

船の科学 11

VOL. 33 NO. 11



 **川崎重工**

Pakistan National Shipping Corp. 向け
多目的貨物船“BOLAN”
載貨重量 18,153t 主機ディーゼル 11,200PS
速力試運転最大 19.563kn 航海速力 16.5kn
川崎重工業・神戸工場建造

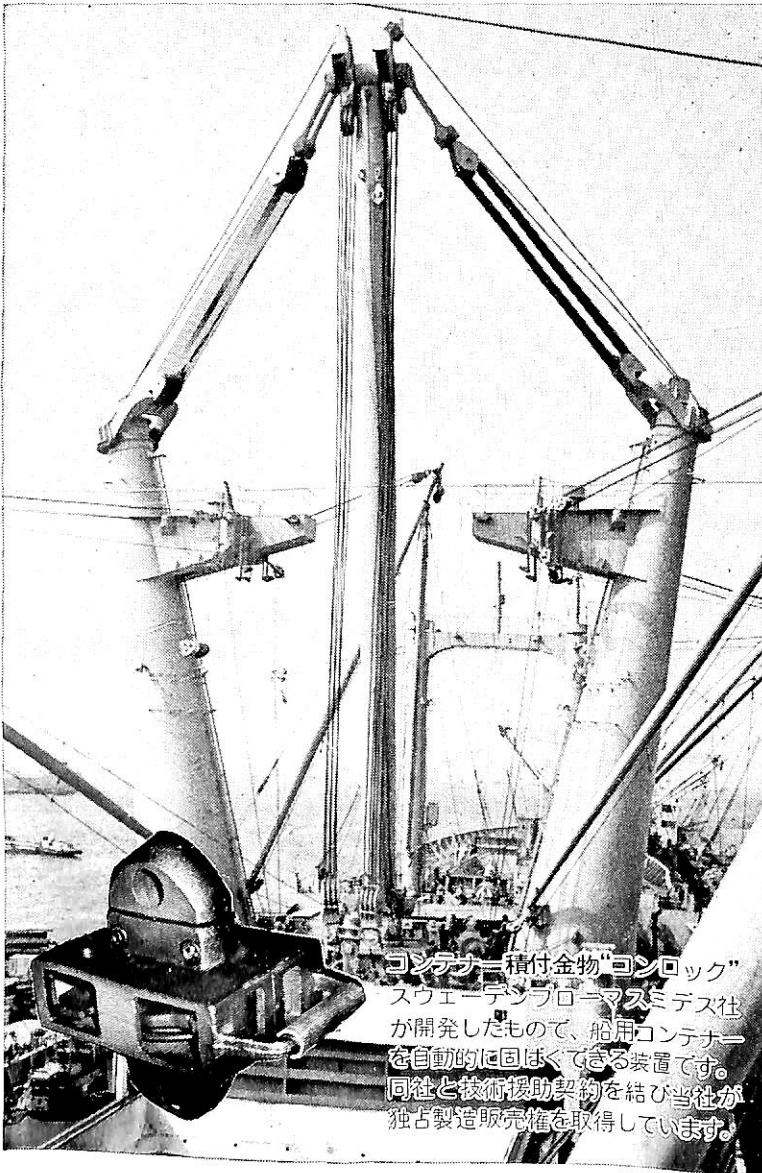
創

業



1924

世界の港で活躍するこのマーク



コンテナ積付金物“コンロック”
スウェーデンフローマスミデス社
が開発したもので、船用コンテナ
を自動的に回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
- スチールハッチカバー部品
- トーイング・フック
- 救命艇揚卸装置
- 繫船用諸金物
- 甲板機械一式
- 艀装用諸金物
- 諸製品一式

Ⓜ日本工業規格表示工場

株式会社 立野製作所

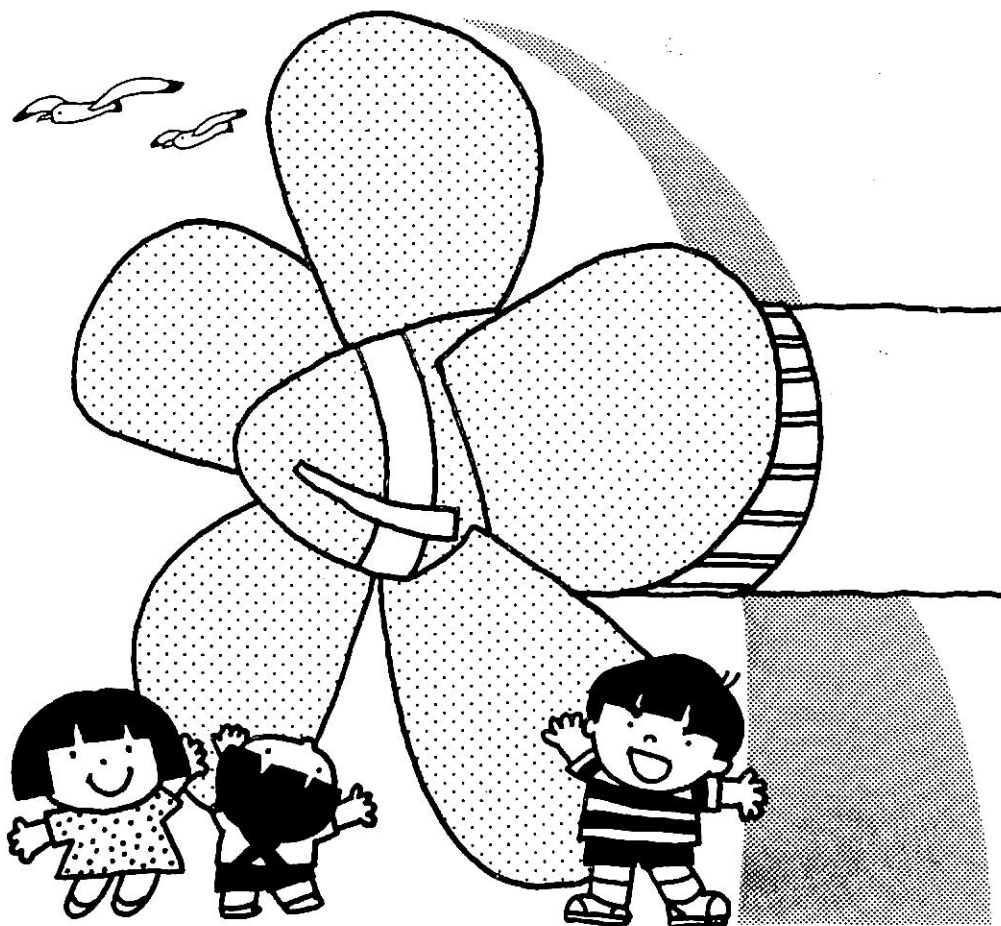
取締役社長 立野 勝彦

本社 横浜市西区北幸2丁目9番18号 〒240
 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 横浜市金沢区烏浜町17番3号
 〒263 電話 045(771)1611(代表)
 大阪出張所 大阪市大正区泉尾3丁目20番2号
 及大阪工場 〒551 電話 06(552)0741(代表)

造船・造船関連工業の近代化の

大きな推進力。



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

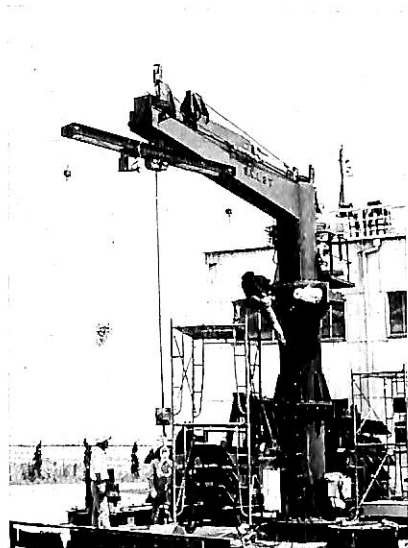
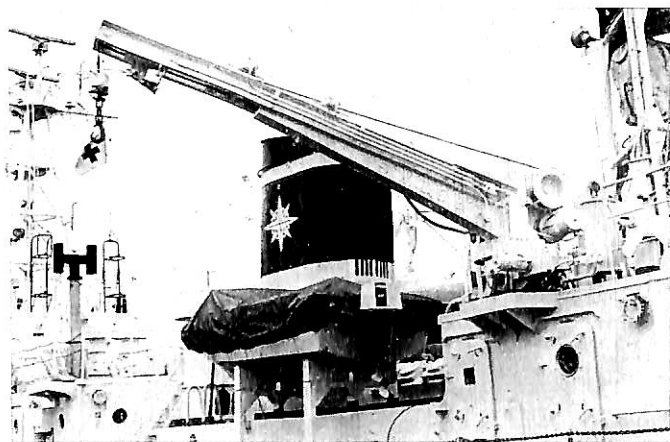
●モーターボート競走の収益金は、広く地球上の、すべての人たちの生活向上、発展のために役立てられています。

財団法人 **日本船舶振興会** (会長 笹川良一)

UEDA

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
- ワーフラダー
- カーラダー
- フェンダーダビット
- 各種ウインチ
- ワイヤールール



株式会社 五田鐵工所

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

KOKOSHA

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

- 運輸省型式承認
- 船級協会認定品
- UL承認品



UL承認FIXTURE

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

E59638.

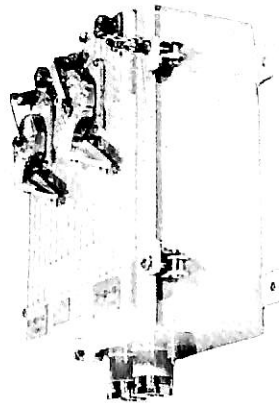
Kokosha Co., Ltd., Osaka, Japan

693 Mikuriya, Higashi-Osaka City.

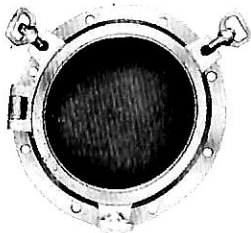
LOOK FOR THE LISTING MARK
The Listing Mark of Underwriters Laboratories Inc. is the only method provided by Underwriters Laboratories Inc. to identify products produced under its Listing and Follow-Up Service. See General Information Card of above guide designation.



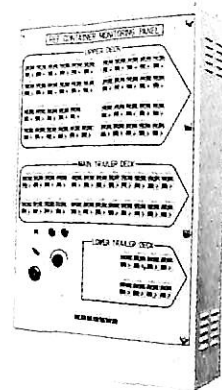
冷凍コンテナ用電源プラグ
250V 3W 4P 60A
P-W4603P-A



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



ISOタイプ丸窓300φ
C19-61



冷凍コンテナ運転状況確認
集中監視盤

● 営業品目

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

株式会社 高 工 社

本 社 工 場：東大阪市御厨693

TEL 大阪 代表(781) 4351, TELEX 大阪527-8914

東京営業所：東京都港区西新橋1丁目22番7号 佐野ビル

TEL 東京 代表(501) 8077, TELEX 東京222-4132

九州営業所：長崎市飽ノ浦町2番3号 石田ビル

TEL 長崎 代表(61) 0809, TELEX 長崎 7523-27

KOKOSHA

可変ピッチプロペラ 100PS ⇒ 40,000PS

製造品目

- 固定ピッチプロペラ
(キーレス及びキー付)
- 可変ピッチプロペラ
(XX, XL, XS, XA型)
- サイドスラスト
(TC, TF型)
- ダイナミックスラスト
(格納式TOR型)
- 船底吸込式スラスト
(TFB型)
- シェフト
カップリンク NKS型
- ヘッカー
フラッフラタ
(KSR, S.L型)
- 船尾装置
エンシニアリンク

低回転 省エネタイプ
CPP 型式XL-180
4翼 直径7,000mm



ナカシマ・ストーン・マリン株式会社



ナカシマスロペラ株式会社

〒700-91 岡山市上道北方688-1 岡山中央郵便局私書箱167号 TLX.5922320

- 本社工場 岡山 <0862> 79 5111代
- 東京支店 東京 <03> 553 3461代
- 大阪営業所 大阪 <06> 541 7514代
- 福岡営業所 福岡 <092> 461-2117代
- 仙台営業所 仙台 <0222> 23 8353代
- 札幌営業所 札幌 <011> 821 8382

業務内容

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

楽しい船旅は安心から…
— 備えあれば、憂いなし —

日本定航保全株式会社
社長 渡邊 浩

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

一目瞭然

複雑な面積測定をデジタル表示。TAMAYA PLANIX

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

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



PLANIX

新製品 / デジタルプランメーター

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

PLANIX2- ¥49,000 PLANIX3- ¥55,000 PLANIX3S- ¥49,000

※カタログ・資料請求は、本社まで
ハガキか電話にてご連絡ください。

 TAMAYA

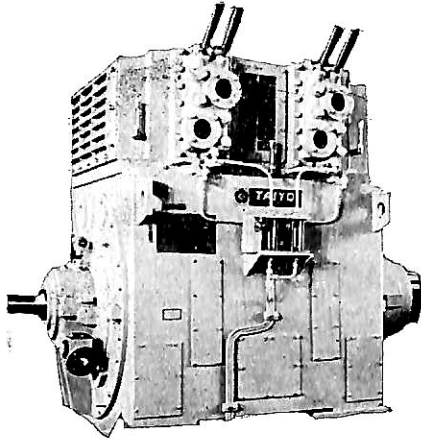
株式会社 玉屋商店

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

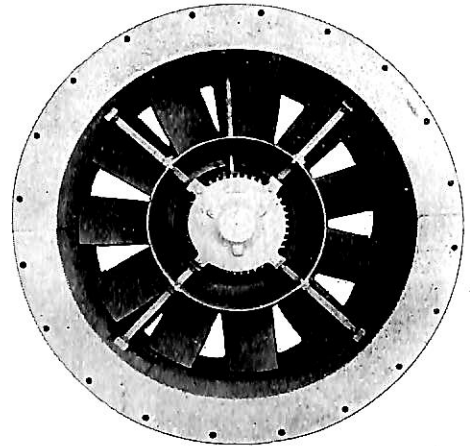
ながい経験と最新の技術を誇る！



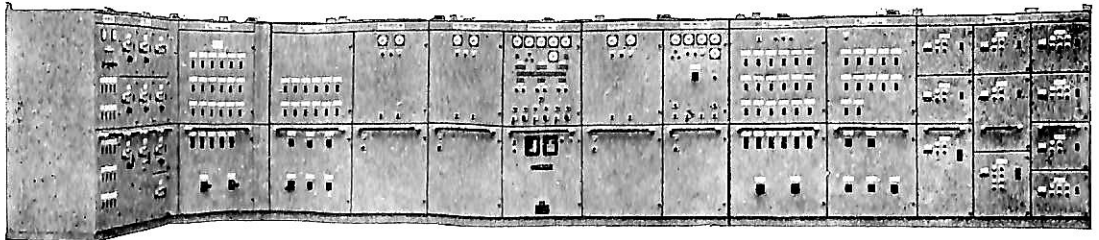
大洋の船舶用電気機器



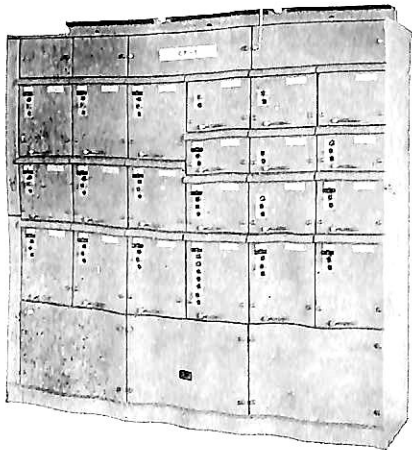
排ガスタービン2極発電機



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 Chicago・Jakarta・Dubai・Abu Dhabi

船の科学

1980

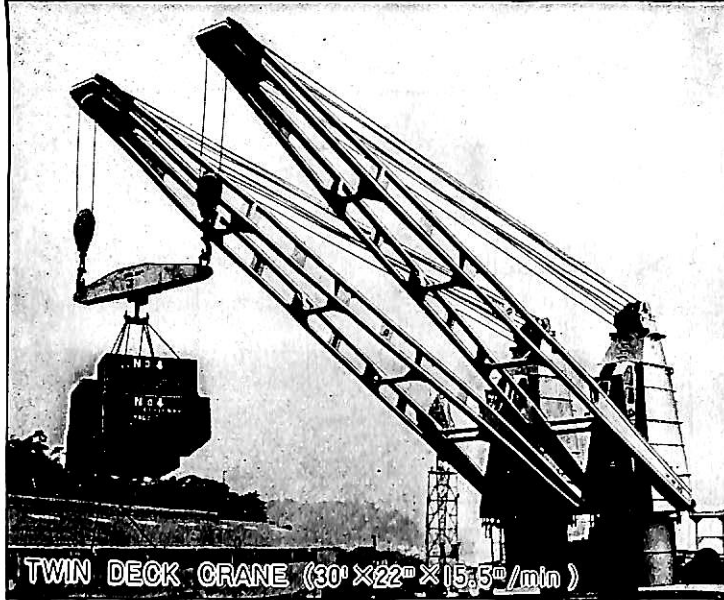
11

Vol. 33

目次

- 9 新造船写真集 (No. 385)
- 28 日本商船隊の懐古 No. 17 (靖国丸, かんべら丸, 愛宕丸, 飛鳥丸, すみれ丸)……山田 早苗
- 33 10月のニュース解説……………編集部
- 36 ケミカル/プロダクトタンカー MS “FORT ASSINEIBOINE” ……佐野安船渠
- 43 高圧給水加熱器の蒸気漏洩について……………加藤 弘
- 52 私の戦後海運造船史 (11) ……米田 博
- 56 船のインテリアあれこれ (2) ……種村 真吉
- LNG船 海外文献 その3
- 58 メンブレン方式タンク LNG船の運航開始当初の経験/記録……………編集部
- 石炭焚き船技術シリーズ (その7)
- 68 微粉炭焚きボイラー (2) ……三菱重工業
- 77 海洋土木作業台……………山崎 正美
-
- 83 ケミカルタンカー (49) ……恵美洋彦・角張昭介
- 89 船舶電子航法ノート (50) ……木村 小一
-
- 22 MS NORDIC PRINCE の伸長工事……………速水 育三
- 51 昭和55年度技術開発事業項目一覧……………日本船用機器開発協会
-
- ニュース 運輸省第四港湾建設局向け世界初の沿岸波浪観測用耐波性直立ブイ完工 三菱重工業
中国・新港造船所と新造船の設計技術協力に契約調印 三井造船
- PR 大型船舶の建造とメンテナンスに於ける空中作業車 レンタル ニッケン

最新の技術と実績を誇る 福島甲板機械



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



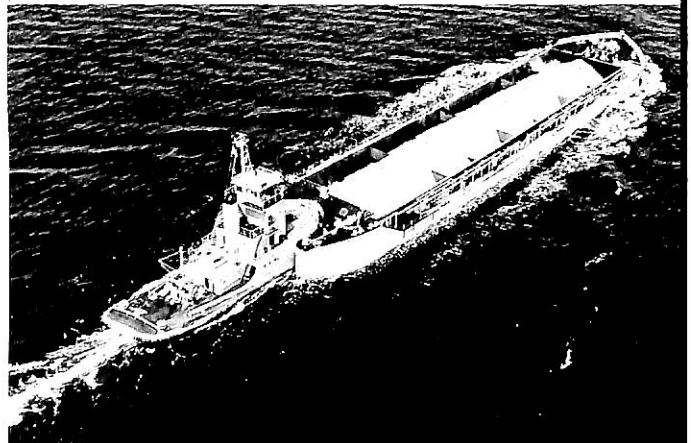
株式会社 **福島製作所**

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

“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



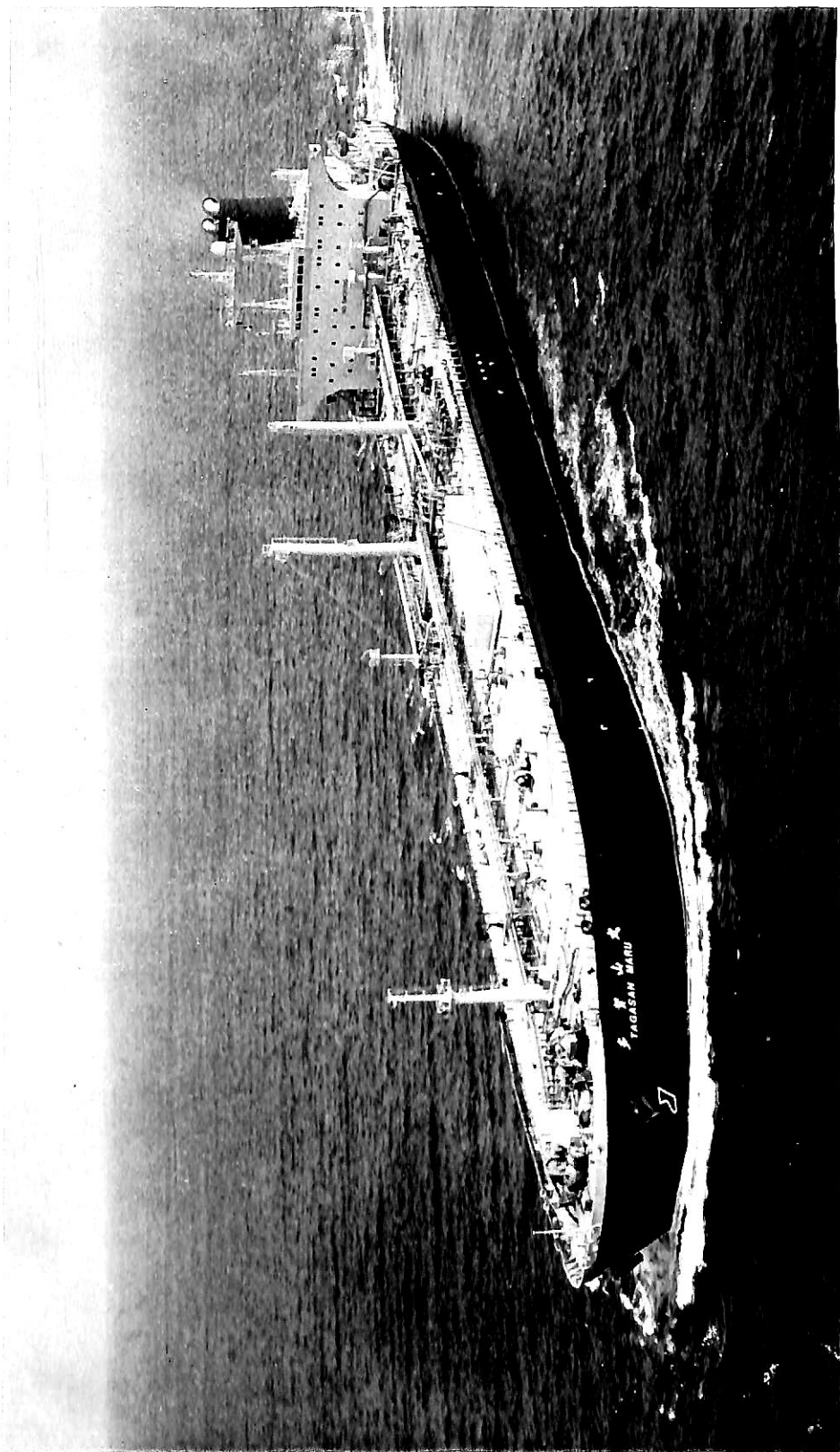
☆ 荒天時も就航可能!

☆ 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

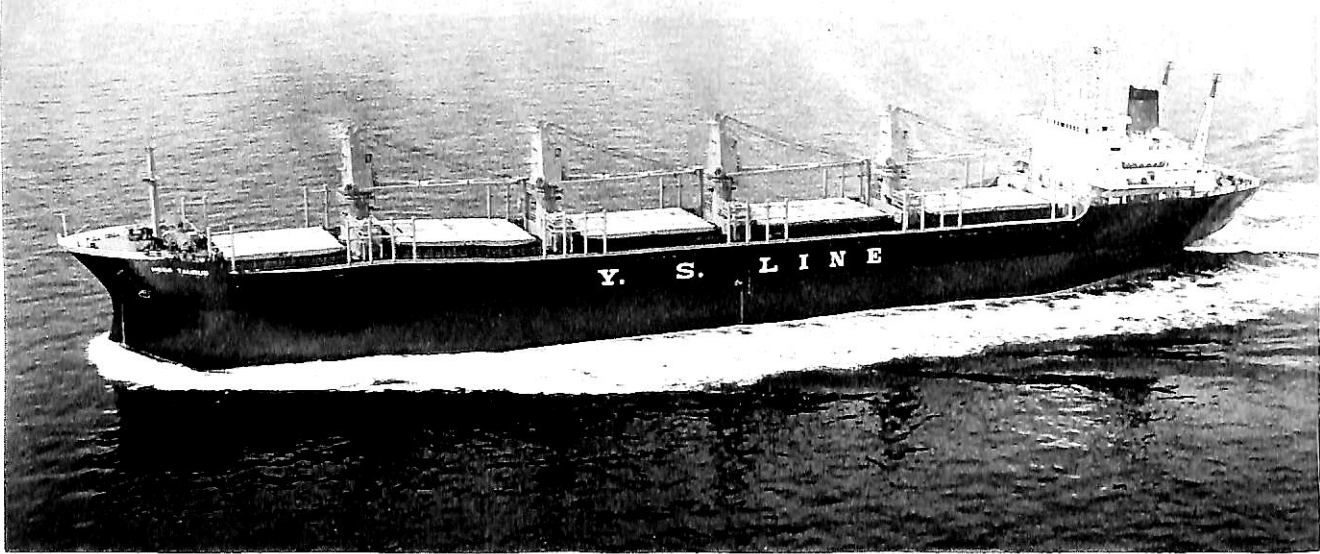
東京都千代田区岩本町 1-6-7

(宮沢ビル) 703号 電話 03(851) 3837



35次油槽船 多賀山丸 大阪商船三井船舶株式会社
TAGASAN MARU

株式会社大島造船所建造(第10048番船) 竣工 55-8-30
 全長 242,988m 垂線間長 233,000m 起工 54-12-19 進水 55-4-30 満載排水量 97,271t
 総噸數 54,986.15T 純噸數 32,941.94T 型深 19,600m 満載喫水 12,084m 貨物油槽容積 107,174.5m³
 主荷油ポンプ 2,650m³/h×125m×3 積水艙 649.9m³ 主機械 5葉 1軸 5.5馬 1軸
 燃料消費量 60.1t/day 出力 (常用) 17,300PS (85.5rpm) プロペラ 5葉 1軸 5馬 1軸
 出力 (連続最大) 20,400PS (90rpm) (常用) 1,080PS×720rpm×AC450V×900kVA×2, (タービン) 三菱MAC-65 二胴水管式×1
 定電機 (ディーゼル) ダイハツ8PSHTC-26D 1,080PS×720rpm×AC450V×900kVA×2, (タービン) 三菱AT-8-C AC450V×950kVA×1
 無敵装置 茨(主) 1 (輔) 1 (輔) 1 海事衛星装置 VHF
 航海計器 テッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダ
 航続距離 18,600浬 航速 (試運転最大) 16.633kn (満載)
 (満載航海) 15.50kn (空15%シマージン) 船級・区域資格 NK 速洋 平甲板型
 乗組員 30名

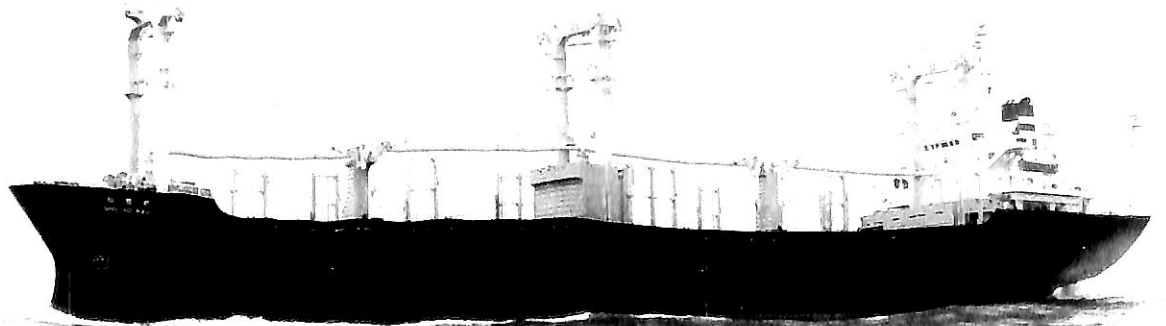


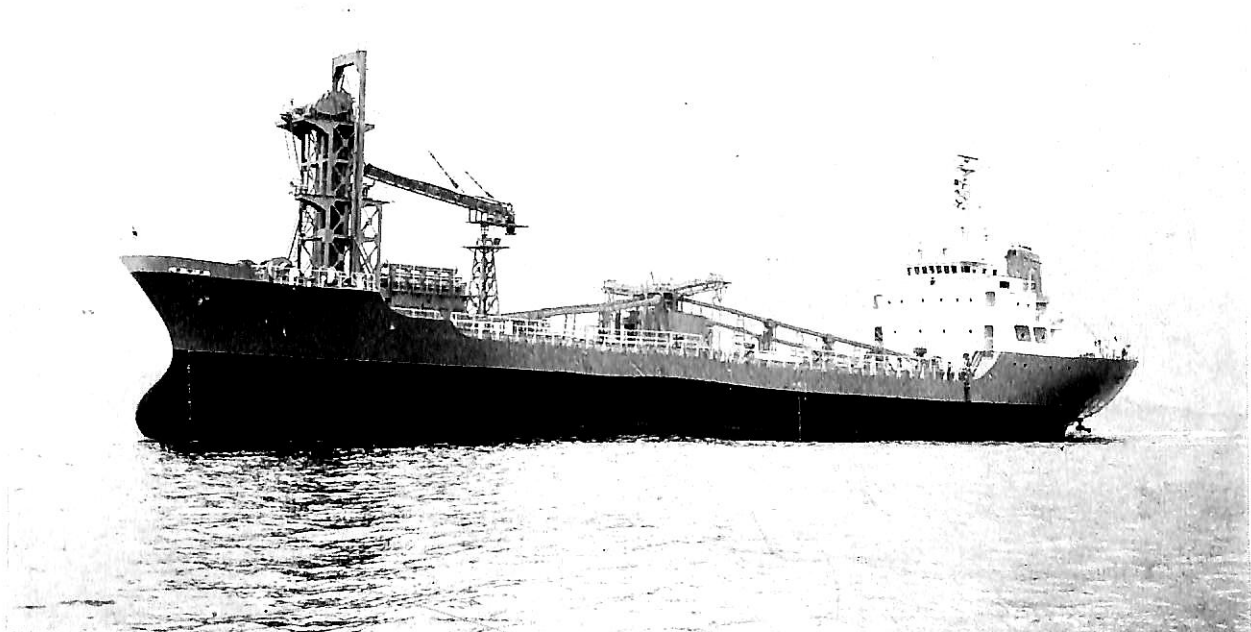
散積貨物船 **めが とうらす** フジマリン SHIPPING 株式会社
 MEGA TAURUS 山友汽船株式会社

今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1080番船)	起工 55-1-26	進水 55-3-28	竣工 55-6-11
全長 175.69m	垂線間長 165.00m	型幅 26.00m	型深 14.50m
満載排水量 37,562t	総噸数 17,805.06T	純噸数 11,852.30T	満載喫水 10.432m
貨物艙容積 (ベール) 37,446.43m ³	(グレーン) 39,359.25m ³	艙口数 5	載貨重量 30,413t
燃料油槽 2,318.38m ³	燃料消費量 33t/day	清水槽 651.09m ³	主機械 三菱 Sulzer 6RND68M型
ディーゼル機関×1	出力 (連続最大) 10,800PS (137rpm)	(常用) 9,720PS (132rpm)	プロペラ 4翼 1軸
発電機 ヤンマー S185L-ST型 500kVA×2	補汽缶 縦型煙管式 7.0kg/cm ² (油焚) 1,000kg/h	(排ガス) 950kg/h	無線装置 送(主)1kW×1 (補) 125W×1 受(主) 全波×1
(補) 全波×1	航海計器 ロラン レーダー	速度 (試運転最大) 16.534kn	(満載航海) 14.5kn
航続距離 17,100浬	船級・区域資格 NK 遠洋	船型 ウェル甲板型	乗組員 24名
同型船 オリエンタル キャッスル			

貨物船 **松 豊 丸** マンノ マリン サービス カンパニー
 SHO-HO MARU

高知重工株式会社建造(第2115番船)	起工 54-12-12	進水 55-3-3	竣工 55-6-6
全長 151.04m	垂線間長 140.00m	型幅 26.00m	型深 13.50m
総噸数 13,035.88T	純噸数 8,344.75T	載貨重量 22,632t	貨物艙容積 (ベール) 27,337m ³
(グレーン) 28,226m ³	艙口数 4	デリック 25Lt×4gangs	燃料油槽 A.O. 260m ³ C.O. 1,631m ³
燃料消費量 30.1t/day	清水槽 508m ³	主機械 神発 7UEC 52/125H型ディーゼル機関×1	プロペラ 4翼 1軸
出力 (連続最大) 9,300PS (150rpm)	(常用) 8,370PS (145rpm)	発電機 西芝 500kVA×2 (原)	ヤンマー 600PS×2
補汽缶 コ克蘭コンボジット 8kg/cm ² G×1,000kg/h×1	無線装置 送(主) 1kW×1 (補) 75W×1 受(主) 全波×1	(補) 全波×1	船舶電話 VHF
航海計器 ロラン オメガ レーダー	速度 (試運転最大) 17.890kn	(満載航海) 14.3kn	乗組員 32名
航続距離 16,700浬	船級・区域資格 NK 遠洋	船型 凹甲板型	





セメント撒積船 第三太賀丸 山下新日本近海汽船株式会社

TAKA MARU No. 3

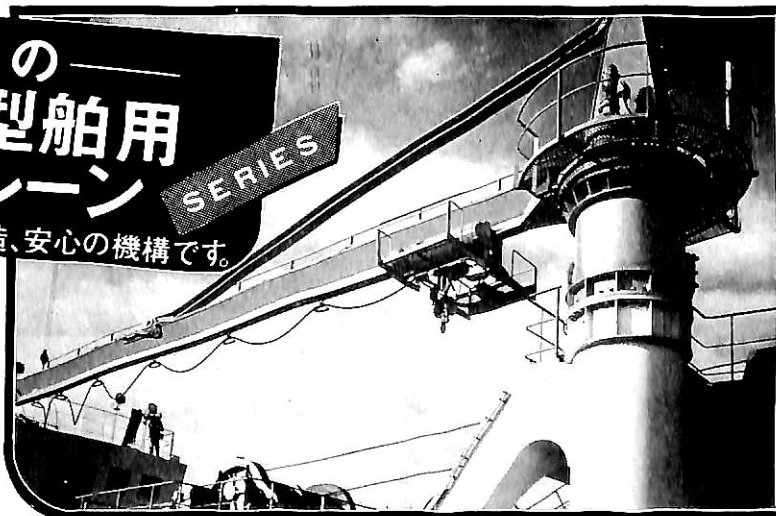
福岡造船株式会社建造(第1079番船) 起工 55-2-6 進水 55-4-13 竣工 55-6-27
 全長 97.22m 垂線間長 89.60m 型幅 14.50m 型深 6.90m 満載喫水 5.915m
 満載排水量 5,972.82t 総噸数 2,548.82T 純噸数 1,429.52T 載貨重量 4,472t
 貨物艙容積 (グリーン) 3,851m³ 燃料油槽 C.O. 182m³ A.O. 27m³ 燃料消費量 8.36t/day
 清水槽 136m³ 主機械 ダイハツ 8DSM-32型ディーゼル機関×1 主機 4翼 1軸
 出力 (連続最大) 2,800PS (600/224rpm) (常用) 2,380PS (568/212rpm) プロペラ 4翼 1軸
 補汽缶 鑿型横煙管式(コンポジット型) 400kg/h×1 発電機 大洋電機 181.25kVA×445V×60Hz×2
 (原) ダイハツ 6PKT6-14A 220PS×1,200rpm×2 無線装置 船舶電話 航海計器 レーダー
 速力 (試運転最大) 14.827kn (満載航海) 12kn 航続距離 5,000浬 船級・区域資格 NK 沿海
 船型 凹甲板型 乗組員 18名 能力 機械式 積み 800t/h 揚 500t/h

注目の 小型船用 クレーン SERIES

確かな構造、安心の機構です。

日本アイキャンの小型船用クレーンは、すぐれた設計と、安定した製造技術に

より標準化をしています。9タイプの基本形式とそのバリエーションは、高い信頼を得ていろいろな用途に活躍しています。この安定の“P.Cシリーズ”は、油圧、空気圧、電気のどれかを使用して高効率に荷役作業ができ、メンテナンス・サービスは簡単、すべてがとても安心な設計です。



●P.C Series Principal Standard Specification

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

●上記標準仕様のほか、ご要望に応じて製造もいたします。

NIPPON ICAN LTD. 東京都中央区新富1-1-5 (新中央ビル8F) 〒104
 TEL: 03(552)7781 TELEX: 2523688 ICANSPJ Cable: ICANSHIP TOKYO

神戸営業所: 兵庫県神戸市生田区中町通り3-5 桑田ビル4F TEL: 078(351)6870 TELEX: 5622672 ICALPSJ



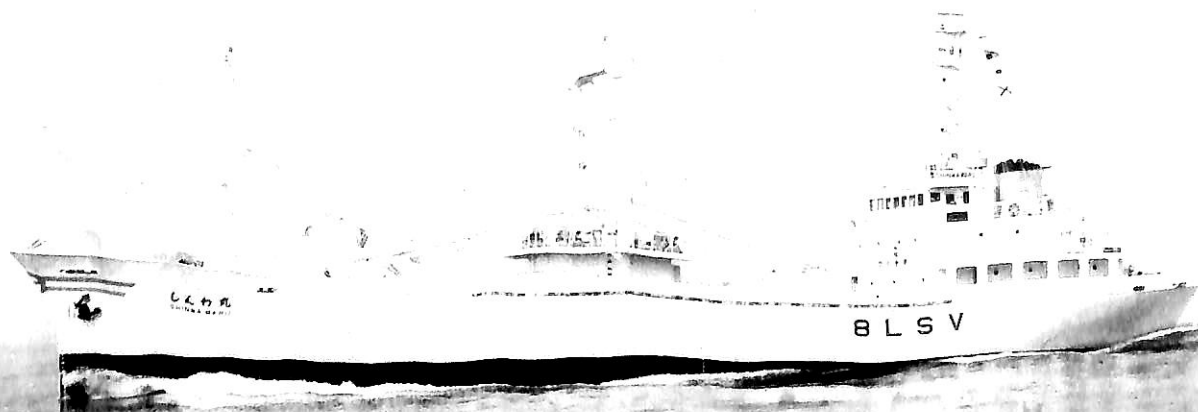
自動車運搬船 **第二十五東洋丸** 東広運輸株式会社
No. 25 TOYO MARU

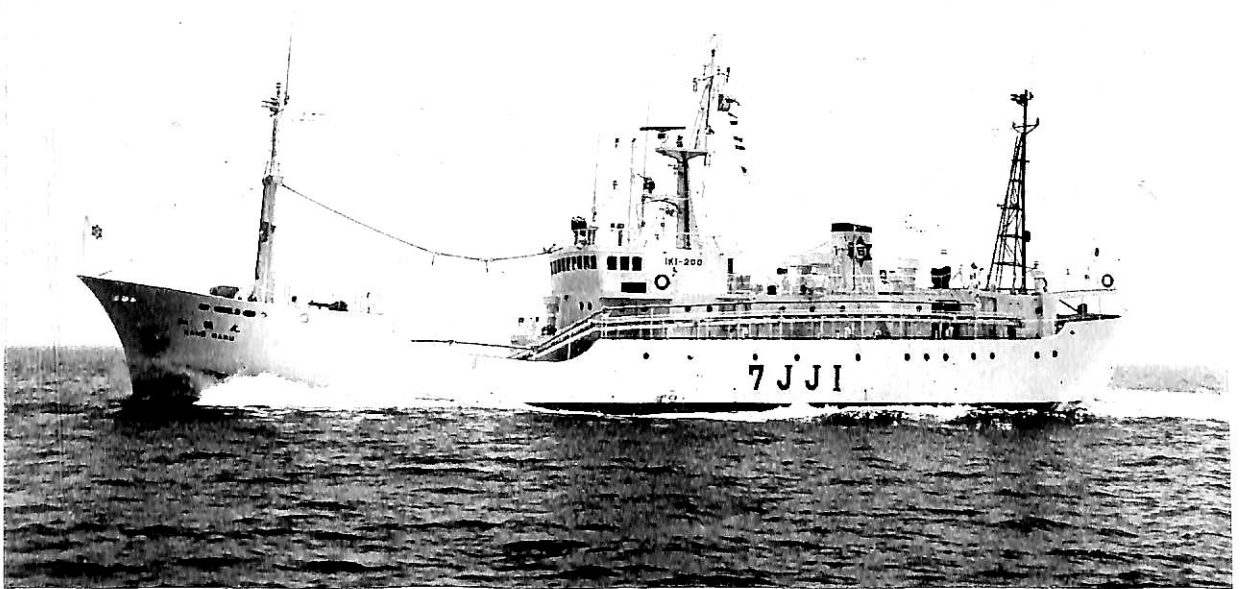
岸上造船株式会社建造(第1405番船) 起工 55-1-15 進水 55-5-29 竣工 55-7-23
 全長 96.96m 垂線間長 85.00m 型幅 15.50m 型深 13.68m(端艇甲板) 5.78m(乾舷甲板)
 満載喫水 5.316m 満載排水量 4,628.49t 総噸数 2,722.54T 純噸数 1,741.31T
 載貨重量 2,517.24t 艙口数 5 Car搭載数 ルーチェ (4.69m×1.69m)323台 燃料油槽 664.03m³
 燃料消費量 10.3t/day 清水槽 91.14m³ 主機械 赤阪 DM46型ディーゼル機関×1
 出力 (連続最大) 3,000PS (265rpm) (常用) 2,720PS (251rpm) プロペラ 4翼 1軸 CPP
 補汽缶 三浦工業自然循環水管式立型 VWS-400E 6.63m²×400kg/h, (排気) 強制循環多管式 K-31 31.2m²×400kg/h
 発電機 (主) 神鋼交流自励式 200kVA×AC450V×2 (原) ヤンマー 300PS×2 (軸発) 神鋼 150kVA×AC450V×1
 無線装置 船舶電話 航海計器 レーダー 速度 (試運転最大) 15.7kn (満載航海) 13.4kn
 航続距離 13,000哩 船級・区域資格 NK 沿海 船型 多層甲板船尾機関型 乗組員 13名
 ALC 制御装置, A/C ブレンダー装置, EVK & EVR 装置 (海水汚染防止)

— 12 —

冷凍運搬船 **しんわ丸** 日新汽船株式会社

本田造船株式会社建造(第682番船) 起工 55-3-6 進水 55-4-17 竣工 55-6-4
 全長 69.73m 垂線間長 64.50m 型幅 11.00m 型深 6.45/4.05m 満載喫水 4.022m
 満載排水量 2,004.79t 総噸数 499.67T 純噸数 242.60T 載貨重量 1,104.83t
 貨物艙容積 (ベール) 1,305m³ 艙口数 2 デリック 2.0t×2 (けんか巻方式)
 燃料油槽 C.O. 275.08m³ A.O. 124.92m³ 燃料消費量 7.176t/day 清水槽 128.47m³
 主機械 阪神 6LU35型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 1,800PS (320rpm) (常用) 1,530PS (303rpm)
 プロペラ 4翼 1軸 補汽缶 自然循環水管式堅型 10kg/cm²×800kg/h×1
 発電機 大洋電機 250kVA×360PS×2 無線装置 送(主) 0.5kW×1 (補) 75W×1 受(主) 全波×1
 (補) 全波×1 航海計器 ロラン レーダー 速度 (試運転最大) 14.231kn (満載航海) 12.5kn
 航続距離 12,500哩 船級・区域資格 NK 遠洋(国際) 船型 B型 乗組員 15名 士官7名 部員8名



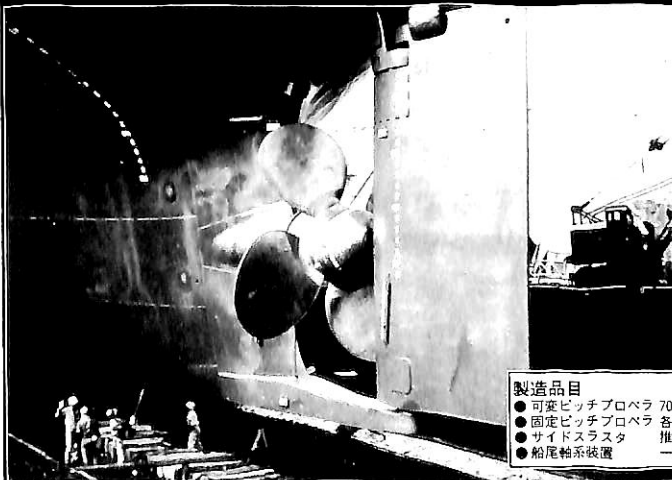


漁業実習船 加能丸 石川県

KANO MARU

三菱重工業株式会社下関造船所建造(第827番船)	起工 55-2-20	進水 55-5-6	竣工 55-7-31
全長 52.55m	垂線間長 45.50m	型幅 8.70m	型深 3.80m
満載排水量 958.4t	総噸数 492.07T	純噸数 178.08T	満載喫水 3.80m
燃料油槽 311.04m ³	燃料消費量 4.1t/day	清水槽 68.03m ³	魚艙容積 101.52m ³
減速機付ディーゼル機関×1	出力(連続最大) 1,300PS	(390/265rpm)	(常用) 1,105PS (369/251rpm)
プロペラ 4翼 1軸 CPP	(原) ヤンマー 6AL-HTD 360PS×1,200rpm×3	発電機 大洋電機 300kVA×445V×3	主機機 新潟 6M28AFT型
受(主) 全波×1 (補) 全波×1	船舶電話 海事衛星装置 VHF	無線装置 送(主) 0.5kW×1 (補) 125W×1	航海計器 ロラン オメガ NNSS レーダー
速力(試運転最大) 13.82kn (満載航海) 11.5kn	航続距離 14,500浬	船級・区域資格 JG 遠洋	海洋観測機器一式
船型 船首楼, 長船尾楼付一層甲板型	乗組員 21名	教官 2名, 生徒 32名	

省エネルギー対策にピッタリ!!



