) に装備されている。ヒーティングコイルは蒸気によって海水 4°C 、大気温度 0°C で貨物温度を 80°C に維持することができる。ヒーティングコイル用蒸気は、 12 kg/cm^2 のボイラ蒸気を使用したとき 4 kg/cm^2 の圧力で $2,600 \text{ kg/hr}$ の能力を持つ Aalborg 熱交換器で供給される。戻り蒸気は、大気通気管およびスパークアレスタのついた特別な閉鎖凝縮検知タンクに戻される。

タンククリーニングは、2台の電動の JMW type Z 12-125 BK 縦形遠心消火および甲板洗浄水用ポンプのうち1つを使用して行なわれる。各ユニットは、90m水頭で $100 \text{ m}^3/\text{hr}$ の能力をもち、前部のタンク洗浄用清水タンクからタンク洗浄清水を吸引するが、海水も吸引することができる。本船には、特別なタンククリーニング管を設けておらず、甲板洗浄水管にポータブルタンククリーニングマシンを取付けられるように連結部が設けられている。Jahn 熱交換器が主甲板上の倉庫の位置に設けられ、クリーニング水を暖めることができるようになっている。

貨物タンクは、Smit-Nijmegen のイナートガス製造装置で保護されるようになっており、このイナートガス系統は、二重底およびコッファダムの通気を補足することができるようになっている。

この装置の能力は、 $250 \text{ N m}^3/\text{hr}$ で、製造ガスの組成は次の仕様となっている。

CO ₂ vol	15%
O ₂ vol	0.5%
CO vol	0.1%
SO ₂	traces only
H ₂ O	saturated
N ₂	balance

イナートガスは 7 atm の圧力に圧縮され、 25°C 露点となるまで乾燥され、その結果、貨物区域に封入するイナートガス温度は海水より 3°C ないし 5°C 程度高いものとなる。

(5) 航海装置、居住区、その他

航海装置は、本船が世界中の航路に就航できるようなものとなっている。

船の操縦は、plath Navigat のオートパイロットおよびジャイロコンパス、Tennfjord の操舵機による。レーダーは、Decca type RM 326 ユニット、音響測深機は Simrad、ログは Sal 製である。

油圧系統は、300 ps の電動機でバウスラスト用および貨物ポンプ動力源の油圧を与える。

本船は、See-Berufsgenossenschaft (SBG) の規定を適用しており、居住区の振動および騒音に関する規制が厳しい。これを満足するために居住区の甲板室は、主甲板および煙突とは別個に離して設けてある。これは、主甲板から離れた2列の縦桁上のネオプレン支材で構造物を支持し、居住区に導く管は全て可撓性カップリングを介して取付ける方法である。また、2本の煙突は、甲板室の後方に離して取付けられておる。このようにして本船の居住区の振動を非常に小さいものとしている。

VI しるばーしーほーく¹³⁾¹⁴⁾

(1) 一般

本船の船主であるファーイースト SHIPPING(株)は、石油製品を主体とする海上輸送業務に従事しているが、石

油化学製品の種類増加に対応して多目的ケミカルタンカーの建造整備を計画し、本船がその第1船で1973年2月に完成している。本船は、先に紹介した“しるばーまぐばい”と同様、日本国籍船で現在の法規上は強制されないが、IMCO 規則を適用した危険化学品ばら積船である。

〔“しるばーしーほーく”の主要目〕

垂線間長さ; 94.10m
幅 ; 14.00m
深 さ ; 7.30m
喫 水 ; 6.15m
総トン数; 2,383.11T
載貨重量; 3,900 t
主 機 関; 神戸発動機 6 UFT 45/75 C, 3,800 PS×
230 rpm

13) 安原, 危険物ばら積専用船, 造船技術 75/3

14) 津波古, 特殊船建造のあるプロセス, 船の科学
75/5

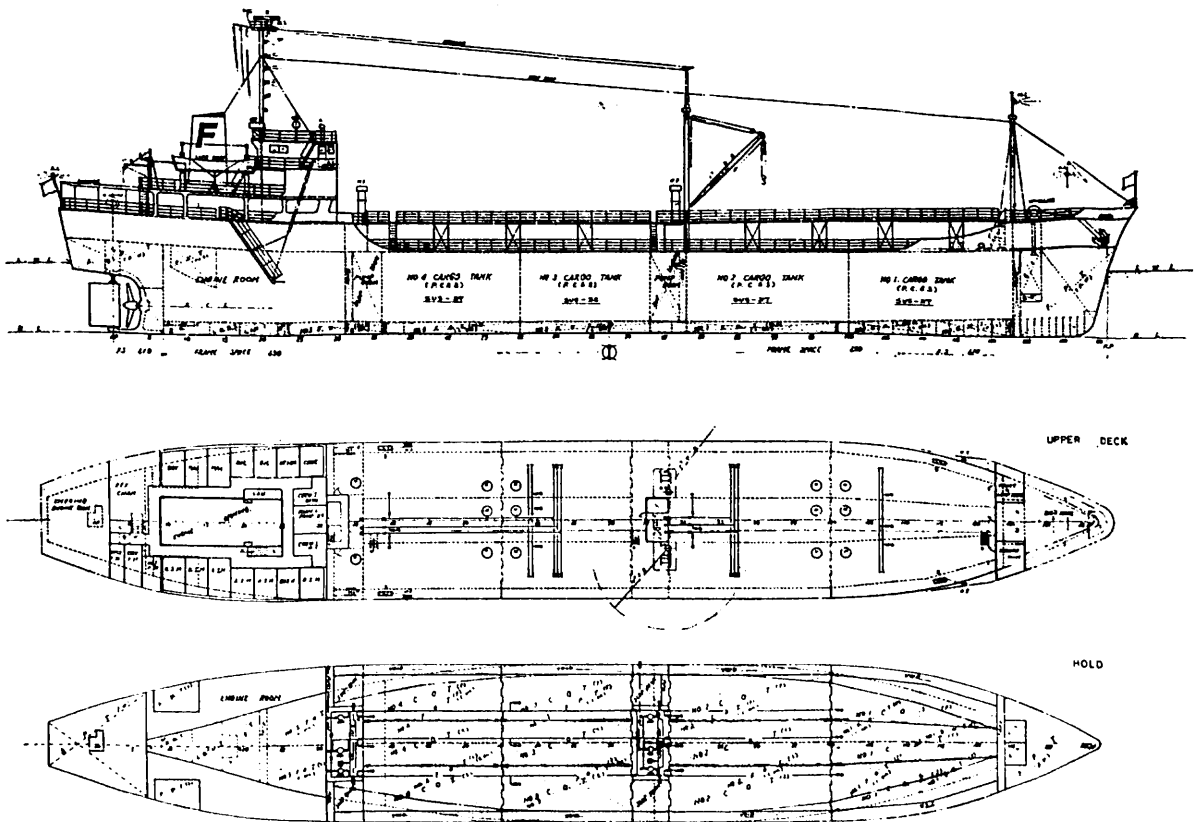


図 1-17 “しるばーしーほーく” 一般配置図

速力(航海); 13.5 kt

貨物タンクの容積; 3,649 m³

船級; NS* (Tanker, Oils Flashing Point below 65°C)

適用規則; IMCO規則(タイプIIおよびIII)

造船所; 福岡造船(株)

本船の積荷計画は、苛性ソーダ、フェノール、パークロルエチレン、トリクロルエチレン、濃硫酸等の毒性物質3品目、腐食性物質2品目、可燃性物質19品目の計24品目を対象として行なわれた。

このうち、フェノール、トリクロルエチレンおよびパークロルエチレンは、IMCO規則で毒性物質に指定されており、これらの積荷は、No. 1およびNo. 2のセンターおよびウイングタンク計6タンクに積載する計画になっている。

また、苛性ソーダおよび濃硫酸は、他の積載予定貨物と相互反応を起こすおそれがあるので、他貨物との混載を避け、それぞれ単体用積付けとなるように計画されている。

(2) 船体構造, タンク配置

貨物区域は、図1-17に示すように二重底および二重船側構造となっており、何れの貨物タンクもIMCO規則タイプIIの条件を満足する配置となっている。また、二重底タンクは、バラスタタンクおよび燃料油タンクとなっている。

各貨物タンク内部には、なるべく桁および防撓材を設けず、これらは、二重底、二重船側および上甲板上にできるだけ配置するような配慮が払われている。

貨物タンクは、甲板を除き全て二重船殻内で、No. 1センターおよびウイングタンクからNo. 4センターおよびウイングタンクまで計12にタンクで構成される。No. 1およびNo. 2(P, C & S)タンクは、前述のように毒性物質を積載し得るタンクとしたため、燃料油タンクと隣接できないので、周囲の二重船殻は、全て空所またはバラスタタンクとなっている。No. 2とNo. 3タンクの間には、貨物ポンプ室およびスロップタンクが設けられており、No. 1および2とNo. 3および4のタンクは、このポンプ室およびスロップタンクで完全に隔離される。貨物ポンプ室は、この中央部のもののほか、貨物タンク後部にも設けられている。また、左舷側のスロップタンクと前後の貨物タンクの間にはコフファダムが設けられており、このスロップタンクは、前後の貨物タンクとも完全に隔離され、特殊使用も可能となっている。

(3) タンクおよび貨物管装置材料

本船は、コーティングによる積荷の化学性質上の積載

の制限と貨物タンク内洗浄を考慮して、貨物タンク内面は、全てオーステナイト系ステンレス鋼となるように設計された。

No. 1, No. 2 および No. 4 タンク (P, C & S) は SUS 27 (SUS 304), No. 3 タンク (P, C & S) は SUS 32 (SUS 316) が使用され、貨物管装置、加熱管およびタンク内装備品は、前述のタンク材料に合わせて SUS 27 または SUS 32 が用いられ、弁の材質は全て SUS 32 である。また、スロップタンクおよびポンプ室も SUS 27 が使用されている。

(4) ポンプ装置等

貨物タンク中央部および後部の貨物ポンプ室には、SUS 32 製のスクリュウ式貨物ポンプが設けられ、これらのポンプは、可変容量式油圧モータで駆動される。ポンプ出口には、マロール(調相弁付油圧遠隔装置)が設置され、ポンプ駆動油圧モータの遠隔操作が行なわれる。

各ポンプ室内装備のポンプは次のとおりである。

[No. 1 中央部ポンプ室]

貨物ポンプ	350 m ³ /hr × 70 m × 1 台
貨物ポンプ	200 m ³ /hr × 70 m × 2 台
タンククリーニングポンプ	80 m ³ /hr × 100 m × 1 台
バラスタポンプ	100 m ³ /hr × 50 m × 1 台
ビルジポンプ	0.5 m ³ /hr × 1 台

[No. 2 後部ポンプ室]

貨物ポンプ	350 m ³ /hr × 70 m × 1 台
貨物ポンプ	200 m ³ /hr × 70 m × 1 台
ビルジポンプ	0.5 m ³ /hr × 1 台
油水分離器	3 tons/hr × 1 台

貨物タンクの配置が、左舷、中央および右舷の3縦列になっているので、No. 1 タンクの貨物管は、No. 2 タンクを貫通してNo. 1 ポンプ室に導いてあり、No. 3 タンクの貨物管はNo. 4 タンクを貫通してNo. 2 ポンプ室に導いてあるが、No. 3 とNo. 4 タンクの間隔に近接して盲板が備えられている。さらに、No. 3 タンクからNo. 1 ポンプ室にも貨物管が導かれてある。これらの配管の適当な位置には、操作および隔離に必要な弁および盲板が備えられている。

貨物ポンプからの吐出管は、各ポンプ毎に独立した管装置を甲板上に導き、No. 1 およびNo. 2 ポンプ室、それぞれに独立した陸上荷役管接続用マニホールドが設けられている。

ヒーティングコイルは、No. 1 (P, S) に2経路、No. 1 (C), No. 2 (P, C, S), 中央部左舷スロップタンクにそれぞれ1経路装備されており、これらのグループに

1系統の蒸気管で蒸気が供給される。No. 3 (P, C, S), No. 4 (P, C, S) には それぞれ1経路のヒーティングコイルが装備され、これらのグループは別の蒸気管系統から蒸気が供給される。毒性物質を積むことがあるタンク (No. 1 および No. 2) には、そのヒーティングコイルの出口部に検出コックが設けられる。さらに、機関室に導かれる復水管には、甲板上に検出タンクが設けられている。毒性物質を積載し且つヒーティングが使用されない場合に、ヒーティングコイル内に空気またはイナートガスを加圧封入できるようになっており、空気は甲板上の圧縮空気管から、イナートガスはポンベからそれぞれ供給される。

タンククリーニングハッチが各貨物タンクに2個ずつ設けられ、No. 1 ポンプ室に装備されたタンククリーニングポンプおよびヒーターで圧力 10 kg/cm² 温度80°Cの温水を甲板上の管からポータブルクリーニングマシンに導いてタンクを洗浄する。また、中央部左舷スロップタンクは、タンククリーニング用温水タンクにも利用できる配管となっており、また、同タンクには化学洗浄剤を投入できるような装置がある。

No. 1 および No. 2 ポンプ室上部には、それぞれ吸入および排気口が設けられ、毎時45回の換気能力を有する油圧モータ駆動の軸流ファン (材質、特殊合金、300 m³/min) が設置され、大気開口端にはフレーム・アレスタが設けられている。

各貨物タンクには、SUS 27 製のブリザ弁、排気管およびフレーム・アレスタ付きのバンド管が独立して設けられている。また、貨物タンクの各ハッチにイナートガス注入用ノズルが1個ずつ設けられ、積荷貨物にイナートガスシールが必要な場合は、ポンベからイナートガスが供給される。

(5) 各種装置

甲板洗浄用管に接続する直径 50mm の散水管が貨物タンクの甲板上に船首から船尾まで、各舷1本設けられ、甲板温度上昇を防止できるようになっている。

貨物タンクの温度計測としては、本質防爆静電気式温度計が各タンクに装備され、自動記録付き指示計が船橋内に設けられて温度の遠隔監視が常時できるようになっている。

各貨物タンクには、フロート式高位液面警報付の液面指示装置が設けられている。空船時、タンククリーニング時等不要の場合は、フロートが巻揚られるようになっている。安全具としては次のものが装備されている。

〔安全装具〕

自給式空気呼吸具 3組

往復式空気圧縮機	1台
同上用自吸式呼吸具	4組
保護服 防毒衣	4着
耐酸衣	4着
安全長靴	8足
手袋 耐溶剤用	8双
耐酸用	8双
密着式保護眼鏡	8個
ベルト付鋼芯入救命索	3本
安全ベルト	5本
防爆灯 (ブライタスター)	3個
担架	1式
救急装置 酸素吸入蘇生器	1組
解毒剤	1組
除染シャワー	1個
ガス検知装置 北川式 FM-IC 型	2台
北川式真空法ガス検知器	1式
ドレーゲル式ガス検知器	1式
リトマス試験紙	1式
消火剤 耐アルコール泡消火剤	1式

(6) 荷役およびクリーニング用装備品

本船の荷役およびクリーニング用装備品としては、次に示すものが備えられている。

カッパーノズル	4台
同上用耐圧ホース	5本
蒸気 (空気) 送風機	2台
同上耐圧耐熱ホース	2本
エゼクタ	1台
電動式ファン	1台
エアメット	2式
スプレー装置	1式
荷役ホース (SUS 27 JIS 10K)	
6 inch×9 m	1本
6 inch×6 m	1本
4 inch×9 m	2本
荷役ホース (ケミカルラバー JIS 10K)	
8 inch×6 m	1本
4 inch×9 m	3本
レジャーサ (SUS 32 JIS 10K)	
直管 250/150mm	2本
200/150mm	8本
150/100mm	2本
落込管 (SUS 27 JIS 10K)	
90度曲付 4 inch×2 m	6本

海 の 波 (4)

神戸商船大学教授
井上 篤次郎

3. 海の波の性質・特長

3.1 波の成長・発達

海の波の在る姿を理解するためには、波がどのように発生し成長発達してゆくのかを知るが必要である。2.2節で成熟波のスペクトルについて述べたが、これはある風速の下で大気から入ってくるエネルギーと、摩擦や砕波現象等で波から出て行くエネルギーとが平衡した状態を想定している。(2.6)式に示した Pierson と Moskowitz の成熟波のスペクトルは全周波数領域において、あるいは全ての成分波においてそのような状態になったとした型である。これには異論もあり、成熟波のスペクトルというものには存在しない、常に周波数の低い成分波、波長の長い成分波はそのスピードはゆっくりでも成長しつづけるんだ、という説もある。しかしこの波長の長い波が大きくなるには非常に長時間を要し、それだけの期間、強い風が一定に吹きつづけるかというそれは実際には少なく、一般的には(2.6)式で表わされるスペクトルあたりが限度と考えられる。

スペクトル全体として成熟状態に達しなくとも、ある成分波については成長しきった状態というものはある。波のない海に風が吹き、まづさざ波ができ、つぎに波長の短い波が発達してくる。このまま進行すると波長の長い波が発生し成長してくるが、そのときそれまでに成長していた短波長の波はますます大きくなっていくかというそうではなく、ある値ぐらい以上に大きくなったりしない。これはその短波長の波としては成長しきっていると考えられるだろう。2.2節で Phillips の相似則研究より、波のスペクトルのピークより右側のスロープの傾斜が f^{-5} に比例すると述べたが、この値が平衡状態に達したときのものと考えられる。

波を推算するとか予報するとかということは、ある風速下での成熟波についての波高とか周期を知ることではなく、それまでの発達途上にあるものや、減衰過程にあるものなどさまざまである。したがって波の推算とはどのように成長し減衰するかを知ることであり、厳密には簡

単な図表で求めることは本来難しいものであろう。

水の表面に風が吹いたとき、どのようにして波が出来るのかを考えることは古くて新しい問題である。古くは二層流体にある速度差が生じたとき、その境界面に波が生ずる Kelvin と Helmholtz の不安定理論がある。この理論のとおり波動現象は世の中に存在するが、大気という上層流体と水という下層流体をこれにあてはめると、大気が数 m/s の風速にならないとこの境界層は不安定とならず、波は生じない。たった波長が1呎の波でさえ発生するには約 20 m/s の風速を必要とし、この理論のままでは水の波の発生説明がつかない。その後前にも述べた Sverdrup と Munk は大気と水との接線応力による発生理論を提唱したが、これも水粒子の運動が回転運動となり現実と合わない欠点をもつ。

このように数多くの科学者がこの解明に力をそそいだが、今日では Phillips (1957) によって提唱された大気の乱れと海面との共振現象によるとする説がよく波の発生を説明すると考えられている。風が息をすることは身近に知っているが、この圧力変動が水面にも働らき、大気の乱れの移動にともない、水面の方もそれに対応する振動数で振動を始める。したがって共振現象機構による波の発生と言われる。ところが共振現象のみが発生発達に寄与するものとする、大きく成長するのに非常に時間がかかり、現実の成長速度と合わない。波が存在する場合それがどのように成長するかはまた別の理論がやはり古くからあるが、やはり1957年に提唱された Miles の理論が妥当とされる。これは2.3節の図2.4に示した風の垂直分布のように、海面上の風速は上に行くほど速くなるシアーをもつ。その下にある速さで進む成分波を考えると、この移動する波によって上の大気の流れが乱される。成分波の速さあるいは大気の乱れの速さと同じ風速となるところがシアー流のどこかにあるが、その高さで一般流から大気の流れにエネルギー輸送が行なわれ、それが波に供給され発達する。シアー流の不安定に基づくものとして不安定機構と呼ばれる。この考えに沿えば波の成長は時間について指数関数的に増し、共振現象のみによる発達とは比較できないほど速い。

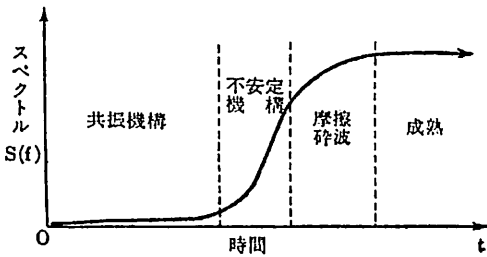


図 3-1 ある周波数成分波の成長過程の模式図

このままの状態では成長すればこの成分波は無量大の波高をもつことになるが、実際にはまず水粒子間の摩擦があるし、大きな波高になると砕波現象が生じて、ある限度以上の値をとることはなくなる。一つの成分波について考えると、これは成熟状態である。

エネルギーが全くない状態から共振現象である波長あるいは周波数の成分波が発生し、これが時間につれて指数関数的に成長し、そのうち摩擦・砕波といったエネルギー支出のため成長が鈍化し、平衡状態に達する。この過程を示したのが図 3-1 である。この平衡状態に収束する前に、この値の上下に振動するいわゆるオーバー・シュートとアンダー・シュートの現象を呈することが多いが、図 3-1 ではこれを無視して画いている。

ある成分波のエネルギー密度 $S(f, t, \vec{x})$ の発達や減衰はエネルギーの平衡式で次のように表わされる。

$$\frac{\partial S}{\partial t} + C_g \frac{\partial S}{\partial x} = A + BS + I + D \quad (3.1)$$

t は時間、 x は長さ、 C_g は群速度、 A は共振現象機構、 BS は不安定機構、 I は波一波間の相互干渉、 D は摩擦・砕波によるエネルギー消散の各項を意味する。右辺の各項の取扱いについては多くの研究者に差があるが、いづれにせよこの式を基本としてエネルギー密度 $S(f)$ を求めると図 3-1 のような発達曲線が成分波ごとに得られる。

すべての周波数にわたってエネルギーがなく、そこへある風速の風が吹き始めたときと考える。こうしてある時間経過すると、周波数の高い波すなわち波長の短い波は速く発達し、周波数の低い波すなわち波長の長い波は成長がおそいので、ここに成熟波のスペクトルとは大分と違うスペクトルが得られる。これが発達途上のものであり、先に述べる各成分波ごとに Pierson と Moskowitz の成熟波のスペクトルの値になるまで続く。

いま (3.1) 式において、数多くの観測等から右辺の A 項、 BS 項をきめ、 I 項と D 項についてはその時点のその周波数成分波のスペクトル値と成熟波の値との比の自乗に比例すると仮定して計算した井上 (1967) の結果

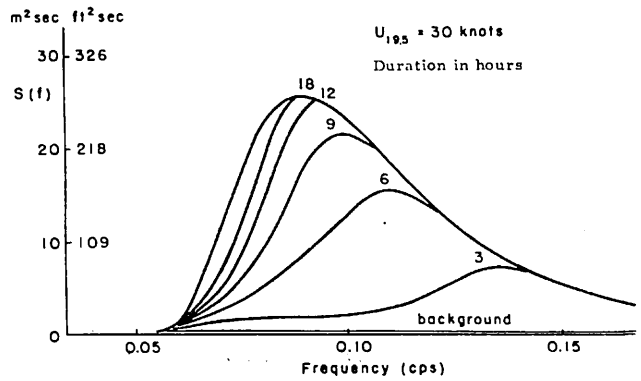


図 3-2 風速30ノットのときの吹続時間によるスペクトルの成長

を図 3-2 に示す。図は海面上19.5mにおける風速が30ノット (約15m/s) のときのもので一番外側の線が Pierson と Moskowitz の成熟波のスペクトルであり、これを周波数の高い方から順次満たすように発達過程のスペクトルが変化してゆく。図中の3, 6, 9, ……という数字は時間を表わし、9時間後のスペクトルは、9の字より高周波側はすでに成熟しきっているので成熟波のスペクトルと一致し、低周波側はそのところを頂点として左下へ下がる値となる。こうして約18時間後に成熟波スペクトルのピークを通過し、低周波数の波すなわち波長の長い波がその後時間をかけて発達することを示している。

波の発達には吹続時間と吹送距離が重要であることは論をまたないが、図 3-2 に関連したこれまでの話は吹送距離は無限と考え、吹続時間だけに制限が加えられているとしている。これは非常に広大な海域を想定し、その海には全く波がなく突然ある風速の風が吹いたとき、時間的に未成熟の波が時間とともにどう変化するかということである。この状態とは別に、風が吹き始めてからは非常に長時間が経過し、定常状態になっているが、風上側が陸であって、そちらからは波のエネルギーが伝わってこないため、つねに陸のところではエネルギーが零から出発し、吹送距離のみで発達が制限されているときがある。この場合、図 3-2 の中のパラメーター時間の代りに距離をとり、何哩風上からはなれたところでどのようなスペクトルになるかを求めることができる。

一体これまで漠然と使ってきた吹続時間とか吹送距離というものは何であるのか。単に一定の風が吹きつづけている時間・距離と解してよいのであろうか。ある特定の成分波が成長発達するという事は、その波が伝わって移動してゆく間、絶え間なく大気よりエネルギーを供給されその振幅が増大してゆくことである。考え方を変えたと、ごく小さい海域を想定し、ここにその成分波が

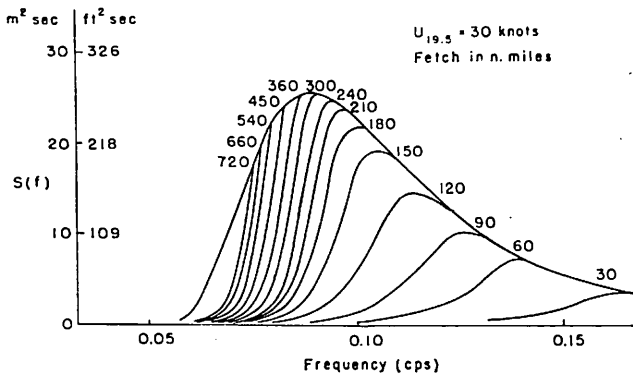


図 3.3 風速30ノットのときの吹送距離によるスペクトルの成長

存在するとする。この成分波はその群速度にしたがってエネルギーが移動するがその速度と同じ速度で例えば30ノットの風が吹いている区域が移動すると、その成分波は成熟しきるまでエネルギーを供給されつづける。その間一緒に走った距離が吹送距離、その時間が吹統時間と考えるのがもっとも妥当である。

吹送距離によって制限された未成熟波は吹統時間に代って距離をパラメーターとしてスペクトルが求まると述べたが、この場合、図3.2の時間を単純にある距離に換算しただけで、スペクトルの形を同じにしておくというわけにはゆかない。各成分波ごとに群速度が異なるから同じ距離を走るとすると、波長の短い波は時間がかかり吹統時間としては永く吹いたと同じになるからである。これは(3.1)式の左辺第一項は定常状態で零となり、第二項の群速度 $C_g \frac{\partial}{\partial x}$ で計算される。こうして同じく30ノットの風速で距離をパラメーターとして求めた発達過程のスペクトルを図3.3に示す。図3.2と図3.3を比較すると距離によるものの方がスペクトルの左の立上り傾斜がきついのは上記の理由による。

3.2 波高の成長

波のスペクトルが求まれば、有義波高をはじめ1/10最大波高や平均波高、あるいはゼロクロス周期、モーダルな周期が得られることは2.1節で述べたことである。とすると波の成長発達理論から求めた図3.2、図3.3のスペクトルから有義波高が得られ、時間あるいは距離にもなるとどのように発達してゆくのかを求める。

$$\bar{H}_{1/3} = 2.83 \sqrt{2 \sigma^2} = 2.83 \sqrt{2 \int_0^{\infty} S(f) df} \quad (3.2)$$

という有義波高の関係である。この定数2.83は1/10最大波高のとき3.60となり、いづれもLonguet-Higgins (1952)の理論より得られるものである。

図3.4に吹統時間につれて有義波高がどのように大きくなるかという計算結果を示す。これは風速をパラメーターにとって20ノットから45ノットまで5ノット毎のものである。なお比較のため20, 30, 40ノットについてはSverdrupとMunkの方法、およびPierson, NeumannとJamesによる方法における成長曲線も併示してある。30ノットの曲線は図3.2のものに対応する。図3.2で18時間目といえばやっと成熟波スペクトルのピークを越すところであるが、図3.4ではもう成熟波高に近い値となっている。これは波高がスペクトルで占める面積の平方根に比例するから、後の低周波数側の成分波が発達してきても波高には大きく影響してこないという一因のためである。

筆者の成長曲線とSM法およびPNJ法のもの进行比较すると、SM法のものに近いと言えるであろう。PNJ

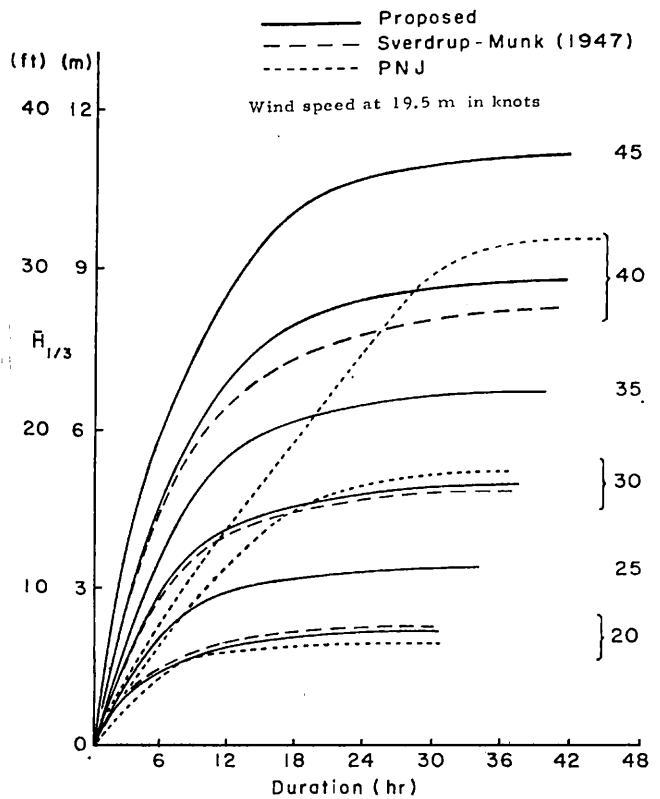


図 3.4 スペクトル成長から求めた有義波高と吹統時間

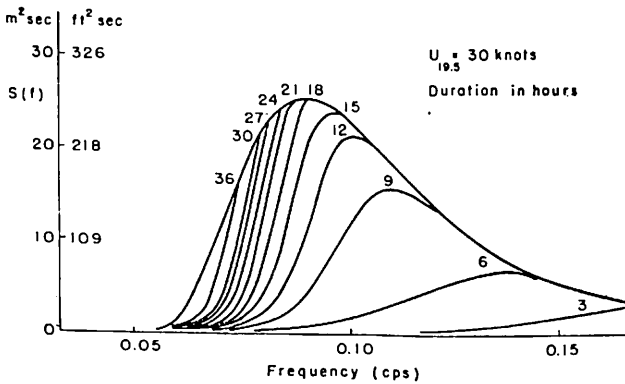


図 3.5 バックランドのエネルギーから出発したとして30ノットのスペクトル成長

法によるものは非常に成長が緩慢であると言える。

これら5つの風速パラメーターによって成長しきったときの有義波高は、当然のことながら(2.7)式で示した値であり、風速(m/sec)の自乗の約2%となっている。

3.3 実際の海面との関連

第2.2節でどのようにして Pierson と Moskowitz の成熟波のスペクトルが得られたかについて述べた。その中で Darbyshire によれば、吹送距離にして150~200浬、吹続時間にして15~18時間もあれば、海はほとんど成長しきると述べた。ところが図3.2および図3.3のスペクトルの成長状況と見るとどうもかなり差があるように感ぜられる。

