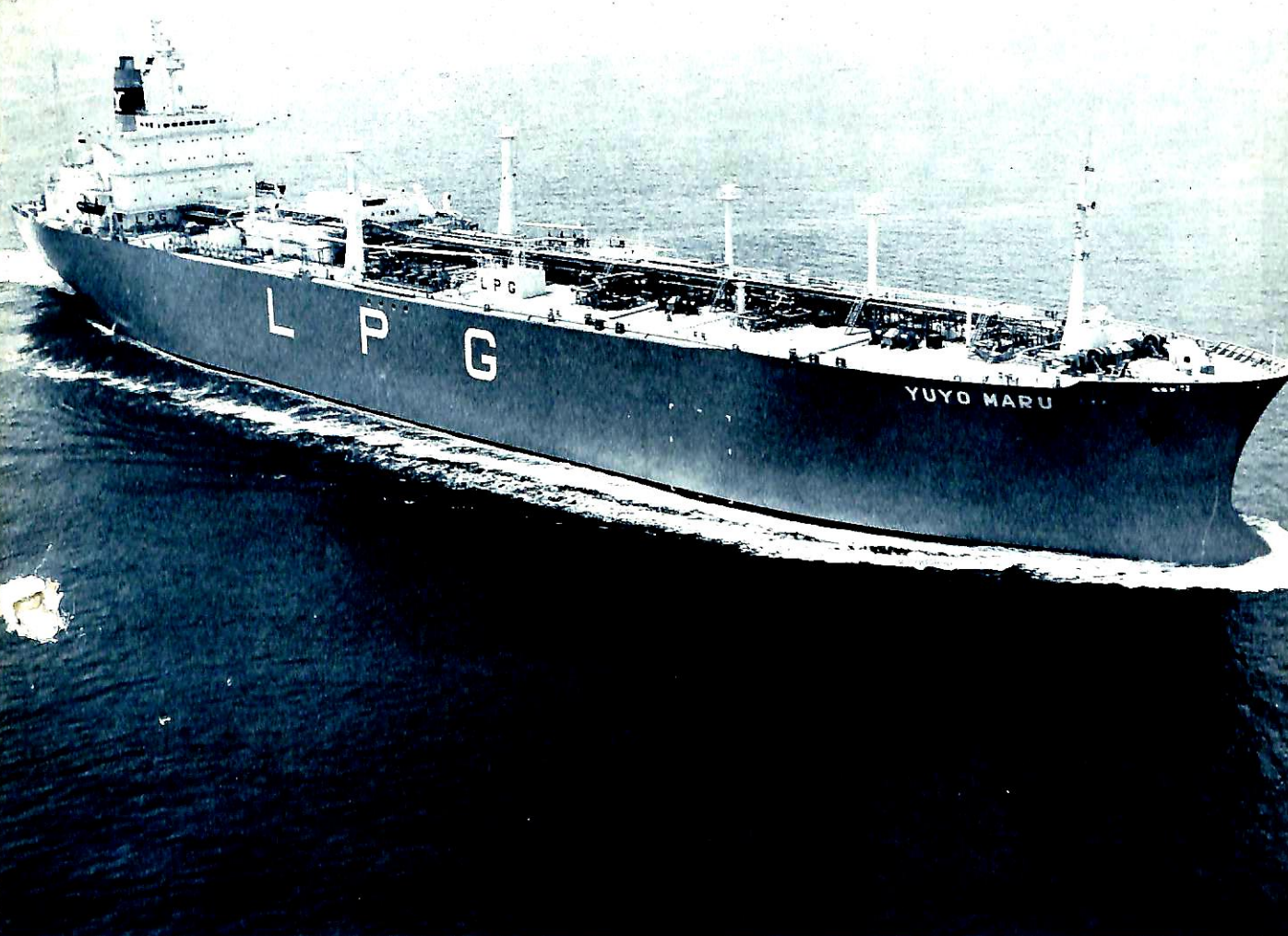


1979

船の科学 7



VOL. 32 NO. 7



雄洋海運向け LPG 運搬船

“雄洋丸”

載貨重量52,729t タンク容量83,070.290m³

主機ディーゼル20,500PS 速力試運転最大18.7kn

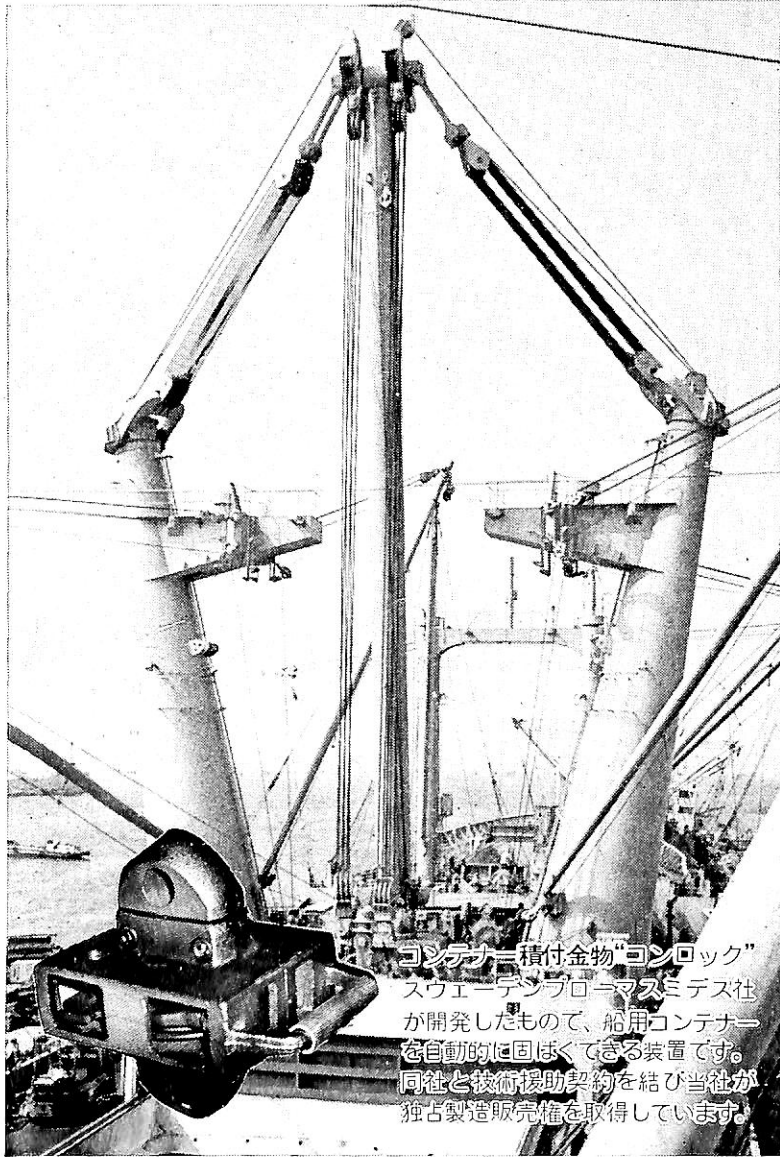
日立造船・広島工場因島 建造



日立造船株式会社

創業 **立** 1924

世界の港で活躍するこのマーク



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

主な製品

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

㊦日本工業規格表示工場

株式会社 **立野製作所**

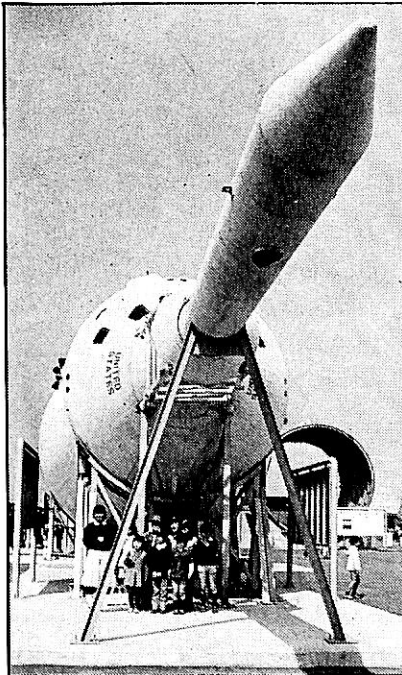
取締役社長 立野勝彦

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

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

この夏が最後のチャンス! 宇宙博9月2日まで。

国際児童年宇宙博開催中



▲サターンIBロケット

2号館<アメリカ館>



▲アイマックス映像宇宙博ホール



国際児童年協賛

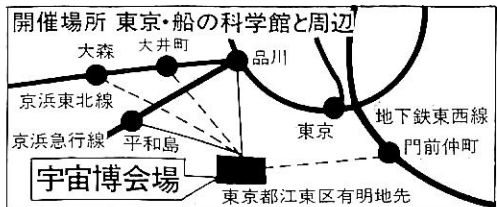


9月2日まで(会期中無休)

開催時間 / 午前9時～午後7時

料金 = 大人1,500円、シルバー・大学生 1,200円
高校生800円、中学生400円、小学生200円、幼児100円

●主催 / 宇宙科学博覧会協会
(会長 笹川良一・理事長 茅誠司)
特別後援 国際児童年事業推進会議



- バス = 国電品川駅東口、大森駅前、大井町駅前。京浜急行平和島駅前。地下鉄東西線門前仲町より発車。
- 船 = 竹芝棧橋より海上バスがあります。
- お問い合わせ先 / 電話東京03(528)1211・宇宙博事務局

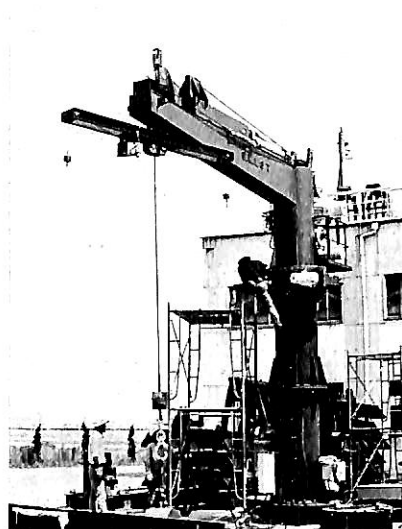
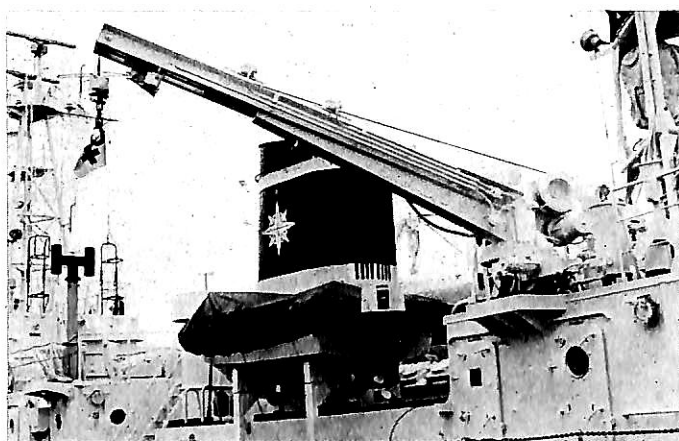
●モーターボート競走の収益金は宇宙博の開催に役立っています

特別援助 財団法人 **日本船舶振興会**

UEDA

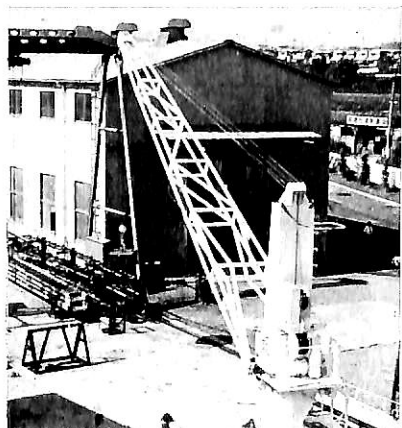
船用クレーン

● 波浪追従装置付クレーン(特許)



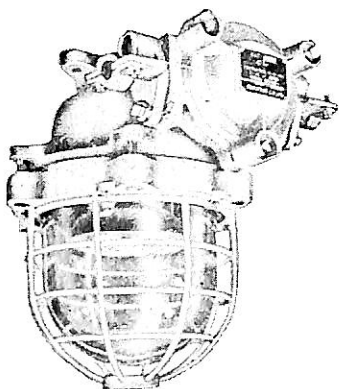
営業品目

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



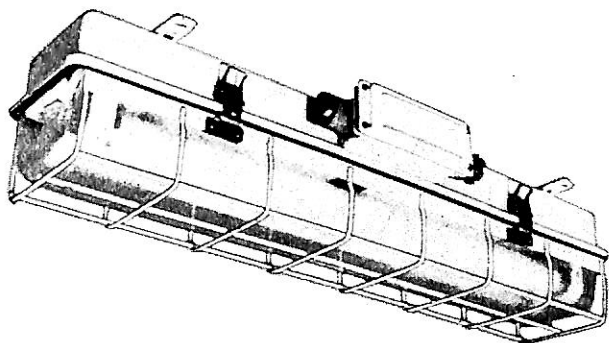
株式会社 友田鐵工所

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

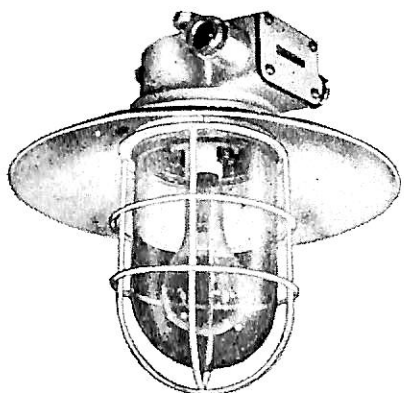


耐圧防爆形天井灯

- 運輸省型式承認
- 船級協会認定品



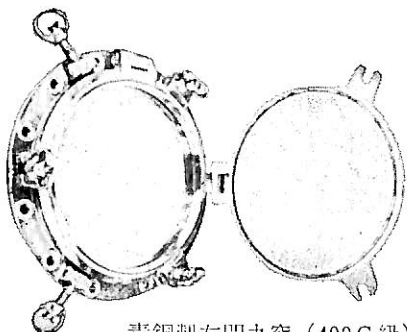
気密形蛍光天井灯



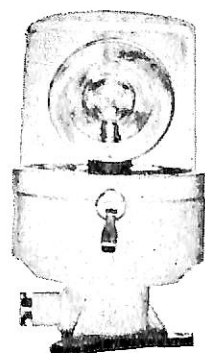
船用作業灯

● 営業品目

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



青銅製左開丸窓 (400C 級)



甲種紅色閃光灯
LGF2R-01

株式会社 高 工 社

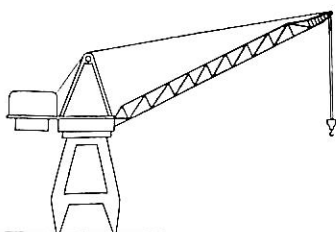
本 社 工 場：東大阪市御厨693

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

東京営業所：東京都港区西新橋1丁目22番7号 森ビルE別館 1

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

未来指向の 造船



建造能力 (G.T.)

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

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

ニイガタの船舶

各種漁船、漁業調査船、漁業訓練船、漁業取締船、漁業指導船、客船、貨物船、貨客船、冷蔵運搬船、フェリーボート、曳船、ドレッジ、巡視船、艦艇及び船舶修理

新潟鉄工

本社 東京都千代田区役が岡1-4-1 千100 電話(03)504-2111

支社 大阪・新潟

支店 北海道・九州

営業所 仙台・横浜・名古屋・広島

エンジニアリング・センター 東京都大田区蒲田本町1-9-3 千144 電話(03)737-1111

株式会社 金指造船所

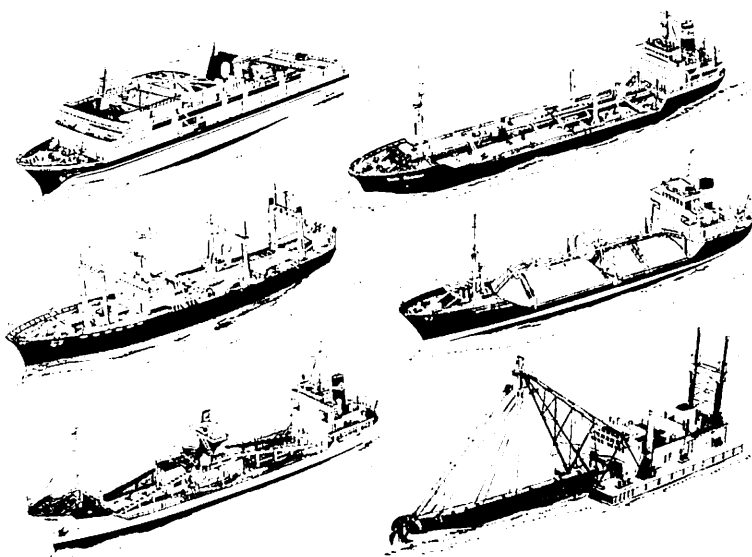


清水工場	2号船台	110m × 15.2m	建造可能	2,100GT
	3号船台	70m × 11.7m	建造可能	500GT
	4号船台	48m × 8.0m	修繕可能	500GT
	5号船台	53m × 9.5m	修繕可能	700GT
	船渠	114m × 18.2m	入渠可能	5,700GT
豊橋工場	建造船渠	380m × 66m	建造可能	200,000DW

代表取締役社長 金 指 利 明

本社・清水工場 静岡県清水市三保491番地の1 電話0543-34-5151(大代表) テレックス3965-617
 豊橋工場 愛知県豊橋市明海町22 電話0532-25-4111(大代表) テレックス4322-292
 東京事務所 東京都港区芝大門1の3の11 電話03-438-1601(代表) テレックス242-4229

《ワイド・シップビルダー》



●すぐれた技術で、さまざまな船を……

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

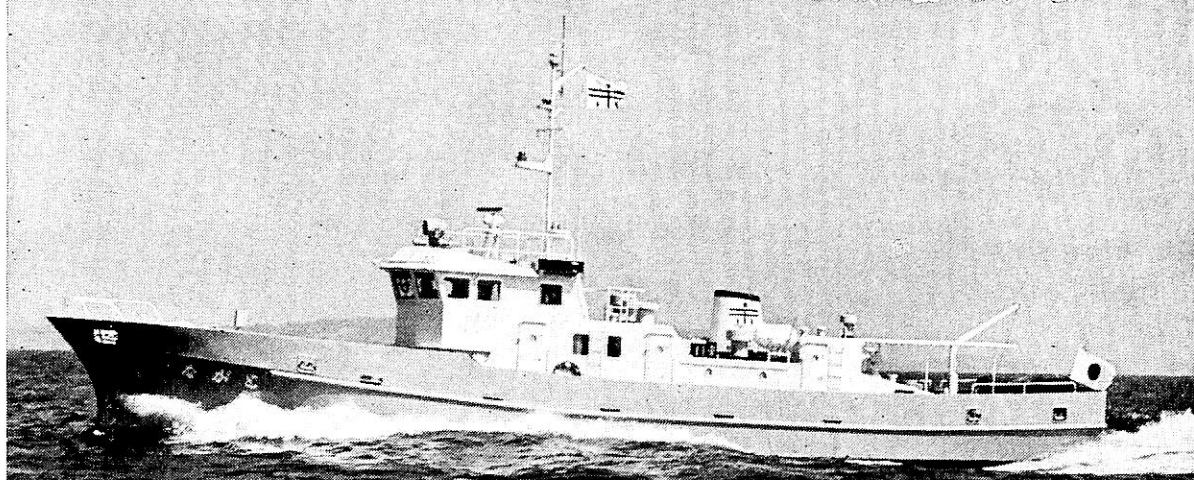
客船、貨物船、カーフェリー、タンカー、セメント・アンモニア等各種専用船、作業船、タグボート、ドレッジャー、漁船、冷凍船、巡視艇、etc.

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

 **内海造船**
 NAIKAI SHIPBUILDING & ENGINEERING CO., LTD.

各種船舶設計／建造／修理

- 鋼製 ●軽合金製
- F.R.P製 ●木製



墨田川造船株式会社

東京都江東区潮見 2-1-6

☎東京 03(647)6111(代)

テレックス(262)2229 SMSHIP J

技術のナカシマ

世界の海に活躍する ナカシマプロペラ

■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

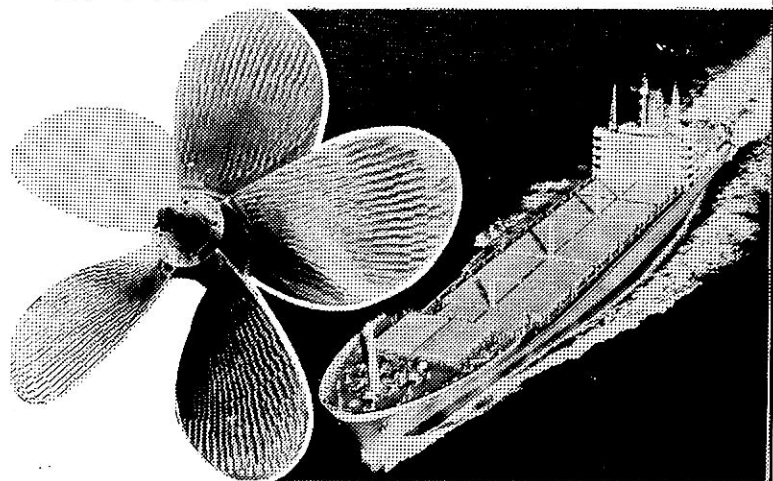
ギヤなしのシャフトにプロペラを油圧にて装着する新方式
取付・取外し簡便

○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



ナ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 東京都中央区入丁堀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

JSW-**HÄGGLUNDS**

Hydraulic deck cranes



JSW-**HÄGGLUNDS**

電動油圧デッキクレーン

には、シングルタイプとツインタイプがあり、シングルは8t～36t、ツインは8t×2～36t×2までのものが標準化されています。作動はすべて油圧で行なわれ、油圧サーボ機構をかいして制御を行なうので完全な無段変速が可能です。荷役ができます。

各ウインチは高圧で作動させるので、クレーン本体は小型軽量でデッキ上の据付面積が小さくできます。安全装置も完備しており、はじめての運転者でも安全に早く荷役ができます。

アフターサービスについても全世界にネットワークがあり、迅速なサービスを受けることができます。

その他の船用機器

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

 株式会社 **日本製鋼所**

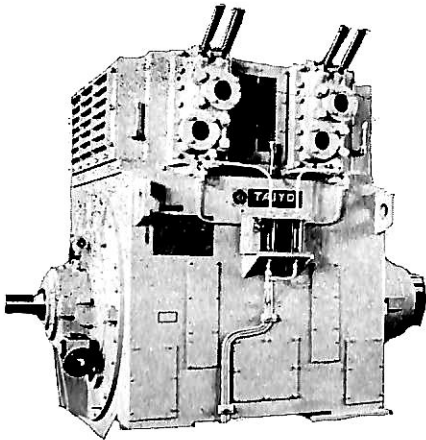
産業機械部船用機械グループ
JSW The Japan Steel Works, Ltd.

東京都千代田区有楽町1-1-2(日比谷三井ビル) 電話(03) 501-6111
営業所 関西(大阪) 06-222-1831・九州(福岡) 092-721-0561
東海(名古屋) 052-935-9361・中国(広島) 08282-2-0991
北海道(札幌) 011-271-0267・北陸(新潟) 0252-41-6301
東北(仙台) 0222-94-2561

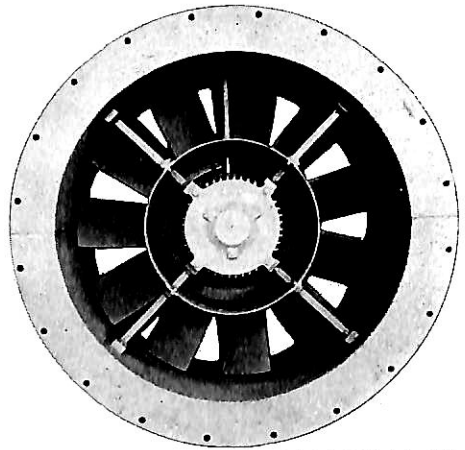
ながい経験と最新の技術を誇る！



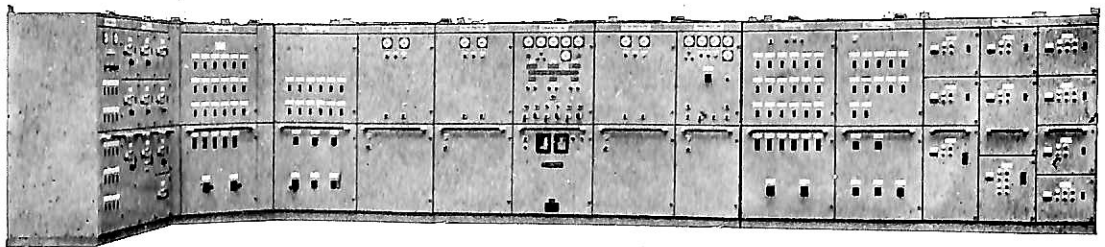
大洋の船舶用電気機器



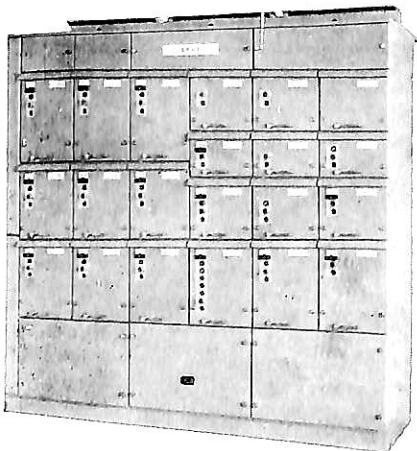
排ガスタービン2極発電機



低騒音軸流通風機



自動化装置組込配電盤



ドロアアウト式集合始動器

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

 **大洋電機** 株式会社

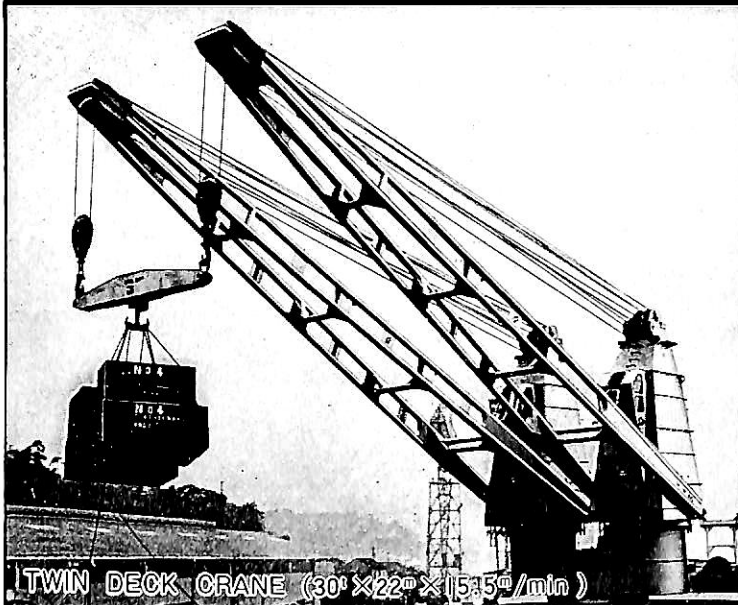
本社 東京都千代田区神田錦町3-16
電話 03-293-3061 (大代)

工場 岐阜・岐阜羽島・伊勢崎・群馬
営業所 下関・札幌・大阪・釧路
海外 ニューヨーク・ジャカルタ・アブダビ

目 次

- 11 新造船紹介 (No. 369)
- 46 日本商船隊の懐古No. 1 (鎌倉丸, 畿内丸, 金華丸, さんらもん丸)……………山 田 早 苗
- 51 6月のニュース解説……………編 集 部
- 54 ケミカルタンカー “HASSEL” について……………来 島 ど っ く
- 61 Heavy Lift RO/RO Cargo Ship
M/V “DANA AMERICA”……………日 本 鋼 管
- 68 「日本商船隊の懐古」の掲載にあたり……………山 田 早 苗
- 70 船舶火災について……………前 田 至 孝
- 77 海上係留の諸問題……………A. Pollonghini
-
- 87 ケミカルタンカー (38)……………恵美洋彦・角張昭介
- 96 船舶電子航法ノート (34)……………木 村 小 一
- 104 中速艇の一設計法 (4)……………大 隅 三 彦
-
- 86 昭和54年度事業計画項目一覧……………日本造船研究協会
- 製品紹介 安全で抜群の消火力をもつハロン1301消火剤
- 文献紹介 日本造船振興財団図書室編纂の船舶工学・海洋工学 技術文献抄録集 (海外編)

最新の技術と実績を誇る 福島製の甲板機械



TWIN DECK CRANE (30°×22°×15.5°/min)

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



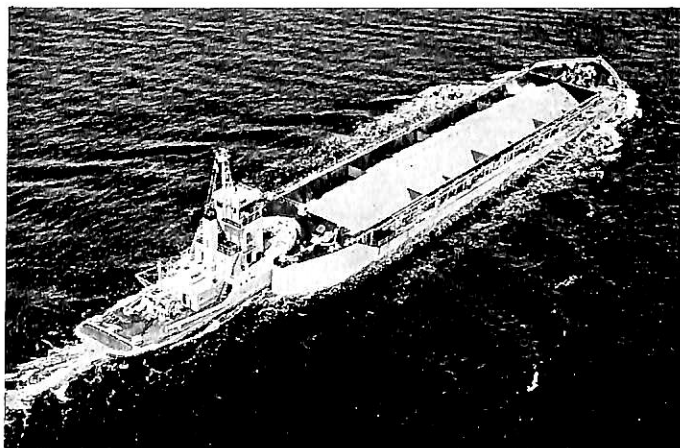
株式会社 **福島製作所**

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

“押船—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

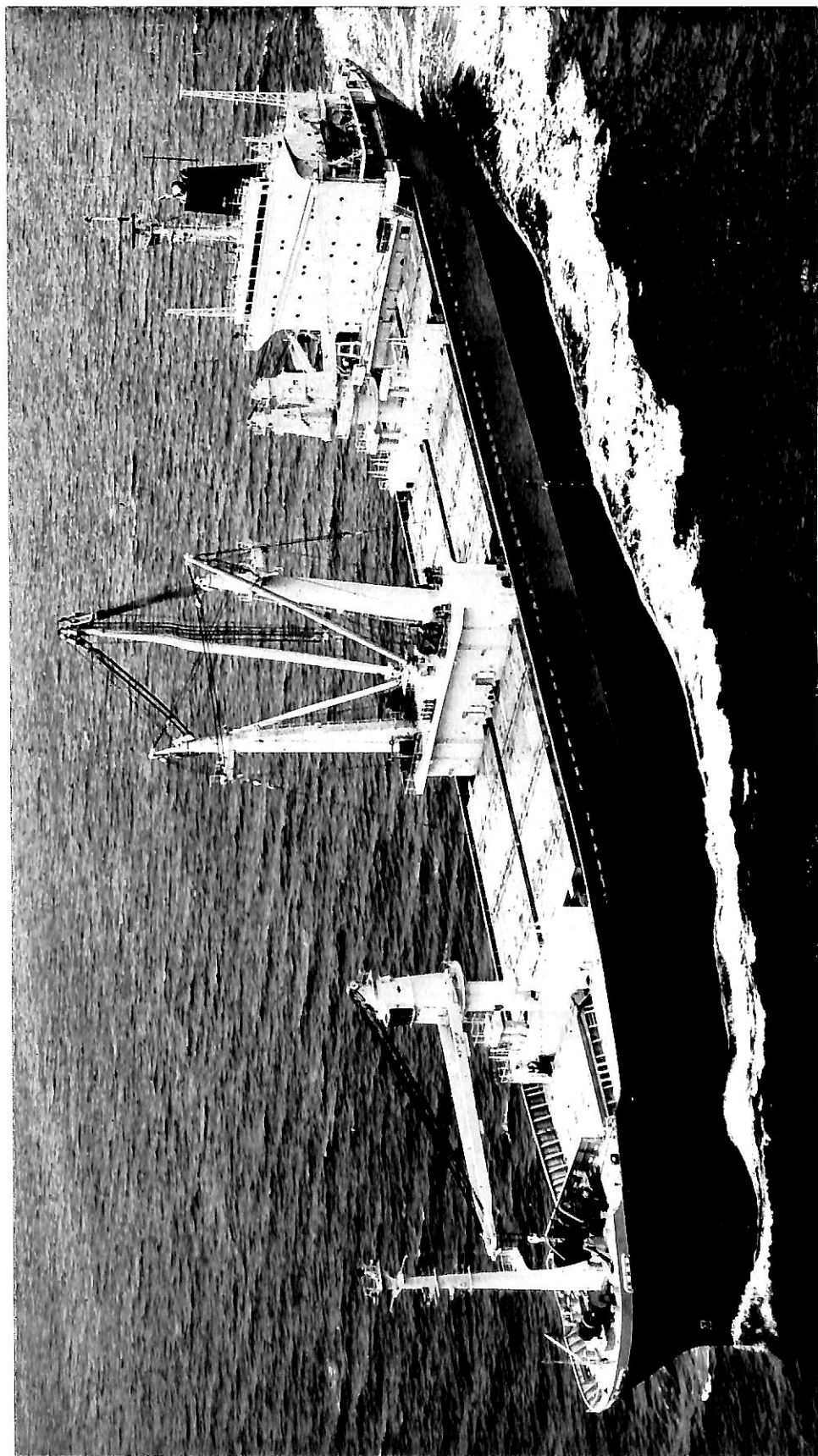


☆ 荒天時も就航可能!

☆ 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



大阪商船三井船舶株式会社

乾汽船株式会社

澤山汽船株式会社

あるたい丸

ALTAI MARU

34次多目的貨物船

佐野安輪渠株式会社水島造船所建造 (第1029番船)
 全長 166.12m 垂線間長 157.00m 型幅 26.40m
 総噸數 15,976.50T 純噸數 8,668.28T 載貨重量 23,284t
 艙口數 2×3, 1×1 デリックブーム 150Lt×1, 22t×2
 Cont. 搭載數 20'×666個 燃料油槽 1,687.1m³
 主機機 住友 Sulzer 6RND 68M型ディーゼル機関×1
 補給缶 堅型鐵罐式 7kg/cm²G, 1,500kg/h (排油共)
 送信機 (ZE) 1.2kW中波・短波×1 (補) 75W中波・短波×1
 (副) 15.95kn 航続距離 12,000哩
 乗組員 士官15名, 部員19名

起工 53-11-7 型深 14.10m 貨物艙容積 (ベール) 29,313.3m³
 デッキクレーン 31t シングルクレーン×1
 燃料消費量 36.0t/day
 出力 (連統最大) 10,800PS (137rpm) (常用) 9,180PS (130rpm)
 発電機 (ディーゼル) 700kVA×AC450V×3φ×60Hz×3
 受信機 (主) 全波×2 速力 (試運転最大) 18.75kn
 船級・区域資格 NK 速洋 船型 回甲板船尾機四型
 竣工 54-4-20 満載排水量 31,363t
 (グレーン) 30,317.8m³
 31t ツインクレーン×1 淡水槽 504.4m³

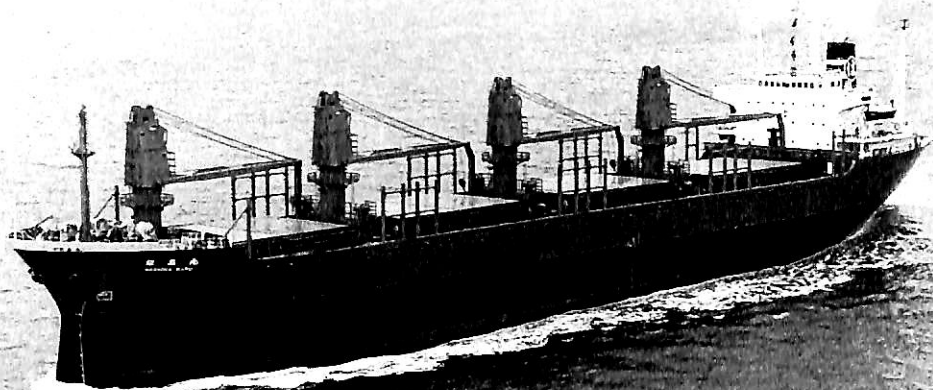


ケミカルタンカー **HASSEL** 大一商運株式会社

はっせる

株式会社来島どっく波止浜工場建造(第2063番船) 型幅 18.30m 竣工 53-10-4 進水 53-12-3 竣工 54-3-5
 全長 115.50m 垂線間長 106.10m 純噸數 2,997.48T 型深 10.10m 載貨重量 9,054.04t 滿載排水量 12,264t
 總噸數 5,307.11T 淨噸數 2,997.48T 載貨重量 9,054.04t 滿載排水量 12,264t
 ポンプ 200m³/h×80m×3, 100m³/h×80m×23 積口數 26 積口數 26 積口數 26 貨物容積 10,471.172m³
 燃料消費量 18.0t/day 清水槽 300.53m³ 積口數 26 積口數 26 積口數 26 燃料油槽 1,082.04m³
 出力 (連続最大) 6,000PS (198rpm) (常用) 5,100PS (187.5rpm) 發電機 西芝 AC×550kVA×60Hz×3, ダイハツ 600PS×6cyl×900rpm×3
 補汽缶 乾熱室式丸型 9,000kg/h×9kg/cm²×1 受 (主) RG 55A×1 (補) RG 17B×1 (補) 船船電話 VHF
 無線装置 送 (主) 1.2kW×1 (補) 75W×1 受 (主) 1.2kW×1 (補) 75W×1 速度 (試運転最大) 14.290kn IMCO TYPE II & III
 航海計器 ロラン オメガ レーダー 乗組員 21名
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 ウエル甲板型

航続距離 16,200裡
(別項参照)



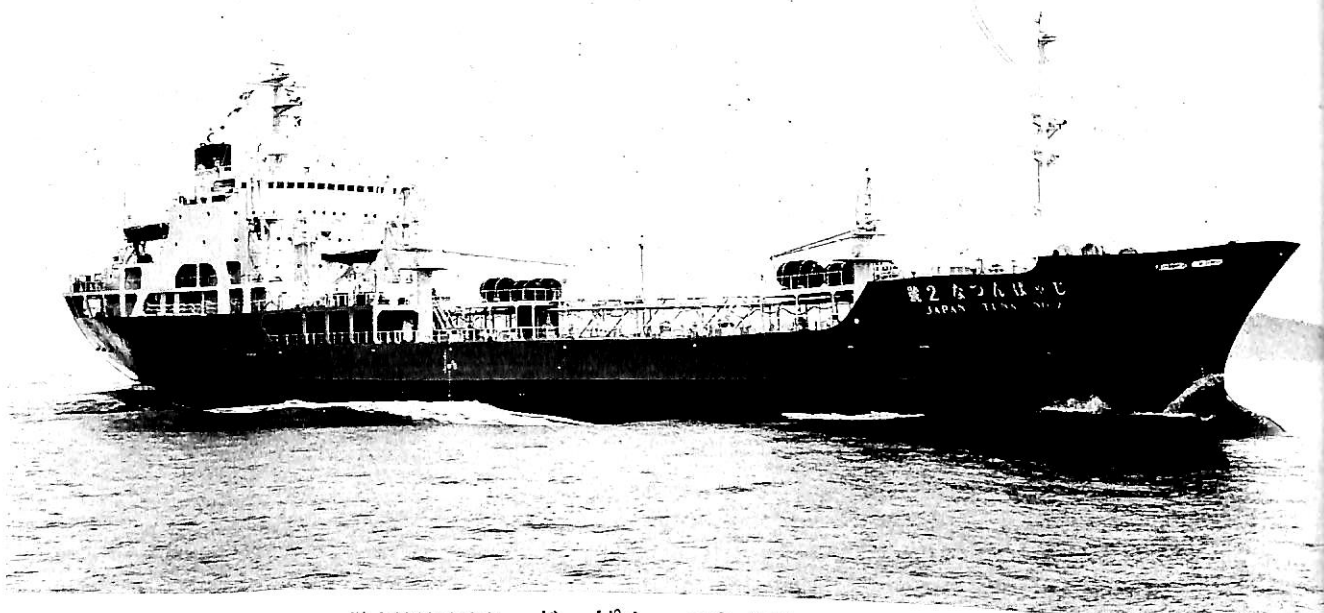
散積貨物船 能 島 丸 敷島汽船株式会社
NOSHIMA MARU

今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1053番船) 進水 54-2-25 竣工 54-4-30 全長 160.38m
 垂線間長 150.00m 型幅 24.60m 型深 13.60m 満載喫水 9.951m 満載排水量 29,702t
 総噸数 14,178.54T 純噸数 9,360.89T 載貨重量 23,903t 貨物艙容積 (ベール) 29,840.70m³
 (グレーン) 31,233.37m³ 艙口数 4 クレーン 25t×4 燃料油槽 1,422.88m³ 燃料消費量 33t/day
 清水槽 428.84m³ 主機械 三菱 Sulzer 6RND68型ディーゼル機関×1 プロペラ 4翼 1軸
 出力 (連続最大) 9,900PS (150rpm) (常用) 8,910PS (145rpm) 発電機 ヤンマー 6MAL-HT 400kVA×2
 補汽缶 堅型煙管式 7kg/cm² 油焚 800kg/h 排ガス 800kg/h 無線装置 送(主) 1kW×1 (補) 75W×1 受(主) NRD72×1 (補) NRD1003A×1 船舶電話 航海計器
 オメガ レーダー 速力 (試運転最大) 17.209kn (満載航海) 14.5kn 航続距離 10,800浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 ウエル甲板型 乗組員 28名 同型船 オーシャンクラウン

RO/RO コンテナ船 SEKI ROKAKO 関兵精麦株式会社
セキ ロカコ

常石造船株式会社建造 (第435番船) 起工 53-11-26 進水 54-2-1 竣工 54-5-12
 全長 152.00m 垂線間長 140.00m 型幅 26.30m 型深 17.25m 満載喫水 9.08m
 満載排水量 20,399t 総噸数 17,361.17T 純噸数 11,618.22T 載貨重量 12,161t
 貨物艙容積 (ベール) 27,946.3m³ 艙口数 2 クレーン 25t×12m/min×2, 30t×10m/min×2
 Car・Cont.搭載数 トレーラー 103台, 20'コンテナ 645個 燃料油槽 1,538.7m³ 燃料消費量 31.9t/day
 清水槽 239.4m³ 主機械 IHI SEMT Pielstick 16PC2-5V型ディーゼル機関×1 発電機 西芝 NTAKL-VC 720kW×3
 出力 (連続最大) 10,400/10,300PS×520/119.7rpm (常用) 8,840/8,750PS×492.6/113.4rpm プロペラ 5翼 1軸
 補汽缶 コンボジット堅型 無線装置 送(主) 1.2kW×1 (補) 75W×1
 ダイハツ 8PSHTc-26D 1,100PS×720rpm×3 受(主) 全波×1 (補) 全波×1 VHF 航海計器 デッカ オメガ レーダー 速力 (試運転最大) 19.62kn
 (満載航海) 17.0kn 航続距離 16,560浬 船級・区域資格 NK 遠洋 乗組員 33名





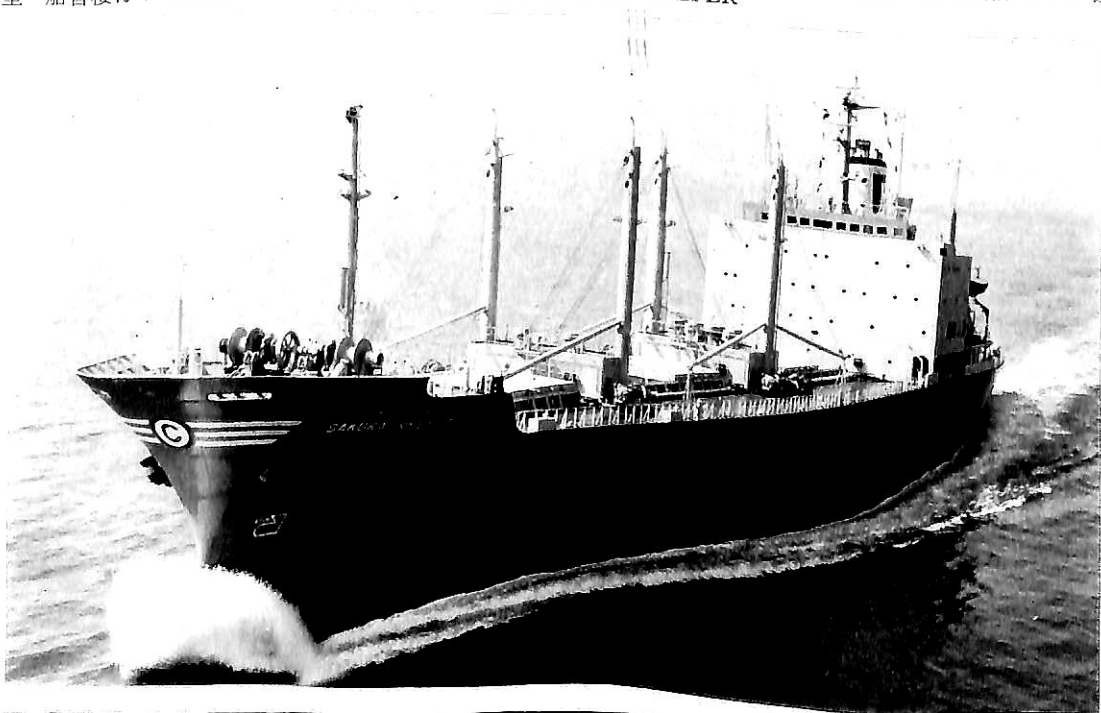
洋上補給診療船 **じゃぱん つな2号** 日本鯷船漁業協同組合連合会
JAPAN TUNA No. 2

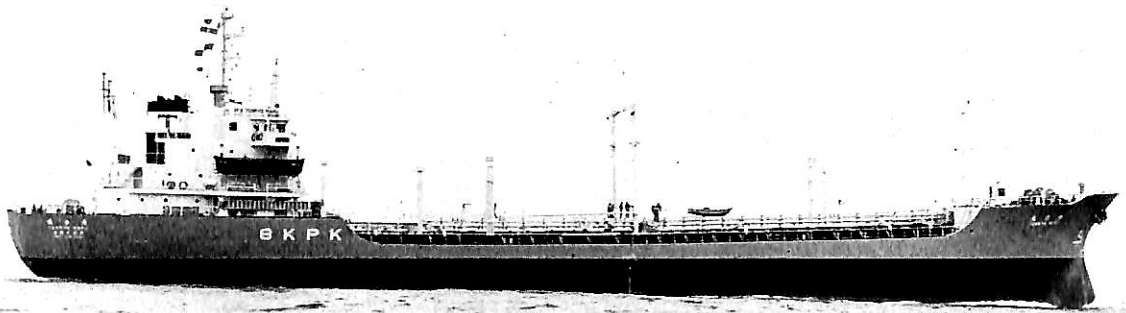
日立造船株式会社広島工場因島建造(第4602番船) 起工 53-11-20 進水 54-3-20 竣工 54-5-15
 全長 127.38m 垂線間長 118.00m 型幅 19.80m 型深 10.00m 満載喫水 (ext.) 8.266m
 総噸数 6,480.19T 純噸数 3,445.82T 載貨重量 10,699t 貨物艙容積 乾物庫 538m³
 冷凍冷蔵庫 521m³ ドラム庫 130本 ボトル室 86本 貨物油槽容積 10,252m³
 主荷油ポンプ 250m³/h×70m×1 300m³/h×70m×1 デッキクレーン 2t×2 ガントリークレーン 3t×1
 燃料油槽 1,524m³ 燃料消費量 18.5t/day 清水槽 610m³ 主機 赤阪 6UEC 52/105D型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 6,200PS (175rpm) 送信機 (主) 主機駆動 400kW×AC450V×60Hz×1
 補汽缶 排ガス併用堅型水管 発電機 (主) 主機駆動 400kW×AC450V×60Hz×1 (常用) 4,960PS (163rpm)
 (補) ディーゼル 400kW×AC450V×60Hz×2 送信機 (主) 1.2kW×1, 800W×1 (補) 75W×1
 受信機 (主) 全波×2 (補) 全波×1 速度 (試運転最大) 15.681kn (満載航海) 13.6kn 航続距離 22,500浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 24名 旅客 12名
 可変ピッチプロペラ 貨物油艙下が二重底構造

— 14 —

冷蔵貨物船 **SAKURA REEFER** くみあい船舶株式会社
さくら りいふあ

日立造船株式会社有明工場建造(第4629番船) 起工 53-9-18 進水 54-1-9 竣工 54-3-15
 全長 144.95m 垂線間長 136.00m 型幅 18.70m 型深 11.82m 満載喫水 8.074m
 満載排水量 12,487t 総噸数 7,197.28T 純噸数 4,008.27T 載貨重量 8,072t
 貨物艙容積 (ベール) 9,473.39m³ 艙口数 4 デリック 5.0t×8 Car すべての甲板に乗用車積載可能
 燃料油槽 2,004.48m³ 燃料消費量 41.5t/day 清水槽 319.64m³ 主機 日立 B&W 8L55GF型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 10,700PS (150rpm) 発電機 (常用) 9,750PS (145rpm)
 補汽缶 コンポジット形 1,200kg/h 受 (主) NRD-71×1 N (補) RD-10×1
 無線装置 送 (主) NSD-25×1 (補) NSD-15×1 航続距離 19,152浬
 速度 (試運転最大) 22.572kn (満載航海) 19.0kn 乗組員 29名 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 船首楼付平甲板型 同型船 FUJI REEFER





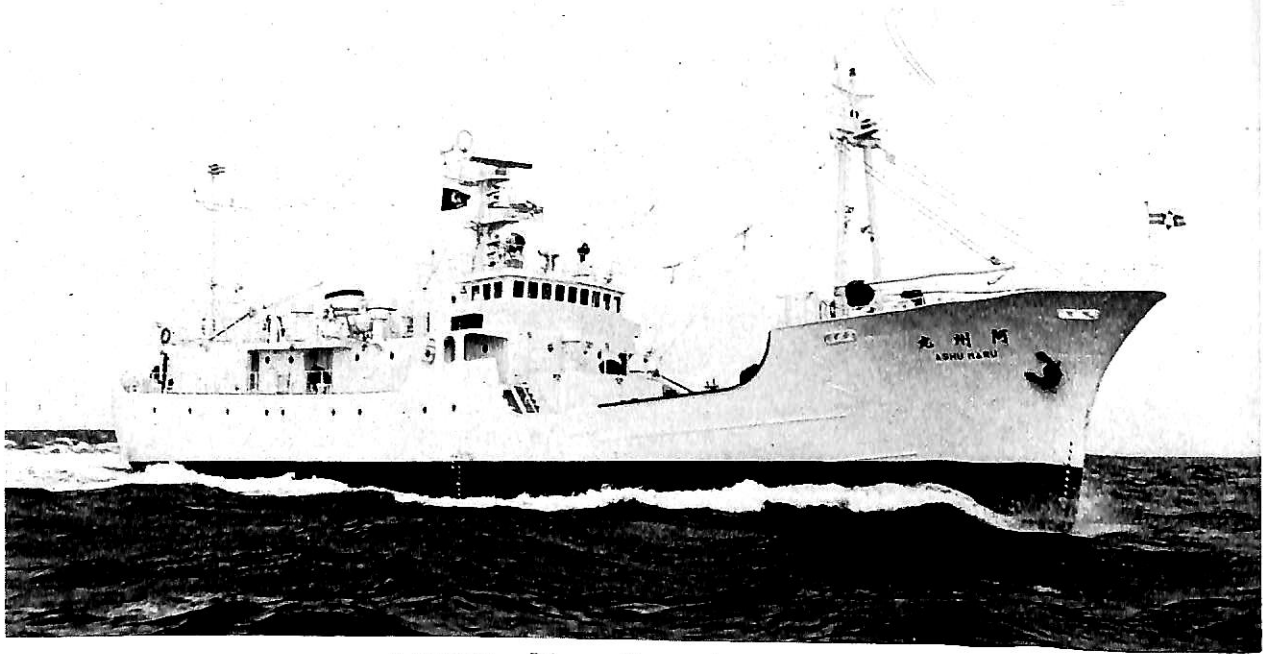
ケミカルタンカー 天 良 丸 松木海運株式会社
TENRYO MARU

三好造船株式会社建造 (第246番船)	起工 53-11-11	進水 54-1-29	竣工 54-3-30
全長 106.34m	垂線間長 98.60m	型幅 16.50m	型深 8.20m
満載排水量 8,845.87t	総噸数 3,399.91T	純噸数 2,262.55T	満載喫水 6.940m
貨物油槽容積 7,645.086m ³	主荷油ポンプ 1,000m ³ /h×2	デリック 0.9t×2	載貨重量 6,597.73t
燃料消費量 13.7t/day	清水槽 218.5m ³	主機械 阪神 6LU50A型ディーゼル機関×1	燃料油槽 592m ³
出力 (連続最大) 4,000PS (245rpm)	(常用) 3,400PS (232rpm)	プロペラ 4翼 1軸	
補汽缶 三浦工業 6,020kg/h×10kg/cm ²	発電機 西芝 200kVA×445V×2	ヤンマー 270PS×1,200rpm×2	
無線装置 送 (主) 500kW×1 (補) 75W×1	船舶電話 VHF	航海計器 ロラン レーダー	
速力 (試運転最大) 13.810kn	(満載航海) 13.508kn	航続距離 10,300浬	船級・区域資格 NK 遠洋
船型 船首尾楼付一層甲板型	乗組員 28名	IMCO Type III	

活魚運搬船 日 昌 丸 中谷政美
NISSHO MARU

三重造船株式会社建造 (第185番船)	起工 53-11-14	進水 54-2-10	竣工 54-2-28
全長 42.340m	垂線間長 38.000m	型幅 7.000m	型深 3.300m
満載排水量 589.07t	総噸数 224.52T	純噸数 82.98T	満載喫水 3.122m
貨物容積 (グリーン) 252.49m ³	艙口数 4	クレーン 0.9t×1	活魚給実水量 212.27m ³
燃料消費量 3.91t/day	清水槽 13.22m ³	主機械 松井 MS 245 GSC型ディーゼル機関×1	燃料油槽 44.76m ³
出力 (連続最大) 1,000PS (420rpm)	(常用) 850PS (398rpm)	プロペラ 4翼 1軸	
発電機 昭和精機 (主) 220PS×1,200rpm×1 (補) 70PS×1,200rpm×1		無線装置 10W SSB 送受信機	
船舶電話	航海計器 レーダー	速力 (試運転最大) 11.909kn	(満載航海) 11.70kn
航続距離 2,300浬	船級・区域資格 JG 沿海	船型 凹甲板型	乗組員 7名
空気圧縮式 船底樋穴装置			