2800 台を超える
実績と信頼性

全国40カ所のサービス網完備



運輸大臣認定製造事業場

かもめプロペラ株式会社

本社 横浜市戸塚区上矢部町 690 号 ☎ (045) 811-2461 (代表)
東京事務所 東京都港区新橋5-34-7 両三栄ビル ☎ 105 ☎ 03-431-5438-434-3939

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



練習船 勢水丸 三重大学水産学部

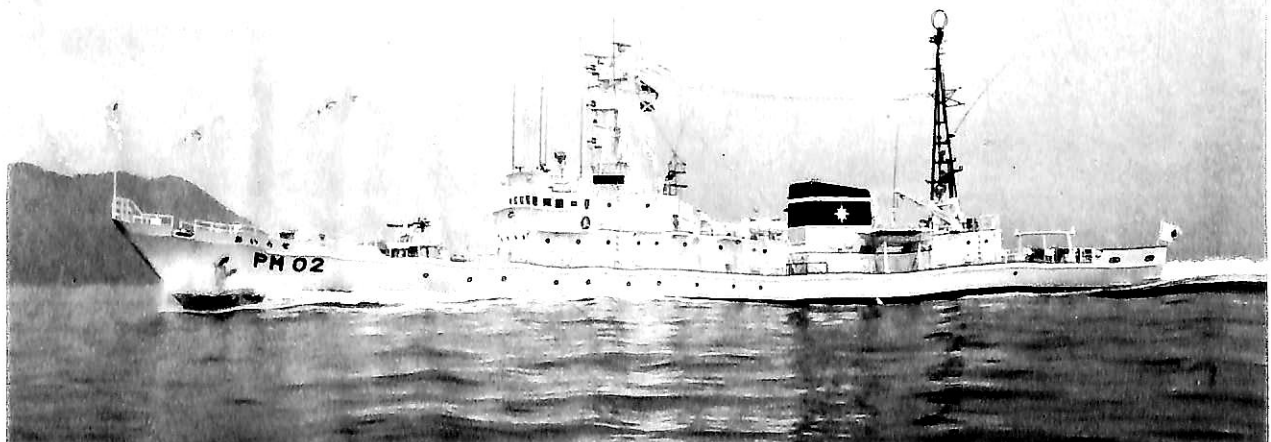
SEISUI MARU

三菱重工業株式会社下関造船所建造(第822番船)	起工 54-12-18	進水 55-4-4	竣工 55-7-10
全長 47.00m	垂線間長 42.00m	型幅 8.40m	型深 4.00m
満載排水量 848.5t	総噸数 359.31T	純噸数 108.89T	満載喫水 3.46m
艙口数 1	デリック 0.9t×3	燃料油槽 158.06m ³	載貨重量 382.67t
主機械 ダイハツ 6DSM-26FS型ディーゼル機関×1			燃料消費量 4.3t/day
(常用) 1,105PS (710/289rpm)	プロペラ 4翼 1軸 CPP		出力 (連続最大) 1,300PS (750/305rpm)
(原) ヤンマー 360PS×1,200rpm×2			発電機 大洋電機 250kVA×225V×2
(補) 全波×1 船舶電話 VHF			無線装置 送(主) 150W×1 (補)75W×1 受(主) 全波×1
速力 (試運転最大) 13.92kn (満載航海) 12.0kn			航海計器 ハイブリッド航法装置(NNSS ロラン) レーダー
船型 船首楼付一層甲板型 乗組員 16名			航続距離 6,800哩
海洋観測装置 (BT, STD, GEK 他) 漁撈装置 (トロールウインチ, ラインホーラ他)			船級・区域資格 JG 遠洋
			教官 4名 学生 20名 予備 3名

- 14 -

巡視船 (PM-02) おいらせ 海上保安庁

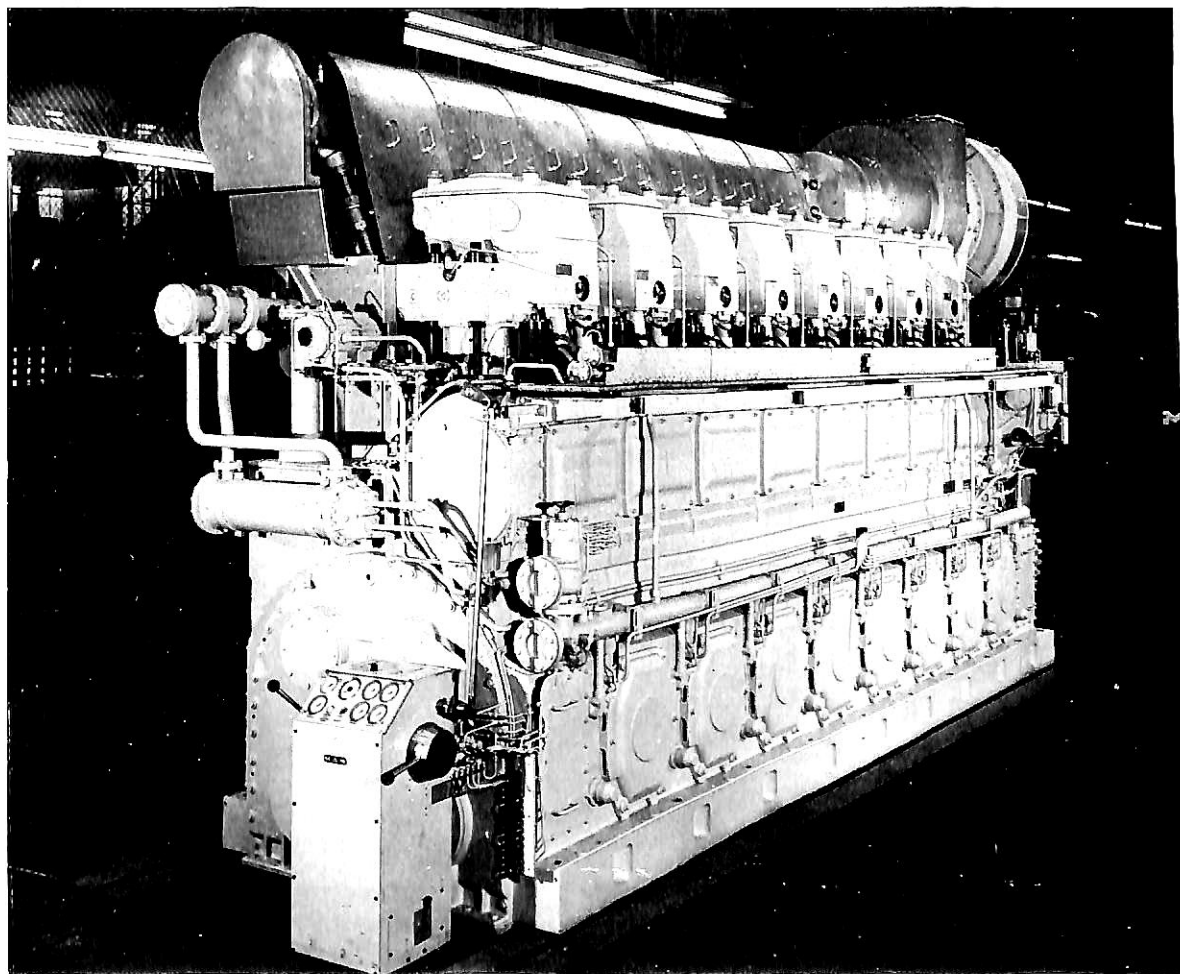
内海造船株式会社田熊工場建造(第460番船)	起工 54-12-6	進水 55-5-15	竣工 55-8-29
全長 67.800m	垂線間長 60.000m	型幅 7.900m	型深 4.400m
満載排水量 802t	総噸数 526.59T	純噸数 138.62T	満載喫水 3.00m
燃料消費量 6.78t/day (16knにて)	清水槽 48.94m ³		燃料油槽 82.272m ³ (96%Full)
出力 (連続最大) 1,500PS×2 (380rpm)	(常用) 1,275PS×2 (360rpm)	主機械 富士 6S32F型ディーゼル機関×2	プロペラ 4翼 2軸 CPP
補汽缶 クレイトン RHOA-30 8.0kg/cm ² G×395kg/h×1		発電機 神鋼電機 TVK1-A-522 AC225V×120kVA×2	
(原)久保田鉄工 L6D45EM 145PS×1,200rpm×2		無線装置 送(主) 250W×1 (補) 250W×1	
受(主) 5 船舶電話 VHF		航海計器 デッカ ロラン レーダー	
速力 (試運転最大) 18.461kn (完成常備状態) 17.5kn		航続距離 3,851哩 (16knにて)	
船級・区域資格 JG 近海	船型 平甲板型	乗組員 33名	20ミリ機銃 (JM61-M パルカン型)
500T型第1船			配属 青森海上保安部



M·A·N

中速機関 L/V40/45

550kW/cyl(750PS/cyl) 600rpm



粗悪油運転に適し、効率の高い(静圧過給)の機関です。
船用としても陸上発電用(50Hz、60Hz)としても使用出来ます。

日本代表事務所

M·A·N - GHH (JAPAN) LTD. 東京 C.P.O. Box68

神戸サービスベース

横浜サービスエンジニア

Tel. (03) 214-5931

Tel. (078) 232-3500

Tel. (045) 201-2931

ライセンサー

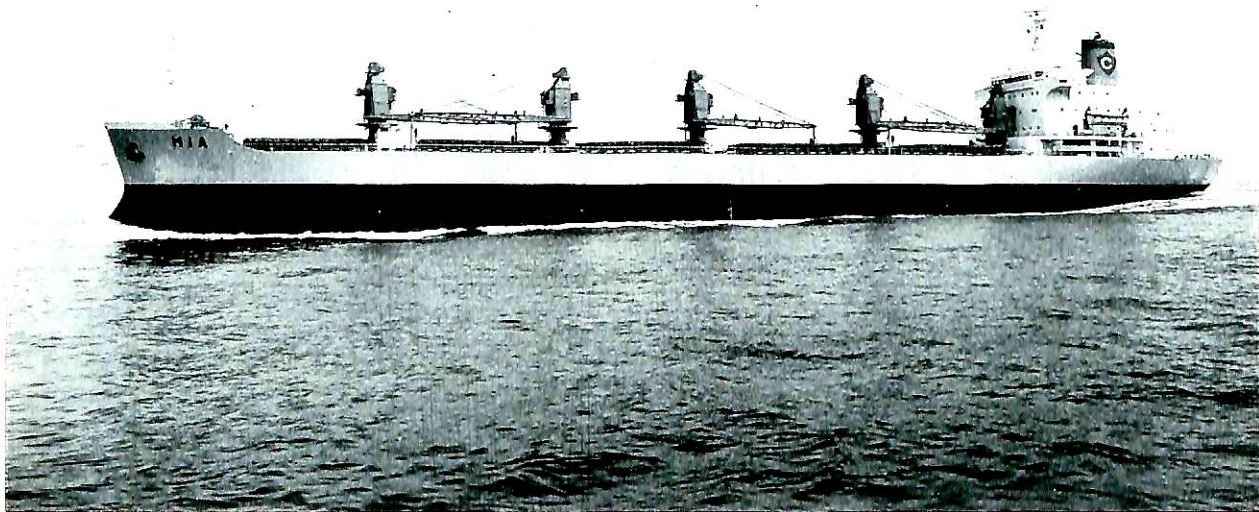
川崎重工業株式会社

三菱重工業株式会社

神戸/東京

東京/横浜

MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG AKTIENGESELLSCHAFT/WEST GERMANY

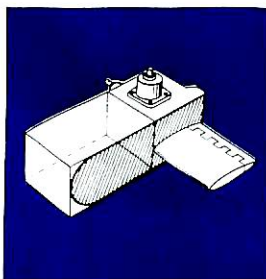


IMPROVE SEAKEEPING and INCREASE MANEUVERABILITY

WITH PRODUCTS FROM **FLUME**

ELEKTROFIN

Combines all the advantages of a water lubricated, low aspect ratio fin with a Siemens designed and manufactured acceleration control system and a powerful quick-acting hydraulic system. Engineered to provide highly effective roll reduction with simple, convenient operation and maintenance. Available in retractable and foldable versions to allow convenient installation in any class of vessel.



OTHER FLUME SYSTEMS FOR BETTER SHIP EFFICIENCY

- **PASSIVE FLUME SYSTEM**
The most popular and cost effective means of obtaining efficient roll reduction.
- **CONTROLLED FLUME SYSTEM**
Uses the Siemens manufactured Phase Control System and ensures effective roll reduction despite changes in stability or sea state.

FLUME STABILIZATION SYSTEMS

A DIVISION OF

**JOHN J. McMULLEN
ASSOCIATES, INC.**

One World Trade Center, Suite #3000,
New York, N.Y. 10048

Representatives throughout the world.



輸出撒積貨物船

ミア

MIA

船主 Adriatic Navigation Corp. (Liberia)

株式会社大阪造船所建造(第381番船)

起工 55-2-4

進水 55-5-10

竣工 55-8-27

全長 169.600m

垂線間長 163.000m

型幅 26.300m

型深 13.600m

満載喫水 9.622m

満載排水量 34,133t

総噸数 15,551.82T

純噸数 9,890.20T

載貨重量 27,029Lt

貨物艙容積 (ベール) 31,668m³

(グレーン) 35,944m³

艙口数 5

クレーン 25t×4 15t×1

燃料油槽 2,022.4m³

燃料消費量 41.5t/day

清水槽 345.7m³

主機械 IHI Sulzer 7RND68型ディーゼル機関×1

出力 (連続最大) 11,550PS (150rpm)

(常用) 10,395PS (144.8rpm)

プロペラ 4翼 1軸

補汽缶 コクラン型 7kg/cm²×1,400kg/h

発電機 西芝 500kVA×AC450V×60Hz×3φ×

720rpm×3

(原) ダイハツ 6PSHT-26D

590PS×720rpm×3

無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 70W×1

受(主) 1 (補) 1 VHF

航海計器 デッカ NNSS レーダー

速力 (試運転最大) 17.540kn (満載航海) 15.0kn

航続距離 15,800哩 船級・区域資格 LR 遠洋

船型 船首接付平甲板型

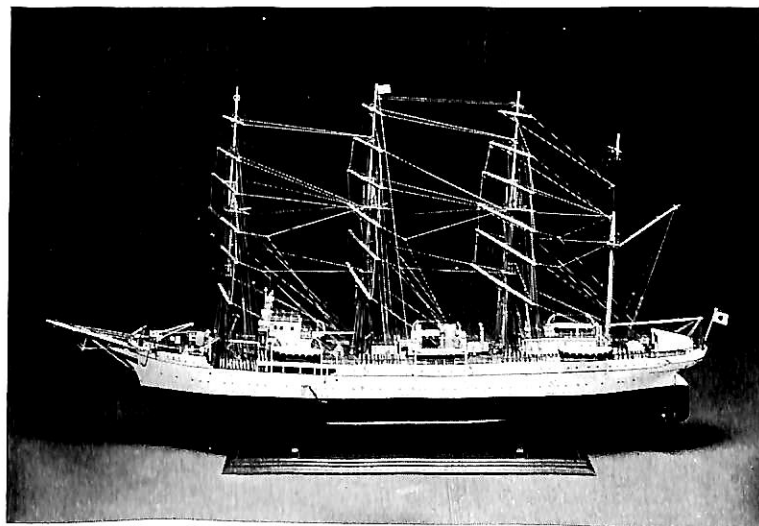
乗組員 35名

同型船 TRITON

◀就航50周年記念▶

大洋の女王 日本丸 模型キット

男なら誰もが持つ海へのロマン。
あなたの手で創り出してみませんか!



75分の1 木製帆船模型 “日本丸”

大型帆船の日本丸、海王丸は昭和5年神戸川崎造船所で建造され、現在は運輸省航海訓練所に所属し、今年で50周年を迎えました。

総屯2,257、4檣パーク型帆船(世界最大級)で帆走による最大速力約11ノット、機関走では8ノットという性能を持っています。

超豪華版の手作り帆船模型キット“日本丸” 5200余点の精巧な部品

●木製帆船キット「日本丸」完成品の大きさ
全長 / 1メートル30cm 最大幅 / 31cm 全高 / 70cm
縮尺 / 1/75 (木製船体竜骨組立式)

●仕様
〈使用材料〉 キール材 / 4mm角マコーレ + 4mmシナベニヤ4点 肋骨材 / 3mmシナベニヤ35点 外板材 / 2×5 桧100点 甲板材 / 1×3 チーク155点 マスト・ヤード・ブーム / 丸棒朴材33点(テーパー加工済)
〈部品〉 金属部品 挽物加工品 プレス加工品 / 1800点 精密鋳造部品 / 1260点 釘、ロープその他 / 1820点

●部品総数 5200余点
●制作日数 通常4～6ヶ月

●現金価格 ¥198,000 (1括払い)
¥215,000 (分割払い)
(支払回数10回、お支払期間10ヶ月)

●業務提携 株式会社セントラルファイナンス

◆電話でのお申し込みは——
東京 03(998)1586(代) 受付時間 (am 9時～pm 6時)

◆代金のお支払いは——一括払いの場合は製品受取後、10日以内に全額を同封の郵便振替用紙で最寄の郵便局からお支払い下さい。分割払いの場合は業務提携の(株)セントラルファイナンス所定の払込み用紙をお送りいたしますので御記入の上お支払い下さい。

◆ご返品について——製品がお気に入らない場合は、受取後5日以内にご返品下さい。(返送料はご負担願います)

※本製品は手加工生産のため量産は出来ませんのでお早めにお申込み下さい。

◆ご予約の申し込みは——
とじ込みハガキにあなたの住所、氏名、年齢、電話番号と支払い方法をご記入・ご捺印の上お申し込み下さい。

申込先 株式会社 不二美術模型

船の科学 模型帆船「日本丸」係

本社 〒176 東京都練馬区高松2の5の2



安全な航海のため、 操舵室の窓はクリアーに。

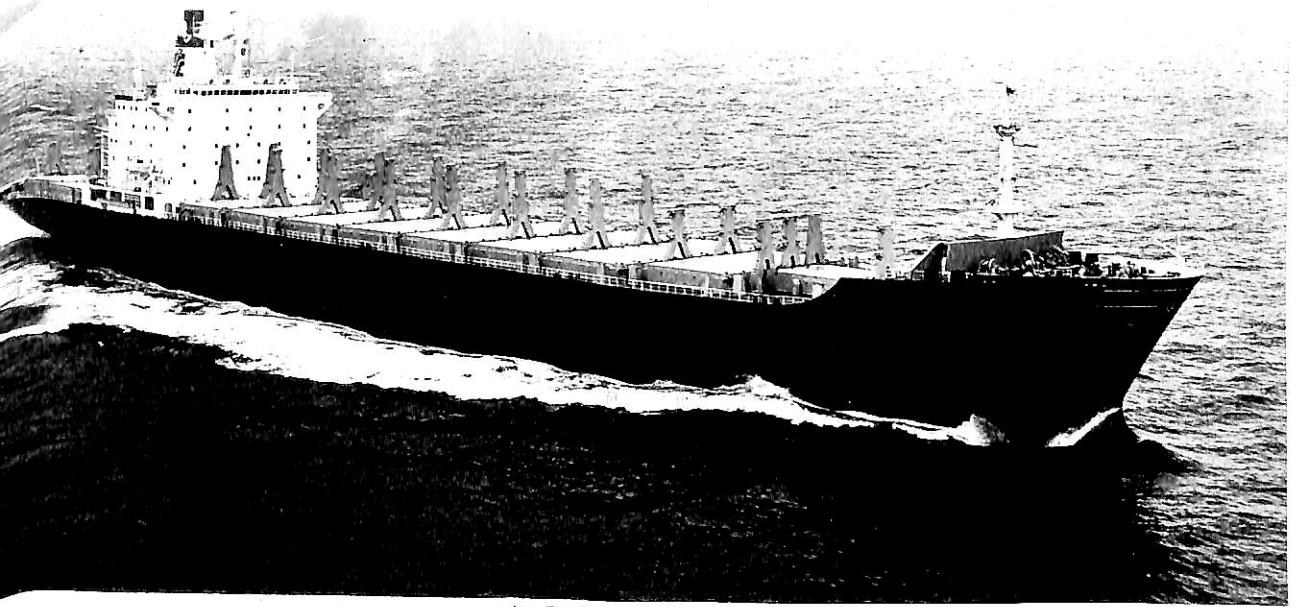
結露・氷結から視界をまもります。
変わりやすい海洋気象、飛び散るしぶき、
吹き付ける氷雪、操舵室の窓は、どうしても曇りがちです。

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

ヒートライト® C

 **旭硝子**

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



シーランド エクスプレス
輸出コンテナ船 **SEA-LAND EXPRESS**

船主 Sea-Land Service Inc. (U.S.A.)

三井造船株式会社玉野事業所建造(第1199番船)

全長 226.96m 垂線間長 213.00m

満載排水量 37,946Lt 総噸数 25,224.90T

Cont.搭載数 甲板上 415個(含Ref. Cont. 165個)

燃料消費量 96.4t/day 清水槽 210.8m³

出力(連続最大) 30,150PS (122rpm) (常用) 27,135PS (118rpm)

補汽缶 堅門筒水管 MC-30 3,000kg/h

三菱ターボ 1,125kVA×1, ダイハツ 8PSHTc26D 812.5kVA×1

無線装置 送(主) 0.5kW×1 1kW(SSB)×1 (補) 40W×1 受(主) 全波×1 (補) 全波×1

航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー

航続距離 18,000浬

SEA-LAND DEFENDER

起工 54-11-21

型幅 30.60m

純噸数 16,990T

船内 424個 計839個

主機械 三菱 Sulzer 9RND90M型ディーゼル機関×1

速度(試運転最大) 24.90kn (満載航海) 22.5kn

船型 船首楼付平甲板型

進水 55-3-17

型深 16.50m

満載喫水 10.024m

載貨重量 23,792t

燃料油槽 3,660.4m³

三菱 Sulzer 9RND90M型ディーゼル機関×1

プロペラ 5翼 1軸

発電機 ダイハツ 8USHTc26D 1,625kVA×2

三菱電機 S6AMPTA 300kVA×1

受(主) 全波×1 (補) 全波×1

速度(試運転最大) 24.90kn (満載航海) 22.5kn

船型 船首楼付平甲板型

竣工 55-7-7

満載喫水 10.024m

船口数 7

燃料油槽 3,660.4m³

三菱 Sulzer 9RND90M型ディーゼル機関×1

プロペラ 5翼 1軸

発電機 ダイハツ 8USHTc26D 1,625kVA×2

三菱電機 S6AMPTA 300kVA×1

受(主) 全波×1 (補) 全波×1

速度(試運転最大) 24.90kn (満載航海) 22.5kn

船型 船首楼付平甲板型

乗組員 39名

ボラン
輸出多目的貨物船 **BOLAN**

船主 Pakistan National Shipping Corp. (Pakistan)

川崎重工工業株式会社神戸工場建造(第1322番船)

全長 153.00m 垂線間長 145.00m

総噸数 TMS 12,478.74T TMNS 8,070.23T

載貨重量 18,153t 貨物艙容積(ベール) 22,253.3m³

主荷油ポンプ 80m³/h×70m×2 船口数 7

Cont.搭載数 max 390TEU 燃料油槽 1,801.2m³

主機械 川崎 MAN K6SZ 70/25 BL型ディーゼル機関×1

(常用) 9,500PS (119rpm) プロペラ 4翼 1軸

排ガスコエノマイザー 1,200kg/h×7kg/cm²×1

(非) G.M. 165PS×125kVA×1

(補) 全波×1 VHF

航続距離 18,300浬

航海計器 NNSS

レーダー

無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 130W×1 受(主) 全波×1

速度(試運転最大) 19.563kn (満載航海) 16.5kn

船型 船首楼付平甲板型

乗組員 40名

起工 55-1-23

型幅 23.00m

純噸数 TMS 6,910.16T TMNS 4,053.83T

(グレーン) 23,559.8m³

デリック 22t×5, ツインデッキクレーン 50t(II)×1

燃料消費量 31.8t/day

出力(連続最大) 11,200PS (126rpm)

補汽缶 堅油焚き 1,200kg/h×7kg/cm²×1

三菱電機 西芝 725kVA×3 (原) ダイハツ 1,000PS×3

送(主) 1.5kW×1 (補) 130W×1 受(主) 全波×1

速度(試運転最大) 19.563kn (満載航海) 16.5kn

船型 船首楼付平甲板型

乗組員 40名

進水 55-4-12

型深 13.40m

満載喫水 9.745m

純噸数 TMS 6,910.16T TMNS 4,053.83T

(グレーン) 23,559.8m³

デリック 22t×5, ツインデッキクレーン 50t(II)×1

燃料消費量 31.8t/day

出力(連続最大) 11,200PS (126rpm)

補汽缶 堅油焚き 1,200kg/h×7kg/cm²×1

三菱電機 西芝 725kVA×3 (原) ダイハツ 1,000PS×3

送(主) 1.5kW×1 (補) 130W×1 受(主) 全波×1

速度(試運転最大) 19.563kn (満載航海) 16.5kn

船型 船首楼付平甲板型

乗組員 40名

竣工 55-8-7

満載喫水 9.745m

貨物油槽容積 1,005.8m³

50t(II)×1

燃料消費量 31.8t/day

出力(連続最大) 11,200PS (126rpm)

補汽缶 堅油焚き 1,200kg/h×7kg/cm²×1

三菱電機 西芝 725kVA×3 (原) ダイハツ 1,000PS×3

送(主) 1.5kW×1 (補) 130W×1 受(主) 全波×1

速度(試運転最大) 19.563kn (満載航海) 16.5kn

船型 船首楼付平甲板型

乗組員 40名





アストロ コーチ
輸出自動車運搬船 **ASTRO COACH**

船主 Pacific Emerald S. A. (Panama)
 常石造船株式会社建造(第471番船) 起工 55-4-23 進水 55-6-13 竣工 55-8-22
 全長 186.00m 垂線間長 174.00m 型幅 32.00m 型深 13.175m 満載喫水 9.024m
 満載排水量 26,582t 総噸数 13,665.40T 純噸数 8,869.07T 載貨重量 13,960t
 Car搭載数 5,000台(スバル) 燃料油槽 3,583m³ 燃料消費量 50.3t/day (CSO, LCV 9,800kcal/kg)
 清水槽 439m³ 主機械 三井 B&W 9L67GFC型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 16,800PS (119rpm)
 (常用) 14,300PS (113rpm) プロペラ 5翼 1軸 補汽缶 排ガス併用横煙管式立形
 発電機 自動式ブラシレス型 800kW×720rpm×3 (原)ヤンマー 6GL-ET 1,200PS×720rpm×3
 無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 75W×1 受(主) 1.5kW×1 (補) 75W 船舶電話
 航海計器 ロラン レーダー 速力 (試運転最大) 20.5kn (満載航海) 18.5kn 航続距離 22,500浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 多層甲板型 乗組員 35名

ラテックスタイプ
 エポキシタイプ デッキ舗床材
 マグネシヤタイプ

B.O.T承認番号

MC25/8/0113

カタログ呈
Tightex
 タイテックス

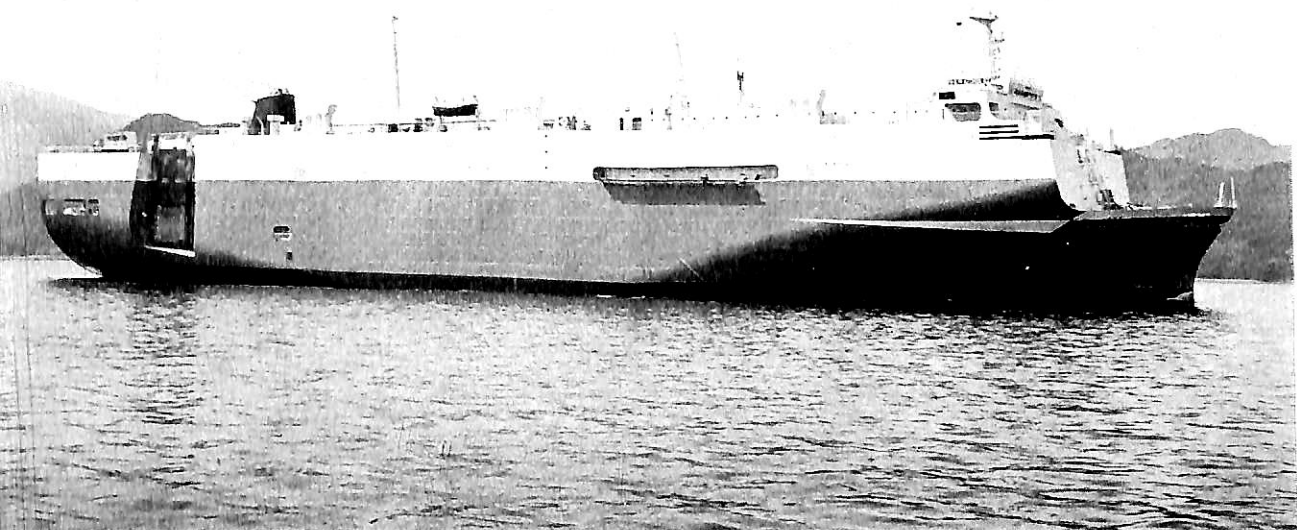
SOLAS承認

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

施工実績数百隻

太平工業株式会社

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



オートモビル エース
輸出自動車運搬船 **AUTOMOBIL ACE**

船主 Greenauklet Shipping Co., S.A. (Panama)
 株式会社神田造船所建造(第257番船) 起工 54-12-15 進水 55-4-17 竣工 55-7-25
 全長 176.00m 垂線間長 167.00m 型幅 27.60m 型深 10.08m 満載喫水 8.169m
 満載排水量 21,267.84t 総噸数 8,361.96T 純噸数 4,765T 載貨重量 12,131.31t
 Car搭載数 乗用車 3,500台(カーデッキ11) 燃料油槽 F.O. 2,095m³ A.O. 220m³
 燃料消費量 42.95t/day 清水槽 380m³ 主機機 IHI SEMT Pielstick 16PC2-5VBTC 型ディーゼル機関×1
 出力(連続最大) 13,600PS (520rpm) (常用) 12,240PS (502rpm) プロペラ 5翼 1軸
 補汽缶 1,076kg/h at 6kg/cm² 排ガスエコノマイザー 1,300kg/h 発電機 ダイハツ 8PSHTb-26D
 1,000PS×720rpm×3 無線装置 送(主)JRC Type NSD1590 受(主) JRC Type NRD72
 航海計器 ロラン レーダー 速力(試運転最大) 20.454kn (満載航海) 18.0kn 航続距離 16,000浬
 船級・区域資格 AB 遠洋 乗組員 31名 ランプドアー (22.5m×4m)×2 ファクシミル

新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

■ 主要業務

依頼試験、研究
 施設設備の貸与
 技術相談

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



船舶機装品研究所

RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING
 HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

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

(競艇益金事業)



The ealier built mid-body is towed out from the building hall

MS NORDIC PRINCE の伸長工事

速水育三

本年3月7日、Wärtsilä Helsinki 造船所に到着した MS NORDIC PRINCE は船体の伸長工事を終え、6月17日 Miami の基地に向け出港した。配管、配線の複雑な工程でも貨物船、タンカーと同日の比でないことは改めて繰返すまでもな

いが、14週の期限内で遊歩甲板の全公室を拡大し、備品類まで一新した手際よさには驚く。写真が殊に鮮美であるので、なるべく前回の MS SONG OF NORWAY と重複しない分を取上げることとした。

The new mid-body is taken into the hall



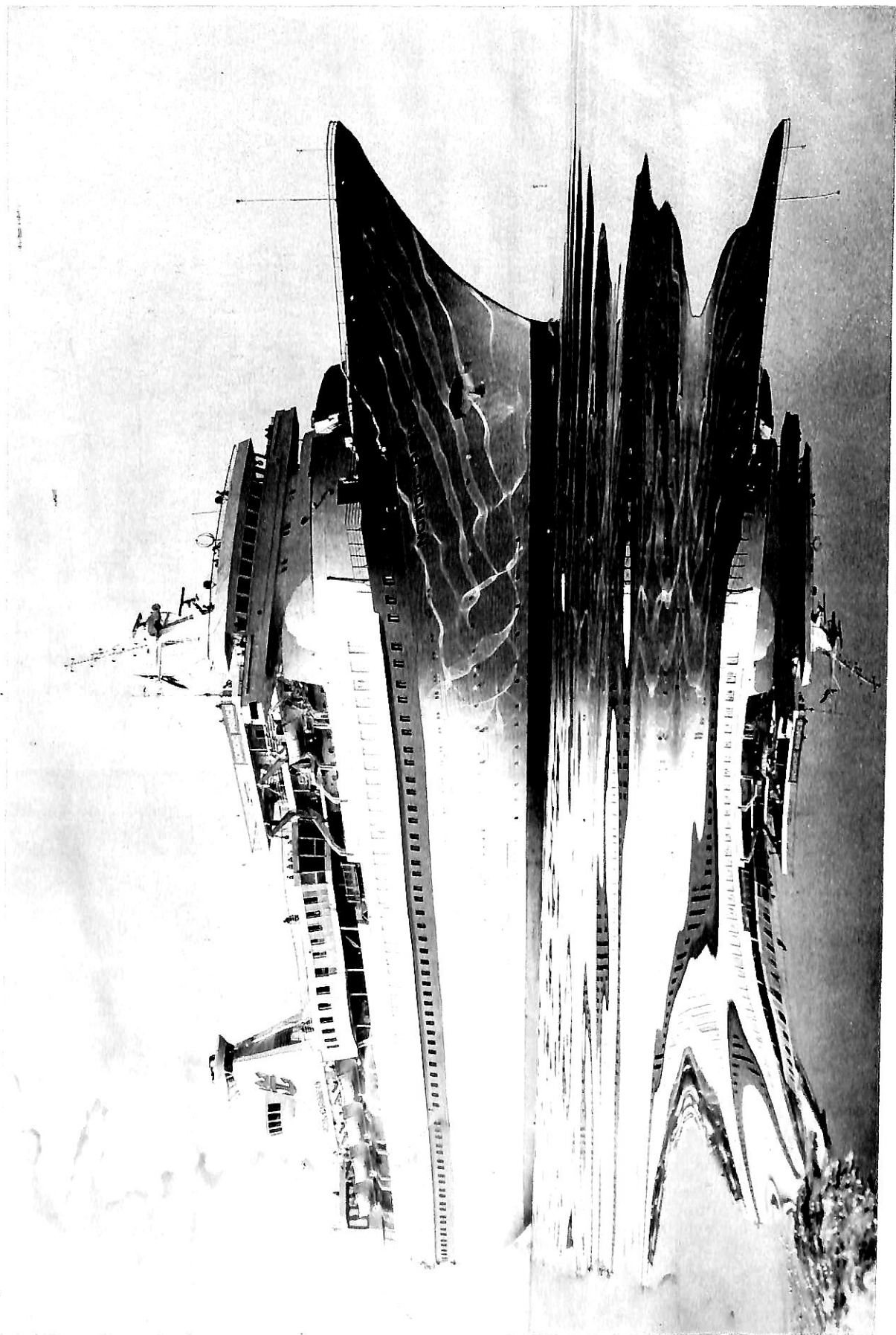


before after

Length	168.3m	194.3m
Grosstonnage	18,436	23,200
Passengers (lowerbeds)	710	1,024
Personnel	320	400
Speed	21knots	20.5knots

All three parts in the hall, ready for trimming down and final adjustment for welding together





The "NORDIC PRINCE" on trial trip on June 8, 1980

MS NORDIC PRINCE
(改造後)

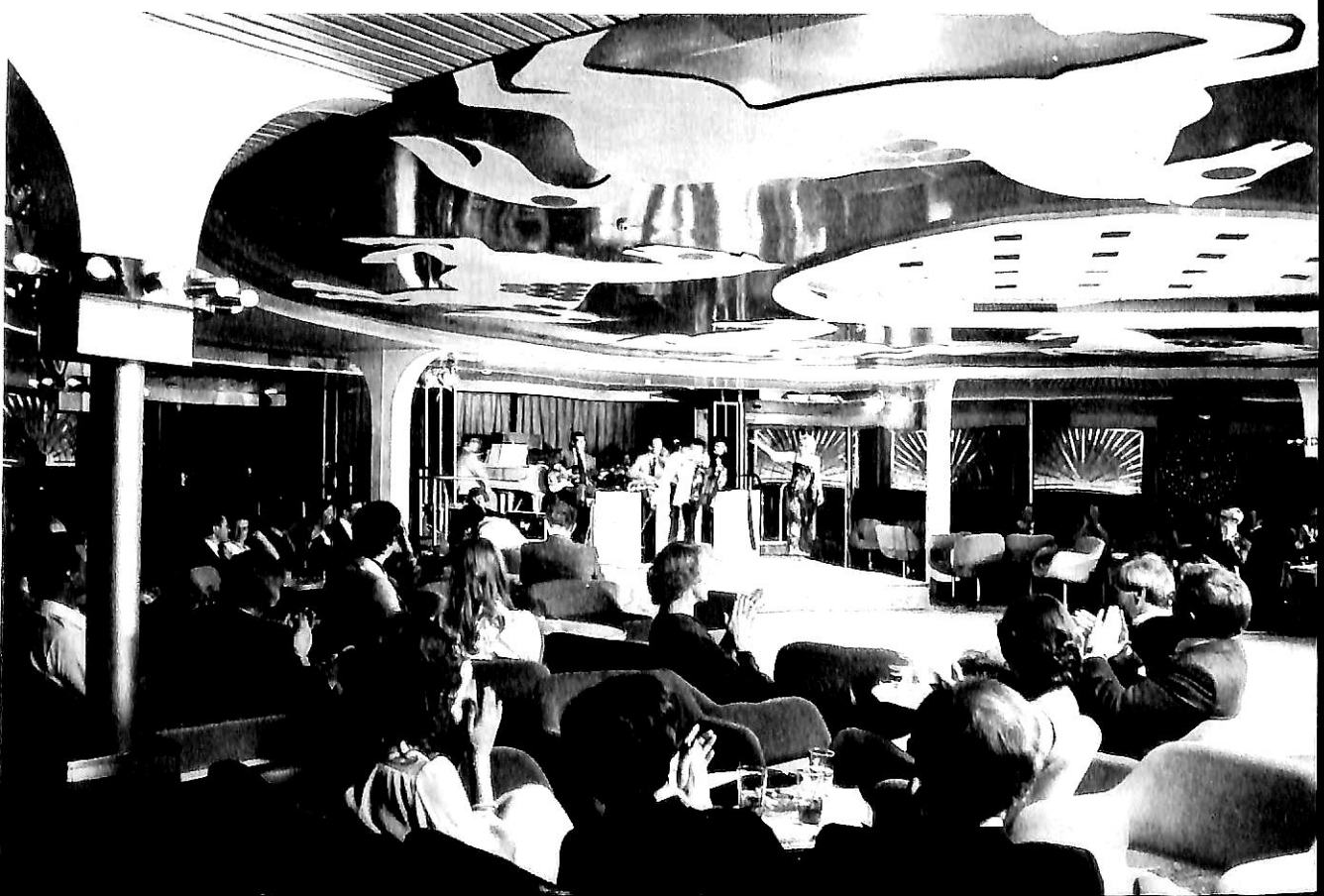


Dining Room

MS NORDIC PRINCE

— 25 —

One of the Lounges





Shopping Arcade

— 26 — MS NORDIC PRINCE

Observation Lounge





One of the Entrances

MS NORDIC PRINCE

— 27 —

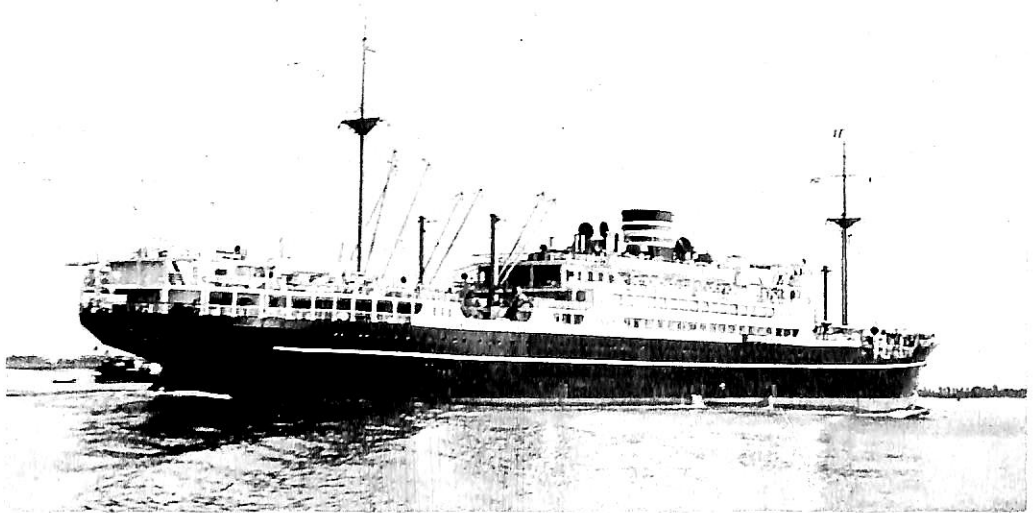
Swimming Pool



日本商船隊の懐古

山田早苗氏提供

貨客船 靖 国 丸 日本郵船株式会社



三菱重工長崎造船所建造(第468番船)	船舶番号 36223	船舶信号 VGRQ→JRZB
起工 昭4—4—22	進水 5—2—15	竣工 5—8—31
型幅 19.50m	型深 11.27m	満載喫水 8.53m
載貨重量 9,981.0t	出力(連続最大) 11,832PS (計画) 10,000PS	主機械 三菱ズルツァー10ST68型ディーゼル機関×2
船級・区域資格 通信省 第1級船 遠洋区域	ロイド100A1 with free board LMC. RMC. DBS.	鋼船
乗組員 187名	旅客 特等3名, 1等118名, 2等68名, 3等60名, 合計249名	姉妹船 照国丸 船籍港 東京
	全長 160.59m	垂線間長 153.92m
	総噸数 11,930.0T	純噸数 7,157.0T
	速力(試運転最大) 18.022kn	(満載航海) 15.0kn

日本郵船では明治20年に欧州航路開設の調査を開始し日清戦争後、海外への航路拡張の世論に應えて、明治28年には役員をロンドン及びヨーロッパ各地に派遣して準備に入った。その結果、明治29年3月15日横浜を出帆した英国よりの購入船土佐丸(5,402トン)を第1船として定期航路が開設された。一方では同航路のために新造船を建造し、神奈川丸以下12隻が完成、明治31年5月から2週1回の定期配船が確立された。その後ひきつづき明治42年に8,500トンの賀茂丸型6隻、大正2年には10,000トンの香取丸型2隻、大正3年には11,000トンの諏訪丸型3隻を建造、船質は逐次改善されてきた。大正10年にはさらに10,500トンの箱根丸型4隻を投入し、ここに賀茂丸、熱田丸、北野丸、諏訪丸、伏見丸、香取丸、鹿島丸と合わせて11隻で2週1回の定期配船を行ってきた。しかし、このうち賀茂丸クラスはすでに老齢化し、他船に比して劣ってきたので、日本郵船では、12,000トン18ノットクラスの新型ディーゼル船を2隻建造することになり、これを三菱長崎造船所に発注した。本船は照国丸(本誌33巻2号28頁参照)につづいて第2船として昭和5年8月31日竣工した。

本船の資格、船級、構造、設備、主機械等は照国丸と同様で、船価も617万7千円であった。

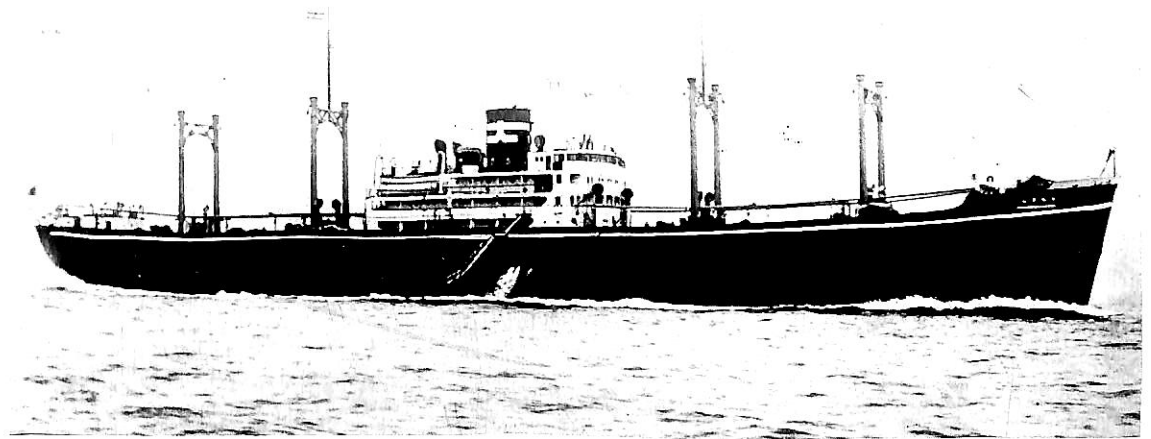
昭和5年8月4日から9日にかけて長崎県三重沖にて公試運転を実施し、最高速力18.022ノットを記録した。

昭和5年9月22日横浜を出港してロンドンに向け処女航海の途につく。本船の就航により賀茂丸クラス3隻は同航路を撤退し、新造船を加えて10隻で2週1回の定期配船となった。

昭和14年9月第2次世界大戦が勃発、本船も政府の指示により欧州からの引揚げ邦人を乗せてパナマ経由で10月18日横浜に帰着する。

昭和15年10月同航路は休航となり、29日には本船は海軍に徴傭され特設潜水母艦に改造、第6艦隊・第1潜水戦隊の旗艦として13隻の潜水艦の母艦となる。昭和17年2月1日クェゼリンに停泊中敵の攻撃により船尾に爆弾3発が命中して小破する。戦況が不利になるにつれて本船も一時運送船に転用され、釜山の第20師団をラバウル方面に輸送する丙号輸送の第2輸送隊に加わり、1,448名の将兵と車輛11輛を搭載し昭和18年1月8日釜山を出港、パラオ経由24日午後12時30分ウエワクに到着、部隊を揚陸した。昭和18年4月再び潜水母艦に復帰しトラックに停泊する。昭和19年1月25日、メレオンに向う海軍第49防空隊及び第222設営隊のうち396名を乗せ愛国丸とともに横須賀を出港、雷、満潮、白露護衛のもとに航海中、1月31日午前3時58分トラック島北西約300マイルにて米潜水艦 Triggar (SS-237) の雷撃を受け5分間で沈没、1,188名の殆どが戦死した。北緯9度15分・東経147度13分の地点であった。(写真提供 池田良徳氏)

貨物船 かんべら丸 大阪商船株式会社



三井物産造船部玉野工場建造(第216番船) 船舶番号 41765 船舶信号 JPLK 起工 昭10-9-16
 進水 11-3-12 竣工 11-5-30 全長 135.85m 垂線間長 128.00m 型幅 17.50m
 型深 11.00m 満載喫水 7.739m 総噸数 6,477.23T 純噸数 3,857.71T
 載貨重量 7,080.0t 主機械 三井 B&W 直接逆転2サイクル複動無気噴油式ディーゼル機関DM662WF-140型×1
 出力(連続最大) 8,454PS (計画) 7,000PS 速力(試運転最大) 19.19kn (満載航海) 14.57kn
 船級・区域資格 通信省 第1級船 遠洋航路 ロイド100A1 with free board LMC. RMC. 鋼船 旅客 1等12名
 姉妹船 東京丸(摂津商船) 船籍港 大阪

大阪商船では、昭和4年オーストラリアよりの羊毛や冷蔵貨物積取設備を有する新鋭船しどにい丸(本誌33巻5号31頁参照)クラス3隻を投入し、オーストラリア線は面目を一新した。その後、昭和6年12月13日の金輸出禁止の断行によって円貨は下落し、これが本邦の輸出を促進する結果となり、同線は往復とも荷動きが活発となり新造船の建造が必要となった。

本船は第2次船舶改善助成施設法の適用を受けて完成したもので、羊毛・精肉積取りのための特別の考慮が払われて居り、同型姉妹船東京丸は傍系会社の摂津商船から発注された。

昭和11年6月5日よりオーストラリア航路に就航し、従来21日間を要した日本-オーストラリア間を本船は11日間で航走した。

東京丸の完成とともに日本-メルボルン間を月1回の定期配船となり、しどにい丸型3隻は新設のニュージーランド線に配船された。

昭和13年7月30日、本船は船客16名、羊毛、冷凍肉、甲板上には綿羊956頭を搭載してブリスベンを出港神戸に向け航海中、8月7日午後4時12分、東経137度22分・北緯22度56分、硫黄島の南方にて7月29日以来行方不明となっていたパンアメリカン航空の飛行艇ハワイヤンクリッパー号の捜査依頼を受電、直ちに全速にて西行して沖の鳥島附近に急行、8月10日午後8時まで必死の捜

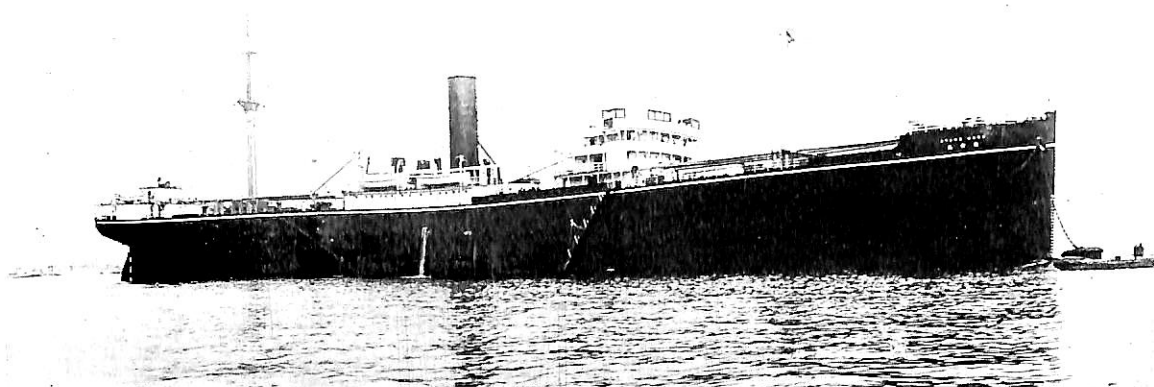
査を行ったが手がかりなく、8月11日長崎にもどる。

昭和16年7月、英米の対日資産凍結令によりオーストラリアとの貿易は事実上断絶し、同年6月日本を出発した本船が最後の就航船となり航路は閉鎖された。

昭和16年10月陸軍軍用船となる。直ちに大連よりサイゴン方面の輸送に従事し、開戦時は海防(現、ハイフォン)にあった。

昭和17年1月20日マレー半島に向う部隊と航空関係資材を積んでカムラン湾を出撃、22日午後6時シンゴラに到着、1月24日午後11時、第20駆逐隊直衛のもとに関西丸とともにシンゴラを出撃、26日午前10時45分、マレー半島南部東岸のエンドウ沖に到着、揚陸を開始したが、途中英軍機の攻撃をうけ被弾、戦死8名、重傷7名を出し、船体の一部を小破する。28日正午揚陸を完了してシンゴラに帰る。昭和17年9月29日ラバウルに部隊を急派する「沖輸送」の第3船団に加わり佐伯を出港、10月12日ラバウルに到着、揚陸する。同年11月6日激戦のガダルカナル島に第38師団を緊急輸送する11隻の船団の第1分隊に加わりラバウルを出撃、8日ショートランドを経て「ガ」島に向う途中、14日午前10時50分41機の敵の攻撃を受け、第2、3、4、5船団に被弾し大火災となり、12時3分退船命令のち沈没した。「ガ」島の北方東経158度39分・南緯8度25分の地点であった。

貨物船 愛 宕 丸 日本郵船株式会社



リースブロー造船所グラスゴー(英)建造 船舶番号 30916 船舶信号 STPR→JYCA 進水 大13—6
 竣工 13—11—28 垂線間長 134.26m 型幅 17.37m 型深 11.76m 満載喫水 8.53m
 総噸数 7,542.0T 純噸数 4,516T 載貨重量 10,676t
 主機械 スイス ズルツァーブラザー社製ズルツァー型単動2行程空気噴油式クロスヘッドディーゼル機関×2
 出力(連続最大) 5,588PS (計画) 4,000PS 速力(試運転最大) 14.48kn (満載航海) 12.0kn
 船級・区域資格 逓信省 第1級船 遠洋区域 ロイド100A1 with free board LMC. 鋼船 姉妹船 飛鳥丸
 船籍港 東京

大正3年7月ヨーロッパに始った第1次世界大戦で未曾有の活況を呈した海運界も、大正7年から8年にかけて戦争の終結とともに一転して不況となり各社は新造計画を中止した。しかし日本郵船では、その後も船質改善のための新造船建造は引続き行われていた。

本船はシアトル航路の改善のために英国の造船所に発注された2隻の姉妹船の第2船としてグラスゴーにて竣工したもので、当時世界的に脚光を浴びつつあった内燃機関を当社として始めて採用したことで注目された。

即ち、本船にはスイスのズルツァー社製のディーゼルエンジンを、第1船の飛鳥丸にはデンマークのパーマイスター&ウエイン社製のものをそれぞれ搭載した。就航後は好成績を収めたので、昭和6年以降のニューヨーク航路の新造船はすべてディーゼル船となった。

船価は約190万円であった。

本船はシアトル航路を皮切りに、ヨーロッパ・リバプール線やボンベイ航路、昭和初期から9年にかけてはニューヨーク航路に、N型船6隻が完成した昭和10年からは中南米航路に就航するなど世界の海を駆けめぐった。

昭和16年7月19日より8月27日までと、12月23日より翌年7月1日まで陸軍軍用船となり、以後は船舶運営会の使用船となる。

昭和17年後半頃より日本のタンカーは艦隊附属や原油輸送などで多忙をきわめ損害も多発して船腹の不足にな

やまされてきた。政府では新船の建造と並行して既製の貨物船を応急タンカーに改造することになり、本船もその1隻として昭和17年12月28日より佐世保海軍工廠に入渠し工事を開始、翌年2月14日に完成し佐世保鎮守府所屬の運油船となる。改造に当っては船艙をそのまま油槽とし、内部を木製の制油板によって区分し船の安定をはかり、艙口には梁を設置してその上をハッチホルド、帆布・角材等で密封し、これにホースを通して油の搬入・揚陸を行なう方式であった。

昭和18年4月23日には、軍部が苦肉の策として考え出した曳航される「動くタンク」第24南油を曳航して呉を出港、シンガポールで原油を搭載して内地にもどる。

昭和19年11月3日「ミ25船団」に加わり六連錨地を出港、ボルネオのミリに原油積み取りに向う。途中2隻が雷撃により沈没したが本船は26日ミリに到着した。当地方はすでに連日の如く敵機の攻撃を受けて居り本船も夜間のみ油の搭載を行った。しかし、11月28日午後11時37分敵機の爆弾攻撃により第6番船艙に被弾し、後部船艙は勿論機関室にも浸水し、船尾船底が水深15メートルの海底に着底し船首を高く浮揚したまま翌29日午後5時20分船体は放棄された。

ボルネオ島ミリ港内、北緯4度29分・東経114度0分の地点であった。

貨物船 飛鳥丸 日本郵船株式会社

David & William Henderson グラスゴー

(英)建造

船舶番号 30494

船舶信号 STPN→JYDA

進水 大13-7 竣工 13-11-11

垂線間長 134.26m 型幅 17.37m

型深 11.76m 満載喫水 8.84m

総噸数 7,523T 純噸数 4,537T

載貨重量 10,819t

主機械 B&W 社製単動四行程式空気噴油式
クロスヘッドディーゼル機関×2

出力 (連続最大) 4,979PS

(計画) 4,000PS

速力 (試運転最大) 13.038kn

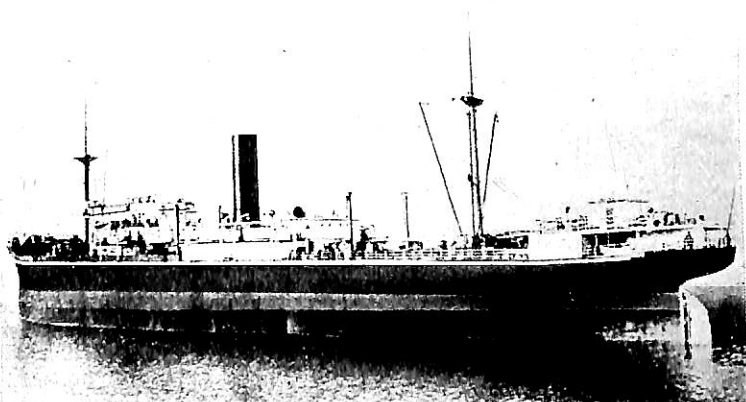
(満載航海) 11.0kn

船級・区域資格 逋信省 第1級船 遠洋区域
鋼船

ロイド 100A1 LMC. BS.

