

SHIPPING

# 船舶

1972. VOL. 45

# 4

昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可  
毎月一回十二日発行  
昭和四十七年四月七日印刷  
昭和二十四年三月二十八日国鉄特別承認雑誌第四〇六号

リベリア向けスリラー輸送船  
 “サン・ファン・エクスポーター”  
 D W T 141,400  
 主機出力 23,000BHP  
 引 渡 昭和47年3月22日  
 建 造 日本鋼管津造船所

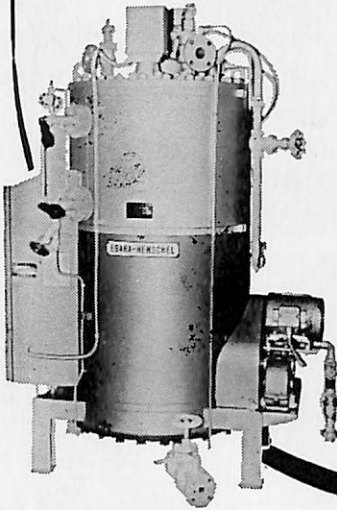


## 日本鋼管

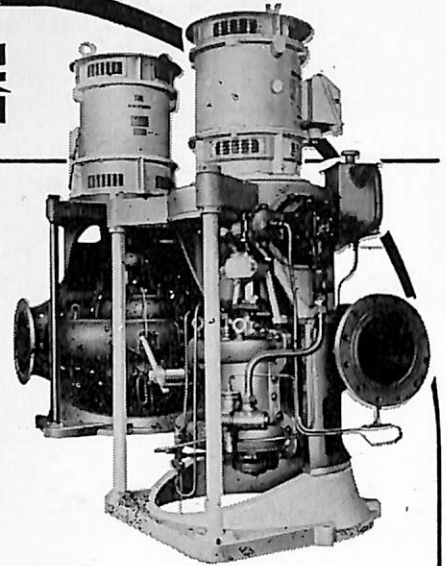
### 天 然 社

# エバラの船用機器

船舶用  
エバラヘンシェル・ボイラ



各種船用ポンプ  
送排風機  
空調機器  
甲板機械用油圧装置  
サイドスラスト装置  
ヒーリングポンプ装置



エバラ船用ポンプ



## 荏原製作所

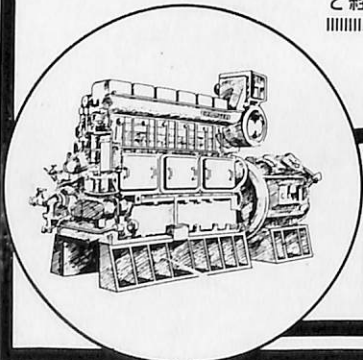
本社：東京都大田区羽田旭町 741-3111  
東京支社：東京都中央区銀座6丁目 朝日ビル 572-5611  
大阪支社：大阪市北区中之島2丁目 新朝日ビル 203-5441  
営業所：名古屋221-1101・福岡77-8131・札幌24-9236  
出張所：仙台25-7811・広島48-1571・新潟28-2521・高松33-6611

DAIHATSU

船舶の自動化・省力化に貢献する

## ダイハツキヤードエンジン

60余年の歴史と技術を誇るダイハツが特に省力化と経済性に重点をおいて製作した高性能船用機関



6DS-22型 850馬力

### ダイハツディーゼル株式会社

本社・本社工場 大阪市大淀区大淀町中1-1-17 (06) 451-2551  
守山工場 滋賀県守山市阿村町45 (07758) 2-3737  
東京営業所 東京都中央区日本橋本町2-7 (03) 279-0811  
営業所 札幌・仙台・名古屋・高松・福岡・下関・ロンドン

DAIHATSU

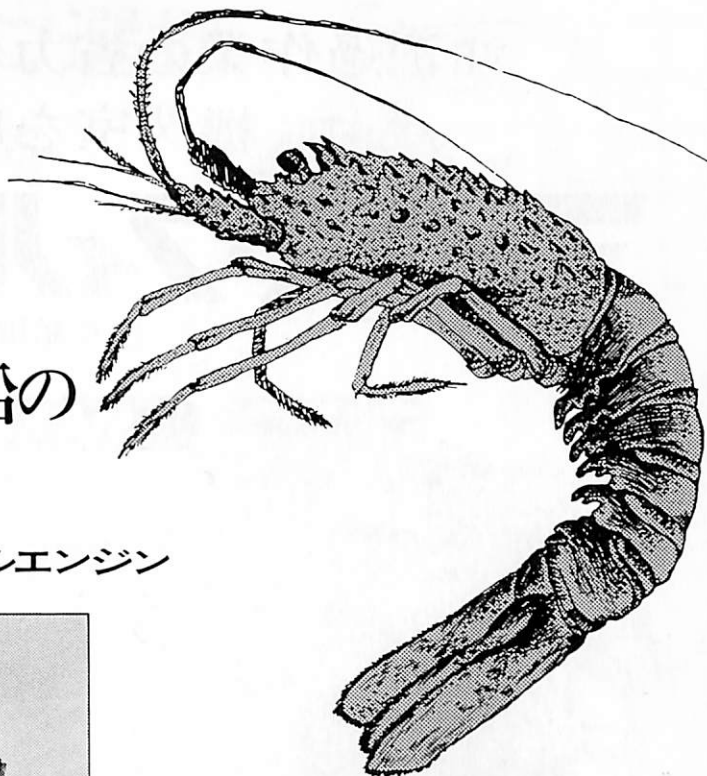
# 日本の エビトロール船の 70%に搭載

## CAT船用ディーゼルエンジン



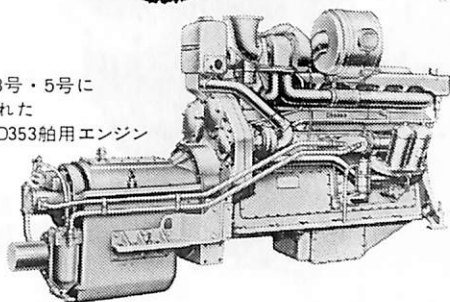
報国水産(株)所有のAMAN 3号、5号にもCAT船用エンジン(各3基ずつ)が選ばれました。エビ漁が要求する過酷な条件に耐えぬくCATERPILLARの船用エンジン。日本のエビトロール船の、実に70%以上に搭載されています。

- トロール作業、長時間連続操業に発揮される技群の粘り強さと耐久性。
- 日常整備や部品交換を簡略化した独特の構造、操舵室からのリモコン操作による機関要員の省力化。
- 船室、魚倉を大きくとれるコンパクトタイプ。
- 世界中どこでも安心して操業できる万全のサービス網。



AMAN 3号・5号に  
搭載された

CAT D353船用エンジン



CAT船用ディーゼルエンジンはD330NA(86ps/2,000rpm)から、D399TA(1,445ps/1,300rpm)まで16機種。主機・補機用として最適のものがお選びいただけます。



Caterpillar, Cat, A, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, Caterpillar Tractor Co. の商標です。

東関東支社 ☎(0471)67-1151  
西関東支社 ☎八王子(0426)42-1111  
北陸支社 ☎新潟(0252)66-9171  
東海支社 ☎安城(0566)77-8411  
近畿支社 ☎赤木(0726)43-1121  
中国支社 ☎瀬野川(08289)2-2151

【特約販売店】  
北海道建設機械販売 ☎札幌(011)881-2321  
東北建設機械販売 ☎岩沼(022312)3111  
四国建設機械販売 ☎松山(0899)72-1481  
九州建設機械販売 ☎二日市(09292)2-6661

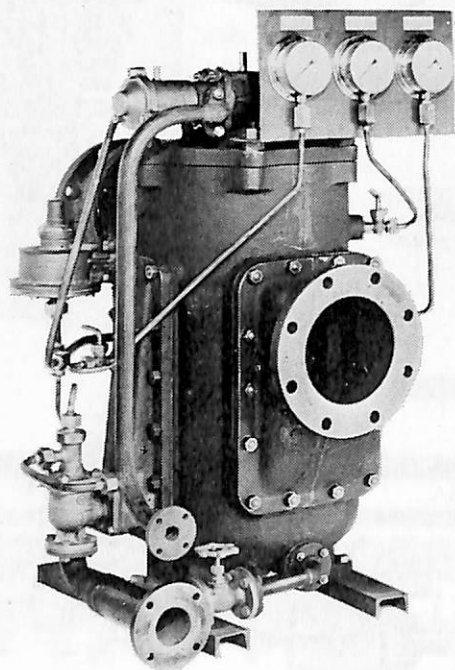
# キャタピラー 三菱 株式会社

油汚過作業の省力化…

機関室を広くする

# マックス・フィルタ<sup>TM</sup>シリーズ

日本船用機器開発協会助成品



## MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油濾器

LS型の特長

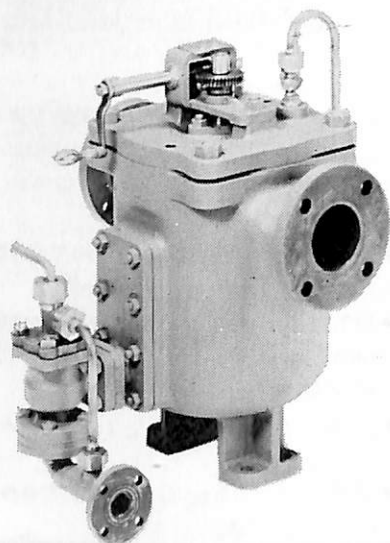
- 動力一切不要
- 設定された差圧になると自動逆洗
- 手動逆洗もワンタッチで可能
- 世界特許・液圧往復運動機・ハイドロシプロケーターを採用

## MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油濾器

LSM型の特長

- 一分間で逆洗終了
- 手をよごさぬワン、ツー、スリー操作でOK

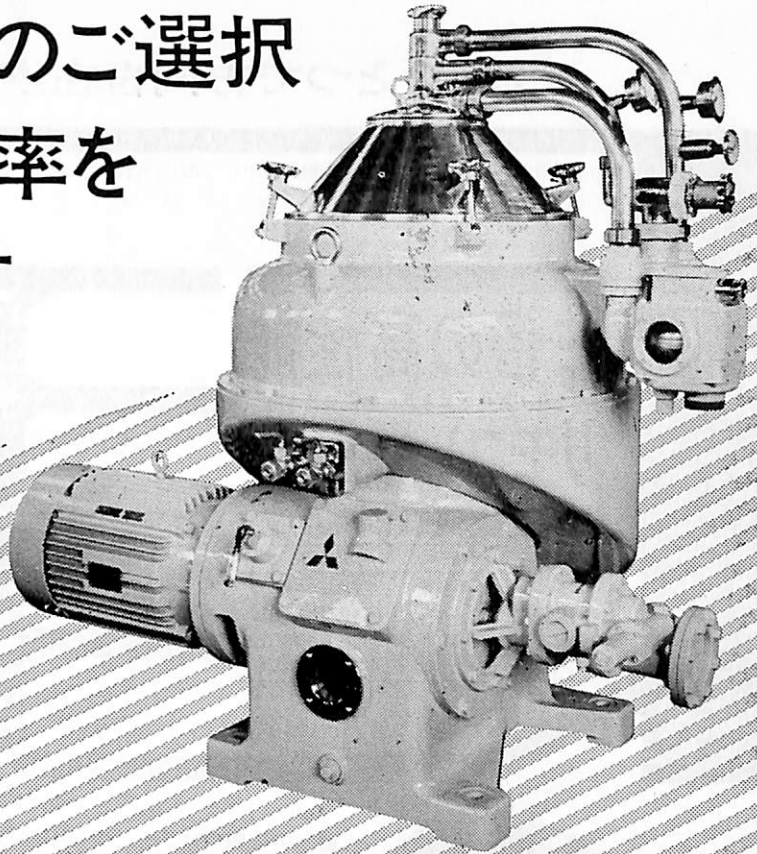


単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

 **新倉工業株式会社**

本 部 横浜市戸塚区小管ヶ谷町1703  
☎0467 (46) 6271 (代)  
東京営業所 東京都品川区東五反田2-14-18  
☎03 (443) 6571 (代)  
大阪営業所 大阪府北区梅田町34千代田ビル西館  
☎06 (345) 7731 (代)

油清浄機のご選択  
が運転効率を  
決定します



船舶機関部の合理化に

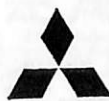
# 三菱セルフジェクター

自動排出遠心分離機

三菱セルフジェクターはその独特の機構により 運転を停めることなく  
スラッジの排出を連続自動的に行うことができますから 稼働率が非常  
に高く その優秀な分離機能と併せて 清浄度を最高に維持できます。  
本機は生産台数すでに10,000台を超え好評をばくしております。

7機種(700~12,000 l/h)

遠心分離機の  
総合メーカー



三菱化工機株式会社

(機器営業部)

本社/東京都千代田区丸の内2-6-2 電話(212)0611(代表)  
営業所/大阪・四日市 工場/川崎・四日市

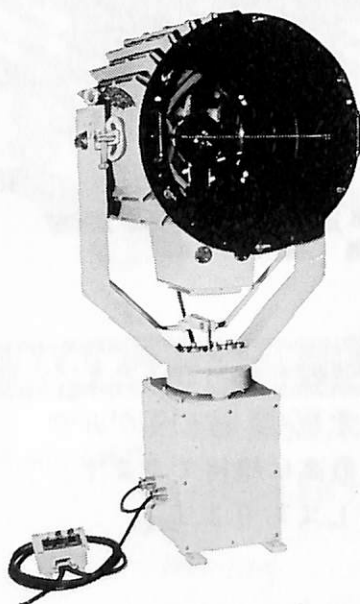
ボタンひとつで方向自在!!

## 三信の高性能

特許3件・実用新案3件・意匠登録1件

## リモコン探照灯

形式	消費電力	光柱光度
RC20形	500W	32万cd以上
RC30形	1kW	140万cd以上
RC40形	2kW	300万cd以上
RC-60H形	3kW	700万cd以上



■この探照灯はスイッチ操作によりふ仰旋回ができる最新式のリモコン探照灯でつぎのような特徴を持っています。

1. スイッチによるリモコン操作ができますから便利で省力化になります。
2. 配線さえすれば船のどこにも取付けられます。
3. 特殊放熱装置の採用による全閉構造のため防水は完璧です。
4. ステンレス製のため長年の使用に耐えます。
5. 世界水準をはるかに抜く明るさで、照射距離が長い。

■ 特許庁長官賞受賞

世界的水準をはるかに抜く明るさ!!



### 三信船舶電具株式会社

◎ 日本工業規格表示許可工場

### 三信電具製造株式会社

本社 ● 東京都千代田区内神田1-16-8 TEL東京 295-1831大代表  
工場 ● 東京都足立区青井1-13-11 TEL東京 887-9525-7  
営業所 ● 福 岡 ・ 室 蘭 ・ 函 館 ・ 石 巻

# 船舶

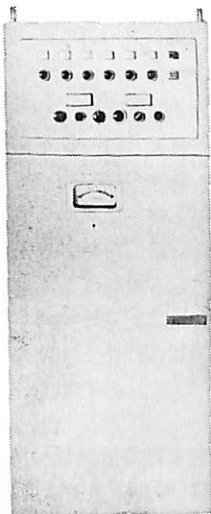
第 45 卷 第 4 号

昭和 47 年 4 月 12 日 発行

天 然 社

## ◇ 目 次 ◇

高速カーフェリー“さんふらわあ”の概要	川崎重工業・神戸造船事業部造船設計部	(37)
低温式 LPG 運搬船 World Rainbow について	三菱重工業株式会社 横浜造船所	(43)
キーレスプロペラの開発	中島 稔	(47)
LNG 船 (LNG 船の概要 その 2) (2)	恵美洋彦・曾根 紘	(59)
防爆入門 (II) (4)	木下直春	(72)
日本海事協会の昭和46年版鋼船規則改正解説 (機関 1)	日本海事協会	(79)
日本造船研究協会の昭和45年度研究業務について (6)	日本造船研究協会研究部	(91)
自動化タンカー 錦江丸		(95)
NK コーナー		(96)
[製品紹介] ミニ直動式三方電磁弁 (MOOU シリーズ)	金子産業株式会社	(97)
[水槽試験資料 256] 載貨重量 約 37,000 英トンのばら積運搬船の水槽試験例	「船舶」編集室	(98)
業界ニュース		(104)
昭和47年1月分建造許可船舶 (船舶局造船課)		(105)
[特許解説] ☆ 浮台船に装備した伸縮式海底作業筒 ☆ 一列倉口型多層甲板船の 下層甲板用片舷起立型倉口蓋装置		(107)
5,000 総トン型航海練習船の起工, 日本最大の FRP 漁業取締船 まつら		(71)
写真解説 ☆ 昭 洋		
☆ 沖繩向け MV-PP5 型ホーバークラフト蛟龍		
☆ 双胴通勤船 あじさい		
竣工船 ☆ あどりあ丸 ☆ 第二三井丸 ☆ 多摩丸 ☆ 錦江丸 ☆ 新光丸 ☆ 大嶋丸		
☆ 津龍丸 ☆ さくら丸 ☆ 広正丸 ☆ てうり ☆ AEGEAN ISLAND		
☆ TERRYLIN ☆ CORNILIOS ☆ GOLDEN CHARIOT ☆ MANDARIN VENTURE		
☆ MORNING STAR ☆ GEORGE M. KELLER ☆ SUN CHONG ☆ EASTERN		
WISEMAN ☆ EASTERN ALPHA ☆ AGENOR ☆ POMPOS ☆ OGDEN NELSON		
☆ NEPCO GALLANT ☆ WORLD GENERAL ☆ GONDWANA		



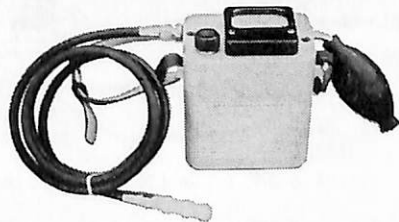
FMA-26型

(カタログ文献謹呈)

## 光明可燃性ガス警報装置

(日本海事協会検定品)

LPG タンカー  
ケミカルタンカー  
オイルタンカー



の  
爆発防止に活躍する

光明可燃性ガス測定器  
FM型

### 光明理化学工業株式会社

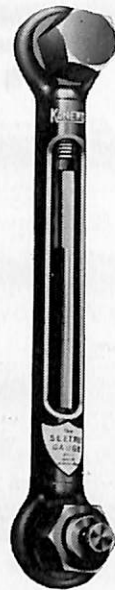
東京都目黒区中央町1-8-24 TEL711-2176(代)



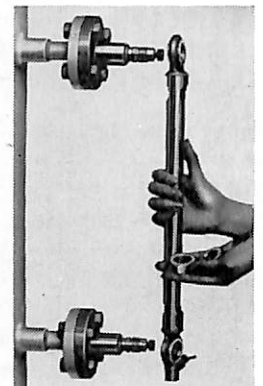
は変わっても

# 液面計なら— マリンゲージ シートルゲージ

マリンゲージ、シートルゲージは共に使用中でもゲージガラスの交換が容易です。液面は赤色ラインが拡大されて見易く、また安全弁を内蔵しガラス破損による液体の流出を防止します。



マリンゲージ(ブッシュ式)



SUS-27製シートルゲージ

## ■マリンゲージ (ブッシュ式)

NK, LR, BV, DFSS, DNV, AB等各国検定機関の認証済み。

材質: BsBM 熔接専用ボス付3/4PFねじ  
価格: ¥6,900 (1m未満) 1m以上は中間接手が付きます。耐圧: 10kg/cm<sup>2</sup> 流体温度: 80°C

## ■シートルゲージ

材質: BsBM 3/4PTねじ ¥6,900(1m未満)  
耐圧: 20kg/cm<sup>2</sup> ・ 流体温度: 80°C  
材質: SUS-27 20A F付 ¥13,520(1m未満)  
耐圧: 30kg/cm<sup>2</sup> 流体温度: 150°C



シートル社東洋総製造販売元



# 金子産業株式会社

本社 東京都港区芝5-10-6  
〒108 ☎(03)455-1411  
出張所 広島県福山市寺町7-5  
〒720 ☎(0849)23-5877





## 測量船 " 昭 洋 "

日立造船・舞鶴工場で建造していた海上保安庁むけ2,000トン型測量船"昭洋"は、去る2月26日完成、引渡しを完了した。

この測量船は、船舶の安全航行確保、海洋開発の基礎データ収集のため海底の地形・地質・磁気などを測量するもので、日本周辺海域の海洋調査に従事するほか、マラッカ海峡の測量など国際観測にも参加する。

本船の特長ならびに主要目は次のとおりである。

### 1. 特 長

- (1) 本船は、電波機器を使用できる長さ13mの測量艇2隻を装備しており、測量船としてはわが国で最大・最新鋭のもの。
- (2) 船内に観測室、電子計算室(データ処理)を設け各種測深機器、地質探査機器、海上重力計、探泥装置などを搭載。
- (3) こまかい動きが迅速・容易に行なえるよう可変ピッチプロペラならびに補助プロペラ(バウスラスタ)を装備。

### 2. 測量能力

採水深度	最大	10,000 m
採泥深度	"	6,000 "
音響測定深度	"	10,000 "

### 3. 主要目

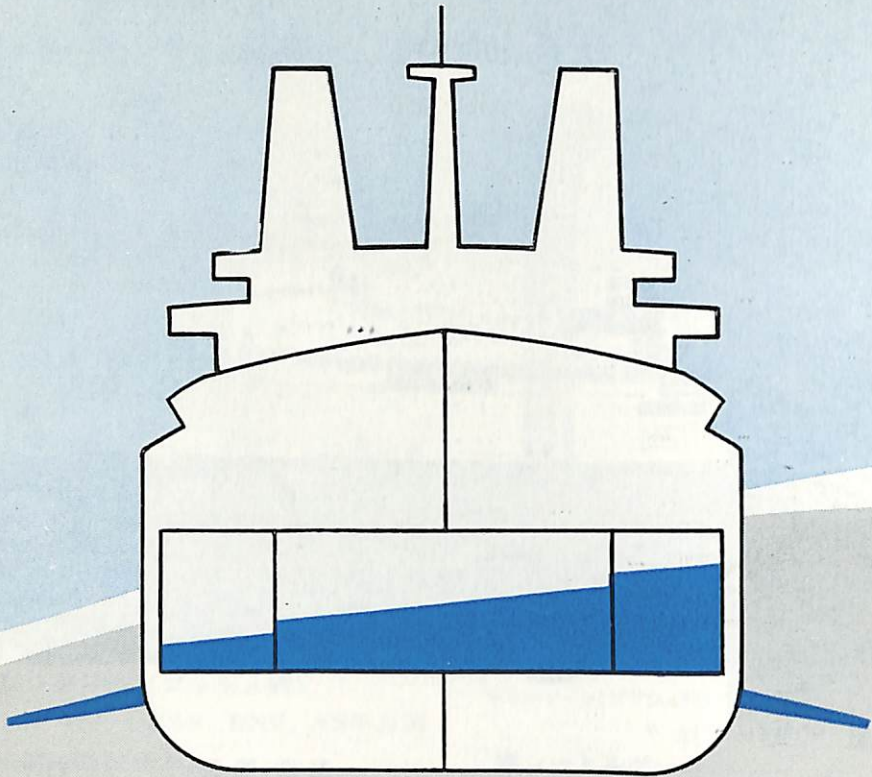
全 長	80.0 m
-----	--------

垂線間長	73.0 "
幅	12.3 "
深さ	6.5 "
吃水	4.2 "
排水量	2,044.18トン
総トン数	1,841.18 "
主機関	富士12VM32M2型ディーゼル機関(船主支給)2基
最大出力	1基 2,400馬力
速力	17.24ノット
乗務員	73人 運航要員 49人 測量要員 24人
起工	46-3-26
進水	46-9-18
完工	47-2-26

〔参考資料〕わが国の大型観測船(1,000総トン以上)

船名	船種	総トン数	建造年月日	所 属
凌風丸	海洋気象観測船	1,598.8	昭41.8	気象庁
白鳳丸	海洋研究船	3,225.5	42.3	東京大学
開洋丸	漁業調査船	3,210.3	42.9	水産庁
啓風丸	気象観測船	1,795.8	42.12	気象庁
あかし	海洋観測船	1,420.0	44.10	防衛庁
昭洋	測 量 船	1,841.2	47.2	海上保安庁

Q どんな状況下でも、すぐれた効果を示す横揺れ防止装置  
とは一体なんですか？



A フリューム・エレクトロフィン組合せシステムがもっとも  
効果的です。その上、経済性でもヒケをとりません。

フリウム・エレクトロフィン組合せシステムは航海速度に関係なく、デッドスローでも停止中でも、横揺れを75%から90%低減します。フリウムタンクは保守点検の必要はなく、船舶の速度にもまったく影響を与えません。横揺れのある限り四六時中作動し続けます。激浪の際はエレクトロフィンが作動位置に伸びて横揺れを最大限に減衰します。どんな場合でもフリウム・エレクトロフィンの組合せシステムは頭初の装備費用を低廉に押えると同時に、作動と保守に要する経費を節減できるよう設計され、技術指導がおこなわれています。このユニークな横揺れ防止装置によって運航がどのように改善されるものか、その詳細についてフリウムの専門家にぜひ一度おたずね下さい。



700隻以上の船舶に装備され  
その効果が立証されています

Designed & Engineered By

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

SHIP MOTIONS DIVISION

NAVAL ARCHITECTS • MARINE ENGINEERS • CONSULTANTS

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

MADRID  
Sociedad Espanola De Productos  
Navales, SEPRONA  
Edificio Santa Marca  
Plaza Final de la Calle Colombia 2, 8°  
Madrid (16), Spain

HAMBURG  
John J. McMullen G.m.b.H.  
Glockengiesserwall 20  
Hamburg, Germany

日本総代理店 極東マック・グレゴリー株式会社

東京都中央区八丁堀2-7-1 大石ビル

電話 東京(03)552-5101

沖縄向け MV-PP 5 型 ホーバークラフト 蛟龍



沖縄、八重山郡竹富町向け 50 人乗り MV-PP 5 型ホーバークラフト「蛟龍」は、このほど、千葉造船所の新ホーバークラフト基地にて完成した。

本艇は、沖縄本土復帰を記念して、復帰と同時に、八重山観光フェリー株式会社の運航により石垣港を基点とする竹富町所属の各離島間の連絡艇として使用される予定である。

就航航路は、珊瑚礁水域であり、在来船では吃水や航路の選定あるいは潮の干満による運航時間の制限などいろいろ問題があつたが本ホーバークラフトによつて、これからの問題点はすべて解消した。在来船では約 2 時間半を要していた石垣と西表島の 30 km を 20 数分に短縮することができ、離島の住民の福祉向上と今後の観光開発に大いに役立つものと期待されている。

なお、三井造船においては近く（4 月）150 人乗りの試作艇、MV-PP 15 型ホーバークラフトが完成する予定である。

型 式	三井ホーバークラフト MV-PP 5
全 長	約 16.00 m

全 幅	約 8.60 m
全 高(着地時)	約 4.40 m
浮上高さ	約 1.20 m
全備重量	約 14 t
乗客席数	52
エンジン	1,050 馬力 ガスタービン機関 1 基
浮上用ファン	1 基
推進用プロペラ	可変ピッチ式 2 基
最高速度	約 100 キロ
航続時間	約 4 時間

双胴通勤船 「あじさい」

三菱重工は、長崎県西彼杵郡香焼町に建設中の長崎造船所・香焼工場への従業員の通勤対策として、野母商船と船舶整備公団の共有船である双胴旅客船「あじさい」による海上輸送を開始した。

同工場は長崎港口にあり、長崎市の中心部から約 15 キロ、バスで約 50 分の距離であるが、通勤船の就航により大波止（長崎港）～長浜（香焼工場）間約 7.5 キロの海上を 25 分でむすび、陸路にくらべて大幅な時間短縮とな

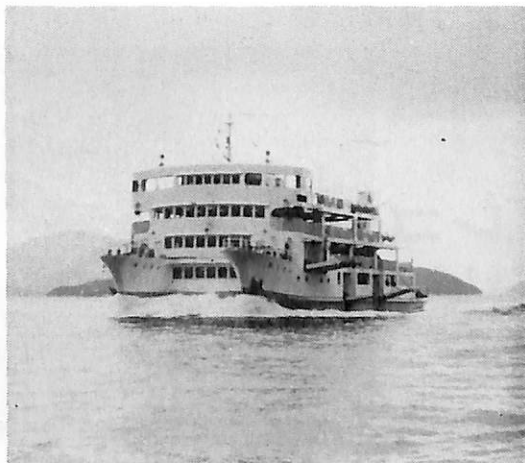
り、従業員の疲労軽減にも役立ち、作業能率向上にも寄与するものと思われる。

工場完成にさきだち、現在、一部稼働中の工場従業員と建設工事関係者など約 3,000 名のうちその半数を輸送する通勤船として 3 月 5 日から就航を開始した。本船は九州初の双胴船で、冷暖房を完備した豪華船である。

なお、同工場の本格的稼働により従業員も増加するので、本年 10 月、さらに同型双胴船 1 隻を就航させる予定である。

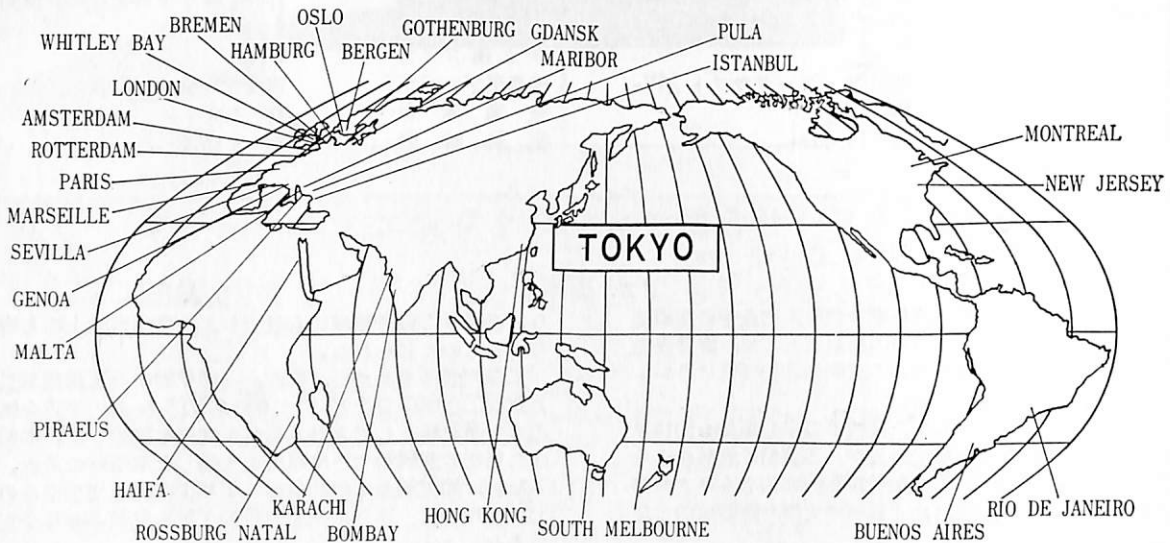
「あじさい」の主要目

全 長	34.5 m
長  さ	30.5 m
全 幅	13.2 m
単  胴  幅	4.0 m
深  さ	4.5 m
総トン数	490 t
主  機  関	三菱ディーゼル・エンジン 12DE 20 MTK 700 PS×2
速  力	(最大) 13.3 ノット (航海) 12.3 ノット
旅客定員	1,508 人
建造費用	21,000 万円
建造所	(有)松浦鉄工造船所 (広島県豊田郡東野町)



1 万隻の実績と  
25 カ国60 カ所の  
サービス網を誇る

**MacGREGOR HATCH COVER**



**極東マック・グレゴリー株式会社**

東京都中央区八丁堀2丁目7番1号 TEL (552) 5101 (代)

い せ な み  
巡視艇 (アルミ合金製)

船 主 海上保安庁  
造船所 日立造船・神奈川工場

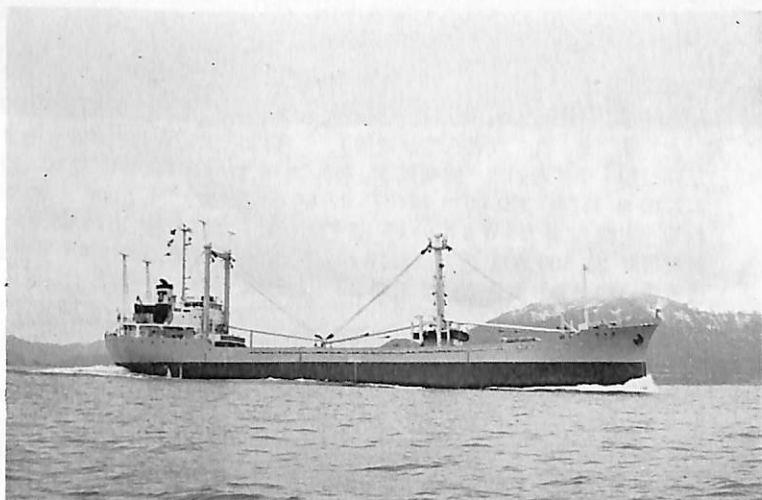
全長 21.00 m 幅(型) 5.20 m 深(型)  
2.70 m 吃水 0.97 m 総噸数 67.51 噸  
排水量 45.25 噸 主機 メルセデスベ  
ンツ池貝 MB 820 D 6×2 基 速力 最高  
27.02 ノット 竣工 47-2-29 配属  
第 4 管区海上保安部鳥羽保安部



東 海 号  
(貨物船)

船 主 東海船舶株式会社  
造船所 西造船株式会社

総噸数 2,739.14 噸 純噸数 1,630.43 噸  
近海 船級 NK 載貨重量 4,823.87 噸  
全長 94.00 m 長(垂) 87.00 m 幅(型)  
15.00 m 深(型) 7.50 m 吃水 6.285 m  
満載排水量 6,346.00 噸 船首尾楼付凹  
甲板型 主機 赤阪鉄工製 6 DM 51 SS 型  
ディーゼル機関 1 基 出力 3,060 PS×  
213 RPM 燃料消費量 11.4 t/d 航続距離  
9,730 海里 速力 12.6 ノット 貨物倉(ベ  
ール) 5,573.21 m<sup>3</sup> (グレーン) 5,918.96  
m<sup>3</sup> 燃料油倉 415.25 m<sup>3</sup> 清水倉 147.48  
m<sup>3</sup> 旅客 8 名 船員 24 名 計 32 名 工期  
46-11-8, 47-1-17, 47-2-14



船舶外板・タンク の

電気防蝕に関する調査・設計は

専門のエンジニアリングコンサルタント

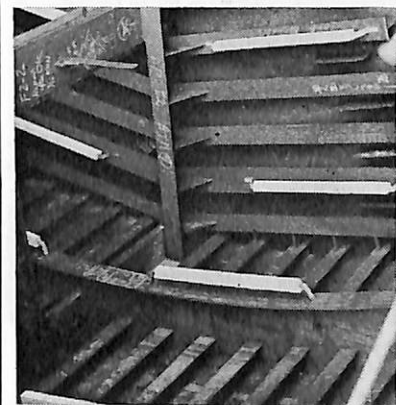
中川防蝕工業株式会社に

御相談下さい。

当社は技術士(金属部門)15名を擁する  
ユニークな防蝕専門会社です。

中川防蝕工業株式会社

本社 東京都千代田区神田鍛冶町 2-1 電話(252) 3171(代)  
テレックス・ナカガワボウショク TOK 222-2826  
大阪(344)1831・名古屋(962)7866・福岡(77)4664・広島(48)0524  
札幌(251)3479・仙台(23)7084・新潟(66)5584・高松(51)0265



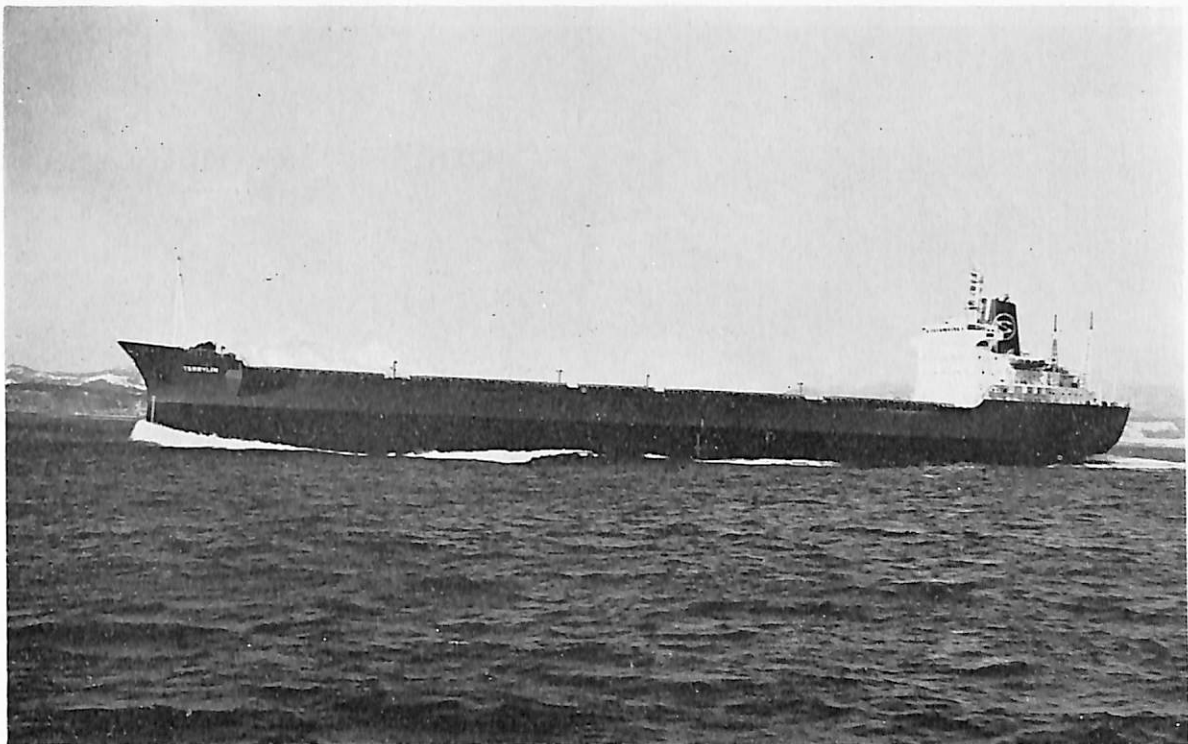
アルミ陽極取付 バラストタンク



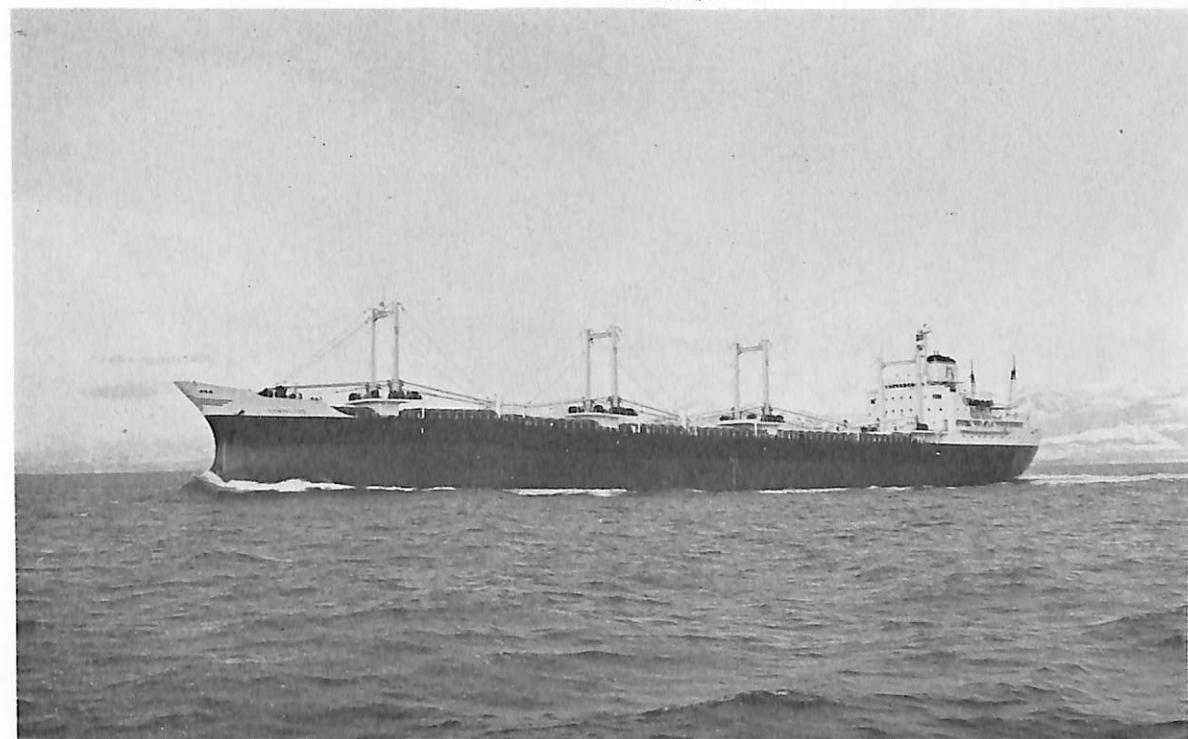
あどりあ丸 (鉱石兼油槽船) 船主 大阪商船三井船舶株式会社・日本海汽船株式会社 造船所 三井造船・千葉造船所 総噸数 96,760.30 噸 純噸数 69,059.72 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 183,572 噸 全長 312.00 m 長(垂) 300.00 m 幅(型) 47.50 m 深(型) 24.10 m 吃水 18.036 m 満載排水量 216,445 噸 平甲板船 主機 三井 B&W 8 K 98 FF 型ディーゼル機関 1 基 出力 25,800 PS×97.5 RPM 燃料消費量 99.83 t/d 航続距離 23,400 海里 速力 15.16 ノット 貨物倉 105,377.2 m<sup>3</sup> 貨油倉 220,289.6 m<sup>3</sup> 燃料油倉 7,248.2 m<sup>3</sup> 清水倉 459.3 m<sup>3</sup> 乗員 34 名 工期 46-7-15, 46-10-27, 47-2-14



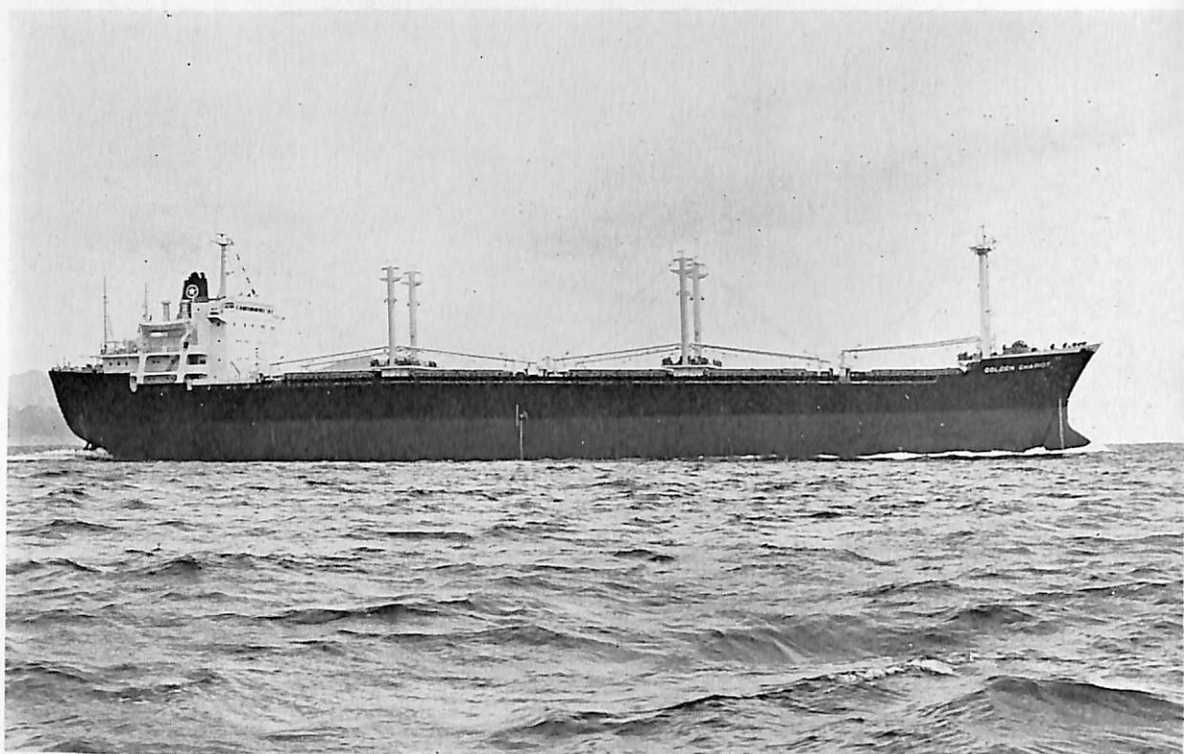
AEGEAN ISLAND (鉱石、ばら兼油槽船) 船主 Aegean Seaways Company S. A. (パナマ) 造船所 三菱重工業・広島造船所 総噸数 57,801.54 噸 純噸数 45,020.51 噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 114,014 噸 全長 261.00 m 長(垂) 247.00 m 幅(型) 40.60 m 深(型) 21.70 m 吃水 15.929 m 満載排水量 135,448 噸 船首楼付平甲板船 主機 三菱スルザー 9 RND 90 型ディーゼル機関 1 基 出力 22,500 PS×116 RPM 燃料消費量 82.7 t/d 速力 16.0 ノット 貨油倉 133,338 m<sup>3</sup> 貨物倉(グリーン) 123,236 m<sup>3</sup> 燃料油倉 6,181 m<sup>3</sup> 清水倉 390 m<sup>3</sup> 乗員 39 名 工期 46-6-22, 46-9-4, 47-2-4



TERRYLIN (ばら積貨物船) 船主 Suan Shipping Company Inc. (モンロビア) 造船所 函館ドック・  
 函館造船所 総噸数 14,728.96 噸 純噸数 10,391 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 26,061 噸 全長 171.710 m  
 長(垂) 162.00 m 幅(型) 24.30 m 深(型) 14.00 m 吃水 33'-1" 満載排水量 32,715 噸 船首尾楼付一  
 層甲板型 主機 IHI スルザー 6 RND 76 型ディーゼル機関 1 基 出力 10,800 PS×117.8 RPM 燃料消費量  
 40.1 t/d 航続距離 約 14,900 海里 速力 約 15.25 ノット 貨物倉(ベール) 1,167.193 ft<sup>3</sup> (グリーン) 1,179.984  
 ft<sup>3</sup> 燃料油倉 C 46,274 ft<sup>3</sup> A 11,268 ft<sup>3</sup> 清水倉 FW 12.056 ft<sup>3</sup> DW 2,576 ft<sup>3</sup> 乗員 42 名 工期 46-7-29,  
 46-10-9, 47-1-27 設備 12.5t×4 Munck Loader 搭載



CORNILIOS (ばら積貨物船) 船主 Crown Shipping Corporation (リベリア) 造船所 函館ドック・  
 室蘭製作所 総噸数 16,313.07 噸 純噸数 11,015.35 噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 28,741 噸 全長 180.80 m  
 長(垂) 170.00 m 幅(型) 23.10 m 深(型) 14.50 m 吃水 10.65 m 満載排水量 35,241 噸 船首楼低船尾楼付  
 凹甲板型 主機 IHI-スルザー 6 RND 76 型ディーゼル機関 1 基 出力 10,080 PS×118 RPM 燃料消費量 153  
 g/bhp/h 航続距離 16,000 海里 速力 15.0 ノット 貨物倉(グリーン) 35,680 m<sup>3</sup> 燃料油倉 2,190 m<sup>3</sup> 清水倉  
 240 m<sup>3</sup> 乗員 40 名 工期 46-7-24, 46-11-10, 47-1-28 同型船 DIMITIROS CRITICO



**GOLDEN CHARIOT** (ばら積貨物船) 船主 Golden Agiogalusena Steamship Inc. (リベリア)  
 造船所 日本鋼管・清水造船所 総噸数 12,959.41 噸 純噸数 8,719 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 22,076.1 噸  
 全長 155.70 m 長(垂) 145.70 m 幅(型) 22.86 m 深(型) 13.60 m 吃水 9.908 m 満載排水量 26,906.8 噸  
 凹甲板型 主機 住友スルザー 6 RND 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 7,650 PS×130 RPM 燃料消費量 28.0  
 t/d 航続距離 27,300 海里 速力 15.1 ノット 貨物倉(ペール) 24,929.9 m<sup>3</sup> (グレーン) 28,474.5 m<sup>3</sup> 燃料  
 油倉 2,403.8 m<sup>3</sup> 清水倉 84.3 m<sup>3</sup> 乗員 40 名 工期 46-9-29, 46-12-9, 47-2-18

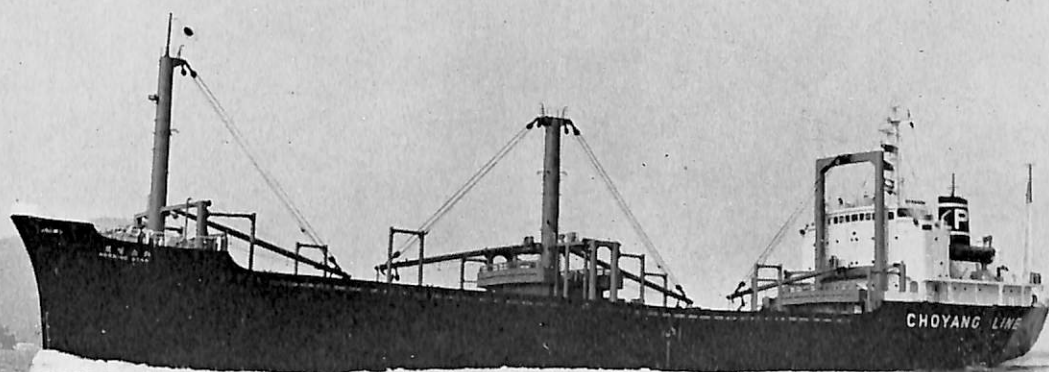


**MANDARIN VENTURE** (ばら積貨物船) 船主 Transworld Carriers, Inc. (リベリア) 造船所 日立  
 造船・向島工場 総噸数 10,990.84 噸 純噸数 6,864 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 19,162 噸 全長 156.155 m  
 長(垂) 146.00 m 幅(型) 22.60 m 深(型) 12.90 m 吃水 9.5377 m 満載排水量 24,164 噸 船尾楼付一層甲  
 板船 主機 日立 B&W 6 K 62 EF-140 型ディーゼル機関 1 基 出力 7,600 PS×140 RPM 航続距離 16,200 海里  
 速力 14.7 ノット 貨物倉(ペール) 833,611 ft<sup>3</sup> (グレーン) 854,446 ft<sup>3</sup> 燃料油倉 49,286 ft<sup>3</sup> 清水倉 8.675  
 ft<sup>3</sup> 乗員 50 名 工期 46-8-6, 46-10-15, 47-2-2





多摩丸 (自動車運搬船) 船主 大阪商船三井船舶株式会社 造船所 日立造船・舞鶴工場  
 総噸数 6,998.74 噸 純噸数 2,948.83 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 9,222 噸 全長 174.50 m 長(垂) 164.00 m  
 幅(型) 25.40 m 深(型) 8.10 m 吃水 7.2255 m 満載排水量 17,086 噸 主機 日立 B&W 9 K 62 EF 型ディーゼル機関 1 基 出力 10,540 PS×137 RPM 燃料消費量 40.5t/d 航続距離 12,096 海里 速力 18.0 ノット 自動車積載数 2,530 台 燃料油倉 1,502.06 m<sup>3</sup> 清水倉 610.63 m<sup>3</sup> 乗員 30 名 工期 46-8-5, 46-11-11, 47-2-22 設備 Car loading : Shore ramp 1 set, Ramp platform 2 sets, Hold ramp 11 sets