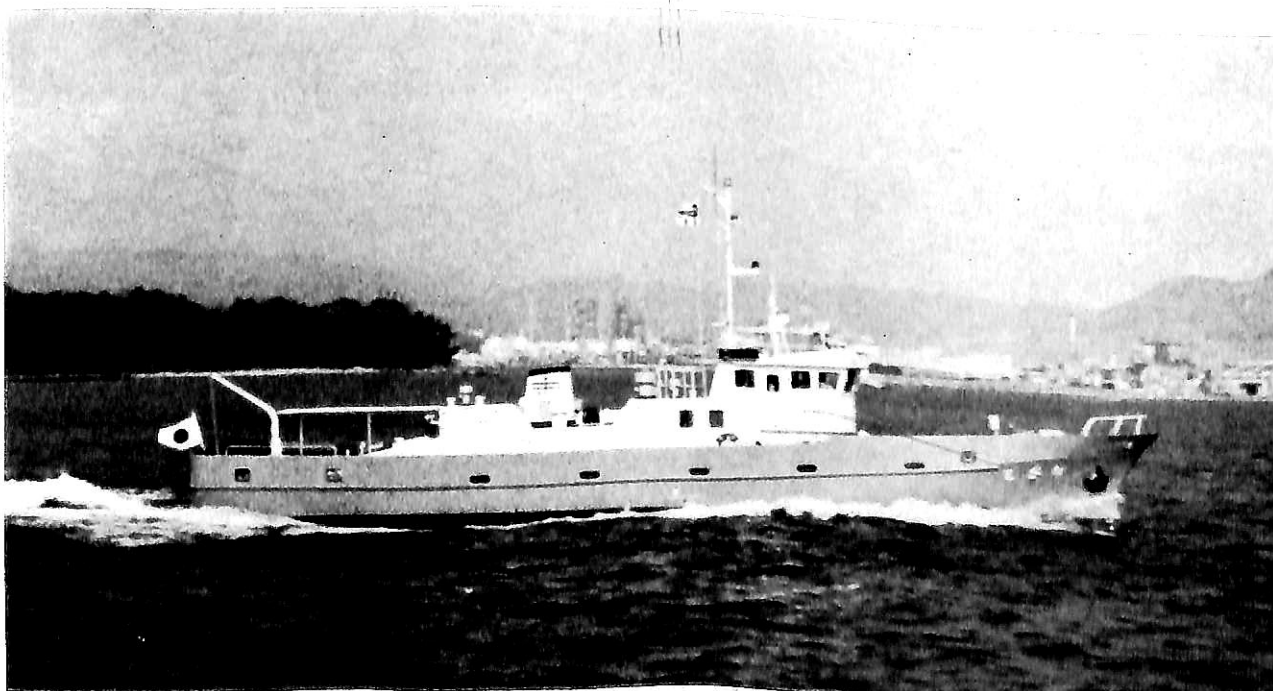


漁業実習船 阿 州 丸 徳島県立水産高等学校
ASHU MARU

三菱重工業株式会社下関造船所建造(第808番船) 起工 53-10-23 進水 53-12-2 竣工 54-2-28
 全長 52.19m 登録長 45.50m 型幅 8.60m 型深 3.90m 計画満載喫水 3.50m
 総噸数 497.60T 純噸数 159.16T 魚艙容積 101.1m³ 急凍室容積 71.2m³ 燃料油槽 307.8m³
 燃料消費量 158g/PS·h 清水槽 53.8m³ 主機械 阪神 6LUN 28AG型ディーゼル機関×1
 出力(連続最大) 1,300PS (395rpm) プロペラ 4翼 1軸 発電機 大洋電機 AC225V×250kVA×2,
 AC225V×40kVA×1 無線装置 送(主) NSD1547 500W×1 (補) NSD1128 125W×1
 受(主) NRD73×1 (補) NRD10×1 海事衛星装置 航海計器 ロラン オメガ レーダー
 速力(試運転最大) 14.01kn (航海) 11.9kn 航続距離 16,000浬 船級・区域資格 JG 国際
 船型 凹甲板型 乗組員 船員23名, 教官2名, 生徒40名 漁撈装置一式 魚探
 冷凍機 VM62R (19.6R/T)×2

警備艇 な が と 警察庁

墨田川造船株式会社建造(第N53-17番船) 起工 53-10-9 進水 54-1-30 竣工 54-3-26
 全長 26.95m 垂線間長 24.00m 型幅 4.60m 型深 2.50m 満載喫水 1.561m
 満載排水量 78.036t 総噸数 71.34T 純噸数 23.07T 燃料油槽 5,000l
 燃料消費量 85.7l/day 清水槽 2,000l 主機械 ヤンマー S185-ST型ディーゼル機関×1
 出力(連続最大) 605PS (929rpm) (常用) 550PS (900rpm) プロペラ 3翼 1軸
 発電機 ヤンマー 30kVA 壱型無気噴油式 3ESDL 52PS×1,800rpm 無線装置 警察無線
 航海計器 レーダー 速力(試運転最大) 13.27kn (満載航海) 12.38kn 船級・区域資格 沿海
 船型 横肋骨方式 乗組員 10名 搭載艇 FRP 3.65m 乗組員 3名 山口県警察本部





消防艇 雪 風 福山市消防局
YUKIKAZE

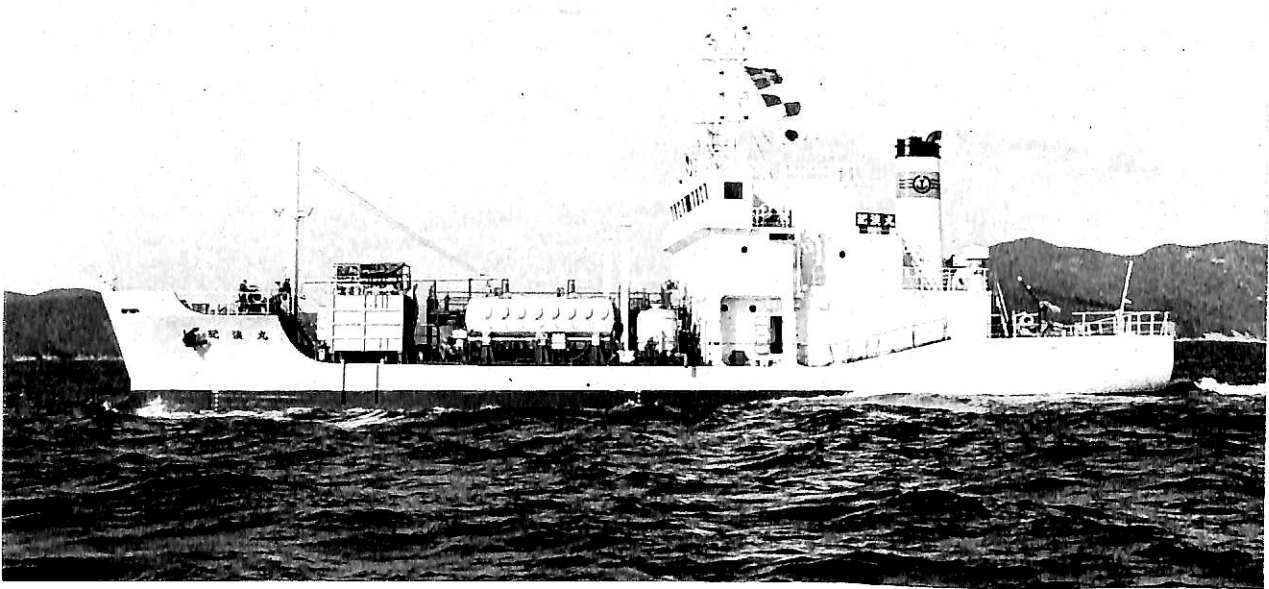
横浜ヨット株式会社建造 (第758番船) 起工 53-9-29 進水 54-2-27 竣工 54-3-31
 全長 21.00m 型幅 5.00m 型深 2.10m 満載喫水 1.22m 満載排水量 59.38t
 総噸数 53.25T 純噸数 19.17T 燃料油槽 2.37m³ 清水槽 0.27m³ 主機械 GM 12V 71TI型
 ディーゼル機関×2 出力 (連続最大) 540PS×2 (2,170rpm) プロペラ 3翼 2軸 CPP
 発電機 大洋電機 AC225V×3相×20kVA×16kW×60Hz×2 日産 SD227×2 無線装置 VHF
 航海計器 レーダー 速力 (試運転最大) 18.03kn 航続距離 160浬 船級・区域資格 平水
 船型 V型 乗組員 8名 その他12名
 泡水放水銃×4, 放水口, 救難排水装置等消火設備及び流出油処理装置

業務艇 し お じ 兵庫県

— 17 —

寺岡造船株式会社建造 (第183番船) 起工 53-11-14 進水 54-3-26 竣工 54-3-31
 全長 12.70m 垂線間長 11.90m 型幅 3.21m 型深 1.59m 満載喫水 0.65m
 満載排水量 8.5t 総噸数 17.18T 純噸数 6.18T 燃料油槽 1.2m³ 燃料消費量 91.6/h
 清水槽 0.12m³ 主機械 GM 8V92TI型ディーゼル機関×1 出力 550PS×1 (2,300rpm)
 定格出力 455PS (2,170rpm) プロペラ 3翼 1軸 発電機 ウェスターベーク WPD-4型
 3,600rpm×7PS×120V×4kW 無線装置 船舶電話 速力 (試運転最大) 26.86kn 巡航 22.96kn
 航続距離 300浬 船級・区域資格 J.C.I・限定沿海 船型 ディープV型 乗組員 1名
 旅客 21名 収水装置, 音響測深機 外板は鋼板, 隔壁, 甲板及び上部構造アルミニウム



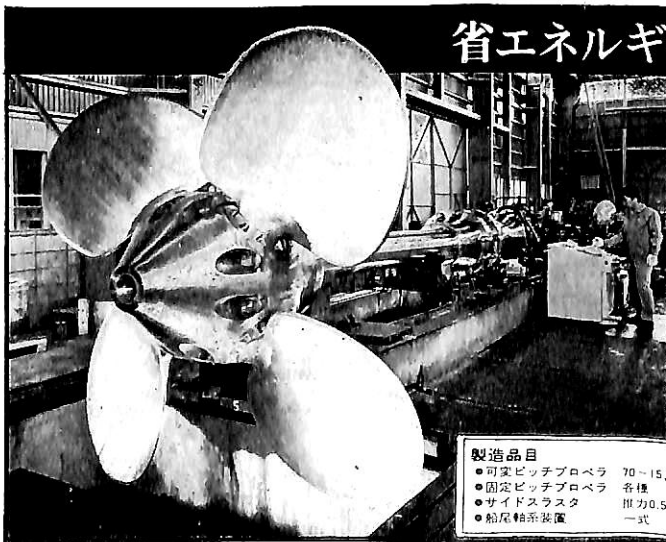


油回収/海面清掃船 紀 淡 丸 運輸省

KITAN MARU

石川島播磨重工業株式会社相生第一工場建造 (第430番船) 起工 53-9-20 進水 53-10-23
 竣工 54-1-31 全長 45.50m 垂線間長 41.50m 型幅 10.40m 型深 4.00m
 満載喫水 3.10m 総噸数 428.29T 純噸数 154.45T 載貨重量 327.00t 燃料油槽 30m³
 燃料消費量 2.8t/day 清水槽 18m³ 主機械 新潟 6L25BX型ディーゼル機関×2
 出力 (連続最大) 1,200PS×2 (750rpm) プロペラ 4翼 2軸 360° 旋回式
 発電機 久保田 L6D 45EM型 140PS×1,200rpm×2 無線装置 送 (主) 20W×1 (補) 10W×1
 受 (主) 20W×1 (補) 10W×1 航海計器 レーダー 速力 航海時 13.4kn 油回収時 2~4kn
 船級・区域資格 JG 沿海 船型 平甲板型 乗組員 11名 他12名
 油圧操作によりバルバスパウの水面上から左右に開き油、ゴミ類を回収する

- 油回収装置 傾斜板型油回収器 (舷側用)×2, ミクローネ型油回収器 (船内水路用)×1
 油回収能力 60m³/h×2, 油水分離能力 60m³/h×2, 回収油受入槽 (粗分離兼用) 容量 40m³×2,
 回収油槽 容量 50m³×2
- 清掃装置 油圧昇降式ごみコンテナ 8m³×5, 水ジェット吸引装置80m³/h×1, 薬品散布装置×1 第三港湾建設局



省エネルギー対策にピタリ!!

2600 台を超える
実績と信頼性

全国40カ所のサービス網完備

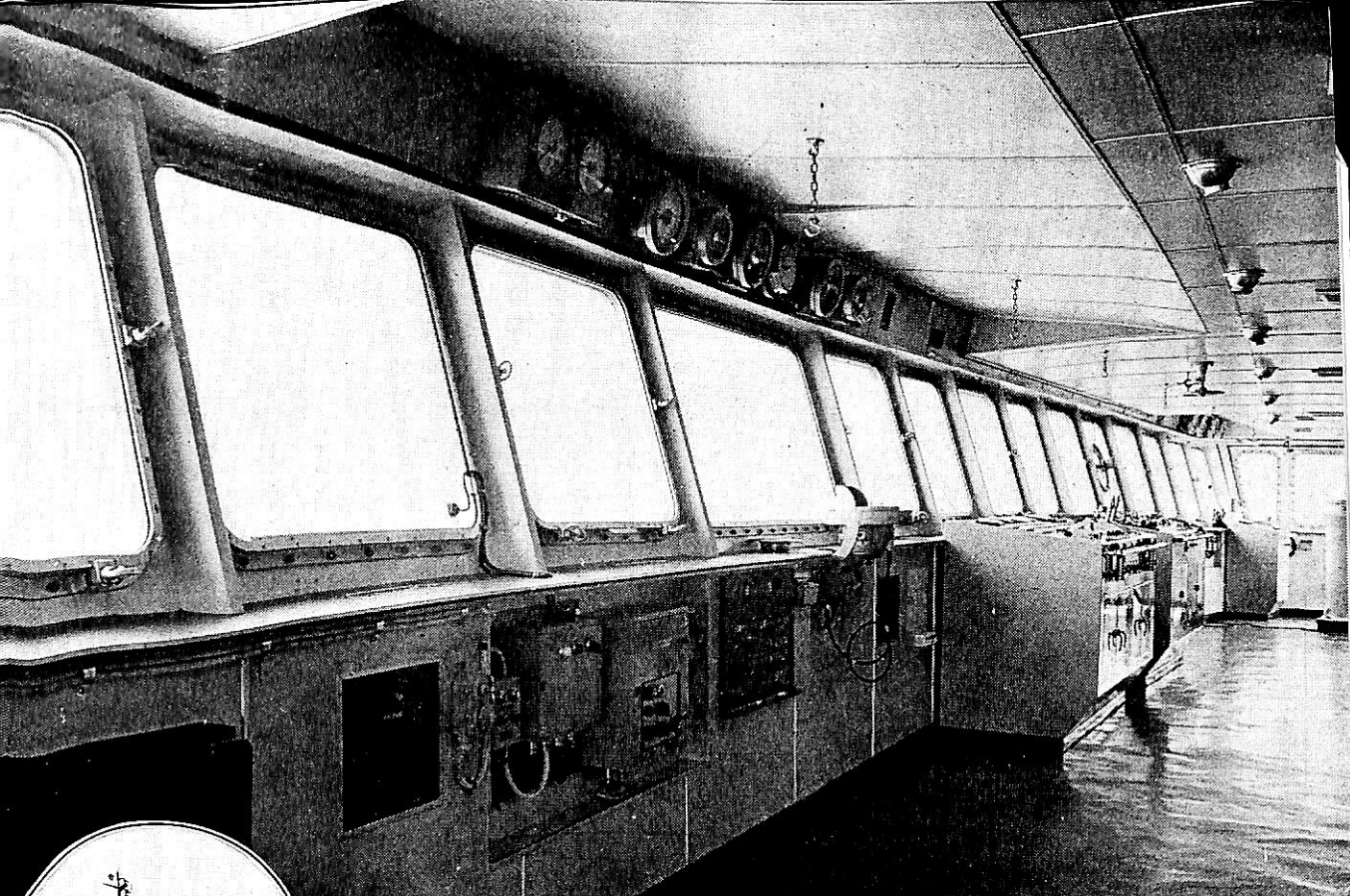


かもめ
可変ピッチ
プロペラ

運輸大臣認定製造事業場
かもめプロペラ株式会社

本社 東京都中央区上野国分町690番244号 (045) 811-2451 (代表)
 工場 東京都港区新地4-14-2番105号 (03) 431-5438-434-3639

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



日本沿海フェリー「えりも丸」



安全な航海のために 操舵室の窓は クリヤーに

結露・氷結から視界をまもります。

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

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

ヒートコントローラー

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

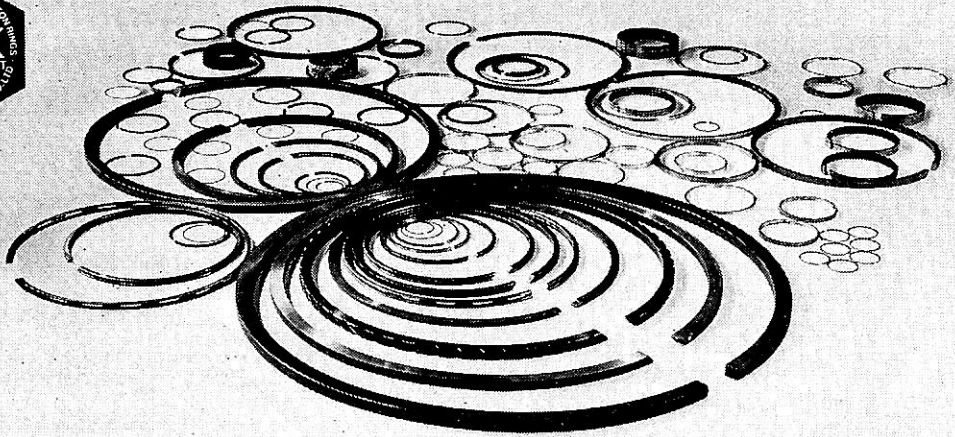
ヒートコントローラーは、自動的に使用適正温度を保ちますので、ON・OFFの手間がありません。

結露・氷結防止作用、融雪作用のある安全ガラス

ヒートライト® C

旭硝子

100 東京都千代田区丸の内2-1-2(千代田ビル)
☎(03)218-5339 (加工硝子部)



RIKEN

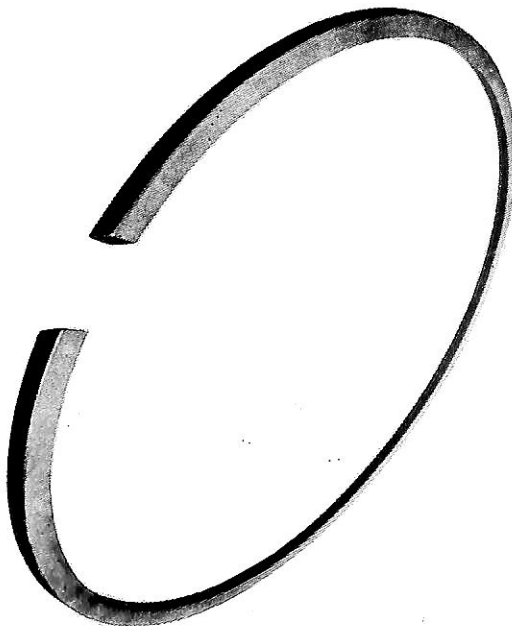
理研ピストンリング工業株式会社

〒102 東京都千代田区九段北1丁目13番5号

電話(03)230-3916番(代表)

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

耐摩耗材の技術の日ピス



■バランスのとれた安定した材質■

■大型2サイクルディーゼル機関用ピストンリング■

UBALLOY-S

ユーバロイSは、ユーバロイの耐摩耗性、耐スカuffing性など、片状黒鉛鋳鉄のもつすぐれた摺動特性を損うことなく、耐折損性を片状黒鉛鋳鉄の最大限まで向上させた最優秀のピストンリング材質です。

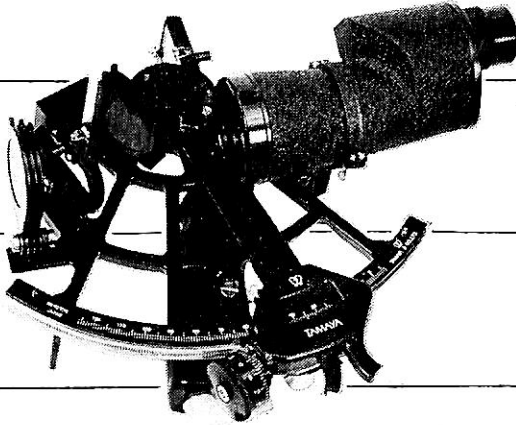


日本ピストンリング株式会社

東京都千代田区内幸町2-1-18 電話(503)3311(大代)

TAMAYA 航海機器

航海の安全を願い、60年にわたる経験と卓越した技術が生み出したTAMAYA航海機器。厳選された材質と優れた構造から生まれる高い精度と堅牢度、使い易さなど、その優秀さは内外の商船、漁船をはじめ、ヨットマンの間でも絶大な信頼と好評を博しています。



TAMAYA六分儀 MS-3L

六分儀と云えばTAMAYA……TAMAYAと云えば六分儀の代名詞にさえなっています。六分儀の中の六分儀、優れた性能を持つ反射鏡やシェードグラス。これら、全ての製品にJES船舶8201以上の精度に調整し、器差表を作製添付いたしております。

■仕様 ●標準単望：7×50 ●照明：付 ●アーケ：ブロンズ ●フレーム：耐蝕性軽合金

新発売

TAMAYA船舶標準時計 MQ-2

小型船舶向けに作られた船舶時計です。完全防湿構造、温度特性のよい4 MHz クォーツの組合せは航海の安全をお約束します。

■仕様 ●精度：月差4.5" ●作動温度：-10°C ~ +50°C ●夜光塗料：自発光塗料、時分針及び5分おき表示



新発売



TAMAYA デジタル航法計算機 NC-77

●18種の航法計算内蔵のミニコンピューター
最新の測量結果(WGS-72)による離心率を採用。m/ft単位の切換えもスイッチひとつ。応用範囲の広いG.Cモード等、数々の特長をもっています。

■仕様 ●18種の航法計算内蔵 ●表示桁数：10桁（小数部≤9桁） ●電源：A.C/D.C両用 ●木箱ケース付

●カタログ請求、お問い合わせは下記住所へ。

航海・測量・気象機器——— 専門商社



株式会社 玉屋商店

東京本社 〒104 東京都中央区銀座3-5-8 ☎03-561-8711(代)

実績、経験を誇る日防の電気防蝕！

Capac® エンゲルハルド=日防
自動制御式外部電源電気防蝕装置

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

M.G.P.S. 三菱=日防
海洋生物付着防止装置

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

防蝕用Al入りZn流電陽極

ZINNODE

PAT. NO 252748

防蝕用Al合金流電陽極

ALANODE

PAT. NO 254043



日本防蝕工業株式会社

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



電気防蝕

調査 設計
施工 管理
潜水・水中 TV

性能のすぐれた 新しい **ALAP**
アルミニウム合金流電陽極

船舶の腐蝕による損失を防ぐため
船体外板、推進器、バラスタタンク、ポンプ
海水管内面などに
中川の電気防蝕法を!!

世界に誇る中川の船舶塗料

無機質高濃度亜鉛塗料 無機質アルミメッキ塗料

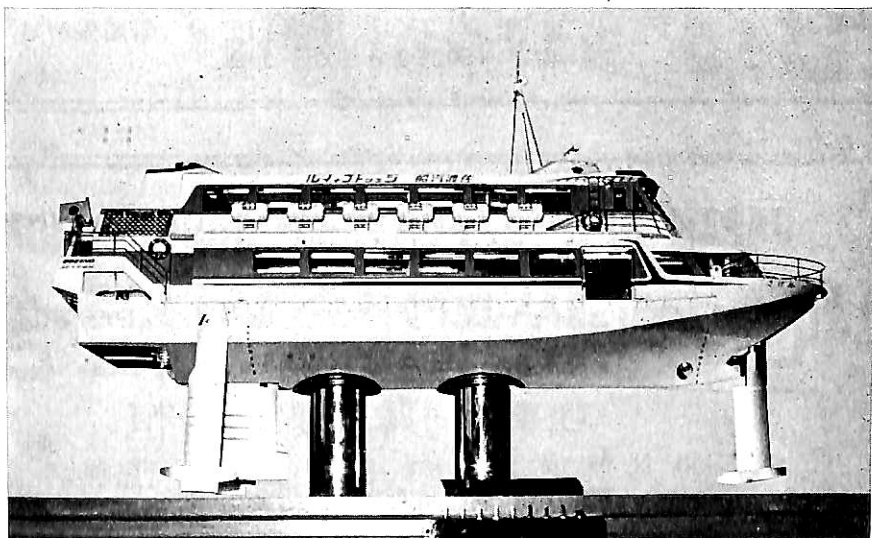
ジンキー#10(旧称ザップコート)

製造販売と施工

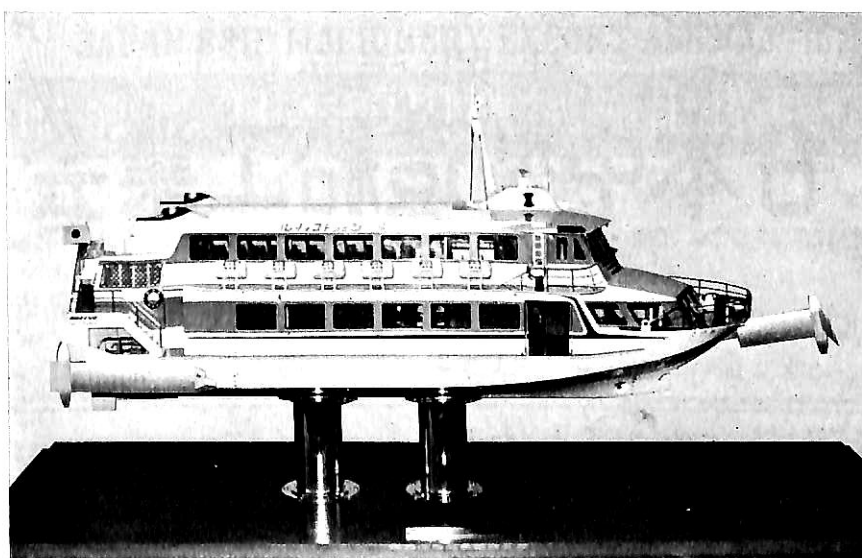
中川防蝕工業株式会社

本社・東京都千代田区鍛冶町2-2-2 電話(252)3171
テレックス・ナカガワボウショク TOK 222-2826
支店・大阪市東淀川区西中島5-101 電話(303)2831
営業所・名古屋 / 広島 / 福岡 / 千葉
出張所・札幌 仙台 新潟 水島 高松 大分 沖縄 鹿児島

進水記念贈呈用に
不二の船舶美術模型を
佐渡汽船(株)ジェットフォイル“おけさ” $\frac{1}{25}$ 模型



水中翼航行時



船艇航行時

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

社 団 法 人

日本造船工業会

会 長 西 村 恒 三 郎

東 京 都 港 区 虎 ノ 門 1 丁 目 15 番 16 号 (船 舶 振 興 ビ ル)
電 話 (502) 2 0 1 0 ~ 1 9



JAPAN SHIP EXPORTERS' ASSOCIATION

日本船舶輸出組合

理 事 長 真 藤 恒

東 京 都 港 区 虎 ノ 門 1 丁 目 15 番 16 号 (船 舶 振 興 ビ ル)
電 話 本 部 (502) 2 0 9 4 分 室 (508) 9 6 6 1 (代 表)

社 団 法 人

日本中型造船工業会

会 長 木 曾 清

東 京 都 港 区 虎 ノ 門 1 丁 目 15 番 16 号 (船 舶 振 興 ビ ル)
電 話 (502) 2 0 6 1 ~ 3, 分 室 (503) 6 4 5 0 · 5 8 · 5 9

財 団 法 人



日本海事協会

会 長 水 品 政 雄

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

社 団 法 人

日本船用工業会

会 長 野 島 富 雄

東 京 都 港 区 虎 ノ 門 1 丁 目 15 番 16 号 (船 舶 振 興 ビル)
電 話 (502) 2 3 7 1 (大 代 表)

財 団 法 人



日本船用機器開発協会

理 事 長 濱 田 昇

東 京 都 港 区 虎 ノ 門 1 丁 目 15 番 16 号 (船 舶 振 興 ビル)
電 話 (502) 2 3 7 1 (大 代 表)



JAPAN SHIP MACHINERY EXPORT ASSOCIATION

社団法人 日本船用機械輸出振興会

会 長 吉 川 武 夫

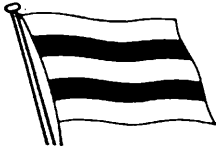
事務局(本部) 東京都港区虎ノ門1丁目15番16号(船舶振興ビル)電話 03(504)0391
テレックス 222-2548 JSMEA J
海外事務所 サービスセンター ロッテルダム・シンガポール
共同施設(ジエトロ) シンガポール・シドニー・ニューヨーク・ロッテルダム
支部 (膨脹式救命いかだサービス ステーション) シンガポール

社 団 法 人

日本船舶電装協会

会 長 長 谷 川 錦 三

東 京 都 港 区 新 橋 3 丁 目 1 番 9 号 (日 本 ガ ラ ス 工 業 セ ン タ ー ビ ル)
電 話 (504) 0 8 5 8



日本郵船

NYK LINE

取締役会長 菊 地 庄 次 郎
 取締役社長 小 野 晋

本 社 東京都千代田区丸の内2丁目3番2号(郵船ビル)

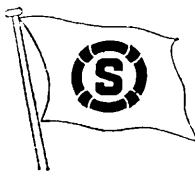


Mitsui O.S.K. Lines

大阪商船三井船舶

取締役会長 篠 田 義 雄
 取締役社長 永 井 典 彦

東京都港区赤坂5丁目3番3号
 電話(584) 5 1 1 1 (大代表)



SHOWA LINE

昭和海运

取締役会長 末 永 俊 治
 取締役社長 山 田 総 太 郎

東京都中央区日本橋室町4丁目1番地(室町ビル)
 電話(270) 7 2 1 1大代表



Y.S. LINE

山下新日本汽船

取締役社長 堀 武 夫

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



シヤパンライン

Japan Line

取締役社長 北 川 武

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



“K” LINE

川 崎 汽 船

取締役社長 岡 田 貢 助

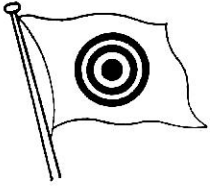
本 社 神 戸 市 生 田 区 海 岸 通 り 八 番
電 話 (3 9 1) 8 1 5 1 (代)
東 京 本 部 東 京 都 千 代 田 区 内 幸 町 2 - 1 - 1 飯 野 ビ ル
電 話 (5 0 6) 2 0 0 0 (代)



新 和 海 運

取締役社長 木 村 一 夫

本 社 東 京 都 中 央 区 京 橋 1 丁 目 7 番 1 号(新八重洲ビル)
電 話 03 (566) 3 6 8 9(番号案内席)



三 光 汽 船 株 式 会 社

取締役社長 亀 山 光 太 郎

東京本部 東京都千代田区有楽町 1丁目12の1(新有楽町ビル) 電話 03(216)6261
大阪本社 大阪市西区京町堀 1丁目8の5(明星ビル) 電話 06(443)1151



東 京 タ ン カ ー 株 式 会 社

取締役社長 渡 邊 良 一

本 社 東 京 都 港 区 西 新 橋 1 丁 目 3 番 12 号(日石本館)電話東京(502)1511



第 一 中 央 汽 船 株 式 會 社

取締役社長 森 田 謙 一 郎

本 社 東 京 都 中 央 区 日 本 橋 3 の 5 の 15 (同和ビル)
電 話 東 京 (2 7 8) 6 8 1 1 (代表)



明治海運株式会社

代表取締役社長 内田 勇

東京本部 東京都港区西新橋1丁目4番7号(桜田ビル) 電話 東京 (580)7311 (代表)
本 社 神戸市生田区明石町32 電話 神戸 (331)3701 (代表)



日正汽船

取締役社長 三根 大八

本 社 東京都港区虎ノ門3丁目8番21号(第33森ビル) 東京 (438)3511



日邦汽船

取締役社長 千葉 剛 太 郎

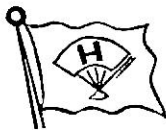
本 社 東京都中央区京橋1-11-8 (西銀ビル)
電 話 (567) 0981 (代表)



栗林商船株式会社

取締役社長 栗 林 定 友

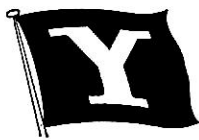
本 社 東京都千代田区丸の内2-4-1 (丸ビル)
電 話 東京 (201)1651 (代表)



船汽出之日

取締役社長 佐藤 邦明

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



運海洋雄

取締役社長 山腰 嘉正

本社 東京都中央区日本橋2-14-9(加商ビル)
電話 東京(274)5251



大洋商船株式会社

取締役社長 中部 謙次郎

東京都千代田区丸の内1丁目2番1号

IINO LINES

飯野海運株式會社

取締役社長 岡村 福男

本社 東京都千代田区内幸町2-1-1
電話 (506) 3000



太平洋沿海汽船株式会社

取締役社長 藤 井 圭 三

専務取締役 岡 田 茂 秀

本 社 東京都中央区日本橋室町4-1 (松原ビル)
電 話 東京 (270) 2 7 0 8 (代)



東京船舶株式会社

取締役社長 天 野 博 史

東京都千代田区丸の内2丁目7番3号
電 話 東京 (201) 2 4 3 1 (代表)



海のバイパス

日本カー・フェリー

取締役社長 佐 島 博 之

本 社 東京都中央区京橋2丁目8番7号(中央公論ビル)
電話 03 (563) 3 9 1 1 (代表)



“おけさ”“みかど”2隻就航!
ジェットフォイルにのって
ジェットフォイルを見よう!!

速い・揺れない・船酔いしない
超高速ジェットフォイル。

新潟 ← 60分 → 両津

ジェットフォイル

新潟(予約センター)	☎ (0252)24-5614
東京案内所	☎ (03) 275-0651-3
横浜案内所	☎ (045)623-2069
千葉案内所	☎ (0472)48-2221
名古屋案内所	☎ (052)571-8378-9
大阪案内所	☎ (06) 344-2316-7
仙台案内所	☎ (0762)23-1315
高松案内所	☎ (0222)57-1380
福岡案内所	☎ (0273)63-3212
佐賀案内所	☎ (0245)23-1732

佐渡汽船



サンコー デイジー

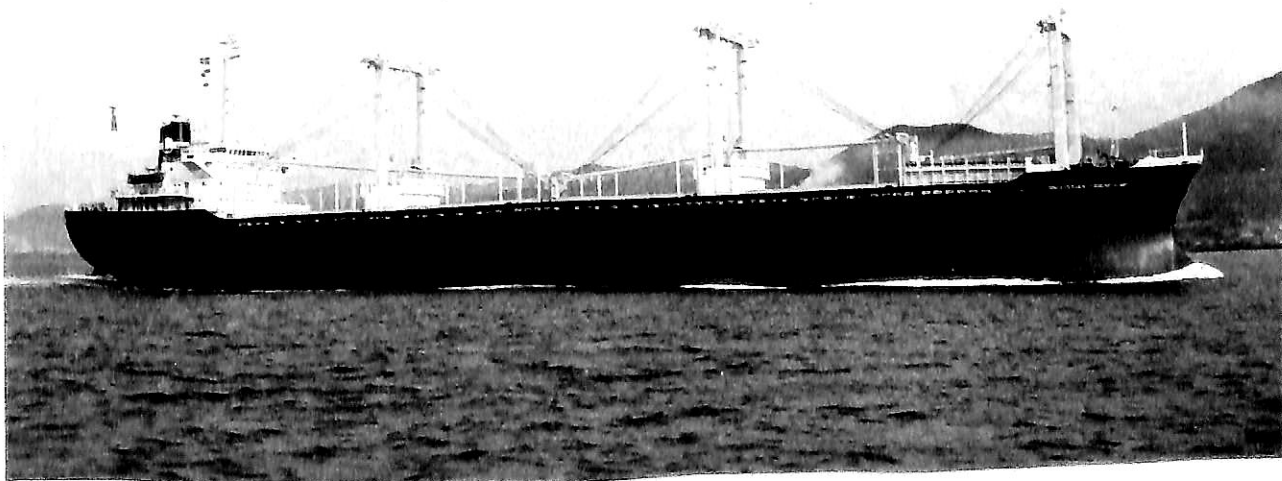
輸出撒積貨物船 SANKO DAISSY

船主 Chuko Shipping Inc. (Liberia)
 佐野安船渠株式会社水島造船所建造(第1019番船) 起工 52-3-10 進水 52-6-23 竣工 54-3-30
 全長 197.896m 垂線間長 190.000m 型幅 32.200m 型深 18.500m 満載喫水 13.073m
 満載排水量 66,684t 総噸数 31,010.87T 純噸数 22,716.17T 載貨重量 55,881t
 貨物艙容積 (ベール) 62,409.7m³ (グリーン) 72,542.1m³ 艙口数 7 デリック 5t×7 クレーン 22t×3
 燃料油槽 3,178m³ 燃料消費量 44.7t/day 清水槽 354.4m³ 主機械 住友 Sulzer 7RND76型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 14,000PS (122rpm) (常用) 12,600PS (118rpm)
 補汽缶 煙管式 7kg/cm²×1,500kg/h×1 発電機 (ディーゼル) 700kVA×450V×3
 無線装置 送(主) 1.5kW (中波短波)×1 (補) 500W(中波)×1 受(主) 全波×2 船級・区域資格 NK 遠洋
 速力 (試運転最大) 16.92kn (満載航海) 15.1kn 航続距離 24,000哩
 船型 船首楼付平甲板船尾機関型 乗組員 士官12名, 部員23名 同型船 SANKO MAPLE

イノシアン フレンドシップ

輸出木材/撒積貨物船 OINOUSSIAN FRIENDSHIP

船主 Elpidofords Shipping Corporation (Greece)
 内海造船株式会社瀬戸田工場建造(第421番船) 起工 53-7-13 進水 53-10-31 竣工 54-4-26
 全長 179.90m 垂線間長 170.00m 型幅 28.40m 型深 15.15m 満載喫水 11.261m
 満載排水量 43,902t 総噸数 19,343.57T 純噸数 14,200.77T 載貨重量 35,834t
 貨物艙容積 (ベール) 42,123.08m³ (グリーン) 45,982.67m³ 艙口数 5 デリック 25t×5
 燃料油槽 2,385.62m³ 燃料消費量 39.7t/day 清水槽 381.14m³ 主機械 日立 B&W 6K74EF型
 ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 11,600PS (124rpm) (常用) 10,600PS (120rpm)
 プロペラ 5翼1軸 補汽缶 強制制通風重油専燃式 1,500kg/h×6kg/cm²G×1
 発電機 500kVA×AC450V×3 (原) 600PS×720rpm×3 無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 130W×1
 受(主) 1 (補) 1 国際 VHF 航海計器 ロラン レーダー 速力 (試運転最大) 17.313kn
 (満載航海) 15.2kn 航続距離 17,600哩 船級・区域資格 LR 遠洋
 乗組員 37名 同型船 OINOUSSIAN LEADERSHIP





ヘーグ クリッパー
輸出多目的貨物船 HØEGH CLIPPER

船主 Partrederiet Høegh Clipper (Norway)
 川崎重工株式会社神戸工場建造(第1287番船)
 全長 183.00m 垂線間長 175.00m 型幅 27.30m 進水 53-7-21 型深 16.25m 竣工 54-5-18
 総噸数 22,734.89T 純噸数 14,722.97T 起工 53-7-21 進水 53-11-10 竣工 54-5-18
 (グリーン) 43,213.3m³ (含 C.O.T) 載貨重量 31,555t 貨物油槽容積 2,213.4m³ 貨物艙容積 (バール) 37,214.1m³
 スツルケンデリック 225t×2, シングルデッキクレーン 25t×2, ツインデッキクレーン 25t×II×1 艙口数 5
 デリックブーム 12/6t×8 Cont.搭載数 20'×918個 (空コンテナ10個を含む) 主機械 川崎 MAN K8SZ70/125型ディーゼル機関×1
 燃料消費量 52.6t/day 清水槽 236.6m³ 燃料油槽 2,935.9m³
 出力 (連続最大) 15,200PS (145rpm) (常用) 13,700PS (140rpm) 発電機 Siemens 1,750kVA×450V×60Hz×3 (原) Wärtsilä 2,025PS×720rpm×3 プロペラ 4翼 1軸
 補汽缶 3,000kg/h×7kg/cm²G×1, 排ガス 3,000kg/h×7kg/cm²G×1, 225kg/h×7kg/cm²G×1 無線装置 送(主) 0.6kW×1
 速力 (試運転最大) 19.039kn (満載航海) 17.28kn 航海計器 デッカ NNSS レーダー
 船型 平甲板船尾機関型 乗組員 42名 航続距離 21,400哩 船級・区域資格 NV 遠洋

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

QUIKSET EPOXY[®] IT-735R

くわしい資料をご希望の方は日本アイキャン側に ご請求ください。



主据付用材として
NK・ABS・LRS
 承認取得済!!

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

③ 据付面・ライナー材などの機械加工は一切不要です。

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

日本アイキャン株式会社

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

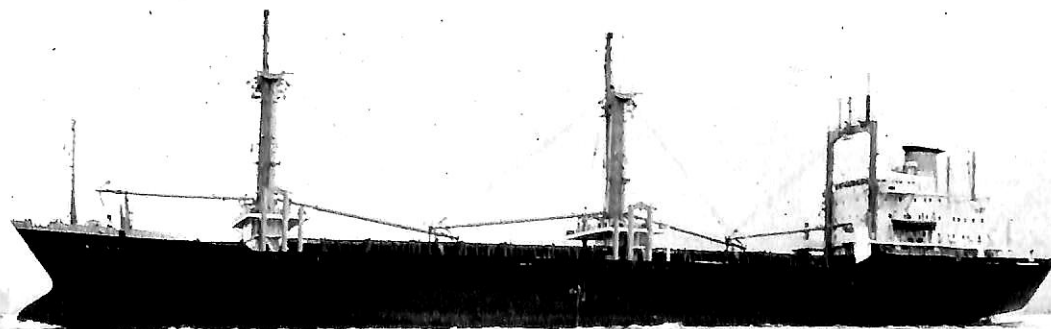


アイアン スタート
輸出撒積貨物船 IRON STURT

船主 Bulkships Finance Pty, Ltd. (Australia)
 石川島播磨重工業株式会社第一工場建造(第2728番船) 起工 53-12-5 進水 54-2-9 竣工 54-4-27
 全長 161.930m 垂線間長 153.048m 型幅 22.860m 型深 13.560m 満載喫水 10.039m
 総噸数 14,946.57T 純噸数 7,863.66T 載貨重量 22,093t 貨物艙容積 (グレーン) 25,497.3m³
 艙口数 4 燃料油槽 981.4m³ 燃料消費量 30.9t/day 清水槽 222.3m³
 主機械 IHI Sulzer 6RND68型ディーゼル機関×1 出力(連続最大) 9,000PS (137rpm)
 (常用) 8,100PS (132.3rpm) プロペラ 4翼 1軸 補汽缶 IHI-AV-122型 7kg/cm²G×飽和×1.2t/h×1,
 排ガス 7kg/m²G×飽和×1.2t/h×1 発電機 (主) ディーゼル 790kW×AC×50Hz×420V×750rpm×3
 (非) 80kW×AC×50Hz×420V×1,500rpm×1 無線装置 1.5kW×1 (補) 0.7kW×1
 航海計器 レーダー 速力(試運転最大) 17.06kn (満載航海) 15.0kn 航続距離 9,300浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 34名

ベラトリックス
輸出貨物船 BELLATRIX

船主 Bellatrix Pte Ltd. (Singapore)
 福岡造船株式会社建造(第F-1071番船) 起工 53-8-1 進水 53-12-1 竣工 54-3-22
 全長 152.29m 垂線間長 139.905m 型幅 22.86m 型深 12.90m 満載喫水 9.519m
 満載排水量 23,602t 総噸数 7,878T 純噸数 4,914T 載貨重量 16,486t
 貨物艙容積 (ベール) 21,830m³ (グレーン) 23,031m³ 艙口数 3 デリック 80t×2, 30t×2, 25t×3
 Cont.搭載数 670個 燃料油槽 1,619m³ 燃料消費量 40t/day 清水槽 296m³
 主機械 神発 6UEC 60/125E型ディーゼル機関×1 出力(連続最大) 11,400PS (158rpm)
 (常用) 10,260PS (153rpm) プロペラ 4翼 1軸 発電機 西芝 AC450V×500kW×3
 (原) ヤンマー 6UAL-UT型 760PS×3 無線装置 送(主) NSD-18 1.5kW×1 (補) NSC-16 130W×1
 受(主) NSD-71×1 (補) NRD30×1 VHF 航海計器 ロラン レーダー 速力(試運転最大) 18.666kn
 (満載航海) 16.62kn 航続距離 14,000浬 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 31名

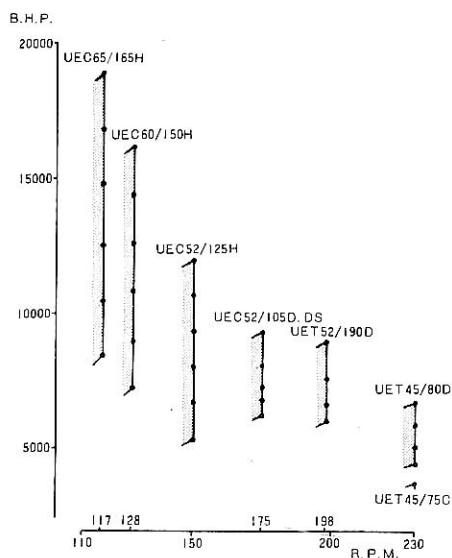
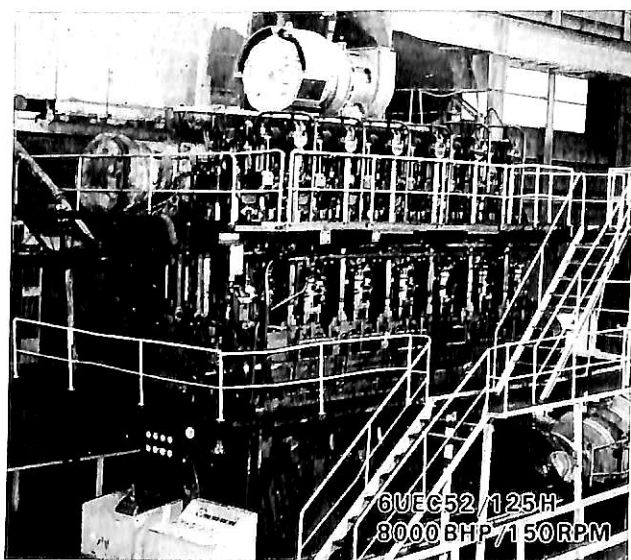




ウエスタン リンク
輸出貨物船 **WESTERN LINK**

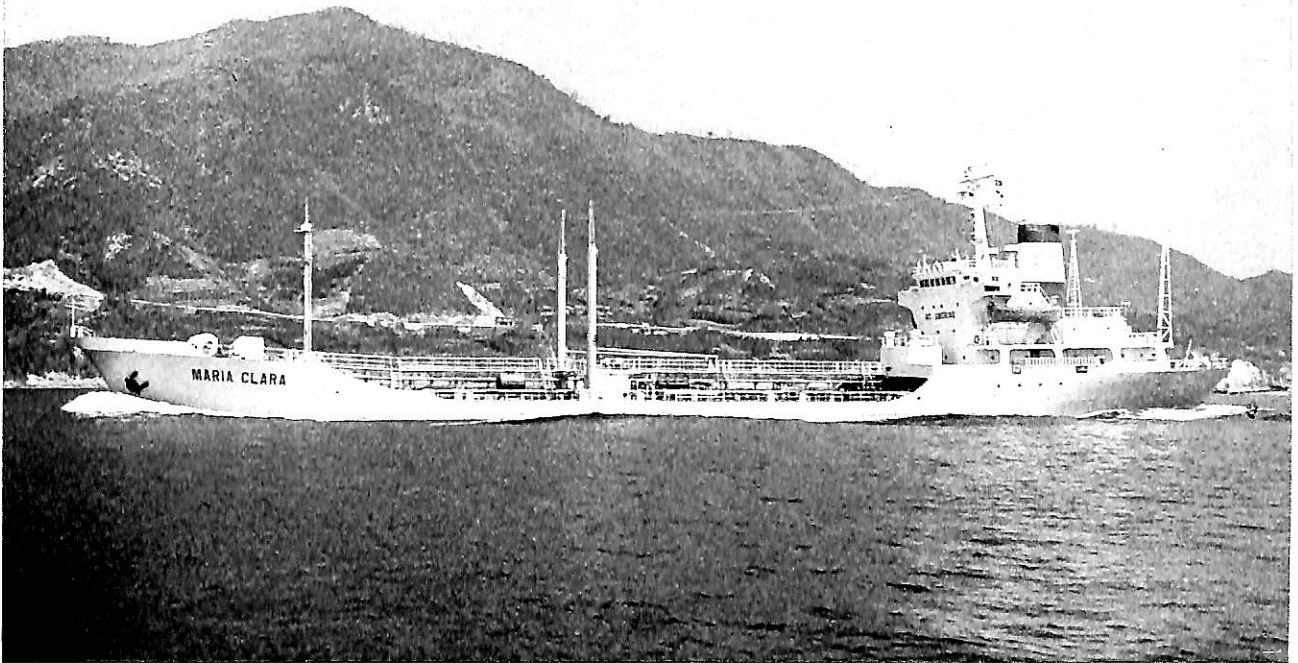
船主 Fairway Transportation Co., S.A (Panama)
 株式会社来島どっく宇和島工場建造(第2013番船) 起工53-10-27 進水 53-12-18 竣工 54-2-26
 全長 141.896m 垂線間長 133.72m 型幅 21.80m 型深 12.20m 満載喫水 (夏期) 9.077m
 満載排水量 (夏期) 20,845t 総噸数 8,457.04T 純噸数 6,322.23T 満載重量 16,408t
 貨物容積 (ベール) 20,199m³ (グレーン) 21,039m³ 総口数 4 クレーン 25t×4
 燃料油槽 C.O. 1,103.88m³ A.O. 155.32m³ 燃料消費量 25.92t/day 清水槽 319.37m³
 主機械 神発 6UEC 52/125E型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 8,000PS (150rpm)
 (常用) 7,200PS (145rpm) プロペラ 4翼 1軸 補汽缶 コクランコンポジット型7.0kg/cm²G
 油焚 1,000kg/h×1, 排ガスエコマイザー 1,000kg/h×1 発電機 425kVA×45V×60Hz×3φ×2
 (原) ヤンマー 6MAL-HTS 530PS×900rpm×2 無線装置 送(主) 1kW×1 受(主) 全波×1
 (補) 全波×1 船舶電話 VHF 航海計器 オメガ レーダー 速度 (試運転最大) 17.375kn
 (満載航海) 14.6kn 航続距離 12,800浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 ウェル甲板型
 乗組員 33名
 °省エネルギー機関ロングストローク搭載

省エネルギー時代にマッチした神発-三菱UE ディーゼル機関



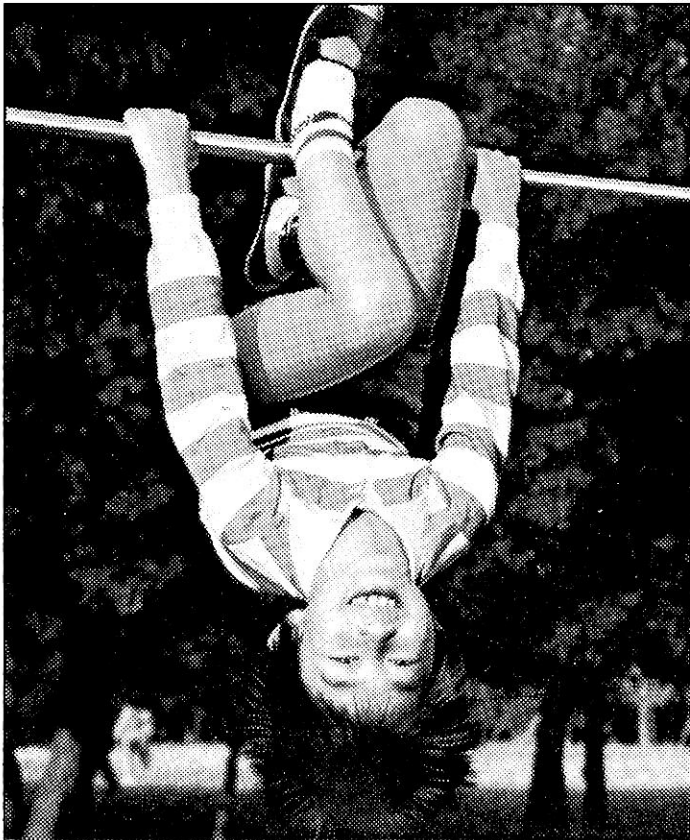
神戸発動機株式会社

本社 神戸市兵庫区駅前通 4丁目 1番37号
 及工場 電話 神戸 (078) 576-5031(代)