いまから数10年前、大型台風が近畿地方をおそい、大阪湾内に避泊中の船舶が多額の損害を蒙ったことがあるが、そのとき大阪湾内程度の吹送距離ではとても計算上そのように大きな波浪がたたないと報告書に示されたことがある。一体この差はどこから生ずるのか。

これまで本章で述べてきたことは全て、海に初め波がなかったという大前提のもとに話を進め、図3.2、3.3、3.4はそれに基づいて計算されたものである。しかしどんなに静穏な海であろうと、海岸に立てば必ず波の存在が判るし、大洋の真ん中においては無風といえども相当大きなうねりが存在することが多く、船はゆれる。

図3.1にある成分波の成長模式図を示したが、もしこの出発点が0でなく、すでにある値から始まるとしたら、成熟しきるまでにはごく短時間でよいであろう。波長の長い成分波は初期の成長が実にゆっくりとしているが、もしこの部分のエネルギーが既にその海面に存在していれば、スペクトル成長の全般を考えると特に著しい結果を示すはずである。では波長の短い成分波についてはどうかと言うと、これは短時間で成長しきるの

で、ある程度のエネルギーがあってもなくともそう影響を及ぼすとは思えない。実際にも波長の短い波は減衰が速く、大きなうねりのようにいつまでも続くことがない。

いま全周波数成分波について一様なエネルギーが当初からあるものとして、スペクトル成長を計算した例が図3.5である。一様に入れたということは周波数の高い成分波については実際的でないが、これらは早く成長しきるので何れより始めても結果は同じようになる。

図3.5は図3.2と対応するが、若干の初期値を入れてやることで成長速度は非常に変わる。図中バックランドとしてホワイトな値を入れその値がかなり上になっているが、作図上見やすくするために高くとったもので実際の値はもっと下であ

る。

うねりのようにある成分波がすでに存在していたかいないかでそのときのスペクトル成長は大いに変わる。実際の海では6~7秒から10秒ぐらいの周期の小さな波動が存在することが多く、このため図3.2のように成長よりもっと早く成熟波になることが多く、Darbyshireの主張するごとくになると思われる。また大阪湾の台風波浪の推算についても、なぜ大きな波が立たないという誤った結論になったかという、湾口の友ヶ島水道が狭いと考へ、閉じた湾として計算したからで、紀伊水道を経て外洋から入ってくる波を考へ、これから出発すればやはり実際に船舶に被害を与えるような波が推算された筈である。

これまで述べてきたように実際の海では比較的速やかに成熟波の状態に達し、(2.7)式の風速(m/sec)の自乗の2%、という有義波高に近い波高に外洋ではなることが多いようである。

3.4 スペクトル成長の一実例

図3.2のスペクトルの成長にはオーバー・シューティングは現われていない。しかし3.1節にも述べたようにもう10数年来、実際に波浪観測を行なった結果では、オーバー・シューティングのスペクトルとなることが察せられてきた。波も振動系の一つと考えるときのような現象が生じて何ら不思議ではないと思われる。筆者も10年前この現象に相当気をとられ考へたが、スペクトル解析の結果推定される波のパワー・スペクトルの信頼限界がかかってくるので、物理的な理論が樹立されない限り、主張がはばかれるものであった。

しかしここに一実例をあげ、図3.2のように滑らかにスペクトルが成長しないかも知れないということについ

て申し述べておきたい。

北海合同波浪観測計画 (JONSWAP) が Hasselmann ら (1973) によって 1968年から 69年にかけての10週間、デンマークの西岸の北海沿岸で実施され、沿岸から160kmの沖まで合計13の観測点が一直線上に設けられた。ここで使われた波浪計の種類は、浮子式、抵抗式、圧力式、ピッチ・ロール・パイ式と各種であり統一されていないが、それは水深に応じ使いやすいものを選んだため、信頼度を考えた結果でもある。

このように配置したのは、この直線配置に沿って風が吹いたとき、吹送距離によってどのようなスペクトルが得られるか、を知りたいためである。1968年9月15日まさに理想的な風向となり、図3・6のようなスペクトルが観測された。図中各スペクトルの肩の数字は観測点番号で5から11までの、5は岸から10km、11は約70kmのところのものである。

これらのスペクトルから Hasselmann らは

$$S(f) = \alpha g^2 (2\pi)^{-4} f^{-5} e^{\gamma} \times p \left\{ -\frac{5}{4} \left(\frac{f}{f_m} \right)^{-4} \right\} \times r e^{\gamma} p \left\{ \frac{-(f-f_m)^2}{2\sigma^2 f_m^2} \right\} \quad (3.3)$$

というスペクトル型を提案している。

図中右肩に記号の説明があるが、 E_{MAX} はスペクトルのピーク値、 E_{MAX}^{PM} は Pierson と Moskowitz の成熟波スペクトルのピーク値、 γ はその比、 σ_a と σ_b はピーク周波数より左右への広がりを示すパラメーターで $\sigma_a = 0.07$ 、 $\sigma_b = 0.09$ である。また (3.3) 式中の $\alpha = 0.076 \bar{x}^{-0.22}$ 、 g は重力の加速度、 $f_m = 3.5 g \bar{x}^{-0.33} / u_{10}$ 、 $\bar{x} =$

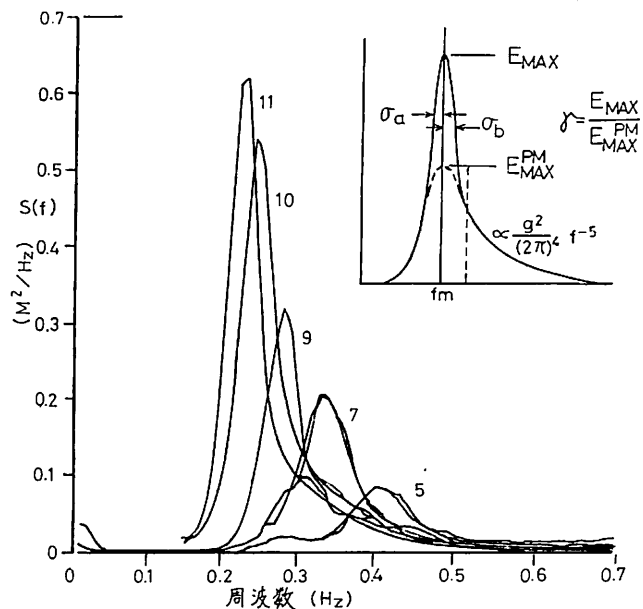


図 3・6 1968年5月15日の理想的な状況下における観測点 5, 7, 9, 10, 11 の観測スペクトル

$x g / u_{10}^2$ 、 u_{10} は海面上 10m のところの風速、 $\gamma = 3.3$ とする。

(3.3) 式の型は前半は Pierson と Moskowitz のものと同種のものであるが、後半の γ の $e^{\gamma} \times p \{ \}$ 乗の部分がかせられている。

このスペクトルでは非常にきれいなオーバー・シュエーティングの現象を呈しているが、スペクトルの絶対値は小さいし、海洋波としては高周波領域のものであるので、船舶に影響を与えるような波浪の範囲にまでこれらの関係が適用しうるかどうかが問題はあるが、こういった特長をもつスペクトルが存在する可能性は強い。

技術短信

技術短信

世界最大級の

プロダクト・キャリアを受注

川崎重工業では、Liberia の Esso Tankers Inc. より世界最大級の50,000重量トン型プロダクト・キャリア3隻を受注した。この建造契約は去る5月10日ニューヨークにおいて、同社と Esso Tankers Inc. の間で締結されたものである。同社は、大型タンカーに代わり将来の新船型として、重量トン型プロダクト・キャリアを開発し、かねてより、その営業活動を展開していた。その

一環として Esso Tankers Inc. に対しても、この船型の技術上の検討を依頼し、発注済みの400,000重量トン型タンカー1隻と、このプロダクト・キャリア3隻のスイッチを申出ており、両社で原則的に合意していた。その後、両社で技術上、契約上の詳細について交渉を重ねた結果、最終的な合意に達し、今回契約調印した。

全長	194.50m	全幅	36.58m
深さ	15.90m	喫水	11.28m
載貨重量	50,165 Lt	速力	約16.25kn
主機関	川崎 MAN K7SZ 78/155A型ディーゼル機関	出力	16,000 PS

実用船舶推進論(6)

伊藤 一 男

第3章 船体抵抗

3.13 抵抗に関係の深い船体諸元と 系統模型の抵抗図表

3.13.1 船体諸元

船体抵抗は、船型を表現する諸元の関数であらわされるはずであるが、変数があまりに多く、理論的に数式で表現することは、不可能に近いのである。近年電算機の発達にともない、船体抵抗を、船体諸元の高次多項式に展開することが、こころみられているが、実用には、程遠いものである。正確な船体抵抗を知るには どうしても模型の水槽試験にまたねばならないのである。しかし、相似型とみなされる船の水槽試験データがあれば、フルード相似則の拡張の定理によって、精度の高い抵抗値を、もとめることのできることは、前節に説いたとおりである。この場合に、相似度をしらべる目安となる船体の諸要目をあげれば、次のようなものである。

- (1) 船の種類 (客船・貨物船・漁船・FRP 船等の別)
- (2) 線図・艤装図・構造図等の資料
- (3) 主要寸法および要目

(a) 長さ (L)

理論上では、満載喫水面の長さ(L_{WL})をとるべきであるが、設計や構造の基準となる垂線間長(L_{PP})が多く使用されている。L_{PP}の不明確な舟艇等には、全長(L_{OA})が用いられる。

(b) 幅 (B) および喫水 (T)

本来ならば、外板から計るべきであるが、線図を基準とする型 (Moulded) 寸法を用いる場合が多い。

(c) 排水容積 (∇) または排水量 (Δ)

原則として、外板および副部を入れた、総量を採用すべきである。

(d) 浸水表面積 (S)

摩擦抵抗の算定に用いられるのであるが、あまり高い精度を要しないので

$$S = k \sqrt{\nabla L}$$

の公式で、算出する程度でよろしい。但し、*k*は表3.4

等を参考とし、適当に定める。

(4) 船型表現の目安となる諸係数

(a) スレンダーネス (slenderness)

船型のスマートさをみる係数で

$$\frac{B}{L}, \frac{L}{\nabla^{1/3}}, \left(\frac{L}{10}\right)^3$$

∇の代りに、実用的にはΔを用いてもよい。

(b) 肥瘠度 (Finess)

方形係数 (Block coefficient)

$$C_B = \frac{\Delta}{\sigma L \cdot B \cdot D}$$

柱形係数 (Prismatic coefficient)

$$C_P = \frac{\Delta}{\sigma \cdot \text{☒} \cdot L}$$

但し ☒は、最大横断面積

σは、水の比重で海水は1.025

肥瘠度の比較はC_Pによるべきであるが、C_P不明の場合がよくあるのでC_Bも多く用いられる。

(c) 偏平度 ($\frac{B}{T}$)

船体没水部の偏平度を見る係数として $\frac{B}{T}$ または $\frac{T}{B}$ が用いられる。

以上の他に、抵抗に関係ある因子としては、

喫水面面積係数 $\frac{A_W}{L \cdot B}$

縦傾斜 (トリム) $\frac{T_A - T_F}{L}$

浮心前後位置 l_{cb}

エントランス (Entrance) およびラン (Run) の角度

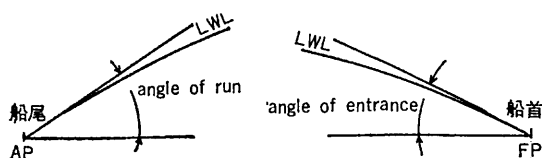


図 3.19 エントランスおよびランの角度

表 3-5 船体の主要寸法比

船の種類	L/B	B/d
大型高速客船	10.0~8.33	3.33~2.50
大型客船	9.09~7.69	2.50~2.22
中型客船	8.33~6.67	3.03~2.50
小型客船	7.14~5.56	4.00~2.56
大型貨物船	8.33~7.14	2.38~2.08
大型貨物船	9.09~7.14	2.50~2.17
中型貨物船	7.69~6.25	2.38~2.00
小型貨物船	7.14~5.56	2.17~1.89
引船	5.56~4.55	3.13~2.33
漁業指導船および警備船	5.88~4.76	2.86~2.13
快遊船	8.33~6.25	2.86~2.50
ランチ	5.00~4.00	3.33~2.27
貨物乳船	7.14~5.56	2.22~2.00

表 3-6 船体のファイネス係数

C_B	C_X	C_P	C_W	C_{PV}
0.35	0.55 ~ 0.62	0.635~0.565	0.735~0.70	0.475~0.50
0.40	0.68 ~ 0.74	0.59 ~ 0.54	0.71 ~ 0.69	0.565~0.58
0.45	0.79 ~ 0.83	0.57 ~ 0.54	0.70 ~ 0.69	0.64 ~ 0.65
0.50	0.86 ~ 0.89	0.58 ~ 0.56	0.71 ~ 0.70	0.705~0.715
0.55	0.91 ~ 0.93	0.605~0.59	0.72 ~ 0.71	0.765~0.775
0.60	0.94 ~ 0.96	0.64 ~ 0.625	0.735~0.73	0.82 ~ 0.825
0.65	0.955~0.975	0.68 ~ 0.665	0.755~0.75	0.86 ~ 0.865
0.70	0.965~0.985	0.725~0.71	0.785~0.775	0.895~0.905
0.75	0.97 ~ 0.99	0.775~0.76	0.815~0.805	0.92 ~ 0.93
0.80	0.975~0.995	0.82 ~ 0.805	0.85 ~ 0.835	0.94 ~ 0.955

表 3-7 満載喫水線の最適エントランス角 (図 3-19)

方形係数 C_B	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8
最適エントランス角(°)	7.0	8.3	11.6	22.5	43.0

等もあげられるが、これらは2次的な微影響量として取りあつかい、通常スレンダーネス、肥瘠度および偏平度が、相似度の目安となっている。

一般の普通船舶では、長さが最も抵抗に影響し、長さが長い程 $\frac{R}{\Delta}$ は減少する。この傾向は、 F_n が大きくなるに従い著しくなる。しかし、造波の干渉により、速度と長さとの関係に適・不適が生ずる。

F_n がほぼ 0.19, 0.215, 0.25, 0.33 等になるように、長さを選ぶのが有利で

F_n を 0.20, 0.23, 0.28, 0.40 等へ選べば不利になるとされている。

C_P は長さについて、抵抗に大きく影響する。フルード数 F_n が 0.3 以下の普通商船では、 C_P が増すにともない R/Δ が増加する。しかし、 F_n が 0.4~0.5 に達する。高速の客船等では、この F_n 付近では、 $C_P=0.6\sim 0.64$ のとき R/Δ が最小となる。

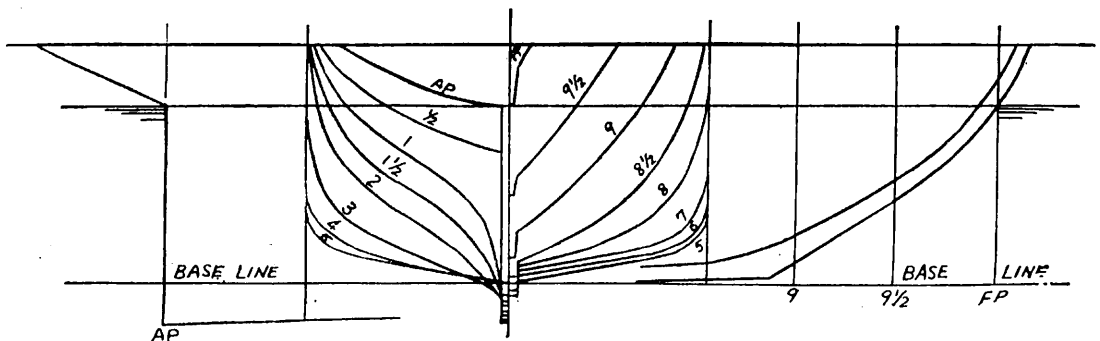
B/T は、前記の L や C_P 程の影響はないが、定った傾向は、みとめられない。場合場合によって異なるが、大きな影響はないものと考えてよい。

次に、上記の重要諸係数の関連を、船舶工学便覧から転載して表示して置く。(表3-5, 3-6, 3-7 参照)

高速で滑走状態となる高速舟艇では、前記の C_P 等のような係数は、意義を失うので、総体的に船(艇)形を詳細に検討せねばならない。

3-13-2 系統模型船の抵抗係数

推進計画初期において、船体抵抗の概略をもとめるために、特定の船種について、その主要目を系統的に変化させた、系統模型船について、抵抗試験を行い、任意の船型要素に対応する抵抗値を、読みとることのできる図表が、主要造船国で数多く発表されている。これらの図表から、正確な抵抗値が、得られるものと過信してはならないが、所要速力に対応する、搭載主機械の所要馬力を推定する場合等には、きわめて便利である。なおま



BODY PLAN AND STEM AND STERN PROFILES FOR PARENT FORM
($\phi=0.70, B/T=2.2, \nabla/(L^3)=12.5$)

付図 1・Fig. 1 漁船の有効馬力指定図表

た、要目の一部を変更する場合に、有効馬力の変化量を調べるのにも重宝である。

本書では、これらの系統模型船の抵抗図表の内、わが国において広く使用されているものを2,3とりあげて紹介することにした。

(1) 高木・乾・中村による漁船の抵抗図表

これは、世界大戦直後、物資の調達や電力配給が、きわめて困難な時期において、工学博士中村彰氏（当時東京大学特別研究生）を中心に、高木淳・乾崇夫両博士の指導のもとに、菊池義男・渡辺梅太郎外東大水槽関係の諸氏によって、多くの障害を克服して完成された大作である。

本図表は、高木・乾・中村共著で1950年に漁船協会の手で出版されたもので、現在高木図表と称して、したしまれている名著であることは、周知のとおりである。

本試験に使用された模型は95トン型木造鯉船漁船を基準に選び、その母型は、付図1、Fig 1 に示す形状である。

母型は、木造船から出たものであるが、図形を見ればわかるように、鋼製およびFRP製の漁船および、これと類似の一般小型船の計画にも、適用することができる。

模型の長さは2.00mで、船型要素を

$$B/T = 2.2, 3.0$$

$$C_P = 0.55, 0.60, 0.65, 0.70, 0.75$$

$$\nabla / \left(\frac{L}{10}\right)^3 = 7.5, 10.0, 12.5, 15$$

に変化させて、系統的に模型試験を行い、計測された全抵抗(R)から、フルードの算式でもとめた摩擦抵抗(R_f)を差し引き剰余抵抗(R_m)を求めた。

原著では、

$$C_w = \frac{R_w}{\frac{1}{2} \rho \nabla^2 v^2}$$

をC_Pおよび $\nabla / \left(\frac{L}{10}\right)^3$ の関係として図表に表現してある。この図表から、船型該当のC_wを読みとり、EHP_wをもとめ、これにフルードの算式で算出したEHP_fを加えて所要のEHPをもとめるのである。この計算には、便利な補助図表がしめされているが、計算は、かなり面倒である。

もしこの図表をある適当な長さの実船のEHPに換算しておけば、フルード相似則により、迅速に任意の船のEHPをもとめることができる筈である。そこで著者は、前節の理論により

$$\frac{EHP}{\Delta \sqrt{L}} = \frac{EHP_w}{\Delta \sqrt{L}} + C_i \cdot C_v \frac{1}{\sqrt{\Delta}}$$

として、船の長さ30mの $\frac{EHP}{\Delta \sqrt{L}}$ を計算し、付図1の図表

を作った（「船の科学」Vol.16, No.11に発表）。

$$\frac{EHP_w}{\Delta \sqrt{L}} = 2.086 \left(\frac{\nabla}{\left(\frac{L}{10}\right)^3} \right)^{-1/3} \times 100 C_w \left[\frac{v}{\sqrt{gL}} \right]^3$$

浸水表面積は

$$S = k_s \sqrt{\Delta L}$$

$$= 2.73 \sqrt{\Delta L} \text{ (m}^2\text{)}$$

として、フルードの算式でEHP_fをもとめ

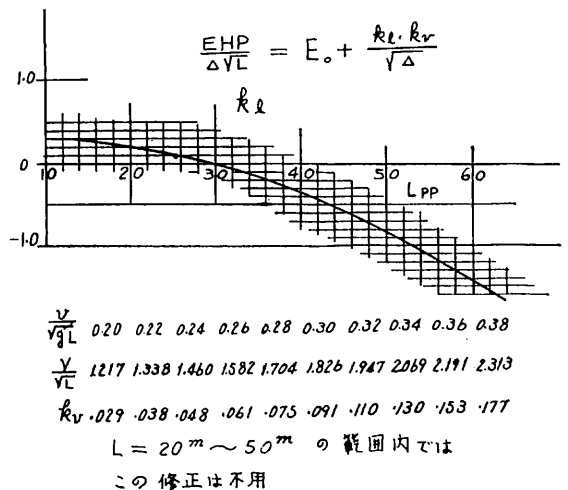
$$\frac{EHP_f}{\Delta \sqrt{L}} = C_i C_v \frac{1}{\sqrt{\Delta}} \text{ (前掲)}$$

とした。C_iは次表にしめす。

表 3-8 C_iの表

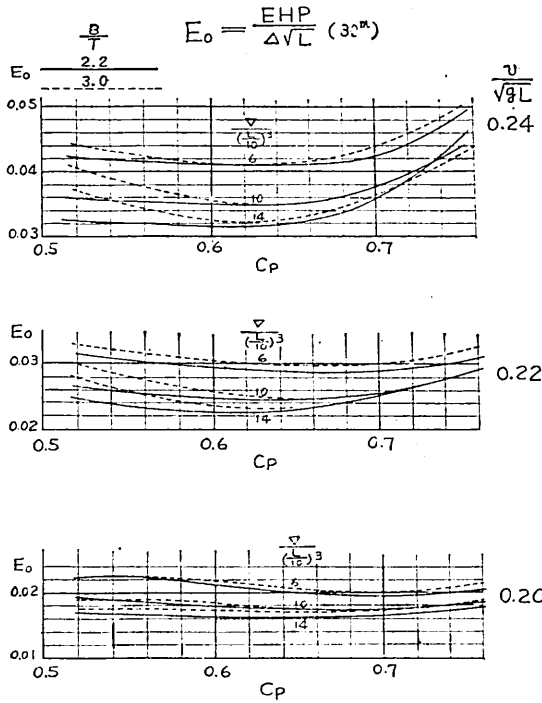
C_i = 0.3434 λ L^{-1.4125} 基準船長 = 30m

L (m)	20	30	40	50
α = $\frac{L}{30}$	0.667	1.000	1.333	1.667
λ	0.1506	0.1471	0.1452	0.1441
$\frac{\lambda_{30}}{\lambda}$	0.977	1.000	1.013	1.021
C _i	3.56	6.16	9.13	12.43
k _t	0.203	0	-0.347	-0.833
$k_t = C_i \left(1 - \frac{\lambda_{30}}{\lambda} \alpha^{0.0875} \right)$				

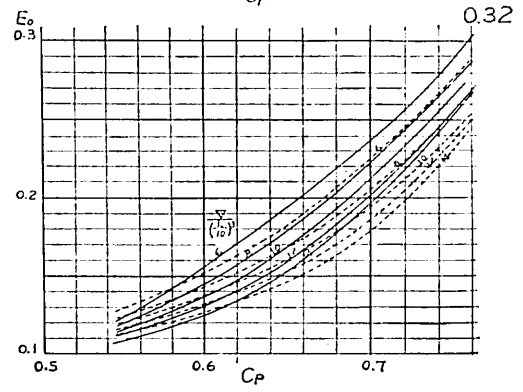
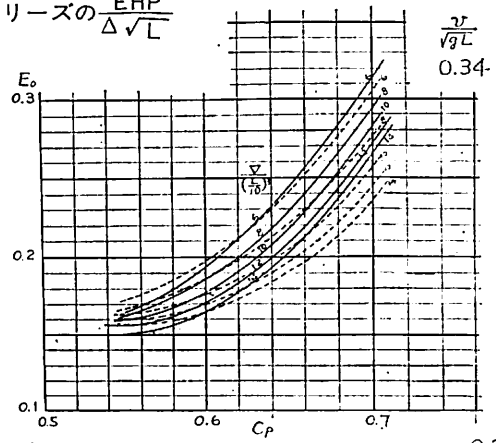


付図1-Fig. 2 高木シリーズの EHP/Δ√L

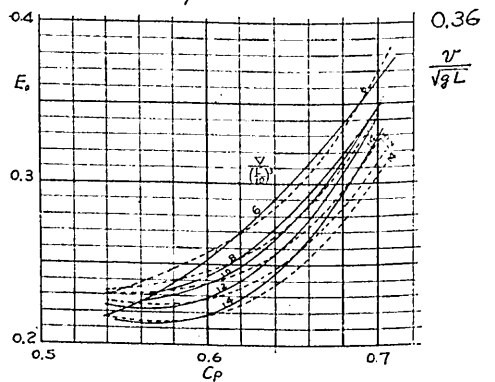
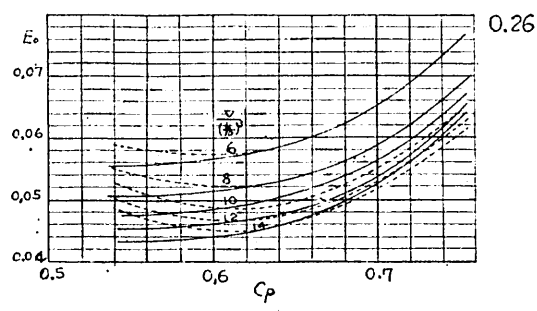
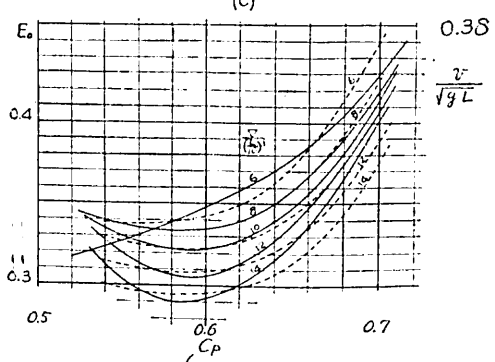
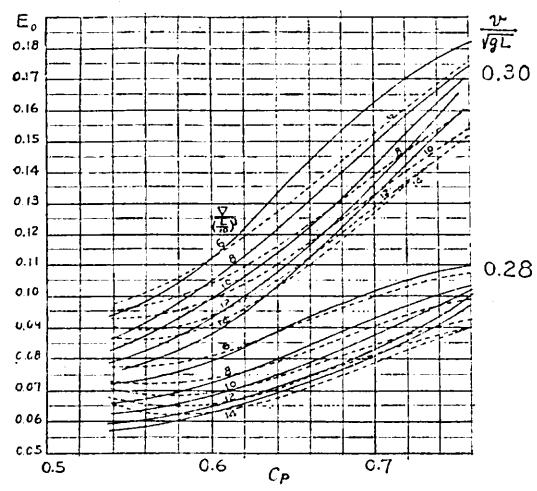
附図1 高木シリーズの $\frac{EHP}{\Delta\sqrt{L}}$



(a)



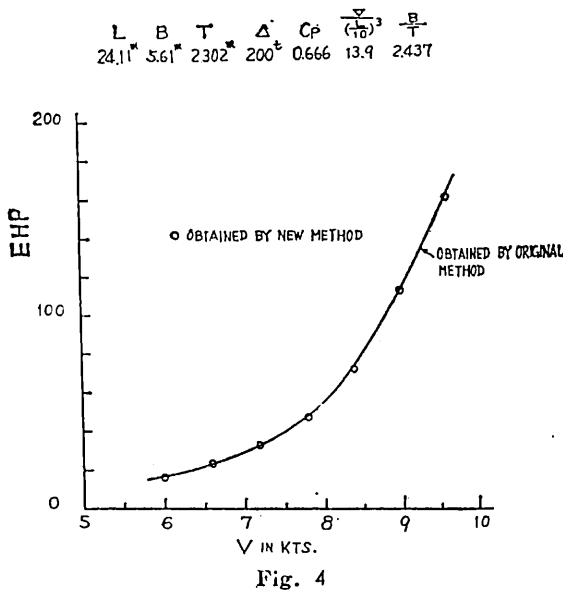
(c)



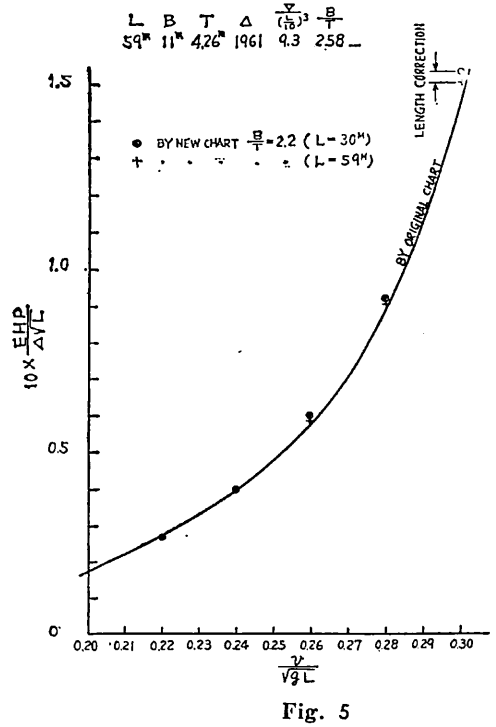
(d)