姉妹船 愛宕丸

船籍港 東京



愛宕丸の姉妹船で本船にはB&W社製のディーゼルエンジンを搭載した。船価は約200万円であった。

就航航路は愛宕丸と同一である。

昭和16年7月16日米国政府が日本船のパナマ運河通行を禁止したときは大西洋上にあり、本船は止むなくリオデジャネイロ、モンテビデオを経てマゼラン海峡を通過し、チリー、ペルーを経由して10月11日横浜に帰る。

昭和16年12月23日陸軍軍用船となり昭和18年中頃までは主としてサイゴン、高雄、大連方面で活躍したが、戦

況の悪化とともに第1線にかり出され、同年10月にはラバウルにまで進出した。昭和19年1月7日フィリピンに向う第127船団に加わり武器・弾薬を積んで門司を出港、1月10日午後0時30分那覇の北方約70マイル北緯27度32分・東経127度25分にて米潜水艦 Seawolf (SS-197) の雷撃を右舷第4番船艙付近に受け、船尾より沈下して約10分で沈没し、中野船長以下20名の乗組員が戦死した。

(写真提供 日本郵船)

客船 すみれ丸 大阪商船株式会社→関西汽船株式会社

三菱重工業神戸造船所建造(第187番船)

船舶番号 34131

船舶信号 TRBV→JNGH

起工 昭3-4-26 進水 3-10-31

竣工 4-1-31 全長 78.02m

垂線間長 74.06m 型幅 11.58m

型深 5.97m 満載喫水 3.581m

総噸数 1,724.78T 純噸数 816.0T

載貨重量 454.0t

主機械 三菱ビッカース単動4サイクル無気
噴油トランクピストン型8筒 RH-8
型ディーゼル機関×2

出力 (連続最大) 2,314PS

(計画) 1,840PS

速力 (試運転最大) 16.26kn

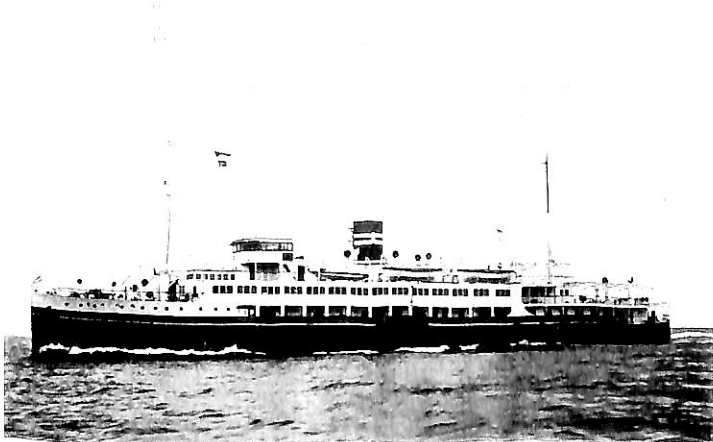
(満載航海) 13.38kn

船級・区域資格 逋信省 第3級船 沿海区
域 輕構船 鋼船

旅客 1等46名, 2等133名, 3等491名

姉妹船 みどり丸

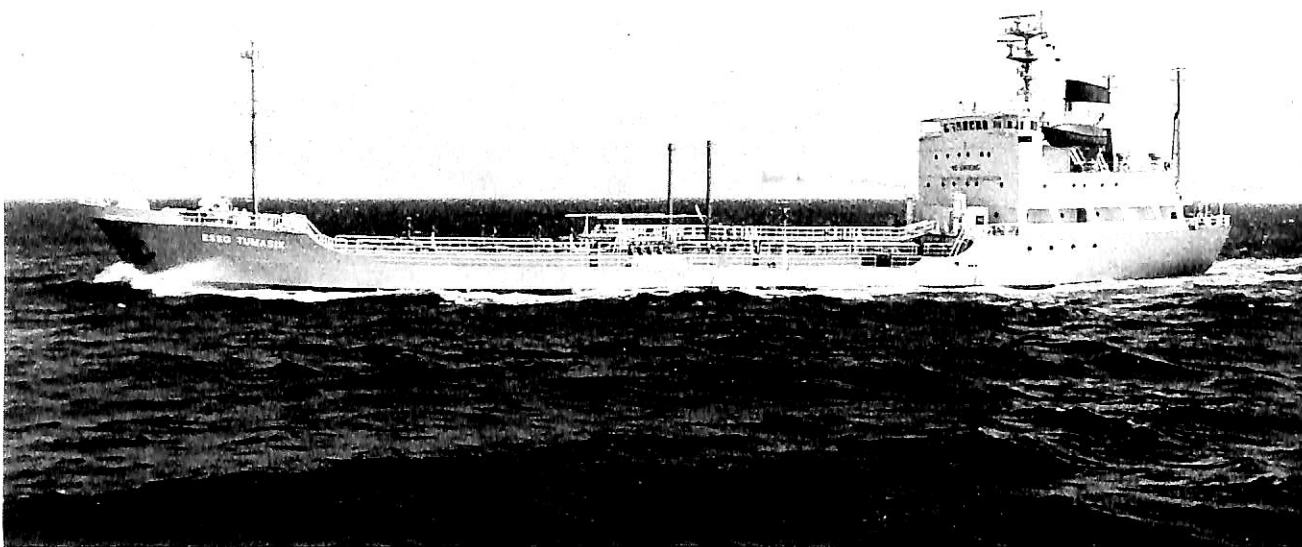
船籍港 大阪



大阪商船の別府航路は、明治45年5月28日紅丸(のちの鳴門丸、本誌第33巻8号31頁参照)によって開設され、当時は大阪豊後線と呼ばれていた。その後別府温泉の発展とともに乗客は増加の一途をたどり、大正10年にはこの航路のために新造した紫丸が就航するに及んで本格的に改善されてきた。その後間もなく紅丸(二代)が、つづいて本船クラス2隻が新造された。本船はみどり丸(本誌32巻11号31頁参照)につづいて本航路用に建造された4番目の船で、これによって1日2便制が確立され

た。昭和4年2月5日から大阪一別府線の夜便として就航する。

太平洋戦争中は軍用船としてジャカルタ、シンガポール間を往復していたが、ジャカルタ付近に停泊中終戦となる。昭和20年12月からジャワ島の邦人のレンバン島及びガラン島への輸送任務につき、昭和21年4月日本に帰る。同年7月には関西汽船の別府航路に復帰したが、昭和25年8月GHQの命によって賠償としてオランダ政府に接収された。

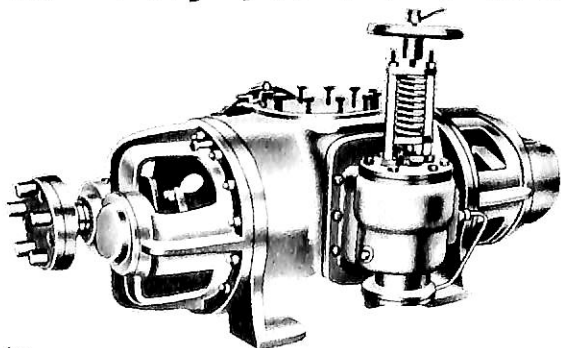


エッソ ツマシク
輸出油槽船 ESSO TUMASIK

船主	Esso Far East Ships Inc. (Panama)			竣工	55-8-12					
下田船渠株式会社建造(第308番船)	起工	55-2-22	進水	55-6-6	満載喫水 (mld.)	6.34m				
全長	95.06m	垂線間長	88.00m	型幅	15.00m	型深	7.30m	満載喫水 (mld.)	6.34m	
満載排水量	6,384t	総噸数	2,817.44T	純噸数	1,614T	載貨重量	4,723.85t	燃料油槽	362m ³	
貨物油槽容積	5,600.56m ³	主荷油ポンプ	200m ³ /h×80m×4(ギア型)			燃料油槽	362m ³			
燃料消費量	11.9t/day	清水槽	77m ³	主機械	赤阪 DM46型ディーゼル機関×1					
出力 (連続最大)	3,200PS (265rpm)	(常用)	2,720PS (251rpm)	発電機	神鋼 445V×60Hz×300kVA×2, (原) ヤンマー					
補汽缶	三浦堅型 YW-120E×1	5,000kg/h	発電機	神鋼 445V×60Hz×300kVA×2, (原) ヤンマー				プロペラ	4翼 1軸	
360PS×1,200rpm×2, 神鋼 100kVA×1, (原) ヤンマー 145PS×1,200rpm×1				無線装置	送(主) 1.2kW×1					
(補) 130W×1 受(主) 1 (補) 1 VHF				航海計器	NNSS レーダー					
(満載航海) 12.0kn	航続距離	5,000浬	船級・区域資格	AB 遠洋		船型	四甲板型		乗組員	22名

SNM - S & P スクリューポンプ (二軸スクリューポンプ)

プロダクトキャリアーやケミカルタンカーの
カーゴオイルポンプとして最適



新日本造機株式会社

本社 東京都港区芝2丁目1番28号(成旺ビル) ☎東京(03)451-1417(代)
大阪(06)538-1731(代)・広島(0822)48-2280・九州(093)551-3213・
札幌(011)664-3241・名古屋(052)951-6875

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

10月のニュース解説

○海運造船問題

9月21日～10月20日

編集部

●一般政治経済問題

9月23日●国境紛争に端を発したイラン、イラクの戦闘
(天) は、イラク軍戦車部隊がイラン領内に進撃をする一方、イラン空軍はバクダットを爆撃するなど、陸・海・空軍を総動員した全面戦争に発展した。両軍は、アバダン、バスラなど双方の石油施設を攻撃、原油の輸出は停止となった。

9月29日○日立造船はこのほど中国遠洋運輸公司(CO
(天) S C O) から6万重量トン型タンカー2隻を受注した。同公司としては初の受注であるばかりでなく、輸銀資金を利用した初の中国向け船舶輸出である。契約条件は円建て延べ払いで、納期は第1船が82年末、第2船が83年初めで有明工場で建造する。

●第93回臨時国会が召集され、会期を50日とすることを決定した。

10月1日●石油にかわる石炭、地熱、太陽熱など代替エ
(天) ネルギー開発の中核的推進体となる「新エネルギー総合開発機構」(理事長・綿森日立製作所副社長)がこの日発足した。

10月4日○カナダのバンクーバーから日本、香港などへ
(天) の観光旅行に出発したオランダの豪華客船プリセンダム(8,566トン)はこの日の未明、アラスカ湾で海上火災を起こしたが、乗客320人と乗組員190人は、付近を航行中のタンカーに全員救助された。

●アメリカが1946年から72年までの間に行った米本土の太平洋、大西洋両岸への放射性廃棄物の投棄は予想以上の汚染をもたらし、海底の汚泥から最高で平常の26万倍、魚類からは最高8,500倍もの放射能が検出されたことが、米連邦政府の環境保護局(EPA)の資料から判明した。

●ロシア皇帝の巨額の財宝を積んだまま、日露戦争の日本海海戦で長崎県対馬沖に沈み、このほど引き揚げ作業中、艦内からプラチナらしい貴金属塊が見つかり話題を呼んでいる旧ロシア・バルチック艦隊巡洋艦アドミラル・ナヒモフ号(8,514トン)について、ソ連のジノビエフ臨時大使は、3日外務省を訪れ、

ナヒモフ号とその財宝すべてに対する所有権を主張した。これに対し外務省では「日本政府の立場は検討の上追って回答する」と所有権についての明言を避け、大蔵、法務両省など関係省庁との協議を始めた。一方、財宝の引き揚げ作業に30億円投資しているというスポンサーの笹川良一日本船舶振興会会長は、この日東京・三田の笹川記念会館で記者会見し、「ソ連が北方領土を返還してくれるのならナヒモフの財宝は差し上げる用意がある」と考えを述べた。

10月9日○6日から東京・日本青年館で開かれていたI
(天) M C O(政府間海事協議機関)の1978年の海洋汚染防止条約および海上人命安全条約(SOLAS)に関する東京セミナーがこの日終了した。この東京セミナーには37カ国、120名が参加、同条約に関する1978年プロトコルのうち検査方法、証書発給を中心議題とし討議が行われた。

10月10日●アルジェリア北西部にあるエルアスナム市で
(天) 二回にわたって大地震(マグニチュード7.5と6.4)が発生、同市の8割が損壊し、死者2万人、被災者は25万人前後に達したと見られている。

10月13日○日本船舶輸出組合はこの日、今年度上半期
(天) (4-9月)の輸出船契約実績をまとめ発表した。それによると新造船受注量は124隻、約290万総トン、船価合計は5,721億円で、前年同期に比べ、総トン数で25.2%増、船価では54.7%増となった。船種別にみると、①貨物船19隻、17万総トン、②ばら積船62隻、147万総トン、③油送船37隻、125万総トン、④その他4隻、64万総トンとなり、昨年同様ばら積船と油送船が中心で、全体のほぼ90%を占めている。

10月15日○カナダのドーム・ベトロリアム社はこの日、
(天) ボーフォート海の氷の状態が極度に悪化したため、年内をメドに急いでいた同海の油田開発を来年まで延期すると発表した。

IMCO (政府間海事協議機関) の動き

「安全で美しい海」は海とともに生活するあらゆる国の人々の願いであるが、IMCO (政府間海事協議機関) は、発足以来、船舶の安全及び海洋環境の保護という2つの課題に主として取り組んできた。IMCOは、ILO、WHOと同じような国連の専門機関の一つである。加盟国は、本年10月現在118ヶ国からなる。IMCOで作成された数多くの条約は、船舶に関する世界的統一基準としてきわめて多くの国で実施されている。わが国は、IMCOの活動に積極的に参加しており、発足以来理事国に選出されている。

タイタニック号海難事故が発端となり、救命設備の義務付け等主として旅客船の人命の安全確保を目的とする最初の海上人命安全条約(SOLAS条約)ができたのが1929年である。以来、SOLAS条約は4回改正され、最新の条約が本年5月25日に発効した1974年SOLAS条約である。1974年SOLAS条約は、船舶の安全規制のあらゆる面に及ぶ大部のものであり、タンカーの安全等現代的問題に関する多くの規定をおいている。9月現在1974年SOLAS条約の締約国は43ヶ国である(資料参照)。従来のSOLAS条約の範囲を補うため、以下のような種々の条約が採択された。

- イ. 国際満載喫水線条約(LLC)
- ロ. 1972年衝突予防条約
- ハ. 1977年トレミノス漁船条約
- ニ. 安全なコンテナに関する国際条約(CSC)
- ホ. 1978年船員の訓練、資格証明及び当直維持の基準に関する国際条約(STCW)
- ヘ. 1979年の海上捜索救難に関する国際条約(SAR)
- ト. トン数測度条約

1973年に「1954年の油による海水の汚染の防止に関する条約」を発展させた「海洋汚染防止条約」(MARPOL条約)が採択された。本条約の構成は以下のとおりである。

附属書I 油による汚染の防止に関する規則

油水分離器、スロップ・タンクの容量、油排出監視制御装置、スラッジ・タンク、タンク・サイズ制限等について規定している。

附属書II ばら積有害液体物質による汚染の防止に関する規則

附属書III 包装積有害物質による汚染の防止に関する規則

附属書IV 船舶で生ずる汚水による汚染の防止に関する規則

規則

附属書V 船舶で生ずる廃棄物による汚染の防止に関する規則

これまでに概観したように最近においてはIMCOにおける規制の重点は、原油等各種の危険物の安全輸送と海洋汚染の防止に移されてきているが、海難事故による大量の油流出事故に端を発し、タンカーの安全及び汚染の防止に関する国際会議が1978年に開催された。この会議において1974年のSOLAS条約に関する1978年の議定書及び1973年のMARPOL条約に関する1978年の議定書が採択された。この両議定書(PROTOCOL)は未発効であるが、主な内容は以下のとおりである。

- イ. SBT(分離バラスト・タンク)、COW(原油洗浄装置)、CBT(クリーン・バラスト・タンク)の義務付けの強化
- ロ. SBTの防護的配置(PL)一衝突、座礁の際に油タンクが損傷しにくいようなSBTの配置
- ハ. レーダーの義務付けの強化
- ニ. 操舵装置の基準の強化
- ホ. 油タンクの爆発防止のためのイナート・ガス装置(IGS)の義務付けの強化
- ヘ. 船舶検査の強化

このTSPP会議以後、両議定書を実施するため及びこの会議で今後の検討事項として残された問題について、IMCOにおいて活発に討議が行われている。現在までに条約改正案又は勧告(案)として作成されたものは以下のとおりである。

- イ. 油水分離器、油排出監視制限装置、油水境界面計、汚水処理装置の技術基準の作成(一部はTSPP会議以前に作成された。)
- ロ. COWの技術基準の改正
- ハ. SBTの防護的配置に関する規則の統一的解釈
- ニ. 有害物質の排出のための方法及び設備
- ホ. MARPOL条約の統一的解釈
- ヘ. 操舵装置の二重化の強化
- ト. イナート・ガス装置の技術基準の強化
- チ. 衝突予防装置(ARPA)の義務付け
- リ. 検査のガイドライン

上記の中には、両議定書の実施の詳細を定めるために必要不可欠のものがある。両議定書の実施は発効後のことであるが、適及適用を受ける規則(特に1979年6月2日以後に建造契約が結ばれる船舶について)もあり、早急

にIMCOとしても詳細をつめる必要があった。わが国としても積極的にIMCOの活動に参加し、草案やコメントの提出を行い、会議に参加しては積極的に発言を行った。この結果、わが国の意見は数多く採用された。

1974年SOLAS条約は前述のように本年5月に発効したが、この条約は、1960年SOLAS条約の技術基準を改正したものである。1960年SOLAS条約は1960年以降たびたび改正案が作成されたが、同条約の改正手続によってはその改正案は発効せず、このためこれらの改正案を取り入れた新条約が作成されたわけである。これに鑑み、新条約(1974年SOLAS条約)では技術基準の改正手続を簡易化し、拡大MSC(IMCO加盟国でないSOLAS条約締約国が参加できる。)で議決された改正案は、特に反対通告のない限り通常2年半で発効するよう改められた。2年半といえば新船建造準備期間との比較でもそう長い期間ではなく、短期にIMCO規則の改正が現実化することになった。このため、実質的な技術基準の検討の行われる小委員会における対処が一層重要となった。

1974年SOLAS条約の発効に伴い、これまでIMCOにおいて準備されてきた改正案を上記の簡易な改正手続で改正するための作業が現在行われているが、改正案の主な内容は以下の通りである。

- イ. 貨物船(タンカーを含む)の居住区の火災安全措置の強化(防火構造、スプリンクラー等)
 - ロ. 救命設備の全面的見直し
 - ハ. VHF無線電話等無線の強化
 - ニ. 航行設備の強化(近代的航海機器の積極的採用)
 - ホ. ガス・キャリアー・コード及びケミカル・コードの強制
 - ヘ. ハロゲン消火装置の採用
 - ト. 前述の操舵装置、IGS、ARPA関連の改正
 - チ. 機関及び電気設備のコード(決議A.325)の強制化
- 以上は主にIMCOにおいて採択された条約又は作成されつつある条約についての概要であるが、このほか、IMCOにおいては数多くの勧告が採択されている。これまで総会において決議された主な勧告は以下のとおりである。

- イ. 移動式海上掘削装置規則(MODUSコード)(A.414(XI))
- ロ. 長さ100m以下の旅客船及び貨物船の非損傷時復原性(A.167(ESIV))
- ハ. 火災試験方法についての各種決議

- ニ. 航行設備の技術基準についての各種決議
- ホ. BCコード(A.82(IV))
- ヘ. 国際危険物運送規則(IMDGコード)
- ト. 液化ばら積み船構造設備規則(ガス・キャリアー・コード)
- チ. 危険ケミカルばら積み船構造設備規則(バルク・ケミカル・コード)

IMCOにおいて採択された数多くの条約等はどのように実施されるのであろうか。1974年SOLAS条約は発効したばかりで締約国の数はさほど多くはないが、1960年SOLAS条約の締約国は101ヶ国であり、前述のようにきわめて多くの国で実施されてきた。条約の規定は国内法令に取り込まれる。更に、船舶が条約の規定を満足するかどうか定期的に検査され、条約証書が発給される。条約証書を保有する船舶は、世界各国において自由に入港できるが、条約の規定により条約証書を保有しない船舶や欠陥船舶は入港当局における監督を受ける。このように船舶の状態が条約の規定に従うよう国際的協力が行われている。

従って、条約が世界的に実施されるためには、締約国が国内法令の制定及び船舶の検査に関する責任を有効に遂行できることが重要である。このため、IMCOにおいては各地において開発途上国向けのセミナーを開催している。日本においても昨年2月に開催されたTSPPセミナーに引き続き、本年10月IMCO主催による「検査と証書のセミナー」が東京において開催された。MSC議長Mr. Evikssonを始め、IMCOにおける第一線の人々を講師に、30数ヶ国からの参加者が熱心に討議を行った。

IMCOにおける活動は、わが国のみならず国際社会において大きな影響を及ぼしており、わが国も国際社会の一員として、とりわけ造船・海運産業国として、積極的にIMCOの活動に参加し、その責任を果たすことが必要である。

資料 1974年SOLAS条約の現在の締約国
モナコ、ウクライナ、インド、ノルウェー、メキシコ、トンガ、ケープ・ヴェルデ、フランス、イギリス、リベリア、デンマーク、パナマ、カメダ、スエーデン、オランダ、スペイン、アメリカ、トリニダード、バハマ、イエーメン、東ドイツ、西ドイツ、ウルグアイ、イスラエル、ルーマニア、ユーゴスラビア、クウェート、ベルギー、ペルー、アルゼンチン、中国、ソビエト、ハンガリー、チリ、ドミニカ、ギリシア、日本、ブラジル、南アフリカ

(以下条約発効後に批准した国)
イタリア、トルコ、チュニジア、チェコスロバキア

ケミカル/プロダクトタンカー M/S "FORT ASSINIBOINE"

佐野安船渠株式会社
水島造船所 設計部

1. まえがき

佐野安船渠(株)水島造船所にて建造中であった、DW 31,700 T ケミカル/プロダクトタンカーM/S "FORT ASSINIBOINE"号は、本年6月、船主の Canadian Pacific (Bermuda) Ltd. に引渡された。本船は、原油、石油精製品はもとより、苛性ソーダを始めとする、約120種類のケミカルカーゴに加え糖蜜や動植物油をも輸送出来るよう計画されたもので、IMOケミカルコードを完全適用した新鋭外航ケミカル/プロダクトタンカーである。

2. 計画概要

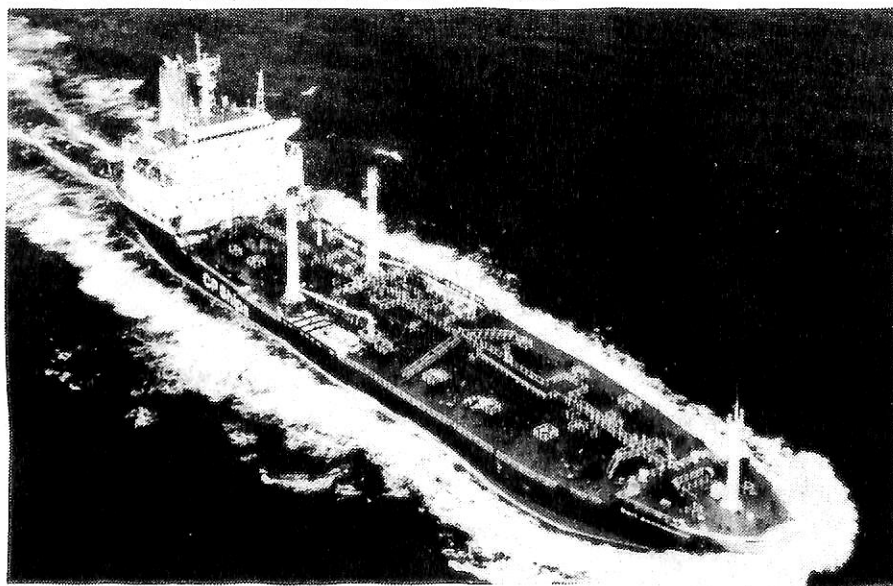
多種多様なカーゴを安全に輸送するべく基本計画は、船主CP Shipsと度重なる打合せを行い基本構想として以下の如く決定された。

- (1) 基本的なカーゴは苛性ソーダ、糖蜜、ナフサとし、その他設定された仕様のもとで、積載可能なケミカルを調査検討する。
- (2) 苛性ソーダ、糖蜜及びケミカルは原則としてセータータンクのみに積むものとし、プロダクト並びに

グレードの低いケミカルは全タンクに積むものとする。

- (3) 本船契約日の関係上1978プロトコールの適用は不要であるが、大きな変更をすることなく将来SBTタンカーとしても使えるようにする。
- (4) 荷役能力としては、苛性ソーダにて2,000ton/h、糖蜜にて600ton/h、海水にて約3,000ton/hとする。
- (5) 荷役作業は極力省力化し、通常荷役は荷役制御室より遠隔制御、監視が行えるようにする。
- (6) 機関部に於ては低燃費主機の採用と機関室無人化符号を取得し、経済性と省力化の向上を計る。
- (7) 操船上の安全性向上を計るため、最新航海機器を採用する。
- (8) 荷役時の安全性を確保するため、諸機器安全装置、可聴可視信号等には充分な考慮を払う。
- (9) 居住区は同船主向けの既建造船(10隻)より全般的なグレードアップを計り、同時に騒音対策を行なう。

3. 主要目



試運転中の
M/S "FORT
ASSINIBOINE"

全長	169.53 m
垂線間長	160.00 m
幅(型)	27.20 m
深さ(型)	14.70 m
計画喫水(型)	11.10 m
載貨重量 (d = 11.224)	31,766 t
主 機	
2ストローク低速ディーゼル機関 (三井B&W 6L67GFC)	1基
出力(連続最大)	11,200 BHP×119 rpm
(常用)	10,200 BHP×115 rpm
速力(試運転最大)	16.20 kn
(満載航海)	14.90 kn
船 級	LR 100A1, Chemical tanker Type B SG1.59 Center tanks, Type C Wing tanks, IGS, LMC, UMS
総噸数	19,981.90 T
純噸数	11,923.30 T
定 員	36名

4. 一般配置

本船は、居住区および機関室を船体後部に配した凹型甲板船で、前部にバラスタタンク及び燃料タンクを、中央部に単底の貨物槽を配置し、貨物槽部は多種の貨物を同時に積むこと、及び損傷時復元性を考慮して、センター8タンク、ウィング各舷8タンク、2個のスロップタンクの計26タンクに分割した。

各貨物槽にはサブマージドカーゴポンプを設けたので、カーゴポンプ室は無いが、機関室と貨物槽との間にコックファダム兼用のバラスタポンプ室を設け、カーゴタンクへのバラスタ漲水に供した。カーゴポンプ駆動用パワーバックは、居住区への騒音影響を考慮して船首楼内に配置した。又、前部にもポンプ室を設け、FPT用バラスタポンプ、燃料移送ポンプ、パワーバックオイルクーラー用ポンプを配置した。

居住区は、機関室と分離構造とし、荷役制御室は上甲板から近づきやすいように船尾楼甲板に配置した。

上甲板上にはフライングパッセージを設け甲板上の交通を容易ならしめた。

5. 貨物槽構造

貨物槽は、センターガーダ及び2条のロンジバルクヘッドを有する通常の構造であるが、一般的なプロダクトキャリアーに比べ本船の場合カーゴの比重、積み分けが多岐にわたる為考慮されうる種々の積付状態を仮定し、

FEM計算を行い、十分な強度を確保した。又、比重の大きいカーゴの半載状態をも考慮しスロッシング強度にも十分な考慮を払った。

タンク内ボトムトランス等は、呼吸防護服を着用して通行可能なように十分な開口を設け、骨類については特殊塗装のため、シャープエッジ、ガス切断面、溶接ビード面はグラインダーによる丸面処理を行った。トランスバルクヘッドは、塗装工事の容易さを計るため、壁式コルゲートを採用し、バランスドガーダ構造とした。

又、危険物が積載されるため、通常の気密テスト、水圧テストに加え、非常に多くの個所に於てX線検査や浸透検査を行い、溶接品質の向上に努めた。

6. 特殊塗装

貨物槽内面は、種々のケミカルから船体を保護し、又貨物にも損傷を与えないように、ポリウレタン樹脂塗料5回塗り、最低膜厚320ミクロンの特殊塗装を、全面に施工した。

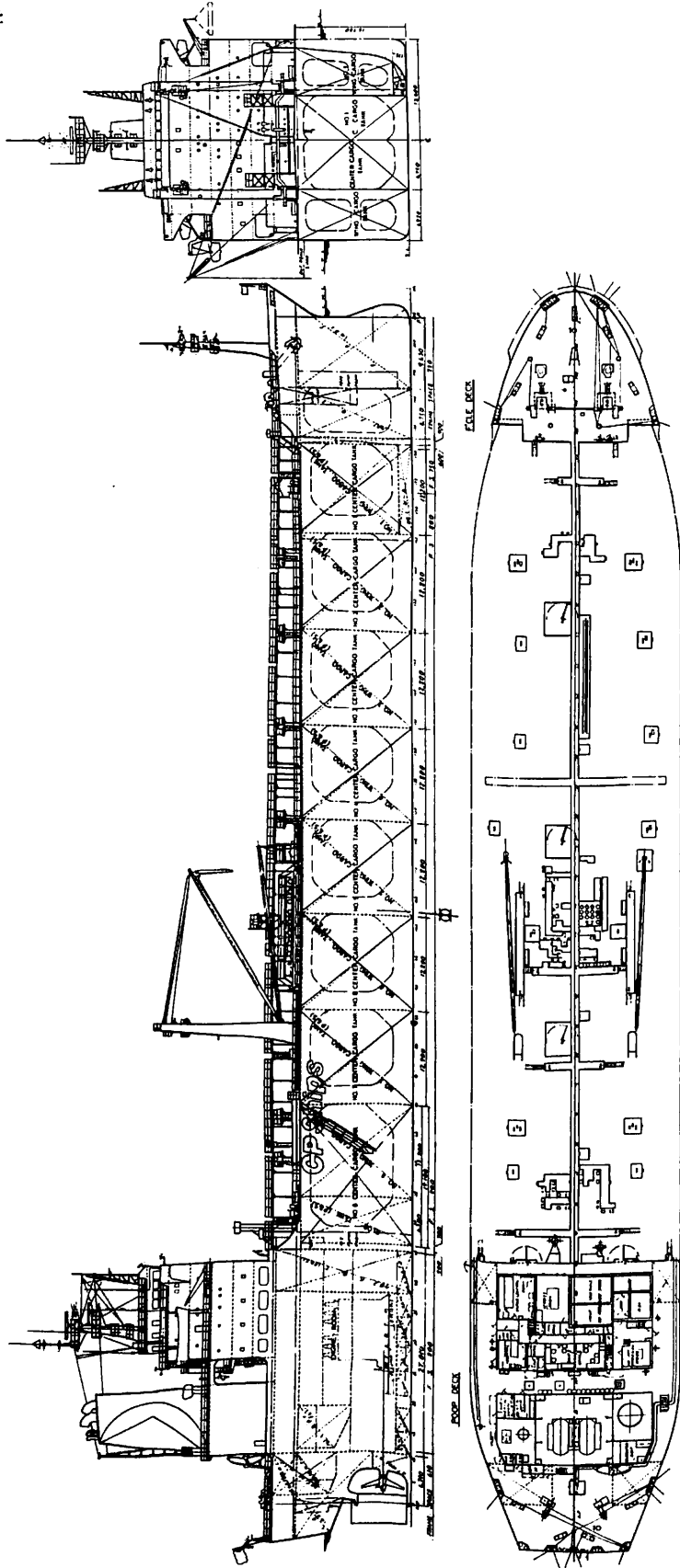
本工事はすべてアフロートで行い塗装前下地処理は、サンドブラストによりSIS Sa 3.0とした。又、内構材のエッジ部はすべてグラインダーによりR加工を施し、溶接部に対してもグラインダーにて、滑らかに仕上げた。塗装施工に当っては、塗装後のキュアリングを十分確保できるよう塗装中及び塗装後とも、温度・湿度管理を行い、塗膜の付きにくい所に対しては先行塗装を行うなどして規定膜厚を確保した。又、カーゴポンプ直下の部分には一回の塗り増しを行った。膜厚チェックは1coat 毎に行い、最終合計膜厚が320ミクロンから、390ミクロンになるよう調整した。

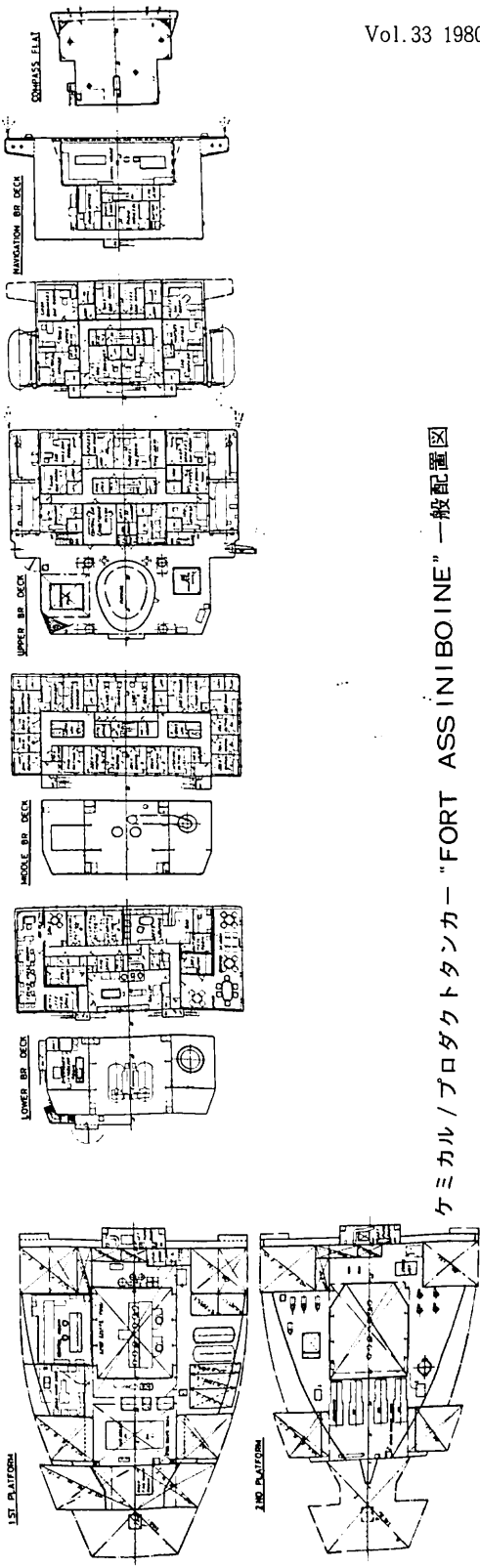
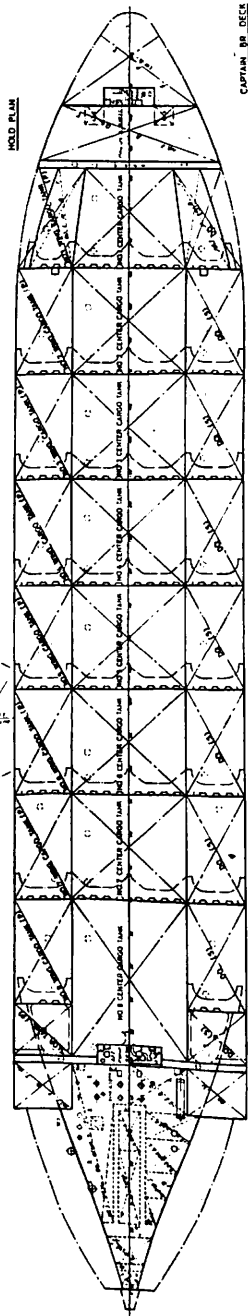
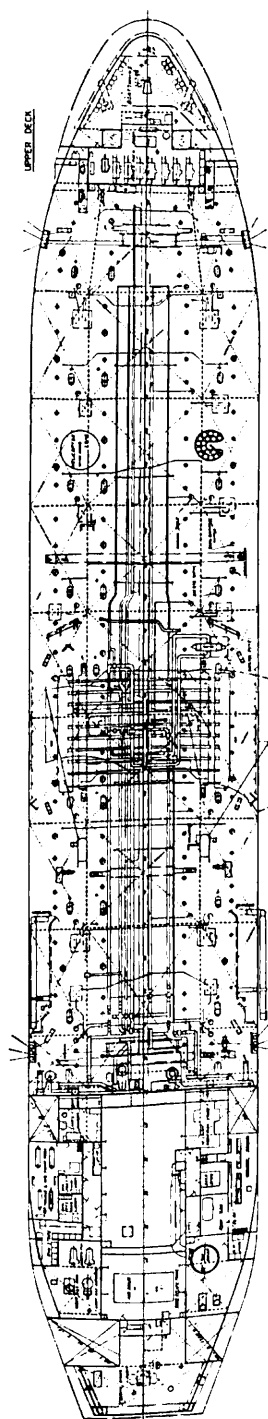
なお、カーゴマニホールド下の甲板、スピルタンク、貨物管、ベント管等も同様の塗装を施した。

7. 積 荷

前述の如く主たる積荷は苛性ソーダ、ナフサ、糖蜜であるが、更にセンタータンクには、IMCOケミカルコードにて規定されたカーゴのうち、Ship type 3, Tank type 2G, Tank vents Control, Tank environmental Control No., Elect. instruments SP, Gauging C, Fire protection A/Bに該当するケミカル及び、ロイドルールタイプBのケミカル全品目について、その積載可否を適合性の見地より調査検討した。文献調査、社外機関調査だけでは判明しないケミカルについては、大阪市立工業試験所にて腐蝕減量実験を依頼し、その適合性を判断した。

ウィングタンクにはロイドタイプCのケミカルにつき





ケミカル/プロダクトタンカー "FORT ASSINIBOINE" 一般配置図

佐野安船渠・水島造船所建造

同様の検討を行った。その結果、約120種類のケミカルが部分的に条件付とは云え積載可能となった。

7・1 荷役装置 / バラスト装置

8種類の貨物の同時積載を考慮して、貨物管系統はセンタータンク4系統、ウイングタンク4系統となっており、夫々のラインはスプールピースで繋ぎ、センタータンクの系統には糖蜜の荷揚げが支障なくできるように、ブースターポンプを装備した。又、IMCOで規定されたケミカル以外は、艀からも荷役できるようにスターンラインを設けた。カーゴラインの材質は、センタータンク系統がSUS 316 L、ウイングタンク系統は鋳鋼管にて内面はタンクコーティングと同様の塗装とした。

カーゴポンプとしては、各貨物タンクにサブマージドカーゴポンプを設け、バラスト管もカーゴラインに連結し、バラストをカーゴラインを通して張り込むようにした。カーゴライン及びバラストラインはすべて、上甲板上に配置し、タンク内にはポンプを除き一切の配管は設けていない。

ポンプの要目は下記の通りである。

カーゴポンプ (電動油圧, サブマージドセントリフューガルポンプ)

380 m³/h × 100 m 1台

320 m³/h × 100 m 7台

160 m³/h × 100 m 18台

ブースターポンプ (電動油圧, スクリューポンプ)

600 ton/h (糖蜜にて)

ポータブルポンプ (電動油圧, サブマージドセントリフューガルポンプ)

180 m³/h × 70 m 2台

主バラストポンプ (電動遠心ポンプ)

750 m³/h × 25 m 2台

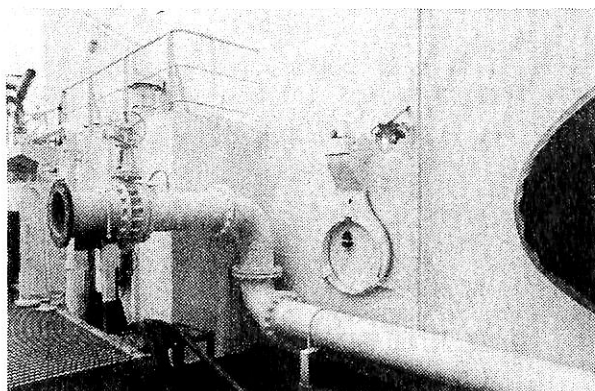
カーゴマニホールドは、シェルガイダンスに合致した配置とし、ホースハンドリング用として10Tのデリックを2基装備した。

7・2 タンク加熱装置

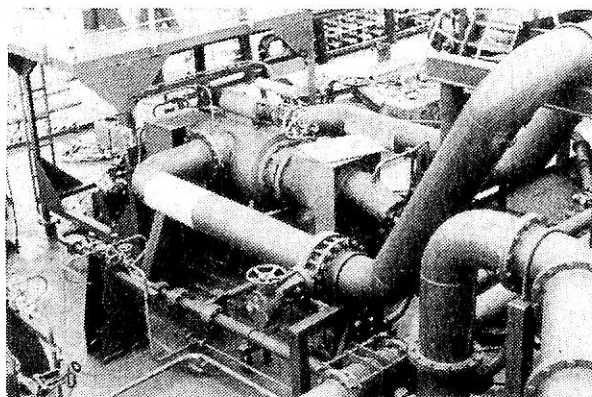
センタータンクは苛性ソーダ積みを考慮して、4 kg / cm²の飽和蒸気で、ウイングタンクは9 kg / cm²の飽和蒸気で加熱するようにした。又、タンク内の加熱管の導設位置については、特殊塗装が熱で損われないように特に考慮した。材質はセンタータンクがSUS 316 L、ウイングタンクはアルミプラスである。

7・3 タンク通気装置

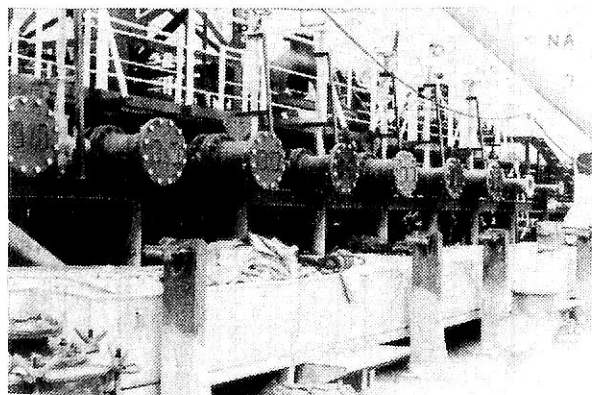
集中ベント方式は採用せず、各タンクに夫々独立型高速ベントヘッドを取り付けた。センタータンク用ベントヘッドはIMCOケミカルコードで規定された有電物質



船尾荷役ライン



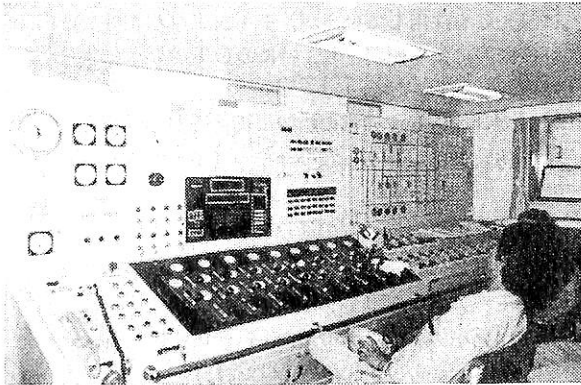
ブースターポンプ



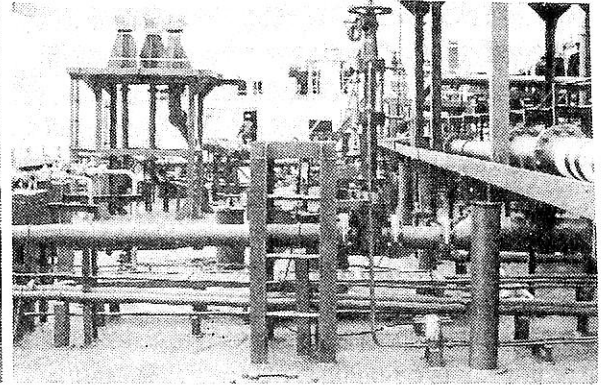
上甲板中央部マニホールド

も積むため、1,400mm WGと2,100mm WGの2点の設定圧を設けた。

タンク内のガスフリー方法としては、通常の水力駆動のポータブルファンで行うようにし、有害物質に対しては、ガスが上甲板上に漂よわないようにイナートガスをラインを通して給気し、高速ベントヘッドから排出するようにした。



荷役制御盤（水平面中央がカーゴポンプ操作ハンドル）

ハンドル付油圧駆動仕切弁（中央）と
高速ベントヘッド（左上）

7・4 バルブリモコン装置

カーゴポンプの吐出バルブはすべて、荷役制御室から集中制御できるようになっており、その他バラストラインの主なバルブは、甲板上のコントロールスタンドから操作できるようにした。又、非常操作としてハンド油圧ポンプに加えて、手動でも開閉できるようにした。

センタータンク用カーゴポンプの吐出バルブは、同時に積込時の主制御バルブでもあり、オーバフロー防止のため、タンク内高液面で自動的に閉鎖するようにした。

7・5 計装制御

カーゴハンドリングは荷役制御室より集中制御ができるよう必要なバルブコントロールとカーゴポンプの運転操作をはじめタンク内の温度、液面もアナログ、デジタルの両方で荷役制御盤上に表示されるようにした。

又、イナートガスを必要とするカーゴを積む場合には、各タンクの夫々の内圧が操舵室に表示されるようにし、イナートガスのトッピングアップ時期が判るよう各タンクの内圧が低下すると荷役制御室と操舵室に警報が出るようにした。

各タンクの種々の計測は、すべて密閉式を採用した。

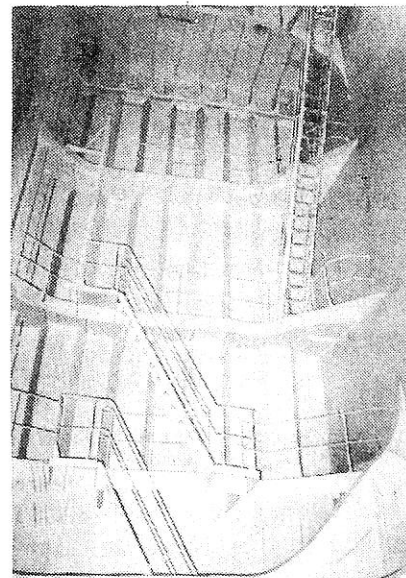
7・6 油排出監視制御装置

1973年の海上汚染防止条約に適合した油排出監視制御装置を設け、貨物タンクからのバラストやタンク洗浄水の排出が規制値を超えれば、自動的に排出を停止するようにした。

7・7 消火/防火装置

泡消火装置は、積荷の関係上、IMCOケミカルコードで標準型の甲板泡消火装置に加えて、耐アルコール型甲板泡消火装置が要求されるので、これら両方の泡消火装置を満足するものを備えた。

イナートガス装置としては、ボイラ排ガス利用の装置1基と航海中のトッピングアップ用としてイナートガス



タンク内

ゼネレータを1基備えた。夫々の容量は4,000 m³/h と100 m³/hである。

7・8 タンククリーニング装置

タンククリーニングは船主支給のポータブルクリーニングマシンにより行われ、同用ポンプは機関室に配置した。

7・9 タンク内交通装置

カーゴタンク内には傾斜梯子、踊場を設け、各水平ゾントルガーダへも通行が容易なるよう垂直梯子等も設けタンク内点検が完全に行えるよう考慮した。

8. 機関部

機関部の仕様はLR“JMS”取得に依り高度に自動化し省力化を計った。

主機関は機関制御室及び操舵室から電気一空気式操縦

装置に依り遠隔操作され、安全装置として非常停止装置、自動負荷軽減装置、負荷増速プログラム装置、危険回転速度回避装置及び掃気圧力制限装置を設けた。

無人化運転のため種々の監視装置を設け延長警報装置を操舵室及び居室に装備した。

又、推進補機には自動切換起動及びブラックアウト時のシーケンス起動を設け、発電機には遠隔起動、自動起動を設けた。更に、その他補機の自動発停、温度・圧力・液面の自動制御装置を設けた。