MORNING STAR (木材運搬船) 船主 Cho Yang Shipping Co., Ltd. (韓国) 造船所 株式会社 宇品造船所  
 総噸数 4,019.92 噸 純噸数 2,231.35 噸 遠洋 船級 KR, NK 載貨重量 6,257.2 噸 全長 109.55 m 長(垂) 101.90 m  
 幅(型) 16.40 m 深(型) 8.20 m 吃水 6.763 m 満載排水量 8,425 噸 凹甲板船 主機 赤坂鉄工所 6 UET-45/75 C 型ディーゼル機関 1 基 出力 3,230 PS×218 RPM 燃料消費量 12.1 t/d 航続距離 15,300 海里  
 速力 12.8 ノット 貨物倉(ベール) 7,876.8 m<sup>3</sup> (グレーン) 8,243.0 m<sup>3</sup> 燃料油倉 719.37 m<sup>3</sup> 清水倉 462.25 m<sup>3</sup> 乗員 40 名 工期 46-7-6, 46-8-20, 46-10-19



**錦江丸 (油槽船)** 船主 昭和海运株式会社 造船所 日本钢管・津造船所  
 総噸数 129,216.75 噸 純噸数 101,063.13 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 261,354 噸 全長 331.50 m 長(垂) 314.00 m 幅(型) 54.80 m 深(型) 26.40 m 吃水 20.53 m 平甲板船 主機 IHI-クロスコンパウンド型衝動タービン(ロックドレイン型2段減速装置付)1基 出力 36,000 PS×85 RPM 燃料消費量 179.45 t/d 航続距離 18,650 海里 速力 15.80 ノット 貨油倉 321,648.6 m<sup>3</sup> 燃料油倉 9,777.5 m<sup>3</sup> 清水倉 841.1 m<sup>3</sup> 乗員 31 名 工期 46-6-25, 46-11-16, 47-2-20 設備 ES システム装置, コンピューター自動航法システム



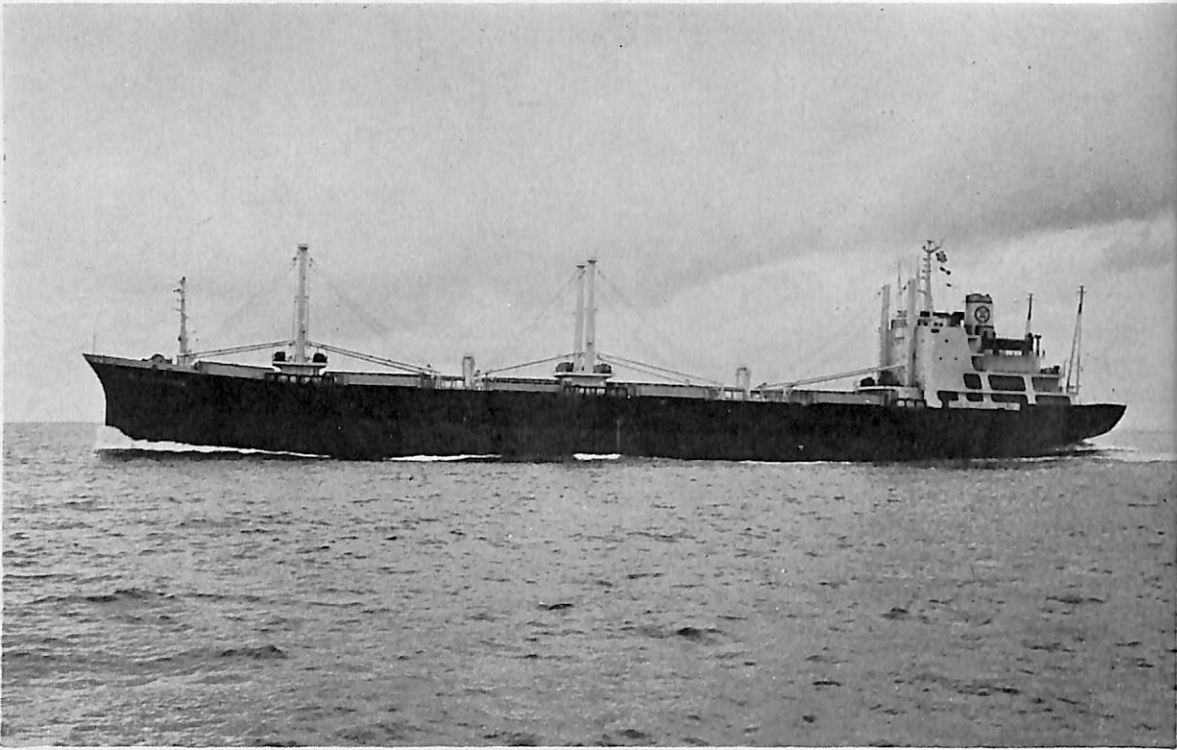
**GEORGE M. KELLER (油槽船)** 船主 Chevron Transport Corporation (リベリア) 造船所 三菱重工業・長崎造船所 総噸数 118,316.71 噸 純噸数 100,194 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 264,011 噸 全長 337.70 m 長(垂) 320.00 m 幅(型) 53.60 m 深(型) 26.40 m 吃水 67'-4<sup>1</sup>/<sub>8</sub>" 満載排水量 299,381 噸 船首楼付平甲板船 主機 三菱2段減速機付船用タービン1基 出力 32,000 PS×90 RPM 燃料消費量 156 t/d 航続距離 25,000 海里 速力 15.4 ノット 貨油倉 320,552.1 m<sup>3</sup> 燃料油倉 12,296.60 m<sup>3</sup> 清水倉 372.50 m<sup>3</sup> 乗員 62 名(予備7名を含む) 工期 46-7-19, 46-10-3, 47-2-10 同型船 J.R.GREY



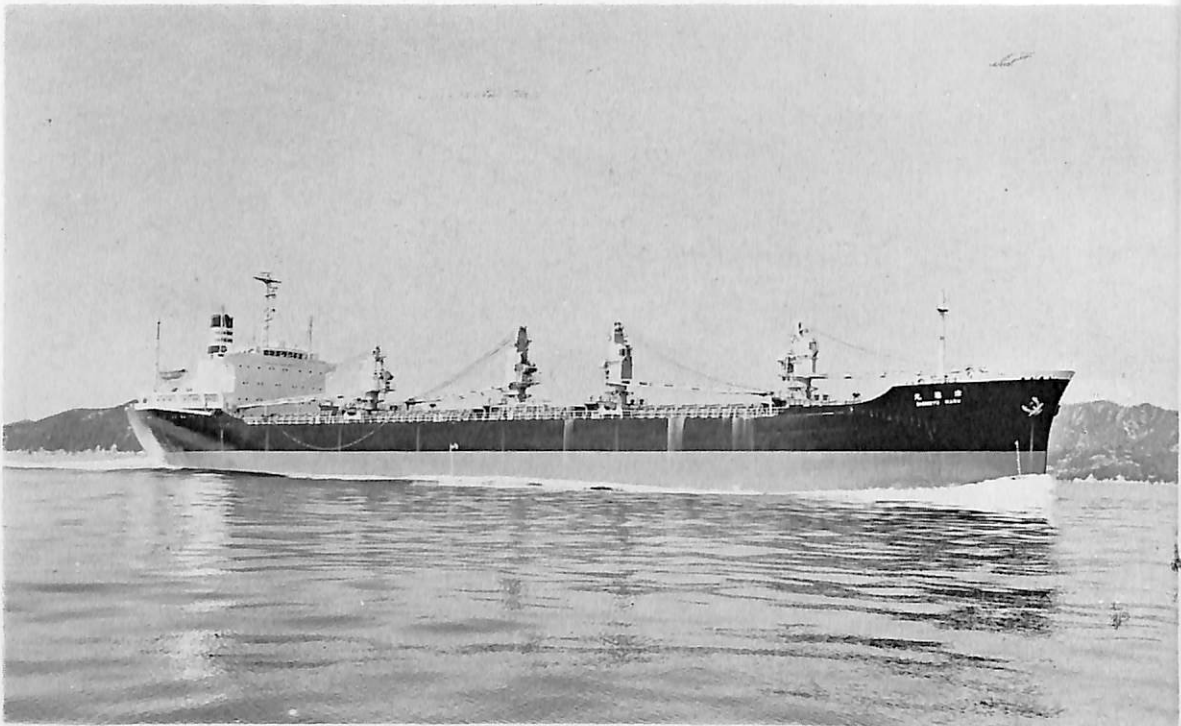
**新 光 丸 (油 槽 船)** 船 主 三光汽船株式会社 造船所 三菱重工業・長崎造船所  
 総噸数 117,575.22 噸 純噸数 88,376.47 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 237,573 噸 全長 321.82 m 長(垂)  
 304.00 m 幅(型) 52.40 m 深(型) 25.70 m 吃水 19.887 m 満載排水量 271,391 噸 船首樓付平甲板船 主機  
 三菱 2 段減速機付船用タービン 1 基 出力 34,000 PS×90 RPM 燃料消費量 166.5 t/d 航続距離 16,000 海里  
 速力 15.8 ノット 貨油倉 289,267.3 m<sup>3</sup> 燃料油倉 8,586.3 m<sup>3</sup> 清水倉 760.1 m<sup>3</sup> 乗員 37 名 (予備 4 名含む)  
 工期 46-6-28, 46-11-2, 47-2-22 同型船 瑞光丸



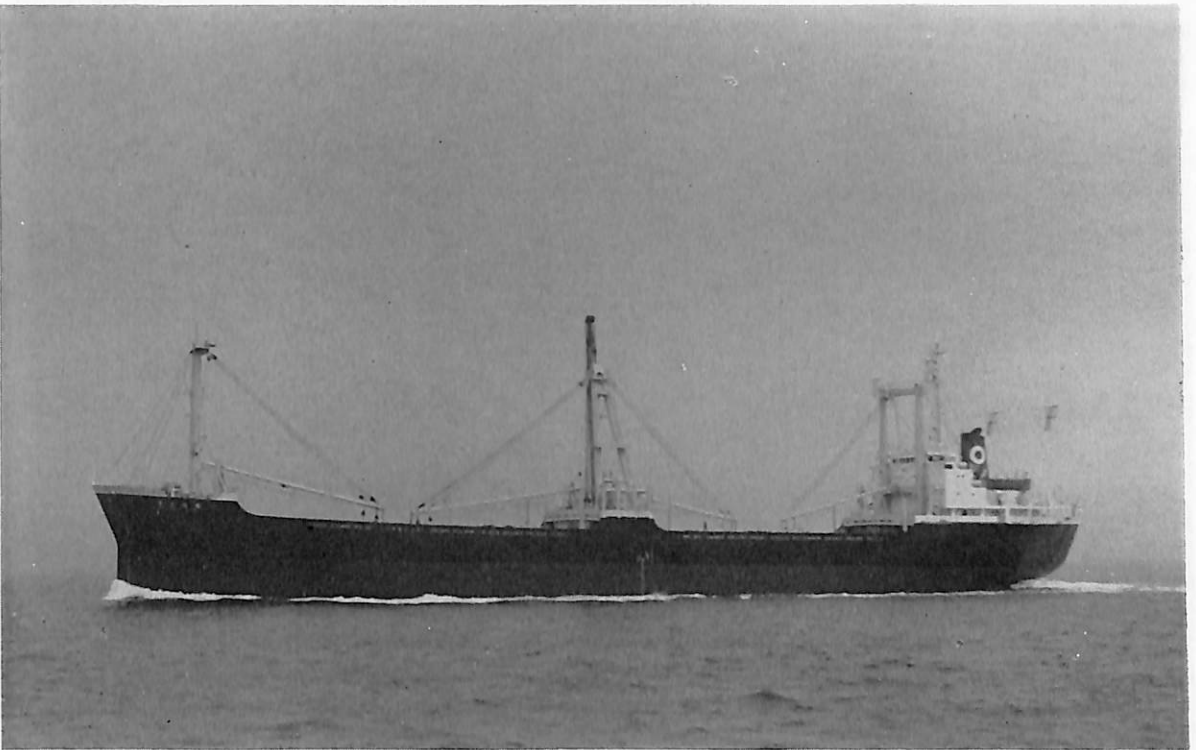
**大 嶋 丸 (油 槽 船)** 船 主 出光タンカー株式会社 造船所 石川島播磨重工業・横浜第工場  
 総噸数 116,833.31 噸 純噸数 80,759.66 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 222,401 噸 全長 317.00 m 長(垂)  
 300.00 m 幅(型) 50.00 m 深(型) 27.00 m 吃水 20.033 m 平甲板船 主機 IHI-船用タービン 1 基 出力  
 33,000 PS×80 RPM 燃料消費量 161.7 t/d 航続距離 17,100 海里 速力 16.0 ノット 貨油倉 264,765.1 m<sup>3</sup>  
 燃料油倉 8,875.4 m<sup>3</sup> 清水倉 369.1 m<sup>3</sup> 乗員 44 名 工期 46-4-22, 46-9-18, 46-12-24 M0 取得船



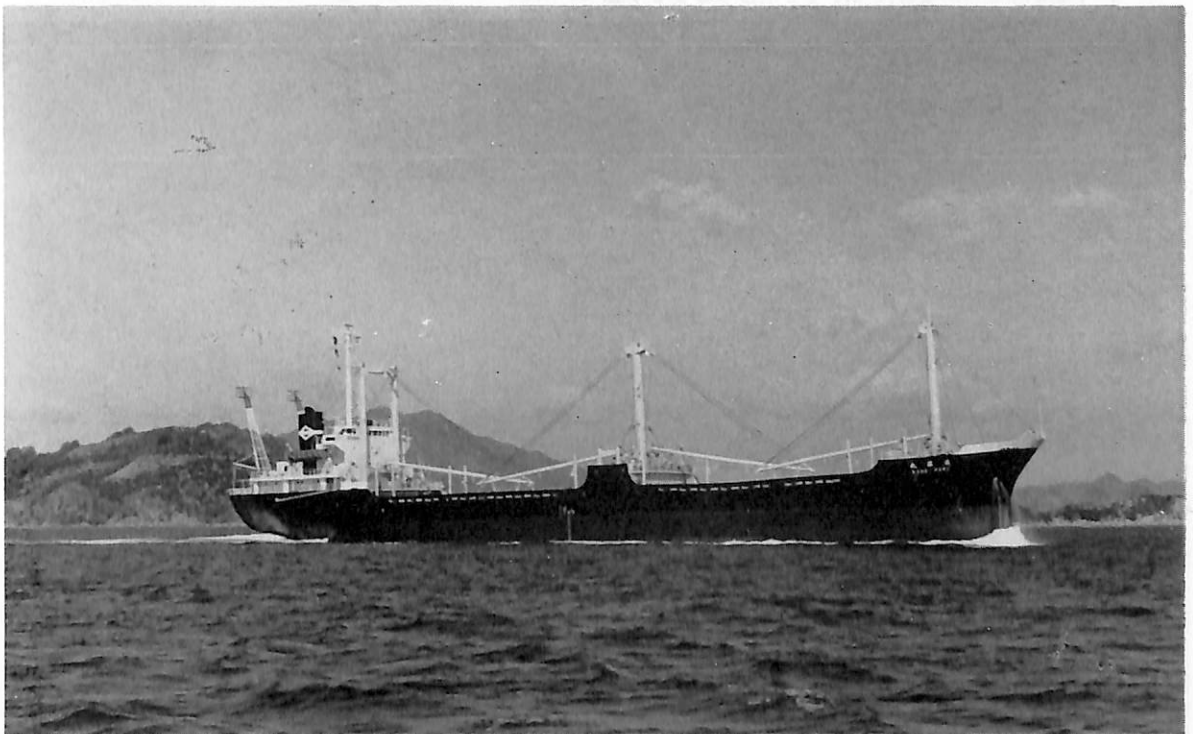
**SUN CHONG** (貨物船) 船主 East West Ocean Transportation Inc. (リベリア) 造船所 日本海重工業株式会社 総噸数 9,954.93 噸 純噸数 6,312.76 噸 遠洋 船級 BV 載貨重量 15,652 噸 全長 149.94 m 長(垂) 140.00 m 幅(型) 20.80 m 深(型) 12.75 m 吃水 9.251 m 満載排水量 20,868 噸 平甲板船型 主機 宇部興産 6 UEC<sup>65/135</sup> C 型ディーゼル機関 1 基 出力 6,885 PS×137.4 RPM 燃料消費量 25.66 t/d 航続距離 19,800 海里 速力 15.0 ノット 貨物倉(ベール) 19,879 m<sup>3</sup> (グリーン) 21,565 m<sup>3</sup> 燃料油倉 DO 130.4 m<sup>3</sup> FO 1,411.5 m<sup>3</sup> 清水倉 297.4 m<sup>3</sup> 乗員 42 名 工期 46-8-31, 46-11-20, 47-2-17 設備 ポータブルカーデッキ装備



**津龍丸** (ばら積貨物船) 船主 太平洋汽船株式会社 造船所 幸陽船渠株式会社 総噸数 13,685.88 噸 純噸数 8,057.02 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 22,457.38 噸 全長 163.09 m 長(垂) 155.00 m 幅(型) 23.80 m 深(型) 12.80 m 吃水 9.402 m 満載排水量 28,328 噸 凹甲板船 主機 IHI-スルザー 6 RND 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 8,415 PS×142 RPM 燃料消費量 29.8 t/d 航続距離 12,800 海里 速力 14.3 ノット 貨物倉(ベール) 25,382.88 m<sup>3</sup> (グリーン) 26,390.70 m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,368.27 m<sup>3</sup> 清水倉 436.97 m<sup>3</sup> 乗員 27 名 工期 46-9-6, 46-11-16, 47-3-1 設備 デッキクレーン 4 基



さくら丸 (貨物船) 船主 住友商事株式会社 造船所 株式会社 来島どっく波止浜工場  
 総噸数 7,006.48 噸 純噸数 4,697.35 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 11,570.91 噸 全長 131.81 m 長(垂)  
 122.80 m 幅(型) 19.0 m 深(型) 10.80 m 吃水 8.309 m 満載排水量 15,051.00 噸 船首尾楼付凹型船尾機  
 関船 主機 神発 6UEG<sup>52/105</sup>D 型ディーゼル機関 1 基 出力 5,270 PS×166 RPM 燃料消費量 20.0 t/d  
 航続距離 約 17,000 海里 速力 14.00 ノット 貨物倉(ベール) 15,159.11 m<sup>3</sup> (グレーン) 15,699.11 m<sup>3</sup> 燃料  
 油倉 1,098.7 m<sup>3</sup> 清水倉 443.5 m<sup>3</sup> 乗員 33 名 工期 46-8-6, 46-11-22, 47-1-27



広正丸 (貨物船) 船主 船舶整備公団, 広栄汽船株式会社 造船所 株式会社 来島どっく大西工場  
 総噸数 4,480.92 噸 純噸数 3,109.79 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 8,879.30 噸 全長 119.43 m 長(垂)  
 111.00 m 幅(型) 18.60 m 深(型) 9.40 m 吃水 7.442 m 船首尾楼付凹型船尾機関船 主機 赤阪 6UET<sup>52/90</sup>  
 C 型ディーゼル機関 1 基 出力 4,420 PS×185 RPM 燃料消費量 16.13 t/d 航続距離 15,000 海里 速力  
 13.0 ノット 貨物倉(ベール) 9,952.12 m<sup>3</sup> (グレーン) 10,829.54 m<sup>3</sup> 燃料注倉 891.84 m<sup>3</sup> 清水倉 377.93 m<sup>3</sup>  
 乗員 28 名 工期 46-7-14, 46-11-11, 47-1-24



OGDEN NELSON (油槽船) 船主 Ogden Nelson Transports, Inc. (リベリア) 造船所 日立造船・堺工場 総噸数 124,370.65 噸 純噸数 106,189 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 270,378 噸 全長 331.00 m 長(垂) 316.00 m 幅(型) 51.20 m 深(型) 28.30 m 吃水 22.013 m 満載排水量 306,269 噸 一層甲板船 主機 川崎-UA-360 船用タービン 1 基 出力 35,000 PS×89 RPM 燃料消費量 172.2 t/d 航続距離 約 19,300 海里 速力 15.6 ノット 貨油倉 332,693.6 m<sup>3</sup> 燃料油倉 9,684.6 m<sup>3</sup> 清水倉 823.7 m<sup>3</sup> 乗員 52 名 工期 46-5-7, 46-9-17, 47-1-25



NEPCO GALLANT (油槽船) 船主 Naves Armadora S. A. (リベリア) 造船所 日立造船・因島工場 総噸数 54,925.60 噸 純噸数 42,499.75 噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 116,298 噸 全長 261.00 m 長(垂) 250.00 m 幅(型) 40.20 m 深(型) 21.40 m 吃水 16.212 m 満載排水量 136,572 噸 一層甲板船 主機 日立 B&W 9 K 84 EF 型ディーゼル機関 1 基 出力 21,100 PS×110 RPM 燃料消費量 77.5 t/d 航続距離 16,100 海里 速力 15.25 ノット 貨油倉 140,263.01 m<sup>3</sup> 燃料油倉 3,861.82 m<sup>3</sup> 清水倉 1,255.46 m<sup>3</sup> 乗員 41 名 工期 46-7-28, 46-10-18, 47-1-25

中型掃海艇 て う り

船主 防衛庁  
造船所 日本鋼管・鶴見造船所

全長	52.0 m
垂線間長	52.0 m
幅	8.8 m
深	4.0 m
吃水	2.4 m
基準排水量	約 380トン
主機	三菱 YV 12 ZC 2 基
出力	2×700 PS×506 RPM
航海速度	14ノット
設備	可変ピッチプロペラ, 高性能機雷探知器, 冷暖房装置



第二三井丸  
(ばら積貨物船)

船主 三井物産株式会社  
富士汽船株式会社  
大阪商船三井船舶株式会社

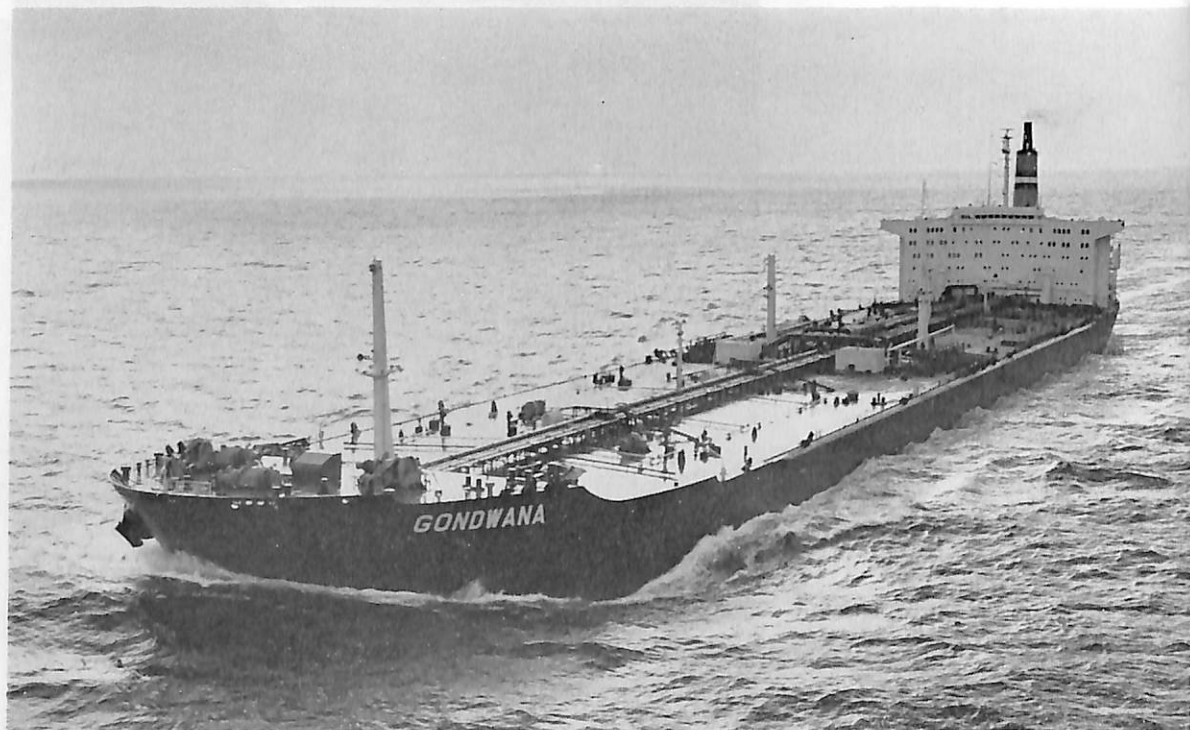
造船所 三井造船・玉野造船所

全長 228.75m 長(垂) 218.00m 幅(型) 32.20 m 深(型) 18.30 m 吃水 12.228m  
総噸数 37,312.53 噸 載貨重量 61,147 噸  
貨物倉 75,560.8 m<sup>3</sup> 速力(試) 17.7 ノット  
主機 三井 B&W 6 K 84 EF 型ディーゼル機関 1 基 出力(最大) 16,500 PS × 116 RPM 乗員 29 名 船級 NK 工期 46-5, 46-11, 47-2-10  
設備 貨物倉は 5 倉, 中央部の第 3 倉はバラスタック兼用





WORLD GENERAL (油槽船) 船主 Liberian Phoenix Transports, Ince (リベリア) 造船所 佐世保重工・佐世保造船所 全長 326.00 m 長(垂) 313.00 m 幅(型) 48.20 m 深(型) 25.50 m 吃水 20.028 m 総噸数 98,896.68 噸 載貨重量 222,293 噸 速力(試) 17.25 ノット (航) 16.35 ノット 主機 川崎-UA-350 型船用タービン 1 基 出力 33,000 PS 船級 LR 工期 46-7, 46-10, 47-3-1



GONDWANA (油槽船) 船主 Navas Galantes Navegacion S. A. (パナマ) 造船所 石川島播磨重工業・呉工場 総噸数 103,290.88 噸 純噸数 84,207 噸 速洋 船級 AB 載貨重量 218,098 噸 全長 323.00 m 長(垂) 307.00 m 幅(型) 48.20 m 深(型) 25.50 m 吃水 64'-9" 船首楼付平甲板船 主機 IHI-船用タービン 1 基 出力 30,000 PS×80 RPM 燃料消費量 149.9 t/d 航続距離 25,560 海里 速力 15.95 ノット 貨油倉 271,411.5 m<sup>3</sup> 燃料油倉 10,798.9 m<sup>3</sup> 清水倉 385.2 m<sup>3</sup> 乗員 57 名 工期 46-7-14, 46-9-30, 47-1-14



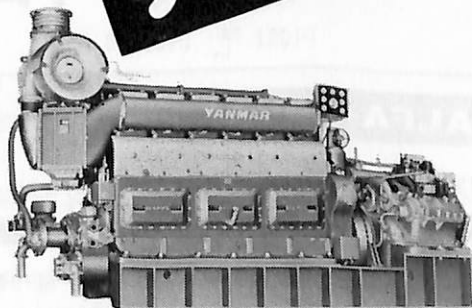


港から港へ

ヤンマーで  
安全航海

航海にとって、いかにすばやく目的地につくか、  
ということは大切なことです。でも、それより  
もっと大切なことは、快適に安全に航海できる、  
ということです。ヤンマーはつねに、エンジンに  
携わる人々はもちろん、船内・船上で働くすべて  
の人々の身になって、エンジンの開発をすすめて  
います。たとえば、あわゆる自動化機器が装備  
できるエンジンを開発したのも、その一例です。  
港から港へ…安全・快適航海。  
ヤンマーの《力》は、船舶の安全・合理化に大きく  
働いています。

ヤンマー  
ディーゼル



船舶主機

6G形シリーズ〈800～1200馬力〉

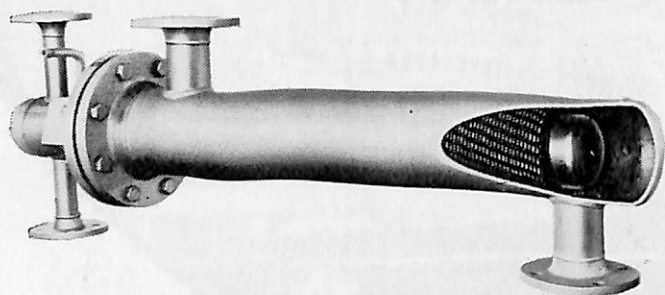
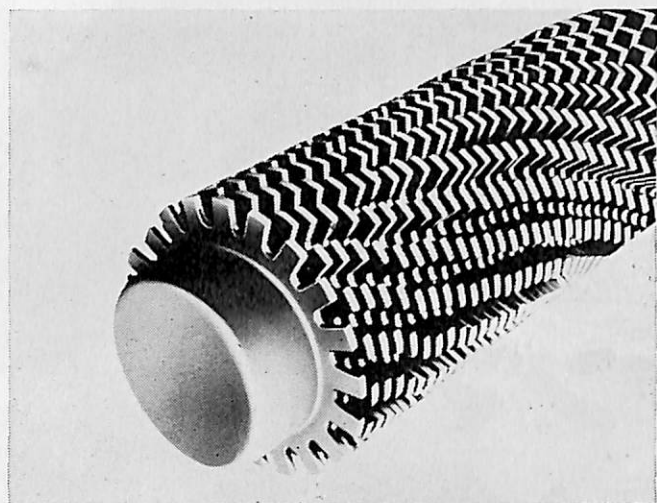


ヤンマーディーゼル株式会社

本社 大阪市北区茶屋町62 郵便番号530  
支店 札幌・仙台・東京・金沢・名古屋・高松・広島・福岡

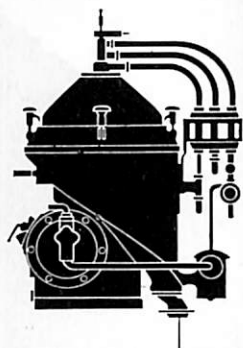
# スタネックス フィンチューブ式油加熱器

新発売

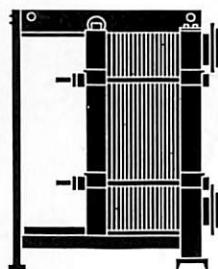


- 熱伝導が良い。
- 広い伝熱面積
- 乱流をおこし易い
- コンパクト
- 自己洗浄作用
- 堅 牢
- 熱応力に耐えうる

## その他扱品目



アルファ-ラバル  
油清浄機



アルファ-ラバル  
プレート式熱交換器



ニレックス造水装置

**ALFA-LAVAL**

日本総代理店及びライセンサー

**長瀬産業株式会社** 船用機械課

本 社 大阪市西区立売堀南通 1 丁目 19 番地  
電話 (06)541-1121 ☎ 550

東京支社 東京都中央区日本橋小舟町 2 丁目 3 番地  
電話 (03)662-6211 ☎ 103

スタネックス油加熱器製造工場

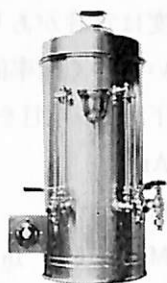
株式会社 **大阪ボイラー製作所**

大阪市西淀川区竹島町 4 丁目 24 番地  
電話 (06)471-2451 ☎ 555

# YKK型船舶厨房調理機器

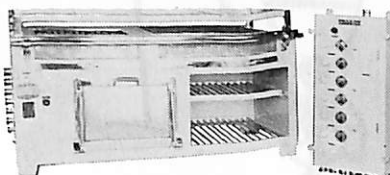
堅牢性、経済性、効率性、安全性抜群。高い信頼納期業界最短、即納主義

ライスボイラー

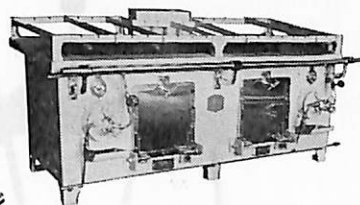


電気式湯沸器

26kw型多目的電気レンジ



2400型オイルレンジ



## 営業品目

電気レンジ・オイルレンジ・ライスボイラー・湯沸器  
調理機・水澆器・豆腐製造機・アイスクリーム製造機  
ハムスライサー・肉挽機・球根皮剥機・炊飯器・ケー  
キミキサー・ガスレンジ・電気式オープン・パン醱酵器  
電気式魚焼器・スープボイラー・ディスポージャー  
食器洗浄機・縦型蒸気炊飯器・電気コンロ・電気熱板  
ガス魚焼器・その他特殊製品全般

## 株式会社 横浜機器製作所

本社・工場 横浜市中区新山下1-8-34

電話 横浜045(622)9556(代)

第2ビル専用 045(621)1283(代)

電略「ヨコハマ」ワイケイケイ

希望条件を指示下さい。即時見積、設計、納品致します。



日本図書館協会選定図書

# 1隻1冊必備の書



監修 東京商船大学名誉教授 浅井 栄 資  
東京商船大学学長 横田 利 雄

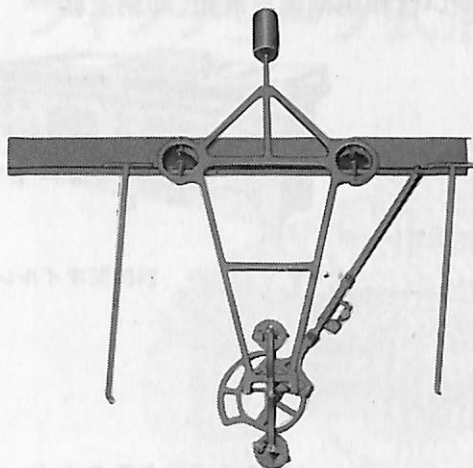
# 航海辞典

A5判 850頁 布クロス装函入 定価 6,500円 千120円

- 解説項目1,112項、参照項目5,308項、挿入図400余個、挿入表95個。
- 口絵・付録：天測暦、基本雲形、海図図式、世界主要航路地図(色刷)、航海技術年表、文字旗、世界煙突マーク(アート紙色刷)他
- 地文航法、天文航法、電波航法の理論はもちろん、船のぎ装、整備、操船、載貨を具体的に取上げる等運転上のあらゆる場合に対処し得る項目が採録されている。
- 執筆は東京商船大学、神戸商船大学、航海訓練所、海技大学校の教官(41名)がこれにあたり、まさに最高の権威者を揃えた執筆陣といえよう。

東京都新宿区赤城下町50 天 然 社 振替東京79562番

# 世界の水準をいく玉屋のINTEGRATOR



○精度は定評があります。

○使いやすく能率的です。

下記の三項目を測定し計算できます。

Area  $\int y dx = A$


Moment  $\frac{1}{2} \int y^2 dx = M$

Moment of Inertia  $\frac{1}{3} \int y^3 dx = I$

測定範囲

X方向 155 cm

Y方向 68 cm

登録  商標 株式會社 **玉屋商店**

本 社 東京都中央区銀座4-4-4 電・(561) 8 7 1 1 (代表)

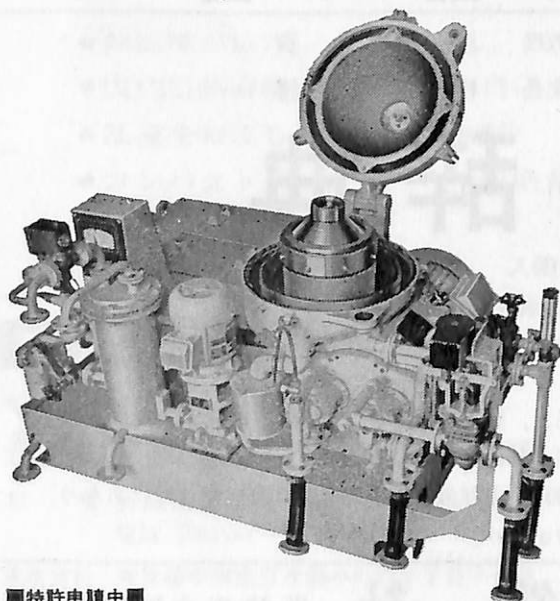
(和光裏通り)

支 店 大阪市南区順慶町4-2 電・(251) 9 8 2 1 (代表)

工 場 東京都大田区池上2-14-7 電・(752) 3 4 8 1 (代表)

## ノーマンで油の清浄!!

完全連続スラッジ排出形  
船用油清浄機



■特許申請中■

# Sharples Gravitrol

◆ペンウォルト コーポレーション  
シャープレス機器部 日本総代理店

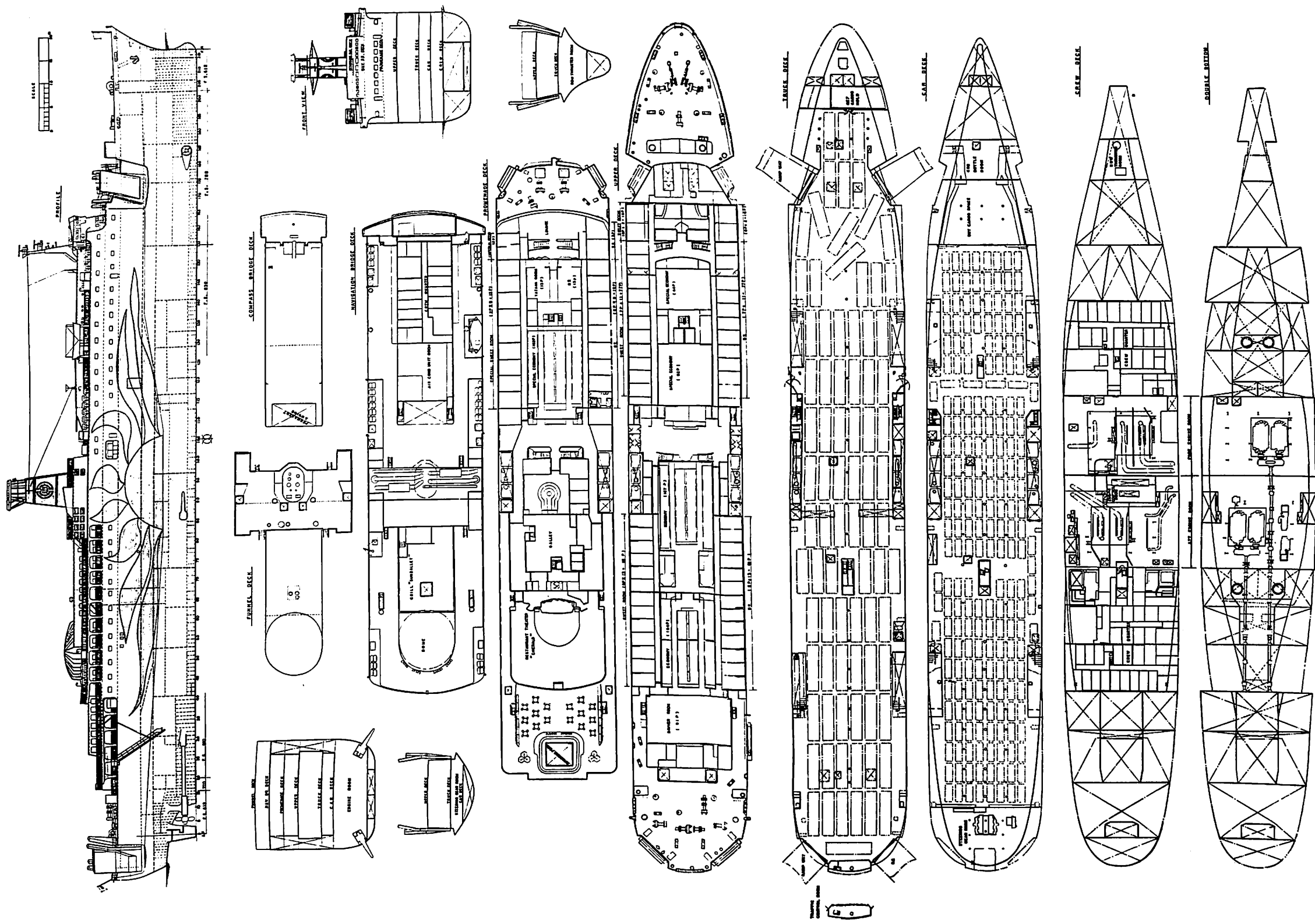
## 巴工業株式会社

本 社 東京都中央区日本橋江戸橋3ノ2 (第二丸善ビル)

電 話 東京 (271) 4 0 5 1 (大代表)

大阪出張所 大阪市南区末吉橋通り4ノ23 (第二心斎橋ビル)

電 話 大阪 (252) 0 9 0 3 (代表)



さんふらわあ一般配置図

# 高速カーフェリー“さんふらわあ” の概要

川崎重工業株式会社  
神戸造船事業部 造船設計部

## 1. 序

去る昭和47年1月18日、無事引渡しを終えた、日本高速フェリー（株）向けカーフェリー“さんふらわあ”は、わが国最大、最高速の豪華フェリーとして現在順調に就航中である。

この機会をとらえ、やや抽象的ではあるが、本船の特殊性から生じた設計ポイントともいべきものについて紹介する。

### 主要目

全長	185.0 m
垂線間長	170.0 m
幅(型)	24.0 m
深(型)	15.6 m
計画吃水(型)	6.3 m
満載吃水(型)	6.4 m
載貨重量	3,831 KT
総トン数	11,311 T
貨物艙(G)	596.3 m <sup>3</sup>
冷凍貨物艙(G)	166.1 m <sup>3</sup>
カーデッキ	トラック(10t車換算) 84台
	乗用車(トヨベッコロナ) 208台
旅客	1,124名

燃料油タンク	644.3 m <sup>3</sup>
ディーゼルオイルタンク	235.7 m <sup>3</sup>
清水タンク	729.1 m <sup>3</sup>
バラスト水タンク	4,205.6 m <sup>3</sup>
主機関	KAWASAKI-M.A.N. ディーゼル4基 連続最大出力×回転数 4×6,520 BHP×400
推進器	C.P.P. (可変ピッチプロペラ) 4翼
主発電機	主機駆動 1,100 KVA×450 V 2台
補助発電機	ク 150 KVA×450 V 1台
満載航海速度	23.9 kn
甲板機械	揚錨機 開放型 15.4/12t×15/20m/min 2台
	係船機 ク 7t/20 m/min 3台 12t×20 m/min 1台
	ランプウェイウィンチ 開放型 15 t×20 m/min
ランプウェイ(自動車搬出入用)	4基 (前後部左右各1基)
フィンスタビライザー	装備
パウラスター	ク
ブル	2基(大人用, 小人用)
竣工期	





乗用車デッキ（カーデッキ）

第1船 さんふらわあ（川崎重工・神戸工場）

47年1月

第2船 さんらいず（川崎重工・神戸工場）

47年5月予定

## 2. 基本的方針

名古屋、高知、鹿児島を結ぶ長距離外洋航路を設定し、これに画期的な豪華カーフェリーを投入して、太陽と緑を求める人々を高知、鹿児島に誘うとともに南国の生鮮食品を、中京圏の市場に送り込むという雄大な構想の下に生まれた本船は、途中幾多の曲折を経て最終的に、乗客1,000名（営業定員）、乗用車約200台、10tトラック約80台（8tトラック換算約100台）を同時に積載し、24kt以上の航海速力、かつ、かつてわが国において見られなかったような本格的な客室設備を備えるという基本方針で計画された。また、専用設備を持たない通常岸壁で、車両の搬入ができることということも重要な条件とされた。

## 3. 主要寸法および船型の決定

上記基本的な方針から、本船は、種々な制約の中で許されるかぎりの大型船型となった。すなわち、全長は、高知港の港湾事情から185mに、最大幅は当社の船台事情から24mに、吃水は諸寄港地の水深から6.5m以下にそれぞれ制限された。

本船においては、車両倉の船底からの高さの決定が最も検討を要する要素の1つであった。全通する車両甲板を必要とするカーフェリーにおいて、車両甲板のキール上の高さは、種々の必要条件から決めなければならないが、特に次の3つが重要である。

(1) 機関室の必要最低高さ

(2) 満載吃水および水密隔壁配置との関連において

損傷時復原性を満足する隔壁甲板（または乾舷甲板）までの最低高さ

(3) 潮位変化を考慮した岸壁高さとの関係  
通常(1)および(2)は車両甲板までの最低高さを、(3)は車両甲板までの最適高さを与える。

本船は最初に述べた基本条件により船首尾両舷に自蔵するランプウェイを、直接岸壁にかけて、車両の乗降を行なうことになっている。この方式はどんな岸壁でも荷役可能という長所がある反面、岸壁と本船車両甲板との高さ関係に関しては、ランプウェイの傾斜調整による自由度が少ないという短所がある。この点から本船の車両甲板の高さ決定に際しては、名古屋、高知および鹿児島各港の年間を通じての潮位データが解析され、荷役不能となる確率を最少にする高さが選定された。

本船の場合(1)および(2)より求められる車両甲板までの最低高さが、(3)で求められる岸壁との関係における最適高さより低く、かつその差が2m以上あつたため一般配置図に示されるように、直接岸壁との玄関口となるトラック甲板と、その下に設けられた乗用車甲板の2層の車両甲板が決定され、トラック甲板のクリア高さ4mを確保するよう、上甲板までの船深さ15.60mが求められた。

計画吃水は所要排水量その他から6.30m(型)と決定されたが、水線下の船型はカーフェリーとして要求される甲板面積、耐航性等の条件の中で、必要な高速力を得るため、数回にわたる水槽試験を重ねて、最適linesを決定した。

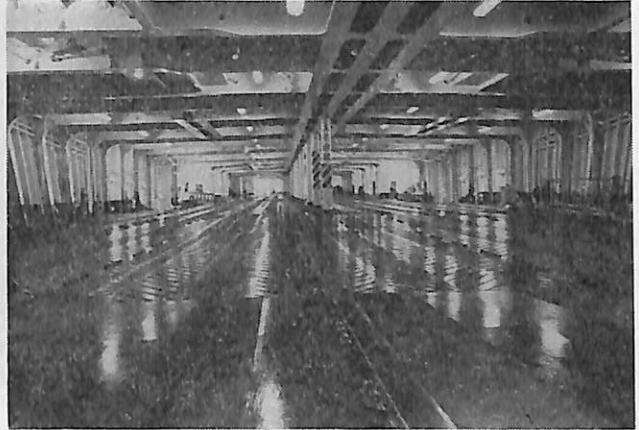
特にB/dが3.81という平底船型となるので、lcbの選定は重要であり、本船は、約3%Lpp $\bar{\alpha}$ より後方にすることを目標とした。

## 4. 隔壁配置および区画

旅客の安全を至上命令として計画された本船は、昨年4月に運輸省船舶局長名で出されたカーフェリーの安全性に関する通達を待つまでもなく、当初から、2区画可浸および船舶区画規定の隔壁の開口に関する各項をすべて満足するように設計されている。

この水密横置隔壁のほか、タンク区画は2条の縦通隔壁により、船の横方向にも3分割され、清水や燃料油のような消費物件を積むタンクは自由液面効果の小さい中央タンクに配置されている。これらの縦通隔壁は原則として船側から、B/5より内側に配置し、不慮の衝突事

故等により、油が船外に流出する可能性を減らしている。片舷に配置されたウィングタンクは、損傷時に船体横傾斜の原因となる、たとえ規則上の許容傾斜角および復原性が保てたとしても、本船のような客船の場合、パニック状態におちいった大勢の客により、不慮の事故が発生する可能性がある。本船では、横傾斜調整用に設けられているヒーリングタンクを除く、すべてのサイドタンクはセンタータンクを囲むように左右が連続しており、片舷浸水が起つても、決して船体横傾斜が起らないように計画されている。



トラックデッキ

## 5. 操船能力

航海時間に比べて出入回数の多いカーフェリーでは、離着岸を迅速に行なえることは船の速力増と同じ効果を生むが、特に本船の場合には、カーフェリーとして画期的な大型船である上に、高知港では狭水路を航行し、また狭い水域で、方向転換を行なう必要があり、操船能力は、非常に重要な意味をもっている。

本船は、2軸の可変ピッチプロペラとパウスラスターの併用によつてもともと高い操船能力を有するが、さらにこれを高めるため、推進抵抗上はやや不利ではあるが、あえて、各プロペラ後部に1枚、合計2舵の舵を装備し、その合計面積は、可動部だけでも  $L \times d$  の  $1/43.7$  に相当する。

この2枚の舵は、それぞれ独立の操舵機により作動されるが、2舵が同調して平行に動く通常の操作のほか、前進推力を発生しているプロペラ後方の舵をいかに転舵しても後進に作動しているプロペラ側の舵を中立位置に保つことができるようになってきている。

この操作によつて舵が発生する横方向の分力をできるだけ大きくすることができる。

前述のように2舵方式は1舵方式に比べ、抵抗上は不利となるので、抵抗増加を極力抑えるために、船体に沿う水の流線に合わせてラダーホーンをねじる等の細心の注意が払われている。

## 6. 一般配置

一般配置に関しては、本誌上に掲載されている本船の概略配置図をご覧いただければ自明であると思われるので、以下に本船の特色のみの紹介にとどめる。

エンジンケーシングを船体中心線にまとめるか、両舷に振り分けるかという問題は、本船初期計画時における一つの大きな設計分岐点であった。

主要寸法決定の項で紹介したように、本船は通常岸壁で本船装置のランプウェイで車両荷役を行なわねばならないという制約から、直接岸壁と直結する主車両甲板（トラック甲板）の位置が高く、スペース活用の見地から乗用車甲板が、その下層に配置されている。従つて、トラック荷役との干渉から乗用車客が受ける時間的その他の制約をできるだけ減らすこと、および本船が中間寄港地（高知）を有することから起る乗船車と下船車の荷繰りの複雑さを緩和する目的のために、トラック甲板と乗用車甲板間に前後左右、計4基の固定ランプウェイが必要とされた。

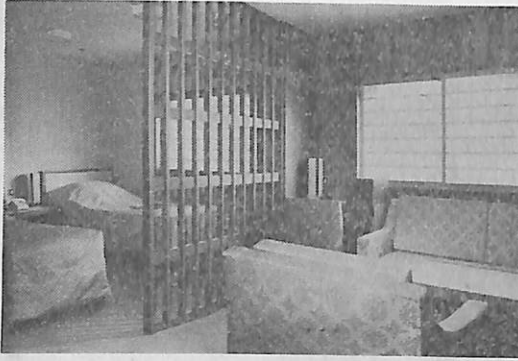
センターケーシング案は、船殻構造上および上下交通路の確保等の点で乗て難い魅力があるが、この4基のランプウェイの配置と組み合わせを検討した上、サイドケーシング案を採用した。

サイドケーシング案を有する船は常識的には2本煙突となるのが普通である。本格的客船をめざす本船にとつて、煙害防止は重要な設計ポイントであり、風洞実験による慎重な検討が重ねられた。同時に、煙突性能、建造コスト、復原性をはじめ種々の面からの総合的検討の結果、サイドケーシングであるにもかかわらず、あえて中央1本煙突を採用することに踏み切つた。本船のユニークな煙突形状も、煙害防止のために工夫されたもので、外観的にも本船のアクセントとなつている。

## 7. 艙装関係

本船の艙装関係の装置の中では、フィンスタビライザと車両荷役用のランプウェイが重要である。フィンスタビライザは、旅客に動揺による不快感を与えないこと、および倉内車両の横滑り、転倒などで起る不慮の事故を防ぐことを目的に設けられている。メーカーによつてそ



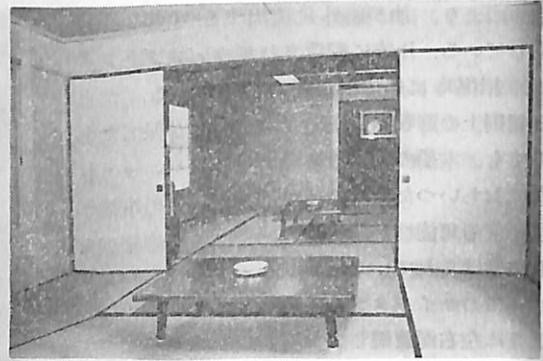


ロイヤルルーム

の構造方式に多少の違いはあるが、本装置にとつて最も重要なことは、途中で故障を起さないことであるので、最も実績が豊富で、信頼がおけるとされるメーカーのものを選んだ。