Fig. 3

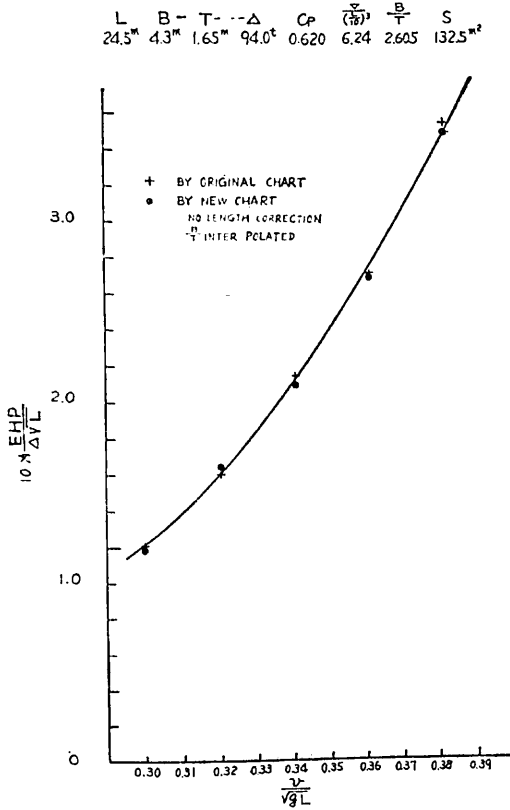
95GT WOODEN TUNA & BONITO BOAT



TUNA LONG LINE FISHER



STEEL TRAINING BOAT



TUNA LINE FISHER "SEIWA MARU" (参 技 報 1955)

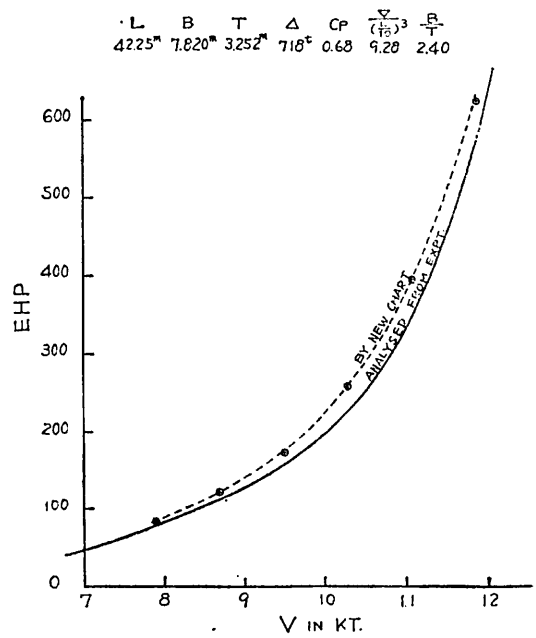


Fig. 6 附図 I 高木シリーズの $\frac{EHP}{\Delta \sqrt{L}}$

Fig. 7

表3・8の k_l は、長さ30mから外れた場合の修正係数で

$$\frac{EHP}{\Delta \sqrt{L}} = E, \left(\frac{EHP}{\Delta \sqrt{L}} \right)_{L=30} = E_0$$

であらわせば、修正量は

$$\begin{aligned} \delta E = E - E_0 &= \frac{C_l C_v}{\sqrt{\Delta}} \left[1 - \frac{\lambda^{30}}{\lambda} \alpha^{0.875} \right] \\ &= \frac{k_l C_v}{\sqrt{\Delta}} \end{aligned}$$

計算例 95GT型 木造鯉鮪漁船 (原著の計算例から)

L	B	T	Δ	C_P	$\frac{V}{\left(\frac{L}{10}\right)^3}$	B/T	$\Delta \sqrt{L}$
24.11m	5.61m	2.302m	200 t	0.666	13.90	2.437	982

EHPの算定

$$E_0 = \left(\frac{BHP}{\Delta \sqrt{L}} \right)_{30} \text{ を付図1 Fig. 3 から読みとる } \quad V \text{ (kt)} = 6.085 \frac{v}{\sqrt{gL}} \cdot \sqrt{L} = 29.88 \frac{v}{\sqrt{gL}}$$

$\frac{v}{\sqrt{gL}}$	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32
E_0	.0164	.0235	.0328	.0480	.0740	.115	.165
$EHP = \begin{cases} E_0 \Delta \sqrt{L} \\ \text{原著} \end{cases}$	16.1	23.1	32.2	47.1	72.7	112.9	162.0
V	5.98	6.57	7.17	7.77	8.37	8.96	9.56

となり、きわめて簡単な計算で、原著の方法でもとめたものとほとんど変わらない結果がえられる。 $\frac{B}{T}$ の変

となる。 K_l を付図1の Fig. 2にも曲線図であらわしておいた。

C_v は v の関数で

$$C_v = k_s \left(\frac{v}{\sqrt{gL}} \right)^{2.325}$$

但し $k_s = 2.73$

$k_v = C_v$ として Fig. 2に表示してある。

図表の用法は、きわめて簡単であるから、次の計算例をしめすことだけに、とどめた。

化の影響をみるために、挿嵌により $\frac{B}{T} = 2.437$ に対する E_0 をもとめて数値を比較すれば、

$\frac{v}{\sqrt{gL}}$	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32
$E_0 \begin{cases} \frac{B}{T} = 2.2 \\ 3.0 \\ 2.437 \end{cases}$	.0164	.0235	.0328	.0480	.0740	.115	.165
	.0170	.0235	.0336	.0480	.0720	.1125	.155
	.0166	.0235	.0330	.0480	.0734	.114	.162

となり、 $\frac{B}{T}$ の相違による E_0 の変化はほとんど無視してよいことがわかる。Fig. 4に本計算のEHP曲線図をしめす。

この他に、原著でもとめたEHPと、本法によりもとめたEHPとの比較をFig. 5, 6に図示しておいた。なお参考のために、Fig. 7に模型試験結果からもとめたEHPとの比較例をしめす。

このように、きわめて簡単にEHPを算定することができる。

(2) 山県系統模型抵抗図表

山県博士は、もっとも普へん的な中速貨物船を対象に

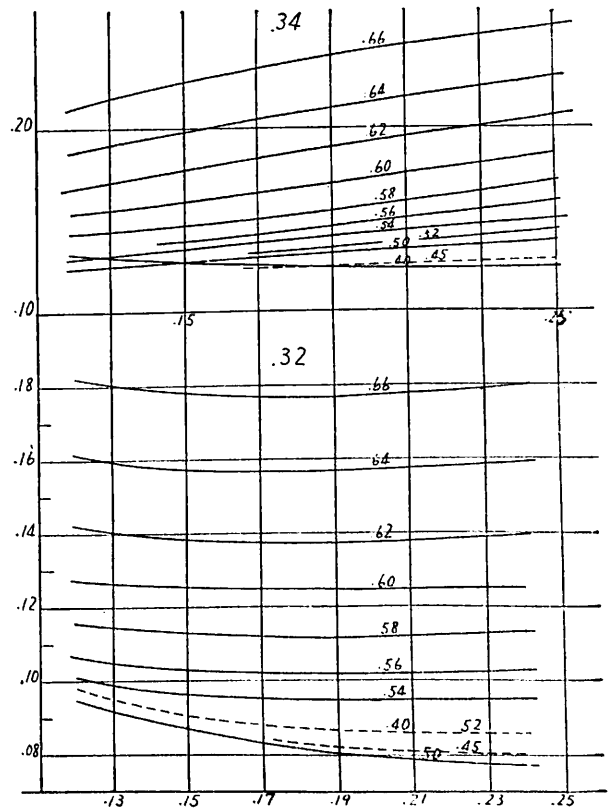
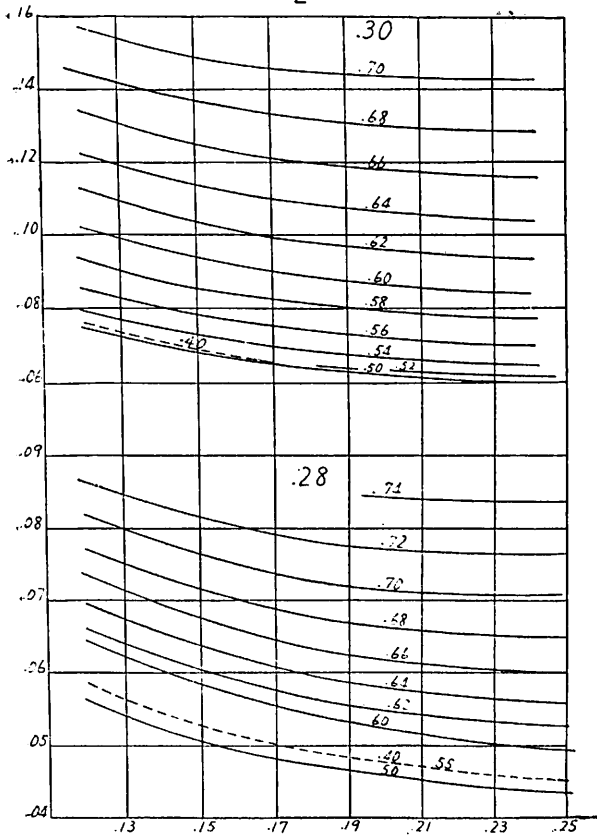
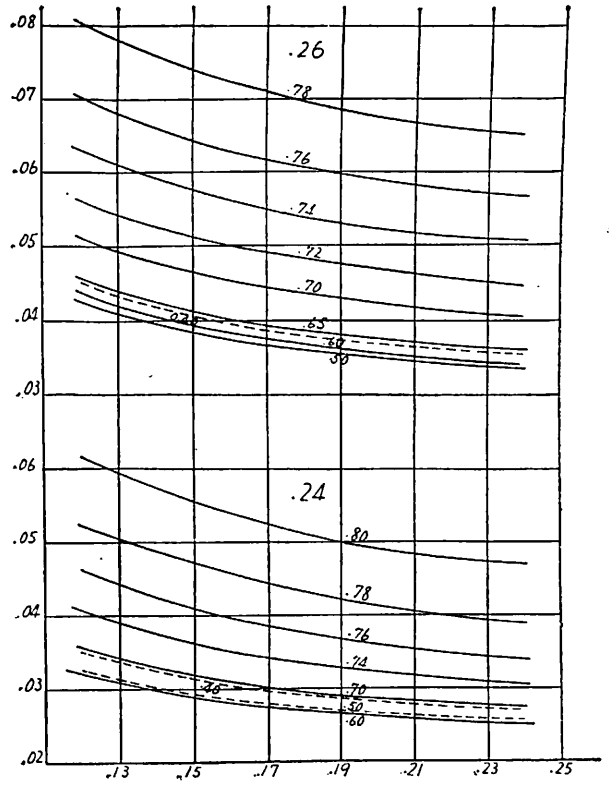
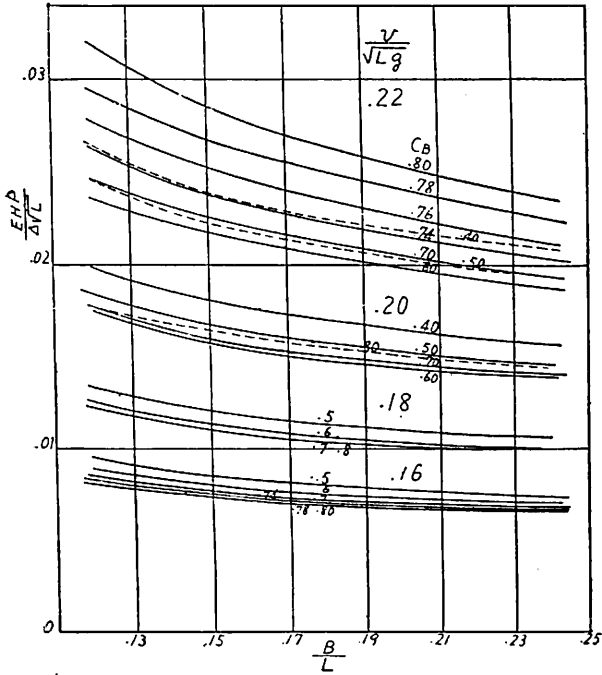
選び、無数の模型試験結果および実船の経験から得たデータをもとに、風抵抗や安定性を考慮に入れた理想船型として、次の諸条件をそなえた船型を設定した。

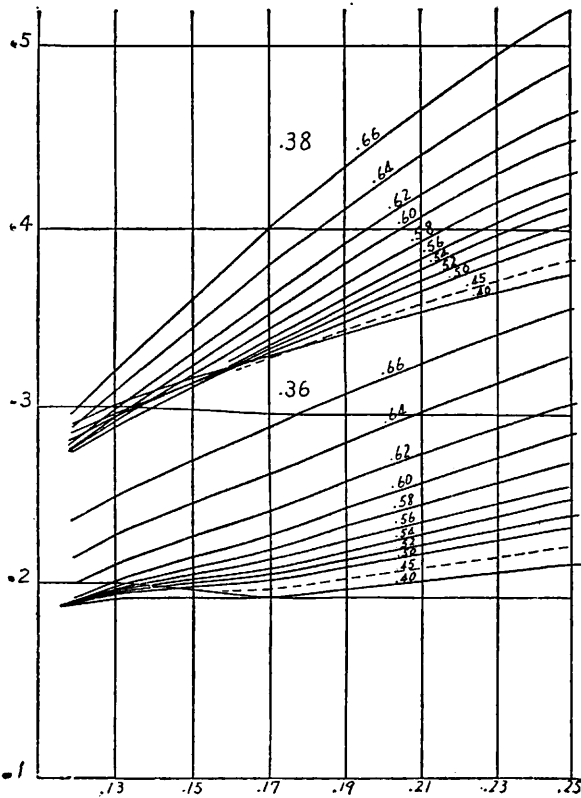
- (a) $B/L = 0.1350$
- (b) $B/T = 2.25$
- (c) 近代貨客船の普へん的船型
- (d) 肥瘠度および浮心位置は、所要速度に対し理想に近いものとする。
- (e) 船体には、一切の副部を取り付けない裸殻とする。

以上の内、もっとも抵抗に関係の深い要素は、肥瘠度をあらわす C_P であるが、設計初期においては、まづ C_B

附図 2 山県シリーズの $\frac{EHP}{\Delta\sqrt{L}}$

$\left(\frac{v}{\sqrt{Lg}} = .16 \sim .38\right)$





(附図2つづき)

が定まるので、 C_P の代りに C_B をパラメーターに選び、さらに B/L および B/T をいろいろに変化させた一連の系統模型を造って、抵抗試験を行い、一般造船家の抵抗推定の基礎となる、系統模型抵抗の算定用図表を完成した。この大作は、重光博士¹⁾の指導のもとに、山県博士が中心となって完成された世界的名著で、わが国では、今日なお広く利用されていることは、周知のとおりである。

重光族・山県昌夫

「貨物船の船型に関する系統的模型試験」

造船協会会報 第50号 1932

山県昌夫

「貨物船の船型に関する系統模型試験」(第一報)

造船協会会報 第51号 1933

山県昌夫

「貨物船の船型に関する系統模型試験」(第二報)

造船協会会報 第52号 1934

1) 工学博士 重光 族 当時 船舶試験所所長

2) 工学博士 山県昌夫 後の 船舶試験所所長

山県昌夫著

「船型学」 抵抗篇 推進篇

初版 1941年 3版(改訂増補) 1952年

同著では、基準船型 ($B/L=0.1350$, $B/T=2.25$) について、剰余抵抗係数 $C_w = \frac{R_w}{\frac{1}{2} \rho V^{2/3} v^2}$ が、 $\frac{v}{\sqrt{gL}}$ を基線

とし、 C_B をパラメーターとして、曲線群の図表に表現され、 B/L および B/T の相違に関する修正量が、補助図表にしめされている。即ち

$$C_w = C_w(\text{基準}) + (\Delta C_w)_{B/L} + (\Delta C_w)_{B/T}$$

から R_w をもとめるようになっている。

摩擦抵抗 (R_f) には、フルードの算式 (式3・28) が採用されている。

この図表から EHP を算定する方法および、演算フォームが、懇切にしめされているが、計算はかなり面倒なものである。筆者は、上記の図から前述の高木図表の場合と同様の手段で、長さ100mの船の $\frac{EHP}{\Delta \sqrt{L}}$ を算出して付図2に集録した(「船の科学」vol. 11, No. 12 所載)。

実船の試運転実績と対比すれば、フルードの算式を用いて、模型抵抗の実験値から換算された実船抵抗は、小型船において過小となる傾向がある。これは是正するために、山県博士は、 λ に修正率 ϵ (船の長さで変る) を乗ずることを提唱しておられる(船型学推進篇)。本講でもこれを採用し、浸水面積には、近似式

$$S = 2.6 \sqrt{4L}$$

を用いた(高木図表では、 ϵ 採用の代りに K_s を大きめに定めた)。従って、この場合には式3・43に代って

$$k_v = C_v = 2.6 \left(\frac{v}{\sqrt{gL}} \right)^{2.825} \quad (3.47)$$

となる。

$$E = \frac{EHP}{\Delta \sqrt{L}}$$

$$E_0 = \left(\frac{EHP}{\Delta \sqrt{L}} \right)_{L=100m, B/T=2.2} \quad \dots\dots \text{付図2}$$

$$E = CE_0 + \delta E$$

但し δE は長さによる修正量で

$$\delta E = \frac{k_l k_v}{\sqrt{L}} \quad (3.48)$$

但し

$$k_l = 2.6 \times \left\{ 1 - \frac{(\epsilon \lambda) 100}{\epsilon \lambda} \left(\frac{L}{100} \right)^{0.0875} \right\}$$

で、 ϵ および k_l は、表3・10のようになる。

表 3・10 ε および k_t の表

L (m)	40	60	80	100	
λ	0.1542	0.1433	0.1423	0.1481	船型学 推進篇 7章29表
ε	1.372	1.190	1.091	1.045	
k_t	3.92	3.23	1.670	0	

k_t は $L=60\text{m}$ 以上になれば、急速に減少する。 $L=80\text{m}$ 以上に対しては、この長さによる修正は無用である。

60m以下の船についてだけ、長さの修正を行うことにすれば

$$k_t \approx 3.5$$

としてよろしい。

k_v の数値は、 B/T の修正係数とともに付図2に添付してある。

[付図2 $\frac{EHP}{d\sqrt{L}} \sim \frac{v}{\sqrt{gL}}$ 図表の用法説明]

付図2は、山県図表を用いて、船の長さ $L=100\text{m}$ で $B/T=2.2$ の

$$E_o = \left(\frac{EHP}{d\sqrt{L}} \right)_{L=100\text{m}}$$

をもとめ、 C_B をパラメーターとして表現したものである。

(1) E_o を所要の B/T に換算する

$$\frac{B}{T} \text{ 修正公式}$$

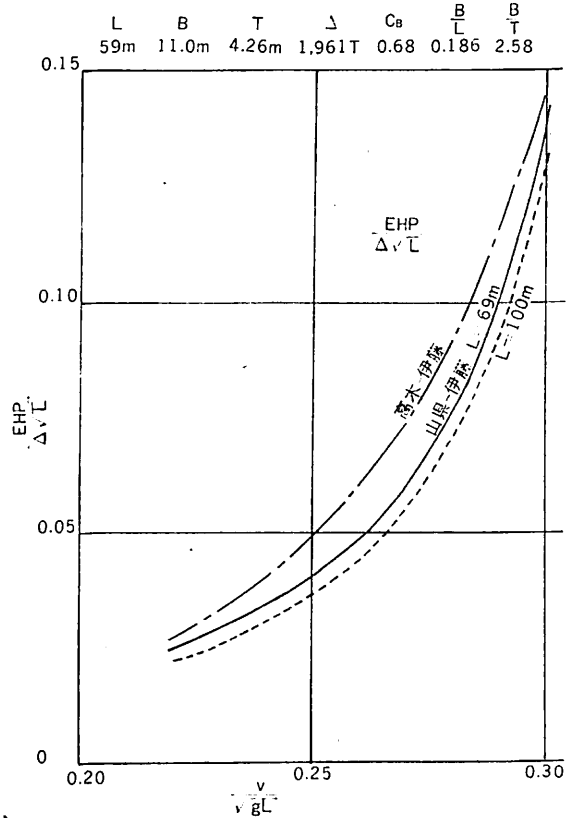


図 3・20 例題の曲線図

例題 鮪漁船

単位省略	L	B	T	d	C_B	B/L	B/T
	59	11.0	4.26	1961	0.68	0.186	2.58

$$1 - 0.15 \left(\frac{B}{T} - 2.2 \right) = 0.943$$

$$F_n = \frac{v}{\sqrt{gL}} \quad 0.22 \quad 0.24 \quad 0.26 \quad 0.28 \quad 0.30$$

$$E_o \left(L=100, \frac{B}{T}=2.2 \right) \quad 0.021 \quad 0.0295 \quad 0.0415 \quad 0.067 \quad 0.131$$

$$k_t \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0.96$$

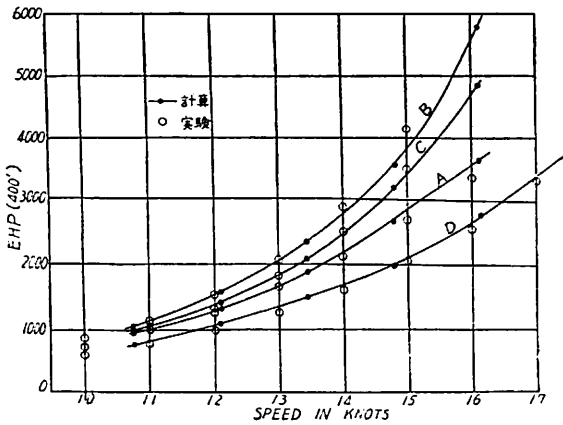
$$C = \frac{k_t}{0.943} \left(\frac{B}{T} \text{ の修正率} \right) \quad 1.060 \quad 1.060 \quad 1.060 \quad 1.060 \quad 0.997$$

$$CE_o = E_{100} \left(\frac{B}{T}=2.58 \right) \quad 0.022 \quad 0.031 \quad 0.044 \quad 0.071 \quad 0.131$$

$$\frac{k_t}{\sqrt{d}} = \frac{3.5}{\sqrt{1961}} = \frac{1}{13.8}$$

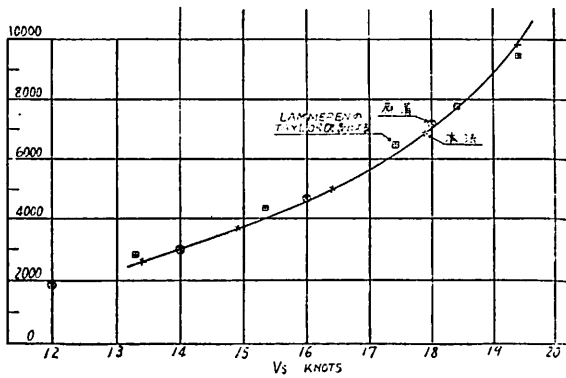
$$\delta_E = \frac{1}{13.8} k_v \quad 0.0026 \quad 0.0033 \quad 0.0042 \quad 0.0052 \quad 0.0062$$

$$E = \frac{EHP}{d\sqrt{L}} \left(L=59\text{m}, \frac{B}{T}=2.58 \right) \quad 0.0246 \quad 0.0343 \quad 0.0482 \quad 0.0762 \quad 0.1372$$

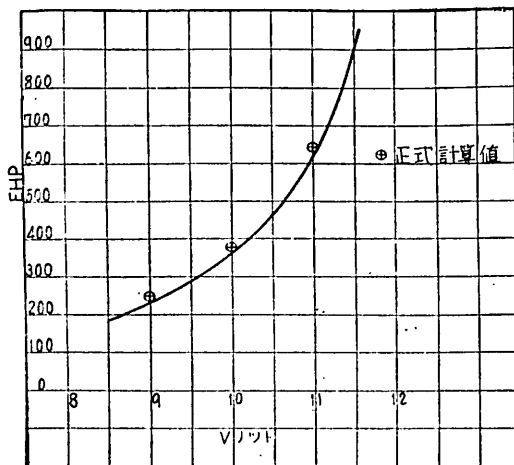


船型学第 49, 50, 51 表各船要目

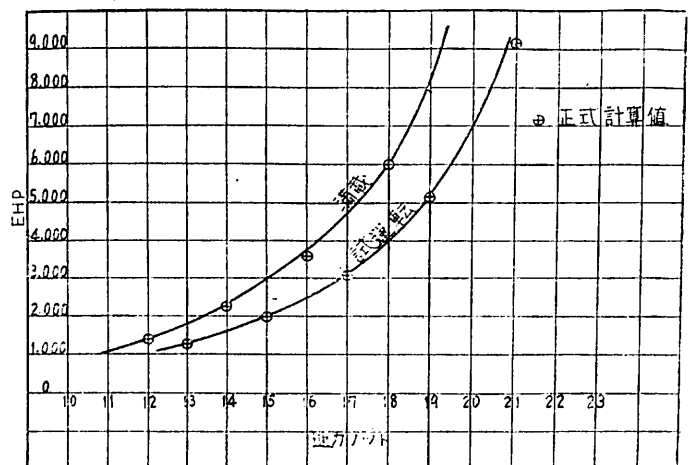
表	状態	L	B	T 吃水	△	C _b	B/L	B/T
49	滿載	m 64	m 10.395	m 2.902	2,091	.786	.1624	2.66
50	滿載 輕荷	128	17.552	7.669 4.465	11,760 6,170	.666 .601	.1371 "	2.29 3.93
51		150	20.250	8.825	17,810	.644	.135	2.29



船型学第 51 表 双螺旋客船



船型学第 49 表 单螺旋運炭船



付図 2 船型学第 50 表 单螺旋高速貨物船

船の長さ 400' (122m) に換算した EHP の計算値と実験値との比較

(船舶技術協会発行 模型抵抗試験資料表値より)

Mark	Type	E/L	B/T	C _b	△(400') (t)
A	496'×71.5'×30'(単・貨)	0.144	2.385	.654	10,441
B	416'×56.9'×27.6'(単・貨)	0.137	2.061	.757	12,570
C	400'×60'×20'(単・貨)	0.150	3.000	.746	10,230
D	486'-3"×64'×26'(双・客)	0.1315	2.46	.605	7,797

計算例 船型学上篇所載第 50 表

L	B	載荷	T	△	$\frac{B}{L}$	$\frac{B}{T}$	C _b
128	17.55	輕荷	4.465	6,170	.1371	3.93	.601

①	$\frac{v}{\sqrt{Lg}}$	.20	.22	.24	.26	.28	.30	
②	$\frac{V}{\sqrt{L}}$	1.217	1.338	1.460	1.580	1.704	1.826	
③	$\frac{EHP}{\Delta\sqrt{L}}$ (基)	.0164	.0225	.0305	.0480	.0608	.0975	図表より
		$1 - 0.15\left(\frac{B}{T} - 2.2\right) = 0.74$						
④	$\frac{B}{T}$ 修正 係数	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.30	
⑤	③×④	.0221	.0304	.0413	.0551	.0821	.1268	
⑥	L の修正	0	0	0	0	0	0	
⑦	$\frac{EHP}{\Delta\sqrt{L}}$	.0221	.0304	.0412	.0551	.0821	.1268	
⑧	V	13.77	15.14	16.52	17.90	19.30	20.66	
⑨	EHP	1,530	2,125	2,880	3,850	5,730	8,850	

以上のようにして本論の方法で求めた EHP (実線) と正式計算で求めた EHP (⊕印) の比較を曲線図で示している。設計初期の EHP の見積りに本法を用うれば簡単でも充分な精度の数値が得られてきわめて便利である。

$$E_o\left(\frac{B}{T}\right) = E_o(\text{基準}) \times \frac{k_1}{1 - 0.15\left(\frac{B}{T} - 2.2\right)}$$

この修正率は 船型学抵抗第 105 図から推算したものである。 k_1 の数値は、付図 2 に添付してある。

(2) 長さが 100m と異なる場合の修正

始めに(1)の B/T の修正を行い、後で長さの修正を行う付図 2 の用法は、前頁の計算例によって、その説明にかえた。

計算結果を、図 3・20 に曲線図でしめす。同図に、本船の $\frac{EHP}{\Delta\sqrt{L}}$ を、高木—伊藤図表(付図 1)で計算し、鎖線で記入しておいた。この船は、元来高木シリーズに属するのであるから、誤って、山県シリーズで計算すれば、こ

のように、違った結果になるので、注意を要する。付図 2 に、他の計算例を添付しておいた。

付図 2 山県シリーズ $\frac{EHP}{\Delta\sqrt{L}}$

$$E = \frac{EHP}{\Delta\sqrt{L}}$$

$$E_o = \left(\frac{EHP}{\Delta\sqrt{L}}\right)_{\text{基}} \left(L=100\text{m}, \frac{B}{T}=2.2\right)$$

$$E = CE_o + \delta E$$

但し $C = \frac{k_1}{1 - 0.15\left(\frac{B}{T} - 2.2\right)}$ …… $\frac{B}{T}$ の修正係数

$$\delta E = \frac{k_v k_l}{\sqrt{d}} \dots\dots \text{長さの違いによる摩擦に関する修正量}$$

k_1 および k_v の表

$F_n = v/\sqrt{gL}$	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38
$k_v = 2.6F_n^{2.825}$	.0146	.0205	.0276	.0361	.0460	.0577	.0712	.0866	.1040	.1235	.1451	.1690
k_1	1	1	1	1	1	1	1	0.96	0.92	0.88	0.84	0.80

長さ $L > 80\text{m}$ …… $\frac{k_l}{\sqrt{d}} = 0$ としてよい

$L < 80\text{m}$ …… $\frac{k_l}{\sqrt{d}} = \frac{3.5}{\sqrt{d}}$ とする。

(For $L > 80\text{m}$ …… $\delta E = 0,$
 For $L < 80\text{m}$ …… $\delta E = \frac{3.5}{\sqrt{d}} k_v$)