マリア クララ
輸出油槽船 **MARIA CLARA**

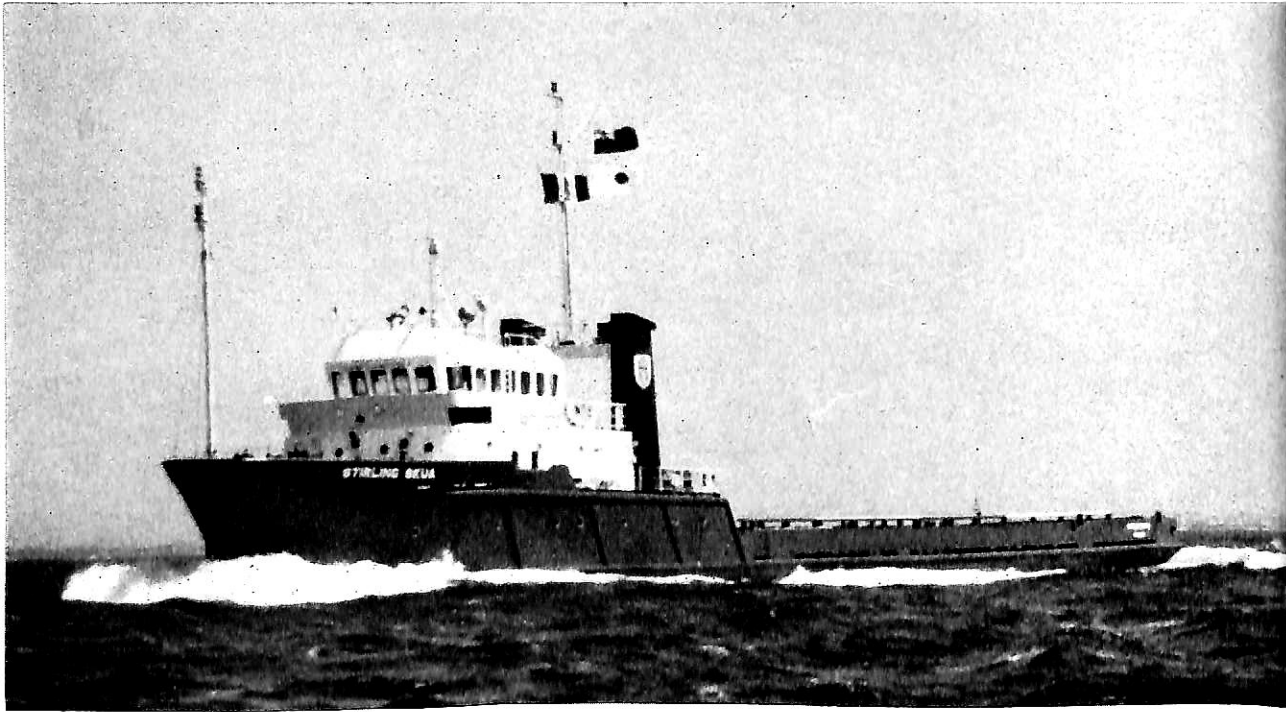
船主 Clara Lines Ltd. S. A. (Panama)
 瀬戸内造船株式会社建造(第476番船)
 全長 102.80m 垂線間長 95.00m 起工 53—12—18 型幅 16.00m 進水 54—2—10 竣工 54—4—17
 満載排水量 8,042.65t 総噸数 3,441.38T 純噸数 2,032.00T 満載喫水 6.75m
 食物油槽容積 6,020.62m³ 主荷油ポンプ 600m³/h×75m×2, 300m³/h×75m×2 載貨重量 5,917.81t
 燃料消費量 10.96t/day 清水槽 741.97m³ 主機械 阪神 6LU46A型ディーゼル機関×1 燃料油槽 580m³
 出力 (連続最大) 3,600PS (265rpm) (常用) 3,060PS (251rpm) プロペラ 4翼 1軸
 補汽缶 トータスエンジニアリング 13.5kg/cm²G×6,000kg/h 発電機 西芝 165kVA×AC 225V×60Hz×2
 (原) ヤンマー 6RAL 200PS×1,200rpm×2 無線装置 送(主) 1kW×1 (補) 125W×1 受(主) 全波×1
 (補) 全波×1 VHF 航海計器 ロラン オメガ レーダー 速力 (試運転最大) 13.00kn
 (満載航海) 12.10kn 航続距離 13,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板船尾機関型
 乗組員 25名



鉄	は		
と	も	だ	ち

石から銅へ、銅から鉄へ。人類がくらしの中に鉄をとり入れてから、既に3000年以上もの年月がたっています。いま、鉄はわたしたちの生活に深く結びつき、社会を支えるたいせつな役割をになっています。鉄の力強い手ごたえ、じょうぶで、加工しやすく、資源にも恵まれている鉄。新日鉄は、社会のさまざまなニーズに対応して鉄のもつこの豊かな特長を余すことなく引きだすために、新しい技術の開発や資源・エネルギーの有効利用など幅広い分野で、多くのテーマと取り組んでいます。

 **新日本製鐵**



スターリング スクアー

輸出 Supply Vessel **STIRLING SKUA**

船主 Scotts of Greenock (ESTD. 1711) Ltd. (U. K.)	起工 53-9-12	進水 54-2-13	竣工 54-5-2
株式会社横浜造船所建造 (第1376番船)	型幅 11.60m	型深 4.65m	満載喫水 4.030m
全長 61.10m	垂線間長 57.10m	純噸数 314.66T	満載重量 1,149.50t
満載排水量 1,942.50t	総噸数 821.48T	兼用タンク(掘削用, バラスト, 燃料) 714.37m ³	カーゴポンプ 80m ³ /h×85m×3
セメント艙 237.49m ³	燃料消費量 11.83t/day	清水槽 本船用 31.69m ³ supply 165.79m ³	出力 (連続最大) 1,600PS×2 (680rpm)
燃料油槽 224.55m ³	主機機 ヤンマー 6Z-ST型ディーゼル機関×2	出力 (連続最大) 1,600PS×2 (680rpm)	発電機 西芝 200kW×3, 50kW×1
主機機 ヤンマー 6Z-ST型ディーゼル機関×2	プロペラ 4翼 2軸	無線装置 送(主) 0.4kW×1 受(主) 1 (補) 1 VHF	航海計器 デッカ レーダー
(常用) 1,360PS×2 (644rpm)	航続距離 5,000浬	速力 (試運転最大) 13.80kn (満載航海) 13kn	船級・区域資格 LR British D.O.T.VII
無線装置 送(主) 0.4kW×1 受(主) 1 (補) 1 VHF		乗組員 14名 旅客 12名	

Claudius Peters Cement system
White Gilljet (bowthruster)
Smit's stabiliser tank

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

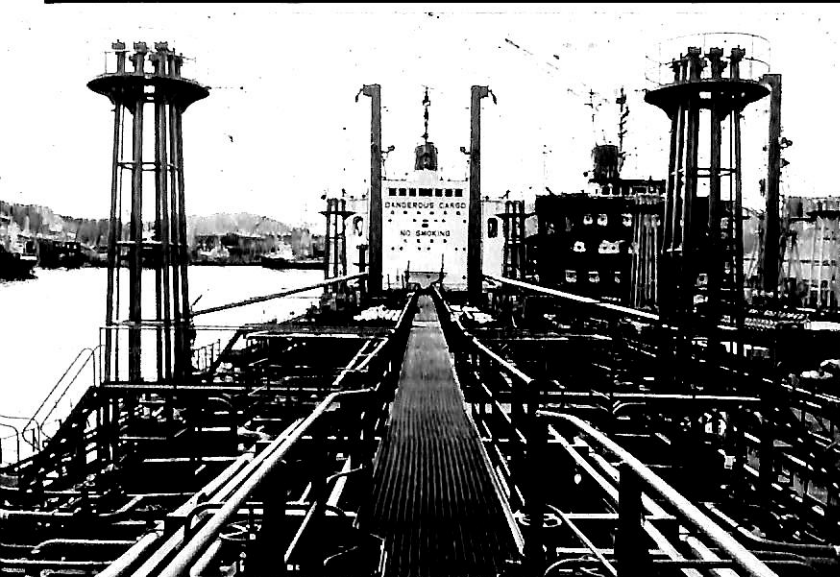
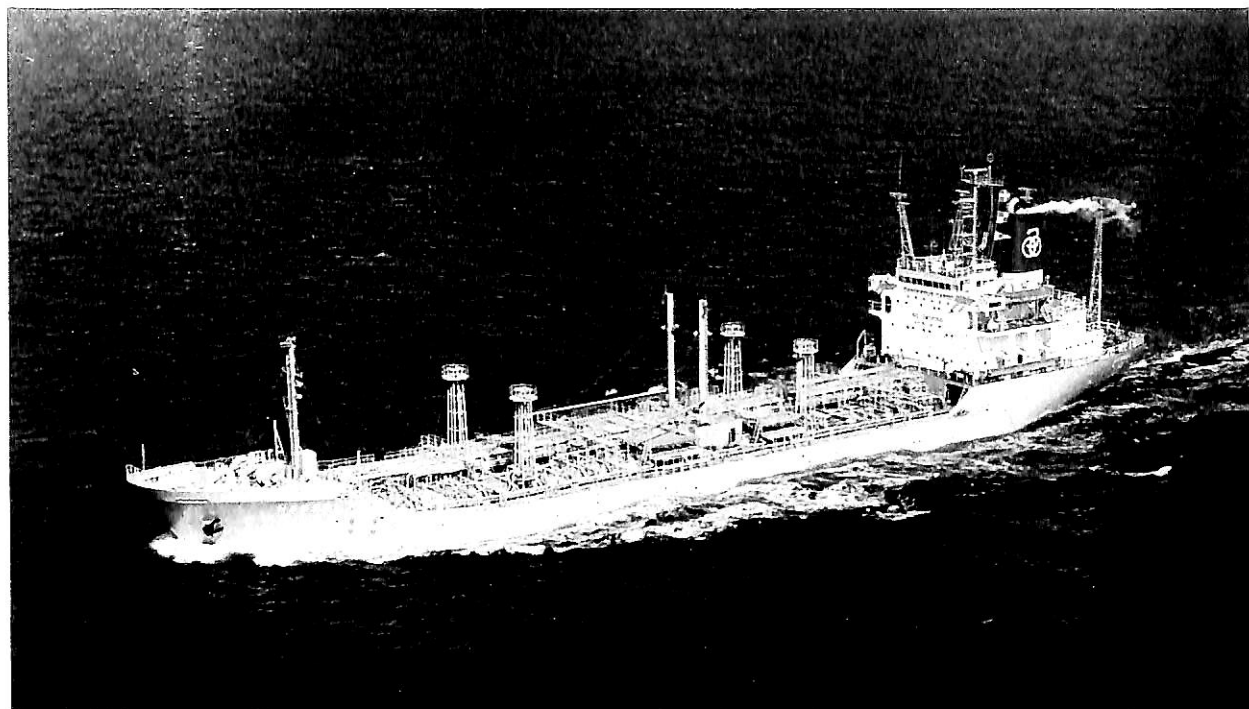
C.R

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・呉・長崎



ケミカルタンカー

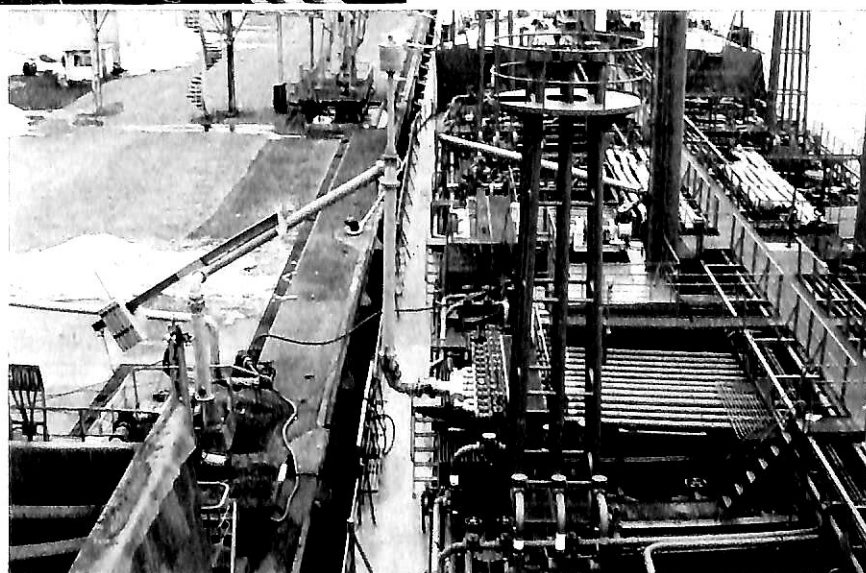
HASSEL

(載貨重量 9,054.04T)

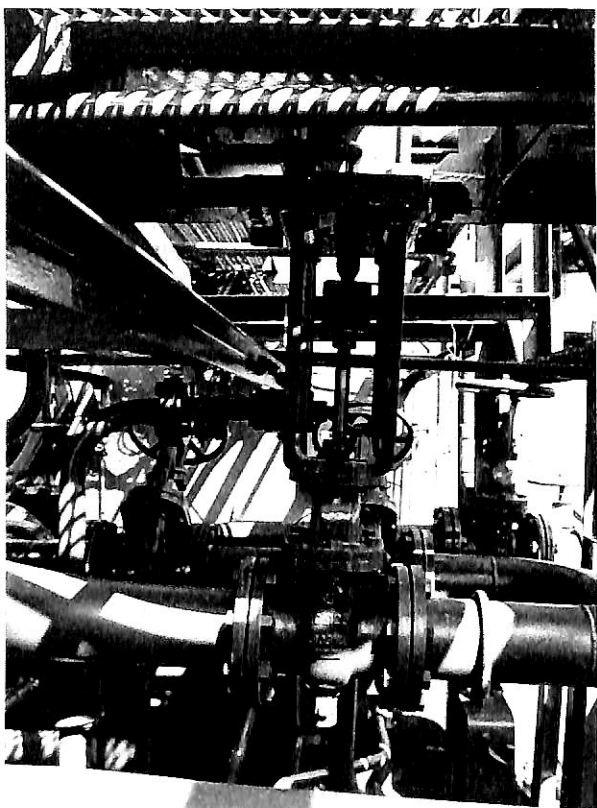
来島どっく・波止浜工場建造

(本文54頁参照)

船首楼甲板より船橋を見る
右隣は第2船 "HEGG"



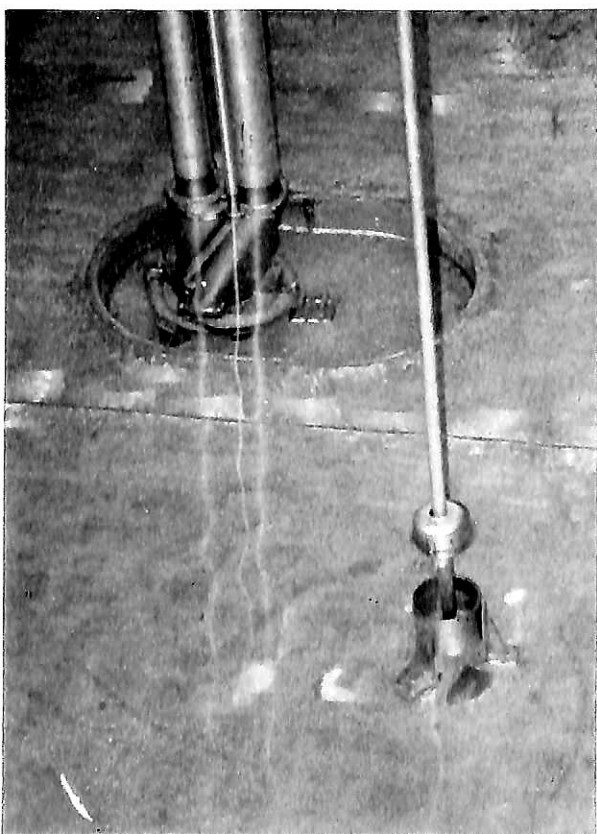
苫小牧港にて初積荷(硫酸)
中の "HASSEL"



自動制御弁本体



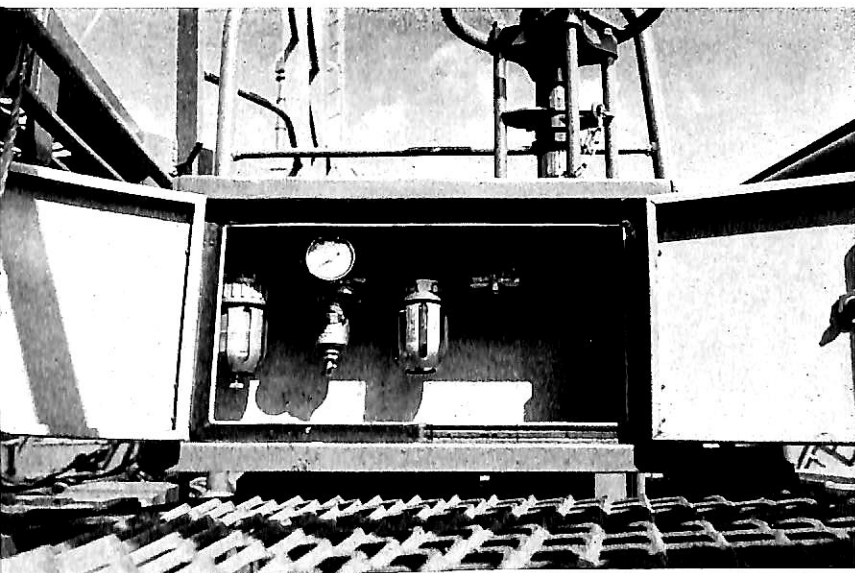
センタータンク加熱用熱交換器



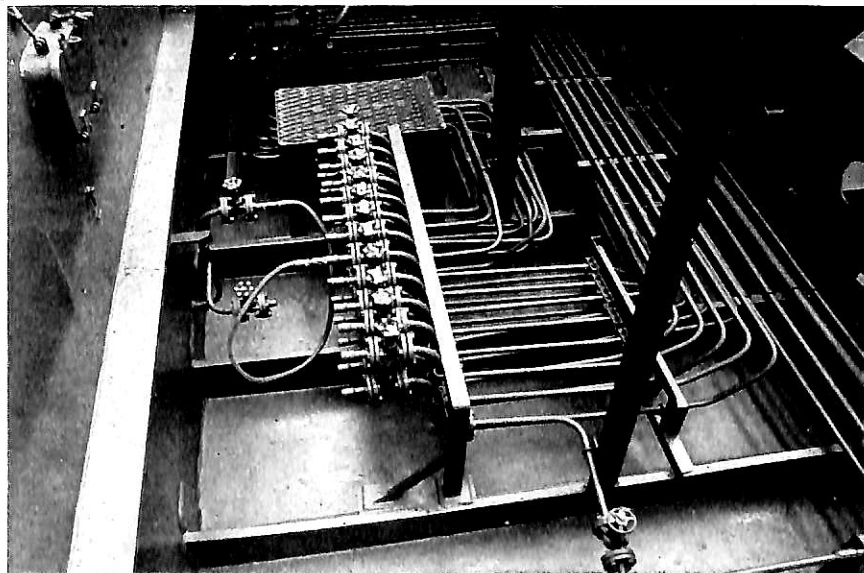
貨物タンク内、手前はフロート式液面計
“レベルマスター” 奥は Framo 製サブマージポンプ



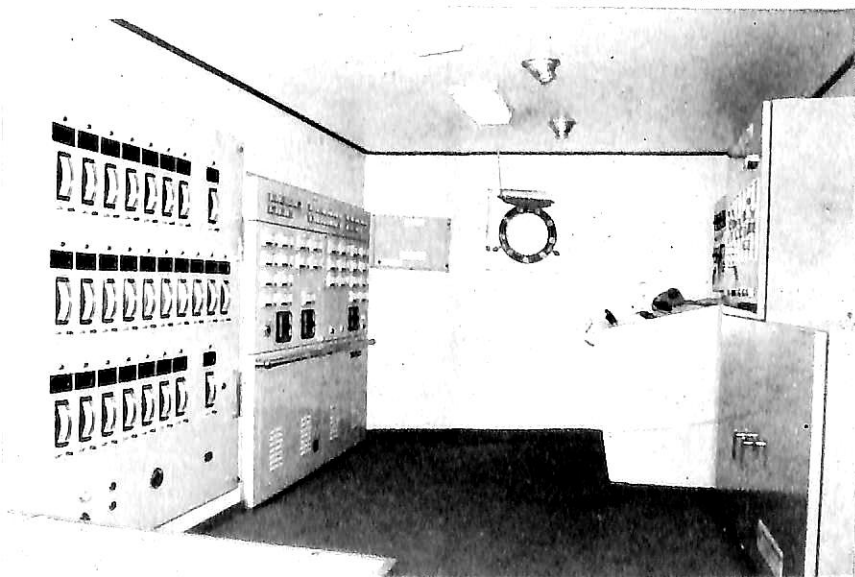
燐酸用循環かくはん装置のタンク内に設けられた
ディフューザーノズル



自動制御弁上部に設けられた
閉鎖時間調節装置



N₂ ガス注入マニホールド



カーゴ コントロール室内部
 右手前 自動制御弁用パネル
 “ 奥 貨物ポンプ パワーバック
 関係制御盤
 左手前 液面指示盤
 “ 奥 温度指示盤



Heavy Lift RO/RO Cargo Ship

DANA AMERICA

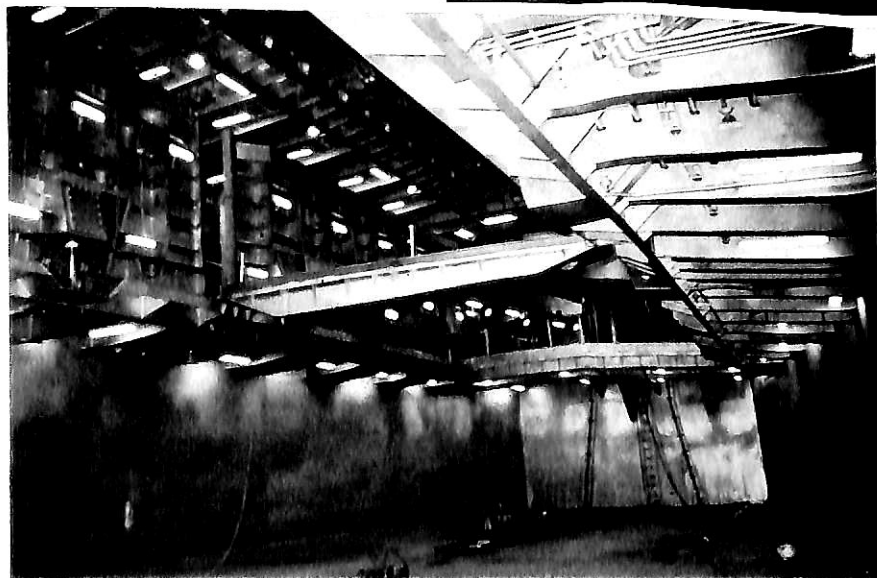
(載貨重量 8,002t)

日本鋼管・清水製作所建造

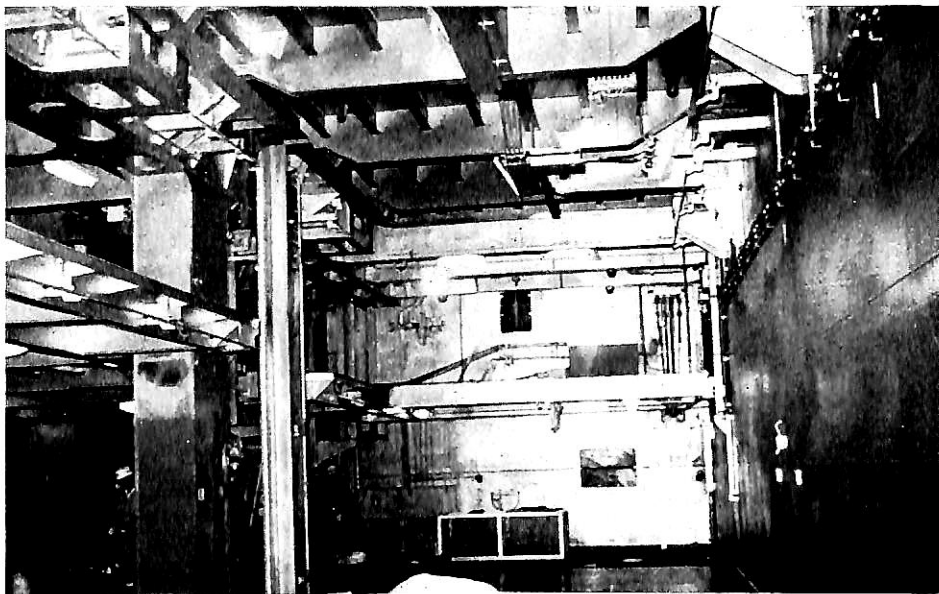
(本文61頁参照)



船尾ランプ方向を見る
サイドドア、ハッチカバー開放状態



主甲板艙口開放状態



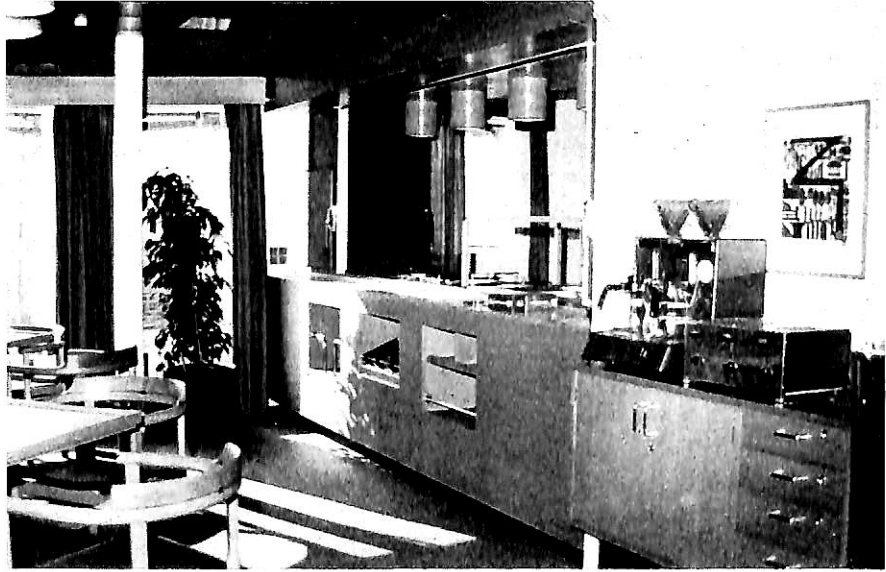
カーゴリフター及び
ホイスタブルカーデッキ



サロン



士官居室



士官食堂



ユニットバス



居住区階段
及びエレベーター



業務内容

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

楽しい船旅は安心から…
 —備えあれば、憂いなし—

日本定航保全株式会社

社長 渡邊 浩

東京都千代田区内幸町2丁目1番18号(新日本ビル5階)

電話 東京(501)局6821~2 (503)局4566

新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

■ 主要業務

依頼試験、研究
 施設設備の貸与
 技術相談

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



船舶艙装品研究所

RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING
 HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

〒189 東京都東村山市富士見町1-5-12

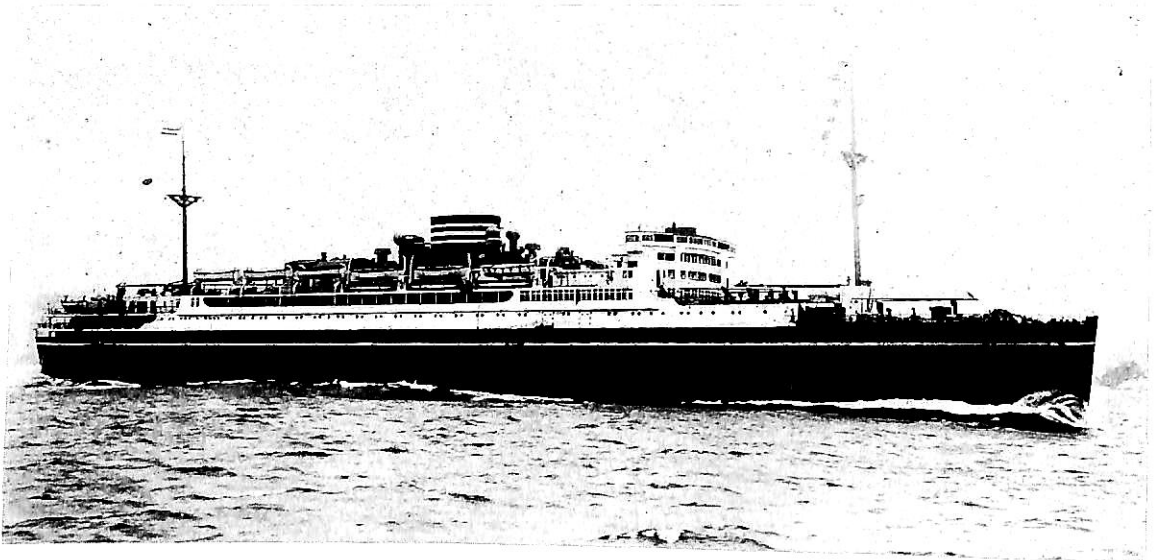
TEL 0423-94-3611~5

(競艇益金事業)

日本商船隊の懐古

山田早苗氏提供

客 船 鎌 倉 丸 (旧秩父丸) 日本郵船株式会社



横浜船渠株式会社建造 船舶番号 35367 船舶信号 JFZC 起工 昭3—2—6 進水 4—5—8
竣工 5—3—10 全長 178.00m 垂線間長 170.69m 型幅 22.56m 型深 12.95m
満載喫水 8.69m 排水量 22,200t 総噸数 17,497.6T 純噸数 10,286.76T 載貨重量 7,778t
主機械 B&W社製 4サイクル クロスヘッド複動ディーゼル機関×2 出力 (最大) 20,313PS (計画) 15,500PS
速力 (試運転最大) 20.65kn (満載航海) 17.5kn 船級・区域資格 通信省第1級船 遠洋航路 LR 100AI
with free board L.M.C., BC. MBS. BS. 乗組員 323名 旅客 1等243名, 2等95名, 3等500名, 計838, 船籍港 東京

昭和元年、日本郵船は東洋汽船からサンフランシスコ航路およびその就航船、天洋丸、春洋丸、日本丸を譲り受けた。昭和4年、世界的経済大恐慌のさなか絢爛たる3隻の豪華船をこの航路に投入することになり、第1船浅間丸が4年11月に完成、本船が5年4月4日、さらに龍田丸が5年4月25日それぞれ就航した。

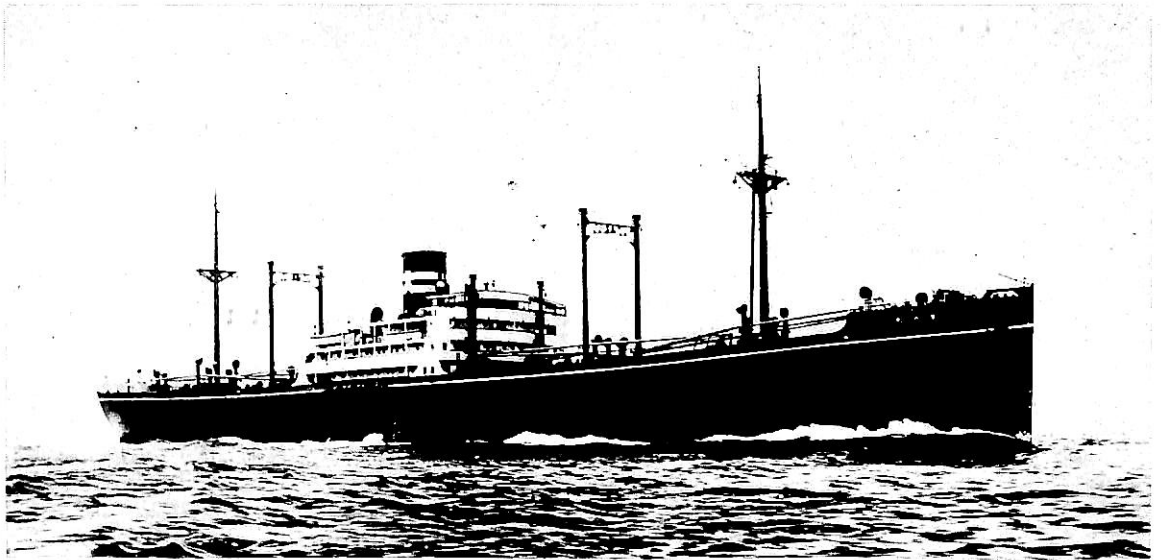
これらの3隻は殆ど同型であるが、浅間丸、龍田丸が2本煙突であるのに対し本船は1本煙突であった。また本船のみ横浜船渠(現三菱横浜)で完成したが、他の2隻は三菱長崎造船所で完成した。3隻とも当時の世界最優秀船で、他の2隻の英国調の船内装飾に対し、本船はフランスのマークシモン社の現代風の思いついた様式が採用され、その他、液体操舵用羅針儀、ヘンリーフェーズ社の音響測深儀L型などが備えられた。船価は1193万2千円であった。昭和5年4月4日横浜港を出港、サンフランシスコへ向け処女航海に就く。この航海で横浜—サンフランシスコ間5,550哩を12日7時間5分で航海した。昭和13年7月6日横浜帰着をもって太平洋横断100回を記録し、その間の航海距離は770,000哩、輸送した旅客は87,000名に及んだ。昭和14年1月14日から船名を秩父丸から鎌倉丸に改めることになった。

昭和16年8月17日海軍軍用船として徴傭され横須賀鎮

守府の所属となり、南洋群島防衛用の物資の輸送に従事し、開戦後は、比島リングエン、インド洋アングマン、ニコバル諸島への兵員輸送、マカッサルへの軍政関係者の輸送に当たった。昭和17年7月25日、交換船となるため徴傭を解除され、塗装、標識など所定の装備をしたのち8月10日横浜港を出航、神戸、上海などより多数の外国人外交官を乗せ、9月6日ロレンソマルケスに到着、そこで日本人外交官を乗せてきたシティー・オブ・カンタベリ号との間で交換を行ない、同時に、シドニーで戦死した特殊潜航艇の軍人の遺骨を受取り、10月9日横浜に到着した。昭和17年10月15日再び海軍に徴傭され南西太平洋方面への輸送任務についた。昭和18年4月27日約2,500人の軍人軍属(うち女子150名)を乗せマニラを単独で出港、18ノットの高速でパリックパパンに向う。4月28日午前2時4分、米潜水艦 Gudgeon に捕捉され、2発の魚雷攻撃を受け、1発は主機室と四番艙の中間に、他の1発は補機室に命中し、船首を上に乗立ちとなり5分で船尾より沈没した。比島バナイ島ナソ岬の西方約5マイル、北緯10度25分、東経121度50分の地点であった。乗組員、便乗者2,700名中救助された人は490名であった。

本船の1/48模型は、横浜市マリンタワー内の海洋博物館に保存されている。

貨物船 畿 内 丸 大阪商船株式会社



三菱長崎造船所建造(建造番号471) 船舶番号 35936 船舶信号 JJBC 起工 昭4-10-1 進水 5-4-1
 竣工 5-6-15 垂線間長 135.636m 型幅 18.44m 型深 12.42m 満載喫水 8.59m 排水噸 10,141.72Lt
 総噸数 8,365.28T 純噸数 5,046.44T 載貨重量 10,304t 主機械 三菱 Sulzer 型2衝程6筒ディーゼル機関×2
 出力(連続最大) 8,262PS (常用) 7,200PS 速力(試運転最大) 18.438kn (満載航海) 14.42kn
 船級・区域資格 逋信省第1級船 遠洋区域 LR 100A-1 with free board 乗組員 68名 旅客 1等 6名
 姉妹船 東海丸, 山陽丸, 北陸丸, 南海丸, 北海丸(以上大阪商船) 関東丸, 関西丸(岸本汽船) 船籍港 大阪

昭和初期、大阪商船が建造した高速貨物船6隻、岸本汽船建造の2隻、計8隻の姉妹船の第1船として完成した。当時外国の高速貨物船に対抗し得るニューヨーク航路定期船の建造が各社によって進められ、外国船は逐次太平洋航路から撤退していった。

本船は逋信省およびロイド協会特別検査監督のもとに建造されたもので、大馬力の機関を使用し、当時世界でも稀な高速で、船体構造にも特別の考慮が払われ、流線型舵およびシャフトブラケットを採用するなど、あらゆる点でわが国の貨物船に一新紀元を画した。やや前方に傾いた直立型船首及びクルーザースターンを有する全通船楼船で、全通三層甲板を有し上甲板上中央甲板室の前に3コの船艙と6本のデリックポストに20台の揚荷機、21本のブームを備えていた。

昭和5年6月29日、香港出港、7月16日横浜を出港し処女航海の途につく。7月27日、11日間6時間30分でサンフランシスコに到着、つづいて8月11日、15日間17時間30分でニューヨークに到着、これまで西海岸で鉄道に積みかえていた生糸をニューヨークに直送する便として大成功を収めた。

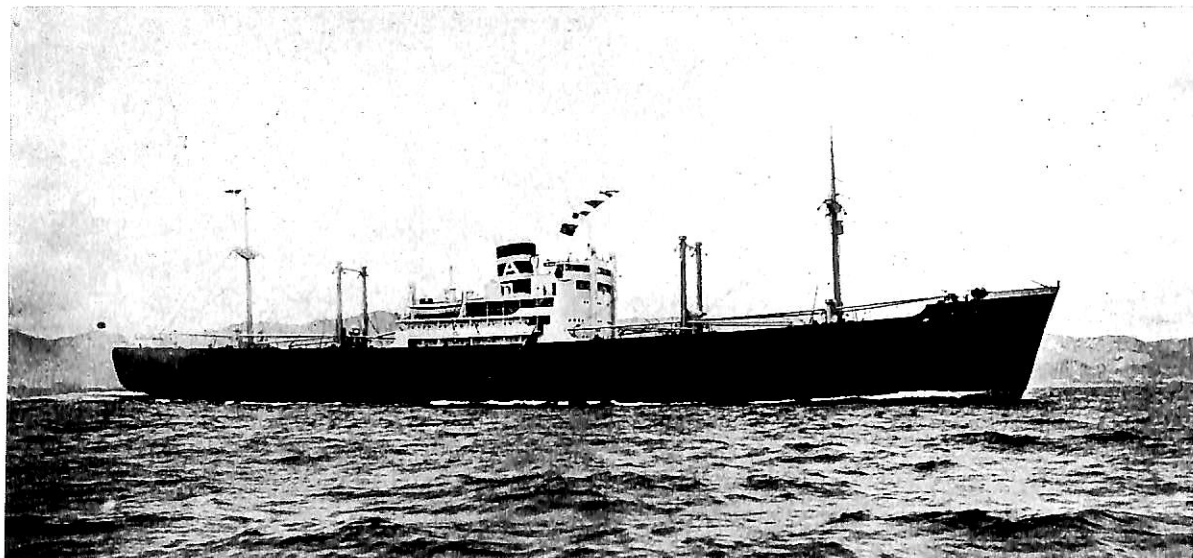
本船は高速以外に特殊貨物スペースとして冷蔵貨物庫(赤道直下で-12℃以下)、シルクルーム(6カ所)、貨物油タンク(4個)、危険品室を配し、また強力なデリック

装置を多数配置して、貨物船としての性能を高度に發揮した。引きつづきパナマ經由ニューヨーク便として活躍し、昭和7年、同航路を南米コロンビアに延長したときの第1船として就航、昭和13年6月ニューヨーク經由ヨーロッパ線に就航した。

昭和16年9月3日海軍軍用船となり佐世保鎮守府に所属し、昭和17年7月30日、第8艦隊がラバウルに進出した際、第18戦隊とともにラバウルに進出、ブナ輸送、ラエ攻略作戦の支援に当たった。昭和18年2月24日、ガダルカナル島飛行場建設のため第28設営隊を乗せ佐伯を出港、3月30日戦況不利のためラバウルにて揚陸、5月3日帰途につく、昭和18年5月10日グアム島沖にて雷撃により沈没、北緯14度33分、東経149度23分であった。

他の姉妹船7隻はいずれも陸海軍の軍用船となり、東海丸は昭和18年8月27日グアム島沖で、山陽丸は海軍特設水上機母艦から運送船となり昭和19年5月26日セレベス島メナド沖で、北陸丸は昭和19年3月18日南支那海で、南海丸は昭和19年9月12日南支那海で沈没した。北海丸はスラバヤにて終戦を迎え昭和20年10月2日インドネシア独立軍により接收、関東丸はシンガポールにて終戦を迎え、昭和21年12月英軍により接收、関西丸は、昭和18年9月18日アドミラルティ諸島北方で沈没した。

貨物船 金 華 丸 国際汽船株式会社→大阪商船株式会社



川崎造船株式会社神戸建造 船船番号 44397 船船信号 JNUL 起工 昭12-6-15 進水 12-11-18
 竣工 13-2-28 全長 155.0m 垂線間長 145.0m 型幅 19.0m 型深 12.2m 満載喫水 8.59m
 総噸数 9,301.78T 純噸数 5,533.90T 載貨重量 10,270.0t 貨物艙容積 (グレーン) 18,549m³
 主機械 川崎 MAN 2衝程複動無気噴油式独立掃除空気唧筒付 D8 ZU 70/120型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 10,178PS (計画) 9,200PS 速力 (試運転最大) 21.6kn (満載航海) 18.02kn
 船級・区域資格 逋信省鋼製遠洋第1級船 帝国海事協会 NS. MNS. RMC. 英国 BC BS. MBS. RMC.
 旅客 1等 12名 姉妹船 金龍丸 船籍港 東京→大阪

大正8年7月に設立された国際汽船株式会社が昭和12年に「優秀船舶建造助成施設，第2種船」の適用をうけて，政府からの補助金交付により建造した高速ディーゼル貨物船で，予想される戦時の優秀船確保と云う国防上の狙いもあった。

当時のニューヨーク航路は，まさに高速船時代で，大阪商船の畿内丸型8隻を皮切りに，各社は競って高速優秀貨物船を投入した。本船は姉妹船の金龍丸とともにこれに参加し，昭和13年3月31日横浜を出港，ロスアンゼルスに向け処女航海の途につく。昭和15年には横浜，サンフランシスコ間を10日12時間29分で航海し，太平洋のブルーリボンを獲得した。

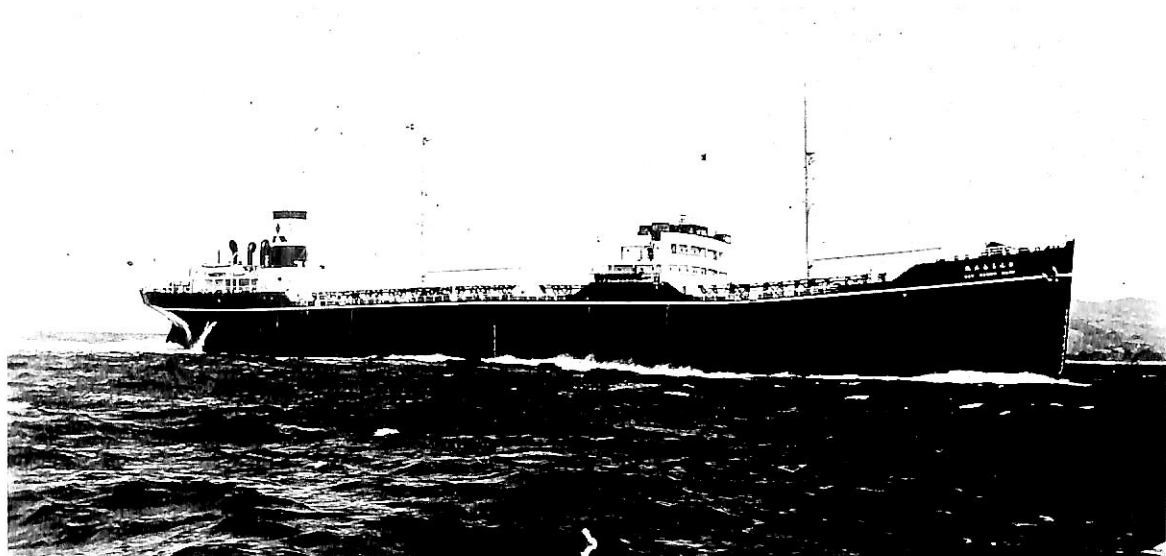
本船の船体線図は水槽試験の世界的権威者ケンブ博士が世界最優秀と賞した国際汽船の霧島丸と同型で，水の抵抗力が最小，推進効率は最高で，昭和13年2月15日淡路沖で行われた公試運転では21.554ノットの好成績を収め，日本の造船技術の進歩に対し，世界の学者間にセンセーションを巻き起した。船型は前方大傾斜の直線型船首，巡洋艦型船尾を有する遮浪甲板型で3層の甲板を有す。本船の中央には1等客室6室を有し，食堂，喫煙室，パーラーなど他の純客船に比して決して劣らなかつた。2番及び5番の下部甲板間にシルクルーム4室を有し，その容積は1016m³で生糸を積むために必要な防湿，

防熱装置が備えられ，船体中央部には170m²の冷蔵庫もあった。本船の舵はバラストラダー型特許舵で1/3の力で手軽に操縦することが可能で，またスペリー式ジャイロコンパス及び自動操縦装置を有し，テレフンケン式方向探知機を装備して航海の安全を期した。

昭和16年10月1日，大連にて徴備され，陸軍軍用船として12月8日未明，マレー半島バタニ地区の敵前上陸に参加，第5師団安藤支隊を揚陸した。4日後の12日には敵の魚雷攻撃を受けて底着，翌年4月25日ようやくバタニ沖を脱出，九竜ドックに入渠した。昭和18年11月11日国際汽船は大阪商船と合併したので本船も同日移籍された。復旧工事は昭和19年7月5日に完了し，その後，レイテへの強行輸送作戦に2度も参加し，マニラ湾にて待機中，昭和19年11月13日の大空襲によりパターン半島カフカーベン沖にて爆沈した。あと5日で進水以来満7年を迎えるところであった。

姉妹船 金龍丸は竣工後間もなく，昭和13年9月3日，海軍特設運送船となり，昭和16年12月8日開戦時には，特設巡洋艦として連合艦隊内南洋部隊第4艦隊に所属し，ウェーキ島上陸作戦などに参加したが昭和17年8月25日沈没した。

油槽船 さんらもん丸 三菱商事株式会社



三菱長崎造船所建造 (建造番号616) 船舶番号 41262 船舶信号 JWWJ 起工 昭10—2—4 進水 10—9—14
 竣工 10—11—20 全長 137.00m 垂線間長 131.00m 型幅 17.50m 型深 10.90m 満載喫水 8.664m
 総噸数 7,309T 純噸数 5,438T 載貨重量 11,260t 主機械 三菱単動2衝程無気噴油式船用 5MS
 72/125型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 3,624PS (計画) 3,300PS 速力 (試運転最大) 15.091kn
 (満載航海) 13.3kn 船級・区域資格 通信省遠洋区域第1級船 帝国海事協会 BS. NS. MBS. MNS
 乗組員 41名 旅客 1等 3名 姉妹船 さんくれめんて丸 船籍港 東京

三菱商事では日本の石油輸入量の増大にともない昭和2年から3年にかけて、さんべどろ丸、さんるいす丸、さんじえご丸などの大型油槽船を建造してきたが、昭和10年になって本船が、昭和12年には姉妹船さんくれめんて丸が建造された。この両船は、さんべどろ丸型の改良型で出力を増強し、一段とスピードアップをはかり、通信省および帝国海事協会の特別の監督の下で建造された最優秀のオイルタンカーで、British Corp. の最高の資格が与えられた。

船体構造は、さんべどろ丸型と同様にBC船級協会技士長の Foster King 氏の考案したFK式の横肋骨構造に則するものであったが、各部の詳細な構造については多年の経験による改善が加えられ、処女航海では荒天にも拘わらず何等の異常も認められなかった。船内は中心線縦隔壁および横隔壁によって区分され、前部に普通貨物船艙を、中央にポンプ室、後部に機械室を配し、他は全部油槽に当て、計18個の油槽の外に両舷10個の Summer tank 有していた。油槽内部は各所に電気溶接を採用したので油漏れの心配はなかった。船型は長崎造船所試験場にて実験の上、推進抵抗を最小となるよう、また同所新案の舵の採用などにより燃料費の節約に成功した。甲板中央部の舷弧を廃止し、前部艙口には三菱マカキング鋼製艙口蓋を採用した。

竣工後は主として北米、横浜間の石油輸送に従事していたが、米国の石油輸出制限などのため目的地がボルネオのタラカンやミリに変わった。

昭和16年12月23日海軍に徴傭され呉鎮守府所属の油運送船となり海軍艦艇に対する燃料油の補給に当たった。

昭和18年10月10日ミリの原油積取のため門司を出港、ミリで原油10,600トン満載し、11月4日2隻の船団でミリを出港、27日午前0時5分、北緯33度32分、東経128度42分、五島列島宇久島の北西250海里で米潜水艦の雷撃をうけ、右舷1番艙と2番艙の中間に命中、両槽および第1、第2 Summer tank、貨物艙に浸水、船体は右舷に約5°傾斜したが、第4、第5番艙の原油を放出し、左舷の6番艙に原油を移動して復元に努めた。しかし午前1時28分再び左舷ポンプ室付近に雷撃を受け火災を発生、午前1時40分右舷に横倒しとなり船首より海中に没した。乗組員50名中、船長を含め28名が戦死した。

姉妹船、さんくれめんて丸は、昭和16年9月11日海軍に徴傭され、昭和18年4月25日、7隻の船団でラバウルを出港、パラオに向かう途中、5月4日午後5時25分、パラオ入港直前に雷撃を受け、午後8時沈没した。北緯6度50分、東経134度30分の地点で、46名の乗組員のうち1名が戦死した。

YAMAHA

ヤマハを支える
したたかな人材を
探しています。

ヤマハは優れた頭脳と 熱い意欲を求めています。

今まさに安定成長経済時代。確かな企業が確かなマーケティング努力、卓越した技術・製品サービスによってのみ、成長できる時代です。もちろんその成長の支えは、優れた頭脳と熱い意欲を持った人材によってのみ可能だと考えます。ヤマハ発動機は今、YAMAHAとともに大きく成長したい、仕事に生きがいを見つけない、そう真剣に願っているしたたかな人材を探しています。まさに時きたり、この広告をご縁に、YAMAHAの新しい力になりませんか。

技術社員募集要項

- 業務内容**／ ● ボート・漁船の開発・設計 ● 工場生産技術 ● マイクロプロセッサを使用したエンジン制御システム及び走行制御システムの開発
- 応募資格**／ ● 船舶技術関係の管理職経験者で35才前後の方(大学卒) ● 船舶設計及び生産技術関係業務経験者で30才迄の方(大学卒) ● 電子回路設計関係業務経験者で32才までの方(大学卒)
- 待遇**／ 当社規定による
- 勤務地**／ 新居工場 (静岡県浜名郡新居町)
- 応募方法**／ 履歴書、業務経歴書(様式自由)をヤマハ発動機(株)人事課宛 7月21日(土)までに郵送してください。
- 選考方法**／ 書類選考のうえ、詳細を各人宛連絡いたします。(応募の秘密は厳守します)



ヤマハ発動機株式会社
〒438 静岡県磐田市新貝2500 TEL(05383)2-1111

6 月のニュース解説

○海運造船問題

5月21日～6月20日

編集部

●一般政治経済問題

5月22日●石油需給の中、長期的展望とその対応政策を

(火) 討議するパリの経済協力機構本部での第3回国際エネルギー機関 (IEA) 関係理事会は、この日、共同声明、石炭の利用拡大に関する行動原則、12の共同プロジェクトを採択して閉幕した。共同声明は、①5%節約の来年継続、②石炭の利用拡大、③代替エネルギーの共同開発、④産油国と消費国の対話など、長期的に続く石油不安の中で節約の徹底と国際協調の重要性を指摘した。IEAは、85年に1日5百万バレルの不足の事態も予測しており、長期的にはさらに需給ギャップが増大すると深刻な受けとめ方をしている。

5月24日●日本原子力産業会議は、この日、米原発事故

(木) に伴い、同会議がアメリカに派遣した「スリーマイルアイランド原発事故調査団」の報告書をまとめ、発表した。報告書は、事故の問題点として、①圧力逃がし弁が開き放しになっている事実に加えて、事故後2時間も運転員が気付かなかったことが事故を拡大した。②1次冷却系の補助給水ポンプの出口弁がすべて閉まっており、これは原子炉保安規定の重大な違反であった。③緊急炉心冷却装置 (ECCS) を炉内が満水になったと速断して手で停止してしまった。④放射能に汚染された1次冷却水が補助建屋へ自動的に送り込まれる仕組みだったため、外部に放射能が放出された。——などを指摘、「同事故は原発30年の歴史の中で最も大規模で反響の大きなものだった」と結論付けた。

5月29日●日銀はこの日、4月の国際収支確報を発表し

(火) た。それによると、同月は輸入急増の影響を受けて、経常収支が2億5千8百万ドルの赤字となった。例年季節的に赤字になる1月を除くと、50年10月以来3年半ぶりに赤字に転落した。経常収支の赤字に加えて、長期資本収支が21億5千万ドルと前月に次ぐ史上第2位の大幅な赤字となったため、基礎収支は29億7千3百万ドルと史上最高。

5月30日○造船設備35%削減のため、買い上げ機関とし

(水) て政府と民間で設立された特定船舶製造業安

定事業協会は、この日、その適用第1号として函館ドックから申請の出ていた函館造船所の設備、土地を150億円 (申請188億円) で買い上げることを決めた。

○海運中核6社の54年3月期決算が出揃った。

それによると、国際的な船腹過剰と円急騰という厳しい経営環境の中で、企業間格差が定着した。さらに全体的に下半期の業績は上向くなど海運不況は底入れたことを示した。

6月1日○日本開発銀行はこの日、35次計画造船での建

造応募分のうち4、5月にコンテナ船3隻、タンカー4隻、鉦炭船1隻計8隻、40万3500総トンを融資承諾したことを明らかにした。開銀融資承諾ベースで264億円で、年度初め2カ月で40万総トンを上回る建造規模となったのは近來の計画造船にはみられなかったこと。開銀は35次船への船主の応募が100万総トンを上回る公算大で、利子補給復活により船主に建造意欲がでてきたとみている。

6月6日●元号制度に法的根拠を設け「昭和」のあと

(水) 皇位継承に伴って次の元号をつくるための元号法案が、この日参院本会議で採決され、賛成多数で可決成立した。政府はできるだけ早く公布の手続きをとる。これによって、新憲法下で「事実たる慣習」だった元号制度が、法制上のものとなる。

6月15日○運輸省は関西新国際空港を「浮体方式」で建

(金) 設することの可否を検討するため、大規模な浮体構造物の建設が可能かどうかを調査していたが、この日その調査結果を発表した。それによると「模型実験、数値計算による検討の限りでは大規模浮体の建造は可能」としているが、浮体工法の具体化にあたっては洋上接合工法の確立、防食対策等の7項目にわたる課題の究明が必要と指摘している。さらに浮体空港が国際空港として十分な機能を発揮するかどうかという重要課題の検討も残っている。このような事情で「56年度着工」方針が明示されている関西新空港の主要部にこの浮体工法がいきなり採用されることは非常に難しくなってきたといえる。

浮体空港の建設について

近年の航空機の大型化、高速化及び輸送需要の増大は空港の機能面、環境保全の問題及び騒音公害防止の観点から、空港の立地に大きな制約を与えるようになった。特に国土の狭い我が国では、上記問題に加え建設用地確保の問題があり、新たな空港建設用地を都市近郊の陸上に求めることは、困難な状況にあり、これを打破するため、海上空港構想が生まれた。