本船のカーフェリーとしての最大の特徴は、その車両荷役方式であり、一般配置図に示されている船体前後部両舷に設けられた合計4基の折たたみ式ランプウェイを船体より斜め方向に岸壁にかけ渡すことにより、一般岸壁でも車両の積込み積降しが可能である。

このランプウェイはセット状態で、長さ19m、最大幅約6.7mという巨大なもので、総重量66.5tの40tトレーラーの走行に耐える構造になっている。ランプウェイの格納およびセットは、専用の油圧ウィンチによるワイヤ曳きによつて行なわれ、前部のランプウェイは油圧式水密サイドポート・ドアの外側に格納されるが、後部のものはこのランプウェイ自体が格納状態で水密サイドポート・ドアを兼ねるようになっている。ランプウェイの傾斜は、トラックに対して12°、40tトレーラーに対して6°まで使用可能と考えているが、潮位により、この角度が保てなくなる場合には、本船側ランプウェイを岸壁側に用意されている移動式補助ランプウェイの上



1等 畳の間

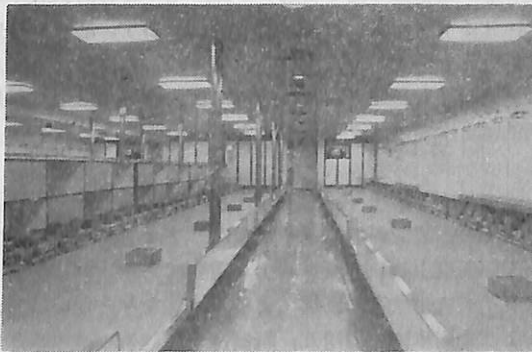
にかけて所要の角度を保つようになっている。

この陸上側補助ランプウェイも長さ約21.2m、最大幅7.0mという巨大なものであり、当社が受注、製作を行なっている。

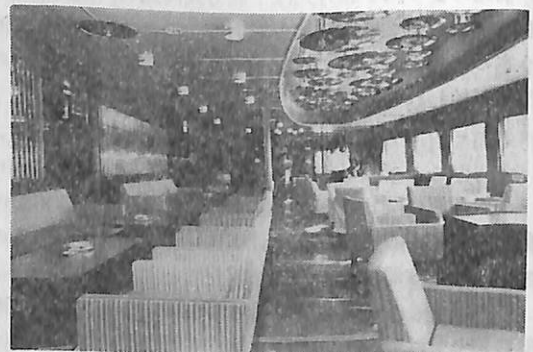
車両積みに関連する本船側設備として通風、および消火、防爆等の問題があるが、過去多くの自動車運搬船、ロールオン式コンテナ船建造の実績を有する当社が、その経験を生かして、万全を期した設計を行なっている。具体的な内容に関しては、添付の配置図によることとし説明を省略するが、最後に車両荷役に関連する設備として、本船トラック甲板最後尾に設けられた車両コントロール室について簡単に紹介しておく。車両の自走式荷役において、重要なことは次の3つである。

- (1) 車両の交通整理
- (2) 船体トリム、およびヒールの調整、岸壁との関係における吃水調整
- (3) 車両等の衝突事故等による火災発生の場合の処置

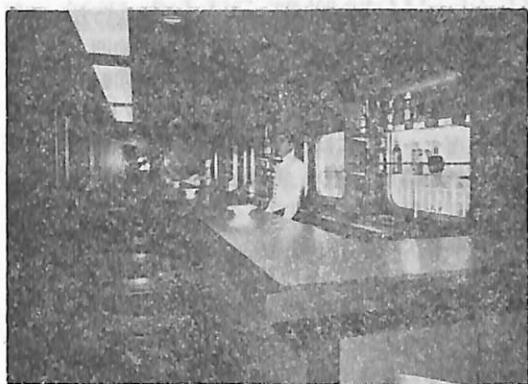
本船では、車両コントロール室前面の窓よりの車両倉およびランプウェイ付近の直接監視、および倉内数箇所からの電話連絡による情報を基に、交通信号その他によ



エコノミークラス (大部屋)



ラウンジ



バー“サンフラワー”



グリル“サンバレット”

る車両の交通整理を行ない、同時にヒール計、トリム計をみながら、トリム、ヒール、および吃水調整を遠隔操作で行なうことになっている。

また、火災が発生した場合には、直接または火災探知機によりこれを認知し、高膨脹泡消火装置を遠隔起動することにより、消火活動のセンターとしての機能を果たすように計画されている。

## 8. 居住設備

本船は従来のフェリーボートの概念を破り、観光旅客船としての性格を強く押し出したところに特色があるが、特に客室関係については、系列会社で旅客船運航の豊富な実績を有する船主の経験と、造船所、および関係内装業者の密接なチームワークのもとに戦後のわが国としては画期的ともいえる本格的客室区画をまとめあげた。

客室区画の設計はまず次の3つの基本方針を基盤として、発展した。

- (1) 航路にふさわしいインテリアで統一する。
- (2) 旅客のプライバシーを守り、十分なくつろぎを与える。
- (3) 公室関係には他にみられない豪華さ、特色を出す。

以下これらを少し説明する。

### (1) インテリア

本船と本船航路を通じたキャッチフレーズである“太陽と緑、そして紺碧の海と空”は、あくまでも本船インテリアの基本的モチーフであるが、本船の寄港地である南海の風物の真に人の心に迫る雄大で明度の高い自然美の前には、人工的な小細工や、奇をてらつたインテリアがいかにかき立て違和感を与えるかを計算に入れ、むしろこれらの自然美を大型の窓を通して借景として取り入れ、これと渾然と融和することを目標にしてインテリアをまとめた。

従つて、従来よくみられるようにレリーフや装飾照明器具等のポイントにかなりの金額をかけて豪華に飾るポイント重点主義のインテリアではなく、本船のゆつたりとしたゆつりのある空間から生まれる自然の重量感と、全体的に上品で落ち着いた風格を生かすことを基調としたインテリアとした。

### (2) 客室関係

従来、わが国の内航客船やフェリーボートでは、ごく少数の高級室を除いては、客のプライバシーはあまり考慮されず、安心して寝ることもできないものが多いが、本船では、これからの船旅のあるべき姿として、乗客のプライバシーを重視し特等室はもちろん、特2等客に至る本船定員の約2/3の乗客は自分の城ともいべき部屋もしくは、ベッドを確保することができる。わが国独自の雑魚寝の大部屋はプライバシーの見地からは好ましいものではないが、日本人の生活感情から、特に団体客等にとっては未だに棄て難い魅力もあり、本船でも約1/3の乗客にこの大部屋が用意されている。ただし、本船の場合は、この大部屋も乗客が規則正しく同じ向きに並んで横になれるようにその形状を工夫し、面積はあるにもかかわらず、後から入室した客が寝られないということ



ゲームコーナー

がないように考慮されている。さらにまた、本船では、コインロッカーを多数設けて手荷物等の保全に万全を期し、乗客が安心して船内の遊歩、および公室、娯楽室の利用ができるよう考慮されている。

### (3) 公室関係および遊戯施設

公室の中で最も特筆に値するのは、プロムナード甲板後部にあるレストラン シアターと、その後方の屋外ピヤガーデンであろう。

レストラン シアターはその中央部に直径 10 m、高さ約 5.5 m の吹き抜けのドーム状天井を持ち、その下のダンスフロアと、前端にあるステージを囲む約 160 席の大レストランであり、床から天井までの大窓を通してみられる外景は抜群である。

ステージではバンド演奏はもとよりショーや各種の催しが行なわれ、これらはテレビカメラにより船内の居室その他に設けられたテレビに映し出されることになっている。

屋外ピヤガーデンは、プールを中心にレストラン シアターに続いた形でその後方に広がり、ガラス張りの風防壁に囲まれた中で、渺茫たる海原を一望に新鮮な外気の中でビールを味わうことができる。

その他、落ち着いたムードの中で食事のできる高級グリル、社交の場となるラウンジ、洋酒バーに、日本酒居酒屋、さらに軽食用ビュッフェ等があり、遊戯施設としては、麻雀のできるゲームルーム、若人向きのテンプレートションプラザ（ゴーゴーホール）等が完備している。特等室の個室付浴室、1等客用専用浴場のほかに、一般公共用として、乗用車甲板下に設けられたサウナ風呂付大浴場も、乗客の話題を呼ぶであろう。

## 9. 機関関係

配置図に示すように、本船は川崎 MAN V6V 40 /54 型中速ディーゼルエンジン4基による2軸推進方式（2機1軸）で、2機ずつの組合わせを2つの機関室に分けて配置している。特に本船のように C<sub>b</sub> の小さな船型で2軸にした場合、シャフト ブラケットやボッシング等が大きくなり、これらによる抵抗増加も大きいので2軸間の間隔を他の性能面で悪影響のないかぎり、狭くする方が有利である。このため本船では、前後2つの機関室に分けられた2基ずつの主機組合わせを、たがいにラップさせて配置することにより軸間距離を狭くすることができた。

本船のように可変ピッチプロペラを備え、かつ、主軸駆動発電機を主機に直結させた船では、一般に主機回転数を一定にすることが多いが、減速時に起りやすい主機のオーバースピードトリップを防ぐため、本船では、主

機回転数一定で可変ピッチによる出力調整を行なう範囲を、通常航海で使用される常用出力以下の範囲とし、常用出力以上は、ピッチを固定したまま主機回転数を変化させる方式を採用している。

主機とギヤーの間には、当社製の高弾性ゴム継手付摩擦クラッチを備えており、主機と軸系との嵌脱が容易で主機の修理、保守等に有利である上、軸系のねじり振動防止にも有効である。

主電源としては、2台のディーゼル主発電機のほか、後部機関室の4号主機前部に 1,320 KW の主軸駆動発電機1台を装備している。この主軸発電機は出入港時に使用するバウスラスタ専用であり、冷凍コンテナ供給電力を受けもつ以外は、航海中予備発電機としての役目を果たしている。

この種カーフェリーの機関室は一般に高さが低く、非常にコンパクトであり、機関室内の諸熱源による放熱量に比べ、室容積が小さいのが普通である。

本船では、機関室内の放熱量を十分検討の上、普通型船舶に比べ、非常に強力な機動給気および機動排気を行ない、室内温度上昇によつて、主機性能に支障を来たさないようにするのはもちろん、乗組員の作業性、および車両倉からの危険ガス侵入等の問題が起きないように配慮がなされている。

(完)



古き歴史と  
新しい技術を誇る

三ツ目印 清 罐 劑

登録 罐水試験器  
実用新案

一般用・高圧用・特殊用・各種

最新の技術、50年の経験による特許三ツ目印清罐剤で  
汽罐の保護と燃料節約を計って下さい。

罐水処理は何んでも御相談下さい。

営業  
品目

三ツ目印清罐剤 三ツ目印罐水試験器  
罐水試験試薬各種 磷酸根試験器  
BR式PH測定器 試験器用硝子部品  
PTCタンク防蝕剤

内外化学製品株式会社

本社 東京都品川区南大井5-12-2 電(762)2441(代)  
大阪支店 大阪市西区南堀江大通2-43 電(541)0331(代)  
札幌支店 札幌市南九条西2丁目12 電(521)6267(代)  
仙台支店 仙台市宮野1-70小林ビル 電(23)8858  
名古屋支店 名古屋市中区北内本町1-17 電(936)0233  
福岡支店 福岡市大手門1-9-27 電(72)1631(代)  
広島支店 広島市国泰寺町2-3-1 電(43)1442

# 低温式LPG運搬船 World Rainbow について

三菱重工業株式会社  
横浜造船所

このたび、三菱重工業株式会社は、パナマ船主 ELE-GANCE SHIPPING CO. SA (親会社は香港のワールドワイド社) よりご注文を受けて、当社横浜造船所にて大型低温式LPG運搬船“World Rainbow”(49,724 DWt)を建造した。本船は、海上試運転や実際の低温液化LPG液による各種試験を終了して、昭和46年12月22日船主に引渡された。本船は現在、三光汽船株式会社に用船され、ペルシア湾からのLPGの輸入に従事している。

横浜造船所では、昭和36年に世界最初の大型低温式LPG運搬船ブリヂストン丸(25,626 DWt)、昭和39年に第2ブリヂストン丸(29,470 DWt)、昭和41年に山秀丸(29,060 DWt)、昭和42年に竜野丸(38,628 DWt)、昭和45年に金山丸(49,893 DWt)を建造、いずれも現在優秀な成績で運航中であり、本船は第6隻目として前船の貴重な建造実績と、当社の不断の技術開発をとり入れて建造されたものである。以下本船の概要をご紹介します。

## 1. 主要目

### (1) 主要寸法

全長 223.96 m

垂線間長 213.00 m  
型幅 34.60 m  
型深 21.40 m  
計画満載吃水 11.90 m  
常用満載吃水 11.20 m

### (2) トン数、載貨重量

総トン数 (Panama) 36,917.92 T  
純トン数 (Panama) 25,003.26 T  
載貨重量 49,724 tonis

### (3) 容積

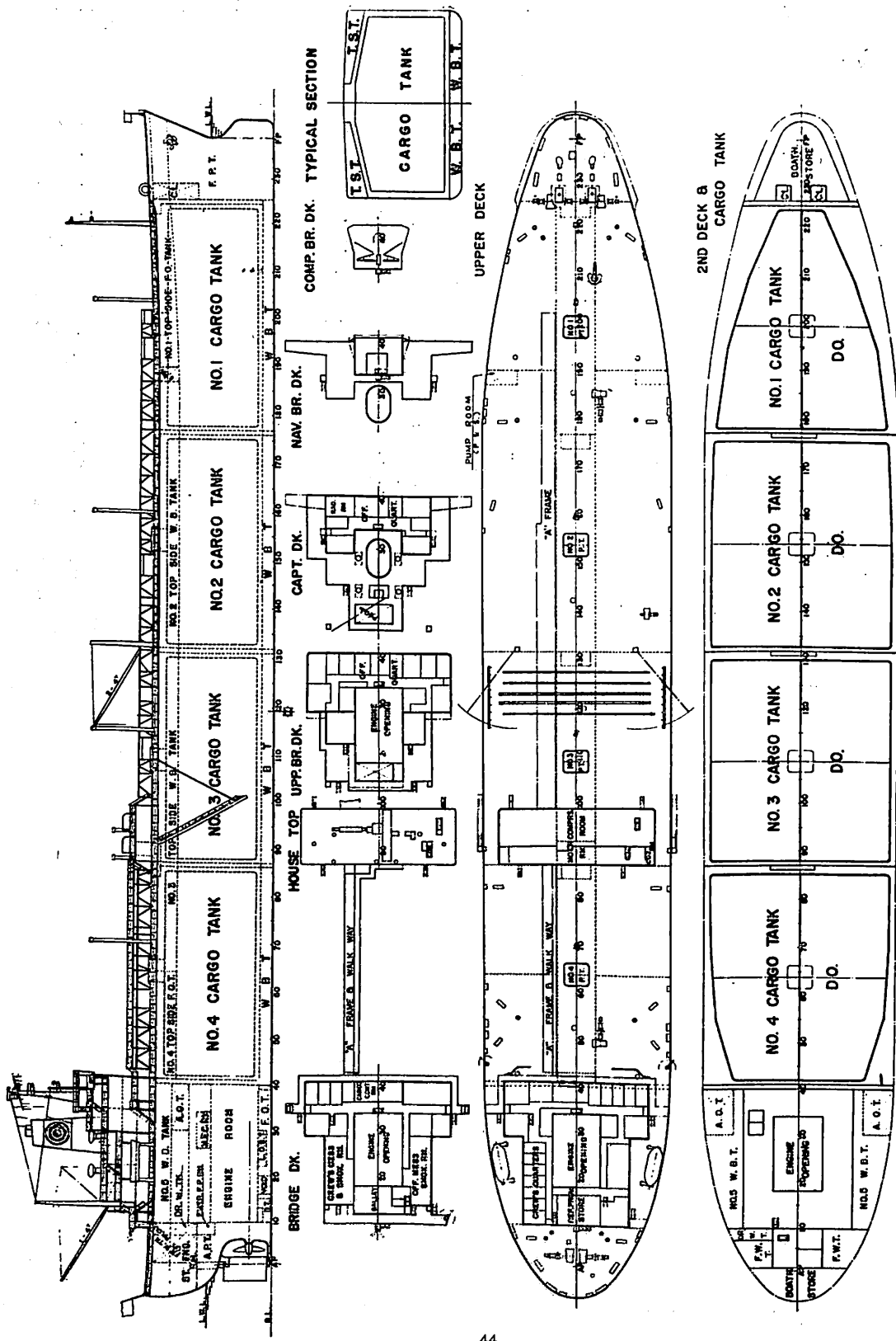
LPGタンク容積 (ベール) 70,247.2 m<sup>3</sup>  
脚荷水倉容積 20,151.6 m<sup>3</sup>  
燃料油倉容積 3,255.1 m<sup>3</sup>  
清水倉容積 574.3 m<sup>3</sup>

### (4) 主機械など

主機 三菱スルザーディーゼル機関6RND90型1基  
最大出力×回転数 17,400 PS×122 rpm  
常用出力×回転数 14,790 PS×116 rpm  
補汽罐 船用丸ボイラ  
蒸気圧力 10 kg/cm<sup>2</sup>g (飽和蒸気)  
蒸発量 6,750 kg/h  
発電機 450 V 875 KVA (ディーゼル駆動) 3基

航走中の  
World Rainbow





荷役ポンプ	常用	500 m <sup>3</sup> /h × 100 m	8 基
	予備	250 m <sup>3</sup> /h × 100 m	4 基

(5) 速力など

試運転最大速力	18.56 kn
満載航海速力	15.65 kn
航続距離	約 17,000 浬

(6) 乗組員	職員	13 名	部員	21 名
	予備(職員)	1 名	計	35 名

## 2. 本船の概要

本船は常圧低温にて液化したプロパンガスを、ペルシア湾から日本へ運搬するために建造された船であるが、液化ブタンガス、またはプロパンガスとブタンガスの混合物の運搬も可能である。但し集荷の関係上一航海に1タンクは必ずブタンを輸送するという関係から、No. 2タンクをブタン専用タンクとし経済的かつ合理的なタンク配置とした。

本船は船尾機関、船尾船橋の平甲板船であり、乾舷が大きいので船首楼、船尾楼は設けていない。船体は円形ガンを採用した全溶接構造で、二重底と上部舷側タンクは縦肋骨方式、舷側は横肋骨方式で建造され、船体中央部の貨物倉は横置隔壁により4区画に分かれ、各貨物倉には各1個の貨物タンクが設けられている。

貨物タンクは船体に生ずる応力や歪などがタンクに伝わらないように船体構造から独立して設けられており、その外面は防熱材で覆われている。また各タンクは縦通隔壁により左右の区画に分かれ、LPGの荷揚げは各区画に1台ずつ設けられたサブマージドポンプによつて行なわれる。

本船は二港積、二港揚を考慮して設計されており、そのためにNo. 2タンクとNo. 4タンクはいかなる液位においても航行できるように、タンクの強度に対して考慮が払われている。

バラストタンクは貨物倉部二重底タンク、No. 2, 3 上部舷側タンク、機関室上部舷側タンクおよび船首尾倉からなり、バラスト航行時に十分な吃水がとれるほか、LPG荷役と同時にバラストの注排水が可能である。

貨物タンク容積の増大をはかるために、角型の貨物タンクの格納に適したU形線図を採用したほか、機関室をできるだけ短縮し、また燃料タンク、脚荷水槽の合理的配置により、貨物タンク部の長さを極力長くし、船体のスペースを無駄なく利用している。

船橋甲板前部には荷役制御室が設けられ、船首尾吃水およびバラストタンクの液面計、貨物の監視、警報、制

御関係の各種機器が設備され、少人数での運航を可能としている。

乗組員の部屋はすべて個室とし、職員・部員両食堂ともに調理室に隣接して設けてセルフサービス方式とし、一部は職員喫煙室、部員娯楽室になつている。

揚船機と4台の係船機は蒸気往復動式で、操舵機は三菱 A.E.G. 型回転翼式電動油圧である。

## 3. 機 関 部

主機は三菱スルザー単動2サイクル排気タービン過給機付ディーゼル機関6 RND 90 型1基で、シリンダー数は6、シリンダー径 900 mm、最大出力 17,400 BHP × 122 rpm である。

機関室内には空気調整と防音を施した制御室を設けて主計器の集中監視と、主機の機械的方式による遠隔操作を行なつている。

主機と発電機用の清水と潤滑油の冷却装置、燃料油移送、補助ボイラ、制御用圧縮空気などの各系統には自動制御装置を採用している。

ディーゼル発電機は3台で、そのうち2台が常用、1台は予備となつており、航海中および荷役中のあらゆる状態は常用2台の発電機を並列運転することにより賄うことができる。

蒸気発生装置としては船用丸形ボイラ1台および排ガスエコノマイザー1台を装備し、通常航海中の所要蒸気はすべて排ガスエコノマイザーにより賄うことができるよう計画されている。

本船は日本海事協会のM0規格を採用している。

## 4. 貨物タンク

4つの貨物タンクは上面が舷側に向つて傾斜した角形断面で、平面形状は長方形または台形になつている。中央の第3タンクの寸法は長さ、幅、深さがそれぞれ 38.10 m、32.20 m、16.98 m でタンク容積は約 19,200 m<sup>3</sup> である。

タンクは中心線液密隔壁で左右の2つの区画に分けられているが、隔壁底部に隔壁弁が設けられており、左右区画は同種のLPGを積むことを建前としている。また横置制水隔壁が前後方向のほぼ中央に設けられている。

縦横の隔壁の交点のタンク上面に角形のトランクがあり、このトランクの頂板は上甲板に突出している。タンクのすべての開孔、ボルト継手、パイプの貫通などはこのトランク上面に設けられている。またトランク頂部と上甲板上の鋼製コーミングとの間にはガスタイトの伸

縮継手が設けられており、タンクの熱による収縮膨張の結果生ずる船体との相対運動を許しながら、ホルドの不活性ガスが逃げるのを防いでいる。

タンクとその中のLPGの重量は二重底上に設けられたベアリングフロア上のロードベアリング断熱材で支えられている。

二重底上部にはタンクの熱による収縮、膨張を許しながらタンク全体のすべりを防ぐためにアンカリング装置が設けられている。また船のローリング、ピッチングによるタンクの移動を防ぐためタンク上部にもアンカリング装置が設けられている。

タンク頂部外面は厚さ約150mmのグラスウールにより、その他は厚さ約80mmの現場発泡のポリウレタン防熱材により防熱されている。

タンク外面と船体との間は人がはいれるだけの空間が設けてあるが、常時は不活性ガスを満たしている。

## 5. 貨物取扱設備

本船は2種類のLPGを同時に運ぶことができるような配管を備えている。LPGは2本の陸上接続管から上甲板上の前後方向の主管を経てタンク注入管にいたる主LPG液管によつて積込まれる。LPGの揚荷はカーゴタンク底部のカーゴウエルに設置された、カーター社製のサブマージドポンプにより行なわれ、ポンプの合計能力は4,000m<sup>3</sup>/hである。

上甲板の管系には一部を除いて防熱が施され、これらの諸管および電線ケーブルは上甲板上の“A”フレーム上に設置されている。

LPG陸揚中には陸上から送られたガスをタンク中に取り入れ、またLPG積込中にはタンク内のガスを陸へ送り返す必要があり、この目的のためショアガス装置が設けられている。これはガス圧縮機と、それに必要な管系より構成されている。

タンク内では、外部からの熱の侵入などによつて常にLPGが蒸発しており、これを再液化する装置を備えている。すなわち4台の再液化圧縮機が上甲板中央部の甲板室内に設けられており、タンク内に発生したガスを吸入し、液化してもとのタンクへ戻し、タンク内の圧力が過大になるのを防ぐように作動している。

ホルド、タンクおよび管系中には、除湿した不活性ガスを供給できるようにしてある。不活性ガスは陸上から接続管系を通じて供給されるが、ホルドの不活性ガスの補給用として数本の炭酸ガスポンペを備えている。

## 6. 安全および警報装置

イ 本船には前船までに得られた貴重な経験を生かし、効果的かつ合理的なつぎのような諸装置を設けている。

### (1) カーゴタンク安全弁装置

パイロット操作圧力真空逃し弁を各タンクのトラソク上に設け、貨物タンク内の圧力が過大となつたときは上甲板上に設けた各タンク1本のベーパーライザよりガスを放出し、過小となつたときは大気を吸入する。

### (2) ホールド安全弁装置

ホルド内の圧力変動に対しても上記と同様なパイロット操作圧力真空逃し弁が作動するほかに、非常時に圧力を逃すエマージェンシーベント装置が設けられている。

このほか非常の際にはLPG液を舷側より舷外へ放出する非常排液管を設けている。

ロ 航海中および荷役中のLPGタンクおよびホルドの状態を記録し、また監視するためにつぎのような機器が設備されている。

### (1) 可燃性ガス検出装置

この装置はホルド内、再液化圧縮機室、および再液化圧縮機モータ室内へのLPG液の漏洩の有無を検出するもので、上記各区分よりサンプリングガスを吸引する銅管および荷役制御室に設けたガス検出器より成つている。

### (2) 貨物タンク液面計

各貨物タンク左右舷には各1個のフロート式液面計が設けられている。各液面計は3点リミットスイッチと連動させ低液面予報、積込液面予報および積込液面警報を荷役制御室へ発する。

### (3) タンクおよびホルド温度計

貨物タンクおよびホルドの温度はサーモカップル式温度計で計測され、荷役制御室に設備されている自動記録計にて記録されている。このサーモカップルはタンクの外面や二重底頂板上等に取付けられている。

### (4) ホールドビルジ液面計

各ホルド内に設けられたビルジウエルには、気泡式液面計を設けている。

### (5) 炭酸ガス消火装置

貨物タンクトランク部および再液化機器室の消火には炭酸ガス消火装置が設けられている。(完)

# キーレスプロペラの開発

中 島 稔  
ナカシマプロペラ株式会社  
常務取締役

## 1. ま え が き

現行の構造のプロペラのボスは、その表面に複数の翼を取り付けた形状であり、その直径も長さもあまり小さくすることはできない。すなわち、現行におけるボス形状は、ボスそのものの強度から大きさが制限されたものではないので、強度的に余裕のあることが考えられ、ここに改善の着眼点を見出すことができる。

すなわち、ボスの押込みによるフープストレスを考慮しても、なお強度的に余裕が多いならば、プロペラとプロペラ軸とのはめ合い部から、キーを取り去ってキーレスプロペラとし、摩擦力だけでトルクを伝達する方法が考えられる。

このキーレス方式を採用すると、次のような改善が可能となる。

- (1) 材料費が高価で重量の大きい銅合金ボスを重要な強度メンバーとして有効に活用することができる。
- (2) 現行のキーは、軸とボスとの三者のすり合わせであるが、三物体の完全な面接触は不可能であること、ボスの押込みによりボスのキー溝の両側面が開いて、キーとの面接触が期待できないことを考えれば、現行のキーの設計構造には疑問点があり、キーの無い方が技術的な改善といえる。
- (3) キーを必要としないことは、その加工作業および工期の面で有利である。
- (4) キーを必要としないことは、特にプロペラ軸側について、キー溝の切欠き部の応力的損傷を回避することができる。
- (5) キー溝を必要としないことは、特にプロペラボスの押込みによるフープストレスが全周にわたって均一となり、強度的な設計の信頼性が増すとともに、厚肉円筒理論の適用の信頼性も増す。
- (6) プロペラとプロペラ軸との取付け部の小型模型実験例によれば、圧入しろが14/10,000程度の場合に、軸折損までの疲労寿命が最も長くなるという結果が出されていること、また、一般構造物の焼ばめ代が16/10,000前後であることに対して、現行の押込みによる圧入しろは、5/10,000前後である。すなわち、キーレスプロペラを

採用して、ボスの圧入しろを現行より増すことは、プロペラ軸のプロペラ取付けコンパート大端部のフレッチング・コロージョンによるき裂の発生防止策としても有効であると考えられる。

本開発は、日本船用機器開発協会との共同研究により、以上のような観点から、キーレスプロペラの実船への適用性を確認するための陸上模型実験、ひいては、実体プロペラの設計製造を行ない、これを実船に取り付けて、その信頼性を確認することを目的としたものである。なお、この開発では、キーレスプロペラのボス内面に油溝を設け、これに油圧をかけて、プロペラの押込みや引抜き手段とし、現場作業の容易性、工期の短縮など、現行の作業技術と比較して、画期的な改善をはかっていることが、特筆すべき事項である。

以上のとおり、本開発は、プロペラとプロペラ軸との取付け部について、設計技術の改善、現場作業の合理化など、画期的な技術革新をはかつて、造船海運界に貢献しようとするものである。

## 2. 実験装置および機器

### 2-1 小型模型プロペラ (S-Propeller) による性能確認実験装置

実験装置の組立図を図-1に、またその実物を写真-1

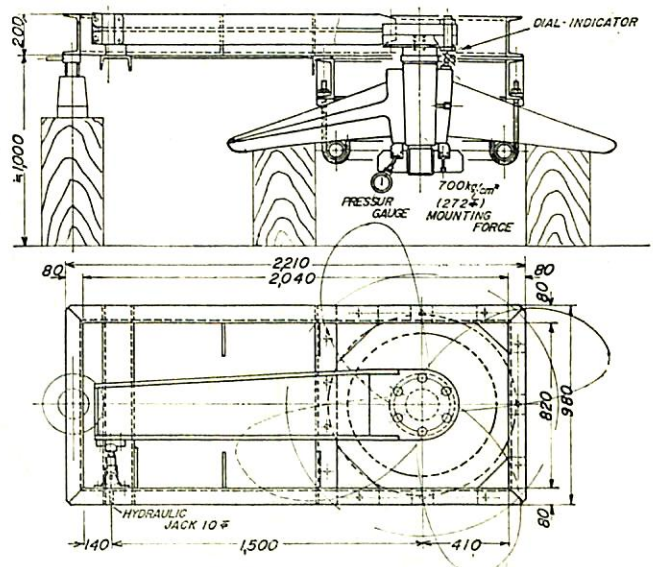


図-1 小型模型実験装置



に示す。この装置は、模型プロペラのポスターパー部に、模型プロペラ軸を挿入し、軸後端のネジ部にプロペ

ラ押し込み用のマウンティングツール（推力 272 ton、ストローク 75 mm、最高作動圧 700 kg/cm<sup>2</sup>）を取り付けた構造であり、実験時のスリップトルクは、プロペラ軸の前端に固定されたアームの先端を油圧ジャッキで押し与えるようになっている。なお押し込み量は、ボス前端部に取り付けたダイヤルインジケーターで読み取るようになっている。

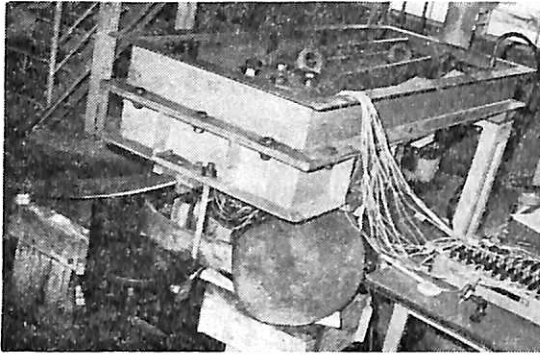


写真-1 小型模型実験装置の実体写真

## 2-2 実験用小型模型プロペラ (S-Propeller)

実験に供した模型プロペラ (S-Propeller) は、小型船用として一般に実用されている、MAU 4 翼プロペラであり、また材質はニッケルアルミニウム青銅铸件第 3 種 (AIBC 3)、およびマンガン青銅铸件第 1 種 (HBsC 1) の二種類とした。その要目を表-1 に、またボス断面の寸法および形状の概略を図-2 に示す。

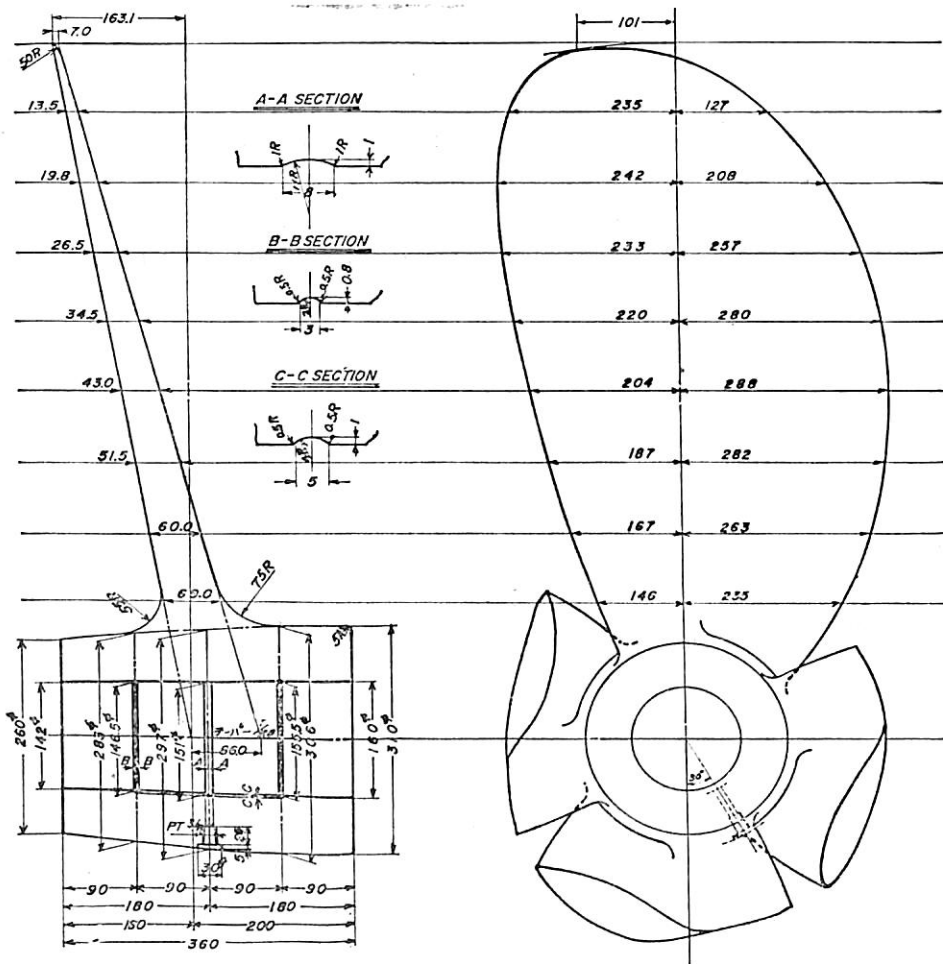


図-2 小型模型プロペラ (S-Propeller) の形状

表-1 小型模型プロペラの要目

PARTICULARS		
MAIN ENGINE	B·H·P· (M.C.R.)	800 P.S.
	R·P·M· (M.C.R.)	352 R.P.M.
PROPELLER	DIAMETER	1,850 mm
	PITCH	1,090 mm
	PITCH RATIO	0.589
	DEV. AREA RATIO	0.500
	BOSS RATIO	0.157
	MAX. B.W.R.	0.270
	MAX. B.T.R.	0.0464
	ANGLE OF RAKE	10°
	NUMBER OF BLADES	4
	TURNING DIRECTION	RIGHT HAND
	PROPELLER WEIGHT	410 kg

### 2-3 大型模型プロペラ (N-Propeller) による性能確認実験装置

実験装置の組立図を図-3に、またその実物を写真-2に示す。

この装置は模型プロペラのボスターパー部に模型プロペラ軸を挿入し、軸後端にプロペラ押込み用マウンティングツール (推力 1636 ton, ストローク 15 mm, 最高作動圧 700 kg/cm<sup>2</sup>) を取り付け、一方軸前端に、同じく引抜き用マウンティングツールが取り付けられる構造となつている。なお押込み量は、ボス前端部に取り付けたダイヤルインジケータで読み取るようになつている。

### 2-4 実験用大型模型プロペラ (N-Propeller)

実験に供した模型プロペラ (N-Propeller) は、一般商船用として採用されている約 9,000 馬力用実物大のプロペラのボス部の模型であり、材質はニッケルアルミニ

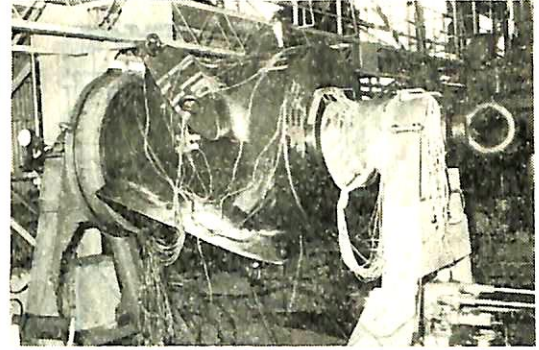


写真-2 大型模型実験装置の実体写真

ウム青銅鑄物第3種 (AIBC 3) である。その模型ボスの断面の寸法および形状の概略を図-4に示す。

### 2-5 温度測定

実験を始める前に表面温度測定器を使用し、実験用プロペラおよび模型プロペラ軸の温度を測定した。

### 2-6 応力測定

N-Propeller において、各押込み量における、実験用模型プロペラのボスターパー内面およびボス外周部をストレンゲージを使用して応力を測定した。

## 3. 実験の項目

### 3-1 小型模型プロペラ (S-Propeller) の実験項目

実験は軸方向の押込み荷重のみで押込んだ場合 (以下 Dry fit と称する)、およびボス内面の油溝を活用して油圧をかけ、ボスの接触面圧を緩和しながら押込んだ場合 (以下 Wet fit と称する) の二種類とした。またボスコンパート部は AIBC 3 製および HBsC 1 製とも、すり合わせを行なつたものと、機械加工のままの場合について、押込み量に対する、スリプトルク kg-m, 滑り摩擦係数, 押込み荷重 ton, 押込み摩擦係数, および油溝方式による引抜き油圧などの関係を求めた。

### 3-2 大型模型プロペラ (N-Propeller) の実験項目

Dry fit および Wet fit のそれぞれの場合についての、各押込み量に対する押込み荷重 ton, 押込み摩擦係数, 引抜き荷重 ton, 引抜き摩擦係数, 油溝方式による引抜き油圧, およびボスコンパート部, ボス外周の応力などの関係を求めた。

## 4. 模型プロペラ材の物理的性質および機械的性質

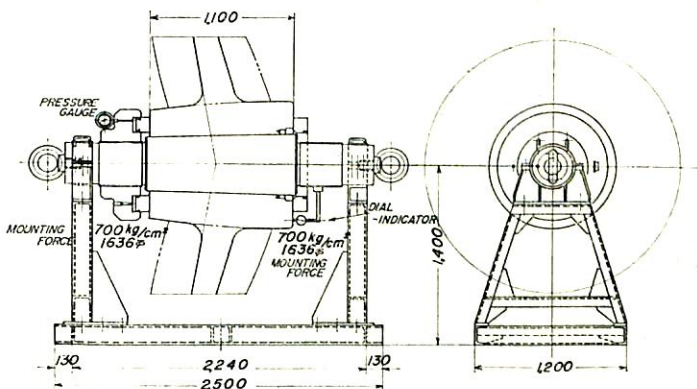


図-3 大型模型実験装置

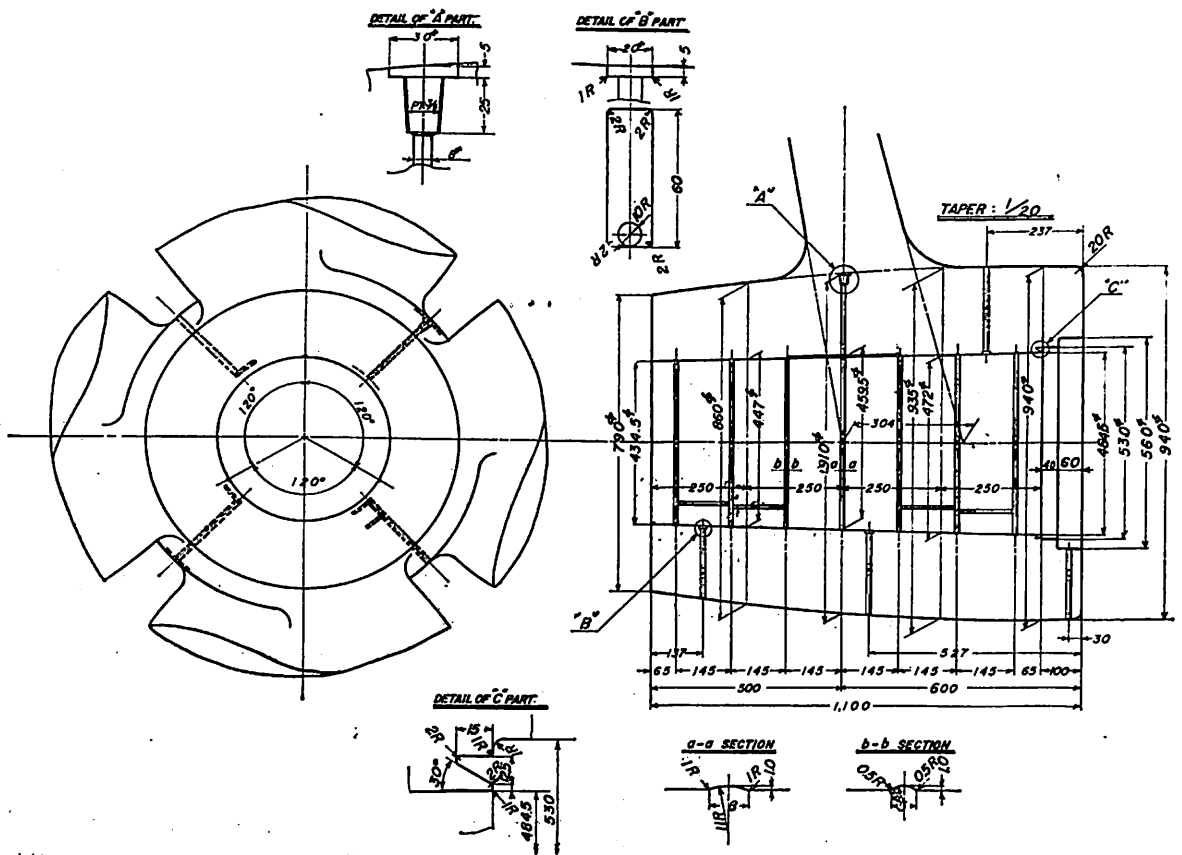


図-4 大型模型プロペラ (N-Propeller) の形状

表-2 ニッケルアルミニウム 青銅鋳物第3種 (AIBC 3) の物理的性質および機械的性質

MODULUS OF ELASTICITY	12.66 × 10 <sup>8</sup> kg/mm <sup>2</sup>
POISSON'S RATIO FOR BOSS	0.336
COEFFICIENT OF THERMAL EXPANSION	16.84 × 10 <sup>-6</sup>
PROOF STRESS	IN 0.2% 28.2 kg/mm <sup>2</sup> IN 0.1% 25.6 kg/mm <sup>2</sup>
TENSILE STRENGTH	66.5 kg/mm <sup>2</sup>
ELONGATION	23%

AIBC 3 と HBsC 1 を使用したキーレスプロペラの開発と、その実船への適用のための設計基礎資料を得ることを目的として、素材の物理的性質および機械的性質の確認試験を行なった。AIBC 3 を表-2に、HBsC 1 のそれを表-3に示す。

### 5. AIBC 3 製小型模型プロペラ (S-Propeller) の実験結果

#### 5-1 押込み摩擦係数の確認

表-3 マンガン青銅鋳物第3種 (HBsC 1) の物理的性質および機械的性質

MODULUS OF ELASTICITY	10.1 × 10 <sup>8</sup> kg/mm <sup>2</sup>
POISSON'S RATIO FOR BOSS	0.35
COEFFICIENT OF THERMAL EXPANSION	17.7 × 10 <sup>-6</sup>
PROOF STRESS	IN 0.2% 24.7 kg/mm <sup>2</sup> IN 0.1% 19.3 kg/mm <sup>2</sup>
TENSILE STRENGTH	55.2 kg/mm <sup>2</sup>
ELONGATION	34%

Wet fit の実験は、マウンティングツール側の手動ポンプとボス油注入孔に連結した手動ポンプを同時に作動し、ボスを膨張させながら押込み操作をくりかえし、各押込み量における圧力を油圧ポンプにつけた圧力計から読み取りながら行なった。押込み基準点は数十回の実験の押込み量と、押込み荷重との関係グラフから求めた。図-5は Wet fit の場合の押込み量と押込み荷重との関係実験点をまとめたものであるが、計算による摩擦係数

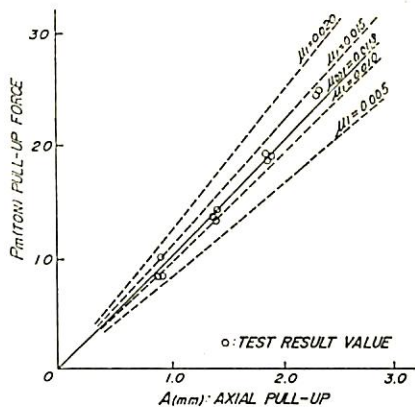


図-5 Wet fit の場合の押込み量と押込み荷重との関係

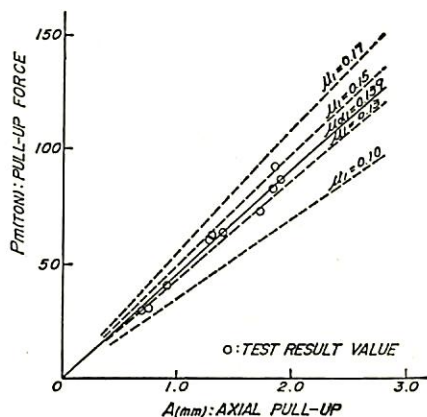


図-6 Dry fit の場合の押込み量と押込み荷重との関係

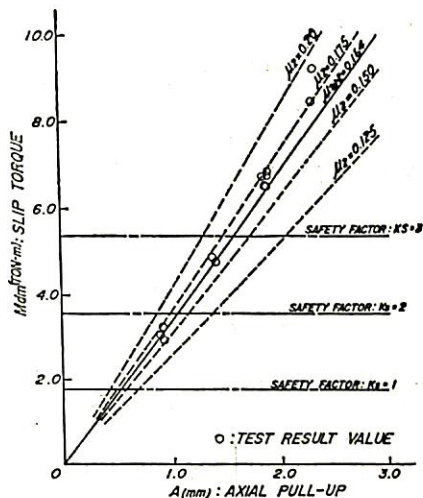


図-7 Wet fit の場合の押込み量とスリッパトルクとの関係

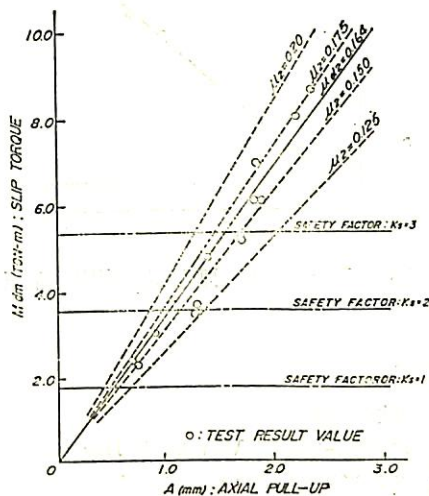


図-8 Dry fit の場合の押込み量とスリッパトルクとの関係

を点線で併示してある。なおこの場合の押込み摩擦係数は約0.012となる。図-6は Dry fit の場合のそれを示したものであるが計算による摩擦係数は約0.14となる。図-5と図-6を比較すると Dry fit の場合の押込み荷重は、Wet fit の場合のその約4倍となっていて、軸方向の荷重についてみると、みかけ上、Wet fit の場合の方が小さな力で押込まれることになる。このことは、Wet fit の場合の押込み摩擦係数が Dry fit の場合のそれと比較して小さいのは、軸方向の押込み荷重のみを対象としたためである。

## 5-2 スリップ実験による滑り摩擦係数の確認

スリップ実験は、Wet fit と Dry fit のそれぞれの場合について所定の押込み量まで押込んだ後、約15分を

径てから行なつた。図-7は、Wet fit で押込んだ場合の押込み量とスリッパトルクとの関係実験点をまとめたものであり、計算による滑り摩擦係数を点線で併示してある。図-8は、Dry fit についての実験結果を同様に図示したものである。

この実験で求められた重要なことは、Wet fit であれ、Dry fit であれ、両者の押込み後の滑り摩擦係数に差のないことが明らかとなつた。すなわち Wet fit の場合のボスコーン部分の接触面内の油は、数分で拡散し、押込み後5分後も24時間後の実験でもスリッパトルクが同一であつたことからこのことが立証された。なお表-1で示した要目の条件のもとでの軸トルクに対するスリッパトルクの比を安全率として参考に図中に併

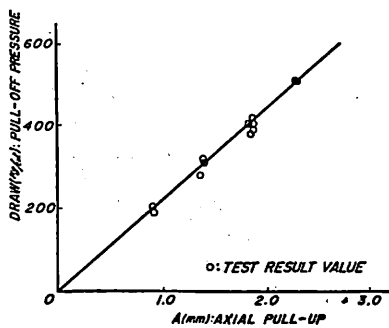


図-9 Wet fit 後の押込み量と引抜き油圧との関係

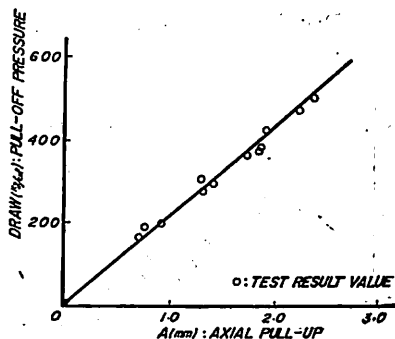


図-10 Dry fit 後の押込み量と引抜き油圧との関係

示してある。

### 5-3 引抜き実験

図-9および図-10は、Wet fit と Dry fit を行なった後で、それぞれの場合について、プロペラポスコーンパート部に加工した油溝に油圧をかけて、引抜き実験を行なった結果であり、押込み量に対する所要引抜き油圧の関係実験点をまとめたものである。

これらの図から、押込み量と引抜き油圧は、直線的な関係にあり、また両者の引抜き油圧に差のないことがわかる。

### 5-4 スリップトルクに及ぼす表面粗度の影響の確認試験

S-Propeller (AIBC 3) についてのポスコーンパート部のすり合わせ後のスリップトルクの実験結果は、5-2に示した通りである。すなわち図-7、図-8にみられるように滑り摩擦係数の値は Dry fit, および Wet fit ともほぼ同じく 0.164 であった。今回の実験では、S-Propeller (AIBC 3) のポスコーンパート部を再度機械加工し、すり合わせを行なわないで押込み量とスリップトルクとの関係を求めてみた。図-11は押込み量とスリ

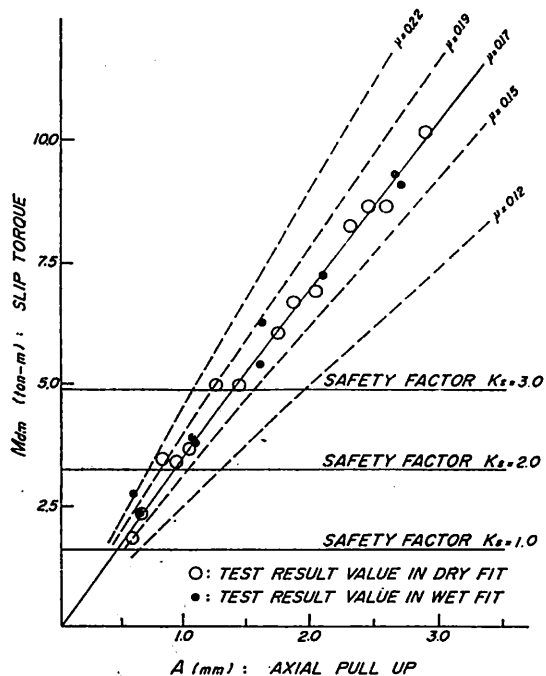


図-11 機械加工のみの場合の押込み量とスリップトルクとの関係

表-4 機械加工のままのものとすり合わせを行なったものの表面粗度の比較表

Machine finished only	Before fitting	$R_{max}$ 9.8~10.5 $\mu$
	After fitting	$R_{max}$ 8.3~9.0 $\mu$
Facing up	Before fitting	$R_{max}$ 3.6~4.0 $\mu$
	After fitting	$R_{max}$ 3.4~3.8 $\mu$