読者の参考資料に、有名な系統模型抵抗図表を、列挙しておく。

表 3・11 著名な系統模型抵抗図表

年代	著者	R_f の算式	抵抗係数	パラメーター	船型
1943	Taylor (米)	シェーンヘル	$R_{1/2} \rho S v^2 = f\left(\frac{v}{\sqrt{gL}}\right)$	$C_P, \frac{B}{T}, \left(\frac{V}{L}\right)^3$	旧軍艦 (客船)
1947	Ayre (英)		$C_2 = \frac{d^{0.64} V^3}{EHP} = f\left(\frac{v}{\sqrt{gL}}\right)$	$\left(\frac{V}{L}\right)^3, C_B, \frac{B}{T}, l_{CB}$	一般商船
1954	Lapp (蘭)	シェーンヘル	$R_{1/2} \rho \boxtimes v^2 = f\left(\frac{v}{\sqrt{C_p \cdot L}}\right)$	$C_P, \frac{B}{T}, l_{CB}$	貨物船
1964	日本造船研究協会 I. T. T. C. 1957 SR-45 $C_f = 0.075(\log R_n - 2)^{-1}$		$R_{1/2} \rho \nabla^{2/3} v^2 = f\left(\frac{v}{\sqrt{gL}}\right)$	$C_B, \frac{L}{B}, \frac{B}{T}, \frac{T}{T_{FULL}}$	高速貨物船

(3) 丸型底艇の EHP 算定用図表

菊池義男氏 (元東大水槽職員) は、クレメントの論文からもとめた、丸底モーターボートの EHP 算定用グラフを発表している (「船の科学」Vol. 20, No. 1)。
 モーターボート計画に、応用できるので、その抜すい

を付図 3 として追加した。船の抵抗値を求める一つの手段として、船型の種類に対応して作成された「抵抗算定用図表」がある。この図表から有効馬力 (EHP) を正確迅速に求めることは小型船の推進性能を取扱う技術者には非常な関心がもたれている¹⁾。同時にこの EHP を

第1表 Nordstrom の丸型底艇系統模型の艇型係数

Model No.	$\frac{L}{\nabla^{1/3}}$	$\frac{L}{B}$	$\frac{B}{H}$	C_b	C_p	$\frac{t}{L}, \%$	$\frac{S}{\sqrt{L}}$
43 I	7.72	6.94	3.57	0.373	0.576	-1.79	2.70
43 II	7.36	6.83	3.34	0.390	0.589	-2.49	2.70
43 III	7.06	6.76	3.16	0.410	0.599	-2.88	2.67
59 I	6.95	5.92	3.57	0.373	0.576	-1.79	2.70
59 II	6.63	5.83	3.34	0.390	0.589	-2.49	2.70
59 III	6.36	5.77	3.16	0.410	0.599	-2.88	2.67
60 I	6.18	4.96	3.57	0.373	0.576	-1.79	2.70
60 II	5.89	4.89	3.34	0.390	0.589	-2.49	2.70
60 III	5.65	4.83	3.16	0.410	0.599	-2.88	2.67

$\frac{EHP}{\Delta\sqrt{L}}$ の形の馬力係数として表わし、これを他の同様な馬力係数 $\frac{THP}{\Delta\sqrt{L}}$, $\frac{DHP}{\Delta\sqrt{L}}$ 等と対応させると、運算上にも図示上にも便利することが多く、また試運転成績の解析、同類船の推進性能の比較等にきわめて適切に応用することができる²⁾。

Clement は水槽試験で得られた多数の丸型底艇の抵抗値を解析し、きわめて便利な抵抗算定用図表を提供した³⁾。ただし、この図表では英国制単位が採用されているのでメートル法単位を常用している設計者には換算を必要とするわずらわしさがある。筆者は Clement の図表を一層便利に利用できるように、メートル法単位を使用し、かつ上掲の $\frac{EHP}{\Delta\sqrt{L}}$ の値が直接求められるような図

- 1) 伊藤一男：EHP の便利な算出法，「船の科学」Vol. 12, No. 11
- 2) 伊藤一男，河野清：小型艇の試運転成績解析，「関西造船協会会報」第76号
伊藤一男：モーターボートの推進について，「船の科学」Vol. 13, No. 19
伊藤一男： $\frac{DHP}{\Delta\sqrt{L}}$ 形式の馬力係数について，「船の科学」Vol. 16, No. 9
- 3) Clement, E P.; Graphs for Predicting the Resistance of Round-Bottom Boats, I. S. P., Vol. 11, 1964, No. 114
(造船協会会誌第426号に和訳がある)
- 4) Groot, D. de; Resistance and Propulsion of Motor Boats, I. S. P., Vol. 2, 1955, No. 6
(造船協会会誌第321号に和訳がある)

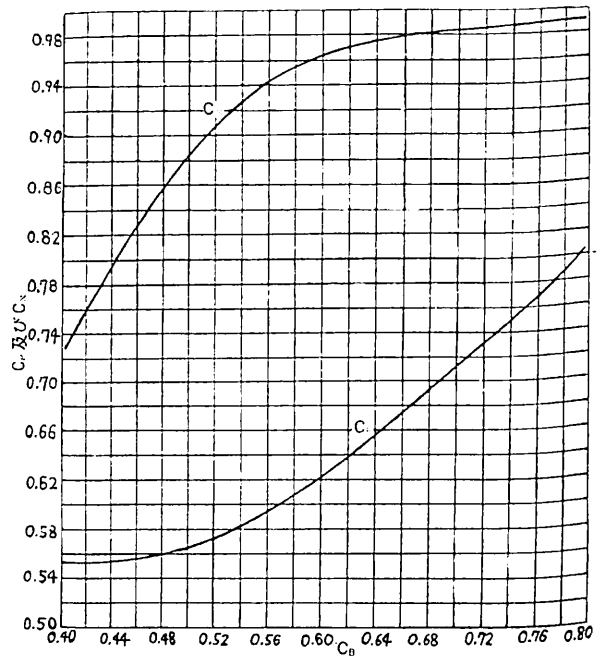


図 3-21 方形・柱形および中央横断面肥瘦係数の関係

表を作成し、利用者の便宜をはかった。

Clement の抵抗算定用図表について

Clement は Nordstrom, Groot および Marwood-Silverlief の資料に基づいて抵抗算定用図表を作成したその要点を述べて参考資料とする。

Nordstrom は多数の丸型底艇の模型について水槽試験を行ない、それらの抵抗値は主としてフルード数 (F_n) と船型要素 ($\frac{L}{\nabla^{1/3}}$) との二つだけで決まることを発見し、抵抗値を簡単なグラフで表わすことのできる可能性を示した。

Groot⁴⁾の報告には Nordstrom が行なった9隻の丸型底艇系統模型の水槽試験が含まれている。この模型の艇型係数を第1表に示す。

用法は説明を要さないと思うので省略する。

(4) 系統模型抵抗図表使用上の注意

(a) これらの図表を過信してはならない。ことに、形状の変化に富む小型艇の抵抗は、このような図表からは、正確な数値は得られないものと思わねばならない。筆者は、多年の経験から、速力試運転のデータを、解析して得た資料を、もとにしている(後章で講述)。

(b) 抵抗図表を使用する場合は、計画船に近い船型の系統図表を、選ばねばならない。

また、過去の類似船のデータによって、使用図表と

第 2 表 Groot の文献中の丸型底艇の艇型要目

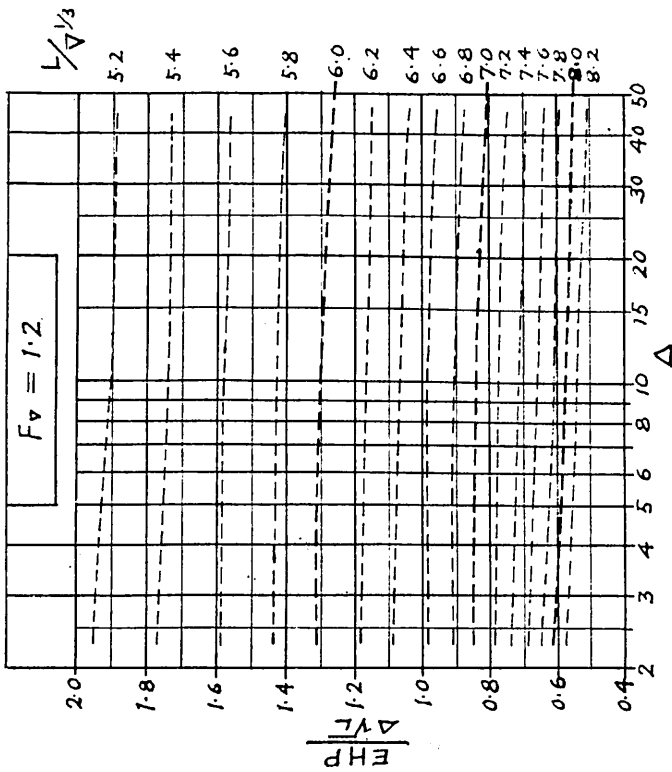
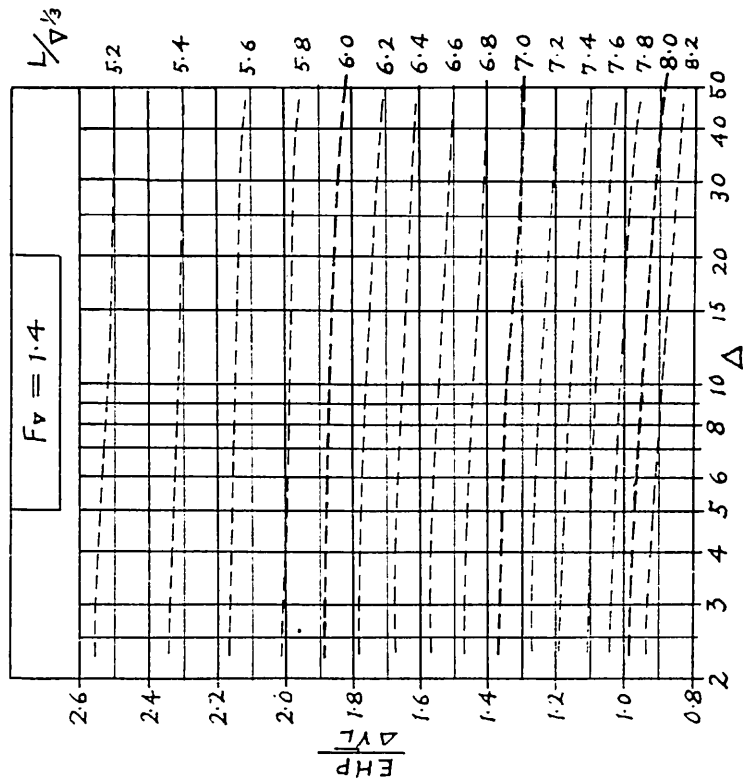
No.	L (m)	∇ (m^3)	$\frac{B}{H}$	C_P	C_m	C_B	Δ (ton)	$\Delta\sqrt{L}$	$\frac{L}{\nabla^{1/3}}$
1	11.06	5.58	4.40	0.624	0.592	0.373	5.72	19.02	6.23
2	23.77	51.7	3.65	0.635	0.722	0.458	53.00	258.4	6.38
3	22.60	34.0	3.65	0.603	0.701	0.428	34.85	165.7	6.98

第 3 表 第 2 表の艇の水槽試験結果にもとづく算定値

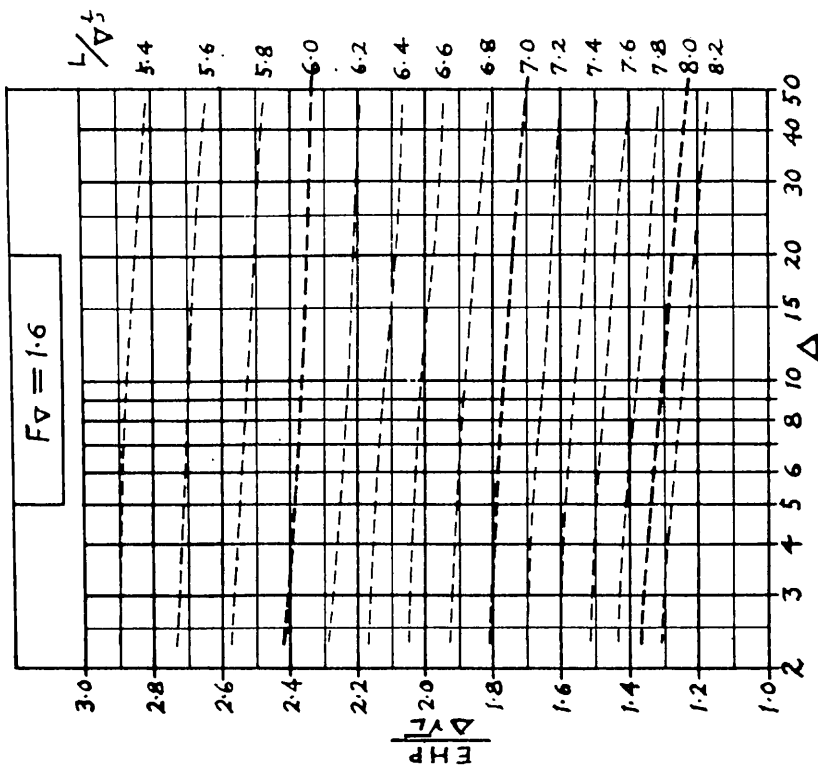
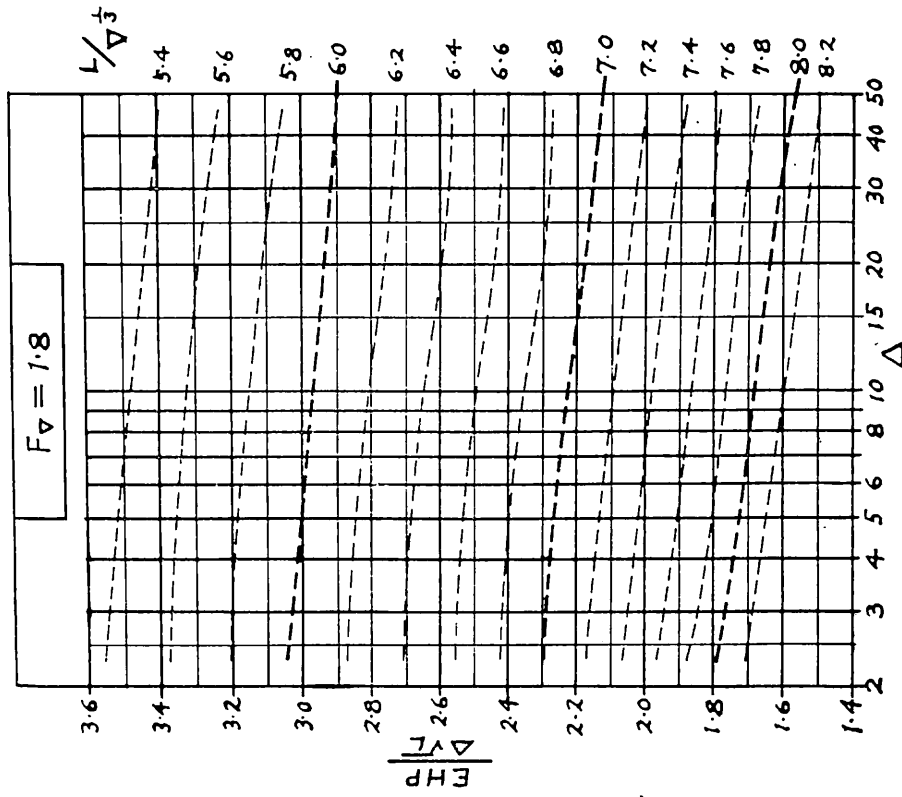
No.	V	EHP _a	η	DHP	$\frac{V}{\sqrt{L}}$	$\frac{EHP_a}{\Delta\sqrt{L}}$	$\frac{DHP}{\Delta\sqrt{L}}$
1	12.05	91.13	0.575	71.5	3.623	2.16	3.76
	15.66	66.32	0.614	108.0	4.785	3.48	5.68
	19.28	102.5	0.590	174.0	5.799	5.39	9.15
2	26.00	1,062	0.665	1,597	5.333	4.11	6.18
3	15.60	250	0.590	424	3.281	1.51	2.56

第 4 表 丸型底艇の EHP 算定用図表を用いた計算例

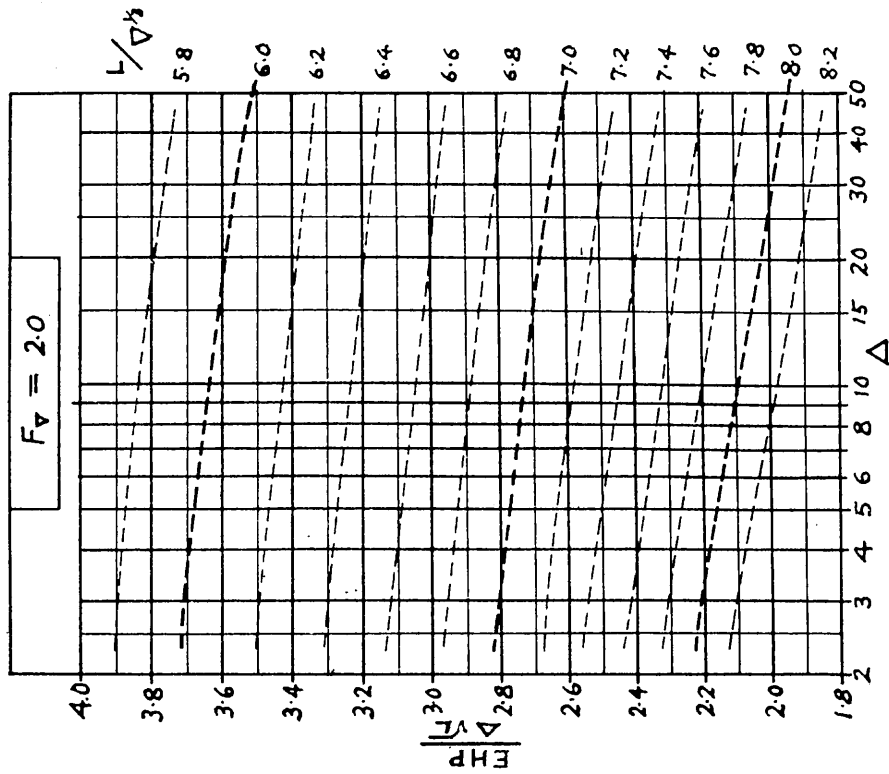
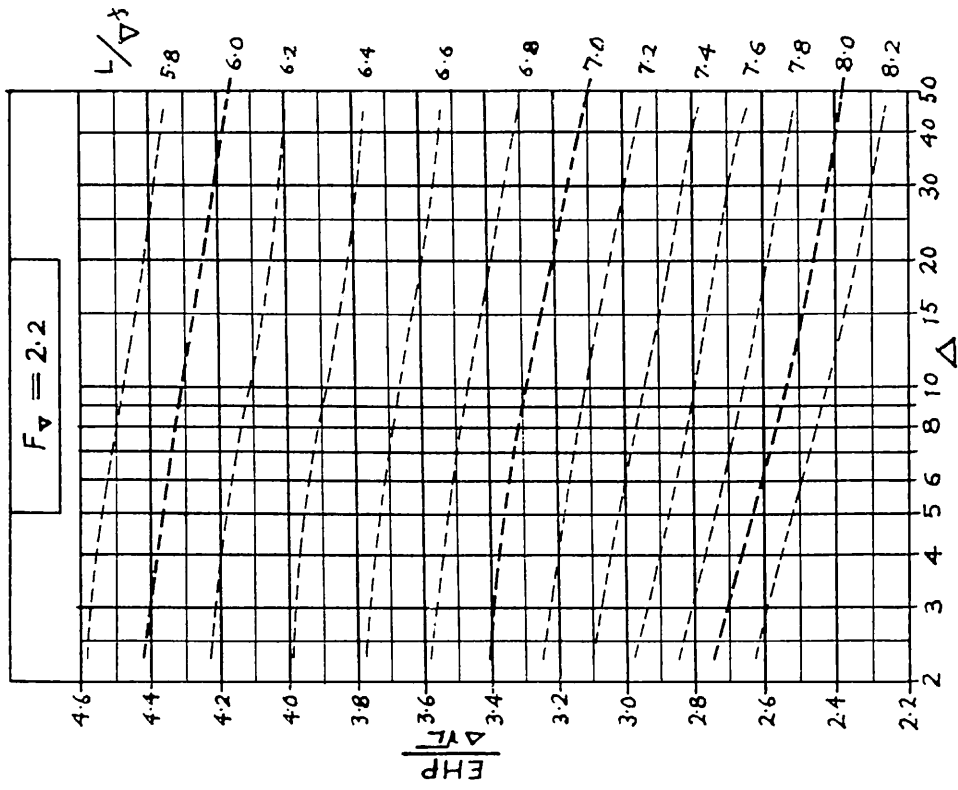
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
F_{∇}	$\frac{EHP}{\Delta\sqrt{L}}$	EHP	V	$\frac{V}{\sqrt{L}}$	$\frac{EHP_a}{\Delta\sqrt{L}}$	EHP _a	η	$\frac{DHP}{\Delta\sqrt{L}}$	DHP
No. 1 L=11.06(m), $\Delta=5.72$ (ton), $L/\nabla^{1/3}=6.23$, $\Delta\sqrt{L}=19.02$, $V=CF_{\nabla}=8.11F_{\nabla}$, $\sqrt{L}=3.326$									
1.2	1.12	21.3	9.74	2.93	1.23	23.4	0.524	2.36	43.8
1.4	1.76	33.5	11.35	3.42	1.94	36.8	0.563	3.44	65.5
1.6	2.23	42.4	12.99	3.90	2.46	46.7	0.590	4.16	79.2
1.8	2.81	53.5	14.60	4.39	3.09	58.9	0.610	5.10	97.1
2.0	3.43	65.3	16.23	4.88	3.80	72.0	0.615	6.15	117.0
2.2	4.13	78.5	17.85	5.36	4.55	86.4	0.608	7.48	141.8
2.4	4.75	90.4	19.47	5.85	5.23	99.5	0.586	8.93	169.7
2.6	5.33	101.3	21.10	6.34	5.86	111.5	0.548	10.70	203.6
No. 2 L=23.77(m), $\Delta=53.00$ (ton), $L/\nabla^{1/3}=6.38$, $\Delta\sqrt{L}=258.4$, $V=11.75F_{\nabla}$, $\sqrt{L}=4.875$									
1.6	2.07	535	18.80	3.86	2.28	589			
1.8	2.58	667	21.16	4.34	2.84	735			
2.0	3.16	816	23.50	4.83	3.48	898	0.665	5.24	1,350
2.2	3.78	976	25.86	5.31	4.16	1,074	0.665	6.25	1,620
2.4	4.38	1,131	28.20	5.79	4.82	1,245	0.665	7.25	1,874
2.6	4.94	1,276	30.59	6.28	5.44	1,405			
No. 3 L=22.6(m), $\Delta=34.85$ (ton), $L/\nabla^{1/3}=6.98$, $\Delta\sqrt{L}=165.7$, $V=10.95F_{\nabla}$, $\sqrt{L}=4.754$									
1.2	0.83	138	13.15	2.77	0.91	152	0.59	1.55	257
1.4	1.31	217	15.34	3.23	1.44	239	0.59	2.44	415
1.6	1.73	287	17.51	3.68	1.90	316	0.59	3.23	535
1.8	2.16	358	19.71	4.15	2.38	394	0.59	4.03	668
2.0	2.65	439	21.90	4.61	2.92	483			



附図3 丸型底艇の $\frac{EHP}{\Delta V L}$ 図表 (1)



附图3 丸型底艇の $\frac{EHP}{\Delta \sqrt{L}}$ 图表 (2)



附图3 丸型底艇の $\frac{EHP}{\Delta\sqrt{L}}$ 图表 (3)

実船結果との関連性を、把握しておかねばならない。

- (c) 高木・山県両図表とも、船体副部全体を取り外した裸殻の抵抗値が、しめされている。従って、
 単軸船の場合は、算出抵抗値をそのまま使用する。
 双軸船の場合は、軸ブラケット、ボシング、舵、ビルジキール等の副部抵抗として、全抵抗の10~20%を

加算せねばならない。この加算率は、船体がファインな程、また、船体が小さい程大きくなる。

- (d) 山県シリーズの抵抗図表使用の場合は、図3・21によって C_B と C_P との関係をしらべ、 C_P の近い方を選ぶように、心がけたがよろしい。

ニュース

ニュース

Liberia 向け 137,017 DWT 型油槽船に衝突予防装置

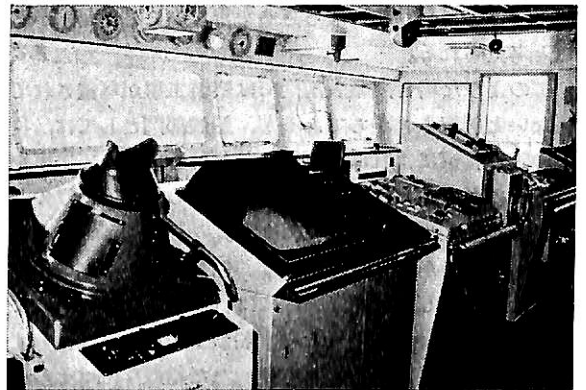
「AUTO RAP」実用化第1号機を搭載

三井造船・玉野造船所で建造した“LIWO VENTURE”に同社と協立電波との共同開発による船舶用衝突予防装置「AUTO RAP: Auto Radar Processor for Anti-Collision」の実用化第1号機を搭載し、4月上旬に行われた海上公試において本装置の実用化装置としての優秀性が確認された。

本装置は、船用レーダより得られる情報をもとに、他船との関連を適確に判断し、操船者に対し、船の安全航行に必要な情報を提供するもので、最大40隻までベクトル表示ができるコンパクトな独立表示方式の衝突予防装置である。

AUTO RAP の特長

- 1) 本装置は効果的な雑音除去方式を採用しているため海面反射信号の除去に俾力を発揮している。また、最大40隻の他船を自動抽出、自動追跡ができ、これらの追跡船は高輝度のブラウン管上にベクトル表示され、船の進行方向および速度が非常に見やすくなっている。なお、手動抽出も可能である。
- 2) 最接近距離 (CPA)、最接近時間 (TCPA) が手動設定された場合、設定値内に他船が入ると警報が鳴り該当船は危険船マークで表示される。また、発光ガイド式データ表示器では、自船および他船のデータを表示することができ、データ表示が便利になっている。



LIWO VENTURE 号に搭載された AUTO RAP

- 3) トルーモーション・モードをはじめ6種類の表示モードがあり、各表示モードでは必要に応じて操船者の見やすい位置に画像のオフセンタが出来る。また、自船の新しい進路および速度を設定し、試行操船を行うことができる。その結果、操船者に新しい自船の航路設定の情報を提供できる。
- 4) オプション機能である安全航路プログラムはディスプレイ上に指定航路をTRUEモーション・モードで表示し、マラッカ海峡、東京湾等を航行する船の安全航行に有効な役割を果たすことができる。

続・造船工業の計画管理（４）

* 山崎 真喜

第３章 艤装工程

3-1 船殻工程と艤装工程の相互関係

従来の生産管理では、船殻と艤装とは一般に工程進捗上の利害が相反すると考えられているのでどちらにもつごうがよいという双方の妥協点を見出すことが懸案の一つとされてきた。

当社においてもかつては、艤装現場が船殻のため不利益をこうむっていると実感するのもむりはないケースがしばしばあったが、そのもとをただせば結局、船殻工事が目先の予定（小日程計画）に従って進められる習慣となっていることが根本的な原因であって、そのために艤装工事は場当たりのとならざるを得ないことに問題があると考えられる。

このような場合、艤装部門では艤装工事が尊重されていないと解釈されがちであるが、船殻部門としては、従来の管理習慣によれば目先の小日程計画に従って工事を進めるのが当然とされてきたからそうしているだけのことで、別に他意はないわけである。

しかしひるがえって考えれば、船殻工事が目先の予定に従って公約した計画どおりには行なわれないことによる被害は、艤装工程のみならず船殻工程自身もまたみずからこうむっているわけであり、ただ船殻部門はその原因をつくり出した張本人だから苦情の持ち込み先がないだけのことである。

さらに、艤装と船殻が最も関係の深い工事箇所は船尾の機関部区域であるが、この箇所はブロック搭載量を増加しても船殻工程の配員を平準化する効果はないのであるから（「造船工業の計画管理」(4)参照）艤装工事を主体にして進めても一向差しつかえがなく、いずれにしても機関部区域の工事は船殻工程全体の能率向上と大きな関係はない（注：居住区まわりの上部構造についても同様である）。

したがって、船殻工程の計画管理が前回までに述べた方法によって行なわれさえすれば、船殻と艤装のどちらにとっても有利で両者の利害が対立するようなことはないから、工事上の妥協点を見出そうというような暗中模索の試行錯誤は無意味であり、このことは当社における過去８年間にわたる工数実績の推移によっても明らかに立証されている。

「殻艤一体建造」という言葉は、暗に船殻、艤装の利害が対立するという先入観によって、ふつう艤装サイドから提唱されるスローガンであるが、当社の体験に照らしても、このような提唱が行なわれる造船所では船殻工程の計画管理に本質的な問題があるとみて間違いないように思われる。

造船艤装の管理というと一般に、工程管理をはじめとして作業管理、時数管理、材料管理、運搬管理等々に区分され定義づけられているが、相互に関連する問題の範囲をこのように狭くしかも艤装の分野だけに局限しても大した効果はないので、SASPでは次節で述べるように従来の形式的に分類された管理とは別個の観点から艤装工数の低減をはかる。

3-2 最も効果的な工数低減の手段

現業工事では、一般に管理者の責任感から目にみえる潜在アイドルの発生が極度に気にされる反面、目にみえない潜在アイドルの発生はあまり気にされない傾向があるので、潜在アイドルを目にみえる形で定量的にあらわすことができればそれに越したことはない。