又、燃料油粗悪化に対しC重油については、6,000秒RW No 1 at 15°Cを使用出来ることとし、発電機にはA-Cブレンド油燃焼装置も設けた。

機関部の主要目は次の通りである。

主機関 三井B&W 6 L67G FC型2サイクルクロスヘッド型過給機付ディーゼル機関 1基

連続最大出力 11,200 PS×119 rpm

常用出力 10,200 PS×115 rpm

発電機用機関

8 PSHTb26D型4サイクルトランクピストン型

過給機付ディーゼル機関 4基

出力 1,000 PS×720 rpm

M2G-F型4サイクルトランクピストン型

ディーゼル機関 1基

出力 100 PS×1,800 rpm

補助ボイラー

AT4型二重蒸発式ボイラー 2基

蒸発量 12,500 kg/h

蒸気条件 圧力；9 kg/cm²G 温度；飽和

排ガスボイラー

船用立型煙管式ボイラー 1基

蒸発量 1,900 kg/h

蒸気条件 圧力；9 kg/cm²G 温度；飽和

プロペラ

ニッケルアルミニウム青銅製4翼一体型 1基

9. 電気部

電源装置は主電源として主発電機4台を装備し、通常航海時1台、出入港時2台、荷役時3台の使用により所要電力をまかなうよう計画した。

また非常電源として非常用発電機1台を装備し主発電機異常停止時に自動的に始動し非常用負荷に給電される。その他直流電源として通信装置用蓄電池1組、非常発電機の始動用蓄電池1組及び無線装置用蓄電池2組を装備した。

一般電灯及び非常灯ともAC220Vにより給電され主

に蛍光灯を採用しているが、主甲板には水銀灯及び白熱灯投光器による照明とし、特にDOTの要求により防爆形とした。

航海計器として通常の船舶に備えられる装置以外に衝突予防装置付レーダー及びサテライトナビゲーターを備えた。

電気部の主要目は次の通りである。

(1) 電源装置

主発電機 AC450V 3φ 60Hz 850 kVA 4台

非常用発電機 AC450V 3φ 60Hz
75 kVA 1台

(2) 通信警報計測装置

自動交換電話(40回線 リレー式) 1式

共電式電話 6組

操船指令・船内放送装置(50W) 1式

火災探知器(機関室用、居住区用) 各1式

絶縁抵抗監視警報装置 1式

(3) 航海計器

ジャイロコンパス 1式

オートパイロット 1式

レーダー(10cm波 60kW) 1台

レーダー(3cm波 25kW) 1台

音響測深儀 1台

電磁ログ(フラット型) 1台

無線方位測定機 1台

デッカ受信機 1台

サテライトナビゲータ 1台

(4) 無線装置

主送信機(1.5kW SSB) 1台

補助送信機(130W) 1台

全波受信機(主・補) 2台

SSB送受信機(400W) 1台

VHF電話 3台

10. むすび

本船は、引き渡し後大阪にて苛性ソーダを積み、オーストラリアでの荷揚げを終了し、その後も順調な航海を続けている。本船建造に当って終始御指導協力を頂いた関係各位に対して深く感謝の意を表するとともに、本船の今後の活躍と航海の安全を祈ってむすびとする。

□船の科学ファイル□

定価 700円(〒共)

株式会社 船舶技術協会

高压给水加熱器の蒸気漏洩について

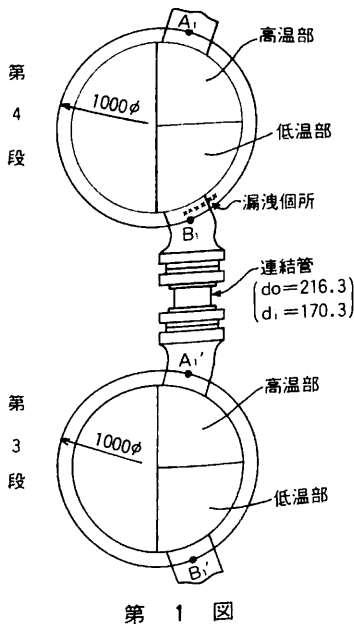
加藤 弘

1. まえがき

船用高压给水加熱器の第3段と第4段とを上下に重ねた形式(重列型)においては第4段の胴体フランジ下部の給水入口部付近のガスケットからの蒸気漏洩がしばしば発生しているが、第3段ではこれが殆ど発生していない。また第3段と第4段とを左右に平行に並べた形式(並列型)においては蒸気漏洩の発生は重列型に比べて極めて少ない。このような蒸気漏洩の事故原因の解明は、現象が複雑でしかも調査資料の少ない現段階では理論的に厳密に行なうことは不可能であるから、事実上添った合理的な結果が得られるような適当な仮定を設けて行なわなければならない。筆者は蒸気漏洩事故の生じた重列型2種と並列型1種について調査検討しほぼ満足できる結果が得られたので、以下に上記のうちの重列型1種を例に取って検討方法を説明する。

2. 重列型高压给水加熱器の検討

本器は第4段の胴体フランジ下部の給水入口部付近のガスケットの部分から蒸気漏洩が発生した。本器の主要目等は次の通りである。



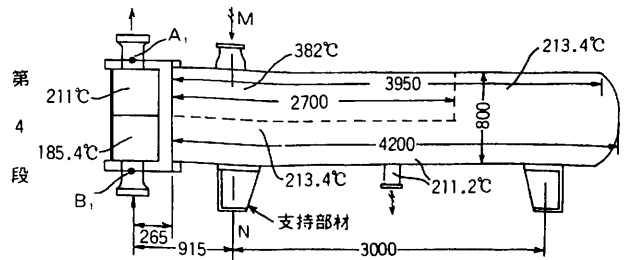
第1図

	第4段	第3段
伝熱面積 (m ²)	145	175
胴内径 B (mm)	800	800
胴板厚さ t _s (mm)	16	10
圧力 (kg/cm ² G) {		
p _s	24	13.5
p _i	94	94
蒸気温度 (°C)		
高温部	382	316
低温部	213.4	186.3
給水温度 (°C)		
入口	185.4	151.5
出口	211	185.4
ドレン温度 (°C)	211.2	185.0

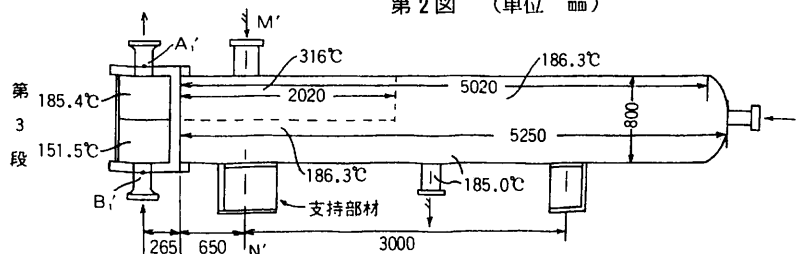
第3段および第4段の概略図を第1図ないし第3図に示す。これら各段の設置は正常に行なわれ、両者をつなぐ連結管には外力が作用していないものとする。

3. 第3段および第4段の各水室に作用する鉛直方向の力の計算

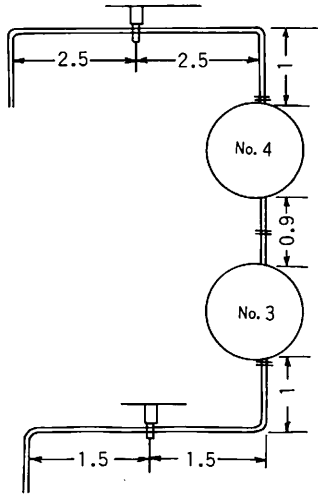
第4図および第5図は各段加熱器と配管関係およびこれらに作用する力等を示す概略図である。第5図におい



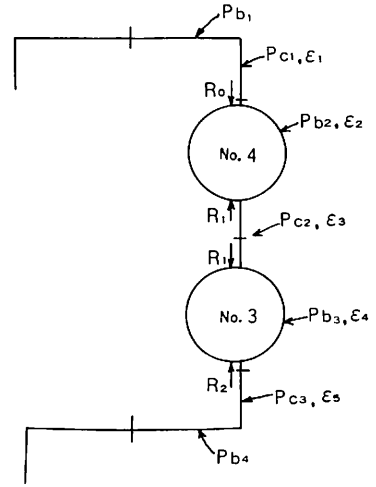
第2図 (単位 mm)



第3図 (単位 mm)



第4図 (単位 mm)



第5図

て、

- P_{b1} = 上部配管の水平部分が鉛直管との連結部で 1.0 mm 撓むのに必要な外力
- P_{b2} = 第4段胴体が支持部材中心線の周りに屈曲し給水入口部が 1.0 mm 撓むのに必要な外力
- P_{b3} = 第3段胴体が支持部材中心線の周りに屈曲し給水入口部が 1.0 mm 撓むのに必要な外力
- P_{b4} = 下部配管の水平部分が鉛直管との連結部で 1.0 mm 撓むのに必要な外力
- P_{c1} = 上部配管の鉛直部分が 1.0 mm 圧縮するのに必要な外力
- P_{c2} = 両水室の連結部が 1.0 mm 圧縮するのに必要な外力
- P_{c3} = 下部配管の鉛直部分が 1.0 mm 圧縮するのに必要な外力
- ϵ_1 = 上部配管の鉛直部分の熱膨張
- ϵ_2 = 第4段水室の熱膨張による鉛直直径の増加量
- ϵ_3 = 両水室の連結部の熱膨張
- ϵ_4 = 第3段水室の熱膨張による鉛直直径の増加量
- ϵ_5 = 下部配管の鉛直部分の熱膨張
- R_0 = 上部配管が第4段水室に作用する反力
- R_1 = 連結部が各水室に作用する反力
- R_2 = 下部配管が第3段水室に作用する反力

とする。

反力 R_0, R_1, R_2 による各水室の圧縮および給水の圧力による各水室の膨張は熱膨張に比べて極めて小さいからこれらを無視する。しかるときは上記に示した諸力の間に次の関係式が成立する。

$$\frac{1}{2} \epsilon_2 + \epsilon_1 + \frac{R_1 - R_0}{P_{b2}} - \frac{R_0}{P_{c1}} = \frac{R_0}{P_{b1}} \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{1}{2} \epsilon_4 + \epsilon_5 + \frac{R_1 - R_2}{P_{b3}} - \frac{R_2}{P_{c3}} = \frac{R_2}{P_{b4}} \dots\dots\dots(2)$$

$$\epsilon_3 + \frac{1}{2} \epsilon_2 + \frac{1}{2} \epsilon_4 - \frac{R_1}{P_{c2}} = \frac{R_1 - R_0}{P_{b2}} + \frac{R_1 - R_2}{P_{b3}} \dots\dots\dots(3)$$

式(1)から

$$\frac{1}{2} \epsilon_2 + \epsilon_1 + \frac{R_1}{P_{b2}} - R_0 k_0 = 0 \dots\dots\dots(4)$$

ただし $k_0 = \frac{1}{P_{b1}} + \frac{1}{P_{b2}} + \frac{1}{P_{c1}}$

式(2)から

$$\frac{1}{2} \epsilon_4 + \epsilon_5 + \frac{R_1}{P_{b3}} - R_2 k_2 = 0 \dots\dots\dots(5)$$

ただし $k_2 = \frac{1}{P_{b3}} + \frac{1}{P_{b4}} + \frac{1}{P_{c3}}$

式(3)から

$$\epsilon_3 + \frac{1}{2} \epsilon_2 + \frac{1}{2} \epsilon_4 - R_1 k_1 + \frac{R_0}{P_{b2}} + \frac{R_2}{P_{b3}} = 0 \dots\dots\dots(6)$$

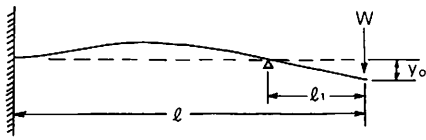
ただし $k_1 = \frac{1}{P_{b2}} + \frac{1}{P_{b3}} + \frac{1}{P_{c2}}$

式(5)と式(6)とから R_2 を消去して次式が得られる。

$$\left(\frac{1}{2} \epsilon_4 + \epsilon_5 \right) \frac{1}{P_{b3}} + \left(\epsilon_3 + \frac{1}{2} \epsilon_2 + \frac{1}{2} \epsilon_4 \right) k_2 + R_0 \frac{k_2}{P_{b2}} + R_1 \left\{ \frac{1}{(P_{b3})^2} - k_1 k_2 \right\} = 0 \dots\dots\dots(7)$$

式(4)と式(7)とから R_1 を消去して次式が得られる。

$$R_0 \left[k_0 \left\{ \frac{1}{(P_{b3})^2} - k_1 k_2 \right\} + \frac{1}{(P_{b2})^2} \right] = \left(\frac{1}{2} \epsilon_2 + \epsilon_1 \right) \left\{ \frac{1}{(P_{b3})^2} - k_1 k_2 \right\}$$



第 6 図

$$\frac{\left(\frac{1}{2} \varepsilon_4 + \varepsilon_5\right)}{P_{b2} \cdot P_{b3}} \cdot \frac{k_2 \left(\varepsilon_3 + \frac{1}{2} \varepsilon_2 + \frac{1}{2} \varepsilon_4\right)}{P_{b2}} \quad (8)$$

式(8)から R_0 の値を求め、 R_0 の値を式(4)に代入して R_1 の値を求め、 R_1 の値を式(5)に代入して R_2 の値を求める。

以下に数値計算を示す。まず P_{b1} 、 P_{b4} を求めるために配管の水平部分を近似的に第6図に示す梁のように仮定する。しかるときは次式が得られる。

$$W = y_0 \frac{12EI}{l_1^3 (1 + 3l/l_1)} \quad \dots\dots\dots(9)$$

P_{b1} 、 P_{b4} は $y_0 = 0.1$ cm に対する W に相当するから P_{b1} 、 P_{b4} は次のように求められる。

$$P_{b1} = 0.1 \times \frac{12 \times 2.02 \times 10^6 \times \frac{\pi}{64} (21.63^4 - 17.03^4)}{250^3 (1 + 3 \times 500/250)} = 146.62 \text{ kg}$$

$$P_{b4} = 0.1 \times \frac{12 \times 2.02 \times 10^6 \times 6615.9}{150^3 (1 + 3 \times 300/150)} = 678.8 \text{ kg}$$

さらに

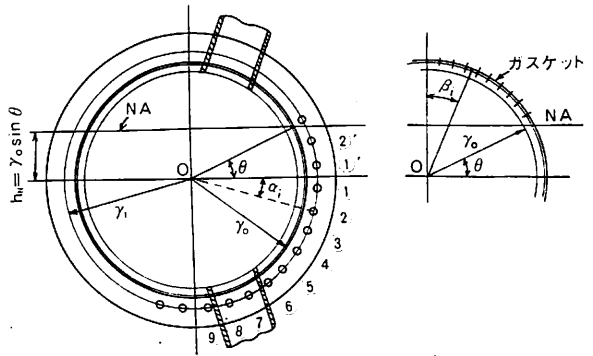
$$P_{b2} = 0.1 \times \frac{3EI}{l^3} = 0.1 \times \frac{3 \times 2.02 \times 10^6 \times \frac{\pi}{64} (83.2^4 - 80^4)}{(91.5)^3} = 0.2701 \times 10^6 \text{ kg}$$

$$P_{b3} = 0.1 \times \frac{3 \times 2.02 \times 10^6 \times \frac{\pi}{64} (82^4 - 80^4)}{(91.5)^3} = 0.1651 \times 10^6 \text{ kg}$$

$$P_{c1} = \frac{0.1}{100} E a = \frac{0.1}{100} \times 2.02 \times 10^6 \times \frac{\pi}{4} (21.63^2 - 17.03^2) = 0.2821 \times 10^6 \text{ kg}$$

$$P_{c2} = \frac{0.1}{90} \times 2.02 \times 10^6 \times \frac{\pi}{4} (21.63^2 - 17.03^2) = 0.3135 \times 10^6 \text{ kg}$$

$$P_{c3} = P_{c1} = 0.2821 \times 10^6 \text{ kg}$$



第 7 図

$$\varepsilon_1 = 1.15 \times 10^{-5} \times 100 (211 - 20) = 0.2196 \text{ cm}$$

$$\varepsilon_2 = 1.15 \times 10^{-5} \times 100 \left\{ \frac{1}{2} (185.4 + 211) - 20 \right\} = 0.2049 \text{ cm}$$

$$\varepsilon_3 = 1.15 \times 10^{-5} \times 90 (185.4 - 20) = 0.1712 \text{ cm}$$

$$\varepsilon_4 = 1.15 \times 10^{-5} \times 100 \left\{ \frac{1}{2} (151.5 + 185.4) - 20 \right\} = 0.1707 \text{ cm}$$

$$\varepsilon_5 = 1.15 \times 10^{-5} \times 100 (151.5 - 20) = 0.1512 \text{ cm}$$

$$k_0 = \frac{1}{P_{b1}} + \frac{1}{P_{b2}} + \frac{1}{P_{c1}} = \frac{1}{146.62} + \frac{1}{0.2701 \times 10^6} + \frac{1}{0.2821 \times 10^6} = 6.827 \times 10^{-3}$$

$$k_1 = \frac{1}{P_{b2}} + \frac{1}{P_{b3}} + \frac{1}{P_{c2}} = \frac{1}{0.2701 \times 10^6} + \frac{1}{0.1651 \times 10^6} + \frac{1}{0.3135 \times 10^6} = 1.2949 \times 10^{-5}$$

$$k_2 = \frac{1}{P_{b3}} + \frac{1}{P_{b4}} + \frac{1}{P_{c3}} = \frac{1}{0.1651 \times 10^6} + \frac{1}{678.8} + \frac{1}{0.2821 \times 10^6} = 1.4828 \times 10^{-3}$$

上記の諸値を式(8)に代入して $R_0 = 62.287 \text{ kg}$ が得られ、これを式(4)に代入して $R_1 = 27.87 \times 10^3 \text{ kg}$ が得られ、この R_1 の値を式(5)に代入して $R_2 = 273.4 \text{ kg}$ が得られる。

4. 第4段給水加熱器のフランジボルトの応力 σ_b

給水加熱器の蒸気漏洩事故の発生は漏洩個所に近いフランジボルトの伸びによるガスケットの緩みのためであるから該個所に近いボルトの応力を検討することが必要

である。

4.1 フランジ面位置における断面二次モーメント I

フランジボルトの応力を求めるためには、フランジ面位置においてボルトの伸びとガスケットの圧縮とを考慮に入れた断面二次モーメントが必要である。この二次モーメント I の求め方について説明する。初めに中立軸の位置を求める。

第7図において

r_0 = ガスケットの平均半径

$r_1 = \frac{1}{2}$ (PCD)

θ = 中立軸 NA の角度位置

とし、かつ

b = ガスケットの有効幅

a_1 = フランジボルトの谷径断面積

n = フランジボルトの総数

とすれば、中立軸 NA に関する NA より下方のボルトの谷径断面積のモーメントと NA より上方のガスケットの断面積のモーメントとは相等しい。

NA に関する当該部分のボルト谷径断面積のモーメント (右側半分について) を M_1 とすれば M_1 は次式で与えられる。

$$M_1 = \sum_i a_1 h_i = \sum_i [a_1 (r_0 \sin \theta + r_1 \sin \alpha_i)]$$

ボルト

$$\left. \begin{array}{l} \textcircled{1} \quad \alpha_1 = \frac{180}{n} \times 1 \\ \textcircled{2} \quad \alpha_2 = \frac{180}{n} \times 3 \\ \textcircled{3} \quad \alpha_3 = \frac{180}{n} \times 5 \\ \vdots \\ \textcircled{1}' \quad \alpha_1' = -\frac{180}{n} \times 1 \\ \textcircled{2}' \quad \alpha_2' = -\frac{180}{n} \times 3 \\ \vdots \end{array} \right\} \begin{array}{l} \frac{n}{4} \text{ 個} \\ \\ \\ \\ \\ n \times \frac{\theta}{360} \text{ 個} \end{array} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{合計数} \\ N_1 = \\ \frac{n}{4} + n \times \frac{\theta}{360} \end{array}$$

$$M_1 = N_1 a_1 r_0 \sin \theta + a_1 r_1 \sum_i \sin \alpha_i$$

$$= a_1 [N_1 r_0 \sin \theta + r_1 \sum_i \sin \alpha_i] \dots\dots\dots (10)$$

NA に関するガスケット断面積のモーメント (右側半分について) を M_0 とすれば M_0 は次のように求められる。

($90^\circ - \theta^\circ$) の部分のガスケットを10等分して各部分の NA のまわりのモーメントを求めて加える。

$$A_0 = \text{当該部分のガスケット断面積} = \pi r_0 b \frac{90 - \theta}{180}$$

$$M_0 = \frac{A_0}{10} \sum_i [r_0 \cos \beta_i - r_0 \sin \theta] \\ = A_0 r_0 [-\sin \theta + \frac{1}{10} \sum_i \cos \beta_i] \dots\dots\dots (11)$$

$$\beta_1 = \frac{90 - \theta}{20} \times 1$$

$$\beta_2 = \frac{90 - \theta}{20} \times 3$$

$$\beta_3 = \frac{90 - \theta}{20} \times 5$$

⋮

$$\beta_{10} = \frac{90 - \theta}{20} \times 19$$

$M_0 = M_1$ になるような θ の値を求めて中立軸 NA の位置をきめる。すなわち

$$A_0 r_0 [-\sin \theta + \frac{1}{10} \sum \cos \beta_i] \\ = a_1 [N_1 r_0 \sin \theta + r_1 \sum \sin \alpha_i] \\ \therefore (N_1 + \frac{A_0}{a_1}) \sin \theta \\ = \frac{A_0}{a_1} \frac{1}{10} \sum \cos \beta_i - \frac{r_1}{r_0} \sum \sin \alpha_i$$

$$\therefore \sin \theta = \frac{1}{N_1 + A_0/a_1} \\ \times [\frac{A_0}{a_1} \frac{1}{10} \sum \cos \beta_i - \frac{r_1}{r_0} \sum \sin \alpha_i] \quad (12)$$

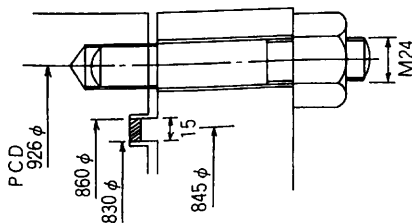
式(12)に含まれる N_1 , A_0 , β_i はともに θ の関数であるから、 θ の値は式(12)により試行錯誤法で求める。本器に使用されたフランジボルトは材質 SCM3 で、M24 (並ねじ) 36本、谷径断面積 $a_1 = 3.382 \text{ cm}^2$ であり、ガスケットは渦巻形でガスケット幅 $b = 15 \text{ mm}$ である (第8図参照)。 θ の値は次のように求められた。

$$\theta \doteq 20.22^\circ$$

$$r_0 = 42.25 \text{ cm} \quad b = 1.5 \text{ cm} \quad a_1 = 3.382 \text{ cm}^2$$

$$r_1 = 46.3 \text{ cm} \quad n = 36$$

$$A_0 = \pi \times 42.25 \times 1.5 \times \frac{90 - 20.22}{180} = 77.184 \text{ cm}^2$$



第 8 図

$$N_1 = \frac{36}{4} + 36 \times \frac{20.22}{360} = 9 + 2 = 11$$

$$A_0/a_1 = 22.822 \quad r_1/r_0 = 1.09586$$

α_i	$\sin \alpha_i$	β_i	$\cos \beta_i$
α_1 5°	0.087156	β_1 3.4890°	0.998146
α_2 15	0.258819	β_2 10.4670	0.983360
α_3 25	0.422618	β_3 17.4450	0.954005
α_4 35	0.573576	β_4 24.4230	0.910518
α_5 45	0.707107	β_5 31.4010	0.853542
α_6 55	0.819152	β_6 38.3790	0.783921
α_7 65	0.906308	β_7 45.3570	0.702687
α_8 75	0.965926	β_8 52.3350	0.611044
α_9 85	0.996195	β_9 59.3130'	0.510348
α'_1 -5	-0.087156	β_{10} 66.2910	0.402092
α'_2 -15	-0.258819		

$$\Sigma = 7.70966$$

$$\Sigma = 5.39088$$

$$\sin \theta = \frac{1}{11 + 22.822} \times [2.2822 \times 7.70966 - 1.09586 \times 5.39088] = 0.34555$$

$$\therefore \theta = 20.216^\circ$$

よって中心 O から中立軸 NA までの垂直距離 h_N は次のとおりになる。

$$h_N = r_0 \sin \theta = 42.25 \sin 20.216^\circ = 14.600 \text{ cm}$$

フランジ面位置における断面二次モーメント I は中立

軸のまわりの中立軸より下方にあるボルト谷径断面積の二次モーメント I_B と中立軸より上方にあるガスケット断面積の二次モーメント I_C との和で表わされ次のように求められる。

$$\begin{aligned} I &= I_B + I_C \\ &= 2a_1 \sum (r_0 \sin \theta + r_1 \sin \alpha_i)^2 \\ &\quad + \frac{2A_0}{10} \sum (r_0 \cos \beta_i - r_0 \sin \theta)^2 \\ &= 2a_1 r_0^2 \sum (\sin \theta + \frac{r_1}{r_0} \sin \alpha_i)^2 \\ &\quad + \frac{2A_0 r_0^2}{10} \sum (\cos \beta_i - \sin \theta)^2 \dots\dots\dots (13) \end{aligned}$$

上記の諸値を式(13)に入れて計算すると次のようになる。

$$\begin{aligned} I &= 13.1486 \times 10^4 + 6.0642 \times 10^4 \\ &= 19.2128 \times 10^4 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

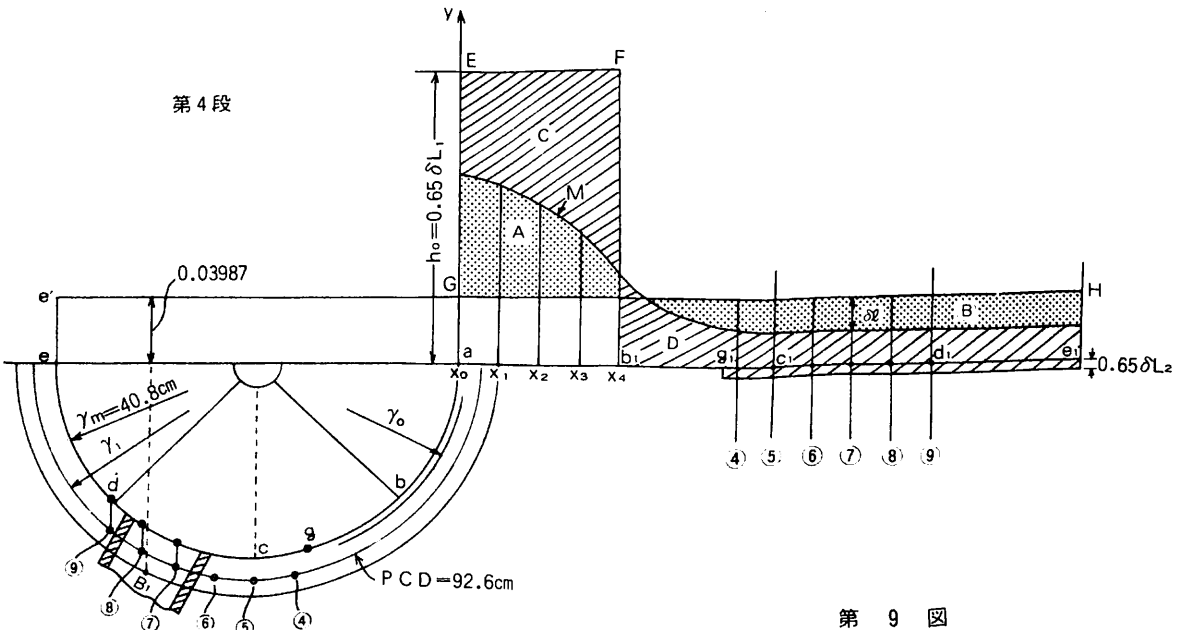
4・2 鉛直方向の反力 R_0 および R_1 に基づくフランジボルトの応力 σ_1

反力 R_0 および R_1 による曲げモーメントを M_1 とすれば、

$$\begin{aligned} M_1 &= (R_1 - R_0) \times 26.5 \\ &= (27.87 \times 10^3 - 62.287) \times 26.5 \\ &= 736.9 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{cm} \end{aligned}$$

曲げモーメント M_1 による第 4 段の下部ボルトの応力 σ_1 は次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{ボルト④ } \sigma_1 &= \frac{M_1}{I} y = \frac{736.9 \times 10^3}{19.2128 \times 10^4} \times 41.16 \\ &= 157.8 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$



第 9 図

- ボルト⑤ $\sigma_1 = 3.835 \times 47.34 = 181.6 \text{ kg/cm}^2$
- ボルト⑥ $\sigma_1 = 3.835 \times 52.53 = 201.5 \text{ kg/cm}^2$
- ボルト⑦ $\sigma_1 = 3.835 \times 56.56 = 216.9 \text{ kg/cm}^2$
- ボルト⑧ $\sigma_1 = 3.835 \times 59.32 = 227.5 \text{ kg/cm}^2$
- ボルト⑨ $\sigma_1 = 3.835 \times 60.72 = 232.9 \text{ kg/cm}^2$

4・3 フランジ面を平面に保持するためのフランジボルトの応力 σ_2

本器は管板が水室と一体に鋳造され管板の厚さは13cmであるから、運転状態において胴体フランジ面に接する管板面の部分は近似的に平面とみなすことができる。従って該管板面にフランジボルトで締め付けられる胴体フランジ面も近似的に平面とみなすことができる。よって胴体の高温部と低温部との不均等熱膨張によって曲面となるべきフランジ面をフランジボルトの締付けにより先ず単に平面に保持したものとみなし、このボルト締付けによるボルトの応力 σ_2 を求め、次いでこの平面たるフランジ面に管板が水室とともに引き寄せられたものとし、この引寄せに対する連結管および給水配管の反力によって生じるフランジボルトの応力 σ_3 を求める。

第4段において長さ270cmの胴体高温部(蒸気箱)に該高温部の平均温度(297.7°C)の蒸気が単独に作用したと考えた場合の該胴体高温部の縦方向の熱膨張を S_1 とすれば、 S_1 は次のとおりになる。

$$S_1 = 1.15 \times 10^{-5} \times 270 \left\{ \frac{1}{2} (382 + 213.4) - 20 \right\} = 0.8622 \text{ cm (高温部)}$$

長さ270cmの胴体低温部に該低温部の飽和蒸気温度213.4°Cの飽和蒸気が単独に作用したと考えた場合の該胴体低温部の縦方向の熱膨張を S_2 とすれば、

$$S_2 = 1.15 \times 10^{-5} \times 270 (213.4 - 20) = 0.6005 \text{ cm (低温部)}$$

長さ270cmの胴体低温部にドレン温度211.2°Cのドレンが単独に作用したと考えた場合の該胴体低温部の縦方向の熱膨張を S_3 とすれば、

$$S_3 = 1.15 \times 10^{-5} \times 270 (211.2 - 20) = 0.5937 \text{ cm (ドレン部)}$$

$$\therefore \text{熱膨張差 } \delta L_1 = S_1 - S_2 = 0.2617 \text{ cm}$$

$$\delta L_2 = S_2 - S_3 = 0.0068 \text{ cm}$$

上記胴体高温部、胴体低温部および胴体ドレン部は互に隣接して一胴体を形成しているから上記熱膨張差がそのまま胴体端面に表われるものではなく、上記熱膨張差の影響が或る形となって胴体端面と該端面から270cmの距離にある胴体高温部末端までの間とに表われるものとみなされる。よって上記熱膨張差の影響の65%が胴体端面に表われるものと仮定する。

第9図に示すように、胴体低温部の熱膨張 S_2 を基線として、左方を正面図、右方を展開図とし、図示のように基線より上方に $h_0 = 0.65 \delta L_1$ を ab_1 間にとり基線より下方に $0.65 \delta L_2$ をドレン部 (g_1e_1 間) とする。フランジボルトの締付けをしないと仮定した場合の胴体端面の形を考えると、その周辺は展開図がM曲線で示されるような形となり、面積㉔は面積㉕に等しい。このM曲線は重列型給水加熱器の第4段の蒸気漏洩が殆ど給水入口部付近に発生しているが第3段では蒸気漏洩が殆どないという事実に基づいて描かれたものであって ab_1 間のM曲線の縦座標は次のとおりである。

x	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4
y/h_0	0.647	0.621	0.551	0.448	0.318

次に基線に平行な平均直線GHを引く。この平均直線の基線からの高さは、基線の上方の矩形 (ab_1FE) の面積から基線の下方の矩形 (縦 $0.65 \delta L_2$) の面積を差引いた残りの面積を基線の長さ ae_1 で割った値に等しい。上記平均直線とM曲線との間の面積のうち平均直線より上方の面積が圧縮力を表わし下方の面積が引張力を表わすものであって、面積㉖は面積㉗に等しい。正面図の各ボルト中心から基線に垂直に引いた直線が半径 r_m の胴板中心円と交わる点を右方の展開図の基線上に移した箇所から基線に対して垂線を引けば、該垂線が平均直線とM曲線との間に狭まれる長さ δl は当該ボルトの胴体熱膨張による歪みを表わすものである。

ボルト1本当りの胴板断面積を a_0 とすれば、

$$a_0 = \frac{1}{36} \times \pi \times 81.6 \times 1.6 = 11.3935 \text{ cm}^2$$

この胴板断面積 a_0 に作用する引張力Fは次式で与えられる。

$$F = \frac{\delta l}{l} E a_0 = \frac{\delta l}{270} \times 2.02 \times 10^6 \times 11.3935 = 8.5240 \times 10^4 \delta l \text{ kg}$$

$$\therefore \text{ボルトの応力 } \sigma_2 = \frac{F}{a_1} = \frac{8.5240 \times 10^4 \delta l}{3.382} = 2.5204 \times 10^4 \delta l \text{ kg/cm}^2$$

フランジボルト④～⑨の δl および σ_2 の値は次表のとおりである。

ボルト	項目	δl (cm)	σ_2 (kg/cm ²)
④		0.01762	444.1
⑤		0.01975	497.8
⑥		0.02025	510.4
⑦		0.02044	515.2
⑧		0.02062	519.7
⑨		0.02062	519.7

4・4 連結管および給水配管の胴体軸方向の曲り
によるフランジボルトの応力 σ_3

このボルトの応力 σ_3 を求めるためには第4段および第3段の給水入口部および給水出口部の変位を求めることが必要である。このために第4段および第3段の胴体支持部材の中心位置における横断面MNおよびM'N'(第2図および第3図参照)が胴体の軸方向に相対的に変位しないものと仮定し、このMNおよびM'N'を基準として各段の給水入口部および給水出口部の変位を求め、これにより連結管および給水配管の曲りを求める。

第4段の水室外側において給水入口部の中心を B_1 、給水出口部の中心を A_1 とすれば、 B_1 点の胴体軸方向の変位 δ_{B_1} および A_1 点の同方向の変位 δ_{A_1} は次のとおりになる。

$$\begin{aligned} \delta_{B_1} &= 1.15 \times 10^{-5} \times 65 (213.4 - 20) + 0.03987 \\ &= 0.18444 \text{ cm} \\ \delta_{A_1} &= \delta_{B_1} = 0.18444 \text{ cm} \end{aligned}$$

ただし上記 δ_{B_1} の右辺の第2項の0.03987 cmは第9図の拡大図から求めた。

第3段の水室外側において給水入口部の中心を B'_1 、給水出口部の中心を A'_1 とすれば、 B'_1 点の胴体軸方向の変位 $\delta_{B'_1}$ および A'_1 点の同方向の変位 $\delta_{A'_1}$ は次のとおりになる。

$$\begin{aligned} \delta_{B'_1} &= 1.15 \times 10^{-5} \times 65 (186.3 - 20) + 0.02330 \\ &= 0.14761 \text{ cm} \\ \delta_{A'_1} &= \delta_{B'_1} = 0.14761 \text{ cm} \end{aligned}$$

ただし上記 $\delta_{B'_1}$ の右辺の第2項の0.02330 cmは第3段に対する胴体端面の展開図(掲載を省略する)から求めた。

上記の諸点 B_1, A_1, B'_1, A'_1 に対応する各段フランジ面の諸点が上記の諸点と同じ値の変位をすることはい

うまでもない。フランジボルトの締付けにより管板面をフランジ面に引き寄せると第10図に示す諸力が水室に作用し、従ってこれらの力が胴体に作用する。第10図において、

- P_1 = 上部配管が第4段給水出口部で水室に作用する反力
- P_2 = 連結管が第4段給水入口部および第3段給水出口部で各段水室に作用する反力
- P_3 = 下部配管が第3段給水入口部で水室に作用する反力
- F_{t1} = 上部配管の鉛直部分を第

4段水室取付け部で1.0 mm変位させるのに要する外力

F_{b2} = 連結管の一端を他端に対して1.0 mm撓ませるのに要する外力

F_{t3} = 下部配管の鉛直部分を第3段水室取付け部で1.0 mm変位させるのに要する外力

とし、かつ

δ_{f1} = P_1 および P_2 による第4段胴体の圧縮量

δ_{f2} = P_2 および P_3 による第3段胴体の圧縮量とすれば、次の諸式が成立する。

$$\begin{aligned} \delta_{f1} &= \frac{P_1 + P_2}{\pi (B + t_s) t_s} \cdot \frac{65}{E} \\ &= \frac{P_1 + P_2}{\pi \times 81.6 \times 1.6} \times \frac{65}{2.02 \times 10^6} \\ &= 0.078452 \times 10^{-6} (P_1 + P_2) \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_{f2} &= \frac{P_3 - P_2}{\pi \times 81.0 \times 1.0} \times \frac{65}{2.02 \times 10^6} \\ &= 0.126452 \times 10^{-6} (P_3 - P_2) \text{ cm} \end{aligned}$$

第4段 B_1 点と第3段 A'_1 点との胴体軸方向の相対変位を δ_s とすれば、 δ_s は次のようになる。

$$\begin{aligned} \delta_s &= (\delta_{B_1} - \delta_{f1}) - (\delta_{A'_1} - \delta_{f2}) \\ &= [0.18444 - 0.078452 \times 10^{-6} (P_1 + P_2)] \\ &\quad - [0.14761 - 0.126452 \times 10^{-6} (P_3 - P_2)] \\ &= 0.03683 - 0.078452 \times 10^{-6} P_1 \\ &\quad - 0.204904 \times 10^{-6} P_2 + 0.126452 \times 10^{-6} P_3 \end{aligned} \quad \dots\dots (14)$$

第4段 A_1 点の胴体軸方向の変位 e は

$$\begin{aligned} e &= \delta_{A_1} - \delta_{f1} \\ &= 0.18444 - 0.078452 \times 10^{-6} (P_1 + P_2) \quad \dots\dots (15) \end{aligned}$$

第3段 B'_1 点の胴体軸方向の変位 e' は

$$\begin{aligned} e' &= \delta_{B'_1} - \delta_{f2} \\ &= 0.14761 - 0.126452 \times 10^{-6} (P_3 - P_2) \quad \dots\dots (16) \end{aligned}$$

次に F_{t1} を求めるために先ず上部鉛直管(長さ $l_v = 100$ cm)が第4段水室取付け部で胴体軸方向の外力 F_t の作用を受けたときの該取付け部の変位 C を求める。この場合に上部水平管(長さ $l_h = 500$ cm)に作用する振りモーメント T は、

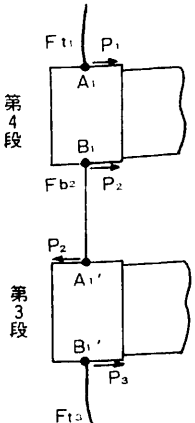
$$T = l_v F_t = 100 F_t \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

となり、この T による上部水平管の振れ角 θ_0 は、

$$\theta_0 = l_h \times \frac{32 T}{\pi (d_0^4 - d_i^4) G} \text{ rad}$$

ただし G = 剪断弾性係数 = 0.78×10^6 kg/cm² で表わされ、この振れによる該取付け部の変位 C_1 は、

$$C_1 = l_v \theta_0 = \frac{5 \times 32 \times 10^4 T}{\pi (d_0^4 - d_i^4) G}$$



第10図

$$= \frac{1.6 \times 10^8 F_t}{\pi (d_0^4 - d_i^4) G}$$

F_t による上部鉛直管の撓み C_2 は

$$C_2 = \frac{F_t l_v^3}{3EI} = \frac{F_t \times (100)^3}{3E \times \frac{\pi}{64} (d_0^4 - d_i^4)}$$

$$\therefore C = C_1 + C_2$$

$$= \frac{F_t}{\pi (d_0^4 - d_i^4)} \left\{ \frac{1.6 \times 10^8}{0.78 \times 10^6} + \frac{64 \times 10^6}{3E} \right\}$$

$$= \frac{F_t}{\pi (21.63^4 - 17.03^4)}$$

$$\times \left\{ \frac{1.6 \times 10^8}{0.78 \times 10^6} + \frac{64 \times 10^6}{3 \times 2.02 \times 10^6} \right\}$$

$$= 5.0940 \times 10^{-4} F_t$$

取付け部の変位 C が 1.0 mm のときの外力 F_t の値が F_{t1} であるから F_{t1} は次のとおりになる。

$$F_{t1} = \frac{0.1}{5.0940 \times 10^{-4}} = 0.19631 \times 10^3 \text{ kg}$$

同様に F_{t3} が次のように求められる。すなわち下部鉛直管が第 3 段水室取付け部で胴体軸方向の外力 F'_t の作用を受けた場合に、

$$\text{振りモーメント } T' = 100 F'_t$$

$$\text{振れ角 } \theta'_0 = l_h \times \frac{32 T'}{\pi (d_0^4 - d_i^4) G} \quad l_h = 300 \text{ cm}$$

振れによる該取付け部の変位

$$C'_1 = l_v \theta'_0 = \frac{0.96 \times 10^8 F'_t}{\pi (d_0^4 - d_i^4) G}$$

F'_t による下部鉛直管の撓み

$$C'_2 = \frac{F'_t l_v^3}{3EI} = \frac{F'_t \times (100)^3}{3E \times \frac{\pi}{64} (d_0^4 - d_i^4)}$$

\therefore 取付け部の変位 C' は、

$$C' = C'_1 + C'_2$$

$$= \frac{F'_t}{\pi (d_0^4 - d_i^4)} \left\{ \frac{0.96 \times 10^8}{0.78 \times 10^6} + \frac{64 \times 10^6}{3E} \right\}$$

$$= \frac{F'_t}{\pi (21.63^4 - 17.03^4)}$$

$$\times \left\{ \frac{0.96 \times 10^8}{0.78 \times 10^6} + \frac{64 \times 10^6}{3 \times 2.02 \times 10^6} \right\}$$

$$= 3.1562 \times 10^{-4} F'_t$$

$$\therefore F_{t3} = \frac{0.1}{3.1562 \times 10^{-4}} = 0.31684 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$F_{b2} = \frac{0.1 \times 12EI}{l^3}$$

$$= \frac{0.1 \times 12 \times 2.02 \times 10^6 \times 6615.9}{(90)^3}$$

$$= 21.9985 \times 10^3 \text{ kg}$$

よって式(14), (15), (16)から次の 3 式が得られる。

$$\frac{P_1}{10 F_{t1}} = e$$

$$= 0.18444 - 0.078452 \times 10^{-6} (P_1 + P_2) \quad (17)$$

$$\frac{P_2}{10 F_{b2}} = \delta_s = 0.03683 - 0.078452 \times 10^{-6} P_1 - 0.204904 \times 10^{-6} P_2 + 0.126452 \times 10^{-6} P_3 \dots \dots \dots (18)$$

$$\frac{P_3}{10 F_{t3}} = e'$$

$$= 0.14761 - 0.126452 \times 10^{-6} (P_3 - P_2)$$

F_{t1} , F_{b2} , F_{t3} の値をそれぞれ式(17), (18), (19)に代入して次式が得られる。

$$P_1 + 1.53985 \times 10^{-4} P_2 - 3.6202 \times 10^2 = 0 \quad \dots \dots (20)$$

$$P_1 + 0.60555 \times 10^2 P_2 - 1.61184 P_3 - 4.69459 \times 10^5 = 0 \quad \dots \dots (21)$$

$$P_2 - 2.49694 \times 10^3 P_3 + 1.16732 \times 10^6 = 0 \quad \dots \dots (22)$$

上記の式(20), (21), (22)から P_1 , P_2 , P_3 の値が次のように求められる。

$$P_1 = 360.8 \text{ kg}$$

$$P_2 = 7.7592 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$P_3 = 470.6 \text{ kg}$$

次に第 4 段における反力 P_1 および P_2 によるボルトの応力 σ_3 を求める。まず反力 P_1 および P_2 によるボルトの直接応力 σ'_3 について、

$$\sigma'_3 = - \frac{P_1 + P_2}{36 a_1} = - \frac{360.8 + 7.7592 \times 10^3}{36 \times 3.382}$$

$$= -66.7 \text{ kg/cm}^2 \text{ (ボルト 応力減少)}$$

反力 P_1 および P_2 による曲げモーメント M は、

$$M = \frac{1}{2} A_1 B_1 (P_2 - P_1)$$

$$= \frac{1}{2} \times 94.5 (7.7592 \times 10^3 - 360.8)$$

$$= 349.57 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

上記曲げモーメント M は下部ボルトの応力を減少させるものであるから、この M によるボルトの応力 σ''_3 は次のとおりになる。

$$\sigma''_3 = -M \frac{y}{I} = - \frac{349.57 \times 10^3}{192.128 \times 10^3} y$$

$$= -1.8195 y \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_3 = \sigma'_3 + \sigma''_3$$

従って反力 P_1 および P_2 によるボルトの応力 σ'_3 , σ''_3 , σ_3 は次表のとおりになる。

項目 ボルト	y (cm)	σ'_3 (kg/cm ²)	σ''_3 (kg/cm ²)	σ_3 (kg/cm ²)
④	41.16	- 66.7	- 74.9	- 141.6
⑤	47.34	- 66.7	- 86.1	- 152.8
⑥	52.53	- 66.7	- 95.6	- 162.3
⑦	56.56	- 66.7	- 102.9	- 169.6
⑧	59.32	- 66.7	- 107.9	- 174.6
⑨	60.72	- 66.7	- 110.5	- 177.2

4・5 ガasket締付けによるフランジボルトの
応力 σ_4

ガasket締付けに必要なボルト荷重Wを次のように
求める。

$$\text{基礎ガasket幅 } b_0 = \frac{N}{2} = \frac{1.5}{2} = 0.75 \text{ cm} > 0.635 \text{ cm}$$

$$\therefore \text{有効ガasket幅 } b = 0.797\sqrt{b_0} = 0.690 \text{ cm}$$

運転状態でガasket締付けに必要なボルト荷重 W_{m1}
は、

$$\begin{aligned} W_{m1} &= \frac{\pi}{4} G^2 p_s + 2\pi b G m p_s \\ &= \frac{\pi}{4} \times 84.5^2 \times 24 + 2\pi \times 0.690 \times 84.5 \times 3 \times 24 \\ &= 16.0966 \times 10^4 \text{ kg} \end{aligned}$$

ガasket (渦巻形) がフランジ面になじむために必要
な最低有効締付面圧 γ は 500~600 kg/cm² が適切であるから
組立て時に必要な最小ボルト締付荷重 W_{m2} は次のよ
うになる。

$$\begin{aligned} W_{m2} &= \pi b G \gamma = \pi \times 0.690 \times 84.5 \times 600 \\ &= 109.902 \times 10^3 \text{ kg} < W_{m1} \end{aligned}$$

よってボルト締付荷重 $W = W_{m1} = 16.0966 \times 10^4 \text{ kg}$ とな
る。上記Wによるボルトの応力 σ_4 は次のようになる。

$$\sigma_4 = \frac{16.0966 \times 10^4}{36 \times 3.382} = 1322.1 \text{ kg/cm}^2$$

4・6 フランジボルトの総合応力 σ_b

フランジボルトの総合応力 σ_b は以上の $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$
および σ_4 の和で表わされ次表のようになる。

σ (kg/cm ²) ボルト	σ_1	σ_2	σ_3	σ_4	σ_b
④	157.8	444.1	- 141.6	1322.1	1782.4
⑤	181.6	497.8	- 152.8	1322.1	1848.7
⑥	201.5	510.4	- 162.3	1322.1	1871.7
⑦	216.9	515.2	- 169.6	1322.1	1884.6
⑧	227.5	519.7	- 174.6	1322.1	1894.7
⑨	232.9	519.7	- 177.2	1322.1	1897.5

フランジボルト (SCM3) の許容応力は 370℃以下で
は 1758 kg/cm² である。従って上記のフランジボルト④~

⑨の総合応力 σ_b はすべてこの許容応力を越えており、
特に給水入口部付近のボルト⑥~⑨の応力は許容応力の
約 1.06~1.08 倍であるから、長期運転によりボルトが伸
びてガasketが緩み蒸気漏洩が発生したと思われる。

筆者は上記給水加熱器の第3段のフランジボルトの応
力についても同様の方法で計算し、該応力が許容応力の
約80%程度であるという結果が得られた。

5 あとがき

蒸気漏洩事故の発生した重列型高压給水加熱器につい
て蒸気漏洩個所のフランジボルトの応力の計算法を説明
し具体例について数値計算を示したが、これは第4段と
第3段との設置が正常に行なわれこの段階では両段の連
結管に外力が作用していないという仮定に基づいている。
しかし実状はこの仮定に反してしばしば無理な設置が行
なわれフランジボルトの応力を相当増大し、例えば本例に
おいて第4段と第3段とが軸方向に相対的に僅か 1.0 mm
ずれていたとしてもこれを強いてボルト締めするとこの
ためにフランジボルトの応力は約 300 kg/cm² も増加され
ることとなり蒸気漏洩の原因となることもあるので機器
の設置には充分注意することが必要である。

ニュース

昭和55年度技術開発項目一覧
(財)日本船用機器開発協会

(単位：千円)

番号	事業名	会社名	共同開発 事業費
1	小型無人水中作業 艇の開発	三井海洋開発(株)	17,400
2	船用超電導推進シ ステムの開発	住友重機械 工業(株)	49,700
3	油清浄システムの 開発	三菱化工機(株)	6,800
4	低騒音船用空気圧 縮機の開発	(株)田辺空気 機械製作所	28,900
5	電波航法表示装置 の開発	古野電気(株)	21,200
6	潮流計の開発	古野電気(株)	44,800
7	スキュードプロペ ラの開発	ナカシマ プロペラ(株)	28,500
8	小型船用低回転推 進システムの開発	ヤンマー ディーゼル(株)	25,900
9	機関室のパッケージ 化の開発	(株)新潟鉄工所	44,500
10	小型商船用帆装装 置の開発	(株)愛徳	51,000
	帆装商船(50%省 エネ船)の開発	日本鋼管(株)	530,000
合 計			848,700