ップトルクの関係実験点をまとめたものであり、点線で計算による摩擦係数を併記してある。なお●印は Wet fit, また○印は Dry fit で押込んだ後、スリップトルクを与えた場合の実験点であるが、この図から両者の実験結果に差がないこと、および前述のすり合わせをした場合の実験結果とも差がないことが認められる。参考のために、この二つの実験、すなわち、すり合わせを行なった場合と機械加工のままの場合の両者の表面粗度の測定値を表-4に示した。

## 6. HBc1 製小型模型プロペラの実験結果

### 6-1 押込み摩擦係数の確認

AIBC 3 製小型模型プロペラの実験が終つたのち、まったく同一の条件下での HBc1 製小型模型プロペラ

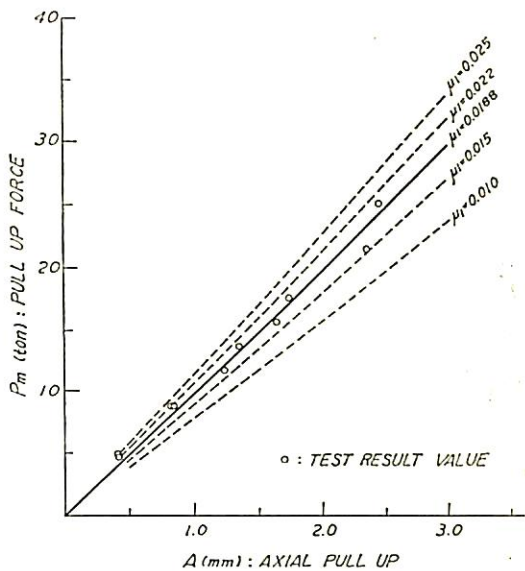


図-12 Wet fit の場合の押込み量と押込み荷重との関係 (HBsC 1)

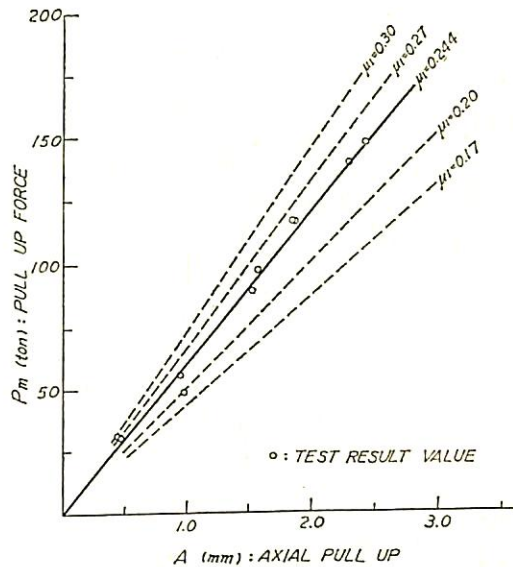


図-13 Dry fit の場合の押込み量と押込み荷重との関係 (HBsC 1)

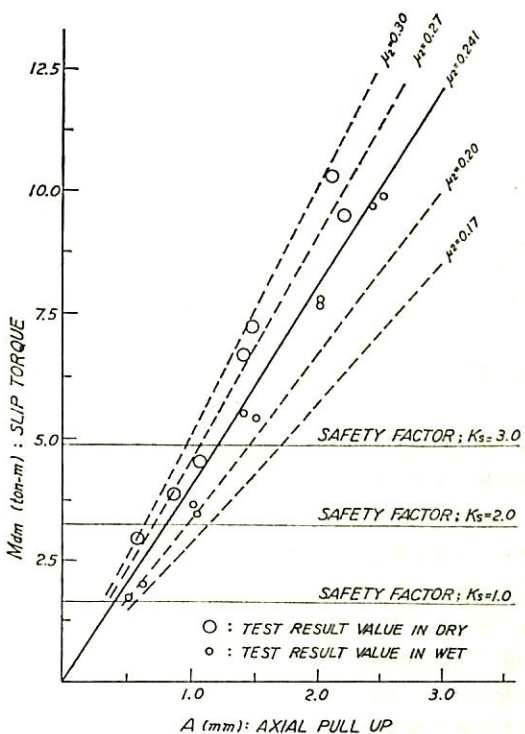


図-14 機械加工のままの場合の押込み量とスリプトルクとの関係 (HBsC 1)

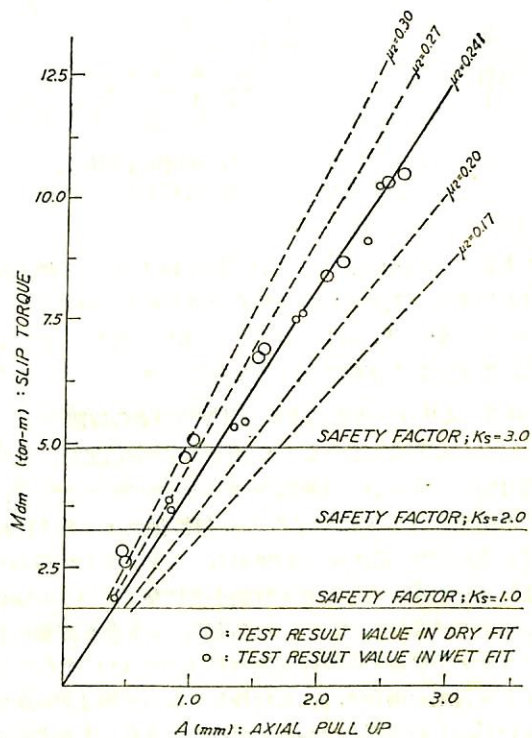


図-15 すり合わせ施行後の押込み量とスリプトルクとの関係 (HBsC 1)

BEFORE FITTING  
H MAX: 9.8-10.5  $\mu$   
ON THE AVERAGE OF 10 POINTS 8.8-9.4  $\mu$

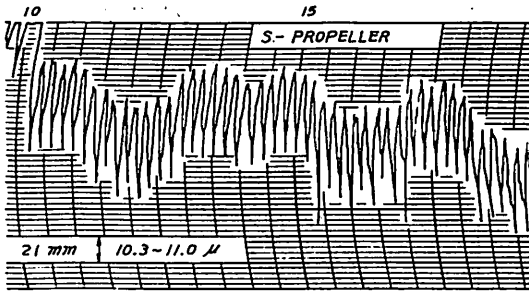


図-16 ニッケルアルミニウム青銅製 (AIBC 3),  
機械加工のままの小型模型プロペラボス  
コンパート部の押込み前の表面粗度

BEFORE FITTING  
H MAX: 8.3-9.0  $\mu$   
ON THE AVERAGE OF 10 POINTS: 6.4-7.0  $\mu$

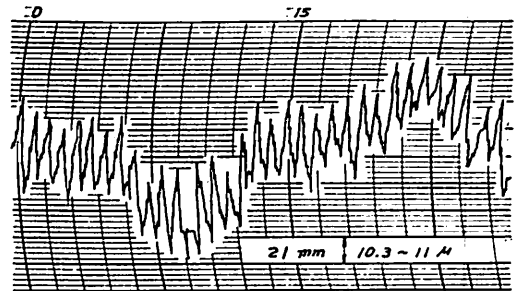


図-18 マンガン青銅製 (HBsC 1), 機械加工の  
ままの小型模型プロペラボスコンパー  
ト部の押込み前の表面粗度

AFTER WHOLE TEST WAS FINISHED  
H MAX: 8.3-9.0  $\mu$   
ON THE AVERAGE OF 10 POINTS: 7.3-7.9  $\mu$

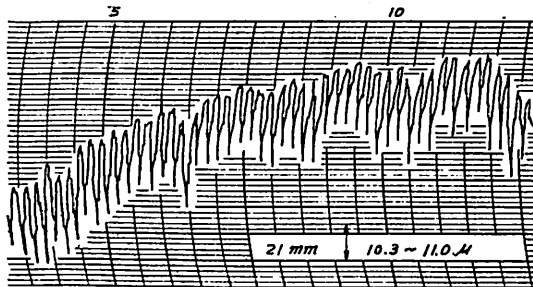


図-17 ニッケルアルミニウム青銅製 (AIBC 3),  
小型模型プロペラの押込み後の表面粗度

AFTER WHOLE TEST WAS FINISHED  
H MAX: 5.4-5.7  $\mu$   
ON THE AVERAGE OF 10 POINTS: 4.9-5.2  $\mu$

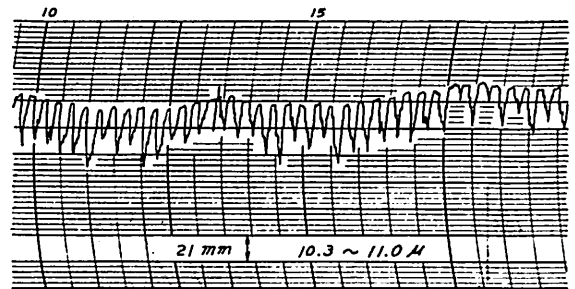


図-19 マンガン青銅製 (HBsC 1), 小型模型プ  
ロペラの押込み後の表面粗度

の実験を行なった。図-12は Wet fit における押込み量と押込み荷重との関係実験点をまとめたものであり、図-13に Dry fit におけるそれを示し、計算による押込み摩擦係数を点線で併示してある。

## 6-2 スリップ実験による滑り摩擦係数の確認

図-14に機械加工のままの状態での実験結果を、また図-15に、すり合わせを行なったあとのそれを示す。その結果、トルクに対する滑り摩擦係数は、仕上げ程度の差に関係のないことが求められたが、これについては、ニッケルアルミニウム青銅小型模型プロペラの場合と同様である。またスリップ試験による滑り摩擦係数はニッケルアルミニウム青銅の場合、0.164に対し、マンガン青銅の場合0.244となつた。この原因は明らかでないが、その要因の一つとして次のようなことが考えられる。

図-16および図-17に機械加工のままの AIBC 3 製小型模型プロペラの押込み前と、押込み後の表面粗度

の計測値を、図-18および図-19に機械加工のままの HBsC 1 製小型模型プロペラのそれを示した。この図からわかるように、前者に比べ、マンガン青銅製の表面は、押込み後、山のピークが非常につぶされている。したがって、マンガン青銅の方が軟性と認められ、たとえば、金属接触部の粘着性の増大などにより、みかけ上の摩擦係数が増大したのではないかと想像される。

いずれにしても、マンガン青銅製の場合は、ニッケルアルミニウム青銅製よりも、滑りに対する摩擦係数は、安全側にあることが確認された。ただし、0.2%耐力は、ニッケルアルミニウム青銅よりもやや低いために、ボスの応力などの検討も個々のキーレスプロペラの計画時に行なわなければならないが、現行のボス寸法で、キーのみを取り去つて、キーレスとしても、強度的には、ほとんどの場合、余裕のあることが確認された。

なお、表面粗度の相異についても、ニッケルアルミニウム青銅製のそれと同様の結果が得られた。したがつ

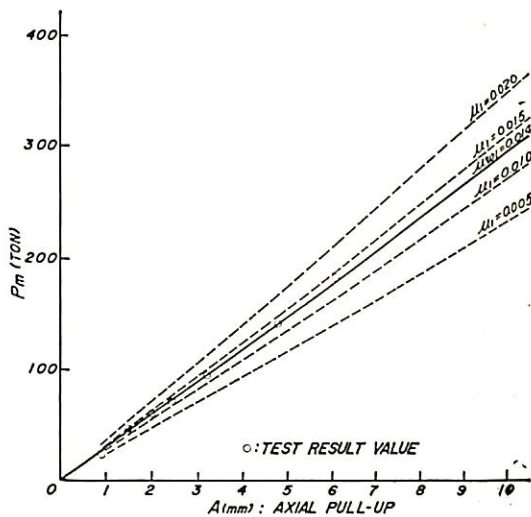


図-20 Wet fit の場合の押込み量と押込み荷重との関係

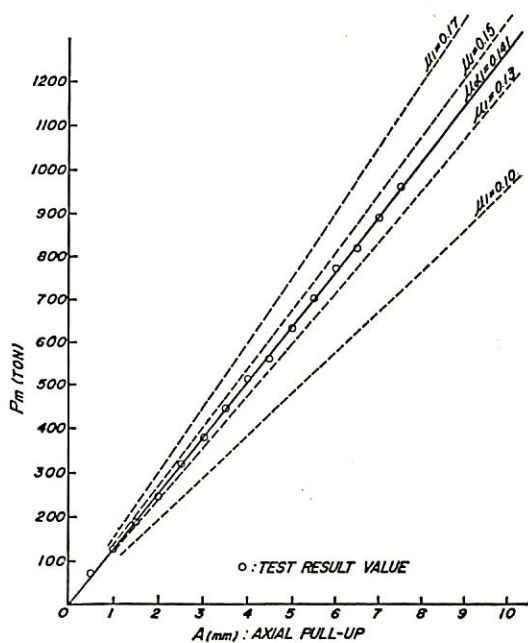


図-21 Dry fit の場合の押込み量と押込み荷重との関係

て、精度の高い機械加工を行なうのみで、すり合わせが省略できることは、工期的な短縮とあわせて、あらゆる面で画期的な改善となるであろう。

## 7. 大型模型プロペラ (N-Propeller) の実験結果

### 7-1 押込み摩擦係数の確認実験

図-20は、Wet fit の場合の押込み量と押込み荷重と

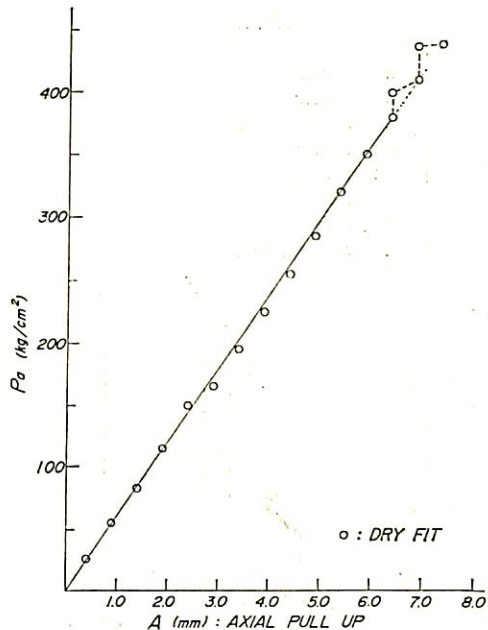


図-22 Dry fit における押込みを途中で停止した場合の押込み量と押込み油圧との関係

の関係実験点をまとめたものであるが、計算による摩擦係数を点線で併示してある。なおこの場合の押込み摩擦係数は約0.014となる。

図-21は、Dry fit について、同様の実験結果をまとめたものであるが、計算による押込み摩擦係数は約0.14となる。なお、S-Propeller (AIBC 3 製) についての図-5と図-6との比較と同様に、Wet fit の押込み荷重とDry fit のそれを比較すると、Dry fit の場合の押込み荷重は、Wet fit のその約4倍となつている。またS-Propeller (AIBC 3 製) とN-Propeller とについて、押込み摩擦係数値を比較してみると両者ともほぼ同じ値となつている。

### 7-2 押込み摩擦係数の再確認実験

図-22は、Dry fit について、押込み途中の6.5 mm、7 mm の所でそれぞれ約10分間マウンティングツールの圧力を下げて、押込みを再開するような方法で行なつたときの、押込み量と押込み油圧の関係実験点である。押込み途中で一たん休止すると、図のように押込み荷重が上昇しているが、再び動き出すと、もとのグラフ上にもどってくる。

計算による動き始めの摩擦係数を求めると約0.17となり、また連続押込み中の摩擦係数を求めると約0.16となる。



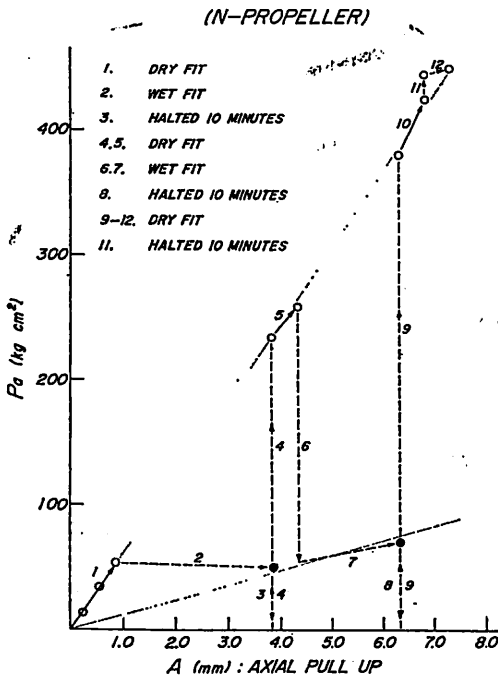


図-23 Dry fit と Wet fit を交互に行なつた場合の押込み量と押込み油圧との関係

次に、図-23は、Dry fit と Wet fit を交互に行なつた場合の押込み記録である。この実験点を用いて、Dry fit について、計算による摩擦係数值を求めると約0.16となり図-22の押込み記録線と一致することがわかつた。このことは、Wet fit と Dry fit を交互に行なつても、押込み後のテーパ-接触面の摩擦係数が低下しないことを意味しているが、このことは、二種の S-Propeller における、スリプトルクの実験結果からも裏付けられている。

### 7-3 引き抜き実験

図-24に、Wet fit (◎印)、および Dry fit (○印)の両者についての油溝方式による引き抜き油圧の実験結果を示した。

押込んでから引き抜きまでの経過時間は約15分とし、引き抜き所要時間はおの約1分以内とした。

なお後進時の引き抜き摩擦係数を確認するために、油溝を使用しないで、軸方向の引き抜き荷重のみをかけた場合についての引き抜き荷重および引き抜き摩擦係数の確認試験も行なつてみた。その結果を図-25に示す。

### 7-4 ポス応力の確認試験

図-26は、押込み量と、ポスター-内面の接線方向の実測応力との関係の一例を示し、図-27は、押込み量

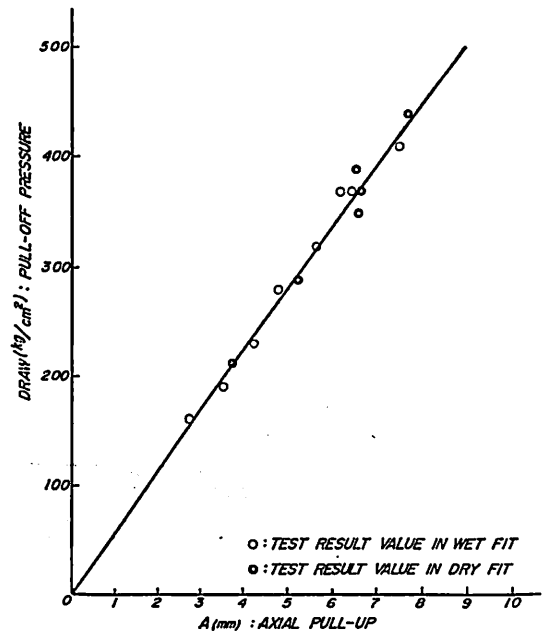


図-24 押込み量と油溝方式による引き抜き油圧との関係

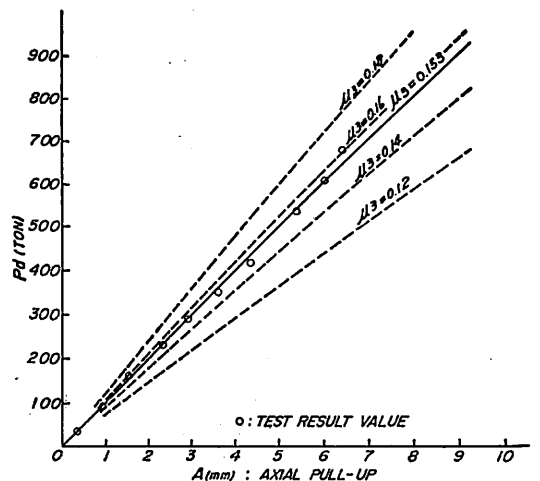


図-25 押込み量と引き抜き油圧との関係

とポス外周の接線方向の実測応力との関係の一例を示す。参考として計算による応力を併示したが、両者はよく一致している。なお数十回の押込みおよび引き抜き実験後でも、応力は完全に零の状態に復帰した。このことから、規定の押込み量であれば変形は弾性範囲内であることが想定される。

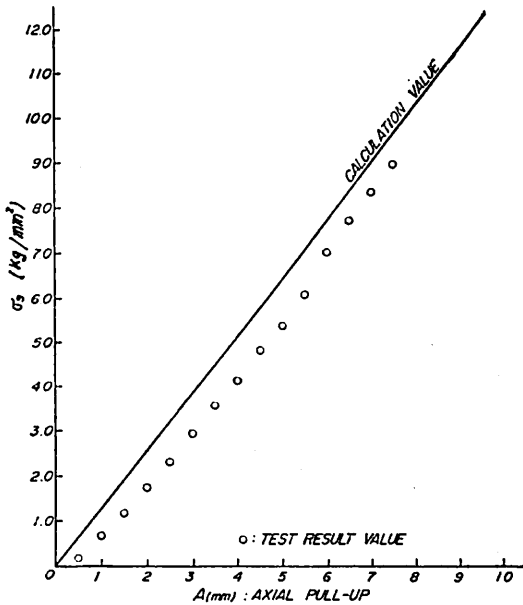


図-26 押込み量とボステーバー内面の接線応力との関係

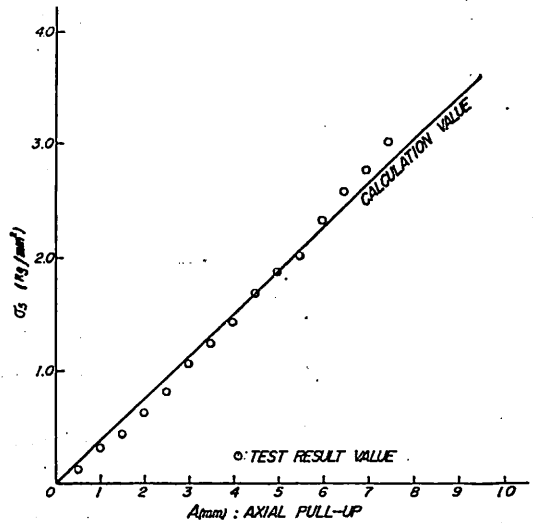


図-27 押込み量とボス外周接線方向の応力との関係

表5 実船用プロペラの要目

PARTICULARS		
MAIN ENGINE	B.H.P. (M.C.R.)	4,500
	R.P.M. (M.C.R.)	230
PROPELLER	DIAMETER	3,320 mm
	PITCH	2,150 mm
	PITCH RATIO	0.6476
	DISK AREA	8.6570
	DEV. AREA	4.9258
	PROJ. AREA	4.5276
	DEV. A. RATIO	0.569
	PROJ. A. RATIO	0.523
	MAX. B.W.R.	0.3349
	MEAN B.W.R.	0.3753
	BOSS RATIO	0.1885
	MAX. B.T.R.	0.0557
	ANGLE OF LAKE	9°~55'
NUMBER OF BLADES	4	
TURNING DIRECTION	RIGHT HAND	
MATERIAL	KALBC 3	
MOMENT OF IN THE AIR	$\text{kg}\cdot\text{cm}^2$	18,025

### 8. 実験試験

実船試験に採用されたプロペラの要目は表5に示すとおりである。実船のプロペラの取付けに先だち、二回に

### RECORD OF KEYLESS PROPELLER FITTING

NAME OF SHIP : "KISSYU MARU"  
 SHIPYARD : ONOMACHI DOCKYARD CO., LTD.  
 DATE OF FITTING : 15TH AUGUST, 1951

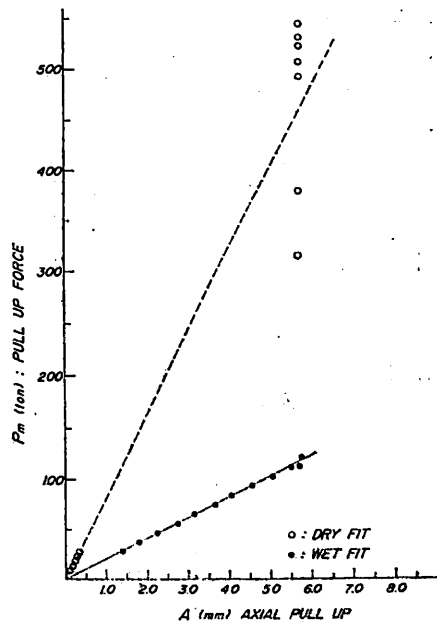


図-28 実船用プロペラの取付け記録

わたつて、押込み条件の確認のための陸上試験を行なつた。その後、昭和46年8月13日に、尾道造船(株)建造のSN0. 233吉州丸に、実際に実船試験用キーレスブ



写真-3 実船用プロペラの取り付け状況

ロペラの取付けを行なつた。

図-28は、その実際の押込み記録図である。計画押込み量はトルク伝達の滑りに対し、約3の安全率を見込んで5.75 mmとしたが、ちなみに、日本海事協会がキーレスプロペラ用とし

て定めた規定押込み量は、その時の温度条件に対し、下限値で4.51 mm、上限値で8.11 mmである。押込みは、Wet fitによることとしたが、零点の確認の意味で、最初Dry fitで押込み、零点を求めてから、Wet fitに切り替えて、計画の押込み量まで押し込んだ。同図に示すように、Wet fitの記録線の零点は、Dry fitのそれに一致している。

Wet fitによる押込みが完了してから、確認のためにDry fitに切り替えて、押込み荷重を増大させたが、約550 tonまで上げてはボスは進まず、この点で油圧のジャッキの容量が飽和したので、ここで確認を終えることとした。

押込み試験の結果を集約すると、次のとおりである。

プロペラボス表面の温度	24.5°C
プロペラ軸の温度	23.0°C
計画の押込み量	5.75 mm
真の押込み量	5.77 mm

この押込み記録の実態から、押込みの最終点は、押込み摩擦係数を0.16としたDry fitの条件と、少なくとも等価な押込みの行なわれたことが確認された。

なお、この押込記録についての計算による摩擦係数は、Dry fit相当線に対し0.16、またWet fit相当線に対し0.013である。

写真-3は、吉州丸にキーレスプロペラを装着中の状況写真である。プロペラ装置後、昭和46年10月23日行なわれた海上公試の結果では、スリップその他の異常はまったく認められず、期待すべき成果が得られた。

## 9. 実験結果のまとめ

(1) 大型模型プロペラ (N-Propeller) による実験の結果、Wet fit と Dry fit のそれぞれについての押込み摩擦係数、引き抜き摩擦係数、ボス内外面の

応力、また引き抜き油圧など実船への適用に必要な推進の設計資料を求めることができた。

(2) 小型模型プロペラ (S-Propeller) による実験の結果、Wet fit と Dry fit のトルクに対する滑り摩擦係数は、同一であることが求められた。

(3) 表面粗度の影響の確認試験の結果、すり合わせを行なつたものと機械仕上げのままのものとの両者について、押込み摩擦係数値やトルクに対する滑り摩擦係数値に相違のないことが確認された。

(4) 実船実験用プロペラの実際の取付けに対して、陸上試験で得られた諸条件が、そのまま適用できることが確認された。

(5) キーレスプロペラを取付けた実船の海上公試の結果、期待すべき成果が得られた。

## 10. あとがき

キーレスプロペラの開発のための研究として三種の模型プロペラにつき、種々の確認実験を行ない、実験への適用に必要な諸設計数値を求めることができた。

さらに、この陸上模型実験に基づいて、実船実験用のキーレスプロペラを設計製造し、陸上確認試験を行なつてから、実船へ取付けたが、予期した成果を得ることができた。

今後の実船への応用のために、プロペラ材料の物理的および機械的性質や実験で得られた諸数値を考慮して、ボスの応力、滑りに対する安全性、所要押込み量、押込み荷重、前進時および後進時の安全性、プロペラの遠心力による影響の安全性、温度変化に対する安全率の変化などの検討を、個々のキーレスプロペラについて行なうことができるようになった。特に滑りに対する摩擦係数は、各船級協会 (LR, NV, BV, GL, NK) がそれぞれ0.12, 0.15, 0.125, 0.12, 0.16を採用し、本開発のキーレスプロペラに対する規則をほとんど設けているが、今回の実験でそれらを十分満足し安全側にあることが確認された。諸外国では数百隻におよぶ実績があり、これまでのキー付き構造よりも、技術、工費、工期などのあらゆる面に改善を加えた設計となつているキーレスプロペラは、船主経済に寄与する面が大きく、すでに本開発のキーレスプロペラを採用予定の船舶は数十隻におよび、国内で建造される船舶に現在取付け完了のものは、大型船、小型船を含めて、四隻におよんでいる。この意味では、このたびの開発は機を得たものと判断される。

最後に本開発の実施にあたっては、特に種々御助言を賜つた日本海事協会の久米宏技師、岡山大学の本田和男教授に対し、深甚の謝意を表すると共に、諸官庁、船主、造船所の関係各位に多大の御指導、御援助いただいたことをこの誌上を借りて厚く御礼申し上げます。

# L N G 船

## (その1 LNG 船の概要) (2)

恵 美 洋 彦\*  
會 根 紘\*\*

### 2.2 LNG 船の実例

現在就航, 建造あるいは計画中の LNG 船の形式は, 次の7種類のものが公表されている.

- (1) コンチ独立方形アルミタンク方式
- (2) ガスオーシャン独立円筒形タンク (9% ニッケル合金鋼) 方式
- (3) ガストラנסポート (ウォルムス) メンブレンタンク (36% ニッケル合金鋼) 方式
- (4) コンチ・エッソ独立アルミ二重殻タンク方式
- (5) ガスオーシャン式独立球形タンク (9% ニッケル合金鋼) 方式
- (6) コンチオーシャンメンブレンタンク (ステンレス鋼) 方式
- (7) モス独立球形タンク (9% ニッケル合金鋼) 方式

上記のうち, (1) ないし (6) は就航中, (7) は計画中の船である. これらの LNG 船の概要を公表された資料に基づき紹介する.

このほか, 日本では, 冷却式 LPG 船, エチレン船で実績のあるブリジストン方式メンブレン, IHI 方式メンブレン (ブリジストン方式に近いといわれる), 日立方式独立タンク等が, うわさにのぼっているが, 建造が確定したものはない.

新聞情報によるとわが国各造船所の LNG 船の開発計画は次のとおりである.

- IHI; IHI メンブレンタンク または IHI 独立タンク方式
- 川重; モス球形タンクまたは川重—ブリジストン・メンブレンタンク方式
- 日立; 日立独立タンク方式
- 三菱; コンチ・オーシャン・メンブレンタンク方式またはモス球形タンク方式
- 三井; モス球形タンク方式あるいはガストラנסポート・メンブレンタンク方式
- 鋼管; ガストラנסポート・メンブレン方式あるいはコンチ・オーシャンメンブレン方式
- 住重; コンチ・オーシャンメンブレン方式, またはコンチ独立タンク方式

### 2.2.1 コンチ独立方形アルミタンク方式

(メタンプリンセス号およびメタンプログレス号)

#### [参考文献]

- i 「“Methane Princess” and “Methane Progress” the first commercial deep-sea L.N.G. carriers」, Shipbuilding and Shipping Record, Nov. 5, 1964.
- ii The U.K. Liquid Methane Tankers, by D.E. Rooke and C.G. Filstead, Jr.
- iii 「Marine Transport of L.N.G.」 by R.C. Fooks The Proceeding of the Seventh World Petroleum Congress.
- iv 「Six Years Operational Experience with the “Methane Princess” and “Methane Progress”」 the Second International Conference and Exhibition on L.N.G., Oct. 1970.
- v 「Design and Transportation Aspects in the Handling of Liquid Methane」 by E. Schlumberger and J.W. Hunt

この方式は, “メタンパイオニア号” を原型とする独立方形アルミタンクと表面にプライウッドをはつたバルサ防熱材 (二次防壁兼用) の組合わせが, 基本型式となっている. 就航中のものは, 前述のように “メタンプリンセス号” および “メタンプログレス号” の2隻の同型船がある. この LNG 船は, 現在まで, 6年余りの運航実績があり, 最も多くの論文が発表されているので, その建造, 運航実績について紹介する.

#### Methane Princess, Methane Progress の主要目

- 建 造: Methane Princess; Vickers-Armstrongs, Barrow, April 1964.  
Methane Progress; Harland & Wolff, Belfast, June 1964.
- 設 計: Conch International Methane Ltd.,
- 主要寸法  $L_{pp}$ : 575'00" (175.26 m)  
B: 81'60" (24.89 m)  
D: 58'60" (17.83 m)  
d: 26'00" (7.92 m)

\*, \*\* 日本海事協会船体部

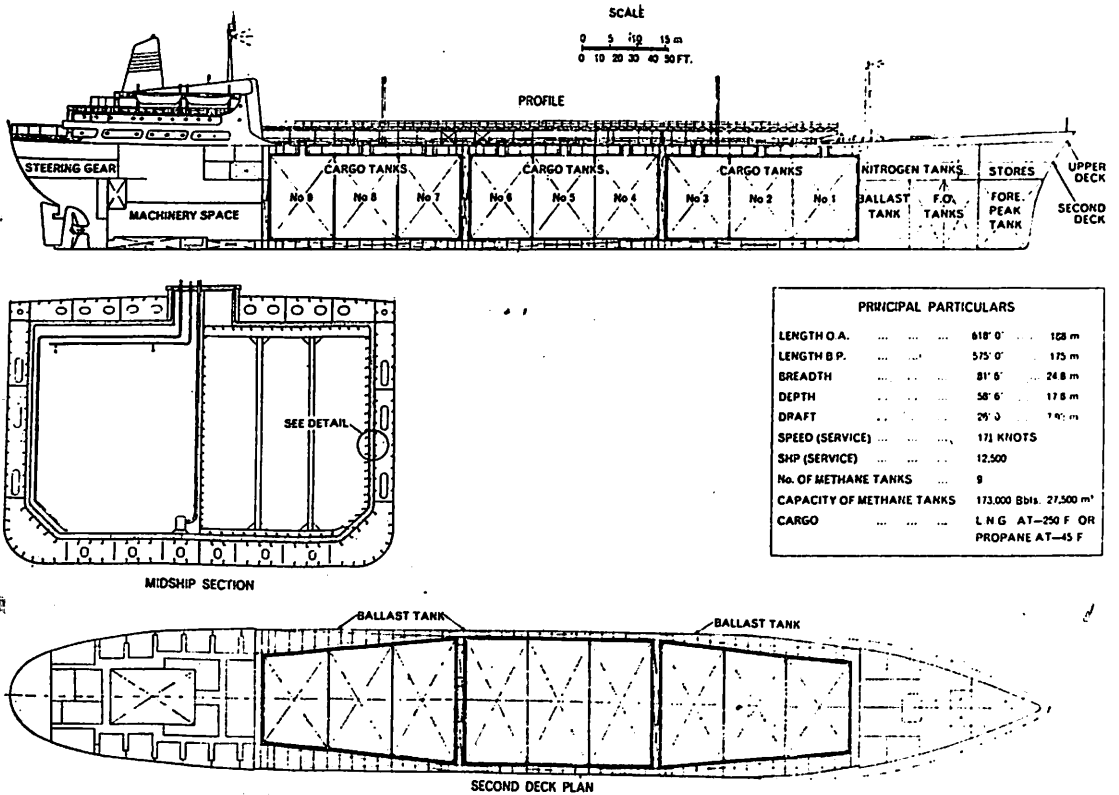


图 2.1 General Arrangement—Methane Princess and Methane Progress (文献 ii)

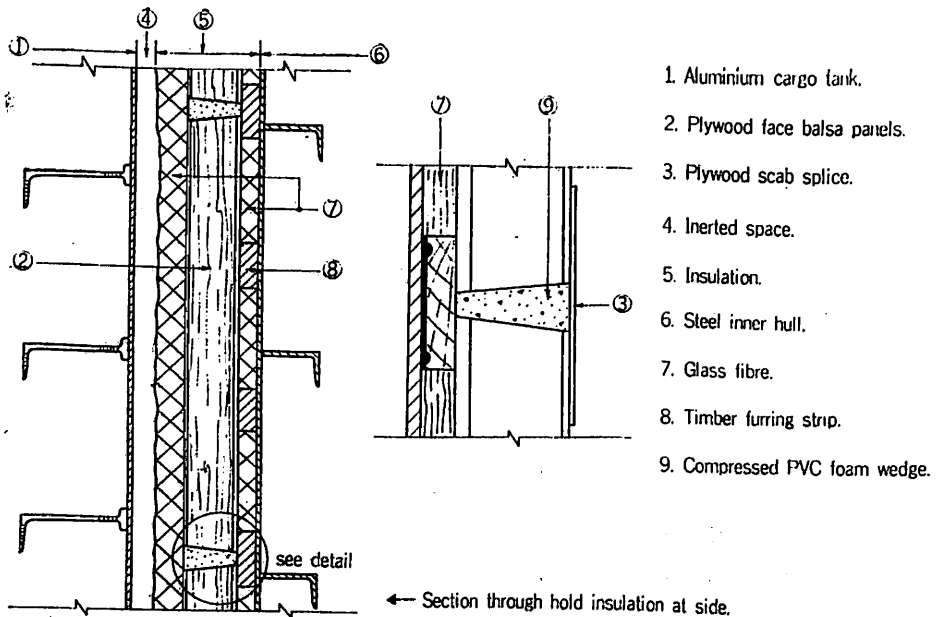


图 2.2 Section through hold insulation at side. (文献 iv)

- タンク容積: 約 27,000 m<sup>3</sup>, タンク数; 9個 (1個の容積 2,330~3,400 m<sup>3</sup>)
- 主 機: 13,750 P.S. タービン (F.O. のみ, メタンガスのみまたは F.O. とメタンガス燃焼)
- 船 級: AB, LR
- 船 価: 約 47.5 億円 (通常のタンカーに比べて約 4 倍, 運ぶ貨物のカロリーベースで比較して約 3 倍)

#### 船体構造配置

図 2.1 および 2.2 に示すように, 完全な二重船殻構造でタンク倉周囲区画は, いずれも注水可能である. 1 つのタンク格納スペース (3 ホールド) に, それぞれ 3 個のタンクが設置されている.

#### タンクの概要および建造

タンクは, アルミ合金製 (Aluminum Association U.S. 規格, Alloy 5083-0) が使用され, アルミ使用全重量 1,185 トン (最大 1 個 135 トン) である.

溶接は, MIG 溶接で行なわれ, タンク板の継手は, AB および LR のクラス I 圧力容器に従い, 全線 (約 24,000 フィート) X 線検査が施行された.

タンク側壁あるいは端壁の防撓材は, 水平防撓材とし, かつ特殊形状 (図 2.2) の形鋼を採用している. この防撓材は, メタンパイオニア号でタンクコーナーに支材が設けられ, この溶接箇所での局部応力を軽減するため採用されたものと同じ形状をしている.

タンクの建造は, メタンパイオニア号の経験から, 作業環境を風雨密としない限り, 良好なアルミの溶接が期待できないことがわかった. したがって, タンクの組立ては, できるだけカバーの下で行なうよう計画された.

タンクは, 組立て完了後, エアテストおよび水圧試験が行なわれ, 係留中の船体に設置された. テストでの漏れはなかつたが, 60' の水頭で内部構造 (たとえば, 底の横桁取合い部) に弱い箇所が発見されたので, 補強された.

1 つの造船所では, 組立て工場でタンクを上下のブロックに分けて建造し, 後に組立て現場に移しタンクを完成させた. このときは, ポリエチレン製カバーが用いられた.

他の造船所では, タンクを頂部・底部を含む 9 つのパネルに分割して建造し, 後に現場で組立てられたが, 現場での溶接長さがふえ, 風雨密が大きな問題となり, 工事が遅れた.

#### タンクのすえ付け工事

船倉とタンク隔壁のすき間は, 2 ないし 3 インチ (交

通不可能) であり, タンクのすえ付けには, 充分の考慮が払われた. 甲板線上に, ローラガイドを設け, 船はバラスト調整により常に直立させた.

タンクのすえ付け前に, トランク部の防熱, ホールドの防熱, タンク防熱, 管工事が施行された.

底部キー側部のすき間は, 0.25 インチであり, 各ホールドの最後のタンクのすえ付けは, テレスコープで測定しながら行なつた.

工作誤差の仕様は, きびしいものであつたが, 工事は, おおむね良好であり, 最もむずかしいと思われる工事は, 上甲板構造とタンク頂部のキーを垂直方向に一致させる工事である.

#### 防熱材および防熱工事 (二次防壁兼用)

タンク防熱材は, 図 2.2 に示すように, バルサ材, 表面および裏面の合板 (1 面は, Oregon pine, 他の 1 面は, Maple sugar), グラスファイバー (Superfine B 50), P.V.C. フォーム (BTR Plasticell, -258°F で充分伸縮継手として働く) および根太から構成され, 船体内殻に取り付けられる. バルサ心材は, 平均 3' × 3" × 3/4" の小片を組合せたものである.

両造船所ともに, メタンパイオニア号の経験と本船への改良型の設計, 低温試験に関係していたので, 直ちに船主監督の指導の下に関連工場に防熱パネルの製造ラインを設置した. 両造船所とも, 仕様書に合わせて 45° および 90° のアングルピースを含む防熱パネルをきびしい精度基準に合格するよう製造した. この防熱パネルは, 船体取付けまで防湿装置のある区画に保管された.

船体取付け工事では, 作業者の教育指導・ホールドの防湿・防熱パネル取付け・前および取付け後の広い平坦な表面仕上げ (最大 115' × 58') ・非常に数が多くかつ精密な工作を要求されるボルト取付けおよび防熱材, 根太の接着作業・作業コントロール班の設置等が特別な問題点であつた.



図 2.3 View of Insulated Hold (文献 ii)

底部キーは、防熱工事およびタンク完成後、計測し調整された。長期間の使用に耐え、高圧縮強度および低温での良好な性質を有する熱可塑性プラスチックが、タンクキーと底部キーの間の空間に充てんされて、一様なベアリング面を形成する目的のために開発された。

これらのプライウッド・バルサ積層の防熱材は、タンクからの漏えい液を10日以上安全に保持する二次防壁としても働く。

これらの防熱材で、メタンバイオニア号と異なる点は、バルサパネルを薄くし代わりにグラスファイバーを用いたことおよびパネル継手の液密構造が簡素化されたことの2点である。

ハッチカバーは、Rocksil で防熱された。

#### 管装置その他

すべての管装置は、カーゴハッチからタンク内に導かれた。また、管装置その他でメタンバイオニア号と特に変わった点は、カーゴポンプ（ディーブウエルポンプ→サブマージポンプ、ブローケースポンプ→ペーパーリフトシステム）で、このほかは根本的な差はない。以下、各種装備品の概要を示す。

**カーゴポンプ：**各タンク1個の電動サブマージポンプが設けられ、また、中心線隔壁には、2個の6"φ隔壁弁が設けられている。

**危急用ポンプ：**リフトペーパーシステム(図2.4参照)の吸引管が各玄1個(3"φ)設けられている。これは、ストリップング用であるが、サブマージポンプの始動用にも使用され、さらにこのシステムはタンク格納スペースの危急排出用にも使用される。

**荷役管：**2メイン(10"φ)、支管径は6"φであり、使用材料は、ステンレス鋼管である。管の防熱材料に

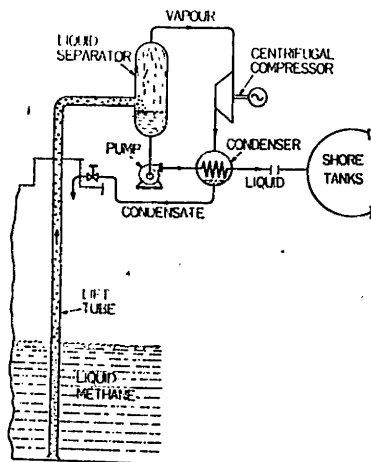


図2.4 Vapour-Lift Pump 文献 v)

は、フォームグラスを使用している。

**イナーテイング：**タンク内ふん囲気は、陸上からの窒素ガスの供給(最初のクールダウン、検査のためのウォームアップ時等)等により空気と天然ガスの混合気体とすることがないように計画されている。タンク周囲スペースは、窒素ガスを封入する。このため、2個の液体窒素タンクとペーパーライザーが設けられている。

**タンク過圧防止：**各タンクに圧力逃し弁および調整弁を設け、これらが2本のベント管に導かれ大気へ開口する。通常時は、蒸発ガスを燃料用として使用し、また危急時に大気に放出するより前に一たん他のタンク等に導くようにし、次いで大気に蒸発ガスを放出するよう計画されている。航海中、タンク内の圧力は、ごくわずかの正圧に保持され、タンク内に大気が侵入したり、圧力が変化して蒸発ガスの量が増えるのを防ぐよう計画されている。

**タンク 負圧防止：**万一タンクが負圧になったときでも、窒素ガス供給管を通じて、タンク内には窒素ガスを導入し、大気は侵入しないよう計画されている。

**ガスコンプレッサ：**2個設けられており、低温に耐える材質とし、防熱が施されている以外、通常の装置と変わらない。駆動は、スチームタービンである。このコンプレッサは、通常、機関室へ蒸発ガスを送るのに使用するが、ペーパーリフトシステム(前述)用にも使用する。

**温度検知：**320点の記録をコントロールできる記録・監視装置と、銅・コンスタンタン熱電対による検出端(計200または300点? 資料により数字が違う)がタンク壁、防熱、船体、タンクキーおよび大気の温度検知のため設けられる。

**液面計：**フロート式

**ガス検知：**タンク格納スペース、コンプレッサ室および監視室、ボイラ室および機関室に導くガスダクトに計12点のガスサンプリング管が設けられている。

**監視室(コンプレッサ室直上)の装備品：**カーゴタンク液面指示計・カーゴタンク高位、積載および低位指示ランプ・高位および積載レベルアラーム・低位しや断指示器(カーゴポンプ用)・カーゴポンプ作動ランプ・カーゴディスチャージの危急しや断スイッチ・ペーパー装置の危急しや断スイッチ・ペーパーリフトシステムの作動指示ランプ・カーゴタンクの高圧および低圧指示ランプ・圧力計

表 2.3 メタンプリンセスおよびメタンプログレスの LNG 冷却テストの計画表 (文献 ii)

Cargo Tank No.	Days	1	2	3	4	5	6
1	Piping Cooldown—8 hr. abt. 800 bbl.	8 hr. delay Tank Cooldown 30 hr. abt. 1000 bbl.		Pump Test—8 hr. 2800 bbl. Fill to 46' from shore 14 hr. 50,000 bbl.	Overfill Test—4 hr. Ballast Test Inspection—8 hr.		Departure for Canvey Island
2							
3							
4		Tank Cooldown 30 hr. abt. 1200 bbl.	Pump Test—8 hr. 3300 bbl.	Fill to 46' 16 hr. from shore 61,000 bbl.	Overfill Test—4 hr. Ballast Tank Inspection—8 hr.		
5							
6		16 hr. delay Tank Cooldown 30 hr. abt. 1000 bbl.		Pump Test—8 hr. 3000 bbl.	Gas Lift from 1 & 2 Top with abt. 20,500 bbl. from shore to 46' Overfill Test—4 hr. Ballast Tank Inspection—8 hr.		
7							
8							
9							
Ballast Tanks							
3				/ empty /			
4				/ empty /			
5					/ empty /		

機器室（船尾楼前端）の装備品：データロガー・ガス分析器・タンク格納スペース圧力指示計・カーゴポンプ危急しや断スイッチ・カーゴタンク高圧および低圧指示ランプ・データロガーおよびガス分析器の警報指示ランプ・イナートガス、ペーパー管、船のサービス空気、機器用空気の圧力指示計・イナートガスの低圧および低温指示ランプ

ボイラ用燃焼装置：燃料油のみ、メタンガスのみおよび燃料油とメタンガスの混合気体の燃焼可能な装置が設けられている。この装置は、燃料油—メタンガスのいかなる割合でも燃焼しうるものでメタンガスの供給量に応じて燃料油の供給をコントロールできる装置となっている。また、蒸発ガスを燃料用として機器室に安全に送り込むためにコンプレッサ、ヒーターその他必要な管装置等が装備されている。

#### LNG 積荷テストの記録

最初の積荷航海で行なわれる LNG 積荷テストの計画は、表 2.3 に示すとおりであった。

メタンプリンセス号は、LNG の供給の関係で、2 回に分けてクールダウンが行なわれた。

最初のクールダウンは、1964 年 9 月初め、Arzew で陸上の貯蔵タンクから供給を受けて、LNG を約 1.4 kg/cm<sup>2</sup> の圧力でスプレーノズルからタンクに注入して行なわれた。クールダウンは、タンクの全深さにわたって、十分に行なわれた。図 2.5 にクールダウン中のタンク垂直方向の（6' 間隔）記録例を示す。このときのクールダウンは、タンクに約 10' の LNG を積む状態まで順次行なわれ、この LNG を循環させてのポンプのテストが行なわれた。

30 日後に計 16,000 kl の LNG が用意されたが、このときまでにタンクは、温度上昇があり、タンク底で平均 -101°C に達した。次いで第 2 回のクールダウンおよび LNG の積荷が、24 時間かかって行なわれた。第 1 回目および第 2 回目のクールダウン時に、船からの蒸発ガスを受けて再び船にもどすコンプレッサが作動しなかつたので、船のペントライザーから多量の蒸発ガスが



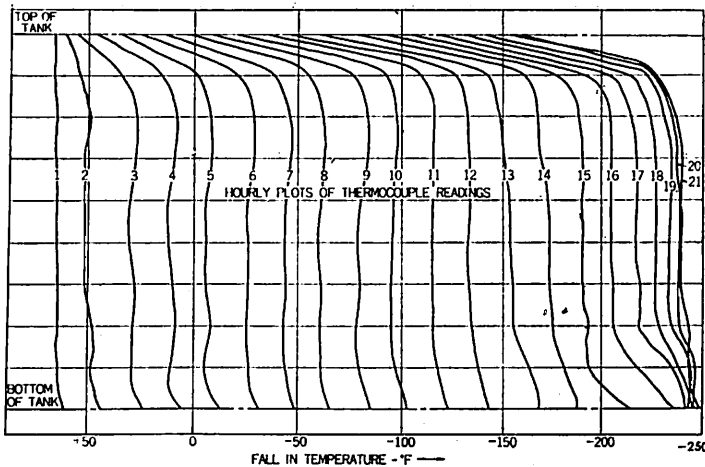


図 2.5 Typical Tank Cooldown (文献 ii)

放出された。このときのペーパー噴霧の濃度を計測したが、放出端から2ないし3フィート離れたところより外では、1%以上のメタン濃度は検出されなかつた。

1964年10月7日 Arzew から Canvey に向けて、16,000 kl の LNG を積んだメタンプリンセス号が出航した。この航海では、途中 30° のローリングを生じるような激しいしげに遭遇した。航海中、船体内殻の温度は、常に監視され、記録されたが、計画どおりの結果を示した。また、航海前後にコンチ社の技師と一緒に AB および LR の検査員が船体内殻を検査したが、霜のスポットは発見されなかつた。

航海中の蒸発ガスの量は、ほぼ一定であつたが、荒天で船が激しいローリングをしたとき増加した。また、航海中二種の混合気体の燃焼テストが行なわれたが、燃料油のみより燃料油—メタンガス混合の方が、良好な炎の状態を示した。