しかし、もし Time Study などを実施して潜在アイドルを数字的に把握しようとするれば作業員の数と同程度の観測員が必要となり、あえてそれだけの犠牲を払って潜在アイドルの大きさが認識されたとしても、それを実際に減少させる方法はまた別個の問題である。

したがってこのような場合は、潜在アイドルの程度を確かめてからおもむろにそれを減少させる方法に取り組もうとするよりも、最初からその方法に全力を尽すほうが賢明というものである。

前章までの船殻工程は以上の考え方にに基づき、極力潜

*佐世保重工業(株) 佐世保造船所 参事

在アイドルを発生させない平準化計画を行なって工数が低減し、同時に艤装工数も減少することが実際の建造工事で実証されたが、それでもなお艤装工事の場合は作業員が広範囲に分散し、管理者が現状を把握することは船殻工程以上に困難であるから、目にみえない潜在アイドルが実績工数に占める割合は相当なものであろうと推察される。

したがって艤装工程の計画管理では、潜在アイドルを発生させないことに目的を集約すれば、工数低減の効果も船殻工程以上に大きいはずと考えられる。

この点従来の艤装管理では、もっぱら個々の作業の正味作業時間が工数低減の対象と考えられ、コンピュータの利用面も正味作業の予定時数賦課や実績時数の収集を目的とした情報システムに限られているようであるが、断片的な正味作業の作業時間がいかに短縮されても潜在アイドルの発生が見逃されるなら艤装工数は低減しないであろう。

3・3 艤装工程と設計の問題

潜在アイドルを発生させない計画管理といえども個々の正味作業と関係があることはいうまでもないが、管理の対象は正味作業そのものではなく、正味作業と正味作業の間に分在する問題が管理の対象と考えるべきである。

従来のように正味作業時間が工数低減の対象と考えられると、艤装部門の実務担当者は作業時数の算出基礎として艤装資材の予量をどこまでも厳密に追求するようになり、そのため設計部門に過重な負担をかけやすい。

ところが、設計部門が詳細な物量を提示し得る時期は艤装工事もそれだけ切迫した時期なのであるから、その時期になってから作業時数が厳密に算出されてもSASPという計画管理上の価値は乏しく、むしろ設計の物量提示が遅れたために計画が遅れたという理由によって本来は艤装部門にある生産管理の責任が設計部門に転嫁されるだけのことであろう。

一般に従来の艤装管理では計画管理の問題から逸脱して、作業員に適正な作業時数を賦課することに意義があると信じられているようであるが、たとえいれほど厳密に算定した作業時数を作業員に賦課したところで、現実にその時数が不足する場合は無用な不満を招くであろうし、多すぎた場合故意に怠業されるとも思われぬ。かりに怠業される懸念があったとしても、それは現場の管理監督者本来の監督業務に属する事項で、少なくとも計画上の問題ではない（注：現在実施中の作業の次に取りかかるべき作業が作業員に指示されていなければ、手待

ちのため結果的には怠業にみえる場合もあり得るが、これは作業員の責めに帰すべき問題ではなく管理監督者がわの問題である）。

また艤装部門ではよく、船殻の場合は溶接長や重量が工事の目安になるが艤装では作業量の捕捉や進捗状態の把握が困難といわれているが、前章までに述べたごとくSASPでは船殻工程の場合も利用し得るデータを利用するだけで、これまでのように溶接長や重量に依存しているわけではないから、艤装工程においても同様に、計画管理の質的向上を理由にして設計部門に特別な要求をすべきではあるまい。

3・4 艤装工程と資材の問題

日常の艤装工事ではしばしば資材の歯抜けが経験されるため、現場の感覚としてはもっともなことであるが、必要な資材が必要な時期に入手できさえすれば工事上の問題はないと信じられていることが多い。

船殻工事で起こる部材の歯抜けは前章の図2・2で示されたように、後工程の計画が主な原因でストックの問題とも関係するが、艤装資材の歯抜けがなぜ起こるかは、2・3の説明で大組工程を艤装工程に、小組・内業工程を資材業務に置き換えて考えれば理解しやすいであろう。

すなわち資材部門では、予定された時期に艤装部門から出庫要求のない資材の在庫がふえると倉庫の容量が不足するようになるので（注：資金の回転率が低下して金利損失が大きいう理由もある）、発注資材の入荷促進は差しひかえなければならなくなり（注：これが小組・内業工程のスローダウンに相当する）、それだけ前記の歯抜けを生じる機会が多くなる。

ただし、船殻の場合は歯抜けによって起こるストックの問題は自己の責任であるのに対して、艤装の場合は資材部門の管轄に属する倉庫の在庫がふえてもみずからは痛痒を感じないという違いがあり、そのため図2・2の大組工程に相当する目先の生産行動によってみずから歯抜けの原因をつくり出しやすい。

したがって艤装工程でも船殻と同様、何らかの具体的な計画をたてて現場の生産行動をその計画に従わせるといった習慣を定着させることが先決問題であり、そうすれば資材の入手時期を決定する計画と現場の生産行動が少なくとも順序関係は一致するようになって、歯抜けを生じる機会はおのずから減少するはずである。

一般に艤装部門では、現場の生産行動を具体的に規整するような詳細な計画はたてられないと信じられているため、第一線管理者のその場の判断に依存される傾向が強いけれども、船殻工程でもSASP以前の時期は同様

な状況が当たり前と考えられていたのである。

なお、資材の歯抜けは必ずしも情報不足の原因によって起こるものではないから、以上の問題を考慮の外において集配材の情報システムをどれほど完備しても、歯抜けの問題は解決されないであろう。

3・5 船殻ブロックのストック計画

第1章で述べたブロックのストックは本来船殻部門の管掌であるが、後述するブロック艤装との関係からストック計画は本章に含める。

いま、ブロック置場を適当な広さに仕切って、それぞれの区画に1個のブロックをストックするものとする(注：区画の広さは必ずしも均等である必要はない)。

図3・1は、大組工程の場合と同様にして(第1章1・7および1・5図参照)前記の区画配置と計画平面を示したものであるが(注：実際のストック区画は必ずしも(イ)図のように隣接する必要はない)、ブロックをあらわす(ロ)図の長方形は、大組工程の場合と違って2区画以上にまたがることはなく、またその上辺が大組の完了日によって決まるストックの開始日を、下辺がブロックの搭載日によって決まるストック期間の終了日を示している。

ブロックのストック計画とは要するに、これらの長方形を上辺の日程の早いものから(ロ)図の計画平面上に割付けることであるが、上下両辺の計画日程軸上の位置は動かし得ないことが定盤計画の場合との大きな相違点である。

したがって、図のようにA～Dの長方形が割付け済みであったとして、Eを割付ける際の手順は次のようにな

る。

割付け可能な区画を検索すれば1番地と3番地の2区画が候補にあがるが、A、Cの各下辺とEの上辺との日程間隔を比較して大きいほうのCを選び、3番地の区画にEを割付ける。これは、大組と搭載の計画によって決まる上下両辺の位置が実際の工事で多少変わることがあっても、できるだけストック計画が影響をこうむらないようにするためである。

ただし、敷地面積が窮屈な造船所では、そのつど人間の判断によってストック場所をやりくりしたほうが結局は面積のロスが少ないから、以上のストック計画は、ブロック置場に十分な余裕がなければ実用化することができない。

しかしブロック置場の面積が十分であっても、ブロック搭載計画(「造船工業の計画管理」(2))および第1章の大組定盤計画がこのストック計画の前提となるから、そのような計画手段が整っていないならばむしろ、ブロック置場が広いだけではストック計画によって置場面積を有効に活用することはできない。

当社は既存造船所の例にもれず敷地面積が窮屈なため、大型タンカーの連続建造に当っては従来、平板ブロックを段積みにして詰め合わせ、前船の進水と同時に急ぎ船底ブロックを渠底に移し変えてストック場所のやりくりをはかってきたのが実情である。

ことに搭載クレーンの届かないブロック置場では、運搬台車やクレーン車が進入し得るだけのスペースがないとブロック置場の機能が果せず、その意味でも置場面積には十分な余裕が必要となるので、当社ではこのような物理的理由から以上のストック計画はまだ実施していない。

3・6 並行作業の平準化原理

本節の平準化原理は、後節の計画に応用することが目的である。

一般に、工程上の2節点間で行なわれる1群の単位作業がネットワークを構成しない並行作業の場合は、相互に順序関係の拘束を受けることがないため、個々の単位作業にはそれぞれの実施日程に自由度の幅があることになる。

艤装にはこの種の並行作業が多いことも工事が末端まかせになりやすい原因の一つと思われるが、考えようによってはむしろ自由度が多いほど任意に実施期日を指定した計画もたてやすいわけであり、こうしてたてられた計画に実施現場が従わないとすれば、計画管理というのは成り立たない道理である。

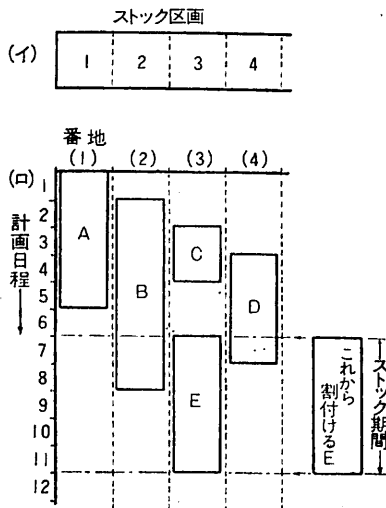


図 3・1 ストック区画配置(イ)と計画平面(ロ)

と本節の原理との大きな違いは、制限人員を定めて平準化するか人員無制限で平準化するかの相違である。

3.7 ブロック艤装の日程計画

船殻ブロックの大組完了後（一部は大組中）搭載までの間に実施される先行艤装はブロック艤装とよばれているが、1.8で述べたように大組工程の定盤計画に際してはこのブロック艤装に必要な日数が計画データの一部としてインプットされているので、大組完了日から搭載日までのストック期間は、最も短い場合でもブロック艤装に必要な日数だけは一応確保されていることになる（注：そのためブロック艤装を行わない場合より一般にストック期間が長くなってストック量は多くなる）。

しかし、そのブロックのストック期間中ブロック艤装を実施する日は定盤計画では指定されていないから、個々のブロックに対する艤装日程は艤装部門自身が計画しなければならない（注：起工前後に完成するブロックはとくにストック期間が長く、その他のブロックも多くはブロック艤装に必要な日数以上のストック期間となる）。

すなわち、個々のブロックがストックされる場所と日程は3.5のストック計画によって定まっているので、結局図3.1の長方形の縦辺によってあらわされるそのブロックの特定ストック期間中、いつブロック艤装を実施するかという日程計画が本節の計画である。

この計画は、図3.2のモデルにおいて、個々の作業がそれぞれ別個のブロックに対する艤装作業をあらわすものと考えた場合に相当する。

ただし、この場合の開始節点と完了節点の期日は個々の作業ごとに定まっており、それぞれ図3.1の長方形の上辺および下辺の日程と対応する。

したがって、前節の平準化手順ではかりに最後尾の作業からスライドさせると述べたが、本計画の場合は、個々の完了節点に対する余裕日数の最も多い作業からスライドさせることが必要である（注：このように前節の原理は応用に際してそのつどスライド順位を定義することが条件である）。

3.8 船内艤装の平準化計画

船殻ブロックの搭載に引き続いて実施される艤装工事を以下一括して船内艤装とよぶが、この艤装作業が船殻工程によって拘束を受けるのは一般に（機関室区域を除き）着手可能期日だけであるから、前節同様艤装部門独自の立場から3.2の趣旨に基づく平準化計画をたてる必要がある。

船内艤装は（たとひ従来の生産管理では明確に定義さ

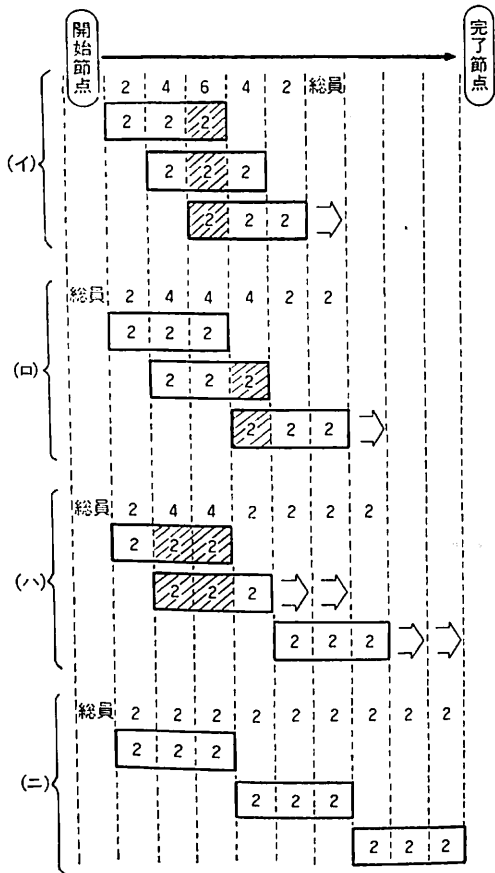


図 3.2 節点間作業の平準化モデル

さて前記のような並行作業の場合、節点期日を一定に保ったまま単位作業全体の総員数をできるだけ平準化する作業日程は、以下のアルゴリズムによって計画することができる。

図3.2は2人で3日かかる作業が三つあるものと考えたモデルで、(イ)図はこの作業グループの開始節点に対する最早日程である。

(イ)図の総員数が最大となる日（図では6人の日）にかかっている作業のうち、最後尾の作業を完了節点の方に1日スライドさせれば(ロ)図となり、以下同様の手順で(ハ)図を経て(ニ)図のように平準化される。

ただし、このときスライドさせ得る日数はむろん完了節点に対する余裕日数の限度以内であるから、たとえば(ロ)図でもし最後尾の作業完了日が完了節点の期日と一致したときはそこでこの手順は停止され、したがってその場合は、(ロ)図の日程ができる限り平準化された計画日程となる。

なお、SASPで船殻搭載工程の配員を平準化する場合

れていないにしても) とにかく何らかの単位作業から成り立っていることは間違いないのであるから、これらの単位作業を Activity と考えれば、船殻の搭載ネットワークと接続すべき船内艤装固有のネットワークが構成されるはずである。

ただし、船内艤装のネットワークは3・6で述べた並行作業が多いため1船全体を一目瞭然としたダイアグラムの形に書きあらわすことはできないが、SASP ではしいてそうする必要がないことは船殻搭載配員計画の先例がある。

本節の計画ではまず前記の(概念上構成される)ネットワークに対して各単位作業の人員と日数をインプットし、搭載配員の場合と同様の原理によってシミュレーションを行なう。

このシミュレーションは制限人員によって変わるだけで、船殻工程によって決まる起工、進水以外の節点(Event) 期日には拘束されないものとし、主要な節点期日はシミュレーションでアウトプットされた配員分布状態をみて責任ある管理者が決定しなければならない。

次に、こうして決定された節点期間の並行作業を改めて3・6により平準化し、これで最終的な日程計画が完成する。

従来の艤装計画は、経験的な根拠に基づいてはじめて節点期日を定め、その期日までにある工事を済ませよという大まかな指示にとどまっているため、実際の作業進捗は作業員まかせとなり、管理者はその進捗状況すら十分に把握することはできないのが実情といえる。

そのため管理の質的な向上をはかろうとすれば節点を数多く定めなければならないことになり、これらの数多い節点期日に日程をおさえられてしまえばもはや配員を平準化する余地はなくなることに問題がある。

本節のシミュレーションは従来とは逆の発想で、最初

に最も拘束の少ない状態で第一次の配員平準化を行ない、その結果として主要な節点期日を定めることがその特色である。

なおネットワークの Activity (単位作業) を設定するに当っては、従来のように節点を細分化するという考え方ではなく(言い換えれば、いつまでに何をやらねばならないかという意識を捨て去って)、先入観にとらわれずあくまで作業そのものを主体と考えることが肝心な点である。

3・9 艤装工程における計画管理上の課題

以上述べた本章の計画管理は、当社でもまだ準備段階で、具体化されるには至っていないので、アウトプットの様式は紹介することができない。

しかし、3・1で述べたように船殻と艤装は本来が利害相反するものではないから、船殻工程のSASPが行なわれさえすれば、それだけでも艤装工数は相当に低減するのである。

また、船殻工程の behavior がそれだけ安定した状態に達していなければ、艤装工程でどのような計画管理を企てても砂上の楼閣となるであろう。

当社においてもSASP以前の時期には、船殻工程が目先の予定(小日程計画)に従って行動するため、艤装工程はなおさら目先の予定に従って行動せざるを得なかったが、艤装工程におけるこの習慣は、船殻工程で改まった後もそのために迷惑をこうむる後工程がないので、なかなか一朝一夕には改めることが困難である。

したがって艤装部門内で、上部管理者の不断の指導による一種の精神革命が必要となるが、当社ではすでに船殻部門で先例が示されているので、いずれは解決することと思う。

新刊案内

1976年版 船舶写真集

内容 1968年4月以降1975年3月末まで7年間の竣工船の写真と要目を見やすく活用しやすいように、計画造船、その他の日本船、輸出船別に船の大きさ、船種、海運会社、造船所などを考慮し、353隻に厳選して収録。

付録 日本主要造船所一覧表(船台、ドック建造能力付)、日本主要海運会社一覧表(所有船腹量付)、船種別主要船舶の一般配置図を収め利用の便を図る。

体裁 B5版 300頁
上製ビニール装
函入
定価 3,500円
(〒200円)



発行所 株式会社 船舶技術協会 03(403)2907

造船技術者のための信頼性工学（2）

山口 勇 男*

2. 船体構造部材に生ずる応力頻度

2.1 はじめに

前号で信頼性工学全般について、さわりの部分を説明した。そして、信頼性解析を行なうには、船体構造部材に加わる力の頻度分布およびこれらの力により部材に生ずる応力の頻度分布と、鋼材の強さのばらつきや初期不整等を考えた部材の強度の頻度分布とが信頼性解析の基礎データになっていることを強調した。応力の頻度分布や部材強度の頻度分布の求め方は、いわゆる、信頼性解析の手法とは直接は関係がないが、信頼性解析の基礎データとして、避けて通ることはできない。そこで、少し横道にそれるようだが、この号と次の号とで、これらの頻度分布の求め方等について説明する。本号で説明するのは、船体構造部材に生ずる応力頻度であるが、このような応力頻度を計算できるようになったのは、ごく最近のことである。しかし、ここまでなるには、多くの研究が行われ、その研究の集積で、応力頻度の計算が可能になったわけである。そこで、本号では、まず、船体強度計算法の変遷の歴史をひもとき、次に、これらの計算によく使用される有限要素法とストリップ法について、簡単な説明を加えたい。この解説は、あるいは蛇足みたいに受け取られるかも知れないが、有限要素法やストリップ法に比較的近い人のための常識程度の話として書いたつもりである。そして、本号の最後では、船体構造部材に生ずる応力頻度の計算例等について説明する。

本号で説明する事柄は、造船工学の構造計算全般にわたるものであって、とても、数ページ程度のページ数で説明できるようなものではなく、ちゃんと書くと数冊の本になると思う。このように、ここに書かれた事柄は、“舌足らず”の感が強いが、造船技術者の常識程度の話として了解して頂きたい。

2.2 船体強度計算法の変遷

現在では、大型コンピュータを使用した立体的船体構造解析法が実用化され、かなり複雑な構造計算ができるようになった。ここでは、船体縦強度および横強度計算法を主として、その発展の歴史を回顧してみる。

まず、船体縦強度関係から始めよう。縦強度計算における満載喫水線規程の公式、いわゆる $f \cdot B \cdot d$ の計算は、Abell¹⁾ により提案されたものであるが、この式は、船に加わる最大曲げモーメントを、船の長さ、幅、喫水の関数として表わしたものであって、理論的根拠よりも実績の方が先行した式と思われる。その後、船体に加わる曲げモーメントの推定に関する多くの研究が行なわれた。その主なものを以下に説明する。

田代²⁾ は、船型、機関室の長さや重量、二重底タンクの有無、船楼などの有無が船体の静的曲げモーメントにどのように影響をおよぼすかについて、系統的な研究を行なった。次に、秋田³⁾ は、Pierson-Neumann の不規則海洋波理論⁴⁾ と St. Denis-Pierson の船体の不規則運動理論⁵⁾ とを使用し、船体縦曲げモーメント計算に使用する波長と波高との関係を解明し、統計学的手法により、従来の $L/20$ の波高に対し、等価波高という概念を導入した。枘田⁷⁾ は、統計的見地から、縦曲げモーメントの計算式を示した。すなわち、多数の実船のデータを調査し、静水中の縦曲げモーメントの計算式を求め、大洋における荒天の程度とその頻度を推定して、航行中の船体縦強度の計算式を示し、疲労強度をも考慮して、船体縦強度の基準を提案した。

以上の研究に引続いて、船体縦強度に関する研究は、ストリップ法を使用し、波浪中の船体運動解析から波浪外力を推定する研究へと移ってゆく。ここで、しばらく、ストリップ法の発達の歴史を振り返ってみよう⁹⁾。

船体運動に関する古典的理論は、1896年と1898年に A. Kriloff¹⁰⁾により発表されたが、現在では、殆んど忘れられた存在となっている。それから約60年後、Korvin-Kroukovsky¹²⁾は、Munk¹⁴⁾が飛行船に働く力とモーメントの計算に用いた理論を、規則波中の船体運動に応用し、いわゆる、ストリップ法を提案した。ス

* 日本海事協会 開発部長 工博

トリップ法とは、船体を長さ方向に多数のストリップに分割し、各ストリップに働く力の平衡条件から、船に加わる外力を解析する方法であって、大量の計算が必要のため、コンピュータの使用により、実用化されたものである。この論文の発表により、波浪中の船体運動や波浪荷重に関する研究が急激に発展する端緒となった。

その後、渡辺¹⁵⁾は、Korvin-Kroukovskyの理論大系をわかりやすく、また、計算しやすい形に書き改め、一方、田才¹⁶⁾、Grim¹⁷⁾、Porter¹⁸⁾などによって、二次元流体理論による付加質量や減衰力の計算法が発表され、ストリップ法による上下揺と縦揺の計算法が実用化された。もともと、ストリップ法は船体運動解析の理論であるが、福田¹⁹⁾は、これを規則波中の船体に働く剪断力や曲げモーメントなどの波浪荷重の計算にも適用した。また、従来の縦波による上下揺や縦揺だけの理論が、斜波中の船の運動にまで拡大され²⁰⁾²¹⁾²²⁾、模型船の水槽試験結果とストリップ法による計算結果とがかなり良好な一致を示すことが確認され、その実用性はますます増加した。ストリップ法を使用して、規則波中の船体運動を解析し、対象とする海域の波浪発生頻度のデータを使用して、統計的な解析をすることにより、その海域における航行中の船舶に加わる曲げモーメントなどの波浪外力の長期予測を行なうことができるようになった²³⁾²⁴⁾。

このように、ストリップ法の使用により、船体に加わる外力はかなり正確に計算されるようになった。

もちろん、ストリップ法の精密化に関する研究は、現在でも、着着と進められており、その実用性はますます増加するであろう。以上説明したように、航行中の船舶に加わる外力が計算できるようになったので、このような変動荷重を受けた場合の部材の応力頻度を計算するコンピュータプログラムが開発された。すなわち、秋田等²⁵⁾は、波浪中の船体運動や縦応力等を一つのシステムとして、一貫して計算できるコンピュータプログラム、いわゆる、縦強度解析トータルシステムを開発した。このような計算をすることで、縦応力の応力頻度の長期予測が簡単にできるようになった。

次に、目を転じて、船体横強度計算法の発達の歴史を回顧しよう。

船体横強度をはじめて計算したのは、ReadとJenkin²⁶⁾で、今から約90年前である。この方法は試索法と言ってもよい計算法で、現在では、横強度計算法の歴史からも忘れられようとしている。その後、1901年に、Bruhn²⁷⁾が横強度計算法を発表した。Bruhnの方法は歪エネルギー法を使用し、横部材を適当な数に区切って計算する方法であって、変断面部材の影響も計算できるようにな

っている。その考え方は、現在の有限要素法と似たところがあり、興味ある計算法であるが、当時としては、計算法が非常に面倒であったため、実用化されなかった。その後、Dahlmann²⁸⁾は横部材を等断面の直線部材におきかえ、撓角撓度法を使用した横強度計算法を発表し、横強度計算法の基礎を作った。その後、中心線桁板や側桁板などの縦部材が横強度におよぼす影響についての研究がSchilling²⁹⁾、栖原³⁰⁾により行われ、いわゆる立体横強度計算法が出現した。しかし、コンピュータの普及していない当時では、この立体横強度計算法の実用化は難しく、これの近似計算法の研究が山越³¹⁾、山口³²⁾により発表された。

一方、端部変断面部や剪断変形の影響を撓角撓度法に組入れる試みがなされ、山口³³⁾により、スパンポイントの概念が導入され、タンカーの部材のように深い部材も撓角撓度法で簡単に計算できるようになった。

1950年頃から、造船の主役が、一般貨物船からタンカーへ移り、その中でもっとも重要な論文は、端部変断面部や剪断変形の影響を考えてタンカーの立体横強度計算を行なったStenerothの論文³⁴⁾と日本海事協会横強度研究委員会の報告³⁵⁾であろう。その後、山越外³⁶⁾により、船側外板と縦通隔壁の相対変位の影響の重要性が指摘され、この影響を考慮した計算法が行なわれるようになった。

1960年代になると、コンピュータが日本造船界に普及し、コンピュータによる横強度計算法が森外³⁷⁾により発表され、横強度計算とコンピュータとは縁が切れない状態となった。また、この時代から、いわゆる、専用船ブームが出現し、タンカーに引続き、鉱石運搬船、バルクキャリアー、コンテナ船などが建造され、就航しはじめた。これに対応して、これら専用船の横強度計算プログラム、さらに、横強度だけではなく、船体構造全体を解析するプログラムが開発された³⁸⁾³⁹⁾⁴⁰⁾。また、船体に加わる波浪荷重についても、前述のストリップ法による水圧分布を横荷重として与えるようになり、計算の精度は向上し、実情に近い状態の計算ができるようになった⁴¹⁾。

1960年の後半から1970年にかけて、船体強度計算法は、今までの立体骨組構造計算法から、船全体を有限要素法で解析する気運が高まり、日本造船研究協会⁴²⁾では、有限要素法による船体構造解析プログラム“PASS AGE”を開発し、構造計算の精度は大幅に向上した。

以上の計算プログラムは、ある荷重に対して、その応力分布を解析する計算プログラムであって、船が大洋を航海する場合の横部材の応力頻度を計算することはできない。理論的には、上記の計算プログラムでも、無数の

荷重を加えた計算をすれば可能であるが、これに要する人手と計算費用は莫大のものであって、とても、実用には供せられない。そこで、構造計算部門を簡略化し、航海中の船の横部材に生ずる応力頻度を計算できる計算プログラム、いわゆる、横強度解析トータルシステムの開発が強く望まれていたが、最近、その計算プログラムが日本海事協会⁴³⁾で開発された。このような計算プログラムは世界でも初めてであって、この計算プログラムの出現により、今まで不明であった横部材の応力頻度分布もようやく計算できるようになった。

以上、船体強度計算法の歴史を回顧したが、これらの計算法は、最近20年の間に急速に発展したもので、船の長い歴史に比べると、はるかに短い期間である。なお、ここでは、船体縦強度と船体横強度の面から回顧したが、他の部門、たとえば、局部強度や振動などの部門でも、急速な発展をとげていることは申すまでもない。

2.3 有限要素法と構造解析

近頃“有限要素法”、“Finite Element Method”、“FEM”という言葉がよく使用されている。“有限要素法で応力計算した”とか“船全体をFEMで精密計算した”など有限要素法は構造計算の万能選手みたいなひびきを与えている。有限要素法とはどんな方法か？ここでは、難しい理屈を抜きにして、その概略だけを説明し、船体強度計算にどのように使用されているかを説明する。なお、有限要素法の詳細については、参考文献⁴⁴⁾を参照されたい。

有限要素法はアメリカの航空界で生れ、発展した構造解析法であって、現在では、航空関係はもちろん、土木、建築、造船関係はじめ、かなり広い範囲の分野で実用化されている。

簡単に言うと、有限要素法とは、任意の形状の物体を三角形や四角形などの多数の有限な要素に分割し、各要素間の変位や力の平衡条件から、多元連立方程式を解き、その物体の変形や応力状態などを解析する方法であって、このような方法を採用すると、数式で表わすことができない複雑な構造物でも、かなり良好な精度で、構造解析を行なうことができる。

現在、有限要素法で一般に使用されている要素は三角形要素と長方形要素とである。また、要素の面内変形だけを考えた場合と、曲げや捩りなどの面外変形をも考えた場合とでは、要素の節点の自由度が異なるため、剛性マトリックス（対象とする構造の剛性を表すマトリックス）が大きくなり、従って、連立方程式の元数が大きくなって、計算時間が急激に増加する。

計算の精度を向上させるには、応力の変化の激しいと

予想される箇所は、なるべく詳細に要素分割することが望ましいが、コンピュータの容量や能力などから、要素の数が制限される場合が多い。そこで、このような場合には“Zooming”という手法が使用される。Zoomingとは最初、構造全体を粗い要素で分割して計算を行ない、応力の変化の激しい箇所の周辺の方や変位などを求め、次に、この部分だけを詳細に再分割して、最初の計算で求められた力や変位を加えて計算する方法である。また、上述の方法と似た方法でユニット分割法もよく使用されている。この方法は、いくつかの要素の集り（ユニットと呼ばれている）について、外力と変位との関係を予め計算しておき、ユニットを一つの要素のように取扱う方法である。これらの方法を採用することにより、かなり複雑な構造物でも、中容量のコンピュータで計算することができる。

有限要素法を実際の構造物に使用するとき問題となるのは、インプットデータ作成の煩雑さをどのようにして解消するかである。有限要素法で構造解析を行なうには、構造物を要素分割し、各要素の座標をインプットデータとして与えねばならない。簡単な幾何学的図形の場合は、要素分割も節点の座標も比較的簡単に求められるが、実際の構造物、特に、船体のように複雑な構造物では、人間が要素分割し、かつ、その座標を計算するのは大変な仕事である。