私の戦後海運造船史(11)

—昭和31年前後—

米田博

(財)日本海事広報協会

造船設備の近代化

過剰操業に苦悶する日本造船業^{1) 2)}

昭和31年は、スエズ戦争勃発の年である。即ち7月26日エジプトのナセルがスエズ運河会社の国有化を宣言し、10月29日イスラエル軍がエジプトに侵入してスエズ戦争が始まるや11月1日についてスエズ運河閉鎖措置がとられた。運河の閉鎖によって中東石油は大消費地欧州までの航海距離が6,500海里から一挙に11,000海里へと伸長したためタンカーを中心として船腹需要は急増した。

この年日本の造船業が竣工量において世界一になったことは本史(10)で述べたが、31年は又経済白書が「もはや戦後でない」と宣言した年としても記憶される。

私は運輸省の広報誌『運輸』31年11月号で「過剰操業に苦悶する日本造船業²⁾」と題して想定対談を書いている。スエズ問題がまだ織り込まれていないが、当時の造船事情を理解していただくために紹介しておく。

A …… 海運会社社員

B …… 造船会社社員

A 「やあしばらく、相変わらず忙しそうじゃないか、この前会ったのは何時だったけ。」

B 「確か去年(30年)の4月だったね。あの時からもう1年半たった訳だね。早いもんだ。」

A 「あの時は市況がうなぎ上りの真最中でお互いに張り切っていたもんだ。」

B 「その後1年半好況が続いてまだまだ目先明るいということはお互いに結構なことだ。」

A 「ところがわれわれの方は結構ばかりとは言えないんだ。君達造船所で外国船を大量に受注したお蔭でいざわれわれが造ろうとしたら、なかなか空船台が見つからないので、走り回っている仕末だよ。僕は日本の造船所はけしからんと思っているんだ。不況時にさんざん無理をして船の発注をしてきてやったのに好況時に

は一言の挨拶も無しにさっさと安い値段で外国船を受注して、日本船主にはさんざん恩を売って高い船を掴ましているじゃないか。」

B 「冗談じゃないよ。そりや誤解もはなはだしいというものんだ。造船所は日本の船会社さんのための船台はちゃんと適量だけ残して外国船を受注しているんだよ。まだ船価が安いうちに沢山発注したのは外国船主の方が日本船主より先を見る目があったことと、何といっても自分の手金で造るんだからもたもたしなかったという訳さ。それにしても今頃名乗りをあげた船主さんに1カ年以内の引渡しをするなんてのは日本の船主さんに外国船会社と比較にならないような恩誼を感じているからなんだよ。しかも船価は今頃契約しても3~4カ月後に引渡しをする輸出船とくらべて安いと云うんだから大変なサービスさ。」

A 「まあ日本船主の実力が無かったといえばそれまでだが、今頃いい船が続々竣工して外国船主に引渡されるのを指をくわえて見てるのは如何にも辛いね。ところで一体日本造船所は今、年間何万トン位造るテンポで操業してるんだ。外からみても相当なものらしいな。」

B 「この間海運造船合理化審議会の席上で船舶局長は現在の日本の造船業の能力は大体年間170万総トンだと言明してるんだがね。実勢はどうも190万総トン位を建造するテンポで歯車が動いているようだよ。」

A 「その170万総トンというのはどういう計算なんだい。能力170万総トンで実勢は190万総トンというのはどうも理屈が合わないじゃないか。」

B 「一口に造船能力といっても定義の仕方によって色々な数字が出るんだけどね。山下船舶局長が海運造船合理化審議会の席上で説明されたところによると、船台能力では208万総トン、主機製造能力では239万総トン、雇用ベースでは定時間である7時間操業では138万総トン、2時間残業の9時間操業では177万総トン、鋼材処理能力では7時間操業で154万総トン、9時間操業で198万総トンという訳で、その最低ラインを取ると大体170万総トンだという訳さ。ところがネックになっている労働力については現在では3時間以上の

残業をしているものも多く2時間残業ベース以上の能力も発揮できる状態になっているわけだ。隘路は寧ろ主材料の鋼材の入手にあるというべきだろう。」

A「鋼材はすごいね。造船用鋼材ベース価格はほんの1年位の間に忽ちトン当り47,500円から55,500円まで上っちゃったじゃないか。」

B「それはルートに乗った造船用規格鋼材の話で、中小造船所が買っている無規格品は9万円位からひどいになると13万円なんていうまで出ているよ。こんなペラボーな値段が出るのも、もとはといえば鋼材生産が需要に間に合わないからで、問題は寧ろ価格より量にあるというべきじゃないかね。」

A「最近では輸出を止めて、輸入がだんだん行われ始めたそうじゃないか。」

B「鋼材不足は電力、輸送力とならんで日本経済全般についての問題なので、通産省も、鉄鋼業界もその隘路打開には大いに努力してくれているわけなんだが、なかなか成果は上らないね。今の生産不足は造船における鉄不足と同じように、鉄の原材料不足からきているからこの問題は一朝一夕に解決しそうもなく、現在造船業界最大の悩みの種となっているわけだ。」

A「そうすると、寧ろ現在の造船能力を規定するものは鋼材だということになるね。」

B「そういうことになるね。尤も之は日本だけの話ではなくて、イギリス等でも同様の悩みを持っているようだ。昭和26~7年頃、よく外電でイギリス造船界が鋼材不足に悩んでいるというニュースが入っていて、当時僕なんかはどうも実感が湧かなかったんだが、今にしてみるとこういうこともあるんだね。ところでイギリスでは鋼材とならんで雇用が隘路となっているんだが、日本でも同じような問題が起き始めているんだ。」

A「溶接工不足だろう。そんなの簡単に養成できそうがね。」

B「雇用については色々の問題が絡まっているんだ。まず、君が言ったように溶接工を始めとする特殊技能工が不足してきたことだが、これが造船所間の取り合いとなってますます複雑になっているわけだ。」

従来造船所はいわゆる本工を増すことに非常に神経質だったんだ。不況になったとき簡単に首が切れる状態にないと、造船所の重荷になるからね。そこで今度のブームになってからも2カ月から半年位で雇用契約を更改する臨時工としてしか新規採用していなかったんだ。それとも請負工として工事請負させていたわけだ。」

A「和戦両様の構えというわけだね。結構なことじゃな

いか。」

B「ところがだんだん高操業になるにつれて、各造船所とも之等技能工が他所に移ることをおそれ始めたわけだね。一方労務者側も雇用条件の安定を望んで本工に編入してもらおう交渉を始めたため、次第に臨時工で本工になるものが増してきたという訳だ。」

A「そりや君賃金上昇の方がまだ無難じゃないか。」

B「同感だよ。造船企業経営だけを考えたならばまさにそのとおりで今のように景気のいいときにはその恩恵はすべからず従業員も株主とともに享受すべきだと思うが、技能工確保が雇用条件更改とつながっている以上臨時工の本工化傾向も止むを得ないという考え方もある。」

A「いずれにしても造船所は過剰操業の苦悶を露呈しているというべきだな。残業が多いこともコスト上昇の原因になっているだろうし。どうして腹八分で止められないんだろうね。」

B「それが現在最も反省の種になっているんだ。あまり一般的にいわれていることではないが、僕は之は2年間にわたって徐々に市況が上ったことに起因していると思う。長い間の不況から脱して昭和29年秋に粗糖リンクで受注出来るとあって造船所はわっとばかりに安値でとびついたわけだ。ところがそのときにコストとして想定した材料費、労務費が忽ち値上がりして、引きあうと思っていた船が忽ち赤字の材料になって了う。こりや困ったと思っていると造船市況が上って可成りの船価で受注できることになるので、相当の利益を見込んでもとの線表の間に1~2隻を新規受注して割込ませる。ところがこのようにして操業量が増すにつれて又々コストが上がる。たまたま又造船市況は堅くなる。そこで従来は工程合理化のために使わない積りでいた補助船台に設備投下して稼働させ、新たな船を組み入れる。追かけてコストが上がる。また埋合わせをしなくならん。おまけに今頃になって国内船主が無理矢理にやれやれという。……………てな具合でシーソーゲームを続けているうちに合計の点数は現在のように増加したというのが実情だね。」

A「成程、一見素晴らしい好景気をほこる造船界にもこの悩みありというわけか。がらがらの君から聞くと益益身にしみるね。まあしかし需要不足で悩むこととくらべると嬉しい悲鳴だといわなければならないね。」

造船法と造船設備近代化政策³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾

昭和14年に戦時立法された「造船事業法」は造船事業の許可制及び船舶製造の許可制を法の根幹としていた。終戦後は他の戦時立法と同様に、実質的にはその機能を

失っていたが、昭和23年3月31日に廃止された。

戦後は連合軍の主として口頭による指示に基づいて長さ15メートル以上の船舶の製造又は修理を為し得る設備を備うる事業の新規開始及び既存施設の拡張に対する制限が行われていた。

昭和25年5月1日に造船事業法に代るものとして造船法が制定されたが、これでは施設の新設についても、設備の拡張についても工事着手1カ月前までの届出制を義務づけたに止まっていた。ところが実際にはGHQは従来どおりの要許可事項としたため、運輸大臣は造船法においては届出事項として受理したものを、対連合軍としてはこれを要許可事項として処理するという異常な事態が続いていた。

昭和27年3月31日平和条約発効以降は造船法は法の本来の姿に還った。しかしながら四囲の客観情勢はわが国造船業を野放しにしておくことを許さず、造船法の一部改正が第13国会に提案可決され、27年6月16日に改正されて、施設・設備についての許可制が再開した。

造船法は13条よりなっているが、このうち施設・設備許可関係は第2条、第3条及び第3条の2、であり、その要点は次のとおりである。

(施設の新設等の許可等)

第2条 総トン数500トン以上又は長さ50メートル以上の鋼製の船舶の製造又は修繕をすることができる造船台、ドック又は引揚船台を備える船舶の製造又は修繕の施設を新設し、譲り受け、若しくは借り受けようとする者は、省令の定める手続に従い、運輸大臣の許可を受けなければならない。

(設備の新設等の許可等)

第3条 前条の施設を所有し、又は借り受けている者が当該施設において、船舶の製造又は修繕に必要な造船台、ドック、引揚船台等の設備であって省令で定めるものを新設し、増設し、又は拡張しようとするときは、省令の定める手続に従い、運輸大臣の許可を受けなければならない。

(許可の基準)

第3条の2 運輸大臣は、左の各号に掲げる基準に適合する申請があったときは、第2条又は前条の許可をしなければならない。

1. 当該施設を新設し、又は当該設備を新設し、増設し、若しくは拡張することによって日本経済として適正な造船能力をこえることとならないこと。
2. 当該施設を新設し、譲り受け、若しくは借り受け、又は当該設備を新設し、増設し、若しくは拡張することによって、当該造船事業の経営がわが国におけ

る造船事業の健全な発達を阻害するような競争をひき起す虞がないこと。

3. 当該施設を新設し、譲り受け、若しくは借り受け、又は当該設備を新設し、増設し、若しくは拡張しようとする者の技術的及び経理的基礎が確実であること。

私は昭和30年2月から、この造船法による施設・設備許可事務を主たる担当業務として船舶局監理課に勤務したのであるが、当時の造船所の設備近代化乃至増強意欲はまことに強く、それぞれの造船所の属する地方海運局を通じて多くの要許可事項の申請がでてきた。これらのうち船台の拡張、クレーン能力の増強、鋼材加工場の増強、特に船型大型化に対処する設備については、これらは海運界の新動向に応じた当然必要な近代化であるという考え方と、その結果として、当然造船法第3条の2の第1項及び第2項に抵触することとなるという考え方の板ばさみにあって私達を窓口として監理課長、船舶局長、運輸大臣はそれぞれ大いに悩んで来た。しかし、造船所が船主特に外国船主から大型化した船型の船を受注内定したから設備拡張したいという申請を却下することは実際問題として非常に困難であり、私達は造船法並びに造船法施行規則及び造船法関係通達(前例)を拡大解釈したり、縮小解釈したりしながら、一件一件を処理してきた。その過程は造船所側からみれば役所のスローモーションといやがらせとしか見えなかったケースも多かったと思われるが、設備拡張が積み重なった揚句のカタストロフィにおびえながら、いくらか拡大テンポを抑えたかも知れないが結局は大勢に従って設備拡大の許可申請に応じてきたというのが私が担当した頃の造船法関係事務の実態であった。

私の後任者も歴代同じジレンマに悩みながらも、世界経済のコンスタントな成長と、それに伴う船腹需要増に助けられて、昭和48年までは大した破綻もなく推移してきたが、石油ショックで一気に世界造船界の能力過剰が顕在化したのが実情である。これについては本史でも昭和50年頃の造船史を記述するときに当然ふれることになると思うが、ここでは雑誌『海運』昭和30年6月号にのった次の題名の私の論文の一部分によって当時の問題意識を回顧したい。文中にみられるように、3万D.W.型を超大型船舶と称していた時代の話であるが、問題意識の内容は30万D.W.型時代と殆ど同一であった。

不況に向って超大型船舶建造設備の近代化
をどう考えるべきか⁴⁾

1. はしがき— 賛否両論の超大型船舶建造設備

最近（昭和30年頃）、銲接建造方式から熔接建造方式へ移行したときのような大変革が世界造船界に起りつつある。それは戦時中の建造船が代替期にきた今日、新たに造られる船舶は一般に大型化し、特に油送船及び鉱石運搬船においてこの傾向が顕著であることである。そして之等超大型船舶（以下3万D.W.程度以上の大型船舶を超大型船舶と称することとする。）を建造できない造船所は今後次第に増大すると思われるこの需要分野については全く競争圏外に立たされることとなった。

世界造船界では上記の事情よりして、船台、組立設備（大型ブロックとするための運搬設備）等の拡張を行ってこの新たな事態に対処している。

わが国でも之に対処する必要が生じ、この数カ月間に各社それぞれの考え方をとってきたが、今日なお方針が確立されているとはいえない。その主な理由は増加した設備をどう維持するかについて明確な見通しがつかないからである。

およそ設備の近代化には必ず設備能力の増加がつきまといっている。自動車、ミシン、カメラ、ラジオ、電気洗濯機、繊維類のように一般の消費物資の場合には、近代化の効果により価格が下れば、従来は手の出なかった人のなかから新たな需要が生れてくるため設備能力の増加がそれ程大きい影響を与えないが、船舶の場合、その必要量は世界の荷動きに規定されるため、船価が下ったといっても世界船腹の絶対的必要量が増加することにはならないから（実際問題としては個々の船主の建造意欲はそれによって向上し、又は特定の一国のみの造船業が近代化された場合はその国は他国が建造する分を横取りすることは出来るけれども）、海運市況が好く、船主の造船意欲が盛んで造船需要が造船供給力を上廻っている場合は何ら苦にならない設備能力の増加も、一旦不況期に向うと企業にとって大変な重荷となってくる。又個々の企業としては利潤追求のためには止むを得ない企業リスクとして割りきることができても、日本造船業全体の需給バランスを考えたときは別個の問題が生じてくる。

一般の企業合理化に伴って必然的に生ずる設備能力の増加に対してさえこれ程の問題があるのであるから、比較的設備能力増大の意図のはっきりしている設備の整備に関して、如上の問題が更に深刻にあらわれるのは当然である。現下の世界造船界の課題である超大型船舶建造設備の問題に関して積極、消極両論のある理由もまた主としてここに存する。

以下述べるところは本問題に関して積極論者である筆者の私見であって筆者の勤先である運輸省船舶局の意見

を紹介しているのではないことを特におことわりしておく。

2. 船型大型化傾向と需要構造の動向

ロイド統計によれば1950～54年世界進水実績中2万総トン以上の大型船は1950年7隻、51年5隻、52年7隻、53年20隻、54年31隻、ザ・ SHIPPING・ワールド誌によれば1954年12月末現在における受注済及び建造中船舶のうち2万総トン以上の大型船は、英国54隻、日本19隻、オランダ15隻、スエーデン12隻、フランス10隻、西ドイツ9隻、その他9隻、合計128隻。

3. 造船所設備はどう適応すべきか？

日本では2万総トン以上の大型船は1952年1隻、53年4隻、54年5隻が進水している。しかし実は之等は54年三菱長崎2隻を除いてはすべて呉NBCで建造されたタンカー又は鉱石運搬船であって、それ以外の造船所は全く超大型船舶を建造した経験がない。ところが昭和30年度初頭に受注済又は建造中の超大型船舶は、鋼管鶴見4隻、三菱日本横浜2隻、川崎神戸2隻、新三菱神戸1隻、播磨相生5隻、日立因島2隻、三菱長崎2隻、計18隻（呉NBCを除く）となっている。

筆者としては積極論を支持する。（論点省略）

4. むすび—設備近代化と雇傭

以上超大型船舶建造設備新機種製造のための設備近代化に対するの積極意見を述べたが之等はあくまでも現在の雇傭をベースとして之を増加させない程度にとどめるべきである。また現状では人為的に雇傭量を減少することは不可能であろうが、自然減耗は之を十分に利用して設備近代化とあわせて労働生産性向上につとめねばならない。止むを得ない労働の増減調整は現在各造船所が行っているような請負による制度を更に徹底させることによって行われなければならない。

参考文献

- 1) 米田 博「〇月のニュース解説」『船の科学』Vol.9, No.2～Vol.10, No.1, 1956年2月～1957年1月
- 2) 米田 博「過剰操業に苦悶する日本造船業」『運輸』昭和31年11月号
- 3) 三浦寛二「造船施設・設備に対する法的規制の変遷について」『海運』昭和29年9月号
- 4) 米田 博「不況に向って超大型船舶建造設備の近代化をどう考えるべきか」『海運』昭和30年6月号
- 5) 米田 博「近年の造船設備近代化」『海運』昭和32年5月号
- 6) 米田 博「30年度造船設備計画の構想に関する愚問愚答」『時事通信 交通運輸版』昭和30年6月3～7日号

船のインテリアあれこれ，其の二

種村真吉

船内生活と部屋の配置

船は航海している間が大部分で港で碇泊している期間は極めて僅かである。最近ではそれが更に荷役能率が良くなり荷役による碇泊期間は短縮され、又船底塗料の発達によって船底の汚れが防止されて、入渠も2年以上しない様になってきて益々船が碇泊する事は少なくなって来た。従って船の生活は航海中の生活が主体である。だから部屋の配置も航海中の生活や各人の職務が主体となる。それゆえ航海中の船内の生活状況を良く知らなくては本当に良いアレンジメントは出来ない。

船での生活は八点鐘を基軸として廻っているといつて良いのではなからうか。

此の点鐘は

0 : 00時	8 点鐘
0 : 30 "	1 " "
1 : 00 "	2 " "
1 : 30 "	3 " "
2 : 00 "	4 " "
2 : 30 "	5 " "
3 : 00 "	6 " "
3 : 30 "	7 " "

という様にして又 4:00 が 8 点鐘となり 4 時間毎に繰り返すが、但し 16:00~19:30 時迄の間は次の様に打たれ

16 : 00時	8 点鐘
16 : 30 "	1 " "
17 : 00 "	2 " "
17 : 30 "	3 " "
18 : 00 "	4 " "
18 : 30 "	1 " "
19 : 00 "	2 " "
19 : 30 "	3 " "

20:00時には 8 点鐘となり又もとにもどる。

此の 8 点鐘がワッチ交替の時間である。16:00~20:00 時間の点鐘の打ち方が異なるのは「船乗りと神様」で書いた様な事が信じられていた名残りと言って良いだろう。

甲板部、機関部、通信部は総て此の 8 点鐘の時点で勤

務を交替するがこれは主として士官と一部の部員で他の部員や、船長、機関長は入らない。

此の交替時点で申し送り事項の極めて厳肅な引継が行われ、此れ等は総て航海日志に記入されねばならない。だから船の針路や起った事総てが記入される航海日志は船として最も重要な記録で船を放棄する様な事態が生じてもこれ丈は絶対に持ち出されるのである。

殿様ワッチ、ドロボーワッチと言う言葉を御聞きになった事があるだろうか？ 当直は甲板部を例にとると

0 : 00~4 : 00時	二等航海士
4 : 00~8 : 00 "	一等航海士
8 : 00~12 : 00 "	三等航海士

の割で 1 日 2 回繰り返されるが、此の内 0:00~4:00 時を夜中に起きて仕事をするのでドロボーワッチ、8:00~12:00 時は時間的に楽な当直であるので殿様ワッチと呼ばれている。甲板部では上記の士官のほかにクォーターマスターが 2 名宛当直につく。

余談ではあるけれど此の 0:00~4:00 時当直は毎日となると時間的に中途半端な為に此の時間の当直者は身体をこわす人が多い。私も此の当直につきあった事があるが、真夜中に起されるのは本当につらかったが、月夜の太平洋のうねりが月光にキラキラ輝く中で船のマストや舳の黒いシルエットがゆっくりと左右にゆれる様は本当に美しかったし、星のきらめきとあわせてロマンチックな気分させられた事も事実だった。

此の様なワッチのほかに、航海中各士官は例えば一等航海士は船長を補佐し甲板部の諸帳簿の整理、荷役書類の作成、積荷計画の作成、積荷の管理、荷役設備の手入れの総指揮、船体の保存に対する全般的な注意および管理、船内に周知せしむべき事項の告示、また船医のおらぬ船では医療などを行う。

二等航海士は航海関係機械、器具、備品などの整備保全、郵便物の保管、水路誌海図の整備、航海関係書類の作成を行うほかに主として船長の補佐を行う。

三等航海士は備品消耗品の整備、通信機（甲板関係）、汽笛等の整備保全のほか主として一等航海士の補佐を行う。

機関部、通信部にも上記の様な仕事の分担がなされて

いる。

上記の甲板部の仕事関係を例にとって言えば二等航海士の室は居住区の上方船長室のそばが良く、三等航海士の室は一等航海士の室のそばが良く、一等航海士は荷役中ステベとの交渉が多いからタリーオフィスの近い処が良いと云う事が言える。

又娯楽の少ない船内では食事は大きな楽しみの一つであるが、それに対する配置で筆者が以前船内の動線を調べた事があったが、その船は旧来の慣習的配置でサルーンはフロントに、ギャレイは上部構造の後部部という配置であった処から、ギャレイとサルーンパントリーの間に極めて太くて長い動線が出来て、その不合理性が明確になり以後ダイニングルームとギャレイが近接しておかれる様に大幅に配置が変わった事がある。

此の様に船内の生活の実態を良く把握する事なしに全体の配置をきめると、極めて非能率的な配置になる恐れがある。

更に此の全体的な配置と共に個々の室内の配置も考えてみる必要がある。例えば寝台の配置については今でも船の縦方向に頭を船首側にして配置する様にとりかかっている方が船乗りにも、造船所の人にも一般的な様であるが、これは帆船時代の考え方が未だに根強く残っているのではないだろうか。帆船の場合は風の方向によって左右いずれかの舷にヒールするが夜寝る時例えば右舷側にヒールしていたので左舷側を頭にして寝ても夜中に風向が変わったり、タッキングしてヒールの方向が変わったりするから高かった左舷側が低くなり、その儘寝ていると頭に血がのぼって翌朝は顔もはれぼったく、頭が重いという事になる。一人前の船乗りはその様な場合、無意識的に向きをかえる事が出来るらしいが不便ではあろう。

日本丸、海王丸などの練習船の生徒の室は全部ベッドが横方向になっているが、これは人数の関係もあるかも知れないがこれも一つの訓練なのかも知れない。然し、現在の実際の商船では船の大きさが第二次大戦前と比べて比較にならない程大きくなっている事もあり、余りこれにこだわる必要もない様に思われる。

実際外国船ではこれにこだわらぬ配置を多く見掛けるが、その場合ローリング時の角速度を考えて頭は船体中心側に、そしてベッドの位置も出来るだけ船体中心側にもって来るべきであらう。

又ベッドの位置で注意を要するのは壁一つ隔てて隣室のベッドと接しない様にする事である。当直のある者の隣りでは夜中にどうしても音がするし、そうでなくても25%程度の仕切では、接していればいきや寝返り、歯ぎしり、寝言まで筒抜けで御互いに安眠をさまたげる

恐れがあるからだ。そして通路側の壁に沿ってベッドを設ける時は頭側を出入口から出来るだけ離す事である。

これは部員に異人種を多く使う外国船の習慣から来たものかと思われるが、いきなり室に入って来て危害を加えられない為と云うのがその理由とされている。実際海賊や反乱もあつたし、近頃は海の男達も随分サラリーマン化しておとなしくなってしまった様だが、戦前には気の荒いのもいて刃傷沙汰も実際にあった。又外国の港に碇泊中には泥棒の多いところもあるから矢張りこの習慣は守った方が良い様に思う。又ベッドとソファは直角方向に設置すると云う原則的な考えがあるが、この理由はローリングがひどい時とピッチングがひどい時とで寝る場所をかえる為と云う事になっていてこれも考えておいて良いであらう。

引出しのあるもの例えばデスクやチェストオブドローアは船首側又は船尾側の壁に設けて、船首側又は船尾側に向って使用するのを一般とするが、引出しにはスプリングキャッチやプッシュボタンロック、それに抜止金物がついてはいるがローリング時に引出しが飛び出さない様に、又使用する場合に足でふんばりがきく様にと云う目的であって充分理由のある事である。本棚、本箱なども本が飛び出さぬ様に同じ様に配置する。

洗面器も水が飛び出さぬ様に同様の位置に取付けるべきである。

部屋の配置も室内の配置も船内の設備の改善例えばシッフスオフィスの充実、乗員数の減少、乗船期間の減少、所持品の内容数値の変化、船内職制の変化、例えば船舶士構想、又陸上の生活の変化にも影響されて変って来ているし又変っても行くであろうが、最も基本的なものは変らないからそれを見定めて配置をきめてゆく必要がある。

上記の事はホンの一例にすぎない。船と云う職住の近接した特殊閉鎖社会の中では独特な慣習や生活のやり方が他にも沢山あるし、又此の人間という不可思議な生物は各々が実に独自の生活方式を持っている事も忘れてはならないだろう。

コ ン テ ナ 船

(社) 日本造船研究協会編

B5判 304頁 上製本 ケース入り

定価 3,000円 (送料 300円)

株式会社 船 舶 技 術 協 会

■ LNG船海外文献紹介(その3)

メンブレン方式タンクLNG船の運航開始当初の経験／記録

メンブレン方式タンクLNG船で就航実績を有するのは、ガストランスポート方式およびテクニガス方式の2つの方式である。今回は、これらの方式のLNG船が始めて建造され、その運航が開始された直後に発表された2編の論文を紹介する。最初に紹介するのは、第2回LNG会議(1970年)、後の第3回LNG会議(1973年)にそれぞれ発表されたものである。

なお、末尾に、付録としてこれらの論文にとりあげられているLNG船の主要目を掲げておく。

編集部

LNG船“Polar Alaska”および “Arctic Tokyo”の建造および運航 から得られた教訓

の大きさは、一般の油タンカーと同じ大きさに到達し得ると考える。

序

Enseignements Tirés de la Construction
et de la Mise en Service des Methaniers
“Polar Alaska” et “Arctic Tokyo”,
J. Guilhem et L. Richard

LNG船“Polar Alaska”および“Arctic Tokyo”は、1967年3月に発注され、1969年10月および1970年3月にそれぞれ就航したが、最初のもは調査および建造に少なくとも30ヶ月必要とした。この両船の建造にあたって採用されたインバ鋼メンブレンに関する技術については、第1回LNG会議、1968年、IGT, ChicagoでW. L. Culberston およびJ. Hornの両氏によって紹介¹⁾²⁾されている。ここでそれを繰返すことはないが、後の理解を良くするための参考までにこのメンブレンタンクの原理を要約するに留める：最初のLNG船“Methan Progress”, “Methane Princess”, “Jules Verne”は、1964年の終りから1965年の初めにかけて就航し、何れも26,000 m³程度の容量の独立型タンクを有する；これに対してインバ鋼メンブレンタンクを備える“Polar Alaska”および“Arctic Tokyo”の容量は非常に大きく約3倍の71,500 m³である。このタンクは、船体の一部を構成する一体型方式^{注)}である；一般のタンカーと同じように貨物を格納する船体は、2層のインバ鋼の液/ガス密メンブレンシートの内張りおよびこれらと連結する同じく2層の防熱層によって貨物の低温から保護される。

概要

この2隻の船舶(2年半前の第1回LNG会議で発表された、かつ、インバ鋼平板製のタンクを有する)は、1967年3月に発注され、1969年11月および1970年3月に就航した。

この両船は、このタイプおよび3,300海里の長い距離かつ厳しい海象条件でもって就航するこの大きさのLNG船としては最初のものである。全ての設計上の特徴が経験に基づいた貨物取扱い装置の新しい配置と共に実際に使用された結果は、満足すべきものである。著者らは、“Polar Alaska”の最初の航海中に生じた2つの事故について報告する。これらの事故では、信頼すべき二次防壁の必要性およびメンブレンタイプタンクの内側のある負圧に耐える一次防壁の重要性について確認された。防熱材のライニングの規格化した構造は、容易かつ速やかな修理が可能であった。

長距離海上輸送のLNGの発展は、より大きなLNG船の必要性をもたらす。著者らは、メンブレンLNG船

編集部注：ここで、メンブレン方式のことを一体型方式と称しているが、最近の規則の定義では、一体型とはメンブレン方式とは別のタンク方式を意味していることに注意。

I 経験の記録

両船は約 600 m³の実験船 "Pythagore"を除き、最初のメンブレンタンク LNG 船であり、かつ、就航中の独立型タンク船に比べて、その大きさも著しく大きい船舶である。このような 2 つの新しい技術的特徴を有する船舶が就航するためのテストは、新技術の未知の問題に対する危険に取り組んだ Kockum 造船所および信頼性を確認すべき船主、ならびにこのシステムの考案者の Gaz Transport にとって非常に重要な意味をもった。

タンク壁をインバ鋼の単一構造とすることは、すでに紹介されている¹⁾²⁾³⁾⁴⁾ように、その構造要素について種々の提起される繰返し荷重、特に、圧力の繰返しについての疲労強度がモデルによって徹底的に追求されたことによって可能になったものであり、考慮した危険は、もちろん問題とはならなかった。

テストの結果は、特に造船所の許可を得て正確に述べることが認められており、それは建造を急いだ箇所、特に第 2 船において全ての組立てに関して不可避の技術的困難さを解決した点（通常の方法と著しく異なる）について説明する；これは、結果として 6 基のタンクの建造に 6 ヶ月は必要としなかった。

この単一化構造は、さらに重要な特長を示すものである：この薄い金属性のタンク板は、単に液密メンブレンのみの機能を有するものであり、その全ての内張りの単位面積当たりの厚さ、したがって重さは船舶の大きさには関係しない；これは 1 つには、かなり正確にタンクの価格を推定でき、また、もう一方では、LNG 輸送に使用するタンク壁用の低温金属材料は、タンクを備える船舶の大きさと共に減少することが分る。この金属は高価なものであり、ここにその適用方法に関する経済的興味の原因があると思われる。

この興味に関して、古典的技術に比べて実際の使用上のコストは、さらに減少する方向にあることが見出せる；実際に、単位要素の均一重量は十分に少ないので、運搬取付けに際して何らの問題も生じない；さらに単純な形状は、タンクの大きさに拘わらず適切なコストおよび高度の品質の自動溶接法を一般的に採用できる。

しかし、この単一構造は、"Polar Alaska"の航海の終りに発生した事故によって思いがけない問題点が確認されたことによって、別の特徴をこのタイプの船舶に与えた。本船の前部に位置する No 1 タンクの貨物ポンプ駆動用のケーブル破損の結果であり、これをここに説明するのは非常に長くなり、かつ、大部分が多分退屈なものである；このタンクは、軽荷航海中のタンクの再冷却の

ために LNG を半載しており、かつ海は荒れていた。この事故は、さらに間接的な結果によって後日に生じた 2 回目ものを含めて、海洋航空技術協会の最近の会議⁴⁾で発表しているので、くり返すことは無駄になる；ここで詳細について省略した説明を、興味を有する関係者には喜んで伝える（フランス語または英語）。

簡単に説明しておく、一次メンブレンにケーブルの留め金の落下による押し抜きの小孔による漏えい箇所が発生し、この漏えいは船体を有効に保護する二次防壁で止まった。一次防熱層の乾燥とガスフリーは、タンク内圧に比べてインバリヤスペースの過圧 (10^4 Pa.; 1.45 psi) の原因を招いた操作ミスがなければ、何ら問題は生じなかった；薄い一次防壁は、しわのみしか生ぜず切断も溶接もすることなく完全な状態に戻すことができたが、No 1 タンク一次防壁のこの修理は、本船の就航後 5 ヶ月近くで、種々の保守工事の実施時期と同時に行なわれた。この構造要素は 4 週間の修理となったが、そのうち 2 週間は、足場のすべ付けおよび撤去に費やされた。注目すべきことは、この停止の時期には本船は 7 航海、6,000 km で約 450,000 m³ の LNG、ガス換算で 270×10^6 N m³ の輸送に従事したことである。

この事故からこのタイプの LNG 船の安全一般に関して、次の 2 点が強調される：

- 必然的に薄いタンク板となるメンブレンは、異物との衝撃によって小孔があく可能性がある。したがって、このタイプのタンクは、一次防壁に対応して有効な二次防壁を有し、かつ衝撃からも可能な限り保護されなければならない。さらに、このタンクには航海中には特に入ってはならないので、例えば貨物排出用ポンプはタンク外で取外しおよび再取付けの操作をする必要性のため、各ポンプはピットの中におさめて再取付けおよび再下げ降ろしの操作の間、塞げるようにする。
- 各インバ鋼メンブレンは、0.4 m の心距で長さ方向に留めてあり、少なくとも独立型タンクの減圧と同程度には耐える。

II 両船の運航に関する一般的特徴

両船の運航上の特徴を調査するという事は、最終的には船主によって支払われる値段と共に、海上輸送のコストを定めること、したがって、プロジェクトの一般収益率の構成要素を設定することである。

船価： 45×10^6 US \$, 225×10^6 フラン (1967 年現在での船価は、船舶の建造中に、ニッケルの価格が突発的に著しく上がったことによって改定される)、年間の

航海数はできるだけ多く実施でき、かつ、ガスの損失は最小に減じるのが必要不可欠である。このように期待される運航上の特徴に関する契約上の評価は、何であろうか？

ガスの蒸発率は、平均1日当たり積荷量の0.3%の値とする必要があり、かつ、航海中に観測された値は、これとよく一致した。しかしながら絶対圧力を一定値とすることが重要であることも強調しておく。この一定圧力は 1.065×10^5 Paで、北太平洋の気圧変動が蒸発に大きな影響をもたらす。

Alaskaでの船舶の積荷は、平均4,750 m³/hrの流量で15時間である。タンク内のLNGの液位で制御される装置および貨物弁の遠隔操縦装置は、十分な安全性でもって高流量の受入れを可能にしている。その上、けい留の切断の場合、非常に単純な装置、特に積荷用管接続部の弁(10秒で閉鎖)のような貨物の供給と集荷の間を分断する弁の自動閉鎖装置が、オペレーションを停止させるように働く。事故はAlaskaで遭遇する可能性のある最も厳しい状態(潮による激しい海流、流氷)およびLNGの放出が船体または主連結部のある主甲板にあたることによる大事故という結果を考慮に入れて検討されている。

揚荷は船舶のポンプで13時間以内に実施され、1つのポンプの流量は950 m³/hrである。非常用ポンプとしては、あらかじめタンクのガスフリーをせずに甲板から取外したものをピットに降ろすことができる；このポンプはCarter製である。これは我々が新しく考案したものであり、一般化するつもりである。

メンブレンタンクの優れた点の1つは、冷却テストで証明された：これは、タンクの熱容量が小さいことである。タンク板の金属重量が少ないことは、LNGまたは冷却用蒸気-各船につき105トンの衝撃にも順応する。また常温からの再冷却が250 m³のLNGを消費して約10時間で得られる断熱効率を有している。航海距離が6,000 kmを超えるので、船主の選択によるが、Alaskaでの船舶の到着時の積荷準備のために軽荷航海期間にタンク壁にLNGをスプレーする代わりに復航期間中タンクが暖まるにまかせておいて約2,500 m³以上の揚荷を残して、AlaskaのNekiskiで冷却することも可能である。

タンクのウォームアップ、ガスフリーおよび換気は数少ないが、冷却タンクから開始すると72時間必要である；乾燥排ガスでのガスフリーの技術は、最近では優れており24時間を超えることはない。このオペレーションは、通常時にはなされないと想定するが、船舶の4年毎の船級検査の際に考慮される。

Roy CulberstonおよびW. B. Emery両氏は、これらLNG船についての考えを発表している。各種の因子がPhillips社およびMarathon Oil社のプロジェクトの収益率に多くの影響を与えることは、輸送距離の大きさを考慮に入れるとよく理解される。船舶のタイプの選定の根拠は、何よりもその経済性であり、さらに一般的な観点と条件とするといっても過言ではない。

我々は、しかしながら、新しい技術によって到達できる船価の減少についての情報を期待している。最近の専門誌の記事(慣例により確かさは保証されないが)によると、40,000 m³容量の独立型タンクLNG船“Laieta”は 32×10^6 USドル、即ち 160×10^6 フランでAstilleros Del Nordeste a El FerrolによってEsso Libiyaのために建造されるが、CNIM a' La Seyne に対してアルジェリアのSonatrachが発注した同容量のLNG船は、インバ鋼メンブレンタンク製であり、約3年遅れて発注されるにも拘わらず 80×10^6 フランになることはない。この2/1という価格比は、一般的に独立型タンクに比べてこの技術に多くの興味を集めるであろう。

III メンブレンタンクLNG船の 発注状況；省略

IV 独立型タンクと比較したメンブレン 方式タンクの経済上の利点；省略

V メンブレンタンクLNG船の容積の 増加—その限度は？；省略

VI 結論；省略

参考文献

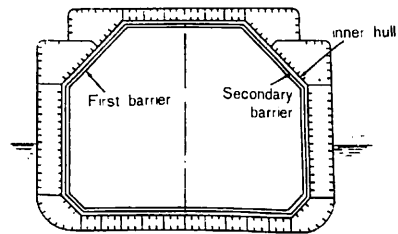
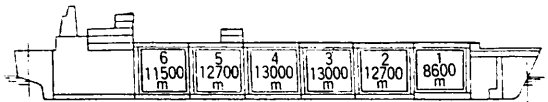
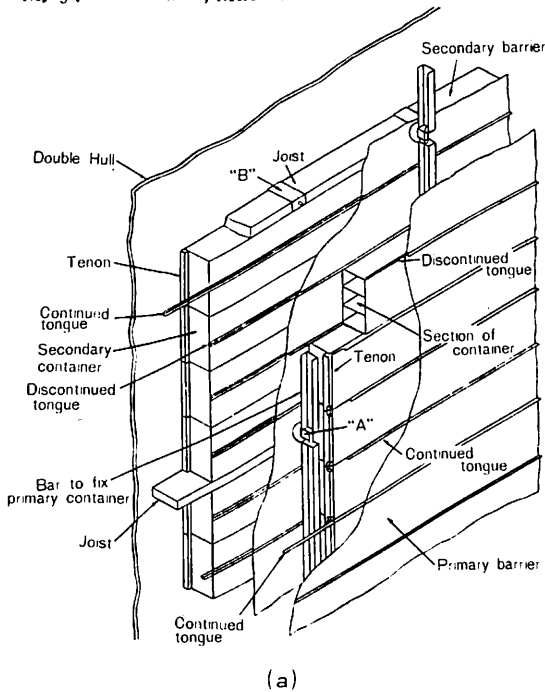
- 1) The Phillips Marathon Alaska to Japan Project—Session No 3—Papier No 13 á la 1st LNG Conference 68 I. G. T—par MM. W. L. Culberston et J. Horn
- 2) Conception et Essais sur modeles d'une curve membrane “GAZ DE FRANCE—GAZ TRANSPORT” pour navier methanier—Session No 6—Papier No 34 á la 1st LNG Conference 68 I. G. T—par MM. J. Guilhem et L. L. Richard
- 3) Techniques de construction des methaniers—par M. A. Gilles—Congres 1968 de l'Association Technique Maritime et Aéronautique—47, rue de Monceau—Paris 8^{ème}—

- 4) Construction et Mise en service des méthaniers "Polar Alaska" et "Arctic Tokyo" - par J. Guilhem et P. Jean - Congrès 1970 de l'Association Technique Maritime et Economique
- 5) Perspectives du trafic G. N. L dans l'Océan Indien et dans le Pacifique, M. J. Trollux, Mai 1970

付 録

"Polar Alaska / Arctic Tokyo" の主要目

- 主要寸法 (m)
Lpp × B × D × d ; 230.0 × 34.0 × 21.2 × 10.0
- タンク容積 ; 71,500 m³
- タンク数 ; 6 基
- 完成年 ; 1969年 / 1970年
- 設計 (タンク) ; Gaz Transport
- タンク方式 ; ガスドランスポートメンブレン
- 構造概要 ; 付録 図1(a)および(b)参照



(b)

付録 図1 "Polar Alaska/Arctic Tokyo" の概要

LNG 船 "Descartes" の最初の
運航経験

Premiers Mois D'exploitation du
Methanier "Descartes"
Andre Ph. Détrie

序

"Pythagore" は、北大西洋および中近東でエチレン輸送に従事しているが、すでに7年間の就航実績があり、その構造については満足すべき結果が得られている。また1971年10月には、5万m³型LNG船"Descartes"が

通称Conch Oceanの技術によって建造された。これは、バルサ材および薄合板の複雑な防熱支持材に支えられた"Pythagore"と同様のステンレス鋼製のメンブレンで特別に構成されたものである。

本論文は"Pythagore"の経験について想起した後、"Descartes"のガステスト、最初の3回の航海およびこれらの航海で確認された事実について詳述する。また本船のドーム構造におけるメンブレンの継手ピースに発生した事故の詳細についても述べる。

"Descartes"は、押し型メンブレンの技術を採用した大型船として最初のLNG船である。

この技術は、最初プロトタイプのエチレン船である"Pythagore"に1964年に用いられた。この小型船は、

現在もお就航中である。これは、この技術の基本が適切であることを示している。しかしながらこの技術は、Conch Ocean社を共同設立して、Conch および、Gazocean および Technigaz との間で密接な協力がなされて以来、改良されている。1966年ないし1971年の間これらの会社の主な技術者は、例えば積荷および船舶の運動による疲労発生のような現象について解析を進めることの困難さを克服するため、多くの研究・実験および試験を行なった。

これらの成功に基づいてGazoceanは、複雑な技術が造船所の建造者による詳細かつ入念な建造法の計画によって、経済的かつ工業的な実施上の不適合性もないことが確認されたので、1968年 Atlantique 造船所に5万 m^3 型LNG船を発注した。

この観点においてAtlantique造船所は、Gazocean および Technigaz の期待に完全に答えている。

さらに1971年、GazoceanはConchからその出資負担を買戻した。1971年にこの共同事業の解散および資産特にガスタンカー技術に関する有名な会社Bahamasに合体していたライセンスを持ってきて、Gazoceanグループは関連技術を100%保有することとなった。

I "Pythagore"

"Pythagore"は、1963年 Le Havre の Ateliers et Chantiers に発注され、Technigazはその設備の仕様について全ての責任をもった。

"Pythagore"は1964年に引渡され、1971年1月までに次の貨物の運送に従事している：

エチレン	;	33,425 T
メタン (LNG)	;	353 m^3
ブタン	;	5,402 T
プロパン	;	155 T
ブタジエン	;	369 T

その全航程は210,906海里になる。

この期間、本船は何らかの事故から免れることはできなかった。その主なものは次のとおり：

- 1964年、液体窒素の流出による甲板のき裂
 - 木製の滑り止めの2件の破損、その1件は本船の後進時の異常な振動によるもの、他の1件は1964年、Guinee 沖での半没水物体との接触衝撃によるもの
 - 肺部（インタバリヤスペースの雰囲気制御）の高圧事故によるNo.1タンクの一次防壁の変形
- このうちの最後の事故によって、Technigaz は防熱スペースの自動制御による肺部と新替した。
- 一方 Technigaz は、メンブレンの寿命を確認するた

めの一連のテストを企画した。このテストは、北大西洋で25年間就航するのに対応する最小寿命を保証する曲線を数学的に定めるための計算原理の手法を導くように実施された。

代表的要素の試験片についての多数の繰返し圧力テストでは、もちろん計算の有効性を確認することができた。この結果によって"Pythagore"で経験的に定めたメンブレンのノットおよび曲がり、"Descartes"での新しい設計では微妙な相異が与えられた。

II "Descartes"

メンブレンの新しい形状のほか"Descartes"では、合板二次防壁が組み込まれたバルサ防熱材が配置されている。これについては、すでに詳細が説明されているので、ここで繰返すことはしない。

II-1 ガステスト

ガステストは、Le Havre のGaz de FranceのLNG船岸壁において1971年10月に実施された。

タンクの冷却 タンクはあらかじめガス化され、初めのうちは、1つのタンク毎(Nos.1, 2および3タンクの順)に、次いで2つのタンク毎(Nos.2および4, 次ぎにNos.5および6)に順次冷却される。

この平均時間は、LNGの流量12ないし19 m^3/hr に対応して10ないし16時間に变化した。

No.1タンクへの部分積載 テストに必要な液の積載は、No.1タンクでは2回行なわれた。No.1タンクのポンプテストは、この2回のテストの間に実施された。

最初の積荷は600 m^3/hr の平均流量で、35分間実施された。

第2回目の積荷は平均流量805 m^3/hr で3時間35分の間行なわれ、この積荷の終りにはNo.1タンクの積荷液の量は3,300 m^3 に達した。

積荷の間の発生ガスは、本船の圧縮機の助けを借りることなしに、基地のトーチに排出された。

II-2 ポンプテスト

No.1タンクに積込まれた液によって全てのサブマージドポンプのテストは、液をタンクからタンクに移送する手順で実施した。

このようにして各ポンプは、単独にかつそのタンクの他のポンプと併行して、1時間ないし2時間30分の間、作動させた。

ガスのウォームアップ 前記のテスト中における海上期間には、各要目を計測することなく、ガスを暖めてボ

イラに送る良好な作動を簡単に調整および制御する手順が実施された。

II・3 最初の商業用航海

Arzew における積荷 貨物の貯蔵が十分でないため積荷主の要請によって2回に分けて行われた。この2回の積荷の間に稀釈（メタンガスの大気放出）の予備テストが実施された。

Arzew - Barcelone - Boston の航海 Arzew を離れた時、Nos. 1, 2, 3, 4 および 6 タンクには合計 38,612 m³ の貨物を積載していた。No. 5 タンクは陸上から得られる貨物が足りなかつたので空であった。

“Descartes” は、窒素の補給が Arzew ではできなかったため Barcelone に立寄った。

Barcelone への航海中における空気中のメタンの放出のテストは完全であった。

Barcelone - Boston 間の航海において悪天候に遭遇し、海上における船舶の状態を判断することができた。波浪階級 3 ないし 4、ビューフォート風力階級 5 ないし 6 において、ローリング振幅は 20 ないし 25 度、周期は 10 ないし 12 秒が認められた。これは約 3.5 m の復原性能の大きさの結果であり、このタイプの船舶にとっては非常に重要かつ必要なことである。

混合ガスを暖めて自動的に供給する推進装置に関する設備の動作は、一般的に良好であった。

航海中に主機関停止のテストが実施された。補助の一連の設備およびディーゼル代替機関の自動的な始動、即ち補助機関の始動は、十分満足すべき状態で実施された。本船は数分後には操船された。

ボイルオフ ボイルオフは、海上の状態および船舶の速力の影響をうけ、それは次表に示すとおり：

海 状	上 態	平 穩	波が 高い	平 穩	船舶が 揺れる	かなり激 しい海象
船舶の速力 (kt)		(1)	(1)	17.5	17.5	17.5
ボイルオフ (ton/hr)		1.01	1.28	1.80	1.93	2.02
タンク平均圧力 (m bar)		132	150	90ない し 130	117	117ないし 136
大 気 圧 (m bar)		1013	1000	1025	1026	1015

注) (1)：停泊中の状態

タンクの蒸発率の変化は、暖かいガスを受け入れるボイラの機能によって適当に吸収される。

最初の商業航海での特別な状態下での1日当たりの蒸発率は、積荷量の0.237%および0.266%の間であったと報告されている。

暖かいガス 全ての航海期間において蒸発ガスは、ボイラで燃焼された。

過圧状態で排気弁が突然に閉鎖した場合、燃料として暖められたガスは全ての警報が作動して十分に満足するように再開された。

Boston での LNG の最初の揚荷 タンクの圧力を最小にするため、あらかじめ海上においてタンク内圧力の減圧が実施された。

この減圧は 60 mbar 相対圧力になるまで操作が認められた。

このような状態に至らせるのは、通年において次のような部分的な場合である；

- 大気中にメタンの不測の放出を避けるのを検討するためのテストとして；
- Boston への入港許可に関する米国の主管庁の本船の検査の期間のため

揚荷は、使用状態におかれた陸上の貯蔵タンクになされた。揚荷の通常の数値に達する以前に点検および試験が何回か実施されなければならなかつた。

揚荷はガスのリターンラインなどで実施されたので、本船のガス化設備を使用する必要があつた。受け入れ基地に課せられた問題は、次のとおり：

- 陸上の受け入れ施設でのガスの移送
- ガス化によって揚荷メタンに熱量をもたらすこと。これは積荷の固有の状態に加わり、前述のように船舶にとって期待の状態という結果をもたらした。

しかし、このような準備状況にも拘わらず、無事に揚荷が可能であつた。

最初の航海の確認 Sonatrach では、1月より前には積荷できなかったため、この停止期間を有効に使うことが決定された。そして、それは USCG 規則に適合させるための準備、およびこの研究の最後に述べる確認の結果によって No. 6 タンクの部分的な検査を行なつたことである。

この検査では、疑わしい点は何も表われなかつたが、多分この時期に、メンブレンのガス密性の品質についての不具合は生じていたと推定される。

II・4 2回目の商業用航海

本船は、1972年1月に Arzew に現われた。

タンクの温度は、大気温度であつた。タンクは冷却され、そして問題なく積荷された。

種々の計測および確認が、インタバリヤスペースの雰囲気管理のためになされた。この結果によって Nos. 5 および 6 タンクのガス密性が他のタンクより劣っていることが確認された。この結果は、さらにタンクの高所の部分にき裂が存在し得ると考える余地を与えた。これは、また窒素パージによって容易に制御できない天然ガス濃度ではなかった。