Canvey に着いて、最初の揚荷と検査が行なわれた。揚荷期間は、5日で、この間荷役装置は、良好であつた。揚荷後、直ちに船のウォームアップ（徐々に暖めること）が、約2日半、次いで窒素ガスでイナーティングされ、検査のため造船所に回航された。検査は、5日間にわたつてタンク構造、キーおよび積層防熱材について詳細に施行された。2台のカーゴポンプもまた、検査のため開放されたすべての装置は良好であつた。

メタンプリンセス号は、検査完了後、再びイナーティングされ、航海にもどつた。

第2回目の積荷は、1964年11月1日から行なわれ、24時間でクールダウン、次いで 23,200 kl の LNG の積載を18時間で終了した。この第2回目の積荷航海で、本船は、蒸発ガスの完全な燃焼に成功した。第2回目の

揚荷前にも船体内殻は完全に検査された。また、高位レベルアラームおよび危急しや断装置がテストされ、ペーパーリフトシステムも船級協会の満足を得るため使用された。

メタンプリンセス号の最初の満載状態は、1965年1月24,25日に Arzew で、約 27,300 kl の LNG を積んだときである。このときは、揚地での揚荷は、約 26,600 kl であり、航海中の蒸発ガスの量は、約 364 kl、往航のためタンク内に残した LNG は、約 243 kl であつた（1月25日出航、1月29日着港）。

メタンプログレス号は、テストのために必要かつ十分な量の LNG が供給（最

初の積荷は、23,400 kl）された。テストは、メタンプリンセス号とはほぼ同じであつたが、No. 6 タンクに隣接する船体内殻（縦隔壁）に2個所の小さいコールドスポットを生じた。ガス検知では、タンクからの LNG の漏れは検知されず（後にガス検知器の検定を行ないガス検知器が正常なことは確認）、したがつてこのコールドスポットは、防熱材中の小欠陥と考えられた。コールドスポットは、18" 径より大きくなることはなく霜のスポットであり、また船体温度は大気温度より約 14°C 低い約 -7°C であり、鋼材の安全使用温度の範囲内であ

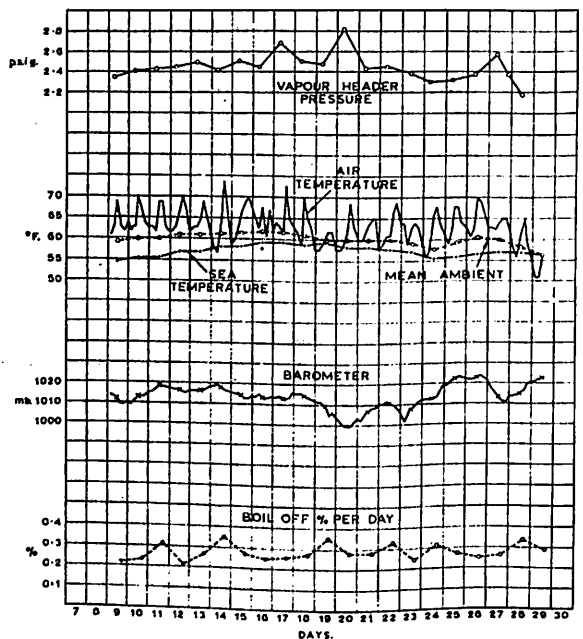


図 2.6 Boil Off—"Methane Progress", fully loaded at anchor. (文献 iii)

つた。冷却の程度は、非常に軽く、少量の海水を15分注ぐことにより霜は消え、12時間後に再び元の霜のついた状態にもどつた。したがって、この状態は、船級協会検査員の立会の下で、危険ではないと判断し、このコールドスポットを監視しながら航海を続けた。さらに、もしコールドスポットが航海中進行するならば、周囲バラストタンクに局部的に注水し、船体内暖を暖めることによつて安全性を保つ用意がされていた(このコールドスポットについては、後に説明を加える)。さらに、2日後大気温度が、約28°C低下したので、No.6タンクの頂部の位置にコールドスポットが発生した。

メタンプログレス号の最初の揚荷、検査および修理(上段防熱材)が行なわれた。

蒸気ガスは、設計時考慮したものより、少なくなかつた。すなわち、設計時には、満載時0.35%/日の蒸発を予想していたが、0.25ないし0.30%/日であつた。図2.6参照されたい。

#### 就航後6年間の経緯

この2隻の船は、6年の間主としてArzewとCanveyの間を150回以上の航海を行なつて $8 \times 10^6$ klのLNGを輸送した。この間、メタンプリンセス号は、New YorkにLNGを選び、USCGおよびNew York Fire Departmentの厳重な要求に合致するよう運航された。

この2隻の船は、船級協会規則に基づき毎年ドック入りの上、中間検査を行ない、4年ごとに定期検査が行なわれた。最初の定期検査は、1968年に施行された。

この6年間の就航結果のおもな点は次のとおりである。

カーゴタンク：この6年間にかなり激しい海象気象に遭遇しているが、LNGの漏えいはなかつた。タンクは、毎年ウォームアップされ、検査された。メタンプリンセス号のタンクに1968年の検査で、小さい損傷が発見された。この損傷は、タンク底防撓材の垂直ブラケット溶接個所のクレーター割れであり、完全に補修された。このクラックが、タンク板まで進展している個所は、どこにもなかつた。しかし、すべてのタンクについてこの2つの部材の接続個所の補強が行なわれた。また、頂部タンクキーの積荷航海時の状態が記録されたが、高応力は生じていないし、間げきは、毎年計測(0.04")されたが、設計時の許容値の範囲内に収まっていた。激しいローリングをしたときのトランクの移動量は、予期した1/4"より多少大きかつた。

防熱装置：バルサ・グラスファイバーの防熱装置

は前述のようにコールドスポット(防熱施工の問題)および後述のように海水侵入(船体内殻のクラックに起因)の問題が生じたが、有効な防熱装置であることが確認された。バルサ材に海水が侵入しても、その防熱性能には特に重大な影響を及ぼさないことが、それぞれ別個に行なわれた2つの研究所での研究結果で明らかとなつた。

横隔壁の温度は、計画より多少低くなることがわかつた。そして、最初の中検時にこのコッファダムの予備ヒーティング装置として、ヒーティングコイルが設けられた。

荷役装置：電動サブマージポンプは、故障なく使用された。各中検ごとにポンプは、取り払われ、ベアリングは、非常に丁寧に清掃され、間げきが計測された。

荷役管装置は、非常に信頼性の高いことが実証された。ごくわずかの改造すなわち、荷役管のクロスオーバーラインの端で防熱材を取りはずす工事が行なわれた。これは、積荷役あるいは揚荷役の管系統の操作をわかりやすくするために改造されたものである。

蒸気ガスと燃料油の同時燃焼は、港内および港外を除くすべての航海で行なわれた。しかし、原型のバーナーは、油のみ燃焼するとき、炎が許容されない燃焼室後壁に当たるので、スワラプレート(swirler plate)が改造された。

#### 就航中に生じた欠陥

就航中にLNG装置に生じた問題点は、次の2点であるが、いずれもBritish Gas Councilに対するLNGの供給を遅らせるほど重要な欠陥ではなかつた。

- (1) 防熱材の欠陥に起因する内殻のコールドスポット
- (2) バルサ防熱材上端の固定用平鋼および縦隔壁のクラック発生およびこれに起因する防熱材の浸水

コールドスポット：前述のように、メタンプログレス号は、その最初の積荷航海で内殻(縦隔壁上部)に2個所のコールドスポットが生じた。このコールドスポットは、建造中バルサパネルのスタッドホールにP.V.C.プラグとシーリングナットを設けるのを忘れたのが直接原因であつた。パネルを貫通する熱漏えいは、P.V.C.プラグでスタッドホールを埋めることにより避けられる。

コールドスポットの生じた個所のスタッドホールは、補修され、頂部の防熱材は、取りはずし再接着

された。この後の航海では、この修理個所のコールドスポットは、生じていない。

上述の早期の事故とは別に、メタンプログレス号の就航中バルサパネルの継手にコールドスポットが発生した。この継手には図 2.2 に示すようなくさび形の P.V.C. 膨張継手が設けられているが、この P.V.C. の取付けが悪かったことあるいは不正確な形状をしていたことが、事故の発生原因である。しかもほとんどの欠陥は、側壁とビルジ部取合いの 135° コーナーの P.V.C. に生じた。これは、この個所の取付けがむずかしかったためであろう。また、メタンプリンセス号でもこの P.V.C. の取付けは、必ずしも良好ではなかったが、メタンプログレス号に使用した材料は、原型にもどる性質が少なかったのも 1 つの原因であろう。

これらの修理は、防熱材とタンク間に人がはいれないため、内殻バラストタンク側から行なう必要があつた。すなわち、内殻の鋼板を切り取り、P.V.C. を再び取り付けるかあるいはポリウレタンフォームで埋める修理を行なつた。この修理期間中、幸いにも他の部分の防熱材を検査できたが、すべて満足できる状態であつた。

**鋼構造の損傷：**最も重大な防熱材に関する損傷が、両船に発生した。それは、バルサ防熱材の上端固定の鋼構造のクラックである。メタンプリンセス号の場合は、防熱材中にバラストが浸水した。

図 2.7 に示すように、バルサ材上端の垂直平鋼（これは縦隔壁付き水平防撓材に設けられている）は、バット溶接継手である。

まず最初に、メタンプログレス号が、就航中、縦隔壁のタンク頂部の位置にコールドスポット（帯状の霜）を生じた。そして、船体温度は、計画より低くなつた。これは局所的な対流およびタンク冷却により、タンクが収縮し、防熱材がタンク頂部から引き離されたことによると考えられる。対策として、最初の検査で、欠陥を生じた個所の固定および対流防止装置が設けられた。しかし、この方法は、完全な対策とはならなかつた。

メタンプリンセス号は、コールドスポットについては冷却時何ら異状を生じていなかった。しかし、最初の船体内殻のクラックは、本船で発生した。1965 年 4 月、縦隔壁付き水平平鋼の上下方向にクラックが発見された（図 2.7 参照）。本船が Canvey Island に着いてから、ストップホールを設け、グラスファイバー/エポキシのパッチを当てて応急修

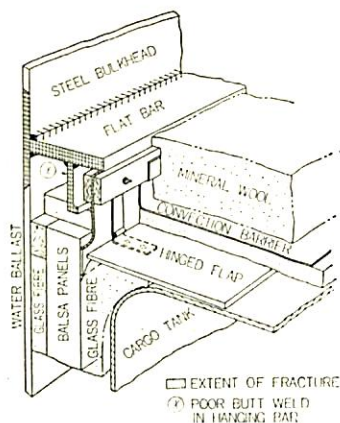


図 2.7 Detail of Fracture in Longitudinal Bulkhead (文献 iv)

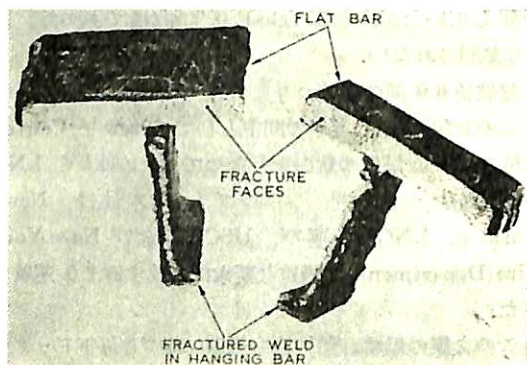


図 2.8 Hanging Bar Fracture (文献 iii)

理を行ない、次の中検まで通常の運航を行なつた。

中検の前に、ウォームアップを行なつたが、損傷部のタンク底部の温度計測は、該部に氷が存在する可能性のある挙動を示した。イナーテイング後、タンク格納スペース頂部にはいり、クラックから水が浸入していることを確認した。また、縦隔壁の低部にもドリルで穴を明け、水がこのスペースにはいつていることを確認した。水に侵された防熱材の性質および防熱材中に水が浸透した場合の状況（水が氷結して、水の自由な浸透を拘束する）を確認するためのテストが、直ちに行なわれた。このテストの結果、小さい損傷が生じて側面への影響は、ほとんどないことがわかつた。

構造の調査が行なわれ、クラックは、垂直形鋼のバット溶接継手に発生し、縦隔壁に伝ばしたものと考えられた。（図 2.8 参照）

修理後、注意深くクールダウンおよび積荷が行なわれたが、このタンク格納スペースの前端にコールドスポッ



図 2.9 “Methane Princess” (文献 ii)

トが現われた。周囲のバラストタンクに、船体が許容温度以下にならないように、ヒーティングコイルが設けられた。

1966年半ばに、同じメタンプリンセス号の他のタンク格納スペースに同じようなクラックが発生、またほとんど同時にメタンプログレス号にも同様なクラックが発生した。これらは、いずれも乗組員により早期に見えられたため、防熱材の浸水事故には至らなかった。

両船の乗組員は、船体内殻の定期的な点検を行なっている。前に欠陥が発生した個所については、各航海ごとにチェックが行なわれ、レポートをまとめている。また、船体温度検知およびガス検知によつても、注意深い監視が行なわれている。LNG 装置の一般的な要件について乗組員が理解することは、船の定常運航を確保するために必要なことである。

### 結 論

メタンプリンセス号およびメタンプログレス号の経験から、担当者たちは (文献 iv)、次のように述べている。

「この両船の6年余りの経験から、これらの特殊な設計の信頼性が実証された。この経験を基にして、LNG 船はさらに価値のある設計が進められ、新しい次の世代の LNG 船が出現するであろう。また、この両船の実績により、船級協会も当初の LNG 船の規定の緩和に同意している。その最も大きな点は、二次防壁の設計条件の修正である。」

以上、世界最初の LNG 船であるコンチ社設計によるメタンプリンセス号およびメタンプログレス号について

て紹介した。これまで LNG 船の経験のないわが国において、特にこの LNG 船の開発および初めての運航に当たつての慎重かつ実証的な態度は、学ぶべき点が多い。また、ここでは、資料の取扱いの関係上紹介していないが、この LNG 船の開発に当たつて行なわれた各種のテストは、ぼう大なものであることを付け加えておく。

### 2.2.2 ガスオーシャン 独立円筒形 9% ニッケル 合金 鋼タンク方式 (ジュールベルヌ号)

#### 〔参考文献〕

- i The Methane Tanker ‘Jules Verne’  
「Design and Constructional Features of Prototype French-built aid-owned Liquid Natural Gas Tanker」  
The MOTOR SHIP OCTOBER, 1964
- ii 「Operation since 1965 of the LNG Transport Line from ARZEW to LE HAVRE and of the Reception Terminal」  
The Second International Conference and Exhibition on Liquefied Natural Gas—Session 4 “LNG Shipping Projects”

メタンプログレス号、メタンプリンセス号に遅れること約1年にして完成したジュールベルヌ号は、その規模を前二者とほぼ同じくし、また LNG 積地を同じくしている (アルジェリア・アルゾー) がその構造様式にお



図 2.10 The final stage in the completion of the structure over the L.N.G. reservoirs seen in this view of the “Jules Verne” on the slipway at Le Trait yard of At. et Ch. de la Seine Maritime. The method of stiffening the covering domes is clearly visible. (文献 i)

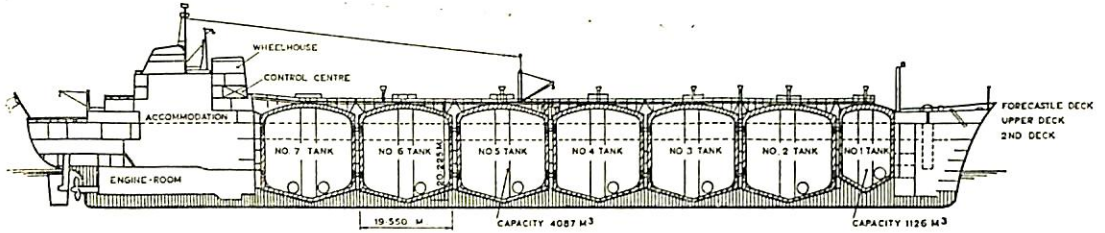


図 2.11 Profile of the 13,400 ton D.W. Liquid Methane Tanker "Jules Verne" (文献 i)

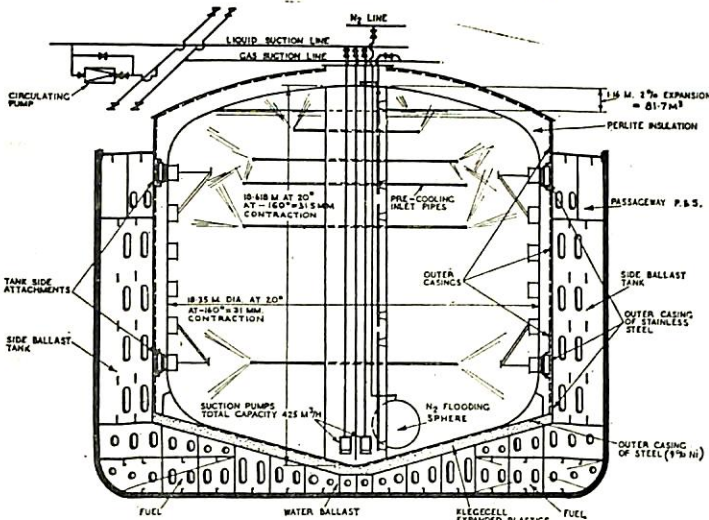


図 2.12 Section in way of a liquid gas reservoir. (文献 i)

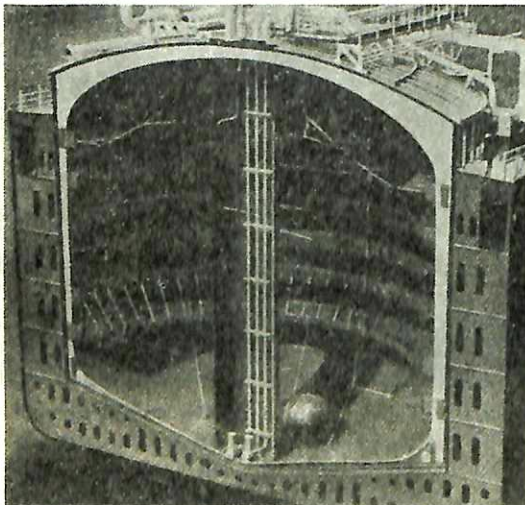


図 2.13 This sectional model shows clearly the parallel system of box stiffening also the side attachments and central access column in a reservoir. (文献 i)

いては、独立タンク方式という点を除いて、かなり異なつたものとなつている。

### Jules Verne の主要目

- 建造: La Seine Maritime; France
- 設計: Gazocean
- 主要寸法:  $L_{pp}$ ; 617'6" (188.25 m)
- $B$ ; 81'0" (24.70 m)
- $D$ ; 54'2" (16.50 m)
- $d$ ; 24'0" (7.30 m)
- 船級: BV
- タンク容積: 合計約 25,500 m<sup>3</sup>, タンク数; 7
- 主機: 15,000 P.S. タービン
- 船価: 約 55 億円

### 船体構造配置

図 2.11 および図 2.12 に示すように、完全な二重船殻構造であり、独立自己支持方式の各 LNG タンクは互いに独立した配置となつている。

LNG タンクの船体運動による動揺は、底部では厚い防熱材、船側では支持台で支持するように設計されている。この点については、Gazocean 社、フランスガス公社および造船所の手により多数のシミュレーションテストが行なわれている。

### タンクの概要

タンク壁は 9% ニッケル合金鋼製である。タンクの外面は粒状のパーライト製防熱材、ステンレス板または 9% ニッケル合金鋼 (二次防壁)、Klégecell と呼ばれる発泡プラスチック (硬質 PVC) 防熱材の順におおわれている。(図 2.12 および 2.13 参照)

タンクを格納する船体付き円筒形内殻およびドームは

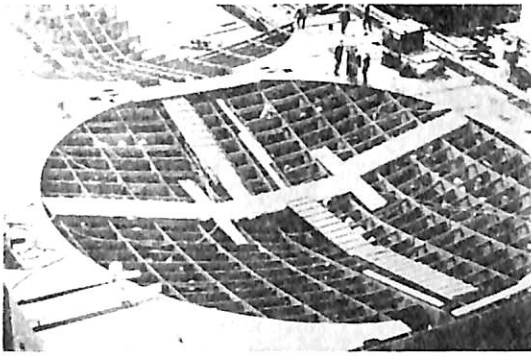


図 2.14 The double bottom in the course of construction; the structure is specially shaped to suit the conical bottom of the reservoirs. (文献 i)

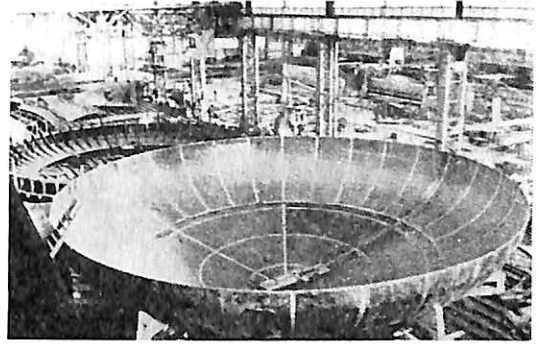


図 2.15 A completed base piece for a liquid gas reservoir in the prefabrication shop. (文献 i)

すべて通常の鋼材でできている。

#### タンクの構造

タンクは円筒部の直径が 18.35 m、全高 18.62 m で、円すい形底部と円筒形側部および円形天井から成る。円筒の軸中心に径 3 m のシャフトを設けて、パイプ、ケーブル、はしごおよびポンプを収納している。

タンクの防熱材としては、タンク内面に 6 本の水平箱形防熱材を互いに平行に取り付け、そのうち、最上部および最下部のものには水平桁を設けて補強している (図 2.13 参照)。軸中心にシャフトが設けられており、このシャフトでタンクを上下に突張っている。

ピッチングおよびローリングに対しては、二重底に傾斜を付けてタンクに加わる荷重を緩和するようになっており、この点では非常にユニークなものである。

二次防壁となるステンレス囲壁には、各タンクに 8 個ずつの自由に動きうる特別な支持台を設けて、船体運動および温度変化によりタンクに加わる力を受け持つようにしてある。もちろん、この支持台を通して熱が出入しない (サマルブリッジとして作用しない) ようにこの支持台には防熱材が施してある。9% ニッケル鋼のタンク板溶接は、全溶接作業を通じて同じ被覆系統の溶接棒を使用して行なわれた。また、非常に高い精度を要求されることから、すべて手溶接により溶接された。溶接部は全線 X 線検査を行なった。小組立て、大組立ての各段階において熱処理を行なわねばならないような箇所は生じなかつた。またひずみについても、タンク板表面にいろいろな治具を取り付けられない限りは、特に問題は生じなかつた。

#### タンクの検査

円筒形タンクの検査は、方形タンクの場合は比べて多

少簡単にはなるが、タンク底部の検査方法はやはり難問であつた。Klégecell 防熱材上約 0.85 m までジャッキで持ち上げてタンク底部の検査を行なつたが、この方法により、タンクトップに検査用マンホールを明ける必要はなくなり、また、防熱材を全くいためることなく検査できるわけであるが、最も大事なことはタンク底部が検査時に完全に見られることであろう。

#### 防熱材

防熱材に対して要求される条件としては、a) LNG の蒸発量を 0.27%/day 以下とすること、b) BV の要求事項として内殻部材の温度は  $-5^{\circ}\text{C}$  以上に保ちうるものとする、c) タンク支持部材としても働くものでなければならぬこと、d) はなはだしく切り取らなくても容易に防熱材を検査できるよう簡単に取りはずせる構造にしておくこと等である。

タンク側部および頂部に厚さ 54 cm の粒状 パーライ

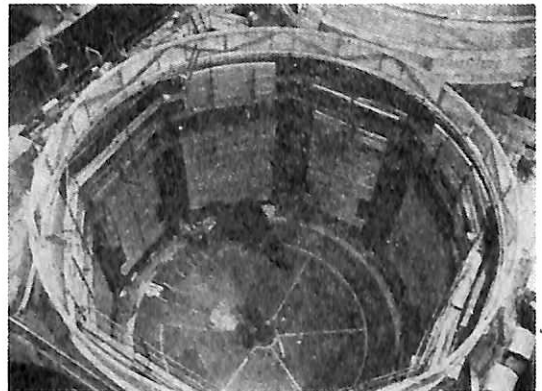


図 2.16 Clearly visible in this illustration of one of the enclosing cylinders is the insulating material in the course of erection. (文献 i)

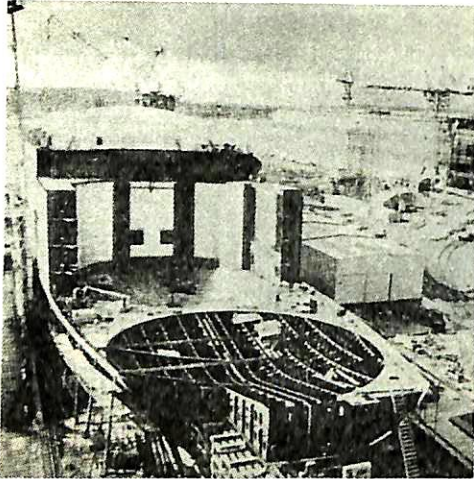


図 2.17 These views of the “Jules Verne” in a partially completed state on the slipway, clearly indicate the double bottom structure and plating, also the ballast tank wash bulkheads at the sides and the application of insulating material to the inner walls of the cylinders. (文献 i)

トの防熱材を用いた。タンク底部には、厚さ 45 cm の発泡プラスチック Klégecell の層を設けた。この Klégecell は円筒形内殻およびドーム内面にもはり付けてある。ドームの防熱材は、この Klégecell はり付けが容易に行なえるようにするために、外側に取り付けてある(図 2.13 参照)。Klégecell の内側には、側部および頂部ではステンレス板、底部では 9% ニッケル合金鋼の囲壁があり、二次防壁として作用する。

防熱材は、ある一定圧力の  $N_2$  ガスふん囲気中に常に置かれている。円筒形タンクと隔壁の間の空間にもイナーートガスを充てんしてある。

#### Cargo Handling

LNG の荷揚げは、各タンクに設けられた合計容量 450  $m^3/h$  のサブマージポンプ 2 台と暴露甲板上に置かれた 800  $m^3/h$  の蒸気駆動ポンプ 3 台とで行なう。

蒸気駆動ポンプは可変速度式のもので、陸上施設の能力に合わせて吐出量を選べるようになっている。

全タンクを完全に荷揚げするのに要する時間は 10 時間である。荷揚げをしている間中、タンクには陸上施設からガスが送られている。これは、何らかの理由でサブマージポンプに故障があつた場合にも、そのガスの圧力で揚荷ができるようにしているものである。

航行中に蒸発するメタンガスは、ボイラの燃料用として送るかあるいはマストから逃がすようにしている。

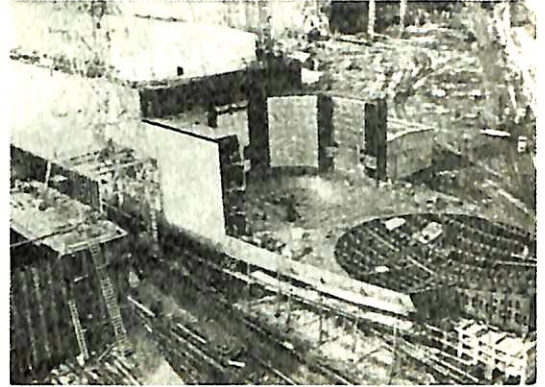


図 2.18 The prefabricated bossing unit being manipulated into position. (文献 i)

LNG 産地に向かうときには、玄側のバラストタンクには海水を張り適当な噴水と安定性を保つようにする。バラストの注排水は、機関室に置かれた 900  $m^3/h$  の蒸気ターボポンプ 2 台と 90  $m^3/h$  のストリップングポンプ 2 台で行なう。

ある程度量の LNG は最前部のタンクに確保されていて、各タンクに予冷用スプレーとして送られる。積地に到着した際に、全タンクともこの予冷のおかげで直ちに積荷できるわけであるし、また積荷中の LNG 蒸発量も少なくすることができた。

カーゴハンドリングおよびバラストイングを行なうためのポンプバルブ操作、温度および圧力さらには液位の制御は、居住区最前部のコントロールルームで行なえるようになっている。

#### 安全設備

第 1 にはタンク内に置かれた球形容器に  $N_2$  液をたくわえておき(図 2.12, 13 参照)、タンクに損傷があつた場合に、防熱材を通して逃げるガスを補うため、また負圧防止として大気の侵入を防ぐため  $N_2$  ガスを放出できるようにになっている。

第 2 には、ボイラに導かれている管および損傷のあつたタンクのカスフリーができるようになっている。

第 3 には、液体貨物の液位を知るために空気式液面計が設けてある。

第 4 には、主要な個所には 2 種類のメタンガス検知器が装備されている。

第 5 には、LNG 火災に対してあわおよび粉末を混合した特殊な消火装置を有している。

第 6 として、非常時に LNG をタンクから吸引して船外に放出できる船外投棄管が船尾部に導かれている。また、危険区域に置かれる電気機器は特殊防爆型となつ

ている。

### 結 語

この型の船としてジュールベルスは妥当な載貨重量を有しているものと思われる。この点に関しては LNG 船に必要な諸要件すなわちガス密・気密性、適当な検査方法および安全基準等を満足するものであれば、メンブレタンク式のものの方が有利であろう。

ジュールベルスの運航実績だけから将来のこのクラスの船の動向を推定するのは危険ではあるが、ジュールベ

ルス号の成功は明らかに、諸外国の造船所および現在 LNG 船について規則制定に動いている船級協会に対してフランスおよび BV を非常に有利な立場に置いていると言えるであろう。

最後に本船は、損傷あるいは事故に関して言えば、問題なく就航しているようで、LNG 船としては成功しているが、経済的な面ではタンクが円筒形であるため容積効率が悪く同じタイプのものを新しく建造する予定はないようである。(未完)

### 5,000 総トン型航海練習船の起工

将来の高級船員を養成するため、訓練施設、運動施設、衛生施設などを備えた 5,000 総トン型航海練習船が去る 3 月 3 日、日本鋼管・清水造船所で起工された。

同船は、運輸省航海訓練所の発注によるもので、商船大学、商船高等専門学校が高級船員になるための学習、訓練を行ない、あわせて船舶運航技術に関する研究をすることを目的としている。完成はことし 12 月末である。

1. 実習生と教育職員のコミュニケーションがうまくいくよう合理的な居室配置を取り入れた設計になっている。
2. 船内各所のエアコン設備や合理的な調理設備などを備えているほか、船内の配色も感じのいい柔らかな色を使うなど、環境衛生面にも力を入れている。
3. 約 350 平方メートルの後部甲板を木甲板とし、訓練および運動が安全に行なえるようにしてある。
4. 充実した船内生活が行なえるように、レクリエーションルームを兼ねた室内体育館、専門図書室を兼ねた実習教室、演習室などがあり、またエンジンルームは実習のためにスペースが広くとられている。
5. 操舵室のほか、練習用の操舵室が配置されている。

全 長	約 114.0 m
垂線間長	105.0 m
幅	16.0 m
深 さ	10.5 m
吃 水	5.8 m
G. T.	約 5,000
主 機	三菱 6 EC 52-105 D
出 力	6,200 PS×175 r.p.m.
航海速力	16.5 ノット
航続距離	20,000 マイル
最大乗組員	士官 34 名、部員 42 名、実習生 160 名、合計 236 名

### 日本最大の FRP 製漁業取締船“まつら”

石川島播磨重工は、かねてから同社横浜舟艇工場で佐賀県向けに建造をおこなっていた FRP 製漁業取締船“まつら”を完成した。同艇は FRP 艇として日本最大のものである。

従来の木造船、鋼造船と比べて、腐蝕性、耐水性などメンテナンス面で採算性がよいことと、スピード性能がかわれて、連絡艇、巡視艇、海洋調査艇、旅客艇など用途は広い。特にわが国では最近、海の公害問題に関連して、東京、神奈川、兵庫、岡山、愛知の各都県が FRP 製の公害調査船、公害監視船を建造している。

“まつら”は玄海灘海域を中心に、密漁の取締りやこの地区における漁業資源の調査などに従事するもので、本艇には魚群探知機、電動測深機などの調査機器のほか小型モーターボート(3.6メートル)を搭載している。

主な要目は下記のとおりである。

全 長	20.75 メートル
幅	4.80 メートル
深 さ	2.30 メートル
総トン数	55 トン
主 機 関	米国ゼネラルモーター社 2 サイクル高速ディーゼル機関 480 馬力 2 基
最大速力	23 ノット
定 員	12 名





## (15) ガラスグローブおよび板ガラス

### (15-1) 防爆容器に使用するガラス (耐圧)

耐圧防爆灯用保護または窓用のガラスは容器の中で最も弱く、しかも重要な役目を持っていることは論をまたない。

普通のガラスと云えば、砂、ソーダ灰、苦灰石等をよく混ぜて高温でとかし、これにほう砂、炭酸カリ、長石、鉛丹、その他を入れて諸性質をあたえる。ガラスは一定の融点を持つていない。流動状態から粘性へと移動して行くのが普通である。けい酸 (SiO<sub>2</sub>) の融点は 1713°C であるから、これに NaO その他を加えて融点を下げ加工を容易にする。これ等はなお化学的耐久性をもたせるために CaO を加えたのが普通のソーダガラスである。防爆器具用として使用する硬質ガラスはこれ等に Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO といったものを加え諸性質を改良するのだが、各製造者によつてそれぞれ独特の配合と名称を持つている。すなわち

Corning	Pyrex
Tosiba	Telex
Kawanishi	Delex
Iwaki	Roler or Chemilex

その配合の一般的なものを示せば次のようなものである。

SiO <sub>2</sub>	80.62	CaO	0.22
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.90	MgO	0.29
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.00	K <sub>2</sub> O	0.61
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.16	Na <sub>2</sub> O	3.83

Rolex は

SiO <sub>2</sub>	77.70%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.59%
CaO	0.40%	Na <sub>2</sub> O	2.60%
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.67%	K <sub>2</sub> O	0.83%
PbO	2.24%		

の成分で、線膨脹係数 (150°C)  $4.13 \times 10^{-6}$

硬 度 (モーース) 7

であるが、防爆灯に使用するものはこれにいささかの改良を加え、その生成成分は 15% 以上のもので、Na<sub>2</sub>O, CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を含んでいる。

- |           |               |                      |
|-----------|---------------|----------------------|
| (1) 線膨脹係数 | 常温→500°C      | $3.8 \times 10^{-6}$ |
| (2) 熱伝導度  | 常温            | 0.0025               |
|           | 600°C         | 0.0045               |
| (3) 比 熱   | 20°C 乃至 100°C | 0.20                 |

(4) 軟化温度 600°C ( $10^{7.6}$  Poises)

(5) 硬 度 Mohs 6→7

(6) 比 重 常温 232

(7) 延長弾性率 常温 7200 kg/mm<sup>2</sup>

以上の性質のうち最も有効なのは線膨脹係数の少いことで、普通のソーダガラスの  $8.5 \times 10^{-6}$  にくらべると約半分以下となる。従つて温度差による内力もその半分になることである。

### (15-2) 耐圧防爆保護ガラスの規格

耐圧防爆構造の照明器具のガラスは、グローブやのぞき穴等において破損する弱点を持つているため、特別やかましい規格を制定している。

#### ●(15-2-1) JIS F 8004

- (イ) 透光体 電灯器具の透光体は硬質ガラスとし、取付部にねじを切つてないものでなければいけない。
- (ロ) グローブの厚さ グローブの厚さは 23 表のとおりとし、各部の厚さはなるべく均一でなければならぬ。
- (ハ) 透光体の強度はつぎの各項に適合しなければならぬ。
- (a) 器具を取付けた状態で保持し、表 24 により鋼球をガラスの最も弱いと思われる部分に落下させて破損しないこと。

第 23 表 単位 mm

グローブの外径 *	グローブの厚さ
50 以下	3 以上
50 をこえ 100 以下	5 以上
100 をこえ 150 以下	6 以上
150 をこえ 200 以下	7 以上
200 をこえ 250 以下	8 以上
250 をこえ 300 以下	9 以上
300 をこえるもの	10 以上

\* グローブの外径とは、グローブの露出面の最大直径をいう

第 24 表

透光体の種類	鋼球の重量 (g)	落下高さ (cm)
グローブ	95 (直系約 28.5 mm)	100
板ガラス	200 (直径約 36.5 mm)	200

(b) けい光灯の円筒形グローブにガラスを使用する場合は 20 kg/cm<sup>2</sup> の内部水圧に耐え、かつ器具を水平に取付けて高さ 100cm から 50g (径約 23 mm) の鋼球を最も弱いと思われる部分に落下させても破損しないこと。

●(15-2-2) NK

NK 規則は大体において、JIS F 規格の中に包容されているものと考えてよろしい。

●(15-2-3) 防爆指針

指針の示す耐圧白熱電灯のグローブの項は JIS F 8004 とほとんど同じである。

●(15-2-4) B.S. 889

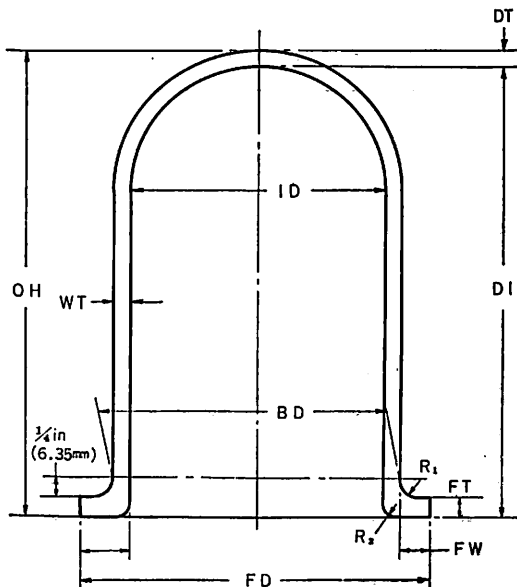
BS においては耐圧構造ではガラスが最も弱く、また重要な個所として特に一部門を設けて詳細に指示している。

(A) 深形グローブについて

これ等各部の相関寸法は一応標準として第 25 表に示している。

グローブの外径はフランジ上面より 1/4 in (6.4 mm) の個所で測定する。表の数値が半端なのは in を mm に換算したからである。

- 円筒部の厚さは最も厚い所と薄い所との比が 4:3 以上あつてはならない。



BD……グローブ外径    FD……フランジ外径  
 WT……グローブ厚さ    ID……グローブ内径  
 DT……頂頭部の厚さ    FT……フランジの厚さ

第 22 図

第 25 表

mm

呼称	88.9	139.7	177.8	235	296.5
BD	70.64 ±2.4	116.68 +2.4	153.19 ±3.18	207.17 ±3.18	264.32 ±3.97
FD	88.9 ±2.4	139.7 ±2.4	179.4 ±3.18	236.54 ±3.18	300.04 ±3.97
WT	7.14 ±0.8	7.94 ±1.59	7.94 ±1.59	8.73 ±1.59	9.53 ±2.4
TD	50.8	92.08	125	177.8	228.6
DT	11.9	14.3	15.88	16.67	19.05
FT	7.94 ±0.8	9.53 ±0.8	11.1 ±0.8	12.7 ±0.8	14.3 ±0.8

第 26 表

円筒部の外径 mm	円筒部の平均肉厚より厚くし得る割合限度 %
127 以下	80
127→254	100
254 以上	125

- 円頂部 DT の寸法は最大の個所において 26 表に示す円筒部との割合を超えてはならない。

深形グローブに関してはフランジの外径・厚さ、許容寸法、合せ面の平行度、その他について規定されているが省略する。

なおグローブについては水圧試験を行うことになっているが、これは 12 項において述べた値のとおりである。

(B) 隔壁灯前面ガラス (平板ガラスを含む)

- 厚さの不同、許容される厚さの不同は、器具製作者の示す厚さの -0, ±33% であること。
- フランジの幅、浅形ガラスを器具に取付けるためのフランジの幅は 27 表に示す。(球面の外側より外に向つて測つた距離)

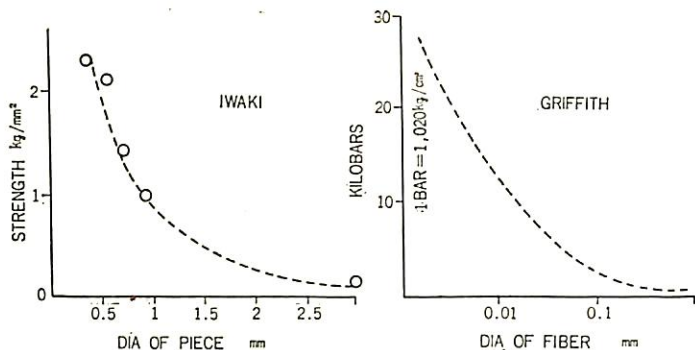
27 表は硬化ガラスについてであり、耐熱ガラスについては別に規定しているが省略する。

第 27 表

最大寸法		フランジの幅 mm	
吋	mm	最少	最大
4 まで	101.6 まで	7.94	11.1
4 → 5	101.6 → 127	7.94	12.7
5 → 7	127 → 178	9.52	14.3
7 → 10	178 → 254	11.1	17.46
10 → 15	254 → 381	14.3	20.64
15 → 27	381 → 601	17.46	25.4

第 28 表

最大寸法		フランジの厚さ mm
吋	mm	
4 以上	101.6	7.15
4→5	101.6→127	7.15
5→7	127→178	8.74
7→10	178→254	10.32
10→15	254→381	13.5
15→24	381→601	16.67



第 23 図

○ フランジの厚さ

フランジの厚さは、浅形グローブガラス、平板ガラス、等しく第 28 表に示す通りである。

○ その他フランジの平滑度その他の規則がある。

●(15-2-5) VDE 0171

(イ) 電灯には電球保護のため特に強固なガラス製の保護グローブまたは保護板を使用する。脚部にネジを有するグローブは使用してはならない。ガラス以外の不燃材料も使用してよしいが、これはこれ等に使用するガラスグローブまたは板と同等以上の強度を持ったものでなければならない。保護グローブまたは板の厚さは第 29 表に示す値による。

(参考) ガラスの強さについて

耐圧防爆に使用するガラスは他の部分に比し圧力に対して最も弱い個所である。灯器ではその耐圧力によって強度が決定される。ガラスは形の大小によって強度が大変違つて来る。たとえば I 会社の Deta によるガラスバーの引張強度は第 23 図のようなものである。

ガラスの強度はガラスの表面に存在する非常に細かい潜在的な傷によるものと云われている。この傷は張力を受けたときにだんだん大きくなって破壊に達する。この潜在的な表面の傷はガラス器を成型するとき、加工するとき、また途中の取扱い等によって生じる。ガラスの破壊は負荷時間によって異り、時間を長くかければ破壊応

力は少なくなる。徐冷ガラスの負荷応力は実験によれば表面粗ずりのもので 560 kg/cm<sup>2</sup> 位で設計応力値は 6 kg/cm<sup>2</sup> すなわち 70 kg/cm<sup>2</sup> 位をとる。

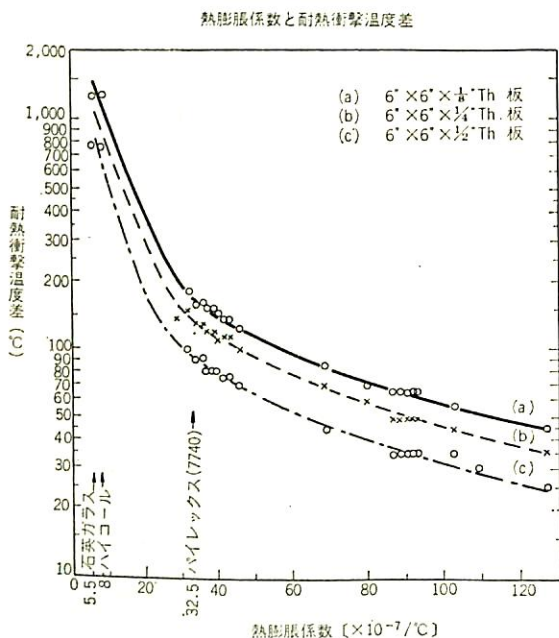
ガラス器の破壊は熱的な変化によつて生ずる場合が多い。これには次のような場合が考えられる。

- (イ) 急熱あるいは急冷された時、内部と表面に温度差が生ずる時
- (ロ) ガラスの両側の雰囲気または流体の間に温度差がある場合
- (ハ) 内部的な上述の温度差ではなく、たとえば輻射熱を受ける部分と、枠にかくれた部分等との温度差が生じる時

したがつてガラスは熱衝撃に対して弱いと云われ、厚

第 29 表

ガラスグローブ		板ガラス	
外径 mm	壁厚 mm	板自由面直径 mm	板厚 mm
50 まで	4	100 まで	6
100 〃	5	100 → 120	7
200 〃	6	20 mm	各
200→250	7	増すごとに	1 mm 増
250 以上	8		



第 24 図

いほど破損する度合いが大きいのは次の式によつて示される。

$$\Delta T = \frac{Qt}{\lambda}$$

- Q …… 貫流熱量 kcal/m<sup>2</sup> hr  
 λ …… 熱伝導率 kcal/m hr °C  
 t …… ガラスの厚さ m  
 ΔT …… 温度差

すなわち熱損失が同じであるなら、厚いほど温度差が大となり、熱歪が大きく破損へ近づくことになる。そこで歪を少なくするために膨脹係数が問題となる。第 24 図は温度差と膨脹係数による破壊の限度を示したものである。VDE ではガラスの膨脹係数は 4.5×10<sup>-1</sup>/°C 以下でなければならぬとしている。

(16) グローブと電球の間隔について

グローブは電球によつて加熱せられ、灯具の外部温度の上昇は周囲の可燃ガスへの発火の原因となるのは勿論であるが、使用個所によつては熱衝撃による破損のおそれもあり、また外力による電球とグローブが接触するような危険も生じるので、各規格はこの間隔を規定している。

●(16-1) 防爆指針

ランプ保護カバーと電球の間隔は第 30 表によること。

●(16-2) JIS F 8004

電球が透光体内面に接触することを防止するために、電球と透光体内面との間隔は第 31 表によること。

第 30 表

電球の大きさ (W)	間 隔 mm
10 以下	5 以上
100 〃	7 〃
200 〃	10 〃
300 〃	20 〃
300 をこえるもの	25 〃

(注) JIS C 7501 (一般照明用単コイル電球) を使用

第 31 表

電球の大きさ (W)	間 隔 mm
10 以下	5 以上
10 → 100	7 〃
100 → 200	10 〃
200 をこえるもの	20 〃

(注) 電球は JIS F 8407 を使用した値

第 32 表

電球の大きさ (W)	間 隔 mm
60 以下	5 以上
100 〃	7 〃
200 〃	10 〃
500 〃	20 〃
500 以上	30 〃

第 33 表

電球の大きさ (W)	距 離 mm
10 以下	5 以上
100 〃	7 〃
200 〃	10 〃
200 をこえるもの	20 〃

第 34 表

ランプ電力 (W)	距 離 mm
60	5 以上
100	7 〃
200	10 〃

●(16-2) VDE 0170

保護ガラスの内径は電球との接触を避けるようにする。E 27, E 40 ソケットを有する電球とグローブ内面との間隔は第 32 表によらねばならない。

ソケットが弾力を有するとき片側の最大振幅 ±5 mm, 固定されたときは第 32 表による。

●(16-3) JIS C 8001

33 表のように規定している。

●(16-4) ソ 連 規 格

電球を中央に取りつけた場合のグローブ内壁面までの距離は第 34 表のとおり。

(17) ガラスグローブを容器に取り付ける方法

ガラスグローブとグローブ枠は膨脹係数が異なるので、この両者間に間隙を生じるおそれがある。勿論ガラスは膨脹係数の少ないものを使用することになっているが、この両者の間の結合について次に示すような規格がある。

●(17-1) JIS C 8001

(イ) ランプ保護カバーの支持枠への取付けは次に述べるいずれかの方法によるものとする。なお電球交換の際にランプ保護カバーの接合面を開く構造とし

なければならない。

(ロ) ガラスと枠とのスキおよび奥行を規定された寸法とすること。

(ハ) パッキンを使用する時は火災逸走防止の方式として使用してはならない。すなわちパッキンを取去つても耐圧防爆構造のスキおよび奥行の規定値に変化を及ぼさないこと。

(ニ) 接着式とする場合は、耐久、耐熱性のある良質のセメントまたはその他の接着剤で強固に接着すること。

なお、使用状態において防爆性をそこなうようなひび、われ、収縮、膨脹などを生じないようにしなければならない。

#### ●(17-2) NK 鋼船規則

透光体は強化ガラス (JIS F 3026)、合わせガラス (JIS R 3025)、またはこれと同等以上の強度を有する難燃性物質を使用し、爆発の際片面の温度上昇に安全に耐えるものでなければならない。なおその取付けにおいては、これに危険な応力を与えないようにし、また取換えができる構造としなければならない。

#### ●(17-3) JIS F 8004

透光体の取付けは次の各号に適合のこと。

(イ) 耐久耐熱性のあるセメントまたは接着剤で強固に固着すること。なお使用状態において防爆性をそこなうようなひび、われ、膨脹などを生じないようにしなければならない。

(ロ) 開かない場所を使用するものとして規定してあるパッキン (金属または不燃性のもの) を使用する時はその奥行は規定の数値であること。(以下は JIS C 8001 と同様である)

#### ●(17-4) JIS F 8422, 8423

船用防爆天井灯および隔壁灯 (耐圧防爆構造) のグローブ取付けは、グローブ枠は耐久性のある強力なセメン

トまたは鉛を使用して固着し、灯器の外部から容易に取りはずしのできない構造とする。

#### ●(17-5) VDE 0170, 0171

(イ) ガラスの取付けは自然にゆるまないように、また内部に危険な応力を生じないように考慮しなければならない。パテは使用してはいけない。

(ロ) ガラス板への詰物としては充分耐久性を保證するようなものでなければならない。金属の被覆のない石綿、パテ、ゴムやこれに類似の耐久性のない物質は火災逸走防止の方法とは見なされない。

(ハ) 詰物の密着部の奥行はスキと奥行の項において示した第7表による。

#### ●(17-6) BS 229, 889

ガラスグローブやガラス板を枠に取付ける方法に関しては BS では非常に詳しく述べている。ここに要点のみ述べることにする。

(イ) ガラスを取付ける方法はセメントによつて固着するものと、セメントを使用しないものがある。

(ロ) セメント使用のもの例として次の第25図が示されている。

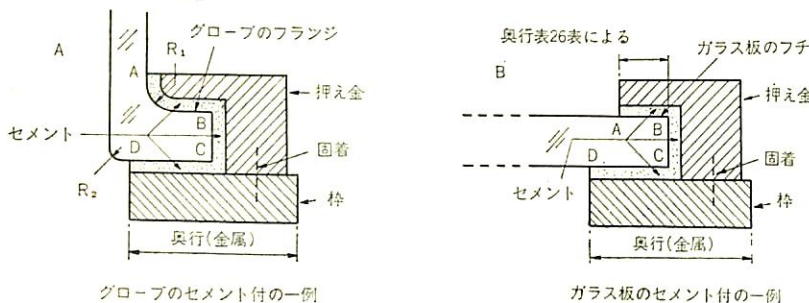
第25図では押え金で取付枠にセメント付けしてあるが、セメントとガラスの接触の長さは A→D まで 22.2mm より少くてはいけない。また A→B、C→D の長さはいずれも 7.94mm より少くしないこととしてある。

(ハ) セメントは公的検査機関で承認されたもので撰択には充分注意すること。(セメントは BS ではリサーチセメントと硫化カルシウムの両者をあげている。リサーチセメントは一酸化鉛5をグリセリン1の比でねり合せたもので、一酸化鉛の品質や作業方法について詳しく述べている。硫化カルシウムは水に徐々に交ぜ合わせ作業に適当なかたさとする。これ等の作業方法については省略する)