このような場合、自動分割の手法がよく使用される。この方法は、解析の使用頻度の高い構造物を解析する場合、いちいち人間が要素分割し、その座標を計算するかわりに、コンピュータ内で計算させる方法である。たとえば、タンカーのトランスリングの場合、桁の深さや長さ、わん曲部の曲率半径、ストラットの位置などをインプットすると、要素分割やその他の計算はコンピュータ内でやってくれる。現在、われわれが有限要素法を使用した船体構造解析プログラムを作成する場合、もっとも苦勞するのは、インプットデータの作成の手間を省くため、どのような入力処理プログラムを作成するかということである。

前述の船体構造解析プログラム“PASSAGE”⁴⁵⁾は、前述の入力処理プログラムの整備されたプログラムといえる。このプログラムでは、タンカーの標準的構造様式をコンピュータに記憶させ、船体主要構造図に記載された主要寸法、部材寸法等の諸数値や外力をインプットするだけで、要素分割やその他の計算は、自動的にコンピュータ内で行なうことになっており、このプログラムに対し、特に深い知識のない造船技術者でも、1～2日の工程でインプットデータ作成の作業を行なうことができ

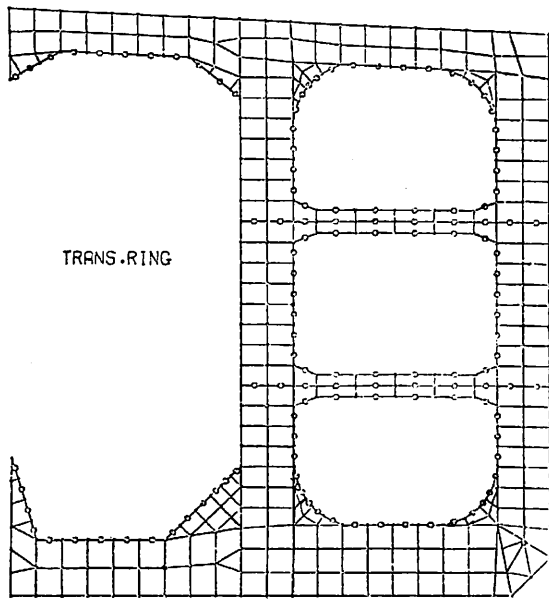


図 2.1 タンカートランスリングの要素自動分割

る。図 2.1 はこのプログラムでタンカーのトランスリングを自動分割した例である。

以上、有限要素法の効能書を並べてみたが、これを読むと、有限要素法は構造解析の万能選手みたいな気がするであろう。しかし、この万能選手にも泣き所がある。この泣き所を説明しよう。前述のように、有限要素法を使用する場合は、大量のインプットデータが必要であり、この欠点を救うため、入力処理プログラムが必要である。この入力処理プログラムの作成にはかなりの人手や時間が必要であり、苦勞して入力処理プログラムを作っても、完成した時点には、新しい構造方式の船には適用できない場合が多い。もう一つの泣き所は計算時間が長くなり、コンピュータの計算費用が高くなることである。前述の "PASSAGE" の場合は、静的な計算だけでも、1隻当たり、100万円以上の計算費用が必要であって、航行中の応力頻度を求めるには、膨大な数の荷重についての計算を行わなければならないので、その計算費用は目のとび出る額になると思われる。

以上述べた泣き所は、コンピュータ全般についても言える事柄かも知れない。われわれ造船技術者がもっとも必要とするものは、静水中の応力分布ではなく、外洋を航海する場合の応力頻度である。多少計算精度は悪くても、手軽に計算できる計算プログラムが必要であろう。このような見地から、応力頻度を求めるトータルシステムの開発が進められ、着々とその成果があげられている²⁾⁴³⁾。

2.4 ストリップ法と長期予測値

船体に加わる波浪外力等の頻度分布を求めるには、どうしても、ストリップ法という横文字がでてくる。ここでは、ストリップ法について、造船技術者の常識程度のミニ解説を試みる。詳細については、前述の参考文献⁴⁾および関連の諸論文を参照されたい。

船体が規則波中で運動している場合に、船体に働く荷重は、周囲の流体から受ける流体力と船体の質量に基づく慣性力とに分けることができる。これらの力は、船の長さ方向に異なることは当然である。そこで、船体を船の長さ方向に多数のストリップに分割(図 2.2 参照)(普通は約 20 箇位に分割)すると、1つのストリップは平面問題として取扱うことができ、各ストリップに働く力の平衡条件からストリップに働く外力を解析できる。

さて、前述の周囲の流体から受ける流体力は、次の 3 つに分けることができる。

- (1) 波面とストリップとの相対的な変位による流体力で、静水圧および Froude-Kriloff の力とからなる。(dF₁)
- (2) 抵抗によるもので、造波抵抗、摩擦抵抗、造渦抵抗等から構成される力 (dF₂)
- (3) 付加質量による力で、これは断面の周囲の流体がもつ運動量の変化率に等しい。(dF₃)

ゆえに、ストリップに加わる流体力 (dF_f) は上記 3 つの力を合計したもので、次式で表される。

$$dF_f = dF_1 + dF_2 + dF_3 \quad (1)$$

ただし、dF_f は船体運動の関数であり、この段階では、船体運動が未知であるので、dF_f も定量的には未知である。次にストリップの質量による慣性力(これも船体運動の関数)を dF_i とすると、船全体に働く慣性力および流体力は各ストリップに働く力を長さ方向に積分したものの、すなわち、

$$\begin{aligned} \text{慣性力 } F_i &= \int_L dF_i \\ \text{流体力 } F_f &= \int_L dF_f \end{aligned} \quad (2)$$

で表わされる。船全体では、この両方の力が釣合っているから、平衡方程式として、次式を得る。

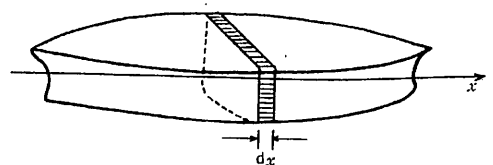


図 2.2 船の分割

$$F_i + F_j = 0 \quad (3)$$

この式を解いて、船体運動が求まれば、慣性力 dF_i および流体力 dF_j が定量的に定まる。また、このストリップに働く全荷重 dF は次のように表わされる。

$$dF = dF_i + dF_j \quad (4)$$

このように、慣性力や流体力が求まると、船体のある断面に働く剪断力およびモーメントは、上記の荷重 dF を船首または船尾端から、その断面まで積分することにより得られる。

次にストリップ法を用いた船体運動解析法の現状について説明する。三次元空間における船体運動は、各軸に関する移動と回転とであって、6種類あるが、通常は、これらを次の3つの運動系にわけて解析している。

- (1) 縦運動系 上下揺 (移動) 縦揺 (回転)
- (2) 横運動系 左右揺 (移動) 船首揺 (回転) 横揺 (回転)
- (3) 非連成運動として前後揺 (移動)

この3つの運動系のうち、(1)の縦運動系はもっとも古くから研究されており、実用上充分有効であることが確認されている。次に、(2)の横運動系については、縦運動系に比べると、若干の問題点がある。すなわち、上下揺の場合には、減衰抵抗として造波抵抗だけを考えればよかったが、横揺においては、粘性抵抗が無視できない。横揺に関する造波抵抗は角速度に比例するが、粘性抵抗は表面の速度の2乗に比例すると言われており、運動方程式の線形性が保持されないばかりか、現段階では、粘性抵抗の解明も不十分であり、実験的な手法に頼らざるを得ない。(3)の前後揺に関しては、あまり理論的な研究が少なく、通常は運動を抑制する項を無視して解析しているので、同調時近傍で妥当な解が得られない。

以上のように、船体運動理論とスリップ法とを使用すると、規則波中の船体に働く剪断力や曲げモーメント等の力を計算することができる。しかし、船が外洋を航海する場合は不規則波の中であり、また、長期予測を行なう場合は、海洋波の有義波高と平均波周期に関する発現確率のデータが必要となる。このような海洋波のデータとして、もっとも多く用いられているのが、Walden⁴⁵⁾とHogben⁴⁶⁾のデータであろう。これらのデータは、すべて北大西洋の海洋波のデータであって、多分、日本で計算された船体応力の長期予測値は、殆んど、上記の北大西洋のデータを使っていると思う。そこで、われわれのもっとも関係の深い太平洋や中近東方面を航海した場合、船体に生ずる応力の予測値はどうなるかという疑問がおこってくると思うが、これらの海域の波の観測されたデータは少なく、正確な値は算出できない。福田等の

研究⁴⁷⁾によると、

- (1) 日本～北米西岸航路にて、 $Q=10^{-8}$ に対応する長期予測値は、北大西洋にて $Q=10^{-7} \sim 10^{-6}$ に対応する長期予測値にほぼ等しい。
- (2) 日本～ベルシャ湾航路にて、 $Q=10^{-8}$ に対応する長期予測値は、北大西洋にて $Q=10^{-6} \sim 10^{-5}$ に対応する長期予測値とほぼ等しい。
- (3) 欧州～北米東岸航路は北大西洋航路とほぼ等しく、欧州～ベルシャ湾航路は日本～ベルシャ湾航路とほぼ等しい。

と推測されている。ここで、 $Q=10^{-8}$ の長期予測値の意味について少し説明する。 $Q=10^{-8}$ の長期予測値とは、船と波とが 10^8 回(1億回)出会った場合(これは船の一生、約20年間に匹敵する)一番大きいと予測される値である。すなわち、船の一生で起り得る最大期待値と考えてよい。ゆえに、 $Q=10^{-6}$ に相当する期間は、

$$\text{約}20\text{年} \times \frac{10^6}{10^8} = \text{約}0.2\text{年} = \text{約}2.4\text{カ月} \quad (5)$$

であって、 $Q=10^{-6}$ の長期予測値は約2.4カ月の航海中起り得る最大期待値である。この長期予測値は、縦軸に長期予測値、横軸に $\text{Log}_{10} Q$ をプロットするとほぼ直線関係にある(図2.3参照)。そこで $Q=10^{-8}$ の値が24m水頭と計算された場合は、 $Q=10^{-6}$ の予測値は、

$$24\text{m水頭} \times \frac{6}{8} = 18\text{m水頭} \quad (6)$$

と近似的に求めることができる。

2.5 船体構造部材に生ずる応力頻度

以上、船体構造部材に生ずる応力頻度を求めるための予備知識について説明したが、ここでは、本号の主命題である応力頻度の具体例について説明する。

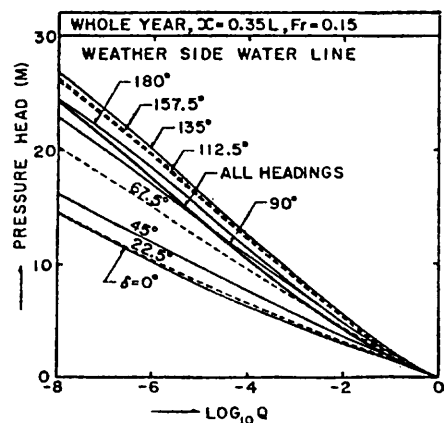


図 2.3 SS 8 $\frac{1}{2}$ における水線における水頭の長期予測値⁴⁷⁾

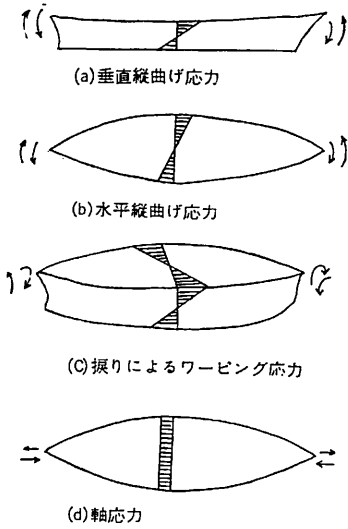


表 2-1 計算対象船一覧表

船名	主要寸法 (m) L × B × D × d	DWT (トン)	排水量 (トン)	Cb	速度 (ノット)	L/B	L/D	B/D	平水中曲げ応力	
									船底 (%)	甲板 (%)
A	205×305×15.8×1224	50800	62700	0.797	16.5	6.72	12.98	1.93	3.4	-3.9
B	213×320×16.9×1299	60600	73000	0.804	15.5	6.66	12.60	1.89	6.9	-7.9
C	230×35.3×18.0×1249	70900	85900	0.814	15.3	6.52	12.78	1.96	1.6	-1.9
D	246×40.2×21.8×1510	103700	121100	0.799	15.6	6.12	11.28	1.84	5.2	-5.9
E	260×43.5×22.8×1703	138500	160800	0.815	15.4	5.98	11.40	1.91	0.8	-1.0
F	270×44.0×25.0×1783	155500	179900	0.829	14.8	6.14	10.80	1.76	4.3	-5.1
G	281×46.2×25.0×1703	157800	183100	0.840	16.1	6.08	11.24	1.85	-1.2	1.4
H	302×50.4×24.3×1844	204500	236300	0.814	16.1	5.99	12.43	2.07	0.3	-0.3
I	314×54.8×26.4×2053	261400	298000	0.825	15.8	5.73	11.89	2.08	1.1	-1.3
J	326×49.8×23.2×1769	209400	241900	0.830	16.5	6.55	14.05	2.15	5.3	-6.4
K	330×54.5×35.0×2707	372700	425700	0.853	15.0	6.06	9.43	1.56	3.9	-4.6
L	360×62.0×36.0×2800	477000	547400	0.852	14.7	5.81	10.00	1.72	2.2	-2.5

図 2-4 航海中の船体縦応力

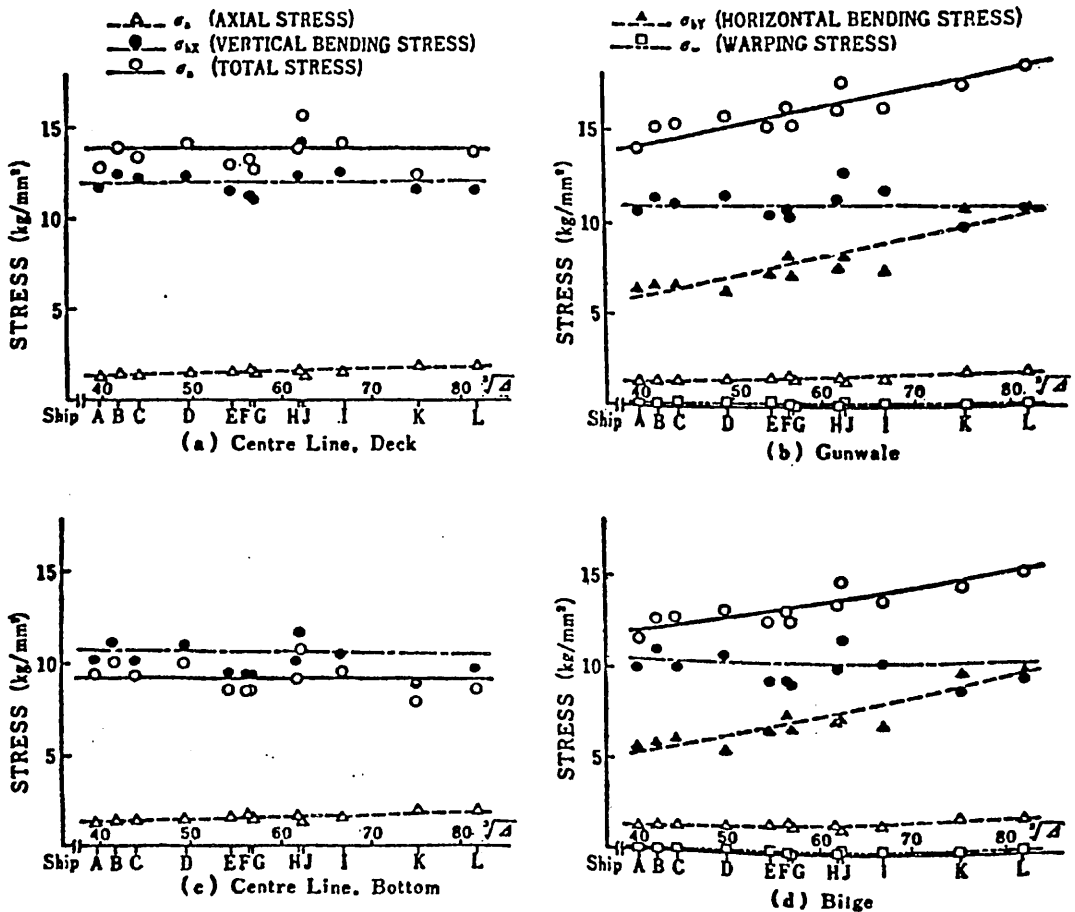


図 2-5 縦方向変動応力の最大期待値 (10⁻⁸)

2.5.1 船体縦応力頻度

船体縦強度は、船の強度のうちでも、もっとも重要なものであり、規則等にも古くからとり入れられている。今まで、われわれ造船技術者が問題にしていた縦強度は、ホギング、サギングによる縦応力だけであったが、船が波浪中を航海する場合は、図2.4に示すように、上記の応力（垂直縦曲げ応力）のほかに、水平縦曲げ応力や捩りによるワーピング応力や軸応力が発生する。

船が静水中に静止の状態および完全な向い波または完全な追い波の中を航行する場合は、従来の垂直縦曲げ応力だけで十分であるが、斜波の中を航行する場合は、水平曲げ応力やワーピング応力も大きくなり、無視することはできない。

日本海事協会で計算した具体例²⁵⁾について述べる。この計算は、前節で述べたストリップ法を使用して、船体運動および船体に加わる外力を計算し、船体縦強度の応答計算においては、有限要素法を使用して、断面二次モーメントや捩り係数等の縦部材の諸係数を求め、船体を変断面梁と考え、応力を算出したものである。また、応力頻度の長期予測に関しては、前述の Walden のデータを使用した。

図2.5は、5万DWT～48万DWTの12隻のタンカーについて、波浪中の縦方向変動応力の 10^{-8} 最大期待値をまとめたものである。計算の対象となった12隻のタンカーの諸要目等は表2.1に示した。

図2.5の(a)は上甲板中心線部、(b)はガンネル部、(c)は船底中心線部、(d)はビルジに発生する諸応力を示し、●印は垂直縦曲げ応力(σ_{bx})、▲印は水平縦曲げ応力(σ_{by})、□印はワーピング応力(σ_w)、△印は軸応力(σ_a)、○印は縦方向全応力(σ_n)の 10^{-8} 最大期待値を示す。また、横軸は船名および排水量の三乗根($\sqrt[3]{V}$)を示す。

中心線上の部材では、水平曲げや捩りの中立軸にあたるので(図2.6参照)、水平曲げ応力やワーピング応力は発生しないが、船側部では、水平曲げによる応力がかなり大きく、そのため、縦方向の全応力(○印)は、従来考えていた垂直曲げ応力より、かなり大きくなっている。特に、船が大きくなると、水平曲げ応力が大きくなり、縦方向全応力も大きくなる傾向にある。

ここでちょっと横道にそれるようだが、ここで計算された縦方向の全応力は、位相差等を考慮して、ちゃんと計算した値であるが、この値は、いわゆる自乗和平均値で近似される。すなわち、

$$\sigma_n \approx \sqrt{\sigma_{bx}^2 + \sigma_{by}^2 + \sigma_w^2 + \sigma_a^2} \quad (7)$$

である。この自乗和平均値は、それぞれの事象が独立の場合は、(7)式は正確になり立つが、上記のように、応力

間に多少の相関関係がある場合でも、近似的に成立する。

今までわれわれが縦強度の基準と考えていた垂直曲げに対する断面係数は、図2.6のx軸に対するもので、このような断面係数は、船の深さが大きいほど有効であったが、水平曲げに対する断面係数は、図2.6のy軸に対するものであって、船の幅が広いほど有効である。

また、この計算では、捩りによるワーピング応力は比較的小さいが、これは、タンカーの横断面が開断面であって捩り剛性が大きいからである。コンテナ船や長倉口の一般貨物船のように開断面の船では、この応力がかなり大きくなっている。たとえば、日本造船研究協会第134研究部会で計算した長さ245m、1,800個積みコンテナ船の波浪中変動応力の計算結果⁴⁰⁾では、垂直曲げ応力よりも高いワーピング応力が算出され、その値は 10^{-6} 最大期待値で 10 kg/mm^2 以上にもなっている。

なお、軸応力は一般的に小さく、この応力が問題になることはないと思う。

上述のように、従来の垂直曲げのみを考えた縦強度では不十分で、水平曲げや、船の種類によっては、ワーピング応力を考える必要があろう。

2.5.2 船体横部材応力頻度

船体横部材に生ずる応力頻度について説明する。本号の2.2および2.3で述べたように、船体横強度解析は、船体縦強度解析に比べると、問題にならないほどやさしい。その最大の理由は、縦強度は、いわゆる梁理論で解析できるが、横強度は、三次元解析による骨組構造解析あるいは有限要素法による解析が必要なことである。そのため、静的な計算でも相当な手間がかかることは前にも説明したとおりである。これに加えて、横部材の応力頻度計算では、部材に生ずる応力と荷重との相関関係が必ずしも線形でないという難点があり、応力頻度を求める時の統計処理に大きな困難を伴う。このような種々

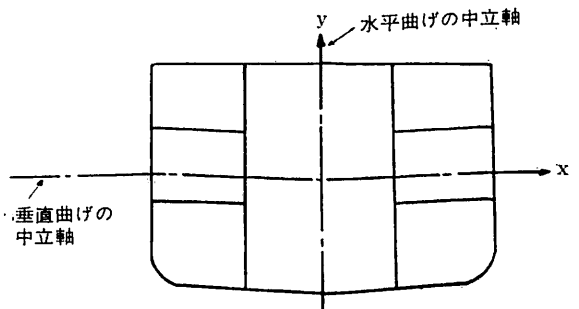


図2.6 タンカーの中央断面と中立軸

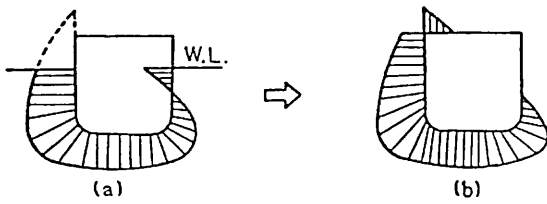


図 2.7 横部材に加わる水圧の修正

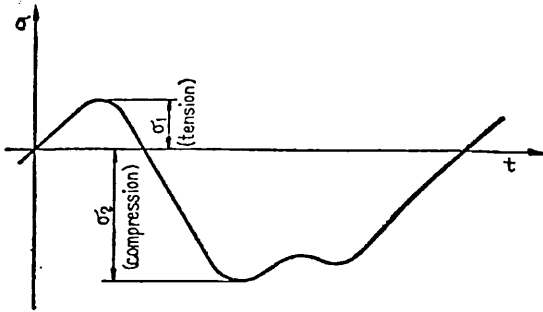
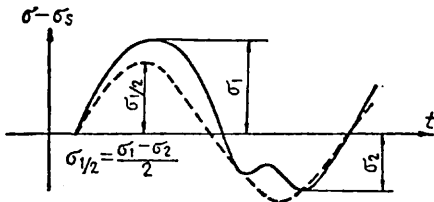
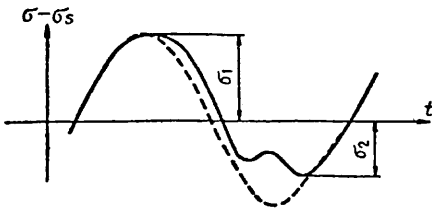


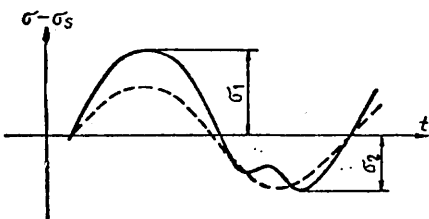
図 2.8 部材応力の時間的経過



(a) Procedure 1 ($1/2 (\sigma_1 - \sigma_2)$ を片振幅としたもの)



(b) Procedure 2 (引張の最大応力を片振幅としたもの)



(c) Procedure 3 (圧縮の最大応力を片振幅としたもの)

図 2.9 部材応力の線形化

の難点を克服するためには、思い切った近似化を行わねば、理論的には可能でも、とても実用には供されない。以上のような理由から、横部材の応力頻度を計算する船体横強度トータルシステムの完成は、縦強度トータルシステムの完成に比べて、かなりおくれ、最近ようやく、その成果が発表されるようになったことは既に述べたとおりである。多分、このような計算結果は世界でも初めてのものであろう。

では、日本海事協会が開発した船体横強度トータルシステム⁴³⁾について、その解析方法および解析結果の具体例について説明する。

船体運動解析と波浪荷重計算は、前述の縦トータルシステムにおける計算とほぼ同じである。すなわち、船体運動理論とストリップ法とを使用して、横部材に加わる変動水圧を求めるのであるが、縦強度解析では、船の長さ方向の剪断力や曲げモーメントを求めたが、横強度解析では、各断面に加わる水圧分布を求めねばならない。このシステムで使用している変動水圧分布解析理論は線型理論であり、図 2.7 (a) のように、水位が水線より下った場合に負圧が発生したり、また、水位の上昇があっても、水線より上の部分の水位は求められない。このような現象は現実的でないので、計算された水圧分布図 2.7 (a) を図 2.7 (b) のように修正している。また、このほかに、タンクあるいはホールド内の積荷の船の運動による圧力変動も計算している。

次に、構造解析では有限要素法を使用しているが、こ

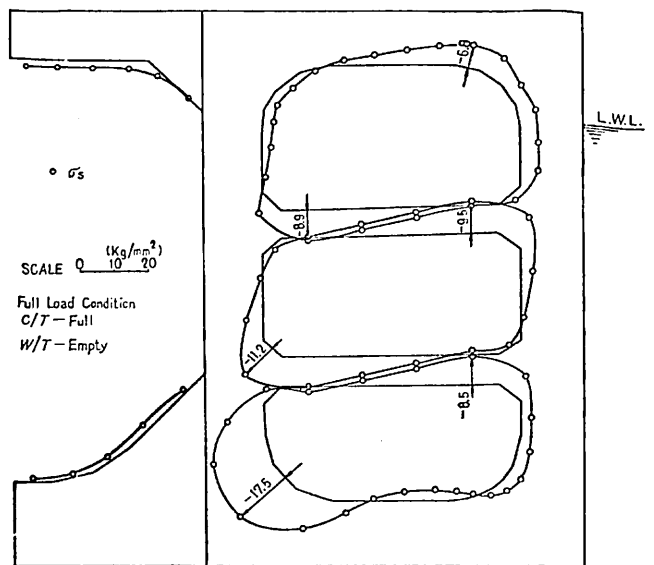


図 2.10 静水中の応力分布 (満載状態)

のシステムでは、2・3で説明したユニット法を採用し、できるだけ、内部節点を消去し、計算量を少なくするよう工夫されている。また、ユニットを構成する要素も、図2・1の場合に比べると、かなり粗く分割している。そして、このような構造ユニットを集めて、サブ構造→集合サブ構造→全体構造と4レベルの構造で1貨物タンクを構成している。このような近似化に伴う誤差については、検討済みで実用上十分であることは確認されている。

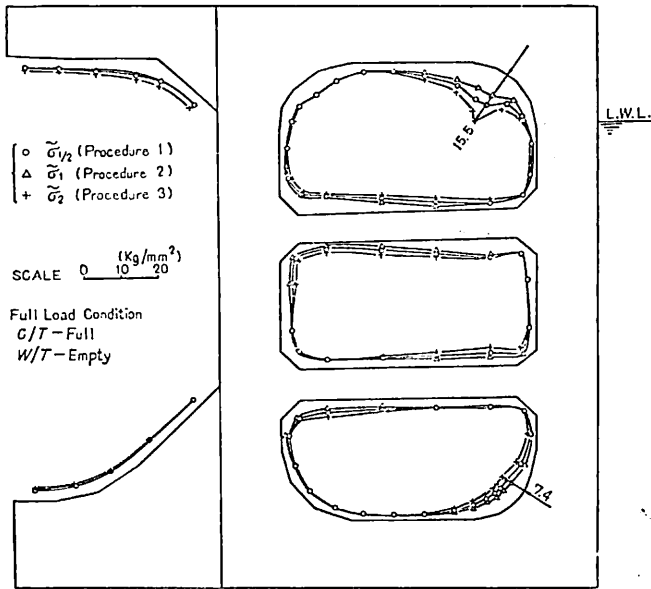


図 2-11 変動応力分布 (10⁻⁸ 最大期待値)

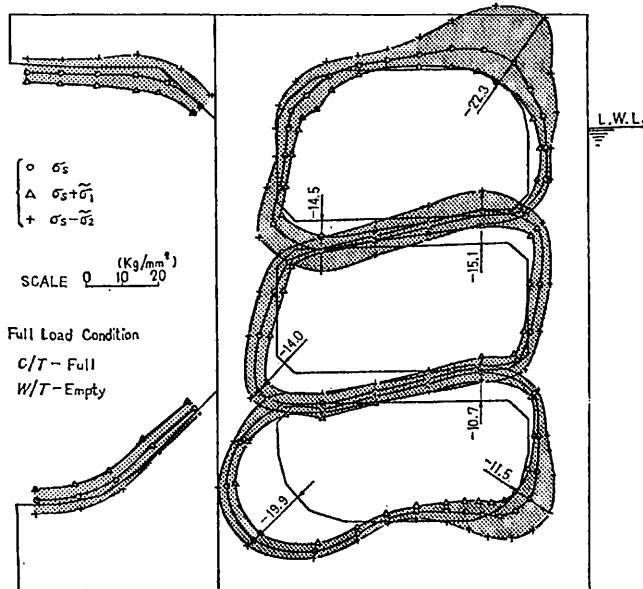


図 2-12 静水中の応力を考慮した変動応力 (10⁻⁸ 最大期待値)

る。また、部材に加わる荷重については、サブ構造の節点に加え、この荷重は、左右対称成分と、左右逆対称成分とに分離して計算する方法を採用しているため、断面の構造解析は、中心線から片側のみでよい。