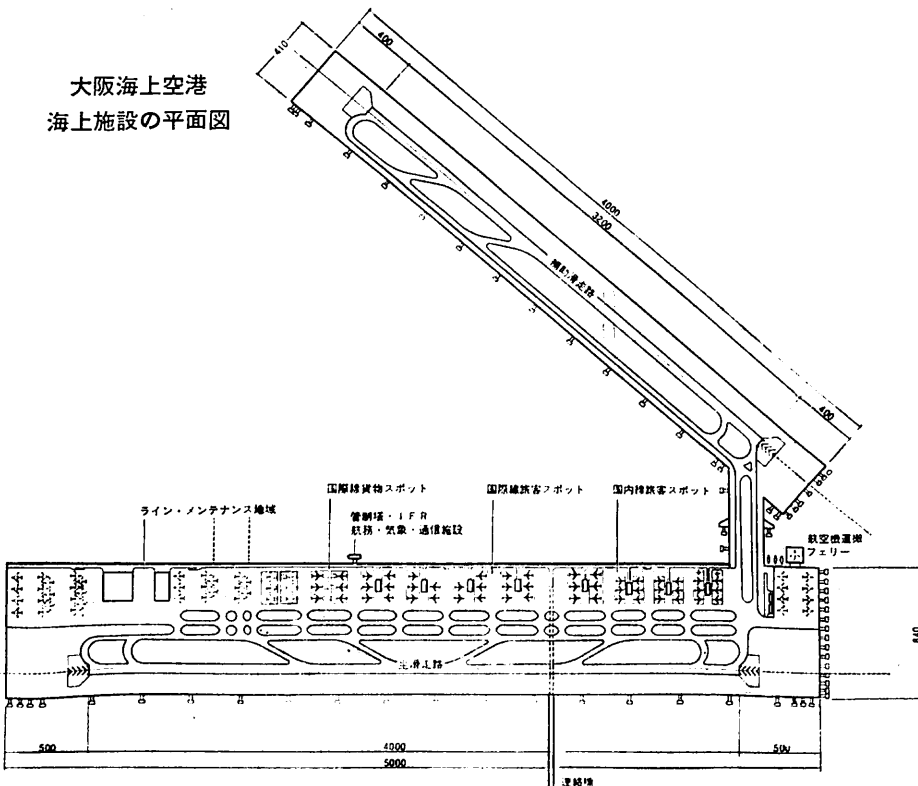
関西国際空港においても、近年騒音問題が社会問題にまで発展し、空港の存続をも含めて様々な論議を呼んできたが、昭和49年8月、航空審議会は現在の大阪空港の廃止を前提に、新国際空港を大阪港南東部の泉州沖の海上に建設することを答申した。政府はこの答申を受け現在その実現に向けて、具体的建設方法の検討段階にある。

ところで関西新空港の建設工法で最近クローズアップされているのが、(社)日本造船工業会の提案したセミサブ式浮体工法による海上空港構想である。ポンツーンに

よる浮体工法は49年の航空審議会の答申において「水深、地盤条件と関係なく建設でき、大量土工を伴わないので、環境保全の面で優れていることを認めながらも、コンクリート又は鋼製のポンツーンを海面に浮かべ、この上にプラットフォームを設けて空港として使用するのは、まだアイデアの段階で、施行実例が全くなく、また波による動揺はさけられず、建設費も割高である」として在来の埋め立て工法に劣るものと言われてきた。しかしその後の浮体工法に対する技術開発はめざましく、現在考えられている浮体工法は、49年当時考えられていたものと比べ、内容は大きな変貌を遂げている。このため改めて関西新空港を「浮体方式」で建設することの可否を検討するため、大規模な浮体構造物の建設の可能性についての調査が、昭和52～53年度の2年度に亘り、船舶技術研究所(主として浮体本体部門の研究を担当)と港湾技術研究所(主として係留部門の研究を担当)により実施された。今回は6月15日、運輸省より発表されたこの調査結果の概要と、この調査で明らかにされた浮体空港の技術的課題について述べてみたい。

調査の前提になった浮体空港の基本的形状は図に示す通り、4000mの主滑走路1本及びこれに付属する旅客、貨物用スポット、整備地区、駐機場、管制塔の施設を含む浮体と、3200mの補助滑走路1本の浮体を連絡用浮体により接続し、V字形(40度角)に配置したもので、浮体総面積は595ヘクタールにおよぶ。またターミナルエリア、オーバーホール用ハンガー等は沿岸部に設置される、い

大阪海上空港
海上施設の平面図



わゆる分離空港である。

浮体自身の構造様式は、浮体に作用する外力、挙動等を考慮し従来考えられてきたボンツーン型ではなく、縦横に配列されたフーティング型あるいは円筒型の要素浮体の上に上部構造物を接続した要素浮体支持型、いわゆるセミサブ型を採用している。セミサブ式を採用したことが今回調査した浮体工法の最大の特長であり、本体は海面に接することなく、水線面積の小さい要素浮体のみが浮力を与えることにより、波の影響による動揺を最小限に押えようとするものである。

上部構造は、高さ10mのダブルデッキのトラス構造で、主滑走路浮体は長さ5000m、幅840m、補助滑走路用浮体は長さ4000m、幅410mの矩形で、それぞれ約19000個、7000個の要素浮体により支持されている。また2つの浮体は、長さ500m、幅210m、約500個の要素浮体に支持された連絡用浮体により結ばれている。舗装や、施設構造物を含めた浮体の重量は約683万トンになると推算されている。

このような浮遊式大型海洋構造物の建設に際し、大きな問題はその係留方法である。今回検討された方式は、ジャケット式のドルフィンと途中2カ所のユニバーサルジョイントを介したリンクとから構成されるドルフィン・リンク方式で、ゴムダンパーをリンクと浮体の緩衝装置として用いている。浮体の係留には65基のドルフィンが用いられる。

調査はこのように想定された浮体空港に対し、100年に1度と予想される大型台風、マグニチュード8.1の大地震、津波等の過酷な自然条件や船舶の衝突、航空機の墜落等の異常事態発生時を含め、あらゆる想定される条件のもとで、浮体本体に働く外力及び浮体の挙動、係留力について詳細な解析を行なっている。その結果、全ての場合において、浮体本体並びに係留装置について部材の応力は許容応力以下であることが確認されており、また主滑走路用浮体の揺れは航空機の離着陸が困難となり、実質上空港が閉鎖となる風速25m/sにおいても、上下揺れ ± 4.80 m、縦揺れ ± 0.0005 度、横揺れ ± 0.013 度、端部における最大揺れでも ± 15 cmと推定している。

浮体工法における特長の一つとしてユニット建造法及び工期の短いことが上げられる。浮体を400個のユニットに分割して全国各地の造船所で建造し、曳航して空港予定地に集結し、海上において接合することにより、大規模な浮体本体を形成する。ユニットは約30カ月で建造でき、曳航、接合の工期を含めても約4年と見込んでい

る。

浮体空港建設に要する費用は、浮体上の舗装、各種空港施設を除いた浮体構造物だけで1兆3560億円を見込んでおり、また万一の事故を想定したバックアップ装置等の建設に960億円が加わると試算している。

以上検討の結果、今回の調査の結論として、模型実験、数値計算を行った限りにおいて、浮体工法による海上空港の建設は可能であるとしながらも、浮体工法を具体化するにあたっては、更に次の7項目についての究明が必要であるとしている。

- ①台風来襲時における自然条件の実態把握
- ②実際の波浪スペクトル特性が、理論式と異なるため波浪スペクトル特性が浮体の挙動に与える影響を明確にする。
- ③主滑走路用浮体、補助滑走路用浮体を一体とした時の挙動特性の検討。
- ④係留装置に用いる緩衝用ゴムダンパーの力学的特性耐久性の把握
- ⑤浮体とドルフィンを連結するリンク、特に自在継手部の安全性の把握
- ⑥洋上接合時における、現地の自然条件の詳細な検討と、大規模なユニットを洋上に拘束する技術の完成並びにユニットを多数の異なる造船所で建造することによる高度な精度管理、工程管理についての詳細な検討
- ⑦浮体の防食技術

これらの問題はいずれも空港としての安全性に大きくかかわっており、浮体空港建設を推進する上で、早急な技術開発が待たれるところである。

ところで、今回の調査が明らかにしたセミサブ式の大規模な浮体構造物の建造の可能性と問題点は、浮体空港に対する評価だけでなく、一般の海洋構造物建設に対してもあてはまるであろう。国土が狭く、また陸上資源にも恵まれない我が国にとって、海上スペースの有効利用は、これからの大きな課題である。海上空港や沖合荷役基地としての流通空間として、各種洋上プラントや太陽エネルギー利用プラント等の生産空間として、また海上都市（アクアポリス）等の生活空間としての利用など、夢は限りなく広がっていくが、その基礎となる長大な人工浮地盤の建設の可能性を示唆した今回の調査の意義は大きい。指摘された7項目に亘る問題点の解明は、単に浮体空港の建設を可能とするだけでなく、新たな海洋開発時代の幕開となる。

ケミカルタンカー“HASSEL”について

株式会社 来島どっく 設計部

1. まえがき

本船は大一商運(株)より受注し、当社波止浜工場にて建造されたハイグレードな多目的ケミカルタンカー2隻のうちの第1船であり、昭和54年3月6日無事引渡しされた。引続き第2船“HEGG”も同4月25日に引渡しされ現在、両船とも北米～中南米航路にて活躍中である。

以下、本船の概要を紹介し参考に供したい。

2. 主要目

1) 主要寸法

全長	115.67m
垂線間長	106.10m
幅(型)	18.30m
深さ(型)	10.10m
喫水(型)	8.10m

2) 船級

NK: NS* (Tanker, Oils-F.P. below 65°C and Chemicals, Types II&III) MNS*

3) トン数

総トン数	5,307.11T
純トン数	2,997.48T
載貨重量	9,054.04t

4) 速力

試運転最大速力	14.29kn
満載航海速力	13.50kn

5) タンク容量

貨物タンク	9,924m ³
スロップタンク	548m ³
燃料油タンク	1,257m ³
清水タンク	301m ³
バラストタンク	1,349m ³

6) 主機関

型式	神戸発動機 6 UET 52/90 D
連続最大出力	6,000PS×198rpm
常用出力	5,100PS×188rpm

(写真頁39頁参照)

3. 船体部

3・1 一般計画および配置

本船は適用法規として一般船に適用されるものの外、危険物ばら積船として、「危険物船舶運送及び貯蔵規則」、IMCO決議A.212(VII)「危険化学品ばら積船構造設備規則」およびA.271(VIII)「タンカー及びコンベーションキャリアーに対する火災安全措施を実施する為の勧告」に従い計画された。

本船は一般配置図に示す如く、船首及び船尾楼を有する一層甲板船尾機関船であり、船首及び船尾隔壁間に全通二重底が設けられている。

貨物タンク部は、2列の縦通隔壁でセンタータンク及びウイングタンクに分けられ、更にNo.1, No.2及びNo.6センタータンクは船体中心線上の縦隔壁により左右に2分することにより、センタータンク9タンク、ウイングタンク14タンク、スロップタンク3タンクの計26のタンクにて構成されている。

スロップタンクを含むすべての貨物タンクは“2G”(一体型タンク)として建造され、センタータンクはタイプIIを、ウイングタンクはタイプIIIをそれぞれ満足する配置となっている。

No.1, 2, 3, 6 & 7ウイングタンク及びスロップタンク(P/S)には、エポキシ系の“ラストバンEX5704/5705”が、又、No.4 & 5ウイングタンクには、無機ジンク系の“ラストバン191”が塗装されている。センタータンク及びスロップタンク(C)は、SUS316製であり塗装はされていない。

本船の積載予定貨物は57品目であり、そのうちタイプIIケミカル8品目、タイプIIIケミカル8品目が含まれている。これら多品目の同時積載が可能な様に、荷役装置はFRAMO社製のサブマージポンプ26台を使用した1タンク1ポンプシステムを採用している為、全タンク共、荷役マニホールドまで独立貨物管系統としている。従って、互いに他タンク用の貨物管の貫通がない為相互反応を起こす多種のケミカル同時積載時には、それを積載するタンクが互いに隣接しない様注意するだけで可能な様計画されている。

機関室と貨物タンクの間は、バラストポンプ室が設け

られているが、このポンプ室には貨物ポンプはなく、バラストポンプ及びタンククリーニングポンプ等を設けているのみである。

居住区域、業務区域の全ての開口等はIMCOケミカルコードに適合する様配置すると共に、居住区域全般にIMCO決議A.271による防火構造を施している。

3・2 船殻構造

本船はケミカルタンカーとして適合する構造とし、センタータンクはIMCOタイプII、ウイングタンクはIMCOタイプIIIを満足する様計画されている。

各構造部材の強度は船殻協会の要求を満足するものとし、構造喫水は8.10mとして計画されている。

構造方式は貨物タンク部の上甲板、縦通隔壁、二重底等は縦式とし、船側肋骨、船首尾部及び構造上必要な箇所は横式としている。又、すべての接手は電気溶接としている。

センタータンクには硫酸及び磷酸の積載を考慮して、設計比重を1.90 t/m³とし、構造材料はステンレスクラッド鋼SUS316(+2mm)及びステンレス鋼SUS316を使用している。センタータンクの構造部材は、上甲板では暴露部、縦通隔壁ではウイングタンク側に取り付け、従ってセンタータンク内部には連続性及び船殻構造上局部的に必要な箇所を除き、船殻構造部材は取り付けられていない。

ウイングタンク内の船殻構造材は全て軟鋼としているが、積載貨物に対する防蝕及び貨物自体の品質保持の為に特殊塗装が施されている。

3・3 船体構築

3・3・1 貨物ポンプ

本船の全貨物タンク及びスロップタンクには、各1台のFRAMO製サブマージポンプが装備されている。

貨物ポンプの主要目は次に示す通りである。

ポンプ型式	SDS 5 型	SDS 5 型	SDS 5 型
台 数	21 台	3 台	2 台
駆 動 装 置	油 圧 駆 動		
材 質	SUS316	SUS316L	SUS316L
吐出容量(m ³)	100	200	100
全揚程(mWC)	80	80	80
設置タンク	センターT No.1, 2及び スロップ ウイングT No.1~7及び スロップT	センターT No.3, 4&5	センターT No.6

この表の他に、非常用貨物ポンプとして同じくFRAMO製可搬式サブマージポンプTK4型(70m³/h×80m)1台及び附属品一式を装備している。

3・3・2 油圧ポンプユニット

上記貨物ポンプの他、バラストポンプ、タンククリーニングポンプ及び甲板機械駆動用としてFRAMO製電動油圧パワーバックを居住区域への騒音を考慮して船首楼内油圧ポンプユニットスペースに設けている。このパワーバックは3台の電動モーター及び5台の油圧ポンプにて構成され、貨物ポンプ200m³/h×80m3台と100m³/h×80m2台及びバラストポンプ150m³/h×20mを同時駆動する能力を有している。

油圧配管は、上甲板上にパワーバックからの主油圧ラインを配し、このラインから各機器の油圧モーターへの枝管を導き、又、各機器からの戻り管は一本の主戻り管に導かれ、パワーバックに戻る方式となっている。

主油圧ラインにはリリーフバルブを、主戻り管には、オイルクーラーとオイルタンクを装備している。

貨物タンク部分の油圧管には、可搬式サブマージポンプのカップリングを3箇所設け、非常時には、どの貨物タンクからでも揚荷できる様配置されている。

3・3・3 貨物管系統

各貨物及びスロップタンクの貨物ポンプと連結した独立貨物管系統が上甲板上に装備され、船体中央部附近の両船に前後2箇所に分けて荷役マニホールドが設けられている。貨物油注入管は、上記各系統毎の配管から分岐管を設け、各タンク内に導設し、サブマージポンプを経由しなくても積荷可能としている。

タンク洗滌水を各貨物ポンプにて吸引してスロップタンクへ導くためのスロップ移送ラインは、センタータンク用及び両舷タンク用の3系統が設けられているが、相互反応する貨物及び有毒物質の同時積載ケースを考慮し、各タンク共、これらのスロップ移送主管から短管取外しにより隔離することが可能となっている。

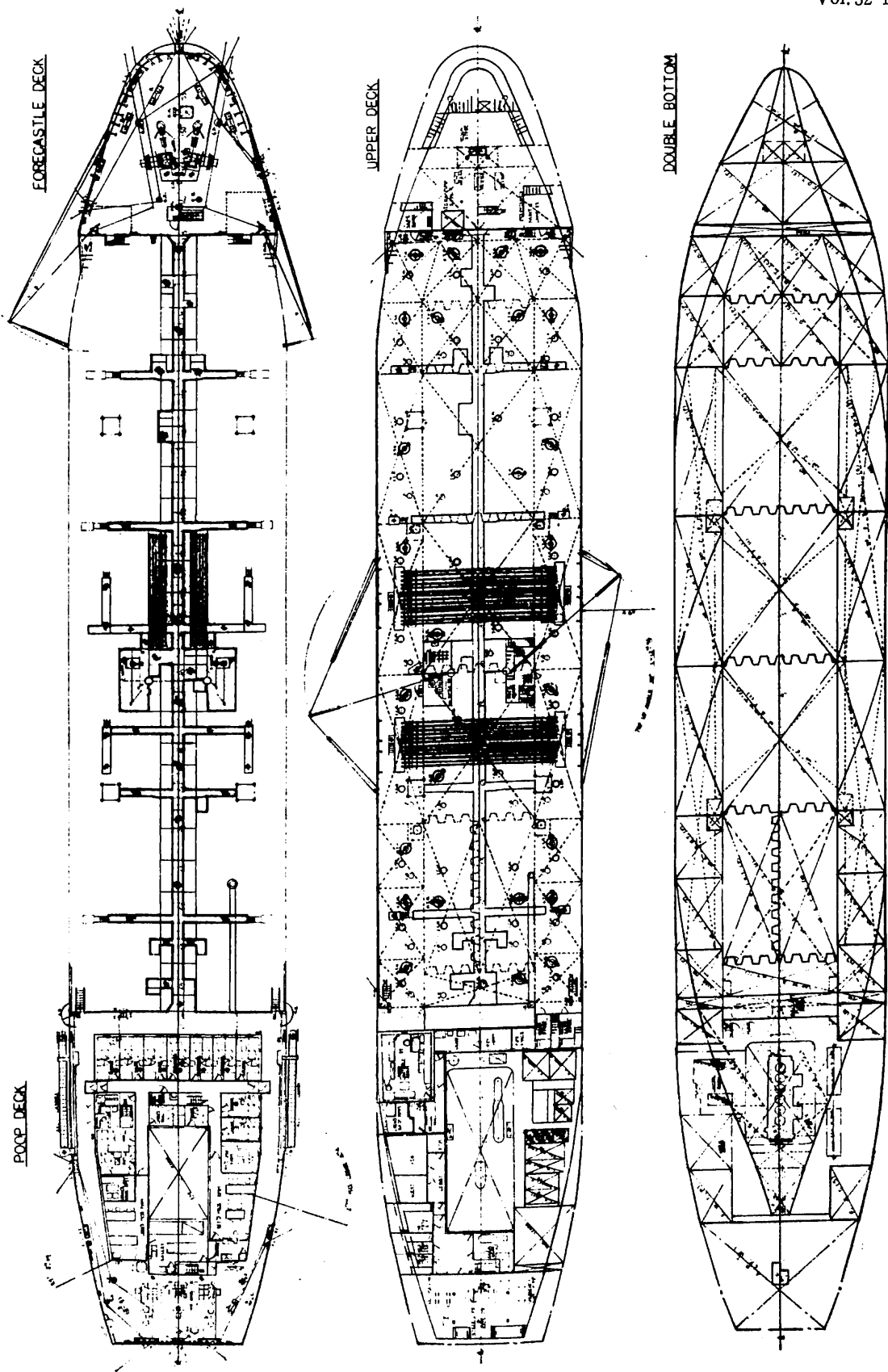
貨物管及び弁の材質はセンタータンク用は全てSUS316、ウイングタンク用は全てSUS304を使用している。

3・3・4 貨物タンクベント管装置

完全独立の制御型ベント装置が各貨物タンク及びスロップタンクの各貨物タンクハッチコーミングより導かれており、その開口端は、IMCOケミカルコードに適合する様配置されている。

ブリザー弁の設定圧力は、全て圧力側が、0.14kg/cm²、吸引側が-0.07kg/cm²である。

各タンクのベント管装置には、ブリザー弁より上流側



大一商運向け ケミカルタンカー “HASSEL” 一般配置図

来島どつく・波止浜工場 建造

に、貨物蒸気還流装置接続用のショアコネクションが設けられており、主としてIMCO規則4.9の適用を受ける有毒物質を荷役する際、これらの蒸気を船外に一切放出することがない様陸上へ還流させる様計画されている。

ベント管装置の材質はセンタータンク用は全てSUS316ウイングタンク用は全てSUS304を使用している。

3・3・5 貨物タンク溢れ出し防止装置

全ての貨物タンク及びスロップタンクには、貨物溢れ出し防止用陸上還流装置として使用されるショアコネクションが、各タンクハッチコーミングに設けられている。

この還流管装置は、積荷時、万が一貨物がタンクより溢れ出した時に溢れ出した分を自動的に陸上施設へ還流させることを目的としたものであり、IMCO規則4.14.2の規定により設置したものである。

上記の陸上還流管装置の他、全センタータンク及びスロップタンク(C)には、各独立貨物管の系統の途中に溢れ出し防止及び荷役合理化を目的とする自動制御弁が各1台設置されている。この制御弁は、当社設計部が、和田特殊製鋼㈱の協力のもとに開発したもので、各タンク液面計とは別の独立したセンサーの高液面設定値に貨物液位が達した時に、空気圧駆動により自動閉鎖する機構を有している。又、この弁は遠隔制御も可能となっており、カーゴコントロール室の遠隔操作盤から行うことができる。

3・3・6 貨物加熱装置

スロップタンクを含む全ウイングタンクには、通常の油タンカーに見られる様なタンク底部に布設された加熱管(SUS304L)による水蒸気加熱装置が設けられている。

スロップタンクを含む全てのセンタータンクには、ウイングタンクと異なり、独立ポンプにより吸引された貨物が上甲板上に設けられた熱交換器(Maskinverken製)を通り水蒸気により加熱されてタンクへの還流管を通して循環される強制循環加熱方式を採用している。

この熱交換器の材質は運送される燐酸の腐食性を考慮して、材質には特殊な高ニッケル・オーステナイト系ステンレス鋼(2RK65)が使用されている。

ウイングタンク及びセンタータンクの加熱装置の戻り管には各タンク毎にIMCO規則にて要求されるケミカル検知タンクを設け危険物が機関室内に戻るのを防ぐ様考慮している。

3・3・7 燐酸用循環かくはん装置

No.3, 4, 5 & 6 センタータンクの直接注入管のタンク内開口端にはFRAMO製のディフューザーノズルが

設けられている。

これは航海中の燐酸に含まれる不純物の沈澱を防止する為、貨物ポンプによりこのディフューザーを通して燐酸を循環かくはんさせ、スラッジを沈澱させることなく液中に浮遊する状態を保つ様計画されている。

この循環かくはん装置は、全て自動にて各貨物タンク毎に燐酸を異った時間で再循環させることができるタイマーコントロールが可能のように計画されている。

3・3・8 タンククリーニング装置

バラストポンプ室内に下記タンククリーニングポンプを設置している。

型式	立式 2 段渦巻ポンプ
台数	1 台
駆動方式	油圧駆動
吐出容量 (m ³ /h)	100
全揚程 (m)	100

貨物タンクのクリーニングは、流量約30m³/h、ノズル圧力7kg/cm²の可搬式クリーニングマシンにより行うものとし、固定式のクリーニングマシンは装備していない。

バラストポンプ室内のシーチェストからの海水又は船首タンクからの清水を上記ポンプにて吸引し、パタワースヒーターを通して上甲板上のタンククリーニングラインに送水し、上甲板上に配置されたホース接続金具によりクリーニングマシンと連結される。

パタワースヒーターは蒸気加熱式とし、その容量は、100m³/hの水を15℃から65℃まで加熱する能力を有するものとした。

直径400mmのタンククリーニングハッチを各貨物タンク及びスロップタンクに1個又は2個配置している。このタンククリーニングハッチには貨物タンクのガスフリー時に水駆動式の可搬式通風ファンがセットできる様考慮している。コーミング、蓋等の材質はセンタータンク用は全てSUS316、ウイングタンク用は全てSUS304とした。

3・3・9 バラスト管装置

貨物タンクに隣接する二重底バラストタンクの注排水用及び船首タンクの排水用として下記ポンプをバラストポンプ室に設置した。

型式	立式渦巻ポンプ
台数	1 台
駆動方式	油圧駆動
吐出容量 (m ³ /h)	150
全揚程 (m)	20

3・3・10 液面指示および警報装置

全貨物タンク及びスロップタンクには密閉型の電磁フロート式液面計測装置（レベルマスター：(株)ムサシノ機器製作所）が設けられている。液面指示盤はカーゴコントロール室及び上甲板中央部のレベルゲージ室（アナログ指示のみ）に設置され、デジタル及びアナログ方式の2方式にて指示されると同時に、各タンク毎の高位液面警報（可視可聴）が取付けられている。操舵室にも高位液面の延長警報を設けている。

更に、全センタータンク及びスロップタンク（C）には、3・3・5 に示した自動制御弁作動用の信号を発する高位液面センサーが、別途設けられている。尚、このセンサーは、制御弁閉鎖信号の他、高位液面警報信号も発するようになっている。

3・3・11 貨物温度指示及び警報装置

各貨物タンク及びスロップタンクの貨物温度計測用に金属シース形センサーが、各タンク3個設けられ、上層、中層、下層の3箇所の温度を検出できる様に配置されている。温度指示はカーゴコントロール室にて行なわれる。全タンク用の高温警報（可視可聴）をカーゴコントロール室及び操舵室に設けている。

3・3・12 カーゴ コントロール室

上甲板上船尾楼内左舷前端にカーゴコントロール室を設け、下記の各コントロールパネルにより制御、指示、警報を遠隔にて行える様にしている。

- 1) 貨物ポンプ、パワーバック関係制御盤
 - a) 各油圧原動機の起動及び停止
 - b) 全油圧原動機の非常時一斉停止
 - c) 各貨物ポンプ、バラストポンプ及びタンククリーニングポンプの発停及び速度調整
 - d) センタータンクの磷酸循環かくはん装置のタイマーコントロール
 - e) 油圧パワーバックランニング表示
 - f) 作動油吐出圧及び戻り主管の油圧表示
 - g) 作動油タンク内油の温度表示
 - h) 各ポンプ用油圧モーターの油圧表示
 - i) 作動油戻り圧力の高圧警報
 - j) 作動油温度の高温警報
 - k) 作動油タンクサクション弁の閉鎖警報
- 2) 液面指示盤
 - a) 各タンクの液面指示（デジタル及びアナログ）
 - b) 各タンクの高位液面警報
 - c) 高位液面の設定値の変更
- 3) 温度指示盤
 - a) 各タンクの温度指示（アナログ）
 - b) 各タンクの高温警報

c) 高温警報設定値の変更

4) 自動制御弁用パネル

- a) 自動制御弁の高位液面センサーとの連動による自動閉鎖
- b) 自動制御弁の遠隔閉鎖
- c) 自動制御弁の作動表示
- d) 自動制御弁の全閉表示
- e) 駆動用圧縮空気圧力低下警報（可視可聴）

3・3・13 N₂ ガス封入装置

本船の積載予定貨物には規則にてイナートガスを要求される品目はないが、船主要求にて動植物油等の酸化防止を目的として N₂ ガス封入装置が設けられている。

上甲板中央部に N₂ ガスマニホールドを設け、N₂ ガスポンペ室内の N₂ ポンペより供給を受けて各貨物タンクへ封入できる様配管している。

なお、この N₂ ガスマニホールドは陸上からのイナートガス供給の時にも各貨物タンクへ封入できる様なものとしている。

4. 機関部

主機関には三菱 6 U E T 52/90 D 型、排ガスターボ過給機付 2 サイクル単動トランクピストン形ディーゼル機関 6,000 P S 1 基を装備している。

発電設備としては 4 サイクルディーゼル機関により駆動される交流発電機 2 台を装備し、通常航海、停泊時 1 台、出入港、荷役時は 2 台を運転して船内必要電力を供給する。

蒸気供給設備としては、乾燃室式船用丸ボイラ 9 t/h 1 基により、荷役時、タンクヒーティング、タンククリーニング時及び停泊時に必要な蒸気量を賄い、通常航海時には、強制循環式排ガスエコノマイザー 0.7 t/h 1 基により（カーゴタンクヒーティングを除く）船内必要蒸気量を確保している。

尚、油水分離器、汚物処理装置を装備して、USCG の規則を満足させている。

主要機器の要目は次のとおりである。

1. 主機関

三菱 6 U E T 52/90 D 型ディーゼル機関（神戸発動機製）	補助パワー付属	1 基
	連続最大出力	6000PS×198rpm
	常用出力	5100PS×188rpm

2. 軸系、推進器

オイルパス方式（中越ワウケンヤ）	1 軸
4 翼 1 体型、マンガング銅（市八プロペラ）	1 個

3. 発電機

船の科学

原動機	ダイハツ 6DS-18A型ディーゼル機関	
	600PS×900rpm (清水冷却)	2台
発電機	三相防滴自励式 (西芝電機)	
	500kVA (400kW) × 450V × 60Hz	2台
4. 空気圧縮機		
立二段圧縮水冷電動式 (ヤンマー SC-20N)		
	88m ³ /h (行程容積) × 25kg/cm ² (海水冷却)	2台
非常用ハンドコンプレッサー (ヤンマー NC 2型)		
	351cc/1ストローク × 25kg/cm ²	1個
5. 補助ボイラー		
乾燃室式船用丸ボイラー (西田鉄工)		
	NET-2型 9t/h × 9kg/cm ²	1基
燃焼装置 比例制御 (大阪サンフレーム)		
	ECP-8型 0.78t/h × 20kg/cm ²	2基
排ガスエコマイザー (西田鉄工)		
	NEX-700型 0.7t/h × 7kg/cm ²	1基
6. 据付機器類		
油水分離器 (兵神機械工業) 5t/h処理		1基
汚物処理装置 (兵神装備) 32名×30日		1基
造水器 (日窒工業) 25t/day		1基
7. 推進補機器		
主冷却清水ポンプ	140m ³ /h × 20m × 2	
主冷却海水ポンプ	360m ³ /h × 20m × 1	
	(予備はビルジ兼消防ポンプ)	
主潤滑油ポンプ	155m ³ /h × 50m × 2	
燃料油供給ポンプ	2m ³ /h × 50m × 2	
主過給機潤滑油ポンプ	6m ³ /h × 34m × 2	
燃料油清浄機	SJ2000型 × 1	
潤滑油清浄機	SJ3000型 × 1	
ディーゼル油清浄機	SJ2000型 × 1	
主清水冷却器	130m ² × 1	
主潤滑油冷却器	165m ² × 1	
過給機潤滑油冷却器	13m ² × 1	
主機燃料油加熱器	ハリソン型 × 1	
清浄機燃料油加熱器	ハリソン型 × 1	
清浄機潤滑油加熱器	ハリソン型 × 1	
8. 一般補機器		
燃料油移送ポンプ	20m ³ /h × 34m × 1	
ディーゼル油移送ポンプ	3m ³ /h × 29m × 1	
清水ポンプ	4m ³ /h × 40m × 2	
	(ハイドロフォワーシステム)	
海水サービスポンプ	180m ³ /h × 20m × 1	
機関室ビルジポンプ	5m ³ /h × 25m × 1	
雑用兼消防ポンプ	90/240m ³ /h × 80 × 30m × 1	
ビルジ兼消防ポンプ	90/360m ³ /h × 80/20m × 1	

機関室通風機 600m³/min × 30mmAq × 2

5. 電気部

1. 電源装置

発電機: 横防滴自励式ディーゼル駆動 900rpm	
AC-450V, 3φ, 60Hz, 500kVA	2台
主配電盤: デットフロント自立型	1式
変圧器: 440/100V 20kVA	3台
440/100V 7.5kVA	1台
蓄電池: DC-24V 200Ah	2台
船外給電箱 AC-440V 3φ 200A	1式

2. 動力装置

電動機: E種絶縁
始動器: 主に単体始動器を採用した。
尚, 始動方式は直入始動並びに必要によりスターデルタ始動とした。

3. 照明装置

照明の必要な場所は, 全て蛍光灯とし, 機関室の一部およびスター等には白熱灯を使用, 荷役灯には水銀灯を使用している。ポンプルーム等防爆区域には防爆白熱灯を使用している。

4. 船内通信および無線装置

共電式電話機 (1:2), (1:1)	各1式
自動交換電話機 20回線	1式
機関士呼出し電鐘装置	1式
船内拡声装置 50W (荷役制御室からも拡声可能)	1式
本質安全トランシーバー (400MHz)	3台

5. 航海装置

ジャイロコンパスパイロット	1式
レーダー (Xバンド)	2式
オメガ	1式
ロランC	1式
電磁ログ	1式
風向風速計	1式
音響測深機	1式
旋回窓 (300mmφ)	2式
水晶時計	1式

6. 無線装置

主送信機 SSB 1.2kW HF 1kW	1台
補送信機 MF 75W	1台
受信機	2台
方向探知機	1台
国際港湾VHF電話	1台
USCG 13CH VHF電話	1台
ファックシミリ	1台

Heavy Lift RO/RO Cargo Ship

M/S “DANA AMERICA”

日本鋼管株式会社 清水製作所

1. まえがき

本船は、Atlantic H.L. I/II/III/IV社より発注された世界でも類を見ないLO/LO装置を兼ね備えたRO/RO型貨物船であり、極めて意欲的な構想の下に設計がなされているので、その概要を以下に紹介する。

尚、本船は他の3隻の姉妹船と共にフリートを形成し、引渡し後はデンマークのDFDS社に傭船され、主としてアメリカとヨーロッパ、中近東間の航路に定期船として就航し、コンテナ、トレーラー並びにプラント機器類の輸送に従事することになっている。

2. 船体部概要

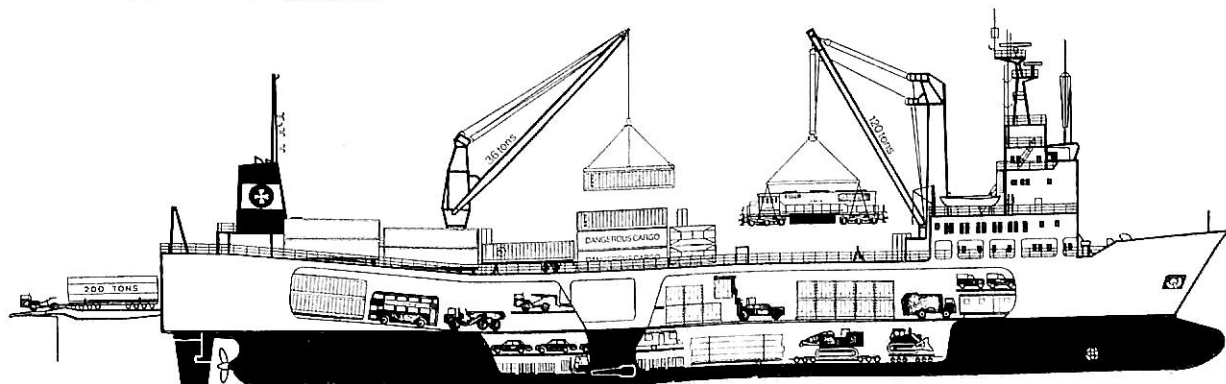
2・1 主要目

船型	船首楼付平甲板船
船級	LRS : \blackstar 100A 1, \blackstar LMC, UMS, “Heavy Lift Roll-on/Roll-off cargo Ship”
全長	135.00m
垂線間長	124.00m
幅(型)	24.00m
深さ(型) 上甲板	14.35m
深さ(型) 主甲板	6.85m
満載喫水(型)	6.66m
載貨重量	8,002 t
総トン数	4,496.7T
純トン数	1,714.1T
コンテナ、トレーラー搭載数量	

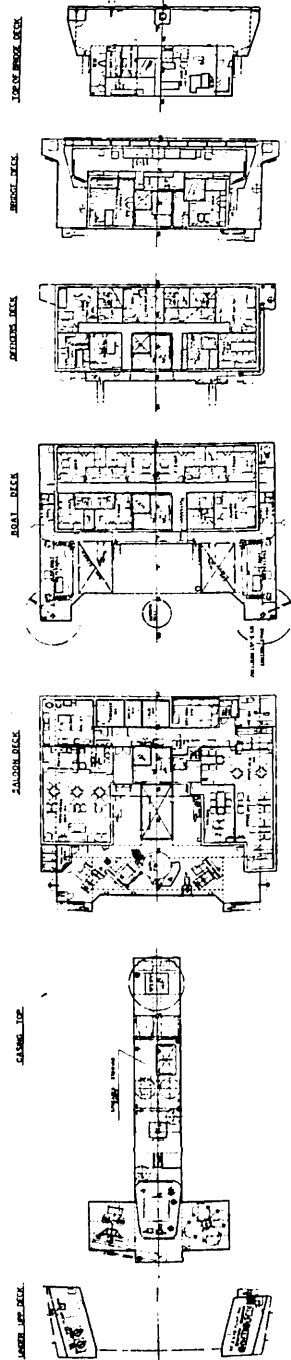
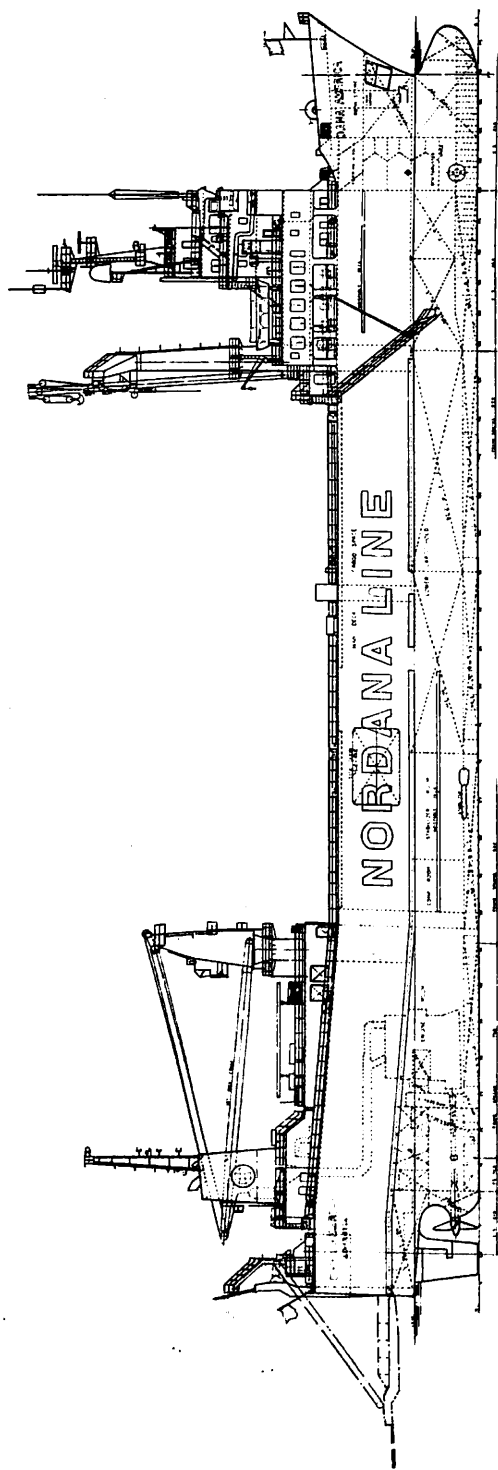
トレーラーレーン長さ	1,416m
コンテナ最大搭載数量	516TEU
マーフィットレーラー上コンテナ搭載数量	370TEU
(上記には冷凍コンテナ12TEUを含む)	
貨物艙容積(ベール)	18,569m ³
燃料油槽容積	1,795m ³
ディーゼル油槽容積	48m ³
潤滑油槽容積	78m ³
脚荷水槽容積	2,555m ³
航海速度	16.15kn
最大速度(試運転時)	17.23kn
航続距離(15.6ノットにて)	18,800浬
定員	28名(旅客6名)
	(写真頁42頁参照)

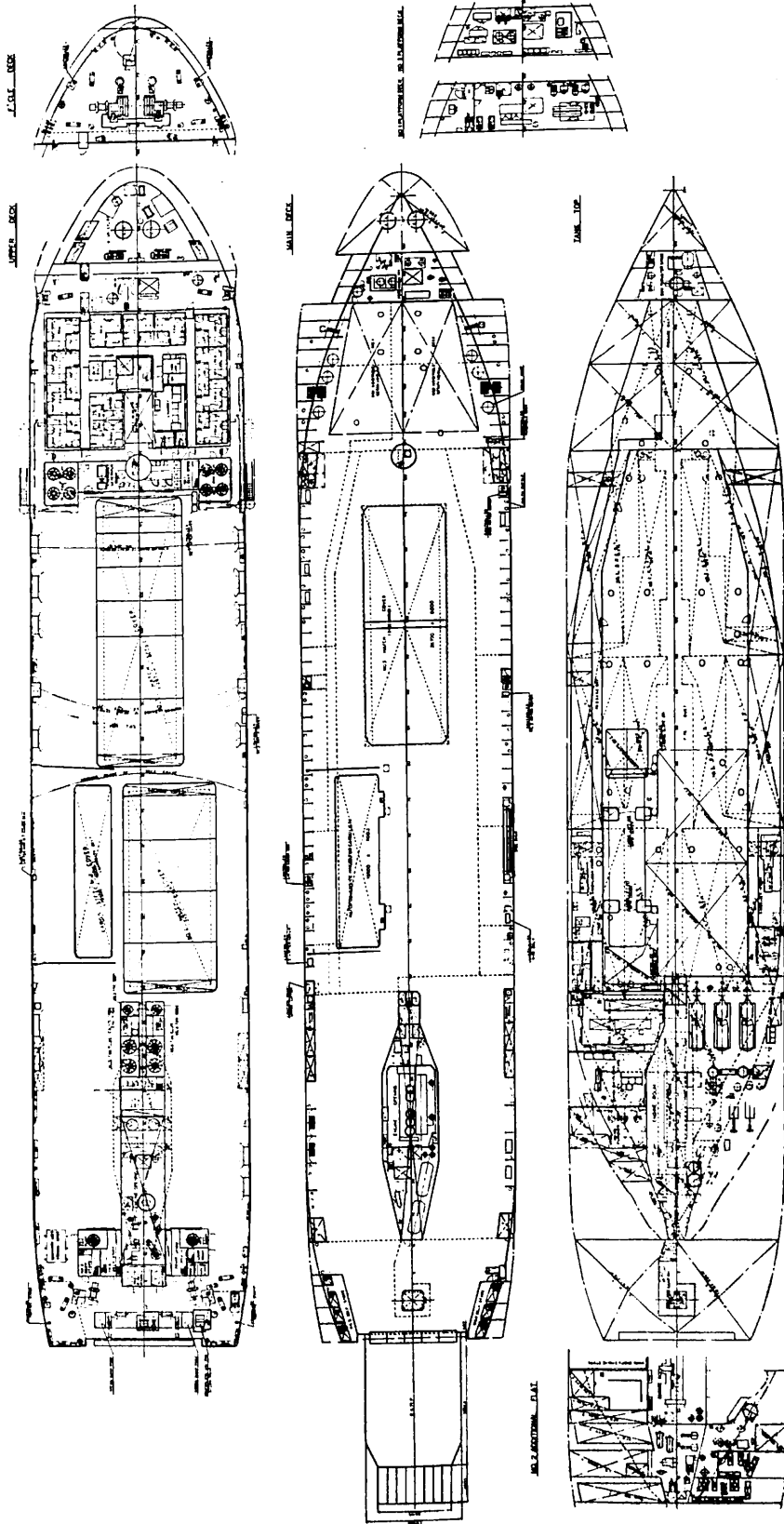
2・2 一般配置及び特徴

本船は一般配置図(次頁)に示すとおり、バルバスバウ付傾斜型船首、トランサムスターンにセミバランス型ハンギングラダーを有する全通船楼型船である。中央部断面は主甲板下で傾斜船型であり、2列の縦通隔壁を有し、その中央は方形断面で側面に突出の一切無い貨物艙を形成し、両舷に脚荷水槽など各種タンクが配置されている。乾舷甲板となる主甲板上の貨物艙は、後部に機関室囲壁、カーゴリフター付近に梁柱を有する外は、中間隔壁は設けず一區画を形成し甲板間高さ7.5mを有して、広大なマーフィットレーラー用スペースを確保している。



“DANA AMERICA” RO/RO 貨物 配置状態





RO/RO 貨物船 "DANA AMERICA" 一般配置図
 日本鋼管・清水製作所建造

後部の機関室は、機関室囲壁内部を有効に利用して主甲板下の貨物艙確保に役立っているが、更に、貨物艙前部の利用し難い場所を前部機械室として、居住区用のホテルサービス機器及び非常用機器を配置して、区画の有効利用を計っている。

尚、機関室と前部機械室を介して居住区を結ぶ通路が主甲板下左舷側に設けられている。

RO/RO荷役用設備としては、主甲板レベルに船尾扉兼用ランプがあり、主甲板から上甲板上あるいは艙内への輸送手段として、船体中央部左舷寄りにカーゴリフターを設けている外、船体内貨物スペース前端部及び船艙後端部に可動式車輛甲板各一層を備え、乗用車及び小型商業車の輸送にスペースの有効利用を計っている。

LO/LO荷役用設備としては、上甲板前部に120t容量のガイレスデリック1基、後部に36トン容量のデッキクレーン1基を設け、コンテナ及び重量貨物の荷役に供し、更に艙内への搬入手段として、フラッシュ型広大艙口を上甲板上に二カ所、主甲板上に一カ所配置し、鋼管などの長尺貨物の荷役を可能とし、同時に艙口蓋上のコンテナ積付け及び車輪の通行に便ならしめるよう配慮されている。

更に、右舷船体内貨物スペースの中央部外板には、20フィートコンテナの通過可能なサイドポートが設けられ、上下方向の位置調整可能なU字型平面の起倒式プラットフォームをその内側に配置してある。従って横付け係船時に船内外にフォークリフトを準備することによって、コンテナ及びパレット積貨物を搬出入することが可能である。又、取外し式のランプも装備され、車輛が自走して搬出入することも可能なよう配慮されている。

その他、航海中に貨物の損傷を防ぐ為にはフィンスタビライザーを備えたこと、重量物荷役時の船のヒール制御用としてインタリング社設計のアンチヒーリング装置を備えたことも、貨物船としては特徴の中にあげられよう。

2・3 船体構造

構造方式は、船側外板は横肋骨方式、各甲板及び二重底は縦肋骨方式を採用している。

各甲板高さは、コンテナ積みトレーラー、フォークリフト及びトラック等の通過を考慮し、次のようなクリアハイトを有するよう設計されている。

上甲板—主甲板	6.3m
主甲板—二重底	4.56m
車輛甲板—主甲板	4.2m
車輛甲板—二重底	2.08m

又、各甲板はコンテナの直置きを考慮して、一切キャ

ンバーはつけず、更に艙内は荷役の邪魔になるような突出物は一切設けていない。

甲板設計荷重は、

上甲板：コンテナ3段積

20' コンテナで45 t/スタック

40' コンテナで75 t/スタック

分布荷重2.2 t/m²、4軸荷重35 t

主甲板：コンテナ2段積

20' コンテナで35 t/スタック

分布荷重2.2 t/m²、4軸荷重35 t

二重底：分布荷重5 t/m²

であり、各甲板はスリップ防止を考慮して、貨物スペースには、開口部付近において一部高張力鋼板を使用した箇所以外、鑄鋼板を採用している。

2・4 荷役装置

2・4・1 船尾扉兼用ランプ

本船のランプは長さ14m、最小幅8.5mで、更にランプが岸壁に対し急傾斜した時のトレーラーの走行性を考慮して、先端に長さ4.2mの8枚割のフラップが設けられている。

設計荷重は、分布荷重2.2 t/m²、4軸荷重35 tであるが、40'コンテナ2段積マーフィットレーラーが2台同時に通行可能とする為、最大荷重200 tの8軸トレーラーが通行できる強度となっている。

本ランプの開閉は上甲板上の油圧ウィンチによりワイヤーロープを介して行なわれ、水位、喫水の変化に対して+5度-15度の対応が可能である。又、船体との間の風雨密は、ラバーガasketと油圧クリートにより保たれる。そして、これらの操作は全て、上甲板上の操作台より行なわれる。

尚、ランプ表面は、滑り止めの目的でエキスパンドメタル張りとなっている。

2・4・2 サイドポート

本サイドポートの開口寸法は、長さ7m、高さ4mであり、二枚割水密扉と起倒式プラットフォームが設けられている。プラットフォームは岸壁高さとの調整ができるよう5段階の位置が選べる設計となっている。

これらは全て油圧駆動で主甲板上から操作される。

2・4・3 カーゴリフター

船尾ランプ及びサイドポートから主甲板へ搬入された荷物の他甲板への輸送手段として、カーゴリフターが設けられている。

長さ19.5m、幅4.0mのプラットフォームは、径40mmのワイヤーロープで吊られ、油圧ジガーシリンダーにより昇降する。停止位置は上甲板、主甲板、二重底甲板及

び車輛甲板である。

最大荷重60トン、20'及び40'コンテナを積載した2台のトレーラーが同時に荷役されることができ、偏心荷重は横方向に±500mm迄許されるよう設計されている。又、昇降速度は最大15m/minで、始動及び停止時は自動的に加速及び減速される。

本プラットフォームは、航海中は上甲板位置で水密カバーとして兼用され、ニューマチックパッキンにより水密を保持している。又、主甲板位置には気密カバーが設けられている。

二重底位置には油圧駆動の斜路が設けられ、トレーラー等の走行を容易にしている。

その他、本装置には安全面に十分考慮が払われ、吊りワイヤーは二重式であり、万が一ワイヤーが切断した場合でも電氣的に自動停止するよう設計されている。又、転落防止の為にクロッシングゲート、ホイールデフレクター、昇降時プラットフォームから突出した荷物などが各甲板との間にはさまれるのを防ぐ為、未前に自動停止させるフットセンサー等の安全装置が装備されている。

操作は上甲板、主甲板及び二重底甲板から可搬式コントローラーにより行うことができ、クロッシングゲートの開閉から指定甲板での停止迄、全て自動運転されるようになっている。

このように、本装置は本船の各種荷役装置の中でも、最も特筆すべきものである。

2・4・4 艙口蓋

本船の艙口蓋は、フラッシュ型内装油圧シリンダー駆動であり、その寸法及び形式は次の通りである。

No.1	26.7m×8.0m	エンドフォールディング	6枚割
No.2	21.3m×9.0m	エンドフォールディング	4枚割
No.3	26.7m×8.0m	サイドヒンジ	4枚割

そして、上甲板上の各パネルは、それぞれ2枚毎に、独立開閉が可能となっている。

2・4・5 可動式車輛甲板

船楼内貨物スペース前端部のNo.1&2車輛甲板は、主甲板に降下した状態で、可搬式ランプを介して車輛を積み込み定位まで甲板を上昇させ、油圧ロックにより固定される方式で、無積載時は上甲板裏に格納される。

船艙後端部のNo.3, 4&5車輛甲板は、車輛積載前に位置を固定し、カーゴリフターから車輛を自走させる方式で、無積載時は主甲板裏に格納される。

車輛甲板の昇降は、油圧ジガーシリンダーによりワイヤロープを介して行われる。

尚、車輛甲板の面積は次の通りである。

No.1 & 2	212m ²
----------	-------------------

No.3, 4 & 5 293m²

2・4・6 ガイレスデリック

上甲板前部に装備されるベレー式ガイレス型シングルヘビーデリックの様子は下記の通りである。

最大荷重	120 t
ブーム長さ	28m
ブーム許容角度	120 t に対し 25度～76度 100 t に対し 15度～76度 25T 以下に対し 15度～78度

本デリックは、ポールチェンジ電動モータ駆動のカーゴウインチ1台とトッピング/スルーイングウインチ2台により作動され、可搬式コントローラーにより操作される。特に荷役サイクルを厳しく指定され、例えば120 t 貨物の場合約11分/サイクルで設計されている。

又、20'及び40'コンテナ用のスプレッダーを備え、コンテナ荷役を便ならしめている。

2・4・7 デッキクレーン

後部機関室囲壁上に装備される電動油圧クレーンの仕様は下記の通りである。

吊り上げ荷重	最大36 t
吊り上げ速度	16m/min
回転速度	1.0 rpm
ブーム長さ	28m

本クレーンには、通常の吊り上げフックの他に、ロータリーフック、更に20'及び40'コンテナ用オートスプレッダーが備えられている。このオートスプレッダーはコンテナ荷役時、偏心荷重がかかった場合油圧シリンダーにより重心位置を自動調整することが可能である。

2・4・8 アンチヒーリングシステム

荷役中、貨物の不均衡な積載による本船のヒール又は重量物吊上げの際の本船のヒールを自動的に調整する為に、アンチヒーリングシステムが採用されている。

船体中央部両舷に配置されたヒーリングタンクは互にパイプで連結され、本船のヒールを傾斜計で検知し、圧縮空気によりタンク内の水を移動して毎分800t-mのヒーリングモーメントを供するよう設計されている。又、手動による強制操作も可能で、操舵室、機関室制御室、更には船尾ランプ位置から遠隔操作される。

本装置により、上甲板前部、主甲板後部に配置されたヒール表示灯に従って、貨物の積付け位置が指示されるようになっている。

2・5 消火、通風装置

消火設備としては、消火栓の他に、固定式ハロンガス消火装置が機関室、貨物艙、前部機械室及び居住区厨房、焼却室に装備され、又、ウォーターズプレー装置が

機関室の主機、補機上及び煙突内に装備されている。ハロンガス消火装置は、上甲板上の火災制御室から遠隔操作により、各区分にハロンガスが20秒以内に放出されるようになっている。

火災探知装置としては、貨物艙及び機関室区域はイオン式検知端を備え、操舵室のコントロールパネルに感知され、自動警報される。

貨物艙内には荷役中、自走するトレーラー、フォークリフトにより多量の排気ガスが放出されるが、これらガスを排出する為に各貨物艙は独立に20回/時の吸排気の機動通風を行っている。各通風トランクには防火ダンパーが設けられ、操舵室から遠隔操作される。

尚、これら通風装置による騒音は、艙内吹出口から3m離れた位置で80dB(A)以下となるように規制され、遮音の配慮がなされている。

2・6 居住設備

本船の居住設備は極めて高級であり、居室、操舵室及び通路は全面カーペットが敷かれ、家具はデンマーク製の木製家具が配置されている。

居室及び通路の天井は、焼付塗装された防熱材付鋼製パネルで構成されており、従来の船室の印象と趣を異にしている。

各船室はそれぞれバスユニットを持っており、便器は真空式が採用されている。

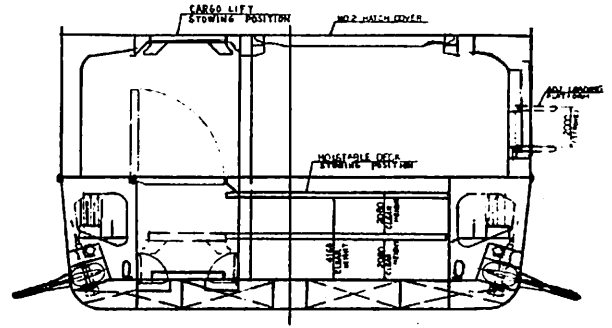
居住性能の面からは、室内の天井高さは2,200mmを確保され、空調設備、騒音の規制、更には横揺を小さくする為に片舷4.6㎡の面積を有するフィンスタビライザー(図参照)を設けるなど、十分考慮が払われている。