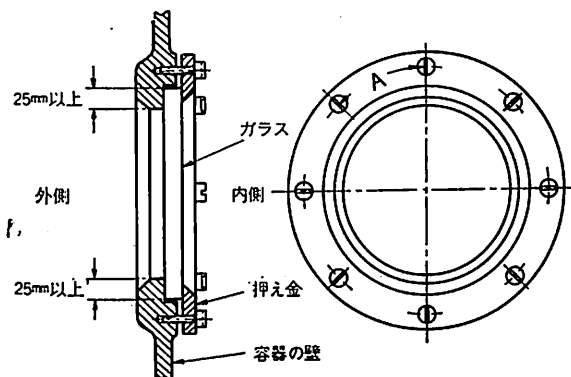
(ニ) セメントを使用しない場合

枠がない場合は直接容器に押え金で取付けてもよるしい。ただしこの場合押え金は容器の内部よりネジによつてガラスが動くことがないように確実に取付けること。

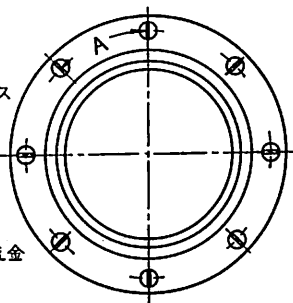
その一例を26図に



第 25 図



第 26 図



第 27 図

示す。

この時はガラスと容器とのスキの奥行きは規則どおり 25.4 mm 以下であってはならない。

(ホ) 以上の二つの方法とも押え金のボルト間の円周に沿った長さは (第 27 図 A) 63.5 mm 以上でなければならない。

(ヘ) セメントに接する部分で鉄製のもの場合は防錆処理をほどこすこと。

### (18) 保護ガード

耐圧防爆構造でガラスその他の透光体は勿論爆発やある程度の外部衝撃には充分耐える程度を有しなければならないが、外部衝撃はどの程度であるか予測出来ない。故に万一の場合を考えて各規格において特に考慮が払われている。次にこれ等を述べる。

#### ●(18-1) NK 鋼船規則

透光体は  $25 \text{ cm}^2$  のワク目を持つ、じょうぶな金属性ガードを取付けて保護しなければならない。ただし透光体の露出表面積が  $40 \text{ cm}^2$  以下で、外傷をうけるおそれの少ない構造のものはガードを省略してさしつかえない。

#### ●(18-2) JIS F 8004

(イ) 透光体はその露出面が  $4000 \text{ mm}^2$  以下のものはガードの必要なし。

(ロ) ガード枠の太さは断面積  $19 \text{ mm}^2$  以上とし、ろう付その他の方法で強固に結合する。

(ハ) ガードの格子目の大きさは  $2500 \text{ mm}^2$  以下とする。

(ニ) ガードと透光体との間隔は 5 m 以上とする。

#### ●(18-3) JIS F 8422, 8423

ガードは 5 mm 以上の径を有する黄銅線かまたは厚さ 3 mm 以上幅 8 mm 以上の黄銅板によるか、またはこの両者の組み合わせとすること。

#### ●(18-4) 防爆指針 (白熱灯)

(イ) ガードは直径 4 mm 以上の棒鋼 (格子目の大きさが  $2000 \text{ mm}^2$  以下の場合には 3 mm 以上の棒鋼) またはこれと同等以上の強さを有する金属を用い溶接その他の方法で強固に結合すること。

(ロ) 定着灯のガードの格子目の大きさは 35 表による。

第 35 表

電球の大きさ (W)	格子目の大きさ $\text{mm}^2$
40 以下	2000 以下
100 〃	3000 〃
100 をこえるもの	5000 〃

格子目の大きさは、各格子目における正射影面積。

(ハ) 移動灯は別途・省略

(ニ) ガードと保護カバーとの間隔は定着灯においては 200 W 以下の電球では 5 mm 以上、200 W をこえるものは 10 mm 以上とする。移動灯は 200 W 以下 7 mm とある。

#### ●(18-5) JIS C 8001

(イ) 耐圧防爆構造白熱灯について規定している。ガードの材料については防爆指針と同じであるが、格子目については 36 表に示すよう規定している。

36 表は定着灯の場合で、移動灯には別に規定している。なおグローブとガードとの許容間隔は定着灯では 5 mm 以上、移動灯では 7 mm 以上となっている。

(ロ) なお JIS C ではケイ光灯、高圧水銀灯については別に規定しているが、これ等は省略する。

第 36 表

電球の大きさ (W)	格子目の大きさ $\text{mm}^2$
100 以下	4000
200 〃	6000
200 をこえるもの	8000

第 37 表

ガードの直径 mm	丸棒の径 mm
75 まで	3
100 〃	4
100 をこえるもの	5

側金の最小断面は  $20 \text{ mm}^2$  とする

第 38 表

カードの直径 mm	線材の直径 mm
75 以下	3
100 〃	4
100 以上	5

第 39 表

ランプの電力 (W)	格子目の寸法 mm
60 以下	40× 50 以下
200 〃	50× 70 〃
200 以上	60× 100 〃

●(18-6) VDE 耐圧構造白熱灯

(イ) ガードの材料は金属製であつて丸棒を使用する場合は 37 表による。

(ロ) 白熱灯のガードの格子の大きさは次のとおり。

60 W までは 40 mm × 50 mm 以上

200 W 〃 50 mm × 70 mm 〃

200 W をこえるもの 60 mm × 100 mm

(ハ) グローブとガード間の距離は

グローブの外径 100 mm 以上 7 mm

〃 200 mm 〃 10 mm

板ガラスの場合 5 mm

●(18-7) ソ連規格

(イ) 保護ガードは金属製とし、円形線材の直径は第 38 表のとおり。

線材は交叉部で溶接その他の方法で結合されていなければならない。

(ロ) 白熱灯および放電灯の保護ガードの格子目の寸法は 39 表による。

(ハ) 保護ガードとグローブとの距離はグローブの外径が 100 mm の場合 7 mm 以上、100 mm 以上の場合は 10 mm 以上、また平板ガラスの場合は 5 mm 以上とする。これは一応の標準である。

(19) 接地端子

●(19-1) 防爆指針

防爆構造電気機器の金属容器の接地用として、つぎの各項により端子箱の内部および外部は接地端子を設けなければならない。ただし金属電線管にねじ込み接続とし、これを接地用端子に代用する場合には接地端子を省略することが出来る。

(イ) 外部接地端子は端子箱以外に設けてもよく、接地線を確実に接続させる構造とする。端子にはゆる

みどめを施すこと。

(ロ) 耐圧構造の場合容器を貫通して取り付けはならない。取付穴は底部において閉鎖されること。

(ハ) 接地端子は、E の記号でこれを表示すること。

●(19-2) JIS F 8004

防爆指針と同様であるが、ただねじは 6 m 以上とし記号は E だけになっている。

●(19-3) NK 鋼船規則

防爆構造電気機器には非充電金属部を有効に接地する端子を備え、原則として端子箱内にこれを取り付けること。

●(19-4) JIS C 0903

防爆指針と同様である。ただ接地点を 2 点で接続できるものが望ましいとある。

●(19-4) ソ連規格

接地端子に関しては上述のように大同小異であるが、ソ連規格では接地ボルトの大きさを規定している。小型機器は外部接地端子ボルト径 6 mm、内部は 5 mm とする。弱電気は 4~5 mm の内部端子を使用、大型には外部接地ボルトは 8 mm 以上とし、2 本以上を使用すること。

なおボルトは光沢が出るまで磨いて錆止めグリスを施し、近くに接地記号を附すこと。(接地端子に関しては接地の目的が達せらるればよいことになっているが、タンカーのように危険性の多いものは確実に接地用としての配線に結合することを原則としなければならない)

(20) その他

それぞれの規格において材料、配線、パッキン等多くが規定されているが、これ等については省略する。

(未完)

「船舶」合本

第 43 巻 (昭和 45 年 1 号~12 号) 価 4,500 円

第 42 巻 (昭和 44 年 1 号~12 号) 価 4,500 円

第 41 巻 (昭和 43 年 1 号~12 号) 価 4,500 円

第 40 巻 (昭和 42 年 1 号~12 号) 価 4,500 円

第 39 巻 (昭和 41 年 1 号~12 号) 価 4,300 円

第 38 巻 (昭和 40 年 1 号~12 号) 価 3,600 円

第 37 巻 (昭和 39 年 1 号~12 号) 価 3,400 円

第 34 巻 (昭和 36 年 1 号~12 号) 価 2,500 円

(各巻送料 200 円)

# 日本海事協会の昭和46年版鋼船規則

日本海事協会

## 改正解説 (機関 1)

### 第32編 ボイラおよび圧力容器

昭和46年度版鋼船規則における第32編関係の規則改正を要略すると次のとおりである。

- (1) 第1章総則を関連規定の要約転載、適用の明確化、用語の意味の明文化など総括化を図った。
- (2) 第2章以下の規定で従来の構成部分別記述を、溶接接合、継手効率、許容応力、計算式のとおり規定内容ごとに節単位とし、かつ条順序は構成部分別に配置した。
- (3) リベット構造のボイラに関する規則を全面的に削除し、したがつて本編は主として溶接構造のボイラに適用することになった。
- (4) ボイラ胴のリガメント効率の計算のうち、従来規定において不備のあつた管穴が不規則配置の場合の算定方法および斜め方向に管穴が配列する場合の算定方法を追加し、さらにその計算法による管穴が千鳥配列のリガメント効率の図表を改正した。
- (5) ボイラおよび圧力容器の胴板と鏡板またはふた板、ボイラの管板と胴板または火室板の溶接接合方法例に平板側にえぐりおよび隅肉を設けた形式ならびにT形継手接合を追加した。また、平らな鏡板またはふた板の所要厚さ計算式に使用する溶接形式による定数(C)の値を若干変更し、胴板の実厚さと継目無し胴の所要厚さの比(m)による平板側の所要厚さをてい減する方法を取りやめた。
- (6) 立ボイラの胴板と火炉板の溶接接合方法例に従来規則のオジーリング、Uリングを用いる方法にさらに底板(Foundation Ring)を挿入する形式を加えた。
- (7) 支柱を管板にねじ込みする構造の規定を削除した。
- (8) ボイラ管の所要厚さ計算式において煙管を除く、管の規定を統一し、計算方法を改めた。
- (9) ボイラの安全弁および水面計に関する規則に制

御機器計器、などの有効性のある程度導入した。  
(10) 第38編などの規則改正に伴う関連条項を修正、整備した。

(11) その他、細部内容について部分改正、条文の分割、割愛、改変を行なつた。

なお、本解説中、次の略語を使用する。

ISO: ISO Recommendation R-831 Rules For Construction of Stationary Boilers (Sept. 1968)

ASME: ASME Boiler and Pressure Vessel Code (Section I & VIII 1968)

JIS: B 8201 および B 8243: 陸用鋼製ボイラの構造; 火なし圧力容器の構造—1969

BS: BS 1113 Water Tube Steam Generating Plant, BS 2790 Shell Boiler of Welded Construction.

以上、総合的な規則構成として Design Manual と Basis (Philosophy) の2本立てに分類することが望ましいが、今回はこの趣旨に従つて、第2章第3節の溶接接合方法例の如く Equivalency を主眼とするものと設計基礎項目たとえば許容応力、効率などを分離して規定した。しかし、従来規定および他編との関係もあつて、完全にその趣旨に沿うことは困難であつたため、これらについては今後十分検討し、逐次改正していきたいと考える。この意味で今回は、許容応力、溶接形式など項目単位に規定し、今後の検討、改正を進めていく上に便宜を図つた。

章単位の改正としては、従来の第2章Bボイラ付着品を第3章に独立して規定し、第4章に圧力容器を、第5章に溶接を移設し、従来の第4章をボイラと圧力容器に分割してそれぞれの規定中に入れ、また、第5章水圧試験および気密試験の規定は第1章第8条試験、検査の条項に統合した。

一般にボイラおよび圧力容器の物件別の適用は、次表のとおりとなる。

分類	名 称	構造・強度	付着品	一般
ボイラ	ボイラ(排ガスボイラを含む) (ボイラと一体の過熱器、節炭器を含む) ボイラ付属設備(独立節炭器、排ガス加熱器)	第2章	第3章	第1章
火なし蒸気発生器	蒸気加熱式低圧蒸気発生器	第4章	第3章	第1章
圧力容器	火なし圧力容器(加圧式LPG装置および冷凍装置に用いられる圧力容器ならびに熱交換器など)	第4章	第4章	第1章



## 第1章 総 則

### 第1条 適 用

従来規則では、ボイラおよび圧力容器の適用に対して、若干、不明確な点があつた。たとえば暖房または湯沸しボイラの取扱い、第3種圧力容器のうち飲料水タンクなどの居住設備に関連する圧力容器、推進に直接関係のない熱交換器などの検査に関し、適用の明確化を希望する向きが多かつた。

今回の改正にあつては、主として推進機能の維持と事故に対する安全性の観点からボイラおよび圧力容器の適用範囲を定め、かつ、適用外としたものでも安全性の見地からなるべく本編を準用して設計されなければならないことを規定した。また、本来の適用にかかわらず、特殊な構造または特殊な使用条件にあるボイラおよび圧力容器に対しては設計に関連して、そのつど十分な検討を行ない必要に応じて参酌または特別な要求をすることがある旨の条件をつけ、規則適用の画一化を避けた。

本編における適用外のボイラとしては、制限圧力 1.0 kg/cm<sup>2</sup> 以下で伝熱面積 1 m<sup>2</sup> 以下の蒸気ボイラと伝熱面積 8 m<sup>2</sup> 以下の温水ボイラをいうが、これらは従来からも陸用のボイラが、そのまま流用されることが多く、材料、溶接などの試験検査、付着品の諸規定および構造強度規定の一部に本編を適用することに、若干、無理が生じるため除外することにした。

適用外としたボイラの制限圧力および伝熱面積の基準は、陸用ボイラに対する安全規定（労働省：ボイラおよび圧力容器・安全規則）を参考にして定めたものである。

なお、ISO では 1.0 kg/cm<sup>2</sup> 以下または 25 l 以下のボイラ

GL では 0.5 kg/cm<sup>2</sup> 未満の蒸気ボイラおよび 110°C 未満の温水ボイラ

ABS では 2.1 kg/cm<sup>2</sup> 以下のボイラ

LR では 3.5 kg/cm<sup>2</sup> 以下のボイラ（ただし、これ以外のボイラは class 2 とする）

をそれぞれ規則の適用外としている。

また、これに該当するボイラで本会船級船に実際に使用されている数例を下表に示す。

品 名	発 熱 量	伝熱面積	容 量	最高圧力	用 途
温 水 ボ イ ラ	103,000 kcal/hr	5.2 m <sup>2</sup>	242 l	1.0 kg/cm <sup>2</sup> 以下	暖 房
〃	154,500	7.0 〃	—	〃	〃
〃	89,000	4.9 〃	—	〃	〃
〃	30,000	—	140 l	10 m 以下	温水機（給湯）
〃	48,000	—	320 l	〃	〃

次に圧力容器は重要な用途に使用されない第3種圧力容器に対して本編の適用外としたが、これによつて清水、海水（主として居住用、衛生装置用など）に用いられるハイドロフォタンク、重要な用途（本章第2条参照）に関連のない熱交換器などがこれに該当する。

この取扱いによつて適用外になつたボイラおよび圧力容器は、一般的な事項については本編から除外されるが、十分な自主検査が必要で、特に製造者側における水圧試験は省略されるべきではない。また、火災予防の見地で燃料油管系のチェック、自動装置をもつボイラについては、炉内爆発防止の保護装置および蒸気・温水側の過圧防止装置についても注意の要がある。（内規 1・3238 参照）

### 第2条 用 語

本編に使用されている重要な用語の意味を明確にしたものである。

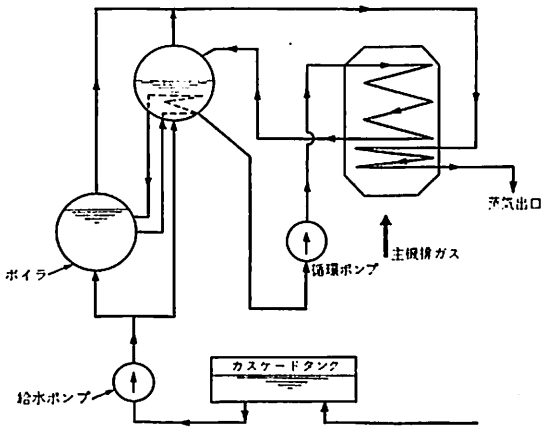
一般的な用語については、ISO、JIS-B 8201 などにより、また、従来規則に規定のあるものは、そのまま、本条に掲載した。次に簡単な補足説明を加える。

(1)：(5)(6)項は、内燃機関（主としてディーゼル機関）の排気ガスにより加熱し、蒸気または温水を発生する装置のうち、単独に蒸気または温水取出口をもち、一般のボイラとして利用できる設備を排ガスボイラと呼び、本編ではボイラとして諸規定を適用するが、一方、単独に蒸気または温水の取出口をもたず、他に設置したボイラまたはボイラの一部にそれを供給する設備を排ガスエコノマイザと呼び、ボイラの付属設備として取り扱うこととした。

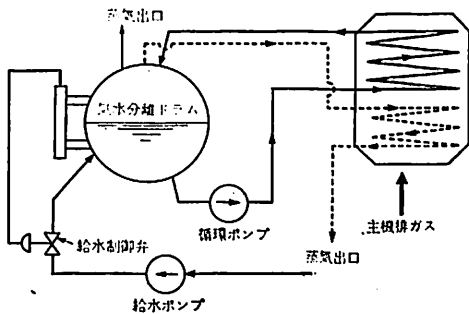
しかし、この区別は必ずしも画一的なものでなく、その中間またはいずれにも属さない例外もありうるので、これらについては安全性と機能性の両面から個個に検討して適用項目に融通性を持たせる必要があるものと考えられる。排ガスボイラおよび排ガスエコノマイザの一般的な使用例を示すと第1・2・1図のとおりである。

(2)：(7)項でいう高温ガスとは燃焼ガス、内燃機関の排気ガスなどをいう。

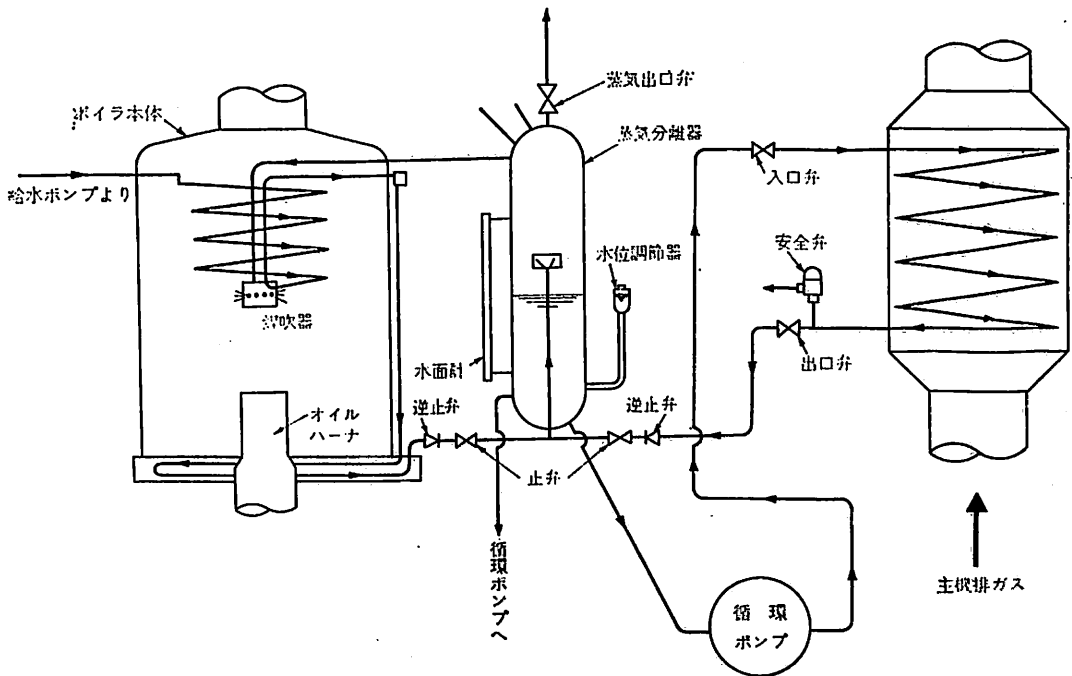
(3)：(8)項の重要な用途に用いられる圧力容器とは原則として主機、重要な補助ボイラおよび第31編第1



第1・2・1図 排ガスエコノマイザの1例



第1・2・2図 排ガスボイラの1例



第1・2・3図 排ガスエコノマイザの1例

章第5条の補機の機能に直接関連するもので、主機用潤滑油冷却器または清水冷却器、燃料加熱器、補助復水器、揚縮機用油圧アキュムレータなどが含まれ、衛生装置用ハイドロフォタンク、甲板機械用(第31編第1章第5条の適用を受けない)油圧アキュムレータなどは含まれない。また、ビルジポンプに連結されていても用途が衛生装置単独である場合は除外する。

(4):(10)項において排ガスエコノマイザの伝熱面積の加算が問題になるのは、いまのところ安全弁の所要面積の算定のみであるので、これについては別途に取り扱うことにし、ここでは、ボイラの伝熱面積には、ボイラ付属設備、過熱器、節炭器、排ガスエコノマイザなどを除外するものとした。

### 第3条 分類

(注1): 従来規定で制限圧力が  $40 \text{ kg/cm}^2$  をこえ、水のみの圧力を受けて使用されるものは、PV-2に区分していたがこれにさらに胴板の厚さが  $38 \text{ mm}$  をこえるものおよび上2項の適用を受ける操作油の圧力のみによって使用される圧力容器を加えた。

最近の高圧化された油圧機器では胴板の所要厚さが厚くなり、これに伴ってPV-1の取り扱いを受け、溶接施工試験およびX線試験が厳しく要求されることになる。

これらの圧力容器は比較的小形であり、危険性も

少ないと考えられ、また、1品ごとの溶接施工試験およびX線試験は苛酷で実情にそぐわないため、PV-2の取扱いができるように改正した。

(注2)：引火性高压ガス圧力を受ける容器をPV-1とする趣旨は、主として積載タンクなどの大形タンクを対象に規定されたもの、LPG荷役装置用の小形タンク(緩衝タンク、KOドラム、ドレンタンクなど)については、PV-2として取り扱っても特に問題はないと考えられる。したがって、この適用範囲を500l以下として、材料、構造および溶接についてPV-2の取扱いができることにした。500l以下としたのは、冷凍装置用などの圧力容器の規定で緩和処置を講じていること、高压ガス取締法における溶接施工試験などの方法に境界が設けられていることを参考とした。

#### 第4条 設 計

1. 一般規定として設計上注意すべき事項を取りまとめたもので、支持部分(LPGタンクのサドルサポート、ボイラのローリングステー、防振金具、付着品の支持などの取付部)に過大応力を生ぜしめないこと、熱応力(火炉板と胴板の間に挿入したピンスター溶接部に熱膨張拘束によるき裂の発生例がある)に対して設計上注意することを規定した。
2. 船用のボイラまたは圧力容器の信頼性を試験することは著しく困難で、その方法もほとんど確立されていない。また、応力実測方法にしても、静的な応力の計測による以外に適当な方策は開発されていないようで、フィールドテストに頼らざるを得ない現状である。一方、近來の技術進歩に対処して、さらに、より信頼性の高いボイラまたは圧力容器を検査していくためには、従来の机上計算のみでは難かしくなんらかの信頼度試験方法を加味する必要性が生じてきている。したがって、本会としても、ただちに具体的な試験方法を定めるわけにはいかないが、できるだけ可能な方法、たとえば静的応力の実測、陸上における実際の使用状態に近い条件での動試験などを今後、十分考慮していきたいと考えている。

なお、これに類した規定は、他船級協会またはISO、ASME、ボイラ構造規格などにもあり(ボイラ構造規格の場合は多少意味が相違するが、第166条に石灰乳を塗布して塗膜のはく離状況によつて使用最高圧力を定める方法が規定されている)たとえばLRには次の試験が規定されている。

J108 Pressure part of irregular shape  
Where pressure parts are of such irre-

gular shape that it is impracticable to design. Their scantlings by the application of the formula in J2, the suitability of their construction is to be determined by hydraulic proof test of a prototype or by an agreed alternative method.

#### 第5条 保守、取り扱いに関する注意

最近のボイラの損傷の傾向をみるとショートウォータまたは給水処理不全などによるメンテナンスに関する大事故が目立つて多くなっている。これらの事故は、ボイラの使用される環境や運転条件が急変したことに原因があり、一概に保守不良とはいえない難い面ももっているが、やはり広い意味でのメンテナンスに対する注意も不可欠で、これは当然設計段階においても十分取り上げていくべき問題と考えている。

本条とほぼ同様な規定は他の各種規格、規則にも見られるが、ここではISOの例を参考として次にあげる。

#### ISO—General

Where working conditions are adverse (bad feedwater, undue erosion, exposure to the elements etc.) or where maintenance supervision will of necessity, be inadequate it is recommended that thickness found by calculation from the formula should be specially considered.

#### 第6条 材 料

2. 第39編第2節第5条によつて熱処理を行なう場合、鋸板、管板などに曲げまたはフランジ加工を施すために加熱される場合、溶接後の応力除去が行なわれる場合などに本条が適用されるが、従来、ボイラまたは圧力容器製造者と鋼板製造者との連絡が不十分で間違いを起こすケースがたまたまあつたので、本条を追加し、材料の最終状態に近い熱処理条件を鋼板または試験板に与えて材料試験を行なう趣旨の徹底を図つた。

#### 第7条 承認図面および資料

(3)の溶接工事に関する図面および資料を追加した。

#### 第8条 試験および検査

製造中検査において必要な試験検査項目をここに取りまとめ、対象規定を明確化した。その他、(2)(i)に再熱器を追加し、(2)(ii)項に節炭器および排ガスエコマイザの水圧試験を第2章第1節第2条2によつて設計された圧力の1.5倍以上の圧力で行なうことを規定した。

また、(2) (iii) 項では、給水管系付属品、節炭器および排ガスエコノマイザの付着品ならびに吹出し弁および吹出し管の水圧試験圧力は第3章第3節によつて設計された圧力基準とすることを規定した。

## 第2章 ボイラの構造および強度

### 第1節 一般

#### 第1条 適用

リベット構造のボイラに関する規定を削除したため、主として溶接構造のボイラに適用されることになった。リベット構造のボイラは、ここ数十年、船級船のボイラとして製造された例はなく、規則として死文化していたわけであるが、溶接構造の規定の中に残されていたため、かえつて誤解や混乱のもととなつていた。

しかし、既成船には、まだかなりのリベットボイラが使用されているので、修理など特殊のケースが生じた場合、若干の不便を感ずることがあるかも知れないが、この場合には、原則的に当該ボイラの製造時の規則を適用し、また、一般的には、昭和45年度版の規則を準用する。

#### 第2条 過熱器、再熱器、節炭器、排ガスエコノマイザなどの設計および構造

1. 従来の規則第12節第60条の規定に再熱器および排ガスエコノマイザを加え、設計、構造および材料に関してはすべて本章の規定によることにした。
2. 従来の規則の節炭器と同様、排ガスエコノマイザの設計圧力の基準はボイラの制限圧力の1.25倍以上とすることを規定した。ここでいう設計基準圧力とは、この圧力で設計しなければならないということではなく、この圧力を基準として水圧試験を行ない、また、強度計算など他の要素を決定する最低圧力に使用する意味に解釈して差しつかえない。

ただし、特殊な設計の排ガスエコノマイザ（自然循環式またはボイラとの間にしや断装置を有し、安全弁などすべての条件を具備している場合）または、高圧ボイラで節炭器または給水管系の最高使用圧力をボイラの制限圧力の1.25倍にとる必要のない場合などにおいては、この規定によらず、設計圧力をボイラの制限圧力の1.25倍より低くとることができることにした。

#### 第2節 ボイラの構造製作および据付け

ボイラの構造、製作および据付けに関する規定を本節に取りまとめ、若干の変更、補充を行なつた。

#### 第5条 管板、平板などの厚さ

平板の最小厚さは鏡板および胴板と同程度とし、ま

た、管板の最小厚さは、従来規定の管座の深さの最小値を基準とし10mmとした。管板の厚さは、工作、外力および腐食に対する最小値、管を緊密に保持するための管座部の長さまたは該部の剛性などを考慮し定められるが、これらは、一般のボイラ胴に対する場合と同程度以上の厚さを基礎として、これに Expand により生ずるリガメントの中央部分に発生する引張応力と穴縁部および管壁に発生する切線方向の圧縮応力などを加味して決定する必要がある。しかし、拡張により生ずる応力は、穴径に対する最小ピッチによる影響が大きく、これさえ十分であれば水管ボイラのごとく管に内圧のかかるものでは、穴周囲に生ずる圧縮応力によつてリガメント内の応力状態は、むしろ改善されるため考慮しなくてもよいことになる。また、最近の煙管ボイラでは、拡張の代わりに溶接によつて管の固着が行なわれるものが多くなり、応力状態は複雑になつてきている。これらの点を考慮して最小厚さを10mmと規定したが、参考までに他の規則または規定におけるものを次に示す。

ISO:  $0.125 D + 5 \text{ mm}$        $D$ : Tube hole dia

火力技術基準: 10 mm

労働基準局: ボイラの内径 1350φ 以下: 10 mm

    φ 1350φ~1850φ: 12 mm

    φ 1850φ をこえる場合:  
    14 mm

ASME : ボイラの内径 1067φ 以下: 9.53 mm

    φ 1067φ~1372φ: 11.1  
    mm

    φ 1372φ~1829φ: 12.7  
    mm

    φ 1829φ をこえる場合:  
    14.3 mm

JIS:  $5 + d/10$        $d$ : 管穴の直径

#### 第6条 胴板または鏡板に設ける穴の補強

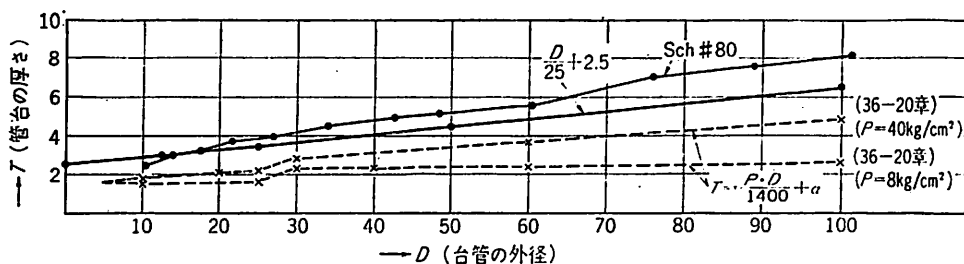
穴の補強は開口部の板厚に余裕があり、に所要厚さに対する余厚が補強を必要とする厚さ（第7節よる補強を必要とする面積）以上である場合、または管、手穴などの小開口部ではリガメント効率を用いて計算された板厚以上であれば補強する必要がないという意味である。

#### 第10条 マンホール、どろ穴およびのぞき穴

従来規則のマンホール、どろ穴などに関する規定を整理して本条に取りまとめたものである。

#### 第11条 ボイラに溶接で取り付ける管台の厚さ

従来規則には管台の厚さは、管台の取り付けられる胴板の厚さの1/2または JIS, schedule No. 80 のうち、小さい値以上でなければならないと規定されているが、



第2.11図 管台の厚さと外径の関係

取付部の厚さの薄い場合にその1/2の厚さの管台では、取付部がやや剛性不足になると管台および管台の径の小さい範囲に対して剛性を増大するためには、最低値を定めた方が合理的であることなどより、ISOの規定に合わせることにした。第2.11図に本改正の管台厚さとJIS—schedule No. 80の厚さおよび第36編第20章の規定による計算値( $P=8\text{ kg/cm}^2$ の場合)を示したが、改正規定はschedule No. 80(USCGの規定)に比較して管台径の小さい範囲ではほとんど差異はなく、外径60mm以上ではschedule No. 60でよいことになる。

なお、管台には、接続されている配管系からの外力、振動などが作用するので、十分な支持を行ないボイラとの取合い部に集中応力がかからないように注意する必要がある。

#### 第15条 管

2. 管の最小厚さは従来規則のままとしたが、特に低圧のボイラにおいて最小厚さが用いられているほかはすべて腐食などの条件が考慮され、余肉がつけられているので、実厚はかなり厚くなっている。ボイラ管の最小厚さはほとんどの規則または規格が規定しているが、ある程度の管部における剛性と腐食に対する余肉を考えているものと思われる。下表にISOにおける管の最小厚さの規定を参考に示す。

ISOのボイラ管の最小厚さ  
(煙管の場合は+30%とする)

管の外径	管の厚さ
38 mm 以下	1.75 mm
38~51	2.16
51~70	2.40
70~76	2.60
76~95	3.05
95~102	3.28
102~127	3.50

また、本条3項に拡張、屈曲などの加工が施される場合は、肉厚減少分に相当する余分の厚さをあらかじめ考

慮しておかなければならないことを追加規定したが、この加算値については、そのつど設計の際に決められるべきものとする。参考にPiping関係のIACSに提案したNKの計算方法およびASMEにおける規定を次に記載する。

(1) NK案:  $\Delta T = T \times (1/2.5) \cdot (D/R)$

( $\Delta T$ : 肉厚減少相当厚さ  $D$ : 管の外径  
 $T$ : 管の厚さ  $R$ : 管中心線上の曲げ半径)

(2) ASME: The angle between the axes of the adjoining sections does not exceed 30 deg. The thickness is at least  $(K-0.5)/(K-1)$  times the required thickness of the straight pipe to which the bent is joined, where  $K$  = ratio of the radius of the bend (from center of curvature to center of pipe) to the inside radius of the pipe.

管を屈曲する場合は、このほか、局所的な肉厚減少を避けるとともに、その加工方法について十分注意する必要がある。

#### 第18条 ボルト接合される平らなふた板の構造

本章の規定が主として溶接構造のボイラに適用されることになり、規則の構成上、本条を分離独立させた方が都合がよいため、今回改正したもので支柱などにより支持されない平らなふた板が胴にボルトで接合される場合またはどろ穴などのふた板がボイラ胴に取り付けられる場合に本条が適用される。

#### 第3節 溶接継手および接合

##### 第20条 溶接継手の適用

従来規則では内径の小さい胴の場合に限り、片面溶接突合わせを認めることになっていたが、今回この適用を受けられる範囲を広げ、内面から溶接を行なうことが困難な場合にはそのつど審査して承認する方針とした。本条を適用する条件としては、溶接方法が両面突合わせ溶接と同等な効力を有すること、X-RAY検査またはこれに代わる適当な方法により該部の欠陥の有無が確認できること、溶接部に集中応力、局部応力、熱応力または

極端な腐食作用などの悪条件が作用しないことを考えている。ここで両面突合わせ溶接と同等な効力を有する溶接法とは、裏当て金を用いた片面溶接またはあらかじめ溶接法承認試験によつて底部に良好な溶込みを得られることが確認されたものをいう。

第21条 ボイラ各部の溶接接合法

ボイラ各部の溶接接合法は、第32・1図に示されているとおりであるが、今回新たに設けた溶接接合法例および変更部分を列挙すると次のとおりである。

1. 平板の計算に使用する定数  $C_1$  の値を一部変更し、 $m$  (継目無し胴の所要厚さ:  $T_{ro}$  と胴板の実厚さ:  $T_s$  との比) による低減を廃止した。

従来規則の支柱で支持されない平らな鏡板、ふた板の所要厚さ計算式における定数  $C_1$  は平方根の内にかかっているが、今回の改正 (第2章第27条) で規定した定数  $C_1$  は、平方根から外に出し、次式のとおり変更した。

$$T_r = C_1 d \sqrt{\frac{P_a}{100f}} + a \dots\dots\dots (改正)$$

$$(t_r = d \sqrt{\frac{C_1 \cdot P_a}{100f}} + a) \dots\dots\dots (従来規則)$$

改正理由としては、計算の簡素化ならびに支柱その他のささえを有する平板の所要厚さを求める式と統一したことがあげられる。

2. 平面鏡板またはふた板と胴板の溶接における符号  $C \sim F$  の溶接形状を新しく追加した。このうち形式符号  $C$  および  $D$  は、いずれもふた板内面の外周部において切欠きを有する構造で、 $E$  は胴板とふた板との接合部内面に隅肉  $r$  をもつものである。

また、形式符号  $F$  は胴板とふた板の接合部分において胴板がふた板外面より長さ  $t_h$  の張出しを持つ  $T$  継手構造である。

3. 平面鏡板またはふた板と胴板の形式符号  $F \sim K$  構造の溶接形状において、定数  $C_1$  に関係なく胴板の実厚さ:  $T_s$  を継目無し胴の所要厚さ:  $T_{ro}$  の25%以上の  $T_s \geq 1.25 T_{ro}$  と規定した。

4. 管板と胴または火室板の溶接接合法については、形式符号  $B$  と  $D$  の構造を新しく追加した。ただし、 $D$  構造については、管板と火室板の接合に限った。

構造  $A$  の形状については、曲線によつて接合される (2) の平面鏡板またはふた板と胴板の溶接方法例に準拠して決定した。

$B$  構造についての張出し量  $t_h$  の規定は、本条解説 2. (3) で説明した胴板とふた板とを接合した  $T$ -継手構造の場合と同様であり、今回管板を有するものも  $t_h \geq T_s$  と規定し、 $T_s \geq 1.25 T_{ro}$  と規定したのは前

項3. と同様な理由による。

また、張出しが全然ない場合の  $D$  構造に対して、今回管板と火室板にのみ許容したのは張出し量  $t_h$  があれば、この部分に火焰が触れ熱応力によるこの部分の損傷の防止をはかつたためである。

5. 火炉、オジーリング、および胴板間の接合部については、Foundation Ring を有する形式符号  $E$  構造の溶接接合法を新たに設けた。

底板の幅 ( $l$ ) すなわち胴板と火炉板の間の部分の長さについて、検査および掃除の可能な広さが必要であり、また、狭いとスケールなどの堆積、局部過熱などが起こりやすく好ましくないので、図の備考 (2) のとおり最狭寸法を定めた。

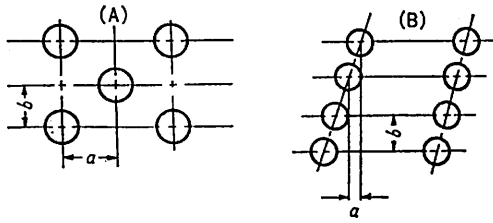
この Foundation Ring による胴と火炉の接合方法において、一般に注意すべき事項をあげると次のとおりである。

- (1) 接合部水側の溶接底部に欠陥を生じないように適当な開先形状および溶接方法を選択すること。
- (2) 溶接接合部の胴板および火炉板に著しい熱変形を避け、また溶着金属量は過度に大としないこと。
- (3) 火炉板内側のリング取付面は、火炎の直接接触を避けるため、防熱材で被覆すること。
- (4) 当該部の検査が容易に施行できるように適正な個所に覗き穴を設けること。
- (5) 保守上、沈殿物などの堆積が生じないように注意すること。

第23条 リガメント効率

1. 従来規則では、管穴が不規則なピッチで配列された場合の算定方法および管穴が斜め方向に配置されたリガメント効率の計算における管穴が千鳥形配置を除く場合の算定方法が不明確であつた。今回、長手方向に不規則配置で並ぶ管穴部のリガメント効率の算出方法を平均応力的な考え方をもとにして規定し、また、管穴が斜め方向 (千鳥配置) に対するリガメント効率の算定方法を変更するとともに管穴千鳥形配置の場合のリガメント効率中の最小値を求める図表を掲載した。

2. 円周方向に配置された管穴部のリガメント効率は長手方向と同様に計算するが、その値は長手方向効率の50%以上でなければならない。すなわち周方向効率が長手方向効率の50%未満である場合には、リガメント効率の最小値の決定に当つては、周方向効率の2倍の値を用いる必要がある。以上の規定は従来規則とその趣旨は変更なく、また円周方向のピッチの計測方法も従来から常識的に採用されていたものを明文化し



第2-23-1図 管穴の各種配置

たものである。

3. 斜め方向に配置された管穴部のリガメント効率の計算については、諸種の学説があり、それぞれ規格、規則に使用されているが、どの効率式が適当であるかの判定は困難である。従来規則は ASME の計算式を用い、そのうち千鳥配置の場合のみを図表化して算定していたが、これだけでは実際のリガメント効率を計算する上に、不便な点が多いので、今回、Siebel および Schwaigerer (ISO, LR など欧州系の規格はほとんどこの方法によっている) の計算方法にしたがつて、リガメント効率の計算を行ない、さらに第2-23-1図 (B) における  $b/2a$  を横軸に  $(2a-d)/2a$  をパラメータにとつて線図としてリガメント効率を求めることにした。

4. 上記のとおり3種類(長手, 周, 斜め)のリガメント効率が求まるが、胴板の所要厚さ計算にあたっては、これら効率中の最小値が必要となる。

そこで便宜上、千鳥形に配列された任意の管穴配置に対してのリガメント効率の最小値を求める図表を改正規則第32-3図に掲げた。

同図で Y-Y 線より左側の部分ではリガメント効率の最小値は円周方向の効率であることを意味し、同様に Y-Y 線と Z-Z 線の間部分では斜め方向効

率、Z-Z 線より右側の部分では長手方向効率がリガメント効率の最小値として計算されることになる。このことは、管穴配置として  $P_c$  が  $P_i$  に比べて相対的に大きくなれば長手効率が次第に支配的となり、逆に  $P_c$  が小さくなると長手効率または斜め効率よりも、斜め効率または周効率が支配的になることを示している。

5. 胴の長手方向に不規則に配置された(一直線上にない管穴も含める)管穴部のリガメント効率の計算は本条1(2)と同様な考え方で算出できるが、この場合、リガメント効率を定める範囲すなわち  $L$  の値にある基準を設けた方が都合がよい。本項では、これを ISO, ASME などの諸規格と同様、胴の内径 ( $D_i$ ) または内半径 ( $R_i$ ) に等しくおき、この区間における平均リガメント効率を計算することにしたもので、 $D_i$  基準と比較して  $R_i$  基準の場合は一般に最小効率決定に際して条件が悪くなるため、 $R_i$  基準のリガメント効率の計算値を1.25倍をとつてよいことにした。したがつて、内径基準の効率  $J_n$  および半径基準の効率  $J_n'$  は次式で与えられ、これらのうちの小さい方の値をリガメント効率とすることになる。

$$J_n = \frac{a+b+c+\dots}{L_1} \dots\dots\dots(2-23-19)$$

$$J_n' = 1.25 \left( \frac{a+b+c+\dots}{L_2} \right) \dots\dots\dots(2-23-20)$$

さらに、この場合、胴の内径または内半径が大きくなると實際上、 $D_i$  または  $R_i$  をそのまま使用することは意味がなくなるので、ISO, ASME などの規定を参考として、その最大値をそれぞれ、1520 mm および 760 mm とした。また、 $L_1$  を胴の内径より小さい範囲内にある管穴列の両端の管穴中心間距離として計算した効率と比較して、上式による  $J_n$  または  $J_n'$  が

第2-23-1表 実際のボイラにおける各種規格のリガメント効率の比較

		長手方向効率	リガメント効率			長手方向効率	リガメント効率
	NK 従来	0.529	0.35		NK 従来	0.531	0.44
	ASME	"	0.35		ASME	"	0.44
	NK改正	"	0.44		NK改正	"	0.55
	NK 従来	0.328	同左		NK 従来	0.703	0.41
	ASME	"	0.387		ASME	"	0.40
	NK改正	"	0.50		NK改正	"	0.44
	NK 従来	0.412	同左		NK 従来	0.554	0.41
	ASME	"	0.455		ASME	"	0.41
	NK改正	"	0.585		NK改正	"	0.49

小となる場合には、範囲の定め方による不利を避けるため、前者の値を最小効率としてよいことにした。

この胴の内径および半径に  $L$  の基準をとつたことは、理論的に意味があるものでなく、かつ、平均リガメント効率としてはこの基準長さの中に部分的にさらに低い値が得られる可能性もある。このような場合には、その低いリガメント効率の部分が弱点となつて破損する危険もあるので、この基準長さより短い範囲において、特に低いリガメント効率が算出される場合には、安全設計の立場から、そのつど、十分な検討が必要であらう。

なお、第21条のリガメント効率の規定は、今回の改正によつて、ISOの規定 (Stationary Boiler) にほぼ等しくなつたが、従来の鋼船規則および ASME (JIS 陸用ボイラ規格) と実際のボイラについて計算したリガメント効率の比較を第2・23・1表に示した。

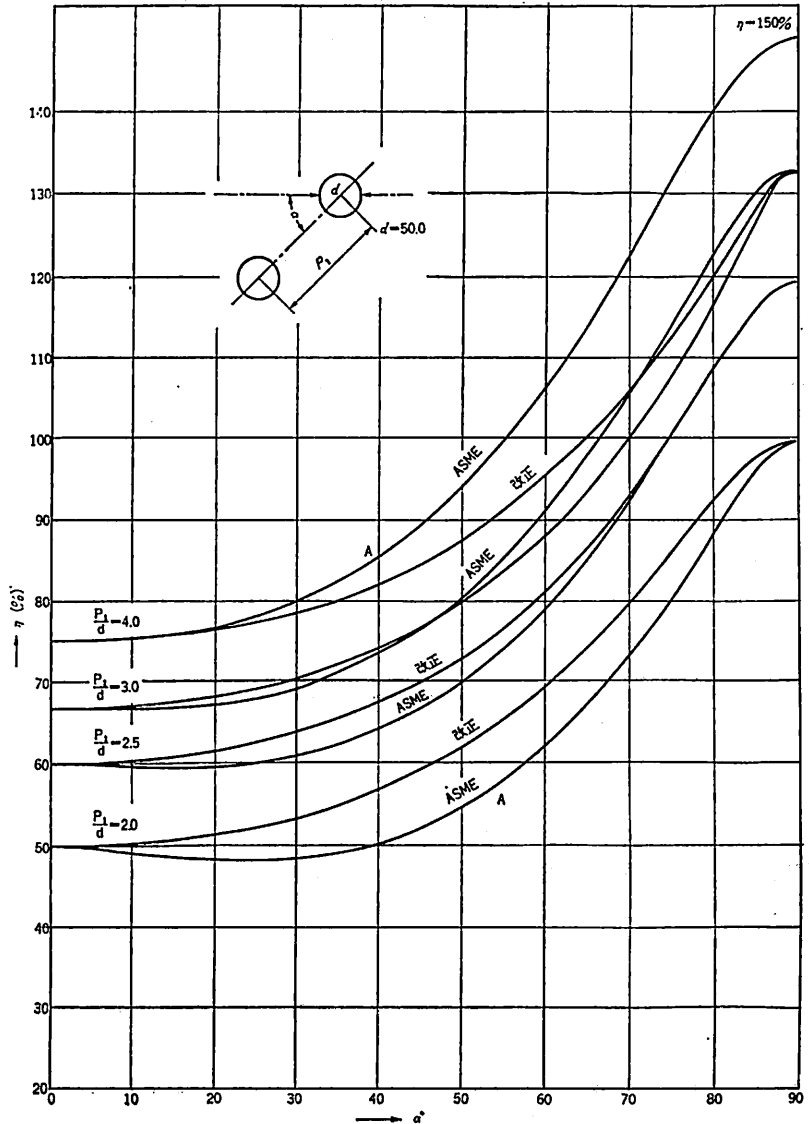
また、ASMEの基礎式と本改正規定との斜め方向リガメント効率の比較を斜め管穴の角度に対して行なつたものが第2・23・2図である。

### 第5節 許容応力 ( $f$ ) および余厚 ( $a$ )

#### 第24条 許容応力 ( $f$ ) および余厚 ( $a$ )

ボイラ用材料の許容応力は、ボイラ用鋼管第22種ないし第24種の材料温度 (metal temperature)  $525^{\circ}\text{C}$  をこえるものについて、従来規則と同様な考え方によつて新しく規定したほか、変更はしていない。

近年、ボイラまたは圧力容器に用いられる材料の許容応力は、母体の強度設計と並行して各方面において研究されている。許容応力のうち、常温または  $250^{\circ}\text{C}$  程度以下の温度範囲では欧州系の規格 (BS など) および規



第2・23・2図 斜め角度に対するリガメント効率の比較

則 (LR, BV など) ならびに ISO では、引張強さの  $\frac{1}{2.7}$  (圧力容器では  $\frac{1}{2.4}$ ) または降伏強さの  $\frac{1}{1.6}$  (圧力容器では  $\frac{1}{1.4}$ ) を採用し、本会規則の引張強さの  $\frac{1}{4}$  (国内および ASME Section I, VIII も同様) に対して、かなりの隔たりが生じている。しかし、クリープ限度および高温におけるラプチャー強さが問題となる温度範囲ではその差はなくなる。したがつて今回は、材料試験方法が確立されていないこと、常温における許容応力を下げることに、製造者側の態勢が十分整備され



第2・24・1表 各種規則，規格における材料の温度 (Metal temperature)

	ISO	LR	GL	NK (案)
接触加熱部	+25°C	+25°C	+30°C	+25°C
放射加熱部	+50°C	+50°C	+50°C	+50°C
接触過熱部	+35°C	+35°C	4S+30°C	+35°C
放射過熱部	+50°C	+50°C		+50°C
節炭器	+25°C	+35°C		+25°C

(注) GL 規則中の S は管または胴の厚さ (mm) を示す。

第2・24・2表 各種規則または規格における余厚 (a) の値の比較

	ISO	LR	ABS	GL	JIS	現行 NK
ボイラ胴板	0.75	0.75	2.5	1.0	2.5 (注 1)	2.5
ボイラ鏡板	〃	〃	1.6, T/6 (注 3)	2.0	2.5 (注 1)	1.5, T/6 (注 3)
ボイラ管寄せ胴	〃	〃	2.5	1.0	2.5 (注 1)	2.5
ボイラ管寄せふた板	〃	〃	2.5	1.0	2.5 (注 1)	1.5 T/6
ボイラ管 (煙管を除く)	适当厚	同左 0.25	0.005 D (注 2)	适当厚	0.005 D	1.5 0.015D (注 2)
圧力容器胴板	—	0.75	1.6, T/6 (注 3)	1.0	1.0	1.5, T/6
圧力容器鏡板	—	〃	〃	2.0	1.0	〃

- 注 1. 外径 600 以下の場合には 1.65 mm とする。また、最高使用圧力 28 kg/cm<sup>2</sup> 以下の場合には 1.0 mm でよい。  
 2. D は管の外径を示す。  
 3. T は実厚を示す。

ていないなどの若干の不安があることならびに国内の他規則、規格などとの関連もあつて改正は考えなかつたが、今後、強度計算法などとも十分検討していきたいと考えている。

今回、本条に表示した材料の温度については、従来規則で管の許容応力表の備考に「伝熱部における管壁温度は管内流体の温度に 30°C 以上を加えたものとする」記述もあり、明確化させたものである。

この伝熱面における材料の温度の取り方については、第2・24・1表のとおりで各種規則、規格とも大差はない。

次に余厚 (a) の値であるが、これは各種規則、規格ともいずれも規定しており、意味は単純な腐れしろと説明している場合と工作上的厚さの付加、安全係数としての考慮などを含む補足厚さであるとしている場合とがあり統一は取れていない実情である。

従来規則ではボイラ胴板の場合のみが 2.5 mm となっているが、これは ASME の考え方が導入されたもので、必ずしも理論的な裏付けはない。いま、各種規則、規格の余厚 (a) の値を比較してみると第2・24・2表のとおりとなり、その解釈はちがつているようである。したがつて、ボイラ胴板のみ 2.5 mm とする根拠は、ややあいまいであり、この際ボイラ、圧力容器を通じて同等

の数値を取ることにした。

第24条 (注 2): 従来規則では、鋳鋼品の許容応力は、規格引張強さの 1/10 であつたが、すべての部分につき放射線検査および磁気探傷試験を行なうことを条件にして、許容応力値を最低規格引張強さの 1/6 とした。この許容応力値のてい減は従来から圧力容器に使用される鋳鋼品に適用していた方法と同じである。

#### 第6節 ボイラの胴板鏡板管板などの所要厚さ計算式 第25条 一般

この規定は、本節以下の強度計算を行なう過程における条件を示したもので、従来からすでに設計に取り入れられていたもので、条文によつて規則の方針が変わるものではなく、第1章第4条との関連において新しく規定した。

これに類する規定は、各種規格、規則にほとんど記載されており、いずれも規則自体の考え方をある程度示唆している点に意味があると思われる。

たとえば、LR では特別な条件として具体的に次の各項をあげている。

- (1) Impact Loads, including rapidly fluctuating pressures.
- (2) Weight of the vessel and normal contents

under operating and test conditions.