II・5 3 回目の商業用航海

2 回目の航海の後、F P C (米国エネルギー委員会) は、後の航海の許可を与えなかった。Venezuela からヨーロッパへの LNG 輸送の可能性が示され、これは本船の LNG 設備の試験および特に再液化装置の使用のため、都合のよいことであった。

本船は、したがって Maracaibo 湖の Bojo Grande 基地に行った。この基地には "Descartes" の大きさの船舶は横着けたことがなかった。棧橋の所有者の心配にも拘わらず、全ては問題なく行なわれた。本船は Fawley および Lavera 用のブタン 10,597 トンおよびプロパン 17,236 トンを積荷した。

再液化装置は不安もなく作動し、かつ熱帯地域のもとでもタンク内圧力を容易に維持することが可能であった。

II・6 Marseille での運航停止

2 回目の航海後、本船は Arzew で供給するガスが得られないので、新しい契約はなされなかった。Na 6 タンクで生じた結果の原因についての追求はされなかったもので、この航海の後には発生事実の再点検の好機となった。

この停止期間は、さらに、船体構造の一般強度の主要部となっている甲板縦梁のき裂の発見の必要性も与えられた。このき裂は特に修理の問題は課せられなかったが多分、第 2 回目の航海期間中に北大西洋において約 3 時間の間、悪天候に遭遇した際発生したものである。これは現在実施されている補強の必要性を示した。

貨物タンクのガス密性については特に、メンブレンの完全性について流布された噂があるので、より詳細に説明する。

III 貨物タンクのガス密性

III・1 就航中に発生した出来事

第 2 回目の揚荷時、稀釈^(注)中止後の Na 6 タンクのインタバリヤスペースのガスの異常な濃度が確認された。

(編集部注；タンク内気相部のガスを吸引すること)

得られた現象および計測について正確に解析する前に

本船のガステストからのインタバリヤスペースのガス濃度の状況について再述しておく。

Arzew における最初の積荷でのガステスト時および積荷後、Na 6 タンクのインタバリヤスペースのガス濃度は、他のタンクのそれよりも若干高かったが、警報の限界値の L E L の 25% に達することはなかった。

最初の航海中、本船の監視は Na 2, 3, 5 および 6 タンクのインタバリヤスペースのガスの痕跡に引きつけられた。また USCG は、その最初の検査において注意を払った。しかし、それは本船に設けられているガス検知の指示が常に L E L 30% 未満の維持という注意であった。

最初の航海後の活動を停止した期間には、貨物用弁の改造を行ない、さらに、本船は調査の実施のために Na 6 タンクをガスフリーした。

当時は漏えい試験後、工具または足場の部品の落下によってメンブレンが損傷したのではないかという想定でもって、タンク下部がアンモニア漏えい試験によって完全に検査された。しかし、何らの漏えい箇所も発見されなかった。

1972 年 1 月 "Descartes" は、Boston への第 2 回の航海を行なった。インタバリヤスペースのガス濃度は、積荷時から記録されたが、つけ加えるような結果を得ることはできなかった。特に Na 6 タンクへの LNG 満載によるガス濃度の異常な変化は、冷却後の記録によっても見られなかった。

満載後、圧力装置の調整は、インタバリヤスペースのガス濃度をある一定値、L E L のほぼ 10% に保持するように本船で正しく実施された。ガス濃度は、USCG の要求によるものと同じに毎日記録された。

Boston での第 2 回目の揚荷時には、Na 6 タンクについて著しい異常が発生した。

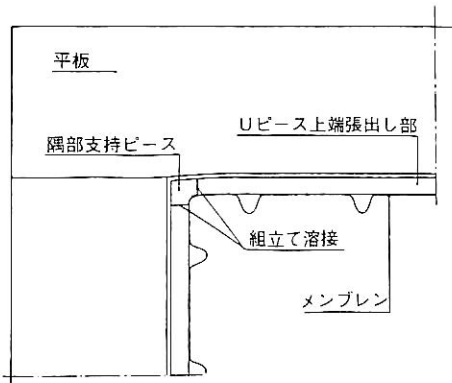
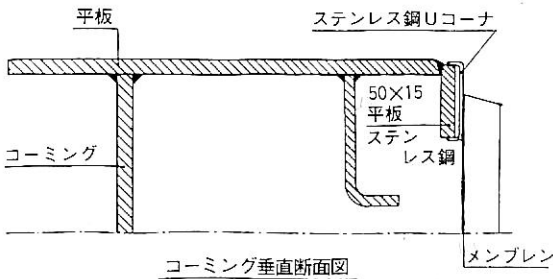
ボストンに到着してから USCG の要求によって稀釈を中止した。Na 6 タンクについては 70 m bar から 110 m bar の雰囲気圧力上昇という結果になった。稀釈中止前、L E L の約 10% に定常的に保持されていた Na 6 タンクのインタバリヤスペースのガス濃度は、ただちに警報が作動し、かつ L E L の 28% を指示した。

このガス濃度はタンクの圧力が上昇した後増加していることから、欠陥は気相部に接触しているタンク頂部に存在している可能性が非常に多いと推定された。この事故については、特にタンクのガス密性の高度の品質に関する不具合が続いていることを考慮に入れて、USCG は Na 6 タンクのできるだけ厳格な検査の実施を要求した。検査は建造造船所と協力して、当時欠陥があると疑わしい場所であるガストームから始めることが決定された。

“Descartes”は、再び貨物としてのガスの不足の機会を利用して、最初はNo.6 タンクのガスドームを検査し、さらに、その結果を考慮して万一の場合詳細に検査をするため、1972年3月にMarseilleに到着する航路をとった。

III・2 検査の実施および確認事実

No.6 タンクのガスドームの検査は、メンブレンの押し型の外側に特殊のき裂があるのを立証した。この場所はタンクドームの全てについて観測して得られたものであ



コーミング平面図
図1

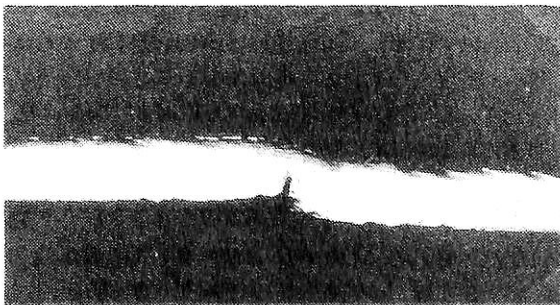


図2 Uピース上端張出し部のマクロ写真
(溶込み不足でかつ手直されていない溶接のマイクロ写真。Uピース上端張出し部の部分的欠陥の溶着金属の不足が明らかに見られる。)

る。この観測結果について述べる前に、ドーム上部附近の構造形状について説明しておくのが便利である。

ドーム上部の概要説明 図1に示すように、メンブレン押し型パネルの端部は、ステンレス鋼製のUコーナピースに溶接される。このUピースは、組立て上の誤差を調整できる同じステンレス鋼製の50×15mmの平板に溶接される。

同図の平面図に示すように、ドーム開口の型材は縁を切りとり、かつその縁を隅部支持ピースに直線のUピースを折り曲げて溶接することによって組立てられる。図示するように各隅部材の2個所の溶接は、ステンレス金属20・10・3タイプの溶接棒でもって工場で実施される。次いで、この溶接線は研磨してその高さが揃えられる。この溶接の断面においてドームの組立て時に存在している悪い溶け込み(図2参照)の大部分はドームの組立て時に、必然的に手直しされる。したがって、研磨後このような欠陥は、実際的に存在しないことになる。しかしいくらかはこの手順どおりとならないか、または部分的に欠陥が存在することがある。

事実の確認 準備されたNo.6 タンクのガスドームについて実施された検査の結果は、次のとおり：

a) メンブレンは、注目すべき原因は何も有せず、かつ完全に健全であった；

b) そのかわり、き裂が図3に示すように隅部のUピース翼部上面に組立時に手直されていない溶接部に発見された。

この結果は、就航中の漏えい量が殆ど一定(約500ℓ/hr)ということにも対応して、メンブレンは健全であるという想定をさらに強めたが、これに反して全てのド



図3 No.6 タンクガスドーム右舷後部

ームの全てのUピースの組立ても同様の状態にあるという疑いも生じた。したがって、No.6タンクのドームに発見された欠陥が体系的に存在しているのを見つけるための検査を全てのドームで行なうことが決定された。この溶接部の分類は、次に示すとおり：

—図3に示されるような溶込み不良があり、研磨による調整は行なわれているが、手直しは行なわれておらず、局部的に大きな細いみぞを生じているか、または破断している全ての溶接線

—図4に示されるような部分的に手直しされている溶接線に細いみぞを生じていないか、または手直しされていない局部に破断もないもの

—全てにわたって手直しが行なわれており、かつ、その断面が良好で如何なる破断もない溶接線

欠陥に直角に採取したサンプルのマクロ写真(図2)は、溶接の溶込み不足においても溶接線として有効な部分が明らかに残っていることをよく示している。

検査結果 実施した調査結果の系統的な特徴を考慮し、かつドーム隅部の全てが同じ状態で組立てられていることから、引続く点検は次のとおり解決した：

—欠陥部のUピース上部を削除し、かつTIG溶接で当て金を設けてその施工を注意深く検査することによるガスおよび液ドームの隅部Uピースの全ての溶接に対する系統的な修理

—次いでタンクの全てについてのアンモニア漏えい試験。ただし、この試験はドームに限定

この文を書いている現在、この検査の実行は進行中である。これらの検査については引続き本船の停止期間中にグローバルな漏えい試験が行なわれ、さらに改良されて高度の検知能力が証明されるであろう。

この段階では、少なくともメンブレン押し型パネルは全く問題がないであろうといえる。

付 録

“Pythagore”の主要目²⁾

- 主要寸法(m)
Lpp×B×D×d ; 52.1×8.5×4.6×3.6
- タンク容積(m³) ; 630
- タンク数 ; 2基
- 完成年 ; 1964年
- 設計(タンク) ; Technigaz
- タンク構造方式 ; テクニガスマンブレンの原型
- 構造概要 ; 付録 図2(次ページ)参照

“Descartes”の主要目³⁾

- 主要寸法(m)

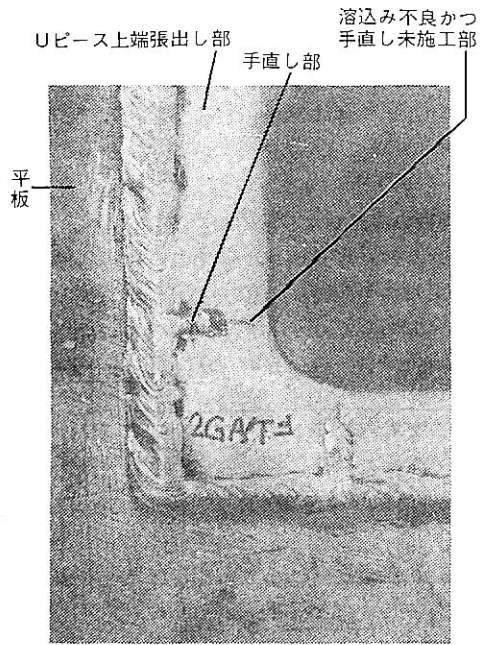


図4 No.2タンクガスドーム右舷前部

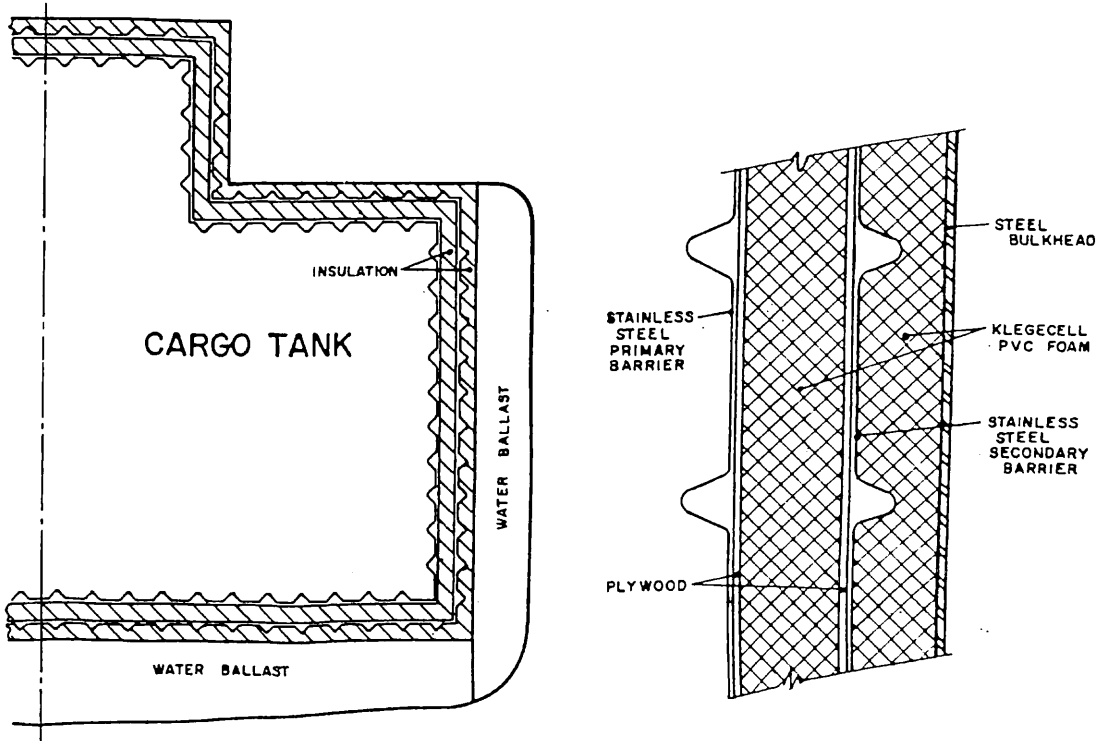
- Lpp×B×D×d ; 212.0×31.8×17.0×9.2
- タンク容積(m³) ; 50,000
- タンク数 ; 6基
- 完成年 ; 1971年
- 設計(タンク) ; Conch Ocean(当時)
- タンク構造方式 ; テクニガスマンブレン
- 構造概要 ; 付録 図3(次ページ)参照

【参考文献】

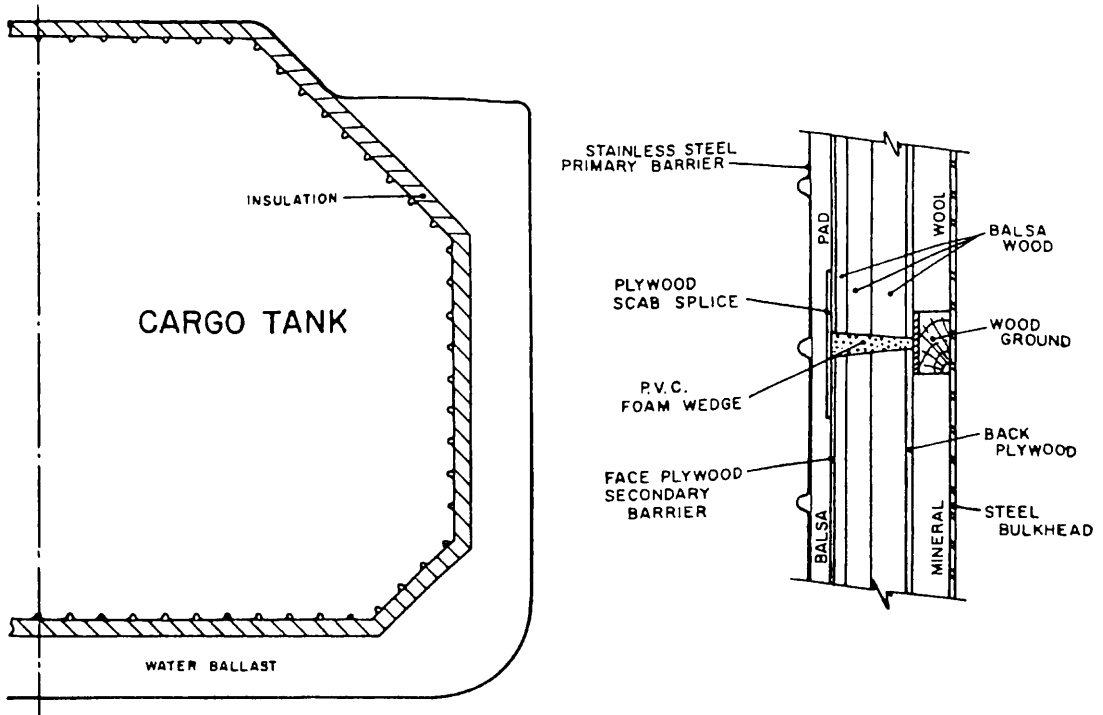
- 1) 恵美, 曾根, LNG船(その1 LNG船の概要(3)) 船舶, 昭和46年5月号
- 2) W.duB. Thomas, A. H. Schwendtner, LNG Carrier : & The Current State of the Art, S&SR LNG/LPG Conference, 1972
- 3) 恵美, LNG船—その概要, 実船例および開発状況, 日本海事協会会誌, 昭和49年4月

『ケミカルタンカー』 恵美洋彦・角張昭介
B5版 300頁 定価4000円(千300)

ケミカルタンカーの建造・取扱・積荷等について国際及び国内の規則を中心に技術的に詳述した“ケミカルタンカー”の決定版です。 株式会社 船舶技術協会



付録 図2 "Pythagore" 横断面図



付録 図3 "Descartes" 横断面図

■ 石炭焚き船技術シリーズ(その7)

微粉炭焚きボイラ(2)

三菱重工業株式会社 船舶技術部
原動機開発部

4. 微粉炭焚きボイラ

4・1 設計上の留意点

(1) 本石炭焚き船技術シリーズの「ストーカ焚きボイラ」で述べたように石炭焚きボイラでは石炭の燃焼性、灰のスラッキング性、灰の摩耗性などの観点から十分な燃焼時間と火焰長さがとれる火炉サイズ、形状に設計する必要があるが、この点についての配慮は微粉炭焚きボイラについても同様に行わねばならない。

また対流伝熱面の設計に特に注意を要する事項

- 1) 灰付着に対する配慮
- 2) 摩耗に対する配慮
- 3) 腐食に対する配慮

についてもストーカ焚きボイラの場合と同様であるが、微粉炭焚きの場合、発生炭のうちフライアッシュの量がストーカ焚きの約15~20%に比し75~85%と数倍になるので特に重要である。

なおボイラ効率もストーカ焚きボイラに比して良く、乾炭高位発熱基準で85~89%程度とすることができる。

(2) 空気予熱器

最近の微粉炭焚きボイラでは従来の排風機(エクゾスタ)の摩耗の問題を解決し、かつ動力費を節減するためミル入口に一次空気通風機(PAF)を設置する加圧形ミル方式を採用して、トライセクタ形空気予熱器を採用するケースが多くなりつつある。

(3) スーツブロウ

ストーカ焚きボイラと異なり、火炉壁にはスラッグを排除するためにデスラッグと呼ばれるスーツブロウが必要である。それ以外にはストーカ焚きボイラで述べたように火炉出口部の灰のブリッジオーバに対し、十分配慮したスーツブロウ配置が必要であり、低温伝熱面の灰づまりにも配慮が必要である。

(4) 通風設備

石炭焚きボイラは灰によるボイラ周りの汚れに対する配慮から一般に平衡通風方式とし、炉内を僅かに負圧にする。従って強圧通風機、誘引通風機が必要となる。

(5) 灰処理設備

炉底からのボトムアッシュ(クリンカも含む)処理及び各ボイラホップ、集じん機ホップで集められたフライアッシュ処理がそれぞれ必要である。特に前述のように微粉炭焚きボイラではフライアッシュの量が多いので、フライアッシュの処理については公害問題を含めて十分な検討が必要である。

4・2 取扱上の留意点

(1) 微粉炭燃焼では火炉に吹き込まれた炭粒をその着火温度までに加熱するに要する熱量が与えられることによって着火が行なわれるので、空気温度を上げれば着火をたやすくすることができる。また着火は炭粒のこまかいほど良好で、燃焼時間も短くなる。だいたい燃焼時間は炭粒の直径の2乗に比例する。また燃焼通路が長ければ、それだけ燃焼する時間を与えることになるから、完全燃焼ができる。また灰分も火炎とともに流動し、炉温が高いと灰分が溶融して炉壁や伝熱面に付着していろいろの障害を起こすので、燃焼室でなるべく灰分の分離をするようにする。普通の微粉炭燃焼では灰分の10~40%が燃焼室で分離され、残り分は煙道と煙突へゆく。

微粉炭燃焼方式には火炎の噴射方向により垂直バーナ、水平バーナ、切線バーナなどがあるが、いずれにしても灰分の溶融温度の比較的低い石炭を使用する場合は火炉の構造を空冷式または水冷式とするか、燃焼率を限定して、炉内温度を上昇させないようにして灰をとけない状態で取り出すのが普通である。

(2) 乾燥した微粉が適当な空気と混合している場合にはこれに火気を近づけると爆発を起こすものであるから、その取り扱いに十分注意しなければならない。

(3) 石炭を乾燥するときは、熱し過ぎないようにする。

(4) 配管の系統または貯炭タンクの空気の漏れがないか点検をおこたらないようにする。

(5) たき始める場合にはつぎの点検を行なう。

1) 吸込みダンパ、押込みダンパおよび粉碎装置、送炭管、バーナなどの弁およびこれらを操作する制御装置を調べて試運転を行なう。

2) 回転部は各部好調で、芯の食い違いなどによる事故を防ぐ。

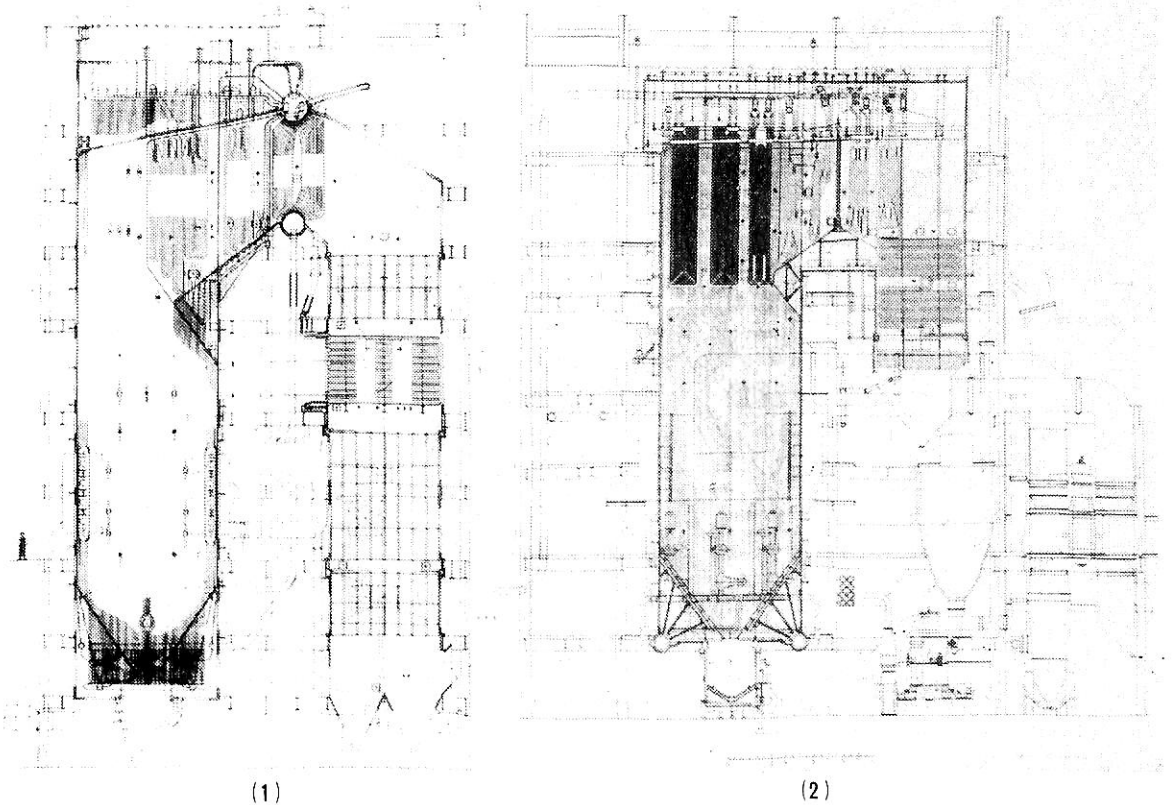


図9 微粉炭焼きボイラ全体組立図

(6) 燃料がただちに着火しなかった場合には送弁、粉碎機、粉碎ファンおよび点火トーチを止め、空気調節弁を閉じ、5分間以上全負荷時に要する空気量の50%以上を炉に送って微粉を吹き逃がす。

(7) 点火しようとするバーナが使用中の粉碎機に連結してある場合には、バーナに至る弁はきわめて徐々に開き送管にたまっていた微粉が炉に急に吹き出さないようにする。この操作はバーナを十分注視して行なう。

(8) 炉が冷えているために低率燃焼を行なうときは特に警戒をする。火の消えないようにするためには燃焼を安定させるに足る高率燃焼を行なわなければならない。

そのためには間けつ燃焼を行なうこともやむを得ないが、これは燃焼を区切るのであるから一般には燃料は区切らないで連続いちように給送するようにする。

(9) 送炭管および微粉炭機を作業の終わりににはかならず清掃する。そのためには停止する前に送炭をやめて空運転を行ない、残っている微粉を全部排出して残さないようにする。また炭じんを掃除するときは散水してから行なう。微粉コンベア、エレベータ、貯炭タンクは気密にして作業中は開いてはいけない。開く必要があるとき

は運転を中止してその後20~25分ぐらいたってから開くようにする。

(10) 発火性のあるものはすべておおいかぶせるか、粉碎室外におく。また微粉炭の存置場所には火気をいっさい禁じること。また1日以上休止したものを運転するときはかならずあらかじめ全装置を点検する。

4・3 陸用微粉炭焼きボイラ

事業用及び産業用の微粉炭焼きボイラの製作実績は大略次のとおりである。

三菱重工	4,468 MW (52.4%)
H社	2,163 MW (25.4%)
I社	1,386 MW (16.3%)
K社	506 MW (5.9%)

微粉炭焼きボイラの全体組立図を図9(1)及び図9(2)に示す。

特に最近のものは脱硫、脱硝等の公害規制を満足するように十分な設備を施している。

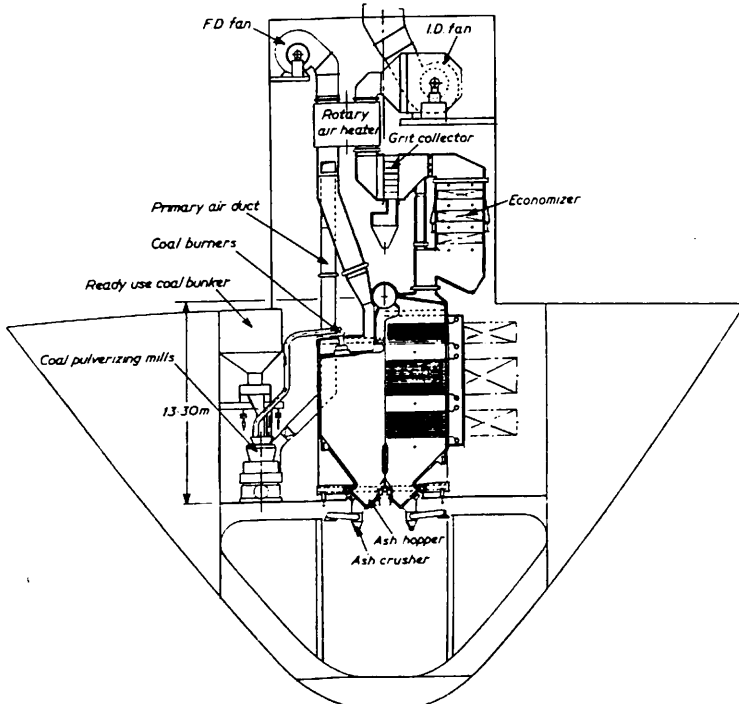


図10 微粉炭焼きMR形ボイラ(船内搭載例)

4・4 船用微粉炭焼きボイラの計画例
過去に製作された例については本シリーズ(その2)で紹介したが、ここ数年の間にボイラメーカー各社で次の世代の船用石炭焼きボイラが開発されている。その中で公表された微粉炭焼きボイラ計画例を図10及び図11に示す。

いずれもこれまで製作されてきた油焼きボイラを基本とし、微粉炭焼きとして必要な変更を加えたものと考えられる。

また船用微粉炭焼きボイラ・プラントの系統図の一例を図12に示す。

5. ボイラ制御装置

最新式微粉炭焼きボイラの一例として松島火力発電所1号及び2号ユニット向けの例を概略以下に示す。

貫流ボイラ特有の制御を除けば本プラントの制御方式は船用微粉炭焼きブ

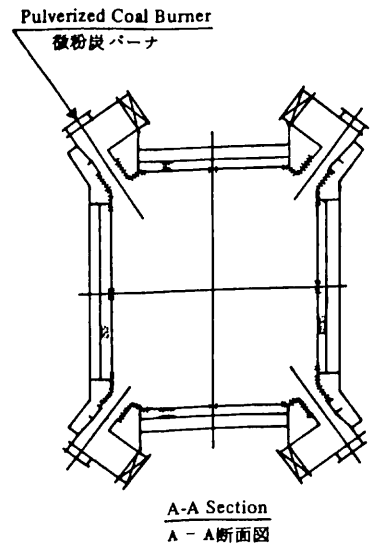
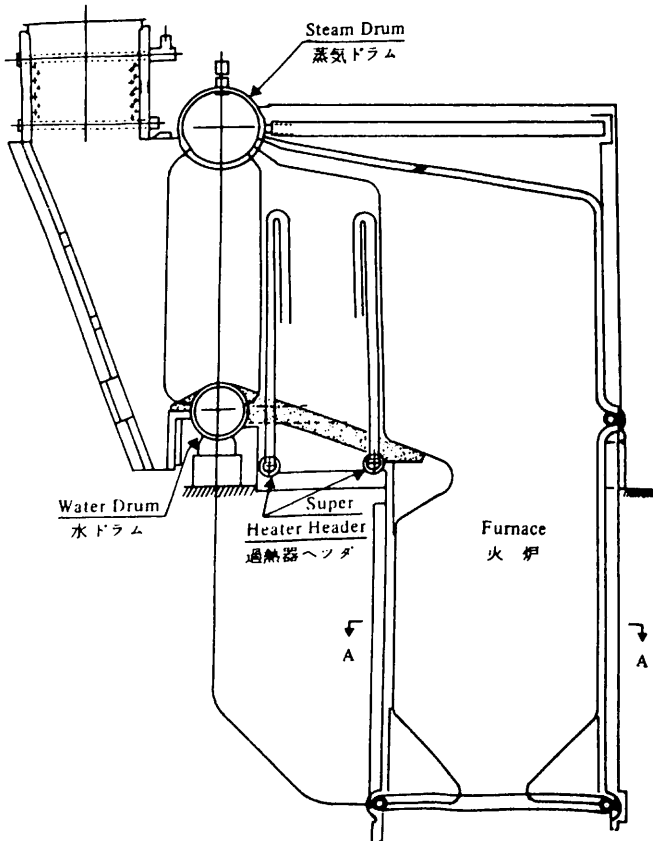


図11 三菱-CE V2M-9形微粉炭焼きボイラ

PULVERIZED COAL FIRING
MARINE BOILER PLANT DIAGRAM

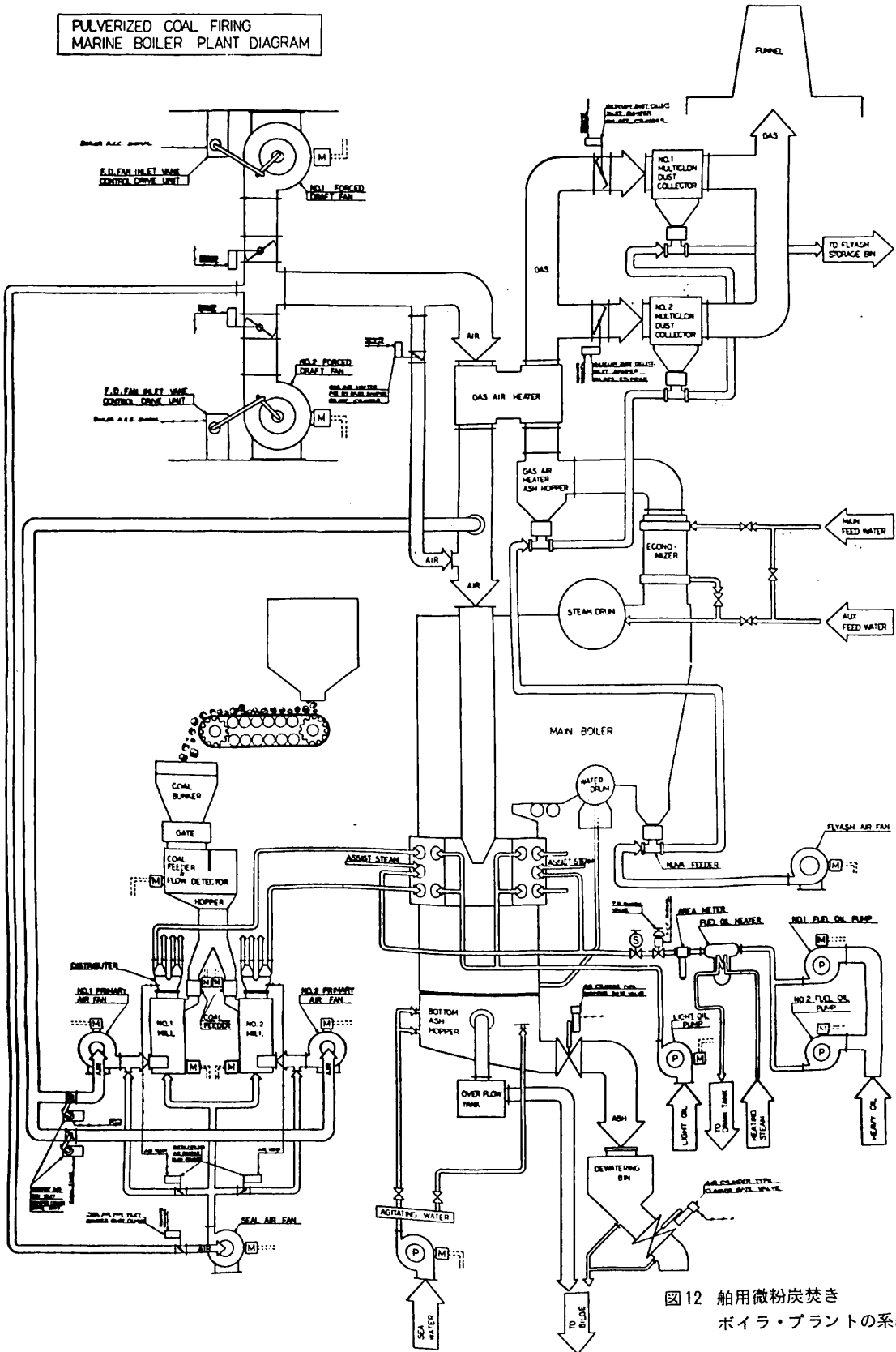


図 12 船用微粉炭焼き
ボイラ・プラントの系統図

表1 ボイラ主要要目

ボイラ形式	三菱-CE 超臨界圧コンバインドサーキュレーションボイラ	
主蒸気流量(最大連続蒸発量にて)	1,640,000kg/h	
蒸気圧力	最高使用圧力(過熱器出口にて)	268kg/cm ² g
	過熱器出口(最大連続蒸発量にて)	225kg/cm ² g
蒸気温度	過熱器出口	543°C
	再熱器出口	541°C
給水温度	節炭器入口(最大連続負荷にて)	286.6°C
空気温度	周囲空気温度	20°C
	強圧通風機入口	40°C
排ガス温度	節炭器出口(最大連続負荷にて)	380°C
	空気予熱器入口(最大連続負荷にて)	370°C
	空気予熱器出口(最大連続負荷, 補正值)	130°C
通風方式	平衡通風方式	
微粉炭燃焼方式	単位直接加圧式	
一次通風方式	コールドエアファンシステム	

表2 計画燃料

国別・銘柄			分析項目				
			豪州炭	中国炭			国内炭
乾炭高位発熱量	kcal/kg	%	6,600	6,430	7,100	6,100	5,800
			7	7	7	7	7
工業分析	固有水分	%	2.7	2.0	2.8	1.6	1.5
	灰分	"	16.6	19.9	9.9	26.5	26.0
	揮発分	"	32.6	27.5	28.5	36.7	34.0
	固定炭素	"	48.1	50.6	58.8	35.2	38.5
燃料比	%	%	1.5	1.8	2.0	1.0	1.1
			0.6	0.3	0.8	3.0	1.3
全硫黄分	%	%	0.08	0.08	—	0.12	0.10
元素分析	C	%	68.8	67.2	73.8	60.3	58.1
	H	"	4.1	3.5	4.0	4.3	4.5
	N	"	1.6	1.1	0.8	0.8	1.0
	O	"	7.8	7.8	11.0	5.4	8.8
	燃焼性硫黄	"	0.6	0.1	0.2	2.3	1.2
粉碎性	HGI		42	68	51	52	44
灰の軟化点	°C		1,330	1,320	1,210	1,120	1,410
灰の融点	"		1,480	1,480	1,260	1,260	1,450

ラントにも適用できるものである。

表1及び表2にボイラ主要要目及び計画燃料を示す。

5・1 ボイラ・タービン強制御

本プラントが、貫流式ボイラであるため、その制御方式も貫流ボイラに適したボイラ・タービン協調制御方式を適用している。

協調制御システムの一般的説明はここでは割愛する。図13に系統図を示す。

この制御系統の中には石炭量制御、主蒸気温度制御、石炭のカロリー補正及び再熱蒸気温度制御などを含む。

全燃料費の制御信号は、ボイラ・タービン協調制御システムのフィード・フォワード信号によって与えられる。

この信号が運転中の全給炭機に与えられミルへの石炭量が制御される。ミルへ投入された石炭は直ちに粉碎され、微粉炭管を通し一次空気によって火炉内へ搬送され燃焼する(給炭機は油焚きボイラの燃料制御弁に相当する)。ミル周り制御系統を図14に示す。

給炭機の回転数が変化して火炉への微粉炭量が変化するまでには、いわゆるミル遅れがあるので、これを補償するため回転数信号ラインに遅れ要素を入れた。

貫流形ボイラの特徴として、主蒸気温度は水燃比率によって決まるので、主蒸気温度の主制御はこの水燃比率を調節して行なわれる。

石炭のカロリーを直接計測することは困難であるが、幸いボイラそのものがカロリーメータの役を果たしてくれて、カロリー変動があると主蒸気温度に偏差が生じ、水燃比率がその分だけ基準値よりずれるので、これが元の基準値にもどるように石炭量信号を修正する。(ドラム形ボイラでは、このようなボイラ保護制御回路を使って制御する必要がないので、石炭量信号のカロリー補正は不要である。)

再熱器出口の蒸気温度制御は、原則

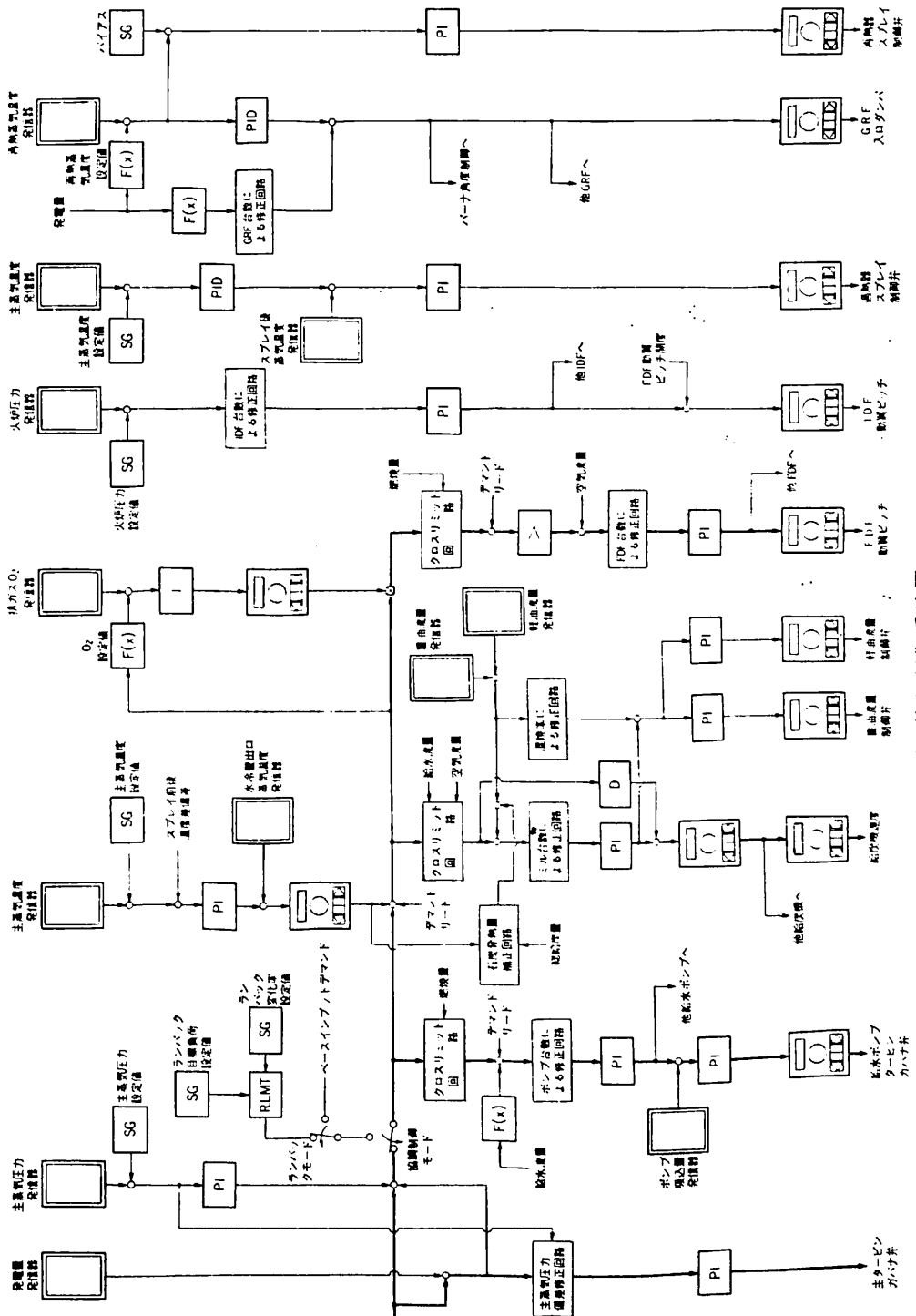


図13 ボイラ・タービン協調制御系統図

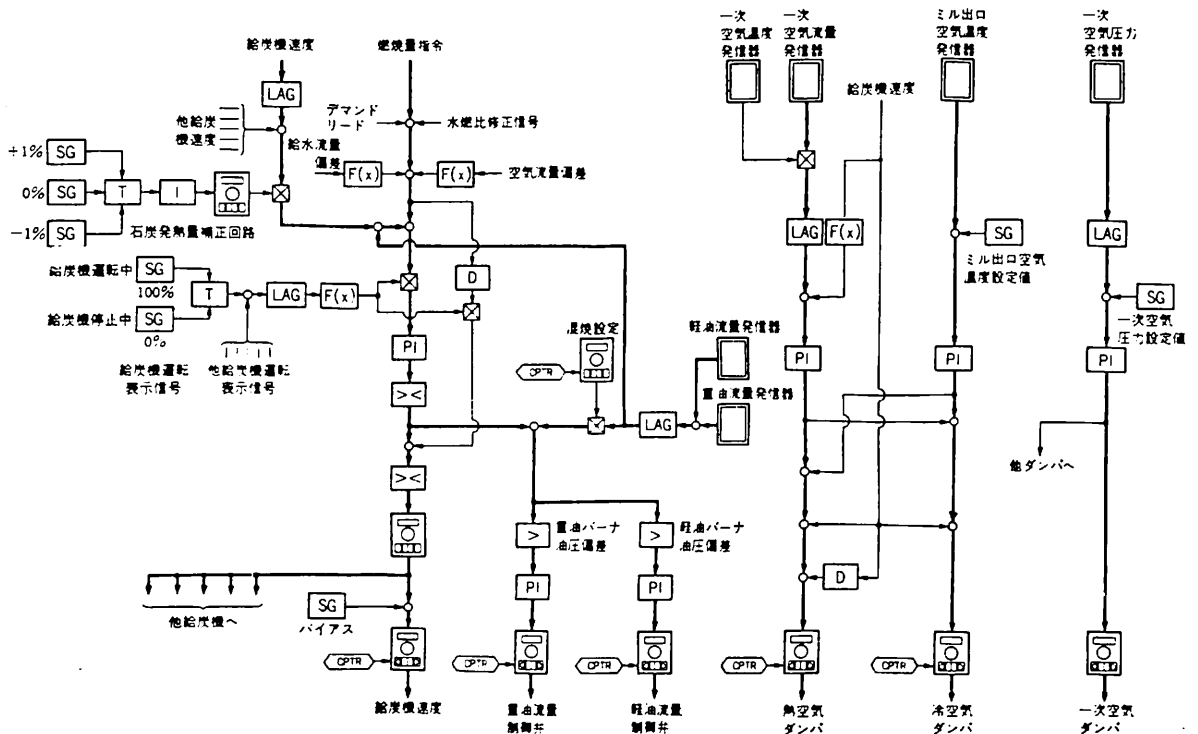


図14 ミル周り制御系統図

ステータス	石炭バーナ起動				石炭バーナ停止				
	通風系統	ミル起動	ウォーミング	給炭	給炭量減少	ミル冷却	ミル停止		
起動停止曲線	最小		70%					最小	
操作項目 (計算機側)	<ul style="list-style-type: none"> ●シールエアファン起動 ●一次空気ファン起動 	<ul style="list-style-type: none"> ●ミル起動 ●冷空気ダンパ操作 (70%流量) ●冷空気ダンパ自動 	<ul style="list-style-type: none"> ●ミル熱空気ゲート開 ●熱空気ダンパ操作 (75°C) ●熱空気ダンパ自動 	<ul style="list-style-type: none"> ●給炭機起動 ●初期給炭量操作 ●かみ込み確認 ●給炭量増加 ●給炭機自動 	<ul style="list-style-type: none"> ●給炭機自動除外 ●給炭量減少 	<ul style="list-style-type: none"> ●熱空気ゲート閉 	<ul style="list-style-type: none"> ●給炭機停止 ●ミル停止 		
ミルバーナ 制御装置 MBC	<ul style="list-style-type: none"> ●ミル起動条件確認 	<ul style="list-style-type: none"> ●ミル出口ダンパ開 ●ミル潤滑油ポンプ起動 ●イグナイタ点火エネルギー確認 ●ミルモータ起動 ●ミルジャーナルポンプ起動 	<ul style="list-style-type: none"> ●熱空気ゲート開 	<ul style="list-style-type: none"> ●給炭機起動 ●電圧ダンパ制御 	<ul style="list-style-type: none"> ●イグナイタ点火 	<ul style="list-style-type: none"> ●熱空気ゲート閉 	<ul style="list-style-type: none"> ●ミルバーナ後ミル停止 		
ボイラ自動 制御装置 (APC)	<ul style="list-style-type: none"> ●冷空気ダンパ最小開度 		<ul style="list-style-type: none"> ●熱空気ダンパ制御自動 ●冷空気ダンパ制御動作 			<ul style="list-style-type: none"> ●冷空気ダンパ熱空気ダンパ自動除外 ●冷空気ダンパ100%流量 	<ul style="list-style-type: none"> ●冷空気ダンパ最小開度 		
リレー ロジック	<ul style="list-style-type: none"> ●シールエアファン起動 ●一次空気ファン起動 								

図15 ミルの自動化内容

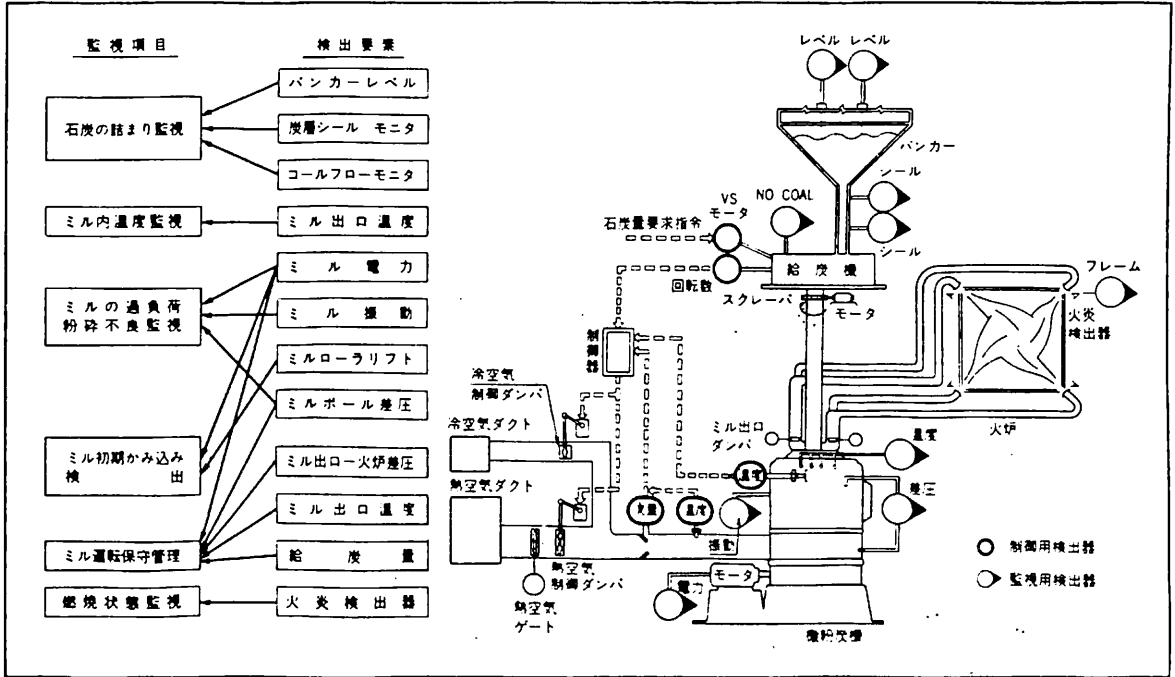


図 16 ミルの制御・監視の概念図

的には油だきボイラとほぼ同じである。すなわち、バーナチルトとガス再循環によって行い、スプレイ水は緊急用として用意される。

本来、ボイラ・タービン協調制御方式における発電量の修正制御は、ボイラ及びタービンへの共通デマンド信号に対して行われるべきである。しかし、石炭焚きボイラの場合、石炭量の応答遅れがあるためボイラ入熱量を早く応答させるように制御を行うことができず、プラントとして重要な発電量の制御に外乱として影響を与えることがシミュレーションの結果判明した。ボイラとタービンのバランスをとるために、発電量のフィードバック信号と発電量要求信号の偏差信号をボイラの入力量（給水、燃料、空気）のデマンド信号に加えることによって、主蒸気圧力、温度の制御性の向上を図った。

5・2 ミル及び石炭バーナの制御

この制御の中にはミルの自動化、ミルの監視システムなどを含む。

石炭バーナの制御装置は、給炭機、ミルの起動、停止を主体とし、点火トーチや風箱ダンパ等の関連操作に対してはシーケンシャル制御も行うものであり、火炎検出器も取り付けて、油やガスバーナと同じように安全インターロックを備えている。

計算機による制御機能は下記のとおりである。

(1) ミルのウォーミング時間の設定

ミルのウォーミングは、ミル内に投入された石炭が十分乾燥されて炉内に供給されるために必要であるが、このウォーミング時間はミルの運転停止時間によって異なり、長時間の停止した状態からの場合は約15～20分、比較的短時間の場合は数分のウォーミングを行うのみでよい。

(2) 給炭量増加、減少の制御

追加して起動されたミルの給炭量が自動的に投入されて運転されるためには、運転中の他のミルと同一給炭量にしておく必要があり、このレベルまでの給炭量増加を計算機にて行う。

(3) 使用バーナの選定

石炭バーナと重油バーナは、助燃効果を考慮して互いに隣接し合うようにバーナが配置されることになる。このため、混焼比率によっては、例えば下段付近に石炭バーナと重油バーナを使用し、ボイラの下段付近の熱負荷が高くなり好ましくない。火炉全体が均一の熱負荷で運転されるよう、使用バーナの選定を計算機で行う。

ミルの通常起動、停止制御と関連する給炭量や空気量の状態を図15にまとめた。このように、石炭バーナも油やガスバーナと同様に全自動化を行うことができる。

またミル関係の全自動化システムを実施するに当たり、

これらミルシステムの監視システムも従来以上に強化する必要があり、次のとおり計画している。各検出器の設置位置を図16に示す。

5・3 ミルの応答と負荷変動特性

ミルの形式には、大別してローラ形とチューブミルがある。いずれの形式においても石炭を粉碎しながら微粉炭をボイラに供給する構造であり、油やガスに比較すれば応答遅れのあることは否めない。更に火炉内で燃焼が行われる場合でも、油のように流体が噴霧されて燃焼という化学反応をするのに対し、微粉炭の固体が燃焼する場合にはより時間がかかる。この遅れを一般に火炉時定数と呼び、前者が3～5秒であるのに対し、石炭の場合は約5～10秒はかかる。このように石炭の方が、油やガスに比べれば、応答遅れが大きくなることはやむを得ない。

(次号予告：流動床ボイラ)

参考文献

- 1) 「石炭資源とその利用技術」資源協会編
- 2) 「コール・ノート」資源産業新聞社刊

- 3) 「石炭の利用に関する調査研究事業報告書」日本船用機器開発協会編
- 4) 「燃料便覧」燃料協会編
- 5) 「ボイラ便覧」日本ボイラ協会編
- 6) 「蒸気原動機」八田桂三ほか著
- 7) 「燃料概論」疋田強ほか著
- 8) 「石炭燃焼ボイラ」秋山ほか、産業機械、54年12月号
- 9) 「石炭燃焼ボイラの設計」高山ほか、日立評論、1978年11月、Vol.60
- 10) 「Design Considerations for Coal-fired Steam Generators」(TIS-4834)H. E. Burbach, Combustion Engineering, Inc.
- 11) 「Alternative Fuels for Sea Power」A. F. Hodgkin & R. A. Grams, IMAS 76 London
- 12) 「長島火力発電所1号及び2号ユニット向微粉炭燃焼ボイラの設計」国本ほか、三菱重工技報 Vol.17, No.2, 1980

(本号執筆者 横山二郎, 北村政雄)

【新刊図書案内】

商船設計の基礎 上巻
下巻

造船テキスト研究会編 定価上5500円・下7000円(各千400)

今日の設計技術の変化を折り込んで、基礎知識および採算計算・機関関係・運航の実態・機器の使用状況など実務的分野からも造船設計全般を、とくに技術者が日常当面する項目を優先的にとりあげ解説。

FRP漁船早わかり

船越 卓/笠井健一/金山美彦共著 定価3500円(千300)

材料の種類・特性・選択・良否と見わけ方・取扱いから設計・艤装まで、FRP船建造に関連するすべてを、技術者向に明解に解説。同時に、取扱者のために保守・管理、廃棄も詳述した待望の総合指針。

56年版 船員日記

成山堂書店編集部編 A5・298頁 定価1400円(千300)

海は非情で身勝手なもの、だから船乗りは必死で生きる—今日と明日、心の糧を求める海の男の愛用日記。充実した実用付録と見るだけで楽しいカラーページ、本邦唯一の海の便利帳!