又、上甲板と船橋甲板間の交通機関として、4人乗のエレベーターが装備され、各甲板計5ストップのサービスがなされている。

更に、乗組員の情操面から、各居室には木版画などの絵画が約150点、食堂、サロンには鉢植えの植物が飾られるなど、あたかも高級ホテルのたたずまいを思わせるし、全般的に北欧調高級仕様の中に、竹すだれのロールブラインドが各居室の窓に設けられるなど、日本の感覚も加えられ、従来の貨物船の居住区と趣を異にしている点も、本船の特徴の一つにあげられよう。

2・7 その他

本船は主甲板に船尾ランプを有するため、操舵機室は主甲板下の極めて狭い、高さの低い区画に配置され、設計段階からも非常に苦心された。そして操舵機は電動油圧のロータリーベーン型が採用され、独立のポンプユニット2台を有している。



フィンスタビライザー配置図

3. 機関部

3・1 主要目

- | | | |
|-------------------|--|----|
| (1)主機関 | 三井B&W 6 L55GFC | 1台 |
| | 2ストローク、クロスヘッド型自己逆転式
静圧過給機付船用ディーゼル機関
最大出力8040PS、回転数150rpm
燃料消費率 139.5g/h・PS+3%
(at MCO, LCV 10, 200kcal/kg) | |
| (2)プロペラ | 4翼一体型 | 1個 |
| (3)補助ボイラー | 圧力噴霧式重油燃焼式
(廃油焼却炉付)
蒸発量1,650kg/h 圧力7kg/cm ² 飽和
排ガスボイラー 蒸発量1,800kg/h (at NSO)
圧力7kg/cm ² 飽和 | 1台 |
| (4)発電機用原動機 | ダイハツ6DS-26
4ストローク過給機付ディーゼル機関
出力1,350PS 回転数1,500rpm | 3台 |
| (5)停泊用/非常用発電機用原動機 | ゼネラルモーター8V-71(T)
出力250PS、回転数1,500rpm | 1台 |
| (6)造水装置 | 真空式、能力21t/day | 1台 |
| (7)バウスラスタ | 4翼可変ピッチプロペラ
電動モーター駆動 1,200PS | 1台 |

3・2 配置及び概要

本船は船尾ランプを有する船の特徴として、主甲板下に主機関を配置している。このため機関室は非常に狭く、機関補機等の配置に特に工夫がこらされた。又、防振対策上、船体船尾形状や補機台など十分検討がなされ、主機関にはバランスが装備されている。

主機関は、B&Wのこの機種としては初めて静圧過給式が採用され、燃料消費率が非常に高効率な結果を得たものであり、又、低質重油も使用可能であり、船の運航経費節減の面で大きな効果をあげることが期待される。

蒸気発生装置としては、補助ボイラー、排ガスボイラー

一各1台を備え、船内に必要な蒸気を供給する。

又、主機関の冷却水の排熱を利用した真空式の造水装置があり、船内に清水が供給される。

3・3 自動化

本船は、“UMS”取得船であり、主機関は電気-空気式制御方式により操舵室、船橋両舷及び機関制御室から始動、停止、前後進切替及び機関回転数の遠隔制御を行う。誤操作に対する各種インターロック、非常停止、自動減速など運航状態に即応して制御される装置が全面的に採用されている。万一、操縦機構故障などにより機側操縦が必要な場合は、直ちに機側操縦も可能なようになっている。

その他、主発電機の自動発停、(負荷の需要量に対応した発電機の運転台数を自動的に制御する)、操舵室からの2台又は3台始動、停泊用/非常用発電機の自動発停各種補機及び機器の制御が操舵室からも集中監視できるようになっており、各種警報が操舵室に報知され、航海の安全に備えている。

更に、バウラスターの操作は機側の外、操舵室及び船橋両舷でも遠隔操作が可能で、フィンスタビライザーも機側の外、操舵室及び機関制御室でも遠隔操作ができるようになっている。

4. 電気部

4・1 電源

本船は船内主電源として、次の主発電機を装備している。

ブラッシュレス自励式、ディーゼル機関駆動 3台
AC390V, 3φ, 50Hz, 1,150kVA, 750rpm

航海中は1台で船内に必要な電力を供給することができ、荷役中は2台運転、出入港時バウラスターを使用する時は3台並列運転される。然し、発電機2台運転の場合でも、バウラスターの出力を自動的に制限し出入港時の負荷を賄うことができるよう計画されている。

停泊用/非常用発電機として、AC390V, 200kVAディーゼル発電機1台が装備され、停泊時の運転の外、主発電機停止時に自動的に始動し、非常用負荷に給電される。

その他、蓄電池が200AH1組, 108AH6組が装備され、主電源停止時に非常用発電機給電までDC24V非常灯、警報、各種安全装置の給電がなされるよう考慮されている。

本船には、主配電盤、補助配電盤及び非常用配電盤が装備され、主配電盤は機関制御室にあり主発電機の制御及び非常用発電機との並列運転の制御を行ない、AC380Vと220Vの給電をする。補助配電盤は前部機械室にあ

り、AC380Vの給電を行なう。非常用配電盤は非常用発電機室にあり、非常用発電機の制御を行ない、AC380Vと220Vの給電をする。

尚、本船は冷凍コンテナも運べるよう、その給電用コンセントが主甲板に配置されている。

4・2 照明装置

一般電灯はAC220V, 非常灯はAC220V及びDC24Vにより給電され、機関室、前部機械室、貨物艙などは一般に蛍光灯による照明とし、居住区画及び操舵室は一般に白熱灯による間接照明となっている。その他、居住区画には装飾灯も各種使われており、その場所に調和するよう配慮されている。

尚、貨物艙の蛍光灯は一般に保護等級IP55のものが使われており、操舵室から点灯される。

4・3 航海計器、通信装置

本船には、通常の船舶に備えられる航海計器の外に特に次のような機器を備えている。

レーダー (衝突防止装置組込)

Dannebrog [SCANTER 8000] 2組
ドップラースピードログ Furuno [MF200] 1式
サテライトナビゲーターNNS

Magnavox/Hokushin [HX1102] 1式

船舶電話として、無電池式、自動交換式及び共電式が備えられている。

又、本船の機関室にはテレビカメラが5台設置され、主要機器の運転状況が操舵室及び機関制御室で監視できるようになっている。

4・4 無線装置

送信機、船舶電話 Dannebrog [1250] 1式
VHF Dannebrog [AP759] 2組
救命艇用無線装置 Dannebrog [SM200] 1式
受信機 Dannebrog [MERMAID23] 1式
海事衛星マリサットシステム 1式

5. あとがき

以上の紹介で本船の概要がおわかりのように、本船は多種多様な特殊装置を備え、従って、その油圧制御及び電気制御が複雑であること、各種安全装置に対する配慮など、従来の貨物船では類を見ない新しい船である。

更に、貨物艙内には荷役の面から突出物は一切無いという厳しい基本仕様、合わせて振動騒音の規制、上甲板貨物スペースの有効利用などに対する配慮がなされたことなど、本船の設計、建造を通じて、新しい知識と経験が蓄積された。

最後に、本船は昭和54年6月7日処女航海に発った。

「日本商船隊の懐古」の掲載にあたり

山田早苗*

人間にはそれぞれ名前があるように、船も固有の名前によって多くの人々に知られ、記憶にのこり、愛されてきた。だから船にもその生いたちがあり、経歴があり、またその終末もある。

戦前は今と違って、海上輸送は外国へ行くための唯一の交通であったし、国内航路についても今よりはるかに大きな輸送手段であった。従って短時日とはいえ船客となった人は、その船に関する記憶は今以上に強烈であり、忘れがたい思い出と愛着をもったものである。また、その船に乗組んでおられた方々にとっては職場として生命をあずけ、あるいは船と運命をともにするなど、そのかわりあいはいきわめて大きかったといわなければならない。

華やかな旧日本海軍の連合艦隊については、今もって多くの本、写真、記事、模型など豊富に資料が残されているのに反し、同じように戦争に参加した日本の多くの商船については、あまりにも忘れられた存在となりその記録がないのが残念でたまらない。

筆者は小学生の頃から船が好きで、親にねだっては大阪一神戸間を別府航路のくれない丸、むらさき丸、すみれ丸、みどり丸、にしき丸、こがね丸などにつぎからつぎへと乗り1時間30分の航海を楽しんだものだ。やがては、これではもの足りなくなって、神戸一門司間を日満連絡船（大連航路）、日台連絡船（台湾航路）を利用したの往復2泊3日の船旅へとこうじていった。まさに高砂丸、鴨緑丸、黒龍丸、富士丸、高千穂丸などの全盛時代で、やがてはこれに、あるぜんちな丸、ぶらじる丸、報国丸など外国航路の優秀船がこの航路に加わり、きわめて佳き時代であった。しかしこれもつかの間、やがては運航予定表から名前が消え、12月8日の大東亜戦突入となった。もう船のニュースは全く入らなくなり、どの船がどこに行ったのか、どうなったのかさっぱりわからなくなってしまった。しかし、それでもやはりなんとなく知れてくるもので、筆者（当時中学2年生）の同級生でやはり船の好きな山口為也君（現三井造船鉄構土木事業部副事業部長兼設計部長）から、三井物産の淡路山丸がマレー半島上陸作戦で沈没したことを聞かされ、半信半疑で心配したものだ。しかし、戦後の記録によると、

これが確かなニュースで事実であったことが判明した。

やがて戦争はし烈となり、もはや船のニュースどころではなくなったが、幸い筆者の集めた船の本、写真、その他の資料は全部無事のまま終戦を迎えることができた。しかし、肝心の船は殆ど知らない間に戦争の犠牲となり、すでにこの世にないことがわかりぼう然とした。

その後、逐次昔の資料や戦時中の記録が公表されてきたが、これらはいずれも断片的で一貫性にとぼしくこのままではやがて散逸するに違いない。

そこで筆者は、戦前のすべての船について、明治の初期から終戦まで1隻毎に資料を整理し完全な資料としてまとめあげ、これが約4000隻に達した。

船の資料として、計画時には国の海運政策や船主の経営理念などがからみ、設計施工にあたっては造船工学上の種々の新機軸が織り込まれ、完成後は特定の航路に定期船としてはなやかに就航し、後続の優秀船が出来れば他の航路へと転用され、あるものは海難事故で失われ、無事に過してもやがては解体されるなど変化に富んでいた。戦時中は陸海軍の軍用船として、あるいは船舶運営会の使用船として灰色に塗りつぶされた船体で敵の攻撃をかわしつつ、南方・北方海域に活躍し、その殆どが人知れず、ひそかに海の藻屑と消えていき、その正確な場所さえはっきりしない船も多数ある。

これらの資料のほか、今日まで公表されてきたすべての船の写真の複写し資料とともに保存することを考え、これがほとんど完成した。

また、全国的あるいは外国にまで散らばって保管されている $1/48$ の大型模型の所在も調査し、自分の手元に置く模型としては、東京の宮内晴美氏に依頼してきわめて精巧な $1/600$ 洋上模型を逐次揃えつつある。

今回掲載する懐しい船舶の写真と資料は、その中から抜すいたもので写真はいずれも筆者が戦前に入手したもので、なるべく多くの船を多くの人々に見ていただきたいと念願するとともに、より詳しい資料をお持ちの方々からの追加をいただければこの上ない幸いである。

毎号写真と詳しい資料を掲載する予定であるが、第1回分として、鎌倉丸、金華丸、畿内丸、さんらもん丸を選んだ。鎌倉丸についてはあまりにも有名なだけに珍らしくもないが、日本の戦前の代表的な客船として冒頭を飾ることにした。

* 広島大学教授 歯学部

終りに、この趣旨に御賛同いただいた船舶技術協会の船橋敬三氏および雑誌「船の科学」の編集委員の方々に敬意を表したい。また、資料の閲覧の便宜を与えていただいた神戸商船大学 松本吉春教授ならびに御助言をいただいた広島大学工学部川上益男教授、原田久明教授、三菱重工業本社船舶技術部の小野政雄氏に感謝する。

参考文献(順不同)

- 1) 妹尾正彦：日本商船隊の崩壊 昭24損保事業研究所
- 2) 日本郵船戦時船史 上, 下巻 昭46
- 3) 大井 篤：海上護衛戦 日本出版共同K K
- 4) 大阪商船50年史
- 5) 大阪商船80年史
- 6) 70年史 日本郵船
- 7) 日本近世造船史 明治編 昭50 原書房
- 8) 日本近世造船史 大正編 昭50 原書房
- 9) 駒宮真七郎：船舶砲兵 昭52 出版協同社
- 10) 本邦建造船要目表 昭51 日本舶用機関学会
- 11) 大井 篤：海上護衛参謀の回想 昭50 原書房
- 12) 古川達郎：日本の鉄道連絡船 昭51 海文堂
- 13) 昭和造船史 第1巻 昭52 日本造船学会
- 14) 日立造船株式会社 75年史 昭31
- 15) 船体写真集 日本郵船 昭42
- 16) 世界の艦船 1号—270号 海人社
- 17) モーターシップ 創刊号—昭15 天然社
- 18) 船舶 昭16—昭20 天然社
- 19) 日本船名録 昭6 逋信省
- 20) ダイビング ワールド 昭52年4月号
- 21) 三菱重工業株式会社史 昭31
- 22) 創業百年の長崎造船所 昭32
- 23) 三菱造船株式会社史 昭42
- 24) 新三菱重工業株式会社史 昭42
- 25) 三菱日本重工業株式会社史 昭42
- 26) 80周年を迎えて 日立造船 昭36
- 27) 川崎重工業株式会社史 昭34
- 28) 三井造船株式会社35年史 昭28
- 29) 三井造船株式会社50年史 昭36
- 30) 播磨造船所 50年史 昭35
- 31) 日本鋼管株式会社50年史 昭37
- 32) 浦賀船渠 60年史 昭32
- 33) 函館船渠株式会社 40年史 昭12
- 34) 三菱造船の研究機関 昭35
- 35) 小野塚一郎：戦時造船史 昭37 日本海事振興会
- 36) 新三菱重工業神戸造船所50年史 昭32
- 37) 笠戸船渠 40年史
- 38) 川崎汽船 50年史 昭44
- 39) 日本商船隊戦時遭難史 海上労働協会
- 40) 世界の船 1973年 朝日新聞社
- 41) 世界の船 1976年 朝日新聞社
- 42) 柳原良平：船の雑誌 6号
- 43) 柳原良平：船の雑誌 4号
- 44) 柳原良平：船の雑誌 1号
- 45) 柳原良平：橋丸物語 至誠堂
- 46) 日本船舶画報 昭15 海と空社
- 47) 特殊船舶画報 昭14 海と空社
- 48) 木俣滋郎：日本空母戦史 1977 図書出版社
- 49) 野間 恒：客船・昔と今 昭49 出版協同社
- 50) 世界商船要覧 昭16 海と空社
- 51) 海 大阪商船
- 52) 四至本八郎：開戦太平洋脱出記 昭17 青磁社
- 53) 三岡健次郎：船舶太平洋戦争 昭48 原書房
- 54) 木俣滋郎：残存帝国艦艇 昭47 図書出版社
- 55) 和辻春樹：船 昭15 明治書房
- 56) 和辻春樹：続・船 昭17 明治書房
- 57) むかしの神戸 昭49 神戸新聞社
- 58) 石川島重工業株式会社 108年史 昭36
- 59) 日本の小艦艇 昭49 潮書房
- 60) 日本の小艦艇(続) 昭50 潮書房
- 61) 上野喜一郎：商船の形態 昭15 海と空社
- 62) 上野喜一郎：船舶100年史 前編
- 63) 上野喜一郎：船舶100年史 後編
- 64) 陸軍徴備船舶行動調書 昭36 厚生省援護局
- 65) 旧海軍恩給年加算調書 特設艦船 昭46 厚生省
- 66) 東京石川島造船所50年史
- 67) 武器なき海 海上の友編集部
- 68) Blair, C. Jr. : Silent Victory 1975 Lippincott
- 69) 戦史叢書 マレー進攻作戦 朝雲新聞社
- 70) 戦史叢書 比島攻略作戦 朝雲新聞社
- 71) 戦史叢書 蘭印攻略作戦 朝雲新聞社
- 72) 戦史叢書 中部太平洋方面海軍作戦(1) 朝雲新聞社
- 73) 戦史叢書 中部太平洋方面海軍作戦(2) 朝雲新聞社
- 74) 戦史叢書 南西方面海軍作戦 朝雲新聞社
- 75) 戦史叢書 南東方面海軍作戦(1) 朝雲新聞社
- 76) 戦史叢書 南東方面海軍作戦(2) 朝雲新聞社
- 77) 戦史叢書 南太平洋陸軍作戦(1) 朝雲新聞社
- 78) 戦史叢書 南太平洋陸軍作戦(2) 朝雲新聞社
- 79) 戦史叢書 海上護衛戦 朝雲新聞社
- 80) 造船協会雑纂 大正4年—昭和26年 造船協会

(写真頁46~49頁参照)

船舶火災について

(社)日本海難防止協会
前田 至 孝

はじめに

人類は何万年か何十万年か前に火を多少とも制御する方法を知り、それにより今日の文化を築くことができたのであるが、それは、火の持っている現象的な面についての知識を集約することによって得られたものであり、火の継続機構、つまり、連鎖反応機構について十分分っているわけではない。従って、消火ということについても、現象的な面からの知識のみであって、今日、利用している方法は、誰もが知っている次の4通りの方法しかないのである。即ち、

- (1) 空気遮断法
- (2) 可燃物除去法
- (3) 温度低下法
- (4) 火焰不安定化法

のみである。今後、理論的な研究が進み、もっと別の消火法が分れば、火の制御も容易になる時がくるであろうが、現在は、これらの方法を使うことを考える外はない。そのため、出火時にとる消火法を考えて、色々な不便があっても忍ぶ必要がある、また、船舶火災の実情から出火しないようにすることが必要であるので、予め、

その対策を考慮した構造設備にしておかなければならない。

ここでは、造船上、知っておく必要のある船舶火災の実情、出火がどんなケースでおき易く、その場合にどんな処置を講じなければならないか、更にはその処置がとり易いように何処に留意しておかなければならないか等について述べてみたい。

1. 船舶火災の実態

今日でも船舶火災は、恐怖の海難であって、周囲を水で囲まれているが、なかなか消火できず、例え、消火しても航行能力を失っていて、漂流海難が始まる。我が国では毎年約200隻の船が火災や爆発をおこし、数十名の人命が失われている。しかし、機関室火災の場合でも合理的な消火法をとった船で航行能力を自力回復した船はないわけではないので、その実態を知ることは意義がある。

昭和48年から52年までの5年間に海難審判庁で取上げられた約250隻の船舶火災例の中から調べてみると、

1) 航行中に火災を起した船舶での消火活動

航行中に火災を起せば、乗組員は火と闘うか或は逃げ

第1表 船の用途別航行中の火災状況

船の用途	事故発生隻数	最後まで自力消火をした船	消火に成功した船	消火できず沈没した船
客船	4	0	0	2
貨物船	28	1	1	4
タンカー	5	1	1	1
漁船	95	23	10	41
計	132	25	12	48

第2表 出火場所別航行中の火災状況

出火場所	事故発生隻数	最後まで自力消火をした船	消火に成功した船	消火できず沈没した船
機関室	102	17	6	41
ボンブ室	1	0	0	1
ホールド又は貨物油タンク	3	0	0	2
上部構造の船室	25	8	6	4
甲板	1	0	0	0

るか乃至は助けを求めるかのいずれしかない。我が国の船員は世界中でも最も優れたグループに入ると思われるが、それでも表1に示すような状況である。

ここで、最後まで自力消火をした船は、僚船や巡視船が救助に来て共に消火活動をした船や消火活動を放棄した船等を除いた自船のみで鎮火させた船である。また、消火に成功した船は、自力消火船であって、可燃物がある状態で消火し、かつ、航海機能を小修理によって回復できた船である。

次に、出火場所別に上記のような消火成功等の状況を見ると第2表に示すようになる。なお、沈没をまぬがれた船でも再使用ができないようになった船は多数ある。

この第2表を示したのは、船舶火災の対処が容易でなく、常に落付いた合理的な対処をすることが如何に困難であるかを知って欲しいからであって、火を出さないためには、どんな対策を講じても講じ過ぎということはない。

2) 出火に関係する要因群

事故は単一原因でおきるものではない。Aという要因、Bという要因、Cという要因等が同時に働くことにより事故に発展するのが普通である。ここで、この要因の1は人の不注意とか錯覚によるものであるが、人は不注意等から脱れられないのであるから、人の注意力を組込んだようなシステムをとっている限り、事故原因を初めから内蔵しているようなものである。船舶火災例を見る限り、人の不注意が事故に直結するようなケースが多く、火災対策ができていない船が多いと思わざるを得ない。

今、出火に関係する原因群から実行可能な対策に通ずる要因を求めてみる。例えば、機関室内の常用タンクから燃料油を溢出させ、この油が主機の排気管にかかって出火するような場合が非常に多いので、この例について考えてみると、

第1原因 燃料移送ポンプの発停ボタンの押し忘れ、又は他のボタンを間違えて押す。… [常用タンクに油が送り続けられる。]

第2原因 燃料移送中に人が機関室を空け、無人状態になる。… [油の移送が何時迄も続く、また、油が溢出しても気付かない。]

第3原因 主機の上に常用タンクを設ける。

第4原因 常用タンクにエスケープパイプがついていない。… [移送油は溢出し始める。]

第5原因 主機排気管が防熱されていない。… [溢出油が発火]

第3表 昭48～52年の間に調査した火災事例とその要因

事 故 要 因		件数	合計件数	
常用タンク系	エスケープパイプを取付けず	30	58	
	油面計が不適當	15		
	エスケープパイプの戻しタンクが満杯	4		
	エスケープパイプの弁を閉鎖	2		
	油受板に油が滞留	4		
常用タンクの管接手、栓等から漏油	3			
主 機	燃油管破損	11	25	
	排気管の過熱	8		
	冷却油管温度計取付部ゆるむ	3		
	排気管の上に可燃物をおとし放置	2		
電 気 設 備	配電盤	18	40	
	発電機又はモーター	4		
	電線や電灯口金	12		
	蓄電池	4		
	電灯等に可燃物を接触放置	2		
ボ イ ラ	バックファイヤ	1	1	
火 災	ストーブ	固定不良で転倒	4	36
		赤熱放置及び弁の締付不良	25	
		可燃物の接触を放置	6	
	バックファイヤ	1		
取 締	ヒーター	固定不良で転倒	1	10
		赤熱放置 可燃物の接触を放置	4 5	
たばこ	消し方不十分、可燃物と接触を放置	16	16	
工 事 の 火	ガス切断や溶接の火花が油を発火	3	26	
	同火花が可燃物を発火	18		
	防熱材を発火	2		
	残熱で可燃物を発火	1		
	施設開放し、油等が噴出し、着火	2		
そ の 他	衝突	2	8	
	自然発火	2		
	ガス冷蔵庫の転倒	1		
	給油中、こぼれた油が煙突火粉で発火	1		
	その他	2		
計			220	

第4表 前記5年間に調査した爆発事例とその要因

事 故 要 因		件数
プロパンガス		11
貨 物 油	管系不良	2
	通風不足	3
	タンククリーニング	3
貨 物	危険物	2
	プロパンガスポンベの弁ゆるむ	1
電 気 設 備		1
温水加熱器		1
工 事 の 火		3
計		27

等が考えられるが、この場合、人の不注意が事故に直接結びつく所は、小型船で常用タンクの設置場所が機関室トランク以外に適当な場所がないとすれば、第4原因であるエスケープパイプがない所に求めなければならない。ここで、エスケープパイプがついていてもバルブを閉めておればエスケープパイプが無いに等しく、更に、バルブを開いていても、油が一杯入っている独立燃料タンクに戻したのでは何にもならない。このような考え方で、前述の5年間に調査された火災事例（航行中事故以外のものを含む）の要因を整理してみると第3表に示すようになる。

同じように、爆発事例について調べてみると第4表の

ようになる。

3) 船舶火災における火災時間

船舶火災のとき、船が浮いておればどの位の間、燃えているかを実例から拾ってみると、図1及び図2に示す程度である。図中、×印は沈没船、○印は非沈没船である。

なお、僅か0.1lの油しかないランプが倒れてウエスが燃えだしたため、機関室が11時間に及ぶ大火災となった4000総トンの船があり、機関室のように可燃物が大量にある所では、火災時間は出火当初の可燃物の量には殆ど無関係である。

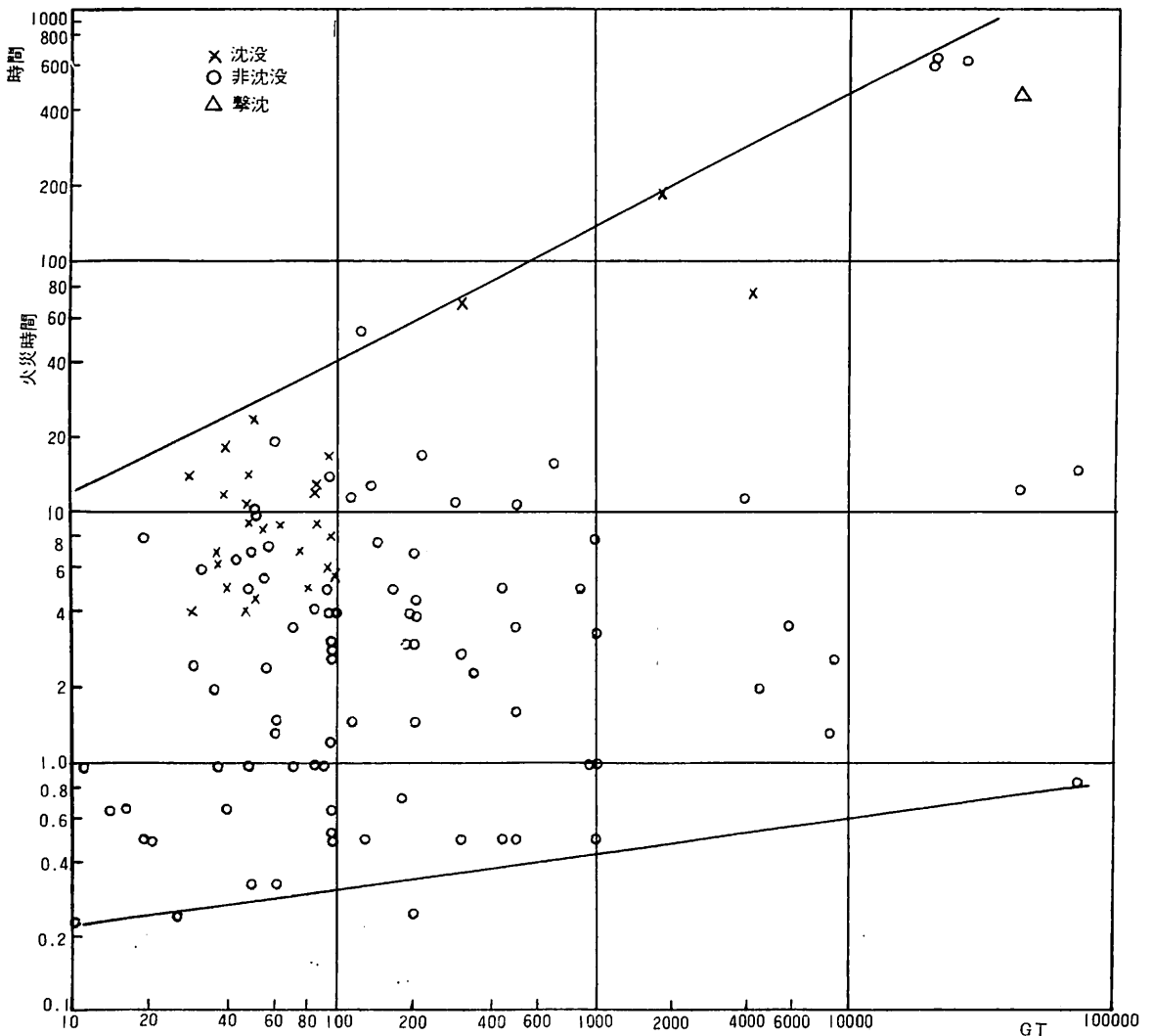


図1 区画室火災時間と船のトン数の関係

2. 船舶火災の継続と消火のメカニズム

船舶火災は大別すると機関室、ホールド等の区画室火災と船室火災に分けられる。船室火災は陸上家屋と何等変りはないものであるが、恐ろしいのは区画室火災である。区画室は穴倉のようなものであり、かつ、周囲の海水へ発熱量の過半が伝わる所であって、本来、火災が継続しにくいように思われるが、実は、この区画室が燃えだすと多くは、可燃物がある限り燃え続く例が多い。

一般に、陸上家屋或は船室の場合は、窓の辺りに中立軸があって、室内気圧は上半分が正圧、下半分が負圧となっていて、窓や扉が開いておれば、負圧帯に新鮮な空気が

供給されることにより、火災は継続する。

区画室の場合は、開口は天井に開口があれば、その中の1つが吸引口となって負圧帯を作り、新鮮な空気が供給される。若し、開口が閉まっているときでも、通風筒が開いておれば、その中の1つが吸引口となって負圧帯を作り、空気が供給される。この場合、自然通風筒を通る空気量は、船舶技術研究所での実験で、約140~150回/hに達することが明らかになった。自然通風筒の換気量は普通3~4回/hと見積っておるが、火災時には驚くべき大量の空気を送り込むのである。このような大量の通気空間の中で、少々の消火剤を放出しても効果が期待できないのは当然であって、8.1m³の火災空間に10kgの炭酸ガス

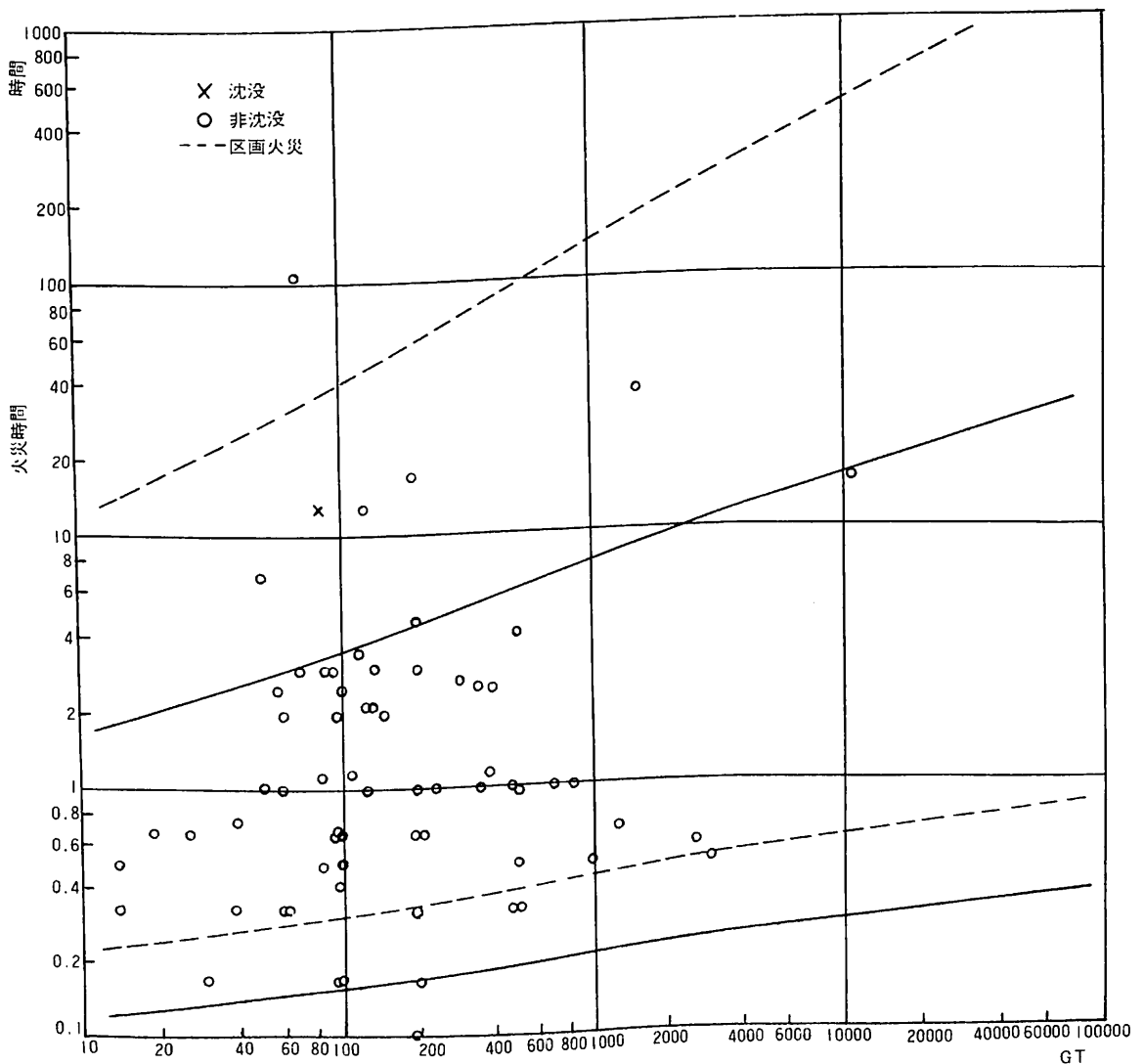


図2 船室火災時間と船のトン数の関係

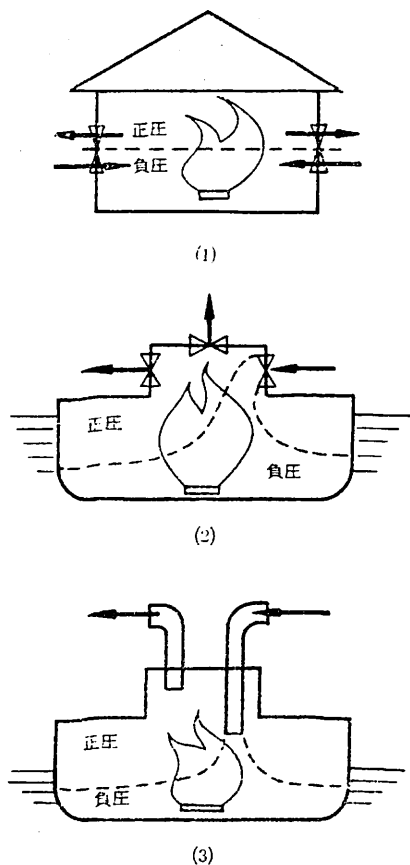


図 3

を一度に放出したが火は消えなかった。しかし、通風孔を閉じれば直ぐ火は消える。この関係を図3に示す。

一方、消火は、この関係を応用すればよい。即ち、**船室火災**：船室火災の場合でも一番有効なものは閉鎖消火である。その室内の可燃物はある程度焼失するかもしれないが、他室への延焼はまぬがれる場合が多い。しかし、舷窓が開いており、既に空気道ができて火が燃え盛っているため、閉鎖ができない場合は、放水その他の方法を用いる外はない。この場合、鎮火までに相当の時間がかかるのが普通であって、30分以内に消火できれば成功である。若し、消火剤を使用するとすれば、このような半閉鎖空間では、火災の不安定化剤であるハロン1301等が最も有効であると想像される。

区画火災：区画は本来密閉にできる空間であるので密閉消火が最も有効である。火災空間内に如何に可燃物があるうとも、又、如何に激しく燃え盛っていても、閉鎖すれば必ず火は消える。この場合、注意しなければならないのは通風筒であって、通風筒の吸込側

のスカートは船底近くまで伸びているので恰好の空気道を構成する関係上、通風筒の閉鎖が特に重要である。小型船の通風筒にはダンパーを持っていないものがあるので、このときにはキャンパス等で蔽って閉鎖することが必要となる。唯、区画空間が大きい場合は燃焼に必要な空気を大量に持っているもので、閉鎖しても、或る程度火災が継続する。この間に電線等の焼失を防ぐために消火剤の放出は有効である。この方法によれば、小型船では30分以内に消火できると考えてよい。

以上が消火の基本原則であって、実際の火災ではこの原則を実情に合うように如何に適用するかが問題となるので、実際の火災例についての対処を考えてみる。

1) 機関室火災

船舶火災の実態から分るように、我が国の船舶の火災の大半を占めるもので、その大部分は消火できずに大火災になっている。この原因は常用タンクからの油の溢出や機関の燃料管の破損による油の溢出及び配電盤の接点のゆるみ等によるものであるが、対処は何れも同様である。

一般に、機関室内で油火災が発生すれば、黒煙が充滿し、在室できるのは高々2、3分であるが、この間に、

- 主機停止
- 燃料移送ポンプ停止
- 機動通風装置の停止
- 海水弁の開放と消火ポンプの始動
- を行ない。全員が脱出し、脱出後は、
- 機関室口の閉鎖
- 天窓の閉鎖
- 自動通風筒のダンパーを下す

を行ない。然る後に、消火用ガスの放出等を行なえばよく、また、必要に応じて消火用水で周囲を冷却すればよい。閉鎖後は煙突から激しく出る黒煙が次第に少なくなり、程なく鎮火する。鎮火は密閉消火すれば大体30分以内であるが、温度低下に時間がかかり、開放が早過ぎれば再発火の危険があるから、歌でもうたって待つ必要がある。総トン数20,000トンのタンカーの場合、6時間待ったという記録がある。

実際の火災の時は主機停止を忘れてたり、逆に、ボイラの火をおとしたり、又、燃料移送ポンプを止めるのを忘れていたりすることが多いので、待つのがつらいケースが多いと思われるが、待たなければならぬ。そして、再発火のおそれがなくなれば、開放し、焼損部を調べ、電線のショート部を取代える等により航海能力を回復する。

これが機関室火災の消火法である。しかし、出火後の大事な2、3分の間を持運び消火器を使ったりするうちに肝心な作業を忘れ、脱出後も閉鎖を怠ったりして、結局、大火災にしてしまうわけである。ここで、火と闘う意志を弱めるものは、燃料タンクが爆発するのではないかという心配であろう。燃料タンクに爆発条件が生まれることは、十分な時間経過後には有りうるが、滅多になることであり、閉鎖作業中に発生した例はない。

2) 船室火災

船室火災とは上部構造にある操舵室、船員室、炊事室、食堂等でおきた火災であるが、その原因は、ストーブ、ヒータ、たばこ、電線の接続箇所のスパークである。この種の火災は、実際に、密閉できにくく、その消火例が少ない。しかし、初期消火によって大事に至らないようにすることができる管のものであり、また、できる限り密閉状態に近づけて消火剤や放水を使用するのがよいと思われる。

3) ホールド火災

ホールド火災は、自然発火か爆発に伴う火災が多いが、区画火災の原則に従えば消火できる。爆発の場合は、飛散したハッチボードを集め、キャンパス等で応急閉鎖をし、通風筒のダンパーを下げ、消火用ガスを送り込めばよい。この場合、注意を要するのは、ホールド内に引火性ガスを発生する貨物があるときの鎮火後の処置である。電線等が火災で焼けてショートしておることがあり、通電によって再爆発した例がある。又、各種危険物の中には物質の分子構造的に酸素を持つものもあり、このようなものは閉鎖してもなかなか鎮火しない。消火用ガスはこの時のためのものである。

4) 油タンカーの貨物油タンク火災

タンカーが衝突し、破口ができて発火する場合は密閉消火ができない。この場合、破口が水線上にあれば、はじめに述べた可燃物をなくする方法によることができる。即ち、油を他のタンクに移送し、残った油は無くなる迄燃やしてしまう方法がとれる。しかし、この方法のみであると火災末期の爆発の危険があるので蒸気等の送込みが必要である。なお、この時併発する海面火災は海洋汚染防止上、燃えつきる迄燃やす方がよく、また、船を火災海面から移動させる必要がある。

破口が水線部にあれば、水線上の油は一度に出、水線下の油は、油と海水との交換の形で出、海面火災が続く。火を消すのは容易でないにしても可能であるが、消

した後の爆発の心配の方が恐ろしく、また、海洋汚染の問題があるので消せない。結局、外洋に曳き出して撃沈ということになる。

破口が水線下にあれば、海洋汚染問題になる。

このように、油タンカーのタンク火災は、衝突による破口ができた場合には殆ど対策がないのが実情である。勿論、タンクのハッチ等から噴出する引火性ガスが引火して、ハッチから火を噴き上げるようなケースは密閉すれば直ちに消火できるのは勿論である。

5) 爆発後の火災

爆発して、それで終りという場合もあるが、船舶における爆発は往々火災を伴う。船舶の持っている空間は一般に大きく、また、大量の可燃物を持っているのが普通であるため、火災に発展し勝ちである。この場合の消火法は何等通常の火災と変る所はないが、爆発のために構造が破壊されて閉鎖がしにくい場合が多く、消火に手間どり勝ちである。唯、船員にとっては、次の爆発があるのではないかという懸念があり、闘志が鈍る場合がある。しかし、タンカーの貨物油タンクのように1度爆発しても、新鮮な空気が入って、高温になった油からの蒸発が続いているため、再び爆発条件が生成されるようなケースを除くと、このようなケースは殆どないようである。炊事室等でのプロパンガス爆発のようにポンベから少しづつ漏洩しているような場合の爆発条件の生成は、時間がかかるので、消火に専念して差支えないと思われる。

3. 船舶における防火対策

今迄、船舶火災の実態や消火の方法について考察したので、これに基づいて、造船上、考えておくべき防火対策について考えてみる。

船舶火災の実態から、火を出したら余程落ちついた船長が指揮しない限り、合理的な対処がとられにくいことが明らかであるので、火災対策の主力は火を出さないことにおかれなければならない。この場合、人が不注意から脱れられない者であるとすれば、施設で補う以外はない。このことは大型船でも小型船でも全く同じである。このような意味で、人の不注意が事故に直結しないための第1関門のみを取上げ、如何なる小型船でも余り無理なく採用できるような対策を挙げてみる。

1) 機関室常用タンク系統

常用タンクに燃料を移送中に機関部員が移送ポンプのスイッチを切り忘れて、機関室を不在にするのは、普

通、移送に30分位かかるので、その間に別の仕事をした
り、甲板に出て休んでいる間に移送中であつたことを忘
れてしまうからである。従つて、常用タンク系統は、常
用タンクが満杯になつても溢ししないような構造とする
必要がある。このため、

- ① 常用タンクに送油管径以上の径をもつエスケープ
パイプを取付ける。
- ② エスケープパイプにはバルブ等を設けない。
- ③ エスケープパイプはオーバーフロータンクに導く
か、または、各燃料タンク間が連絡して常時開とす
るようになっている燃料タンクに戻す。
- ④ 常用タンクは如何に小容量のものでも元タンクに
通ずるエスケープパイプを取付ける。
- ⑤ 常用タンクに取付ける油面計には壊れ易いもの又
は熱で軟化する材料のものを使わない。
- ⑥ 油受板のドレン管は十分な大きさのものとする。

2) 配電盤

- ① 電線の末端を結ぶ接続子には弛み止めネットを使
用する。

3) ストープ等

- ① 床に固定する。
- ② 長時間の連続使用に耐えるものとする。
- ③ 燃料管のバルブは振動等で弛むおそれのないもの
とする。

等が考えられる。

次に、出火した場合を想定した火災対策としては、

1) 自然通風筒

- ① 容易に閉鎖できるダンパーを設けたものとする。
- ② ダンパーの閉鎖は何時でも容易に近づける所で行
なえるものとする。

2) 機動通風筒

- ① 発停が甲板上でできるものとする。

3) 天窓

- ① 内外から容易に閉鎖できるものとする。
- ② ギヤ、ロッド方式のように設置した側板等が火災
時に変形したとき機能が發揮できないような閉鎖装
置は使用しない。
- ③ 船舶の区画室には閉鎖が不可能な孔や間隙を設け
ない。

この外に法規で定める消火器、消火設備を備えるのは
勿論である。これらのことは、大型船の場合は当然のこ
ととして配慮され、また、これ以上のものが規則化され
ている。小型船の場合は、規則上しんしゃくできること

となっているものもあるが、この程度のことは自主的な
対策として実施すべきではないかと思うものである。

また、油タンカーの衝突等によるタンク火災に対して
は現在対策がないが、海洋汚染防止上、設けなければな
らなくなった分離バラストタンクをウイングタンク又は
二重船殻構造に配置して貨物油を保護するようにすれば
タンク破口が発生する確率は大幅に下り、この問題も解
決する。先年発生した第10雄洋丸とパシフィック・アレ
ス号の事故のように、タンク火災が自船のみならず、相
手船を丸焼きにしてしまう可能性を持っておるので、タ
ンカーの貨物油タンク破口の発生はどうしても防ぐべき
ではないかと考えるものである。

おわりに

船舶火災対策というと多くの方は消火器や消火装置或
いは、防火構造等を思い浮べられるのではないかと思わ
れるが、最も大切な火災対策はそんな所にあるのではな
く、火を出さないための対策でなければならない。しか
し、火は施設のみで防げるものでもないので、消火設備
が必要となってくるが、それでも、消火設備の主役は消
火器等にあるのではなくて、開口閉鎖装置等にあるので
ある。

消火装置の目的は火を消すことにあるというよりも、
消火条件下におかれた火を早く消すことにある。換言す
れば、火災をおこしても航海能力を喪失しないためにあ
るのである。この辺りのことを理解して頂き、また、出
火後、消火に成功しない船が多いが、これとても、火
と闘わなかったわけではなく、闘う手段を持っていなか
った場合も多いと考えられるので、火を出しにくく、ま
た、火が出ても十分、火と闘いうる船を造って下さるよ
う心からお願いするものである。

懸賞論文を募集

日本とカナダの国交開始50周年を記念して、日加協会
(近藤晋一会長)が懸賞論文を募集している。

テーマは「これからの日加関係」又は「私とカナダ」
で、長さは400字詰め原稿用紙15枚以内。年齢、国籍な
ど資格に制限はなく、だれでも応募できるが、日本語で
書かれたものに限られている。締切りは昭和54年9月15
日(当日消印有効)。

当選作は二編が選ばれ、正賞としてカナダ往復航空
券、副賞として20万円が贈られる。

問い合わせ、送り先は 東京都千代田区永田町2の17の3
堤フラッツ201号、日加協会懸賞論文係 ☎03(581)0925

海上係留の諸問題

A. Pollonghini

Bureau Veritas 大型船課

I 一般事項

1. 序文

係留浮遊構造物に関する問題は、これまで普通入港する船に限られていたが、沖合での産業活動の発展および最近では多数の船、特に石油タンカーの係留とともに、新しい局面を迎えている。掘削装置、リグおよび浮遊工場を含む沖合構造物は次第に重要性を増し、ますます深い海中で操業するようになってきた。

加うるに、そのような設備に対する運転条件は、風、流れ、波といったような外力により生ずる変位に限度を設けざるを得ない。ただ係留のみがその限度を守ることを保証できるのである。

時折おこる事故（係留索の切断、船の漂流）は、ある問題点が過小評価されていることを示すとともに、また真の外力を計算することの困難さがどのモデルの中にも含まれていることを示している。これら二つの見地から沖合の産業活動を拡大するために、実験的および理論的の両面において良心的な、厳格な、十分な努力が成されてきた。

船を係留する場所としては、ノルウェイのフィヨルドやギリシャの海岸、スコットランドの入江あるいはシンガポール沖等が避難に適している。しかし沖合施設に対しては全く異なる問題である。その場所は、たとえば北海のように、困難な気象条件は無視して経済的な理由（主として油田の存在）のために選定される。

一方、掘削リグの係留索は、プラットフォームのまわりに均等に配置され、同じ材質の索が用いられるため、係留方法としては簡単で合理的であり、研究も容易であるが、船の場合、船上の機器を用いて行なわれる係留では索の材質も単一でなく、その配置にもかたよりのあることが非常に多く、従って係留問題の研究には大きな困難がある。

この領域における Bureau Veritas の仕事は、船級業務の範疇外であるので、ただ技術援助としてのみ遂行される。しかし実際には船主と保険会社からは、しばしば信頼性の保証と見なされている。

Bureau Veritas は、特にコンピュータ・プログラム

を作成することによりこの分野に研究投資を拡大してきた。しかし、このことがスカントリング・ルールになる訳ではない。この方法は最初 Offshore Department、次いで New Buildings Division で開発された。

本論文は、ある問題には回答を与えるが、しかし他に多くの問題のあることを指摘している。

2. 問題点

(a) 係留の機能

浮遊構造物に対する係留システムは、浮遊構造物の位置どりを（漂流運動のために若干の余裕をもって）与えられた期間中に、それが出合う外力のすべての条件のもとに確保しなければならない。変位に対する余裕（掘削リグの場合）は応力のレベルに応じて変化する。掘削は海の状態がある点を超えると一時中止させられる。そして限界を十分下廻ったときに再開が決められる。

(b) 応力

応力を生ぜしめる外力には、風、流れ、潮汐の影響および波がある。長期間にわたる気象記録の調査が必要であるが、不運にも記録が欠除しているためデータを集めることができない場合もある。ノルウェーのような国々が、陸上と船上の海洋気象局によって記録された、ノルウェー大陸棚に関する広範囲な調査を実施してきたことは注目に値する。しかし、たとえ包括的な記録が継続されているとしても、それらの記録は、風速の変化のはげしいでこぼこした海岸地帯において風に影響を与える局地的な変動までは考慮できない。

(c) 錨一係留索

錨と係留索は互に張力をおよぼしあっている。係留索の特性は、その一端をたとえば錨に固着し、他端に水平力を加えたときの張力と変位との関係をあらわすグラフで示される。

その力は変位に対して指数関数的に立ち上がることがわかる。もし索の弾性が変りうるならば、曲線は立ち上りがゆるやかになるであろう。（図1参照）

係留索により大きい柔軟性を持たせるため、異なる品質部分から成る係留索がしばしば用いられる。

実際には、次の型式の索が最も普通である。

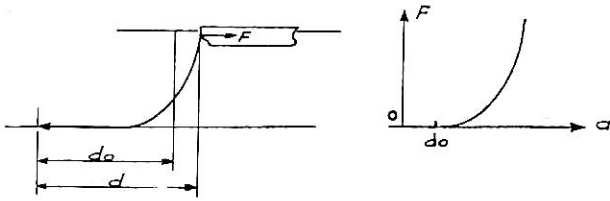


図1 係留索の特性曲線

- 全長がチェーンまたはケーブル
- 1区間チェーン+1区間ケーブル
- 両区間の間にバラストを持つ2区間のチェーン

特性曲線の形状に及ぼす主要な変数の効果を検討すると下記の通りである。

(d) 係留点

係留索が陸に固定される点は、海底では錨、コンクリートまたは鋳鉄のブロック、陸上では杭、ドルフィンあるいは岸壁のボラードである。

錨の把駐力の問題は複雑である。たんに錨の型式が広範囲に変るだけでなく、海底の状態も、水域によって異なるばかりでなく、同じ係留の場所でも全く異なるかも知れないのである。

錨の把駐力を計算する実験式は、いくつかの型式の錨に対しては利用可能であり、また理論的な研究がこの問題について行なわれている。しかしながら現在では、実際の錨を用いる現場の試験のみが錨の把駐力に関する適切な知識を提供できる。しばしば使用される一つの方法は、必要な把駐力が得られるまで何回か錨を引張ることである。

船上の係留点は、通常はボラード、鎖止め、時にウィンチである。

(e) 係留応答

係留システムは、ある型式の石油荷揚用ブイを除いて一般的に一組の係留索で構成される。このシステムは、ある係留索の張力を増加し他の係留索の張力を解放することによって外部の力に対応する。すなわち、すべてのケーブルは、それが引張り状態であろうと、たるみ状態であろうと、外力を平衡させるために積極的に寄与しているのである。このことは、お互に反対方向にある二つのケーブルの挙動として図2に示されている。

実際の場合の研究は、係留構造物が外力に対して大きな感度を持つことを示している。そして複数の索で係留されている船は、たとえその船が保護された区域内であっても、実際には静的平衡状態にあるわけではない。

(f) 疲労

係留されている構造物は、永久運動の状態にあるの

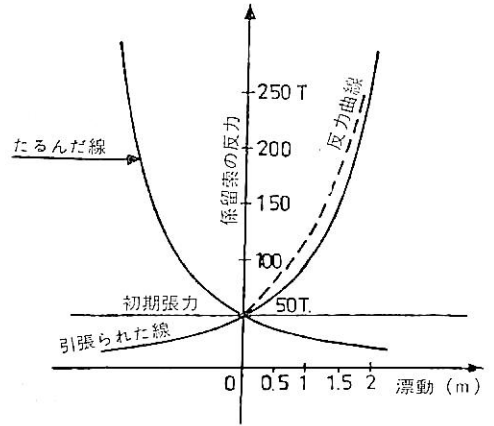


図2 反対方向の二つの係留索を用いる係留一對の反応曲線

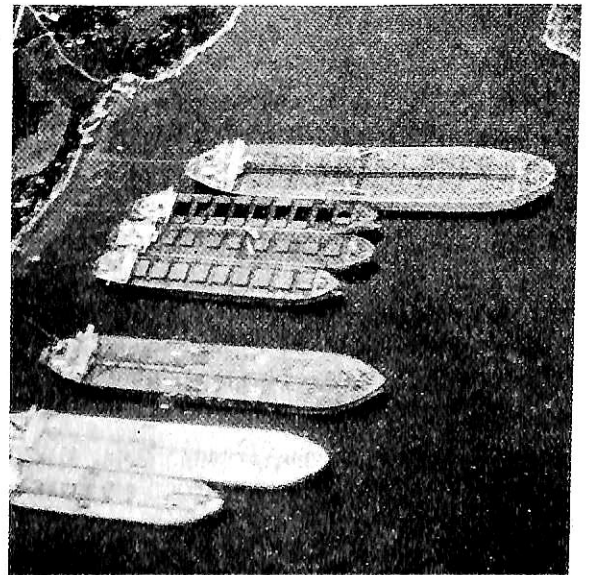
で、係留索の応力は絶えず変化する。そのため係留索に疲労の問題をひき起す(特に使用材料が高張力鋼の場合が多いので)。また流れによって生ずる絶え間ない横方向の運動のために、海底ケーブルに摩耗現象が生ずる。チェーンが使用されている極度に腐蝕性の高い環境の結果は、さらにこの問題の重要さと複雑さを増大する。

(g) 安全性

安全性は、明らかにこの分野においては基礎的な概念である。安全率はいろいろな事柄を考慮して決定する。

◦ 設計応力の選定;たとえば、100年に1回おこる条件に対する抵抗力試験では、例年起きる条件に対する試験よりも低い安全率で設計応力を選定してよい。

◦ 係留船に関する突風の動的効果を研究することによ



ノルウェーに係留中の石油タンカーと撒積船

り安全率を下げることができる。

◦ 10年間使用される係留装置は、1年あるいは2年間の係留装置よりもより安全でなければならない。

これらの安全率は一般に3から2の範囲であり、係留索の張力に対しては時にそれ以下である。

錨に関しては、チェーンが錨と同じ水平レベルにあると仮定する。錨の把駐力が既知（テストにより）であり、関連する大きな力と共に応力の極値が計算上考慮されているならば、錨の把駐力に対して安全率1をとってもよい場合がある。