次に、応答函数計算および統計解析について説明する。縦強度解析の場合は、波高と応力との関係が線形であるため、単位波高に対する応答を計算すれば、線形重ね合せにより統計処理が可能であるが、横強度解析の場合はこのようにうまくゆかない。船底付近の横部材では、波高と応力との関係は比較的線形に近いが、水線付近の横部材では、線形性が大きく崩れてくる。そこで、単位波高による重ね合せ計算はそのまま適用できず、数種の波高に対する部材の応答を計算し、ワルデンの波浪データを使用して、これらの波を適当に振りわけている。このような非線形のため、規則波中の横部材の応答関数は、振幅と位相差だけで表わすことはできず、時々刻々の荷重状態を求めて、その荷重に対する応答を計算して、時間的な変動状態を計算せねばならない。例えば、ある部材に生ずる応力の時間的な変動は図2・8のようになるが、この応力の統計処理に際しては、図2・8から最大値(引張側) σ_1 と最小値(圧縮側) σ_2 を求め、図2・9の(a), (b), (c)の3つの方法により線形化し、従来の線形重ね合せ理論により統計処理し、長期予測計算をしている。

さて、具体的な計算結果について説明する。計算の対象船は24万DWT型タンカーであって、その主要寸法は、 $L \times B \times D = 304\text{m} \times 52.4\text{m} \times 25.7\text{m}$ である。まず、静水中(センタータンク満載、ウイングタンク空、満載状態)のトランスリングの応力分布を図2・10に示す。この応力分布は従来計算されたトランスリングの応力分布と同じ傾向であって、最大応力は三叉部に発生している。しかし、波浪中の変動応力となると、その傾向は全く変わってくる。図2・11にトランスリングの変動応力(10⁻⁸最大期待値)を示したが、変動応力のもっとも激しい部分は、デッキトランスの外板側コーナ部であって、次は、船底トランスの外板側コーナ部である。ゆえに、実際にトランスリングに生ずる応力は、図2・10と図2・11を重ね合わせたものであって、これを図2・12に示す。図2・12の○印(σ_s)は静水中の応力、△印は静水中の応力に引張側の変動応力を加えたもの、×印は静水中の応力に圧縮側の変動応力を加えたものである。ゆえに、予想される応力振幅は△印と×印との間である。しかし応力の絶対値は、トラ

ンスリングのフェイス面を基準とした値となる。上記の計算結果は、いずれも、満載状態のものであるが、バラスト状態でも、デッキトランスコーナ部の変動が大きいことは満載状態と同じである。このように、航行中の横部材の応力分布は、従来計算された静水中の応力分布とかなり異っていて、特に、デッキトランスの外板側コーナ部の応力振幅が大きいことは注目に値する。

2.5.2 その他の応力

以上、船体に加わる応力の代表的なものとして、縦方向応力と横部材の応力について説明した。船体に生ずる応力には前述のほかに、いろいろな種類の応力が発生するが、これらについて項目のみを次に掲げる。

- (a) スラミングによるもの
- (b) 青波のうちこみによる衝撃圧
- (c) 振動によるもの
- (d) スプリングによるもの
- (e) 荷油の運動、特に同調時の応力
- (f) 貨物によるもの（鉤石圧やホットコイルや自動車等を搭載した場合の圧力分布）
- (g) 温度差により生ずる応力

以上、思いっただけでも、かなりの数である。これらの応力については、二三のものについては、研究結果が発表されているが、その応力頻度についての研究はほとんどない。今後の研究に期待されるを得ない。

参 考 文 献

- 1) W. S. Abell "Some Questions in Connection with the work of the Load Line Committee" T. I. N. A, Vol. 58 (1916)
- 2) 田代新吉 "船の静的縦曲げモーメントについて" 造船協会論文集, Vol. 102 (1958)
- 3) 秋田好雄 "海洋波のなかの船体曲げモーメント" 造船協会論文集 Vol. 102 (1958)
- 4) G. Neumann "On Ocean Wave Spectra and a New Method of Forecasting Wind-Generator Sea" Beach Erosion Board Technical Memorandum, No. 43
- 5) W.J. Pierson, G. Neumann, K.W. James "Practical Methods for Observing and Forecasting Ocean Waves by Means of Wave Spectra and Statics" New York University (1953)
- 6) M. S. Denis, W. J. Pierson "On the Motion of Ships in Confused Sea" Trans. SNAME (1954)
- 7) 栢田吉郎 "統計的見地よりの船体の近似曲げモーメント" 造船協会論文集 Vol. 111 (1962)
- 8) 栢田吉郎 "貨物船の縦強度規程について" 造船協会論文集 Vol. 113 (1963)
- 9) 福田淳一 "ストリップ理論とその応用" 日本造船学会誌 No. 485 (1969)
- 10) A. Kriloff "A New Theory of the Pitching Motion of Ship on Waves and of the Stresses Produced by this Motion" T. I. N. A, Vol. 37 (1896)
- 11) A. Kriloff "A General Theory of the Oscillations of a Ship on Waves" and "On Stresses Experienced by a Ship in a Seaway" T. I. N. A, Vol. 60 (1898)
- 12) B.V. Korvin-Kroukovsky "Investigation of Ship Motions in Regular Waves" Trans. SNAME Vol. 60 (1955)
- 13) B.V. Korvin-Kroukovsky "Pitching and Heaving Motions of a Ship in Regular Waves" Trans. SNAME Vol. 65 (1957)
- 14) M. Munk "Fundamentals of Fluid Dynamics for Aircraft Designers" Ronald Press
- 15) 渡辺恵弘 "船の上下動および縦揺の理論について" 九州大学工学集報 Vol. 31 No. 1 (1958)
- 16) 田才福造 "船の上下動揺ならびに縦動揺における減衰力および付加質量について" 造船協会論文集 Vol. 105 (1959)
- 17) O. Grim "A Method for a More Precise Computation of Heaving and Pitching Motions in Smooth Water and in Wave" 3rd Symposium of Naval Hydrodynamics, Scheveningen (1960)
- 18) W.R. Porter "Pressure Distribution Added Motion and Damping Coefficient for Oscillating in a Free Surface" Univ. of California, Inst. of Eng. Research No. 82 (1960)
- 19) 福田淳一 "規則波中の船の縦曲げモーメント" 造船協会論文集 Vol. 110 (1961), Vol. 111 (1962)
- 20) 山崎, 福田 "波と斜行する船の動揺について" 西部造船会会報 No. 23 (1962)
- 21) 福田淳一 "電子計算機による規則波中の波浪曲げモーメント応答函数の計算" 西部造船会会報 No. 32 (1966)
- 22) 田才, 高木 "規則波中の応答理論および計算法" 日本造船学会 耐航性に関するシンポジウム (1969)
- 23) 福田淳一 "長期の波浪曲げモーメントの異常値の傾向について" 日本造船学会論文集 Vol. 123 (1968)
- 24) 福田淳一 "船体応答の統計的予測" 日本造船学会, 耐航性に関するシンポジウム (1969)

- 25) 秋田外 “船体縦強度解析に関するトータルシステム” 日本造船学会論文集 Vol. 135 (1974)
- 26) T.C. Read, P. Jenkins “The Transverse Strength of Iron Merchant Vessels” T. I. N. A. Vol. 23 (1882)
- 27) J. Bruhn “On the Transverse Strength of Ships” T. I. N. A. Vol. 43 (1901) Vol. 46 (1904)
- 28) Dahlmann “Festigkeit der Schiffe”
- 29) W. Schilling “Statik der Bodenkonstruktion der Schiffe” Berlin Juluis Springer (1925)
- 30) 栖原二郎 “縦横強度部材の相互干渉を考慮せる船殻の立体計算法について” 造船協会論文集 Vol. 81 (1949)
- 31) 山越道郎 “縦通材の影響を考慮せる船体横強度の近似計算法” 西部造船会会報 No. 5 (1953)
- 32) 山口勇男 “船体横強度近似計算法について (その一)” 造船協会論文集 Vol. 107 (1960)
- 33) 山口勇男 “船体横強度近似計算法について (その二)” 造船協会論文集 Vol. 109 (1961)
- 34) E. Steneroth “On the Transverse Strength of Tankers” T. R. I. T. Stockholm (1955)
- 35) 日本海事協会 “The Transverse Strength of Mammoth Tankers” Technical Report of Nippon Kaiji Kyokai No. 5 (1961)
- 36) 山越, 香川 “ウイングタンクの剪断変形について” 西部造船会会報 No. 29 (1965) No. 33 (1967)
- 37) Mori others “On the Transverse Strength of Oil Tankers” 造船協会論文集 Vol. 121 (1967)
- 38) 服部外 “鉦石専用船および鉦石油兼用船の横強度の検討” 日本造船学会論文集 Vol. 129 (1971)
- 39) 山本外 “NKのバルクキャリアーの構造解析プログラム” 日本造船学会論文集 Vol. 131 (1972)
- 40) 田中外 “有限要素法と実船試験によるコンテナ船の振り強度解析” 日本造船学会論文集 Vol. 127 (1970)
- 41) 福田外 “波浪中の船体運動と船体表面に働く変動水圧および横強度に関する理論計算” 日本造船学会論文集 Vol. 129 (1971)
- 42) 高田健 “船体構造解析プログラム “PASSAGE” について” 日本造船学会誌 No. 511 (1972)
- 43) 秋田外 “船体横強度のトータルシステムについて” 日本造船学会論文集 Vol. 139 (1976) 未公開
- 44) O. C. Zienkiewicz “The Finite Element Method in Engineering Science” Mc Graw-Hill London (1971)
- 45) H. Walden “Die Eigenschaften der Meerswellen in Nordatlantischen Ozean” Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Einzerveröffentlichungen, Nr. 41 Hamburg (1964)
- 46) Proceedings of the 4th I. S. S. C, Tokyo (1970)
- 47) 福田外 “波浪中の船体に働く変動水圧の設計値推定” 西部造船会会報 No. 49 (1975)
- 48) 船体構造部材の許容応力に関する研究報告書, 日本造船研究協会研究資料 No. 216 (1975)

連絡船ドック

続・連絡船ドック

船は種類や航路や生まれた造船所によって、それぞれ特長があり、ケガをすところも、大体決まってくる。ケガをすると本人の不意だと言われるが、一がいにそうとばかり責められない場合が多い。そこで、船は定期的にドックに入り、精密検査を受け、悪い所はすっきり直すよう規定がある。

賢明な船主は普段の手入れ——取扱い方や修繕を含めた注意が、どれ程大きく船の寿命に影響するか。生まれる時(新造時)にちょっと気をつけてやれば防げるもの

日本鉄道船舶局

古川達郎 著

も少なくない。

本書は、連絡船はどんなケガが多いのか。修繕の費用を少なくするにはどうすればよいのか。などを、平易、明解に詳述した船のドクターと言われる著者の労作である。関連業務に携る、海運・造船の工務・設計担当者はもとより、多くの人達必読の内容に溢れている。

定価	連絡船ドック	1,000円	(送料各 200円)
	続・連絡船ドック	2,000円	

船 舶 技 術 協 会

連絡船のメモ (98)

日本国有鉄道技術研究所

泉 益 生

操舵室と航海計器 (18)

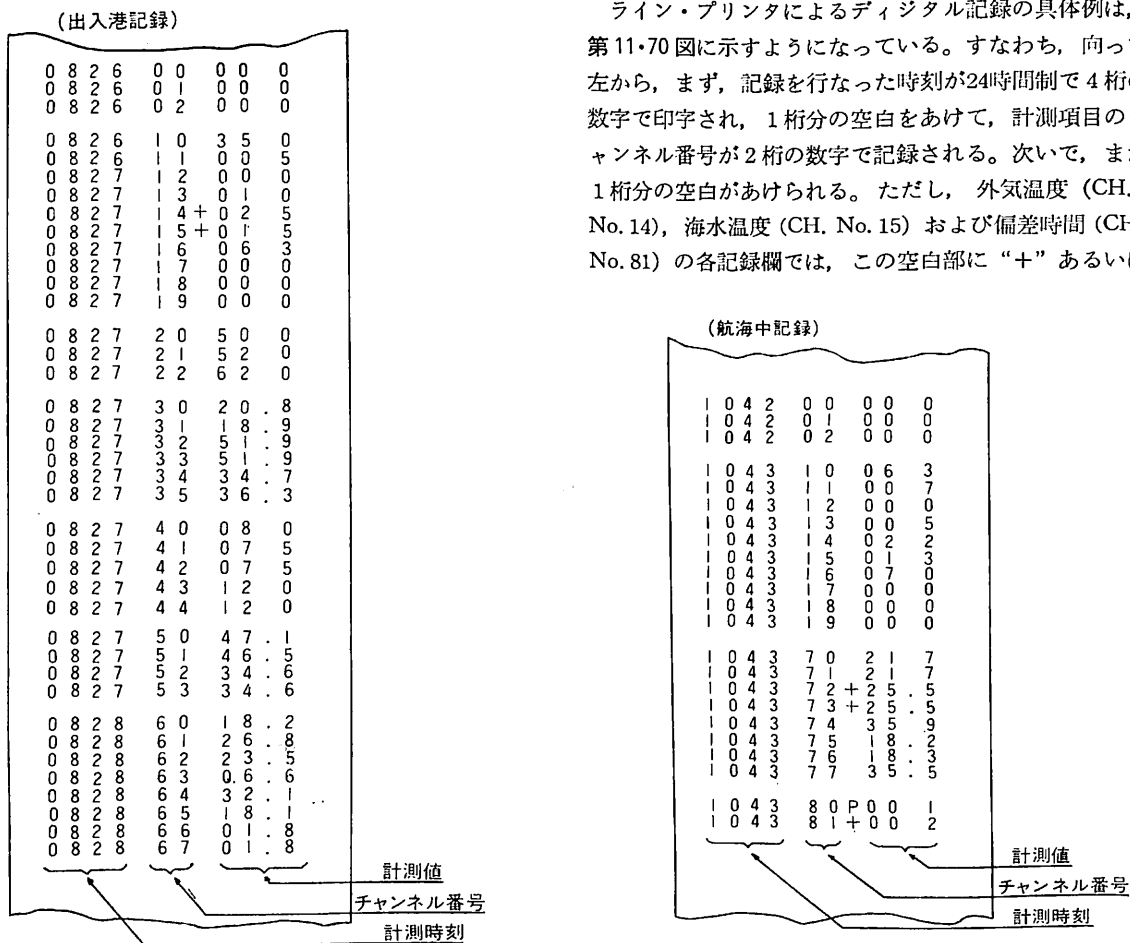
(4) “津軽丸”型連絡船の航海記録装置の記録方法

(a) デジタル記録

ライン・プリンタによって数字で記録される項目は、第11・16表に示すようになっている。出入港記録は、計測記録盤操作パネル上の“出入港(記録)”という押しボタン・スイッチ(第11・69図の番号4)を操作したときに、チャンネル番号の若いほうから順に、自動的に記

録されるものである。その内容は、一般諸元、気象諸元、船体諸元(清水および海水タンクの状態を含む)などである。航海中記録は、計測記録盤付操作パネル上の“航海(記録)”という押しボタン・スイッチ(第11・69図の番号5)を操作したときに、やはり、チャンネル番号の若いほうから順に、自動的に記録されるものであり、その内容は、一般諸元、気象諸元、運動諸元、船位などである。

ライン・プリンタによるデジタル記録の具体例は、第11・70図に示すようになっている。すなわち、向って左から、まず、記録を行なった時刻が24時間制で4桁の数字で印字され、1桁分の空白をあけて、計測項目のチャンネル番号が2桁の数字で記録される。次いで、また1桁分の空白があげられる。ただし、外気温度(CH. No. 14)、海水温度(CH. No. 15)および偏差時間(CH. No. 81)の各記録欄では、この空白部に“+”あるいは



第11・70図 ラインプリンタによる記録の具体例

“—” のいずれかの符号が記録され、また、航路偏差 (CH. No. 80) の記録欄では、この空白部に “P” (port の略) あるいは “S” (starboard の略) のいずれかの略号が記録される。そして最後に、計測値が3桁の数字で記録されるようになってはいるが、小数点に1桁分とっているので、3桁の数字の記録は、1位と10位の間に1桁分空いた形となっている。排水量 (CH. No. 22) のように計測値が4桁 (1000位) になるものは、1位の数字を削除して表示されるようになってはいる。また、小数点を含む計測値は、10位、1位、それに小数点以下1位の数字

字が記録されるようになってはいる。

(b) アナログ記録

2ペンのアナログ連続記録器および打点式のアナログ記録器で記録される項目は、第11-17表に示すとおりである。このアナログ記録は、出入港連続記録、風向風速記録、動揺記録および気象記録の4種類に分けられている。

このうち、気象データは、短時間の間にその値が大きく変化する性質のものではなく、また、休みなくとった連続的な記録から気象状況を推定する資料にするもので

第11-16表 ライン・プリンタによる記録項目

区分	計測項目	チ番号 チャンネル号	記録		表示	単位	備考	区分	計測項目	チ番号 チャンネル号	記録		表示	単位	備考
			出入港	航海中							出入港	航海中			
一般諸元	表日便	題付名	00	○	○	—	—	船体諸元	第2ヒーリング・タンク (右)	43	○	—	○	m ³	
			01	○	○	—	—		〃 (左)	44	○	—	○	〃	
気象諸元	真風天大外海相波う視	向速候	10	○	○	—	deg	船体諸元	第3燃料油タンク (右)	50	○	—	○	〃	
		風	11	○	○	—	m/s		〃 (左)	51	○	—	○	〃	
		気	12	○	○	—	—		第5燃料油タンク (右)	52	○	—	○	〃	
		圧	13	○	○	○	mb		〃 (左)	53	○	—	○	〃	
		度	14	○	○	○	°C		第6潤滑油タンク	60	○	—	○	〃	
		度	15	○	○	○	〃		第7〃 (新)	61	○	—	○	〃	
		度	16	○	○	○	%		第8〃 (溜)	62	○	—	○	〃	
		浪	17	○	○	—	—		〃〃 (新)	63	○	—	○	〃	
		り	18	○	○	—	—		第9〃 (新)	64	○	—	○	〃	
		程	19	○	○	—	—		第10〃 (溜)	65	○	—	○	〃	
船体諸元	船首喫水、船尾喫水、排水量、第2清水タンク (右)、第4清水タンク (右)、第11清水タンク (右)、第11養缶水タンク (左)、第14トリミング・タンク、第1ヒーリング・タンク (右)、〃 (左)	水	20	○	—	○	cm	運動諸元	第12変節油タンク (右)	66	○	—	○	〃	
		水	21	○	—	○	〃		〃 (左)	67	○	—	○	〃	
		量	22	○	—	○	10ton		主軸回転数 (右)	70	—	○	—	rpm	
		第2清水タンク (右)	30	○	—	○	m ³		〃 (左)	71	—	○	—	〃	
		〃 (左)	31	○	—	○	〃		プロペラ翼角 (右)	72	—	○	—	deg	
		第4清水タンク (右)	32	○	—	○	〃		〃 (左)	73	—	○	—	〃	
		〃 (左)	33	○	—	○	〃		針速	74	—	○	—	〃	
		第11清水タンク (右)	34	○	—	○	〃		力 (対水)	75	—	○	—	kts	
		第11養缶水タンク (左)	35	○	—	○	〃		〃 (対地)	76	—	○	○	〃	
		第14トリミング・タンク	40	○	—	○	〃		航程	77	—	○	—	mile	
船体諸元	第1ヒーリング・タンク (右)、〃 (左)		41	○	—	○	〃	船諸位元	偏差 (左右)	80	—	○	—	〃	
			22	○	—	○	〃	〃 (前後)	81	—	○	—	min		

- (注) 1. 備考欄に※印をつけたものは、ライン・プリンタで印字を行わず、手書きで記入するものを示す。
 2. 記録欄に○印をつけたものは、ライン・プリンタでデジタル印字するものを示す。
 3. 表示欄に○印をつけたものは、投映表示器でデジタル表示するものを示す。

第 11・17 表 アナログ記録器別の記録項目

記 録 器			記 録 項 目	記録色	備 考
番号	型 式	紙送り速度			
1	2ペン式	500mm/h	エンジン・テレグラフ	緑	—
			ドッキング・テレグラフ	赤	—
2	"	"	右舷主軸の運転・停止および右舷プロペラの翼角	緑	主軸が90rpm以上の回転数で運転されているときのみプロペラの翼角が記録される。主軸の回転数が90rpm未満のときは、翼角0°の位置を記録する。
			左舷主軸の運転・停止および左舷プロペラの翼角	赤	
3	"	"	バウ・スラストの運転・停止および翼角	緑	バウ・スラストが運転されていないときは、翼角0°の位置を記録する。
			舵 角	赤	
4	"	"	針 路	赤	—
			"	緑	0°~180°, 180°~360°のレンジ区分を記録する。
5	"	"	対水速力および記録開始時刻	緑	記録開始時刻の記録方法は、別途その詳細を記す。
			1分マークおよび記録開始時刻	赤	
6	"	200mm/h	真風向	赤	—
			"	緑	0°~180°, 180°~360°のレンジ区分を記録する。
7	"	"	真風速および記録開始時刻	赤	記録開始時刻の記録方法は、別途その詳細を記す。
			1分マークおよび記録開始時刻	緑	
8	"	750mm/h	横揺れ角度および記録開始時刻	赤	"
			1分マークおよび記録開始時刻	緑	"
9	打点式	25mm/h	外気温度	紫	—
			海水温度	緑	—
			相対湿度	青	—
			大 気 圧	赤	—

(注) 記録器の番号は、第 11・68 図の計測記録盤の盤面配置の番号と同じである。

あり、かつ、各データを同一記録紙上に記録しておいたほうが便利であるから、6打点式の記録器を用いることにし、記録紙の送り速度を1時間当り25mmという低速にして、長時間にわたる連続記録ができるようにした。なお、この記録器は、記録器内蔵のスイッチによってのみ記録・停止ができるようになっていて（他の2ペンのアナログ連続記録器は、計測記録盤付操作パネル上の制御スイッチで、グループごとに、記録・停止の制御をするようになっていて）。

これに対し、出入港連続記録、風向・風速記録、動揺記録は、短時間の間に、計測値が大幅に変化するものであるから、ペン書きの連続記録器で行なうことにした。出入港連続記録のように、多くの記録項目があるものは、それを1枚の記録紙上に記録するのが望ましい。それで12打点式の記録器を用いると、出入港連続記録の9つの記録項目は、理想どおり同一記録紙上に記録することができるのであるが、12打点式の記録器は、1組の自動平衡機構を12個の入力に対して順次切り換えて使用するようになっていて、1つの計測点の記録間隔が、早いものでも約25秒となり、計測値の変化を完全に記録することはできないという欠点がある。一方、当時（昭和38年頃）市販されていたペン書きの連続記録器で、最も記録エレメントの多いものは6ペンであった。しかしながら、この記録器を用いても、出入港連続記録は同一記録紙にまとめることはできないうえに、記録器自体、パネルに埋込み装備ができ、かつ、前面から操作のできるものではなかったため、結果として、2ペンの連続記録器を用いて分割記録することにしたのである。出入港連続記録、風向・風速記録、動揺記録は、気象記録と違って、常時記録しておかなければならないといった性質のものではなく、必要なときだけ記録すればよいものであるから、各記録器の記録開始終了の制御スイッチは、計測記録盤付操作パネル上に、記録の種別ごとに設けることにした（第11・69図）。

上記のすべての記録器の内部には照明用のランプが設けられており、その照度は計測記録盤付の操作パネル上のディマ・スイッチで、記録種別ごとに調節できるようになっている。

では次に、各アナログ記録器による記録の具体例をご紹介します。

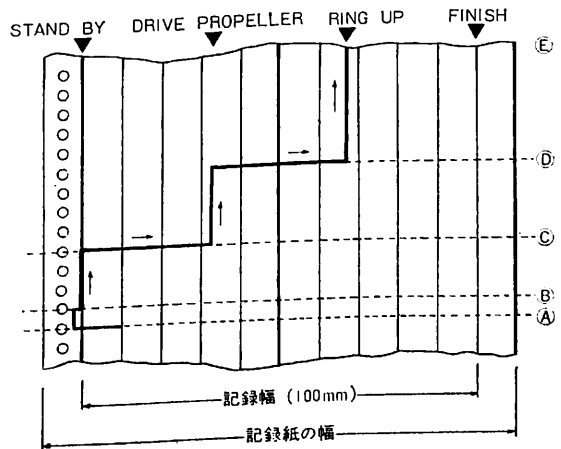
(イ) 出入港連続記録

出入港連続記録には5台の2ペンの連続記録器が用いられており（第11・17表）、その記録の開始・終了の指令操作は、計測記録盤付操作パネル上の“出入港（連

続）”という押しボタン・スイッチで、いっせいに行なうようになっている（5台の記録器のうちの任意の記録器だけを作動させることはできない）。

上記の“出入港（連続）”の制御スイッチによって記録開始の指令を出すと、まず、No. 5の記録器（計測記録盤の上段、向って一番右側に装備されている記録器で、対水速度と時間の記録を受け持っている）の2つの記録ペンによって、記録を開始した時刻が記録される。この記録開始の時刻の記録を行なっている間（記録開始の発令から約2分間）、No. 1～No. 4の記録器の各記録ペンは、記録紙の左端のスケール・アウトした位置で待機している。記録開始時刻の記録が終ると、5台の各記録器は所定の記録項目の計測値の記録を開始するようになっていく。

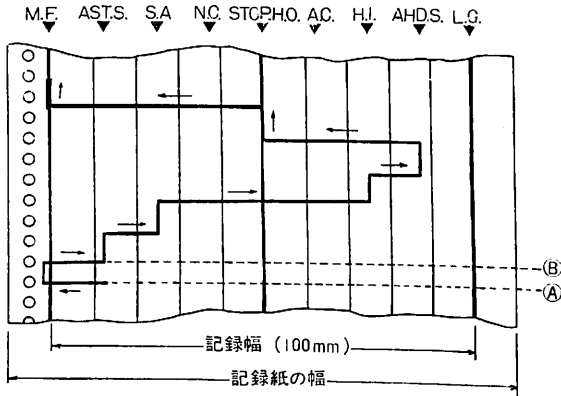
- エンジン・テレグラフとドッキング・テレグラフの操作状況の記録
- エンジン・テレグラフとドッキング・テレグラフの



第11・71図 エンジン・テレグラフの操作状況の記録
(第11・71図の注)

1. ①点は記録開始の発令時を示す。
2. ①②間は、No. 5記録器で記録開始時刻を記録している間の待機状態を示す。この間、約2分である。
3. ②③間は、STAND BYの発令期間を示す。
4. ③④間は、DRIVE PROPELLERの発令期間を示す。
5. ④点以降はRING UPの発令状態を示す。
6. 本記録は緑インキの記録ペンで行なわれる。
7. 記録紙の紙送り速度は500mm/hrである。
8. 本記録は第11・72図に示すドッキング・テレグラフの操作状況と共に同じ記録紙上に行なわれる。
9. 図中の矢印は記録順序を示す。

操作状況は、出入港連続記録器群のうちのNo. 1記録器（計測記録盤の上段の一番左側に装備。第11・68図）で記録される（エンジン・テレグラフの操作状況は緑インキ、ドッキング・テレグラフの操作状況は赤インキ）。



第11・72図 ドッキング・テレグラフの操作状況の記録（第11・72図の注）

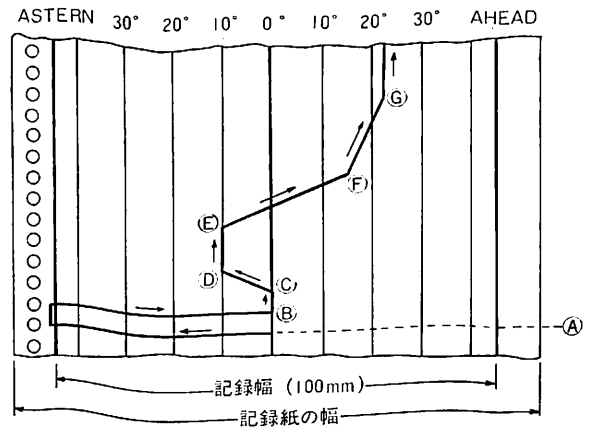
1. ①点は記録開始の発令時を示す。
2. ①②間は、No. 5記録器で記録開始時刻を記録している間の待機状態を示す。この間、約2分である。
3. 本記録は、ASTERN SLOW → SLACK AWAY → HEAVEN → AHEAD SLOW → STOP, HOLD ON → MAKE FAST のテレグラフ操作が行なわれたことを示している。
4. 本記録は赤インキの記録ペンで行なわれる。
5. 記録紙の紙送り速度は500mm/hrである。
6. 本記録は第11・71図に示すエンジン・テレグラフの操作状況と共に、同一記録紙上に行なわれる。
7. 図中の矢印は記録順序を示す。
8. 最上部に記したものはドッキング・テレグラフの指令・伝達事項の略記で、その詳細は次のとおりである。

略号	詳	細
M.F.	MAKE FAST	(固縛せよ)
AST.S.	ASTERN SLOW	(後にさがる、後にさがれ)
S.A.	SLACK AWAY	(延ばせ)
N.C.	NOT CLEAR	(異常あり)
STOP, H.O.	STOP., HOLD ON	(止め)
A.C.	ALL CLEAR	(異常なし)
H.I.	HEAVE IN	(捲き込め)
AHD.S.	AHEAD SLOW	(前に出る、前に出せ)
L.G.	LET GO	(放せ)