(好評発売中)

船舶構造関係法令

◇運輸省船舶局監修 船舶防火構造規則全54条が制定される。改正された鋼船構造規則および木船構造、復元性、満載喫水線、船舶区画の各規則全条文を収録。A5判・256頁 定価1800円(千250)

船体関係図面の見方

◇橋本ノ爾岡ノ軍司ノ河原共著 船体関係の実戦向きの参考図書として、規約・慣例・特殊図面など、建造、修繕、運航に必要な図面の見方いっさいを収録。A5判・312頁 定価6800円(千300)

船用機関データ・ブック

◇船舶機関研究グループ編 燃料・潤滑油はじめ全編を全面改訂。実測データ・関連規格などの資料を網羅し、特に現場の要望の高い必要事項を重点的図表化。A5判・676頁 定価8800円(千350)

大型ディーゼル機関の

チェックポイント

◇日本船舶機関士協会技術委員会編 現実が発生した事故例を基に、機関開放点検要領(原因と処置)と事故の傾向、エンジン製作上の研究実績まで詳述。A5判・300頁 定価4800円(千350)

海事造船出版
目録無料呈呈

株式会社 成山堂書店

(千160)
TEL 03

東京都新宿区南元町4-51 成山堂ビル
(357) 5861 (代) 振替・東京7-78174

海洋土木作業台SEP——自己昇降式作業台

泉鋼業株式会社
山崎正美

まえがき

ジャッキ・アップ式オイルリグとえば、3本脚又は4本脚の海洋石油掘削機で、日本周辺はもとよりアラスカから欧米及びアフリカにかけて水深100m以内の荒海で、石油掘削に活躍中のことは良く知られている。自己昇降式海上作業台SEP (Self Elevating Platform) 通称日本ではセップと言われ、4脚式海上作業台として海洋土木工事に各方面で活躍してきた。

この土木用セップを昭和44年に日本で初めて建造・保有し、その後小型組立式フレキシフロート・セップ7隻を建造、その運航操作を行ってきたが、その土木作業に当り直面した各種の問題点、その実情等につき申し述べ、併せて技術的諸問題につき、今後各界の御支援をお願いするものである。

1. 日本のセップ

セップは20～50トン程度の超小型、100トン～400トンの小型、1,000～2,000トンの中型及び3,000～5,000トン重量の大型セップに大別される。

世界で初めて建造されたセップがどの型のものであったかは不明確であるが、有名なものでは米国のDELONG式セップで、ベトナム米軍用を含め過去10数年間に30隻前後建造され、残存数隻がヨーロッパ各地の海洋土木工事に稼動している。

昭和42年に、鹿島建設㈱がこのデロング式セップを使用して、東京湾姉崎沖の第1京葉シーバースの建設を完了したのが日本で初めての土木工事の実績となった。この実績と海洋土木の発展により、その後かいよう（海洋機器）、うきしま（寄神建設）、瀬戸（三井造船）、かじま（鹿島建設）、玉野（三井造船）、盤石（IHI）、海工（日本海工）、筑土（熊谷組）等の大型・中型機、及び組立式フレキシフロート・セップ（泉鋼業 7隻）の小型機、その他の超小型機が開発・建造され、各種の海洋土木工事の遂行に活躍してきた。

2. 日本のセップ使用実績

日本国内に於ける使用実績の主要例を次に述べる。

(1) 地質調査ボーリング

掘削深度：10～550 m

施主：北海道開発庁、港湾建設局、建設局、本四公団、鉄建公団、石油会社、製鉄会社、土建会社、その他

場所：苫小牧沖、東京湾、御前崎沖、瀬戸内海各地
海象（実績）：潮流10ノット、波高7 m、風速35 m/sec

(2) ハンマー杭打

施主：建設局、道路公団、電力会社、石油会社、他
場所：苫小牧沖、小名浜、東京湾、房総勝浦、真鶴岩港、鹿児島川内沖、瀬戸内海各地

海象（実績）：潮流41ノット、波高5 m、風速30 m/sec

(3) 大口径ロータリーボーリング杭打

施主：建設局、本四公団、電力会社、石油会社
場所：瀬戸内海各地

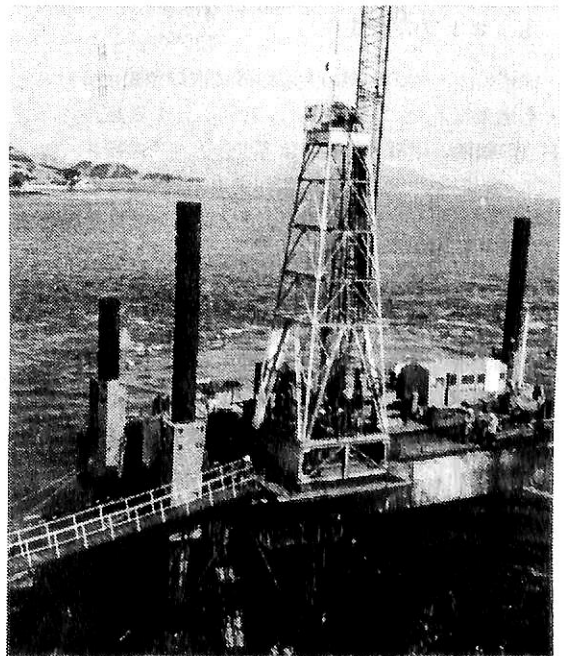


写真1 本四公団、因島実験工事
(大口径ロータリーボーリング杭打)

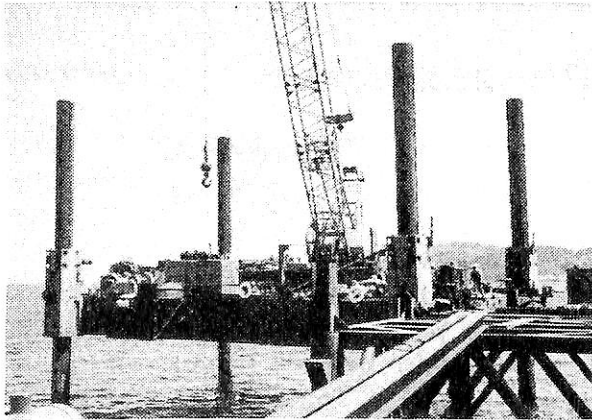


写真2 道路公団, 真鶴岩大橋工事
(パイプロハンマー杭打)

海象(実績): 潮流4ノット

(4) 海底発破工事

施主: 港湾建設局, 本四公団, 石油会社

場所: 小名浜, 瀬戸内海各地

海象(実績): 潮流7ノット, 波高5m

(5) その他の工事

沈埋トンネル敷設工事: 東京湾, 伊勢湾, 洞海湾

重錐式掘削杭建込工事: 勝浦, 瀬戸内海

海底ならし工事: 瀬戸内海, 他

3. セップの型式

前述の大, 中, 小型の大別以外に次の型式に分けることも出来る。

(1) 形状別(甲板の形状による)

- 矩形型: 汎用又は舷側作業用に適する。
"筑土1号", "フレキシフロート"
- \square の字型: 汎用兼専用 "かじま"
- \square の字型: 専用機 "玉野", "盤石", "海工",
"フレキシフロート"

(2) 昇降機構別

- 圧縮空気駆動シリンダー式: "DELONG"
- 油圧駆動シリンダー式: "川重IHC式", "三井
テーパリング式", "IHIティース &
ティース式", "泉鋼業回転ロック式"
- ラック アンド ピニオン式: 土木用にはこの方式
のセップはないが, 石油掘削用のオイルリグ
は殆どこの方式を採用している。
- ウィンチ使用ワイヤー式: 超小型の土木用セップ
は殆どこの方式であり, 日本国内に数隻稼動
し, 浅海の地質調査ボーリング及び簡易な水

中発破に使用されている。

- ウィンドラス使用チェーン式: 海外に2~3隻の
実例あるが, 殆ど建造されなくなった。

4. 基本海象条件

石油掘削用オイルリグの場合は, 荒海に於て2~4ヶ月位移動せず作業するが, 一般的に脚全長最大100m(使用水深70m), 最大波高25m, 最大風速約45m/secを基本海象条件として採用している。然し土木用の場合は, 水深は20m以下が多く, 最大35m以下の場所の土木工事が主である。

又, 流速は大洋沿岸部は最大1.5ノット程度, 瀬戸内海は4~10ノットの場所の工事が主となる。又, 一方波高は, 大洋沿岸部に於ては, 3~4mの波が頻繁に生じ, 我々は最大波高7mを常に考慮している。風速については, 台風等の直撃を考えれば際限がないが, 平常の状況では25m/sec程度迄考慮してきた。

いずれの場合も, セップに土木作業の引合がある場合, 次の項目を基本海象条件として強度, 安全率等の計算を行ってきている。

- ① 水深: D.L.(ほぼ最低潮位)+干満差
- ② 搭載荷重: セップに搭載する機械の全重量, 偏荷重になるときはその偏荷重
- ③ 波高: 最大波高(有義波高 $H_{1/3}$ は使用しない)
- ④ 潮流: 最大潮流(m/sec)
- ⑤ 風速: 最大風速(m/sec)

此のうち, 特に問題の多いのが①水深と③波高であり, 次に各種の問題点, 実例等をのべる。

5. 各種の実例, 問題点

(1) 水深と脚長

水深と海底地質の状況は, 深浅測量図と地質調査の柱状図を基として計算し, 必要脚長の過不足の算定を行う。然し海底が岩盤であり, 且つ海底傾斜のある所では, 一般に深浅測量図と±3m位の誤差がでるのが通常で, 時には5m位の誤差があった。

又ヘドロやシルト質の海底のときは, 柱状図に表わされたN値に相当の変化があり, 脚の貫入長さを決めるのが非常に難しく, 実際に6~20mの貫入が生ずる。特に甚だしい所は, 東京湾, 大阪湾, 神戸港, 徳山, 平生, 高松, 苫小牧等であったが, 一般にセップの脚の接地圧は, 100~200t/㎡の範囲で使用され, N値=10位で3~4m貫入し, N値=20位で1~2m貫入する(砂, 砂礫等の場合)。

必要脚長の計算に当っては, この貫入量+満潮位水深

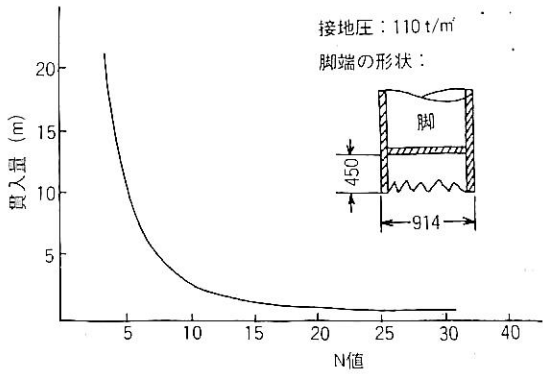


図1 貫入量推定図

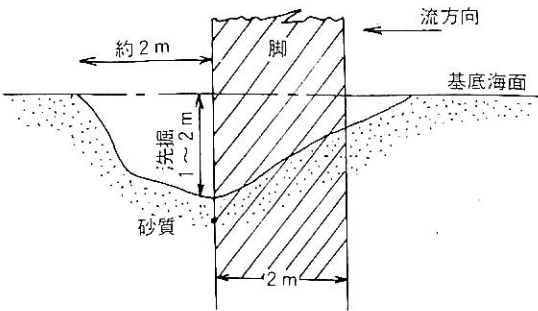


図2 洗掘状況をダイバーにより測定した状況

+波浪の平水面上の盛り上り高サ+波峯と船底のクリアランス = セップ船底下の必要脚長とする。

極々浅い大洋岸の海底砂礫地帯では、この他に脚底の洗掘による沈下を考慮することも必要となる。

経験による当社の貫入量推定図の1例を図1に示すが、別にテルツァギの式を利用推定するのも近似方法の1方法である。

又、洗掘状況をダイバーにより測定した状況は図2の通りであり、経験的には脚底周辺の洗掘深さは、脚の径又は1辺の長さに対応する程度の洗掘を潮流により受けることがある(砂質の時)。

波浪による洗掘現象はこれと多少異なり、茨城県阿字が浦、金沢等いずれも浅い所(水深1~5m)に於ては、杭径の2倍程度の洗掘が見られ、海浜の砂は、夏は岸に打ち寄せて高くなり、冬の強波により砂は、沖に引かれて低くなる。いずれの場合も脚の貫入量が充分であれば、洗掘による脚の不等沈下が防げるので、むしろ3~4mの脚の貫入があれば安全である。

(2) 脚の沈下

岩盤の場合、いわゆる沈下現象はないが、岩盤の破壊による突然の沈下が生ずることがある。我々の場合セップ上昇中及び土木作業中の此の種沈下現象は殆どない

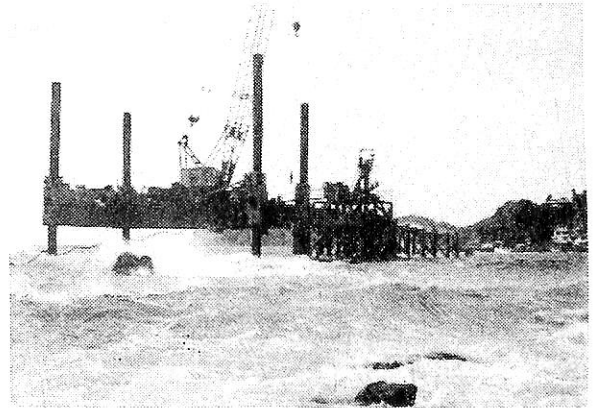


写真3 真鶴岩大橋工事、低気圧時の波浪

が、セップ降下中には20%程度の割合で発生した。これは船体降下速度が早いときの降下→停止の船体重量のイナーシャによるものであり、降下速度を30~40m/時程度に落すことにより、殆ど発生をみなくなった。

砂質の場合は、4脚平均した脚の沈下が生ずる。我々の実測及び海外の例は同一で、1ヶ月に約15mの均等沈下が生じている。金沢美川海岸沖のテトラポット、3角中空ブロックの離岸堤の波浪による沈下は初めの1年間に約1.5mであり(但し台船が1年で完全埋没した例もある)、月平均約13cm程度であった。ヘドロ、シルトの均等沈下量も海外に多くの例があるが、いずれにせよ月平均15cm+αの均等沈下が生ずるものと考えられる。

(3) 波浪とその問題

波高は一般に有義波高 $H_{1/3}$ で表現され又は与えられるが、最大波高 $H_{max} = H_{1/3} \times (1.53 \sim 1.86)$ であり、更に一般の有義波高は沖波(大洋波)であり、我々セップは大洋岸寄りに居る為、浅海波となり波は盛り上る(写真3参照)。

太平洋岸各所の波高計実測と、セップによる実測の結果では、有義波高 $\times 2 =$ 最大波高となり、我々は有義波高の2倍を最大波高として計算基礎とした。然し実際は最大波高=7m、その平水面より波峯高サ=7m $\times (0.6 \sim 0.8) = 4 \sim 5.5$ mを現地で受ける可能性大であり、通常最大波高7mを設計波高としている。

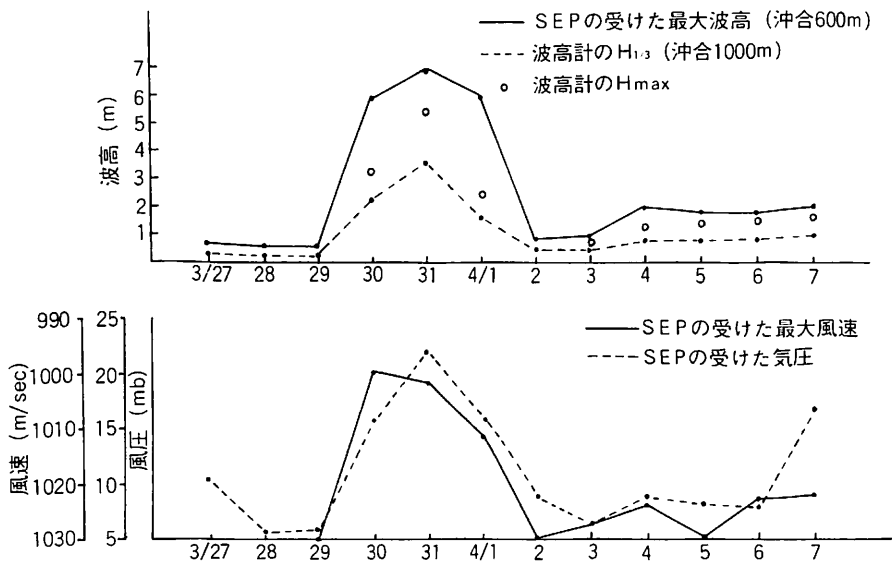
波圧の計算式としては、次の各式を用いている。

進行波: Iversenの計算式(アイバーセン)

砕波: 広井の公式; サンフルー、ミニキン、マックコーワン等も状況に応じて使用することがある。

大洋波と浅海波、進行波と砕波の関係は、海底勾配とその周辺の海岸、海底の形状により著しく変化し、いつもその波浪の性質決定に悩まされているのが現状である

図3 太平洋沿岸各所のSEPによる波高・風速実測の結果



(図3 参照)。

(4) 4点ワイヤー張り時の船体の運動と問題点

セップを現地に設置する為、4点ワイヤーを張り、ウインチによる位置決め操作を行う。一方杭打船、クレーン船も同様に4~6点ワイヤーによりその位置を保ちつつ各種作業を行うが、多年にわたりこれ等作業船のワイヤー破断事故が発生している。

我々が御前崎沖 600 m の地点でセップの位置決めを行った際、波高は約 1 m であり、ワイヤー長さ夫々 180 m 4点張りをし、ワイヤー操作による位置決めを行った。トランジットの測定によれば、セップの船体は、半径 1 m の円運動を波浪の為に起し、位置決めに苦労したが、ワイヤーの破断は起らなかった。

昭和47年3月、これ等を基として、逆に破断の有無から次の点の検討を行ってみた。

- ① 角型ポンツーン船体の受ける波力
- ② ワイヤーの伸び特性
- ③ 船体とワイヤーの縦振動
- ④ 同縦振動と波周期との共振現象

台船の受ける波圧：台船の受ける波圧は一般に、

$$F = \rho \cdot H \cdot B \cdot d \text{ (但し、ワイヤー係留の時はこの式は不適であるが、仮に使用する)}$$

ρ : 水の密度 (= 1.025)

H : 波高 (m)

B : 船の波を受ける面の長さ (m)

d : 船の喫水 (m)

ワイヤーの破断張力、及び運動のエネルギーよりワイヤー破断例、非破断例から逆算すると次の係数を入れる

とほぼ合致する様に思われた。

$$F = \rho \cdot H \cdot B \cdot d \cdot C$$

	波長=3ℓ	波長=2.5ℓ	波長=2.2ℓ	波長=2ℓ
係数C	0.6	0.8	0.9	1

但し、 ℓ = 波方向の船の長さ

使用した式：

$$E = \frac{1}{2g} (W + W_0) \times v^2$$

E : 運動のエネルギー (t・m)

g : 動力加速度 (= 9.8 m/sec²)

W : 船体重量 (t)

$$W_0 : \text{仮装重量} \left(= \frac{\pi}{4} \cdot \rho \cdot d^2 \cdot B \right) \text{ (t)}$$

v : 船の移動速度 (m/sec)

$$E = \frac{1}{2} \times \frac{T^2 \times \ell}{E \times A}$$

E : 運動のエネルギー (kg・cm)

T : ワイヤーに加わった力 (kg)

ℓ : ワイヤーの長さ (cm)

E : ワイヤーのヤング率 (0.85 × 10⁶) (kg/cm²)

A : ワイヤーの断面積 (cm²)

$$N = \frac{\lambda_1}{2\pi\ell} \sqrt{\frac{E \cdot g}{T}}$$

N : ワイヤーと船体の固有振動数 (回/秒)

ℓ : ワイヤー長さ (cm)

E : ワイヤーヤング率 (0.85 × 10⁶) (kg/cm²)

g : 重力加速度 (980 cm/sec²)

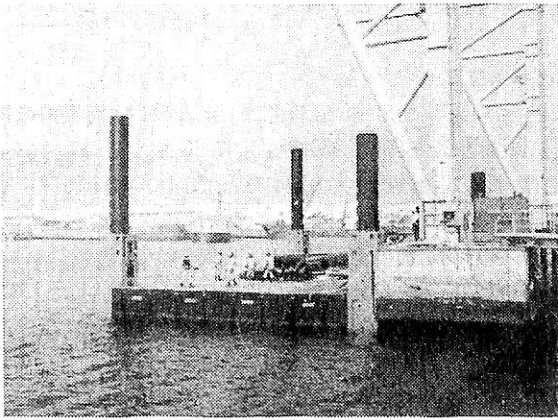


写真4 岸壁に於ける組立作業

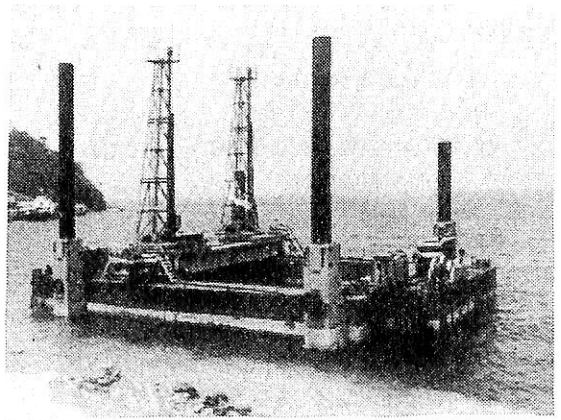


写真5 四国電力、伊方原子力発電所（水中発破工事）

γ : ワイヤー単位重量 (kg/cm)

$$\lambda = \sqrt{\frac{1}{W/W_0 + 1/3}}$$

W = 船体重量 (kg)

W_0 = ワイヤー重量 (kg)

註 ワイヤー縦振動の決定式はなく、一般の縦振動式をメーカーの意見により採用。

以上は、0.8～1.2mの波高中でワイヤー破断の例と非破断の例より逆算したもので、その後現地波長を推定し、船の振動周期と共振せぬ様アンカーワイヤー長さを決めて位置決めを行ったが、破断は起らなかった。但し、この他に破断要素として、船の動揺（ピッチング、ローリング、ヒービング）もあるが一応考慮に入れなかった。4点係留の台船についての波力とその運動についての実験、理論が是非欲しいものである。

(5) 流速抵抗とカルマン渦

台船状のセップの流速抵抗（船に水切り傾斜なく、船が直立壁となっている時）実際に瀬戸内海及び太平洋沿岸を曳船により曳航した実績により次の係数を得ている。

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C \cdot A \cdot v^2$$

P : 曳航抵抗 (t)

ρ : 海水密度/重力加速度 = 0.105 (t・sec²/m⁴)

C : 抵抗係数

A : 流速加圧部投影面積 (m²)

v : 曳航速度 (m/sec)

ここに瀬戸内海（平水海） $C = 2$

太平洋岸（波・風あり） $C = 3.3$

太平洋岸に於ては、常時30～100cmの波と、5～10mの風がある為大きな数字となっている。10数回の曳航経験による。

一方瀬戸内海に於ては、船体上昇後の作業時に円型の脚に激しい潮流が加わるので、流速抵抗は充分に検討を要する。更に脚の流れ後方に発生するカルマン渦による脚の動静は充分に検討されねばならない。

脚の流速抵抗は、多くの実験により

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C \cdot A \cdot v^2$$

ここに円柱に対しては、

レイノルズ数 $R_n = 10^5 \sim 10^6$ に対し $C = 1.2 \sim 0.7$

レイノルズ数 $R_n = 10^6$ 以上に対し $C = 0.7$

であることが知られてる。

昭和53年の来島海峡に於る作業時に、不充分ではあるが多少の傾向が判った。

$R_n = 1.1 \sim 1.5 \times 10^6$ に於て、

(A) 3ノット以下では、カルマン渦は不規則であり又その発生数が数え難かった。

(B) 3～3.5ノットでは規則的で数え易かった。

(C) 4ノット以上では、脚に外力として影響が出ており、船体と脚の固有振動と、カルマン渦の周期との共振現象が予測通り発生した。

(D) 検討の結果、流速抵抗係数は我々セップの場合 $C = 1.2$ とすることが望ましい事が判った。

使用した計算式は、次の通り。

カルマン渦1対の発生する周期

$$T = \frac{D}{S \cdot V}$$

T : カルマン渦の周期 (秒)

D : 脚の外径 (m)

S : ストローハル数 (= 0.19)

V : 流速 (m/sec)

レイノルズ数

$$R_n = \frac{V \cdot D}{y}$$

V : 流体速度 (cm/sec)

D : 管の径 (cm)

y : 動粘性係数 (≒ 0.012987 at 10°C)

セップの固有振動周期

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{W + (33/140)N \cdot w \cdot \ell}{g \cdot K}}$$

W : 脚を除き2脚に加わる荷重 (kg)

N : 脚の本数 (= 2)

ℓ : 脚の船底下の長さ (cm)

g : 重量加速度 (= 980) (cm/sec²)

K : 脚のバネ常数 (6EI/ℓ³) (kg/cm)

w : 脚の単位長さ当り重量 (kg/cm)

あとがき

以上の如く、海洋土木作業に当り、セップのみならず海上作業台について全般的に資料がとぼしく、経験とその経験値の分析により、運航管理に当たっているのが実情で、今後共研究機関、施主の理解と協力を得て問題点の

解明を是非進めてゆきたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 海上足場使用例調査報告書：土木学会・海洋構造物に関する調査研究委員会（昭47.10月）
- 2) 着底式海洋構造物の地切りと洗掘に関する研究：日本船用機器開発協会（昭48.1月）
- 3) 海洋構造物の設計と施工：長崎作治著
- 4) 港湾構造物設計基準：日本港湾協会
- 5) 海洋構造物に関する2・3の問題：海峽連絡橋鉄道文献集—日本国有鉄道（昭38.10月）
- 6) 海洋構造物に作用する外力としての波の特性。関連する当社の資料と実験例；
大三島に於るセップの岩盤上着座試験（本四公団）
御前崎に於るセップの設置と海象（中部電力）
大島大橋ボーリング工事（道路公団）
坂出沖ボーリング作業と洗掘（鉄建公団）
来島海峽発破実験と流体抵抗（第3港湾建設局）
苫小牧沖ボーリングと脚の貫入（北海道開発局）
真鶴岩大橋杭打他実験工事（道路公団）

ニュース

ニュース

中国、新港造船所と新造船の設計技術協力に契約調印

三井造船は、この程かねてから友好関係にある中華人民共和国、交通部の管轄になる新港造船所（天津市塘沽区）との間で7,000 DWT貨物船建造に関する設計協力契約の調印を三井物産の協力のもとに行なった。

同社は昭和53年より新港造船所との間で友好的に協議を進めてきた。新港造船所の近代化、すなわち造船設備の改善、設計技術の向上、工程管理の改善、技術者の教育・訓練などの諸計画の一環として、今回設計技術協力について合意に達したものである。

今回の契約では、新港造船所で建造する7,000 DWT貨物船の設計に関し、基本設計は新港造船所が行なうが、これに基づく詳細設計を三井造船が主体となって合作しさらに生産設計は三井造船が派遣する技術専門家の協力のもとに新港造船所にて完成させる内容となっている。

新港造船所：1940年小型船舶の建造と修繕を目的として発足。現在、25,000 DWT、5,000 DWTの新造船建造能力を有する船台が2基と修繕用として25,000 DWT、3,000 DWTの両ドックを持つ、従業員数6,600名の造船所であり、近くに塘沽港、新港港を控え、船舶の出入りの多い海河（渤海湾にそそぐ）河口に位置している。

運輸省第四港湾建設局向け

世界初の沿岸波浪観測用耐波性直立パイ、完工

三菱重工業・広島造船所は、運輸省第四港湾建設局向け沿岸波浪観測用耐波性直立パイの初号機を完成。本パイは世界初の試みで、このほど福岡県宗像郡津屋崎町沖13.5 kmの玄界灘に設置された。

これまで波浪観測パイは海底ケーブルを使ったものがほとんどであったが、沿岸から遠くなるとケーブルが長くなってコストが高くなる難点があった。そこで無線方式の直立パイが採用されたもので、設置後の全高70m、全体はアンテナ・筒体部・球体部・係留部・シンカー部からなり、約940 tのシンカー、6本のワイヤーで球体部を海面下に引っ張って安定させる構造となっている。観測された波浪や風のデータは、パイ内部に組み込まれた無線テレメータで博多港ポートタワー用地内の中継局へ電送、更に電々公社回線で博多港工事事務所の監視局に送信自動処理される仕組みとなっている。本パイに係る技術は、運輸省港湾技術研究所所有の特許第710332号による。主要目を次に示す。

水深；51m 最大波高；27m 最大風速；60m/秒
海底土質；砂 パイ球体直径；8m パイ球体部の水面下深さ；15m 水面上高さ；20m 水面下深さ；51m

ケミカルタンカー (49)

恵美洋彦 角張昭介
(日本海事協会船体部)

9・2・3 ステンレス鋼の腐食形態

ステンレス鋼の耐食性は、前述の通り表面に酸化物皮膜を形成する不動態に基づいており、この皮膜が破壊された時に腐食が生じる。ステンレス鋼に生じる腐食形態を分類すると表9・17に示す通りである¹³⁾。

ケミカルタンカーに於ては当然のことながら表9・17に示した各腐食形態のうち、湿食に関してはそのいづれの形態も発生する可能性がある。次には、これらの各腐食の形態、発生機構及びケミカルタンカーでの発生部位等について簡単に取りまとめておく。

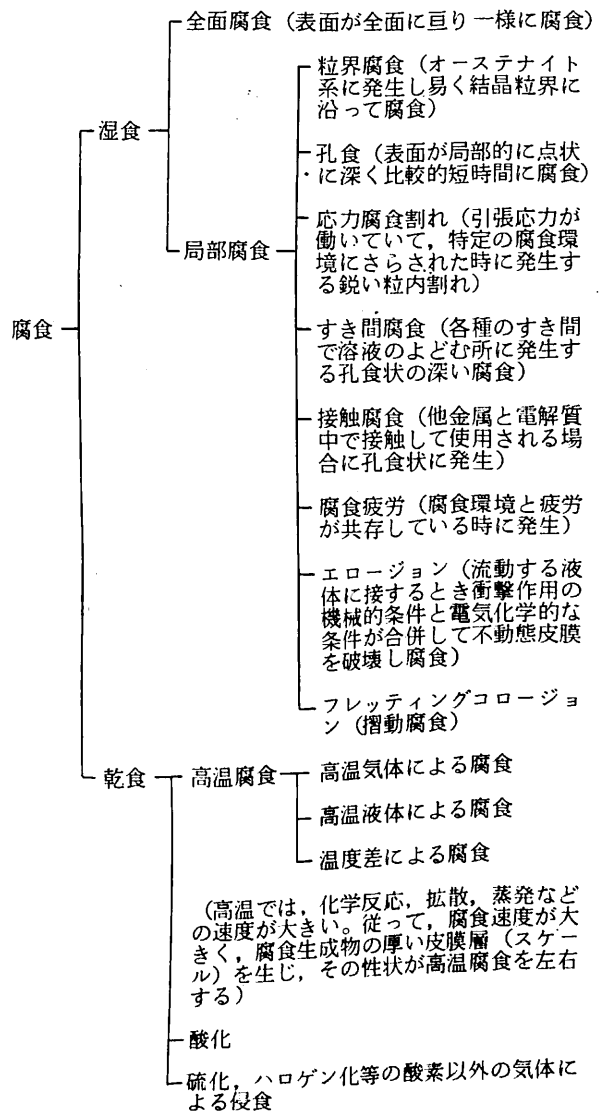
(1) 全面腐食

この腐食は、腐食液中で形成される局部電池の両極が絶えず場所を変えている状態と考えられているが、この腐食による損傷事例は最近は少なくなってきた。これは、この腐食に対する調査データが比較的整備され、材料選定の段階で十分に検討できるようになった為であり、腐食環境に応じ適正な鋼種さえ選定すれば十分にこの種の腐食を阻止することができる¹⁴⁾。JIS-G0591には、この腐食の評価試験法として、5%硫酸溶液中に浸漬した時の腐食減量を測定してその程度を知る方法が規定されている。

(2) 粒界腐食

一般に結晶粒界には転位が密集しており、又、不純物の偏析、化合物の析出等が多いので腐食が起き易い。オーステナイト系ステンレス鋼は、一般に400°ないし900°Cの温度範囲に加熱された時、又は、高温から徐冷された時に粒界腐食が発生し易くなる。これは、クロム炭化物、例えば $C_{r_{23}C_6}$ (70~95% C_r)の析出により、その近傍に C_r の欠乏層(C_r 12%以下)を生じ、この部分が腐食され易くなることと腐食環境下に於ては、この炭化物と他との間に局部電池を形成し選択的に腐食していくことによるものである(クロム欠乏説)。

表9・17 ステンレス鋼の腐食の形態



13) 下平, 腐食の分類, 防食技術, 25, 627-633 (1976)

14) 装置用ステンレス鋼, 日本工業出版

図9・6に18-8ステンレス鋼の粒界腐食感受性に及ぼす炭素量及び加熱時間の影響を示す⁵⁾が、加熱温度によっては、1分程度の加熱でも粒界腐食に対し鋭敏化さ

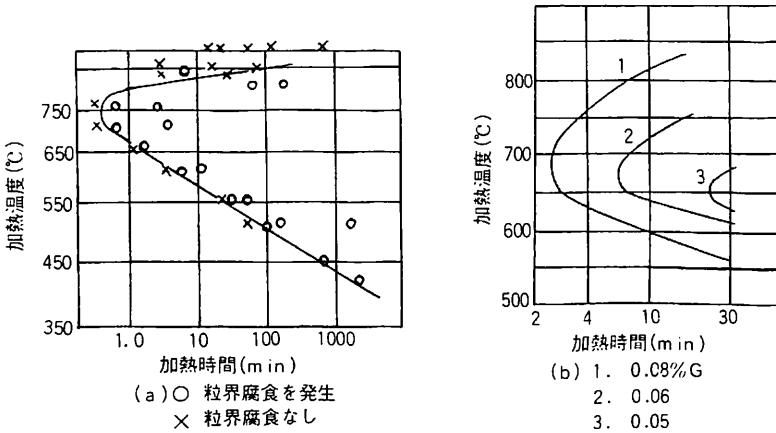


図9・6 18-8ステンレス鋼の粒界腐食感受性におよぼす炭素量及び加熱時間の影響 (Kh. I. Cheskis)

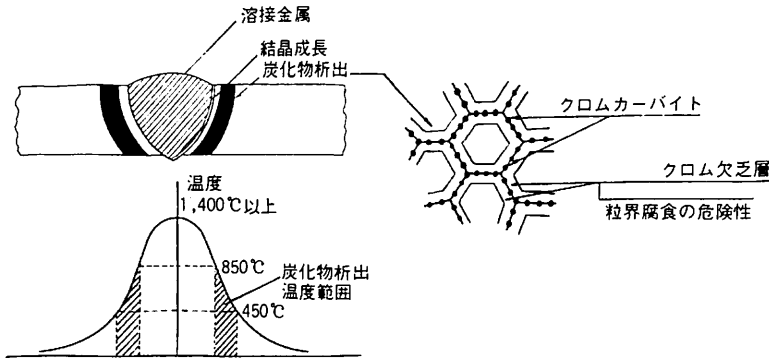


図9・7 炭化物析出温度範囲

れる。粒界腐食感受性を与える熱的処理を鋭敏化熱処理と呼ぶが、鋭敏化される条件となる熱間加工を施した箇所、即ち図9・7に示すような溶接二番の熱影響部にこの腐食がしばしば発生する¹⁵⁾¹⁶⁾。この腐食は、初期には外見上腐食したように見えなくても内部へ腐食が進行していて思わぬ時に亀裂、破壊を生じる。曲げ、引っ張りを与えると容易に腐食の進行によるワレを認めることができる。

粒界腐食の防止策としては、2通りの方法が考えられる。一つは、400ないし900℃に加熱された場合、1050ないし1100℃で加熱して炭化物を十分に他に拡散(固溶)させたのち急冷する固溶化溶処理を施す方法がある。

- 15) 恵美, 伊東, 「LNG船」, 『船舶』
- 16) J. Charleux, 「Clad Plates Carbon Steel / Stainless Steel for use in Chemical Tanker」, Bulletin Technique du Bureau Veritas, Nov. 1974

徐冷した場合には鋭敏化されるので無意味である。この処理が可能な場合には、SUS 304等の通常の鋼種を十分に利用できるが、ケミカルタンカーのタンクのような構造物では、全体を熱処理することは当然ながら不可能であるので、りん酸等のような特に粒界腐食が問題となる貨物を積載するタンクでは他の方法、即ち固溶化熱処理の不要な低炭素量鋼種(SUS 304L, SUS 316L等)を採用することになる。

これは、前述の通り粒界腐食は炭素量と密接な関係にあり、0.1% Cでは600℃、5分の加熱で鋭敏化されるが、0.03% Cでは同一熱処理で殆ど鋭敏化されないことから明らかである。しかし、炭素量を下げることには限度があるので、更には炭素に対してクロムより親和力の高いチタン(T_i)又はニオブ(N_b)等を合金することにより、Cを粒内に T_iC , N_bC , T_aC の形で固定し、C, 炭化物の粒界への析出を阻止する T_i , $N_b + T_a$ を添加したSUS 321, SUS 347のような安定化鋼種を使用

することが必要となる。但し、ケミカルタンカー程度では、このような高級鋼種の使用例は殆どなく、低炭素鋼種の使用が限度である。なお、オーステナイト系ステンレス鋼では、Ni量を増すほど炭素の溶解度が減じて粒界腐食が起き易くなることに注意しなければならない。

粒界腐食とは通常、上記の炭化物析出による腐食を示すが、その他、粒界にシグマ相その他の異相の析出によっても同様の腐食状況を呈することがある。

粒界腐食は、全ての場合に生じるということではなく、りん酸、硝酸等のように特定の溶液で非常に起り易いものとなっている。又ステンレス鋼は、熱間加工及び溶接加工した場合には殆どの場合に炭化物析出が生じる。従ってタンク及び管装置の設計、製作に際しては、使用される化学品貨物および要求される品質の程度に応じて、低炭素鋼種又は安定化鋼種の使用の必要性を判断することになる。

JIS - G 0571ないし0575には粒界腐食評価試験法として、10%しゅう酸エッチ、硫酸・硫酸第二鉄腐食、65%硝酸腐食、硝酸・ふっ化水素酸腐食、硫酸・硫酸銅

腐食の各試験方法が規定されている。

(3) 孔食

腐食が局部的に進行して、孔状に深く比較的短時間のうちに浸食されていく現象を孔食(Pitting Corrosion)と称しており、ケミカルタンカーに於ても建造後間もないうちにしばしば経験される腐食である。一般に、腐食による穴は円形を成しているので、その直径と深さの比が大抵 $\frac{1}{2}$ 以下の場合を孔食と言っている⁵⁾。

孔食の発生並びに成長については、正確な機構は殆どわかってはいないが、経験的には次の因子が重要であることが知られている。

- i) ハロゲンイオン(塩素イオン、臭素イオン、ヨロドイオン等)が孔食を起し易い。
- ii) pH6ないし7の中性付近で最も生じ易く、酸性又はアルカリ性が強くなると発生しない。図9・8⁵⁾にpHとの関係を示す。
- iii) 金属が孔食電位より貴になると発生し易い⁴⁾。腐食電位がこの電位より卑である場合には、孔食は発生しにくい。
- iv) 酸化剤が存在し、金属が不動電位よりやや貴な電位域にあるときは孔食を発生し易い。
- v) 一般に流速がないか又は若干ある場合、あるいは

温度が高い場合に発生し易い。

- vi) 金属としては、酸素との親和性が大きい場合に孔食を発生し易く、金属組織では結晶粒界並びに炭化物などの析出相から孔食を発生し易い。

ステンレス鋼の孔食の防止に関しては、次に示す対策が有効であることが理解できる。

- i) ステンレス鋼の保管は、鉄粉、鉄錆等が付着することがないように表面状態を清浄に保つ為、できる限り清浄な場所を指定する。
- ii) タンク、管装置加工後の酸洗いは十分に実施し、ステンレス鋼表面の鉄粉等はできる限り除去すると共に、酸洗剤(硝酸)により十分な不動電位膜の確保を図る。
- iii) ステンレス鋼管を採用している場合、スラッジ分、ゴミ又は海洋生成物の付着・堆積が生じないように海水流速を維持し、且つ最終的な清水洗浄を励行する。当然、タンク底部及びタンク構造部材(横桁等)には常にスラッジ分、ゴミ等の堆積がないよう十分なタンククリーニングを励行する。
- iv) ケミカルタンカーではあまり実現性はないが、孔食防止に関しては前(i)~(iii)の他、合金組成の改善(C_r , N_i 量の増加)、酸化皮膜強化の為の酸化剤の投入、電気防食により腐食電位を孔食電位より卑に保つこと、並びにアルカリの添加によりpHを11程度に保つことなどが陸上プラント等で実施されている。

なお、孔食は、ステンレス鋼の腐食事事件数のうち、次の(4)に示すすき間腐食と共に約 $\frac{1}{2}$ 以上を占めると云われ¹⁴⁾十分な注意、対策が必要である。孔食は一旦生じた場合には、溶接補修等にも多大の工数を要すると同時に、所謂針の穴程の腐食でも、一旦貫通腐食となった場合には、貨物の品質管理の観点からも多大の損害を蒙ることになる為、注意深い点検が必要である。

(4) すき間腐食

すき間(Crevice)という言葉で代表されるジオメトリを持つ構造物が腐食媒質に接しているとき、すき間の中で酸化剤が腐食反応によって消費されれば、その後の酸化剤の外からの補給は外表面より遅れ不足がちとなる。このことによって、すき間内部と外部とで電気的絶縁がないとき酸化剤の濃淡電池が形成され、腐食は専らすき間内部で進行する。

ステンレス鋼のすき間腐食は、管フランジの接合部、パッキンの下、タンク底部に付着したスラッジの下及びオーバーラップ、アンダーカット等の溶接欠陥の個所に於て発生し易い。又、管内面に於ては、すき間腐食は管

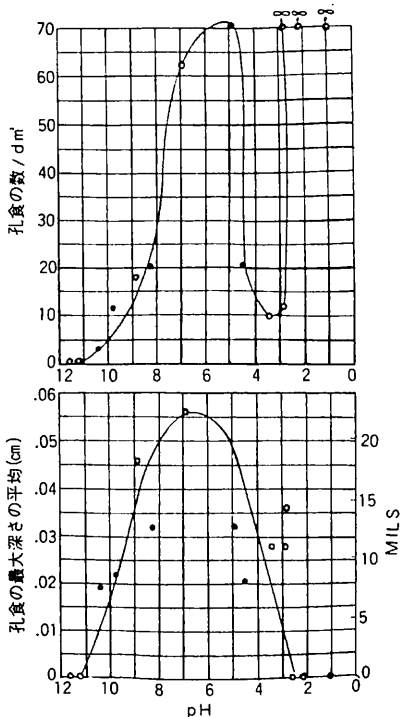


図9・8 18-8ステンレス鋼の腐食に及ぼすpHの影響(95°C, 4%食塩水)

内流速が大きい程その速度は大きく、逆に孔食は流速が大きい程危険が少ないことが知られている⁴⁾

- i) 構造上すき間部をなるべく少なくする等の幾何学的条件の改良 (例; フランジ継手及びスリーブ継手の数を減らす, タンク内構造を簡素化し, ドレン, スラッジ等の滞留を少なくする等)
- ii) 表面研磨を行って表面を均一にする等の表面状態の改良 (例; アンダーカット, オーバーラップ等の溶接欠陥をなくす, シーム溶接もすき間のない様な構造を心掛ける)
- iii) タンククリーニングは十分に行ない, 管系統も含めドレン, スラッジの完全排出を心掛ける。
- iv) 金属側因子の改良として適当な熱処理を施す等の

冶金学的条件の改良

- v) ステンレス鋼の保管及び工作時の保持方法等に注意する。(例; ステンレス治具の使用, 無傷クランプの使用, ストック時はリングを敷く等)

(5) 接触腐食

接触腐食とは、ステンレス鋼と他の物体 (特に金属) とが電解質の液中で接触している場合に不動態皮膜が局部的に破壊し、前述の孔食又はすき間腐食のような腐食が進行していくものである。接触体が金属である場合には、所謂ガルバニック腐食(Galvanic Corrosion)が問題になる場合が少なくない。異種金属の接触に於いてづれがアノード又はカソードになるかは元素の起電力列では定まらず、実際の腐食電位が重要であることは、

表 9・18 応力腐食割れを起こしやすい腐食性物質と合金の組合せ (S. W. Shepard)