II 係留システムの解析法

1. 係留索の静的研究

(a) 一般事項

船の変位と係留索の引き戻し力との間の関係、すなわち「特性」図として知られているものは、通常一つの鉛直面に対して計算される。つまりこのことは横方向の流れを無視しているということである。

この問題に対処するために慣用される主要な方法は次の2群にわけられる。すなわち、

◦ 解析的方法：微分方程式を解析的に積分することにより計算式が得られる。本法は係留索の弾性あるいは流体力学的力（係留索面内の流れ）を計算に入れていない。

◦ 数値法：この方法は「有限要素法」であり、この方法では係留索は重さのない直線に分割され、その重量は節点に集中される。本法は弾性および平面外の流れによる力をも考慮する。本法の精度は使用される要素の数によってきまる。

Bureau Veritas は、解析型数学的係留索モデルをつくりあげたが、そのモデルでは反復法により弾性およびブイあるいは錘りによる力を考慮している。

(b) Bureau Veritas のプログラムによる係留索の解析次の行程が実施される。

◦ 懸垂曲線を用いる係留索の解析的計算：パラスト（孤立した点として、あるいは線型分布として）を持つ複合係留索の場合には、一方の末端において一つのパラメータを変化させ、他端で一つの条件を満足させるといふ反復法を使用する。

◦ 各々の区間長さはそのとき懸垂曲線として処理される。

◦ 既に計算された係留索の張力分布に基づいて、各々の区間長の伸び（線型あるいは非線型の弾性）を計算する。

◦ 区間長（線型の重量および長さ）の特性を変化させて、新しくできた架空の係留索を非弾性的と見なして計

算する。

本法には次の利点と欠点がある。すなわち、

◦ 迅速である。

◦ 錘り、浮力要素および係留索と同一平面内の流れ（係留索が短い区間長に分割されるものと仮定して）が考慮されている。

◦ 弾性は反復計算法の中で考慮されているだけであるが、本法は標準的な場合に対して十分正確である。通常の係留索（ケーブルあるいはチェーン）に対しては、1ないし15区間の場合の結果に関する違いは無視できることが試算によってわかった。しかし、精度を改善するために、係留索をもっと多くの区間に分割することの可能性も残されている。

◦ 係留索の先端で水平変位を有し、かつ海底が水平である場合の係留索の解析にだけしか使用できない。

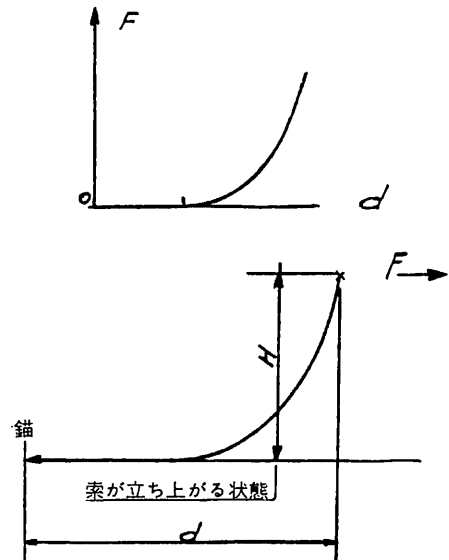


図3 係留索の特性曲線

(c) 係留索の特性

係留索の特性を計算する。（図3）

単純な場合の計算式

着底している係留索（図4）

$$RL_1 = \sqrt{2HC + H^2}$$

$$X = C \sinh^{-1} \left(\frac{RL_1}{C} \right)$$

ここで

RL = 係留索の全長

w = 係留索の長さ1m当りの水中重量

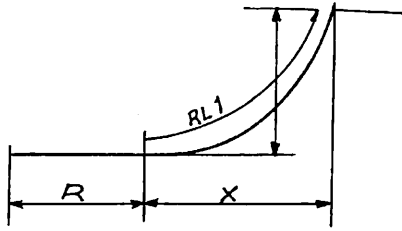


図4 変数の定義

H = 高さ
 F = 係留索の先端における水平力
 C = F/w
 R L₁ = 係留索の立ち上り部分の長さ

杭に結ばれた係留索 (図5)

$$X = 2C \sinh^{-1} \left(\frac{\sqrt{R L^2 - H^2}}{2C} \right)$$

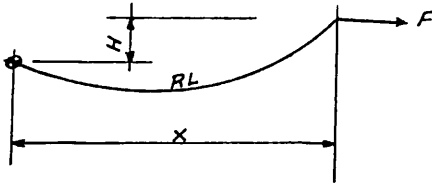
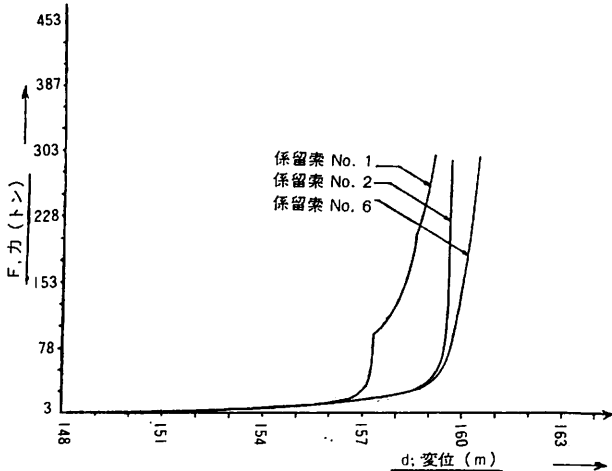


図5 一つの固定点を持つ完全に懸垂された係留索

(d) パラメータの影響

パラメータはH, w, RL (§(c)に記載の通り), 弾性, 錘りの存在である。

・図6は弾性と二つの錘りの存在の影響を示す。



係留索No. 1 : 2個の錘りを持つ非弾性的の場合
 係留索No. 2 : 単純に非弾性的の場合
 係留索No. 6 : 単純に弾性的の場合

図6 同一の係留索に対する特性曲線

・図7は深さを变化させた場合の影響を示す。曲線は単に左右に移動するだけである。

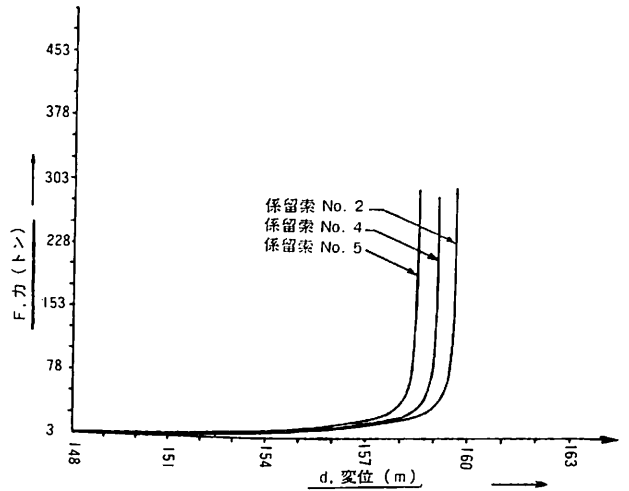
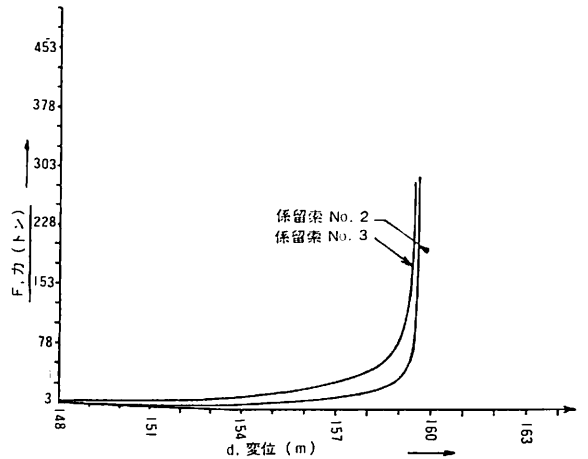


図7 深さを变化させた場合の同一係留索の特性曲線

・図8はw (長さ1 m当りの重量) の影響を示す。wが増加すると係留索の柔軟性は大きくなる。

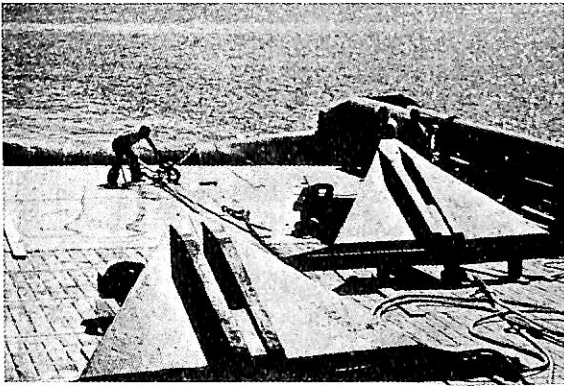


係留索No. 2 : w = 1 係留索No. 3 : w = 2

図8 m当りの重量を变化させた場合の同一係留索の特性曲線

2. 係留索の動的研究の概要

力または変位の形で係留索の先端に外力の影響が与えられた場合や、または、波や流れにもとづく外力の影響が索の全長にわたって与えられた場合、これらが原因となって係留索に振動的な運動がおこる。その結果、静的な(平均)張力が変化し、その影響が逆に係留された構造物に及んでゆくことになる。



船上の Delta 型錨

係留システムと浮遊物体との結合について一般には研究されていない。なぜならば、それは複雑すぎるし、多くの場合係留索の運動に対する水の減衰効果が強力なため、ほとんど重要性を持たないからである。

係留索の振動については若干の研究があるが、非線型を考えると研究は非常に困難となる。

〔解析的方法〕

多くの計算式は、弾性を考慮しないということ、微小運動であること、係留索を静的に等価のバネで置き換えること等のような限定的な仮定を設けることにより利用可能である。これらの方法は共振周波数の近似値を与えるが、励振効果に対する動的応答を提供することは明らかに不可能である。

〔数値計算法〕

本法の原理は、係留索を個々の有限長の要素に分割すること、重量を節点に集中すること、選択されたすべてのパラメータを考慮して運動の微分方程式系を書くこと、そしてこの系を時間ステッププログラムを用いて解くことである。本法では固有のモードを計算しないが、他の方法では応答計算をする前にそれを決めておく。

3. 応力

(a) 流れ

係留索それ自身に対する流れの影響は一般に無視できる程度であるが、浮遊物体に対する影響はより重要である。誘起される力は通常容易に推定される。流れは深さと共に変化するから、場合によってはこれに対する余裕をみておく必要がある。

(b) 潮汐

潮汐の影響により係留索の高さは変化するから、張力も従って変化する。このことは往々にして気付かれていない。水深の 2.5% の変化に対して張力の変化は約 10%

である。潮流流も考慮しなければならない。

(c) 風

風の影響は次の二つの観点から注目される。

・ 10分間平均 (Beaufort 型式) あるいは 1分間平均の一樣風の決定：もし記録があるならば、それは計算のための数値の根拠として使用できる。ここで確率の概念が入ってくる。つまり各々の風速はある確率で再現する。結果として、応力レベルの選択は確率レベルの選択と同じである。

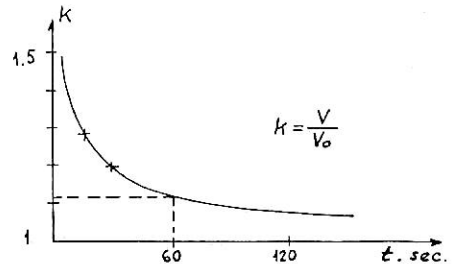
・ 突風の決定：突風は一樣風に加重され、その持続期間と極大値によって特徴づけられる。突風は測定時間に関する平均風速として定義できる。測定時間 T に対し突風率を k とし、曲線 $k(T)$ を画くことができる。

図 9 はある特定の場所に適用できる標準曲線 $k(T)$ を示す。図 10 は計算のために利用できる風の図形の一つの型を示す。

特別な問題を取扱う場合には、 T の値は、係留索と浮遊構造物との組合せに固有の時間と関連して選択されるべきである。明らかに 50 秒の固有周期を有する組合せに対し 3 秒間の励振は運動に対して全く影響を与えないであろう。

(d) 波

波の問題は、船の係留に対しては大して重要ではないが、プラットフォームの係留の計算に対しては非常に重要なことである。



$V = T$ 秒間だけ吹続した風速の極値

$V_0 = T_0$ 秒間に測定された風速の平均値

図 9 測定時間に関連する突風の強さ

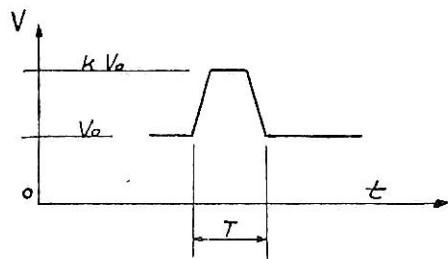


図 10 突風の図形

波浪中の自由な浮遊構造物（船）の応答の計算は既によく知られている。ストリップ法を使用する多くのプログラムが存在している。著しく非線型な係留索の接続に対する余裕に関しては、微分方程式を時間ステップで解く方法によってのみ計算が可能である。そのようなプログラムは存在する。けれどもそのプログラムは係留索の“動特性”を浮遊構造物のそれと同時に取扱うことができない。加うるに、それらはコンピュータ使用時間においてきわめて高価であり、統計的計算（乱雑な波の条件に対する応答）には適していない。

従ってこの型式の計算は、一方では浮遊構造物が係留されないと仮定することにより、また他方では係留索上に対応して生ずる変位を与えることにより実施される。多くの場合、これらの単純化した仮定はプラットフォームの慣性が非常に大きいため正しいとされる。

再現期間 100年の波に対する応答、波のスペクトル解析あるいは短期および長期の統計的取扱のような計算のいずれもが可能である。

(e) 組合せ

上述の四つの型式を組合せると、いろいろな応力状態に対してこの計算が使用できる。

実際には、そのような組合せはそれぞれの基本的な力（波+風+流れ+潮汐）の最も好ましくない影響がすべて同一方向に重複して生ずるものとしてえられる。ある場合には多方向解析を行わなければならない。

III 係留の研究

1. 研究の目的

(a) 係留システムの研究事項は、与えられた応力のもとに下記の変数の値を決定することである。

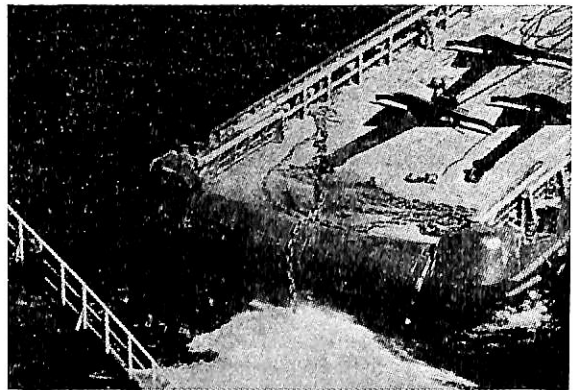
- 係留ケーブルの張力
- 固着点（錨、鑄鉄またはコンクリート製錘り、陸上のボラード）および船の局部構造（係留柱、ケーブル止め、ウインチ）にはたらく応力
- 錨に働く力が垂直分力を持たないようにするために海底に着底しているチェーンの長さ

(b) 問題が複雑なので単純化した研究が必要であるが、そのために下記的前提を利用する。

◦ 浮遊構造物と係留索を切り離すこと。係留索は水平方向の応力をうける非線型のパネで置換される。その急峻な曲線は前述の特性曲線であり、また垂直運動は無視できる。

◦ 静的に係留された状態の浮遊構造物の研究（一様風+流れ+波による漂流力）

◦ 係留されないとした場合（波の影響）、および係留



錨の投入

されたとした場合（突風の影響）の浮遊構造物の動的な研究

◦ 波によって賦課される変位により係留索に生ずる静的応力の計算

◦ プラットフォームに接続された端部の、周期的に加わる変位に対する係留索の動的応答の計算

2. 個々の場合

(a) 係留された船

係留地域は通常、波に対して遮蔽されているから、研究を必要とする外力は風と流れである。

係留索の特性が既に計算されている場合は、特性曲線上の変位に対する初期張力を選定する（これは、一つの近似であって、実際の状況では索の長さが増減して張力が調節される）。

動的計算は突風に対する係留システムの応答を研究することである。

(b) プラットフォーム

しばしば大きい運動が起る。

非係留プラットフォームは、規則波については研究されている。得られた変位は係留索に賦課される。静的な状況は § a に従って研究される。

IV Bureau Veritas の計算法

1. 静的計算プログラム

GT1325として知られるこのプログラムは、係留が一水平面内の問題として見なされ、かつ同じ型の静的応力のもとにあると見なされる多くの係留の場合の研究のために使われる。

プログラムの構成を図11に示す。

図からわかる通り、このプログラムでは変位が与えられた場合および力が与えられた場合が研究できる。

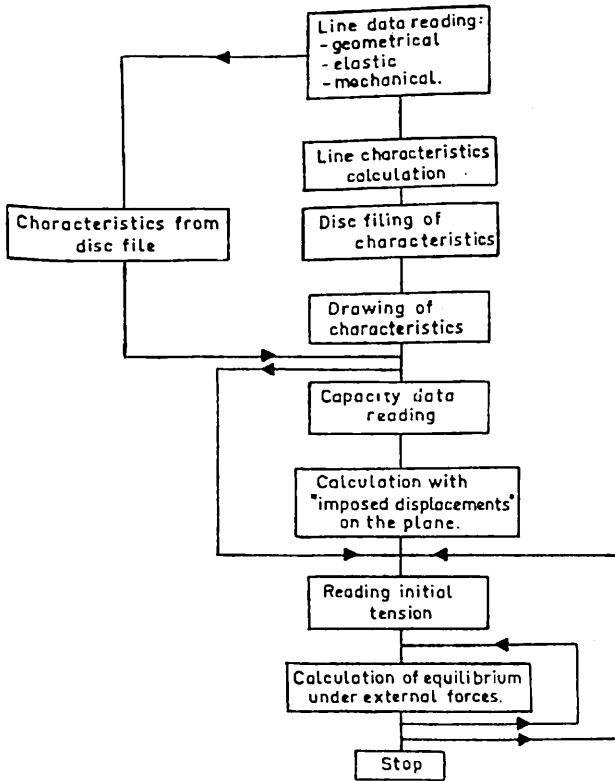


図11 Bureau Veritas の静的なコンピュータプログラム GT1325

(a) 認定された係留索の型式

主要な三つの型式の係留索がある (図12)。すなわち ①中間ブイを持つケーブル、②中間ブイを持たないケーブル、③着底したチェーンを持たないもの (たとえば杭に結びつけられた完全に懸垂された係留索) である。他のより単純な係留索で、しばしば個々の場合によく適合し、コンピュータ時間も短いものもある。これらの係留索の各々の構成要素は部分的な長さ分割可能 (一係留索につき最大20個) であり、最大20本の係留索の計算ができる。

計算の可能性と計算の方法を §II・1・b に示した。

(b) 係留容量の計算

この計算はしばしばプラットフォームの研究のために実施される。これは、与えられた係留システムに対し、係留索の限界応力を考慮して、外力の許容包絡線を計算することである。図13に係留容量曲線を例示する。これは、各方向における最大許容応力に対応する最大変位を与え、その変位を極座標のもとで探求して得られる。すでにわかったように、プラットフォームが係留されている場合には、動的変位に関する限り、プラットフォーム

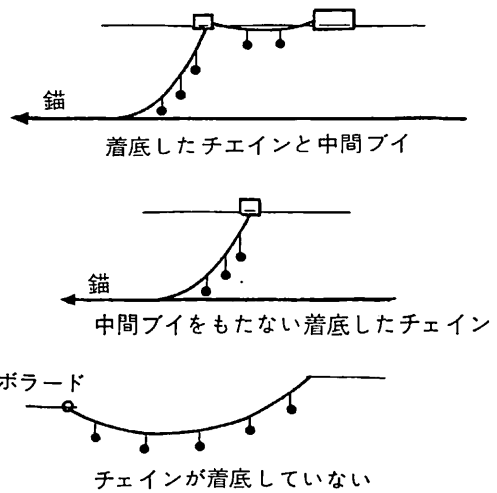


図12 Bureau Veritas の静的プログラムによって研究された係留索の3つの型式

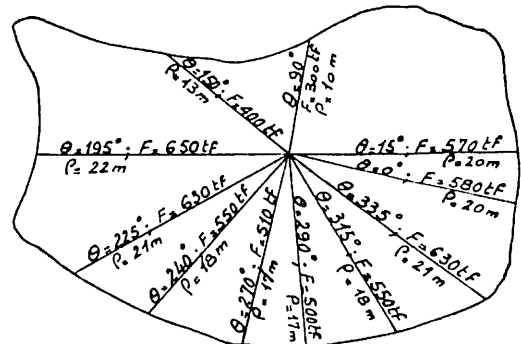


図13 与えられた係留索の極限張力に対する係留システムの係留容量曲線

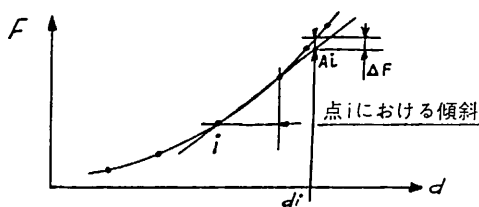
の変位を係留索に加えることができるので、この方法は最も有効である。

(c) 外力のもとにおける平衡の計算

この計算型式は係留容量とは反対の原理に基づくものである。つまり外力から平衡位置および係留索中の力が計算される。

係留索の特性が高度に非線型の性質を持つため、計算の方法には反復法を使用しなければならない。

使用する方法は“可変傾斜を用いた増分”方式である。いいかえると、外力のない平衡位置から出発し、特性曲線の急峻な傾斜としては出発点に対する切線をとって力の増分だけ進んで行く。対応する線型システムの解により、これらの直線上の変位がわかり、それゆえそれぞれの係留索中の力に関して生じた誤差がわかる。これに基づき力を修正し、かくしてこの反復計算により十分な精度が得られた時に計算は完了する。



ΔF = 線型化の結果として起る力の誤差

図14 係留特性曲線の局部的型化

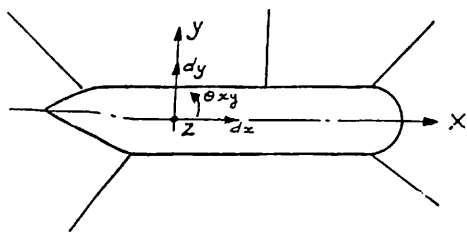


図15 座標軸の定義

図15に、係留索の幾何学的取扱および外力を決定する座標軸の定義を示す。

図14は上述の方法を図示したものである。その方法は次のように表わされる。

係留システム全体の節点の傾斜のマトリックスの計算；三つの自由度は d_x , d_y , θ_{xy} であり、対応する外力は dF_x , dF_y , dM_{xy} である。これから次の式が得られる。

$$\begin{Bmatrix} dF_x \\ dF_y \\ dM_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{xz} & a_{xy} & a_{zz} \\ a_{yx} & a_{yy} & a_{yz} \\ a_{zx} & a_{zy} & a_{zz} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} d_x \\ d_y \\ d\theta \end{Bmatrix}$$

このシステムを d_x , d_y および $d\theta$ について解く。そこでそれぞれの係留索内の力が得られる。もし ΔF が各々の係留索に対して十分小さければ、結果は満足するものと見なされる。各々の反復毎に、節点の傾斜と各々の係留索の方向が変化し、その結果としてマトリックス(a)も変化する。

(d) データ処理の問題

特性の計算方法は懸垂曲線の方程式と反復法の使用に基づいているから、計算はIBMコンピュータに関して倍精度で行なわなければならない。

傾斜曲線は、図6、図7、図8に見る通り非常に急峻な領域(大きな力を伴う)を含んでいる。また、特性を計算するためには反復法が用いられ、従って収れんテストが含まれる。この二つの理由により、非常に小さい振幅の不規則性が特性曲線にあらわれるが、これは計算精度に起因するもので、そのため外力 (§ IV-1-C) の

もとでの計算に使われる方法では収れんが不可能になってしまう。それで、人手もしくは補助プログラムの追加などによって局部的な平滑化の手法が導入された。

2. 動的計算

係留システムの動的解析のためのプログラムは静的プログラムと同じ自由度で作動する。

それは、時間ステップを用いる Newmark の方程式を用いて二次微分方程式を積分する方法による。すなわち

$$\begin{aligned} \ddot{x} &= f(x, \dot{x}, t) \\ \dot{x}_{n+1} &= \dot{x}_n + [(1-\gamma)\ddot{x}_n + \gamma\ddot{x}_{n+1}] \Delta t \\ x_{n+1} &= x_n + \dot{x}_n \Delta t + [(\frac{1}{2}-\beta)\ddot{x}_n + \beta\ddot{x}_{n+1}] \Delta t^2 \end{aligned}$$

γ と β は研究対象システムに関連する係数である。

この型式の問題では、 $\gamma = 1/2$, $\beta = 1/6$ という値が積分手段の急速な収れんをもたらすことが注目される。

本プログラムにより、任意の突風に対して反応状態にある係留の挙動の研究が可能である。

水の附加質量と減衰係数は別に計算される。ここで再び係留索はその特性曲線によって表現される。

V 特定の場合の計算

Decommissioning certificate (不就航証明書) の発行に関連して、Bureau Veritas は、最近、ノルウェーのフィヨルドで互に接触して置かれた2隻のメタンタンカー (130,000mi, 長さ280m) の係留の研究を行なった。それらの船は2~3年間そこに係留されることになっていた。

係留システムは、一部標準の船の艀装を使用し、残りの部分は高把駐力の Delta 型錨を持つ特別なチェーンとケーブルを使用した。鋼製ケーブルは、柔軟性を持たせるために、数メートルの長さのナイロン部分がそう入された。図16にこのような複式のシステムを図示する。

風は考慮に入れた唯一の外力であった。

予備研究で、メータ当りの重量の小さい短いチェーンで構成された係留索、c, d および e の特性曲線が、あまりにも急峻であり、柔軟性に欠け、また錨のための特定の作動条件 (§ III-2-a 参照) を与えないということがわかった。それぞれ50tの2個の錘りが、状況を改善するため各々の係留索に取り付けられた。

この予備研究により、計算のための初期張力とチェーンの長さの選定が同様に可能となった。

気象記録が解析され、船主の希望により突風を伴った Beaufort 10 の風が考慮された。

バラスト状態で、これらの船は非常に大きな乾舷を持ち、風圧面積が大きかった。

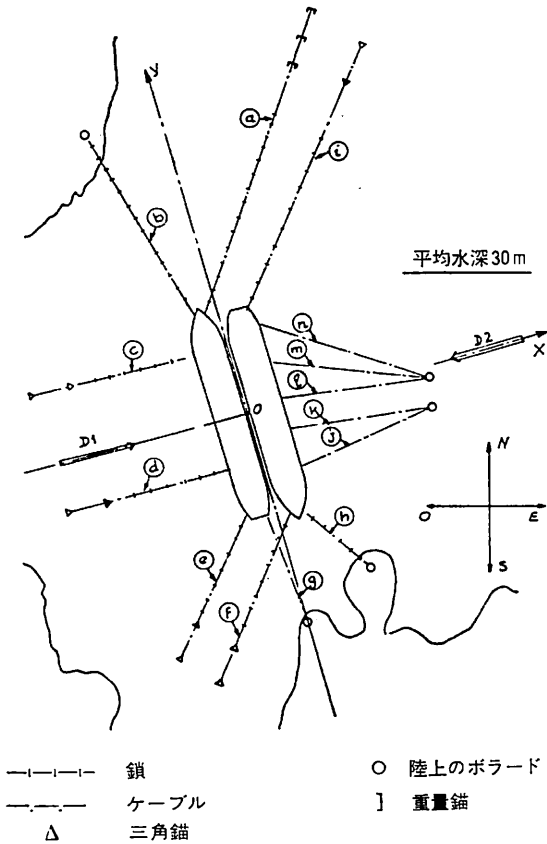


図16 2隻の係留船のための係留計画

〔静的研究〕

係留索を含み、Bureau Veritas の方法で実施されたこの研究は、係留索内と錨に関する力を五つの風向に対し決定することを可能にした。

このシステムの自由度が3であること、その複雑さのために、このような研究を人力で実施することはほとんど不可能であることに注目しなければならない。

〔動的研究〕

この研究は動的計算プログラムを用いて実施された。この研究の目的は係留システムに関する突風の影響を判断することにあった。

突風の形態は係留索に関して最大の応力を確保するように選定した。20秒および10秒の二つの平坦な部分を持つ45秒の突風持続時間を80秒の船揺れ周期に関連して選定した。突風率は1.2と1.3を採用した(図17参照)。測定時間中の突風率を与えるk(T)曲線は、場所に依存すること、また未知であるので一般には推定するほかないということに注意する必要がある。

1000秒間の持続時間を持つ励振(方向については図16

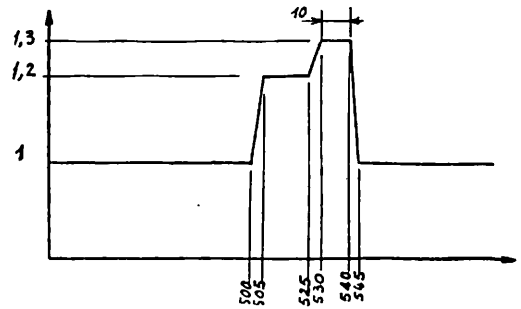


図17 動的研究に使用された風の変動の推定

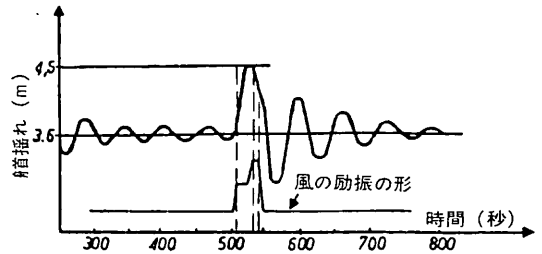


図18 船揺れ中の係留システムの応答

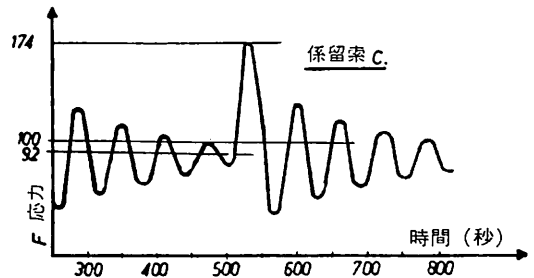


図19 係留索Cの先端部の応力の変化

のD1を参照)を採用した。この期間中にはBF10に相当する風の一様な持続状態が約500回含まれる。

図18と図19は次のことを示す。

- 不変の状態を得ることは困難である。それは500秒後に始めの衝撃に起因する振動が依然として観測されるからである。
- 突風の影響は約20秒の時間遅れを伴って起る。
- 2番目の突風の影響は少ない。
- 変位は船の大きさと比較すると振幅が小さい(280mの長さに対して2m)。
- このようなシステムは強度に動的である。

〔結論〕

計算された安全率は次の通りであった。

- 鋼製および合成樹脂製ケーブルに対し2以上
- 現場試験により評価された錨の把駐能力に対し1

実施された研究結果と方向D1に Beaufort 10の風の吹く確率は小さいことから、これらは適切なものと見なされた。

VI その他の問題

1) 摩耗

流れはしばしば係留索に横方向の振動効果を生じ、錨着部分に摩耗を引き起す。

2) 疲労と腐食

3) 係留索のたるみ

鋼製ケーブルであろうと合成樹脂製ケーブルであろうと、係留索は老化しクリープして応力を緩和する。これは、ケーブルがフェアリードを離れる所で角度を測定することにより容易に点検できる。そして長期係留の場合はそれを補正することが可能である。

4) 錨の抵抗

これは係留システムの中で最も未知なファクタの一つである。錨の近辺で、海底に試験板を設置することによ

り走錨が点検できる。

VII Bureau Veritas の援助

本論文の序文に述べた通り、係留の研究は船級業務の一部ではない。いいかえれば、Bureau Veritas は、係留計画や係留システム（係留索の設置計画、錨の海底における抵抗、平均的な船首の方向）を作成することも承認することもできない。Bureau Veritas の介入は係留作業全般に対して意見をのべることに限られる。

船主から特別に依頼された技術援助の文面内で、Bureau Veritas は彼等が計画および基本的な条項を守っているかどうかを確認するために、当該係留事項全体を研究し、かつ係留場所における作業に参加するであろう。これが本協会が行なってきた作業形式（特に §V で言及した船に対して）である。

英文版 Bulletin Feb. 1977 D. Mahaffey の英訳文より和訳

昭和54年度事業計画項目一覧表 (社)日本造船研究協会 (単位：千円)

事業名	事業費総額
[船舶の省エネルギー対策に関する研究] (馬力節減を目的とした1軸中型船の船尾形状の開発に関する研究)	26,900 (21,500)
[船舶の外力と設計基準に関する研究]	27,600 (22,000)
(1)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	12,500
(2)船体構造の破壊管理制御設計に関する研究	15,100
[船舶の安全対策に関する研究] (加減速時における操船性能に関する研究)	10,000 (8,000)
[新船型の開発に関する研究] (海上幹線輸送システムに適する双胴船型に関する調査研究)	10,000 (8,000)
[船舶建造技術の高度化に関する研究]	21,000 (16,800)
[少人数運航船に関する研究]	1,500 (1,200)
[船舶設計資料の作成に関する調査研究]	5,200 (4,100)
[フェロセメント船に関する調査研究]	10,800 (8,600)
[救命艇の耐波性能に関する研究]	5,223 (4,100)
[船舶流体力学に関する国際シンポジウムの開催]	1,600 (1,200)
[海洋油濁防止装置の性能評価基準に関する調査研究]	25,400 (22,800)
[船舶関係諸基準に関する調査研究]	97,000 (87,300)
(1)国際規則と船舶設計等との関連に関する調査研究	50,300
(2)環境による舶用材料の劣化に関する調査研究	6,700
(3)使用済燃料の安全輸送に関する調査研究	9,900
(4)液化ガス貯蔵船の構造設備に関する調査研究	9,900
(5)原子力船の安全評価に関する調査研究	2,200
(6)FRP船の積層技術試験に関する調査研究	7,500
(7)小型漁船の復原性能に関する調査研究	10,500
[造船技術開発に関する調査]	6,700 (6,000)
[スターリング機関に関する研究]	120,000 (96,000)
[浅海域における箱型海洋構造物の運動特性及び係留システムの設計基準に関する研究]	15,000 (12,000)
[石油備蓄タンカーの貨油、船体及び設備の保全に関する調査研究]	32,000 (25,600)
[原子力船の耐衝突構造の防護能力に関する試験研究]*	39,534 (38,634)
合 計	455,457 (383,834)

注) 事業費中 () 内は(財)日本船舶振興会補助金等を示す。

* の印は科学技術庁委託事業である。

ケミカルタンカー (38)

恵美洋彦 角張昭介
(日本海事協会船体部)

6・8・3 ガス検知装置

I 可燃性ガス検知装置

可燃性ガス濃度を検知する方法として、船舶では、一般に接触燃焼式、赤外線式、半導体式の3種類が利用されているが、ケミカルタンカーでは、特定の専用船を除き固定式装置を使用することは稀であり、殆どは可搬式装置による計測を行なっているのが実情である。可搬式ガス検知装置として実用に供されているものは、接触燃焼式によるもののみである。

1) 接触燃焼式

可燃性ガスを含んだ空気が熱線条によって適当に加熱された触媒にふれると可燃性ガス分子は、触媒の表面で吸収されて空気中の酸素と反応(酸化)する。これによって生ずる反応熱(接触燃焼熱)は、触媒層の温度を高め、更に熱線条の温度をも上昇させる。従って、熱線条の電気抵抗は増加し、可燃性ガスの存在が電気信号に変換される。

ガスの濃度が低く、酸素の供給が十分な範囲では発生する熱量は、同一ガスではその濃度に比例するから、熱線条の電気抵抗の変化もガス濃度に比例する。即ち、

$$\Delta R = \alpha \cdot \Delta T = \alpha \cdot \Delta H / c = \alpha \cdot a \cdot m \cdot Q / c \quad (6 \cdot 20)$$

ここで

ΔR : 熱線条のガスの接触燃焼による電気抵抗の変化

α : 熱線条の電気抵抗の温度係数

ΔT : ガスの接触燃焼による温度上昇

ΔH : ガスの燃焼によって生じる発熱量

c : 熱線条の熱容量

m : ガス濃度

Q : ガスの分子燃焼熱

a : 熱線条によって定まる定数

6・20式に於て、 α 、 c 及び a は熱線条の材質の形状及び構造等によって定まり、又、 Q はガスの種類によって一定であるから、 $a \cdot Q / c = b$ とすると6・20式は、次

式のように表わせる。

$$\Delta R = \alpha \cdot b \cdot m \quad (6 \cdot 21)$$

従って、6・21式に示すようにガス濃度に比例して熱線条の電気抵抗が変化するので、第6・70図に示すように熱線条を含むホイーストンブリッジ回路を構成しておけば、ガス濃度の変化は、ホイーストンブリッジ回路の偏位電流の変化として測定することが可能となる。

第6・70図に於て、ガス検知エレメント F_1 に検知ガスが触れると熱線条の温度は、ガス濃度に応じて変化し、その電気抵抗が増加する。従って、ブリッジ回路からは、ガス濃度にほぼ比例した偏位電流が得られる。

いま、図6・70に於て、ガスの接触の為に F_1 が変化してブリッジ回路のA B間に電位差 E が生じたとすると、この E は、 F_1 と F_2 の電気抵抗の比 F_1 / F_2 が極めて1に近い範囲では、近似的にこれに比例するので、

$$E = k \cdot \frac{F_1}{F_2} = k \frac{F_2 + \Delta F_1}{F_2} = k \left(1 + \frac{\Delta F_1}{F_2} \right) \quad (6 \cdot 22)$$

と表わされる。

ここで、

E : A B間の不平衡電位差

F_1 : ガス検知用熱線条の電気抵抗

F_2 : 温度補償用熱線条の電気抵抗 ($\approx F_1$)

ΔF_1 : ガスによる F_1 の抵抗変化

k : ブリッジ特性によって定まる比例定数

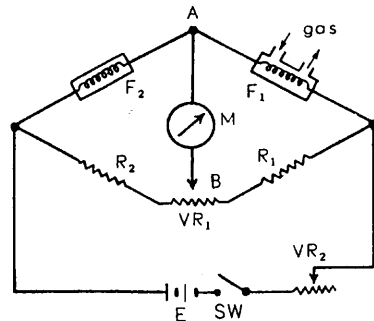


図6・70 接触燃焼式ガス検知用ホイーストンブリッジ

F₂は、ブリッジの周囲温度が変動した場合、電源Eの電圧又は電流が変動した場合、及び気流にさらされた場合等にブリッジの平衡を保つための補償辺である。従って、補償辺F₂は触媒不活性である点を除き、熱容量、放熱係数、抵抗温度係数等は、燃焼辺F₁と同一の特性でなければならない。そのため、F₁、F₂両辺共、触媒活性体のついた同一のものを使用し、F₂のみを密閉容器に収容する方式もあるが、この場合には、ふん囲気流の変動による温度変化を補償することはできない。

ガス捕集方式には、自然拡散式及び吸引捕集式の両者があるが、船舶用では、固定式、可搬式を問わず自動吸引式を採用している。これは固定式の場合、接触燃焼方式の感知部を本質安全防爆にすることが不可能であり、危険区域内に直接設置することはできない為、測定区画のふん囲気は安全区域に設置された感知、計測部まで吸

引せざるを得ないためである。

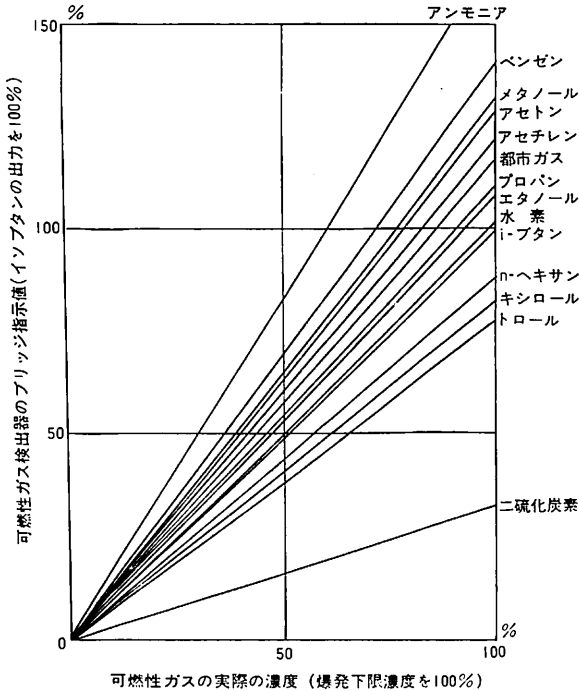
検知線条は、一般に白金線(Ni線、サーミスタ)が用いられ、その周囲に白金、パラジウム等の触媒層を固定している。

接触燃焼式ガス検知は、各種可燃性ガスがその爆発下限界(LEL)に於ては、表6・16に示すように⁵²⁾ほぼ等しい限界燃焼熱(LELと分子燃焼熱の積であり、LELの濃度の混合ガス22.4ℓが完全燃焼したときに生ずる燃焼熱)を有するという理論(4・2・2(2)参照)に基づき、LEL濃度の可燃性ガスの接触燃焼によって第6・70図のAB間に生ずる電位差Eは、ガスの種類に無関係にはほぼ一定の値をとることを利用している。しかし、正確にはこの限界燃焼熱は若干の違いがあるため、一台のガス検知装置を多種の可燃性ガスの濃度計測に利用しようとする場合、又は、装置設計に用いられたガスと異なる限界

表6・16 可燃性ガスの限界燃焼熱の例

可燃性ガス	分子式	爆発下限界 m ₁ (vol%)	真の分子燃焼熱 Q (kcal/mol)	限界燃焼熱 m ₁ × Q (kcal)
無機化合物				
水素	H ₂	4.0	57.80	2.3
アンモニア	NH ₃	13.3	76.20	10.1
一酸化炭素	CO	12.5	67.64	8.4
二酸化炭素	CS ₂	1.25	254.72	3.2
飽和鎖式炭化水素				
メタン	CH ₄	5.3	191.76	10.2
エタン	C ₂ H ₆	3.0	341.26	10.2
プロパン	C ₃ H ₈	2.2	488.53	10.7
ブタン	C ₄ H ₁₀	1.9	635.38	12.1
ペンタン	i-C ₅ H ₁₂	1.8	633.74	11.4
ヘキサン	C ₅ H ₁₂	1.5	782.04	11.7
ヘプタン	C ₆ H ₁₄	1.2	928.93	11.1
オクタン	C ₇ H ₁₆	1.2	1,075.85	12.9
ノナン	C ₈ H ₁₈	1.0	1,222.77	12.2
デカン	i-C ₉ H ₁₈	1.1	1,221.08	13.4
	C ₉ H ₂₀	0.8	1,369.70	10.9
	C ₁₀ H ₂₂	0.8	1,516.63	12.1
不飽和鎖式炭化水素				
エチレン	C ₂ H ₄	3.1	316.20	9.8
プロピレン	C ₃ H ₆	2.4	460.43	11.0
ブタジエン	C ₄ H ₆	2.0	607.63	12.1
アセチレン	C ₂ H ₂	2.0	589.15	11.8
	C ₂ H ₂	2.3	300.10	6.9
環式炭化水素				
ベンゼン	C ₆ H ₆	1.4	757.52	10.6
トルエン	C ₆ H ₅ CH ₃	1.3	901.50	11.7
キシレン	o-C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	1.0	1,045.94	10.5
シクロヘキサン	C ₆ H ₁₂	1.3	881.67	11.5
アルコール・エーテル				
メタノール	CH ₃ OH	6.2	167.57	10.4
エタノール	C ₂ H ₅ OH	3.6	309.17	11.1
プロパノール	C ₃ H ₇ OH	2.1	452.18	9.5
ブタノール	i-C ₄ H ₉ OH	2.0	450.94	9.0
ペンタノール	C ₅ H ₁₁ OH	1.4	597.38	8.3
エチルエーテル	(C ₂ H ₅) ₂ O	1.7	598.38	10.2
酸化エチレン	C ₂ H ₄ O	3.0	287.60	8.6
アルデヒド・ケトン・エステル				
アセトアルデヒド	CH ₃ CHO	4.1	263.98	10.8
フルアルデヒド	C ₆ H ₅ OCHO	2.1	538.40	11.3
アセトン	(CH ₃) ₂ CO	2.7	403.76	10.9
メチルエチルケトン	CH ₃ COC ₂ H ₅	1.8	540.10	9.7
酢酸メチル	CH ₃ CO ₂ CH ₃	3.1	397.50	12.3
酢酸エチル	CH ₃ CO ₂ C ₂ H ₅	2.5	494.70	12.4
酢酸ブチル	CH ₃ CO ₂ C ₄ H ₉	1.7	768.40	13.0
酢酸アミル	CH ₃ CO ₂ C ₅ H ₁₁	1.1	968.60	10.6

表6・17 較正曲線の一例



燃焼熱を有するガスに利用する場合には、計測対象ガスに応じた補正を行わなければならない。即ちLELを100%とする目盛に於て、100%出力をセットするのに用いられた標準の可燃ガスの限界燃焼熱と実際に測定されるガスの限界燃焼熱とが異なる場合には、その比率分を較正しなければ、正確な濃度の読取りにはならない。可搬式ガス検知装置の場合、一般には表6・17に例示するような換算表を利用して正確な濃度計測を実行している。

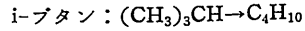
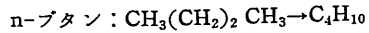
較正曲線を作成するために必要な限界燃焼熱を求める際、爆発下限界(LEL)の値は、各種文献にて検索することが比較的容易であるが、LELに於ける分子燃焼熱は、計測値、理論値とも文献に収録されたものは少ない。従って、LELに於ける分子燃焼熱は、以下に示すような計算手順によって求められることが多い。

まず、炭素、水素、硫黄、窒素及び塩素の各分子燃焼熱は、次の通りに示される。

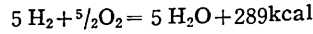
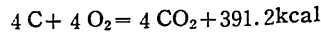
- 炭素： $C + O_2 = CO_2 + 97.8kcal$
- 水素： $H_2 + \frac{1}{2}O_2 = H_2O + 57.8kcal$
- 硫黄： $S + O_2 = SO_2 + 71.0kcal$
- 窒素： $\frac{1}{2}N_2 + O_2 = NO_2 - 8.1kcal$ (吸熱反応)
- 塩素： $Cl_2 + \frac{1}{2}O_2 = Cl_2O - 18.2kcal$ (同上)

これらの分子燃焼熱を用いることにより、各ガスの完全燃焼熱を求めることができる。

例えば、ブタンガスでは、分子式は、



となり、共に C_4H_{10} なる故、1 mol の完全燃焼熱は、



より、680.2kcal となる。この値は理論値であり、実測値とは多少異なるが、実測値等が不明であるが分子式が判明している場合には、止むを得ず目安として上記の手法にて求めざるを得ない。

このようにして求められた燃焼熱に爆発下限界値を乗ずれば限界燃焼熱の値(上記のブタンの場合、 $680.2 \times \frac{1.8}{100} = 12.2kcal$)が求まることになる。

表6・17に示した較正曲線は、実験から求めた較正曲線の一例である。理論上は、多くの可燃性ガス一般(特に炭化水素類)について限界燃焼熱がほぼ一致するとされているが、実験値では、同表に示す如く理論と大きく異なるガスもあることに注意しなければならない。これは、分子間結合の強さやその形態によって、接触燃焼とはいえ微量ガスに対しては、その触媒作用に期待する為、触媒領域での特性を考慮しなければならないからとされている。一例を上げると、水素の場合、完全燃焼熱は、57.8kcal、LELは4%なる故、限界燃焼熱は2.312kcalとなり、補正係数は、理論上0.2028となる。ところが、実際の補正値は、表6・17ではほぼ1に近い値が採用されている。これは、水素分子が有する触媒活性化作用が影響している例である。このように、補正係数を作成する際には各装置の特性をも考慮した上で理論値及び実験値を組み合わせることが多い為、補正係数はメーカーから入手するか、又は、止むを得ず使用者が作成する際にも購入した装置のメーカーから十分な情報を入手することが正確かつ安全な計測につながるといえる。

接触燃焼式ガス検知装置の特徴をとりまとめると大略次の通りである⁵¹⁾。

- 1) ホイーストンプリッジの補償作用が十分であるならばその絶対値は小さいが、信号対雑音比の大きい信号が得られるので、電子回路を用いて増幅することが出来、高感度検知器を作ることが可能である。
- 2) 濃度に比例した電気出力が得られる。
- 3) 可搬式装置が可能である。
- 4) 触媒反応を起す活性度は、吸着活性度と反応活性

51) 新コスモス電機株式会社技術資料及びパンフレット

52) 末永「ケミカルタンカーに於けるガス検知装置と技術的諸問題」、造船技術、'76. 12

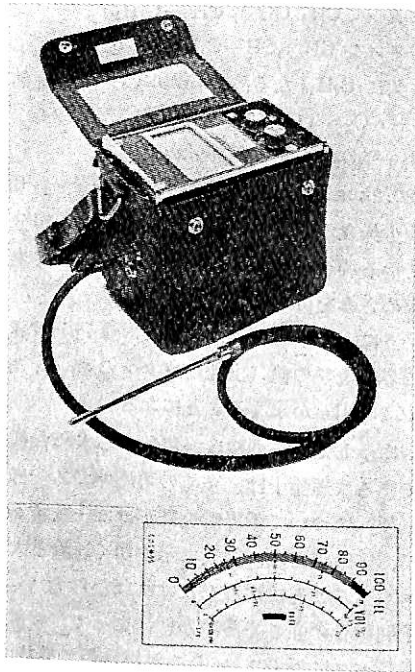


図6-71 可搬式ガス検知器の一例及びその仕様

検知方式	検知部は特殊防爆型接触燃焼式，小型吸引ポンプ内蔵連続検知方式
対象ガス	LPガス，ガソリン，水素，一酸化炭素，都市ガス，その他有機溶剤の蒸気，但しメタンは別途仕様
目盛表示	LELの0～20，0～100 高低感度切替式
検知能力	LELの1/200 漏れ検知量：LPガス，都市ガス=0.002 ml/sec
検知精度	フルスケールの±5%
応答速度	3秒以内
防爆構造	検知器は特殊防爆型 電気回路は本質安全方式
形式寸法	W120×L170×H150
使用温度	-20℃～40℃
電源	UM-1型(単一)乾電池4個
検知回数	1回3～5分として約300回にて電池取換
重量	2.5kg
附属品	ガス導入管(テフロンパイプ入)，革ケース 他単一型乾電池4個

度の積と考えられる。又，特定のガスの燃焼に関して吸着活性度及び反応活性度は，それぞれ触媒の種類及び温度に依存する為，ある程度の選択的検知が可能である。

- 5) 空気中に2種類以上の可燃性ガスが共存する混合ガスに対する出力は，各成分ガスに対する出力の和に等しい。特殊なガスを除いて，多くのガスについて加算則が成立する。
- 6) 選択性の少ない触媒を用いるときは，分子発熱量にはほぼ比例した温度上昇が得られるので，LELに対し電気出力は，ガスの種類に拘らずほぼ1対1の対応が得られる為，カロリーメーターとして利用できる。混合ガスについても同様である。
- 7) シリコン，塩素，硫化水素等，特定のガスで触媒毒となるものがある。

可搬式ガス検知装置の一例及びその仕様を図6-71に示す⁵¹⁾。

2) 半導体方式

活性化された半導体素子は，還元性ガスと接触したとき，電気化学的な反応により抵抗値が変化する特性があり，可燃性ガス濃度と電氣的抵抗値変化との間には，一応の対応関係が存在する。この半導体素子を接触燃焼式と同様に抵抗として組み込んだものが半導体方式ガス検

知装置であり，図6-72に半導体素子に直列に負荷回路を接続した検出回路及び素子をホイーストブリッジの一辺として構成した検出回路を示す。

半導体触媒は，適当な高温に於てその感度が增大するため常に一定温度に加熱されている。一定温度に保たれたn型半導体は，清浄空気中では一定の空気抵抗値を保っているが，そのふん囲気中に可燃性(還元性)ガスが流入してくると半導体表面での吸脱着又は燃焼を生じ，それに伴ない半導体中の自由電子数は増大する。即ち，n型半導体の電気抵抗値は，ふん囲気中の可燃性ガス濃度に応じて減少することになる。

本方式の原理は電導度の変化が直接，半導体表面へのガス吸着だけにより生じることによっており，燃焼によ

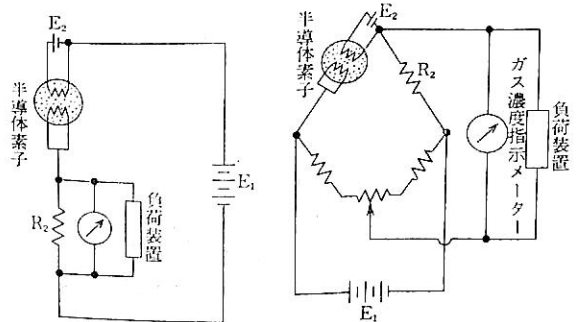


図6-72 半導体方式ガス検知装置の回路

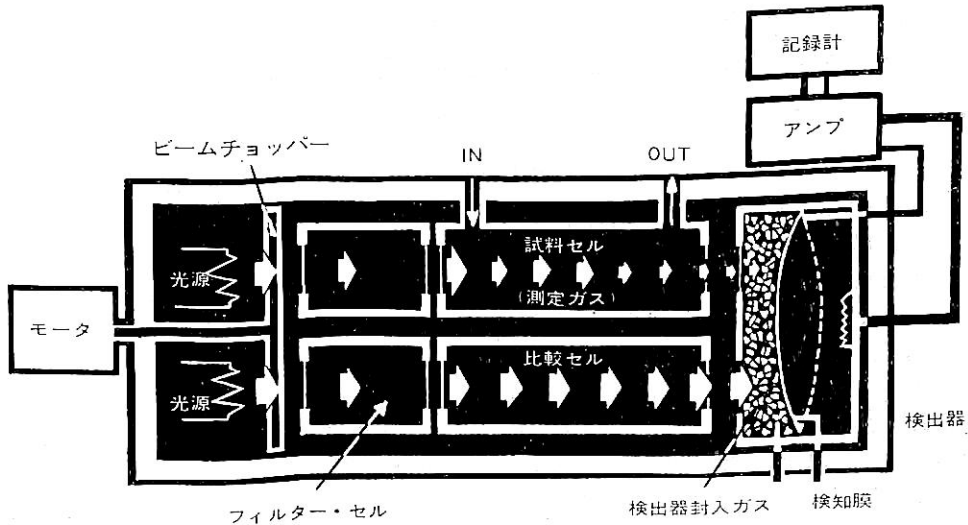


図6・73 赤外線方式ガス検知装置の例

る発熱を利用するものでないことから検出可能なガスは可燃性であることに限定されていない。従って、不燃性ガスを含む全てのガスの検知も可能であるが、水分の吸着によっても電導度が変化する場合があります、大気中の湿度の影響を受ける。この点が、分析、濃度計用の素子として使用する際の正確さを確保するさいの難点とされ現状では不向きとされている。但し、大気汚染監視、ガス洩れ警報器用としては十分な性能を有しているといえる。