- (3) Superimposed loads such as other pressure vessels, operating equipment, insulation, corrosion-resistant or erosion-resistant linings and pipings.
- (4) Reactions of supporting lugs, rings, saddles or other type of supports.
- (5) The effect of temperature gradients on maximum stress.

第 26 条 内圧を受ける円筒胴の所要厚さ

第 27 条 凹面に圧力を受け、支柱その他のささえを有しない曲面鏡板の所要厚さ

上各条の計算式の内容は従来規則と変更ないが、許容圧力 ( $P_o$ ) 基準の算出方法を所要厚さ算出に改めた。これは、補強計算、各溶接部寸法を定める上に便利で、また計算の機械化、統計処理にも好都合であるからである。

第 28 条 支柱その他で支持されない平らな鏡板、ふた板などの所要厚さ

本条に関して改正する点は、主に次の各項である。

- (1) ボルト接合の構造のふた板の規定を分離した。
- (2) 計算式の形を整理するため定数  $C_1$  および  $C_2$  を平方根から出した。
- (3) 定数  $C_1$  の値を若干変更した(本章第 3 節第 21 条解説参照)。
- (4) 定数  $C_1$  の算出に用いられていた  $m$  を廃止した(同上)。

第 29 条 支柱その他のささえを有する平板の所要厚さ

本条は従来規則第 6 節の規定を、次の要領によつて編成替えなどの改正を行なつた。

1. 計算式の構成を次の順序に置換えた。

- (1) 支柱が規則的な配置の場合
  - (i) 支柱または管支柱によりささえられた部分
  - (ii) 管支柱によりささえられた管板の管渠における部分
- (2) 支柱が不規則な配置の場合
- (3) 曲縁または溶接接合部を支点とする場合
  - (i) 曲縁が支点となる場合
  - (ii) 溶接接合部が支点となる場合

2. 条板または二重張板を設けた場合の計算式の簡素化

- (1) 従来規則第 6 節第 19 条 1 の計算式

$$T_r = \sqrt{\frac{P_o \cdot (a^2 + b^2)}{C_1} - KW^2 + 1}$$

において、条板または二重張板を設けた場合の第 32・1 図 (8) A (従来規則付図 A・(2)) および (8) B (同付図 A・(1)) における定数  $K$  の値 (同条 1, 表 1) 0.35 および 0.15 ならびに座金、条板または二重張板の厚さを  $2/3 T_r$  ( $T_r$ : 所要厚さ) として上式に代入し定数  $C_1$  の値を整理した。そのため、計算式の  $KW^2$  の項が削除され、かつ第 32・1 図における (8) A および B 図の如き支点的種類の場合の定数  $C_1$  の値が変更になつた。

- (2) 従来規則第 19 条 2 の管支柱によりささえられた管板の管渠相互間または管渠と胴板の間の部分の計算式における上記の  $KW^2$  の項を削除した。

これは、管支柱によつてささえられる部分に二重張板を設ける例はほとんどなく、今後このような構造はでてくる可能性が少ないと考えられるためである。

- (3) 計算式へ許容応力の代入

第 2・29・1 表 支点的種類による定数  $C_1$  の値の比較

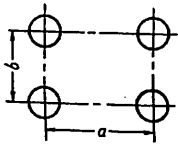
支点的種類	改正案	ISO (注 1)	LR (注 1)	GL	JIS (注 2)
第 32・1 図 (8) A	(注 3) 0.25 (0.32)	0.31	0.33	0.34	(0.57)
〃 B	0.37 (0.34)	0.33	0.35	0.42	(0.53)
〃 C	0.41 (0.38)	0.40	0.39	0.42	0.60
〃 D	0.50 (0.46)	0.40	0.39	0.50	0.64
〃 E	0.42 (0.39)	0.42	0.42	0.42	0.45
〃 F	0.49 (0.45)	0.42	0.42	0.50	
曲縁	0.36 (0.33)	0.33	0.33	0.34	0.52
溶接面	0.43 (0.40)	0.40	0.33	0.42	

(注 1) ISO, LR は許容応力を 0.85 にとつている。

(注 2) JIS は火炎に触れる管板における定数の値である。

(注 3) ( ) 内は許容応力を 0.85 とした場合の定数の値である。

(注 4) ISO, LR は火炎に触れる場合は上表の値の 1.1 倍をとる。



従来規則の計算式は、左図における  $a, b$  を二辺とする四角形の平板を考え、その中央点に支点がある場合、均一圧力による破壊がその対角線に沿って発生すると、四角形の対角線に生ずる曲げモーメントの方式とさらに C. Bach

の実験結果から得られた係数  $C$  が引用されたものである。

$$P = C \frac{100 at^2}{a^2 + b^2}$$

$t$ ; 板厚

$\sigma$ ; 許容曲げ応力

$a, b$ ; 支柱の間隔

なお、この計算式は、その後、本会の検査を受けた実物の丸ボイラについて静的応力の計測が行なわれ、妥当性が確認されている。今回の改正では使用材料によつて許容応力を計算に代入する取り扱いをしたため、定数  $C_1$  および  $C_2$  の値が変更された。

管板の厚さは前述の平板が均一圧力による曲げモーメントを受けるものとして曲げ許容応力から導かれるもののほか、支柱などの支持条件を含めて管の取付部からの漏洩を防ぐための剛性を考慮する必要があるが、計算式の構成を考えて、ISO, LR などと同様、許容応力を含めた式に改正した。

各種規格および規則における定数  $C_1$  の値を比較したのが第 2・29・1 表で、支点的の種類に対する取り扱いが若干、相異なる以外は、大略、似通つた数値を示している。

### 第 7 節 穴の補強

リベット構造に関する規定を削除し、また、補強計算においてリベット穴の項を除去した式に変更するなど若干の整理を行なつた以外は、従来規則のとおりである。

### 第 8 節 炉筒および火炉板の所要厚さ

従来規則第 50 条の断頭円スライ形炉筒の規定はリベット構造のもので、こ

の形式の炉筒は最近船級船のボイラに用いられていないため、その他、計算式を所要厚さ算出の形に改正した。

### 第 9 節 支柱ささえはりおよび管支柱の所要寸法

計算式をすべて、所要寸法算出の形に改めた。

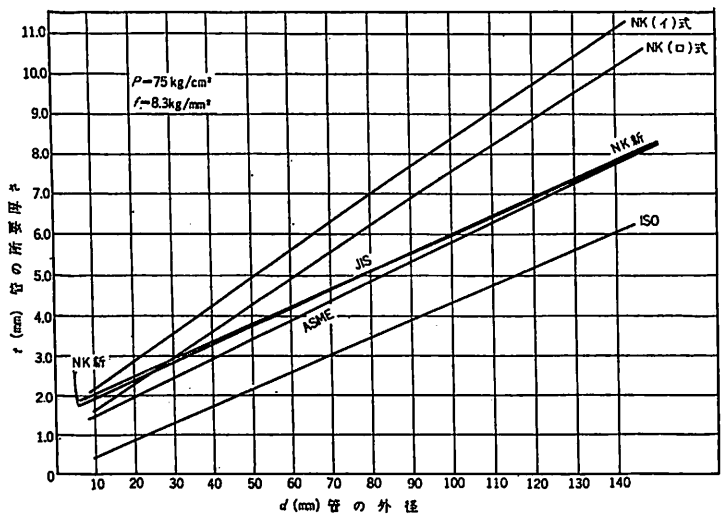
### 第 10 節 管寄せの所要厚さ

許容圧力を計算する式を主体にしていた従来規則を所要厚さを求める式に改めた。

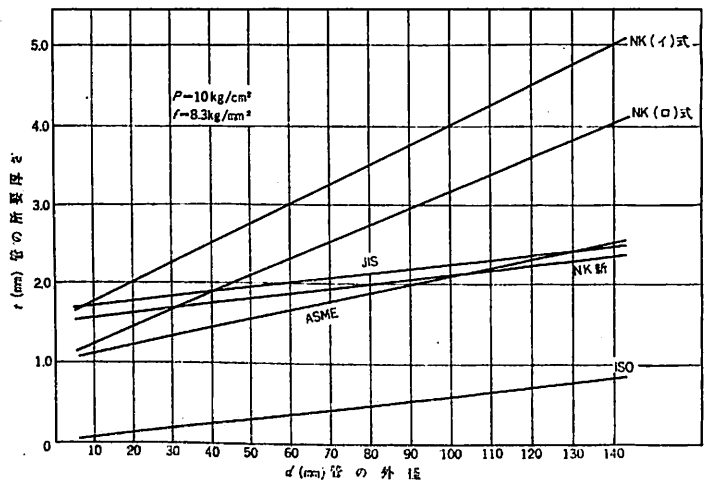
### 第 11 節 管の所要厚さ

#### 第 45 条 水管、蒸発管、過熱管などの所要厚さ

従来規則第 59 条 1 項 (イ) (煙管ボイラの水管および過熱管) および (ロ) (水管ボイラの蒸発管および過熱管) の管の所要厚さ計算式を 1 本化し、圧力容器の外徑基準の式に合わせた。(以下 106 頁へつづく)



第 2・45・1 図 ボイラ管の所要厚さの比較



第 2・45・2 図 ボイラ管の所要厚さの比較

# 日本造船研究協会の昭和45年度研究 業務について (6)

(社)日本造船研究協会  
研 究 部

## NSR 6 船用炉用圧力抑制格納方式に関する試験 研究

部会長 入江 正彦氏

小型、軽量を最重要条件の一つとする船用炉（内装型軽水炉）の格納方式として、1次系冷却水流出事故時に、格納容器内の圧力の上昇を抑制し、さらに放射性ガスの外部への拡散を防止する湿式圧力抑制格納方式が、重量、圧力の軽減に関して、現在最も期待しうるものと考えられる。内装型軽水炉の場合には、分離型にくらべて1次冷却水量が多くなるので、湿式格納容器は一層有効である。この方式にはドライウエルを備えるもの、あるいは水づけ、氷づけ等の種々の様式が考えられているが、そのいずれについても船用としての研究開発は今日までほとんど実施されたことがなく、したがって今後この方式を実用化し、その性能を検討評価するために昭和44年度にその基礎的な諸問題を解明し資料を整備するための試験研究の一部を行なった。

本試験研究は

- 1) 蒸気の加圧水中における凝縮に関する実験研究  
空気を含む蒸気の加圧水中における凝縮の実験研究  
加圧水中における蒸気泡の凝縮速度の実験研究  
ノズルから発生した蒸気泡の実験
- 2) 大口径ノズルによる大気圧下水中での凝縮および水利用率に関する実験研究  
空気混合蒸気の大口径ノズルによる大気圧下水中での凝縮の実験  
圧力抑制室内の水利用率の実験研究
- 3) 高圧サブクール水および高乾き度2相流の水の中ならびに空気中への流出に関する実験研究  
高圧サブクール水の流出の実験研究  
高乾き度2相流の流出の実験研究  
加熱加圧水の水中への放出過程の実験研究  
加熱加圧水の大気中への放出状態の観察

に関する基礎的問題を引続き実験により解明し、資料を求めることを目的とするものである。

湿式圧力抑制格納方式のうち、陸上のBWR型原子力発電所に広く実用されているドライウエルを有する圧力抑制格納方式の場合、1次系の破断事故時にドライウエル中で蒸気と空気が混合し、これは、ペントチューブ

を経て圧力抑制室内の水中で凝縮する。

陸上の場合には、破断事故時にまずドライウエル中の空気が圧力抑制室に移行した後、続いて破損箇所から出た空気を含まない蒸気または2相流がペントチューブを流下して圧力抑制室内の水に接すると同時に瞬間的に凝縮するものと仮定してこの問題が取扱われているようであり、実際に作られている装置もこの仮定を満足しているものと考えられる。一般に蒸気中に空気等の非凝縮ガスが混入している場合、凝縮熱伝達率はいちじるしく悪化する。陸上の場合のように十分な水量を圧力抑制室に蓄えられ、ペントチューブの浸水深さも十分に深くしかも下向きになつている場合には上記のような仮定で十分と思われる。

船用原子炉にこの形式の格納方式を応用しようとする場合、出来るかぎり小型軽量であることが望ましく、格納容器の大きさおよび圧力抑制室内の保有水量ができるだけ小さくなるような努力がなされる。そのために事故時の格納容器内の最大圧力は陸上のものにくらべてかなり大きなものとなり、しかも圧力抑制室内の水温も飽和温度近くまで上昇することとなる。

圧力抑制室内での蒸気の凝縮が不完全になつた場合には圧力抑制効果がそこなわれるので船用としての要求をきびしく追求し、最適設計を得るためには陸上での上記の仮定はかならずしも、十分なものではなく、上に述べた諸点を考慮に入れて空気を含む蒸気の水中における凝縮過程を明瞭に理解しておく必要がある。

また圧力抑制室内に保有する水量は少ない方が望ましく、ペントチューブから吹出される蒸気の凝縮のために1次系の保有するエネルギーを吸収して水温が上昇するが、この場合に水中に温度分布ができてエネルギーシンクとしての水が全部有効に利用されない場合があるので、この有効利用が計れるような設計を行なうための資料を求める必要がある。このため本研究では、加圧下の圧力抑制室モデルおよび大気圧下での大口径ノズルを用いた圧力抑制室モデルに蒸気または蒸気と空気の混合物を吹き込み、凝縮の機構、凝縮終了までの距離、ガスの凝縮の速さ、圧力抑制室内の温度、発生する音響の強さ、および周期等を測定して、船用炉に対する小型軽量化の要求を考慮した場合の船用格納装置の最適設計を行なうための資料および安全性を評価するための資料を求めた。

また上記の問題、特に気泡の凝縮伝熱機構の理解を深めるために、電熱線から発生する蒸気泡の凝縮および小型の吹出し実験装置による吹出し気泡の凝縮実験を行なった。

さらに、圧力抑制室内にできる温度分布を計測し、水のエネルギーシंकとしての利用効率を求め、最適設計を行なうための資料とした。

また、格納容器のコンパクト化を考える場合に問題となる破断事故時に流出する2相流噴流となつた冷却材が破断部周辺構造物や機器に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、船用炉および格納容器の模型を用いて、空気中および水中へ流出する高乾き度2相流および高圧サブクール水の2相噴流の特性をしらべた。また、この現象の理解を深めるために、より小型の実験装置を用いて加熱加圧水の水中への放出および加熱加圧水の大気中への放出実験を行ないその機構を観察した。

#### (1) ベントチューブ出口での凝縮について

圧力抑制室が大気圧下であつてもまた  $10 \text{ kg/cm}^2 \text{g}$  程度に加圧されていても、空気を含まない場合でかつ数十°C以上のサブクールが確保されるならば、ベントチューブから吹出される蒸気は吹出口径の5~10倍で凝縮を終了する。

実用上は破断口から流出する2相流はドライウエル中で空気と均一に混合し、ベントチューブに流入すると仮定して含有空気量を評価する。またサブクールについては破断事故直後のまだサブクールが十分大きい時にドライウエル中の大部分の空気が圧力抑制室に移行し、これを加圧するがこの圧力から空気の分圧を引いた圧力にみあう飽和温度以上に圧力抑制室内の水温が上昇する場合には、その後は水面からの蒸発または吹抜けによつて圧力抑制室は加圧される。どのような過程で圧力抑制室が加圧されて行くかは、ドライウエル、圧力抑制室内の空気および水の体積関係によつて決められるが、あらかじめ計算から加圧過程を予想して得られるサブクールを見積る。

これらの値を用いて実験式から得られる値を参考に、大きな吹抜けが起らないようなベントチューブの浸水深さが決められるべきであろう。

水中における蒸気の凝縮は非常に良好であり上向き吹出しの場合実験式の与える距離を浸水深さとしても十分な凝縮が行なえる。また下向き吹出しの場合には、空気含有量が多い場合および極端にサブクールが小さい場合を除いて折返し点までにはほぼ凝縮が終了するのでこの場合には特に浸水深さを必要としないが、折返し点までに凝縮が終了しない場合には実験式から得られる値を、

折返し点から水面までの距離とすれば十分である。

#### (2) 周期的吹出しによる振動

周期的な吹出しにはかなりはげしい振動をとめない、これが、破断事故時にも作動を要求される機器に悪影響を与える恐れがある。このため破断事故過程の調査と本研究結果から予想される振動周波数に対し、それらの機器が十分耐えられるような考慮がはられる必要があろう。

また周期的な吹出しの場合には、連続流を仮定した理論流量と実際流量の間に偏差が生じる傾向がみとめられるので注意を要する。この他にベントチューブの流量の予想を困難にする要因としてドライウエル内での気水分離効果の結果ベントチューブ内流れの蒸気の乾き度がかみにくいこと、複雑形状管路中での2相流圧力損失の評価がしにくいことなどが上げられよう。

#### (3) 船体動揺および姿勢

船体動揺および姿勢については、凝縮過程に与える影響は十分な浸水深さが常に確保されるならば問題はないが、(4)に述べる圧力抑制室内の水の利用効率にはある程度の影響を与えよう。船体動揺の周期、水の循環周期および事故現象の時間はほぼ同じ程度のオーダーであろうと予想され、ある程度の干渉はあるものと思われるが、大きな影響は出ないのではなからうか、できるだけ水の混合をはかるためには吹出しのモーメントムを利用するように心がけるべきであろう。

姿勢については、圧力抑制格納容器の機能を確保しなければならない最大姿勢を用いて、水の利用効率を検討せねばならない。

#### (4) 圧力抑制室内の温度分布および水の利用効率

吹出しによるモーメントムおよびボイドなどによる浮力によつて生ずる水の循環は、上向き吹出しの場合には吹出し口下方約1000mm、下向き吹出しの場合には折返し点附近から上方に制限され、これより下方にある水の混合はあまり期待できないので、吹出し口は浸水深さ、姿勢などを考慮した上で適切な位置に配置されねばならない。

#### (5) 短管とみなせる破断口からのドライウエル中への噴流による衝撃力

破断口が液面下の場合には、破断口からは過飽和水が流出し、単相流自由噴流のポテンシャルコアーに相当する部分ではこの過飽和水が維持される。すなわち、破断口径の3~4倍の距離までの間では水噴流の総圧程度の非常に高い衝撃力が期待されるが、破断口径の3~4倍程度離れ、2相流となると、急激に膨張し、面積当りの衝撃力も急激に低下する。

昭和46年度研究部会一覧表

研究部会番号	研究課題	研究部会長	備考
SR 106 (継)	船舶の高度集中制御方式の研究	山下 勇 (三井造船)	船舶振興会 補助事業
SR 107 (継)	船舶の速度計測および馬力推定法の精度向上に関する研究	横尾 幸一 (船舶技術研究所)	〃
SR 108 (継)	高速貨物船の波浪中における諸性能に関する研究	元良 誠三 (東京大学)	運輸省 補助事業
SR 109 (継)	溶接欠陥および工作誤作の船体強度に及ぼす影響に関する研究	寺沢 一雄 (大阪大学)	船舶振興会 補助事業
SR 110 (継)	造船所における省力化に関する調査研究	竹沢 五十衛 (三菱重工業)	〃
SR 111 (継)	船体用鋼板の靱性に及ぼす冷間加工と溶接の重畳効果およびガス加熱加工条件の影響に関する研究	木原 博 (大阪大学)	〃
SR 112 (継)	機関およびプロペラの起振力と船体振動の応答に関する研究	熊井 豊二 (九州大学)	〃
SR 113 (継)	船用ディーゼル機関の故障防止対策に関する研究	藤田 秀雄 (三菱重工業)	〃
SR 114 (継)	推進軸系の設計条件に関する研究	小泉 啓夫 (東京大学)	〃
SR 115 (継)	大口徑荷油管の腐食対策に関する研究	瀬尾 正雄 (石川島播磨重工業)	〃
SR 117 (継)	大径中間軸の横弾性係数に関する研究	上阪 直樹 (石川島播磨重工業)	〃
SR 118 (継)	大型鉱石運搬船の船体各部応力に関する実船試験	高橋 幸伯 (東京大学)	〃
SR 120 (継)	大型船の横部材におけるスロット周辺のクラック防止に関する研究	秋田 好雄 (日本海事協会)	船舶振興会 補助事業
SR 121 (継)	船殻の脆性破壊に及ぼす溶接疲労亀裂の影響に関する研究	金沢 武 (東京大学)	〃
SR 122 (継)	船用ディーゼル機関用排気弁、燃料弁の耐久性向上に関する研究	藤田 秀雄 (三菱重工業)	〃
SR 124 (継)	大型鉱石運搬船の船首部波浪荷重および鉱石圧に関する実船試験	高橋 幸伯 (東京大学)	〃
SR 125	超高速コンテナ船の耐航性に関する研究	中村 彰一 (大阪大学)	〃
SR 126	大型プロペラの翼強度に関する研究	関 矢元 弥 (日本海事協会)	〃
SR 127	船殻部材歪量の船体強度に及ぼす影響に関する調査研究	木原 博 (大阪大学)	〃
SR 128	船殻の腐食と腐食疲れによる損傷の防止対策に関する研究	南 義夫 (横浜国立大学)	〃
SR 129	小型鋼船の建造に対する炭酸ガス半自動溶接工作法に関する研究	佐藤 邦彦 (大阪大学)	〃
SR 130	排気ターボ高過給船用中小型ディーゼル機関の性能シミュレーションの研究	東野 一郎 (大阪市立大学)	〃
SR 131	波浪外力に関する水槽試験	元良 誠三 (東京大学)	〃
SR 132	実船搭載用波浪計に関する研究	田宮 真 (東京大学)	〃
SR 133	船体構造強度に関する研究	山本 善之 (東京大学)	〃
NSR 7	船舶用一体型加圧水炉の概念設計に関する試験研究	入江 正彦 (三井造船)	原 子 力 平 和 利 用

破断口が液面より上の場合には、破断口からは主として蒸気が流出し破断口直後から急激に拡がり、この場合は次に述べる長管の場合とほぼ同じ条件となる。

#### (6) 長管とみなせる破断口からのドライウエル中への噴流による衝撃力

長管とは、破断口までに2相流化するような圧力損失のある流路がある場合であり、この場合破断口でチョークが起り破断口を出た直後から急激に流れは拡がり、噴流による衝撃力も破断口径の3~4倍程度以上離れた所では90 kg/cm<sup>2</sup>の破断時であつても格納容器圧+10 kg/cm<sup>2</sup>以下であり単位面積当りの衝撃力はさほど大きくない。またこの衝撃力は格納容器圧が高い程大きくなり、これはそれだけ拡がりが増え噴流が高密度化するからであろう。この拡がりの中での衝撃力は軸上で高く軸からはなれるにしたがつて小さくなるが、実用上は拡がりの範囲に噴流のモーメントチェンジによる荷重がかつたものとして周辺部材の強度に対する考慮を払えばよいものと思われる。

流出圧力が低下して、破断口での拡がり小さくなると軸上での衝撃力がかえつて大きくなるような傾向が高蒸気流量の場合には見られる。

#### (7) 水中への噴流による衝撃力

水中で破断が起つた時、初期に起る衝撃波的な力は実測の結果、問題とならないことがわかつた。短管破断とみなせる場合には、(5)項で述べたことと同様である。長管とみなせる破断の場合にも基本的には(6)項と同様であるが若干性質を異にする点がある。

#### (8) 噴流による衝撃力の問題点

2相噴流による衝撃力を、破断口からの位置の関数として定量的に評価するまでの結果は非常にむづかしい問題であり、実用上は実験結果から求めたものを参考にせざるをえない段階であろう。

#### (9) その他

本研究では取上げていないが、格納容器その他の構造材もエネルギーシンクとして圧力抑制効果をかなり持つており、船用の場合にはこれも積極的に評価して行くことが望ましい。

本研究では圧力抑制格納容器を船用に適用する場合の問題となる諸点について、一応基礎的な面からの実験データを得ることができた。

実際のものを作る場合には、上記で述べた種々な面にまだ若干の問題点が残つており、できるだけ実規模に近い圧力抑制格納容器のモックアップ試験を行なうことが、安全対策上からも合理的な設計を行なう点からも望ましいことであろう。

## 高度集中制御化船舶の試設計

わが国においては、昭和42年頃から機械化された船舶運航機能をシステム化し、これらにデジタル・コンピュータの有している制御管理の能力を付加して船舶の運航を自動化するいわゆる船舶の高度集中制御方式の必要性が唱えられ、運輸省「船舶の高度集中制御方式総合研究開発委員会」を中心に総合的な研究開発が進められている。本試設計は運輸省委託事業として9名で運航可能な20万重量トンのディーゼル・タンカーについてコンピュータ・システムならびに乗組員の就労体制や船内生活を中心に検討を行ない、その結果を総合的にとりまとめることを目的として実施した。

(1) 船全体を航法、艀装、機関プラントの3つのシステムに分割し、それぞれのシステムに可能な限り、高度の技術を取り入れデジタル・コンピュータで集中制御、管理する構成とした。なお、昭和44年度までは1台の大型コンピュータですべてを制御、管理することとしていたが、最近の世界的趨勢、価格の面、使い易さの面から45年度はミニ・コンピュータを採用した各システムの集中制御方式とした。

(2) 9名の乗組員で運航することによる船内生活および作業の問題点、居住区の配置・設備、手作業の機械化・自動化等について詳細に検討し、コンピュータ制御・管理の対象外の作業も可能な限り機械化し、船内労働条件の改善を図つた。なお、荷役、係船など運航に必要な作業および各機器の保守、整備に必要な最小限の作業は本船乗組員が行なうこととし、その他は原則として陸上作業員により行なわれることとした。

本試設計の結果、いわゆる超自動化船舶のコンピュータ・システムとして集中型システムと分散型システムのおのおの長所短所が明らかとなり、さらに、乗組員9名という少数乗組員の大型船におけるコンピュータ・システム外の諸問題点の抽出を行なうことができた。これは、今後超自動化船の実用化に対して、現時点における技術水準の把握および問題点解決の見透しに有力な資料を与えるものであると考えられる。

## あとがき

以上、本会が45年度実施した研究業務について述べたが、紙面の制約もありその概要を報告するのに止めた。これらの研究成果は、造船・海運・関連産業各界、学識関係者および関係方面の方々の絶大なご努力により達成されたものであり、厚く感謝する次第である。なお、各研究の詳細は、それぞれの研究資料を参照されるようお願いしたい。

最後に、例年にならい、46年度に実施中の研究課題を一覧表にして示すこととする。

## 自動化タンカー 錦江丸

日本鋼管・津造船所において去る2月25日昭和海運向けの261,000重量トン自動化大型タンカー錦江丸が引渡しを了した。

同船はコンピューターを活用し、航法、機関関係の自動化を目指して建造された同造船所では初めてのコンピューターを搭載した自動化船である。

日本鋼管は、船舶の自動化については運輸省船舶局の推進方針に沿って、昭和海運と共同で「自動化船のあり方」について研究を行なってきたが、さらに沖電気工業と昭和44年1月「船舶自動化の共同研究契約」を結び、システム本体について共同研究を続けて、ここにその成果を「錦江丸」に適用したわけである。

同船に採用する自動化の内容は自動航法システム（衝突予防装置、対地速度測定装置、航跡自動記録装置）とタービンプラントのボイラーモニタリングシステムで、これに必要なデータ処理は沖電気のコンピューター「OKITAC 4300」1台で行なわれる。

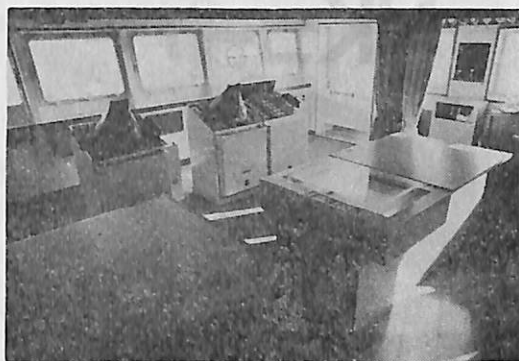
乗組員は35名（正規31名、研修および予備員4名）で、従来の同クラスタンカーと変わらないが、これは今回の自動化計画の主目的を「装置の実用性の確認」においたためである。

なお、同船は日本石油のCTS（原油貯蔵基地）喜入基地への荷揚げを主体に、ペルシャ湾一喜入間をビストン航海することになっている。

自動化計画の内容は次のとおりである。



中央処理装置 (OKITAC 4300)



操舵室に設置された各種自動化装置

### 1. 航法関係

#### a. 衝突予防装置

衝突予防装置は3cm波と5cm波のレーダーを装備し、警報環帯（1海里から10海里任意設定）を設けて、警戒海域内に相手船がはいつてきたときに自動的に警報を鳴らし、乗組員に相手船が近づいていることを知らせる。

警報環帯内だけは特に信号・雑音比を向上させて、小型船舶も認知するように考慮されている。危険船の判別は、レーダーのブラウン管上の判別マーカを利用して乗員が裸視で判別するとともに最近接距離、最近接時間等を自動的に演算処理して表示される。なおこの目標船の処理は5隻まで可能となっている。

#### b. 対地速度測定装置

本船には自船の航行対地速度を測定するためにドップラソナー装置が装備されている。この装置は特定水域における航行時に重要な役割をはたすと共に、特に低速の時、正確に速度測定できるように考慮されているので入出港あるいは接岸時の操船の安全を期するために有効なデータを提供できる。

#### c. 航跡自動記録装置

特定水域、特に狭水路を航行する際、ドップラソナーで測定した速度を時間積分して、初期設定点からの自船の変位量を正確に算出し、自船位置を海図上に連続プロットして航行の安全をはかることができる。

### 2. タービンプラントのボイラーモニタリングシステム

タービンプラントのうち最も重要なボイラーの維持管理に必要なデータを得ることを主たる目的としており、重要計測点のスキヤニング監視と異常の発見、およびその原因追跡とあわせて状態の把握、プラント効率の算出を行ない、運航の指針とするものである。



# NKコーナー



## 昭和 47 年度第 1 回技術委員会

本年度第 1 回技術委員会が 2 月 10 日午後、日本工業クラブで開催された。

当日審議された鋼船規則改正案、同細則の制定、改正案は下記のとおりで、ほぼ原案どおり承認された。

### 1. 鋼船規則

#### (1) 第 1 編 (総則および船級検査) 改正案

定期検査および中間検査における、船体関係の検査方法の一部を改めた。

#### (2) 第 3 編 (船体構造および艤装に関する総則) 改正案

船体構造および艤装に関する各編の規定の適用範囲について、船体主要寸法等をもつて示す成文規定があったが、船の種類、構造が多様化した現状に対応するように、規定を弾力性あるものに改め、特に点検設備についての規定を新設した。

#### (3) 第 4 編 (船首材および船尾材) 改正案

大形船を考慮して、船首材の寸法についての規定を改めた。

#### (4) 第 14 編 (縦強度) 改正案

船の大型化により、縦強度関係の規定の内容に不具合を生じてきたので改めた。

#### (5) 第 36 編 (補機および管装置) 改正案

全編の内容を現状に即したものに改めるとともに、規則を見やすくするために、各章、各条の配列を大幅に改め、かつ、第 31、32、34 編の関連規定を改めた。

#### (6) 第 40 編 (電気設備) 改正案

ケーブル関係の規定を、JIS に合せて改めた。

### 2. 鋼船規則細則

#### (1) 第 4 編細則および第 24 編細則制定案

従来の内規を再検討し、必要な項目を追加して作成した。

#### (2) 船舶の自動制御、遠隔制御に関する細則改正案 蒸気タービン船の機関無人化海上試運転の方法の一部を改めた。

### 3. 諸規則

#### 海上コンテナ規則細則制定案

昨年改正された海上コンテナ規則に対応するものとして、今回作成した。

## M0 船の無人化運転 (6 時間) の制定基準

M0 船の海上試運転については、船舶の自動制御、遠隔制御に関する細則に定められているが、そのうち機関の無人化を想定した 6 時間の試運転中に発生する故障および警報の内容、その発生回数について、可否に関する具体的な基準がなかったため、従来は立会検査員の判断に委ねられていた。今回その基準が内規として定められ、今後はこの基準によつて可否の判定がなされることになった。

この判定基準は、試運転実施上の注意事項を具体的に定めた上、主機および関連機器、発電装置関係、ボイラ関係、監視警報装置別に、試運転中に発生した異状および警報を整理集計して、その重要度によつて A、B、C の 3 ランクに区分して採点し可否を判定するもので、不合格となった場合は、不具合箇所を修理、調整の後、再度 6 時間の試運転を行なうことを定めている。

### 船尾管シール装置の検査

海洋汚染防止法の制定実施に伴い、船尾管シール装置については、新たな観点からの規則を必要とすることになった。

すなわち、オイルバス方式のものにあつては、その船外への漏油が、またリグナムバイタなどを軸受として使用する海水潤滑方式のものにあつては、船尾管から船内に漏えいた海水に油が混入し、これを船外に排出することが、この法律による規制の対象となるからで、海水用のものについても、すでに昨年から試作装置が実船試用試験に供されている状況にある。

このような新情勢に対処するため、NK は鋼船規則第 31 編第 5 章第 5 条の規定に基づいて、船尾管シール装置につき、この観点からも検査を行なうことになり、本年 3 月 20 日から実施することになった。

この装置に対しては、海水用 (従来のパッキングランド方式のものを除く)、油用とともにその型式について NK が承認したものに限り検査を行なうものとするが、その概要は次のとおりである。

#### 1. 製品の完成検査

海水用のものについては、製造時の検査は強制しないが、油用のものについては、密封部ケーシングおよびライナーの水密試験および仕上り検査を行なう。

#### 2. 船に取り付けた時の検査

船に取り付けた場合は、出航前に次の検査を行なう。

(1) 海水用のものについては、浮上中の状態で非常用シール装置を操作し、機関室内への漏水が少なく、主シール装置部分の開放および予備品の換装が、容易に行ない得ることを確認する。油用のものについては、入渠中油タンクの最高油面までの油張り試験を行なう。

(2) (1) の試験を行なつた後、海上試運転を行なつて、海水用のものにあつては、シール装置の封水性能 (発熱焼付きなどの損傷を防止するため、ある程度の漏水が必要であり、5 cc/sec. を標準とする) を、また油用のものにあつては、密封性能を確認する。

〔製品紹介〕

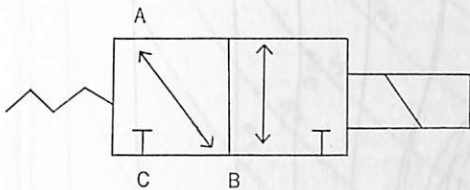
金子産業新製品・ミニシリーズ第3弾

ミニ直動式三方電磁弁 (MOOUシリーズ)

金子産業株式会社

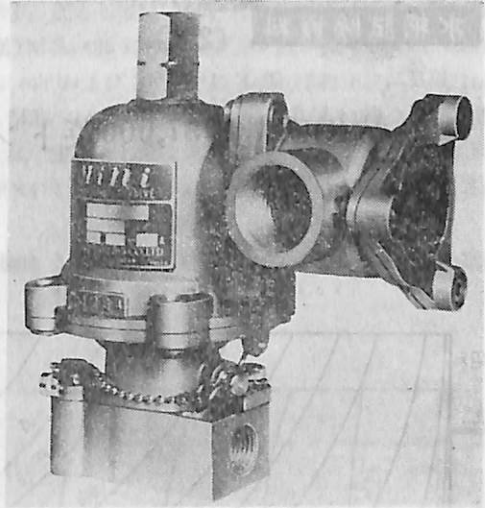
本バルブ最大の特長は、直動式なので圧力 0 kg/cm<sup>2</sup> からでも作動が確実に行なわれるということである。(パイロット式の場合は、ある範囲内で圧力が制限され、圧力が低下したり変動すると、誤作動の原因となる。) 次に機能がユニバーサルなので、次のように四つの使用方法がある。

機能U (JIS 表示記号)



1. 常時閉: C を入口, A を出口, B を排気口 (通電すると, C と A が通じ, B が閉じるので, 空気圧は C から A へ加わり, A と接続されているダイアフラムなどへ加圧される.)
2. 常時開: B を入口, C を排気口 (停電中は B から A へ空気圧力が加わっているが, 通電すると B は閉じられるので, A の空気圧は C から排出される. 常時閉と反対の作動を行なう.)
3. 入口2つ出口1つ: B と C を入口とし, A を出口 (違った2つの空気圧が交互に A へ送られる.)
4. 入口1つ出口2つ: A を入口, B と C を出口 (1つの空気圧が B と C へ交互に送られる.)

機能がこのように4つもあるので, ダイアフラムバルブや単動シリンダの自動操作だけでなく, 配管中の流れを方向制御したり, あるいは四方電磁弁の代りに複動シリンダの操作にも使用できるなど応用範囲は非常に広い。ソレノイドはミニ・シリーズにすべて共通していて, 防水形と防爆形 (労検第 1377 号・d 2G 4) とあり, いずれも A-C, D-C 用が揃っている。さらに停電中でも操作できる手動ボタンがついているなど数々の使いやすさがある。



ミニ直動式三方電磁弁

標準仕様

ボデー材質: アルミ合金鍛造 (耐蝕加工処理)

ケーシング: 防爆形・アルミダイキャスト (耐蝕加工処理)

防水形・鋼板プレス

サイズ: 1/8 B, 1/4 B, 3/8 B

オリフィス径: 1.6φ および 3.2φ

流体: 空気

使用圧力: 空気圧 0~7 kg/cm<sup>2</sup> (オリフィス径 1.6)

空気圧 0~4 kg/cm<sup>2</sup> (φ 3.2)

C V 値: 0.084 (オリフィス径 1.6)

0.22 (φ 3.2)

重量: 防爆形 0.9 kg

防水形 0.6 kg

電源: AC 100~220 V 50, 60 Hz

DC 24, 100, 110 V

コイル: 連続定格, B 種

(金子産業株式会社: 港区芝 5-10-6)

「船舶」のファイル

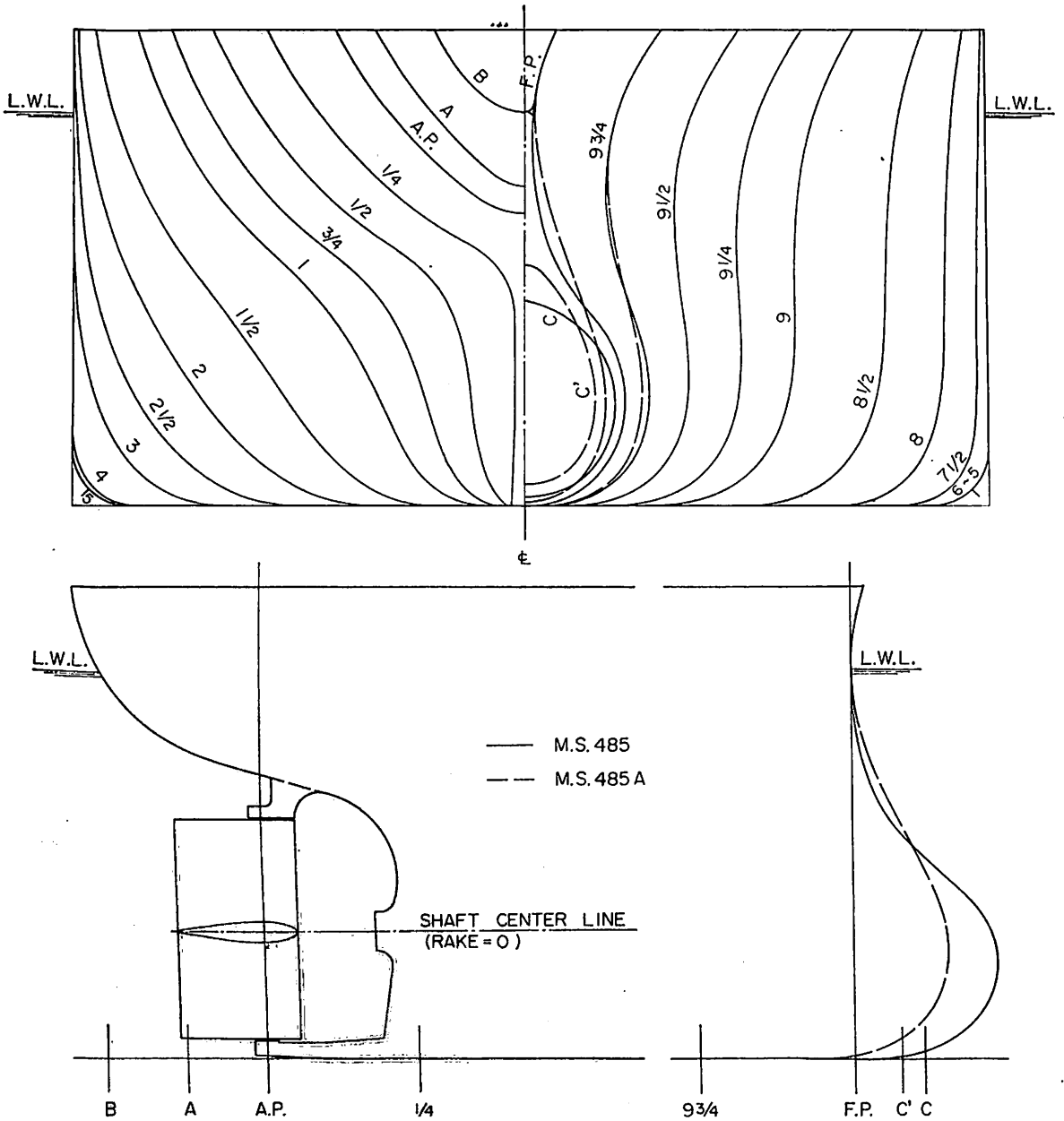


左の写真でごらんのような「船舶」用ファイルを用意してあります。御希望の方には下記の価格でおわかりいたします。

頒価 300円(〒150)

載貨重量約37,000英トンのばら積運搬船の水槽試験例

「船舶」編集室



第1図 M.S. 485 & 485 A 正面線図および船首尾形状

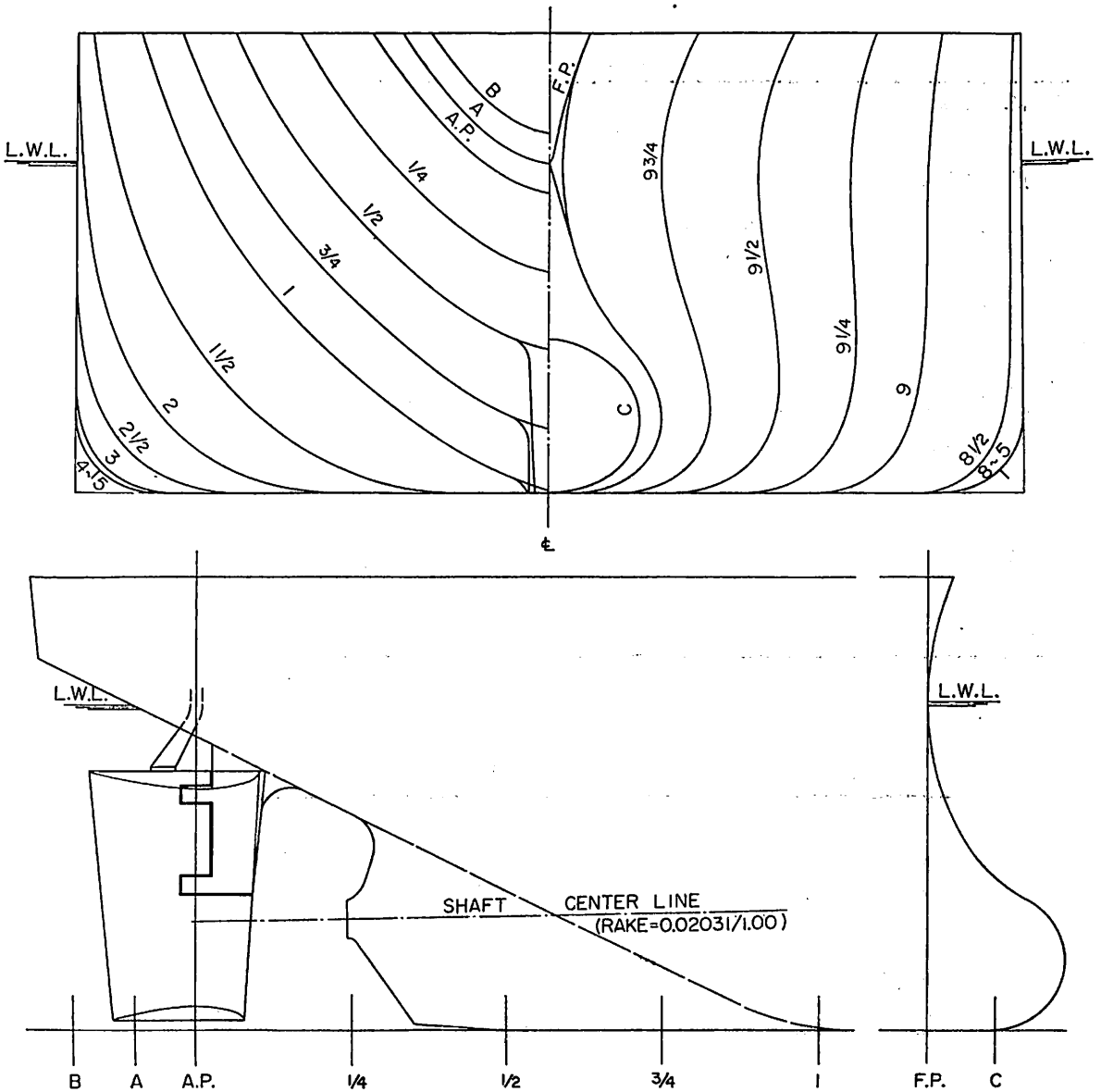
M.S. 485 および 485 A は載貨重量約 36,700 英トン・垂線間長さ 192.329 m, M.S. 486 は載貨重量約 37,200 英トン・垂線間長さ 192.00 m のばら積運搬船に対応する模型船で、模型船の長さおよび縮率はそれぞれ 6.2 m・1/31.021, 5.8 m・1/33.103 である。

各船の主要寸法等および試験に使用した模型プロペラの要目を、実船の場合に換算して第 1 表および第 2 表に示し、正面線図および船首尾形状を第 1 図および第 2 図

に示す。舵としては M.S. 485 および 485 A には流線形舵, M.S. 486 にはハンギング舵が採用された。また, M.S. 485 および 485 A の L/B は約 6.7, B/d は約 2.7, M.S. 486 の L/B は約 6.6, B/d は約 2.9 である。

なお, 主機としては連続最大出力でいずれも 13,800 BHP×114 RPM のディーゼル機関の搭載が予定された。

試験は M.S. 485 に対しては満載のほか 2 状態の抵抗



第 2 図 M.S. 486 正面線図および船首尾形状

および自航試験, M.S. 485 A に対しては満載のほか 1 状態の抵抗試験, M.S. 486 に対しては満載ほか 3 状態の抵抗試験および満載ほか 1 状態の自航試験が実施された。試験により得られた剰余抵抗係数を第 3 図および第 4 図に, 自航要素を第 5 図および第 6 図に示す。C<sub>B</sub> の小さな M.S. 485 の 1-w<sub>T</sub> が小さいのは, プロペラ軸中心線の相対位置の高いことおよび船尾形状が G スターンであることなどによるものと思われる。以上の結果

に基づき実船の有効馬力を算定したものを第 7 図および第 8 図に, 伝達馬力等を算定したものを第 9 図および第 10 図に示す。

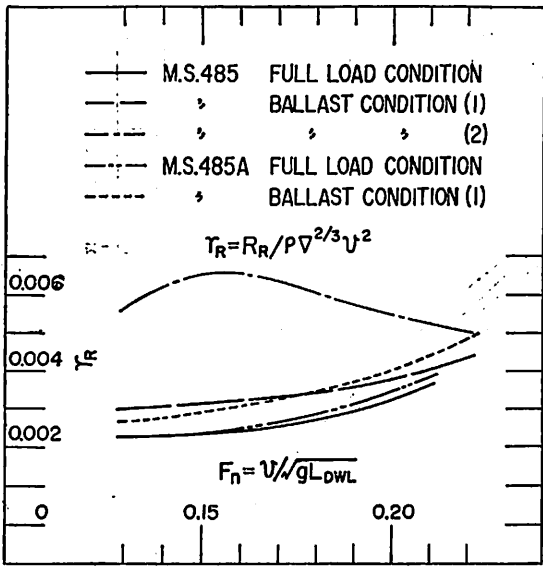
ただし, 試験の解析に使用した摩擦抵抗係数はいずれもシェーンヘルのもので, 実船に対する粗度修正量  $\Delta C_F$  は -0.0001 とした。また, 実船と模型船との間における伴流係数の尺度影響は考慮されていない。

第 1 表 船 体 要 目 表

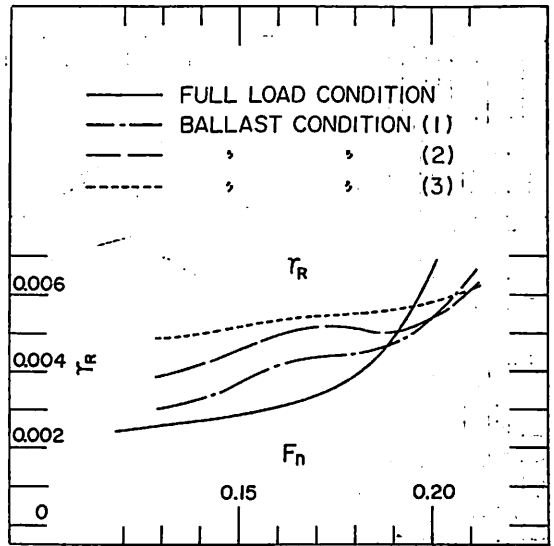
M.S. No.		485	485A	486
長 さ L <sub>PP</sub> (m)		192.329		192.000
幅 (外板厚を含む) B (m)		28.687		28.986
満 載 状 態	喫 水 d (m)	10.812		10.131
	喫水線の長さ L <sub>DWL</sub> (m)	197.354		193.953
	排 水 量 V <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> )	46,063	46,000	46,451
	C <sub>B</sub>	0.772	0.771	0.824
	C <sub>F</sub>	0.776	0.775	0.831
	C <sub>M</sub>	0.995		0.992
I <sub>CB</sub> (L <sub>PP</sub> の%にて 頭より)		-1.73	-1.69	-2.50
平均外板厚 (mm)		18		
船 首 形 状		突 出 バ ル ブ		
バルブ	大 い さ (船体中央断面積の%)	13.0	11.8	13.3
	突 出 量 (L <sub>PP</sub> の%)	2.29	1.49	2.18
	没 水 深 度 (満載喫水の%)	72.1		80.1
摩 擦 抵 抗 係 数		シェーンヘル ( $\Delta C_F = -0.0001$ )		