合金	腐食性物質	合金	腐食性物質
Al-Zn Al-Mg Al-Mg Al-Cu-Mg Al-Mg-Zn Al-Zn-Cu Al-Zn-Mg-Mn Al-Zn-Mg-Cu-Mg	空 気 NaCl+H ₂ O ₂ 水溶液 NaCl 水溶液 空 気 海 水 NaCl 水溶液 NaCl+H ₂ O ₂ 水溶液 海 水		H ₂ SO ₄ +CuSO ₄ 水溶液 H ₂ SO ₄ +塩化物水溶液 メラミンメチ溶化液 ポリチオン酸
軟 鋼	NaOH (15~40%) 水溶液 NaOH+Na ₂ S ₂ O ₃ 水溶液 硝酸塩水溶液 HCN 水溶液 HCN+SnCl ₂ +AsCl ₂ +CHCl ₃ 水溶液 CH ₃ COOH 水溶液 NH ₄ Cl 水溶液 CaCl ₂ 水溶液 H ₂ S 水溶液 NH ₄ CNS 水溶液 濃 硝 酸 H ₂ SO ₄ -HNO ₃ 水溶液	Cu-Al Cu-Zn Cu-Zn-Sn Cu-Zn-Pb Cu-Zn-Ni Cu-Sn Cu-Sn-P Cu-As Cu-Zn-Si Cu-Zn-Sn-Mn モ ネ ル	NH ₃ 水 蒸 気 NH ₃ 蒸気 水溶液アミン NH ₃ NH ₃ +CO ₂ 空 気 水 蒸 気 沸騰 75% NaOH 水溶液 有機塩化物 Hg 化合物 水蒸気 (800°F 以上) HF ケイフ化水素酸
Fe-Cr-C ステン レス鋼 (フェライト質)	海 水 NaCl 水溶液 NaCl+H ₂ O ₂ 水溶液 NaOH 水溶液 (沸騰) NH ₃ 硝 酸 硫 酸 H ₂ SO ₄ -HNO ₃ 水溶液 H ₂ S 水溶液 高温高压水	ニッケル	溶融 NaOH NCN+不純物 イオウ (500°F 以上) 水蒸気 (800°F 以上)
Fe-Cr-Ni-C ステンレス鋼 (オーステナイト質)	塩化物水溶液 海 水 海水+川水 NaCl+H ₂ O ₂ 水溶液 Dichloroethane 粗 NaHCO ₃ +NH ₃ +NaCl 水溶液 湿ったマグネシア Na ₂ CO ₃ +0.1%NaCl 水溶液 濃縮ボイラ給水 粗ソーダおよびサルフェート バルブ製造液 明ばん水溶液 H ₂ S 水溶液 水蒸気 (500°F) NaOH (15~40%) 水溶液 (沸騰) NaOH+硫化物水溶液	インコネル	HF ケイフ化水素酸 NaOH 水溶液 (500~800°F) 濃縮ボイラ水 (500~800°F) 水蒸気+SO ₂ 濃 Na ₂ S 水溶液
		チ タ ン	赤色硝酸 硫酸ウラニル 酸 溶融 NaCl/ 有機酸 溶融 Na ₂ O ₄ 無水アルコール
		Mg-Sn Mg-Al Mg-Al-Zn-Mn	NaCl+K ₂ CrO ₄ 水溶液 Na ₂ SO ₄ または NaCl+K ₂ CrO ₄ 水溶液 水
		Au-Cu Ag-Pl	FeCl ₃ 水溶液 FeCl ₃ 水溶液
		鉛	Pb(CH ₃ COO) ₂ +HNO ₃ 水溶液 地 中 空 気

既に9・2・2に解説した。

この腐食の現象及びこれに対する対策は局部的なものに対しては前述の孔食及びすき間腐食に対するものと同一であるので省略するが一例として、ステンレス鋼管を鋼製の支持台上に布設する場合には、必ず適当な絶縁材（ビニール、プラスチック系統のもの）を介して支持することは、主としてこの腐食防止を図ったものといえる。又、海水ポンプ等でインペラー等の要部のみをステンレス鋼とした場合にその他の部分（例えば止めナット等）に銅製品を使用した為にガルバニック腐食及び接触腐食の両方の原因で銅製の部品が早期に腐食してしまうこと等の事例が往々にして生じる。各種補機器及び舩装品に於てステンレス鋼を使用する場合には、材料選定に於て特にこの種の腐食に注意が必要である。

(6) 応力腐食割れ

応力又は腐食が夫々単独では決して金属を破壊しない程度の大きさ又は強さであっても、両者が同時に作用する場合には、ぜい性破壊に類似した破壊形態をもつ破壊が起る場合がある。これを、応力腐食割れ（Stress-Corrosion Cracking）と呼ぶ。引張応力としては、外部からの負荷応力の他に製作時の加工又は溶接による残留応力が考えられるが、圧縮応力は、この現象の因子にはならない。又、腐食作用としては、塩化物によるものが殆どを占めている。この現象は、ステンレス鋼では、特にオーステナイト系ステンレス鋼（中でもFe-Cr-Mn系）に発生し易く各種の事故例がある¹⁾。

応力腐食割れは、各種金属の腐食に於て最も重要かつ難解であり、これまで各方面にて研究・発表されてきている¹⁾⁴⁾⁵⁾のでここでは、オーステナイト系ステンレス鋼の問題に限って簡単に言及するに止める。参考までに表9・18に応力腐食割れを起こし易い腐食性物質と合金の組合せを掲げておく⁵⁾。

オーステナイト系ステンレス鋼に於ては、ハロゲンイオン特に塩素イオン又は水酸化イオンを含む水溶液中で起り易く、又温度が高いほど促進される。温度は160ないし200℃で最も割れ易く、60ないし70℃以下では割れは稀である。又このようなふん囲気の高湿蒸気相では数ppmでも割れるとされている。塩素イオンと温度及びふん囲気の割れ感受性に対する影響の一例を図9・9に示す⁴⁾。応力腐食割れの実験室的評価方法としてよく用いられる42%塩化マグネシウム沸騰液の環境はこの一例を示すといえる。

応力腐食割れを起こすその他の因子としては、大略次のことがあげられる、

i) pH；酸性が強くなると全面腐食性となり割れに

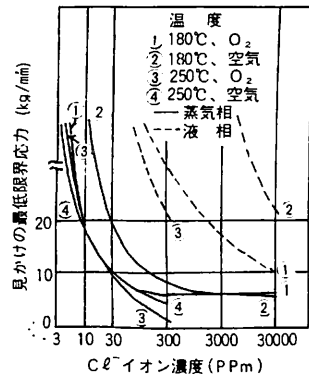


図9・9 18-8, 18-8-2.4 Moステンレス鋼の割れ感受性(割れを起こす見掛けの最低限界応力)に及ぼすCl⁻濃度、温度および雰囲気の影響

試験片長さ 1.5 mm U字曲げ試験片
(下瀬, 高村, 堀, 下郡)

くくなる。pH 6ないし7で最も割れ易く、pH10では割れにくくなる。

- ii) 酸化剤；O₂, Fe³⁺, NO₃⁻, NO₂⁻, Cr⁶⁺, C₂O₇²⁻など酸化剤の濃度が高い程割れ易い。
- iii) 冷間加工度；数%の加工度で最も割れ易い。
- iv) 金属組織；加工変態によるマルテンサイトは腐食され易く、むしろ割れを抑制する作用が強い。

オーステナイト系ステンレス鋼の応力腐食割れには、上記のような塩化物による割れ他、アルカリ脆性及び硫化水素による割れがある。

オーステナイト系ステンレス鋼の応力腐食割れの発生はこの鋼種の本質的な欠点であり各分野に於て孔食と並び損傷事例の多いものとされている¹⁴⁾。応力腐食割れに対する対策としては、残留応力の除去、腐食環境の改善、材質変更等が考えられることが多いが、いずれにしても応力腐食割れに対する万能的な対策はなく、個々のケースに応じた対策が研究されることが多い。

(7) 腐食疲労

腐食疲労は腐食環境と疲労とが共存している場合に発生するものであり、ケミカルタンカーの船殻構造でも起り得るものであるが船舶の分野では、プロペラ軸が海水腐食下で繰返し応力・荷重が作用する場合の研究が多い。腐食疲労については約50年程前から各分野で研究が続けられている⁴⁾。

腐食疲労は、腐食又は疲労現象の夫々の単独の性質からは予測できない問題であるが、腐食疲労の防止法としては、疲労現象を防止することよりも環境の腐食作用を取り除いて、疲労強度を少くとも大気中の値にまで上昇することが実際の解決方法であり、一般の腐食防止方法

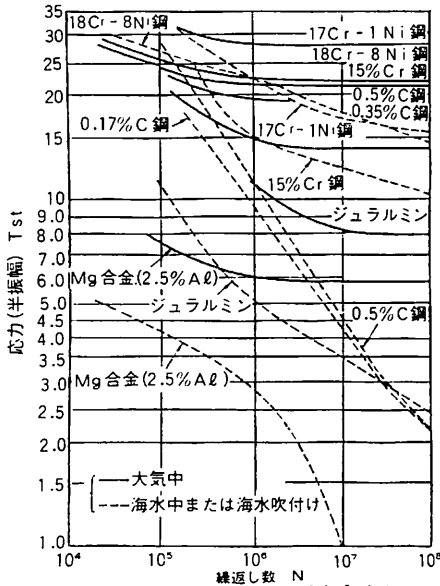


図9・10 各種材料の疲れおよび腐食疲れ S-N曲線(引張圧縮, 両振れ)

がそのまま腐食疲労防止に利用できるといえる。ステンレス鋼の腐食疲労の詳細については、文献¹⁾が有効である。一般に腐食疲れ強さは、大気中疲れ限度との相関は強くないので主に引張り強さとの関係に於て整理されている。又、大気中では鉄系合金には疲労限度が存在するが、腐食疲労では、大気中の非鉄合金同様疲労限度が存在しなくなることが特徴である。図9・10に3種のステンレス鋼を含む7種の材料の海水中の腐食疲れ特性の一例を示す¹⁾。これより少くとも中性液中ではステンレス鋼が炭素鋼、非鉄金属材料に比して優れていることが判る。

(8) エロージョン

エロージョンとは流動する電解質水溶液中で流速が速い場合、更にスラリーなどの固形物が同時に流れているような場合に衝撃作用の機械的な条件と電気化学的な条件とが組み合わされて不動態皮膜が破壊され腐食される現象であり、キャビテーションによる破壊に腐食が重畳されるキャビテーション腐食も含まれる。この腐食は、ステンレス鋼製であっても主として、ポンプインペラー及び軸、熱交換器、配管系統に発生することが多い。この腐食に対しては、耐キャビテーションの観点からも含めて、特に材料の硬さの影響が大きい。他の因子としては、引張強さ、疲れ強さ、結晶粒度、表面皮膜抵抗、表面粗度等が考えられる。各種材料の耐エロージョン性の目安として耐キャビテーション順位の一例を表9・19に示す¹⁾。

(9) フレッキングコロージョン

表9・19 各材料の耐キャビテーション順位

耐キャビテーション順位	実地での結果 (主として水力発電機器)	実験室結果による順位
1	ステライト	ステライト
2	17-7ステンレス鋼溶接肉盛	17-7ステンレス鋼溶接肉盛
3	18-8	18-8
4	アンプロNa 10 溶着層	アンプロNa 10 溶着層
5	25-20ステンレス鋼溶接肉盛	アンプロ青銅鋳物
6		ニッケルアルミ青銅鋳物
7	アンプロ青銅鋳物	18-8ステンレス鋼鋳物
8	18-8ステンレス鋼鋳物	
9	ニッケルアルミ青銅鋳物	
10	13 Cr 鋳鋼	13 Cr 鋳鋼
11	マンガン青銅鋳物	マンガン青銅鋳物
12	18-8ステンレス鋼溶射	鋳鋼
13	鋳鋼	青銅
14	青銅	鋳鉄
15	ゴム	18-8ステンレス鋼溶射
16	鋳鉄	ゴム
17	Al	Al

任意の圧力で押し付けられた2物体が接触面に於て微小振幅の繰返し、相対すべりを伴う条件下で接触面に生ずる特殊な腐食摩耗現象であり摺動腐食、微動摩耗ともいわれる。この腐食によって疲労破壊が促進されることもある。

この腐食は、高速回転部に生じることが多く、目に見えない薄い酸化物質層が生じて、それが破壊されては再び生成することの繰返しで金属体が破壊されてゆくものであり、乾食の一現象としても生じる。船舶に於ては、プロペラ軸とのはめ合いの端部、ポンプのインペラーと軸とのはめ合い部等に発生例が認められている。

フレッキングコロージョンに対する材料の感受性の大小は境界条件や材料の組合せで変わるが、一般には硬いものがよいとされるが、ステンレス鋼はこの腐食には弱い。この腐食に対する対策としては、微振動をなくす、粘度の高いグリースや油で金属面を保護する、荷重を減らす等が有効である。

(10) 乾食

一般に乾食という場合には、金属が酸素、水蒸気、炭酸ガス、硫黄蒸気、硫化水素、ハロゲンガス等の腐食性ガスと反応してその表面に酸化物、硫化物又はハロゲン化物の固体皮膜を生成し、これが時間と共に厚くなる形式の金属腐食のことを云い、最も一般的な乾食は酸素との間に生じる酸化であるといえよう。乾食は、室温では反応速度が小さく湿食の陰に隠れて問題にならないが、高温では反応が促進される為、大きな問題となることが多い。高温での乾食の一例としては、高温の燃焼排気中での侵食(主機関系統)、硫化侵食のようにS含有量の多い燃料を用いるガスタービンでの侵食等が上げられる。ケミカルタンカーの貨物格納・移送設備に於ては高温腐食の対象となる貨物を取扱うものはないので、乾食の問題は、生じないといえる。

船舶電子航法ノート(50)

木村小一

5・2・25 衝突防止装置の装備と性能標準
の作成の動向

前節までに述べた衝突防止装置の開発の動向およびその有効性などに関するシミュレーションを中心とした諸研究から明らかなように、イギリスを中心としたヨーロッパ側では航跡記憶型を中心とした装置の開発が進んでいて、電子計算機を使用した装置は物標の手動捕捉の場合には航海者の作業負荷の軽減に疑問があり、また物標の自動捕捉やその追尾の信頼性に関しても全面的な信頼が置けないという態度が見られた。これに対して、アメリカはその開発の当初より電子計算機利用の装置がその開発の中心となっていて、その有効性はCAORFのシミュレーションの結果などによって主張されてきている。アメリカにおける電子計算機利用の衝突防止装置はわが国における実情からは想像のできない程の普及を示しているとされており、すでに述べた Sperry 社、Iotron 社および IBM 社の装置を併せると、すでに数百台をこえる装置が使用されているとされている。

1976年から1977年にかけて、アメリカ沿岸ではタンカ事故が続いて発生し、海洋の油汚染事故が広がってきたため、この油による海洋汚染を防ぐ対策を要望する声が高まってきた。これを受けたアメリカ政府はカーター大統領からの要請として1977年3月タンカの安全に関して4項目にのぼる新しい規正を国際条約化することをIMCOに要請をした。この4項目の中の1つには大型船への衝突防止装置の強制装備が含まれていた。これを受けてIMCOではこの衝突防止装置の装備と動作標準に関する討議がその航行安全小委員会の議題とされることになった。

一方、アメリカはそれらの国内法の制定にも着手した。アメリカでこれらに関する国内法が定められれば、アメリカの領海に入り、また入港をする他国籍の船にまでその規制が広がるので世界各国の関心が集まった。この動きのはじめにおいて、アメリカのコストガード(USCG)は1974年に衝突防止装置をその規則の中に入れようとする時には"anticollision device(衝突防止装置)"と称していたが、結局、1974年に提案され、1978年に発

効をした"港湾とタンカの安全法(Port and Tanker Safety Act of 1978)"では、この種の装置の法律名として"electronic relative motion analyzer(電子的相対運動解析装置)"という用語が使用され、この用語は今日でもアメリカにおける衝突防止装置の公式の法律名となっている。そして、この法律では「タンカおよび危険物搭載の10,000 GT以上の船舶は電子的相対運動解析装置を備えること。この装置はMARADによって確立されている規格に適合する装置と少なくとも機能的には等価であること」と規定されており、その発効は1982年7月1日または国際的合意をアメリカが受け入れる以前の日とされていた。なお衝突防止装置はこの頃にはCollision avoidance Systemの頭文字をとってしばしば"CAS"と呼ばれており、このCASという略号は船舶および航空でほぼ共通に使用されている。

前述のアメリカからの提案を受けたIMCOでは、その航行安全小委員会において、衝突防止装置の最低性能標準とその搭載要件を決定するための審議を開始し、各国政府にその性能についての質問状を出すなどの作業を行った。しかし、1977年10月13日の海洋環境保護委員会(MEPC)と海上安全委員会(MSC)の合同会議の決議および翌1978年2月に開催された「1978年のタンカの安全および汚染防止に関する国際会議」の決議によって、この性能標準の作成は1979年7月1日までに行うことが必要となった。この国際会議の決議はつぎのとおりである。

決議 13 衝突防止援助装置の搭載

会議は、

衝突防止援助装置(collision avoidance aids)の適正な使用が、レーダ資料の解釈を助け、衝突の危険及び海洋環境の汚染を減らすであろうことを認識し、

不適当な動作性能標準を有する衝突防止援助装置、又は十分訓練されていない船員によって操作される衝突防止援助装置が、航行の安全を損うであろうことを留意し、

総トン数10,000トン以上の全船舶にそのような装置を搭載するための要件を準備する必要性を考慮し、

更に、性能標準の準備が、そのような要件にとって前もって必要であることを考慮し、

政府間海事協議機関に、次のことを要請する。

- (a) 緊急課題として、1979年7月1日以前に衝突防止援助装置の性能標準を開発すること
- (b) 同じ期間内に、1974年の海上における人命の安全のための国際条約の第V章を最大限早い時期に、かつ実的な時期に改正することをできるようにするために、総トン数10,000トン以上の全ての船舶にそのような装置を搭載するための要件を準備すること
- (c) 1978年の船員の訓練と資格に関する国際条約会議で、船員の訓練と資格に関する国際条約に衝突防止援助装置の使用に関する適当な規則を含める必要性の配慮を要請すること

これを受けて、1978年7～8月の第21回航行安全小委員会ではせっかく集めた質問者に対する各国の意見を整理するいとまもなく、標準の作成を進めたが、その性能標準を審議する際の装置の名称はCollision Avoidance Aids (衝突防止援助装置)とし、CAAという略語が使用された。当初の審議では、イギリスおよびソ連などの計算機利用装置への強い反対があって、CAAの標準は2本建とし、その1つは、電子計算機を使用しなければ達成されないと思われる性能を規定したAutomated Plotting Aids (自動プロットング援助装置)、略称APAと、そうでないAutomatic Anti-collision Aids (自動衝突防止援助装置)略称AAAとの2つの案が用意された。後者は、いわゆる航跡記憶型の装置を対象としたものと考えればよい。1979年1月に開催され第22回の航行安全小委員会では、衝突防止装置関係の作業部会が開催されて、このAPAとAAAとをAutomatic Radar Plotting Aids (自動レーダプロットング援助装置)略称ARPAとして統一する試案が作成されたが、これは、小委員会として合意されたものでなく、同年5月に小委員会とは別に中間作業部会を開いて、更に検討が進められることになった。そして、その作業部会ではわが国を含む11か国が出席して、前述のARPAの動作標準についての各国間の一層の調整と、案文の整備が行なわれるとともに、その搭載要件案の作成も行なわれた。

その結果、これらの案は同年9月の第23回の航行安全小委員会で一転して合意が見られることになり、その後、海上安全委員会の審議を経て、1979年11月に開催された第11回のIMCO総会で決定され、関連の決議として採択をされている。

5・2・26 IMCOにおけるARPAの性能標準とその搭載要件

最終的にIMCO総会の第11会期で決議されたARPAの性能標準はつぎのとおりである。

決議 A. 422(XI), 採択 1979年11月15日 自動レーダプロットング援助装置 (ARPA) の性能標準

1. はじめに

1・1 自動レーダプロットング援助装置 (ARPA) は、海上における衝突防止の標準を改善することを目的として、

1・1・1 観測者が単一物標を手動でプロットングする場合に達成できるのと同じ程度に、多物標について自動的に情報を得ることによって、観測者の作業負担を軽減させなければならない。

1・1・2 連続的で、正確そして素早い状況評価が与えられなければならない。

1・2 ARPAは、電子的航法援助装置に対する一般的な要件 (A. 281(VIII)) に加えて、つぎの最低性能標準に合致しなければならない。

2. 定義

2・1 この性能標準に用いられる用語の定義は、付録(1)に述べられている。

3. 性能標準

3・1 検出

3・1・1 レーダ観測者による以外に、物標の検出についての独立の手段を有する場合には、レーダ表示器を用いることによって得られる手段より劣った性能であってはならない。

3・2 捕捉

3・2・1 物標の捕捉は手動であっても、または自動であっても良い。しかし、必ず手動捕捉と手動消去の手段がなければならない。自動捕捉手段を有するARPAは、ある範囲に対して捕捉を抑える手段を持たなければならない。捕捉がある範囲で抑えられている場合は、どの距離範囲の場合でも、捕捉の範囲が表示器に表示されていなければならない。

3・2・2 自動または手動捕捉は、レーダ表示器の使用が得ることのできるものより劣った性能であってはならない。

3.3 追跡

3.3.1 ARPAは少なくともつぎの数の物標を自動的に追跡し、処理し、同時に表示し、そして情報を連続的に更新することができなければならない。

3.3.1.1 もし自動捕捉を備える場合は、自動または手動の捕捉の如何にかかわらず、20物標

3.3.1.2 もし手動捕捉だけのARPAの場合は、10物標

3.3.2 自動捕捉を有する場合には、追跡すべき物標の選択基準の詳細を使用者に対して明示しなければならない。もしARPAが表示器上に見える物標全部を追跡しているのでなければ、追跡中の物標は表示器上で明らかに表示されなければならない。追跡の信頼性は、レーダ指示器から得られる連続的な物標位置を手動で記録することで得られるものより劣ってはならない。

3.3.3 物標の乗りうつりを発生しないという条件において、ARPAは、連続10走査のうち、5走査について表示器上に明らかに識別可能な捕捉物標を追跡しつづけなければならない。

3.3.4 物標の乗りうつりを含めて追跡の誤差の可能性は、ARPAの設計によって最小にしなければならない。自動追跡の際の誤差源の影響および誤差源にもとづいて生ずる誤差の定性的表現は使用者に提供されなければならない。これには海面反射、雨、雪、低高度の雲および非同期送信が原因となって生じる信号対雑音比の低下および信号対クラッタ比の低下による効果を含むものとする。

3.3.5 ARPAは、要求したときに、少なくとも過去8分間にわたって追跡しているすべての物標について、4つ以上の等時間間隔の過去位置を表示できなければならない。

3.4 表示器

3.4.1 表示器はその船のレーダと分離したものであっても、または兼用のものであってもよい。しかしながら、ARPA表示器は、レーダの動作基準についてのIMCOによって採択された航海用レーダ装置の性能標準によるレーダ表示器について与えられるべく要求されたすべてのデータを含んでいなければならない。

3.4.2 IMCOで採択された航海機器の性能標準に要求されたレーダによって作られた情報に追加してデータを作り出すARPA各部のいかなる誤動作も、基本レーダの表現の本来のものに影響を

及ぼさないように設計されていなければならない。

3.4.3 ARPA情報が表示される表示器の寸法は、少なくとも340mmの有効直径を持たなければならない。

3.4.4 ARPAの手段は、少なくともつぎの距離範囲において利用できなければならない。

3.4.4.1 12または16海里

3.4.4.2 3または4海里

3.4.5 使用中の距離範囲を明確に表示しなければならない。

3.4.6 ARPAは、“ノースアップ”方位安定、および“ヘッドアップ”または“コースアップ”のいずれかの方位安定による相対運動表示で動作できなければならない。

加えて、ARPAは真運動表示を持つものであってもよい。もし真運動表示を持つものであれば、操作者は真運動表示または相対運動表示のいずれかを選択できなければならない。使用中の表示形式および表示の方向を明確に表示しなければならない。

3.4.7 捕捉物標についてのARPAで作られた針路と速力の情報は、物標の予測された運動を明確に表示するベクトルまたは図型で表示されなければならない。

3.4.7.1 予測された情報をベクトルの形で表現するARPAは真ベクトルおよび相対ベクトルの両者の選択を許すものでなければならない。

3.4.7.2 図型で物標の針路と速力の情報を表現できるARPAは、更に要求によって物標の真および/または相対ベクトルを表示できなければならない。

3.4.7.3 表示されたベクトルは、時間の調整が可能であるか、または一定の時間尺度を持っていなければならない。

3.4.7.4 使用中のベクトルの時間尺度の明確な指示がなされていなければならない。

3.4.8 ARPAの情報は、物標の検出処理を劣化させるというような形で、レーダ情報を損なってはならない。ARPAデータの表示はレーダ観測者の操作のもとに置かなければならない。不必要なARPAデータの表示は消去できなければならない。

3.4.9 ARPAデータを完全に消去することを含み、ARPAデータとレーダデータの輝度は

夫々個別に調節する手段を持っていないなければならない。

3・4・10 ARPAのデータを、昼間および夜間の船橋で通常経験する明るさの状況において、一般的には2人以上の観測者が明瞭に見ることができるといふ表現の方法を達成しなければならない。表示器を太陽光からさえぎるためのシャ閉を用いてもよいが、適正な見張りを保つための観測者の能力をそこなう範囲にまで及んではならない。明るさを調節する手段を持たなければならない。

3・4・11 ARPAの表示器上に表わりたいかなる対象物に対しても、その距離と方位を早急に得ることができる手段を持たなければならない。

3・4・12 1つの物標がレーダ表示器上に表われて、自動捕捉の場合では、観測者によって選択された捕捉範囲内に進入した時、または、手動捕捉の場合では、観測者によって物標が捕捉された時に、ARPAは3・4・7、3・6、3・8・2および3・8・3に従って1分間以内に物標の運動の傾向を与え、また3分間以内に物標の予測された運動を表示しなければならない。

3・4・13 ARPAの手段が有効である距離範囲の変更後または表示のリセット後、完全なプロット情報は、4走査以下の時間で表示されなければならない。

3・5 動作警報

3・5・1 ARPAは、観測者によって選択された距離まで近づくまたは地域を通過中の識別可能なすべての物標について、視覚および/または聴覚信号によって観測者に警報する機能を持たなければならない。警報を発生させた物標は、表示器上に明確に表示されなければならない。

3・5・2 ARPAは、観測者によって選択された最小距離以内および最小時間内に近づくことと予測されたいかなる追尾物標についても、視覚および/または聴覚信号によって、観測者に警報する機能を持たなければならない。警報を発生させた物標は、表示器上に明確に表示されなければならない。

3・5・3 追跡されている物標は、それが距離範囲の外に出た場合を除いて、もし見失ったならば、ARPAはそのことを明確に表示し、その物標の最後の追跡位置を表示器上に明確に表示しなければならない。

3・5・4 動作警報を、作動状態にさせたり、非作動状態にさせたりすることが可能でなければならない。

ない。

3・6 データ要求

3・6・1 観測者が要求した時は、すべての追跡中の物標について、下記の情報が文字と数字型式でARPAから直接利用できなければならない。

3・6・1・1 物標までの現在距離

3・6・1・2 物標の現在方位

3・6・1・3 予測された最接近点での距離(CPA)

3・6・1・4 予測されたCAPまでの時間(TCPA)

3・6・1・5 物標の計算された真針路

3・6・1・6 物標の計算された真速力

3・7 試行操船

3・7・1 ARPAは、物標の情報の更新を中断することなく、すべての追跡物標に対する自船の操船の影響をシミュレートすることができなければならない。このシミュレーションは、ばねつきスイッチまたはファンクションキーのいずれかを押すことによって、表示器上に明確な識別を与えて開始されなければならない。

3・8 精度

3・8・1 ARPAは付録(2)に定義した4種類のシナリオについて、3・8・2および3・8・3に与えられた精度を下まわってはならない。付録(3)に規定されたセンサの誤差について、これらの値は、±10°のローリングを伴う環境条件の下で、手動プロットの時の最良なものとして得られる性能として与えられたものである。

3・8・2 ARPAは、1つの物標の相対運動の傾向を安定な状態のもとで追跡し、1分間以内につきの精度の値(95%確率値)で表わさなければならない。

データ シナリオ	相対針路 (度)	相対速力 (ノット)	C P A (海里)
1	11	2.8	1.6
2	7	0.6	
3	14	2.2	1.8
4	15	1.5	2.0

3・8・3 ARPAは、1つの物標の運動を安定な状態のもとで追跡して、3分間以内につきの精度値(95%確率値)を持って表わさなければならない。

データ シナリオ	相対 針路 (度)	相対 速度 (ノット)	CPA (海里)	TCPA (分)	真針路 (度)	真速度 (ノット)
1	3.0	0.8	0.5	1.0	7.4	1.2
2	2.3	0.3	X	X	2.8	0.8
3	4.4	0.9	0.7	1.0	3.3	1.0
4	4.6	0.8	0.7	1.0	2.6	1.2

3・8・4 1つの追跡物標、または自船が、操船を完了してしまったとき、このシステムは、1分間以内に各追跡物標の運動の傾向を、そして3分間以内にそれらの予測された運動を3・4・7、3・6、3・8・2および3・8・3に従って表示しなければならない。

3・8・5 追補②の各シナリオに対して、ARPAは自船の運動が最も好都合な状態の下で、入力センサーの誤差に関連する誤差と比較して、ARPAから発生する誤差は、とるに足らない程小さくなるように設計されていなければならない。

3・9 他の装置との接続

3・9・1 ARPAは、センサー入力を供給するいかなる装置の性能も低下させてはならない。ARPAの他のいかなる装置への接続によっても、それらの装置の性能を低下させてはならない。

3・10 ARPAのテストおよび警報

3・10・1 ARPAはそのシステムの本来の動作を観測者が監視することができるように、ARPAの誤動作を知らせるのに適する警報を持たなければならない。更に、ARPAの全体的な性能を既知の結果について、周期的に評価できるように、テストプログラムが用意されていなければならない。

3・11 ARPAに用いられる装置

3・11・1 ARPA装置へ入力を与えるログおよび速度計は、その船の対水速度を与えることができるものでなければならない。

付録(1) ARPA性能標準に使用された用語の定義

相対針路：レーダによる物標の距離と方位の一連の測定から得られた、自船に対する物標の運動の方向で北を基準とした角度で表わす。

相対速度：レーダによる物標の距離と方位の一連の測定から得られた、自船に対する物標の速度。

真針路：物標の相対運動と自船の運動*とのベクトル合成によって得られた物標の見掛けの船首の方向で、

北を基準とした角度で表わす。

真速度：物標の相対運動と自船の運動*とのベクトル合成によって得られた物標の速度。

* これらの定義の目的のためには、対水安定と対地安定の区別をする必要はない。

方位：地球上の1点から他の1点を見た方向で北を基準とした角度で表わす。

相対運動表示：表示器上に自船の位置が固定したまま止まっている表示。

真運動表示：表示器上で自船の位置が自船の運動に従って移動する表示。

方位安定：自船のコンパス情報を表示器に入力して、表示器上の物標のエコーが自船の船首方向の変更によって動くことがないこと。

—ノースアップ：中心と表示器の真上を結ぶ線が北。

—ヘッドアップ：中心と表示器の真上を結ぶ線が自船の船首方向。

—コースアップ：もくろんだ針路方向を中心と表示器の真上を結ぶ線に向けることができる。

船首方向：船の船首が向いている方向で、北を基準とした角度で表わす。

物標の予測された運動：近い過去の物標の距離と方位をレーダで測定することによって、物標の運動を将来に向けて直線的に外挿して表示する表現。

物標の運動の傾向：物標の予測された運動の初期の表現。

レーダ・プロットング：物標の検出、追跡、パラメータの計算および情報の表示の全過程。

検出：物標の存在を認めること。

捕捉：追尾の手順が必要な物標の選択とそれらの物標の追跡の開始。

追跡：物標の運動を確認するために、物標の位置の連続的な変化を観測する過程。

表示器：レーダ・データを伴ったARPAデータの平面図表示。

手動：レーダ観測者が、機械的な援助をできるだけ受けて行なう動作活動。

自動：すべて機械によって遂行される動作活動。

付録(2) 動作シナリオ

次のシナリオの夫々は、前もっておおよそ1分ないし3分間の時間追跡した後に、決められた物標位置での予測が行われる。

シナリオ 1	自船の針路	000°
	自船の速度	10ノット

	物標距離	8 海里
	物標の方位	000°
	物標の相対針路	180°
	物標の相対速力	20 ノット
シナリオ 2	自船の針路	000°
	自船の速力	10 ノット
	物標距離	1 海里
	物標の方位	000°
	物標の相対針路	090°
	物標の相対速力	10 ノット
シナリオ 3	自船の針路	000°
	自船の速力	5 ノット
	物標距離	8 海里
	物標の方位	045°
	物標の相対針路	225°
	物標の相対速力	20 ノット
シナリオ 4	自船の針路	000°
	自船の速力	25 ノット
	物標距離	8 海里
	物標の方位	045°
	物標の相対針路	225°
	物標の相対速力	20 ノット

付録(3) センサーの誤差

3・8 に引用した精度値は、下記のセンサー誤差に基づいていて、船舶搭載用航法装置についてのIMCOの性能標準に従った装置に適合しているものである。

注：σは標準偏差を意味する。

レーダ

ターゲットの反射点のゆらぎ（シンチレーション）

（200mの長さの物標に対して）

物標の長さにそって、 $\sigma = 30\text{m}$ （正規分布）

物標の横方向に $\sigma = 1\text{m}$ （正規分布）

ローリングとピッチングの方向

方位誤差は自船の周囲の4つの象限の夫々において、相対方位 045°, 135°, 225° および 315° の物標に対してピーク値があり、相対方位 0°, 90°, 180°, および 270° において零となる。この誤差はローリングの周波数の2倍の周期で正弦波状の変化をする。

10°のローリングに対する平均誤差は尖頭値 0.22° の正弦波を重畳した 0.22°

ビームの形

$\sigma = 0.05^\circ$ の方位誤差を生じる正規分布形と推定

パルスの形

$\sigma = 20\text{m}$ の距離誤差を生じる正規分布形と推定

アンテナのバックラッシュ

± 0.5° の最大誤差を生じる矩形分布形と推定

量子化

方位 ± 0.01° の最大誤差を生じる矩形分布形

距離 ± 0.01 海里的最大誤差を生じる矩形分布形

方位エンコーダは、 $\sigma = 0.03^\circ$ の正規分布形の方位誤差を生じる遠隔シンクロで作動するものと推定

ジャイロコンパス

キャリブレーション誤差 0.5°

この値の周りに $\sigma = 0.12^\circ$ の正規分布する。

ロゲ

キャリブレーションの誤差 0.5 ノット

この値の周りに $3\sigma = 0.2$ ノットの正規分布する。

また、ARPAの船舶への搭載要件については、1974年のSOLAS条約の第V章第12規則を改正するということが各国の合意がとられている。その改正条文はつぎのようになる。

(h) 1. 主管庁によって型式認定され、そしてIMCOによって採用された性能標準に劣らない性能標準に従ったARPAは、下記の船舶に装備しなければならない。

1・1 10,000 GT以上の船舶で、1984年1月1日以降にキールを設置またはそれと同程度の段階で建造中のもの。

1・2 40,000 GT以上の既存のタンカーは、1984年1月1日から。

1・3 10,000 GT以上の既存のタンカーは、1985年1月1日から。

1・4 40,000 GT以上の既存の船舶は、1986年1月1日から。

1・5 20,000 GT以上の既存の船舶は、1987年1月1日から。

1・6 15,000 GT以上の既存の船舶は、1988年1月1日から。

1・7 10,000 GT以上の既存の船舶は、1989年1月1日から。

ただし、1984年1月1日以前に装備されたIMCOによって採用された性能標準に完全に従わないARPAは、主管庁の裁量において、1991年1月1日まで保有していてもよい。

(h) 2. 主管庁は、これらの装置を搭載することに適当でないか、または不必要であると考えられる海域において、またはこの実施日後2年以内にその船舶が永久に運用を停止してしまう場合には、この要求条件から、その船舶を免除してもよい。

PR

PR

大型船舶の建造とメンテナンスに おける空中作業車について

株式会社レンタルのニックン

海洋立国、日本における船舶の重要性については日頃直接関連業務のない我々にもよく理解はできる。

技術革新の最先端を進んで来られた造船業界へ敢えて我々が空中作業車の利用を提案するのも非常におこがましいが、わがニックングループが6年前、昭和49年から建築業界へレンタル営業を開始した。今日よく機械のもつ効用を理解され、原価の低減と安全面に多大の寄与をしている空中作業車の一端について披瀝し読者の参考に供したいと思う。我々が空中作業車と呼んでいる機械は一般的には高所作業車であって、概略次のような区別ができる。

1) シザーズ式

2) ブーム式 (本誌 表紙3の広告中の図参照)

主なる特長として、1)シザーズ式は重量物の昇降ができるが垂直運動しかできないのが一般的である。高所での作業範囲は作業台の大小で限定される。2)ブーム式は直進式と屈折式とに分けられるがシザーズ式に比べると最大作業高さが高くとれることと、作業半径が大きくなることである。しかし余り重い物は先端バケットには積載できない。通常200kgから300kg程度が一般的である。ニックングループの空中作業車機種構成は次のとおりである。参考にレンタル料金表を付する。

なおニックンリフトはエンジンタイプ、バッテリータ

機構別	グループ呼称	架装方式	作業高
シザーズ式	ニックンリフト	自走型	6m・8m・11m・14m
	リフトラ	トラック架装	11.5m
ブーム式	ブームリフト	自走型	12m・14m
	ハイライダー	トラック架装	12m・14m・18m

イプの各々の原動機があり、四輪駆動型の不整地走行型もある。またブームリフトはタイヤ式、クローラ式とがあり、使用現場の路面状況によって機械を選定できるようにしてある。

ニックングループの空中作業車で特筆すべきこととしては、第一に安全性に重点がおかれていることである。不特定多数の空中作業車オペレーターを念頭におき、操作の簡便さとともに高所での移動における恐怖感を完全に払拭する油圧回路構成にしてある。機械構造部材にしても充分な安全率をとっていること、また、現車を静岡県富士市の(財)建設機械化研究所へもちこみ、耐荷重テスト、安定度傾斜テスト等を実施して良好なる試験結果を得ていることである。

さて、これらの空中作業車は昨今、建築業界において従来工法を全く変えるものとして革命が進行している。即ち、非常に安全性が高いことと、足場工法に変わる無足場工法として、または最適現場では1/2の原価低減が計れたという実績値がある。

現場での具体的な事例は紙面の都合で割愛するが各機械のもつ特長をもう一度説明をし、使用目的といったものを判断されたく思う。

先ず、ニックンリフトは力持ちで最大1tまでの重量を昇降させるが、リフトラに比較すると機械自体の行動範囲は限られて、現場内での稼動に適している。現場と現場の離れているといった場合は、トラック架装型のリフトラ、ハイライダー等が適しているということになる。ブームリフト、ハイライダーにしても同じことであり、足があるかないかの違いだけである。

我がニックングループ91営業所(本誌表紙3の広告に記載)では、完全整備の安全性の高い空中作業車を常時在庫させ顧客の要望に即応できる体勢をしいている。新規建造、メンテナンスの際安全性、原価低減、工期短縮の面で、ぜひ御検討頂けるよう提案いたします。

	機 械 名	最大作業高(m)	E・G別	最大持上荷重(kg)	作業台寸法(m)	レンタル料金日額(千円)		記 事	
						(1ヶ月以上)長期	短期		
シ ザ ー ズ 式	ニックンリフト	6m型	E	350	0.7×1.75	6	9		
		8m型	E	500	1.35×2.9	11	15		
		8m型	G	500	1.35×2.9	11	15		
		11m型	E	1,000	1.9×3.8	15	21		
		11m型	G	1,000	1.9×3.8	15	21		
		11m型	E	1,000	1.9×3.8	15	21	不整地走行型	
		11m型	G	1,000	1.9×3.8	15	21	"	
		14m型	G	700	1.9×3.8	19	27		
		定 置 式	14m型	AC電源	500	1.3×3.8	10	-	
		リフトラ	11.5m型	G	1,000	1.9×3.8	20	28	2トントラック架装型
ブ ー ム 式	ブームリフト	12m型	G	150	0.6×1.1	14	21		
		14m型	G	200	0.7×1.5	24	36	タイヤ式	
		14m型	G	200	0.7×1.5	24	36	クローラ式	
	ハイライダー	12m型	G	150	0.6×1.1	18	25	2トントラック架装型	
		14m型	G	200	0.7×1.2	18	25	" "	
		18m型	G	200	0.7×1.2	29	42	4トントラック架装型	

◀参考
空中作業車
のレンタル
料金表

昭和55年（9月分）新造船許可集計

運輸省船舶局造船課

区 分		4月～9月分				9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	26	552,140	821,030		4	87,000	106,400	
	油槽船	30	640,338	1,011,673		4	104,500	158,283	
	貨客船	2	11,350	5,250		1	6,850	2,600	
	小計	58	1,203,828	1,837,953	184,631,000千円	9	198,350	267,283	39,883,000千円
輸出船	貨物船	102	2,290,770	4,034,647		15	245,400	424,540	
	油槽船	56	1,459,250	2,404,529		8	423,350	740,600	
	貨客船	—	—	—		—	—	—	
	小計	158	3,750,020	6,439,176	694,942,440千円	23	668,750	1,165,140	107,667,000千円
合 計		216	4,953,848	8,277,129	879,573,440千円	32	867,100	1,432,423	147,550,000千円

□ 編 集 後 記 □

□韓国では金大中氏が軍事法廷で死刑を宣告された。イラン・イラクの戦争は長びき、カンボジアの難民は餓にさまよい、アルジェリアでは大地震で大被害があった。一方日本国内ではいろいろな犯罪が次から次へと連日新聞の三面記事を賑わしている。外を向いても内を向いてもいやな世の中である。こういう時に船に関する2つのトピックが世人の関心と呼んだ。帆走商船“新愛徳丸”の建造とナヒーモフ号の財宝引き揚げである。

□新愛徳丸は、(財)日本船用機器開発協会と日本鋼管㈱が研究した成果をもとに(株)新愛徳が(株)今村造船所で建造した機主帆従のタンカーである。詳細については追って本誌に掲載することになっているが、機・帆の関係を簡単に述べれば、コンピュータで自動的に機関の出力と帆による風力とを調整し大体一定のスピードで走り、風利用の分だけエンジン出力を減らし燃料を節約しようとするものである。

□同船は9月25日呉を出港、中国から石油製品を積んで10月5日京葉港に帰着した。その間の運航データについて

ては同乗した日本鋼管の技術者が解析し、そのうち発表されることになろう。商船としての経済性は解析結果を見れば判らないが、風力の利用分だけ油は節約されるであろうから、将来の期待は大であろう。

□今一つのナヒーモフ号は日露戦争の際沈没したロシア船で75年も海中にあったものを、(財)日本船舶振興会会長笹川良一氏がスポンサーとなり日本海洋開発が引き揚げようとするもので、最近の潜水・引揚技術の進歩で既にその財宝の一部が引き揚げられつつある。昭和のロマンとして世人の関心と呼んでいる。

□原子力船“むつ”はまたまた定係港の問題でゆれている。建造当初からあまり恵まれなかった同船は、10年近くもあちらからつつつかれ、こちらから嫌われてさまよい続けている。将来の夢をかけての実験船であるから、あちこち悪い所が出るのはあたりまえでそれを如何にして改良し、完全にするかを見極めるのが本船を造った目的の一つである。世間がもっと暖く見守る必要があろう。とに角新しいことに挑むことは難しいことである。

☆予約購読案内 書店での入手が困難な場合もありますので、本誌確保ご希望の方は直接協会宛お申込み下さい。バックナンバーも備えてあります。 予 約 金 { 6カ月分 5,700円 (送料共) 1カ年分 10,200円 }

運輸省船舶局監修
造船海運総合技術雑誌 **船の科学**
禁転載 第33巻 第11号 (No.385)
発行所 株式会社 船舶技術協会
〒104 東京都中央区新川1の23の17 (マリンビル)
振替口座 東京 3-70438 電話 03 (552) 8798

昭和55年11月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }
昭和55年11月10日発行 { 第三種郵便物認可 }
定価 960円 (〒37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

ニッケンの空中作業車

1日でも

貸します!

荷役作業、デッキ塗装、トラック整備、船内メンテナンス

高所作業の安全と
省力化に!

自走式空中作業車

フォームリフト

自走式空中作業台

ニッケンリフト

トラック搭載型リフト

リフトラ

- 最大持上能力 200kg
- 作業高さ 20m
- 12m型から20m型まで各種

- 最大持上能力 1,000kg
- 作業高さ 12.5m
- 6m型から12.5mまで各種

- 最大持上能力 1,000kg
- 作業高さ 14m
- 6m型から14m型まで各種

● レンタルのニッケン

機材は下記の営業所で貸し出しております。

この商品の取扱説明ビデオもありますのでご請求下さい。

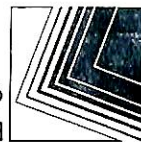
札幌(営) 011(751)4081	原 町(出) 02442(4)1664	松 本(営) 0263(36)3177	土 浦(営) 0299(21)9248	静 岡(営) 0542(81)1515	岡 山(営) 0862(71)1631
岩見沢(営) 01262(3)8978	福 島(営) 0245(58)0700	富 山(営) 0764(33)6823	柏 (営) 0471(63)5235	藤 枝(営) 0546(43)1711	広 島(営) 08287(9)3411
旭 川(営) 0166(54)6826	気仙沼(進) 0226(23)8152	金 沢(営) 0762(23)2541	竜ヶ崎(営) 02976(2)7681	浜 松(営) 0534(21)1750	福 山(営) 0849(53)5627
滝 川(営) 0125(22)5338	郡 山(営) 0249(34)0824	宇都宮(営) 0286(65)2261	東京北(営) 03(859)3031	豊 橋(営) 0532(55)3650	高 松(営) 0878(66)0862
青 森(営) 0177(41)4545	いわき(営) 0246(21)3187	宇都宮東(営) 0286(33)4572	大 宮(営) 0486(52)1051	岡 崎(営) 0564(24)6268	北九州(営) 093(511)2631
八 戸(営) 0178(43)9217	塩 越(支) 0258(28)0879	今 市(営) 0288(22)9411	千 葉(営) 0436(43)4711	名古屋東(営) 052(624)4508	海 岡(営) 092(501)3361
秋 田(営) 0188(63)7442	新潟(営) 0252(75)5151	小 山(営) 0285(25)2080	船 橋(営) 0474(39)3681	名古屋西(支) 0568(72)4191	福岡東(営) 092(622)1116
盛 岡(営) 0196(24)3633	新潟西(営) 0252(83)5177	足 利(営) 0284(72)5121	厚 木(営) 0462(24)2264	阪 早(営) 0582(73)0811	大 分(営) 0975(52)1266
山 形(営) 0236(42)3678	長 岡(営) 0258(27)4031	桐 生(営) 027776-6631	小田原(営) 0465(83)1466	四日市(営) 0593(46)4731	熊 本(営) 0963(80)5576
古 川(営) 02292(6)4122	六日町(営) 02577(6)2052	前 橋(営) 0272(43)5304	甲 府(営) 0552(41)4331	京 都(営) 075(622)7723	八 代(営) 09653(5)5515
石 巻(営) 0225(96)6425	柏 崎(営) 02572(3)5742	高 崎(営) 0273(63)1385	富士吉田(営) 0555(4)2678	大 阪(支) 06(534)1061	長 崎(営) 09572(3)3834
仙 台(営) 0222(96)9231	上 越(営) 0255(43)6166	熊 谷(営) 0485(23)3231	富 士(営) 0545(53)1070	大阪東(営) 06(746)1185	鹿児島(営) 0992(56)2261
白 石(営) 02242(5)8826	長 野(営) 0262(85)3765	水 戸(営) 0292(47)0652	沼 津(営) 0559(21)5361	神 戸(営) 078(929)0388	川 内(営) 0996(20)1896

昭和五十五年十一月五日印刷
昭和五十五年十一月十日発行
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 九六〇円

東京都中央区新川一丁目三十一番七(マリンビル)
(株)船舶技術協会
電話東京(52)八七九八番



信頼に憑える
共石の高級潤滑油



共石マリン
Sシリーズ：ストレート油



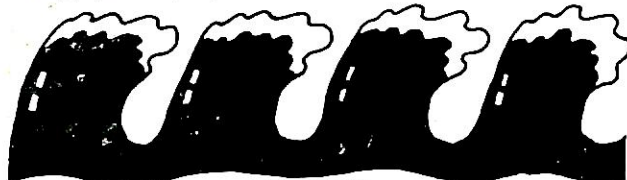
共石マリン
Pシリーズ：クロスヘッド型機関用 プレミアムタイプ システム油



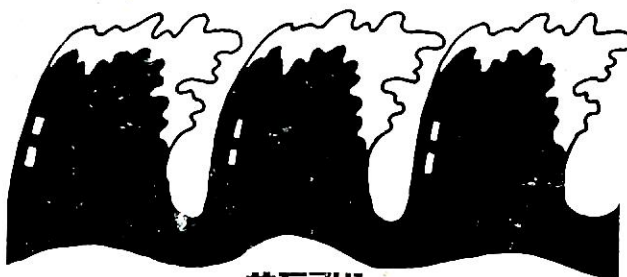
共石マリン
PDシリーズ：クロスヘッド型機関用 HDタイプ システム油



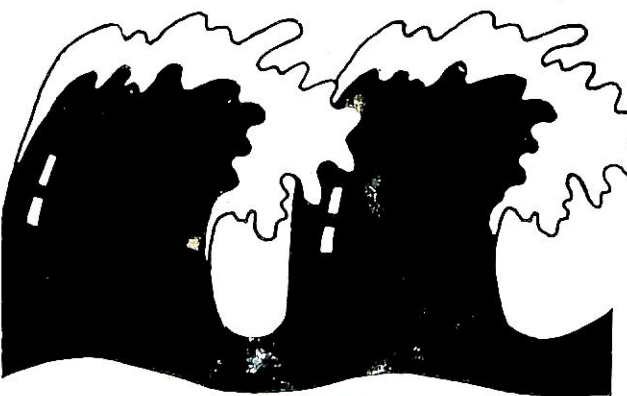
共石マリン
Dシリーズ：トランクピストン型機関用 シリンダー・システム兼用油



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お選びいただけます。しかも、その選定から効果的な使用方法まで、きめこまかいテクニカル・サービスを実施しています。ワイド・バリエーション、ワイド・サービスが魅力の共石の船用エンジン油で、安全航海の第一歩を確かなものにしてください。

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(8)
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

124072