本方式は、吸着のみで電導度が変化しらずしも吸着酸素と反応する必要がないので、半導体表面の反応活性度が劣化しても吸着の活性度が維持されれば特性に影響が生じない。従って、耐久性の点では、多くの場合、接触燃焼式よりも秀れているとされている。

可燃性ガスを検出するガス感受性半導体の材料としては、 SnO_2 、 ZnO 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 、 CdO 、 WO_3 、 ThO_2 等のように酸素不足（金属過剰）の状態となり易く、 n 型半導体となる金属酸化物の焼結体が用いられている。

半導体方式の場合、被検ガスの自然拡散を利用し、拡散によって半導体の表面に接触させるので、吸引ポンプ、通気回路は必要としない。

本方式には、可搬式のタイプはない。

3) 赤外線方式

本方式は、従来船舶用では固定式のタイプの使用が殆どで、可搬式タイプのものの使用例は殆どない。固定式のもの、低温大型LPG及びLNG船の貨物格納設備（ホールスペース、インタバリアスペース）及び貨物再液化室等の貨物ガス漏洩監視、並びにその他の一般の

液化ガス船の貨物ガス漏洩監視システムとしても広く利用されている他、イナートガスシステムの濃度監視としても利用されているが、ケミカルタンカーでの使用例は少ない。本方式の一例を図6・73に示す⁵³⁾。

図6・73の例では、2本のニクロム線が赤外線の光源となっている。2本の赤外線ビームは、それぞれ平行な2本のセルの内部を通過する。セルの一つには試料ガスが流れ、もう一つは不活性ガスを封入した比較セルである。それぞれのセルを出た2本のビームは、ここで一つのセルに入る。検出セルのガスは、入射した光の放射エネルギーを吸収して温度が上がり膨張する。このガスの膨張によって、コンデンサ・マイクロホンの膜が変位する。この変位を電気信号に変換し、増巾したのち出力信号として取り出す。

光源とセルの間には、半円形の回転チョッパーがあり、試料セルと比較セルに入る光線を交互に遮断する。セルから出てくる光線が両方とも等しい場合には、アンプは2本の光量の差を取り出すので、同じ光量が交互に検出器に入射した場合の出力信号は零となる。

2本の光量に差があると初めて出力信号が現われる。この時の出力信号の周波数は回転チョッパーの周波数と同一になる。

測定ガスが試料セルに入るとそこで光（赤外線エネルギー）の吸収が起き、検出器に入る光の量は弱くなる。その結果、検出器に入る2本の光線のバランスがくずれチョッパーは変動するようになる。従って、検出セル内のガスもこの周波数で膨張・収縮を始める。ガスの膨張

53) MSA北辰株式会社パンフレット

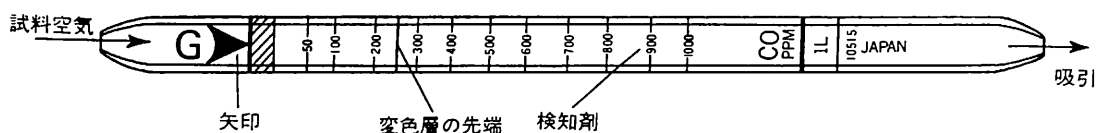


図6・74 検知管の例

・収縮は、コンデンサマイクロホンの膜の変位となり、コンデンサーの容量を変化させる。即ち、ここで2本のビームの光量の差に比例した電気信号を生じることになる。この信号が増幅、指示されることになる。

赤外線方式は、非常に高い選択性を与える為に光学的技法が多用されている。又、ガスを封入したフィルターも選択性の向上に寄与している。従って、光学系を入れかえることにより、別のガスの測定や違う組成のガス分析の用途に変更することが容易である。又、精度も±1～3%でパーセントオーダーからPPMオーダーまでの濃度の計測が可能である。

II 毒性ガス検知装置

1) 検知管方式

ケミカルタンカーで利用されている検知管方式測定装置には、ドレーゲル式及び北川式等各社の形式がある。しかし、検知管自体は、いずれも一定内径を有するガラス管に検知剤を緊密に充填し、その両端を熔封したものであり、吸引ポンプが各方式で異なっている。使用の際には、検知管の両端を折り取り、ポンプ等の吸引器により検定管内に一定量のサンプル（試料ガス）を吸入するとサンプル中の特定ガスが検知剤と直ちに化学反応を起こして検知管の入口より変色する。そのとき現われる検知剤の着色層長さ又は色調によりガス濃度を測定することができる。

検知剤は、十分に精製されたシリカゲル、活性アルミナ、ガラス粒等の細粒に発色試薬を吸着させて乾燥したもので、サンプル中のある特定ガスとの化学反応によって鋭敏な反応を行なうものである。

図6・74に検知管の例を示す。

検知管の設計に際しては、発色試薬の選定が極めて重要であり、それは主として次の条件を満足させることが必要とされている⁵⁴⁾。

- (1)発色試薬は、検知剤として担体に吸着された状態で安定であり、長期間の保存に耐えること。
- (2)特定のガスとの着色反応が十分に鋭敏であり、かつ特異性に富むこと。
- (3)着色反応の前後における検知剤の色調の対比が強いこと。
- (4)試料ガス中のある成分ガスと検知剤の反応速度が十

分に大きく、境界の明瞭な着色層をつくること。

検知管の検定に関しては、既に6・7・5に取りまとめたが、その測定精度に影響を与える諸因子は、大略次の通りである⁵⁴⁾。

- (1)検知剤の粒度；粒度が小さい時は着色層の境界は明瞭であるが長さの伸びが小さい。逆に大きい時は着色層の長さは伸び易くなるが着色層の境界は不明瞭になる傾向がある。
- (2)試料ガス体積；実用上、試料ガス体積はできるだけ小量で、且つ、その中の微量ガスが測定できることが望ましい。採取する試料ガスの体積は常に一定にする。
- (3)試料ガスの送入（吸引）速度；検知管に試料ガスを送入する速度は、着色層の長さ及びその境界の明瞭さに影響を与える。一般に送入速度を大きくすれば、着色層の長さは伸びるが境界は不明瞭になる。従って、送入速度は、できるだけ一定に保たなければならない。
- (4)検知管の内径；検知管の内径は、着色層の長さに影響を与える。検知管の内径にばらつきのある場合には、一定量の検知剤を充填しても、検知剤層の全長は一定とならずガス濃度と着色層の長さとの関係も一定とならない。層の長さの相対誤差は、管の断面積の相対誤差、即ち、内径の相対誤差の2乗に比例し、又、ガラス管の製造技術上、内径の絶対誤差は、内径の大小に関係なくほぼ同じにできるので、管の内径を大きくすれば断面積、即ち検知剤層の長さの相対誤差を小さくできることになる。従って、前(2)との関係で適切な内径を選択することが必要になる。
- (5)温度；温度変化に伴ない試験空気の体積の増減、検知管に対するガスの吸着量の変化及び検知剤とガスとの反応速度の変化等が生じる。
- (6)湿度；常温で飽和以下の水蒸気の影響はないが、水滴が検知管に入ったり、検知管の中で凝縮するような時は測定誤差を生じる。

54)「北川式ガス検知器による有毒ガス測定方法の手引」, 光明理化学工業株式会社

検知管は、各方式とも測定対象ガス毎に、それぞれ異なっており、又、同一ガス用でも種類によっては、測定範囲や用途の違いに応じて数種類用意されている。

検知管は、測長法式及び比色法式に大別され、測長法式は更に、濃度表式と直読式とに分類される。

測長法は、反応速度が十分に大きい時に使われるもので明瞭な境界層を有する着色層の長さがガス濃度を示すものである。そのうち、濃度表式とは、検知管内径が一定ではなく、それぞれに等量の検知剤を充填しても検知剤の長さがそろわない場合に、検知剤層の長短に拘らず内径補正をしながら濃度を読み取る方式である。濃度表式は、細かい間隔で線が引けるため細かい濃度まで読み取ることが可能である。従って、読取り誤差を最小限とし、精密測定を行なうことが可能である。濃度表の一例を図6・75に示す⁵⁴⁾。

濃度表は、各検知管毎に異なっているが、その使用法は、一般に、表の0—0の線に検知剤層のガス入口側の端を合わせ、L—L線にもう一方の端を合わせることができたところで、着色層の先端の数値を読み取るものである。

直読式は、ガラス管にパイレックスを使用することにより、一般に内径誤差が±0.05mm以内になり、測定誤差は±5%以内になる。その結果、濃度表式のように内径補正の必要はなく、ロットごとの検量線を検知管に直接

印刷しておくことが可能となる(図6・74参照)

比色法は、反応速度の小さく、検知管に試料ガスを送入了場合に明瞭な境界が現われず、検知剤層全体に亘ってほぼ均一な着色を呈するものに使用される方法である。この着色は、試料ガス中のある特定成分の濃度に応じた色調を示すので、あらかじめ別に作製された標準色との肉眼による比較によってガス濃度を測定するものである。

その他、特定の検知管では、2種以上の検知剤を使用し、しかも、両者の混合状態では維持できないものがある。このような場合、検知管の中では、この試薬の成分を分離して充填しているものがある。これらは測定前又は後にアンプル等をこわして混合させることが必要となる。

一般に、測定精度は、比色法よりも測長法のほうが良いが、比色法では、測長法で測定不可能な微量濃度を測定できるものがある。

図6・75に例示した濃度表の下部には、温度補正表が示されている。検知管の濃度目盛は、一般に20℃を基準にしていることが多い為、温度補正を必要とすることが多い。温度補正は、0~40℃の範囲になっており、これを越える温度(検知管又は測定場所の温度)の下では正確な測定値を期待することはできない。従って、特に、日中の船内の閉鎖されたコファダム、二重底等で使用する時には注意が必要である。

以上、検知管式ガス検知の一般的事項に付き解説したが、最後に、北川式及びドレーゲル式の各方式による実際の計測方法を簡単に取りまとめる。

〔北川式検知管〕⁵⁴⁾

- 1) 採取器(真空ポンプ)の空気洩れ及び通気確認試験を行なう。採取器を図6・76に示す。採取器は、検知管を連結し、ハンドルを引いて90°まわして止め金を固定した場合、シリンダー内には、容積100mlの真空を生じる。従って、ピストンを引き終ったあと一定時間放置しておけば100mlの試料空気が完全に吸引されることになる。吸引速度を調整したい場合には、検知管取付け口に吸引速度調整板をさしこめばよい。

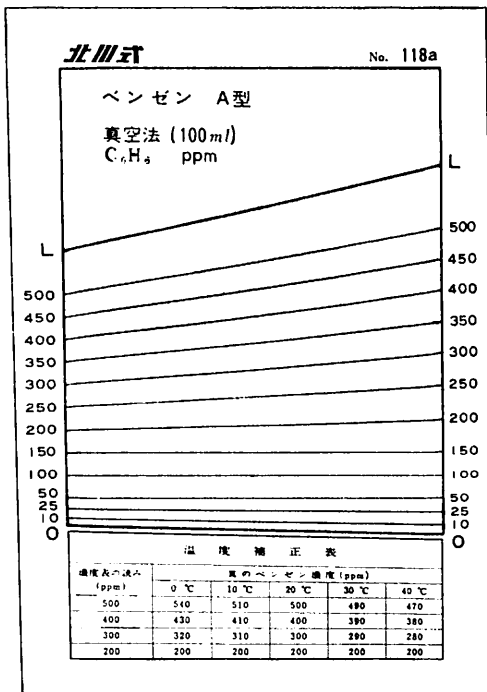


図6・75 濃度表の例

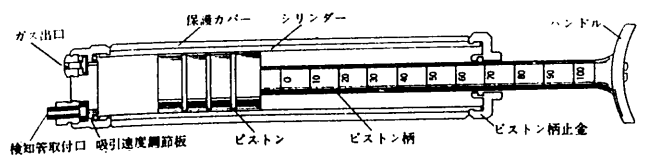


図6・76 真空法ガス採取器

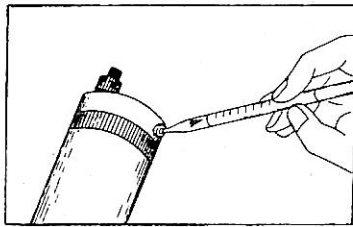


図6-77 検知管のセット

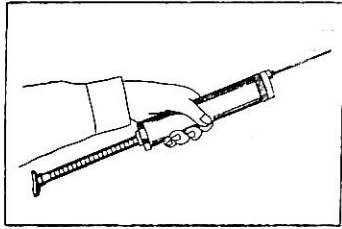


図6-78 検知管の吸引状態

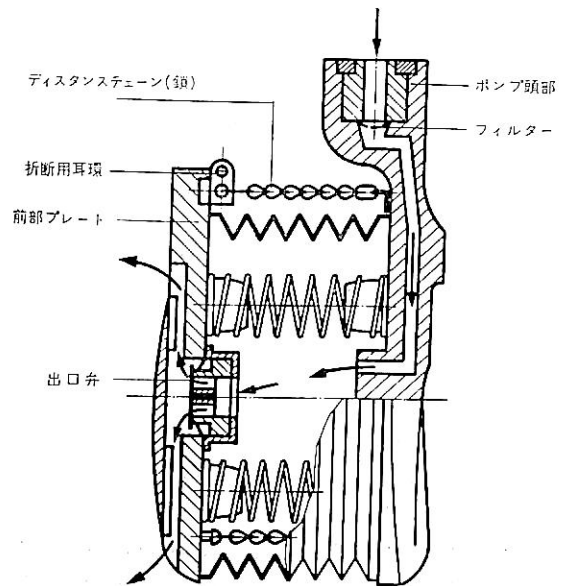


図6-79 蛇腹ポンプの断面図

- 2) 検知管の両端を採取器付きのカッターで折り（図6-77参照）、定められた方向で採取器にセットする。
- 3) 前1)に従い、採取器のピストンを止まるまでいっばいに引く。（図6-78参照）
- 4) 測定場所に定められた時間静置したのち、ピストン柄を止め金から外し、ピストン柄が戻らないことを確認する。（5 ml以内の戻りは測定誤差の範囲である。）
- 5) 規定量の採取が終了したら、検知管を採取器から取り外し、濃度表又は直読により着色層の濃度を確認する。温度補正の必要なものは補正表を用いる。

[ドレーゲル式検知管]⁵⁵⁾⁵⁶⁾

- 1) ポンプの気密性を確認する。ポンプの断面図を図6-79に示す。
- 2) 検知管の両先端を、ポンプ付きの金具により切断し、定められた方向でポンプに取り付ける。（図6-80参照）
- 3) ポンプを止まるまで一杯に手でにぎり押えつける。
- 4) 手をはなすと吸引はスプリングの戻りにより自動的に開始され、鎖が張りつめるまで行なわれる。

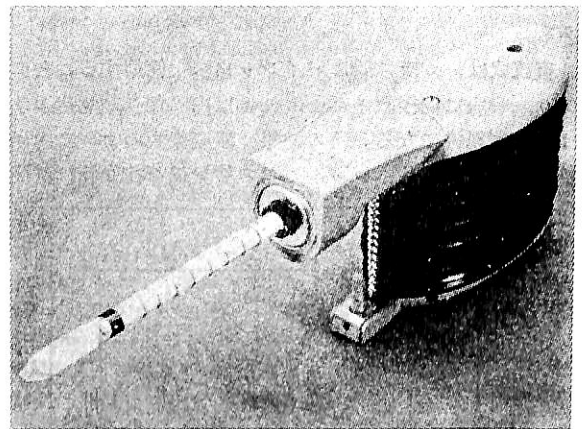


図6-80 ドレーゲル式検知管の使用状態

- 5) 各々の検知管使用方法に決められている回数だけ吸引を繰り返す。吸引は1ストロークで100cm³である。スプリングの戻りによってのみポンプの吸引が行なわれるので人的操作による影響を受けることはない。測定精度を規制する検知管中の空気の流入速度は、製造時に検定されているスプリングの力と検知管の抵抗によって決められている。
- 6) 検知管を取り外し、着色層の指数を読み取る。

55) ドレーゲル検知管取扱説明書，理研計器

56) J. Walton, 「Toxic Gas Detector and Monitoring a Review of Available Techniques and some Comments on the Use of Detector Tubes」, MariChem '79.

ドレーゲル検知管は、現在約150種製造されており、これらにより類似の特性を有するガスへの応用を含めると約400～500種のガスの計測が可能とされている。

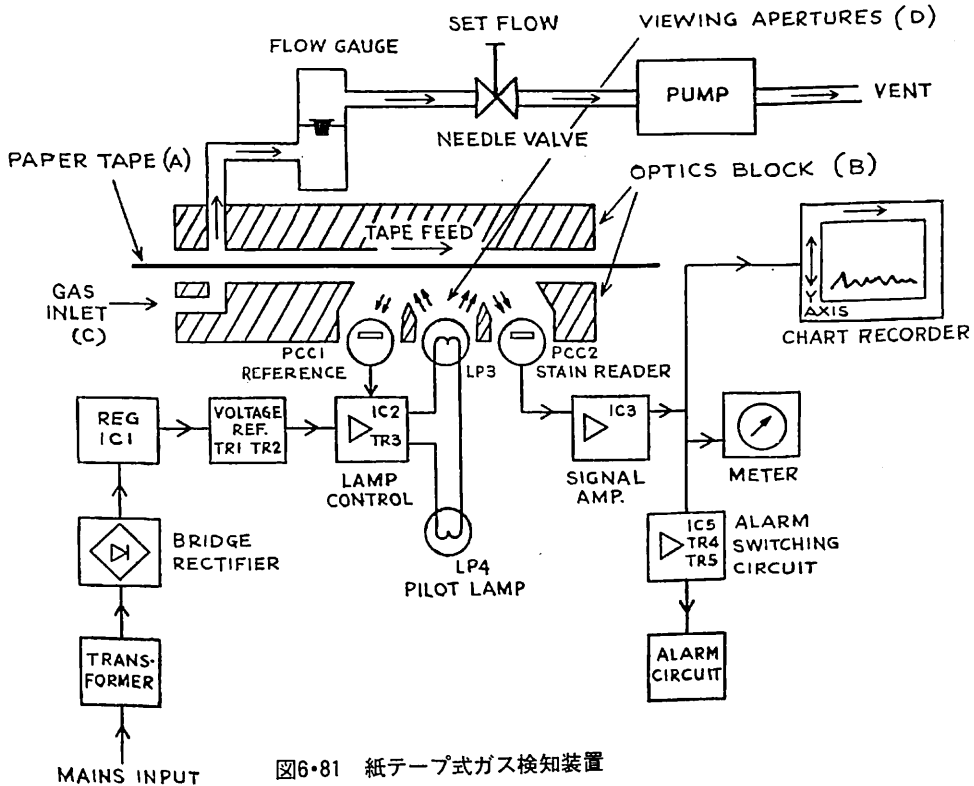


図6・81 紙テープ式ガス検知装置

2) 紙テープ方式⁵⁷⁾

紙テープ方式の一例として英国の J & S Sieger 社が開発した装置を紹介する。本装置は、当初1972年にジイソクアン酸トルエン (TDI) 用のものが開発され、その後、各種の有毒ガス用の検知紙テープが開発されている。その原理は、乾燥したテープにしみこませた試薬によってガス濃度を検出するものであり、検知対象ガスと試薬の反応を利用するという点では、検知管法と同一の範ちゅうに考えられるものである。

紙テープ式検知装置の原理を図6・81に示す。試薬をしみ込ませたテープ (A) は、ピンチローラーにより連続的に検知ブロック (B) 内に引張りこまれる。検知対象区域のガスは、ガス導入口 (C) よりポンプにより連続吸引される。導入された大気中に、テープに含浸されている試薬と反応する成分が含まれている場合、テープには反応による着色線が発生する。この着色部は、計測装置 (D) の個所まで移動する。フィラメント電球からの光線は、2本の光ファイバーを通じてテープの2カ所に

照射される。その1カ所は着色部分であり、もう一方は、着色部との比較の為に利用される非着色部分である。これらの2カ所からの反射光は、それぞれ2個の cadmium sulphide photocell に導びかれる。検知対象ガスにより着色された部分からの反射光は、非着色部分より弱い為、簡単なブリッジ回路により2つの photocell に生じる反射光のアンバランス量、即ち、計測ガス濃度を検知することができる。

紙テープは、プラスチックカセット内に収められ、移動携帯に便利なホルダーを有する。カセット内のテープは約 17mであり、168時間の連続計測を可能にしている。試薬の高感度性からテープの有効期間は、室温に於て約6カ月間とされているが、低温で保管すれば、更に有効期間を延ばすことができる。

本方式は、先のTDIの他、 H_2S , SO_2 , Cl_2 , NO_2 , ホスゲン ($COCl_2$), ハイドラジン, ホルムアルデヒド, アンモニア, アニリン, HCN 等の選別検知に使用実績を有する。

本装置は、従来固定式で使用されるものであったが、最近、軽量小型の可搬式装置も開発された。この可搬式のもの、検知管方式のように計測区域内の一点の瞬間的な濃度計測を行なうものではなく、約8時間以上の連続検知が可能となっているのが特徴であろう。

57) R. W. Brandon, 「Simple and Effective Monitoring of Toxic Cases using Chemically Impregnated Paper Tapes」, MariChem '79.

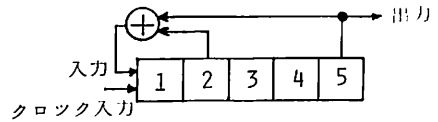
船舶電子航法ノート (34)

木村 小一
(電子航法研究所)

4・10・5 衛星からの送信信号の性質

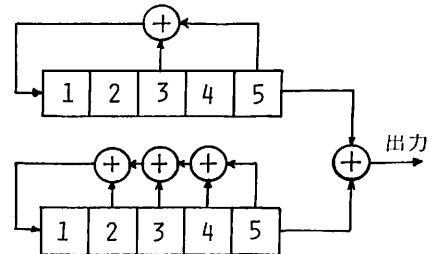
前節で述べた衛星からの送信信号の諸数値をまとめて示したのが第4・30表である。 L_1 の周波数は $10.23 \text{ MHz} \times 154 = 1575.42 \text{ MHz}$ 、 L_2 は $10.23 \text{ MHz} \times 120 = 1227.6 \text{ MHz}$ という関係から選定されているので L_1 と L_2 の比は正しく152対120の互にコヒーレントな(位相関係の一致した)波である。また、衛星からの送信の地上における受信電力(初期段階)もそれぞれ表に示してある。

前項で述べたPNコードはその発生方法にいろいろな手段があるがシフトレジスタという半導体の素子を使って発生することができる。シフトレジスタというのは遅延回路素子の1種で、例えば、第4・110図に示した5段のシフトレジスタではクロックと書いた入力端子にパルス(クロックパルス)を1つ入れるたびに1の内容(2進符号の“0”または“1”)が2に、2のが3にというように1つずつ右側に移動をする。これにフィードバック機構をつけて、このレジスタの出力がまた元の入力に戻るようにしてはじめに全部1を入れておくと、その2進符号の内容はこのレジスタの中をぐるぐるとまわることになる。ところが、このレジスタの途中からも出力をとり出し、それを図に示したように最後段の出力の信号と加算回路で加え合わせて入力回路へフィードバックしてやるとこれがPNコード発生器となる。この場合のPNコードの最長の長さは $2^n - 1$ (n はレジスタの段数)となり、例えば5段のレジスタでは $2^5 - 1 = 31$ ビットごとに同じ符号を繰返すことになる。また、PNコードのパターンは途中からの出力を取出す場所を適当に変えたり、その数をふやしたりして何種類かの変化ができる(図参照)。このようにして作ったPNコードは maximal Sequences (最長系列)あるいは略してm系



第4・110図 m-系列のPNコード発生器

この図は5ビットのシフトレジスタの例で最初に11111の符号を入れ [5, 2] (図の例) [5, 3] [5, 4, 3, 2] [5, 3, 2, 1] [5, 4, 3, 1] [5, 4, 2, 1] の出力を入力にフィードバックすると6種類の $2^5 - 1 = 31$ ビットのPNコードが発生できる。



第4・111図 Gold 符号発生器の例

この5段のシフトレジスタを3つ組合わせたPNコード発生器では上と下の符号を1ビットずつずらせると下の例に示すように31通り(他にそれぞれのレジスタの出力のみを取出せば全部で33通り)の $2^5 - 1 = 31$ ビットのPN符号が作り出せる。

0ビットシフトの場合
 11111000110111010100001001011100
 +) 11111001001100001011010100001110

 00000001111011011111011101000010
 1ビットシフトの場合
 11111000110111010100001001011100
 +) 1111001001100001011010100011101

 0000101010111100001010000110001
 5ビットシフトの場合
 11111000110111010100001001011100
 +) 0010011000010110101000111011111

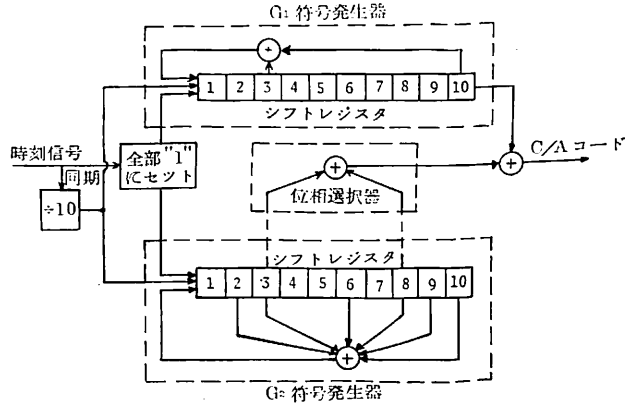
 110111011001011111000011110011

第4・30表 GPSの衛星からの信号

送信周波数	変調のビット速度			信号の地上での受信レベル(初期段階, 最小値)	
	P信号	C/A信号	航法データ	P信号	C/A信号
1575.42MHz (L_1)	10.23Mb/s	1.023Mb/s	50b/s	-163dBw	-160dBw
1227.6MHz (L_2)	10.23Mb/s	(切替で)	50b/s	-166dBw	-

列 (m-Sequences) という。

これに対して、ゴールド (Gold) 符号発生器 (Gold というのは人の名前) と呼ばれる PNコード発生器がある。これはある法則で選出された2つのm系列の符号発生器の出力を第4・111図に示すように加算器に加えてその出力をとり出す方式である。この方法では、このままの形ではPNコードの長さは $2^5-1=31$ と変わらないが、両方の出力を加え合わせるときに図の説明にあるように、上と下のレジスタのコード (の位相) を1つずつずらして行くと、ちがったPNコードのパターンが得られるので、シフトレジスタのフィードバック部の接続を変えなくても、多くの種類のPNコードを作り出すことができる。



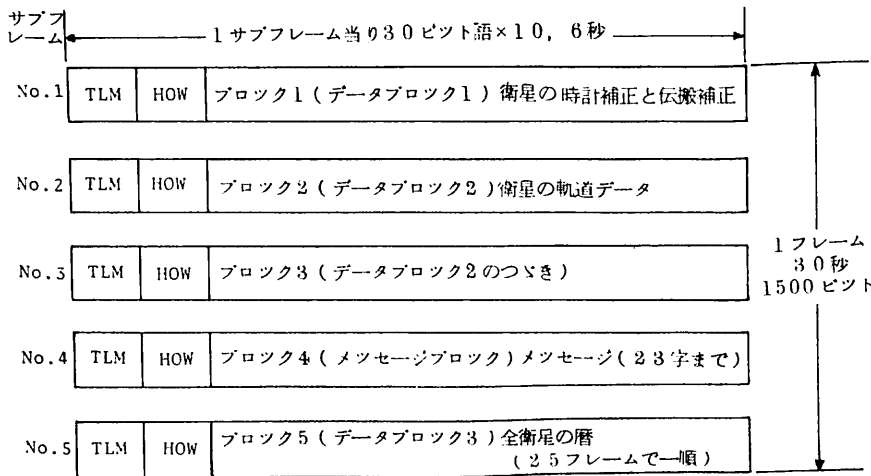
第4・112図 C/A 信号のPNコード発生器

C/A信号のPNコードは、そのビット速さが1.023 Mb/sで、全長が1,023ビット、つまりその長さは1msである。m系列の1,023ビットのPNコードは $2^{10}-1$ であるからこれは10段のシフトレジスタで作出することができるが、衛星別にそのコードを割当てるため第4・112図に示すようなGold符号発生器で作出されている。

P信号はC/A信号の10倍の10.23Mb/sのビット速さをもっている。その発生もまた2つのPNコード発生器をもっていて、その2つの出力を合成するGold符号である。第1の発生器は長さ1.5秒の15,345,000の長さのPNコードを作る。そして、第2の発生器の出力はそれより37ビット長い15,345,037ビットの長さのPNコードである。両発生器は毎週のはじめ、毎土曜日のGMTの0時に同時にリセットされてコードを作りはじめる。もし、この2つの発生器から作られるGold符号はそのリセットなしに動作をするとその合成が毎回ごとに37ビッ

つずつれるので別のパターンが作り出され、267日、すなわち38週余りの長さのPNコードを作り出す能力をもっているから、1週間7日の長さのPNコードを24個の衛星に別々に割当てることは、衛星ごとにその合成の最初の位相をリセット時に変えてスタートさせることによって可能である。こうして、P信号は衛星ごとに独自の7日間の長さのPNコードとなり、(その長さは約 6×10^{12} ビットである) そのコードで変調をされることになる。

衛星からの送信周波数はPコードとC/Aコードをそれぞれ直交位相で2位相に変調し、更にこの両者は50 b/sのデータ信号でも変調をされる。P信号とC/A信号の時計のタイミング誤差は5 ns以下である。L₂信号はPコード(または切換でC/A信号—おそらく初期段階のみ)で2位相変調され、この信号にも50b/sのデータ信号が重畳されている(将来はデータなしのコードで変調されるかも知れない)。



第4・113図 GPS衛星からの送信データのフォーマット (1)

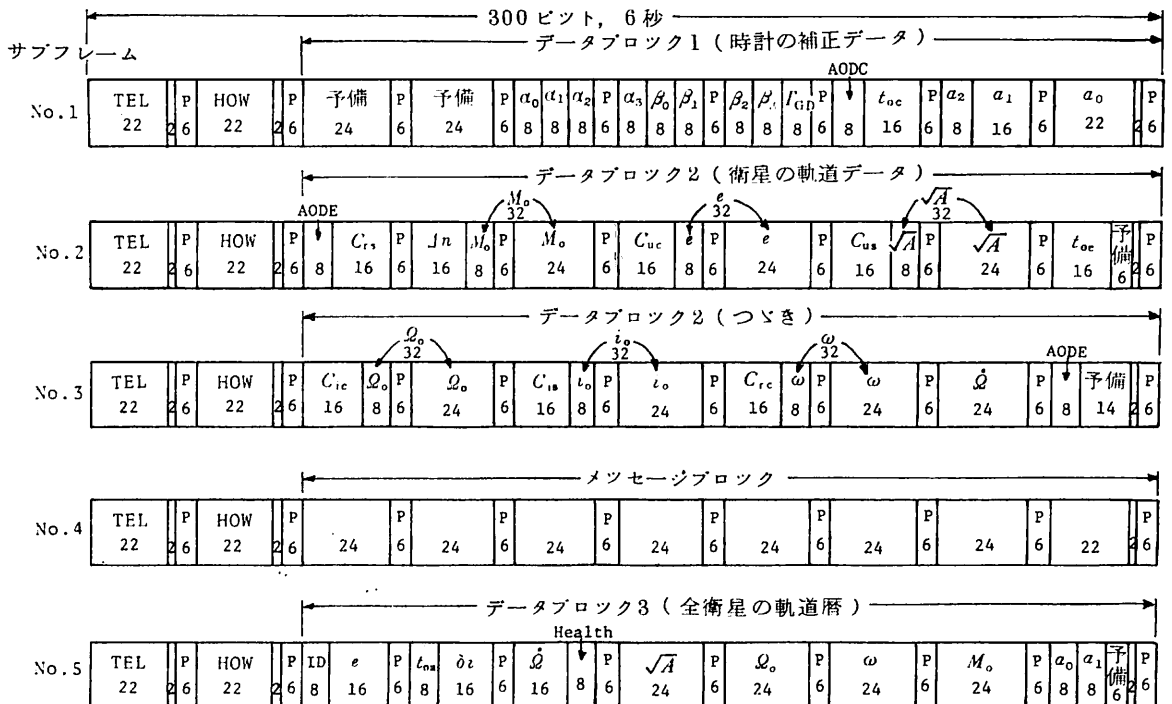
4・10・6 衛星からの送信データの内容

これらの L_1 と L_2 の両周波数の電波の P および C/A 信号に重畳されている 50b/s のデータ信号の内容は、第 4・113 図に示すように長さが 1 フレーム (30 秒) ごとに繰返される全部で 1500 ビットの各種の測位計算に必要なデータである。このフレームは図に示すように 5 つのサブフレームに等分割されている。従って、各サブフレームは 300 ビット、6 秒のデータで構成されることになる。各サブフレームの最初の部分 1/3 の部分は各サブフレームとも同様に、TEL と HOW の 2 つの語より構成されている。また、衛星からのデータ送信のより詳細は第 4・114 図に示してあり、まず、各サブフレームは 30 ビットごとに 10 に区切られ、そのおのおのうちの 24 ビットがデータで、そのあとについている P と記した 6 ビットは Parity (パリティ) と呼ばれ誤り訂正符号である。この 6 ビット符号を使うと、伝送の誤りがある程度まで補正ができる。

TEL は Telemeter, すなわちテレメータ語で、そのデータ部 24 ビットは前置されている同期パターン 8 ビット、テレメータデータ 14 ビットそして最後に情報を含まない 2 ビットに分割されている。このテレメータデータは衛星の状態などを示しているらしいが、航法用受信機では普通は使用されない。この TEL のはじまりが、衛星からの時間信号 (Z カウントという) である。HOW

は Hand Over Word, “手渡し語” とでもいう語であって、これは C/A 信号の捕捉後、このデータを使って、P 信号への捕捉の変換を行なうための情報である。この HOW のうちのはじめの 17 ビットは Z カウントであるつぎのサブフレームの立上りの衛星の時間を示している。残りのビットにはサブフレームの識別番号、無情報の 2 ビットなどである。この HOW はつまりつぎのサブフレームの立上りのときに長い P 信号の PN コードのどの辺りをいま送信しているかを示していると考えればよく、C/A から P 信号への移りかわりは 6 秒ごとの各サブフレームはすべて TEL と HOW を前置しているので、その機会ごとに C/A から P への hand over を行なうことができる。

第 1 のサブフレームのブロック 1 は 1 番目のデータブロックで、ここには衛星上の時計の補正のためのデータと、今後使用される予定になっている L_1 信号のみの 1 周波数用受信機のための電離層 (および対流圏) の電波の屈折効果の補正用パラメータとからなるデータを送信するブロックである。まず、第 4・114 図に示すように 24 ビット 2 語の予備部分があり、つぎの $\alpha_0 \sim \alpha_3$ と $\beta_0 \sim \beta_3$ は電波伝搬補正用に割当てられている部分である。つぎの TGD は L_1 と L_2 信号の間の衛星内の電子回路における信号の遅延時間の差であって、1 周波数受信機でのみ使用されるデータである。この差は 1.5ns をこえないと



第4・114図 GPS 衛星からの送信データフォーマット (2)

推定されているがある係数をかけて大きくして送信は± $5.96 \times 10^{-2} \mu\text{s}$ の範囲が送信され、その最小情報値は約0.46nsである。なお、このTGDを対流遅延を含む補正項としている報告もある。つぎのAODCはAge of Data (Clock) 語であって、時計補正データの新しい古いを示す情報である。これは、つぎの t_{oc} というブロック1の基準時間とこの現在送信中の補正パラメータの推定に使った時間 t_L との差 $AODC = t_{oc} - t_L$ であり秒単位で524288秒(約145時間)を2048秒(約34分)ステップで示している。最後の a_0, a_1, a_2 が衛星上の時計の補正パラメータである。

衛星からの送信を地上で受信するときに、GPSのような精密な時間測定システムで一般相対性理論および特殊相対性理論による時間変化(および周波数変化)を無視することができない。この効果は衛星が利用者とは別の重力場にあり、高速で移動しているという事実にもとづくものである。この時間が変化をするという現象は、(1)固定的な時間および周波数の変化、(2)周期的な変化、の2つに分けて考えられる。前者は衛星の打上げに先立って、衛星上の時計の周波数を予じめその分だけずらせておくことで取除いている。すなわち、10.23MHzの周波数は10.22999999545MHzと0.00455Hzだけ少なくオフセットをしておく。なお、若干の固定的な変化が残るがこれは衛星の軌道の長半径が公称値と一致しないためのものでされている。第2の周期的な変化は同じく衛星軌道が正しい円軌道でないこと、つまり離心率がゼロでないための効果である。初期段階における衛星の打上げおよび管制技術では離心率が0.03程度になることがあるとすると、12時間周期で70nsにも変化をする可能性があるといわれる。さきの a_0, a_1, a_2 の各パラメータは、このような相対性理論による時間の変化も含めて規定できるように考慮をする必要がある。

GPSにはシステムで規定されている時間がある。このGPSシステム時間は協定世界時(UTC)との間の差が100μs以内に保つようにされ、その差は定期的に公表される由である。またUTCでときに挿入されるうる

う秒は衛星の連続使用のためにどのように扱われるかは明らかでない。衛星から送信されるPNコードの位相はこのGPSシステム時間から976μs内に保たれるように配慮されている。このGPS(システム)時間を t 、衛星からのPNコードの位相で表わされる衛星からのメッセージ送信時間を t_{sv} (SVはSpace Vehicleの略)とする。単位は何れも秒である。そして衛星の時計のくるい(オフセット)を Δt_{sv} (秒)とすると

$$t = t_{sv} - \Delta t_{sv} \tag{4.77}$$

となる。この Δt_{sv} は、メッセージブロック1の t_{oc}, a_0, a_1, a_2 を使ってつぎの2次の近似式から求めるようになっている。

$$\Delta t_{sv} = a_0 + a_1(t - t_{oc}) + a_2(t - t_{oc})^2 \tag{4.78}$$

ここで、 t_{oc} はGPSのP信号のPNコードをリセットした土曜日のGMTの0時から測定した秒の数で a_0, a_1, a_2 の値をきめるために任意にきめられた基準時間である。GPS時間は1週間スパンであるから、 $(t - t_{oc})$ が1週間の秒数604,800秒の半分である302,400秒より大きければ、 t から604,800秒を差引き、 $(t - t_{oc})$ が-302,400秒より小さければ t に604,800秒を加え $302,400 \leq (t - t_{oc}) \leq -302,400$ とする。なお、衛星からの t_{oc} のデータは16ビットであるから16秒おきに0~524,288秒の範囲を送信する。 a_0, a_1, a_2 の各パラメータの衛星からの送信データの範囲とその最小桁の値を10進法に換算して(10進法に換算をして例えば60秒を±0.1秒まで示すというような意味である。)第4.31表の左欄に示す。これによって衛星時計の誤差を1ns以下に補正できるとされている。なお、 a_0 などのパラメータには相対性理論の効果を含んでいるが、より良い近似を得るために、各パラメータを後に述べる衛星の軌道要素を使って補正をする数式も用意されている。

$\alpha_0 \sim \alpha_3$ および $\beta_0 \sim \beta_3$ の電波伝搬補正パラメータについては、どのような補正が今後行なわれるかは分らないが、のちに、その一つの考え方と思われるものを示す。

データブロック2は衛星の軌道データを示す情報で、時々刻々の衛星位置を利用者が計算をするためのデータ

第4.31表 衛星時計の補正パラメータ

パラメータ	単 位	データブロック 1			データブロック 3		
		ビット数	送信データの範囲	最小桁の値	ビット数	送信データの範囲	最小桁の値
a_0	sec	22	約± 9.8×10^{-4}	約 4.7×10^{-10}	8	約± 9.8×10^{-4}	約 7.6×10^{-5}
a_1	sec/sec	16	約± 3.7×10^{-9}	約 1.1×10^{-13}	8	約± 3.7×10^{-9}	約 2.9×10^{-11}
a_2	sec/sec ²	8	約± 3.6×10^{-15}	約 2.8×10^{-17}	—	—	—

(注) 最小桁の値として示したのは2進数で送信しているので、最小桁が1ビット上ったときのデータのステップの値を示している。例えばデータブロック3の a_0 の値の有効数字は3桁強であるのに比し、データブロック1の a_0 は有効数字がほぼ7桁半であることを示す。

第4・32表 衛星軌道の6要素

パラメータ	単位	データブロック 2			データブロック 3		
		ビット数	送信データの範囲	最小桁の値	ビット数	送信データの範囲	最小桁の値
基準時間 t_{oe} における平均近点離角 (M_0)	半円	32	$\pm 1 (\pm 180^\circ)$	約 $8^\circ \times 10^{-8}$ (約 $3'' \times 10^{-4}$)	24	$\pm 1 (\pm 180^\circ)$	約 $5^\circ \times 10^{-5}$ (約 0.08")
離心率 (e)	—	32	0.5	約 1×10^{-10}	16	0.03125	約 5×10^{-7}
長半径の平方根 (\sqrt{A})	$m^{1/2}$	32	8192 (長半径にして約 67000km)	約 2×10^{-8}	24	8192 (左に同じ)	約 5×10^{-4}
昇交点経度 (Ω_0)	半円	32	$\pm 1 (\pm 180^\circ)$	約 $8^\circ \times 10^{-8}$ (約 $3'' \times 10^{-4}$)	24	$\pm 1 (\pm 180^\circ)$	約 $5^\circ \times 10^{-5}$ (約 0.08")
傾斜角 i_0 (ブロック 3 は δ_i)	半円	32	$\pm 1 (\pm 180^\circ)$	約 8×10^{-8} (約 $3'' \times 10^{-4}$)	16	$1/3 \pm 0.0625$ ($= 60^\circ \pm 11.25^\circ$)	約 $5^\circ \times 10^{-5}$ (約 0.08")
近地点引数 (ω)	半円	32	$\pm 1 (\pm 180^\circ)$	約 8×10^{-8} (約 $3'' \times 10^{-4}$)	24	$\pm 1 (\pm 180^\circ)$	約 $5^\circ \times 10^{-5}$ (約 0.08")
Ω_0 の摂動項 ($\dot{\Omega}$)	半円/sec	24	$\pm 9.54 \times 10^{-7}$ (約 $\pm 0.6''/\text{sec} = \text{約} \pm 15''/\text{日}$)	約 $1'' \times 10^{-13}$ (約 $7'' \times 10^{-9}/\text{sec}$)	16	$\pm 1.19 \times 10^{-7}$ (約 $\pm 1.9''/\text{日}$)	約 4×10^{-12} (約 $2'' \times 10^{-6}/\text{sec}$)
平均運動の補正值 (Δn)	半円/sec	16	$\pm 3.73 \times 10^{-9}$ (約 $\pm 0.0024''/\text{sec}$)	約 1×10^{-13} (約 $7'' \times 10^{-8}/\text{sec}$)	—	—	—

備考 1. 半円 (Semicircles) という単位は 180° を 1 とする独特の単位でありラジアン の $1/\pi$ に当る
 2. 長半径 A に換算した最小桁の値は実際の衛星軌道をあてはめるとデータブロック 2 で 0.02m, データブロック 3 で 5m 程度となる。

である。このデータブロックは第 4・113 図に示すようにブロック 2 と 3 の 2 つにまたがっており、30 ビット \times 16 (予備 (6 + 14) ビットを含む) におさめられている。このデータブロックの内容は 2 つに大別でき、その第 1 は衛星軌道を示すケプラーの 6 要素とその摂動値を表わす軌道パラメータであって、第 2 は、軌道要素から求めた衛星軌道からの衛星の外れを比較的次数の低い近似式で表現するための係数である。第 4・114 図を参照すると Δn , M_0 , e , \sqrt{A} , t_{oe} , Ω_0 , i_0 , ω , $\dot{\Omega}_0$ が軌道要素, C_{rs} , C_{uc} , C_{us} , C_{ic} , C_{is} および C_{rc} が近似式の係数であり、AODE はブロック 1 と同じようなデータの新鮮さを示す値である。

ケプラーの 6 要素は基準時間 t_{oe} における平均近点離角 M_0 , 離心率 e , 長半径 A , 昇交点経度 Ω_0 , 軌道傾斜角 i_0 および近地点引数 ω で表わされ、平均運動 (平均運動は $360^\circ/\text{周期}$) の補正值 Δn と昇交点経度の摂動値 $\dot{\Omega}_0$ が追加されている。これらのうち 6 要素は図に示すように 2 つの語にまたがって 32 ビットを占めており、 2^{32} つまり 10 桁以上 ($0 \sim 4294967294$) の数値で送信をされている。これらの各パラメータは実際の GPS の衛星の軌道とその打上げ技術並びに衛星の管制技術を考慮して定められ、第 4・32 表左欄に示す範囲および桁数 (何れも 10 進法に換算) で送信されることになっている。 t_{oe} は軌道計算のための基準時間であって、16 ビットの送信により 16 秒おきの任意の時間に設定できる。また、2 か所にある AODE — Age of Data (Ephemeris) — 語はこの軌道パラメータを推定するのに使った最新の測定時間 t_L から t_{oe} までの時間 $AODE = t_{oe} - t_L$ で、ブロック 1 と同様に最高 145 時間余りの間の値を 2048 秒 (約 34 分)

ステップで示している。

これらの軌道要素を使って衛星位置を地球に固定した直交座標系で求める方法は NNS S の場合とよく似ているが、つぎにその概要を示す。まず、2 つの定数を仮定する。その 1 つは地球の重力場を示すパラメータ μ であって、 $\mu = GM$ である。G と M は (4・1) 式に示したとおり、G は万有引力の定数、M は地球の質量で、それぞれの数値も (4・1) 式のところで示してあるが、ここでは新しい側地系である WGS-72 (1・9 節参照) による値として $\mu = 3.986008 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$ を使う。もう 1 つは地球の自転速度 $\dot{\Omega}_e$ で、これも WGS-72 による値で $\dot{\Omega}_e = 7.292115147 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$ である。

長半径 A は \sqrt{A} で送信されてくるので

$$A = (\sqrt{A})^2 \tag{4・79}$$

衛星軌道の周期 T は円軌道のときは $T = 2\pi A^{3/2} / \sqrt{GM}$ ((4・3) 式参照) A は円の半径、であり平均運動 $n = 360^\circ/T = 2\pi/T$ であるから、 $n = 2\pi\sqrt{GM}/2\pi\sqrt{A^3}$ となり、

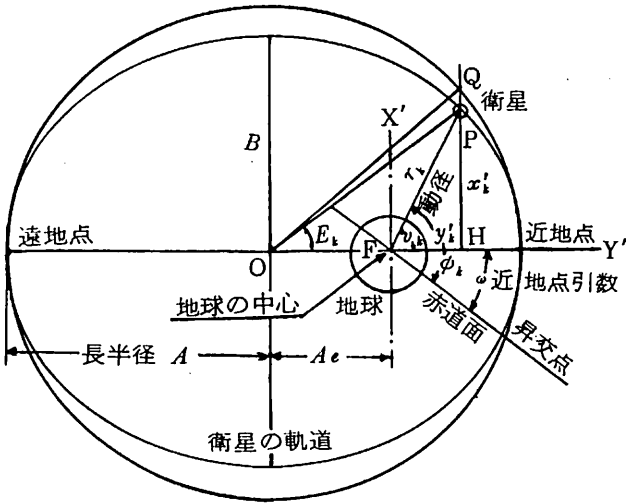
$$n_0 = \sqrt{\mu/A^3} \tag{4・80}$$

が求められる。ここで、 n_0 は平均運動の計算値で、A が半径でなく離心率 $0 \sim 0.003$ 程度の円に近い楕円軌道の長半径であるため近似値となる。(実際の衛星軌道の半径は 26427 ~ 26693 km 程度の変化までを考えてある) そこで、衛星からその補正值 Δn が送信されており

$$n = n_0 + \Delta n \tag{4・81}$$

で補正される。衛星の位置を求める時間 t の衛星から送信されている基準時間 t_{oe} からの経過時間 t_k は次式となる。

$$t_k = t - t_{oe} \tag{4・82}$$



第4・115図 GPSでの衛星位置の計算

ここで、tは送信時のGPS時間で、受信のGPS時間は(距離/光速)で補正をする。t_kは±302,400秒の間にあり、それより大きい小さいときは604,800秒を引くか加える必要がある。時間t_kにおける平均近点離角M_kはt_oeにおけるM_oからnt_kだけ進み、

$$M_k = M_o + nt_k \quad (4.83)$$

ケプラーの方程式よりt_kにおける離心近点離角をE_kとすると

$$M_k = E_k - e \sin E_k \quad (4.84)$$

ここで、eは軌道楕円の離心率である。この式からE_kを求めるにはeが小さいという条件のもとで(4.11)式でも述べたのと同じく、E_k = M_k + e sin M_kと置いてE_kを求め、そのE_kをM_kのところに入れて所要の収束をするまでの繰返し計算を行なう。

第4・115図は第4・7図とほとんど同じ図であるが一部記号が変えてある。基準時間からt_k後にP点に衛星がいるときに、その衛星の軌道面上の位置を地球中心Fを原点し、近地点方向をY'軸としたX'-Y'座標系で求めて(x_k', y_k')であった径とし、∠PFH = v_kとする。動

r_kはr_k^2 = x_k'^2 + y_k'^2である。前に(4.6)、(4.7)式で示したようにx_k' = r_k cos v_k = A cos E_k + Ae, y_k' = r_k sin v_k = A sqrt(1 - e^2) sin E_kとなり、r_k = A(1 - e cos E_k)である。従って、

$$\left. \begin{aligned} \cos v_k &= (\cos E_k - e) / (1 - e \cos E_k) \\ \sin v_k &= \sqrt{1 - e^2} \sin E_k / (1 - e \cos E_k) \end{aligned} \right\} (4.85)$$

近地点と昇交点の間の角が近地点引数omegaであるから、赤道面から動径までの角を緯度の偏角(Argument of latitude)としてphi_kで表わすと、

$$\phi_k = v_k + \omega \quad (4.86)$$

となる。

衛星から送信されてくる6つの補正パラメータの内容およびその数値の概要は第4・33表に示すとおりであって、これらは、緯度の偏角phi_k, 動径r_kそして、軌道傾斜角i_0の補正值として使用されるものである。phi_kの補正はNNSSの場合のdelta E_k, r_kの補正はdelta A_k, i_0の補正はeta_kの補正にそれぞれ相当し、衛星軌道の前後、上下および左右方向の軌道からの外れを表わすことになる。NNSSの場合はこれらは2分ごと(eta_kは4分ごと)の個々の値を送信しているけれども、GPSではある長さの軌道についての近似曲線を作る形で、そのためのパラメータ6個が与えられている。この各係数は、緯度偏角の補正項delta u_k, 動径の補正項delta r_kおよび軌道傾斜角の補正項delta i_kとして、つぎのようにして求めるために使用される。

$$\left. \begin{aligned} \delta u_k &= C_{uc} \cos 2\phi_k + C_{us} \sin 2\phi_k \\ \delta r_k &= C_{rc} \cos 2\phi_k + C_{rs} \sin 2\phi_k \\ \delta i_k &= C_{ic} \cos 2\phi_k + C_{is} \sin 2\phi_k \end{aligned} \right\} (4.87)$$

そして、つぎのような補正をしている。

$$\left. \begin{aligned} U_k &= \phi_k + \delta u_k \\ r_k &= r_k + \delta r_k = A(1 - e \cos E_k) + \delta r_k \\ i_k &= i_0 + \delta i_k \end{aligned} \right\} (4.88)$$

このあと、軌道傾斜角i_kと地球の自転を加味した昇交点経度Omega_kを用いた2回の座標変更によって、衛星の位置は地球の自転に固定をした地心直交座標系上に

第4・33表 軌道楕円からの衛星のはずれを示す係数

記号	内容	単位	送信ビット数	送信範囲	最小桁の値
C _{uc}	緯度偏角(phi_k)のcos 2phi_kの補正係数	rad	16	±6.10×10 ⁻⁵ (約±12.6°)	1.86×10 ⁻⁹ (約0.0004")
C _{us}	緯度偏角(phi_k)のsin 2phi_kの補正係数	rad	16	同上	同上
C _{rc}	軌道動径(r_k)のcos 2phi_kの補正係数	m	16	±1024	0.03125
C _{rs}	軌道動径(r_k)のsin 2phi_kの補正係数	m	16	同上	同上
C _{ic}	軌道傾斜角(i_0)のcos 2phi_kの補正係数	rad	16	±6.10×10 ⁻⁵ (約±12.6°)	1.86×10 ⁻⁹
C _{is}	軌道傾斜角(i_0)のsin 2phi_kの補正係数	rad	16	同上	同上

備考：角度の約12.6°および0.0004"は実際の衛星軌道上での距離に換算をするとそれぞれ約1600mおよび約0.05mとなり、動径の値と見合う。

(x_k, y_k, z_k) として求まる。

まず、第4・115図上で

$$\left. \begin{aligned} x'_k &= r_k \cos U_k \\ y'_k &= r_k \sin U_k \end{aligned} \right\} (4.89)$$

Ω_k は Ω_0 とその摂動項 $\dot{\Omega}$ ，地球の自転速度 $\dot{\Omega}_e$ を用いて、

$$\Omega_k = \Omega_0 + (\dot{\Omega} - \dot{\Omega}_e)t_k - \dot{\Omega}_e t_{oe} \quad (4.90)$$

となり、

$$\left. \begin{aligned} x_k &= x'_k \cos \Omega_k - y'_k \cos i_k \sin \Omega_k \\ y_k &= x'_k \sin \Omega_k - y'_k \cos i_k \cos \Omega_k \\ z_k &= y'_k \sin i_k \end{aligned} \right\} (4.91)$$

が衛星位置である。第4・32表および第4・33表に示した数値は、地上からの距離に換算した衛星の位置誤差を 0.3 m以内とおさえるように設計されている。この各軌道データは衛星上のメモリに予じめ入れてあるデータを使って、1時間ごと程度に新しいデータに入れかえられる。またメモリの内容は当面1日2回程度入れかえらるとされている。

ブロック4のメッセージブロックは英字または数字のメッセージを23字まで送信できるよう設計されているが具体的な内容は未定か、または不明である。

ブロック5には、データブロック3があり、ここでの軌道暦というのは、GPSに所属する全衛星の概略の位置とその衛星の健康状態を知るためのデータを納めてあることを意味する。そこで、このデータブロック3の内容は各フレームごとにつぎつぎに別の衛星のデータを送信するので、GPSに属する24個の衛星に1つの擬似データを加えて、それらが1まわりをするのに25フレーム(12分半)を要するようになっている。

このような軌道暦の送信の目的は2つあり、その第1は、普通の場合に利用者から見える衛星の数は、測位のために必要な個数である4個を大きく上まわっているの、各衛星の概略位置を知ること、最も精度良く測位できる衛星の組合わせを選び出すためである。第2は、

各衛星の位置および移動速度の大略がわかるので、その衛星からの信号をできるだけ速く捕捉をするためのデータ、例えば、その衛星からの信号のドプラ偏移の値を予じめ知って、受信の周波数を予じめそれに近くするなどの前操作に役立てるためである。

このデータブロック3のはじめのIDは衛星の識別番号(Identification No)であって、当面8ビットのうち6ビットを使って0~33の数字を送る。25番目のフレームで送信されるID=0は仮空の衛星のものであり、残り24フレームは24個の衛星のデータである。 t_{oa} はここでの各衛星ごとの暦のための基準時間であって、8ビットということは1週間分を4096秒ステップ(1時間8分余り)で任意の値に表示できる容量である。以下この暦は各衛星の時計の進み遅れと軌道要素の概略値である。

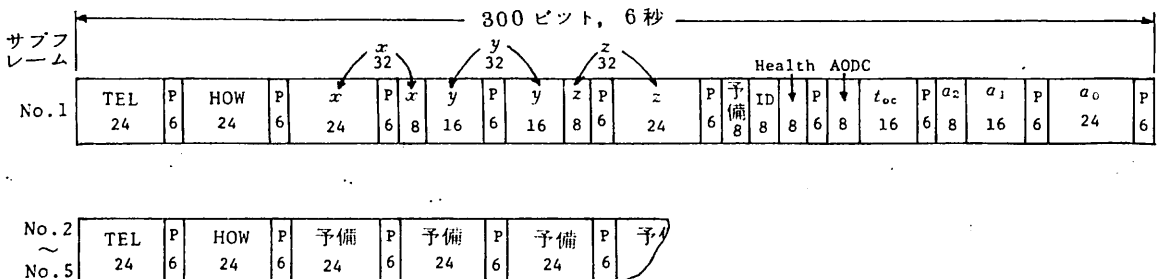
終りの方にある a_0 と a_1 はサブフレーム1の a_0 と a_1 の概略値に相当し、その情報量などは第4・31表の右欄に示してあり、この場合、 $a_2=0$ と考へてある。 t_{oc} と t_{oa} は同じでないので、(4・78)式は

$$\Delta t_{sv} = a_0 + a_1(t - t_{oa}) \quad (4.92)$$

でおきかえる。

軌道データの方は有効桁数の少ない $M_0, e, \sqrt{A}, \Omega_0, \omega, \dot{\Omega}_0$ と δ_i が送信され、 Δn と補正項は省略されている。軌道傾斜角の i_0 の代りに送られている δ_i は公称傾斜角 60° (0.3333333333333333半円)からの差を表わしており、少ないビット数でより多くの情報を送るための配慮である。この各パラメータの値の精度などは第4・32表に併せて示してあり、1週間までの間であれば全衛星の位置を約3000~6000mの誤差で求めることができる。“Health”は衛星が十分精度良く利用できるかどうかを示す情報である。

前述したとおり、この暦の利用法の1つは、衛星からの信号の捕捉を速くするためである。ここでの時計の補正值と軌道予測値を使うと、その補正值が1週間をこえ



第4・116図 YUMAの逆レンジにある擬似衛星の送信データフォーマットサブフレームNo.1のみでデータを送り、No.2~No.5はTELとHOWを除けばすべて予備でそこでは0と1を交互に送信している。

る古いものであっても、P信号のPNコードを1000ビット以内、C/A信号を100ビット以内にその範囲を予測できることが可能であって早期捕捉に有効に使用されられると思われる。なお、暦のデータは毎週1回程度入れかえられと見られている。

以上述べた衛星からの送信メッセージの内容は第1段階での暫定的なものであって、今後若干の変更が予想されている。その主な変更の予想はつぎのとおりであるとされている。

- (1) 電離層遅延のパラメータ α , β の確定
- (2) パリティの前に何か所かある情報を含まない2ビットをデータ用に転換する。これによって、例えばメッセージブロックでは1字分(計24字に)情報がふえる。
- (3) TELとHOWの若干の変更。
- (4) Health語の修正。など

なお、現在 Yuma の逆レンジ試験場に置かれている地上の擬似衛星は軌道データを送る要はないので第4・116図に示すようにサブフレームNo.1のみをデータ送信用に使用し、No.2～No.5のサブフレームはTELとHOW

を除いて全部予備となっている。No.1サブフレームのx, y, zは擬似衛星の位置を示す地心直交座標系の座標値(32ビット, 0～1,680,000km, 0.0078mステップ)である。

追補：第4・29表の訂正と補足

衛星の打上げ表を見ると1978年10月6日に該当の衛星の打上げはなく、7日にアメリカから無名の衛星が打上げられている。従って、NAVSTAR 3の打上げは確認できない。1978年12月10日にNAVSTAR 4(1978-112A)が打上げられている。

■1978年版船舶写真集■

内容は1975年以降1978年3月迄の竣工船を252隻選び写真と要目を掲載 主要船舶の一般配置図30隻分収録
体裁 B5判 251頁 上ビニール装 ケース入
定価 3000円(送料200円) 振替口座東京 3-70438

株式会社船舶技術協会

6月下旬、待望の発売

船体関係図面の見方

橋本/師岡/軍司/川原共著
予価 4800円(〒200)

◇実際に完成された船舶の状態を図面に画いた完成図は、船を理解するために、その後の工事の際にも航海士にとって最も重要な図面となる。本書は、船体関係の図面を見るのに必要な製図の基本・図面の一般知識・造船用図面の実際を詳細に解説する。記号・略号の一覧表で用語集としての利用も可能!