第 2 表 プ ロ ペ ラ 要 目 表

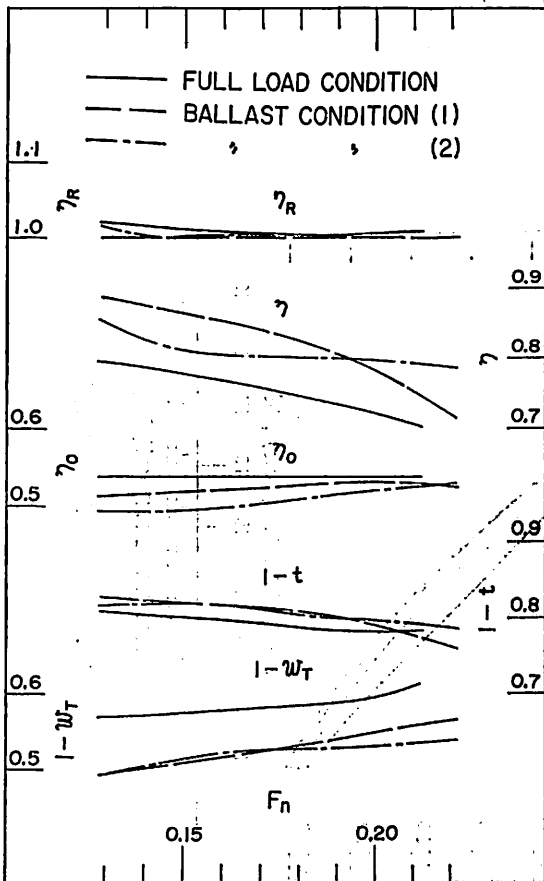
M.P. No.	409	410
直 径 (m)	6.049	6.035
ポ ス 比	0.190	0.189
ピ ッ チ (一定) (m)	4.549	4.406
ピ ッ チ 比 (一定)	0.752	0.730
展 開 面 積 比	0.671	0.575
翼 厚 比	0.0635	0.0635
傾 斜 角	6°~10°	9°~58°
翼 数	5	
回 転 方 向	右 廻 り	
翼 断 面 形 状	MAU 型	



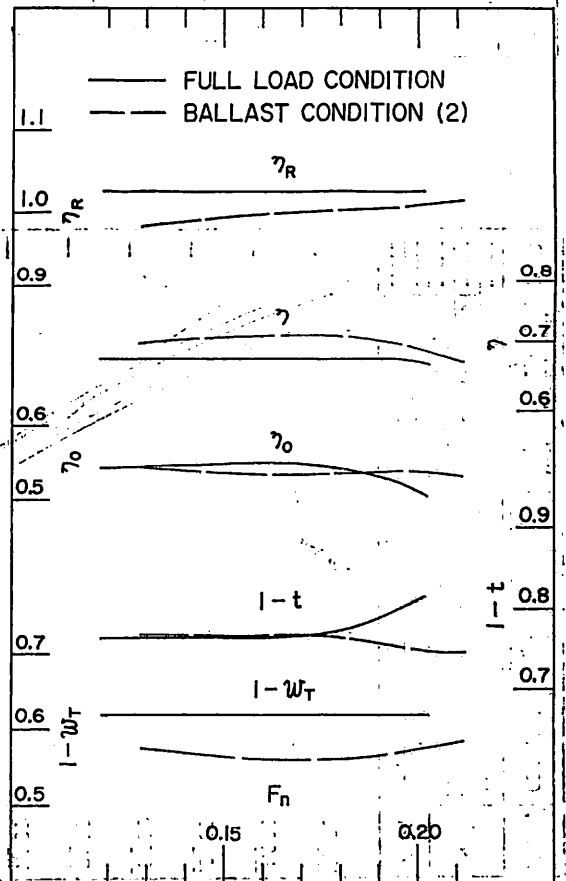
第3图 M.S. 485 & 485 A 剩余抵抗系数



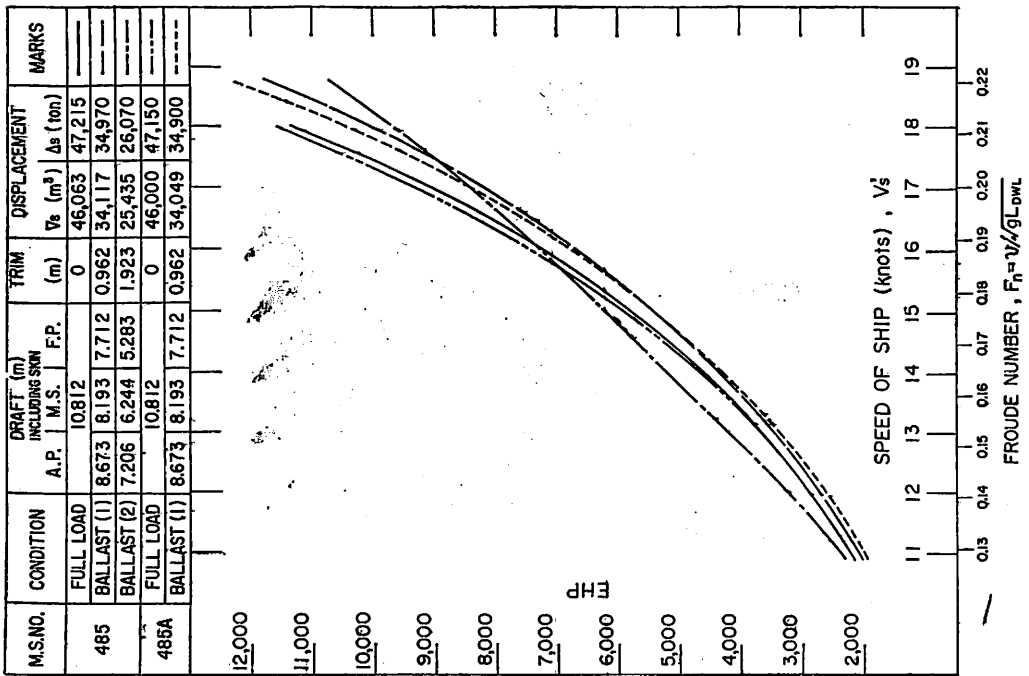
第4图 M.S. 486 剩余抵抗系数



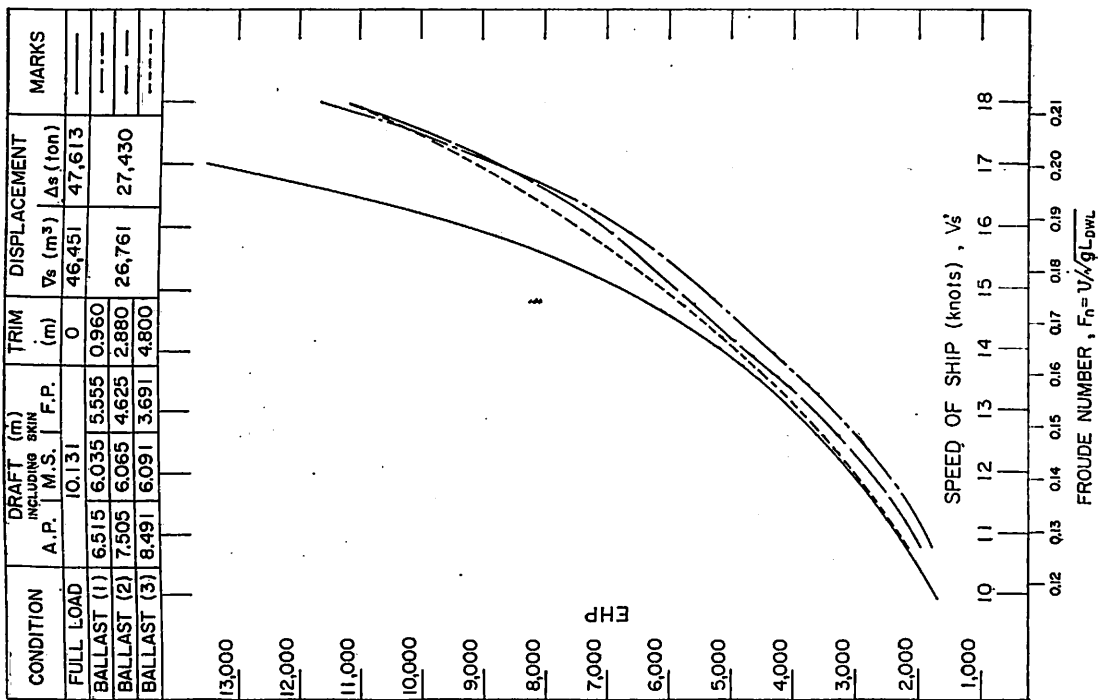
第5图 M.S. 485 x M.P. 409 自航要素



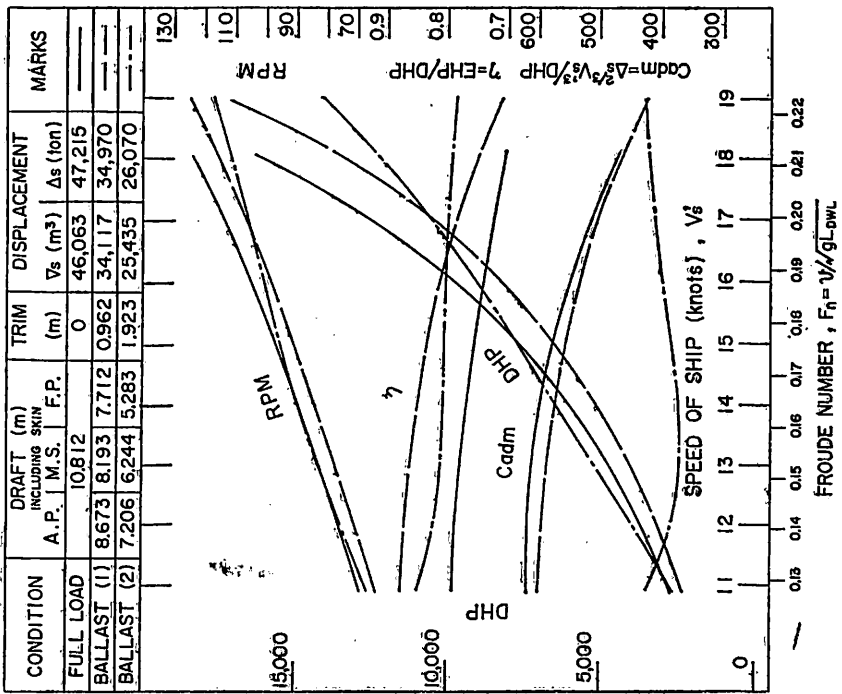
第6图 M.S. 486 x M.P. 410 自航要素



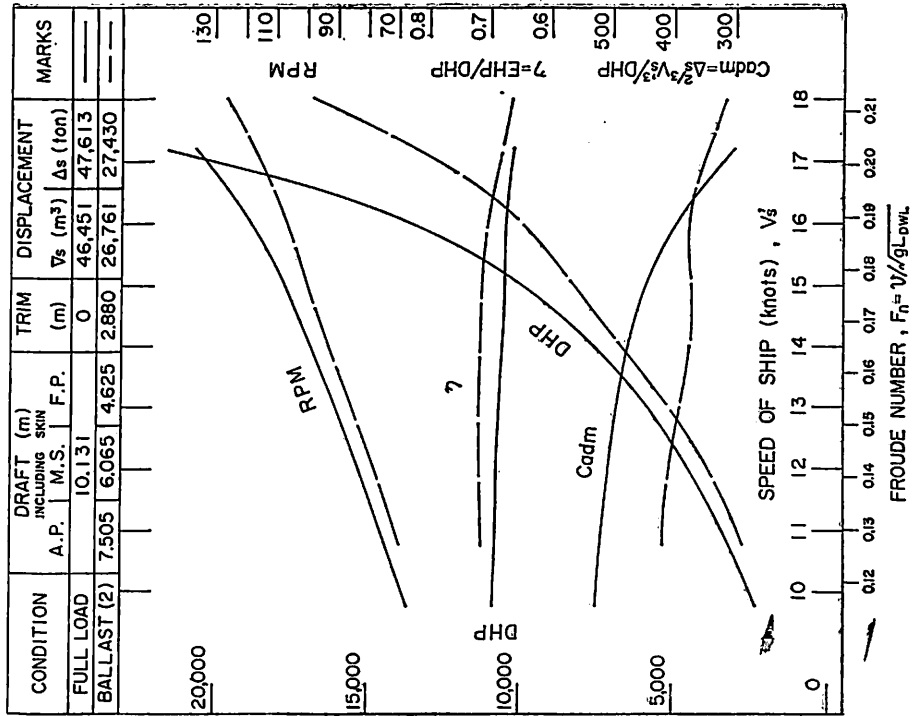
第7图 M.S. 485 & 485 A 有效馬力曲線圖



第8图 M.S. 486 有效馬力曲線圖



第9图 M.S. 485 x M.P. 409 伝達馬力等曲線図



第10图 M.S. 486 x M.P. 410 伝達馬力等曲線図



## 業界ニュース

### 欧州造船業界の首脳が来日

造船業界が明らかにしたところによると、西欧造船工業会連合(AWES)のハーレンボルグ会長が3月5日来日し、田口連三日本造船工業会会長(石川島播磨重工業社長)らに会い、わが国の大型タンカー建造設備の急増問題と、欧州との調整について話合う。同会長とは別に、欧州共同体(EC)の大型造船協議会のクラッコウ議長(西独、AG: ウェザー造船所社長)がすでに来日して、このほど永田敬生日立造船社長ら大手造船首脳と、この問題について話し合いを始めており、大型タンカーをめぐるわが国と欧州諸国との調整問題がにわかには表面化してきた。

これまでのいきさつから、欧州側は基本的には大型タンカー建造の国際的な割当て実施を望んでいるものとみられるが、わが国業界は直ちにこれに応じる考えはなく、国際協調の立場から今後どのような形で調整を進めるか、業界は苦慮している。

ハーレンボルグ会長は6日、東京・虎ノ門の日本造船工業会で田口会長をはじめ古賀繁一三菱重工業社長ら4人の副会長と会談する。会談は主として日本造船工業会とAWESが年1回定期的に開く協議会の下打合せを行うが、業界筋はハーレンボルグ会長が、大型タンカーの需要見通しとわが国の設備急増を持出し、なんらかの調整を申入れて来ると見ている。

一方クラッコウ議長は2日、永田社長をはじめ真藤恒石川島播磨重工業副社長、長谷川鍵二川崎重工業副社長、竹沢五十衛三菱重工業取締役と会い「日本の各社が建造中の超大型ドックが75年ごろまでに全部完成し、欧州各国が計画中のものと合せると、設備過剰になる」と指摘し、日本の独占体制が今後も進むようだと、国際問題に発展しかねないと警告した。

クラッコウ議長と業界首脳の話し合いは来週も引続き開かれるが、業界はこれらの会談で、欧州側がどこまで具体策を突きつけて来るか注目している。

### ロールスロイスのレセプション

ロールスロイス(1971)リミテッドのイアン・T・モロー(Mr. IAN T. MORROW)副会長兼専務取締役の来日を機会に、ロールスロイス・ファーイースト・リミテッドは2月8日、ホテルおおくらでレセプションを催し、業界主脳他関係者を招き、ロールスロイス新社の社歴、創立の経緯、同社製エンジンの概況を発表した。

いずれも興味あるものであるが、ここには船舶用ガスタービンの項を抄録する。

### マリン・オリンパス TM-3B

28,000制動馬力のマリン・オリンパス TM-3Bは英国防省海軍部からの発注を受け、英国海軍の新型フリゲート艦および駆逐艦すべての高速エンジンとして使われる。新型艦艇には、それぞれ2基のオリンパスと、2基のタインが使用される予定である。これらの新型艦艇は、英海軍向けに14隻が発注されている。

オリンパス・エンジンの最初のセットは、タイプ21フリゲート艦、“アマゾン”に取りつけられ、また第2のセットはタイプ42駆逐艦“シェフィールド”用に納入された。またオリンパス TM-3B ガスタービンは、これまでにアルゼンチン、ベルギー、ブラジル、オランダおよびタイの各国海軍からも発注されている。

またロールスロイスでは、川崎重工業との新しいライセンス協定に基づくマリン・オリンパス TM-3Bの1号機を、昨年11月英国から船積みした。このエンジンは、防衛庁や主要船会社向けのデモンストレーション用として使われる。

制動出力24,000馬力のオリンパス TM-1A およびTM-2A型16基は、造船メーカーに引渡され、10隻の軍艦に搭載されて海上任務についている。

### マリン・タイン RM-1A

制動出力4,250馬力のマリン・タインは、航空機用のタイン・エンジンを基礎に開発され、新型軍艦の巡航用エンジンとして、英海軍、アルゼンチン海軍、オランダ海軍からの発注を受けた。

現在アンステイでは、艦艇に搭載した状態を完全に再現したテスト・ハウス内で、海上の条件下でタインをテストする作業が実施されている。このタインの台上運航試験は、すでに1,000時間を越えた。

### 英P&O社が進出

英国の海運会社P&O社(ペンシユラ・アンド・オリエンタル・スチーム・ナビゲーション)は日本—ニュージーランド航路に、6,300重量トン級の新造の冷凍貨物専用船2隻を投入、20日間隔でニュージーランド産の食肉輸送に進出する。第1船はニュージーランドのナビア港を2月26日に出港、3月21日に東京港に入港の予定である。これまで同航路のニュージーランド産の食肉は、在来船で行われているが、専用船を投入するのは同社が初めてである。また同社は3月から日本—紅海航路に、月1航海の割合で定期配船をはじめると、日本を起点とする航路の積極拡充に乗出しており、邦船各社に与える影響が注目されている。

昭和47年1月分建造許可船舶集計

運輸省船舶局 造船課

国内船(1月分)(合計20隻, 1,001,189 G.T., 1,837,450 D.W.)

造船所	船番	注文者	用途	G.T.	D.W.	L×B×D×d (m)	主機	航海 速度	船級	竣工 予定
三井玉野	935	大阪商船三井船船	貨(鉸/撒)	62,800	110,300	249.00×39.60×22.40×15.60	三井 B&W D 23,200×1	14.9	NK	47.8. 下 27
三菱広島	228	ジャパンライン	貨(撒)	69,000	122,200	247.00×40.60×24.00×16.80	三菱 Sulzer D 26.100×1	15.6	〃	47.7. 下 〃
日立堺	4348	〃	油	122,500	234,750	310.00×53.00×25.00×19.35	川崎 T 36,000×1	15.2	NK (MO)	47.8. 末 28 次
三好造船	203	三進海運	油(石油製品)	1,999	3,800	86.00×13.20×7.00×6.20	榎田 D 3,300×1	12.5	NK	47.5. 末
林兼下関	1167	フジフェリー	貨客	6,700	2,900	128.00×22.40×8.00×5.50	三菱 MAN D 10,000×2	21.5	J G	47.10. 末 フェリー
〃	1168	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	48.1. 末 〃
米島どっく(大西)	700	川崎汽船	貨	15,000	23,700	163.00×24.80×13.40×9.65	川崎 MAN D 9,300×1	14.7	NK	47.7. 末
波止浜造船	310	オーシャンフェリー	貨客	7,000	2,750	127.00×23.40×7.30×5.20	IHI D 9,540×2	22.0	—	47.6. 末 フェリー
三菱長崎	1696	出光タンカー	油	130,000	253,500	320.00×53.60×26.40×19.70	三菱 T 36,000×1	15.65	NK (MO)	47.12. 下 28 次
三井千葉	961	大阪商船	〃	135,000	271,000	318.00×56.00×26.40×20.55	三井 B&W D 38,000×1	14.8	NK	48.6. 下 〃
金指造船所	1030	三光汽船	貨(木/撒)	19,600	32,600	170.00×27.00×15.20×10.80	三井 B&W D 11,600×1	14.8	〃	47.9. 下
石播相生	2334	〃	油	27,200	45,600	190.00×28.20×17.00×12.60	IHI Sulzer D 14,000×1	15.6	NK (MO)	48.9. 下
三菱横浜	947	〃	貨(鉸/油)	95,000	164,200	280.00×47.40×24.80×17.50	三菱 T 28,000×1	16.0	NK	48.1. 下
幸陽船渠	586	山友汽船	貨(鉸)	14,000	22,150	158.00×23.50×12.80×9.40	三井 B&W D 8,300×1	14.0	〃	47.7. 下
尾道造船	235	東興海運	貨	10,800	17,200	142.50×22.20×12.10×9.00	日立 B&W D 8,300×1	14.6	〃	47.8. 末
三井藤永田	922	ジャパンライン 日新汽船	貨(チップ)	26,500	30,900	174.00×27.80×18.50×10.00	三井 B&W D 11,600×1	14.6	NK (MO)	47.6. 下 開航 S&B
波止浜造船	331	三井物産	貨	4,400	7,000	101.90×17.50×8.60×7.00	赤坂 D 4,500×1	12.8	NK	47.5. 中 船舶信託
新山本造船	151	協成汽船	貨	9,990	17,000	136.00×22.60×12.10×8.90	赤坂 D 8,000×1	14.3	〃	47.7. 末
三菱長崎	1713	三光汽船	油	118,000	236,500	304.00×52.40×25.70×19.812	三菱 T 34,000×1	15.8	〃	48.11. 下
三菱香焼	1714	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	48.5. 下

輸出船(1月分)(合計11隻, 512,349 G.T., 1,094,342 D.W.)

造船所	船番	注文者の国籍	用途	G.T.	D.W.	L×B×D×d (m)	主機	航海 速度	船級	竣工 予定
川崎坂出	1194	(1) パナマ	油	105,700	227,600	305.00×53.00×25.30×19.50	川崎 UA T 36,000×1	16.3	NK	49.10. 下
〃	1195	(2) 〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	50.6. 下
白杵佐伯	1158	(3) リベリア	貨(撒)	16,400	25,800	156.00×24.80×14.35×10.35	IHI Sulzer D 9,900×1	14.4	LR	47.12. 下
鹿児島ドック	45	(4) パナマ	貨(甲板積解)	—	8,150	91.40×27.40×6.10×3.54	—	—	AB	47.2. 中
神例	162	〃	〃	〃	〃	91.440×27.432×6.096×3.540	—	—	〃	47.3. 中
白杵佐伯	1148	(5) 〃	貨(車/撒)	9,350	16,200	136.00×22.00×11.90×8.88	IHI Pielstick D 7,000×1	14.8	NK	48.4. 末
三菱香焼	1730	(6) リベリア	油	120,000	261,000	320.00×53.60×26.40×20.422	三菱 MS-6 T 32,000×1	15.1	AB	48.12. 下

三菱商船	1731	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	49.7	下
鋼管清水	319	(7) 英 国	貨 (撤)	16,100	26,671	164.592×22.86×14.707× 10.962	住友 Sulzer D 12,000×1	15.2	LR	48.3	下		
〃	320	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	48.7	上		
新 浜	662	(8) 中 華 民 国	貨	2,999	5,500	94.00×15.60×8.00×6.40	マキタ D 4,200×1	14.0	CR	47.4	下		

- 註文者: (1) Alpine Shipping Co., S.A. (2) Tranquillity Shipping Co., S.A.  
(3) Medal Carriers, Inc. (4) Brown & Root S.A.  
(5) Magnolia Line Inc. (6) Chevron Transport Corporation  
(7) The Charente Steam-Ship Company Limited (8) 捷勝輪船股份有限公司

(90頁よりつづく)

上式はいずれも他の規則または規格に比較して著しく厚くなり、また、最近の高圧化されたボイラでは計算肉厚がかなり厚くなり、火炎に触れる場合には管の内外部での温度差による熱応力が大きくなるので好ましくないことおよび煙管ボイラと水管ボイラとに分けて考える理由は、給水処理の難易、低温腐食の問題、メンテナンス上の差異などが考えられるが、これらを管の所要厚さの計算にまで考慮する根拠が薄く、また、この2種類のボ

イラの中間的な形式のボイラまたは双方に適用することが困難なボイラも製作されており、1本化した方が都合がよいため改正したものである。

各種規格のボイラ管(煙管を除く)の管の外径に対する所要厚さの比較を示すと第2・45・1~2図のとおりである。ここでISOの厚さが薄くていいるのは余厚が含まれていないためである。(未完)

## 天 然 社 編 船 舶 の 写 真 と 要 目 第 19 集 (1971 年 版)

昭和 46 年 12 月 刊 行 B 5 判 上 製 函 入 310 頁 定 価 3,000 円 ( 千 200 )

第 18 集以後—昭和 45 年 8 月~46 年 7 月における 2,000 トン以上の新造船 234 隻を収録。この 1 年における主たる新造船の全貌が詳細な要目をもつて明かにされた本集は、かならず、船舶関係の技術者はもちろん、一般愛好者にとつても貴重な資料であることを疑わない。

### 国 内 船

- 〔旅客船〕 フェリーセと、せんとぼーりあ、ふえにつくす、第二セントラル、第一セントラル、第三セントラル、フェリアルビー、神戸丸、うらら丸、かつりん、生駒丸、神高丸、ふりいじあ丸  
〔貨物船〕 明高丸、新陽丸、あるふす丸、花光丸、金静丸、緑光丸、乾安丸、うえるず丸、日和丸、鳴門丸、まかつさる丸、ジャパノブレ、協昌丸、飛羽丸、徳山丸、ちえりぼん丸、榮寿丸、協久丸、天雄丸、めだん丸、鳳昌丸、東福丸、瑞光丸、江真丸、公器丸、金山丸、光永丸、山王丸、和榮丸、第十九森宗丸、第十東洋丸、沼野丸、山見丸、正隆丸、若葉山丸、葉船丸、山州丸、日興丸  
〔油槽船〕 神ノ船丸、照国丸、三峰山丸、瑞光丸、ジャバングランサス、ジャバノオーキッド、榮光丸、十和田丸、明原丸、高四丸、豊津丸、星光丸、高水丸、東光丸、登陽丸、昭和丸、第七十五日宝丸、東菱丸  
〔散積貨物船〕 新冠丸、筑後丸、富久川丸、笠木山丸、三船山丸、鹿島丸、知多丸、陸羽丸、新陽丸、六甲山丸、新居浜丸、千倉丸、磯瑞丸、三井丸、第七全陽丸、第三全陽丸、さんたもにか丸、第六全陽丸、興石丸、海龍丸、九州丸、日登丸、信濃丸、碧津丸、千曲丸、貸洋丸、につて丸  
〔特殊貨物船〕 第三につべん丸、播磨丸、金山丸、泉山丸、東北丸、愛媛丸、大造丸、米州丸、徳高丸、第十四とよ丸、新木丸、平塚丸、蓉光丸、東瑞丸、第十八金力丸、第十二とよ丸、かなだ丸、第十五とよ丸、ないる丸、若梅丸、いんだす丸、神洋丸、まつかぜ丸、あかしあ丸  
〔特殊船〕 天洋丸、おおとり丸、大和丸、春日丸

### 輸 出 船

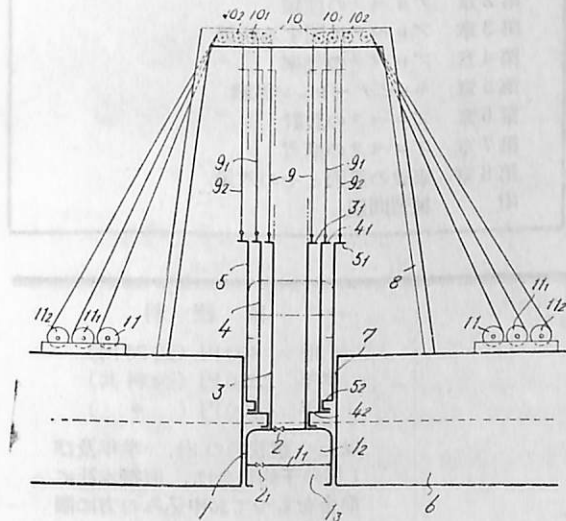
- 〔貨物船〕 MARITIME BELIANCE, ATTICA, ARISTODIMOS, NEDLLOYD KEMBLA, OCEAN PROSPER, BUNGA RAYA, 海茂、BUNGA ORKID, HEELSUM, GOLDEN VENTURE, LIECHTENSTEIN, SEATIDE, CRESCENT, ACROPOLIS, JAPAN CANELA, 大友、PRESIDENT J. KASAVUBU, OVERSEA FRUIT, CRYSTAL CAMELLIA, MAH KIM, SANTA ISABEL, ASIAN GLORY, DAWN WISDOM, OCEAN NAGA, SAN FAIR  
〔油槽船〕 BERGE KING, T.G. SHAUGHNESSY, JARINGA, PAUL L. FAHRNEY, BRITISH PIONEER, MOBIL PINACLE, GOLAR NICHU, BRITISH NAVIGATOR, ELISABETH KNUDSEN, ANDROS TITAN, ANDOS ORION, SANKO LAKE, WORLD HERO, ANDROS PATRIA, ENERGY PRODUCTION, OLYMPIC AMBITION, OLYMPIC ARCHER, SANKO QUEEN, NORTHERN STAR, SANKO KING, STANENIS, MESSINIARI Areti, GOLAR BALI, GOLAR SURABAYA, TABOGA  
〔散積貨物船〕 UNIVERSE KURE, MOSLANE, KONKER INTREPID, GRACE, OGDEN AMAZON, Y.S. VENTURE, SHOWAVEVENTURE, CAPTAIN DIAMANTIS, LUSSIOS, CHERRY, BLUE SKY, GEDRGIOS XYLAS, EVER HONOR, GRACE L, DIMITROS CRITICOS, CHRYSANTHI G.L., RUBY, ATLANTIC CHALLENGE, ISLAND ARCHON, SPRAY STAN, PACIFIC ERA, ASIA HAWK, COSMOS FOMALHAUT, SEAFOX, CORONIA, KYNTHIA, WILSHIRE BOULEVARD, LINDANA, ICAROS, AMSTERDAM  
〔特殊貨物船〕 HOEGH HILL, JARLMALMOS, GOLDEN CLOVER, WORLD GUARD, DASITHEA, AVON BRIDGE, EXOTIC, AEGEAN WAVE, HOEGH ROBIN, ROBINA, EASTERN GIANT, WORLD DUALITY, ASIA CULTURE, CABO PILAR, HEXAGRAN, WORLD BRIDGESTONE, NEGOTRIABUNNA, ARAFURA, ARIAKE, CHIBA, THAIYUNG, GOLDEN ORCHID, MARITIME BRILLIANCE, ASIA FIDELITY, NEDLLOYD KYOTO, VAN HAWK, ASIA MORALITY, HOLY  
〔特殊船〕 GAE YANG HO, CHEOG YANG HO

# 特許解説

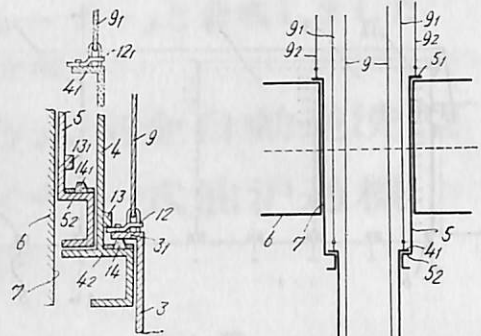
浮台船に装備した伸縮式海底作業筒（特許出願公告昭47-4026号，発明者，石田実，出願人，石川島播磨重工業株式会社）

従来より潜水夫および潜水調査船による海底状況の観察，資料の採集などが行なわれていたが，それらの方法は海底作業を行なう深さに限界があつたり，採集された資料が小さいなどの欠点がみられた．そこでこの発明では浮台船に伸縮自在の特殊構造の海底作業筒を取り付けたものを提供することによつて，上記の点を改善したのである．

図面について説明すると，浮台船6には海底作業筒のための昇降孔7が貫通して設けられており，その孔7に先端に水平隔壁1<sub>1</sub>に仕切られた水密室1<sub>2</sub>と，その下方の下端が開放された海底作業室1<sub>3</sub>からなる潜函1と，それに連結された伸縮自在の昇降筒3，4，5が格納されるようになつている．その昇降筒3，4，5の上端には外向鈎3<sub>1</sub>，4<sub>1</sub>，5<sub>1</sub>，下端には内向鈎4<sub>2</sub>，5<sub>2</sub>が形成されている．浮台船6上には昇降筒3，4，5の吊上げ塔8が樹立され，昇降筒3，4，5の鈎3<sub>1</sub>，4<sub>1</sub>，5<sub>1</sub>に取り付けられたロープ9，9<sub>1</sub>，9<sub>2</sub>が塔8上のプーリ10，10<sub>1</sub>，10<sub>2</sub>を介して甲板上のウィンチ11，11<sub>1</sub>，11<sub>2</sub>に巻き付けられている．また昇降筒3，4の鈎3<sub>1</sub>，4<sub>1</sub>の上側面にはクリップ12，12<sub>1</sub>が枢着されており，先端が昇降筒4，5の下部支片13，13<sub>1</sub>と係合するようになつている．さらに昇降筒4，5下端の鈎4<sub>2</sub>，5<sub>2</sub>の内側面にはバックング14が取り付けら

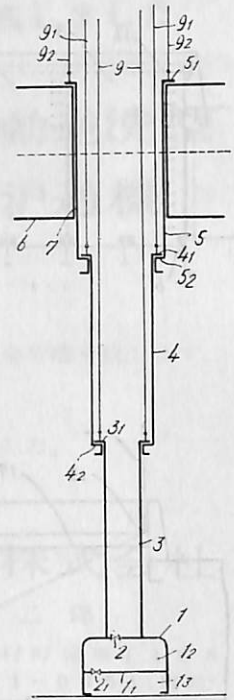


第 1 図



第 3 図

れている．また，符号2，2<sub>1</sub>はハッチを示している．そこで，海底の観察，資料の収集を行なうには，ウィンチ11によりまずロープ9を弛めて昇降筒3を降下させてクリップ12の先端を昇降筒4の支片13に掛止めすればバックング14と相まって昇降筒3，4が水密的に固定され，つぎに同様に昇降筒4を降下させ，伸長させた後ハッチ2より潜函1の上部水密室1<sub>1</sub>に入つて観測を行ない，ハッチ2を閉じ，ハッチ2<sub>1</sub>を開き，圧縮空気を送つて海底作業室1<sub>3</sub>に入り，さらに海底に出るなりして資料の採集を行なう．

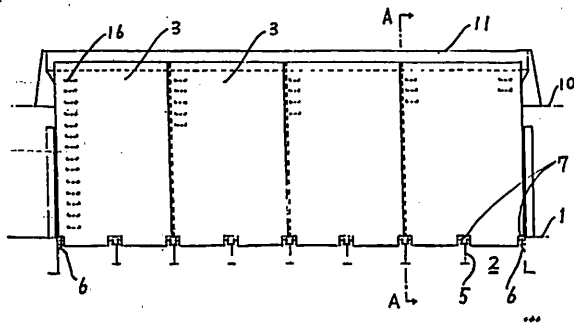


第 2 図

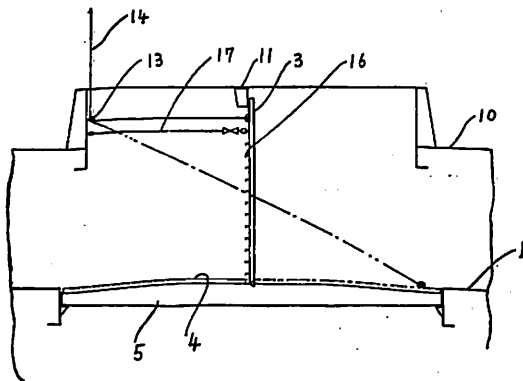
一列倉口型多層甲板船の下層甲板用片舷起立型倉口蓋装置（特許出願公告昭47-2904号，発明者，久保正大外1名，出願人，住友重機械工業株式会社）

従来より多層甲板船において甲板相互間に荷止板を装備して上部船倉と下部船倉とを一区画室として穀物などの積載を行なうことは行なわれていたもので，二列倉口型の船舶では下層甲板の倉口蓋を荷止板として利用するのは存在していた．しかし一列倉口型の船舶については依然として甲板間に多数のアップライトを立て，それら相互間に木板を張設するやり方が採られていたもので荷揚終了毎にそれらを取りこわし，片付ける作業を必要とするなどの欠点があつた．そこでこの発明では，一列倉口型の船舶においても倉口蓋を荷止板として利用できる倉口蓋装置を提供することによつて上記の点を改良したのである．

図面について説明すると，一列倉口を備えた多層甲板船における下層甲板1の倉口2に船体中心線によつて各

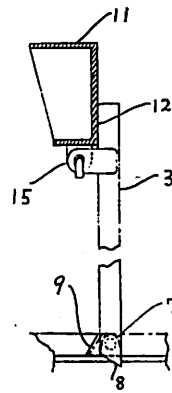


第 1 図



第 2 図

舷に二分されたパネル 3, 3..., 4, 4... からなる倉口蓋が設けられ、これらのパネル 3, 3..., 4, 4... は倉口梁 5 および倉口縁材の内側の受部材 6 で支持され、パネル 3, 3... は船体中心線よりの側部が倉口梁 5 および受部材 6 に設けたヒンジ部材 7 で枢着されている。上層甲板 10 の倉口には船体中心線付近に縦梁 11 が取付金具等で着脱自在に取り付けられ、下層甲板の起立パネル 3 が起立した際に支承する支承面 12 を備えている。上層甲板の倉口縁材の内側にはジャックローラ 13 が配置され、パネル 3 の駆動索 14 を案内するようになっている。また縦梁 11 にパネル 3 の自由端部を固縛するための装置



第 3 図

15 があり、下層甲板から固縛装置 15 に達するためにパネル 3 上面にステップ 16 が列設されている。そこで、下層甲板の倉口蓋を荷止板として使用するにはパネル 3 を回動起立させ、作業員が他舷のパネル 4 を経てステップ 16 を昇り、固縛装置 15 のピンを挿入して固定すればよい。

(安部 弘教)

海技入門選書

東京商船大学教授 野原 威 男 著

船 用 プ ロ ペ ラ

A5 上装 110 頁 ¥ 400 円 (〒110)

目 次

- 第 1 章 船体の形状・抵抗および馬力
- 第 2 章 プロペラの種類
- 第 3 章 プロペラに関する術語
- 第 4 章 プロペラの効率
- 第 5 章 キャピテーション試験
- 第 6 章 プロペラの設計
- 第 7 章 プロペラの構造
- 第 8 章 事故の原因とその対策
- 附 練習問題

船 船 第 49 卷 第 4 号

昭和 47 年 4 月 12 日発行  
定価 400 円 (送 28 円)

発行所 天 然 社

郵便番号 1 6 2

東京都 新宿区 赤城下町 50

電話 東京 (269) 1908

振替 東京 79562 番

発行人 田 岡 健 一

印刷人 高 橋 活 版 所

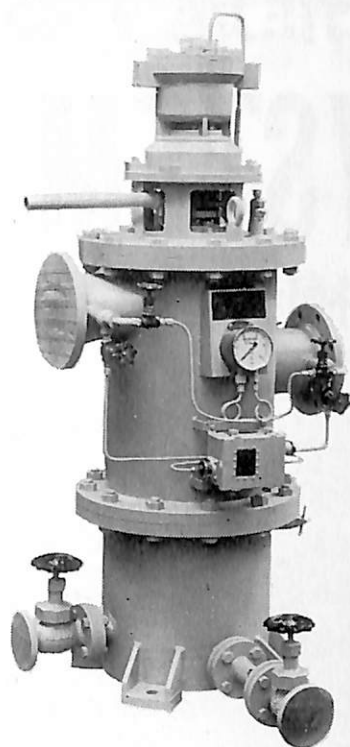
購 読 料

1 冊 400 円 (送 28 円)

半年 2,250 円 (送料共)

1 年 4,500 円 ( )

以上の購読料の内、半年及び 1 年の予約料金は、直接本社に前金をもつてお申込みの方に限ります



「<sup>ケーワン</sup>K-1 ストレーナー」と命名しました  
スラッジ完全分離

## 油圧駆動方式完全自動逆洗型 ノッチワイヤー式油汙過機

1. 非常に小型となりました。
2. 非常に安価となりました。
3. 汙過機サイドでスラッジを油から完全分離を致します。  
(原液ロス“0”)
4. 油圧駆動により動力源を不要としました。



神奈川機器工業株式会社

取締役社長 秋山二郎

本社・工場 横浜市磯子区岡村町笹塚1168  
TEL (045) 761-0351(代表)

監 修 者

上野喜一郎 小山永敏 土川義朗 原 三郎

実際家のための  
世界最初の造船辞典

# 船舶辞典

A5判 700頁 布クロス装函入 定価 2,800円 千 120円

**項目数** 独立項目数2,600。船体・機関・艤装・船種・法律規程その他造船技術者に必要な重要項目は余すところなく網羅されている。なおこの他に2,500の参照項目がありあらゆる角度から引くことができるように工夫されている。

**内容** 造船関係の現場の人にすぐ役立つよう、凸版・写真版を多数挿入して、平易に解説されている。執筆者数45名。斯界の矛一線に活躍する権威者を揃えている。

**附 録** 欧文索引、船の歴史年表、世界及び日本の船腹その他の諸統計表、造船所・船主・関連工業会社の住所録等を収録してある。

東京都新宿区赤城下町50

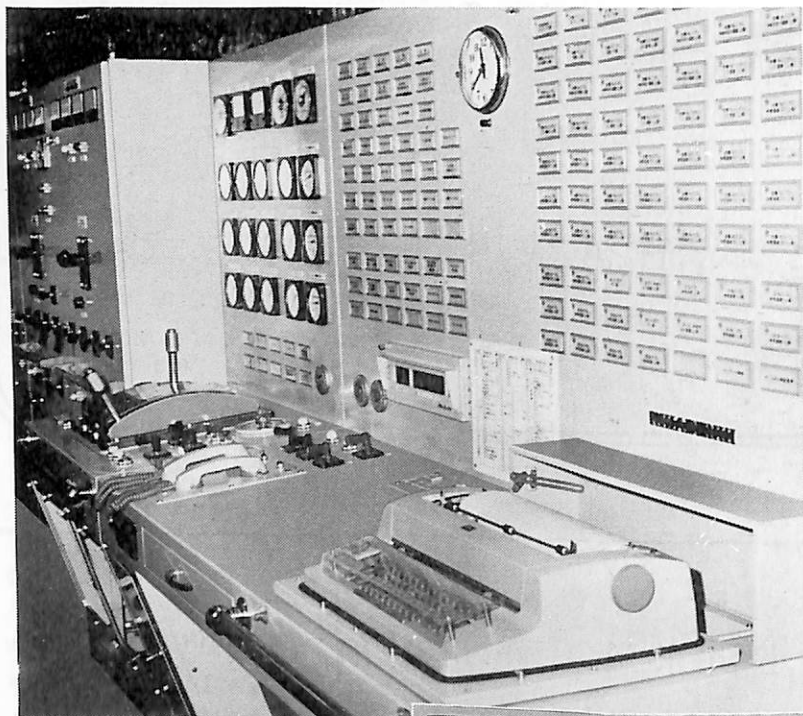
天 然 社

電話東京(269)1908番  
振替東京79562番

# 船舶自動化(MO)を推進する

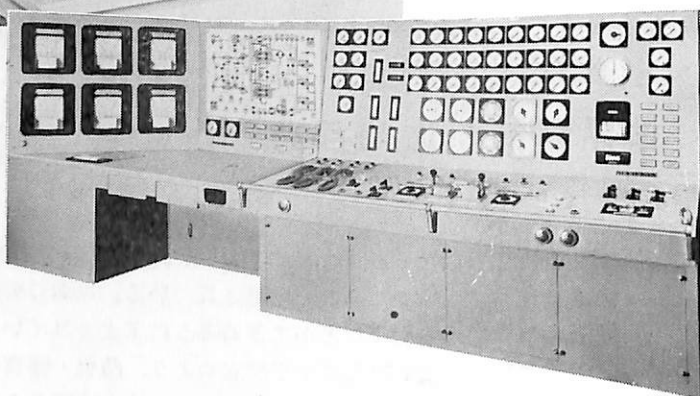
# ZERO SCAN SYSTEM<sup>®</sup>

## データロガー・監視盤



ZERO SCAN SYSTEM  
データロガー

- 本システムは当社が船舶自動化用として他に先駆けて開発した全く新しい理想的なシステムであります。
- すべての発信器と受信器が1:1の常時監視方式であります。
- MO適用船の推奨規則に最適のものであります。
- ユーザー各位の経済性を主眼として製作されております。



納入実績 3万点以上

ZERO SCAN SYSTEM 機関総合監視盤

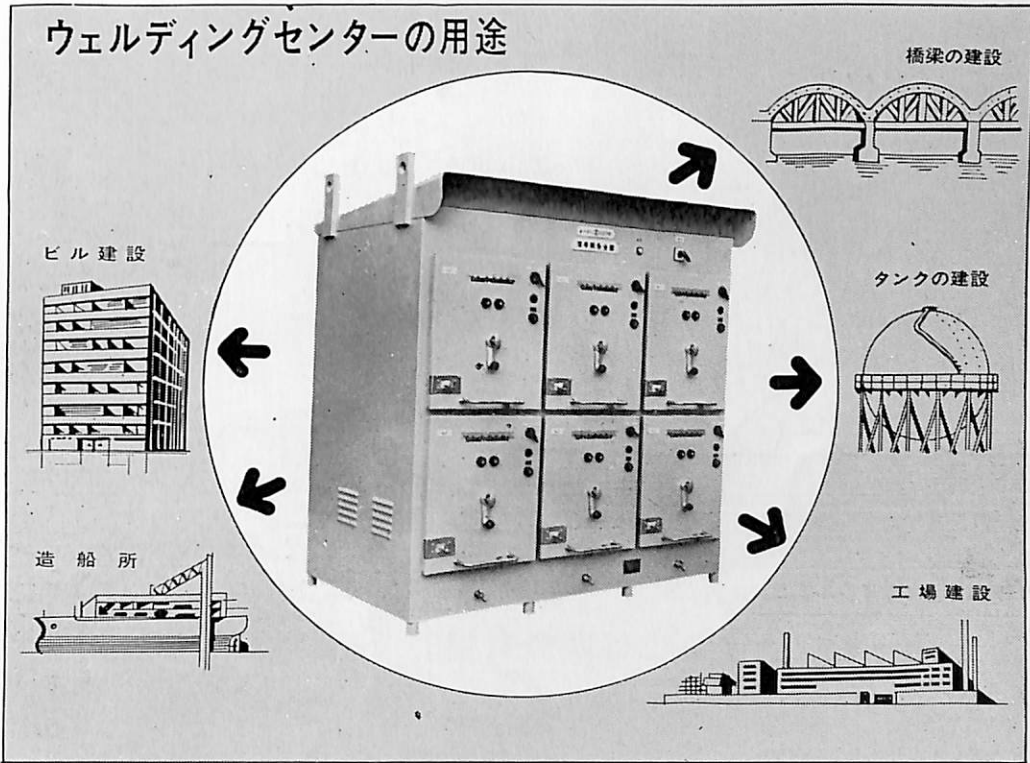


## 理化電機工業株式会社

本社・工場 東京都目黒区中央町1-9-1 TEL 東京(03)712-3171(代)☎152 TELEX246-6184  
横浜工場 神奈川県横浜市緑区青砥町3-4-2 TEL (045)932-6841(代)☎226  
本社営業部 東京都目黒区柿ノ木坂1-17-11 東物ビル TEL (03)723-3431(代)☎152  
大阪営業所 大阪市東区本町1-18 山甚ビル TEL 大阪(06)261-7161(代)☎541  
小倉営業所 北九州市小倉区京町3-14-17 五十鈴ビル TEL 小倉(093)551-0288 ☎802

# 溶接作業を集中管理し 合理化と安全性を計る— ウェルディングセンター

## ウェルディングセンターの用途



### ■特長

1. ユニット化に成功!
2. 設置・移動が極めて容易!
3. 作業の保守が極めて簡単!

### ■内蔵使用機器

- |             |                     |
|-------------|---------------------|
| 1. 溶接機      | 300 A、大阪変圧器製 KR-300 |
|             | 500 A、大阪変圧器製 KR-500 |
| 2. 自動電撃防止装置 | 300 A、WDA……B300形    |
|             | 500 A、WDA……B505形    |
| 3. リモコン装置   |                     |



製造元 株式会社 宮木電機製作所

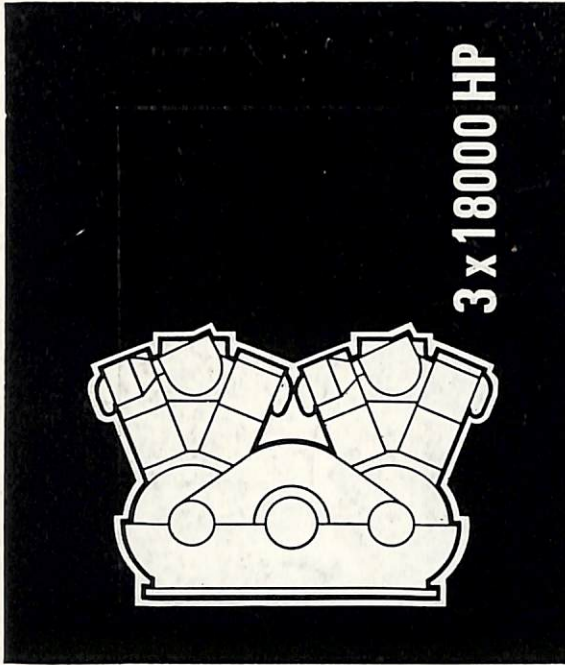
● 詳細なお問合せは

## 岩谷産業株式会社

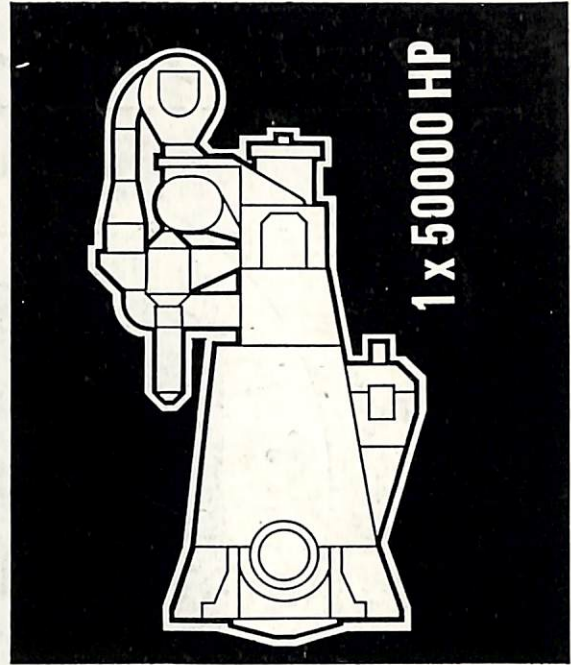
大阪本社 大阪市東区本町4丁目1番 電話 (06)271-1212(大代表)  
 東京本社 東京都中央区八丁堀2丁目7番1号 電話 (03)552-2251(大代表)



# ご計画中の新造船にはどちらの粗悪油運転 ディーゼル機関を採用なさいますか？



MAN中速4サイクル機関減速機付き



MAN低速2サイクルクロスヘッド機関

今日の海運業界で成功するには関係者皆さまの推進機関についての十分な研究が不可欠です。機関速度の選択は一つの重要な問題です。70余年前に世界最初のディーゼル機関を世に出したMAN社は、皆さまが適切な決定をされるのにご協力できます。MAN社は粗悪油運転可能な中速および低速の両ディーゼル機関を船用主機として製造し、数年にわたる運航実績をもっています。

## M·A·N (ジャパン) リミテッド

本社  
神戸サービスベース  
横浜サービスエンジニア

東京C.P.O. Box68  
神戸C.P.O. Box1170

Tel. (03) 214-5931  
Tel. (078) 671-0765  
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

東京/神戸  
東京/横浜

MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG AKTIENGESELLSCHAFT/WEST GERMANY

保存委番号:

221043

雑誌コード 5541-4

船舶 第四十五卷 第四号  
昭和四十七年三月二十日 第三種郵便物認可  
昭和四十七年四月七日 印刷  
昭和四十七年四月十二日 発行 (毎月一回)

編集発行 田岡健一  
兼印刷人 田岡健一  
印刷所 高橋活版所  
東京都新宿区赤城下町五〇番地

定価 四〇〇円

発行所

天 然 社  
東京都新宿区赤城下町五〇番地  
(郵便番号 一六二〇)  
電話 東京(03)一九〇八二番