キ）。

第11・71図はエンジン・テレグラフの、また、第11・72図はドッキング・テレグラフの操作状況の記録の一例を示すものである。

。主軸の運転・停止およびプロペラの翼角の記録
左舷と右舷の各主軸の運転・停止の状態、ならびに



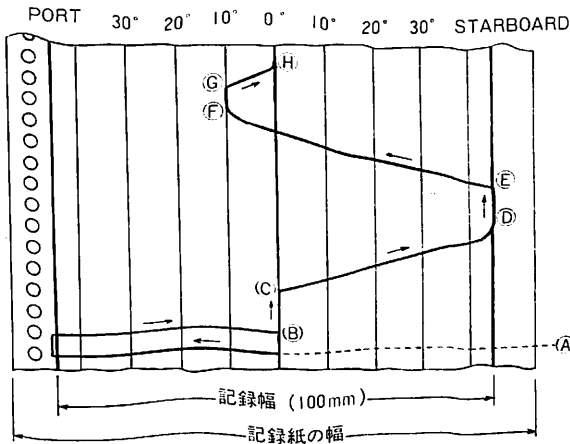
第11・73図 主軸の運転・停止およびプロペラ翼角の記録

（第11・73図の注）

1. ①点は記録開始の発令時を示す。
2. ①②間は、No. 5記録器で記録開始の時刻を記録している間の待機状態を示す。この間、約2分である。
3. ②③間は、主軸が停止状態にあるか、あるいは主軸は正規の回転数で運転されていて、プロペラ翼角が0°（中立位置）であることを示す。
4. ③④間はプロペラ翼角が後進側に変化しつつある状態を示す。
5. ④⑤間はプロペラ翼角が後進10°に保持されていることを示す。
6. ⑤⑥⑦間はプロペラ翼角が後進10°から前進側に変化しつつあることを示す。⑤⑥間は高速で、⑥⑦間は低速で変節されていることを示す。
7. ⑦点以降はプロペラ翼角が前進23°に保持されていることを示す。
8. 主軸回転数が90r.p.m以上で運転されているときだけ、プロペラ翼角が記録される。主軸回転数が90r.p.m未満のときは、翼角0°が記録される。
9. 右舷プロペラ翼角は緑インキの記録ペンで、左舷プロペラ翼角は赤インキの記録ペンで、同一記録紙上に記録される。
10. 図中の矢印は記録順序を示す。また、記録紙の送り速度は500mm/hrである。

プロペラの翼角は、出入港連続記録器群のうちのNo. 2記録器（計測記録盤の上段、向って左から2つ目の記録器。第11・68図）で記録される（左舷側のものは赤インキで、右舷側のものは緑インキ）。その記録の具体例は、第11・73図に示すとおりである。

主軸の回転数が90r.p.m以上の状態を“運転”，90r.p.m未満の状態を“停止”と決め、主軸が停止状態にあるときは、記録用のペンがプロペラ翼角0°の位置にあるようになっており、主軸が運転状態にあるときだけ、プロペラの翼角が記録されるようになってい



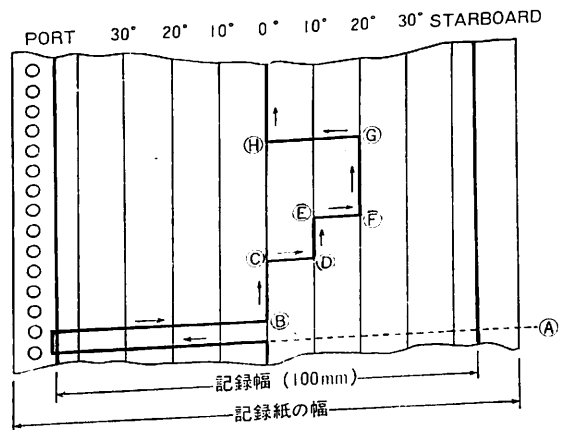
第11・74図 舵角の記録

(第11・74図の注)

1. ①点は記録開始の発令時を示す。
2. ①②間はNo. 5記録器で記録開始の時刻を記録している間の待機状態を示す。この間、約2分である。
3. ②③間および④点以降は、舵角0°の状態を示す。
4. ③④間、舵がSTARBOARD側にとられつつある状態を示す。
5. ④⑤間は、STARBOARD 45°の舵角がとられていることを示す。
6. ⑤⑥間は舵が舵角0°の状態に戻され、かつ、PORT側にとられつつある状態を示す。
7. ⑥⑦間はPORT 10°の舵角がとられていることを示す。
8. ⑦⑧間は舵が舵角0°にもどされつつある状態を示す。
9. 本記録は赤インキの記録ペンで行なわれ、第11・75図に示すパウ・スラストの翼角記録と同じ記録紙上に記録される。
10. 図中の矢印は記録順序を示す。また、記録紙の送り速度は500mm/hrである。

る。

舵角およびパウ・スラストの運転・停止と翼角
舵角およびパウ・スラストの運転・停止とその翼角は、出入港連続記録器群のうちのNo. 3記録器（計測記録盤の上段、向って左から3つ目の記録器。第11・68図）で記録される（舵角は赤インキ、パウ・スラストの運転・停止とその翼角は緑インキ）。舵角の記録の具体例は第11・74図に、また、パウ・スラストの運転・停止とその翼角の記録の具体例は第11・75図に示すとおりである。パウ・スラストの翼角は、パウ・スラストが運転状態にあるときだけ記録され、パウ・スラストが運転されていないときは、翼角0°を記録



第11・75図 パウ・スラストの運転・停止と翼角の記録

(第11・75図の注)

1. ①点は記録開始の発令時を示す。
2. ①②間はNo. 5記録器で記録開始の時刻を記録している間の待機状態を示す。この間、約2分である。
3. ②③間および④点以降は、パウ・スラストが停止状態にあるか、あるいは、パウ・スラストが運転状態にあって、翼角が0°であることを示す。
4. ③④間および⑤⑥間は、パウ・スラストの翼角が右回頭のほうに増加しつつあることを示す。また、⑥⑦間は中立位置に戻りつつあることを示す。
5. ⑦⑧間はパウ・スラストの翼角が右回頭10°、⑧⑨間は同じく20°であることを示す。
6. パウ・スラストが運転状態にあるときのみ、その翼角が記録され、停止状態にあるときは、翼角0°の位置を記録する。
7. 本記録は緑インキの記録ペンで行なわれ第11・74図に示す舵角の記録と同じ記録紙上に記録される。
8. 図中の矢印は記録の順序を示す。また、記録紙の送り速度は500mm/hrである。

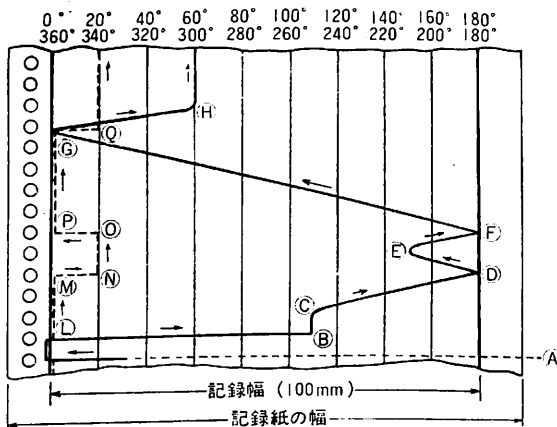
するようになっている。

・針路の記録

針路は出入港連続記録器群のうち No. 4 の記録器(計測記録盤の上段, 向って右から2つ目の記録器。第11・68 図)で記録される。その記録の具体例は, 第11・76 図に示すように, 赤インキの記録ペンが角度を記録し, 緑インキの記録ペンは赤インキの記録ペンが記録している角度が $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の間のもが, $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$ の間のもかを示す区分記録を行なうようになっている。

・対水速度と時間の記録

対水速度と時間の記録は, 前記のように, 出入港連続記録器群のうちの No. 5 記録器で行なわれる。この記録器の記録が, 出入港連続記録の他のものと異なる点は, 計測記録盤付の操作パネル上の“出入港(連



第11・76 図 針路の記録

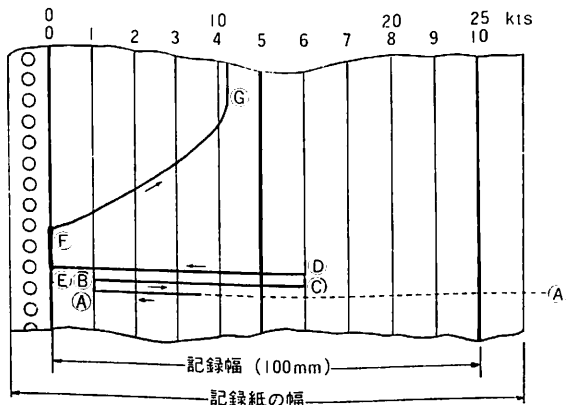
(第11・76 図の注)

1. ①点は記録開始の発令時を示し, ①②間は No. 5 記録器で記録開始の時刻を記録している間の待機状態を示す。この間, 約2分である。
2. 実線は針路(ジャイロ方位)を示し 赤インキの記録ペンで書かれる。
3. 破線は方位の区分を示し, 緑インキの記録ペンで書かれる。①②間, ③④間は, 針路が $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の間にあることを示し, ⑤⑥間, ⑦点以降は針路が $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$ の間にあることを示す。
4. 上記の記録は, 針路が約 108° (③④間)から 210° (⑤点)まで変化し(右回頭), すぐに左回頭が変わって 0° から更に 300° (⑦点)まで変化したことを示している。
5. 図中の矢印は記録の順序を示す。
6. 記録紙の送り速度は 500mm/hr である。

続)”の押しボタン・スイッチの操作によって出入港連続記録の開始が発令されると, 対水速度と時間の記録に入るまえに, 記録開始の時刻が記録されることである。

2 ペンの連続記録器による記録開始時刻の記録の方法の概要は次のとおりである(第11・77 図)。記録開始の発令と同時に, 赤インキの記録ペンは, まず, 記録開始時刻の10位の時間の記録を約1分間行ない, それに引続き, 1位の時間の記録を約1分間行なう。これによって何時に記録が開始されたのかがわかる。一方, 緑インキの記録ペンは, 記録開始の発令と同時に, 記録開始時刻の10位の分の記録を約1分間行ないそれに引続き, 1位の分の記録を約1分間行なう。これによって何分に記録が開始されたのかがわかる。以上のような赤インキの記録と緑インキの記録から, 記録を開始した時刻が何時何分であったかを知ることができる。

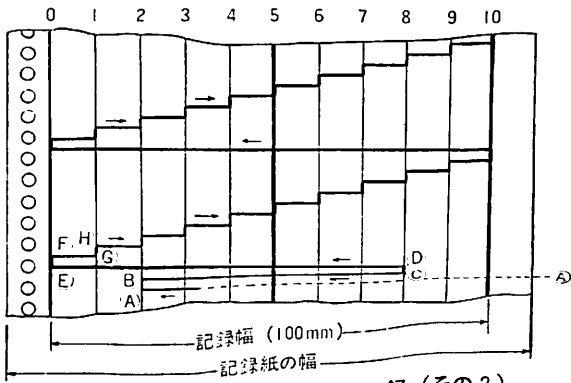
この記録開始時刻の記録が終ると, 赤インキの記録



第11・77 図 対水速力と時間の記録(その1)

(第11・77 図の注)

1. ①点は記録開始の発令時を示す。
2. ①②間および③④間は, 記録開始時刻の時間を示す。①②間は1, ③④間は6を示しており, これから記録開始の時刻が16時台であることがわかる。
3. ⑤点から以降は対水速力の記録である。⑤⑥間は船速0, ⑦⑧間は船速が0から10.5ノットまで漸増していることを示している。⑨点以降は10.5ノットの一定船速で航行していることを示している。
4. 本記録は, 赤インキの記録ペンで行なわれる。
5. 記録紙の紙送り速度は 500mm/hr である。
6. 本記録は第11・77 図(その2)に示す1分間隔記録と共に, 同一記録紙上に行なわれる。
7. 図中の矢印は, 記録の順序を示す。



第11-77図 対水速力と時間の記録 (その2)

(第11-77図の注)

1. ④点は記録開始の発令時を示す。
2. ④⑧間および③④間、記録開始時刻の時間を示す。④⑧間は2、③④間は8を示しており、これから記録開始の時刻が28分であることがわかる。したがって、第11-77図(その1)に示した赤インキの記録ペンの記録の16時と合せて、記録開始時刻は16時28分であったことを知ることができる。
3. ⑤⑥間、⑥⑦間、……の各階段部は1分間隔を示す。
4. 本記録は、緑インキの記録ペンで行なわれる。
5. 記録紙の紙送り速度は500mm/hrである。
6. 図中の矢印は記録の順序を示す。

ペンは対水速度の記録に切り換わり、緑インキの記録ペンは1分間隔の階段状の記録を行なうようになる。以上の出入港連続記録用の各記録器は、すべて500mm/hの一定速度で記録紙が送られるようになっているので、No. 5記録器で記録された記録開始時刻とそれ以降の1分間隔記録によって、No. 1~No. 4の各記録器の記録と時刻の対応をつけることができる。

(ロ) 風向・風速記録

風向・風速の連続記録には、2台の2ペン記録器(No. 6, No. 7記録器。いずれも計測記録盤の中段に装備されている)が当てられており、その記録開始・終了の指

令操作は、計測記録盤付の操作パネル上の“真風向・真風速”という押しボタン・スイッチで行なうようになっている(いずれか1台だけを単独に作動させることはできない)。記録開始の指令を出すと、まず、真風速の記録器(No. 7記録器)の2つのペンによって記録開始時刻が記録される。その記録要領は、出入港連続記録のところでご紹介したものとまったく同じである。

真風向の記録はNo. 6記録器で行なわれる。その要領は、赤インキの記録ペンで真風向をジャイロ方位で記録し、緑インキの記録ペンで真風向が0~180°の間にあるか、180~360°の間にあるかを示す区分記録を行なうようになっている。この記録方法は、針路のものと同じである。

真風速は赤インキの記録ペンで記録される(No. 7記録器)。なお、緑インキの記録ペンは、1分間隔の階段状の記録をするようになっている。

(イ) 動揺記録

横揺れ角度は、時間とともに、No. 8記録器(計測記録盤の中段の一番右側に装備)で記録されるようになっている。この記録器による記録の開始・終了の指令は、計測記録盤付の操作パネル上の“動揺角”という押しボタンスイッチで行なうようになっている。

この記録器も、対水速度と時間を記録するNo. 5記録器や、真風速と時間を記録するNo. 7記録器と同じように、記録開始の指令により、まず、記録開始の時刻を記録する。しかる後に赤インキの記録ペンは船体の横揺れ角の記録に入り、緑インキの記録は1分間隔の階段状の時間マークの記録に入るようになっている。

(ウ) 気象記録

外気温度、海水温度、相対湿度および大気圧の4種類の気象データは、前記のように、6打点式の記録器で、常時、記録が行なわれるようになっている。この場合、6打点式の記録器で4種類の項目を記録させるので、記録点数は2つ余ることになるが、この2点はいずれも0点(入力信号が0V)を記録するようにしてある。この記録は特に変わったところがないので、その具体例は省略させていただくことにする。

船舶写真集 (送料200円)

1958年版	掲載船	226隻	写真頁140頁	定価1500円	1966年版	"	330隻	"	176頁	定価2000円	
1964年版	"	236隻	"	144頁	定価2000円	1968年版	"	356隻	"	194頁	定価2000円

船舶技術協会

昭和51年度事業計画項目一覧表

日本造船研究協会

事業名	事業費 (単位：千円)
〔船舶の構造・性能に関する基礎的研究〕	235,681
1. 船体構造部材の許容応力に関する研究	8,000
2. 静止気象衛星による気象情報の自動送受信システムに関する研究	12,556
3. 諸管材料腐食に関する調査研究	23,246
4. 衛星を利用した船舶の運航システムおよび船上設備に関する研究	20,277
5. 船体構造のメンテナンスフリーに関する研究	20,230
6. 音響振動解析による船用ディーゼル機関の機械的異常診断法に関する研究	11,928
7. 新経済船型開発のための船尾まわりの流場に関する研究	27,000
8. 船舶の波浪中性能推定の精度向上とその実証に関する研究	20,000
9. 船用ディーゼル機関の排気脈動およびガス流れに関する研究	19,918
10. 気象海象および船舶の波浪中応答に関する統計解析ならびに実船計測	20,000
11. 船用ディーゼル機関燃焼室およびその周辺の信頼性向上に関する研究	25,000
12. 新船舶用塗装の技術開発	15,000
13. スチールコイル搭載船の船殻強度に関する研究	9,526
〔大型超高速船の開発に関する研究〕	6,101
〔船舶の防食防汚方法の開発に関する研究〕	64,332
1. バラストタンクの腐食原因および防食方法に関する研究	39,495
2. 安全性の高い長期防汚塗料の開発研究	19,837
〔船内騒音に関する調査研究〕	48,008
〔氷海商船に関する研究〕	6,639
〔巨大タンカーの研究〕	92,296
1. 船舶操縦システムの調査研究	9,995
2. 新構造方式強度計算に関する研究	8,645
3. 厚鋼板大入熱溶接継手の脆性破壊強度および疲労強度に関する研究	29,958
4. 幅広肥大船の運航性能に関する研究	19,700
5. 係船システムの研究	11,998
〔LNG船の建造、運航に関する調査研究〕	13,000
〔船舶関係諸標準に関する調査研究〕	160,469
1. 危険物の特性および運搬船の特殊設備に関する調査	28,687
2. トン数と船舶設計との関連に関する調査研究	3,224
3. 国際規則と船舶設計等との関連に関する調査研究	52,561
4. 環境による船用材料の劣化に関する調査研究	27,574
5. 高速艇に関する調査研究	12,979
6. 海洋汚染防止のための船体構造に関する調査研究	23,939
7. 使用済核燃料の安全輸送に関する調査研究	11,505
〔LNG運搬船の安全基準に関する調査研究〕	9,988
〔造船技術開発に関する調査〕	14,202
〔一体型船用炉の安全評価に関する研究〕	34,326
〔造研の実施せる研究成果の有効な利用方法に関する調査〕	2,500
〔海洋油濁防止装置の性能評価基準に関する調査研究〕	84,422
合 計	771,964

製品紹介

船舶用燃料ブレンド装置を開発 新発売

ドッドウエル

船舶の燃料油の品質の最適化を計り、メンテナンスコストを極力抑えながら、燃料費の最大限の節減を可能にするを目的としたこの装置は船内にA重油とC重油の2種類の燃料油を搭載し必要に応じてA重油からC重油までの全域に亘る品質の燃料油をインラインブレンドング法により自由に造り得るもので、海運界待望の製品である。

概要

1) 比率設定

流量の比率設定はドッドウエルの可変流量型定量ポンプで脈動が全然なく、A、B、Cのあらゆる重油に亘り適用可能で流量範囲10~100%の比率設定が可能である。比率設定のための流量計、流量調整弁は全く不要で、スペースの制約の多い船舶内でのブレンドポンプとしては理想的な方法で比率設定を行なう。

2) インラインミキサー

定量ポンプにより定められた比率で吐出されたA重油、C重油2種類の燃料油は、インラインミキサーに入り瞬間的にドッドウエル設計のジェットインペレーターの強力なせん断力、遠心力、求心力を合成した力によりブレンドされる。このため燃料中に残存する水分やスラッジ分は、燃料中に無害な形で分散される。

3) ブレンド後は、サービスタンク内での滞留時間は長くても12時間程度であるため、スラッジの沈澱が生ずることもなく、安心して機関への供給ができる。

4) 燃料の粘度と混合油粘度

今、仮にA重油が¥35,000/kl、C重油が¥22,500/kl、とした場合、これら2種の混合油の単価はP_AとP_Cを結ぶ直線上の点として表示できる。上記の単価で(レッド

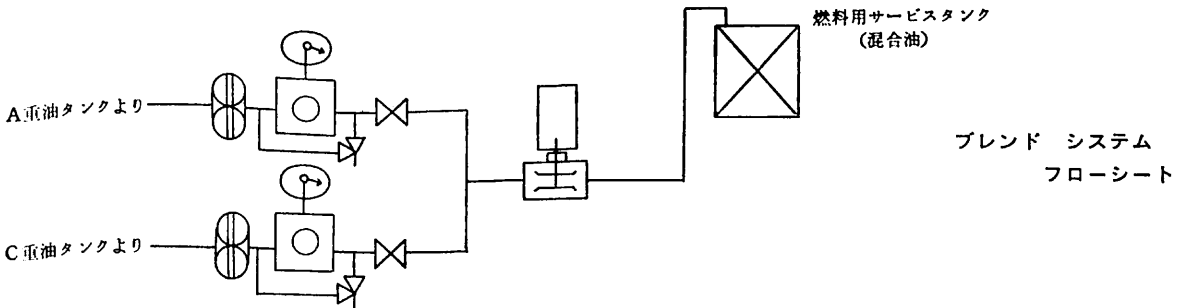
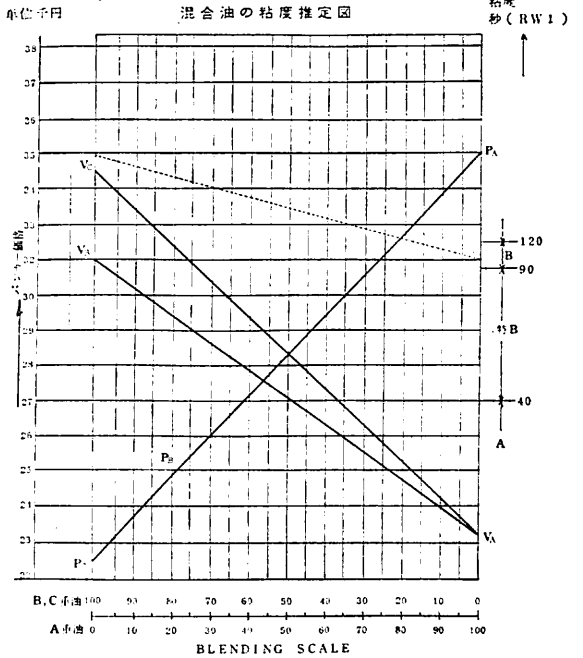
ウッドNo.1)400秒物のC重油と32秒のA重油と混合した場合、C:A≒75:25でブレンドすれば、大略B重油相当で粘度約100秒のものを作れることになる。しかもその時の単価は約¥25,200/klとなり燃料費の節減ができる。インラインブレンドングによりA重油からC重油の中間的性質を有する燃料油を自由に作りだすことが可能であり、機関のメンテナンスの状況に応じたもっとも安価で適切な燃料をエンジンに供給することが可能。

実績

すでに東海運のI丸では1,500時間の実船テスト(A/Bブレンド)の結果は極めて満足すべきものである。

工期 2日~3日で取付可能

ドッドウエル エンド コムパニー リミテッド
〒107 東京都港区赤坂1丁目9番20号 第16興和ビル別館
TEL (03) 584-2351 船用機械第2部 (内線 316)



昭和51年度新造船建造許可集計

運輸省船舶局造船課

昭和51年度（5月分）建造許可集計

区 分	昭和50年4月分～昭和51年5月分累計				5月分				
	隻数	G. T.	D. W.	契約船価	隻数	G. T.	D. W.	契約船価	
国内船	貨物船	11	98,490	164,500		6	57,840	96,750	
	油槽船	1	2,950	5,150		1	2,950	5,150	
	貨客船	—	—	—		—	—	—	
	小計	12	101,440	169,650	19,424,000千円	7	60,790	101,900	11,049,000千円
輸出船	貨物船	62	718,980	1,160,663		33	475,680	784,683	
	油槽船	1	61,000	122,000		—	—	—	
	貨客船	—	—	—		—	—	—	
	その他	—	—	—		—	—	—	
小計	63	779,980	1,282,663	34,600,000マルク 175,171,842,350円	33	475,680	784,683	34,100,000マルク 102,779,498,750円	
合計	75	881,420	1,452,313	34,600,000マルク 194,595,842,350円	40	536,470	886,583	34,600,000マルク 113,828,498,750円	

- (注) 1. 契約船価の合計欄には、その健値のまま集計してある。
 2. 5月分には、この外注文者の変更に伴う再許可船舶が5隻、132,890G/T、262,500D/Wある。
 3. 4月～5月分累計についても、注文者の変更に伴う再許可船舶（16隻 212,790G/T、472,020D/W）が除かれている。

編 集 後 記 録

読者の皆様へ

□本誌「船の科学」も創刊以来332号を数え、昭和23年以来海運、造船および造船関連業界に、造船技術情報の提供においていささか貢献して来たものと自負しております。

□当誌は従来アップツウデイトの技術の報道に力を入れてきましたが、造船生産状況に鑑み、最近では基礎講座、連載講座等の講座ものを増やし内容の充実をはかっております。

□編集部としては、出来るだけ読者の期待に沿い得るよう、その内容の選択に努力しておりますが、独善に流れ

て読者との結びつきを弱めることのないようにするため読者の御批判、御要望、御意見等を聞かせていただけたらと思っております。

□下記の項目については是非共、御意見をお寄せ下さいますようお願い致します。

1. 現在までに興味をおもちになった記事
2. やめたほうがよいとお考えになる記事
3. 連載の企画としてとりあげてもらいたい記事
4. 今後どのような内容の記事を御希望でしょうか。
5. 用紙、印刷、定価等についての御意見
6. その他

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

予 約 金 { 6ヵ月分4,500円 (送料共)
1ヵ年分8,600円 }

運輸省船舶局監修 船の科学
造船海運総合技術雑誌

禁転載 第29巻 第6号 (No. 332)

発行所 株式会社 船舶技術協会

〒106 東京都港区六本木4-12-6 内田ビル
振替口座 東京 3-70438 電話 (403)2907

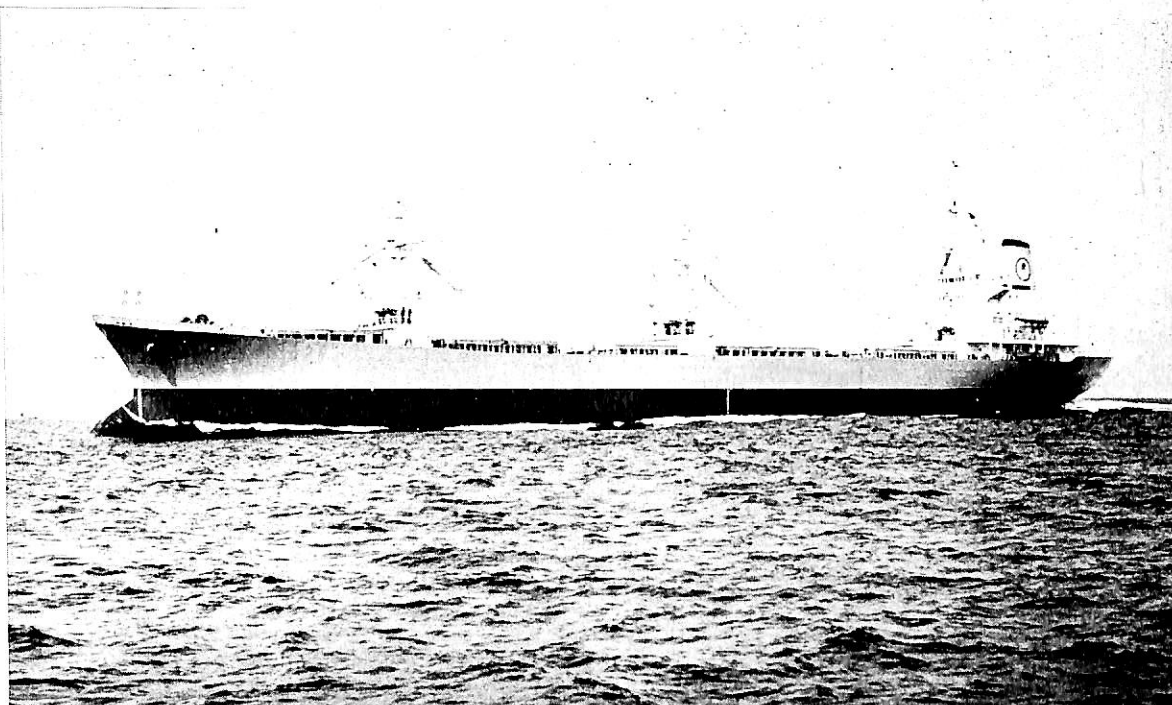
昭和51年6月5日印刷 {昭和23年12月3日}
昭和51年6月10日発行 {第三種郵便物認可}

定価 750円 (〒41円)

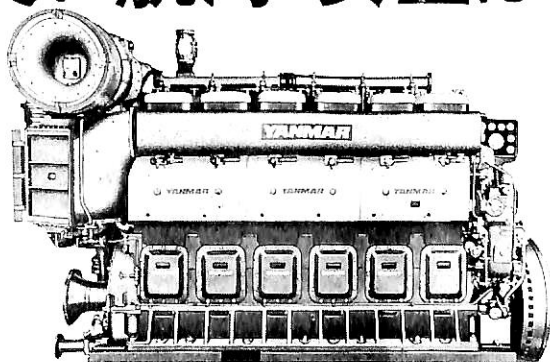
発行人 船橋敬三
編集委員長 田宮真
印刷所 有限会社 教文堂
東京都新宿区中里町27

燃料報国

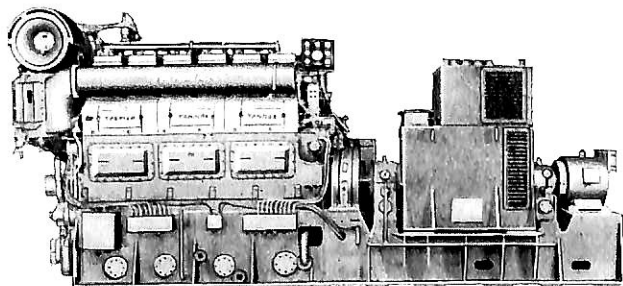
一滴の燃料を生かす確かな技術



長い航海 安全はヤンマーの願い。



ZL形シリーズ《1600～1800馬力》



GL形シリーズ《850～1200馬力》

船舶の補機にヤンマーディーゼル
選び抜かれた材質、ヤンマーが誇る
加工技術により、耐久性は一段と
アップ。完全密閉の強制注油方式の
採用で、定期的な注油の必要があり
ません。 激しい気象の変化、連続
運転、どのような条件のもとでも常
に安定した性能を発揮！
航海の安全を支えています。

- 船舶主機用 3 ～ 1800馬力 ●
- 船舶補機用 3.5～1800馬力 ●

ヤンマー ディーゼル

昭和五十一年六月五日印刷
昭和五十一年六月十日発行
昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

Dimetecote® 厚膜型無機亜鉛塗料

ダイメットコート

鋼構造物を腐食から守る特殊防食塗料

Amercoat®

小松島特装工場

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

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

塗料販売および塗装工事

株式会社 井上商会

米国アメロン社技術提携塗料製造

株式会社 日本アマコート

取締役社長 井上正一

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

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

船の科学

定価 七五〇円

東京港区六本木四丁目一六(内田ビル)
(株)船舶技術協会
電話 東京 403 二九〇七番

保存委番号
124068