実用機械工作

◇香良光雄著 鋳造・塑性加工・熱処理・切削加工・溶接・材料の試験と検査など機械工作の実際的方法を、図面、図表、写真をとり入れ基礎事項から要説。A5判・288頁 定価3500円(〒200)

新訂 金属材料の基礎

◇長崎正著 参考例として船舶および機関に関係する材料をとりあげて、金属材料学全般から表面処理・非破壊検査・腐食と防食まで幅広い基礎修得を配慮。A5判・322頁 定価3000円(〒200)

新しい海洋科学

◇能沢源右工門著 海洋開発が一段と注目されている。本書は、海水の性質・海流・波・潮汐と潮流など海洋についての基本知識を誰にもわかるように解説。A5判・238頁 定価2800円(〒200)

海洋法の知識 資源をめぐる対立と秩序

◇高梨正夫著 来年に条約成立を予定される海洋法を、現段階における海洋法会議の条約構想をもとにはじめて全面解説。最新資料で海洋問題の動向を示唆。A5判・248頁 定価1800円(〒200)

■はじめて出た船舶無線艙装手引書

船舶無線艙装

熊田渡一著 定価4800円

◇運航時の厳しい条件と諸規定が複雑に絡みあう船舶無線艙装問題を、艙装設計上の基本的要点・工事上の具体的注意点から法令上の問題点・法定検査・完工に至るまでわかりやすく体系化したはじめての書。特に、メーカー等のデータ・図版を最大限収録して、実務指針として役立つように配慮してあります。(A5判・380頁・送料200円)

海事総合図書出版・目録進呈
振替口座(東京) 7-78174番

成山堂書店

東京都新宿区南元町4-51(成山堂ビル)
(〒160) TEL03(357) 5861(代表)

中速艇の一設計法(4)

大隅 三彦

§ 6 てい増速力試験について

1) 連続的な物理現象の計測法

連続的な物理現象を計測して求めたい場合、一つの手段としてその現象が起りうる広範囲にわたって4点以上の代表点を計測点置してみる。それらの計測置点には計測誤差が含まれているので多少のバラツキはあるが、それらの置点を通るか又は近くを通るフェアカーブが求めようとした連続現象を表している曲線であると考えるのが普通である。しかし個々の計測点は出来るだけ精度よく求めなければならない。即ち目的とする曲線を書くための手段として、4点以上の点を計測するのである。

2) てい増速力試験

イ) プロペラの回転数は最低回転数から最大回転数まで連続して変えることができるので、これに対応して主機の出力、および船速も連続して変る。1)の方法でこの三者の相互関係曲線を求め、設計時の推進性能予想曲線と比較して合っているかどうか、又、得られた実測曲線から読みとって契約通りの推進性能が得られたかどうか検討するのが、てい増速力試験の目的である。プロペラ軸が2軸以上の場合、全軸航走と減軸航走とそれぞれについて試験をする。尚、可変ピッチプロペラを装備した艇の場合は翼角を変えて同様な試験をして、プロペラ特性曲線を書く為に計測点が非常に多くなる。

もし予想曲線が実測曲線と合わなかった場合には原因を究明して修正方法を考え、将来の設計参考資料としておかなければならない。

速力試験運転で計画よりも速力が出たと自慢する声聞くことがあるが、それは予想が間違っていたことを自ら認めたことになる。予想曲線と実測曲線が重なるのが理想である。

ロ) 準備すべきもの

- | | |
|-----------------|----|
| (a) 標柱間航走時間計測装置 | |
| ストップウォッチ | 3個 |
| (b) 主機回転数計測装置 | |
| ハスラー又は瞬間回転計 | 1個 |

電磁カウンター 各軸につき1個
 検出部はプロペラシャフトにとりつけ、カウンター部は操舵室にそなえる。

- | | |
|--------------|---------|
| (c) 燃費計測装置 | |
| メスシリンダー又は流量計 | 各機につき1個 |
| ストップウォッチ | // 1個 |
| (d) 標柱見通し装置 | |
| 7倍程度の双眼鏡 | 1個 |

ハ) 計測方法

- (a) 2軸以上の場合、ハスラー又は瞬間式回転計を用いて3回以上計測し、各軸の回転数の差の平均を1%以内に調整する。
- (b) 指揮者は双眼鏡を用いて標柱を見通し、入った時と出た時は「用意ター」の号令を出す。
- (c) その号令で航走時間計測ストップウォッチと電磁カウンターの接、断を行なう。
- (d) メスシリンダー又は流量計とストップウォッチにて燃費を計測する。

ニ) 計測値の整理

- (a) 航走時間はストップウォッチ3個の読みとり平均とし、四捨五入して単位以下1位にとどめる。尚、大きな差のあるストップウォッチの数値は捨てて、残りのものの平均をとる。
- (b) 速力は標柱間距離を航走時間で除して、ノットに換算し、四捨五入して単位以下2位にとどめる。往復の平均値は同じく四捨五入して単位以下1位とする。
- (c) 毎分回転速度は電磁カウンターの読みを航走時間で除して求め、四捨五入して単位にとどめる。
- (d) 燃費計測値と主機回転速度から推定出力を計算する。出力は四捨五入して単位にとどめる。

ホ) 記録様式

一般記事、てい増速力試験成績表、てい増速力試験成績曲線、可変ピッチプロペラ特性曲線を示しておいた。

3) 注意事項

- イ) 艇の状態(排水量、トリム)は艇の実際就航状態に近いこと。

一般記事

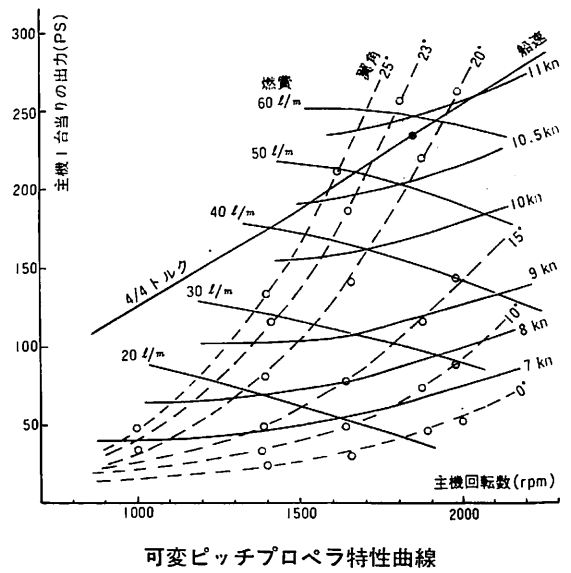
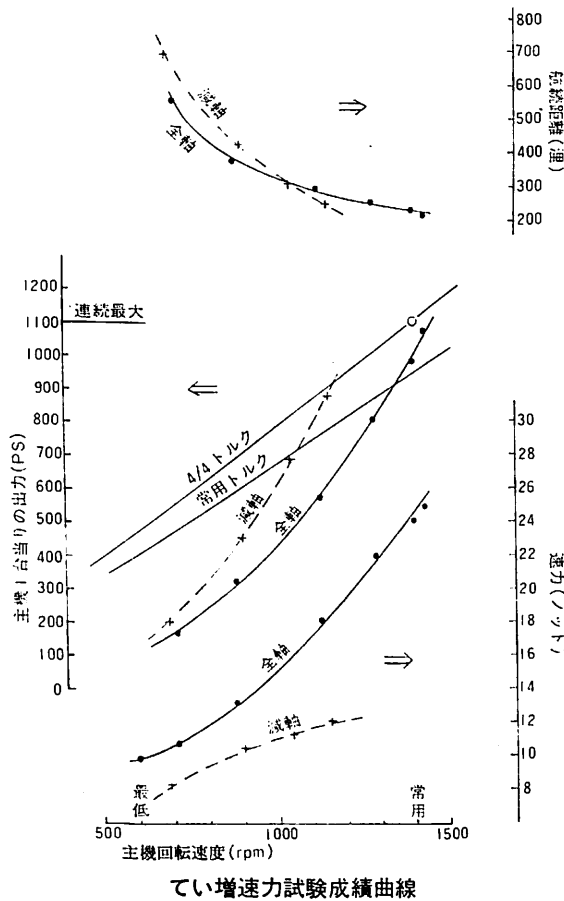
施行回数			第 1 回	第 2 回	第 3 回	第 4 回		
試験種類								
立 会 者								
施 工 年 月 日								
出 港 時 刻			時,分					
入 港 時 刻			時,分					
使用した標柱の名称								
標柱間航走時の水深			米					
喫水、トリム、ヒール、排水量など	出 港 時	前部喫水	左舷 右舷	"				
			平均	"				
		後部喫水	左舷 右舷	"				
			平均	"				
		トリム	"	()	()	()	()	
		ヒール	度					
		排水量	トン					
		相当喫水	米					
	海水の比重							
	入 港 時	前部喫水	左舷 右舷	米				
			平均	"				
		後部喫水	左舷 右舷	"				
			平均	"				
		トリム	"	()	()	()	()	
ヒール		度						
排水量		トン						
相当喫水		米						
海水の比重								
プロペラ	翼 数 , 型 式							
	直径×ピッチ比×展開面積比							
	回転方向(船尾から見て)							
主 機	出力×回転速度 (PS)×(rpm)	連続最大						
		計画常用						
	プロペラ軸, 減速比							

- (注) イ) 試験種類は、全軸航走、減軸航走、等を書く。
 ロ) トリムの () 内には、計画トリムを引いたものを書く。
 ハ) プロペラ型式は、固定ピッチ、可変ピッチの別および翼断面形状として円弧型、トルスト型、等を書く。
 ニ) プロペラ、ピッチ比は、可変ピッチの場合は基準ピッチ比を書く。

てい増速力試験成績表

試験種類	入柱時刻	標柱間航走			回転速度				推定出力	海上模様	潮流	風相・風力	当能	トリム変化	プロペラ遊転	主機の燃費	燃料の温度	備考	
		距離	時間	速度	主機		プロペラ												PS
					計	機	機	機											
最低力	時分	米	分秒	ノット	rpm	rpm	rpm	rpm	左	右	左	右	ノット	米/秒	方向度	左	右	°C	
	平均																		
1/8	時分																		
	平均																		
1/4	時分																		
	平均																		
1/2	時分																		
	平均																		
3/4	時分																		
	平均																		
4/4	時分																		
	平均																		
過負荷	時分																		
	平均																		

(注) イ) ※1には、使用した回転計、例えばハスラー、瞬間式、等を書く。
 ロ) ※2には、使用した回転計、例えば電磁式カウンタースター式と書く。
 ハ) プロペラ遊転の項は、減速航走の場合に非遊転軸を固定したか、遊転させたか、又可変ビッチの場合、さらにビッチ角も書く。
 ニ) 当能は、舵項にて測るの原理であるが、舵角指示器で読んでもよい。
 ホ) 備考には、最低力の場合は、流木テストとか、又可変ビッチの場合は、使用したビッチ角を左舷、右舷夫々に書く。
 ヘ) 本書は2軸艇の場合を示したが、1軸艇などはこれにならう。



軽い排水量で速力試験をして引渡すと、就航後に速力低下が大きいと苦情をいわれることがよくある。速力試験時の排水量やトリムについて仕様書に明記されている場合は、それに従うべきは当然であるが、試運転出航時の状態（排水量、トリム）は完成満載状態とするのが実際である。又、木造船（アルミ骨木皮艇も含む）は、さらに新造完成時における船殻木部重量の10%¹⁾を加えた排水量とする。中速艇の載貨重量はあまり大きくなるから、バラストを積むことによってこの状態を作るとは困難でないと思う。従って速力試験の前に完成重心試験をして完成重量重心計算書を完成しておく必要がある。速力試験に乗る人間の体重や計測器具の重量は、なるべく実測して排水量に算入することを忘れてはならない。小さい艇では速力試験に乗る人間の重量だけで、載貨重量を越えることもあるがその場合には人員を最少限にしぼって試験をする。速力試験時の状態を算出する場合や喫水計測時の人員配置は、速力試験時の配置に近い状態で足止しておく。そして、ねらった排水量に対して±1%以内、トリムは±0.2%以内に艇の状態を調整

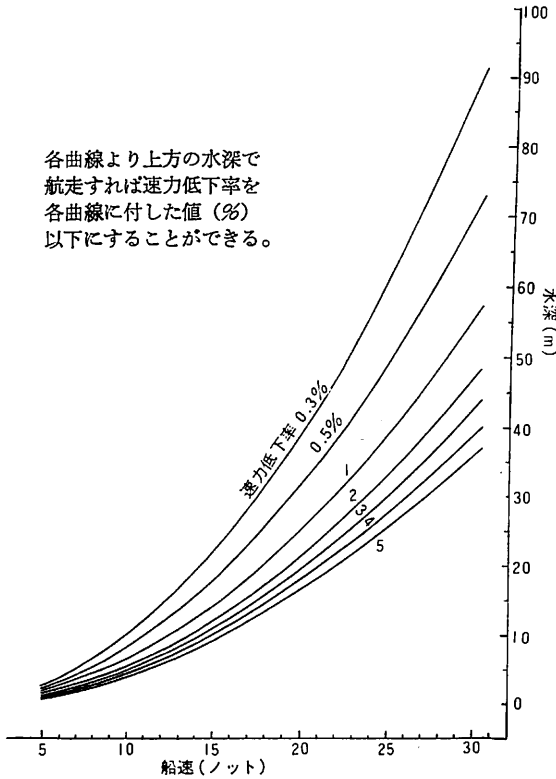
する。これは状態変化が抵抗変化に及ぼす影響を約±2%以内におさえたいためである。

- ロ) 船底およびプロペラ翼は清浄であること。
- 船底粗度の抵抗増加におよぼす影響や、プロペラ翼の汚損がプロペラ単独効率におよぼす影響²⁾は、非常に大きいので充分注意しなければならない。
- ハ) 試験海域は充分な水深であること。

第33図³⁾は充分深い水深での速力に対し、その0.3%~5%の速力低下を生ずる水深(m)との関係を示すものである。これを用いて速力試験時の速力低下を許容値以下にする為の水深を求めることができる。たとえば、予想試運転最大速力25ノットの場合、速力低下を0.5% ($25 \times 0.005 = 0.13$ ノット)以下におさえないなら、横軸25ノットの点に立てた垂線と0.5%の曲線の交点に対応する縦軸を読めば水深49.5mとなり、これより深い水深で走ればよい。又、速力低下量(又は低下率)の許容値を与えれば、マイルポスト沖の水深はほぼ決っているから、そのマイルポストで試験の出来る最大速力を求めることができる。あるいは又、ある水深のところで速力試験をした場合、浅水影響により速力低下率が何%位になったかを求めることもできる。

- ニ) 公認マイルポスト以外の仮設マイルポストを設立する場合の距離は必要且つ充分なものであること。

第34図⁴⁾は速力計測誤差0.3, 0.5, 1.0%を生ずるマイルポストの距離を示すものである。これを用いて速力試験時の速力計測誤差を許容値以下にする為のマイルポスト距離を求めることができる。たとえば、予想試運転最大速力25ノットの場合、速力計測誤差を0.5%以下に



第33図 水深と速力低下率

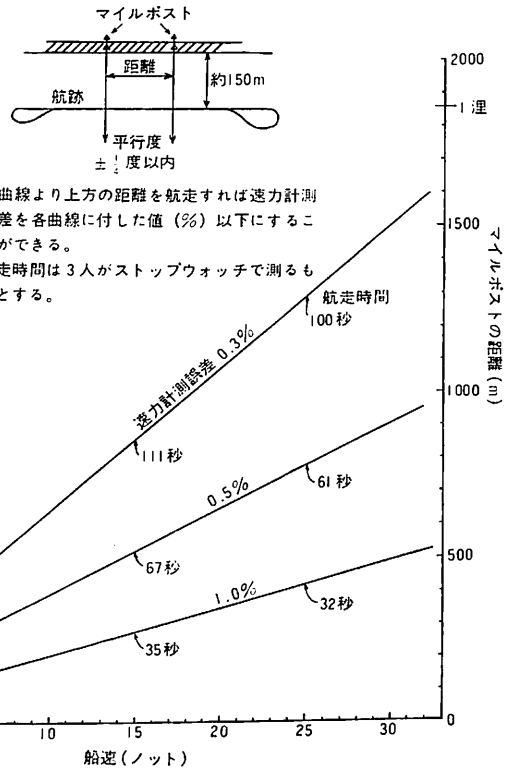
おさえたいなら、横軸25ノットの点に立てた垂線と0.5%の線の交点に対応する縦軸を読めば775mとなり、これより長い距離のマイルポストを使用すればよい。又、マイルポストの距離が判っている場合、速力計測誤差の許容値を与えれば、そのマイルポストを使用できる最大速力を求めることができるし、あるいは又、速力に応じその計測誤差が何%位あるかを求めることもできる。

ホ) 推進性能予想曲線を持って行き、直ちに計測点を点置してチェックすること。

一往復毎に主機の回転数、速力、推定出力の各平均値を予想曲線上に点置し、フェアカーブより大きくかけはなれた点があれば、計測違いか、計算違いであるから、その場でチェックしてみても、もし計測違いのようなならば、直ちにもう一往復やり直さなければならない。試験が終わって設計室に帰って来てから計測違いを発見しても手遅れである。予想曲線よりかけはなれていても計測点がフェアカーブとなっていれば大過なく計測計算できたものと認めてよい。予想曲線が実測と合わなかったものであるから、実測曲線に合うような修正方法を考え直す必要がある。

へ) 計測時の回転数は最低回転数より最大回転数に渡り、且つ適当な間隔であること。

全航走の場合は最低回転数と1/4との間隔が開きすぎ



第34図 マイルポストの距離と速力計測誤差

るので、1/8附近にもう1点追加するとフェアカーブを引き易い。即ち最低回転数、1/8, 1/4, 1/2, 3/4, 1/4, 11/10, 相当回転数附近の判り易いラウンドナンバーで、合計7点選定すればよい。速力試験時の回転数は陸上運転時のそれに合せる必要はなく、その附近に整定させればよい。

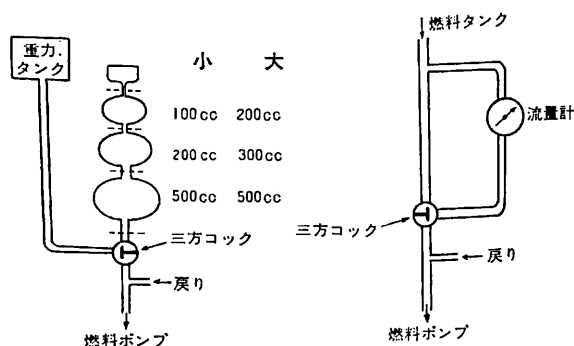
減軸航走の場合は、1/4トルクを越えないように注意しながら適当間隔で4点、判り易いラウンドナンバーの回転数を選定すればよい。可変ピッチプロペラを装備した艇の場合は、プロペラ翼角と回転数をそれぞれ変えて全部で24点以上計測点置しないと、プロペラ特性曲線は書きにくい。

ト) 実測回転速度 (rpm) には積算回転数を航行時間 (秒) で除したものをを用いること。

マイルポスト航走中、回転を積算させ、それを航行時間で除すことにより航走中を通じての平均毎分回転速度が得られる。船速もマイルポスト航走中の平均速力を測ったのであるから、これに対応したものであり合理的である。積算回転計は高速エンジンには付いていないので、プロペラシャフトから取り出して、光電子スイッチ式電磁カウンター(高価)、又は、磷青銅ブラシ式電磁カウンター(安価)を使用するのが实际的である。その精度はストップウォッチの3人平均の場合で±0.26%⁴⁾、2人平均で±0.32%である。

チ) 燃料消費量の計測はマイルポスト航走中なるべく長時間に渡って行うこと。

船速、平均回転速度ともにマイルポスト航走中の平均値を求めたものであるから、それらに対応する主機出力も同様な平均値を求めたい。その手段として燃費を計測するのである。図示のようなメスシリンダーを各主機に付1組装備する。艇が入柱直線コースに入り、回転数や船速が整定したら入柱直前から燃費計測を始める。即ち三方コックを操作して重力タンクより燃料をメスシリンダーに移し、首の所の目印を通過する時間を計測し l/h に換算し記録する。マイルポスト航走中連続して測れるよう、又は、その間に15~20秒の計測が2回できるように適当にメスシリンダーの玉を使い分ける。図示の小ならば100cc、200cc、300cc、500cc、700cc、800ccと6通りに使い分けられることが出来るので20~450 P Sまで使える。又、大ならば200cc、300cc、500cc、800cc、1000ccと5通りに使い分けられるので40~1000 P Sまで使える。メスシリンダーの代りに流量計を用いてもよい。いずれの方法でもその精度は $\pm 0.5 \sim \pm 1.0\%$ と思われる。



尚、比重換算の必要上、燃料温度も計っておく。

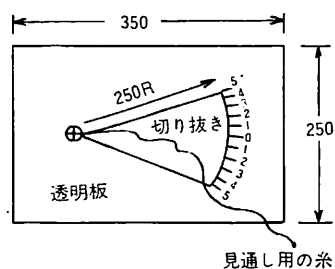
リ) 流木試験時には、なるべく風を真横から受けるように往復して平均値をとること。

最低回転数や $1/8$ の速力が低い場合は流木試験をすることがあるが、中速艇は一般に風圧側面積比が大きく特に低速時には風圧の影響が大きいため注意を要する。尚、流木は舷側ウエーキの外になるよう、見通しに差支えない範囲で遠くに投げること。

ス) トリム変化の計測に慣性力の影響が入らないよう考慮すること。

航走中はピッチングするので、振子式や水準計式の傾斜計は実際の角度より大きく振れるので使用できない。図示の様な測角板を自作して使用するのが簡便である。即ち、艇が停止中に水平線を見通して角度0になる如く測角板を操舵室の横窓にセロテープ等で張付ける。航走中に糸を手を持って水平線を見通すとピッチング周期で

角度が変化するが、しばらく計ると大体の平均値が判ってくる。



ル) 当舵、相対風向風力もマイルポスト航走中の平均値を計測すること。

マイルポスト航走中しばらく見ていれば平均値の見当がつく。手持式風速計の場合は船首部のように周囲に邪魔物がない所で計る。相対風向は試運転旗の流れる方向を目測する。

オ) 潮流の流速は一般に判らない場合が多いので、せめて相対方向を記入する。

ワ) 減軸運転時には非運転軸を遊転させてもよいか、固定しなければならぬか調査しておくこと。

主機を止めると潤滑油が止るので、プロペラシャフトが遊転するとクラッチが焼ける恐れのある機構のものがある。主機メーカーと十分協議して遊転止が必要なら完全に掛けること。又、遊転させる場合はスタンチューブの前端グラウンドに注入する海水は、運転している主機から取出して遊転軸に注入すること。

カ) 計測値の整理に当っては有効数字に注意すること。

1mm目の方眼紙に点置できないような細かい数字を出しても実用上無意味である。

ヨ) 個々の計測精度は、余りかけはなれないこと。

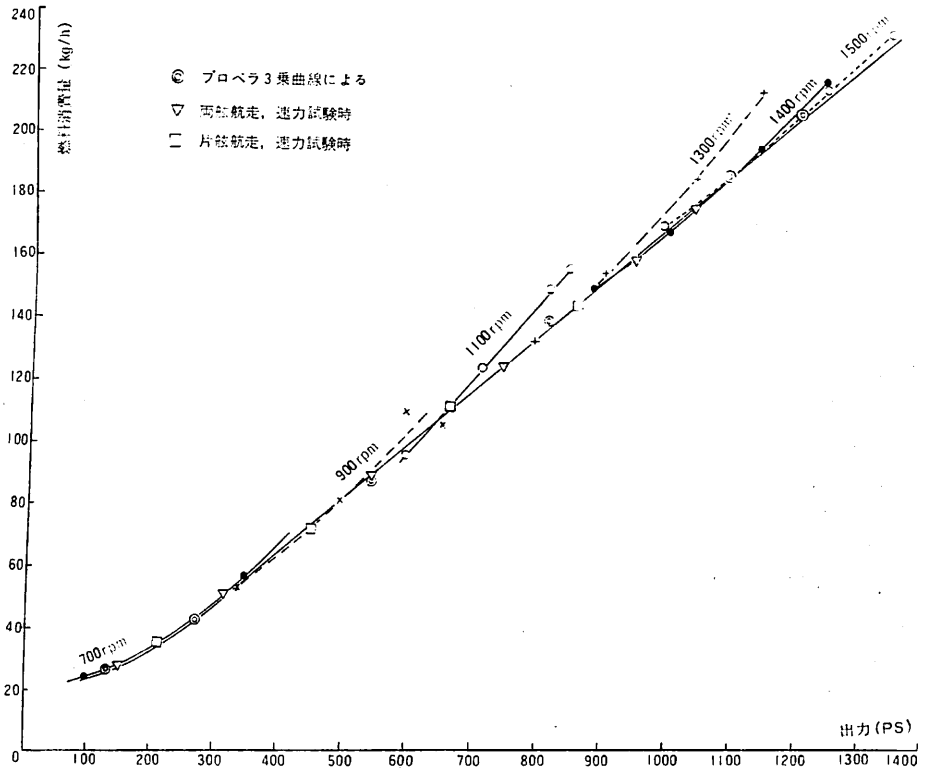
最も悪い精度のものによって全体の精度が支配されるので個々のものは0.5~1.0%程度をねらって計測するのが実際的である。

4) 主機出力の推定

基本設計時には速力と主機出力との関係を最も問題にしておきながら、速力試験では速力と回転数は直読できるので、そのみに関心を払い主機出力を問題にすることを忘れがちである。主機出力を何らかの方法で実測するかあるいは推定しないと、設計時の予想曲線と速力試験時の実測曲線との照合は出来ない。

イ) トーションメーターを使い軸出力を計測する方法

普通には磁歪式あるいは抵抗線歪計式のトーションメーターを使用するが高価である上にプロペラシャフトが非鉄金属の場合は、そのネジリ剛性を実物実測しなければならず、簡単には実用しにくい。



第35図 陸上運転
力率曲線
燃料消費量～出力(回転
速度, パラメーター)

ロ) 陸上試験結果を使用する方法

(a) 速力試験時に排気温度を計測し、陸上運転の排気温度～出力の関係曲線を使用して出力を推定する方法
これは計測誤差が大きく、大約の見当をつける程度にしか使えない。

(b) 速力試験時に燃料消費量を計測し陸上運転の燃料消費量～出力関係曲線を使用して出力を推定する方法
燃費はメスシリンダー或は流量計を使用すれば、割合安価にしかも精度よく計測できる⁵⁾ので推奨できる。

速力試験時にできるだけ精度よく燃料消費量を計測し l/h に換算する。この油量 (l/h) を重量 (kg/h) に換算するには、あらかじめ温度および比重の詳細な検定表を求めておくか、温度による修正実験式を用いて速力試験の油の温度に相当する比重を求めて乗ずる。比重の温度による修正実験式⁶⁾は

$$\gamma_{t_1} = \gamma_{t_0} - 0.00065 (t_1 - t_0)$$

γ_{t_1} : 温度 t_1 における比重

γ_{t_0} : ある温度 t_0 における実測比重

第33図は陸上力率試験結果であり、これを使用すれば速力試験時の回転数 (rpm) と燃費 (kg/h) より出力 (PS) を推定できる。図中▽は両舷航走、●は片舷航走の場合である。さらに出力は燃料の発熱量に正比例するとして修正する。従って速力試験時に使用した燃料の比重 (15℃における) と発熱量を油屋から必ずとりよせておかなければならない。

さて陸上では力率試験は各基毎には行なわず回転速度は連続最大出力に対する出力比の3乗根に比例して変化させて5点程度を計測するのが普通であるが、それらを点置したのが第35図の◎であり、この点を結んだ曲線を使用した出力を推定してもプロペラ設計点に大きな誤差がなければ大差はない。精度は1～2%程度である。

ハ) 第13図とYチャートを使用する方法

プロペラ要目と速力試験時の回転数～速力の関係が判っているから §4-4) の方法で計算する。但し船底は清浄であるから第13図の∞の自航要素 (第4図と同じもの) を使用する。

参考文献

- 1) 舟艇協会, 設計委員会, 設計基準小委員会
軽構造木船における飽和吸水量の標準, 昭和37年3月
- 2) 山縣昌夫, 翼面の粗度が推進器の性能に及ぼす影響
船舶試験所研究報告, 昭和26年1月
- 3) 森田知治, 水深と中速艇の速力低下率について, 海上保安庁船舶技術部技術課参考資料, 昭和46年8月
- 4) 三宅教雄, 中速艇の速力試験のやり方およびその2, 3の誤差についての一考察, 海上保安庁船舶技術部技術課参考資料, 昭和45年10月
- 5) 岡部忠雄, 燃料消費量の測定, 内燃機関, Vol. 15, 1976, 臨時増刊, 内燃機関の実験と予測 (I)
- 6) J I S F 0801 - 1968 海上試運転機関部試験方法

安全で抜群の消火力をもつ ハロン1301消火剤

1. 船舶用ハロン1301消火剤の動向

ハロン1301消火剤は、すでに陸上の諸施設、航空機等に広く使用されているが、わが国では船舶用には法的に認められていないため殆ど使われていない。

しかし欧米諸国では、船舶、海洋構造物等に対しても使用を認めている国が多く、その安全で抜群の消火力のため、従来の炭酸ガス消火装置等に代替して、二、三年前より、RO/RO船やタンカー等にさかんに採用されてきた。わが国で建造された輸出船でもいくつかの実績がある。

このような動向に対応して政府間海事協議機関（IMCO）は国際的に技術基準を統一しようとしており、昨年1月にはすでに「機関区域に対する設置基準に関する勧告案」がまとめられ、ことし11月のIMCO総会ではこの基準を正式決定し、各国にハロン消火装置導入を可能にするよう勧告することになっている。

わが国においても船舶用にハロン1301消火剤の使用を望む声が強く出されており、IMCOの動きにも対処するため昨年4月に日本船用品検定協会が事務局となって「ハロン消火装置委員会」が発足、監督官庁の運輸省をはじめ造船、海運、消火設備、ハロンガス製造の各業界が参加して1年間にわたって検討を続けてきた。その結果このほど船舶用のハロン消火装置に関するわが国独自の技術基準案と検査基準案がまとまった。

運輸省船舶局でも「IMCOの勧告が出れば、ハロン消火装置を省令の形で二酸化炭素消火装置と同等のものとして扱うことになるだろう」としているの、わが国も欧米諸国と同じように、船舶向けにハロン1301消火装置が大いに利用されるようになるものと期待されている。

以下ハロン1301の消火剤及び消火装置についての特長、適用状況等の概要を述べる。

2. ハロン1301消火剤

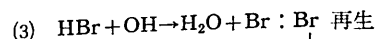
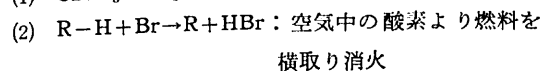
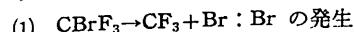
1) 物理的性質

ハロン1301は低沸点で無色の液化ガスである。高密度、低粘度のため、装置の小型化、配管設計上有利である。

代表的物理特性は表1の通りである。

2) 消火原理

ハロン1301による消火は、炭酸ガスによる窒息消火とも、水による冷却消火とも異なり、一種の負触媒効果によるものである。ハロン1301中に含まれる臭素が燃焼反応そのものを妨害することによる消火であり、原理式はフリーラジカル説による下記が代表的である。



↓
(1)式ヘリサイクル

3) 消火効果

各種可燃物の火災消火する時、及び可燃物を不活性化する時に必要なハロン1301の濃度は表2の通りであり、各種ハロンのおおよその消火能力比較例は表3の通りである。又、船舶消防設備規則及び前述の「ハロゲン化物消火装置の技術基準案」に定められている炭酸ガス、ハロン1301の必要薬剤量を比較すると表4の通りである。

4) 毒性

各種ガス状物質の急性毒性を分類したものに、米国U. L. (Under writer's Laboratories Inc.)の6グループ分類法(表5)がある。又、マウスの50%致死濃度(半数が15分で死亡する濃度で Simons: Fluorine Chemistry III p. 89, 1963による)は表6の通りである。

表1 ハロン1301の物理特性

化学式	CBrF ₃
分子量	148.9
大気圧での沸点℃	-57.8
凝固点℃	-168.0
臨界温度℃	67.0
臨界圧力 kg/cm ² a	40.4
臨界密度 g/c.c	0.745
20℃での密度 液 g/c.c	1.57
飽和蒸気 g/c.c	0.12
飽和蒸気圧力 (20℃) kg/cm ² G	13.6
蒸発潜熱 (沸点で) cal/g	26.5
液の表面張力 21.1℃ dyne/cm	4.5
	4.4℃
	6.5
	-17.8℃
	9.7

表2 25℃, 空気1気圧で各種燃料の火災を消火するとき、不活性化するときに必要なハロン1301の濃度

燃料	ハロン1301の濃度 (容積%)	
	火災消火濃度 ¹⁾	不活性化濃度 ²⁾
アセトン	5.0	7.6
ベンゼン	5.0	5.0
エタノール	5.0	11.1
エチレン	8.2	13.2
n-ヘプタン	5.0	6.9
メタン	5.0	7.7
プロパン	5.2	6.7

- 1) 限界値に少なくとも20%の余裕を見込んだ値で、最低値を5%とした。
- 2) 限界値に少なくとも10%の余裕を見込んだ値で、最低値を5%とした。

表4 ハロン1301消火装置と炭酸ガス消火装置の所要薬剤量の比較

防火対象物	所要薬剤濃度 (Vol%)	
	ハロン 1301	炭酸ガス
機関区域 (ボイラ又は内燃機関のある場所)	ケーシングを含む総容積の4.25%以上 純容積の 7.00%以内	次のうちいずれか大きい方 ①最大の場所の総容積にケーシングの水平面積が当該場所の水平面積の40%以下となる高さまでの容積を加えた容積の 40.0%以上 ②最大の場所の総容積にケーシングの容積を加えた容積の 35.0%以上

表5 U.L.の毒性分類

グループ	毒性の強さ	消火剤の種類
6	20%のガス中に2時間暴露しても危険のないもの	ハロン-1301 ハロン-122(R-12)
5a	4より毒性が小さく6より大きいもの	炭酸ガス ハロン-1211 ハロン-2402
4	1.5~2%のガス中に2時間暴露すると死亡または大きな危険があるもの	ハロン-1202 ハロン-101(メチルクロライド)
3	0.5~2%のガス中に1時間暴露すると死亡または大きな危険があるもの	CB (ハロン-1011) 四塩化炭素 (ハロン-104)
2	0.5~1%のガス中に30時間暴露すると死亡または大きな危険があるもの	アンモニア 一酸化炭素
1	0.5~1%のガス中に5分間暴露したとき死亡または大きな危険があるもの	二酸化硫黄

3. ハロン1301消火装置

1) 消火装置の種類

i) 放出方式による分類

全域放出方式 (Total Flooding Systems): 機関区域の全域にハロン1301を放出し、火災の位置、規模等に関係なく消火する方式である。ハロン1301の

表3 一般的消火能力比較 (ハロン1301の能力を100とした場合)³⁾

種類	ハロン記号	消火能力
プロモトリフロロメタン	1302	100
ジブロモジフロロメタン	1202	67
ドライケミカル (粉末)	—	66
ジブロモテトラフロロエタン	2402	57
ブロモクロジフロロメタン	1211	46
ブロモクロロメタン	1011	45
四塩化炭素	104	34
炭酸ガス	—	33

3) Chem Eng Aug. 7. p78 (1961)

表6 純成分の毒性 (各種消火剤の毒性比較)

種類	ハロン記号	A	L	C ⁴⁾
プロモトリフロロメタン	1301	5070mg/l		834000ppm
ブロモクロジフロロメタン	1211	2200		326000
ジブロモテトラフロロエタン	2402	1340		132000
炭酸ガス		1180		656000
ジブロモジフロロメタン	1202	470		55000
ブロモクロロメタン	1011	340		64000
四塩化炭素		180		29000

4) Approximate Lethal Concentrations (ねずみの半数が15分で死亡する濃度)

消火剤の特長を生かしたシステムで最も多く採用されている。

局所放出方式 (Local Application Systems) : 船舶消防設備規則で要求された固定式消火装置 (全域放出方式) に追加して、機関区域内にある特に火災発生のおそれのある特定の機器 (例えば過給気装置等) に対して直接ハロン1301を放出して消火する方式である。ハロン1301の高速消火能力を最大限に利用したもので放出時間は10秒以下に設定されている。

この他、「ハロゲン化物消火装置の技術基準案」に区画消火装置という方式を定めているが、これは全域放出方式に追加して、機関区域内の特に火災のおそれのある特定の場所を区画して、その中にハロン消火装置を設置するもので、上記2方式の中間的なものである。

ii) 配管方式による分類

集中型 (Centralized System & Battery System): 大きな保護区画や複数の保護区画が共通のハロン貯蔵容器より供給される方が経済的である場合にこの方式が使用される。

分散型 (Decentralized System & Modular System): 保護区域内に各々容器弁と放射ノズルを装着したハロン貯蔵容器を分散配置する方式で、炭酸ガス消火装置には認められていないもので次のような利点がある。

配管作業が不要なので設置工事が簡単であり、薬剤の放出時間を10秒以下にすることが容易である。特にハロン貯蔵容器室を設けなくてもよいのでそのスペースメリットは大きい。

2) ハロン消火装置の利点

- i) 安全性：炭酸ガスの所要濃度が35%以上とされているので窒息による死亡事故の危険があるが、技術基準案では、ハロン1301の場合、総容積の4.25%以上、上限を純容積の7%以内になるよう定めているので、もし人間が中に居てもガスを吸って直ちに倒れる様なことがなく脱出が可能となり安全である。
- ii) スペースメリット：ハロン1301の所要薬剤量は重量比では炭酸ガスの三分の一で済むので、船に積み込むハロン貯蔵容器は少なくなり、その置場スペースも少なくて済む。特に保護区域内にハロン貯蔵容器を分散配置する場合は、装置もコンパクトにでき船内の占有スペースは極端に少なくなる。

iii) 高速消火能力：炭酸ガスの所要薬剤量は多量にしているため放出時間は2分以内と定められている。これに対しハロン1301は20秒以内で放出される。特に機関区域は燃料油ライン部分に亀裂が生じ重油を吐出し、火勢が瞬時に機関区域にひろがる火災が多いので高速消火能力をもつハロン1301が適している。

3) ハロン消火装置の設置例

- i) RO/RO貨物船：ハロン消火装置が最も多く設置されている。保護区域は機関区域の他に、安全性とスペースメリットを評価してトレーラ・デッキも対象とされている。
- ii) タンカー：機関区域に全域放出方式を設置、米国ではタンカーの殆んどがハロン消火装置を使用されているという。
- iii) 局所放出方式：一般貨物船、タンカー等の機関区域内で炭酸ガス、泡等の全域放出方式に追加して、特に火災の発生のおそれのある過給気装置や清浄装置にハロン消火装置を附加的に設置するケースがある。
- iv) 漁船：労働の激しい北洋漁業では火災を知らずに睡眠している場合があるので漁船の居住区に簡易のハロン自動消火装置を設置した例がある。
- v) 海洋構造物：北海油田の石油掘削プラットフォームには多くのハロン消火装置が設置されている。

『ケミカルタンカー』 恵美洋彦・角張昭介

B 5 版 300頁 定価4000円(〒200)

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

株式会社 船舶技術協会

文献紹介

船舶工学・海洋工学

技術文献抄録集 (海外編)

本書は我国における造船事業等に従事する研究者および技術者等の造船関係技術の情報を探索する資料源であり、昭和53年度(財)日本船舶振興会補助事業の一環として、(財)日本造船振興財団図書室よりこのほど刊行された。

本集は、造船関係技術資料速報の前身「船舶工学・海洋工学技術文献集報」に1971年から75年までの5年間に

文献紹介

掲載された海外文献の抄録を再編成して収録したものである。文献の中には、既に技術的に過去のものとなったものも含まれるが、展望としての価値を持つものとしてできるだけ省略せず採録されている。

排列は分類順とし、同一分類中の文献には一連の抄録番号を与えてある。巻末に、記事番号索引、著者名索引、件名索引の3種の索引が附してあり、利用者への便宜が計られている。

A 5 判 510頁 (非売品)

(財)日本造船振興財団 図書室 ☎(03) 502-2371
東京都港区虎ノ門1-15-16 (日本船舶振興ビル)

昭和54年度(5月分)新造船許可集計

運輸省船舶局造船課

区 分	4月～5月分 累 計				5 月 分				
	隻数	G T	D W	契 約 船 価	隻数	G T	D W	契 約 船 価	
国内船	貨物船	13	209,400	278,596		9	156,000	218,900	
	油槽船	2	5,750	9,700		1	3,000	5,000	
	貨客船	1	4,990	2,350		—	—	—	
	小 計	16	220,140	290,646	千円 46,284,000	10	159,000	223,900	千円 30,230,000
輸出船	貨物船	18	274,450	400,391		10	120,500	178,786	
	油槽船	3	147,400	261,000		1	64,400	100,900	
	貨客船	—	—	—		—	—	—	
	その他	—	—	—		—	—	—	
小 計	21	421,850	661,391	千円 62,900,072	11	184,900	279,686	千円 28,277,072	
合 計	37	641,990	952,037	千円 109,184,072	21	343,900	503,586	千円 58,507,072	

■ 編 集 後 記 ■

□学校で先生が生徒を殴って暴力沙汰が問題になることがよくある。賛成者はその行為を愛の鞭といい、反対者は先生の憤懣のはげ口と思う。しかし結果的行為は全く同じである。本人の良心によって判断するしかない。

□政治家が企業から金を貰う。政治献金であるといえば法律的には罪ではない。収賄といえば法律的・道義的に罪になる。しかし結果的行為は全く同じである。企業は利益追求を使命とする。企業に利益をもたらさない大金の献金は株主に対する違背行為であるからするはずがない。企業の政治献金は贈賄を法律で正当化したものに過ぎない。政治家の良心にまつ外はない。

□一般の賭博は法律上罪である。しかし競馬やモーターボートで賭けることは法律で正当化され、社会的有益行為であり、取り扱う法人は公益法人である。しかし行為そのものは全く同じである。

□商売にしてからが、正当利益で販売すれば社会的有益行為であるが、不当利益をむさぼればさぎ行為となることもあり得る。また、公共機関が専売であるが故に民

間企業の常識を越えた価格をとることは問題である。

□我々は出来るだけ良質の内容を出来るだけ低廉な価格で読者に提供することをモットーとしているが、造船界の沈滞の影響を受けて経営の苦しさは限界にきている。読者の立場を考えると値上げすることには逡巡を感ずる。不当利益の逆の現象である。造船界の浮沈とともにしばらくは従来の価格で頑張りたいと思っていたが、諸物価の値上りもあり、やむを得ず本号から80円値上げさせていただくことにした。御了承を御願ひ致します。

□今月から「日本商船隊の懐古」と名付けて大正から昭和にかけて七洋に活躍した日本の商船の写真とその経歴を毎月4隻程度紹介することにした。これは本文に提供者の「『日本商船隊の懐古』掲載に当って」の文にあるように、広島大学の山田早苗教授が趣味として永い間集めて来た戦前の各社の商船隊の数多くの写真とその一生の経歴を本紙を通じて広く一般に公開したいという考えに協力したもので読者諸賢の御愛読を乞う次第である。

☆予約購読案内 書店での入手が困難な場合がありますので、本誌確保ご希望の方は直接協会宛お申込み下さい。バックナンバーも備えてあります。 | 予 約 金 { 6カ月分 4,800円(送料共) / 1カ年分 9,000円 }

運輸省船舶局監修
造船海運総合技術雑誌
禁転載 第32巻 第7号 (No.369)
発行所 株式会社 船舶技術協会
〒104 東京都中央区新川1の23の17 (マリニビル)
振替口座 東京 3-70438 電話03 (552) 8798

昭和54年7月5日印刷 {昭和23年12月3日}
昭和54年7月10日発行 {第三種郵便物認可}

定価 880円 (〒41円)

発行人 船橋敬三
編集委員長 田宮真
印刷所 大洋印刷産業株式会社

怖い船舶火災。 備えは万全ですか…



船舶用消火設備には「ハロン1301」をご検討ください。

船舶の安全運行を願っておられるみなさま、「ハロン1301」という消火剤をご存じでしょうか…？

すでに陸上では、電算機室や電気室、機械室、駐車場、美術館などの、消火設備に広く利用されています。「ハロン1301」は、消火能力が大きく、極めて安全な気体で、的確な初期消火ができます。

とくに安全性や速効性が要求される船舶の機関室、制御室、電気室、厨房などの消火設備に最適です。

しかも貴重な機器や積載商品などを汚損するおそれ也没有。また、所要量も少なく済むため、消火剤の容器数を減少でき、消火設備そのものを軽量、コンパクトに設計できます。

このように「ハロン1301」は船舶用消火剤として最適です。

いち さん まる いち
ハロン1301

●詳しくは下記のメーカーにお問い合わせください。

 **旭硝子株式会社**

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号(千代田ビル)
〒100 電話(03)218-5484

商品名「アサヒハロン1301」

 **ダイキン工業株式会社**

大阪市北区梅田1丁目12番39号(新阪急ビル)
〒530 電話(06)346-1201

商品名「ダイフロン1301」

 **日本ハロン株式会社**

東京都中央区京橋3-2-4(鉄興社ビル)
〒104 電話(03)273-3855

商品名「ニッパロン1301」

三井フロンケミカル株式会社

東京都千代田区大手町1丁目2番3号(三井生命ビル)
〒100 電話(03)214-5241

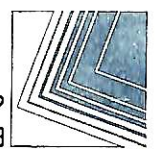
商品名「ハロン1301」

昭和五十四年七月五日印刷
 昭和五十四年七月十日発行
 昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

船の科学

定価 八八〇円

東京都中央区新川一丁目三十一番(株)船技協
 電話東京(52)八七九八番



信頼に應える
 共石の高級潤滑油



共石マリン
 Sシリーズ：ストレート油



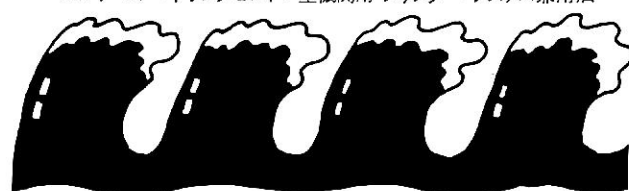
共石マリン
 Pシリーズ：クロスヘッド型機関用 プレミアムタイプ システム油



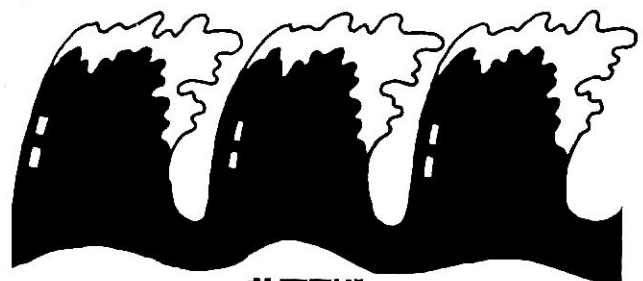
共石マリン
 PDシリーズ：クロスヘッド型機関用 HDタイプ システム油



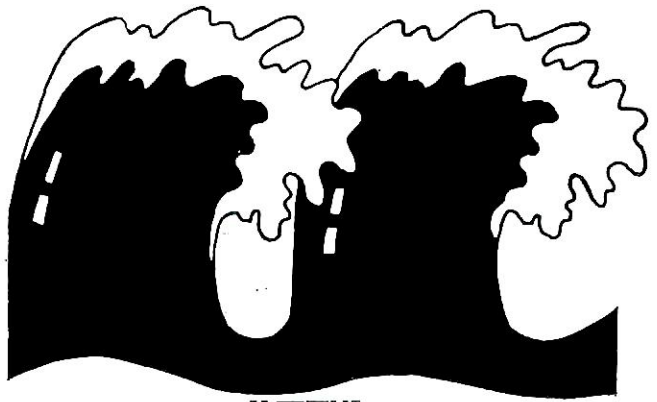
共石マリン
 Dシリーズ：トランクピストン型機関用 シリンダー・システム兼用油



共石マリン
 400シリーズ：中型ディーゼル機関用 中アルカリタイプ シリンダー油



共石マリン
 700シリーズ：クロスヘッド型機関用 高アルカリタイプ シリンダー油



共石マリン
 900シリーズ：クロスヘッド型機関用 超高アルカリタイプ シリンダー油

かお
**海の貌いろいろ、
 オイルさまざま。**

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

高性能・高品質・高信頼性

共石マリン

共同石油

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

保存委番号
 199006